廃炉発官Ｒ４第１１号
令和４年４月１２日

原子力規制委員会　殿

東京都千代田区内幸町１丁目１番３号
東京電力ホールディングス株式会社
代表執行役社長　　小早川　智明

福島第一原子力発電所　特定原子力施設に係る実施計画　変更認可申請書の
一部補正について

令和３年７月２７日付け廃炉発官Ｒ３第６３号をもって申請し，令和４年３月１日付け廃炉発官Ｒ３第２２３号をもって一部補正しました福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画 変更認可申請書を別紙の通り一部補正をいたします。

以　上

「福島第一原子力発電所　特定原子力施設に係る実施計画」及び「福島第一原子力発電所　特定原子力施設に係る実施計画　別冊集」について，下記の箇所を別添の通りとする。

補正箇所，補正理由及びその内容は以下の通り。

○福島第一原子力発電所　特定原子力施設に係る実施計画

増設多核種除去設備の前処理設備改造工事及び高性能・増設多核種除去設備後段の溶接型サンプルタンクへ処理済水を移送するための配管設置について，審査の進捗を踏まえ，下記の通り補正を行う。

併せて，使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）について，セシウム吸着装置吸着塔等格納用（KURION 等格納用）ボックスカルバートの撤去に伴う変更を行う。

Ⅱ 特定原子力施設の設計，設備

2.5 汚染水処理設備等

本文

・KURION 等格納用ボックスカルバート撤去に伴う記載の変更

添付資料－２

・KURION 等格納用ボックスカルバート撤去に伴う主要設備概要図の変更

添付資料－３

・KURION 等格納用ボックスカルバート撤去に伴う記載の変更

・記載の適正化

2.16 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設

2.16.1 多核種除去設備

本文

・変更なし

添付資料－１

・変更なし

添付資料－２

・移送配管の設置に伴う耐震評価の記載の削除

・移送配管の設置に伴う配管概略図の変更

添付資料－９

・多核種除去設備に係る確認事項について記載を追加

2.16.2 増設多核種除去設備

本文

・変更なし

添付資料－１

・変更なし

添付資料－３

・前処理設備改造工事に伴う耐震性評価の変更

・耐震クラスの設定について記載を変更

添付資料－４

・変更なし

添付資料－５

・変更なし

添付資料－７

・令和３年９月８日の原子力規制委員会で示された耐震設計における耐震評価方針の見直しによる記載を追加

添付資料－９

・変更なし

2.16.3 高性能多核種除去設備

本文

・変更なし

添付資料－１

・変更なし

添付資料－４

・変更なし

添付資料－８

・高性能多核種除去設備に係る確認事項について記載を追加

2.49 ３号機原子炉格納容器内取水設備

本文

・変更なし

添付資料－２

・変更なし

Ⅲ 特定原子力施設の保安
第３編（保安に係る補足説明）
2 放射性廃棄物等の管理に関する補足説明
2.2 線量評価
2.2.2 敷地内各施設からの直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量
・KURION 等格納用ボックスカルバート撤去に伴う記載の変更
・記載の適正化
2.2.3 放射性液体廃棄物等による線量評価
・変更なし
2.2.4 線量評価のまとめ
・変更なし

4 保全計画策定に係る補足説明
4.2 ５・６号機　滞留水の影響を踏まえた設備の保全について
・変更なし

○福島第一原子力発電所　特定原子力施設に係る実施計画　別冊集
別冊５ 汚染水処理設備等に係る補足説明
Ⅰ 汚染水処理設備等の構造強度及び耐震性について
・KURION 等格納用ボックスカルバート撤去に伴う記載の変更
・記載の適正化
Ⅱ 2.5汚染水処理設備等の寸法許容範囲について
・変更なし

以　上

别添

2.5　汚染水処理設備等

2.5.1　基本設計

2.5.1.1　設置の目的

タービン建屋等には，東北地方太平洋沖地震による津波，炉心冷却水の流入，雨水の浸入，地下水の浸透等により海水成分を含んだ高レベルの放射性汚染水が滞留している（以下，「滞留水」という）。

このため，汚染水処理設備等では，滞留水を安全な箇所に移送すること，滞留水に含まれる主要な放射性物質を除去し環境中に移行し難い性状とすること，除去した放射性物質を一時的に貯蔵すること，滞留水の発生量を抑制するため塩分を除去し原子炉への注水に再利用する循環冷却を構築することを目的とする。

2.5.1.2　要求される機能

(1) 発生する高レベル放射性汚染水量（地下水及び雨水の流入による増量分を含む）を上回る処理能力を有すること
(2) 高レベル放射性汚染水中の放射性物質等の濃度及び量を適切な値に低減する能力を有すること
(3) 汚染水処理設備が停止した場合に備え，複数系統及び十分な貯留設備を有すること
(4) 汚染水処理設備等は漏えいを防止できること
(5) 万一，高レベル放射性汚染水の漏えいがあった場合，高レベル放射性汚染水の散逸を抑制する機能を有すること
(6) 高レベル放射性汚染水を処理する過程で発生する気体状の放射性物質及び可燃性ガスの検出，管理及び処理が適切に行える機能を有すること

2.5.1.3　設計方針

2.5.1.3.1 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）の設計方針

(1) 処理能力

a. 汚染水処理設備及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）は，原子炉への注水，雨水の浸入，地下水の浸透等により 1 号～4 号機のタービン建屋等に発生する滞留水に対して十分対処できる処理容量とする。

b. 汚染水処理設備の除染能力及び塩素除去能力は，処理済水の発電所内再使用を可能とするのに十分な性能を有するものとする。

(2) 汚染水処理設備等の長期停止に対する考慮

a. 主要核種の除去を行う処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置）は，単独もしくは組み合わせでの運転が可能な設計と

する。また，セシウム吸着装置及び除染装置と第二セシウム吸着装置は，それぞれ異なる系統の所内高圧母線から受電する構成とし，第三セシウム吸着装置は，二つの異なる系統の所内高圧母線から受電する構成とする。

b. 汚染水処理設備及び関連設備（移送ポンプ等）の動的機器は，その故障により滞留水の移送・処理が長期間停止することがないように原則として多重化する。

c. 汚染水処理設備が長期間停止した場合を想定し，滞留水がタービン建屋等から系外に漏れ出ないように，タービン建屋等の水位を管理するとともに，貯留用のタンクを設ける。

d. 汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備（移送ポンプ等）は，所内高圧母線から受電できる設計とする。

e. 汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備（移送ポンプ等）は，外部電源喪失の場合においても，非常用所内電源から必要に応じて受電できる設計とする。

(3) 規格・基準等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）の機器等は，設計，材料の選定，製作及び検査について，原則として適切と認められる規格及び基準によるものとする。

(4) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）は，液体状の放射性物質の漏えいの防止及び所外への管理されない放出を防止するため，次の各項を考慮した設計とする。

a. 漏えいの発生を防止するため，機器等には設置環境や内部流体の性状等に応じた適切な材料を使用するとともに，タンク水位の検出器等を設ける。

b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は，漏えいの早期検出を可能にするとともに，漏えいを停止するのに適切な措置をとれるようにする。また，汚染水処理設備，貯留設備においては漏えい水の拡大を抑制するための堰等を設ける。

c. タンク水位，漏えい検知等の警報については，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室（シールド中操）に表示し，異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにする。なお，シールド中央制御室（シールド中操）の機能移転後に設置する設備のタンク水位，漏えい検知等の警報は，免震重要棟集中監視室に発報・表示し，同様の措置を実施する。

(5) 放射線遮へいに対する考慮

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）は，放射線業務従事者等の線量を低減する観点から，放射線を適切に遮へいする設計とする。

(6) 崩壊熱除去に対する考慮

汚染水処理設備は，放射性物質の崩壊熱による温度上昇を考慮し，必要に応じて崩壊熱を除去できる設計とする。

(7) 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

汚染水処理設備は，水の放射線分解により発生する可燃性ガスを適切に排出できる設計とする。

(8) 気体廃棄物の放出に対する考慮

汚染水処理設備は，放出する可燃性ガス等の気体に放射性物質が含まれる可能性がある場合には，排気設備にフィルタ等を設け捕獲する設計とする。

(9) 健全性に対する考慮

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備は，機器の重要度に応じた有効な保全ができるものとする。

2.5.1.3.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設の設計方針

(1) 貯蔵能力

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設は，汚染水処理設備，多核種除去設備，高性能多核種除去設備，モバイル式処理装置，増設多核種除去設備，サブドレン他浄化装置，高性能多核種除去設備検証試験装置，モバイル型ストロンチウム除去装置，RO 濃縮水処理設備，第二モバイル型ストロンチウム除去装置，放水路浄化装置，５・６号機仮設設備（滞留水貯留設備）浄化ユニットで発生する放射性廃棄物を貯蔵できる容量とする。また，必要に応じて増設する。

(2) 多重性等

廃スラッジ貯蔵施設の動的機器は，故障により設備が長期間停止することがないように，原則として多重化する。

(3) 規格・基準等

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設の機器等は，設計，材料の選定，製作及び検査について，原則として適切と認められる規格及び基準によるものとする。

(4) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

廃スラッジ貯蔵施設の機器等は，液体状の放射性物質の漏えいの防止及び所外への管理

されない放出を防止するため，次の各項を考慮した設計とする。

a. 漏えいの発生を防止するため，機器等には設置環境や内部流体の性状等に応じた適切な材料を使用するとともに，タンク水位の検出器等を設ける。
b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は，漏えいの早期検出を可能にするとともに，漏えい液体の除去・回収を行えるようにする。
c. タンク水位，漏えい検知等の警報については，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室（シールド中操）に表示し，異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにする。

なお，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置，高性能多核種除去設備，モバイル式処理装置，サブドレン他浄化装置，高性能多核種除去設備検証試験装置，RO 濃縮水処理設備，第二モバイル型ストロンチウム除去装置，放水路浄化装置の使用済みの吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置の使用済みのフィルタ及び吸着塔，多核種除去設備及び増設多核種除去設備の使用済みの吸着材を収容した高性能容器及び多核種除去設備にて発生する処理カラム，５・６号機仮設設備（滞留水貯留設備）浄化ユニットの使用済セシウム／ストロンチウム同時吸着塔は，内部の水を抜いた状態で貯蔵するため，漏えいの可能性はない。

(5) 放射線遮へいに対する考慮

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設は，放射線業務従事者の線量を低減する観点から，放射線を適切に遮へいする設計とする。

(6) 崩壊熱除去に対する考慮

a. 吸着塔，フィルタ，高性能容器及び処理カラムは，崩壊熱を大気に逃す設計とする。
b. 廃スラッジ貯蔵施設は，放射性物質の崩壊熱による温度上昇を考慮し，必要に応じて熱を除去できる設計とする。

(7) 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔，フィルタ，高性能容器，処理カラム及び廃スラッジ貯蔵施設は，水の放射線分解により発生する可燃性ガスの滞留を防止でき，必要に応じて適切に排出できる設計とする。

(8) 気体廃棄物の放出に対する考慮

廃スラッジ貯蔵施設は，放出する可燃性ガス等の気体に放射性物質を含む可能性がある場合は，排気設備にフィルタ等を設け捕獲収集する設計とする。また，気体廃棄物の放出を監視するためのモニタ等を設ける。

(9) 健全性に対する考慮

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設は，機器の重要度に応じた有効な保全ができるものとする。

2.5.1.4　供用期間中に確認する項目

(1) 汚染水処理設備は，滞留水の放射性物質の濃度を原子炉注水に再利用可能な濃度まで低減できる能力を有すること。

(2) 汚染水処理設備は，滞留水の塩化物イオン濃度を原子炉注水に再利用可能な濃度まで低減できる能力を有すること。

2.5.1.5　主要な機器

2.5.1.5.1 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）は，滞留水移送装置，油分分離装置，処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置），淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮装置），中低濃度タンク，地下貯水槽等で構成する。

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設及び関連施設（移送配管，移送ポンプ等）は，使用済セシウム吸着塔仮保管施設，使用済セシウム吸着塔一時保管施設，造粒固化体貯槽(D)，廃スラッジ一時保管施設等で構成する。

1 号～4 号機のタービン建屋等の滞留水は，滞留水移送装置によりプロセス主建屋，雑固体廃棄物減容処理建屋（以下，「高温焼却炉建屋」という。）へ移送した後，プロセス主建屋等の地下階を介して，必要に応じて油分を除去し，処理装置へ移送，またはプロセス主建屋等の地下階を介さずにセシウム吸着装置・第二セシウム吸着装置へ直接移送し，主要核種を除去した後，淡水化装置により塩分を除去する。また，各装置間には処理済水，廃水を保管するための中低濃度タンク，地下貯水槽を設置する。

二次廃棄物となる使用済みの吸着材を収容したセシウム吸着装置吸着塔，第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置の使用済フィルタ・吸着塔，第二モバイル型ストロンチウム除去装置，放水路浄化装置吸着塔は使用済セシウム吸着塔仮保管施設，もしくは使用済セシウム吸着塔一時保管施設に一時的に貯蔵し，高性能多核種除去設備，高性能多核種除去設備検証試験装置，サブドレン他浄化装置，RO 濃縮水処理設備で発生する吸着塔，多核種除去設備，増設多核種除去設備にて発生する二次廃棄物を収容する高性能容器及び多核種除去設備にて発生する処理カラム，５・６号機仮設設備（滞留水貯留設備）浄化ユニットで発生する使用済セシウム／ストロンチウム同時吸着塔は使用済セシウム吸着塔一時保管施設に一時的に貯蔵する。なお，セシウム吸着装置吸着塔，第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備にて発生する処理カラム，高性能多核種除去設備，サブドレ

ン他浄化装置，RO 濃縮水処理設備で発生する吸着塔は大型廃棄物保管庫にも一時的に貯蔵する。また，二次廃棄物の廃スラッジは造粒固化体貯槽(D)，廃スラッジ一時保管施設で一時的に貯蔵する。

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備の主要な機器は，免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）から遠隔操作及び運転状況の監視を行う。

(1) 滞留水移送装置

滞留水移送装置は，タービン建屋等にある滞留水を汚染水処理設備のあるプロセス主建屋，高温焼却炉建屋へ移送することを目的に，移送ポンプ，移送ライン等で構成する。

移送ポンプは，1 号機タービン建屋に 6 台，1 号機原子炉建屋に 2 台，1 号機廃棄物処理建屋に 2 台，2 号機タービン建屋に 6 台，2 号機原子炉建屋に 2 台，2 号機廃棄物処理建屋に 6 台，3 号機のタービン建屋に 9 台，3 号機原子炉建屋に 4 台，3 号機廃棄物処理建屋に 6 台，4 号機タービン建屋に 7 台，4 号機原子炉建屋に 6 台，4 号機廃棄物処理建屋に 6 台設置し，原子炉への注水，雨水の浸入，地下水の浸透等により 1 号～4 号機のタービン建屋等に発生する滞留水に対して十分対処可能な設備容量を確保する。滞留水の移送は，移送元のタービン建屋等の水位や移送先となるプロセス主建屋，高温焼却炉建屋の水位の状況に応じて，ポンプの起動台数，移送元，移送先を適宜選定して実施する。

移送ラインは，設備故障及び損傷を考慮し複数の移送ラインを準備する。また，使用環境を考慮した材料を選定し，必要に応じて遮へい，保温材等を設置するとともに，屋外敷設箇所は移送ラインの線量当量率等を監視し漏えいの有無を確認する。

(2) 油分分離装置

油分分離装置は，油分がセシウム吸着装置の吸着性能を低下させるため，その上流側に設置し，滞留水に含まれる油分を自然浮上分離により除去する。油分分離装置は，プロセス主建屋内に 3 台設置する。

(3) 処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置，除染装置）

セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置及び第三セシウム吸着装置は，吸着塔内部に充填された吸着材のイオン交換作用により，滞留水に含まれるセシウム等の核種を除去する。除染装置は，滞留水にセシウム等の核種を吸着する薬品を注入し凝集・沈殿させ，上澄液とスラッジに分離することで，滞留水に含まれるセシウム等の核種を除去する。また，各装置は装置の処理能力を確認するための試料を採取できる設備とする。

処理装置は，複数の装置により多様性を確保するとともに，各装置の組み合わせもしくは単独により運転が可能な系統構成とする。

a.　セシウム吸着装置

セシウム吸着装置は，焼却工作建屋内に4系列配置しており，多段の吸着塔により滞留水に含まれる放射性のセシウム，ストロンチウムを除去する。

セシウム吸着装置は，４系列でセシウムを除去するセシウム吸着運転（以下，「Cs吸着運転」という）または４系列を２系列化しセシウム及びストロンチウムを除去するセシウム／ストロンチウム同時吸着運転（以下，「Cs/Sr同時吸着運転」という）を行う。

吸着塔は，二重の円筒形容器で，内側は内部に吸着材を充填したステンレス製の容器，外側は炭素鋼製の遮へい容器からなる構造とする。

使用済みの吸着塔は一月あたり６本程度発生し，使用済セシウム吸着塔仮保管施設にて内部の水抜きを行い，使用済セシウム吸着塔仮保管施設及び使用済セシウム吸着塔一時保管施設あるいは大型廃棄物保管庫にて貯蔵する。

b.　第二セシウム吸着装置

第二セシウム吸着装置は，高温焼却炉建屋内に 2 系列配置し，各系列で多段の吸着塔によりセシウム，ストロンチウム等の核種を除去する。

第二セシウム吸着装置は，セシウム吸着塔によりセシウムを除去するセシウム吸着運転（以下，「Cs 吸着運転」という），または同時吸着塔によりセシウム及びストロンチウムを除去するセシウム／ストロンチウム同時吸着運転（以下，「Cs/Sr 同時吸着運転」という）を行う。

吸着塔は，ステンレス製の容器にゼオライト等の吸着材を充填し，周囲は鉛等で遮へいする構造とする。

使用済みの吸着塔は，Cs 吸着運転においては一月あたり４本程度発生し，Cs/Sr 同時吸着運転においては一月あたり４本程度発生する。

使用済み吸着塔は，本装置において内部の水抜きを行い，使用済セシウム吸着塔仮保管施設及び使用済セシウム吸着塔一時保管施設あるいは大型廃棄物保管庫にて貯蔵する。

c.　第三セシウム吸着装置

第三セシウム吸着装置は，サイトバンカ建屋内に 1 系列配置し，多段の吸着塔によりセシウム，ストロンチウム等の核種を除去する。

第三セシウム吸着装置は，セシウム及びストロンチウム同時吸着塔によりセシウム及びストロンチウムを除去する Cs/Sr 同時吸着運転を行う。

吸着塔は，ステンレス製の容器にゼオライト等の吸着材を充填し，周囲は鉛等で遮へいする構造とする。

使用済みの吸着塔は，一カ月あたり 1 本程度発生する。使用済み吸着塔は，本装置

において内部の水抜きを行い，使用済セシウム吸着塔一時保管施設あるいは大型廃棄物保管庫にて貯蔵する。

d. 除染装置

除染装置は，プロセス主建屋に 1 系列設置し，滞留水に含まれる懸濁物質や浮遊物質を除去する加圧浮上分離装置，薬液注入装置から吸着剤を注入し放射性物質の吸着を促す反応槽，薬液注入装置から凝集剤を注入し放射性物質を凝集・沈殿させ上澄液とスラッジに分離する凝集沈殿装置，懸濁物質の流出を防止するディスクフィルター，吸着材を注入する薬品注入装置で構成する。反応槽及び凝集沈殿装置は，1 組の装置を 2 段設置することにより放射能除去性能を高める設計とするが，1 段のみでも運転可能な設計とする。スラッジは造粒固化体貯槽(D)に排出する。

(4) 淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮装置）

淡水化装置は，滞留水を原子炉注水に再使用するため，滞留水に含まれる塩分を除去することを目的に，逆浸透膜装置，蒸発濃縮装置で構成する。

逆浸透膜装置は，4 号機タービン建屋 2 階及び蛇腹ハウス内に設置する 3 系列 3 台で構成し，水を通しイオンや塩類などの不純物は透過しない逆浸透膜の性質を利用して滞留水に含まれる塩分を除去し，処理済水と塩分が濃縮された廃水に分離する。運転系列は，耐震性を向上させた 4 号機タービン建屋 2 階に設置する逆浸透膜装置（以下，「建屋内 RO」という。）を原則として使用する。また，蛇腹ハウス内に設置している逆浸透膜装置は，逆浸透膜を通さずに滞留水を濃縮廃水側へ送水する機能も有する。蒸発濃縮装置は 3 系列 8 台で構成し，逆浸透膜装置により塩分が濃縮された廃水を蒸気により蒸発濃縮（蒸留）する設備であるが、平成 28 年 1 月現在運用を停止している。また，各装置は装置の処理能力を確認するための試料を採取できる設備とする。

なお，建屋内 RO 及びこれに付帯する機器を建屋内 RO 循環設備という。

淡水化装置は，複数の装置及び系統により多重性及び多様性を確保する。

(5) 廃止（高濃度滞留水受タンク）

(6) 中低濃度タンク

中低濃度タンクは，処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置）により主要核種が除去された水等を貯留する目的で主に屋外に設置する。

中低濃度タンクは，貯留する水の性状により分類し，処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置）により主要核種を除去された水等を貯留するサプレッション・プール水サージタンク及び廃液 RO 供給タンク，逆浸透膜装置

の廃水を貯留するRO後濃縮塩水受タンク※1,蒸発濃縮装置の廃水を貯留する濃縮廃液貯槽,逆浸透膜装置の処理済水を貯留するRO後淡水受タンク※2，多核種除去設備，増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備の処理済水を貯留する多核種処理水タンク※3及びRO濃縮水処理設備の処理済水，サブドレン他水処理施設で汲み上げた地下水を貯留するSr処理水タンク※4で構成する。

サプレッション･プール水サージタンクは，液体廃棄物処理系の設備として既に設置されていた設備を使用し，工事計画認可申請書（57資庁第2974号　昭和57年4月20日認可）において確認を実施している。RO後淡水受タンクの貯留水は，処理済水として原子炉への注水に再利用する。

なお，各タンクは定期的に必要量を確認し※5，必要に応じて増設する。

※1：ＲＯ濃縮水貯槽，地下貯水槽（ＲＯ後濃縮塩水用分）にて構成。
※2：ＲＯ処理水貯槽，蒸発濃縮処理水貯槽にて構成。
※3：多核種処理水貯槽で構成。
※4：Sr処理水貯槽で構成。
※5：「福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について」にて確認を実施。

(7) 地下貯水槽

地下貯水槽は，発電所構内の敷地を有効活用する観点で地面を掘削して地中に設置する。また，止水のための3重シート（2重の遮水シート及びベントナイトシート），その内部に地面からの荷重を受けるためのプラスチック製枠材を配置した構造とする。

地下貯水槽には，逆浸透膜装置の廃水等を貯留する。

なお，地下貯水槽からの漏えいが認められたことから，別のタンクへの貯留水の移送が完了次第，使用しないこととする。

(8) ろ過水タンク

ろ過水タンクは，既に屋外に設置されていたもので，放射性物質を含まない水を貯留するタンクであるが，地下貯水槽に貯留した逆浸透膜装置の廃水の貯留用として一時的に使用する。ろ過水タンクは，放射性流体を貯留するための設備ではないため，逆浸透膜装置の廃水を貯留する場合の適合性評価を行う。また，ろ過水タンク周囲に設置した線量計で雰囲気線量を確認する等により漏えいの有無を確認する。なお，貯留期間は貯留開始後1年以内を目途とし，ろ過水タンクに貯留した逆浸透膜装置の廃水を別のタンクに移送する。

(9) 電源設備

電源は，所内高圧母線から受電でき，非常用所内電源とも接続できる構成とする。セシウム吸着装置及び除染装置と第二セシウム吸着装置は，それぞれ異なる系統の所内高圧母線から受電する構成とし，第三セシウム吸着装置は，二つの異なる系統の所内高圧母線から受電する構成とすることにより，所内高圧母線の点検等による電源停止においても，何れかの

処理装置により，滞留水の処理が可能な設計とする。また，汚染水処理設備等は，外部電源喪失の場合は，タービン建屋等の水位の状況や汚染水処理設備以外の設備負荷を考慮しながら復旧する。

(10) 廃止（モバイル式処理設備）

(11)滞留水浄化設備

１～４号機の建屋滞留水の放射性物質濃度を低減する目的で，１～４号機の滞留水を浄化する設備（以下，滞留水浄化設備）を設置する。滞留水浄化設備は，建屋内 RO 循環設備で敷設した配管から各建屋へ分岐する配管で構成する。

2.5.1.5.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

使用済セシウム吸着塔保管施設は，使用済セシウム吸着塔仮保管施設，使用済セシウム吸着塔一時保管施設で構成する。廃スラッジ貯蔵施設は造粒固化体貯槽(D)，廃スラッジ一時保管施設で構成する。

廃スラッジ貯蔵施設の主要な機器は，免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室（シールド中操）から遠隔操作及び運転状況の監視を行う。

(1) 使用済セシウム吸着塔保管施設

a. 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

使用済セシウム吸着塔仮保管施設は，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，モバイル式処理装置，第二モバイル型ストロンチウム除去装置及び放水路浄化装置で発生する吸着塔並びにモバイル型ストロンチウム除去装置で発生するフィルタ及び吸着塔を使用済セシウム吸着塔一時保管施設へ移送するまでの間貯蔵するために設けた施設であり，吸着塔を取り扱うための門型クレーン，セシウム吸着装置吸着塔等のろ過水による洗浄・水抜きを実施する装置，遮へい機能を有するコンクリート製ボックスカルバート等にて構成する。

b. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置，モバイル式処理装置，高性能多核種除去設備，サブドレン他浄化装置，高性能多核種除去設備検証試験装置，RO 濃縮水処理設備及び第二モバイル型ストロンチウム除去装置，放水路浄化装置で発生する吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置で発生するフィルタ及び吸着塔，多核種除去設備，増設多核種除去設備にて発生する二次廃棄物を収容する高性能容器及び多核種除去設備にて発生する処理カラム，５・６号機仮設設備（滞留水貯留設備）浄化ユニットで発生する使用済

セシウム／ストロンチウム同時吸着塔の処理施設等が設置されるまでの間一時的に貯蔵を行う施設であり，吸着塔，フィルタ，高性能容器及び処理カラムを取り扱うための門型クレーン，遮へい機能を有するコンクリート製ボックスカルバート等により構成する。

なお，使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設する。

(2) 廃スラッジ貯蔵施設

a. 造粒固化体貯槽(D)

造粒固化体貯槽(D)は，除染装置の凝集沈殿装置で発生したスラッジを廃スラッジ一時保管施設へ移送するまでの間，貯蔵する設備であり，固体廃棄物処理系の設備として既にプロセス主建屋に設置していた設備を改造して使用する。なお，造粒固化体貯槽（D）はプロセス主建屋と一体構造であるため，「2.6 滞留水を貯留している（滞留している場合を含む）建屋」において確認している。

b. 廃スラッジ一時保管施設

廃スラッジ一時保管施設は，廃スラッジを処理施設等へ移送するまでの間一時貯蔵する設備として設置する。廃スラッジ一時保管施設は，スラッジ貯槽，セル及びオフガス処理系等を収容するスラッジ棟，圧縮空気系の機器等を収容する設備棟で構成する。

廃スラッジ一時保管施設の動的機器は，故障により設備が長期間停止することがないよう，原則として多重化する。

また，廃スラッジ一時保管施設の電源は，所内高圧母線から受電でき，非常用所内電源とも接続できる構成とする。また，外部電源喪失の場合は，タービン建屋等の水位の状況や汚染水処理設備以外の設備負荷を考慮しながら復旧する。

2.5.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

滞留水移送装置，処理装置等一部の設備を除き，アウターライズ津波が到達しないと考えられる T.P.約 28m 以上の場所に設置する。

滞留水移送装置，処理装置等，東北地方太平洋沖地震津波が到達したエリアに設置する設備については，アウターライズ津波による浸水を防止するため仮設防潮堤内に設置する。また，アウターライズ津波を上回る津波の襲来に備え，大津波警報が出た際は滞留水移送装置，処理装置を停止し，処理装置については隔離弁を閉めることにより滞留水の流出を防止する。

(2) 台風（強風）

汚染水処理設備等のうち，処理装置及び建屋内 RO は台風（強風）による設備損傷の可能性が低い鉄筋コンクリート造の建屋内に設置する。淡水化装置（建屋内 RO 除く）は，蛇腹ハウスやテントハウス内に設置しているため，台風（強風）によりハウスの一部が破損する可能性はあるが，ハウス破損に伴い，淡水化装置に損傷を与える可能性がある場合は，淡水化装置の停止等の操作を行い，装置損傷による汚染水の漏えい防止を図る。

(3) 火災

初期消火の対応ができるよう，近傍に消火器を設置する。

2.5.1.7　構造強度及び耐震性

2.5.1.7.1 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

(1) 構造強度

a.　震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら，震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は，必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本産業規格（JIS）や日本水道協会規格等の国内外の民間規格，製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

機器等の経年劣化に対しては，適切な保全を実施することで健全性を維持していく。

b.　今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」等（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

汚染水処理設備等は，地下水等の流入により増加する汚染水の対応が必要であり，短期間での機器の設置が求められる。また，汚染水漏えい等のトラブルにより緊急的な対応が必要

となることもある。

従って，今後設計する機器等については，JSME 規格に限定するものではなく，日本産業規格（JIS）等の国内外の民間規格に適合した工業用品の採用，或いは American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本産業規格（JIS），またはこれらと同等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。溶接（溶接施工法および溶接士）は JSME 規格，American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本産業規格（JIS），および発電用火力設備に関する技術基準を定める省令にて認証された溶接，または同等の溶接とする。また，JSME 規格で規定される材料の日本産業規格（JIS）年度指定は，技術的妥当性の範囲において材料調達性の観点から考慮しない場合もある。

さらに，今後も JSME 規格に記載のない非金属材料（耐圧ホース，ポリエチレン管等）については，現場の作業環境等から採用を継続する必要があるが，これらの機器等については，日本産業規格（JIS）や日本水道協会規格，製品の試験データ等を用いて設計を行う。

(2) 耐震性

汚染水処理設備等を構成する機器は，その安全機能の重要度，地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計とする。要求される地震力に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。支持部材がない等の理由によって，耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合においては，可撓性を有する材料を使用するなどし，耐震性を確保する。

なお，検討用地震動および同津波に対する評価が必要な設備として抽出された機器等については，今後対策を講じる。

また，各機器は必要な耐震性を確保するために，原則として以下の方針に基づき設計する。

- 倒れ難い構造（機器等の重心を低くする，基礎幅や支柱幅を大きくとる）
- 動き難い構造，外れ難い構造（機器をアンカ，溶接等で固定する）
- 座屈が起こり難い構造
- 変位による破壊を防止する構造（定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定，配管等に可撓性のある材料を使用）

2.5.1.7.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

(1) 構造強度

a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，震災以降緊急対応的に設置してきたもので，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」にお

いて，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は，必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本産業規格（JIS）等規格適合品または製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や緊急時対応の時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

なお，使用済セシウム吸着塔保管施設を構成するコンクリート製ボックスカルバートは遮へい物として吸着塔等の周囲に配置するものであり，JSME 規格で定める機器には該当しない。

b.　今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設することとしており，地下水等の流入により増加する汚染水の処理に伴う二次廃棄物への対応上，短期間での施設の設置が必要である。このため今後設計する機器等については，日本産業規格（JIS）等規格に適合した工業用品の採用，或いは JIS 等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。

(2) 耐震性

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の B クラス相当の設備と位置づけられる。

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設の耐震性に関する評価にあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」に準拠することを基本とするが，必要に応じて現実的な評価を行う。また，配管に関しては，変位による破壊を防止するため，定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定や，可撓性のある材料を使用する。

なお，検討用地震動および同津波に対する評価が必要な設備として抽出された機器等については，今後対策を講じる。

2.5.1.8　機器の故障への対応

2.5.1.8.1 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連施設（移送配管，移送ポンプ等）

(1) 機器の単一故障

a.　動的機器の単一故障

汚染水処理設備は，機器の単一故障により滞留水の処理機能が喪失するのを防止するため動的機器や外部電源を多重化しているが，汚染水処理設備の動的機器が故障した場合は，待機設備へ切替を行い，滞留水の処理を再開する。

(2) 主要機器の複数同時故障

a. 処理装置の除染能力が目標性能以下

汚染水処理設備は，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置による処理装置全体で多重化が確立されており，各装置の組み合わせもしくは単独による運転が可能である。そのため，一つの処理装置が故障しても性能回復は短時間で行えるが，万一，所定の除染能力が得られず下流側の逆浸透膜装置の受け入れ条件（10^{2}Bq/cm^{3} オーダ）を満足しない場合は，以下の対応を行う。

逆浸透膜装置後淡水受タンクでの希釈効果等を踏まえながら，必要に応じて処理装置出口の処理済水を再度セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置に水を戻す「再循環処理」を実施する（手動操作）。なお，再循環処理を実施する場合，稼働率が 50%以下となるため，タービン建屋等からの滞留水の移送量を調整し，プロセス主建屋，高温焼却炉建屋の水位上昇を監視する。

b. 滞留水の処理機能喪失

汚染水処理設備は，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置のそれぞれで単独運転が可能である。

また，セシウム吸着装置及び除染装置と第二セシウム吸着装置は，それぞれ異なる系統の所内高圧母線から受電する構成とし，第三セシウム吸着装置は，二つの異なる系統の所内高圧母線から受電する構成としている。

さらに，セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，第三セシウム吸着装置及び除染装置は，建屋により分離して設置している。以上のことから，共通要因によりすべての処理装置が機能喪失する可能性は十分低いと想定するが，全装置が長期間停止する場合は，以下の対応を行う。

(a) 処理装置が長期間停止する場合，炉注水量を調整し，滞留水の発生量を抑制する。
(b) セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置または第三セシウム吸着装置の吸着塔の予備品を用意し，短期間（1 ヶ月程度）で新たな処理が可能なように準備する。
(c) タービン建屋等の水位が所外放出レベル近くに達した場合，滞留水をタービン建屋の復水器に移送することで，放射性物質の所外放出を防止する。
(d) 滞留水の系外への漏えいを防止するために，集中廃棄物処理建屋のサイトバンカ建屋，焼却工作室建屋等への移送準備を行い，滞留水受け入れ容量を確保する。

(3) その他の事象

a. 降水量が多い場合の対応

降水量が多い場合には，滞留水の移送量，処理量を増加させる等の措置をとる。また，大量の降雨が予想される場合には，事前に滞留水をプロセス主建屋等へ移送し，タービン建屋等の水位を低下させる措置をとる。

さらに，タービン建屋の水位が上昇すれば，炉注水量の低下措置等の対応を図る。

(4) 異常時の評価

a. 滞留水の処理機能喪失時の評価

処理装置が長期に機能喪失した場合でも，タービン建屋等の水位はT.P.1,200㎜ 程度で管理しているため所外放出レベルのT.P.2,564㎜に達するまでの貯留容量として約30,000㎥を確保している。さらにタービン建屋の復水器等へ滞留水を移送することにより，これまでの運転実績から，原子炉への注水量を約 400㎥/日，地下水の浸透，雨水の浸入により追加発生する滞留水量を約 400㎥/日と想定した場合においても，1ヶ月分（約24,000㎥）以上の貯留が可能である。

本資料に記載の標高は，震災後の地盤沈下量（-709㎜）とO.P.からT.P.への読替値（-727㎜）を用いて，下式に基づき換算している。

＜換算式＞T.P.=旧O.P.-1,436㎜

b. 降水量が多い場合の評価

月降水量の最大値は，気象庁の観測データにおいて福島県浪江町で634㎜（2006年10月），富岡町で615㎜（1998年8月）である。また，タービン建屋等の水位は，降水量に対し85%の水位上昇を示したことがあるため1ヶ月あたりタービン建屋の水位を540㎜（634㎜×0.85%）上昇させる可能性がある。

その他，建屋水位を上昇させるものとして，①地下水流入と②原子炉への注水があり，各々約400㎥/日が想定される。1号～4号機の滞留水が存在している建屋面積の合計は約23,000㎡となるため，降雨，地下水流入，及び原子炉への注水により1ヶ月に発生する滞留水量の合計は36,420㎥となる。そのため，各建屋の水位を維持するためには，約1,220㎥/日の滞留水移送・処理が必要となる。一方，移送装置は移送ポンプが1台あたり20㎥/hの運転実績があるため1,920㎥/日の滞留水移送が可能であり，処理装置も実績として1,680㎥/日で処理を実施したことがある。

したがって，月降水量1,000mm以上の場合でも，現状の移送装置，処理装置の能力でタービン建屋等の水位を維持することが可能である。

2.5.1.8.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

(1) 機器の単一故障

a. 動的機器の単一故障

廃スラッジ一時保管施設は，機器の単一故障により安全機能が喪失するのを防止するため，動的機器を多重化しているが，動的機器が故障した場合は，待機設備へ切替を行い，安全機能を回復する。

b. 外部電源喪失時

使用済セシウム吸着塔仮保管施設，使用済セシウム吸着塔一時保管施設は，使用済みのセシウム吸着塔等を静的に保管する施設であり，外部電源喪失した場合でも，安全機能に影響を及ぼすことはない。

造粒固化体貯槽(D)は排気用の仮設電源を設けており，外部電源喪失により貯槽内気相部の排気が不可能となった場合は，必要に応じ電源切替を操作することで可燃性ガスを放出する。

廃スラッジ一時保管施設は，外部電源喪失により貯槽内気相部の排気が不可能となるが，以下を考慮しており，短時間のうちに安全機能の回復が可能である。

・電源車の接続口を設置
・仮設送風機（エンジン付きコンプレッサ）の接続が可能なように取合口を設置
・窒素ボンベによる掃気が可能なようにボンベを設置
・手動弁を操作することで，可燃性ガスを放出（ベント）できるラインを設置

2.5.2　基本仕様

2.5.2.1 主要仕様

2.5.2.1.1 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

(1) 1 号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

	台　　数	2
	容　　量	12m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	30m
(追設)	台　　数	4
	容　　量	18m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	46m

(2) 2 号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

	台　　数	2
	容　　量	12m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	30m
(追設)	台　　数	2
	容　　量	18m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	46m

(3) 3 号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

	台　　数	3
	容　　量	12m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	30m
(追設)	台　　数	2
	容　　量	18m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	46m

(4) 4 号機タービン建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

	台　　数	3
	容　　量	12m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	30m
(追設)	台　　数	2
	容　　量	18m³/h（1 台あたり）
	揚　　程	46m

(5) サイトバンカ排水ポンプ（完成品）

台　　数	1
容　　量	12 m^3/h
揚　　程	30 m

(6) プロセス主建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2　（高濃度滞留水受タンク移送ポンプと共用）
容　　量	50 m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	38.5～63m

(7) 高温焼却炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	38.5m

(8) 油分分離装置処理水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	65m

(9) 第二セシウム吸着装置ブースターポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	108m

(10) セシウム吸着処理水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	41m

(11) 廃止（除染装置処理水移送ポンプ（完成品））

(12) ＳＰＴ廃液抜出ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　30m

(13) ＳＰＴ受入水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　75m

(14) 廃液ＲＯ供給ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　70m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　30m

(15) ＲＯ処理水供給ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　75m

(16) ＲＯ処理水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　75m

(17) ＲＯ濃縮水供給ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　75m

(18) 廃止（ＲＯ濃縮水貯槽移送ポンプ（完成品））

(19) ＲＯ濃縮水移送ポンプ（完成品）

台　　数	12
容　　量	50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	50～75m

(20) 廃止（濃縮水供給ポンプ（完成品））

(21) 廃止（蒸留水移送ポンプ（完成品））

(22) 廃止（濃縮処理水供給ポンプ（完成品））

(23) 廃止（濃縮処理水移送ポンプ（完成品））

(24) 濃縮水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	40m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	50m

(25) 高濃度滞留水受タンク移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	30m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	65m

(26) 廃止（高濃度滞留水受タンク（完成品））

(27) 油分分離装置処理水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	37.5 m^3
基　　数	3 基
容量（単基）	12.5 m^3／基

(28) セシウム吸着処理水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	37.5 m^3
基　　数	3 基
容量（単基）	12.5 m^3／基

(29) 除染装置処理水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	37.5 m^3
基　　数	3 基
容量（単基）	12.5 m^3／基

(30) サプレッションプール水サージタンク（既設品）

基　　数	2 基
容　　量	3,500 m^3／基

(31) ＳＰＴ受入水タンク（完成品）※1

基　　数	1 基
容　　量	85 m^3

(32) 廃液ＲＯ供給タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	1,200m^3
基　　数	34 基
容量（単基）	35～110 m^3／基

(33) ＲＯ処理水受タンク（完成品）※1

基　　数	1 基
容　　量	85 m^3

※1　公称容量であり，運用上の容量は公称容量とは異なる。

(34) 廃止（ＲＯ処理水一時貯槽）

(35) ＲＯ処理水貯槽 ※1

合計容量（公称）	7,000m^3
基　　数	7 基
容量（単基）	1,000 m^{3}以上／基※2
材　　料	SS400
板厚（側板）	15mm

(36) 廃止（中低濃度滞留水受タンク（完成品））

(37) ＲＯ濃縮水受タンク（完成品）※1

基　　数	1 基
容　　量	85 m^3

(38) 廃止（ＲＯ濃縮水貯槽（完成品））

(39) ＲＯ濃縮水貯槽 ※1

合計容量（公称）	187,000 m^3（必要に応じて増設）
基　　数	190 基（必要に応じて増設）
容量（単基）	700 m^{3}以上，1,000 m^{3}以上／基※2
材　　料	SS400
板厚（側板）	16mm（700m^3），12mm（1,000m^3），15mm（1,000m^3）

(40) 廃止（濃縮水受タンク（完成品））

(41) 廃止（蒸留水タンク（完成品））

※1　公称容量であり，運用上の容量は公称容量とは異なる。
※2　運用上の容量は，水位計 100%までの容量とする。

(42) 廃止（濃縮処理水タンク（完成品））

(43) 蒸発濃縮処理水貯槽 ※1

合計容量（公称）	5,000m^3
基　　数	5 基
容量（単基）	1,000m^{3}以上／基※2
材　　料	SS400
板厚（側板）	15mm

(44) 濃縮水タンク（完成品）※1

合計容量（公称）	150m^3
基　　数	5 基
容量（単基）	40m^3／基

(45) 濃縮廃液貯槽（完成品）※1

合計容量（公称）	300m^3
基　　数	3 基
容量（単基）	100m^3／基

(46) 多核種処理水貯槽 ※1,3

合計容量（公称）	1,153,489 m^3（必要に応じて増設）
基　　数	820 基（必要に応じて増設）
容量（単基）	700m^3，1,000m^3，1,060m^3，1,140m^3，1,160m^3，1,200m^3，1,220 m^3，1,235m^3，1,330m^3，1,356m^3，2,400m^3，2,900m^3／基※2
材　　料	SS400，SM400A，SM400B，SM400C，SM490A，SM490C
板厚（側板）	12mm（700m^3，1,000m^3，1,160m^3，1,200m^3，1,220m^3，1,235m^3，1,330m^3，1,356m^3），18.8mm（2,400m^3），15mm（1,000 m^3，1,060m^3，1,140m^3，1,330m^3，2,900m^3），16mm（700m^3）

※1　公称容量であり，運用上の容量は公称容量とは異なる。
※2　運用上の容量は，水位計 100%までの容量とする。
※3　今後増設するタンク（Ｊ６,Ｋ１北,Ｋ２,Ｋ１南,Ｈ１,Ｊ７,Ｊ４（1,160m^3）,Ｈ１東,Ｊ８,Ｋ３,Ｊ９,Ｋ４,Ｈ２,Ｈ４北,Ｈ４南,Ｇ１南,Ｈ５,Ｈ６（Ⅰ）,Ｂ,Ｂ南,Ｈ３,Ｈ６（Ⅱ）,Ｇ６,Ｇ１,Ｇ４南，Ｇ４北，Ｇ５エリア）は，公称容量を運用水位上限とする。

(47) 地下貯水槽 ※1

合計容量（公称）	56,000 m^3
基　　数	6 基
容　　量	4,000～14,000m^3
材　　料	ポリエチレン，ベントナイト
厚　　さ	1.5mm（ポリエチレン），6.4mm（ベントナイト）

(48) ろ過水タンク（既設品）

基　　数	1 基
容　　量	8,000 m^3

(49) 油分分離装置（完成品）

台　　数	3
容　　量	1,200 m^3／日（1 台で 100%容量）
性　　能	出口にて浮遊油 100ppm 以下（目標値）

(50) セシウム吸着装置

系 列 数	4 系列（Cs 吸着運転）
	2 系列（Cs/Sr 同時吸着運転）
処 理 量（定格）	1,200 m3/日　（4 系列：Cs 吸着運転）
	600 m3/日　（2 系列：Cs/Sr 同時吸着運転）
除染係数（設計目標値）	・Cs 吸着運転
	放射性セシウム ： 10^3～10^5 程度
	・Cs/Sr 同時吸着運転
	放射性セシウム： 10^3～10^5 程度
	放射性ストロンチウム ： 10～10^3 程度

(51) 第二セシウム吸着装置

系 列 数	2
処 理 量	1,200 m^3/日
除染係数（設計目標値）	10^4～10^6程度

(52) 第三セシウム吸着装置

系 列 数	1
処 理 量	600 m^3/日
除染係数（設計目標値）	10^3～10^5程度

※1　公称容量であり，運用上の容量は公称容量とは異なる。

(53) 第三セシウム吸着装置ブースターポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	25m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	110m

(54) 除染装置（凝集沈殿法）

系 列 数	1
処 理 量	1,200 m^3／日
除染係数（設計目標値）	10^3 程度

(55) 淡水化装置（逆浸透膜装置）（完成品）

(RO-1A)　廃止

(RO-1B)　廃止

(RO-2)　廃止

(RO-3)	処 理 量	1,200 m^3／日
	淡水化率	約 40%
(RO-TA)	処 理 量	800 m^3／日
	淡水化率	約 50%
(RO-TB)	処 理 量	800 m^3／日
	淡水化率	約 50%

(56) 淡水化装置（蒸発濃縮装置）（完成品）

(蒸発濃縮-1A)	処 理 量	12.7 m^3／日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-1B)	処 理 量	27 m^3／日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-1C)	処 理 量	52 m^3／日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-2A/2B)	処 理 量	80 m^3／日
	淡水化率	約 30%
(蒸発濃縮-3A/3B/3C)	処 理 量	250 m^3／日
	淡水化率	約 70%

(57) 廃止（モバイル式処理装置）

(58) 廃止（モバイル式処理装置　吸着塔）

(59)廃止（トレンチ滞留水移送装置　移送ポンプ（完成品））

(60) Sr 処理水貯槽※1，3

合計容量（公称）	55,596 m^3　（必要に応じて増設）
基　　数	50 基　　（必要に応じて増設）
容量（単基）	1,057m^3以上，1,160m^3以上，1,200m^3以上／基※2
材　　料	SS400，SM400A，SM400C
板厚（側板）	15mm（1,057m^3），12mm（1,160m^3），12mm（1,200m^3）

(61) 濃縮廃液貯槽

合計容量（公称）	10,000 m^3
基　　数	10 基
容量（単基）	1,000m^3以上／基※2
材　　料	SS400
板厚（側板）	15mm（1,000m^3）

(62) 1 号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	18m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	46m

(63) 2 号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	18m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	46m

(64) 2 号機廃棄物処理建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	18m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	46m

※1　公称容量であり，運用上の容量は公称容量とは異なる。
※2　運用上の容量は，水位計 100%までの容量とする。
※3　今後増設するタンク（Ｊ６,Ｋ１北,Ｋ２,Ｋ１南,Ｈ１,Ｊ７,Ｊ４（1,160m^3）,Ｈ１東,Ｊ８,Ｋ３,Ｊ９,Ｋ４,Ｈ２,Ｈ４北,Ｈ４南,Ｇ１南,Ｈ５,Ｈ６（Ⅰ）,Ｂ,Ｂ南,Ｈ３,Ｈ６（Ⅱ）,Ｇ６，Ｇ１，Ｇ４南，Ｇ４北，Ｇ５エリア）は，公称容量を運用水位上限とする。

(65) 3 号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　4
容　　量　　18m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　46m

(66) 3 号機廃棄物処理建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　18m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　46m

(67) 4 号機原子炉建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　18m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　46m

(68) 4 号機廃棄物処理建屋滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　18m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　46m

(69) ＳＰＴ廃液移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　35m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　75m

(70) ＳＰＴ廃液昇圧ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　35m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　30m

(71) ろ過処理水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　35m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　30m

(72) ろ過処理水昇圧ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　35m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　300m

(73) ＣＳＴ移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　20m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　70m

(74) ろ過処理水受タンク

基　　数　　2 基
容　　量　　10 m^3／基
材　　料　　強化プラスチック（FRP）
厚　　さ　　胴板　9.0mm

(75) 淡水化処理水受タンク

基　　数　　2 基
容　　量　　10 m^3／基
材　　料　　SM400C
厚　　さ　　胴板　9.0mm

(76) ろ過器

基　　数　　2 基
容　　量　　35 m^3／h／基
材　　料　　SM400A（ゴムライニング）
厚　　さ　　胴板　9.0mm

(77)第二セシウム吸着装置第二ブースターポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　103m

(78)セシウム吸着装置ブースターポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　50m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　103m

(79) 1 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　12m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　55m

(80) 2 号機タービン建屋床ドレンサンプ滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　12m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　55m

(81) 2 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　12m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　55m

(82) 2 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　12m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　55m

(83) 3 号機タービン建屋床ドレンサンプ滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　12m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　55m

(84) 3 号機タービン建屋サービスエリアストームドレンサンプ滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　12m³/h（1 台あたり）
揚　　程　　55m

(85) 3 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（A）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(86) 3 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（B）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(87) 4 号機タービン建屋床ドレンサンプ滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(88) 4 号機原子炉建屋床ドレンサンプ（A）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(89) 4 号機原子炉建屋床ドレンサンプ（B）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(90) 4 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（A）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(91) 4 号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（B）滞留水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2
容　　量	12m^3/h（1 台あたり）
揚　　程	55m

(92) 建屋内 RO 濃縮水受タンク

基　　数　　1 基
容　　量　　30 m^3／基
材　　料　　ポリエチレン（PE）
厚　　さ　　胴板　16.0mm

(93) 増設 RO 濃縮水受タンク（RO 濃縮水処理設備※から用途変更）

基　　数　　1 基
容　　量　　30 m^3／基
材　　料　　SUS316L
厚　　さ　　胴板　9.0mm
※Ⅱ-2.38 RO 濃縮水処理設備 2.38.2.2 機器仕様（1）容器

(94) 建屋内 RO 濃縮水移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　15m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　76m

(95) 増設 RO 濃縮水供給ポンプ（完成品）

台　　数　　2
容　　量　　15m^3/h（1 台あたり）
揚　　程　　76m

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１／２７）

名　称	仕　様	
１号機タービン建屋から １号機廃棄物処理建屋まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
１号機原子炉建屋から １号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
１号機タービン建屋から １号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
１号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）から１号機タービン建屋ストレーナユニット分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２／２７）

名　称	仕　様	
１号機集合ヘッダー （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410 0.96MPa 40℃
１号機集合ヘッダー出口から ２号機タービン建屋取り合いまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
２号機原子炉建屋から ２号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40,80A/Sch.40, 100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
２号機タービン建屋から ２号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40,80A/Sch40, 100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
２号機タービン建屋床ドレンサンプから ２号機タービン建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（３／２７）

名　称	仕　様	
２号機タービン建屋床ドレンサンプから ２号機タービン建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
２号機廃棄物処理建屋から ２号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40,80A/Sch.40, 100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
２号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）から２号機廃棄物処理建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（４／２７）

名　称	仕　様	
２号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）から２号機廃棄物処理建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
２号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）から２号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
２号機集合ヘッダー （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
２号機集合ヘッダー出口から ２号機タービン建屋取り合いまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
２号機タービン建屋から ３号機タービン建屋まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
２号機タービン建屋から ４号機弁ユニットまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
３号機原子炉建屋から ３号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（５／２７）

名　称	仕　様	
３号機原子炉建屋から ３号機集合ヘッダー入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40,80A/Sch.40, 100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機原子炉建屋トーラス室から３号機原子炉建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機タービン建屋から ３号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40,80A/Sch.40, 100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機タービン建屋床ドレンサンプから ３号機タービン建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（６／２７）

名　称	仕　様	
３号機タービン建屋床ドレンサンプから３号機タービン建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機タービン建屋サービスエリアストームドレンサンプから３号機タービン建屋床ドレンサンプまで (耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
３号機廃棄物処理建屋から ３号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリ塩化ビニル 0.96MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40,80A/Sch.40, 100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）から３号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（７／２７）

名　称	仕　様	
３号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）から３号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）まで （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
３号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）から３号機廃棄物処理建屋ポンプ出口弁スキッド分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機集合ヘッダー （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 0.96MPa 40℃
３号機集合ヘッダー出口から ３号機タービン建屋取り合いまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
３号機タービン建屋から ４号機弁ユニットまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
３号機タービン建屋から ４号機タービン建屋まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
４号機原子炉建屋から ４号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（８／２７）

名　称	仕　様	
４号機原子炉建屋から ４号機集合ヘッダー入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機原子炉建屋床ドレンサンプ（A）から４号機原子炉建屋床ドレンサンプ（B）まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機原子炉建屋床ドレンサンプ（B）から４号機原子炉建屋ストレーナユニット分岐部まで (耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機タービン建屋から ４号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（９／２７）

名　称	仕　様	
４号機タービン建屋から ４号機集合ヘッダー入口まで （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機タービン建屋床ドレンサンプから４号機タービン建屋ストレーナユニット分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機廃棄物処理建屋から ４号機集合ヘッダー入口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当, 100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）から４号機廃棄物処理建屋ストレーナユニット分岐部まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１０／２７）

名　称	仕　様	
４号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ｂ）から４号機廃棄物処理建屋床ドレンサンプ（Ａ）まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 合成ゴム 0.96MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当,80A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
（鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機集合ヘッダー （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410 0.96MPa 40℃
４号機集合ヘッダー出口から ４号機タービン建屋取り合いまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.96MPa 40℃
４号機タービン建屋取り合いから ４号機弁ユニットまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
４号機弁ユニットから プロセス主建屋切替弁スキッド入口，高温焼却炉建屋弁ユニット入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
サイトバンカ建屋から プロセス主建屋まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
プロセス主建屋３階取り合いから 油分分離装置入口ヘッダーまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１１／２７）

名　称	仕　様	
油分分離装置入口ヘッダーから 油分分離装置処理水タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
油分分離装置処理水タンクから セシウム吸着装置入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
油分分離装置処理水タンクから 第二セシウム吸着装置入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
セシウム吸着装置入口から セシウム吸着装置出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A,80A／Sch.40 SUS316L 0.97MPa 66℃
セシウム吸着装置出口から セシウム吸着処理水タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
セシウム吸着処理水タンクから 除染装置入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
除染装置入口から 除染装置出口まで （鋼管）	呼び径 ／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A,80A,100A,150A,200A ／Sch.20S SUS316L 0.3MPa 50℃
除染装置出口から サイトバンカ建屋取り合い（除染装置側）まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
セシウム吸着処理水タンクから ＳＰＴ建屋取り合いまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１２／２７）

名　称	仕　様	
ＳＰＴ建屋取り合いから ＳＰＴ（Ｂ）まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋１階ハッチから 高温焼却炉建屋１階取り合いまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋１階取り合いから 第二セシウム吸着装置入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置入口から 第二セシウム吸着装置出口まで （鋼管）	呼び径 ／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A,80A,100A,150A／ Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置入口から 第二セシウム吸着装置出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 80A／Sch.40 SUS316L ASME SA312 S31603 ASME SA790 S32205 ASME SA790 S32750 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置入口から 第二セシウム吸着装置出口まで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 合成ゴム（EPDM） 1.37MPa 66℃
第二セシウム吸着装置出口から ＳＰＴ（Ｂ）まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１３／２７）

名　称	仕　様	
ＳＰＴ（Ｂ）から 淡水化装置（ＲＯ）まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
淡水化装置（ＲＯ）から ＲＯ処理水貯槽及び蒸発濃縮処理水貯槽まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，80A 相当， 100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
ＲＯ処理水貯槽及び蒸発濃縮処理水貯槽から 処理水バッファタンク及びＣＳＴまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当，100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１４／２７）

名　称	仕　様	
淡水化装置（ＲＯ）から ＲＯ濃縮水貯槽まで （ポリエチレン管）	呼び径	50A 相当，65A 相当， 80A 相当，100A 相当 150A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa，0.98MPa
	最高使用温度	40℃
（鋼管）		
	呼び径／厚さ	100A/Sch.40 150A/Sch.40
	材質	STPT410，STPT370，SUS316L
	最高使用圧力	0.98MPa
（鋼管）	最高使用温度	40℃
	呼び径	100A
	材質	SGP
	最高使用圧力	1.0MPa
（鋼管）	最高使用温度	40℃
	呼び径／厚さ	100A/Sch.10 80A/Sch.10 50A/Sch.10
	材質	SUS304
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１５／２７）

名　称	仕　様	
中低濃度タンクから ＲＯ濃縮水移送ポンプ配管分岐部 まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa，0.98MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT370 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.20 SUS304 1.0MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40，80A/Sch.40， 50A/Sch.80 STPT410＋ライニング 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.10，80A/Sch.10， 50A/Sch.10 SUS304 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.10，65A/Sch.10， 40A/Sch.10 SUS316L 0.98MPa 40℃
蒸発濃縮装置から 濃縮水タンクまで （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，100A 相当 EPDM 合成ゴム 0.98MPa 74℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１６／２７）

名　称	仕　様	
濃縮水タンクから 濃縮廃液貯槽まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
水中ポンプ出口 （耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，80A 相当,100A 相当 ポリ塩化ビニル 0.98MPa 50℃
プロセス主建屋内取り合いから プロセス主建屋出口取り合いまで （戻り系統含む） （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A，100A／Sch80 STPG370 0.5MPa 66℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１７／２７）

名　称	仕　様	
セシウム吸着装置南側取り合いから セシウム吸着装置入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370 1.37MPa 66℃
高温焼却炉建屋１階東側取り合いから 高温焼却炉建屋１階ハッチまで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370 1.37MPa 66℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１８／２７）

名　称	仕　様	
SPT 廃液移送ポンプ出口からろ過処理水受タンク入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch.80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 0.98MPa 40℃
ろ過処理水受タンク出口から建屋内 RO 入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch.80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A,150A／Sch.40 STPT410 静水頭 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A，100A／Sch.40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 ポリエチレン 静水頭 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（１９／２７）

名　称	仕　様	
建屋内 RO 出口から淡水化処理水受タンク入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch.80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 SUS316LTP 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
淡水化処理水受タンク出口から CST 移送ライン操作弁ユニット入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 SUS316LTP 静水頭，0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A，50A／Sch.80 SUS316LTP 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 静水頭，0.98MPa 40℃
建屋内RO出口から建屋内RO濃縮水受タンク入口まで及びろ過処理水受タンク入口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A，80A／Sch.40 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２０／２７）

名　称	仕　様	
建屋内 RO 入口から建屋内 RO 出口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A／Sch.80 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A，80A，100A／Sch.40 STPT410 4.5MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 合成ゴム 4.5MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A，50A／Sch.80 STPT410 0.98MPa 40℃
	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A 相当 合成ゴム 0.98MPa 40℃
４号機弁ユニット入口分岐から ４号機弁ユニット出口合流まで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋弁ユニット入口から 高温焼却炉建屋弁ユニット出口まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.80 STPG370 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 高温焼却炉建屋北側取り合いまで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２１／２７）

名　称	仕　様	
高温焼却炉建屋１階取り合いから 高温焼却炉建屋弁ユニット出口まで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370 1.37MPa 66℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 高温焼却炉建屋１階東側取り合いまで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.80，100A/Sch.80 STPG370 1.37MPa 66℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 高温焼却炉建屋１階ハッチまで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
高温焼却炉建屋弁ユニット出口から 第二セシウム吸着装置入口まで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.80，100A/Sch.80 STPG370 1.37MPa 66℃
プロセス主建屋１階西側取り合いから プロセス主建屋地下階まで	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃

※　現場施工状況により，配管仕様の一部を使用しない場合もある。

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２２／２７）

名　称	仕　様	
プロセス主建屋切替弁スキッド入口からプロセス主建屋切替弁スキッド出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ	150A/Sch80, 100A/Sch80, 50A/Sch80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.0 MPa
	最高使用温度	40 ℃
（ポリエチレン管）	呼び径	150A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0 MPa
	最高使用温度	40 ℃
プロセス主建屋切替弁スキッド出口からプロセス主建屋まで （ポリエチレン管）	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0 MPa
	最高使用温度	40 ℃
プロセス主建屋切替弁スキッド出口から第三セシウム吸着装置入口まで （ポリエチレン管）	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0 MPa
	最高使用温度	40 ℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２３／２７）

名　称	仕　様	
第三セシウム吸着装置入口から第三セシウム吸着装置出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ	100A/Sch40, 80A/Sch40, 65A/Sch40, 50A/Sch40, 40A/Sch40
	材質	SUS316L ASME SA790 S32205 ASME SA790 S32750
	最高使用圧力	1.37 MPa
	最高使用温度	40 ℃
（ポリエチレン管）	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.37 MPa
	最高使用温度	40 ℃
（耐圧ホース）	呼び径	65A 相当
	材質	合成ゴム(NBR, EPDM)
	最高使用圧力	1.37 MPa
	最高使用温度	40 ℃
第三セシウム吸着装置出口からＳＰＴ（Ｂ）まで （ポリエチレン管）	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0 MPa
	最高使用温度	40 ℃
プロセス主建屋１階西側分岐からプロセス主建屋切替弁スキッドまで （鋼管）	呼び径／厚さ	100A/Sch80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	66℃
（ポリエチレン管）	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0 MPa
	最高使用温度	40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２４／２７）

名　称	仕　様	
高温焼却炉建屋切替弁スキッドからＳＰＴ建屋１階中央南側分岐まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch80 STPG370 1.37MPa 66℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0 MPa 40℃
ＳＰＴ建屋１階中央南側分岐からプロセス主建屋切替弁スキッドまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0 MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２５／２７）

名称	仕様	
建屋内 RO 出口側ライン分岐から１号機原子炉建屋まで	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径／厚さ	50A／Sch.40
	材質	SUS316LTP
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径／厚さ	50A／Sch.80，80A／Sch.40，100A／Sch.40
	材質	STPT410
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
建屋内 RO 出口側ライン分岐から２号機タービン建屋まで	呼び径	100A 相当
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径／厚さ	50A／Sch.40
	材質	SUS316LTP
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃
	呼び径／厚さ	50A／Sch.80，80A／Sch.40，100A／Sch.40
	材質	STPT410
	最高使用圧力	0.98MPa
	最高使用温度	40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２６／２７）

名称	仕様	
建屋内 RO 入口側 タイライン分岐から ３・４号機タービン建屋 まで	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40, 100A／Sch.40, 150A／Sch.40 STPT410 0.98MPa 40℃

表２．５－１　汚染水処理設備等の主要配管仕様（２７／２７）

名　称	仕　様	
SPT 廃液移送ポンプ出口分岐から建屋内 RO 濃縮水受タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
建屋内 RO 濃縮水受タンク出口から 8.5m 盤 SPT 受入水移送ポンプ出口ライン合流まで （ポリエチレン管） （鋼管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，80A 相当,100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A／Sch.40 STPT410 0.98MPa 40℃
33.5m 盤 SPT 受入水移送ポンプ出口分岐から増設 RO 濃縮水受タンク入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
増設 RO 濃縮水受タンク出口から 33.5m 盤 RO 濃縮水供給ポンプ出口ライン合流まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当，100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

表２．５－２　放射線監視装置仕様

項目	仕様		
名称	放射線モニタ	エリア放射線モニタ	
基数	5 基	2 基	3 基
種類	半導体検出器	半導体検出器	半導体検出器
取付箇所	滞留水移送ライン 屋外敷設箇所	第三セシウム吸着装置 設置エリア	ろ過水タンク周辺
計測範囲	0.01mSv/h～100mSv/h	0.001mSv/h～10mSv/h	0.001mSv/h～99.99mSv/h

2.5.2.1.2 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

(1) 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

吸着塔保管体数

308 体（セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，
モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔，
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔，
放水路浄化装置吸着塔）

9 体（第二セシウム吸着装置吸着塔）

(2) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）

吸着塔保管体数

544 体（セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，
サブドレン他浄化装置吸着塔，
高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔，
モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔，
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔，
放水路浄化装置吸着塔，浄化ユニット吸着塔）

230 体（第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，
多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO
濃縮水処理設備吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔）

(3) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設）

吸着塔保管体数

736 体（セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備高性能容器，
増設多核種除去設備高性能容器）

(4) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）

吸着塔保管体数

3,456 体（多核種除去設備高性能容器，増設多核種除去設備高性能容器）

(5) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第四施設）

吸着塔保管体数

680 体（セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，
サブドレン他浄化装置吸着塔，
高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔
モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔，
第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔，
放水路浄化装置吸着塔，浄化ユニット吸着塔）

345 体（第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，
多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，
RO 濃縮水処理設備吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔）

(6) 造粒固化体貯槽(D)　（既設品）

スラッジ保管容量	700m^3

(7) 廃スラッジ一時保管施設

スラッジ保管容量	720m^3（予備機含む）
スラッジ貯層基数	8 基
スラッジ貯層容量	90m^3/基

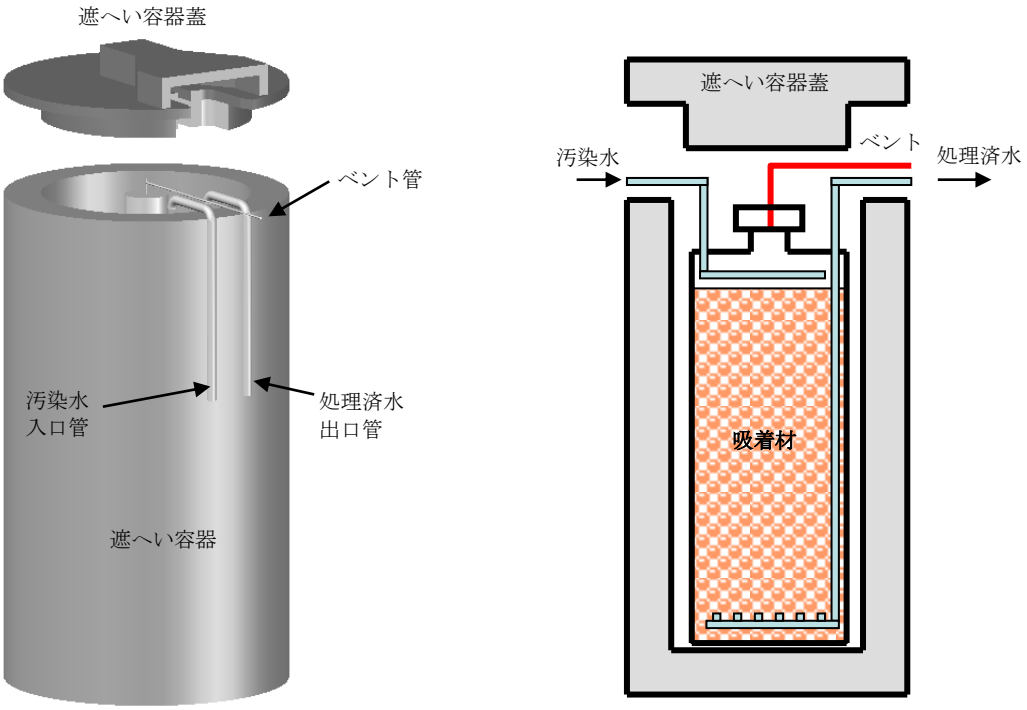
表２．５－３　廃スラッジ貯蔵施設の主要配管仕様

名　称	仕　様	
除染装置から 造粒固化体貯槽（D） （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A，80A / Sch20S SUS316L 0.3MPa 50℃
造粒固化体貯槽（D）から プロセス主建屋壁面取合まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A，80A / Sch20S SUS316L 0.98MPa 50℃
プロセス主建屋壁面取合から 廃スラッジ一時保管施設取合まで （二重管ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 0.72MPa 82.2℃
廃スラッジ一時保管施設取合から スラッジ貯槽まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A，50A / Sch40 SUS316L 0.98MPa 50℃
廃スラッジ一時保管施設内 上澄み移送ライン （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A，100A，80A /Sch40 SUS329J4L 0.98MPa 50℃
廃スラッジ一時保管施設内 スラッジ移送ライン （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A，80A，50A / Sch40 SUS316L 0.98MPa 50℃

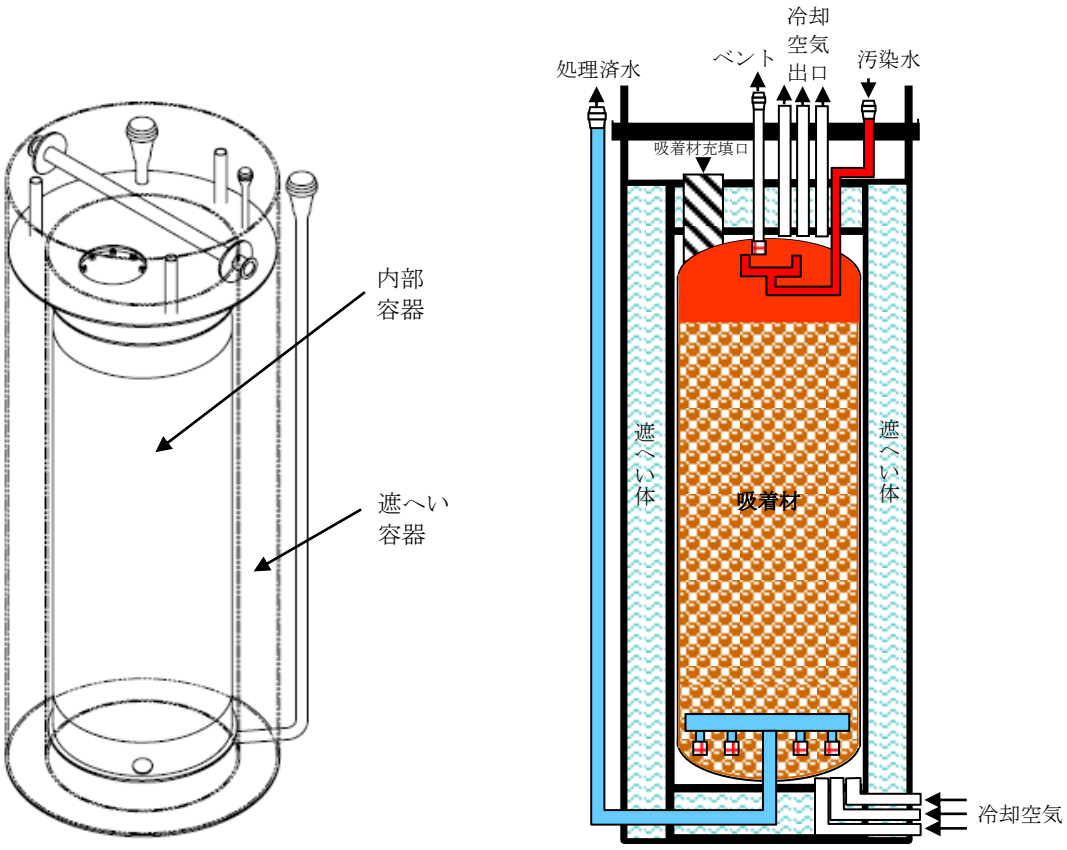
2.5.3　添付資料

添付資料－１　　系統概要
添付資料－２　　主要設備概要図
添付資料－３　　汚染水処理設備等に関する構造強度及び耐震性等の評価結果
添付資料－４　　廃スラッジ一時保管施設の耐震性に関する検討結果
添付資料－５　　汚染水処理設備等の具体的な安全確保策について
添付資料－６　　セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置の吸着塔の温度評価
添付資料－７　　廃スラッジ一時保管施設の崩壊熱評価
添付資料－８　　廃スラッジ一時保管施設の遮へい設計
添付資料－９　　汚染水処理設備等の工事計画及び工程について
添付資料－１０　No.1 ろ過水タンクへの逆浸透膜装置廃水の貯留について
添付資料－１１　２号機及び３号機の海水配管トレンチにおける高濃度汚染水の処理設備（モバイル式処理設備）の撤去について
添付資料－１２　中低濃度タンクの設計・確認の方針について
添付資料－１３　中低濃度タンク及び高濃度滞留水受タンクの解体・撤去の方法について
添付資料－１４　使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）
添付資料－１５　建屋内 RO 循環設備および追設する関連機器の設計・確認の方針について
添付資料－１６　滞留水移送装置の設計・確認方法について
添付資料―１７　セシウム吸着装置におけるストロンチウム除去について
添付資料－１８　セシウム吸着装置により高温焼却炉建屋の滞留水を浄化するために使用する配管について
添付資料－１９　第二セシウム吸着装置における Cs 及び Sr の除去について
添付資料－２０　（廃止）RO 濃縮塩水を移送する配管の追設について
添付資料－２１　滞留水移送装置による水位調整が不可能なエリアの対応について
添付資料－２２　プロセス主建屋，高温焼却炉建屋の地下階を介さずに滞留水を処理装置へ移送する設備について
添付資料－２３　蒸留水タンク，濃縮水受タンク，濃縮処理水タンクの撤去方法について
添付資料－２４　使用済セシウム吸着塔一時保管施設の架台とボックスカルバートについて
添付資料－２５　SPT 建屋の構造強度及び耐震性について
添付資料－２６　濃縮廃液貯槽(完成品)の安全確保策について
添付資料－２７　地下貯水槽 No. ５の解体・撤去について
添付資料－２８　除染装置処理水移送ポンプ及び弁を含む付属配管の撤去について
添付資料－２９　滞留水浄化設備の設計・確認方法について
添付資料－３０　第三セシウム吸着装置について
添付資料－３１　主要配管の確認事項について

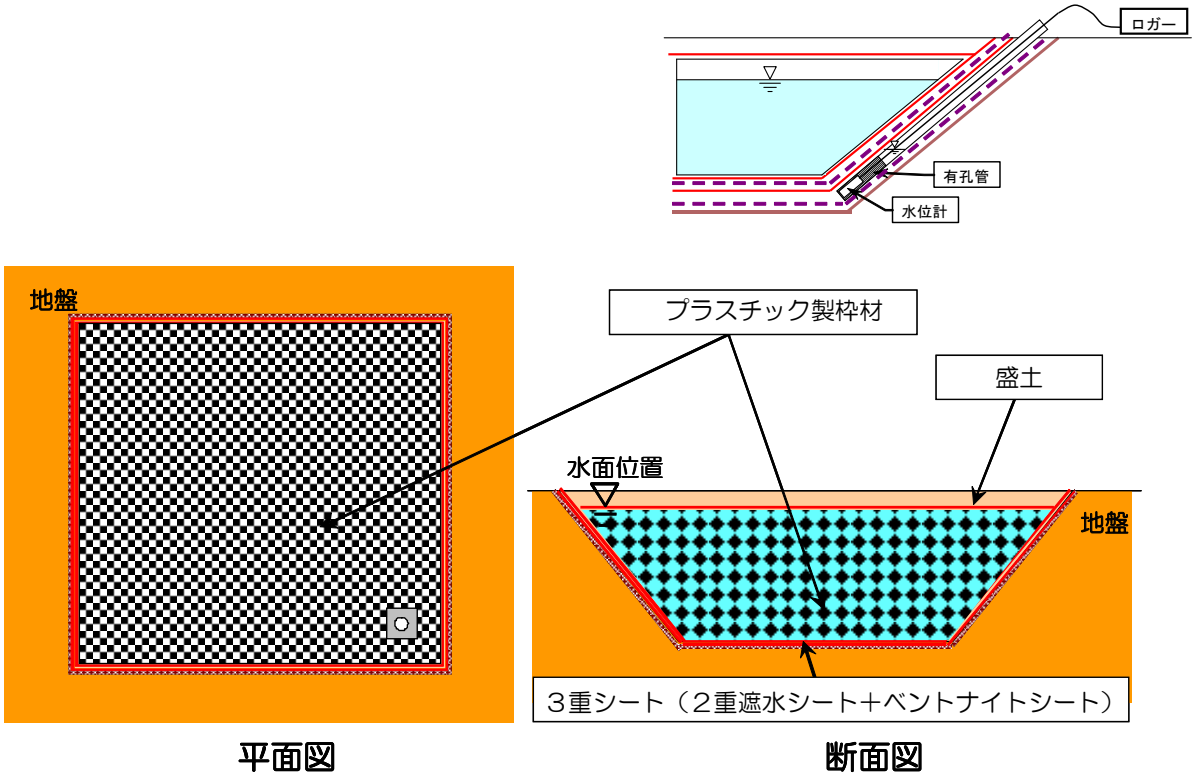
主要設備概要図



図－１　セシウム吸着装置の吸着塔外形図及び概要図



図－２　第二セシウム吸着装置の吸着塔外形図及び概要図

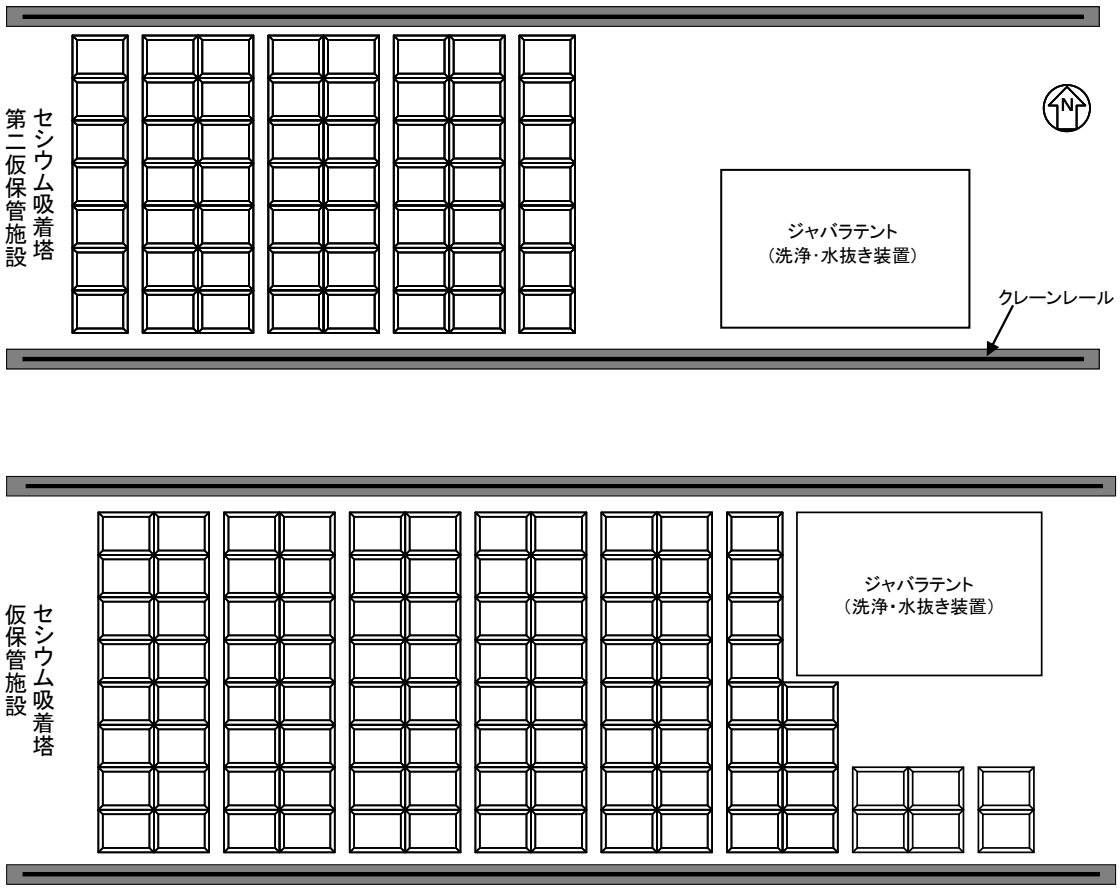


(a) 地下貯水槽概要

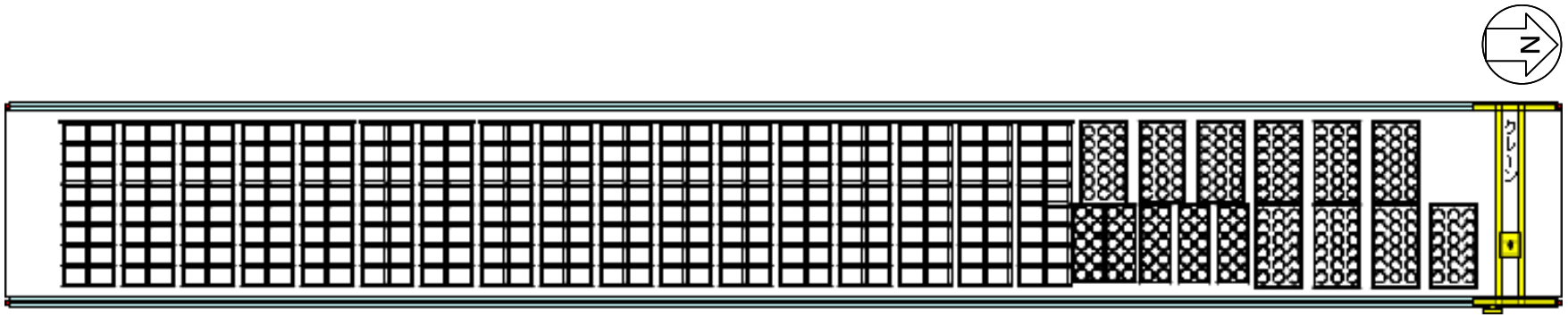


(b) 設置位置

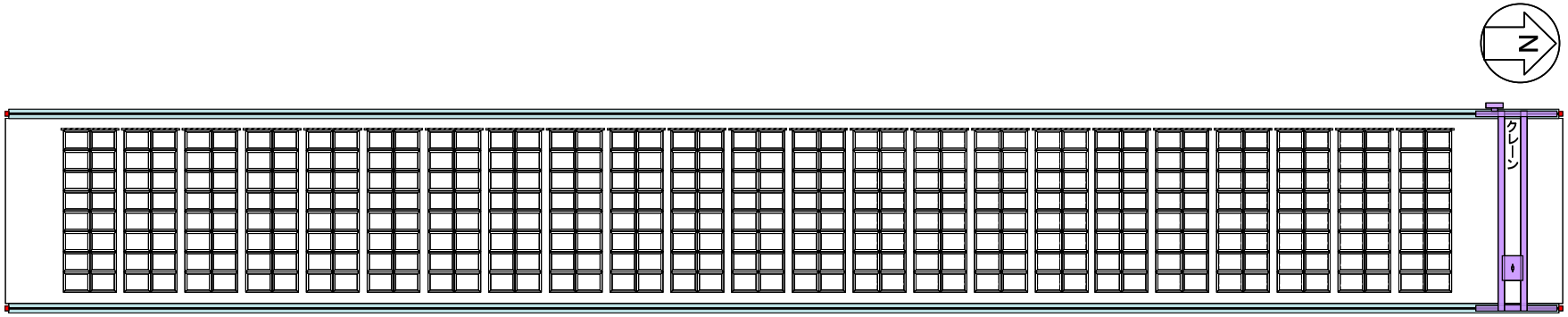
図－３　地下貯水槽概要及び設置位置



図－４　使用済セシウム吸着塔仮保管施設

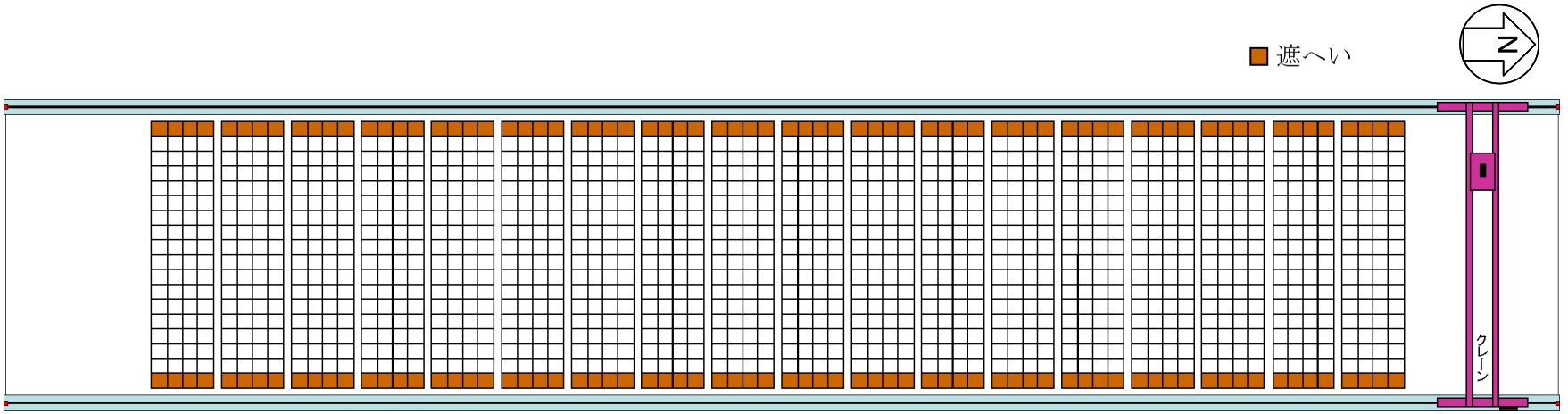


(a)　第一施設

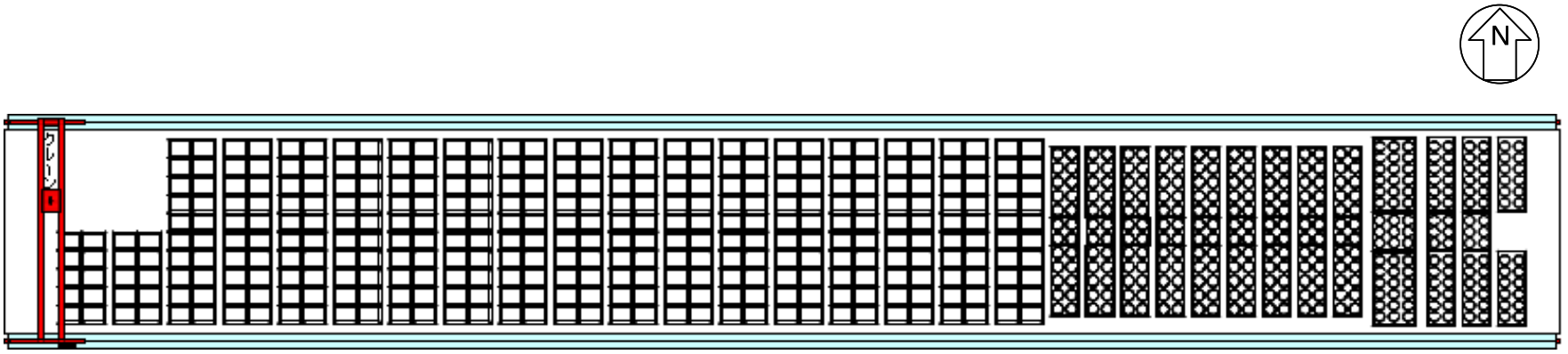


(b)　第二施設

図－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設概要図（１／２）



(c)　第三施設



(d)　第四施設

図－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設概要図　（２／２）

添付資料－３

汚染水処理設備等に関する構造強度及び耐震性等の評価結果

汚染水処理設備等を構成する設備について,構造強度評価の基本方針及び耐震性評価の基本方針に基づき構造強度及び耐震性等の評価を行う。

1. 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

1.1. 基本方針

1.1.1. 構造強度評価の基本方針

a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は,「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は,「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下,「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら,震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は,必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本産業規格（JIS）や日本水道協会規格等の国内外の民間規格，製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

機器等の経年劣化に対しては，適切な保全を実施することで健全性を維持していく。

b. 今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は,「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は,「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」等（以下,「JSME 規格」という。）で規定される。

汚染水処理設備等は，地下水等の流入により増加する汚染水の対応が必要であり，短期間での機器の設置が求められる。また，汚染水漏えい等のトラブルにより緊急的な対応が必要となることもある。

従って，今後設計する機器等については，JSME 規格に限定するものではなく，日本

産業規格（JIS）等の国内外の民間規格に適合した工業用品の採用，或いは American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本産業規格（JIS），またはこれらと同等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。溶接（溶接施工法および溶接士）は JSME 規格，American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本産業規格（JIS），および発電用火力設備に関する技術基準を定める省令にて認証された溶接，または同等の溶接とする。また，JSME 規格で規定される材料の日本産業規格（JIS）年度指定は，技術的妥当性の範囲において材料調達性の観点から考慮しない場合もある。

さらに，今後も JSME 規格に記載のない非金属材料（耐圧ホース，ポリエチレン管等）については，現場の作業環境等から採用を継続する必要があるが，これらの機器等については，日本産業規格（JIS）や日本水道協会規格，製品の試験データ等を用いて設計を行う。

1.1.2. 耐震性評価の基本方針

汚染水処理設備等を構成する機器は，その安全機能の重要度，地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計とする。要求される地震力に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。支持部材がない等の理由によって，耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合においては，可撓性を有する材料を使用するなどし，耐震性を確保する。

なお，汚染水処理設備等のうち高濃度の滞留水を扱う設備等については，参考としてＳクラス相当の評価を行う。

1.2. 評価結果

1.2.1. 滞留水移送装置

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，滞留水移送装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

移送ポンプは，水中ポンプのため地震により有意な応力は発生しない。

1.2.2. 油分分離装置

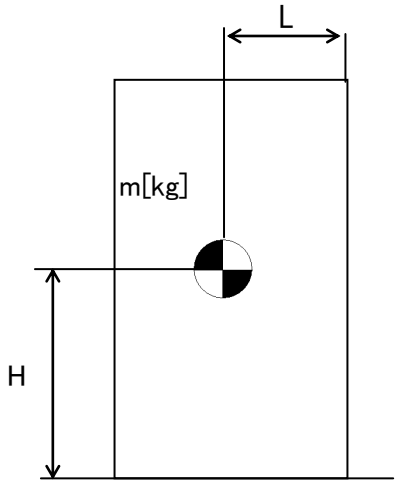
(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，油分分離装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－１）。



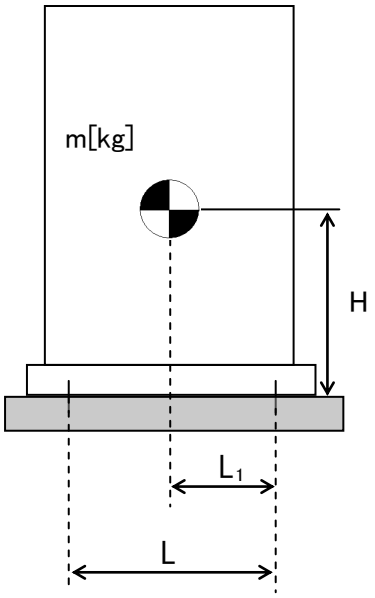
m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H

自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－１）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

表－１　油分分離装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
油分分離装置	本体	転倒	0.36	50	83	kN･m
			0.57	79		
	基礎ボルト	せん断	0.36	24	129	MPa
			0.57	37		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.57	<0		

1.2.3. 処理装置（セシウム吸着装置）

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。

また，吸着塔の円筒型容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，内圧に耐えられることを確認した（表－２）。

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし， t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t =3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。

表－２　セシウム吸着装置構造強度結果

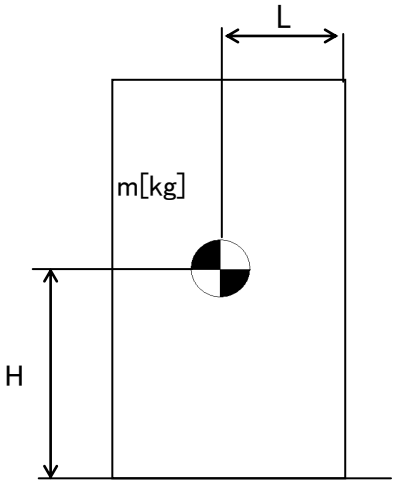
機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	6.8	9.5※

※　最小値

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－３）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果,地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから,滑動しないことを確認した（表－３）。なお，S クラス相当の評価では,セシウム吸着塔において地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから，FEM によるによるトラニオンとピンガイドの強度評価を行った。

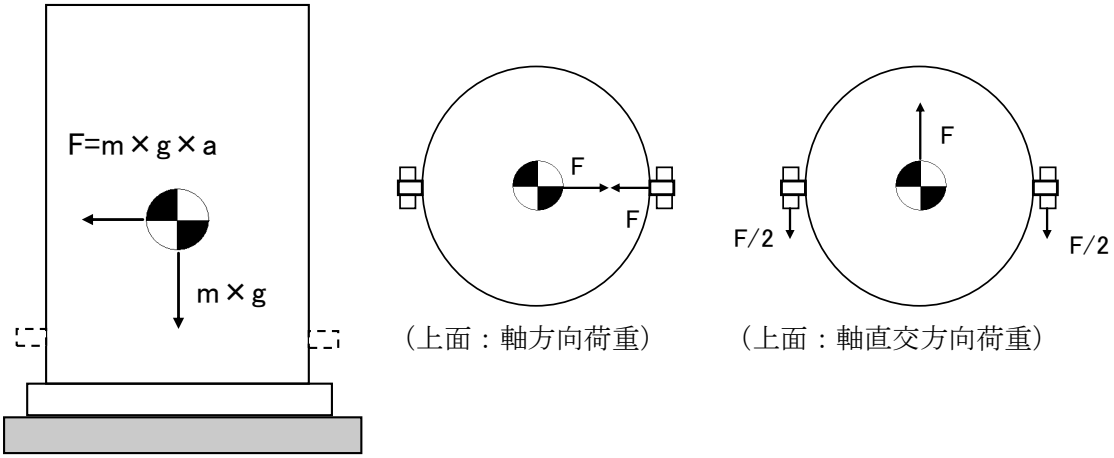
地震時の水平荷重によるすべり力：F_L＝C_H×m×g
接地面の摩擦力：F_μ＝μ ×m×g

m ： 機器質量
g ： 重力加速度
C_H ： 水平方向設計震度
μ ： 摩擦係数

c.　FEM によるトラニオンとピンガイドの強度評価

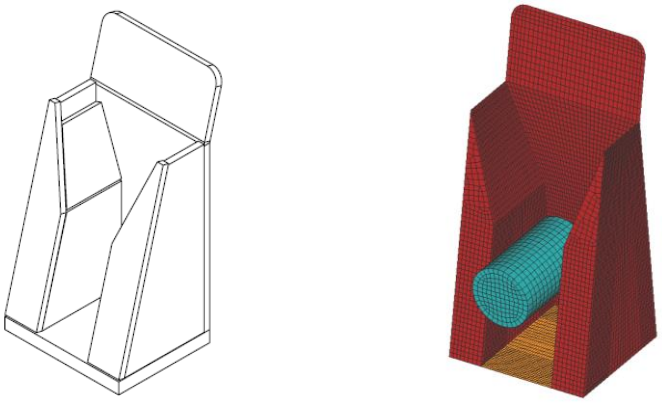
セシウム吸着塔は，本体下部に位置決めのためのトラニオンが施工されており，スキッド側ピンガイドと取合構造となっている（図－１参照）。

b. 滑動評価において，地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから，軸方向荷重及び軸直交方向荷重を想定し，トラニオンとピンガイドの強度を FEM により確認する。なお，FEM モデルは，ピンガイドについては各部材の中立面にシェル要素で，トラニオンはソリッド要素で作成した（図－２参照）。FEM による強度評価の結果ピンガイドは破断せず吸着塔を支持することを確認した（表－３）。



（側面）　（上面：軸方向荷重）　（上面：軸直交方向荷重）

図－１　トラニオン～ピンガイド概要

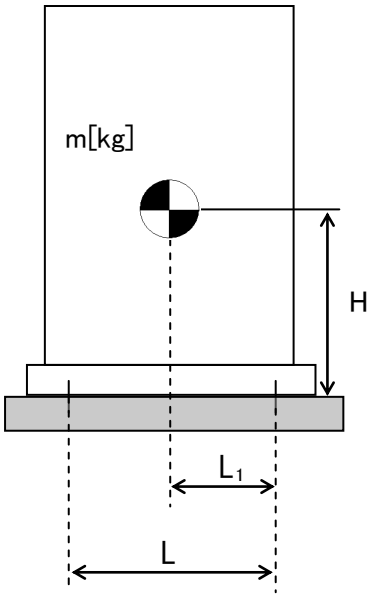


（図面）　（FEM モデル）

図－２　FEM モデル形状

d. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－３）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

表－３　セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム吸着塔	本体	転倒	0.36	90	130	kN･m
			0.51	128		
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
			0.57	0.57		
	ピンガイド	相当応力	0.57	182	Sy=159 Su=459	MPa
スキッド	本体	転倒	0.36	513	881	kN･m
			0.57	811		
	基礎	転倒	0.36	616	958	kN･m
			0.57	975		
	基礎ボルト	せん断	0.36	33	129	MPa
			0.57	52		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.57	2	152	
セシウム吸着処理水タンク	本体	転倒	0.36	144	175	kN･m
			0.57	227		
	基礎ボルト	せん断	0.36	19	129	MPa
			0.57	30		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.57	23	168	
セシウム吸着処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	2.1	7.2	kN･m
			0.57	3.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	6	129	MPa
			0.57	9		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.57	<0		

1.2.4. 処理装置（第二セシウム吸着装置）

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。

また，吸着塔の円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，内圧に耐えられることを確認した（表－４）。

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし， t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t =3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。

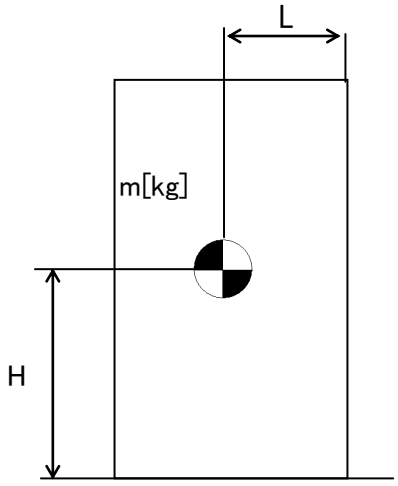
表－４　第二セシウム吸着装置構造強度結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第二セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	9.6	12

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－５）。

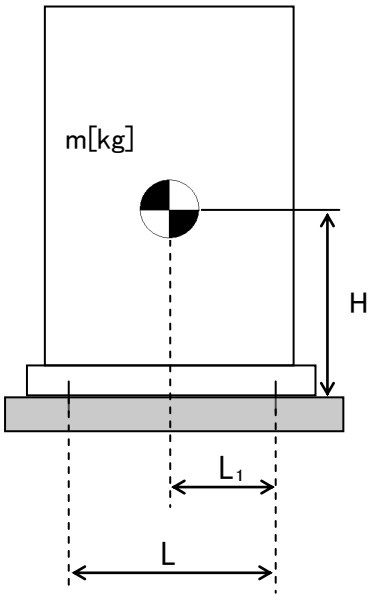


m　：　機器質量
g　：　重力加速度
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　転倒支点から機器重心までの距離
C_H　：　水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－５）。



m　：　機器質量
g　：　重力加速度
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　基礎ボルト間の水平方向距離
L_1　：　重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f：　引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n　：　基礎ボルトの本数
A_b　：　基礎ボルトの軸断面積
C_H　：　水平方向設計震度
C_V　：　鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

表－５　第二セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
第二セシウム吸着塔	本体	転倒	0.36	144	169	kN･m
			0.42	168		
	基礎ボルト	せん断	0.36	71	133	MPa
			0.55	108		
		引張	0.36	<0	69	MPa
			0.55	68		
ポンプスキッド	本体	転倒	0.36	3.9	6.9	kN･m
			0.60	6.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	4	133	MPa
			0.60	7		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.60	<0		

1.2.5. 処理装置（除染装置）

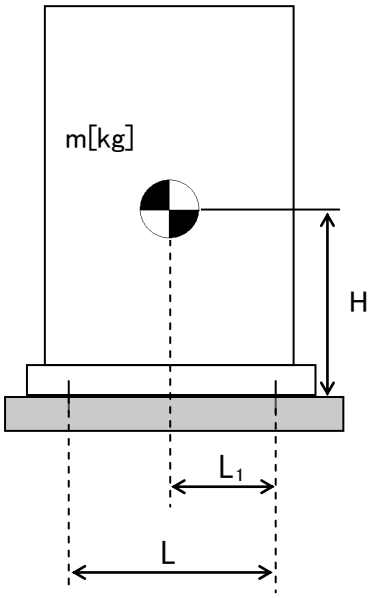
(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，除染装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－６）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

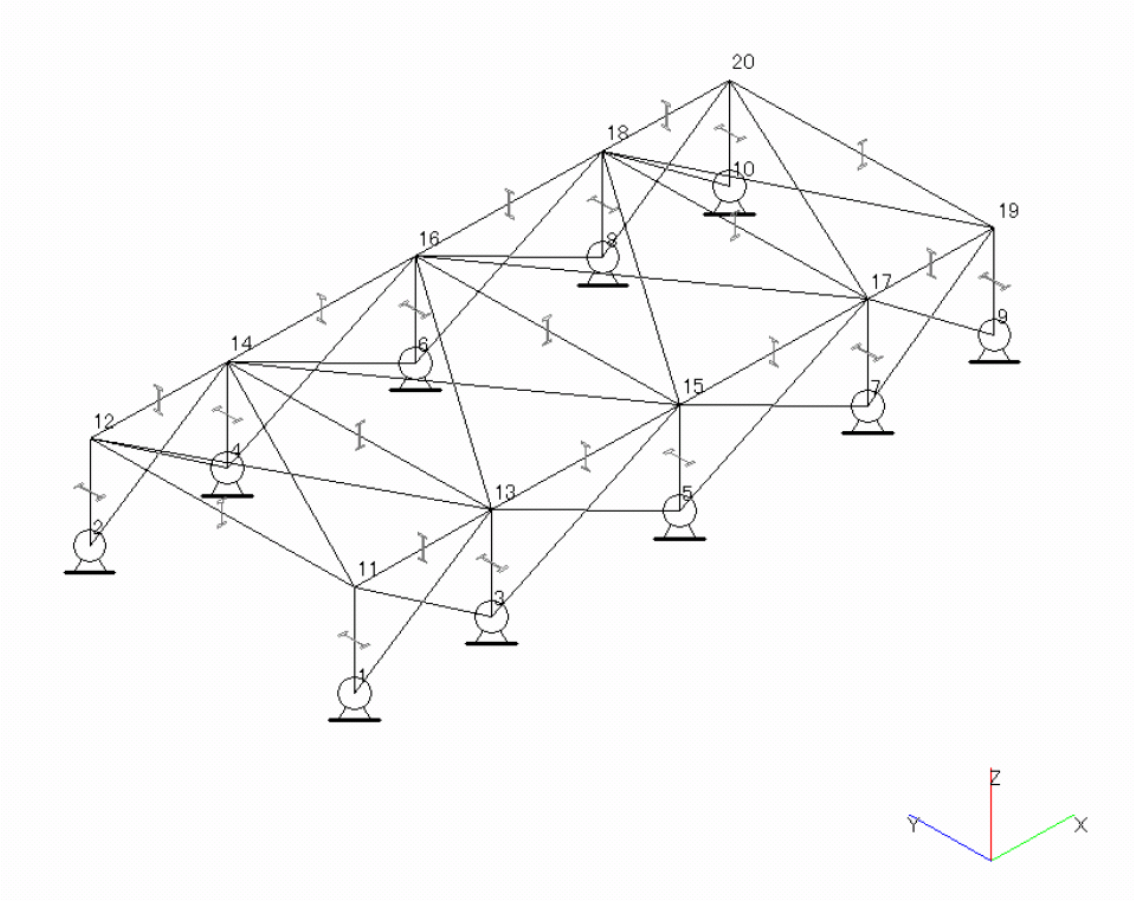
基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

b. 有限要素法によるフレーム構造解析を用いた基礎ボルト強度評価

主要設備についてはコンクリートにアンカーを打った上で架台にて強固に据え付けられていることから，加圧浮上分離装置（ＤＡＦ），凝集沈殿装置（アクチフロー），ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて基礎ボルトの強度評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度に問題がないことを確認した（表－６）。

① 加圧浮上分離装置（DAF）

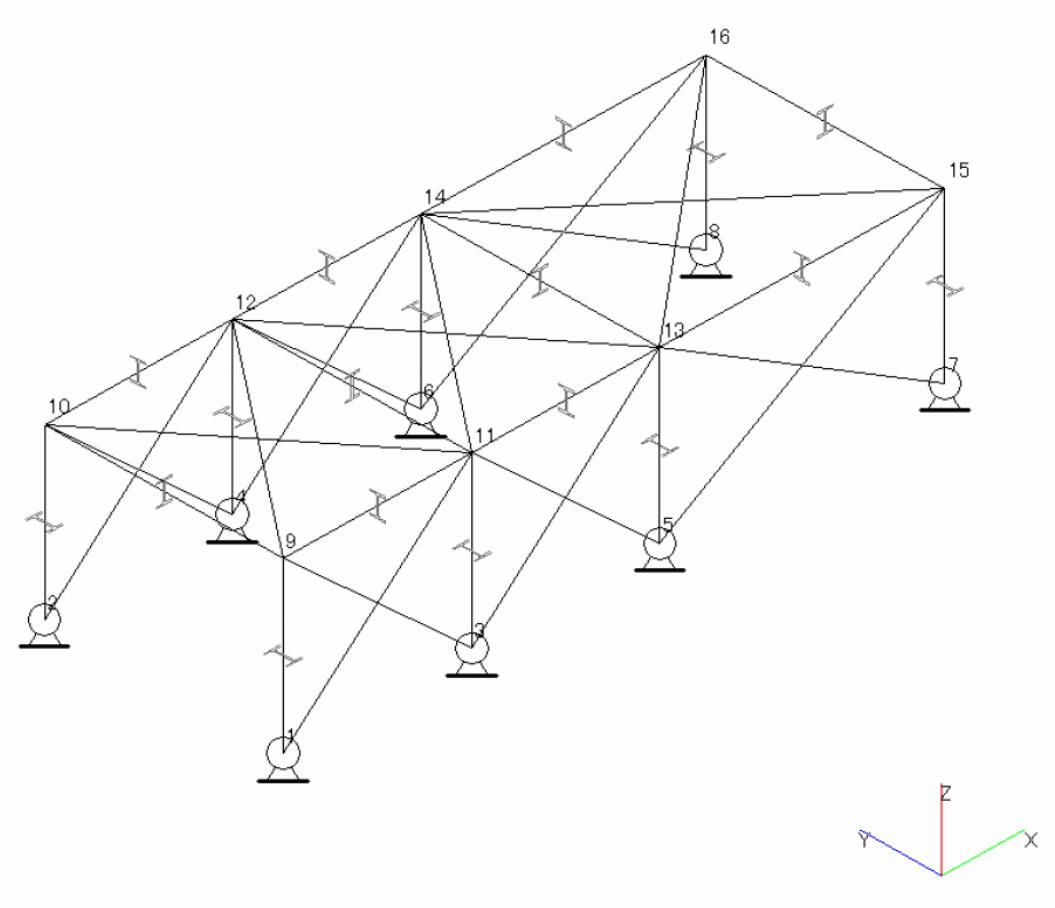
設計用水平震度：0.6G



図－３　加圧浮上分離装置（DAF）解析モデル

② 凝集沈殿装置（アクチフロー）

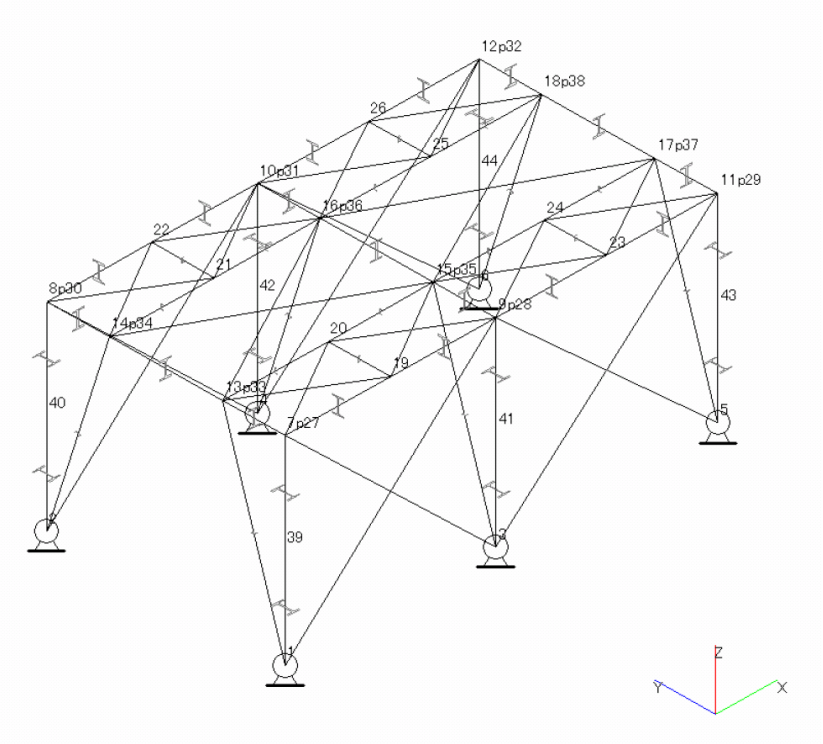
設計用水平震度：0.6G



図－４　凝集沈殿装置（アクチフロー）解析モデル

③ ディスクフィルタ

設計用水平震度：0.6G



図－５　ディスクフィルタ解析モデル

c．架台強度評価

加圧浮上分離装置（ＤＡＦ），凝集沈殿装置（マルチフロー），凝集沈殿装置（アクチフロー），ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて各部材に発生するたわみ量の評価を実施した。評価の結果，架台強度に問題がないことを確認した（表－６）。

表－６　除染装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
加圧浮上分離装置 (DAF)	架台（柱脚）	変位	0.60	1/290	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.60	27	118	MPa
		引張	0.60	6	153	MPa
反応槽	基礎 ボルト	せん断	0.36	49	118	MPa
			0.50	68		
		引張	0.36	17	135	MPa
			0.50	76	105	
凝集沈殿装置 (マルチフロー)	本体（壁パネル）	変位	0.60	1/515	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.36	71	135	MPa
			0.60	119		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.60	7	56	
凝集沈殿装置 (アクチフロー)	架台（柱脚）	変位	0.6	1/936	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.60	38	118	MPa
		引張	0.60	51	153	MPa
ディスク フィルタ	架台（柱脚）	変位	0.6	1/527	1/120	変位量
	基礎 ルト	せん断	0.60	44	118	MPa
		引張	0.60	19	143	MPa

1.2.6. 淡水化装置

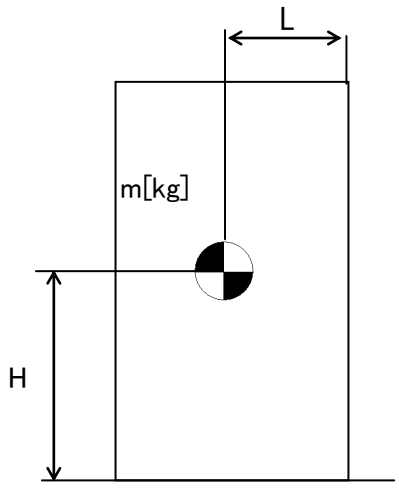
(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，淡水化装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－７）。

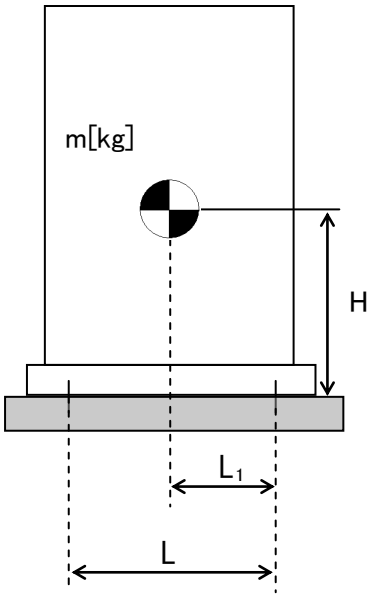


m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－７）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

c. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－７）。

地震時の水平荷重によるすべり力：$F_L = C_H \times m \times g$
接地面の摩擦力：$F_\mu = \mu \times m \times g$

m ： 機器質量
g ： 重力加速度
C_H ： 水平方向設計震度
μ ： 摩擦係数

表－７　淡水化装置耐震評価結果（1/2）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
SPT 受入水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
廃液 RO 供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.92	m
RO 処理水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.47	0.77	m
RO 濃縮水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 濃縮水移送ポンプ（旧 RO 濃縮水貯槽移送ポンプ）	本体	転倒	0.36	0.36	0.77	m
RO 濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.35	0.71	m
濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.20	0.77	m
配管・弁モジュール	本体	転倒	0.36	0.19	0.28	m
逆浸透膜装置（RO-3）	本体	転倒	0.36	1.70	1.80	kN・m

表－７　淡水化装置耐震評価結果（2/2）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
蒸発濃縮装置	基礎	せん断	0.36	30	131	MPa
（蒸発濃縮-1A）	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	基礎	せん断	0.36	39	131	MPa
（蒸発濃縮-1B）	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	基礎	せん断	0.36	36	131	MPa
（蒸発濃縮-1C）	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	本体	転倒	0.36	<0	－	kN
（蒸発濃縮-2A,B）	基礎	せん断	0.36	88	108	MPa
（濃縮装置）	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	本体	転倒	0.36	<0	－	kN
（蒸発濃縮-3A,B,C）	基礎	せん断	0.36	98	108	MPa
（濃縮装置）	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa

1.2.7. 廃止（高濃度滞留水受タンク）

1.2.8. 中低濃度タンク

(1)構造強度評価

震災以降緊急対応的に設置したものについては材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，水頭圧による漏えい試験を行い，有意な変形や漏えいがないことを確認した。また，タンクは全て大気開放のため，水頭圧以上の内圧が作用することは無い。

以上のことから，中低濃度タンクは必要な構造強度を有していると評価できる。

また，円筒型タンクについては，主要仕様から必要肉厚を評価し，十分な肉厚を有していることを確認した。

なお，サプレッションプール水サージタンクは，工事計画認可申請書（57 資庁第 2974 号　昭和 57 年 4 月 20 日認可）において確認を実施している。

a. 円筒型タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表－８）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t　：胴の計算上必要な厚さ
Di　：胴の内径
H　：水頭
ρ　：液体の比重
S　：最高使用温度における材料の許容引張応力
η　：長手継手の効率

ただし，t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t =3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－８　円筒型タンクの胴の板厚評価結果

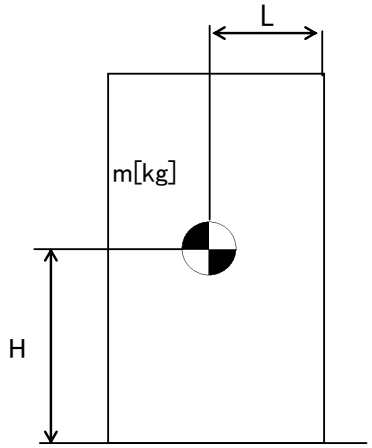
機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m^3 容量 （溶接）	タンク板厚	9.6	12.0
		タンク板厚	9.8	12.0
濃縮廃液貯槽	100m^3 容量 円筒型（横置き）	タンク板厚	3.0	9.0

(2)耐震性評価

サプレッションプール水サージタンクは,工事計画認可申請書(57資庁第2974号　昭和57年4月20日認可）において確認を実施している。その他の中低濃度タンクに関する耐震性評価を以下に示す。

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－９）。



m　：　機器質量
g　：　重力加速度
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　転倒支点から機器重心までの距離
C_H　：　水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

表－９ タンク・槽類の転倒評価結果

機器名称		評価部位	評価項目	水平地震動	算出値	許容値	単位
SPT 受入水タンク		本体	転倒	0.36	5.8×10^{2}	2.9×10^{3}	kN･m
廃液 RO 供給タンク	35m³容量	本体	転倒	0.36	1.8×10^{2}	4.2×10^{2}	kN･m
	40m³容量	本体	転倒	0.36	2.3×10^{2}	5.4×10^{2}	kN･m
	42m³容量	本体	転倒	0.36	2.0×10^{2}	5.5×10^{2}	kN･m
	110m³容量	本体	転倒	0.36	5.8×10^{2}	2.9×10^{3}	kN･m
RO 処理水受タンク		本体	転倒	0.36	5.8×10^{2}	2.9×10^{3}	kN･m
RO 濃縮水受タンク		本体	転倒	0.36	5.8×10^{2}	2.9×10^{3}	kN･m
RO 濃縮水貯槽	1000m³容量（溶接）	本体	転倒	0.36	2.4×10^{4}	7.4×10^{4}	kN･m
		本体	転倒	0.36	2.5×10^{4}	7.6×10^{4}	kN･m
多核種処理水貯槽	1000m³容量（溶接）	本体	転倒	0.36	2.4×10^{4}	7.4×10^{4}	kN･m
		本体	転倒	0.36	2.5×10^{4}	7.6×10^{4}	kN･m
濃縮水タンク		本体	転倒	0.36	2.1×10^{2}	5.4×10^{2}	kN･m
濃縮廃液貯槽		本体	転倒	0.36	1.1×10^{3}	2.3×10^{3}	kN･m

b. 廃止（基準地震動Ｓｓに対する評価）

フランジタンク撤去に伴い本内容を削除

1.2.9. 地下貯水槽

(1)構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，社団法人雨水貯留浸透技術協会「プラスチック製地下貯留浸透施設技術指針」に準じたプラスチック製枠材及び日本遮水工協会により製品認定を受けている遮水シートを使用することで，高い信頼性を確保する。

(2)耐震性評価

(2)-1.1. 評価の項目・目的

地下貯水槽の耐震性評価は次の 2 項目について実施する。

① 地下貯水槽の地震発生時の止水シートの強度（止水性）の確認

② 地下貯水槽に地震が作用した場合の貯水槽内部の貯水枠材の強度の確認

a) 地表面載荷荷重として 10kN/m^2 を考慮した場合

b) 地下貯水槽の上盤に車両が載った場合

表－１１に，それぞれの評価項目の目的及び内容についてまとめたものを示す。このうち，最も重要なのは①にあげた地震発生時の止水性の確認であり，貯水枠材の強度に関しては，仮に貯水枠材が破壊に至っても不具合事象としては上盤の陥没等が発生する程度と想定され，最も重要な貯水槽の性能である止水性に悪影響はないと考えられる。

表－１１　評価項目毎の目的・内容

評価項目	目的・内容	想定不具合事象
①止水シート強度	○ 地震力が作用した場合の止水シートの発生ひずみ量を解析し，シートが破断しないか，即ち漏えい事象が発生しないかを確認する。	○ 止水シートが破断すると，地中に貯水が漏えい拡散するリスクが生じる。
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m^2	○ 貯水枠材に地震力が作用した場合の貯水枠材応力度を検討して枠材の強度を確認する。	○ 貯水枠材が破壊すると，枠材が崩れて貯水槽の上盤が陥没する。それにより，上盤に敷設している PE シートが破断する可能性があるが，このシートは雨水混入防止用のものであり，漏えいには直接関係ない。
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	○ 貯水槽の上盤に車両が載った場合(自動車荷重を考慮した場合)の貯水枠材の強度を確認する。	

(2)-1.2. 計算条件

各評価項目の作用荷重等の与条件の概要を表－１２に示す。

表－１２　評価項目毎の与条件

評価項目	作用震度	作用荷重
①止水シート強度	B クラス：水平震度 0.3 S クラス：水平震度 0.6	各自重
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m^2	B クラス：水平震度 0.3 S クラス：水平震度 0.6 鉛直震度 0.3	地表載荷荷重 覆土荷重 貯水枠材荷重 地震時水平土圧
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	鉛直震度 0.3	自動車荷重（T-25） 覆土荷重

(2)-1.3. 照査結果

照査結果を表－１３に示す。また各項目の検討の詳細は表－１３に示す別添資料に示す。

表－１３　評価項目毎の照査結果

評価項目	照査対象	作用震度	計算結果	許容値	詳細
①止水シート強度	止水シートのひずみ量	B クラス	0.148%	560%	別添－２
		S クラス	0.206%	560%	
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m^2	貯水枠材の水平・鉛直強度	B クラス	水平：23.0kN/m^2	30.0kN/m^2	別添－３
		S クラス	水平：46.8kN/m^2 垂直：33.7kN/m^2	52.5kN/m^2 102.1kN/m^2	
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	貯水枠材の鉛直強度	－	77.3kN/m^2	102.1kN/m^2	別添－４

(3)スロッシングに対する評価

地下貯水槽の場合，プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 25cm 以下と小規模であり，スロッシングのような長周期問題は顕在化しないと考えられる。なお，検討の詳細については別添－５に示す。

(4)地下貯水槽を設置する地盤の評価

地下貯水槽は地盤を掘削して設置するため，掘削完了時の地盤は加圧密状態となっている。また設置するプラスチック製枠材と貯留する水の重量は，掘削した土砂（地盤）よりも小さいことから，地下貯水槽が掘削完了後の地盤上に設置されても，地盤が強度破壊等の不具合を発生することはないと考えられる。しかしながら，念のため，表層 0.5m の部分にはセメント系改良材による地盤改良を施し，地盤を補強する。

1.2.10. ポンプ

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，ポンプは必要な構造強度を有すると評価した。

なお，海外製の一部ポンプを除き，JIS 規格に準用したポンプを使用している。

1.2.11. 配管等

(1)構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－１４）。

$$t = \frac{PDo}{2S\eta + 0.8P}$$

t ： 管の計算上必要な厚さ
D_0 ： 管の外径
P ： 最高使用圧力[MPa]
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力[MPa]
η ： 長手継手の効率

表－１４　配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力[MPa]	最高使用温度[℃]	必要肉厚[mm]	肉厚[mm]
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.84	8.6
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.6	12.7
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.14	3.5
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.21	4.0
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	0.26	4.0
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	0.38	5.0
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	0.50	6.5
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.45	5.5
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.66	7.6
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.3	11.0
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	0.17	5.5
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	0.31	8.6
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	0.28	3.9
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	0.40	5.5
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.64	3.9
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.94	5.5

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定した上で，漏えい試験等を行い，漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。従って，耐圧ホースは，必要な構造強度を有していると評価した。

c. ポリエチレン管

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定している。また，ポリエチレン管は，一般に耐食性，電気特性（耐電気腐食），耐薬品性を有しているとともに以下により信頼性を確保している。

- 日本水道協会規格等に適合したポリエチレン管を採用。
- 継手は可能な限り融着構造とする。
- 敷設時に漏えい試験等を行い，運転状態に異常がないことを確認している。

以上のことから，ポリエチレン管は，必要な構造強度を有するものと評価した。

2. 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

2.1. 基本方針

2.1.1. 構造強度評価の基本方針

a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，震災以降緊急対応的に設置してきたもので，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は，必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本産業規格（JIS）等規格適合品または製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や緊急時対応の時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

なお，使用済セシウム吸着塔保管施設を構成するコンクリート製ボックスカルバートは遮へい物として吸着塔等の周囲に配置するものであり，JSME 規格で定める機器には該当しない。

b. 今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設することとしており，地下水等の流入により増加する汚染水の処理に伴う二次廃棄物への対応上，短期間での施設の設置が必要である。このため今後設計する機器等については，日本産業規格（JIS）等規格に適合した工業用品の採用，或いは JIS 等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。

2.1.2. 耐震性評価の基本方針

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のＢクラス相当の設備と位置づけられる。

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設の耐震性に関する評価にあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」に準拠することを基本とするが，必要に応じて現実的な評価を行う。

また，配管に関しては，変位による破壊を防止するため，定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定や，可撓性のある材料を使用する。

なお，廃スラッジ一時保管施設等は，高濃度の放射性物質を貯蔵することから参考としてＳクラス相当の評価を行う。

2.2. 評価結果

2.2.1. 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

(1)構造強度評価

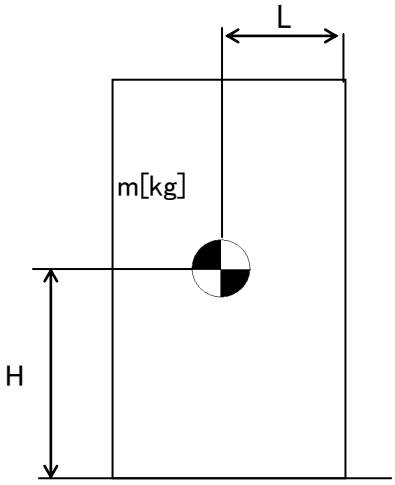
材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。また，吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから，吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから，転倒しないことを確認した（表－１５）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果,地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから,滑動しないことを確認した（表－１５）。

表－１５　使用済セシウム吸着塔仮保管施設耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ボックス カルバート	本体	転倒	0.30	1.4×10^{2}	2.9×10^{2}	kN･m
		滑動	0.30	0.30	0.40	－
セシウム吸着装置 吸着塔	本体	転倒	0.36	8.2×10^{1}	1.2×10^{2}	kN･m
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
第二セシウム 吸着装置吸着塔	本体	転倒	0.36	1.9×10^{2}	4.2×10^{2}	kN･m
			0.60	3.1×10^{2}		
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
			0.52	0.52		
モバイル式処理装置または第二モバイル型ストロンチウム除去装置 (吸着塔１塔)	本体	転倒	0.36	5.1×10	1.0×10^{2}	kN･m
		滑動	0.36	0.36	0.40	－
モバイル型ストロンチウム除去装置 （フィルタ１塔，吸着塔１塔及び架台）	本体	転倒	0.36	8.8×10	1.9×10^{2}	kN･m
		滑動	0.36	0.36	0.40	―

2.2.2. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。また，吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから，吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

なお高性能容器（タイプ１）および高性能容器（タイプ２）（いずれも補強体付き）に関する評価は「Ⅱ 2.16　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

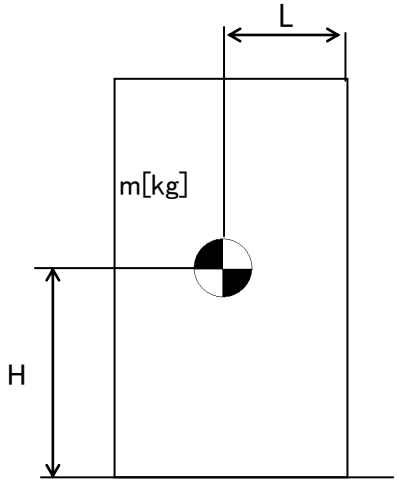
(2)耐震性評価

a．転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。なお，セシウム吸着装置吸着塔はそれを格納する各々の蓋付ボックスカルバートと吸着塔の評価，第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシ

ウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔はそれを格納する各々の架台と合わせた評価を実施した。また，モバイル式処理装置吸着塔，第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ及び吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔，高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔及び浄化ユニット吸着塔についても転倒評価を行い転倒しないことを確認した。なお，後者については，ボックスカルバートへの保管有無に関わらず，転倒しないことが確認されているため，代表の評価結果を示す（表－１６）。

なお高性能容器（タイプ１）および高性能容器（タイプ２）（いずれも補強体付き）に関する評価は「Ⅱ 2.16　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。



m　：　機器質量
g　：　重力加速度
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　転倒支点から機器重心までの距離
C_H　：　水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

b. 滑動評価

セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔，高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔，浄化ユニット吸着塔については，ボックスカルバートとあわせ地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－１６）。なお，水平震度を 0.60 まで拡張した評価では，地震時の水平荷重によるすべり力が設置面の摩擦力より大きくなり，滑動する結果となったことから，別途すべり量の評価を実施した。

第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO 濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔については，それらを格納する架台が設置床に基礎ボルトで固定されていることから基礎ボルトに作用するせん断荷重と許容せん断荷重を比較することより滑動評価を実施した。基礎ボルトの許容せん断荷重は「日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」に基づき次式を用いた。評価の結果，基礎ボルトの破断による滑動が生じないことを確認した（表－１６）。

$$q = mg\left(C_H - \alpha\right) \div n$$

$$q_a = 0.75 \cdot \phi_{S3}\left(0.5 \cdot {}_{SC}a \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c}\right)$$

q ： 基礎ボルト一本に作用するせん断荷重

q_a ： 基礎ボルト一本当たりの許容せん断荷重

C_H ： 水平方向設計震度

m ： 機器重量

g ： 重力加速度

α ： 機器と床版の摩擦係数

n ： 機器あたりの基礎ボルト本数

ϕ_{S3}：短期荷重に対する低減係数

${}_{SC}a$： 基礎ボルトの定着部の断面積

F_c ： コンクリート設計基準強度

E_c ： コンクリートのヤング率

なお高性能容器（タイプ１）および高性能容器（タイプ２）（いずれも補強体付き）に関する評価は「Ⅱ 2.16　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

c．すべり量評価

すべり量は，吸着塔とボックスカルバートについて，地震応答加速度時刻歴をもとに設置床に対する累積変位量として算出した。評価の結果すべり量がボックスカルバート間の許容値を超えないことを確認した（表－１７）。

表－１６　使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（１／３）

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム吸着装置※ （吸着塔 32 塔及び ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ 16 基）	転倒	0.36	7.9×10^{3}	1.8×10^{4}	kN･m
		0.60	1.4×10^{4}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
モバイル式処理装置または第二モバイル型ストロンチウム除去装置 （吸着塔 1 塔）	転倒	0.36	5.1×10	1.0×10^{2}	kN･m
		0.60	8.5×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
モバイル型ストロンチウム除去装置 （フィルタ 1 塔，吸着塔 1 塔及び架台）	転倒	0.36	8.8×10	1.9×10^{2}	kN･m
		0.60	1.5×10^{2}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
サブドレン他浄化装置 （吸着塔 2 塔及び架台）	転倒	0.36	9.6×10	1.9×10^{2}	kN･m
		0.60	1.6×10^{2}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
高性能多核種除去設備検証試験装置 （吸着塔 6 塔及び架台）	転倒	0.36	4.9×10	1.3×10^{2}	kN･m
		0.60	8.1×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
第二セシウム吸着装置 （吸着塔 5 塔×2 列 及び架台）	転倒	0.36	1.7×10^{3}	3.7×10^{3}	kN･m
		0.60	2.9×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	8		
高性能多核種除去設備 （吸着塔（二相ステンレス製）5 塔×2 列 及び架台）	転倒	0.36	2.0×10^{3}	4.3×10^{3}	kN･m
		0.60	3.3×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
高性能多核種除去設備 （吸着塔（ステンレス製） 5 塔×2 列 及び架台）	転倒	0.36	2.1×10^{3}	4.3×10^{3}	kN･m
		0.60	3.4×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		

※ボックスカルバート２列×８行の評価である。

表－１６　使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（２／３）

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
RO 濃縮水処理設備（吸着塔 5 塔×2 列及び架台）	転倒	0.36	2.0×10^{3}	4.3×10^{3}	kN･m
		0.60	3.3×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
サブドレン他浄化装置吸着塔（吸着塔 5 塔×2 列及び架台）	転倒	0.36	6.0×10^{2}	1.4×10^{3}	kN･m
		0.60	9.0×10^{2}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	3		
セシウム吸着装置※1（吸着塔 64 塔及びﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ 32 基）	転倒	0.36	1.7×10^{4}	6.2×10^{4}	kN･m
		0.60	2.8×10^{4}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
高性能多核種除去設備※2（吸着塔（ステンレス製）6 塔×3 列及び架台）	転倒	0.36	3.7×10^{3}	1.5×10^{4}	kN･m
		0.60	6.2×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	7		
高性能多核種除去設備※2（吸着塔（ステンレス製）6 塔×2 列及び架台）	転倒	0.36	2.5×10^{3}	6.6×10^{3}	kN･m
		0.60	4.1×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	7		
高性能多核種除去設備※2（吸着塔（ステンレス製）3 塔×2 列及び架台）	転倒	0.36	1.3×10^{3}	3.3×10^{3}	kN･m
		0.60	2.1×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	6		
高性能多核種除去設備※2（吸着塔（ステンレス製）3 塔×3 列及び架台）	転倒	0.36	1.9×10^{3}	7.6×10^{3}	kN･m
		0.60	3.1×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	6		

※1 ボックスカルバート４列×８行の評価である。

※2 第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO 濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔のうち，機器重量，重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製）にて評価を実施

表－１６　使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（３／３）

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能多核種除去設備※1（吸着塔（ステンレス製）2塔×2列及び架台）	転倒	0.36	9.0×10^{2}	1.7×10^{3}	kN･m
		0.60	1.4×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	8		
第三セシウム吸着装置（吸着塔5塔×2列及び架台）	転倒	0.36	2.0×10^{3}	4.3×10^{3}	kN･m
		0.60	3.3×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
浄化ユニット（吸着塔6塔及び架台）	転倒	0.36	1.6×10	5.3×10	kN･m
		0.60	2.6×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		

※1 第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO 濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔のうち，機器重量，重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製）にて評価を実施

表－１７　使用済セシウム吸着塔一時保管施設すべり量評価結果

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
【使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）（第四施設）】※ ・セシウム吸着装置吸着塔 ・モバイル式処理装置吸着塔 ・第二モバイル型ストロンチウム除去装置吸着塔 ・モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ及び吸着塔 ・サブドレン他浄化装置吸着塔 ・高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔 ・浄化ユニット吸着塔	すべり量	0.60	93.3	494	mm

※使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）（第四施設）のうち，ボックスカルバート間の許容値が評価上最も厳しいセシウム吸着塔一時保管施設（第四施設）にて評価を実施

なお，使用済セシウム吸着塔一時保管施設の第一～第四施設の基礎は，地盤改良による安定した地盤上に設置されており，十分な支持力を有する地盤上に設置している。

2.2.3. 廃スラッジ一時保管施設

(1)構造強度評価

スラッジ貯槽について，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した（表－１８）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ[mm]
Di ： 胴の内径[m]
H ： 水頭[m]
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における
材料の許容引張応力[MPa]
η ： 長手継手の効率

ただし， t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t =3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

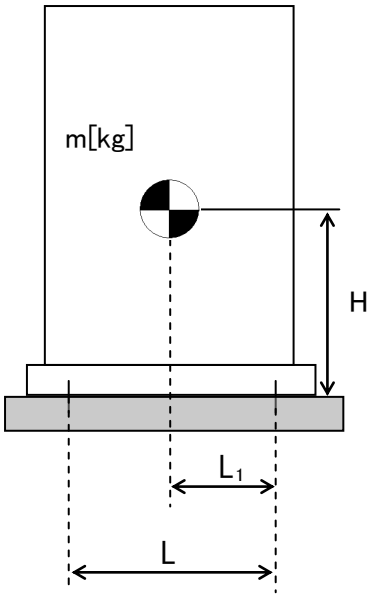
表－１８　スラッジ貯槽板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
スラッジ貯槽	円筒型（横置き）	タンク板厚	3.0	25.0

(2)耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程に準拠して評価を行った結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－１９）。



m　：機器質量
g　：重力加速度
H　：据付面からの重心までの距離
L　：基礎ボルト間の水平方向距離
L_1　：重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f　：引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n　：基礎ボルトの本数
A_b　：基礎ボルトの軸断面積
C_H　：水平方向設計震度
C_V　：鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

表－１９　スラッジ貯槽の基礎ボルトの強度評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
スラッジ貯槽	基礎ボルト	引張	0.36	11	439	MPa
			0.94	131		
		せん断	0.36	42	337	MPa
			0.94	122		

2.2.4. 配管等

(1)構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－２０）。

$$t = \frac{PDo}{2S\eta + 0.8P}$$

t ： 管の計算上必要な厚さ

D_0 ： 管の外径

P ： 最高使用圧力[MPa]

S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力[MPa]

η ： 長手継手の効率

表－２０　配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力[MPa]	最高使用温度[℃]	必要肉厚[mm]	肉厚[mm]
配管①	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.09	3.5
配管②	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.13	4.0
配管③	50A	20S	SUS316L	0.98	50	0.27	3.5
配管④	80A	20S	SUS316L	0.98	50	0.40	4.0
配管⑤	50A	40	SUS316L	0.98	50	0.27	3.9
配管⑥	80A	40	SUS316L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑦	80A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑧	100A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.51	6.0
配管⑨	125A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.63	6.6
配管⑩	100A	40	SUS316L	0.98	50	0.51	6.0

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定した上で，漏えい試験等を行い，漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。従って，耐圧ホースは，必要な構造強度を有していると評価した。

以上

高濃度滞留水受タンクの耐震性評価

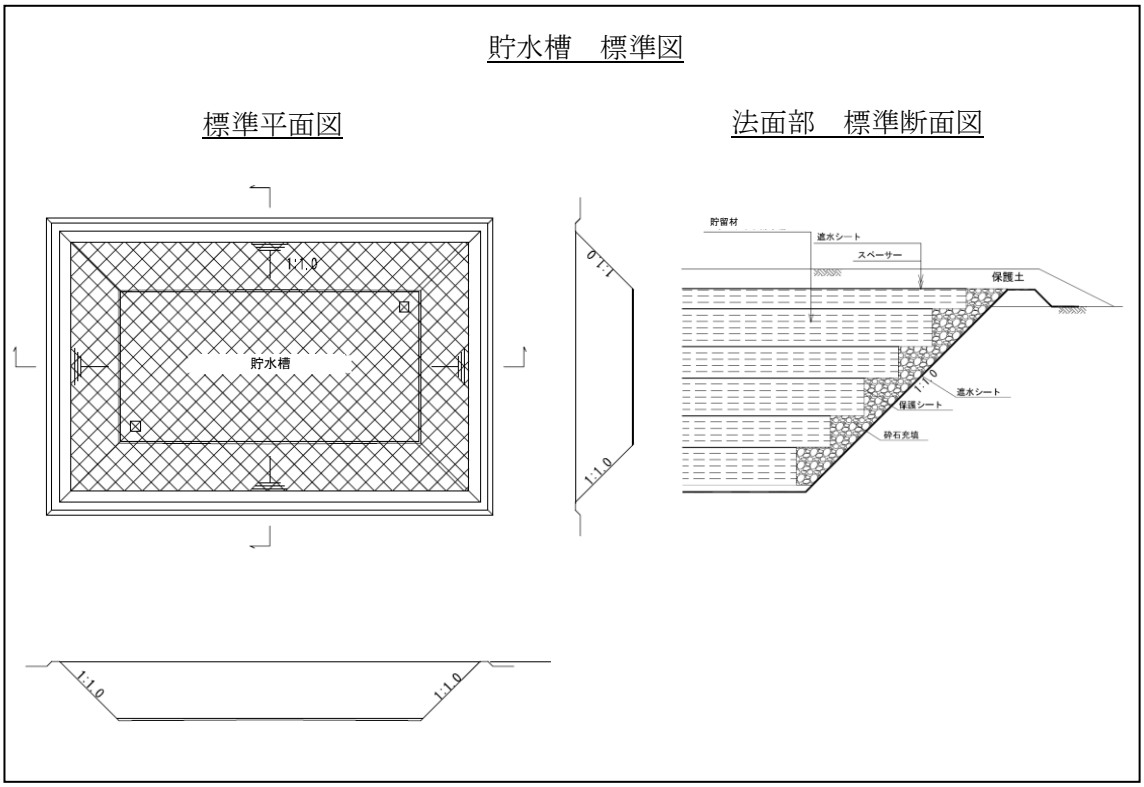
高濃度滞留水受タンクの撤去に伴い本内容を削除

地下貯水槽の遮水シートの耐震性評価

プラスチック製地下貯水槽（以下，「貯水槽」という）の耐震安全性を二次元静的 FEM 解析に基づいて評価し，貯水機能が保持されることを確認する。

(1)　対象とする貯水槽

対象とする貯水槽は，プラスチック製の貯留材（以下，「貯留材」という）と遮水シートで構築される。貯水槽の概要を図－１に示す。貯水槽は段丘堆積層を掘削して設置し，盛土によって 0.7m の土被り厚を確保する。

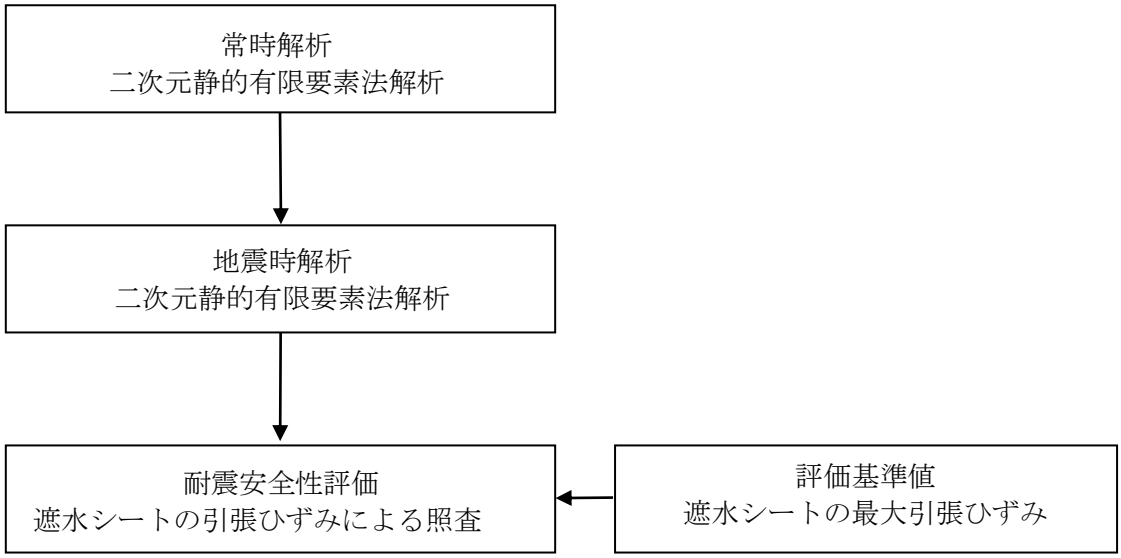


図－１　貯水槽の概要

(2)　耐震安全性評価

a.　評価手順

貯水槽の耐震安全性評価では，地震力によって生じる遮水シートの引張ひずみ（照査用応答値）が遮水シートの最大引張ひずみ（評価基準値）以下であることを確認する。評価フローを図－２に示す。



図－２　貯水槽の耐震評価フロー

b.　評価条件

解析に用いる地盤の物性値，並びに考慮する荷重は以下のとおりとする。

ⅰ．　地盤の物性値

貯水槽は，段丘堆積層内に設置される。段丘堆積層の地盤物性値を表－１に示す。なお，盛土による荷重は上載荷重として扱い，解析では節点力としてモデルに作用させている。

表－１　地盤の物性値

		段丘体積層
物理特性	ρ_t (g/cm^3)	1.59
静的変形特性	E_0 (N/mm^2)	23.5
	ν	0.21
動的変形特性	G_0 (N/mm^2)	158
	ν_d	0.48

ⅱ．　設計用地震力

設計用地震力は水平地震力のみ考慮することとし，B クラス相当として水平震度 K_H＝0.3 及び S クラス相当として水平震度 K_H＝0.6 とする。

(3) 評価結果

a. 評価方法

耐震安全性評価では，水平地震力（K_H=0.3 及びK_H=0.6）を用いた静的 FEM 解析に基づいた応答値が，評価基準値を下回ることを確認する。

照査用応答値は，遮水シート設置位置における節点変位による引張ひずみとする。評価基準値は，日本遮水工協会基準に基づく最大引張ひずみとする。

b. 照査結果

照査結果を表－２に示す。照査用応答値は，評価基準値 560%を下回ることを確認した。

表－２　照査結果

	照査用応答値 ε_d（%）	評価基準値 ε_u（%）	照　査 （ε_d／ε_u）
K_H=0.3 の場合	0.148	560	0.00026
K_H=0.6 の場合	0.206	560	0.00037

c. 評価結果

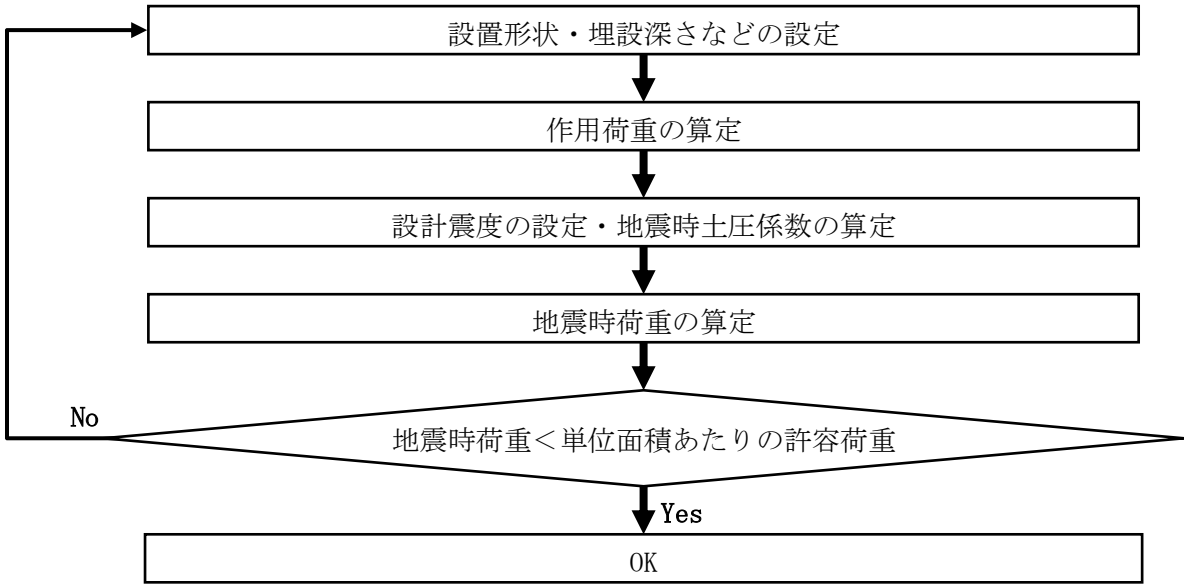
遮水シートの照査用応答値は，評価基準値を下回るとともに十分な裕度を有していることから，貯水機能が保持されるものと評価した。

以上

地下貯水槽のプラスチック製貯水枠材の耐震性評価

(1) 評価手順

プラスチック製貯水枠材の耐震評価のフローを図－１に示す。



図－１　プラスチック製貯水枠材の耐震評価フロー

(2) 耐震評価（B クラス）

a. 作用荷重の算定

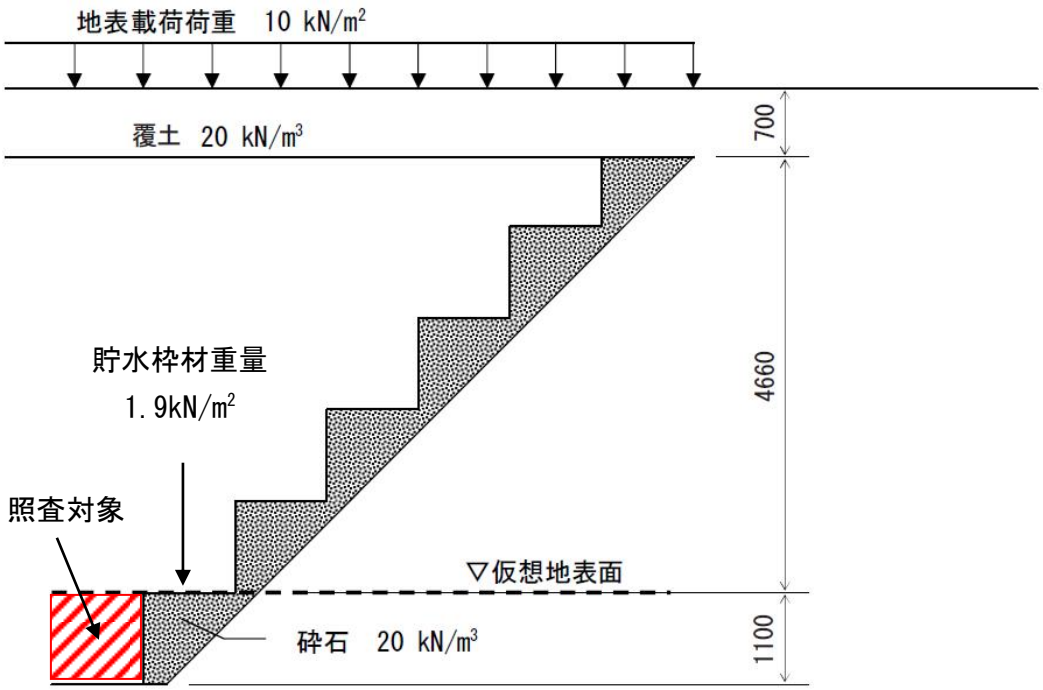
（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルにしたがって，地表載荷荷重 10kN/m^2 を考慮し，貯水枠材の最下部における鉛直方向荷重を求める。覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）を表-1 に，照査対象と作用荷重を図－２に示す。

なお，覆土材料は砂質土と砂礫の複合材であるが，安全をとって重量の大きい砂礫の単位体積重量を使用することとする。

表－１　覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）

材料名	単位体積重量（kN/m^3）
盛土（砂及び砂礫）	20.0
盛土（砂質土）	19.0

出典：「道路橋示方書・同解説　Ⅰ共通編」社団法人日本道路協会



図－２　照査対象と作用荷重

貯水枠材を階段状に積み上げたとき，最下部（仮想地表面）の上面に作用する鉛直方向荷重は，仮想地表面より上部の地表載荷荷重・覆土重量・貯水枠材重量の合計荷重 V1 となる。

また最下部の側面に作用する水平方向荷重は，V1 と仮想地表面より下部の砕石重量 V2 に地震時水平土圧をかけた値となる。

ここで，

V1＝10＋20×0.7＋1.9＝25.9（kN/m²）

V2＝20×1.1＝22.0（kN/m²）

b. 設計水平震度の設定と地震時水平土圧の算定

B クラス評価の場合には，設計水平震度 Kh を 0.3 とする。地震時土圧係数 Kea は，道路などの設計で一般的に用いられている「道路橋標準示方書・同解説（Ⅴ 耐震設計編）」（社団法人日本道路協会）にしたがい 0.48 とする。

c. 地震時荷重（水平方向）の算定

貯水枠材最下部の側面に作用する水平方向荷重 Ph は，

Ph＝Kea×（V1＋V2）＝0.48×（25.9＋22.0）＝23.0（kN/m²）

d. 耐震評価

今回使用する貯水枠材のうち，最も水平方向の単位面積あたりの許容荷重（許容応力）(注1) が小さいものは次の通りである。

水平方向の単位面積あたりの許容荷重（許容応力） σha：30.0kN/m^2

（注1） 貯水枠材の許容荷重は，材料の安全率 1.3 を考慮した許容応力とし，その値は（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルによる。

よって，

σha＝30.0＞Ph＝23.0

となり，貯水枠材の強度は十分であると評価できる。

(3) 耐震評価（S クラス）

a. 作用荷重の算定

（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルにしたがって，地表載荷荷重 10kN/m^2 を考慮し，貯水枠材の最下部における鉛直方向荷重を求める。覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）を表－２に，照査対象と作用荷重を図－３に示す。

なお，覆土材料は砂質土と砂礫の複合材であるが，安全をとって重量の大きい砂礫の単位体積重量を使用することとする。

表－２　覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）

材料名	単位体積重量（kN/m^3）
盛土（砂及び砂礫）	20.0
盛土（砂質土）	19.0

出典：「道路橋示方書・同解説　Ⅰ共通編」社団法人日本道路協会

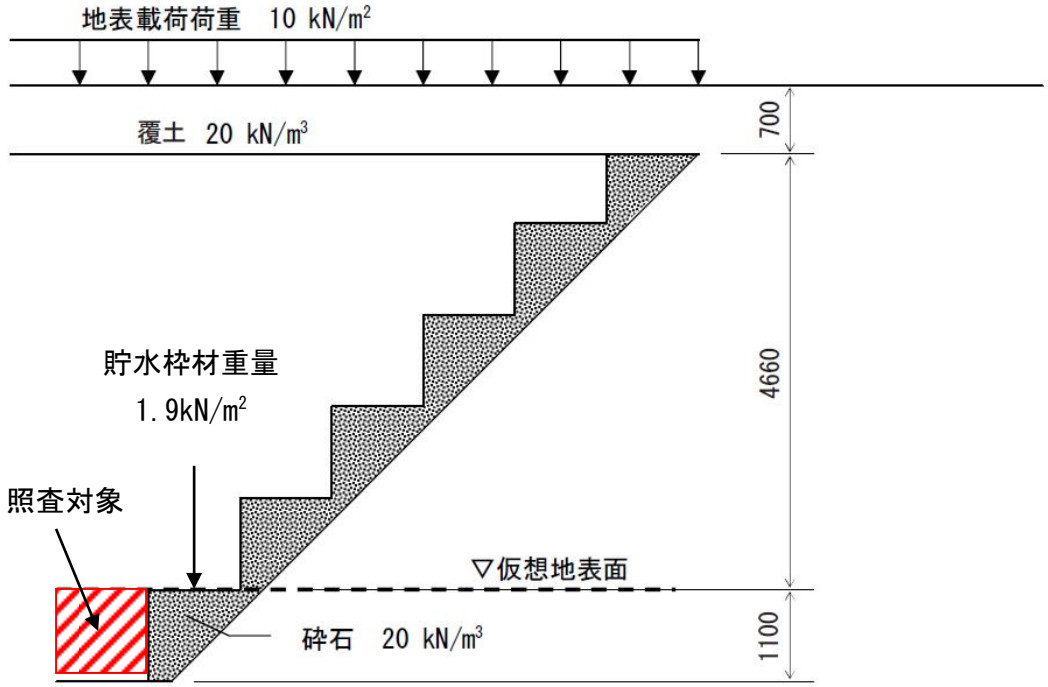
貯水枠材を階段状に積み上げたとき，最下部（仮想地表面）の上面に作用する鉛直方向荷重は，仮想地表面より上部の地表載荷荷重・覆土重量・貯水枠材重量の合計荷重 V1 となる。

また最下部の側面に作用する水平方向荷重は，V1 と仮想地表面より下部の砕石重量 V2 に地震時水平土圧をかけた値となる。

ここで，

V1＝10＋20×0.7＋1.9＝25.9（kN/m^2）

V2＝20×1.1＝22.0（kN/m^2）



図－３　照査対象と作用荷重

b. 設計水平震度・設計鉛直震度の設定と地震時水平土圧の算定

S クラス評価の場合には，設計水平震度 Kh を 0.6，設計鉛直震度 Kv を 0.3 として，水平方向・鉛直方向地震の組み合わせを考慮する。地震時土圧係数 Kea は，道路などの設計で一般的に用いられている「道路橋標準示方書・同解説（Ⅴ 耐震設計編）」（社団法人日本道路協会）にしたがい 0.75 とする。

c. 地震時荷重（鉛直方向）の算定

貯水枠材最下部の上面に作用する鉛直方向荷重 Pv は，

Pv＝（1＋Kv）×V1＝（1＋0.3）×25.9＝33.7（kN/m²）

d. 地震時荷重（水平方向）の算定

貯水枠材最下部の側面に作用する水平方向荷重 Ph は，

Ph＝Kea×（1+Kv）×（V1＋V2）＝0.75×(1+0.3)×（25.9＋22.0）＝46.8（kN/m²）

e. 耐震評価

S クラス評価は比例限界応力 (注 2) に基づいて評価を実施する。今回使用する貯水枠材のうち，最も比例限界応力が小さいものは次の通りである。

水平方向の比例限界応力 σhc：52.5kN/m²

鉛直方向の比例限界応力 σvc：102.1kN/m²

（注2）　Sクラス評価の場合には求められる性能が機能維持であることから，貯水枠材の許容荷重は材料の安全率を 1.0 とした比例限界応力を用いることとし，その値は（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルによる。

よって，

$\sigma hc = 52.5 > Ph = 46.8$

$\sigma vc = 102.1 > Pv = 33.7$

となり，貯水枠材の強度機能の維持は可能と評価できる。

(4) 載荷荷重について

上述の強度照査により，貯水枠材の強度は地下貯水槽上に 10kN/m^2 の荷重を載荷した場合でも十分であることが評価できる。

ただし，地下貯水槽上に物資を搬入する場合には，設計上載荷重との関係を個別に評価する。

以上

（参考）貯水枠材の強度に関する試験方法

（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルでは，貯水枠材の圧縮強度に関する試験方法を以下のように定めている。

構造部材の圧縮試験方法（Arsit A-1:2008）

圧縮試験は，貯留枠材の鉛直方向及び水平方向の耐力を求める重要な試験である。

JIS の試験方法は，材料試験を目的とした試験で，角柱，円柱，管形状の供試体としているが，貯水枠材として必要な強度は構造体としての性能であることに留意すべきである。

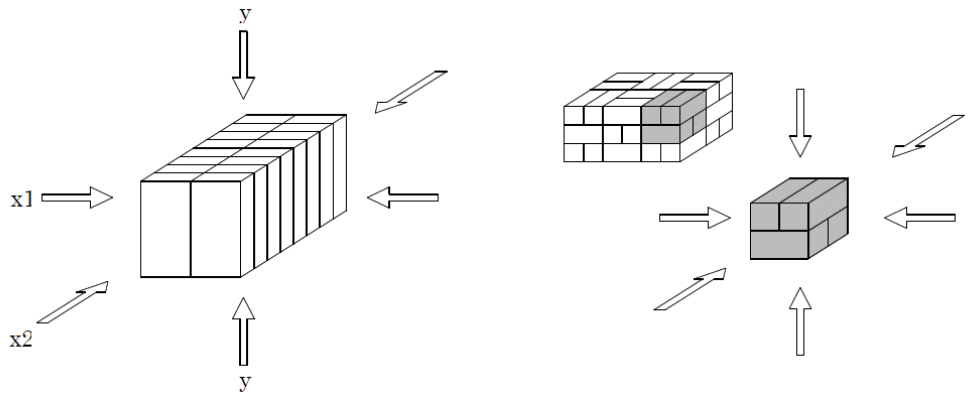
1）引用規格

プラスチック－圧縮特性の試験方法　JIS K 7181，JIS Z 0212

2）供試体

部材には異方性があり，使用状態で鉛直方向と水平方向（2 方向）の強度が異なると考えられる場合には，3 方向あるいは 2 方向で試験を行う（図－４ (a)）。また，図－４(b)のように異方性の部材を組み合わせて各方向の強度の均等化を図っている場合は，最小構成単位（図－４(b)の場合は 4 個）の単位部材とみなして試験を行うことが望ましい。しかし，試験が大掛かりになる場合は，構成要素の方向別強度を平均するなどの簡略化をしても良い。

鉛直方向の載荷試験では，最小構成単位（1 段）から始めて，2 段，3 段・・・と積み上げる段数を増やして，各載荷試験での最大応力値が収束することを確認する。水平方向の載荷試験では，鉛直方向で求めた収束段数と同数の積み上げ段数のみの試験で良い。供試体を載荷装置に設置する際や載荷試験時に，供試体が不安定になるなどの理由で外枠あるいは紐状の材料で安定させる場合は，試験結果に悪影響を及ぼさないように配慮する。



(a) 3 方向で強度が異なる場合　　(b) 単体の組み合わせで強度が決まる場合

図－４　圧縮強度の異方性

3）試験方法

載荷は，1 分当り 10㎜程度の一定速度で行う。

供試体は，試験前に載荷方向の長さを 2 箇所以上で測定しておく。試験時は，0.1㎜以上の精度を持つ測定器で，供試体の載荷方向の長さ変化を測定する。

4）温度

試験は，23±2℃一定の条件で実施することを原則とする。この条件での試験が難しい場合は，供試体を 24 時間以上 23±2℃の条件に置いた後，速やかに試験を実施する。

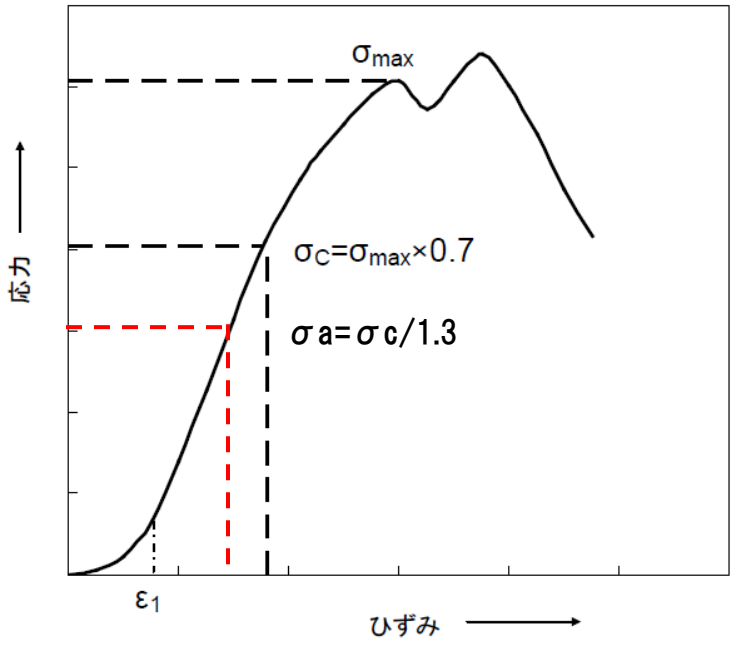
5）試験結果の整理

試験で得られた供試体の載荷方向のひずみと応力関係（SS カーブ）の例を，図－５に示す。

ひずみがゼロからε1 までの勾配の小さい区間は，供試体の初期不整やたわみなどが原因で生じる。その後，ひずみと応力の関係がほぼ一定で推移する区間があり，さらに応力の山が 2 つ以上現れる場合があるが，最初に応力の低下を示す前の最大応力（圧縮強さ）をσmax とする。

最大応力（圧縮強さ）σmax の 70%を「比例限界応力σc」とすることができる。ただし，その値が SS カーブの直線上にない場合は，直線上にある最も近い値を「比例限界応力σc」とする。

また，「比例限界応力σc」に安全率 1.3 を考慮し，σc を材料の安全率（一般的に 1.3）で割った値を「許容応力σa」とする。



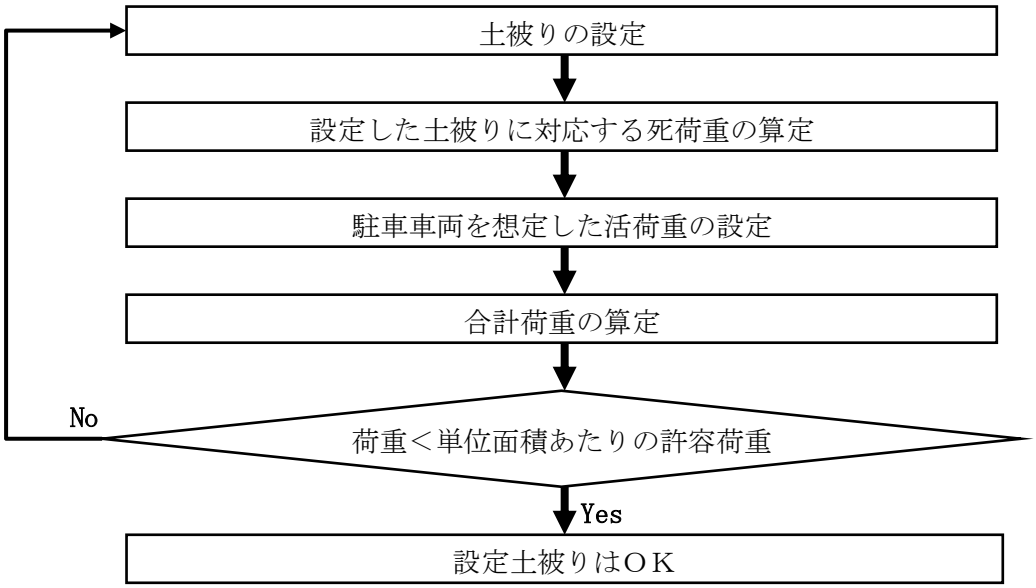
図－５　ひずみと応力の関係例

以上

駐車車両を想定した場合のプラスチック製貯水枠材の強度照査

(1) 評価手順

駐車車両を想定した場合の貯水枠材の強度照査のフローを図－１に示す。



図－１　駐車車両を想定した場合の貯水枠材の強度照査フロー

(2) 荷重条件

a. 死荷重

死荷重としては覆土を 0.7m まで施した場合を想定する。覆土材料は砂質土と砂礫の複合材であるが，安全をとって重量の大きい砂礫の単位体積重量を使用することとする。表－１に覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）を示す。

表－１　覆土を構成する材料の単位体積重量（一般値）

材料名	単位体積重量（kN/m^3）
盛土（砂及び砂礫）	20.0
盛土（砂質土）	19.0

出典：「道路橋示方書・同解説　Ⅰ共通編」社団法人日本道路協会

死荷重は，

BL＝γ×h1

ここに，

BL：覆土の上載荷重（kN/m²）

γ：覆土材料の単位体積重量（kN/m³）

h1：覆土厚さ（m）

b. 活荷重

活荷重としては，高速自動車国道，一般国道に用いられている T-25 荷重（ただし，駐車スペースなので衝撃なし）を用いる。これは総重量 25 トンの大型トラックの荷重を想定したものである。

貯水槽上面に作用する自動車荷重は道路横断方向に際限なく載荷させるものとして，単位長さ当たりの荷重は次式により求める。

$$P1=\frac{2T1}{B}(1+i) \qquad P2=\frac{2T2}{B}(1+i)$$

ここに，

P1：後輪荷重による横方向単位長さあたりの荷重（kN/m）

P2：前輪荷重による横方向単位長さあたりの荷重（kN/m）

T1：自動車の 1 後輪荷重

T2：自動車の 1 前輪荷重

B：自動車占有幅（2.75m）

i：衝撃係数（0）

また，T-25 荷重の諸元を表－２に示す。

表－２　T-25 荷重の諸元

自動車荷重	総荷重（kN）	T1:後輪荷重（kN）	T2:前輪荷重（kN）	接地幅（m）	前後車輪間隔（m）
T-25	250	100	25	0.2	4.0

なお，輪荷重による活荷重は図－２のように地表面より接地幅 0.2m で車両進行方向に 45° の角度をもって地中に分散するものとする。

したがって，貯水槽上面に作用する自動車荷重は次のようになる。

$$q1=\frac{P1}{2h1+0.2} \qquad q2=\frac{P2}{2h1+0.2}$$

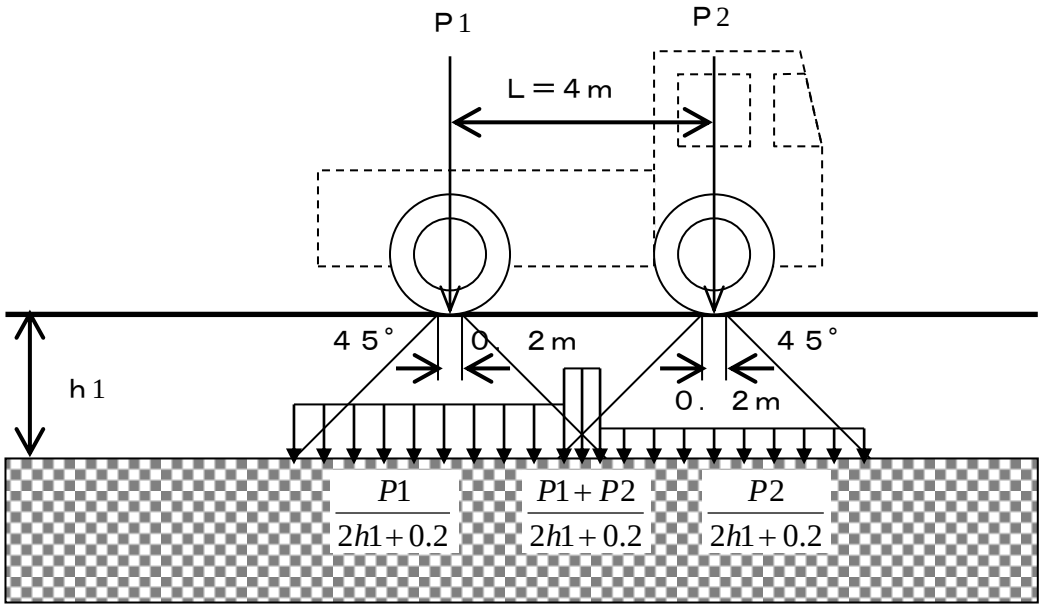
ここに，

q1：後輪の分布荷重（kN/m²）

q2：前輪の分布荷重（kN/m²）

h1：覆土厚さ（m）

L：前輪と後輪の中心距離（軸距 4.0m）



図－２　輪荷重による活荷重

図－２から明らかなように，自動車荷重の最大値は次のようになる。

L＞2h1＋0.2 の場合は，後輪荷重のみの　q=q1

L≦2h1＋0.2 の場合は，後輪荷重と前輪荷重を考慮した　q＝q1＋q2

今回の場合，L＝4.0m，2h1+0.2＝1.6m なので，前者に当たり，自動車荷重としては q1 のみを考慮することとなる。

(3) 設計震度と許容荷重

検討に用いた設計震度と照査に用いた許容荷重 (注) を表－３に示す。

（注）　求められる性能を機能維持とし，貯水枠材の許容荷重としては材料の安全率を 1.0 とした「比例限界応力」を用いることとし，その値は（社）雨水貯留浸透技術協会の技術マニュアルによる。

表－３　設計震度と許容荷重

設計震度（鉛直）	許容荷重（比例限界応力）
0.3	102.1kN/m²

(4) 合計荷重の算定

上述の計算手順にしたがい，算定した合計荷重を表－４に示す。

表－４　合計荷重の計算結果

荷重	条件・計算結果	算定式
【死荷重】		
γ：覆土単位体積重量	20kN/m^3	
h1：覆土厚さ	0.7m	
BL：死荷重	14kN/m^2	γ×h1
【活荷重】		
T1：後輪荷重	100kN	
B：自動車占有幅	2.75m	
P1：後輪単位幅荷重	72.8kN/m^2	2×T1×(1+i)/B
h1：覆土厚さ	0.7m	
q1：活荷重	45.5kN/m^2	P1/(2×h1+0.2)
【合計荷重：常時】：σ	***59.5kN/m^2***	BL＋q1

	計算結果	算定式
【合計荷重：地震時】：σt	***77.3kN/m^2***	σ×(1+0.3)

(5) 強度照査

今回使用する貯水枠材のうち，最も単位面積あたりの許容荷重が小さいものは表－３に示した通りである。それに基づき強度照査を実施した結果を表－５に示す。この結果より，貯水枠材の強度は十分であると評価できる。

表－５　強度照査結果

計算結果	許容荷重（比例限界応力）
77.3kN/m^2	102.1kN/m^2

(6) 載荷荷重について

上述の強度照査により，貯水枠材の強度は地下貯水槽上に T-25 荷重を載荷した場合でも十分であることが評価できる。

ただし，地下貯水槽上に物資を搬入する場合には，設計上載荷荷重との関係を個別に評価する。

以上

地下貯水槽のスロッシング評価

(1) 評価方法

スロッシングはタンク内包水が地震により揺れる現象をいい，地震波の中でもやや長周期のものが，比較的直径の大きなタンクの形状に影響して発生すると考えられている。

地下貯水槽の場合，プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 30cm 以下と小規模であり，スロッシングの様な長周期問題は顕在化しないと考えられるが，確認のためスロッシングによる液位上昇量を計算して溢水等が発生しないか確認を行う。

評価方法は容器構造設計指針（日本建築学会）に従うこととする。

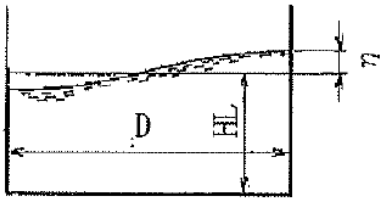
【スロッシング計算法】

スロッシング波高の算定は以下の式にて算出する。

$$\eta = 0.802 \times Zs \times I \times Sv1 \times \sqrt{(D/g \times \tanh(\frac{3.682 \times HL}{D})}$$

水面動揺の振動周期は以下の式にて算出する。

$$Ts = \frac{2\pi\sqrt{D}}{\sqrt{(3.68 \times g \times \tanh(3.68 \times HL/D)}}$$



ここに、HL： 静水時の水位
D： 配水池の内径
g： 重力加速度　　9.800 m/s²
Zs： 地震地域係数で、Zs＝1.0とする。
I： 用途係数で、表.2-1により耐震設計区分はⅢとする

表.2-1 用途係数I

耐震設計区分	対　　象	用途係数 I
Ⅰ	小規模で危険物を収容しない容器構造物	0.6以上
Ⅱ	大または中規模で危険物を収納せず災害の波及効果の少ないもの	0.8以上
Ⅲ	地震災害の重大性が一般建築物と同等の容器構造物	1.0以上
Ⅳ	危険物を収納し、2次災害の要因となり得るもの	1.2以上

T_G： 地盤の臨界周期で、表.2-2により地盤種別は２種とする

表.2-2 臨界周期T_G

地盤種別	地　盤　条　件	T_G(s)
1 種	1) 第3紀以前の地盤（以下岩盤と称する） 2) 洪積層 3) 岩盤までの沖積層の厚さが10m未満	0.64
2 種	沖積層の厚さが25m未満でかつ軟弱層の厚さが5m未満	0.96
3 種	1) 上記以外の地盤 2) 地盤の特性が不明なもの	1.28

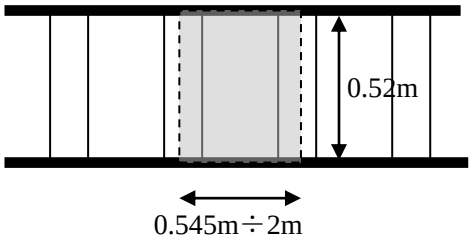
Sv1： スロッシング1次固有周期に対する設計速度応答スペクトル値で以下による

$T_j < T_G$のとき――――　$Sv_j = 156 \times Ts$　cm/s

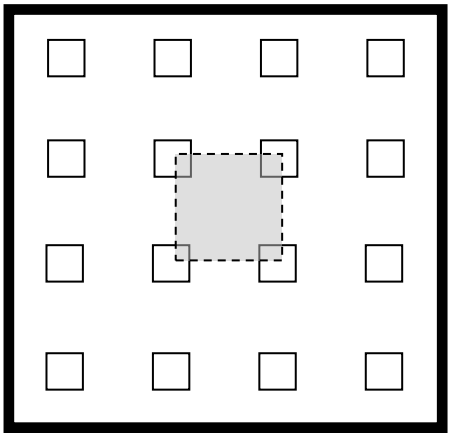
$Ts \geq T_G$のとき――――　$Sv_j = 156 \times T_G$　cm/s

(2) 評価条件

対象とする水室の形状は次図のものを想定した。スロッシングは共振問題に近いため，鏡面構造をとると考えられることから，支柱で区切られる 1 ブロックを水室と仮定した。スロッシングは寸法が大きいものの方が，発生する液位上昇がより高くなることが知られているので，使用する貯水枠材の中でも最も大きな水室を構成する枠材を検討対象とした。



図－１　貯水槽断面図



図－２　貯水槽平面図

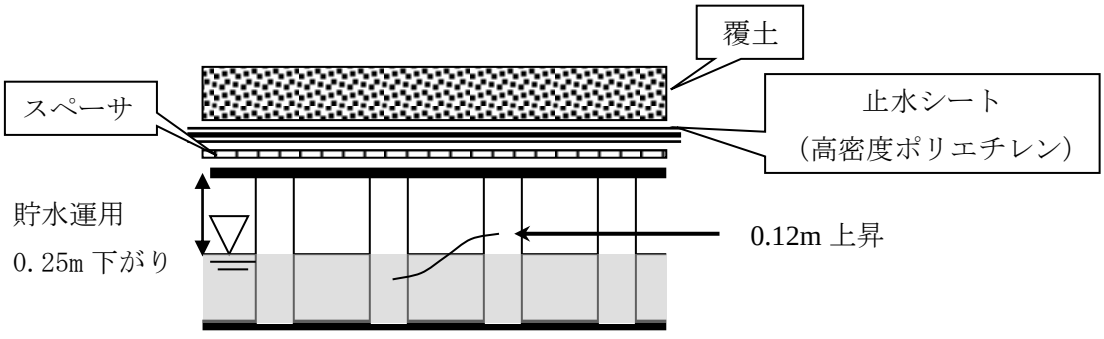
HL：静水時の水位　0.52m
　　（実運用の水位 0.27m）
D：水室の内径　0.545÷2m

(3) 評価結果

計算の結果は次の通り。

η ：液位上昇量　＝　*0.12m*　（実運用水位も同値）

地下貯水槽は貯水枠上面より 0.25m 下がりで運用する計画であるので，0.12m の液位上昇があっても貯水槽外に溢水することはない。仮に液位が貯水枠上面を超えても止水シートが敷設されているので，溢水は防げるものと評価できる。



図－３　スロッシング時の水面変化

以上

廃止（円筒型タンク（1000m^{3}容量）の基準地震動Ｓｓに対する耐震性評価結果）

フランジタンク撤去に伴い本内容を削除

2.16　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設

2.16.1　多核種除去設備

2.16.1.1　基本設計

2.16.1.1.1　設置の目的

放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設は，汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を十分低い濃度になるまで除去する多核種除去設備，多核種除去設備の処理済水を貯留するタンク，槽類から構成する。

多核種除去設備は，処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『東京電力株式会社福島第一原子力原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下,「告示濃度限度」という。）を下回る濃度まで低減する。

なお，多核種除去設備の性能を確認する試験（以下,「確認試験」という。）において，多核種除去設備が上記性能を有する設備であることについて確認した。

2.16.1.1.2　要求される機能

(1)　発生する液体状の放射性物質の量を上回る処理能力を有すること。

(2)　発生する液体状の放射性物質について適切な方法によって，処理，貯留，減衰，管理等を行い，放射性物質等の濃度及び量を適切な値に低減する能力を有すること。

(3)　放射性液体廃棄物が漏えいし難いこと。

(4)　漏えい防止機能を有すること。

(5)　放射性液体廃棄物が，万一，機器・配管等から漏えいした場合においても，施設からの漏えいを防止でき，又は敷地外への管理されない放出に適切に対応できる機能を有すること。

(6)　施設内で発生する気体状及び固体状の放射性物質及び可燃性ガスの検出，管理及び処理が適切に行える機能を有すること。

2.16.1.1.3　設計方針

(1)　放射性物質の濃度及び量の低減

多核種除去設備は，汚染水処理設備で処理した水を，ろ過，凝集沈殿，イオン交換等により周辺環境に対して，放射性物質の濃度及び量を合理的に達成できる限り低くする設計とする。

(2)　処理能力

多核種除去設備は，滞留水の発生原因となっている雨水，地下水の建屋への流入量を上回る処理容量とする。

(3)　材料

多核種除去設備の機器等は，処理対象水の性状を考慮し，適切な材料を用いた設計とする。

(4)　放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

多核種除去設備の機器等は，液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地外への管理されない放出を防止するため，次の各項を考慮した設計とする。

a.　漏えいの発生を防止するため，機器等には適切な材料を使用するとともに，タンク水位の検出器，インターロック回路等を設ける。

b.　液体状の放射性物質が漏えいした場合は，漏えいの早期検出を可能にするとともに，漏えい液体の除去を容易に行えるようにする。

c.　タンク水位，漏えい検知等の警報については，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室等に表示し，異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにし，これを監視できるようにする。

d.　多核種除去設備の機器等は，可能な限り周辺に堰を設けた区画内に設け，漏えいの拡大を防止する。また，処理対象水の移送配管類は，万一，漏えいしても排水路を通じて環境に放出することがないように，排水路から可能な限り離隔するとともに，排水路を跨ぐ箇所はボックス鋼内等に配管を敷設する。さらに，ボックス鋼端部から排水路に漏えい水が直接流入しないように土のうを設ける。

(5)　被ばく低減

多核種除去設備は，遮へい，機器の配置等により被ばくの低減を考慮した設計とする。

(6)　可燃性ガスの管理

多核種除去設備は，水の放射線分解により発生する可燃性ガスを適切に排出できる設計とする。また，排出する可燃性ガスに放射性物質が含まれる可能性がある場合には，適切に除去する設計とする。

(7)　健全性に対する考慮

放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設は，機器の重要度に応じた有効な保全が可能な設計とする。

2.16.1.1.4　供用期間中に確認する項目

多核種除去設備処理済水に含まれる除去対象の放射性核種濃度（トリチウムを除く）が告示濃度限度未満であること。

2.16.1.1.5　主要な機器

多核種除去設備は，３系列から構成し，各系列は前処理設備と多核種除去装置で構成する。さらに共通設備として，前処理設備から発生する沈殿処理生成物及び放射性核種を吸着した吸着材を収容して貯蔵する高性能容器，薬品を供給するための薬品供給設備，処理済水のサンプリング，多核種処理水タンクへ移送する多核種移送設備，多核種除去設備の運転監視を行う監視制御装置，電源を供給する電源設備等で構成する。なお，２系列運転で定格処理容量を確保するが，RO 濃縮塩水の処理を早期に完了させる観点から，３系列同時運転も可能な構成とする。また，装置の処理能力を確認するための試料採取が可能な設備とする。

多核種除去設備は電源が喪失した場合，系統が隔離されるため，電源喪失による設備から外部への漏えいが発生することはない。

多核種除去設備の主要な機器は免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。また，多核種除去設備の設置エリアには放射線レベル上昇が確認できるようエリア放射線モニタを設置し監視を行う。監視・制御装置は，故障により各設備の誤動作を引き起こさない構成とする。更に，運転員の誤操作，誤判断を防止するため，装置毎に配置する等の配慮を行うとともに，特に重要な装置の緊急停止操作についてはダブルアクションを要する等の設計とする。

多核種除去設備で処理された水は，処理済水貯留用タンク・槽類で貯留する。

(1) 多核種除去設備

a.　前処理設備

前処理設備は，アルファ核種，コバルト 60，マンガン 54 等の除去を行う鉄共沈処理設備及び吸着阻害イオン（マグネシウム，カルシウム等）の除去を行う炭酸塩沈殿処理設備で構成する。

鉄共沈処理は，後段の多核種除去装置での吸着材の吸着阻害要因となる除去対象核種の錯体を次亜塩素酸により分解すること及び処理対象水中に存在するアルファ核種を水酸化鉄により共沈させ除去することを目的とし，次亜塩素酸ソーダ，塩化第二鉄を添加した後，pH 調整のために苛性ソーダを添加して水酸化鉄を生成させ，さらに凝集剤としてポリマーを投入する。

また，炭酸塩沈殿処理は，多核種除去装置での吸着材によるストロンチウムの除去を阻害するマグネシウム，カルシウム等の２価の金属を炭酸塩により除去することを目的とし，炭酸ソーダと苛性ソーダを添加し，２価の金属の炭酸塩を生成させる。

沈殿処理等により生成された生成物は，クロスフローフィルタにより濃縮し，高性能容器に排出する。

b.　多核種除去装置

多核種除去装置は，１系列あたり１６基の吸着塔及び２基の処理カラムで構成する。

多核種除去装置は，除去対象核種に応じて吸着塔，処理カラムに収容する吸着材（活性炭，キレート樹脂等）の種類が異なっており，処理対象水に含まれるコロイド状及びイオン状の放射性核種を分離・吸着処理する機能を有する。また，吸着塔，処理カラムに収容する吸着材の構成は，処理対象水の性状に応じて変更する。

吸着塔に含まれる吸着材は，所定の容量を通水した後，高性能容器へ排出する。また，処理カラムに含まれる吸着材は，所定の容量を通水した後，処理カラムごと交換する。吸着材を収容した高性能容器は使用済セシウム吸着塔一時保管施設にて，使用済みの処理カラムは，使用済セシウム吸着塔一時保管施設あるいは大型廃棄物保管庫にて貯蔵する。なお，使用済みの処理カラムは一年あたり６体程度発生する。

c.　高性能容器（HIC；High Integrity Container）

高性能容器は使用済みの吸着材，沈殿処理生成物を貯蔵する。

使用済みの吸着材は，収容効率を高めるために脱水装置（SEDS；Self-Engaging Dewatering System）により脱水処理される。

沈殿処理生成物の高性能容器への移送は自動制御で行い，使用済みの吸着材の移送は手動操作によって行う。なお，使用済み吸着材の移送は現場で輸送状況を確認し操作する。高性能容器内の貯蔵量は，水位センサにて監視する。

交換した使用済みの高性能容器は，使用済セシウム吸着塔一時保管施設で貯蔵する。一時保管施設における貯蔵期間（約２０年間）においては，高性能容器の健全性は維持されるものと評価している。なお，使用済みの高性能容器は，３系列同時運転において，一年あたりタイプ１の場合において 733 体程度発生し，タイプ２の場合において 803 体程度発生する。

高性能容器取扱い時に落下による漏えいを発生させないよう高性能容器への補強体等を取り付ける。

d.　薬品供給設備

薬品供給設備は，各添加薬液に対してそれぞれタンクを有し，沈殿処理やpH調整のため，ポンプにより薬品を前処理設備や多核種除去装置に供給する。添加する薬品は，次亜塩素酸ソーダ，苛性ソーダ，炭酸ソーダ，塩酸，塩化第二鉄，ポリマーである。

何れも不燃性であり，装置内での反応熱，反応ガスも有意には発生しない。

e.　電源設備

電源は，異なる２系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。なお，電源が喪失した場合でも，設備からの外部への漏えいは発生することはない。

f.　橋形クレーン

高性能容器，処理カラムを取り扱うための橋形クレーンを２基設ける。

ｇ．多核種移送設備

多核種移送設備は，多核種除去設備で処理された水を採取し，分析後の水を処理済水貯留用のタンクに移送するための設備で，サンプルタンク，多核種除去設備用処理済み水移送ポンプおよび移送配管で構成する。

また，『2.16.1　多核種除去設備』で処理された水は，移送配管を通じて『2.16.2　増設多核種除去設備』のサンプルタンク（増設多核種除去設備用処理済水一時貯留タンク）または『2.16.3　高性能多核種除去設備』のサンプルタンク（高性能多核種除去設備用処理済水一時貯留タンク）に移送することも可能な構成とする。

(2) 多核種除去設備関連施設

a.　処理済水貯留用タンク・槽類

処理済水貯留用タンク・槽類は，多核種除去設備の処理済水を貯留する。

タンク・槽類は，鋼製の円筒形タンクを使用する。

2.16.1.1.6　自然災害対策等

(1)　津波

多核種除去設備及び関連施設は，アウターライズ津波が到達しないと考えられる T.P. 約 28m 以上の場所に設置する。

(2)　台風

台風による設備の損傷を防止するため，上屋外装材は建築基準法施行令に基づく風荷重に対して設計している。

(3)　積雪

積雪による設備の損傷を防止するため，上屋外装材は建築基準法施行令および福島県建築基準法施行規則細則に基づく積雪荷重に対して設計している。

(4)　落雷

接地網を設け，落雷による損傷を防止する。

(5)　竜巻

竜巻の発生の可能性が予見される場合は，設備の停止・隔離弁の閉止操作等を行い，汚染水の拡大防止を図る。また，車両などの飛来物によって，設備を破壊させることがないよう，車両を設備から遠ざける措置をとる。

(6)　火災

火災発生を防止するため，実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。また，火災検知性を向上させるため，消防法基準に準拠した火災検出設備を設置するとともに，初期消火のために近傍に消火器を設置する。さらに，避難時における誘導用のために誘導灯を設置する。

2.16.1.1.7　構造強度及び耐震性

(1)　構造強度

多核種除去設備等を構成する機器は，「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成２５年６月２８日原子力規制委員会規則第６号）」において，廃棄物処理設備に相当するクラス３機器と位置付けられる。この適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「設計・建設規格」という。）で規定される。ただし，増設する吸着塔 15，16 を除き，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境等が通常時と大幅に異なっているため，設計・建設規格の要求を全て満足して設計・製作・検査を行うことは困難である。

このため，設備の健全性は，製品の試験データ，材料納品書，管理要領，作業記録，耐圧漏えい試験又は運転圧力による漏えい試験等の結果により確認している。

具体的には，国内製作機器については， JIS 等の規格に適合した一般産業品の機器等や，設計・建設規格に定める材料と同等の信頼性を有する材料等を採用する。また，耐圧試験については，最高使用圧力以上の耐圧試験，気圧による漏えい試験，運転圧力による漏えい試験又は機器製造メーカの規定による耐圧漏えい試験等の実施により，設備の健全性を確認する。溶接部については，溶接施工会社の管理要領や実施した施工法，施工者の資格，系統機能試験等による漏えい等の異常がないことの確認により，溶接部の健全性を確認するとともに，非破壊検査や耐圧漏えい検査の要求のある機器の一部溶接部では，外観検査等により溶接部に有意な欠陥等ないことをもって健全性を確認している。

なお、増設する吸着塔 15，16 は，設計・建設規格のクラス３機器に準じた設計とする。

海外製作機器については，「欧州統一規格（European Norm）」（以下，「EN 規格」という。），仏国圧力容器規格（以下，CODAP という。）等の海外規格に準拠した材料検査，耐圧漏えい検査等の結果により，健全性を確認している。クラス 3 機器に該当しない機器（耐圧

ホース，ポリエチレン管等）については，日本産業規格（JIS），日本水道協会規格またはISO規格等の適合品または，製品の試験データ等により健全性を確認している。

なお，構造強度に関連して経年劣化の影響を評価する観点から，原子力発電所での使用実績がない材料を使用する場合は，他産業での使用実績等を活用しつつ，必要に応じて試験等を行うことで，経年劣化の影響についての評価を行う。なお，試験等の実施が困難な場合にあっては，巡視点検等による状態監視を行うことで，健全性を確保する。

(2) 耐震性

多核種除去設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，2021年9月8日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方を踏まえ，その安全機能の重要度，地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

ただし，2021年9月8日以前に認可された機器については，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を参考にして耐震クラスを分類している。

耐震性を評価するにあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」等に準拠する。要求される地震力に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。

2.16.1.1.8　機器の故障への対応

(1) 機器の単一故障

多核種除去設備は，３つの処理系列を有し，電源についても多重化している。そのため，動的機器，電源系統の単一故障については，処理系列の切替作業等により，速やかな処理の再開が可能である。

(2) 除染能力の低下

放射性核種の濃度測定の結果，有意な濃度が確認された場合には，処理済水を再度多核種除去設備に戻す再循環処理を実施する。

(3) 高性能容器の落下

高性能容器については，多核種除去設備での運用を考慮した高さから落下しても容器の健全性に問題ないことが確認されているものを使用する。

また，万一の容器落下破損による漏えい時の対応として，回収作業に必要な吸引車等を配備し，吸引車を操作するために必要な要員を確保する。また，漏えい回収訓練及び吸引車の点検を定期的に行う。

2.16.1.2　基本仕様

2.16.1.2.1　主要仕様

(1)　多核種除去設備

処理方式　　凝集沈殿方式＋吸着材方式

処理容量・処理系列　　250m^3/日/系列×3 系列

(2)　バッチ処理タンク

名称			バッチ処理タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	33.1
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	3100
	胴板厚さ	mm	9
	下部鏡板厚さ	mm	9
	高さ	mm	6100
材料	胴板	－	SUS316L・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SUS316L・内面ゴムライニング
個数		個	2（1 系列あたり）

(3)　スラリー移送ポンプ(完成品)

台　　数　　1 台（1 系列あたり）

容　　量　　36 m^3/h

(4) 循環タンク

名称			循環タンク
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	5.87
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1850
	胴板厚さ	mm	9
	下部鏡板厚さ	mm	9
	高さ	mm	3650
材料	胴板	―	SUS316L
	下部鏡板	―	SUS316L
個数		個	1（1系列あたり）

(5) 循環ポンプ1（完成品）

台　　数　　1台（1系列あたり）

容　　量　　191 m^3/h

(6) デカントポンプ（完成品）

台　　数　　1台（1系列あたり）

容　　量　　120 m^3/h

(7) デカントタンク

名称			デカントタンク
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	35.57
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	3100
	胴板厚さ	mm	9
	下部鏡板厚さ	mm	9
	高さ	mm	5979
材料	胴板	―	SS400・内面ゴムライニング
	下部鏡板	―	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	1（1系列あたり）

(8) 供給ポンプ1（完成品）

台　　数　　1台（1系列あたり）

容　　量　　12.5 m^3/h

(9) 共沈タンク

名称			共沈タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	3.42
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1400
	胴板厚さ	mm	6
	下部鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	3921
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	1（1系列あたり）

(10) 供給タンク

名称			供給タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	3.69
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1400
	胴板厚さ	mm	6
	下部鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	3646
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	1（1系列あたり）

(11) 供給ポンプ2（完成品）

台　　数　　1台（1系列あたり）

容　　量　　12.5 m^3/h

(12) 循環ポンプ 2（完成品）

台　　数　　1 台（1 系列あたり）

容　　量　　313 m^3/h

(13) 吸着塔入口バッファタンク

名称			吸着塔入口バッファタンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	6.52
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1500
	胴板厚さ	mm	9
	底板厚さ	mm	25
	高さ	mm	4135
材料	胴板	－	SUS316L
	底板	－	SUS316L
個数		個	1（1 系列あたり）

(14) ブースターポンプ 1（完成品）

台　　数　　1 台（1 系列あたり）

容　　量　　12.5 m^3/h

(15) ブースターポンプ 2（完成品）

台　　数　　1 台（1 系列あたり）

容　　量　　12.5 m^3/h

(16) 吸着塔 1～14

名称			吸着塔 1～14
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	1
最高使用圧力		MPa	1.37
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1054
	胴板厚さ	mm	18
	上部鏡板厚さ	mm	20
	下部鏡板厚さ	mm	20
	高さ	mm	2046
材料	胴板	―	SUS316L
	上部鏡板	―	SUS316L
	下部鏡板	―	SUS316L
個数		基	14（1 系列あたり）

(17) 吸着塔 15,16

名　　称			吸着塔 15,16
種　　類		―	たて置円筒形
容　　量		m^3/個	1
最高使用圧力		MPa	0.70
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴　内　径	mm	890.4
	胴板厚さ	mm	12
	平板厚さ（蓋）	mm	55
	平板厚さ（底）	mm	60
	高　さ	mm	3209
材料	胴　板	―	SM490A・内面ゴムライニング
	平　板（蓋）	―	SM490A・内面ゴムライニング
	平　板（底）	―	SM490A・内面ゴムライニング
	胴フランジ	―	SM490A・内面ゴムライニング
個　　数		基	2（1 系列あたり）

(18) 処理カラム

名称			処理カラム
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	3
最高使用圧力		MPa	1.37
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1354
	胴板厚さ	mm	20
	上部鏡板厚さ	mm	22
	下部鏡板厚さ	mm	22
	高さ	mm	2667
材料	胴板	―	SUS316L
	上部鏡板	―	SUS316L
	下部鏡板	―	SUS316L
個数		基	2（1系列あたり）

(19) 移送タンク

名称			移送タンク
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	4.12
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1400
	胴板厚さ	mm	6
	底板厚さ	mm	16
	高さ	mm	3006
材料	胴板	―	SS400・内面ゴムライニング
	底板	―	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	1（1系列あたり）

(20) 移送ポンプ（完成品）

台　　数　　1台（1系列あたり）

容　　量　　12.5 m^3/h

(21) 前段クロスフローフィルタ（完成品）

台　　数　　2台（1系列あたり）

(22) 後段クロスフローフィルタ（完成品）

台　　数　　6台（1系列あたり）

(23) 出口フィルタ（完成品）

台　　数　　1台（1系列あたり）

(24) 高性能容器（タイプ1）（完成品）

基　　数　　12基（多核種除去設備での設置台数）

容　　量　　2.86 m^3

(25) 高性能容器（タイプ2）（完成品）

基　　数　　12基（多核種除去設備での設置台数）

容　　量　　2.61 m^3

(26) 苛性ソーダ貯槽（完成品）

名称			苛性ソーダ貯槽
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	15
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴外径	mm	2610
	胴板厚さ	mm	18
	高さ	mm	3315
材料	胴板	－	ポリエチレン
	底板	－	ポリエチレン
個数		個	1

(27)　炭酸ソーダ貯槽（完成品）

名称			炭酸ソーダ貯槽
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	50
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴外径	mm	3315
	胴板厚さ	mm	17
	高さ	mm	6200
材料	胴板	－	ポリエチレン
	底板	－	ポリエチレン
個数		個	2

(28)　次亜塩素酸ソーダ貯槽（完成品）

名称			次亜塩素酸ソーダ貯槽
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	3
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴外径	mm	1620
	胴板厚さ	mm	7
	高さ	mm	1650
材料	胴板	－	ポリエチレン
	底板	－	ポリエチレン
個数		個	1

(29)　塩酸貯槽（完成品）

名称			塩酸貯槽
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	30
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴外径	mm	2905
	胴板厚さ	mm	14
	高さ	mm	4985
材料	胴板	―	ポリエチレン
	底板	―	ポリエチレン
個数		個	1

(30)　塩化第二鉄貯槽（完成品）

名称			塩化第二鉄貯槽
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	4
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴外径	mm	1815
	胴板厚さ	mm	6.5
	高さ	mm	1815
材料	胴板	―	ポリエチレン
	底板	―	ポリエチレン
個数		個	1

(31)　サンプルタンク

名称			サンプルタンク
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	1100
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴内径	mm	12000
	胴板厚さ	mm	12
	底板厚さ	mm	16
	高さ	mm	10822
材料	胴板	―	SS400
	底板	―	SS400
個数		個	4

(32)　処理済水移送ポンプ

台　　数　　2台

容　　量　　40 m^3/h

(33)　炭酸ソーダ供給ポンプ（完成品）

台　　数　　3台

容　　量　　0.2 m^3/h

(34) 配管

主要配管仕様（１／４）

名　称	仕　様	
ＲＯ濃縮水移送ポンプ配管分岐部から多核種除去設備入口まで（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.15MPa 1.0MPa 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 100A/Sch.80 STPG370 1.15MPa 40℃
多核種除去設備入口からブースターポンプ１まで（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.80 STPG370 0.98MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A/Sch.40 32A/Sch.40 50A/Sch.40 65A/Sch.40 100A/Sch.40 125A/Sch.40 150A/Sch.40 200A/Sch.40 250A/Sch.40 300A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch.40 100A/Sch.40 KS D 3576 STS 316L 0.98MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 SUS316L 1.37MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 EPDM 静水頭 60℃

主要配管仕様（２／４）

名　称	仕　様	
ブースターポンプ１から 移送タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ	32A/Sch.40 50A/Sch.40 80A/Sch.40
	材質	SUS316L
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ	50A/Sch.40
	材質	SUS316L
	最高使用圧力	0.7MPa
	最高使用温度	60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 100A/Sch.40
	材質	STPG370+ﾗｲﾆﾝｸﾞ
	最高使用圧力	0.7MPa
	最高使用温度	60℃
（耐圧ホース）	呼び径	50A 相当
	材質	EPDM
	最高使用圧力	1.37MPa
	最高使用温度	60℃
移送タンクから 多核種除去設備出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ	32A/Sch.40 50A/Sch.40
	材質	SUS316L
	最高使用圧力	1.15MPa
	最高使用温度	60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ	50A/Sch.40
	材質	SUS316L
	最高使用圧力	静水頭
	最高使用温度	60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ	50A/Sch.80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.15MPa
	最高使用温度	60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ	50A/Sch.80 100A/Sch.80
	材質	STPG370
	最高使用圧力	1.15MPa
	最高使用温度	40℃

主要配管仕様（３／４）

名称	仕様	
多核種除去設備出口から 処理済水貯留用タンク・槽類※まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.0MPa 1.15MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 150A 相当 200A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch.40 100A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 SUS316L 1.0MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch.40 65A/Sch.40 100A/Sch.40 150A/Sch.40 200A/Sch.40 STPG370+ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 40℃
多核種除去設備用移送ポンプ出口から多核種除去設備入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch.80 100A/Sch.80 STPG370 1.15MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370+ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 40℃

※多核種処理水貯槽，RO 濃縮水貯槽または Sr 処理水貯槽

主要配管仕様（４／４）

名称	仕様	
多核種除去設備建屋入口から 炭酸ソーダ貯槽まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A 相当 ポリエチレン 0.5MPa 60℃
炭酸ソーダ貯槽から 共沈タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A/Sch.40 65A/Sch.40 50A/Sch.40 40A/Sch.40 25A/Sch.40 SUS316L 0.5MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch.40 40A/Sch.40 SUS316L 0.5MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 EPDM 0.5MPa 40℃ 60℃

(35)　放射線監視装置

放射線監視装置仕様

項目	仕様
名称	エリア放射線モニタ
基数	2 基
種類	半導体検出器
取付箇所	多核種除去設備設置エリア
計測範囲	10^{-3}mSv/h～10^{1}mSv/h

2.16.1.3 添付資料

添付資料－１：　全体概要図及び系統構成図

添付資料－２：　放射性液体廃棄物処理設備等に関する構造強度及び耐震性等の評価結果

添付資料－３：　多核種除去設備上屋の耐震性に関する検討結果

添付資料－４：　多核種除去設備等の具体的な安全確保策

添付資料－５：　高性能容器の健全性評価

添付資料－６：　除去対象核種の選定

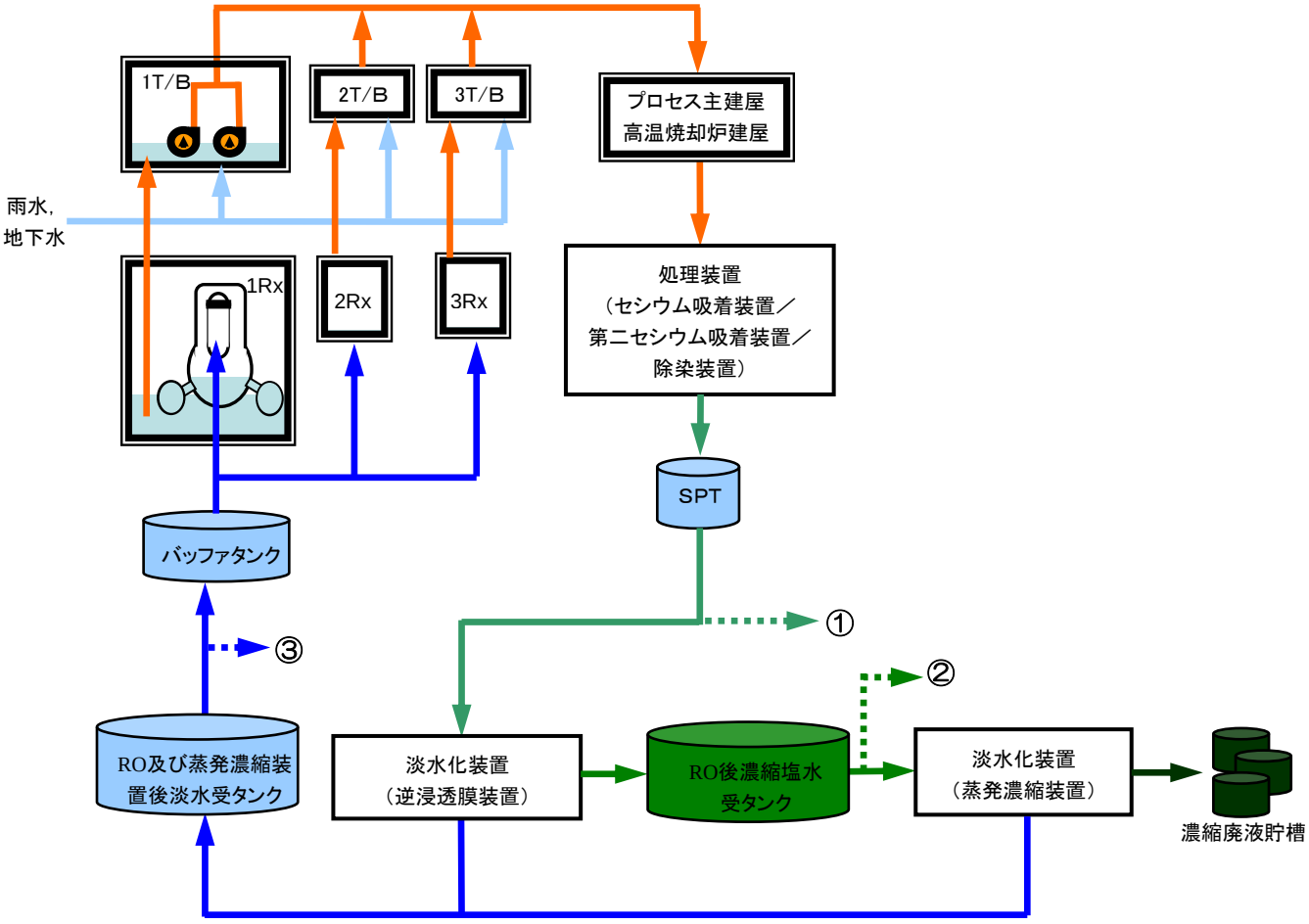
添付資料－７：　高性能容器落下破損時の漏えい物回収作業における被ばく線量評価

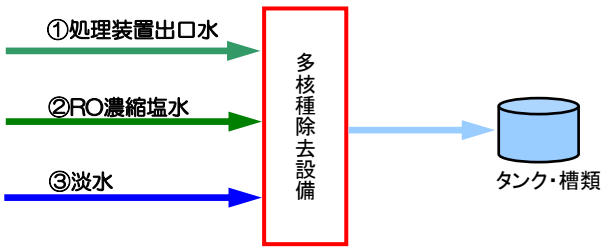
添付資料－８：　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設の試験及び工事計画

添付資料－９：　多核種除去設備に係る確認事項

添付資料－１０：保管中高性能容器内水抜き装置の設置について

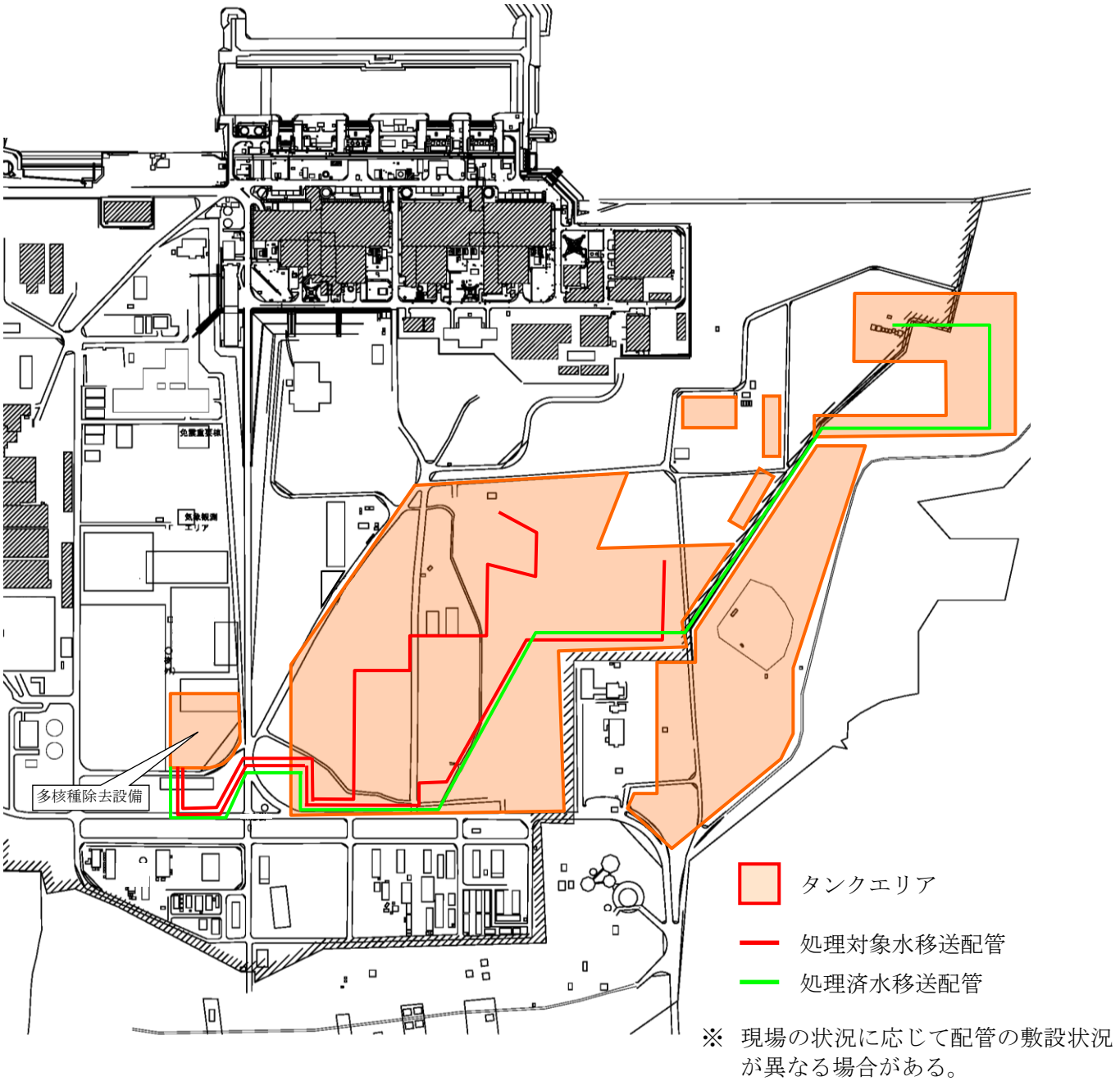
添付資料－１１：多核種除去設備の確認試験結果について



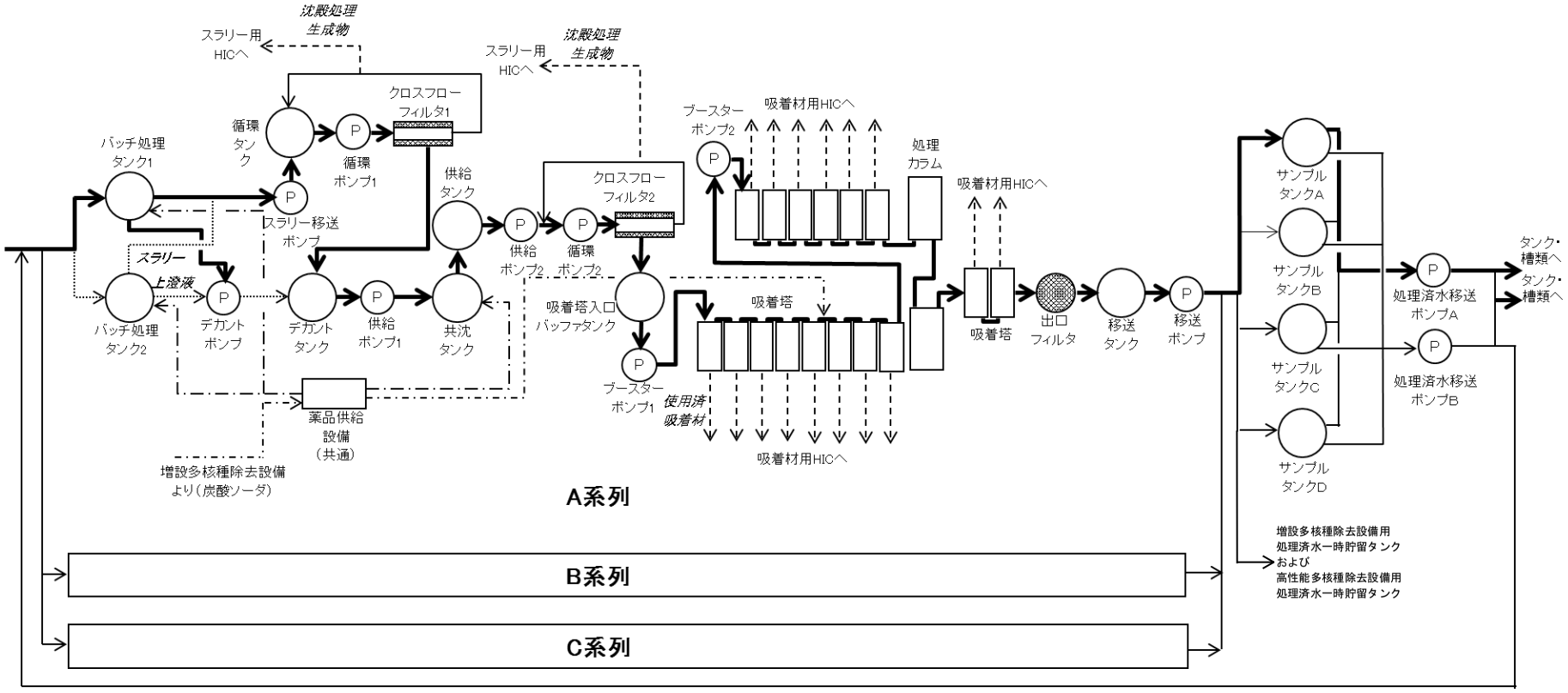


(a)　配置概要

図－１　汚染水処理設備並びに多核種除去設備等の全体概要図



図－２　多核種除去設備の配置概要図



図－３　多核種除去設備の系統構成図

放射性液体廃棄物処理設備等に関する構造強度及び耐震性等の評価結果

放射性液体廃棄物処理設備等を構成する設備について,構造強度評価の基本方針及び耐震性評価の基本方針に基づき構造強度及び耐震性等の評価を行う。

1.1 基本方針

1.1.1 構造強度評価の基本方針

多核種除去設備等を構成する機器は,「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成２５年６月２８日原子力規制委員会規則第６号)」において，廃棄物処理設備に相当するクラス３機器と位置付けられる。この適用規格は,「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」(以下,「設計・建設規格」という。）で規定される。ただし，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境等が通常時と大幅に異なっているため，設計・建設規格の要求を全て満足して設計・製作・検査を行うことは困難である。従って，可能な限り設計・建設規格のクラス３機器相当の設計・製作・検査を行うものの，JIS 等の規格に適合した一般産業品の機器等や，設計・建設規格に定める材料と同等の信頼性を有する材料・施工方法等を採用する。また，溶接部については，系統機能試験等を行い，漏えい等の異常がないことを確認する。

なお，構造強度に関連して経年劣化の影響を評価する観点から，原子力発電所での使用実績がない材料を使用する場合は，他産業での使用実績等を活用しつつ，必要に応じて試験等を行うことで，経年劣化の影響についての評価を行う。なお，試験等の実施が困難な場合にあっては，巡視点検等による状態監視を行うことで，健全性を確保する。

1.1.2 耐震性評価の基本方針

多核種除去設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，2021 年 9 月 8 日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方を踏まえ，その安全機能の重要度，地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

ただし，2021 年 9 月 8 日以前に認可された機器については,「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を参考にして耐震クラスを分類し，参考評価として，基準地震動Ｓｓ相当の水平震度に対して健全性が維持されることを確認している。

耐震性を評価するにあたっては,「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」等に準拠する。要求される地震力に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。

1.2　評価結果

1.2.1　ポンプ類

(1)構造強度評価

ポンプは一般産業品とするため，設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら，以下により高い信頼性を確保した。

・公的規格に適合したポンプを選定する。

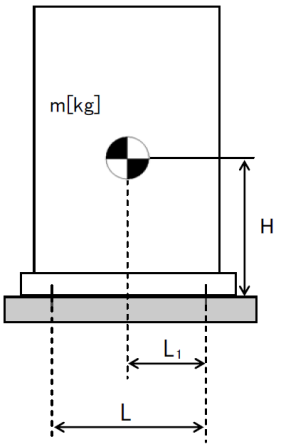
・耐腐食性（塩分対策）を有したポンプを選定する。

・試運転により，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。

(2)耐震性評価

a.基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表１）。



L　：　基礎ボルト間の水平方向距離

m　：　機器重量

g　：　重力加速度

H　：　据付面からの重心までの距離

L_1　：　重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f　：　引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n　：　基礎ボルトの本数

A_b　：　基礎ボルトの軸断面積

C_H　：　水平方向設計震度

C_V　：　鉛直方向設計震度

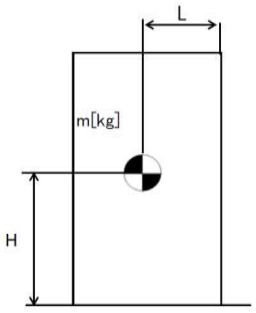
基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times \left(1 - C_V\right) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

b. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくことから，転倒しないことを確認した。また，地震による転倒モーメント＞自重による安定モーメントとなるものについては，a. での計算により基礎ボルトの強度が確保されることから転倒しないことを確認した(表１)。



C_H ： 水平方向設計震度
m ： 機器重量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離

地震による転倒モーメント：$M_1 = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント：$M_2 = m \times g \times L$

表１：ポンプ耐震評価結果（１／３）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
スラリー移送ポンプ	本体	転倒	0.36	3.17×10^{5}	6.71×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	1	139	MPa
循環ポンプ１	本体	転倒	0.36	2.34×10^{6}	4.70×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	4	133	MPa
デカントポンプ	本体	転倒	0.36	6.84×10^{5}	1.32×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	2	139	MPa
供給ポンプ１	本体	転倒	0.36	1.95×10^{5}	4.80×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	1	139	MPa
供給ポンプ２	本体	転倒	0.36	3.28×10^{5}	7.36×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	2	139	MPa
循環ポンプ２	本体	転倒	0.36	2.59×10^{6}	5.21×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	4	133	MPa
ブースターポンプ１	本体	転倒	0.36	4.85×10^{5}	1.02×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	2	139	MPa
ブースターポンプ２	本体	転倒	0.36	4.85×10^{5}	1.02×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	2	139	MPa
処理済水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	8.30×10^{5}	1.10×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	2	141	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

表１：ポンプ耐震評価結果（２／３）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
スラリー移送ポンプ	本体	転倒	0.80	7.04×10^{5}	6.71×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	180	MPa
		せん断	0.80	3	139	MPa
循環ポンプ１	本体	転倒	0.80	5.18×10^{6}	4.70×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	173	MPa
		せん断	0.80	8	133	MPa
デカントポンプ	本体	転倒	0.80	1.52×10^{6}	1.32×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	180	MPa
		せん断	0.80	5	139	MPa
供給ポンプ１	本体	転倒	0.80	4.33×10^{5}	4.80×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	2	139	MPa
供給ポンプ２	本体	転倒	0.80	7.29×10^{5}	7.36×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	3	139	MPa
循環ポンプ２	本体	転倒	0.80	5.74×10^{6}	5.21×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	173	MPa
		せん断	0.80	9	133	MPa
ブースターポンプ１	本体	転倒	0.80	1.08×10^{6}	1.02×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	180	MPa
		せん断	0.80	4	139	MPa
ブースターポンプ２	本体	転倒	0.80	1.08×10^{6}	1.02×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	180	MPa
		せん断	0.80	4	139	MPa
処理済水移送ポンプ	本体	転倒	0.80	1.90×10^{6}	1.10×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	3	183	MPa
		せん断	0.80	5	141	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

表１：ポンプ耐震評価結果（３／３）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
炭酸ソーダ供給ポンプ	本体	転倒	0.36	2.03×10^5	1.28×10^5	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	2	183	MPa
		せん断	0.36	2	141	MPa

1.2.2　タンク類，吸着塔及び処理カラム

(1)構造強度評価

タンク類は，SUS316L（バッチ処理タンクについてはゴムライニング付）もしくは炭素鋼（ライニング付）とするが材料の調達において一般産業品とするため，材料証明がなく，設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら，以下により高い信頼性を確保した。

・工場にて溶接を行い高い品質を確保する。

・水張りによる溶接部の漏えい確認等を行う。

また，吸着塔 1～14 及び処理カラムは，SUS316L とするが材料の調達において一般産業品とするため，材料証明がなく，設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら，以下を考慮することで，高い信頼性を確保した。

・公的規格に適合した一般産業品の SUS316L を用いて吸着塔，処理カラムを製作する。

・溶接継手は，PT 検査，運転圧による漏えい確認等を行う。

・工場にて溶接を行い高い品質を確保する。

なお，吸着塔 15，16 については，設計・建設規格のクラス 3 容器に準じた設計とする。

a.スカート支持たて置円筒形容器

スカート支持たて置円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧（開放型タンク），最高使用圧力（密閉型タンク）に耐えられることを確認した（表２）。

(開放型の場合)

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
H ： 水頭
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

(密閉型の場合)

(1) 胴の厚さ

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t = 3.00[mm]以上，その他の金属の場合は t = 1.50[mm]以上とする。

(2) 平板の厚さ

$$t = d\sqrt{\frac{2KP}{S}}$$

t ：平板の計算上必要な厚さ
d ：ボルト中心円の直径または平板の径
P ：最高使用圧力
S ：平板の許容引張応力
K ：平板の取付け方法による係数

(3) 胴フランジの厚さ

$$t = \sqrt{\frac{6M_0}{\sigma_f(\pi C - nd_h)}}$$

M_0 ：フランジに作用するモーメント
σ_f ：最高使用温度におけるフランジの許容引張応力
C ：ボルト穴中心円の直径
n ：ボルト本数
d_h ：ボルト穴直径

表２：スカート支持たて置円筒形容器板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
バッチ処理タンク	胴板	1.50	7.80
	鏡板	2.67	7.80
循環タンク	胴板	1.50	7.80
	鏡板	1.14	8.35
デカントタンク	胴板	3.00	7.45
	鏡板	1.26	6.00
共沈タンク	胴板	3.00	4.60
	鏡板	0.31	3.90
供給タンク	胴板	3.00	4.60
	鏡板	0.32	3.90
吸着塔 1～14	胴板	9.57	16.50
	鏡板	10.18	18.50
吸着塔 15，16	胴板	3.64	10.73
	平板（蓋）	47.07	54.00
	平板（底）	54.57	58.05
	胴フランジ	28.12	56.00
処理カラム	胴板	12.29	18.70
	鏡板	13.09	20.70

b.平底たて置円筒形容器

平底たて置円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した(表３)。

$$t = \frac{D_i H \rho}{0.204 S \eta}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
H ： 水頭
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t = 3.00[mm]以上，その他の金属の場合は t = 1.50[mm]以上とする。

表３：平底たて置円筒形容器板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
吸着塔入口バッファタンク	胴板	1.50	7.80
	底板	3.00	23.70
移送タンク	胴板	3.00	4.60
	底板	3.00	14.45
炭酸ソーダ貯槽	胴板	4.55	12.00
	底板	3.00	9.00

c.三脚たて置円筒形容器

三脚たて置円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表４）。

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

ｔ：胴の計算上必要な厚さ
Di：胴の内径
Ｐ：最高使用圧力
Ｓ：最高使用温度における材料の許容引張応力
η：長手継手の効率

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ＝3.00[mm]以上，その他の金属の場合はｔ＝1.50[mm]以上とする。

表４：三脚たて置円筒形容器板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
出口フィルタ	胴板	1.92	3.50
	鏡板	1.34	3.10

d. 円筒型タンク

円筒型タンクについては，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表５）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
H ： 水頭
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t = 3.00[mm]以上，その他の金属の場合は t = 1.50[mm]以上とする。

表５：円筒型タンク板厚評価結果

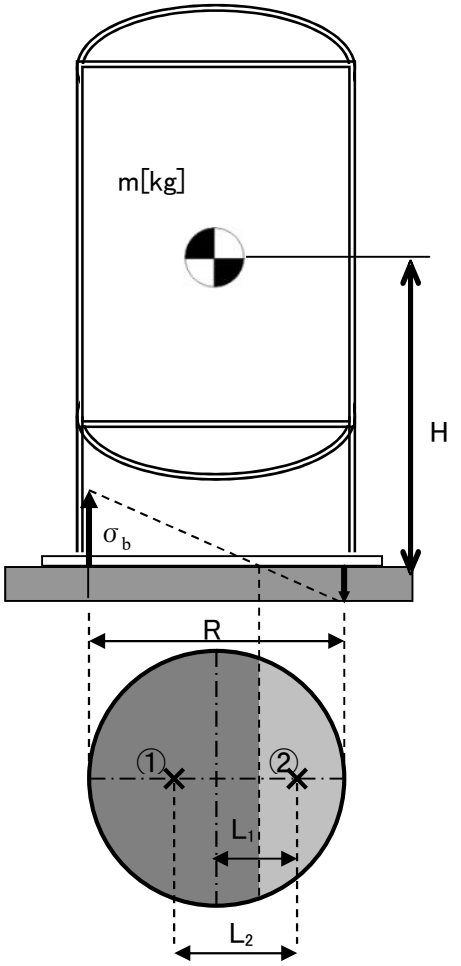
機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
サンプルタンク	タンク板厚	5.89	12.00

(2)耐震性評価

a. スカート支持たて置円筒形容器

(a)基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表６）。



m　：機器重量
g　：重力加速度
H　：据付面からの重心までの距離
n　：基礎ボルトの本数
A_b　：基礎ボルトの軸断面積
C_H　：水平方向設計震度
C_V　：鉛直方向設計震度
C_t　：中立軸の位置より求める係数
σ_b：基礎ボルトに作用する引張応力
F_t　：基礎ボルトに作用する引張力
①　：基礎ボルトに作用する引張力の作用点
②　：基礎部に作用する圧縮力の作用点
R　：基礎ボルトのピッチ円直径
L_1　：基礎ボルトのピッチ円中心から②までの距離
L_2　：①から②までの距離

基礎ボルトに作用する引張力：$F_t = \dfrac{1}{L_2}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトに作用する引張応力：$\sigma_b = \dfrac{2\pi \times F_t}{n \times A_b \times C_t}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \dfrac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

(b)胴板の強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して，胴板の強度評価を実施した。

一次一般膜応力σ０を下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した(表６)。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

σ_{0t}：一次一般膜応力（引張側）
σ_{0c}：一次一般膜応力（圧縮側）
σ_ϕ　：胴の周方向応力の和
σ_{xt}：胴の軸方向応力の和（引張側）
σ_{xc}：胴の軸方向応力の和（圧縮側）
τ　：地震により胴に生じるせん断応力

(c)スカートの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して，スカートの強度評価を実施した。

組合せ応力σｓを下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した(表６)。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)^2 + 3\cdot\tau^2}$$

σ_1：スカートの質量による軸方向応力
σ_2：スカートの鉛直方向地震による軸方向応力
σ_3：スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
τ：地震によるスカートに生じるせん断応力

また，座屈評価を下記の式により行い，スカートに座屈が発生しないことを確認した(表６)。

$$\frac{\eta\cdot(\sigma_1 + \sigma_2)}{f_c} + \frac{\eta\cdot\sigma_3}{f_b} \leqq 1$$

σ_1：スカートの質量による軸方向応力
σ_2：スカートの鉛直方向地震による軸方向応力
σ_3：スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
f_c：軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
f_b：曲げモーメントに対する許容座屈応力
η：座屈応力に対する安全率

表６：スカート支持たて置円筒形容器耐震評価結果（１／２）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
バッチ処理タンク	胴板	一次一般膜	0.36	15	163	MPa
	スカート	組合せ	0.36	10	205	MPa
		座屈	0.36	0.05	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	1	130	MPa
		せん断	0.36	33	101	MPa
循環タンク	胴板	一次一般膜	0.36	8	163	MPa
	スカート	組合せ	0.36	9	205	MPa
		座屈	0.36	0.04	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	1	131	MPa
		せん断	0.36	18	101	MPa
デカントタンク	胴板	一次一般膜	0.36	12	233	MPa
	スカート	組合せ	0.36	17	241	MPa
		座屈	0.36	0.10	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	1	440	MPa
		せん断	0.36	21	338	MPa
共沈タンク	胴板	一次一般膜	0.36	5	233	MPa
	スカート	組合せ	0.36	10	241	MPa
		座屈	0.36	0.05	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	11	180	MPa
		せん断	0.36	11	139	MPa
供給タンク	胴板	一次一般膜	0.36	6	233	MPa
	スカート	組合せ	0.36	11	241	MPa
		座屈	0.36	0.06	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	9	180	MPa
		せん断	0.36	13	139	MPa
吸着塔 1～14	胴板	一次一般膜	0.36	41	163	MPa
	スカート	組合せ	0.36	4	205	MPa
		座屈	0.36	0.02	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	2	131	MPa
		せん断	0.36	3	101	MPa
吸着塔 15, 16	胴板	一次一般膜	0.36	27	282	MPa
	スカート	組合せ	0.36	7	309	MPa
		座屈	0.36	0.03	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	9	158	MPa
		せん断	0.36	6	121	MPa
処理カラム	胴板	一次一般膜	0.36	48	163	MPa
	スカート	組合せ	0.36	4	205	MPa
		座屈	0.36	0.02	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	1	131	MPa
		せん断	0.36	12	101	MPa

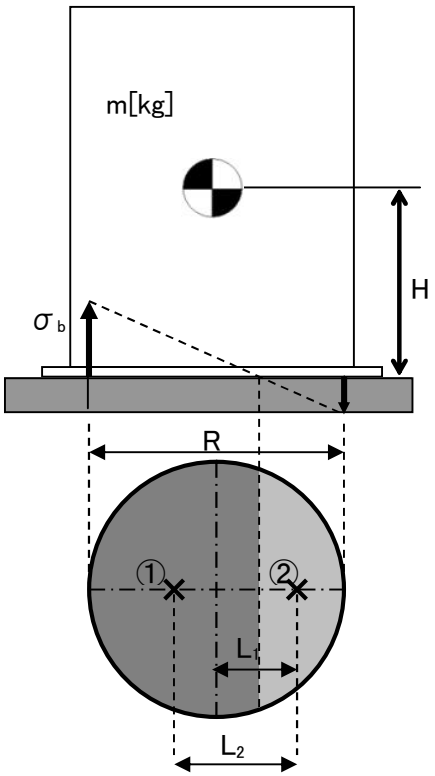
表６：スカート支持たて置円筒形容器耐震評価結果（２／２）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
バッチ処理タンク	胴板	一次一般膜	0.80	21	163	MPa
	スカート	組合せ	0.80	17	205	MPa
		座屈	0.80	0.08	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	75	131	MPa
		せん断	0.80	26	101	MPa
循環タンク	胴板	一次一般膜	0.80	12	163	MPa
	スカート	組合せ	0.80	16	205	MPa
		座屈	0.80	0.07	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	42	121	MPa
		せん断	0.80	39	101	MPa
デカントタンク	胴板	一次一般膜	0.80	20	233	MPa
	スカート	組合せ	0.80	32	241	MPa
		座屈	0.80	0.17	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	63	440	MPa
		せん断	0.80	47	338	MPa
共沈タンク	胴板	一次一般膜	0.80	8	233	MPa
	スカート	組合せ	0.80	20	241	MPa
		座屈	0.80	0.10	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	72	180	MPa
		せん断	0.80	25	139	MPa
供給タンク	胴板	一次一般膜	0.80	10	233	MPa
	スカート	組合せ	0.80	21	241	MPa
		座屈	0.80	0.10	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	73	180	MPa
		せん断	0.80	28	139	MPa
吸着塔 1～14	胴板	一次一般膜	0.80	41	163	MPa
	スカート	組合せ	0.80	8	205	MPa
		座屈	0.80	0.04	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	16	131	MPa
		せん断	0.80	7	101	MPa
吸着塔 15，16	胴板	一次一般膜	0.80	27	282	MPa
	スカート	組合せ	0.80	14	309	MPa
		座屈	0.80	0.05	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	44	158	MPa
		せん断	0.80	13	121	MPa
処理カラム	胴板	一次一般膜	0.80	48	163	MPa
	スカート	組合せ	0.80	8	205	MPa
		座屈	0.80	0.03	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	39	131	MPa
		せん断	0.80	26	101	MPa

b. 平底たて置円筒形容器

(a) 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表７）。



m　：機器重量
g　：重力加速度
H　：据付面からの重心までの距離
n　：基礎ボルトの本数
A_b　：基礎ボルトの軸断面積
C_H　：水平方向設計震度
C_V　：鉛直方向設計震度
C_t　：中立軸の位置より求める係数
σ_b：基礎ボルトに作用する引張応力
F_t　：基礎ボルトに作用する引張力
①　：基礎ボルトに作用する引張力の作用点
②　：基礎部に作用する圧縮力の作用点
R　：基礎ボルトのピッチ円直径
L_1　：基礎ボルトのピッチ円中心から②までの距離
L_2：①から②までの距離

基礎ボルトに作用する引張力：$F_t = \dfrac{1}{L_2}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \dfrac{2\pi \times F_t}{n \times A_b \times C_t}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \dfrac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

(b)胴板の強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して，胴板の強度評価を実施した。

一次一般膜応力σ０を下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した(表７)。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

σ_{0t}：一次一般膜応力（引張側）
σ_{0c}：一次一般膜応力（圧縮側）
σ_ϕ　：胴の周方向応力の和
σ_{xt}：胴の軸方向応力の和（引張側）
σ_{xc}：胴の軸方向応力の和（圧縮側）
τ　：地震により胴に生じるせん断応力

また，座屈評価を下記の式により行い，胴板に座屈が発生しないことを確認した(表７)。

$$\frac{\eta\cdot(\sigma_1 + \sigma_2)}{f_c} + \frac{\eta\cdot\sigma_3}{f_b} \leqq 1$$

σ_1：胴の空質量による軸方向圧縮応力
σ_2：胴の鉛直方向地震による軸方向応力
σ_3：胴の水平方向地震による軸方向応力
f_c：軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
f_b：曲げモーメントに対する許容座屈応力
η：座屈応力に対する安全率

表７：平底たて置円筒形容器耐震評価結果

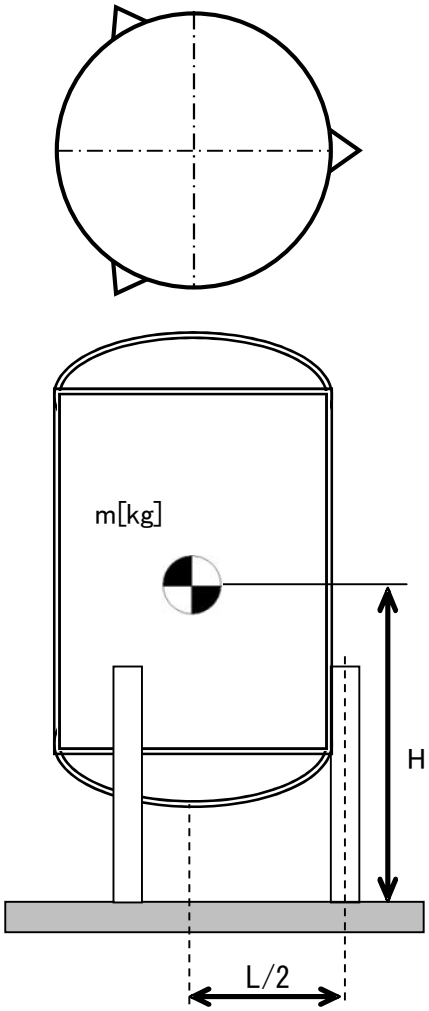
機器名称	評価部位		水平震度	算出値	許容値	単位
吸着塔入口バッファタンク	胴板	一次一般膜	0.36	7	163	MPa
		座屈	0.36	0.04	1	－
	基礎ボルト	引張	0.36	6	131	MPa
		せん断	0.36	10	101	MPa
	胴板	一次一般膜	0.80	14	163	MPa
		座屈	0.80	0.08	1	－
	基礎ボルト	引張	0.80	55	131	MPa
		せん断	0.80	21	101	MPa
移送タンク	胴板	一次一般膜	0.36	5	233	MPa
		座屈	0.36	0.03	1	－
	基礎ボルト	引張	0.36	2	180	MPa
		せん断	0.36	12	139	MPa
	胴板	一次一般膜	0.80	11	233	MPa
		座屈	0.80	0.05	1	－
	基礎ボルト	引張	0.80	52	180	MPa
		せん断	0.80	26	139	MPa
炭酸ソーダ貯槽	胴板	一次一般膜	0.36	6	15	MPa
		座屈	0.36	0.34	1	－
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	44	141	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

c.三脚たて置円筒形容器

(a)基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表８）。



L　：脚断面の図心の描く円の直径
m　：機器重量
g　：重力加速度
H　：据付面からの重心までの距離
A_b　：基礎ボルトの軸断面積
C_H　：水平方向設計震度
C_V　：鉛直方向設計震度

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{1}{3 \times A_b}\left(\frac{4 \times m \times g \times C_H \times H}{L} - m \times g \times (1 - C_V)\right)$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{1}{3 \times A_b}\left(m \times g \times C_H - 0.1 \times m \times g \times (1 - C_V)\right)$

(b)脚の強度評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」の強度評価方法に準拠して，脚の強度評価を実施した。

組合せ応力σ$_s$を下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した(表８)。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

σ$_1$：脚の質量による軸方向応力
σ$_2$：脚の鉛直方向地震による軸方向応力
σ$_3$：脚の曲げモーメントによる軸方向応力
τ ：地震による脚に生じるせん断応力

また，座屈評価を下記の式により行い，脚に座屈が発生しないことを確認した(表８)。

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_1 + \sigma_2)}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_3}{f_b} \leqq 1$$

σ$_1$：脚の質量による軸方向応力
σ$_2$：脚の鉛直方向地震による軸方向応力
σ$_3$：脚の曲げモーメントによる軸方向応力
f$_c$：軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
f$_b$：曲げモーメントに対する許容座屈応力
η ：座屈応力に対する安全率

(c)胴板の強度評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」の強度評価方法に準拠して，胴板の強度評価を実施した。

一次一般膜応力σ$_0$を下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した(表８)。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}\}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x5} + \sigma_{x7}$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7}$$

σ$_{0\phi}$：一次一般膜応力（周方向）
σ$_{0x}$：一次一般膜応力（軸方向）
σ$_{\phi 1}$：内圧による周方向応力
σ$_{x1}$：内圧による軸方向応力
σ$_{x2}$：運転時質量による軸方向応力
σ$_{x5}$：地震力により生じる
　　転倒モーメントによる軸方向応力
σ$_{\phi 7}$：胴の鉛直方向地震による周方向応力
σ$_{x7}$：胴の鉛直方向地震による軸方向応力

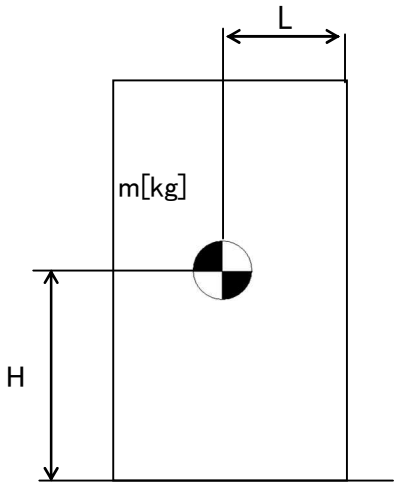
表８：三脚たて置円筒形容器耐震評価結果

機器名称	評価部位		水平震度	算出値	許容値	単位
出口フィルタ	胴板	一次一般膜	0.36	37	163	MPa
	脚	組合せ	0.36	57	205	MPa
		座屈	0.36	0.29	1	-
	基礎ボルト	引張	0.36	37	153	MPa
		せん断	0.36	3	118	MPa
	胴板	一次一般膜	0.80	37	163	MPa
	脚	組合せ	0.80	120	205	MPa
		座屈	0.80	0.61	1	-
	基礎ボルト	引張	0.80	92	153	MPa
		せん断	0.80	6	118	MPa

d.円筒型タンク

(a)転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表９）。



C_H ： 水平方向設計震度
m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離

地震による転倒モーメント：$M_1 = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント：$M_2 = m \times g \times L$

表９　：円筒型タンク耐震評価結果

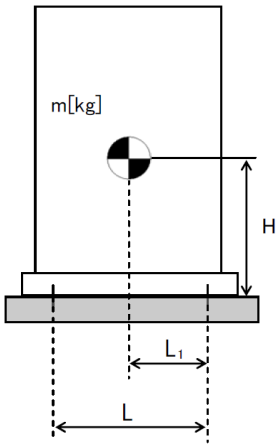
機器名称	評価部位	評価項目	水平地震動	算出値	許容値	単位
サンプルタンク	本体	転倒	0.36	2.20×10^{10}	7.20×10^{10}	N･mm
			0.80	4.80×10^{10}		

1.2.3　スキッド

(1)耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表１０）。



L　：基礎ボルト間の水平方向距離
m　：機器重量
g　：重力加速度
H　：据付面からの重心までの距離
L_1　：重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f：引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n　：基礎ボルトの本数
A_b　：基礎ボルトの軸断面積
C_H　：水平方向設計震度
C_V　：鉛直方向設計震度

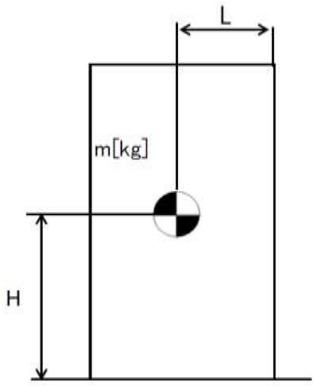
基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m\times g\times C_H\times H - m\times g\times\left(1-C_V\right)\times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f\times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m\times g\times C_H}{n\times A_b}$

b. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さく，転倒しないことを確認した。また，地震による転倒モーメント＞自重による安定モーメントとなるものについては，a. での計算により基礎ボルトの強度が確保されることから転倒しないことを確認した（表１０）。



C_H ：水平方向設計震度
m ：機器重量
g ：重力加速度
H ：据付面からの重心までの距離
L ：転倒支点から機器重心までの距離

地震による転倒モーメント：$M_1 = m \times g \times C_H \times H$
自重による安定モーメント：$M_2 = m \times g \times L$

表１０：スキッド耐震評価結果（１／５）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
バッチ処理タンクスキッド	本体	転倒	0.36	9.27×10^{8}	1.08×10^{9}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	23	139	MPa
バッチ処理タンク用弁スキッド	本体	転倒	0.36	5.29×10^{6}	1.85×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	6	139	MPa
循環タンクスキッド	本体	転倒	0.36	4.04×10^{8}	4.94×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	25	139	MPa
循環タンク用弁スキッド	本体	転倒	0.36	5.42×10^{6}	1.16×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	8	139	MPa
スラリー移送ポンプスキッド	本体	転倒	0.36	1.80×10^{6}	5.75×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	5	139	MPa
クロスフローフィルタスキッド１	本体	転倒	0.36	6.80×10^{7}	1.40×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	16	139	MPa
デカントタンクスキッド	本体	転倒	0.36	4.71×10^{8}	7.95×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	50	139	MPa
共沈・供給タンクスキッド	本体	転倒	0.36	9.16×10^{7}	1.56×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	16	139	MPa
クロスフローフィルタスキッド２	本体	転倒	0.36	1.14×10^{8}	2.11×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	25	139	MPa
吸着塔入口バッファタンクスキッド	本体	転倒	0.36	8.61×10^{7}	1.04×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	13	139	MPa
ブースターポンプ１スキッド	本体	転倒	0.36	2.56×10^{6}	7.62×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	5	139	MPa
ブースターポンプ２スキッド	本体	転倒	0.36	2.44×10^{6}	8.36×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	5	139	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

表１０：スキッド耐震評価結果（２／５）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
吸着塔 1～14 スキッド１	本体	転倒	0.36	1.50×10^{8}	2.28×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	21	139	MPa
吸着塔 1～14 スキッド２	本体	転倒	0.36	1.33×10^{8}	1.91×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	19	139	MPa
吸着塔 1～14 スキッド３	本体	転倒	0.36	1.33×10^{8}	1.91×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	19	139	MPa
吸着塔 1～14 スキッド４	本体	転倒	0.36	1.22×10^{8}	1.88×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	18	139	MPa
吸着塔 15，16 スキッド	本体	転倒	0.36	9.14×10^{7}	9.33×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	-	-	MPa
		せん断	0.36	5	121	MPa
処理カラム スキッド	本体	転倒	0.36	1.04×10^{8}	1.43×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	13	139	MPa
出口移送 スキッド	本体	転倒	0.36	3.10×10^{7}	9.89×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	18	139	MPa
ＡＬＰＳ入口弁 スキッド（Ⅰ）	本体	転倒	0.36	1.89×10^{7}	6.14×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	5	139	MPa
ＡＬＰＳ入口弁 スキッド（Ⅱ）	本体	転倒	0.36	3.13×10^{6}	1.42×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	3	139	MPa
ＡＬＰＳ出口弁 スキッド	本体	転倒	0.36	6.57×10^{6}	2.27×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	3	139	MPa
排水タンク スキッド	本体	転倒	0.36	2.90×10^{7}	8.44×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	18	139	MPa
ＨＩＣ遮へい体	本体	転倒	0.36	9.28×10^{7}	2.05×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	23	139	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

表１０：スキッド耐震評価結果（３／５）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
バッチ処理タンクスキッド	本体	転倒	0.80	2.06×10^{9}	1.08×10^{9}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	116	171	MPa
		せん断	0.80	51	139	MPa
バッチ処理タンク用弁スキッド	本体	転倒	0.80	1.18×10^{7}	1.85×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	13	139	MPa
循環タンクスキッド	本体	転倒	0.80	8.97×10^{8}	4.94×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	112	165	MPa
		せん断	0.80	55	139	MPa
循環タンク用弁スキッド	本体	転倒	0.80	1.21×10^{7}	1.16×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	180	MPa
		せん断	0.80	17	139	MPa
スラリー移送ポンプスキッド	本体	転倒	0.80	4.00×10^{6}	5.75×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	10	139	MPa
クロスフローフィルタスキッド１	本体	転倒	0.80	1.52×10^{8}	1.40×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	4	180	MPa
		せん断	0.80	36	139	MPa
デカントタンクスキッド	本体	転倒	0.80	1.05×10^{9}	7.95×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	44	73	MPa
		せん断	0.80	112	139	MPa
共沈・供給タンクスキッド	本体	転倒	0.80	2.04×10^{8}	1.56×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	11	180	MPa
		せん断	0.80	35	139	MPa
クロスフローフィルタスキッド２	本体	転倒	0.80	2.53×10^{8}	2.11×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	14	166	MPa
		せん断	0.80	54	139	MPa
吸着塔入口バッファタンクスキッド	本体	転倒	0.80	1.92×10^{8}	1.04×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	57	180	MPa
		せん断	0.80	27	139	MPa
ブースターポンプ１スキッド	本体	転倒	0.80	5.69×10^{6}	7.62×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	11	139	MPa
ブースターポンプ２スキッド	本体	転倒	0.80	5.41×10^{6}	8.36×10^{6}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	11	139	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

表１０：スキッド耐震評価結果（４／５）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
吸着塔 1～14 スキッド１	本体	転倒	0.80	3.32×10^{8}	2.28×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	35	177	MPa
		せん断	0.80	47	139	MPa
吸着塔 1～14 スキッド２	本体	転倒	0.80	2.94×10^{8}	1.91×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	34	180	MPa
		せん断	0.80	41	139	MPa
吸着塔 1～14 スキッド３	本体	転倒	0.80	2.94×10^{8}	1.91×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	34	180	MPa
		せん断	0.80	41	139	MPa
吸着塔 1～14 スキッド４	本体	転倒	0.80	2.70×10^{8}	1.88×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	27	180	MPa
		せん断	0.80	39	139	MPa
吸着塔 15，16 スキッド	本体	転倒	0.80	2.03×10^{8}	9.33×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	18	158	MPa
		せん断	0.80	11	121	MPa
処理カラム スキッド	本体	転倒	0.80	2.30×10^{8}	1.43×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	31	180	MPa
		せん断	0.80	28	139	MPa
出口移送 スキッド	本体	転倒	0.80	6.89×10^{7}	9.89×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	40	139	MPa
ＡＬＰＳ入口弁 スキッド（Ⅰ）	本体	転倒	0.80	4.19×10^{7}	6.14×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	10	139	MPa
ＡＬＰＳ入口弁 スキッド（Ⅱ）	本体	転倒	0.80	6.96×10^{6}	1.42×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	7	139	MPa
ＡＬＰＳ出口弁 スキッド	本体	転倒	0.80	1.46×10^{7}	2.27×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	6	139	MPa
排水タンク スキッド	本体	転倒	0.80	6.44×10^{7}	8.44×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	－	－	MPa
		せん断	0.80	40	139	MPa
ＨＩＣ遮へい体	本体	転倒	0.80	2.07×10^{8}	2.05×10^{8}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.80	1	173	MPa
		せん断	0.80	50	139	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

表１０：スキッド耐震評価結果（５／５）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
炭酸ソーダ供給ポンプスキッド	本体	転倒	0.36	3.86×10^{6}	1.05×10^{7}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	MPa
		せん断	0.36	7	141	MPa
共沈タンク用薬液弁スキッド	本体	転倒	0.36	7.05×10^{5}	6.05×10^{5}	N･mm
	基礎ボルト	引張	0.36	1	183	MPa
		せん断	0.36	2	141	MPa

※引張評価の算出値「－」については，引張応力が作用していない。

1.2.4　高性能容器

(1)構造強度評価

高性能容器本体は，ポリエチレン製の容器であり設計・建設規格の要求に適合するものではない。しかしながら，高性能容器（タイプ 1）は，米国において低レベル放射性廃棄物の最終処分に使用されている容器であり，米国 NRC（Nuclear Regulatory Commission，原子力規制委員会）から権限を委譲されたサウスカロライナ州健康環境局（S.C. Department of Health and Environmental Control）の認可を得ており，多数の使用実績がある。また，高性能容器（タイプ 1）から更に落下に対する強度を向上させた高性能容器（タイプ 2）を併せて使用する。

a.　重量に対する評価

・高性能容器（タイプ 1）は設計収容重量約 4.5t で米国認可を受けており，多核種除去設備で使用する場合の収容物重量は最大 3.5t であることから設計収容重量に対して十分な裕度がある。高性能容器（タイプ 2）は多核種除去設備で使用する場合の収容物重量を最大 3.2t としている。

・多核種除去設備で使用する場合の高性能容器の補強体等を含んだ総重量はタイプ 1 で約 5.2t，タイプ 2 で約 4.7t である。これに対し，設計総重量は裕度を考慮しタイプ 1 において 6.0t，タイプ 2 において 5.5t として，高性能容器の転倒評価及び吊り上げ時の吊り耳の構造強度確認を行っている。

高性能容器は，交換時にクレーンによる吊り上げ作業が発生するため，その際の吊り耳の強度評価を実施した。評価の結果，吊り耳の強度が確保されることを確認した（表１１）。

(a) 高性能容器（タイプ 1）

吊り耳に作用する引張応力：

$$\sigma 1 = \frac{m \times g}{\mathrm{A1} \times n}$$

但し，$A1 = w1 \times t$

吊り耳に作用するせん断応力：

$$\tau 1 = \frac{m \times g}{\mathrm{A2} \times n}$$

但し，$A2 = w2 \times t$

吊り耳（溶接部）に作用するせん断応力：

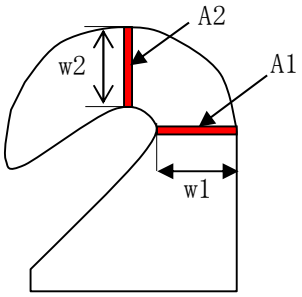
$$\tau 2 = \frac{m \times g}{\mathrm{A3} \times n}$$

但し，$A3 = \sum (al)$

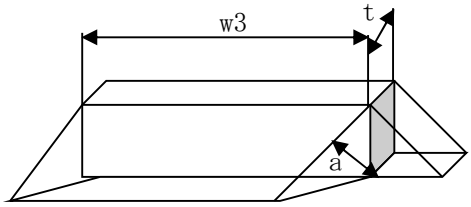
$=(\mathrm{w3}+\mathrm{t}) \times \mathrm{a} \times 2$

m ： 機器重量
g ： 重力加速度
n ： 吊り耳考慮本数
w1： 吊り耳幅
w2： 吊り耳幅
t ： 吊り耳厚さ
A1： 引張荷重が作用する吊り耳断面積／本
A2： せん断荷重が作用する吊り耳断面積／本
σ1： 吊り耳に作用する引張応力（MPa）
τ1： 吊り耳に作用するせん断応力（MPa）
w3： 吊り耳幅（下端）
a ： 各すみ肉溶接のど厚
l ： 各すみ肉溶接の長さ

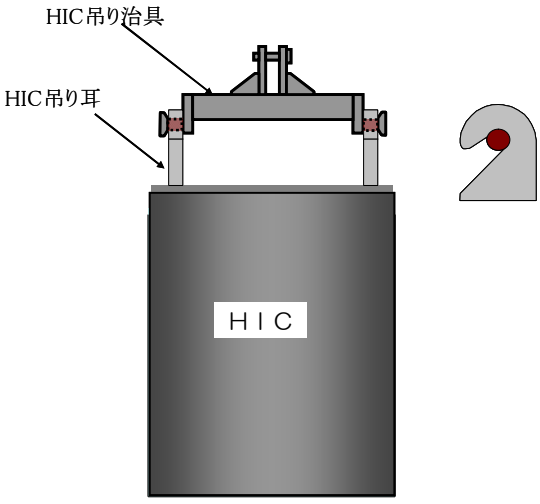
A3： 吊り耳溶接部の面積
τ2： 吊り耳溶接部に作用するせん断応力
β ： 溶接部係数



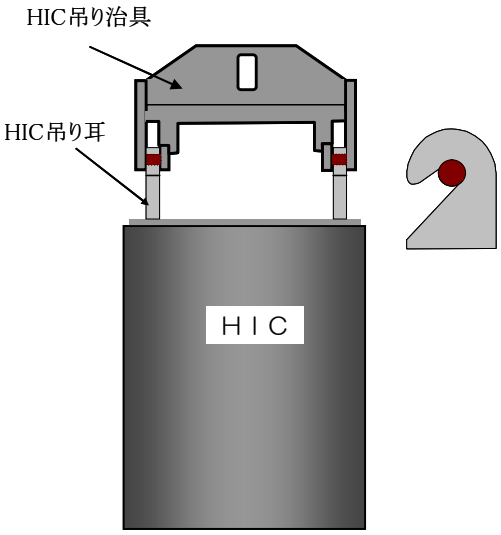
吊り耳



吊り耳（溶接部）



HIC 吊り上げ条件
（多核種除去設備設置エリア）



HIC 吊り上げ条件
（一時保管施設）

(b) 高性能容器（タイプ 2）

吊り耳に作用する引張応力：

$$\sigma 1 = \frac{m \times g}{\mathrm{A1} \times n}$$

但し，$A1 = w1 \times t$

吊り耳に作用するせん断応力：

$$\tau 1 = \frac{m \times g}{\mathrm{A2} \times n}$$

但し，$A2 = w2 \times t$

吊り耳（溶接部）に作用するせん断応力：

$$\tau 2 = \frac{m \times g}{\mathrm{A3} \times n}$$

但し，$A3 = \sum(al)$

$=(\mathrm{w3}+\mathrm{t}) \times \mathrm{a} \times 2$

m ： 機器重量
g ： 重力加速度
n ： 吊り耳考慮本数
w1： 吊り耳幅
w2： 吊り耳幅
t ： 吊り耳厚さ
A1： 引張荷重が作用する吊り耳断面積／本
A2： せん断荷重が作用する吊り耳断面積／本
σ1： 吊り耳に作用する引張応力（MPa）
τ1： 吊り耳に作用するせん断応力（MPa）
w3： 吊り耳幅（下端）
a ： 各すみ肉溶接のど厚
l ： 各すみ肉溶接の長さ
A3： 吊り耳溶接部の面積
τ2： 吊り耳溶接部に作用するせん断応力
β ： 溶接部係数

表１１　高性能容器（タイプ 1，2）強度評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	算出値	許容値	単位
高性能容器（タイプ 1）	吊り耳	引張	11	116	MPa
		せん断	12	67	
	吊り耳（溶接部）	せん断	6	30	
高性能容器（タイプ 2）	吊り耳	引張	7	136	MPa
		せん断	7	78	
	吊り耳（溶接部）	せん断	5	35	

b. 圧力に対する評価

高性能容器（タイプ 1）の外圧に対する設計圧力は 25 kPa である。多核種除去設備で用いる高性能容器の外圧は屋外設置のため大気圧程度であることから，設計圧力を満足している。なお，高性能容器（タイプ 2）については外圧に対する設計要求はないが，高性能容器（タイプ 1）と同一の材質及び厚さであることから，同程度の強度を有していると考えられる。

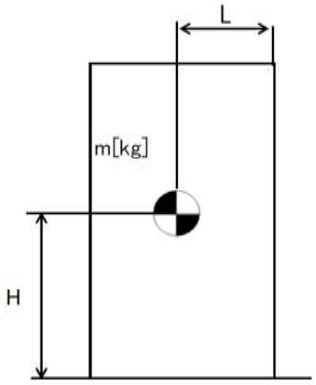
一方，内圧に対しては，高性能容器（タイプ 1）は，米国認可に当たり 50kPa で試験を行い，容器に歪みがないことを確認している。

また，高性能容器の工場製作段階において，タイプ 1，2 とも最大 50kPa で試験を行い，容器に漏えいがないことを確認している。なお，これらの容器には，ベント機能を設けていることから，多核種除去設備で使用する際の内圧は，静水頭程度となるため，試験圧力を満足している。

(2)耐震性評価

a.　転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さく，転倒しないことを確認した（表１２）。



C_H：水平方向設計震度
m：機器重量
g：重力加速度
H：据付面からの重心までの距離
L：転倒支点から機器重心までの距離

地震による転倒モーメント：$M_1 = m \times g \times C_H \times H$
自重による安定モーメント：$M_2 = m \times g \times L$

表１２　評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能容器（タイプ1）（補強体付き）	本体	転倒	0.36	2.04×10^7	4.56×10^7	N･mm
			0.80	4.19×10^7		
高性能容器（タイプ2）（補強体付き）	本体	転倒	0.36	1.91×10^7	4.03×10^7	N･mm
			0.80	3.84×10^7		

ｂ．　滑動評価

一時保管施設（第二施設）貯蔵時の高性能容器について，地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は，接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表１３）。なお，本評価は鋼製の補強体付き高性能容器をコンクリート製のボックスカルバート上に設置した際の評価であり，実際の高性能容器貯蔵時はボックスカルバート底面にゴム製の緩衝材を設置するため，滑動はさらに生じ難くなると考える。

水平震度を 0.60 まで拡張した評価では，地震時の水平荷重によるすべり力が設置面の摩擦力より大きくなり，滑動する結果となる。この結果高性能容器がボックスカルバート内面に，あるいは高性能容器が相互に接触することが想定されるが，地震応答加速度時刻歴をもとに算出した設置床に対する相対速度は最大でも０．５ｍ／秒未満にとどまり，添付５に示す高さ４．５ｍから（タイプ１）あるいは高さ７．１ｍから（タイプ２）の落下試験における衝突速度（それぞれ９．３ｍ／秒あるいは１１．８ｍ／秒）より十分小さな速度でしか接触しないと見込まれることから，高性能容器の健全性に影響を及ぼすことはない。

高性能容器とボックスカルバートの間隔が更に小さい第三施設においては接触時の速度は更に小さくなり，健全性評価は上記に内包される。

表１３　滑動評価結果

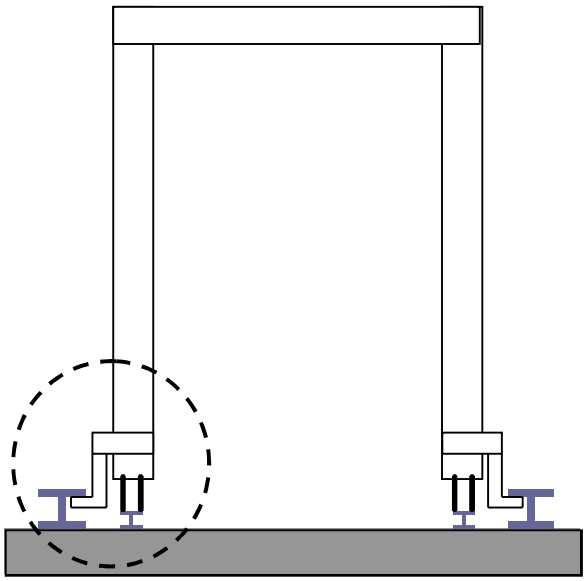
機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能容器 （タイプ１及びタイプ２） （補強体付き）	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60	0.40	

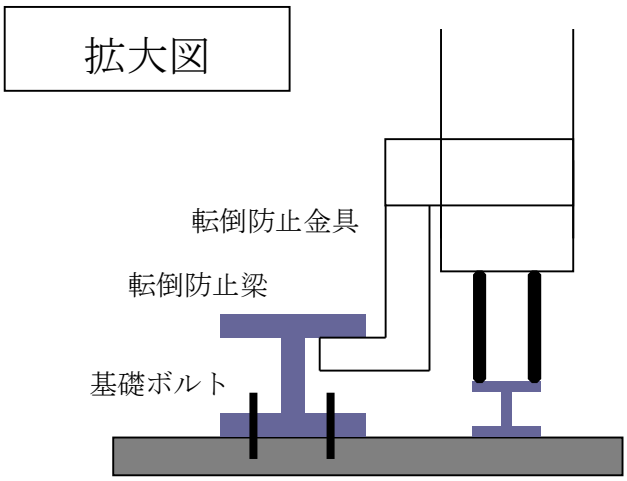
1.2.5 クレーン類

(1)耐震性評価

a. 基礎ボルト等の強度評価

耐震設計技術規程並びに「クレーン構造規格」の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルト・転倒防止金具・転倒防止梁の強度が確保されることを確認した（表１４）。





b. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントが自重による安定モーメントより小さくなるものについては，転倒しないことを確認した。また，地震による転倒モーメントが自重による安定モーメントより大きくなるものについては，a. での計算により基礎ボルト・転倒防止金具・転倒防止梁の強度が確保されることから転倒しないことを確認した（表１４）。

表１４：クレーン類耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能容器交換用クレーン	本体	転倒	0.36	5.47×10^4	7.44×10^4	kg･m
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	Kg
	転倒防止金具	変形	0.36	－	－	N/mm^2
	転倒防止梁	変形	0.36	－	－	N/mm^2
	本体	転倒	0.80	1.21×10^5	7.44×10^4	kg･m
	基礎ボルト	引張	0.80	542	1435	kg
	転倒防止金具	変形	0.80	37.7	175	N/mm^2
	転倒防止梁	変形	0.80	12.4	175	N/mm^2
処理カラム交換用クレーン	本体	転倒	0.36	2.24×10^4	2.25×10^4	kg･m
	基礎ボルト	引張	0.36	－	－	kg
	転倒防止金具	変形	0.36	－	－	N/mm^2
	転倒防止梁	変形	0.36	－	－	N/mm^2
	本体	転倒	0.80	4.96×10^4	2.25×10^4	kg･m
	基礎ボルト	引張	0.80	467	1435	kg
	転倒防止金具	変形	0.80	32.5	175	N/mm^2
	転倒防止梁	変形	0.80	10.7	175	N/mm^2

※　算出値「－」については，引張荷重・応力が作用していない。

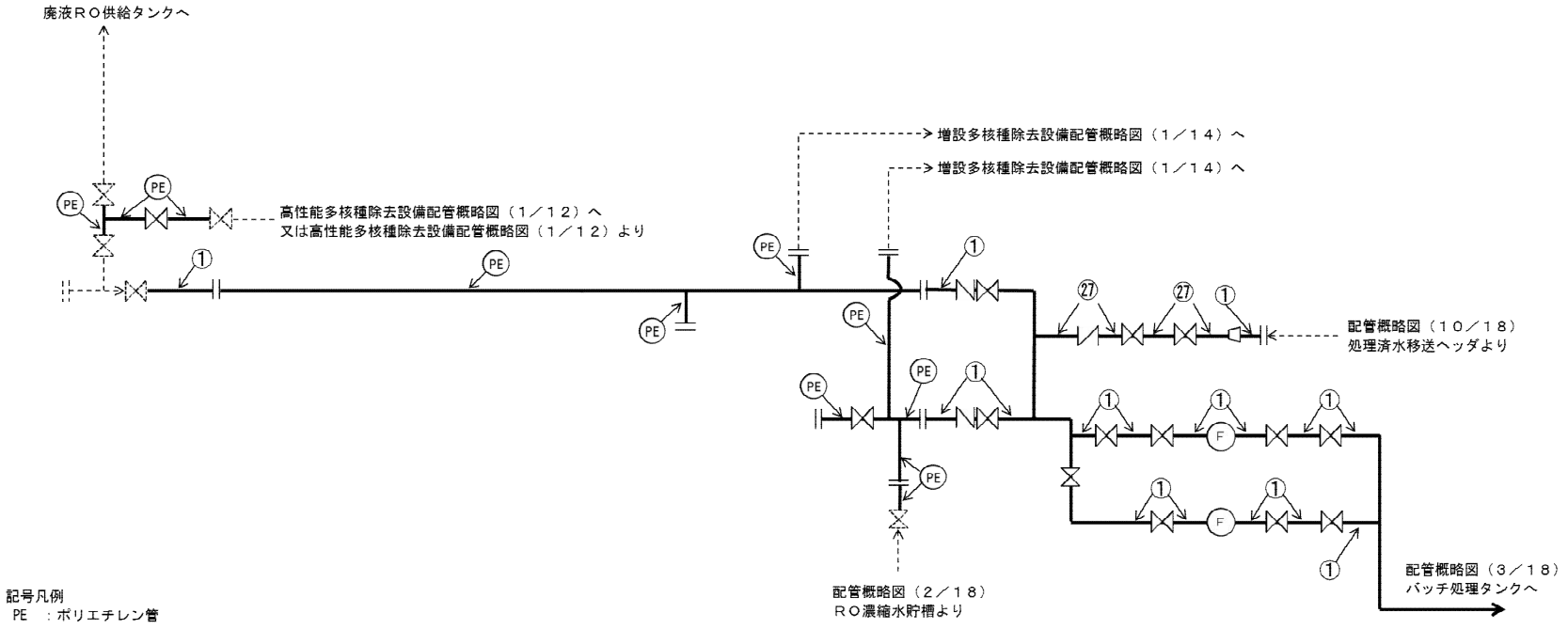
1.2.6　配管

1.2.6.1　構造強度評価

1.2.6.1.1　配管（鋼管）

1.2.6.1.1.1　評価箇所

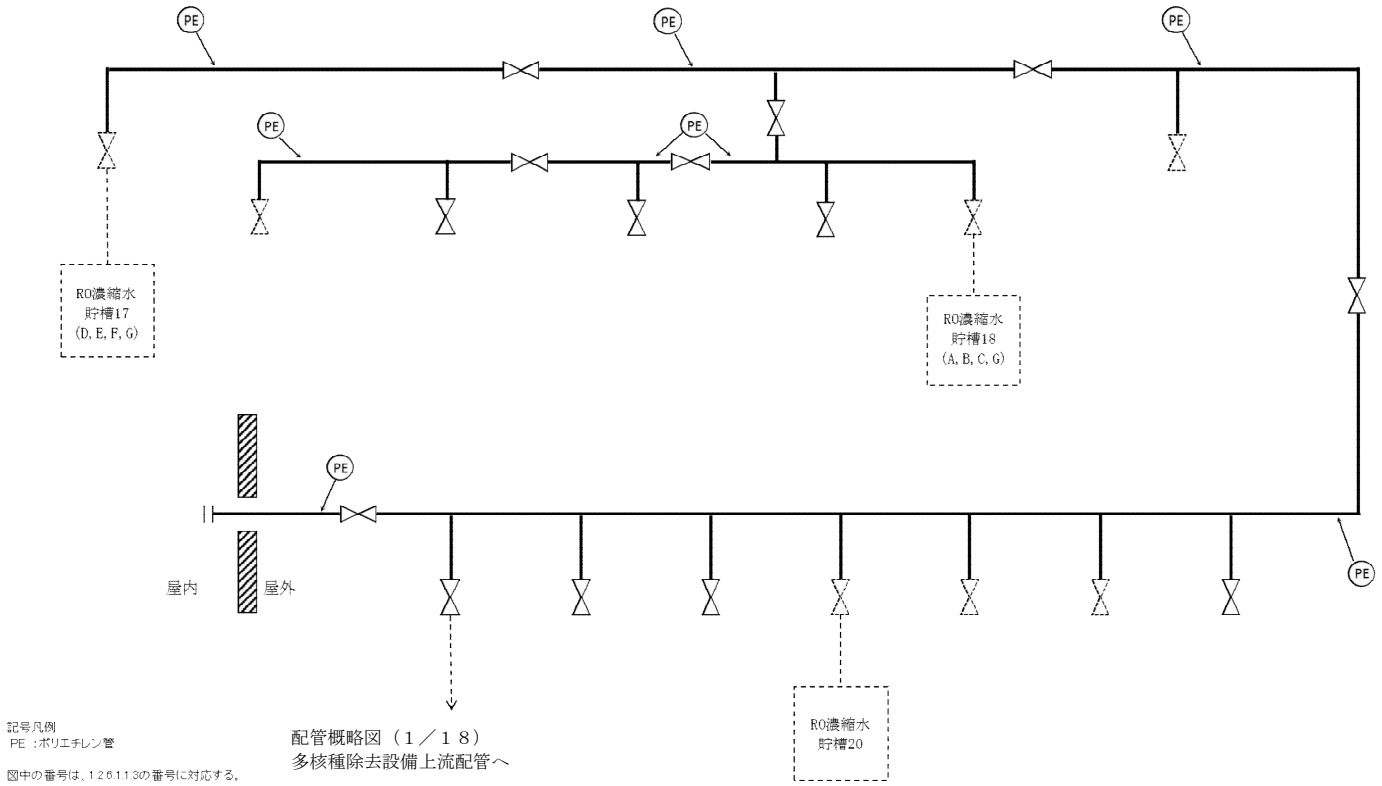
強度評価箇所を図－１に示す。



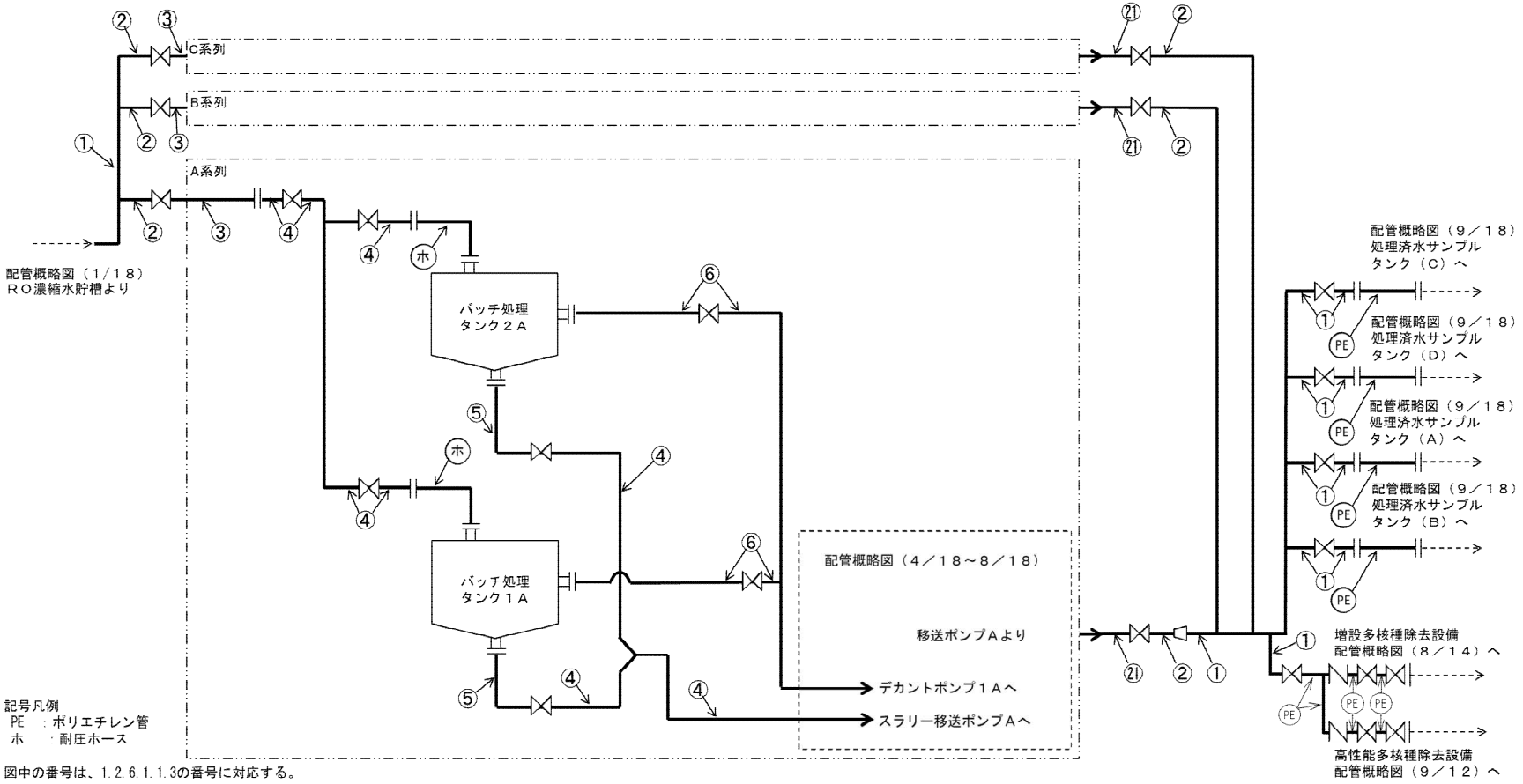
記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

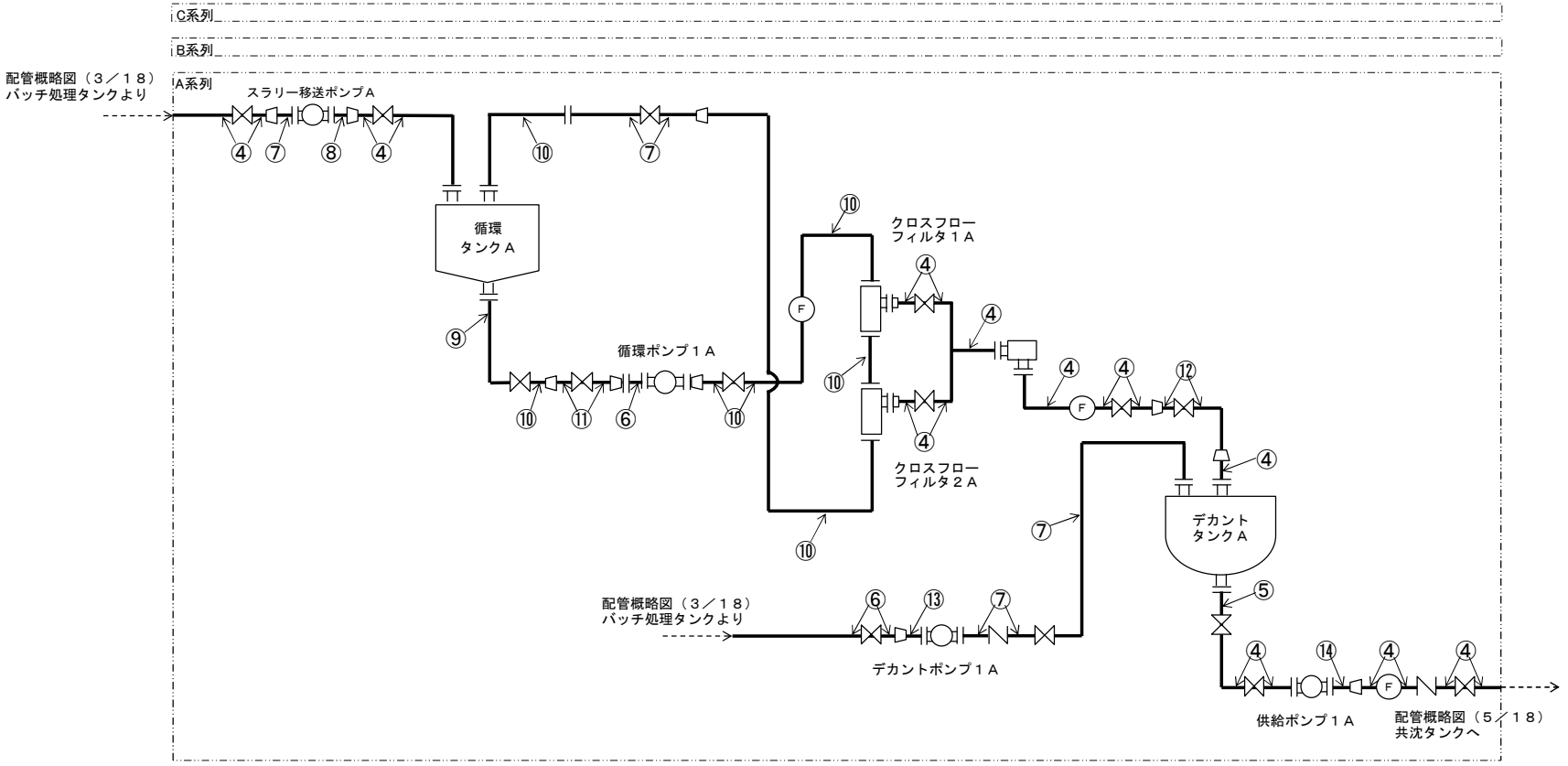
図－１　配管概略図（１／１８）


PE
RO濃縮水
貯槽17
(D, E, F, G)
RO濃縮水
貯槽18
(A, B, C, G)
屋内
屋外
RO濃縮水
貯槽20
記号凡例
PE ：ポリエチレン管
図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。
配管概略図（1／18）
多核種除去設備上流配管へ

図－1　配管概略図（2／18）

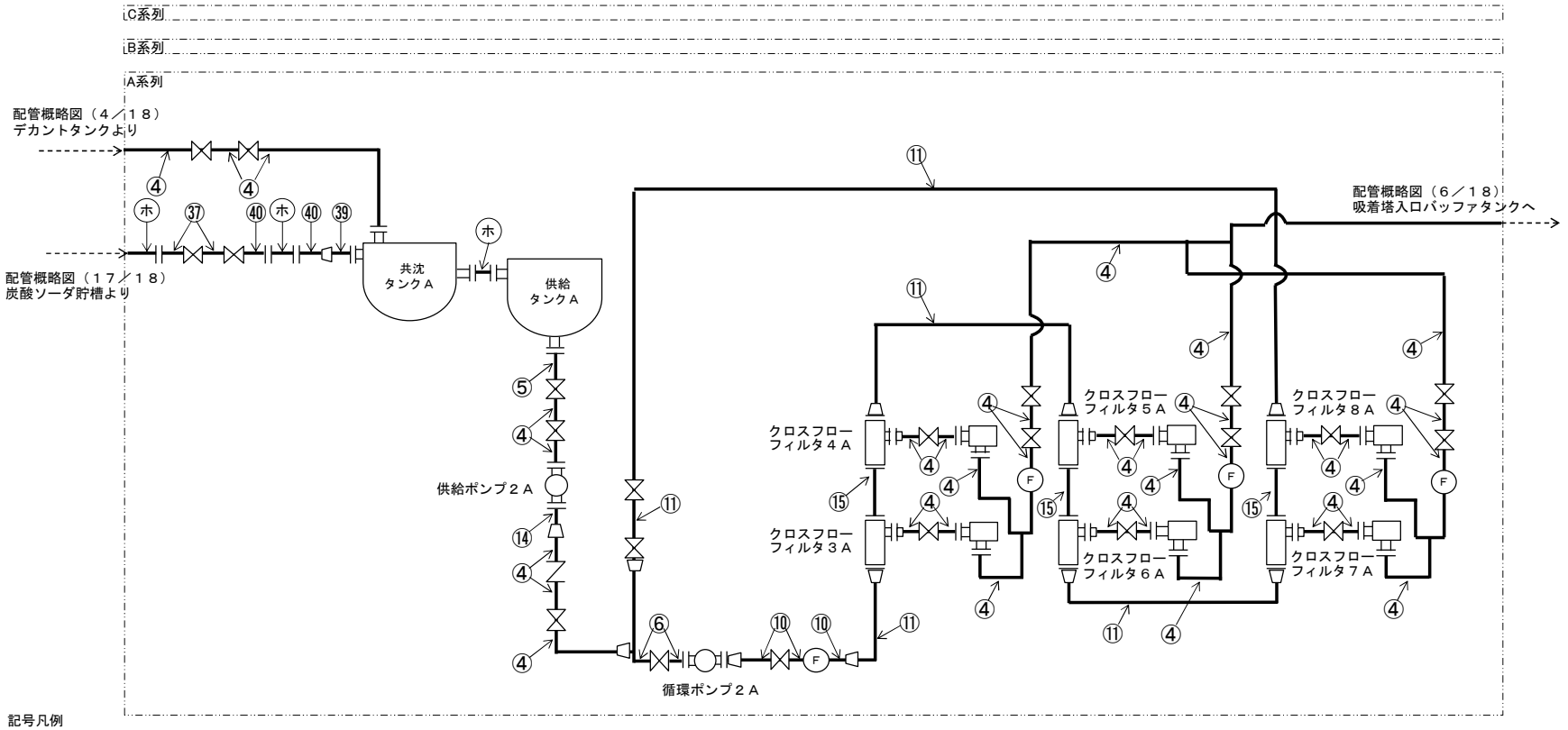

C系列
B系列
A系列
配管概略図（1／18）
RO濃縮水貯槽より
バッチ処理
タンク２A
バッチ処理
タンク１A
配管概略図（4／18～8／18）
移送ポンプAより
デカントポンプ１Aへ
スラリー移送ポンプAへ
配管概略図（9／18）
処理済水サンプル
タンク（C）へ
配管概略図（9／18）
処理済水サンプル
タンク（D）へ
配管概略図（9／18）
処理済水サンプル
タンク（A）へ
配管概略図（9／18）
処理済水サンプル
タンク（B）へ
増設多核種除去設備
配管概略図（8／14）へ
高性能多核種除去設備
配管概略図（9／12）へ
記号凡例
PE　：ポリエチレン管
ホ　：耐圧ホース
図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

図－１　配管概略図（３／１８）



図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

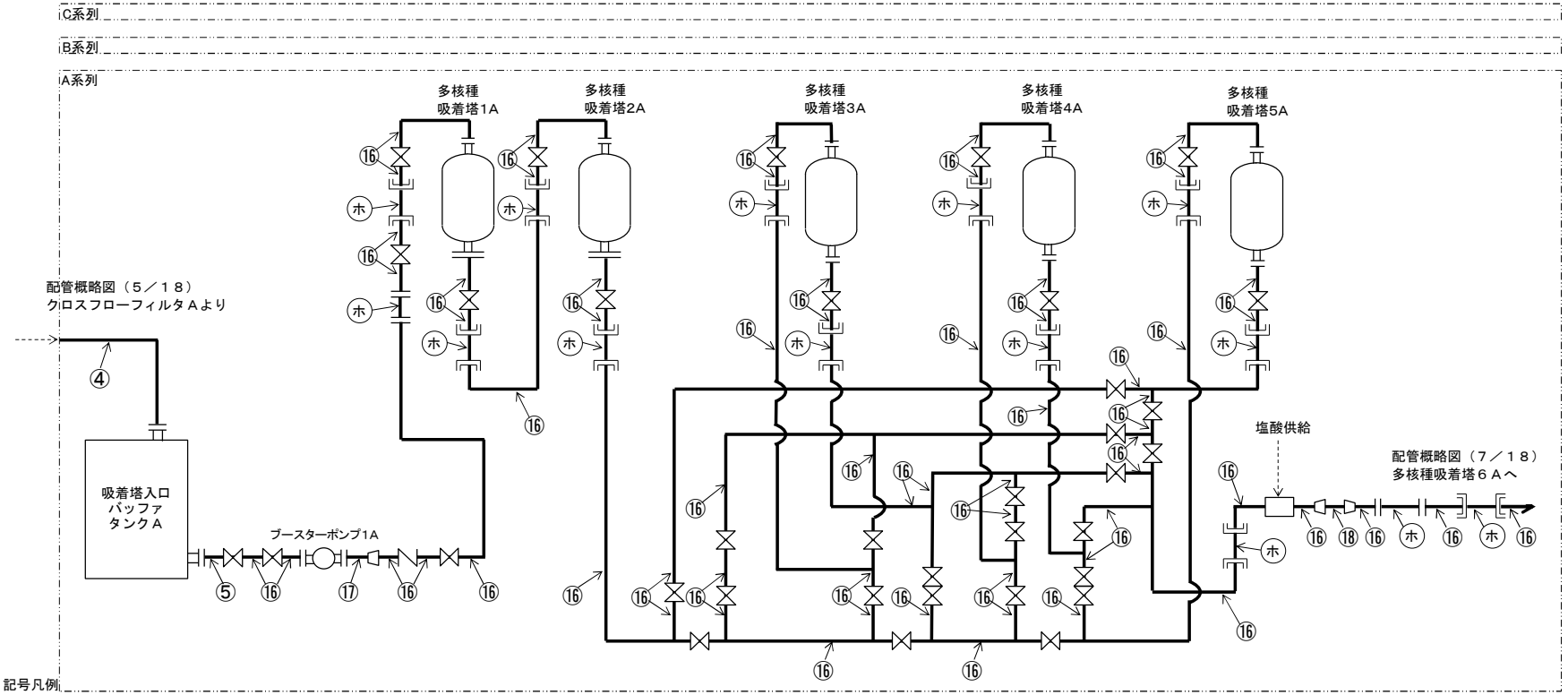
図－１　配管概略図（４／１８）



記号凡例
ホ　：耐圧ホース
PVC：ポリ塩化ビニール

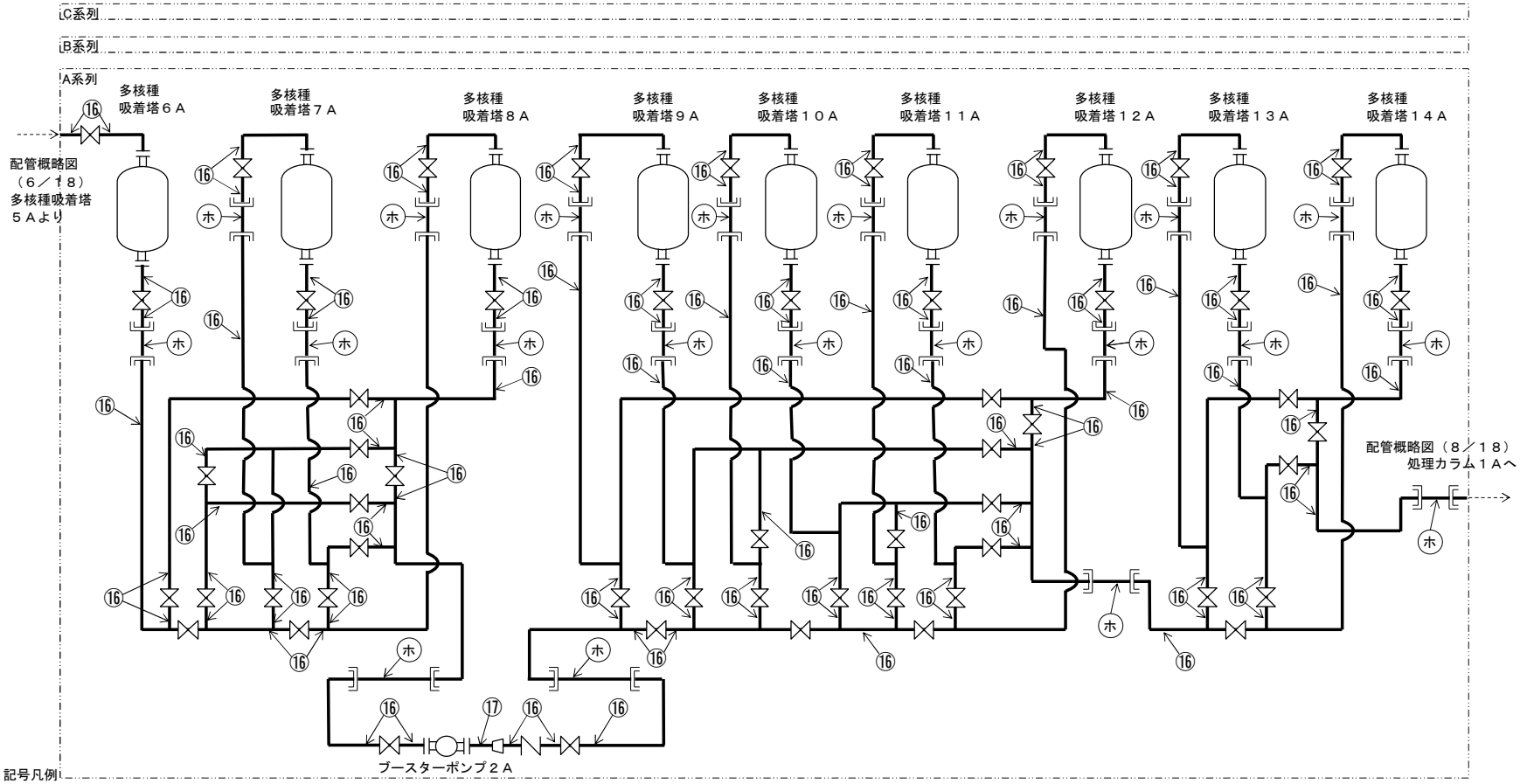
図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

図－１　配管概略図（５／１８）



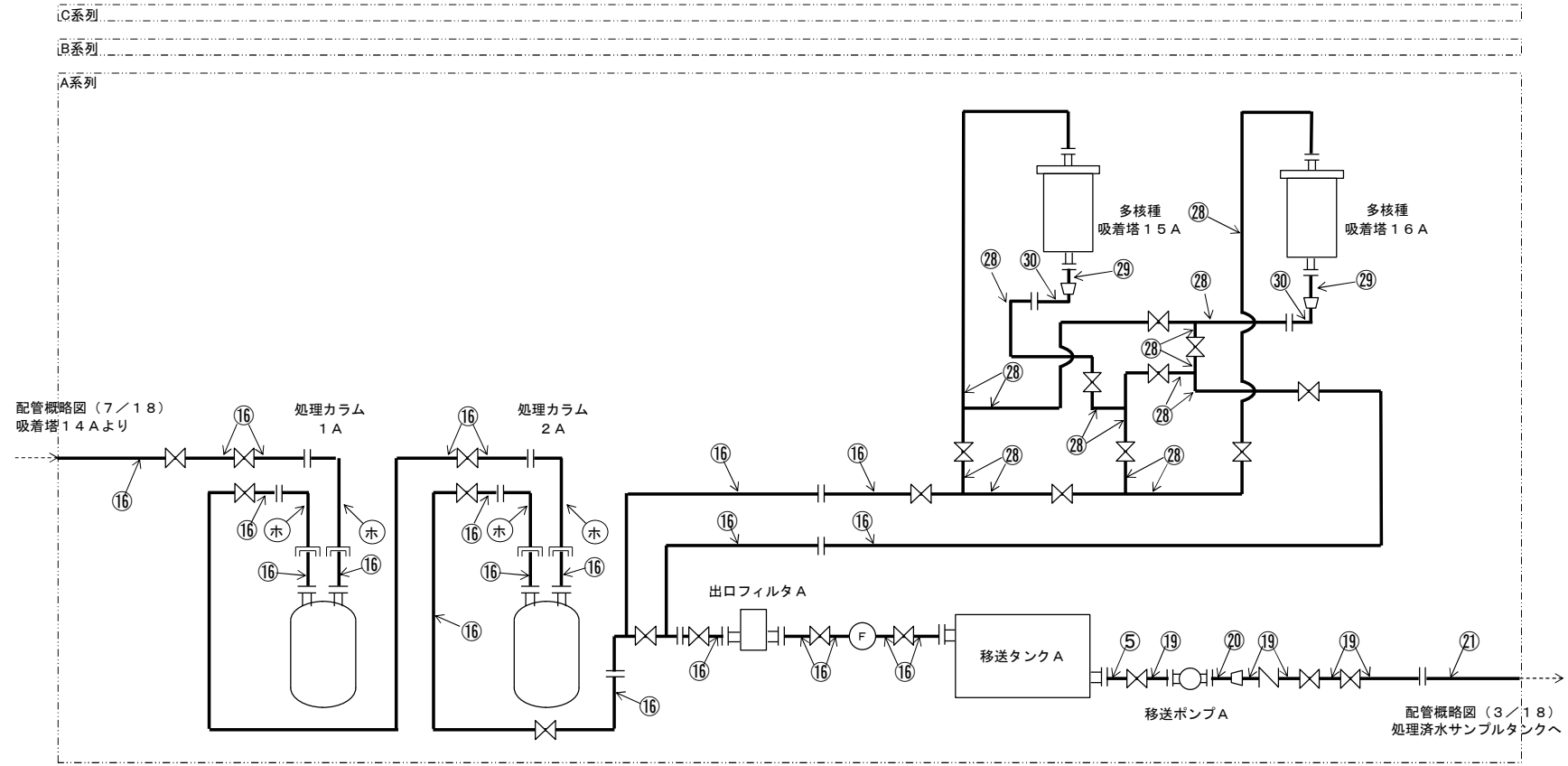
図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

図－１　配管概略図（６／１８）



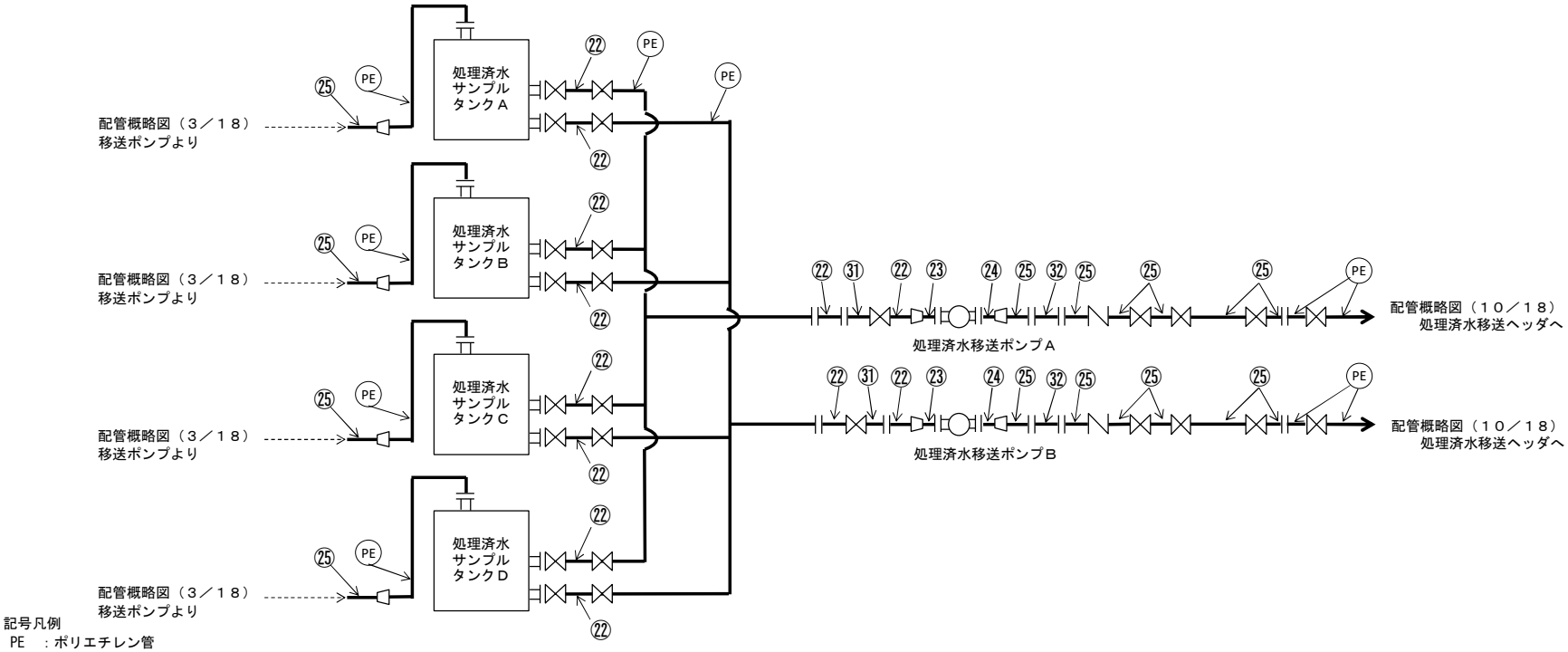
図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

図－１　配管概略図（７／１８）



図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

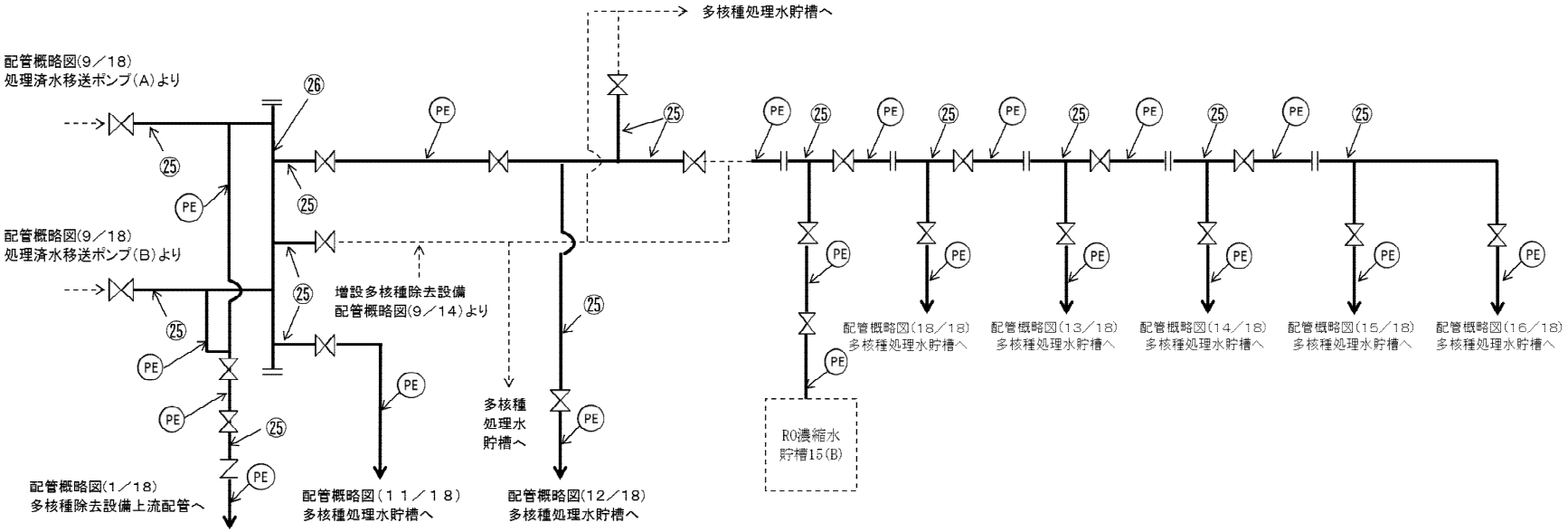
図－１　配管概略図（８／１８）



記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

図－１　配管概略図（９／１８）

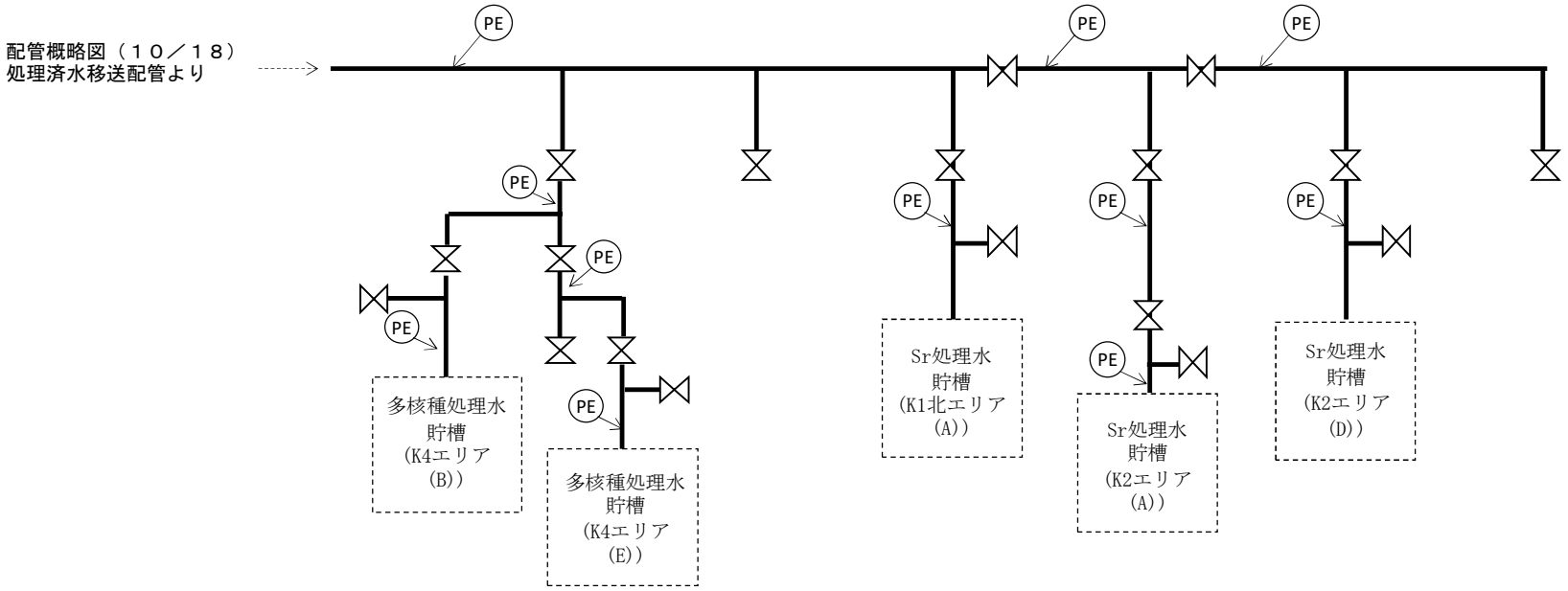


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１０／１８）

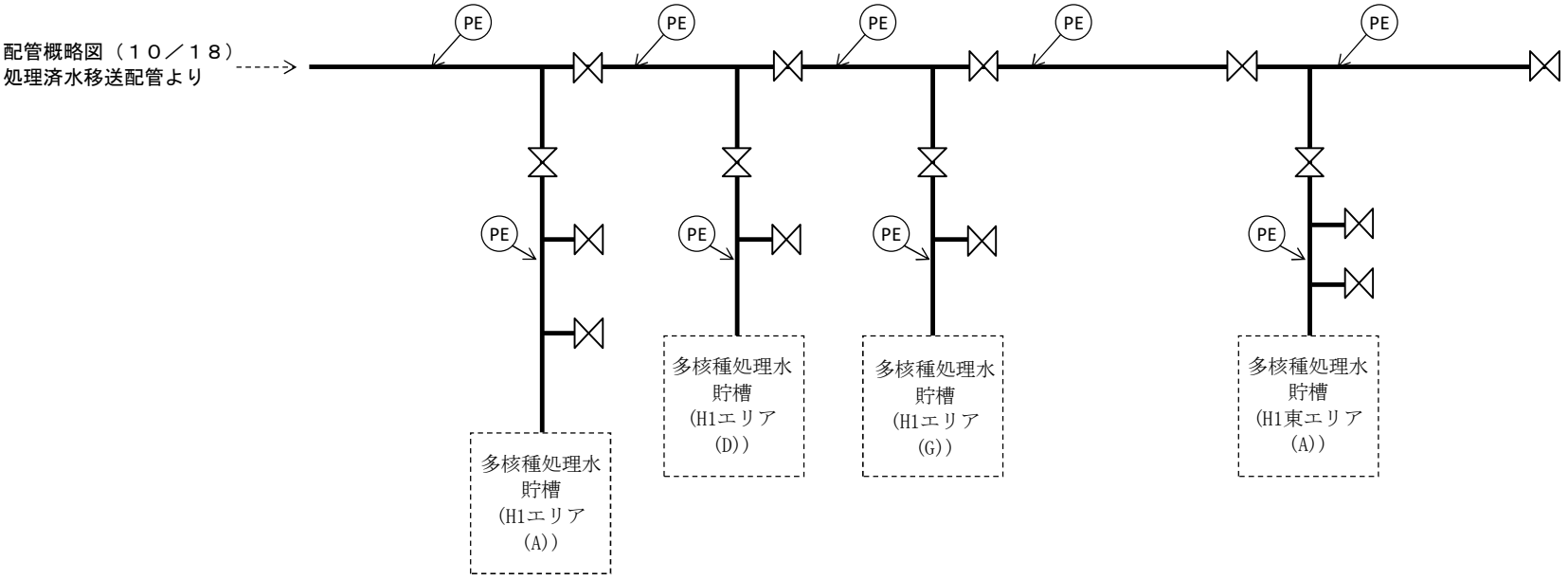


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１１／１８）

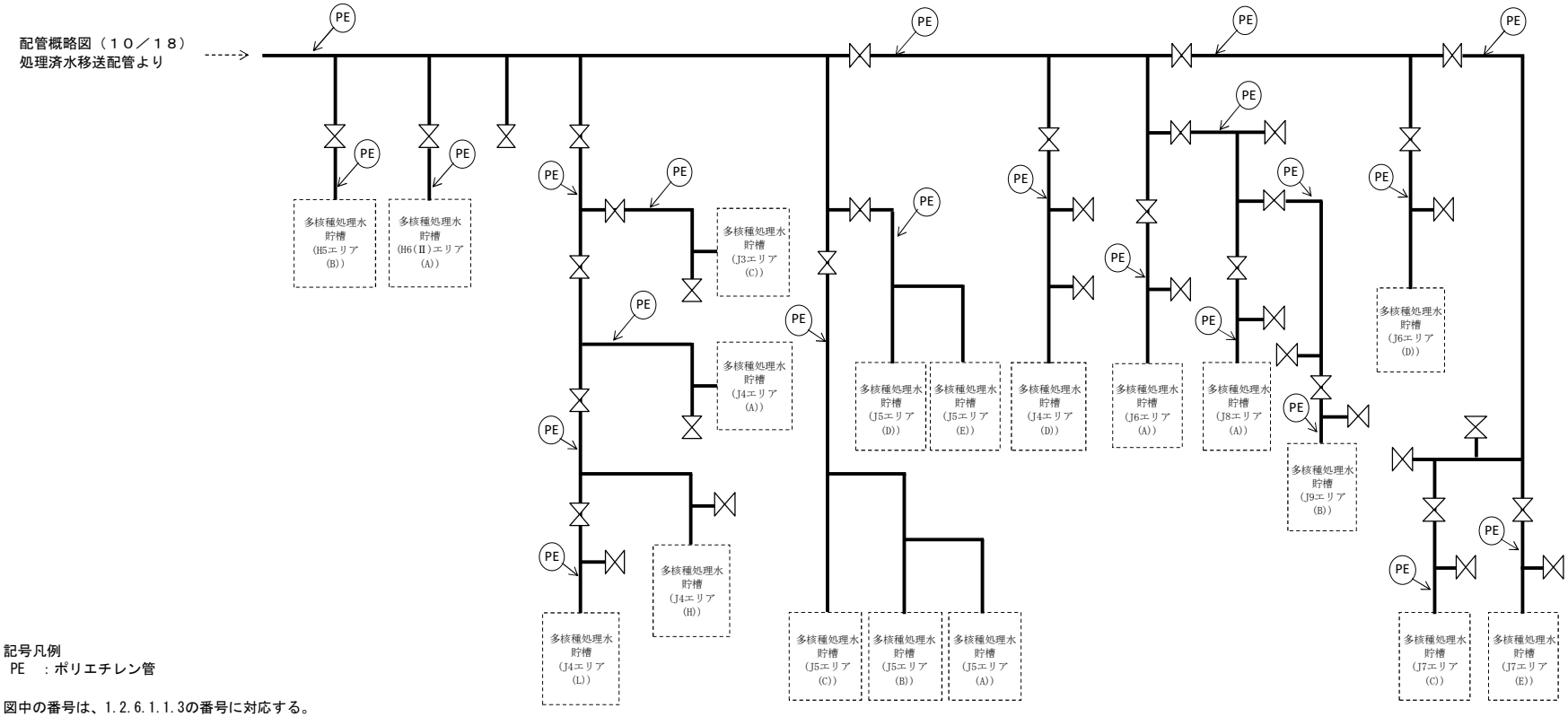


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１２／１８）

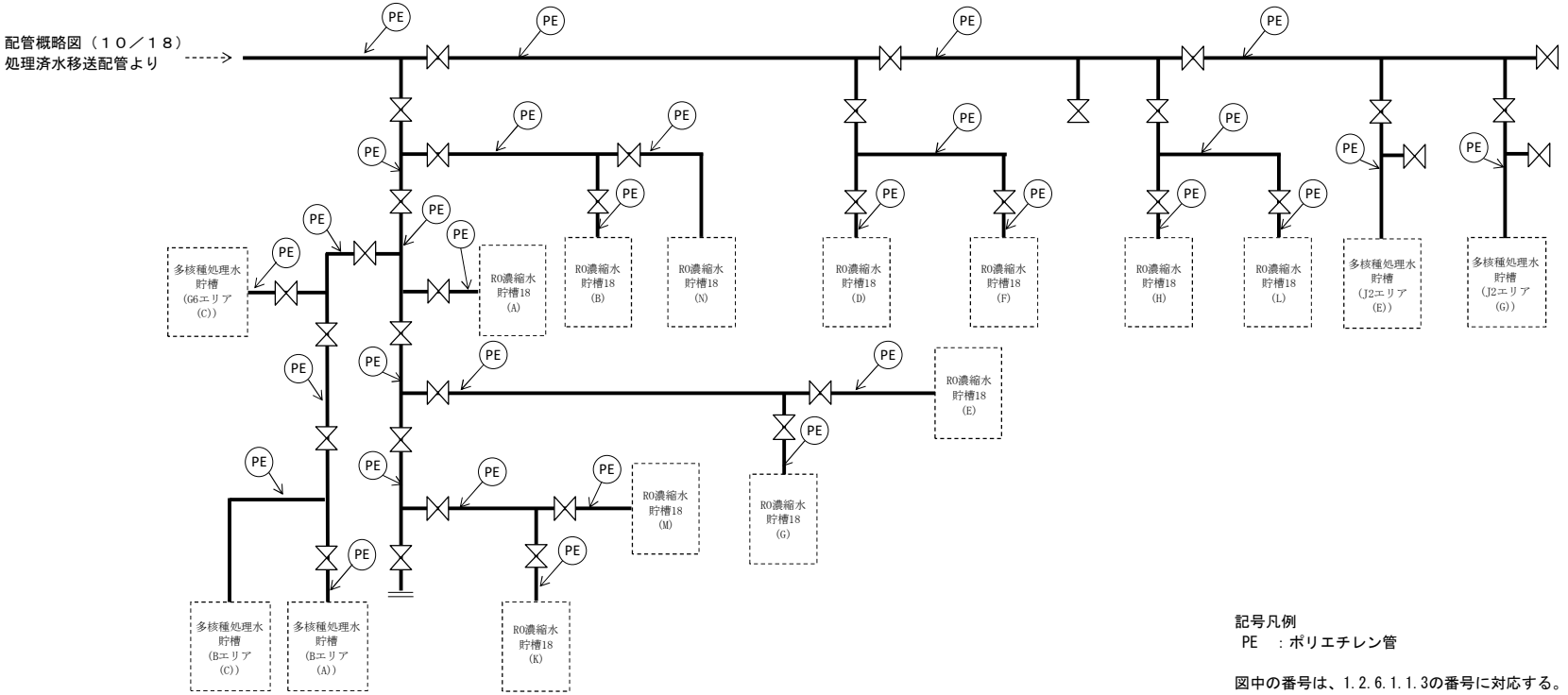


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１３／１８）

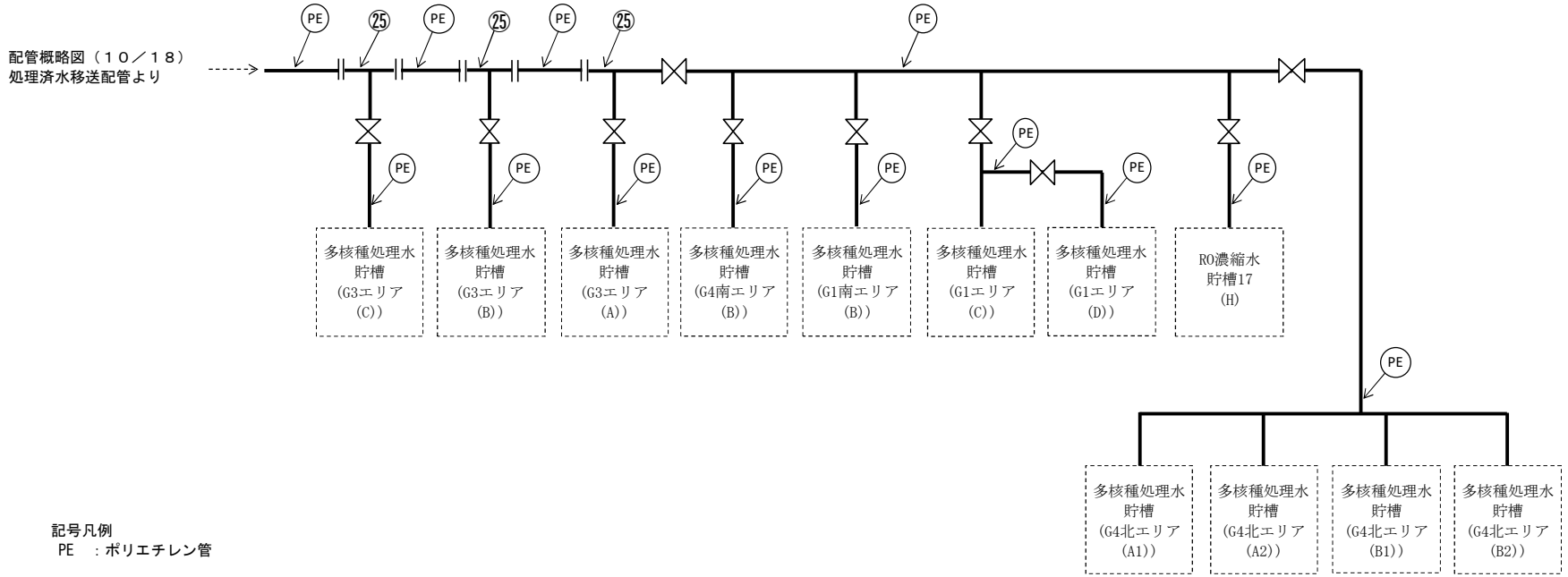


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１４／１８）

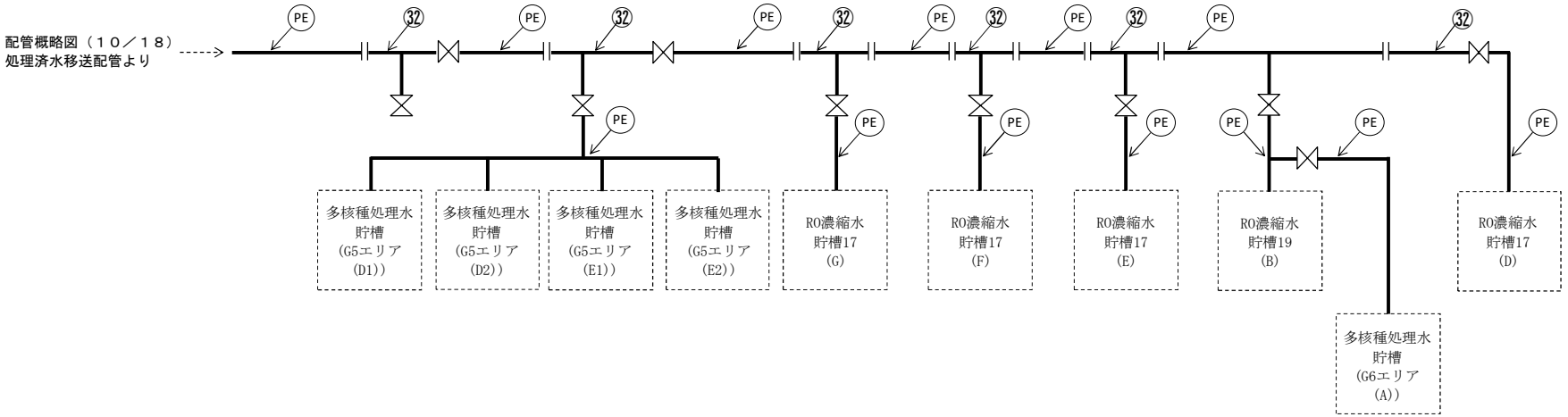


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１５／１８）

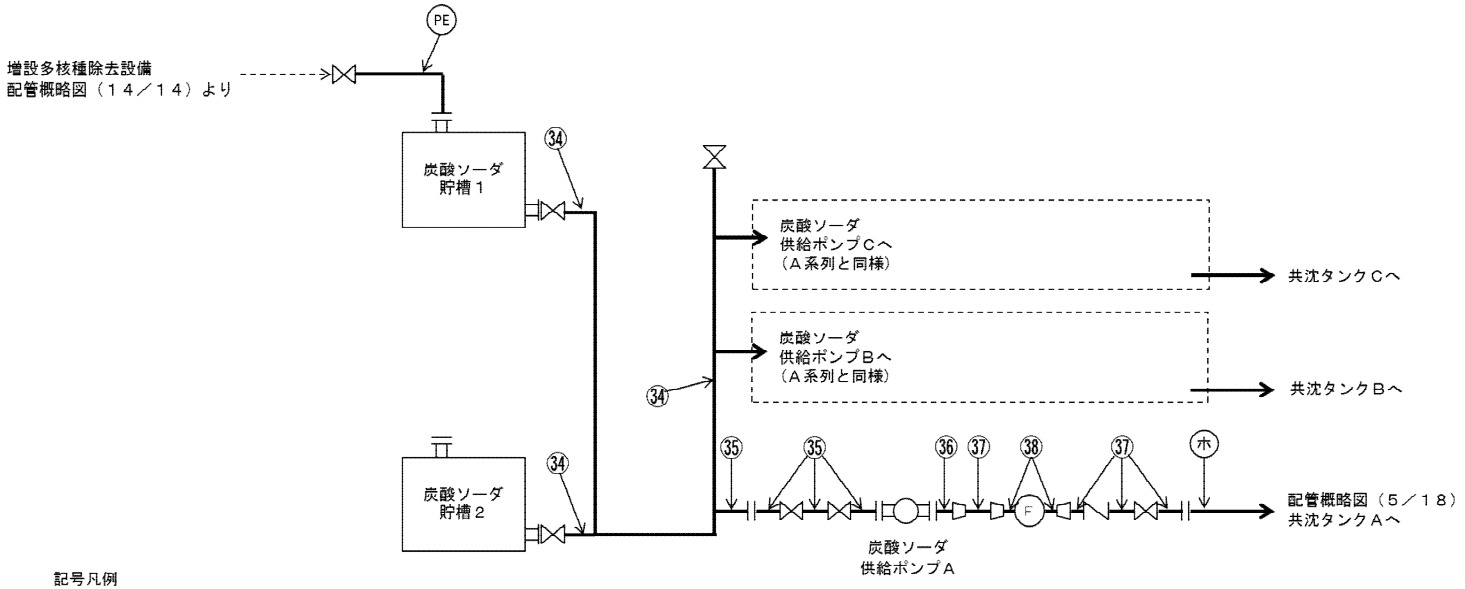


記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

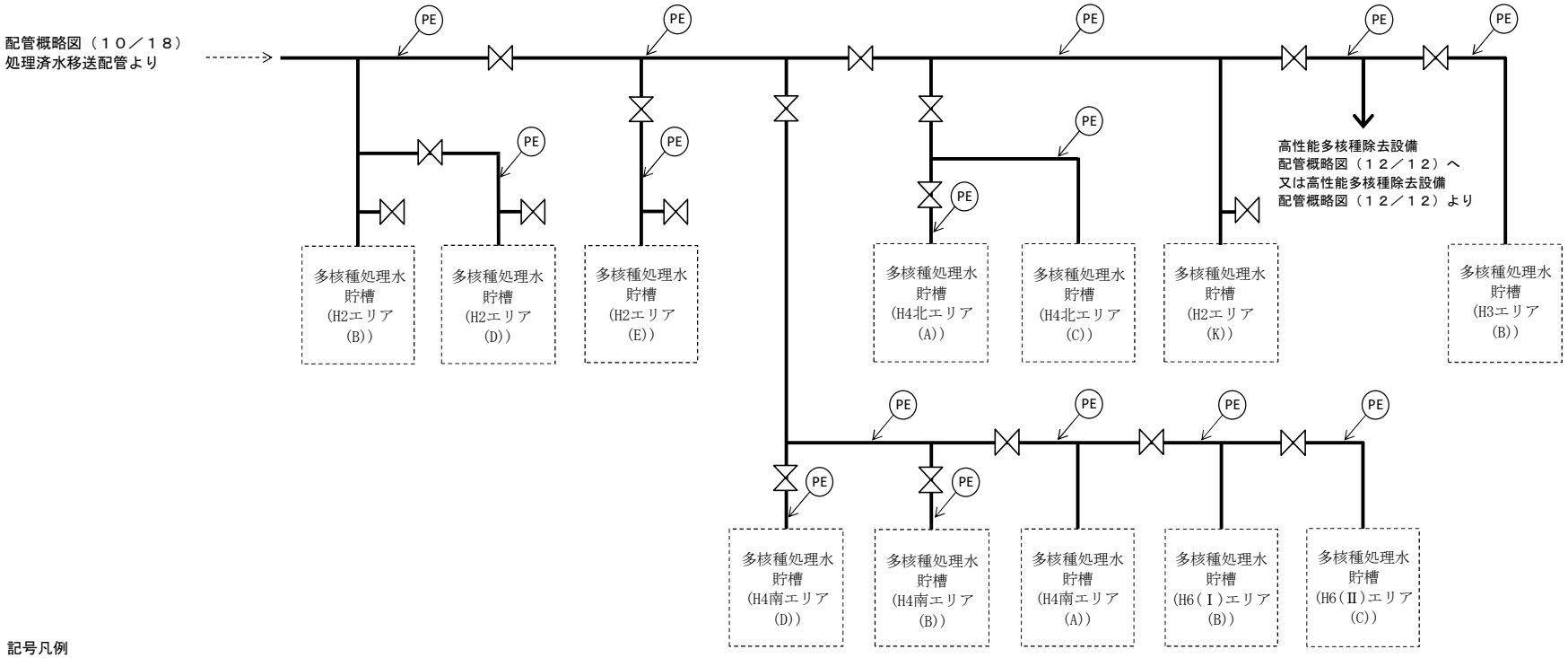
図－１　配管概略図（１６／１８）



記号凡例
PE　：ポリエチレン管
ホ　：耐圧ホース

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

図－１　配管概略図（１７／１８）



記号凡例
PE　：ポリエチレン管

図中の番号は、1.2.6.1.1.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－１　配管概略図（１８／１８）

1.2.6.1.1.2　評価方法

(1)　管の厚さの評価

管の必要な厚さは，次に揚げる値のいずれか大きい方の値とする。

a.　内面に圧力を受ける管

$$t_1 = \frac{P \cdot D_O}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1 ：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
Do：管台の外径（m）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

b.　炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小必要厚さ：t_2

設計・建設規格　PPD-3411（3）の表 PPD-3411-1 より求めた値

1.2.6.1.1.3　評価結果

評価結果を表－１５に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有していると評価している。

表－１５　配管の評価結果（管厚）

No.	外径（mm）	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
1	114.30	STPG370	1.15	40	3.40	7.52
2	60.50	STPG370	1.15	40	2.40	4.81
3	60.50	STPG370	0.98	60	2.40	4.81
4	60.50	SUS316L	0.98	60	0.28	3.40
5	60.50	SUS316L	静水頭	60	－	3.40
6	165.20	SUS316L	0.98	60	0.74	6.21
7	114.30	SUS316L	0.98	60	0.52	5.25
8	76.30	SUS316L	0.98	60	0.35	4.55
9	216.30	SUS316L	静水頭	60	－	7.17
10	216.30	SUS316L	0.98	60	0.97	7.17
11	267.40	SUS316L	0.98	60	1.20	8.13
12	34.00	SUS316L	0.98	60	0.16	2.90
13	139.80	SUS316L	0.98	60	0.63	5.77
14	42.70	SUS316L	0.98	60	0.20	3.10

No.	外径 （mm）	材料	最高使用 圧力(MPa)	最高使用 温度（℃）	必要厚さ （mm）	最小厚さ （mm）
15	318.50	SUS316L	0.98	60	1.43	9.01
16	60.50	SUS316L	1.37	60	0.38	3.40
17	42.70	SUS316L	1.37	60	0.27	3.10
18	89.10	SUS316L	1.37	60	0.56	4.81
19	60.50	SUS316L	1.15	60	0.32	3.40
20	42.70	SUS316L	1.15	60	0.23	3.10
21	60.50	STPG370	1.15	60	2.40	4.81
22	165.20	STPG370	0.98	40	3.80	6.21
23	76.30	STPG370	0.98	40	2.70	4.55
24	48.60	STPG370	0.98	40	2.20	3.20
25	114.30	STPG370	0.98	40	3.40	5.25
26	216.30	STPG370	0.98	40	3.80	7.17
27	76.30	STPG370	1.15	40	2.70	6.12
28	60.50	SUS316L	0.7	60	0.20	3.40
29	114.30	STPG370	0.7	60	3.40	5.25
30	60.50	STPG370	0.7	60	2.40	3.40
31	165.20	SUS316L	0.98	40	0.73	6.21
32	114.30	SUS316L	0.98	40	0.51	5.25
34	139.80	SUS316L	0.5	40	0.32	5.77
35	76.30	SUS316L	0.5	40	0.18	4.55
36	60.50	SUS316L	0.5	40	0.14	3.40
37	48.60	SUS316L	0.5	40	0.11	3.20
38	34.00	SUS316L	0.5	40	0.08	2.90
39	76.30	SUS316L	0.5	60	0.18	4.55
40	48.60	SUS316L	0.5	60	0.12	3.20

注１）継手類は JIS 等の規格品を適用することで，管に対し十分な厚さを有し，管の強度評価に包絡される。

注２）管及び機器の取合箇所において，変位の吸収や着脱の必要性から強度計算の規格外となるホース類を適用する箇所がある。これらについては配管の流体・圧力・温度条件に合致した十分実績のあるものを採用することで，必要な強度を確保するものとする。

1.2.6.1.2　配管（ポリエチレン管）

配管（ポリエチレン管）は鋼材ではなく，一般産業品であるため，設計・建設規格の要求に適合するものではない。しかしながら，配管（ポリエチレン管）は，一般に耐食性，電気特性（耐電気腐食），耐薬品性を有しており，鋼管と同等の信頼性を有している。また，以下により高い信頼性を確保する。

・日本水道協会規格、ＩＳＯ規格に適合したポリエチレン管を採用する。
・継手は，可能な限り融着構造とする。

また，配管（ポリエチレン管）には保温材を取り付け凍結防止対策を施す。なお，本対策は，配管（ポリエチレン管）の紫外線劣化対策を兼ねる。

1.2.6.1.3　配管（耐圧ホース）

配管（耐圧ホース）は鋼材ではなく，一般産業品であるため，設計・建設規格の要求に適合するものではない。しかしながら，以下により高い信頼性を確保する。

・耐圧ホースで発生した過去の不適合のうち，チガヤによる耐圧ホースの貫通に関してはチガヤが生息する箇所においては鉄板敷き等の対策を施す。
・継手金属と樹脂の結合部（カシメ部）の外れ防止対策として，結合部に外れ防止金具を装着する。
・通水等による漏えい確認を行う。

1.2.6.2　耐震性評価

1.2.6.2.1　配管（鋼管）

配管（鋼管）は，原子力発電所の耐震設計に用いられている定ピッチスパン法等によりサポートスパンを確保する。

1.2.6.2.2　配管（ポリエチレン管）

配管（ポリエチレン管）は，可撓性を有しており地震により有意な応力は発生しない。

1.2.6.2.3　配管（耐圧ホース）

配管（耐圧ホース）は，可撓性を有しており地震により有意な応力は発生しない。

以上

別紙－１

耐震クラスの設定について

多核種除去設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，2021 年 9 月 8 日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方を踏まえ，その安全機能の重要度，地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

本資料では，上記の方針に基づく耐震クラスの設定について記載する。

ただし，本資料に記載が無い，2021 年 9 月 8 日以前に認可された機器については，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を参考にして耐震クラスを分類している。

１．Ｃクラスに設定する設備

（１）対象設備

移送タンク，移送ポンプ，移送タンク～サンプルタンク間の主配管

ただし，Ｂクラス相当にて評価を示す場合が有る。

（２）設定の理由

ａ．破損シナリオ

地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく影響を評価するため，対象設備が破損して内包する液体放射性物質が漏えいすることを想定する。

ｂ．影響評価

対象設備の内包水が全て漏えいすると想定し，公衆への被ばく影響を評価する。対象設備では配管構成上，吸着塔を通水した処理済水のみを取り扱うため，処理済水の分析結果（平成 25 年 7 月）を内包水の放射能濃度として設定する。

直接線・スカイシャイン線による被ばくについては，想定よりも保守側の条件（放射能濃度は同一で，漏えい量が多く，最寄りの敷地境界までの距離が短い条件）にて年間 1μSv 未満であると評価していることから，本想定の場合も同様に年間 1μSv 未満になると評価した。

漏えい水の気中移行による被ばくについては，想定よりも保守側の条件（放射能濃度は同一で，漏えい量が多く，最寄りの敷地境界までの距離が短い条件）にて年間 1μSv 未満であると評価していることから，本想定の場合も同様に年間 1μSv 未満になると評価した。

ｃ．耐震クラス

破損シナリオによる公衆への被ばく影響は年間 2μSv 未満であり 50μSv 以下であることから，耐震クラスはＣクラスと評価する。

以上

多核種除去設備に係る確認事項

多核種除去設備に係る主要な確認事項を表－１～１４に示す。

表－１　確認事項

（デカントタンク，共沈タンク，供給タンク，バッチ処理タンク，循環タンク
移送タンク，吸着塔入口バッファタンク，吸着塔１～14，処理カラム，
高性能容器（タイプ 2））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について，材料証明書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，記録または材料証明書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおり据付ていることを記録等により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認	①確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。
		②運転圧力で耐圧部からの漏えいのないことを記録等により確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
		③浸透探傷検査記録または外観検査記録による代替検査を実施し，耐圧部に異常の無いことを確認する。	耐圧部に有意な欠陥等がないこと。

注：①②③は，いずれかとする。

表－２　確認事項（サンプルタンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について，材料証明書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，記録または材料証明書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，記録を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおり据付ていることを記録により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
		タンク基礎の不陸を記録により確認する。また，支持力試験にて，タンク基礎の地盤支持力を記録により確認する。	タンク基礎の不陸に異常がないこと。また，必要な支持力を有していること。
	耐圧・漏えい確認	運用水位以上で，一定時間保持後，確認圧力に耐えること，また漏えいがないことを記録により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－３　確認事項

（前段クロスフローフィルタ，後段クロスフローフィルタ，出口フィルタ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観について，記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおり据付ていることを記録により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認	CODAP2005 等に基づき，確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－４　確認事項

（苛性ソーダ貯槽，炭酸ソーダ貯槽，次亜塩素酸ソーダ貯槽，塩酸貯槽，塩化第二鉄貯槽）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した材料について，製品検査記録等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，製品検査記録により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおり据付ていることを記録により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－５　確認事項

（スラリー移送ポンプ，循環ポンプ１／２，デカントポンプ，供給ポンプ１／２
ブースターポンプ１／２，移送ポンプ，処理済水移送ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観について，記録等により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおり据付ていることを立会いまたは記録により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
	漏えい確認	運転圧力で耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	ポンプの運転確認を実施し，異常のないことを立会いまたは記録により確認する。	異音，振動等の異常がないこと。

表－６　確認事項（吸着塔 15，16）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について，材料証明書を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，記録または材料証明書を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観について，記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－７　確認事項　主配管（鋼管）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について，材料証明書または納品書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，材料証明書または納品書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，立会いまたは記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が図面のとおり据付ていることを立会いまたは記録により確認する。	図面のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認 注１	①:最高使用圧力の 1.5 倍で一定時間保持後，同圧力に耐えていること，また，耐圧部からの漏えいがないことを立会いまたは記録により確認する。	最高使用圧力の 1.5 倍に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。
		②:運転圧力で耐圧部からの漏えいのないことを立会いまたは記録により確認する。※１	耐圧部から漏えいがないこと。
機能・性能	通水確認	通水ができることを立会いまたは記録により確認する。	通水ができること。

※１：運転圧力による耐圧部の漏えい検査が実施できない配管フランジ部については，
　　トルク確認等の代替検査を実施する。

注１：耐圧漏えい確認は，①②のいずれかとする。

表－８　確認事項（ポリエチレン管）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した材料について，製品検査成績書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について，製品検査成績書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，立会いまたは記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が図面のとおりに据付ていることを立会いまたは記録により確認する。	図面のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認 注１	①：最高使用圧力以上で一定時間保持後，同圧力に耐えていること，また，耐圧部からの漏えいがないことを立会いまたは記録により確認する。	最高使用圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。
		②：気圧により，耐圧部からの漏えいのないことを立会いまたは記録で確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
		③：運転圧力で耐圧部からの漏えいがないことを立会いまたは記録で確認する。	
機能・性能	通水確認	通水ができることを立会いまたは記録により確認する。	通水ができること。

注１：耐圧漏えい確認は，①②③のいずれかとする。

表－９　確認事項（耐圧ホース）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した材料について，製品検査成績書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について，製品検査成績書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，記録等により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおり据付ていることを記録等により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－１０　確認事項　多核種除去設備

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能確認	実施計画に記載の処理容量が通水可能であることを確認する。	実施計画に記載した処理容量が通水可能であり，設備からの異音、振動等の異常がないこと。
	除去性能	処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）について，除去対象とする 62 核種の放射能濃度を確認する。	『東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度未満であること。

表－１１　確認事項（漏えい検出装置および警報装置※2）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観について，記録等により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	装置の据付位置，据付状態について，記録等により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。
機能	漏えい警報確認	設定とおりに警報が作動することを記録等により確認する。	漏えいを検知し，警報が作動すること。設定とおりに警報が作動すること。

※2：漏えい検出装置および警報装置については，最新の点検データにより，健全性を確認する。

表－１２　確認事項（エリア放射線モニタ※3）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
監視	構造確認	外観確認	各部の外観について，記録等により確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について，記録等により確認する。	実施計画のとおりに施工・据付ていること。
	機能確認	警報確認	設定値どおり警報及び表示灯が作動することを記録等により確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
	性能確認	線源校正確認	標準線源を用いて線量当量率を測定し，各検出器の校正が正しいことを記録等により確認する。	基準線量当量率に対する正味線量当量率が，許容範囲以内であること。
		校正確認	モニタ内のテスト信号発生部により，各校正点の基準入力を与え，その時の指示値が正しいことを記録等により確認する。	各指示値が許容範囲以内に入っていること。

※3：エリア放射線モニタ等の機器については，最新の点検データにより，健全性を確認する。

表－１３　確認事項（基礎）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	材料確認	構造体コンクリートの圧縮強度を記録等により確認する。	構造体コンクリート強度が，実施計画に記載されている設計基準強度に対して，JASS 5N の基準を満足すること。
		鉄筋の材質，強度，化学成分を記録等により確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
	寸法確認	構造体コンクリート部材の断面寸法を記録等により確認する。	構造体コンクリート部材の断面寸法が，実施計画に記載されている寸法に対して，JASS 5N の基準を満足すること。
	据付確認	鉄筋の径，間隔を記録等により確認する。	鉄筋の径が実施計画に記載されているとおりであること。鉄筋の間隔が実施計画に記載されているピッチにほぼ均等に分布していること。

表－１４　確認事項（堰その他の設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
漏えい防止	材料確認	実施計画に記載されている主な材料について記録により確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	漏えいの防止のための外周堰の高さ 490mm※4 以上であることを記録等により確認する。	外周堰の高さが 490mm 以上あること。
	外観確認	外周堰の各部の外観について，記録等により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	外周堰その他の設備の据付位置，据付状態について，記録等により確認する。	実施計画のとおり施工・据付ていること。

※4：設備保有水量から算出した値

多核種除去設備の溶接部に係る主要な確認事項を表－１５，表－１６に示す。

表－１５　確認事項

（デカントタンク，共沈タンク，供給タンク，バッチ処理タンク，循環タンク，吸着塔入口バッファタンク，吸着塔 1～14）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査 (1/3)	材料検査	使用材料が JIS 規格に適合していることを材料証明書又は納品書等により確認する。	使用材料が JIS 規格に適合していること。
	開先検査	①開先面に溶接に悪影響を及ぼす欠陥等ないことを溶接施行記録等により確認する。	開先面に溶接に悪影響を及ぼす欠陥等ないこと。
		②開先形状の管理が行われていることを溶接施行記録または管理要領等により確認する。	開先形状の管理が行われていること。
	溶接作業検　査 (1/2)	①溶接施工法が次のいずれかであることを施工法認可証，確認試験記録等により確認する。 ・溶接規格第 2 部に定める溶接施工法認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの ・電気事業法に基づき実施された検査において適合性が確認されたもの ・溶接施工法認証標準と同等の施工会社社内認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの ・ASME 規格に基づく確認試験を実施し合格したものであること。	溶接施工法が次のいずれかであること。 ・溶接規格第 2 部に定める溶接施工法認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの ・電気事業法に基づき実施された検査において適合性が確認されたもの ・溶接施工法認証標準と同等の施工会社社内認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの ・ASME 規格に基づく確認試験を実施し合格したものであること。

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査 (2/3)	溶接作業検査 (2/2)	また，溶接士は，実作業が可能となる次のいずれかの資格を有していることを有資格者証明書等により確認する。 ・溶接規格第 3 部に定める溶接士技能認証標準に基づく有資格者 ・JIS 規格に基づく有資格者 ・溶接士技能認証標準と同等の施工会社社内技能認証標準に基づく有資格者 ・ASME 規格に基づき認定された有資格者	溶接士は，実作業が可能となる次のいずれかの資格を有していること。 ・溶接規格第 3 部に定める溶接士技能認証標準に基づく有資格者 ・JIS 規格に基づく有資格者 ・溶接士技能認証標準と同等の施工会社社内技能認証標準に基づく有資格者 ・ASME 規格に基づき認定された有資格者
		②溶接が，あらかじめ決められた溶接施工法であり，溶接士が保有する資格範囲内で溶接されていることを溶接記録又は管理要領等により確認する。	溶接が，あらかじめ決められた溶接施工法であり，溶接士が保有する資格範囲内で溶接されていること。
	非破壊検査	①非破壊検査（浸透探傷検査※5）を実施し，溶接部に欠陥指示模様がないことを記録等により確認する。	溶接部に欠陥指示模様がないこと。
		②外観検査記録による代替検査を実施し，溶接部に有意な欠陥等がないことを記録等により確認する。	溶接部に有意な欠陥がないこと。

※5：浸透探傷検査に使用する探傷剤は必要によりメーカーカタログにて確認する。

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査 (3/3)	耐圧・漏えい検査	①確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。
		②運転圧力で漏えい検査を実施し，漏えい等が無いことを記録等により確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
		③浸透探傷検査記録または外観検査記録による代替検査を実施し，耐圧部に異常の無いことを確認する。※6	溶接部に有意な欠陥等がないこと。
	外観検査	①溶接部の外観確認を行い，異常のないことを記録等により確認する。	溶接部に有意な欠陥がないこと。
		②浸透探傷検査記録による代替検査を実施し，溶接部に異常の無いことを確認する。	

※6：タンクの汚染水入口ノズルと天板の溶接部等

注１：①②③は，いずれかとする。

表－１６　確認事項（主配管）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査 (1/3)	材料検査	使用材料が JIS 規格等に適合していることを材料証明書又は納品書等により確認する。※7	使用材料が JIS 規格等に適合していること。
	開先検査	①開先面に溶接に悪影響を及ぼす欠陥等ないことを溶接施行記録等により確認する。	開先面に溶接に悪影響を及ぼす欠陥等ないこと。
		②開先形状の管理が行われていることを溶接施行記録または管理要領等により確認する。	開先形状の管理が行われていること。
	溶接作業検査 (1/2)	①溶接施工法が次のいずれかであることを施工法認可証，確認試験記録等により確認する。 ・溶接規格第 2 部に定める溶接施工法認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの ・電気事業法に基づき実施された検査において適合性が確認されたもの ・溶接施工法認証標準と同等の施工会社社内認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの	溶接施工法が次のいずれかであること。 ・溶接規格第 2 部に定める溶接施工法認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの ・電気事業法に基づき実施された検査において適合性が確認されたもの ・溶接施工法認証標準と同等の施工会社社内認証標準に基づく確認試験を実施し合格したもの

※7：素材メーカ及び継手メーカによる溶接構造の配管等は，JIS 規格及び「配管用ステンレス鋼製スタブエンド」（日本金属継手協会規格）に基づき，製作されていることを材料証明書により確認する。

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査 (2/3)	溶接作業検査 (2/2)	また，溶接士は，実作業が可能となる次のいずれかの資格を有していることを有資格者証明書等により確認する。 ・溶接規格第 3 部に定める溶接士技能認証標準に基づく有資格者 ・JIS 規格に基づく有資格者 ・溶接士技能認証標準と同等の施工会社社内技能認証標準に基づく有資格者	溶接士は，実作業が可能となる次のいずれかの資格を有していること。 ・溶接規格第 3 部に定める溶接士技能認証標準に基づく有資格者 ・JIS 規格に基づく有資格者 ・溶接士技能認証標準と同等の施工会社社内技能認証標準に基づく有資格者
		②溶接が，あらかじめ決められた溶接施工法であり，溶接士が保有する資格範囲内で溶接されていることを溶接施工記録又は管理要領等により確認する。	溶接が，あらかじめ決められた溶接施工法であり，溶接士が保有する資格範囲内で溶接されていること。
	非破壊検査	①非破壊検査（浸透探傷検査※8）を実施し，溶接部に欠陥指示模様がないことを記録等により確認する。	溶接部に欠陥指示模様がないこと。
		②外観検査記録による代替検査を実施し，溶接部に有意な欠陥等がないことを記録等により確認する。	溶接部に有意な欠陥がないこと。

※8：浸透探傷検査に使用する探傷剤は必要によりメーカーカタログにて確認する。

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査 (3/3)	耐圧・漏えい検査	①確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。
		②運転圧力で耐圧部からの漏えい検査を実施し，漏えい等が無いことを記録等により確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
	外観検査	溶接部の外観確認を行い，異常の無いことを記録等により確認する。	溶接部に有意な欠陥がないこと。

注１：①②は，いずれかとする。

多核種除去設備の溶接部（海外製品溶接検査）に係る主要な確認事項を表－１７，１８に示す。

表－１７　確認事項（クロスフローフィルター）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	使用材料が，EN 規格等の海外規格に準拠していることを材料証明書により確認する。	使用材料が，EN 規格等の海外規格に準拠していること。
	開先検査	開先形状が，EN 規格等に準拠していることを製作図等により確認する。	開先形状が，EN 規格等に準拠していること。
	溶接作業検査	EN 規格に定められた溶接施工法及び溶接士の資格を有していることを記録等により確認する。	EN 規格に基づく，溶接施工法及び溶接士により溶接施工されていること。
	非破壊試験	長手溶接部について，非破壊検査（放射性透過試験）を実施し，試験方法及び結果が CODETI2006 等に適合していることを記録により確認する。	非破壊検査（放射性透過試験）の試験方法及び結果が CODETI2006 等に適合していること。
	耐圧漏えい検査	CODAP2005 等に基づき確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていること また，耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。
	外観検査	溶接部の外観確認を行い，異常のないことを記録等により確認する。	溶接部に有意な欠陥がないこと。

表－１８　確認事項（主配管）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	使用材料が，ASTM 規格等の海外規格に準拠していることを材料証明書により確認する。※9	使用材料が，ASTM 規格等の海外規格等に準拠していること。
	開先検査	開先形状の管理が行われていることを管理要領等により確認する。	開先形状の管理が行われていること。
	溶接作業検査	ASME 規格に定められた溶接施工法及び溶接士の資格を有していることを記録等により確認する。	ASME 規格に基づく，溶接施工法及び溶接士により溶接施工されていること。
	耐圧漏えい検査	確認圧力で一定時間保持した後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。
	外観検査	溶接部の外観確認を行い，異常の無いことを記録等により確認する。	溶接部に有意な欠陥がないこと。

※9：素材メーカによる溶接構造の配管等は，海外材料規格に基づき製作されていることを材料証明書により確認する。

注 2：「表－１７，１８確認事項（海外製品溶接検査）」の確認範囲は，「東京電力株式会社　福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則」の第 26 条第 4 号に規定する範囲とする。

添付資料－２　1.2.6.1.1.1　図－１　配管概略図（９／１５）に記載のあるＥ，Ｈ５北，Ｈ６北エリアへの多核種処理設備処理済水移送配管に関する確認事項を表－１９に示す。

表－１９　確認事項（Ｅエリア等への多核種処理設備処理済水移送配管）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した材料について，製品検査成績書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について，製品検査成績書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について記録等により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	取付・取外し運用を行う配管の接続前および接続後において，機器が系統構成図とおりに据付されていることを記録等により確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	取付・取外し運用を行う配管の接続前および接続後において，最高使用圧力以上で一定時間保持後，確認圧力に耐えていること，また耐圧部からの漏えいがないことを記録等により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

RO 濃縮水処理設備から用途変更する機器に関する確認事項を表－２０に示す。

RO 濃縮水処理設備から他設備へ用途変更する機器は，用途変更に伴い，構造強度・耐震性，機能及び性能について変更はないことから，用途変更後も機器を継続使用する。なお，用途変更する機器に係わる確認事項については，継続使用しながら確認を実施する。

表－２０－１　確認事項（主配管（PE 管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	製造者寸法許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※1	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。※1	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	現場状況を考慮し製造者指定方法・圧力による漏えい有無を確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※1　現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－２０－２　確認事項（主配管（閉止部））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観・据付確認	配管閉止部の外観，据付状態について確認する。	実施計画の通りであること。
機能	機能確認	配管が実施計画の通り施工されていることを確認する。	実施計画の通りであること。

多核種除去設備の薬品供給設備に係る主要な確認事項を表－２１～２４に示す。

表－２１　確認事項（炭酸ソーダ供給ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認	運転圧力で耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また，異音，異常振動等がないこと。

表－２２　確認事項（主配管（鋼管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径，厚さについて記録または材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。

表－２３　確認事項（耐圧ホース）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について検査成績書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について検査成績書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。

表－２４　確認事項（ポリエチレン管）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径，厚さについて記録または材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工･据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力以上の圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	最高使用圧力以上の圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。

以上

2.16.2 増設多核種除去設備

2.16.2.1 基本設計

2.16.2.1.1 設置の目的

増設多核種除去設備は,『2.5 汚染水処理設備等』で処理した液体状の放射性物質の処理を早期に完了させる目的から設置するものとし，汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下,「告示濃度限度」という。）を下回る濃度まで低減する。

なお，増設多核種除去設備の性能を確認する試験（以下,「確認試験」という。）において，増設多核種除去設備が上記性能を有する設備であることについて確認した。

2.16.2.1.2 要求される機能

『2.16.1 多核種除去設備 2.16.1.1.2「要求される機能」』に同じ。

2.16.2.1.3 設計方針

『2.16.1 多核種除去設備 2.16.1.1.3「設計方針」』に同じ。

2.16.2.1.4 供用期間中に確認する項目

増設多核種除去設備処理済水に含まれる除去対象の放射性核種濃度（トリチウムを除く）が告示濃度限度未満であること。

2.16.2.1.5 主要な機器

増設多核種除去設備は，３系列から構成し，各系列は前処理設備と多核種除去装置で構成する。さらに共通設備として，前処理設備及び多核種除去装置へ薬品を供給する薬品供給設備，処理済水のサンプリング,多核種処理水タンクへ移送する多核種移送設備，放射性物質を吸着した吸着材等を収容して貯蔵する高性能容器，増設多核種除去設備の運転監視を行う監視・制御装置，電源を供給する電源設備等で構成する。また，装置の処理能力を確認するための試料採取が可能な構成とする。

増設多核種除去設備の除去対象とする核種は,『2.16.1 多核種除去設備 添付資料－６』と同じとする。

増設多核種除去設備の主要な機器は，免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。更に，特に重要な運転操作についてはダブルアクションを要する等の設計とする。また，増設多核種除去設備の設置エリアには，エリア放射線モニタを設置し，放射線レベルを監視する。

増設多核種除去設備で処理された水は，処理済水貯留用のタンクで貯留する。

(1) 前処理設備

前処理設備は，多核種除去装置での吸着材によるストロンチウムの除去を阻害するマグネシウム，カルシウム等の２価の金属を炭酸塩沈殿処理により除去することを目的とし，炭酸ソーダと苛性ソーダを添加する。

炭酸塩沈殿処理による生成物は，クロスフローフィルタまたは沈殿槽により濃縮し，高性能容器に排出する。

(2) 多核種除去装置

多核種除去装置は，１系列あたり１８塔の吸着塔で構成する。

多核種除去装置は，除去対象核種に応じて吸着塔に収容する吸着材の種類が異なっており，処理対象水に含まれるコロイド状及びイオン状の放射性物質を分離・吸着処理する機能を有する。吸着塔に収容する吸着材の構成は，処理対象水の性状に応じて変更する。また，吸着材は，所定の容量を通水した後，高性能容器へ排出する。

なお，吸着塔は２塔分の増設が可能である。

(3) 高性能容器（HIC；High Integrity Container）

高性能容器は，使用済みの吸着材，沈殿処理生成物を収容するもので，『2.16.1 多核種除去設備』で使用する高性能容器と同じである。高性能容器の仕様及び健全性評価等を『2.16.1 多核種除去設備 添付資料－５』に示す。

使用済みの吸着材は，収容効率を高めるために脱水装置（SEDS；Self-Engaging Dewatering System）により脱水処理される。脱水した水は増設多核種除去設備の系統内に移送する。

沈殿処理生成物の高性能容器への移送は自動制御で行い，使用済みの吸着材の移送は現場で状況を確認しながら手動操作によって行う。高性能容器への収容量は，水位センサにて監視する。

沈殿処理生成物及び使用済みの吸着材を収容した高性能容器は，使用済セシウム吸着塔一時保管施設で貯蔵する。

また，高性能容器は，取扱い時の落下による漏えいを防止するため，補強体等を取り付ける。

(4) 薬品供給設備

薬品供給設備は，各添加薬液に対してそれぞれタンクを有し，沈殿処理やpH調整のため，ポンプにより薬品を前処理設備や多核種除去装置へ供給する。添加する薬品は，苛性ソーダ，炭酸ソーダ，塩酸とするが，何れも不燃性であり，装置内での反応熱，反応ガスも有意には発生しない。なお，炭酸ソーダについては，増設多核種除去設備の処理済み水に粉体を溶解させ生成することも可能な設計とする。

(5) 多核種移送設備

多核種移送設備は，増設多核種除去設備で処理された水を採取し，分析後の水を処理済水貯留用のタンクに移送するための設備で，サンプルタンク，増設多核種除去設備用移送ポンプおよび移送配管等で構成する。なお，増設多核種除去設備で処理された水は，サンプルタンクをバイパスして処理済水貯留用のタンクに移送することも可能な構成となっている。

また，サンプルタンクは，『2.16.1　多核種除去設備』で処理された水を受け入れることも可能な構成とする。

(6) 電源設備

電源は，異なる２系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。なお，電源が喪失した場合でも，設備からの外部への漏えいは発生することはない。

(7) 橋形クレーン

高性能容器を取り扱うための橋形クレーンを設ける。

(8) 増設多核種除去設備基礎

増設多核種除去設備基礎は，平面が約６１ｍ（南北方向）×約８１ｍ（東西方向），厚さ約０．３ｍの鉄筋コンクリート造で，段丘堆積層に直接支持されている。

なお，上屋は，地上高さが約１６ｍの鉄骨造で，構造上，基礎から独立した構造となっている。

2.16.2.1.6 自然災害対策等

(1)　津波

増設多核種除去設備は，アウターライズ津波が到達しないと考えられる T.P.約 28m 以上の場所に設置する。

(2)　台風

台風による設備の損傷を防止するため，建屋は建築基準法施行令に基づく風荷重に対して設計する。

(3)　積雪

積雪による設備の損傷を防止するため，建屋は建築基準法施行令および福島県建築基準法施行規則細則に基づく積雪荷重に対して設計する。

(4)　落雷

接地網を設け，落雷による損傷を防止する。

(5)　竜巻

竜巻の発生の可能性が予見される場合は，設備の停止・隔離弁の閉止操作等を行い，汚染水の漏えい防止及び漏えい水の拡大防止を図る。

(6)　火災

火災発生を防止するため，実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。また，火災検知性を向上させるため，消防法基準に準拠した火災検出設備を設置するとともに，初期消火のために近傍に消火器を設置する。さらに，避難時における誘導用のために誘導灯を設置する。

2.16.2.1.7 構造強度及び耐震性

(1)構造強度

増設多核種除去設備を構成する主要な機器は，「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成２５年６月２８日原子力規制委員会規則第６号)」において，廃棄物処理設備に相当すると位置付けられる。これに対する適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」(以下，「設計・建設規格」という。）で規定され，機器区分クラス３の規定を適用することを基本とする。設計・建設規格の適用が困難な機器については，設計・建設規格適用品と同等の構造強度を有することを基本とする。溶接部については，「JSME S NB-1 発電用原子力設備規格　溶接規格」(以下，「溶接規格」という。）の規定を適用することを基本とし，一部の国内製作機器については，JIS や高圧ガス保安協会基準等に準拠する。また，一部の海外製作機器については，「欧州統一規格（European Norm)」(以下，「EN 規格」という。)，CODAP(仏国圧力容器規格)等に準拠する。また，JSME 規格で規定される材料の日本産業規格(JIS)年度指定は，技術的妥当性の範囲において材料調達性の観点から考慮しない場合もある。

なお,クラス３機器に該当しないその他の機器は,JIS 等規格適合品を用いることとし，ポリエチレン管は，JWWA または ISO 規格に準拠する。

また，原子力発電所での使用実績がない材料を使用する場合は，他産業での使用実績等を活用しつつ，必要に応じて試験等を行うことで，経年劣化等の影響についての評価を行う。

(2) 耐震性

増設多核種除去設備を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，2021 年 9 月 8 日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方を踏まえ，その安全機能の重要度，地

震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

ただし，2021 年 9 月 8 日以前に認可された機器については，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を参考にして耐震クラスを分類している。

耐震性を評価するにあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」等に準拠する。要求される地震力に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。

2.16.2.1.8 機器の故障への対応

(1) 機器の単一故障

増設多核種除去設備は，３つの処理系列を有し，電源についても多重化している。そのため，動的機器，電源系統の単一故障が発生した場合においても，その他の処理系列の運転による処理が可能である。

(2) 高性能容器の落下

万一の高性能容器からの漏えい時の対応として，回収作業に必要な吸引車等を配備し，吸引車を操作するために必要な要員を確保する。また，漏えい回収訓練及び吸引車の点検を定期的に行う。

2.16.2.2 基本仕様

2.16.2.2.1 系統仕様

(1) 増設多核種除去設備

処理方式　　沈殿方式＋吸着材方式

処理容量・処理系列　　250m³/日 /系列×3 系列 ※

※ 構内に貯留している RO 濃縮塩水を早期に処理するため，運用上可能な範囲（最大で 1.1 倍程度）において処理量を増加して運転する。

2.16.2.2.2 機器仕様

(1) 容器

a．処理水受入タンク

名称			処理水受入タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m³/個	25
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	3100
	胴板厚さ	mm	9
	下部鏡板厚さ	mm	9
	高さ	mm	4740
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	2

b．共沈タンク

名称			共沈タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m³/個	5
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1750
	胴板厚さ	mm	6
	下部鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	4257
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	1（1 系列あたり）

c．供給タンク

名称			供給タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	5
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1750
	胴板厚さ	mm	6
	下部鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	3837
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	1（1系列あたり）

d．吸着塔入口バッファタンク

名称			吸着塔入口バッファタンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	6
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	2000
	胴板厚さ	mm	6
	底板厚さ	mm	20
	高さ	mm	2826
材料	胴板	－	SUS316L
	底板	－	SUS316L
個数		個	1（1系列あたり）

ｅ．多核種吸着塔１～１８

名称			多核種吸着塔１～５
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	1
最高使用圧力		MPa	1.37
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1054
	胴板厚さ	mm	18
	上部・下部鏡板厚さ	mm	20
	高さ	mm	2550
材料	胴板	－	SUS316L
	鏡板	－	SUS316L
個数		個	5（1系列あたり）

名称			多核種吸着塔６～１４
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	1
最高使用圧力		MPa	1.37
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1050
	胴板厚さ	mm	16
	さら形ふた板厚さ	mm	16
	下部鏡板厚さ	mm	16
	高さ	mm	2553
材料	胴板	－	SM490A・内面ゴムライニング
	さら形ふた板	－	SM490A・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SM490A・内面ゴムライニング
個数		個	9（1系列あたり）

名　　称			多核種吸着塔１５～１８
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/個	2.4
最高使用圧力		MPa	1.37
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1350
	胴板厚さ	mm	16
	さら形ふた板厚さ	mm	19
	下部鏡板厚さ	mm	19
	高さ	mm	3011
材料	胴板	－	SM490A・内面ゴムライニング
	さら形ふた板	－	SM490A・内面ゴムライニング
	下部鏡板	－	SM490A・内面ゴムライニング
個　　数		個	4（1系列あたり）

f. 移送タンク

名　　称			移送タンク
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/個	27
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	3100
	胴板厚さ	mm	9
	底板厚さ	mm	22
	高さ	mm	4131
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	底板	－	SS400・内面ゴムライニング
個　　数		個	2

g．サンプルタンク（増設多核種除去設備用処理済水一時貯留タンク）

名称			サンプルタンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	1235
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴内径	mm	11000
	胴板厚さ	mm	12
	底板厚さ	mm	12
	高さ	mm	13000
材料	胴板	－	SM400C
	底板	－	SM400C
個数		個	3

h. 炭酸ソーダ溶解槽

名称			炭酸ソーダ溶解槽
種類		－	角形
容量		m^3/個	1.3
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	内寸	mm	1188 × 1188
	側板厚さ	mm	6
	底板厚さ	mm	6
	高さ	mm	1200
材料	側板	－	SS400・内面ゴムライニング
	底板	－	SS400・内面ゴムライニング
個数		個	3

i. 炭酸ソーダ貯槽

名　　称			炭酸ソーダ貯槽
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/個	33
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	3100
	胴板厚さ	mm	9
	底板厚さ	mm	22
	高さ	mm	5022
材料	胴板	－	SUS316L
	底板	－	SUS316L
個　　数		個	2

j. 反応／凝集槽

名　　称			反応／凝集槽
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/個	11
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	2300
	胴板厚さ	mm	6
	鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	4400
材料	胴板	－	SS400・内面ゴムライニング
	鏡板	－	SS400・内面ゴムライニング
個　　数		個	１個／系列（２系列に設置）

k. 沈殿槽

名称			沈殿槽
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	12
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	2300
	胴板厚さ	mm	6
	鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	4400
材料	胴板	－	SUS316L
	鏡板	－	SUS316L
個数		個	１個／系列（２系列に設置）

l. 上澄み水タンク

名称			上澄み水タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	2
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	60
主要寸法	胴内径	mm	1200
	胴板厚さ	mm	6
	鏡板厚さ	mm	6
	高さ	mm	3800
材料	胴板	－	SUS316L
	鏡板	－	SUS316L
個数		個	１個／系列（２系列に設置）

(2)　ポンプ

ａ．供給ポンプ１（完成品）

台　　数	1 台（1 系列あたり）
容　　量	10.5　m^3/h

ｂ．供給ポンプ２（完成品）

台　　数	1 台（1 系列あたり）
容　　量	11.0　m^3/h

ｃ．循環ポンプ（完成品）

台　　数	1 台（1 系列あたり）
容　　量	313　m^3/h

ｄ．ブースタポンプ１（完成品）

台　　数	1 台（1 系列あたり）
容　　量	11.0　m^3/h

ｅ．ブースタポンプ２（完成品）

台　　数	1 台（1 系列あたり）
容　　量	11.5　m^3/h

ｆ．移送ポンプ（完成品）

台　　数	2 台
容　　量	35　m^3/h

ｇ．増設多核種除去設備用移送ポンプ（完成品）

台　　数	2 台
容　　量	50　m^3/h

h．炭酸ソーダ溶解槽移送ポンプ（完成品）

台　　数	3 台
容　　量	1.8　m^3/h

ｉ．炭酸ソーダ貯槽 1 供給ポンプ（完成品）

台　　数	3 台
容　　量	0.2　m^3/h

ｊ．炭酸ソーダ貯槽２移送ポンプ（完成品）

台　　数　　2台

容　　量　　20　m^3/h

k. スラリー循環ポンプ

台　　数　　1台／系列（２系列に設置）

容　　量　　13 m^3/h

l. 上澄み水ポンプ

台　　数　　１台／系列（２系列に設置）

容　　量　　12 m^3/h

(3)　その他機器

ａ．クロスフローフィルタ

台　　数　　6台（1系列あたり）

ｂ．出口フィルタ

台　　数　　1台（1系列あたり）

(4) 配管

主要配管仕様

名　称	仕　様	
ＲＯ後濃縮塩水系受タンク移送流路分岐部から処理水受入タンク入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 60℃ 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃
処理水受入タンク出口から 共沈タンク入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 50A/Sch.40 32A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 EPDM 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃
共沈タンク出口から 供給タンク入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 EPDM 静水頭 60℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
供給タンク出口から クロスフローフィルタ循環ラインまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 32A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 静水頭 0.98MPa 60℃
クロスフローフィルタ循環ライン （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A/Sch.40 150A/Sch.40 200A/Sch.40 250A/Sch.40 300A/Sch.40 300A 相当/3mm SUS316L 0.98MPa 60℃
クロスフローフィルタ出口から 吸着塔入口バッファタンク入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 50A/Sch.80 SUS316L 0.98MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃
吸着塔入口バッファタンク出口から 多核種吸着塔５下流 塩酸供給点まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	32A/Sch.40 50A/Sch.40 SUS316L 1.37MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 静水頭 1.37MPa 60℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
多核種吸着塔５下流 塩酸供給点から 移送タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	32A/Sch.40 50A/Sch.40 50A/Sch.80 80A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 1.37MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 1.37MPa 60℃
移送タンク出口から サンプルタンク入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch.40 65A/Sch.40 80A/Sch.40 100A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 EPDM 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
サンプルタンク出口から 多核種処理水貯槽，RO 濃縮水貯槽または Sr 処理水貯槽まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 80A/Sch.40 50A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当 100A 相当 ポリエチレン 静水頭 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
増設多核種除去設備用移送ポンプスキッドから 増設多核種除去設備入口弁スキッドまで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
移送ポンプ出口分岐部から 炭酸ソーダ溶解槽まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch.40 40A/Sch.40 20A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	20A/Sch.40 15A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃
炭酸ソーダ溶解槽から 炭酸ソーダ貯槽まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 40A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch.40 40A/Sch.80 15A/Sch.40 SUS316L 0.5MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 PTFE 静水頭 0.5MPa 60℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
炭酸ソーダ貯槽から 共沈タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A/Sch.40 65A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch.40 40A/Sch.40 25A/Sch.40 SUS316L 0.5MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A 相当 PTFE 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 PTFE 0.5MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A 相当 EPDM 0.5MPa 60℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
炭酸ソーダ貯槽から 多核種除去設備建屋入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.40 65A/Sch.40 50A/Sch.40 SUS316L 0.5MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A 相当 PTFE 静水頭 60℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当 ポリエチレン 0.5MPa 60℃

※　現場施工状況により，配管仕様（呼び径，厚さ，材質）の一部を使用しない場合がある。

主要配管仕様

名　称	仕　様	
処理水受入タンク移送流路分岐部から 反応／凝集槽入口まで※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 STPG370 + ﾗｲﾆﾝｸﾞ 0.98MPa 60℃
反応／凝集槽出口から沈殿槽入口まで ※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 EPDM 静水頭 60℃
沈殿槽出口から上澄み水タンク入口ま で※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当 EPDM 静水頭 60℃

※２系列に設置

主要配管仕様

名　称	仕　様	
上澄み水タンク出口から供給タンク移送流路合流部まで※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 EPDM 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 32A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
沈殿槽出口から反応／凝集槽まで※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 SUS316L 静水頭 60℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 40A/Sch.40 32A/Sch.40 25A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
クロスフローフィルタ循環ライン分岐部から反応／凝集槽まで※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	40A/Sch.40 25A/Sch.40 15A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A 相当 EPDM 0.98MPa 60℃
炭酸ソーダ貯槽移送流路分岐部から反応／凝集槽入口まで※ （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A/Sch.40 SUS316L 0.5MPa 60℃
（耐圧ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A 相当 EPDM 0.5MPa 60℃

※２系列に設置

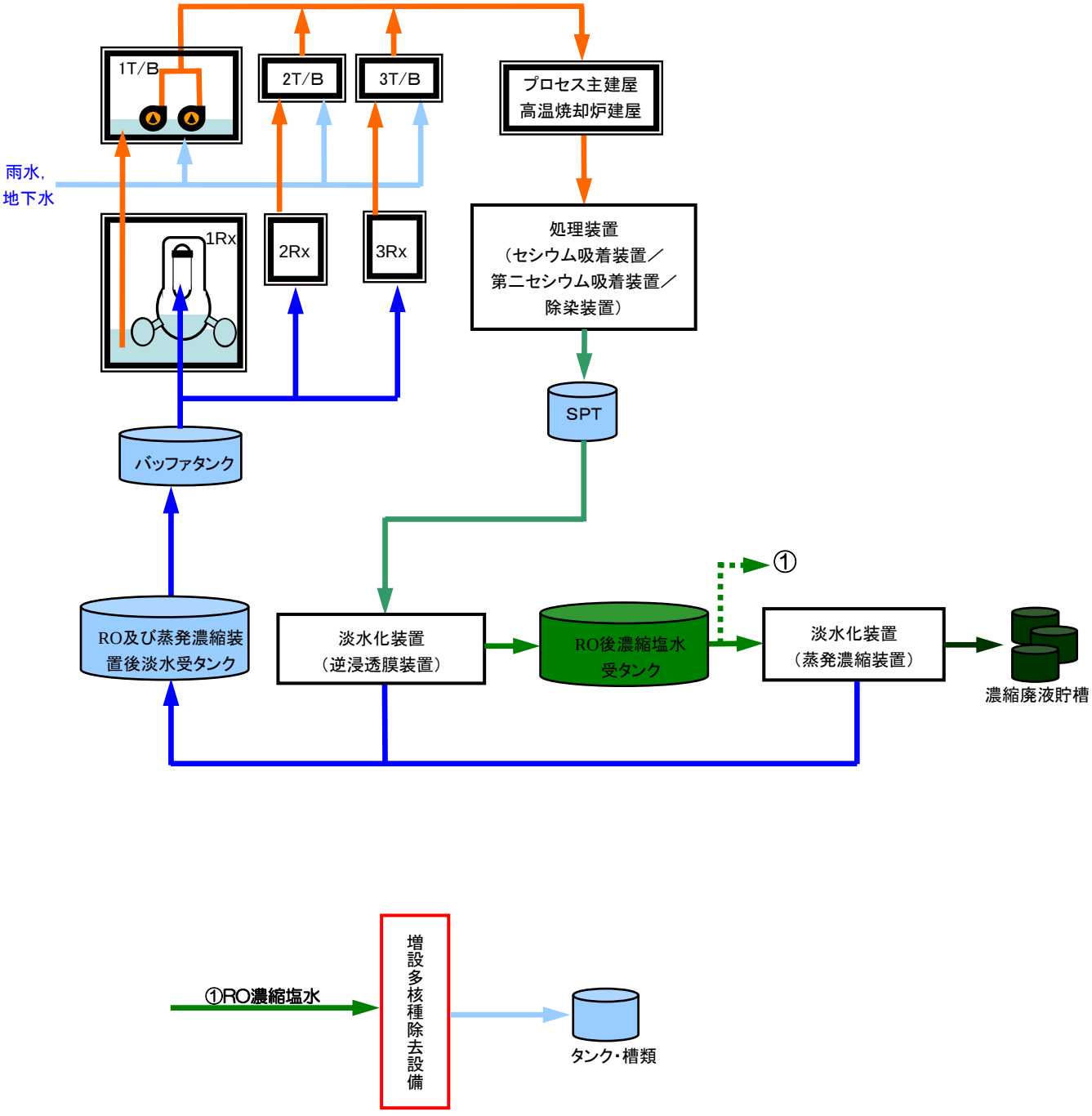
(5) 放射線監視装置

放射線監視装置仕様

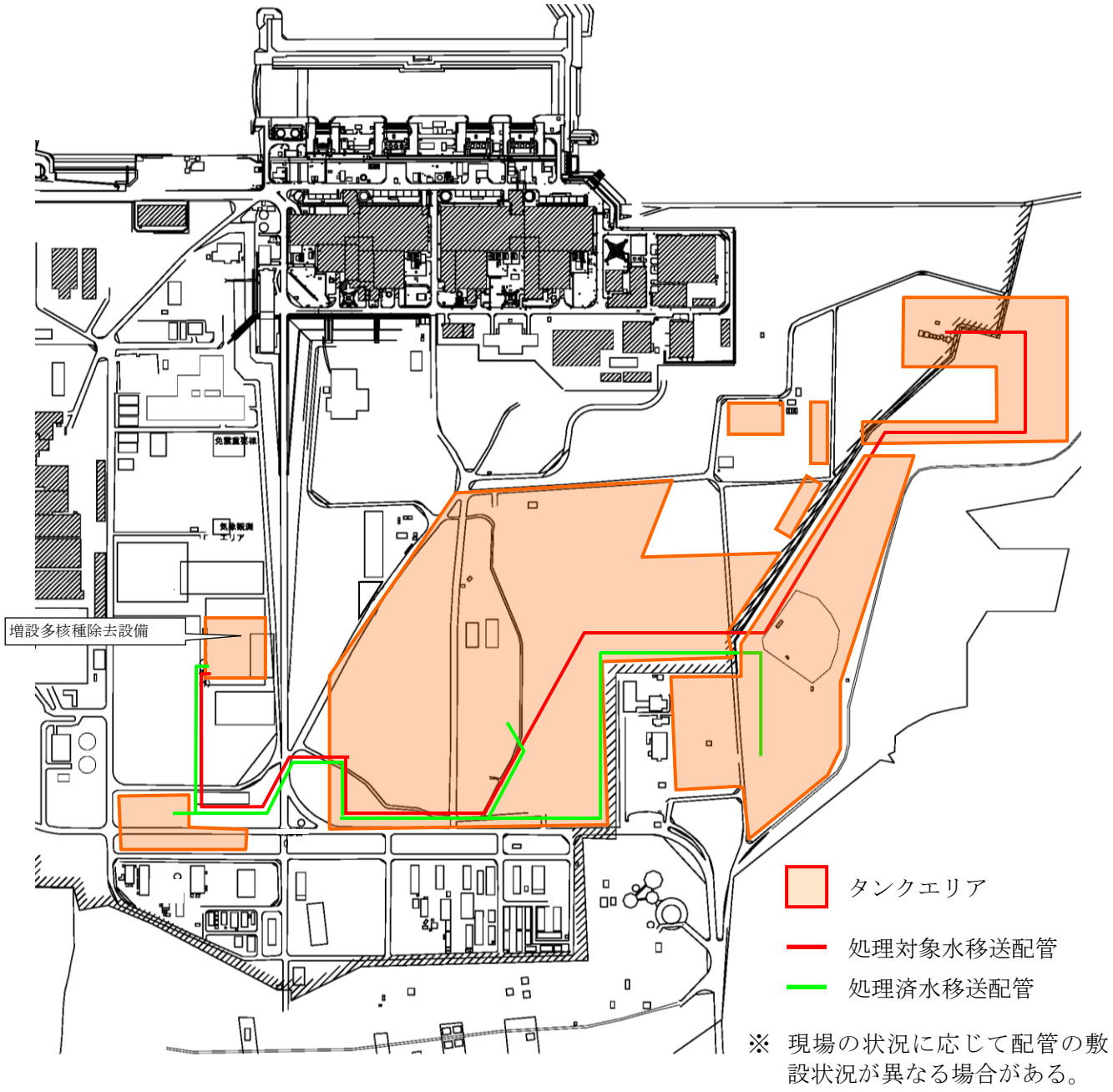
項目	仕様
名称	エリア放射線モニタ
基数	2 基
種類	半導体検出器
取付箇所	増設多核種除去設備設置エリア
計測範囲	10^{-3} mSv/h ～ 10^{1} mSv/h

2.16.2.3 添付資料

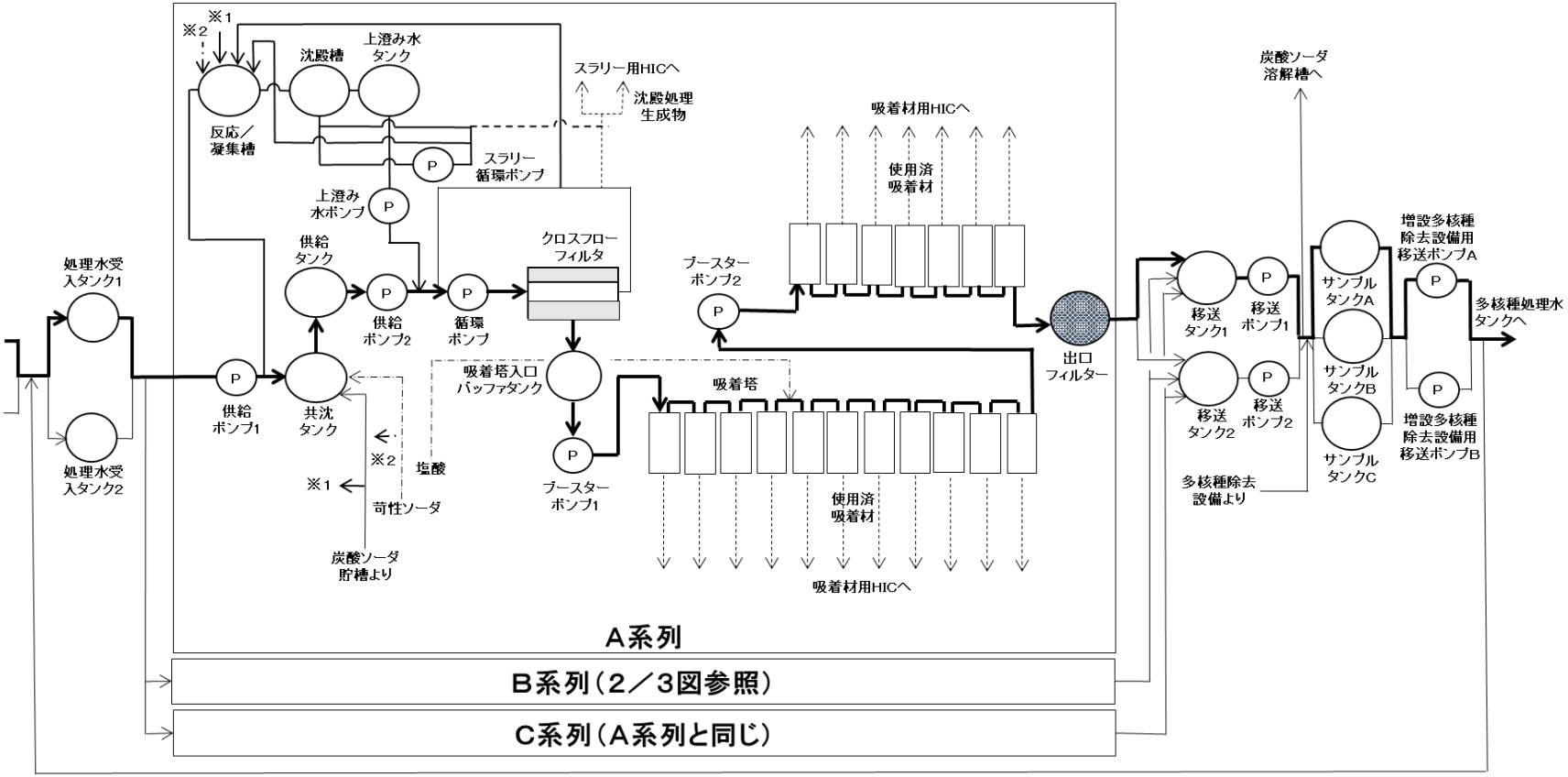
添付資料－１： 全体概要図及び系統構成図
添付資料－２： 増設多核種除去設備基礎の構造強度に関する検討結果
添付資料－３： 増設多核種除去設備の耐震性に関する説明書
添付資料－４： 増設多核種除去設備の強度に関する説明書
添付資料－５： 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止に関する計算書
添付資料－６： 工事工程表
添付資料－７： 増設多核種除去設備の具体的な安全確保策
添付資料－８： 増設多核種除去設備の確認試験結果について
添付資料－９： 増設多核種除去設備に係る確認事項



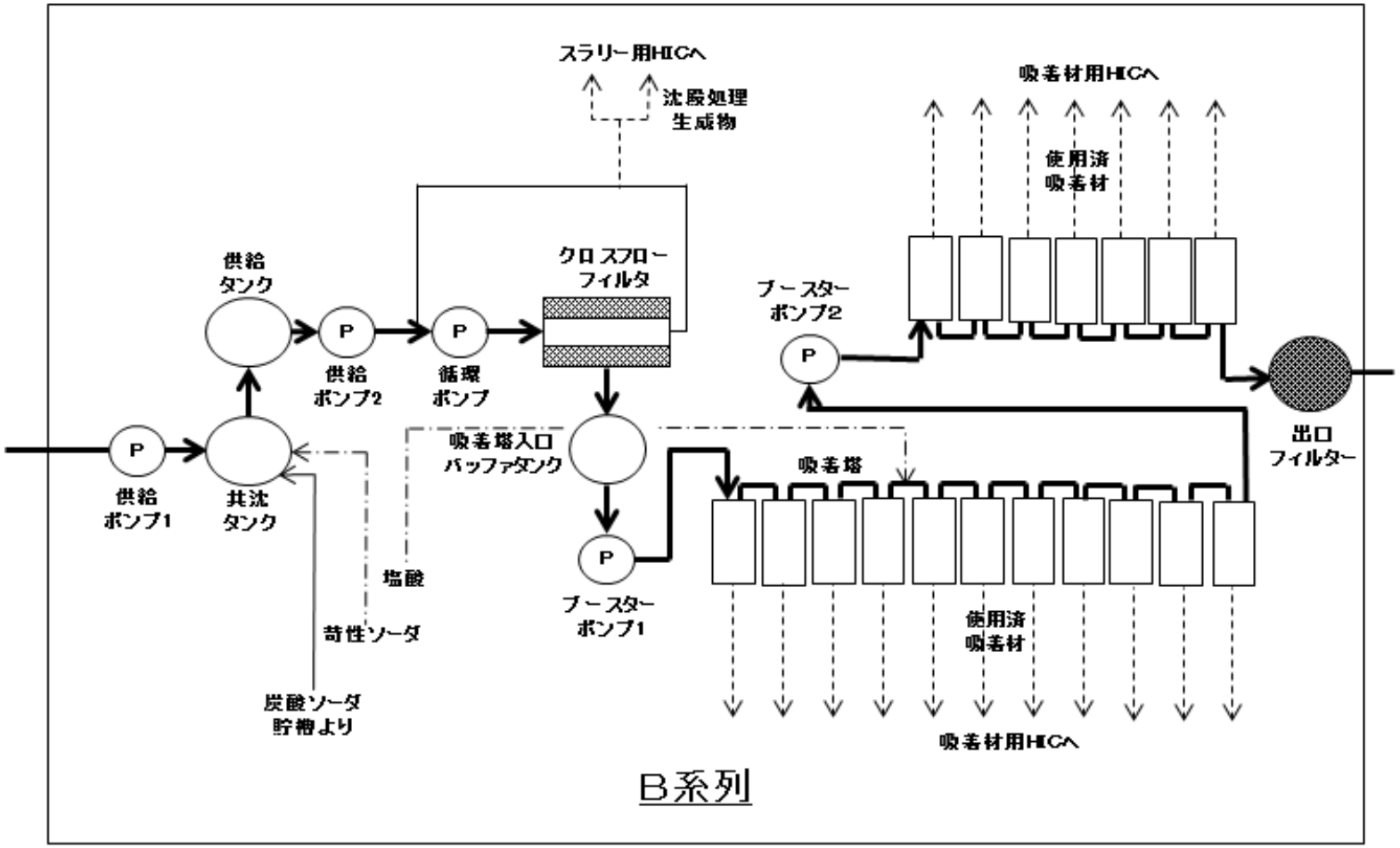
図－１　汚染水処理設備並びに増設多核種除去設備等の全体概要図



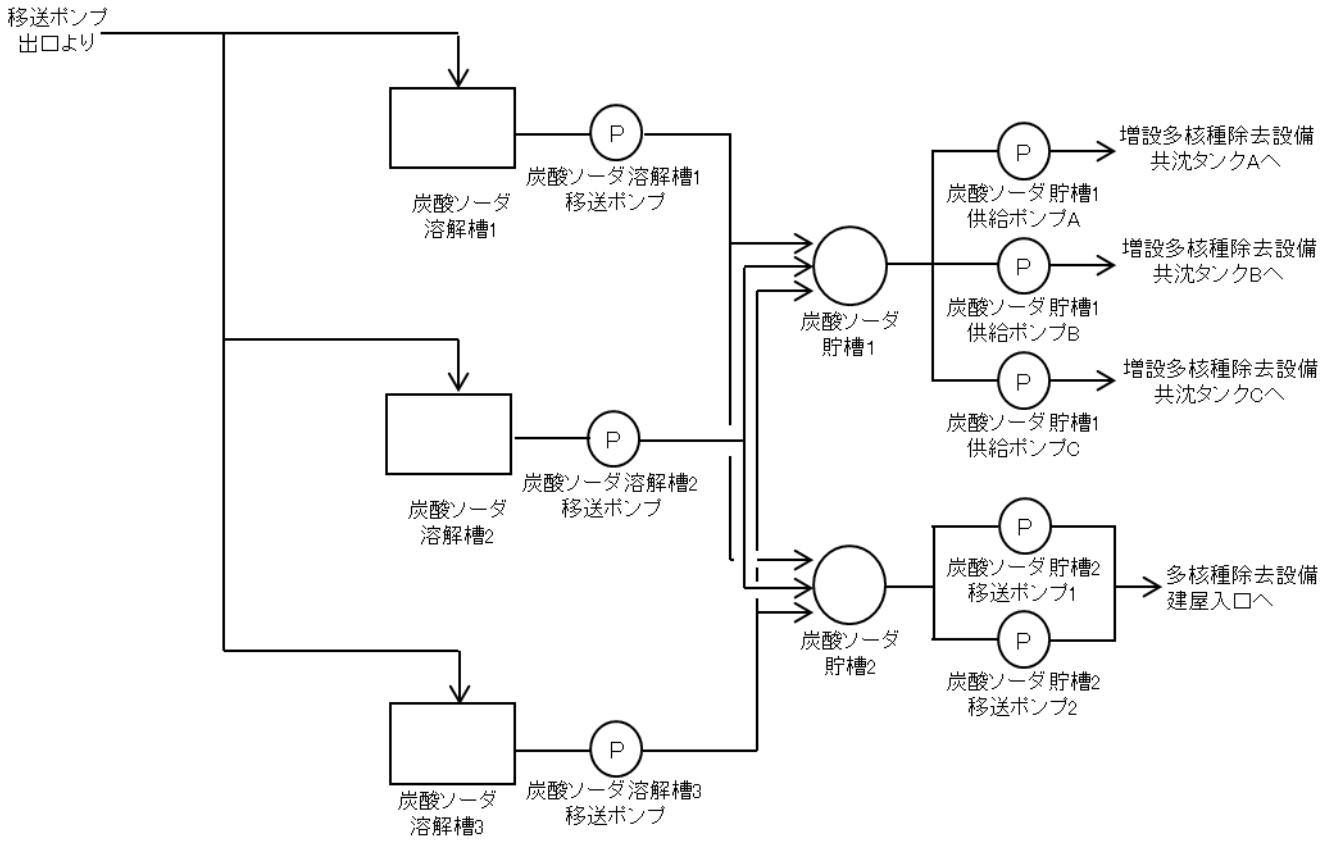
図－２　増設多核種除去設備の配置概要図



図－３　増設多核種除去設備の系統構成図（１／３）



図－３　増設多核種除去設備の系統構成図（２／３）



図－３　増設多核種除去設備の系統構成図（３／３）

増設多核種除去設備の耐震性に関する計算書

１．耐震設計の基本方針

申請設備に係る耐震設計は，次の基本方針に基づいて行う。

（１）設備の重要度による耐震クラス別分類

耐震クラス別 ＼ 系統設備	主要設備，補助設備 及び直接支持構造物	間接支持構造物及び相互 影響を考慮すべき設備	
	B	設　備	検討用地震動等
2.16.2　増設多核種除去設備			
(1)容器	処理水受入タンク１，２	処理水受入タンク１，２スキッド	S_B
	共沈タンクA，B，C	共沈タンクA，B，Cスキッド	S_B
	供給タンクA，B，C	供給タンクA，B，Cスキッド	S_B
	吸着塔入口バッファタンク A，B，C	吸着塔入口バッファタンク A，B，Cスキッド	S_B
	多核種吸着塔１～１８A，B，C	多核種吸着塔A，B，Cスキッド １～６	S_B
	移送タンク１，２	移送タンク１，２スキッド	S_B
	サンプルタンクA，B，C	サンプルタンクエリア	S_B
	炭酸ソーダ溶解槽１，２，３	炭酸ソーダ製造スキッド １，２，３	S_B
	炭酸ソーダ貯槽１，２	増設多核種除去設備基礎	S_B
(2)ポンプ	供給ポンプ１A，B，C	供給ポンプ１スキッド	S_B
	供給ポンプ２A，B，C	供給ポンプ２A，B，Cスキッド	S_B
	循環ポンプA，B，C	クロスフローフィルタA，B，C スキッド	S_B

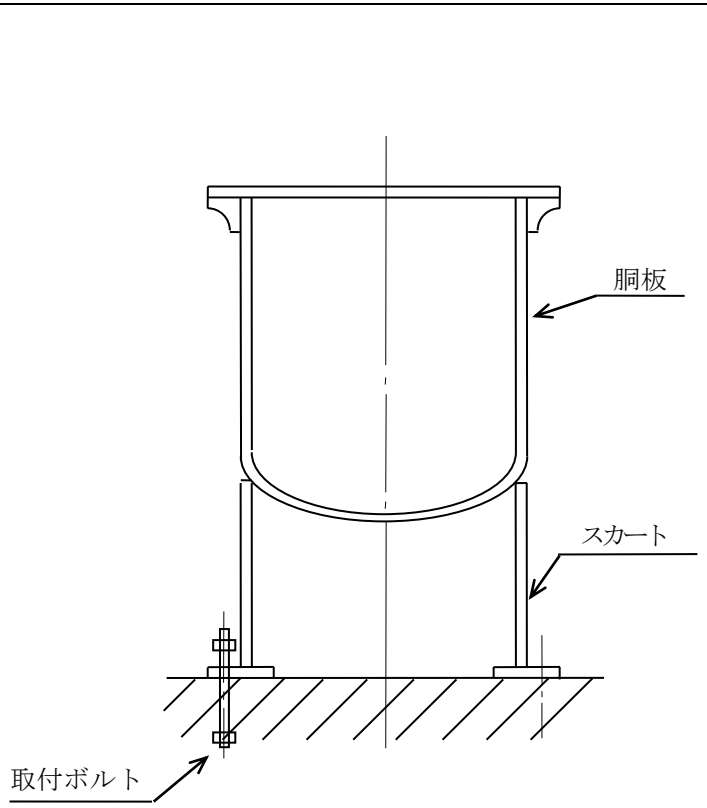
耐震クラス別 系統設備	主要設備，補助設備 及び直接支持構造物	間接支持構造物及び相互 影響を考慮すべき設備	
	B	設　備	検討用地震動等
(つづき：ポンプ)	ブースターポンプ１A,B,C	ブースターポンプ１A,B,C スキッド	S_B
	ブースターポンプ２A,B,C	ブースターポンプ２A,B,C スキッド	S_B
	移送ポンプ１,２	出口移送スキッド	S_B
	増設多核種除去設備用移送 ポンプA,B	増設多核種除去設備用移送 ポンプ用スキッド	S_B
	炭酸ソーダ溶解槽１,２,３ 移送ポンプ	炭酸ソーダ溶解槽１,２,３ 移送スキッド	S_B
	炭酸ソーダ貯槽１供給ポンプ A,B,C	炭酸ソーダ貯槽１供給スキッド	S_B
	炭酸ソーダ貯槽２移送ポンプ １，２	炭酸ソーダ貯槽２移送スキッド	S_B
(3)その他機器	出口フィルタA,B,C	出口フィルタスキッド	S_B
(4)配管	主配管	増設多核種除去設備基礎, スキッド等	S_B
(5)スキッド	増設多核種除去設備入口弁 スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	処理水受入タンク１,２スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	供給ポンプ１スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	共沈タンクA,B,Cスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	供給タンクA,B,Cスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	供給ポンプ２A,B,Cスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	供給ポンプ２弁A,B,C スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	クロスフローフィルタA,B,Cス キッド	増設多核種除去設備基礎	S_B

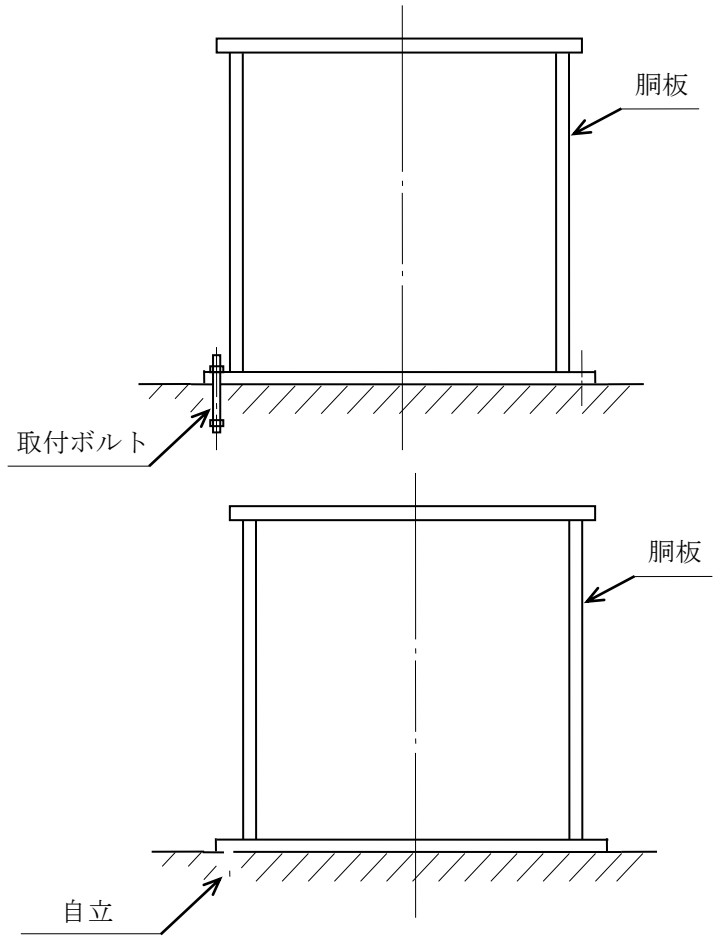
耐震クラス別 系統設備	主要設備，補助設備 及び直接支持構造物	間接支持構造物及び相互 影響を考慮すべき設備	
	B	設　備	検討用地震動等
(つづき：スキッド)	吸着塔入口バッファタンク A,B,Cスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	ブースターポンプ１A，B，Cスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	多核種吸着塔A,B,Cスキッド１～６	増設多核種除去設備基礎	S_B
	ブースターポンプ２A，B，Cスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	出口フィルタスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	移送タンク１，２スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	出口移送スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	増設多核種除去設備用移送ポンプスキッド	多核種移送設備基礎	S_B
	炭酸ソーダ製造スキッド １,２,３	増設多核種除去設備基礎	S_B
	炭酸ソーダ溶解槽１,２,３移送スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	炭酸ソーダ貯槽１供給スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
	炭酸ソーダ貯槽２移送スキッド	増設多核種除去設備基礎	S_B
備考	・増設多核種除去設備上屋は設備を支持しておらず，間接支持構造物及び相互影響を考慮すべき設備には該当しない。		

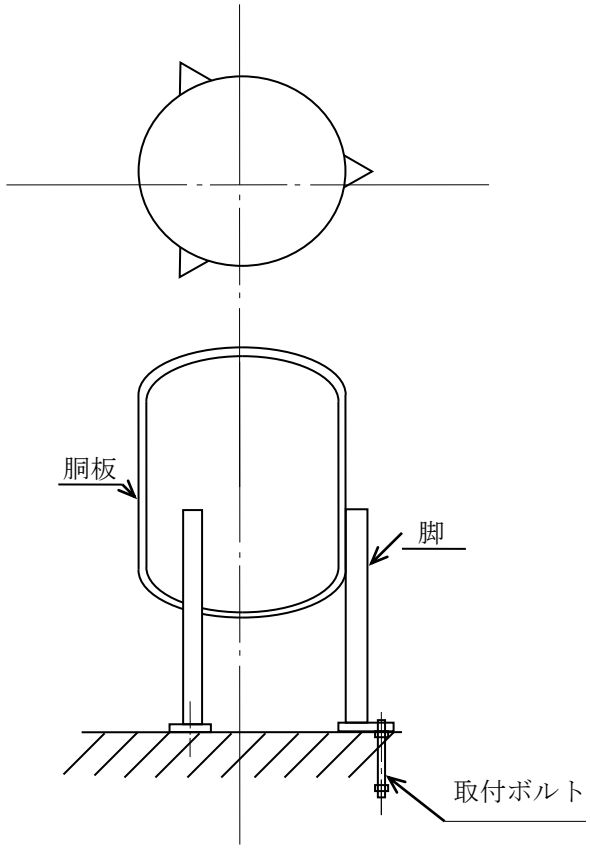
耐震クラス別 系統設備	主要設備，補助設備 及び直接支持構造物	間接支持構造物及び相互 影響を考慮すべき設備	
	Ｂ＋	設　備	検討用地震動等
2.16.2　増設多核種除去設備			
(1)容器	反応／凝集槽Ａ，Ｃ	反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド	S_{B+}
	沈殿槽Ａ，Ｃ	反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド	S_{B+}
	上澄み水タンクＡ，Ｃ	上澄み水タンクＡ，Ｃスキッド	S_{B+}
(2)ポンプ	スラリー循環ポンプＡ，Ｃ	凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド	S_{B+}
	上澄み水ポンプＡ，Ｃ	凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド	S_{B+}
(4)配管	主配管	増設多核種除去設備基礎， スキッド等	S_{B+}
(5)スキッド	反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_{B+}
	上澄み水タンクＡ，Ｃスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_{B+}
	凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド	増設多核種除去設備基礎	S_{B+}
備考	・増設多核種除去設備上屋は設備を支持しておらず，間接支持構造物及び相互影響を考慮すべき設備には該当しない。		

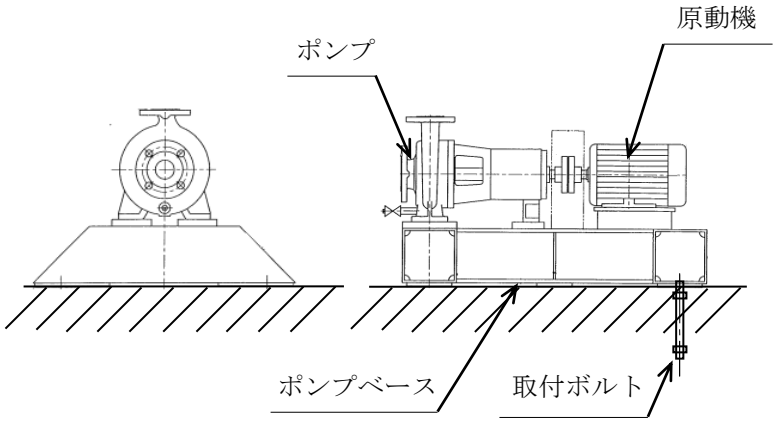
（２）構造計画

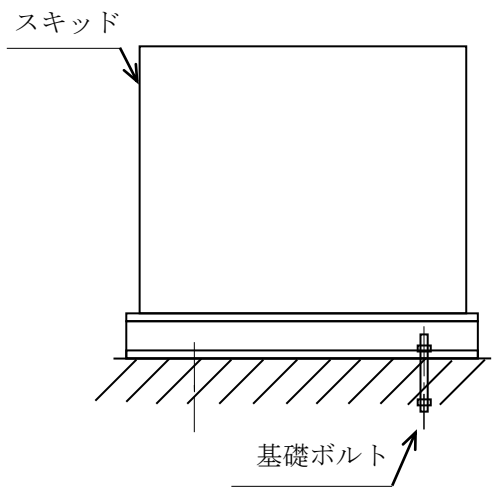
ａ．機器

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	基礎・支持構造	主体構造		
(1) スカート支持たて置円筒形容器	胴をスカートで支持し，スカートを取付ボルトでスキッドに据え付ける。	上面に平板,下面に鏡板を有するたて置円筒形 上面及び下面に鏡板を有するたて置円筒形		・処理水受入タンク１，２ ・共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃ ・供給タンクＡ，Ｂ，Ｃ ・反応／凝集槽Ａ，Ｃ ・沈殿槽Ａ，Ｃ ・上澄み水タンクＡ，Ｃ ・多核種吸着塔１～１８Ａ，Ｂ，Ｃ

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	基礎・支持構造	主体構造		
(2) 平底たて置円筒形容器	底板を取付ボルトでスキッドに据え付ける。 b.自立 （非固定）	下面に底板を有するたて置円筒形		・吸着塔入口バッファタンクA，B，C ・移送タンク１，２ ・炭酸ソーダ溶解槽１，２，３ ・炭酸ソーダ貯槽１，２ ・サンプルタンクA，B，C

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	基礎・支持構造	主体構造		
(3) 三脚たて置円筒形容器	胴を３個の脚で支持し,脚を取付ボルトでスキッドに据え付ける。	上面及び下面に鏡板を有するたて置円筒形		・出口フィルタＡ，Ｂ，Ｃ

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	基礎・支持構造	主体構造		
(4) 横軸ポンプ	ポンプはポンプベースに固定され，ポンプベースは取付ボルトによりスキッドに据え付ける。	うず巻形		・供給ポンプ１A，B，C ・供給ポンプ２A，B，C ・循環ポンプA，B，C ・ブースターポンプ１A，B，C ・ブースターポンプ２A，B，C ・移送ポンプ１，２ ・増設多核種除去設備用移送ポンプA，B ・炭酸ソーダ溶解槽１，２，３移送ポンプ ・炭酸ソーダ貯槽１供給ポンプA，B，C ・炭酸ソーダ貯槽２移送ポンプ１，２ ・スラリー循環ポンプA，C ・上澄み水ポンプA，C

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	基礎・支持構造	主体構造		
(5) スキッド	スキッド架構を基礎ボルトで基礎に据え付ける。	垂直自立形		・増設多核種除去設備入口弁スキッド ・処理水受入タンク１，２スキッド ・供給ポンプ１スキッド ・共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド ・供給タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド ・供給ポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド ・供給ポンプ２弁Ａ，Ｂ，Ｃスキッド ・クロスフローフィルタＡ，Ｂ，Ｃスキッド ・吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド ・ブースターポンプ１Ａ，Ｂ，Ｃスキッド ・多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド１～６ ・ブースターポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド ・出口フィルタスキッド ・移送タンク１，２スキッド ・出口移送スキッド ・増設多核種除去設備用移送ポンプスキッド ・炭酸ソーダ製造スキッド１,２,３ ・炭酸ソーダ溶解槽１,２,３移送スキッド ・炭酸ソーダ貯槽１供給スキッド ・炭酸ソーダ貯槽２移送スキッド ・反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド ・上澄み水タンクＡ，Ｃスキッド ・凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド

b．配管系

a）配管（鋼管）

配管はサポートにより建屋（建屋で支持されるスキッドを含む）等の構造物から支持される。サポートの位置を決定するにあたっては、原子力発電所の耐震設計に用いられている定ピッチスパン法により適正なサポートスパンを確保する。

（3）設計用地震力

項目	耐震クラス	静的地震力		動的地震力	
		水　平	鉛　直	水　平	鉛　直
機器・配管系	B	1.8・C_i*1	――	1/2Sd225*2	1/2Sd225*3
	B＋	1.8・C_i	――	1/2Ss450 1/2Sd225	1/2Ss450 1/2Sd225

注記　＊1：C_i は，標準せん断力係数を 0.2 とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

＊2：水平方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

＊3：鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

ただし，2021年9月8日以前に認可された機器については，以下の通りとする。

項目	耐震クラス	適用する地震動等		設計用地震力
		水　平	鉛　直	
機器・配管系	B	静的震度 (1.8・C_i*1)	――	設計用地震力は，静的地震力とする。

注記　＊1：C_i は，標準せん断力係数を 0.2 とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

（4）荷重の組合せと許容限界

荷重の組合せと許容限界は,原子力発電所耐震設計技術指針(重要度分類･許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補－1984，ＪＥＡＧ４６０１－1987及びＪＥＡＧ４６０１－1991追補版)

（日本電気協会　電気技術基準調査委員会　昭和59年9月,昭和62年8月及び平成3年6月）(以下「ＪＥＡＧ４６０１」という。）及び発電用原子力設備規格（設計・建設規格　ＪＳＭＥＳ　ＮＣ１－2005（2007年追補版含む））（日本機械学会　2005年9月，2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）に準拠する。

記号の説明

Ｄ	：死荷重	
P_d	：当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	
M_d	：当該設備に設計上定められた機械的荷重	
S_B	：Ｂクラスの設備に適用される地震動より求まる地震力又はＢクラス設備に適用される静的地震力	
S_{B+}	：Ｂ＋クラスの設備に適用される地震動より求まる地震力又はＢ＋クラス設備に適用される静的地震力	
B_AS	：Ｂクラス設備（Ｂ＋クラス設備含む）の地震時許容応力状態	
S_y	：設計降伏点	設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値
S_u	：設計引張強さ	設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値
Ｓ	：許容引張応力	設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定される値。
f_t	：許容引張応力	支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1 により規定される値。ボルト等に対して設計・建設規格 SSB-3131 により規定される値。
f_s	：許容せん断応力	同　　上
f_c	：許容圧縮応力	支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1 により規定される値。
f_b	：許容曲げ応力	同　　上
τ_b	：取付ボルトに生じるせん断応力	

ＡＳＳ：オーステナイト系ステンレス鋼

ＨＮＡ：高ニッケル合金

また，「供用状態Ｃ」とは，「対象とする機器等が構造不連続部等においては大変形を生じてもよい」と設計仕様書等で規定された圧力及び機械的荷重が負荷された条件下にある状態をいう。

a．容器

耐震クラス	荷重の組合せ	供用状態（許容応力状態）	許容限界		適用範囲
			一次一般膜応力	一次膜応力＋一次曲げ応力	
B B＋	D＋P_d＋M_d＋S_B ただし，S_Bについては適用する耐震評価方針に応じてS_{B+}に読み替える。	C（B_AS）	S_yと0.6･S_uの小さい方。 ただし，ＡＳＳ及びＨＮＡについては上記の値と1.2･Ｓのうち大きい方とする。	S_y ただし，ＡＳＳ及びＨＮＡについてはS_yと1.2･Ｓのうち大きい方とする。	・処理水受入タンク１，２ ・共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃ ・供給タンクＡ，Ｂ，Ｃ ・多核種吸着塔１～１８Ａ，Ｂ，Ｃ ・吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃ ・移送タンク１，２ ・炭酸ソーダ貯槽１，２ ・反応／凝集槽Ａ，Ｃ ・沈殿槽Ａ，Ｃ ・上澄み水タンクＡ，Ｃ

b．支持構造物（注1，注2）

耐震クラス	荷重の組合せ	供用状態（許容応力状態）	許容限界（ボルト等以外）					許容限界（ボルト等）			適用範囲
			一次応力					一次応力			
			引張	せん断	圧縮	曲げ	組合せ	引張	せん断	組合せ	
B B＋	D＋P_d＋M_d＋S_B ただし，S_Bについては適用する耐震評価方針に応じてS_{B+}に読み替える。	C （B_AS）	1.5･f_t	1.5･f_s	1.5･f_c	1.5･f_b	1.5･f_t	1.5･f_t	1.5･f_s	Min{1.5･f_t, (2.1･f_t−1.6･τ_b)}	・基礎ボルト ・取付ボルト ・スカート ・脚

注1： 耐圧部に溶接により直接取り付けられる支持構造物であって，耐圧部と一体の応力解析を行うものについては，耐圧部と同じ許容応力とする。

注2： 鋼構造設計規準（日本建築学会　2005年改定）等の幅厚比の規定を満足する。

２．耐震性評価

本評価は，「付録１　スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」，「付録２　平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「付録３　横軸ポンプ及びスキッドの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づいて，以下の耐震性の計算を行う。また評価方法が同付録に依らないものは以下に特記する。

（１）処理水受入タンク１，２
（２）共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃ
（３）供給タンクＡ，Ｂ，Ｃ
（４）吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃ
（５）サンプルタンクＡ，Ｂ，Ｃ
（６）多核種吸着塔１～５Ａ，Ｂ，Ｃ
（７）多核種吸着塔６～１４Ａ，Ｂ，Ｃ
（８）多核種吸着塔１５～１８Ａ，Ｂ，Ｃ
（９）移送タンク１，２
(10) 供給ポンプ１Ａ，Ｂ，Ｃ
(11) 供給ポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃ
(12) 循環ポンプＡ，Ｂ，Ｃ
(13) ブースターポンプ１Ａ，Ｂ，Ｃ
(14) ブースターポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃ
(15) 移送ポンプ１，２
(16) 増設多核種除去設備用移送ポンプＡ，Ｂ
(17) 出口フィルタＡ，Ｂ，Ｃ
・・・・・・・・・・・・「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」に準拠し評価する。
(18) 増設多核種除去設備入口弁スキッド
(19) 処理水受入タンク１，２スキッド
(20) 供給ポンプ１スキッド
(21) 共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド
(22) 供給タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド
(23) 供給ポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド
(24) 供給ポンプ２弁Ａ，Ｂ，Ｃスキッド
(25) クロスフローフィルタＡ，Ｂ，Ｃスキッド
(26) 吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド
(27) ブースターポンプ１Ａ，Ｂ，Ｃスキッド
(28) 多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド１
(29) 多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド２
(30) 多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド３
(31) 多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド４
(32) 多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド５
(33) 多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド６
(34) ブースターポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド

(35) 出口フィルタスキッド
(36) 移送タンク１，２スキッド
(37) 出口移送スキッド
(38) 増設多核種除去設備用移送ポンプスキッド
(39)主配管････････････････配管標準支持間隔評価(定ピッチスパン法)により評価する。
(40) 炭酸ソーダ溶解槽１，２，３
(41) 炭酸ソーダ貯槽１，２
(42) 炭酸ソーダ溶解槽１，２，３移送ポンプ
(43) 炭酸ソーダ貯槽１供給ポンプＡ，Ｂ，Ｃ
(44) 炭酸ソーダ製造スキッド１，２，３
(45) 炭酸ソーダ溶解槽１，２，３移送スキッド
(46) 炭酸ソーダ貯槽１供給スキッド
(47) 炭酸ソーダ貯槽２移送ポンプ１，２
(48) 炭酸ソーダ貯槽２移送スキッド
(49) 反応／凝集槽Ａ，Ｃ
(50) 沈殿槽Ａ，Ｃ
(51) 上澄み水タンクＡ，Ｃ
(52) スラリー循環ポンプＡ，Ｃ
(53) 上澄み水ポンプＡ，Ｃ
(54) 反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド
(55) 上澄み水タンクＡ，Ｃスキッド
(56) 凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド
(57) 主配管（固有振動数 20Hz 以上）
･･････配管標準支持間隔評価（定ピッチスパン法）により評価する。

なお，機器（配管の一部を除く）の固有周期について確認した結果，固有振動数が 20Hz 以上のため，以下では剛体として扱う。

添付資料３では，設計 GL. 0m= T.P.36.2m(※)とする。

(※) 震災後の地盤沈下量(-709mm)と O.P.から T.P.への換算値(-727mm)を用いて，下式に基づき換算している。

＜換算式＞ T.P.=旧 O.P.-1,436mm

（1）処理水受入タンク

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
処理水受入タンク 1，2	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	静水頭	60	40	1.00

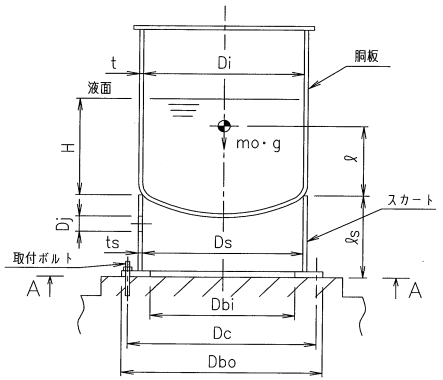
b．評価結果

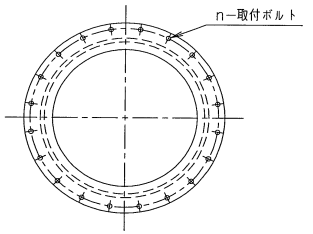
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
胴板	SS400	組合せ	σ_o＝9	S_a＝233
スカート	SS400	組合せ	σ_s＝12	f_t＝245
		圧縮と曲げの組合せ（坐屈の評価）	$\frac{\eta \cdot \sigma_{S1}}{f_C} + \frac{\eta \cdot \sigma_{S2}}{f_b} \leqq 1$	
			0.07（無次元）	
取付ボルト	SS400	引張り	σ_b＝－	f_{ts}＝176*
		せん断	τ_b＝13	f_{sb}＝135

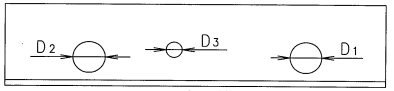
すべて許容応力以下である。

注記 ＊：（3.2.3.2）式より算





A－A矢視図



スカート開口部の形状を示す。

（２）共沈タンク

ａ．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）	比　　重
共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃ	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	―	静水頭	60	40	1.01

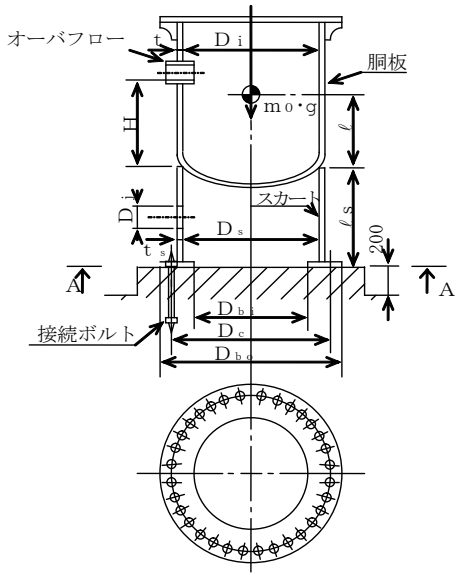
ｂ．評価結果

（単位：MPa）

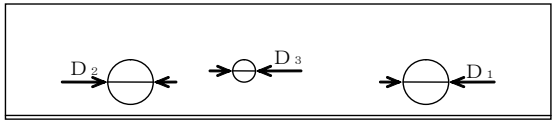
部　　材	材　　料	応　　力	算　出　応　力	許　容　応　力
胴板	ＳＳ４００	組合せ	σ_0＝7	S_a＝233
スカート	ＳＳ４００	組　合　せ	σ_s＝12	f_t＝245
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{\eta\cdot\sigma_{s1}}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1$	
			0.1（無次元）	
接続ボルト	ＳＳ４００	引　張　り	σ_b＝6	f_{ts}＝176＊
		せ　ん　断	τ_b＝6	f_{sb}＝135

注記 ＊：（3.2.3.2）式より算出

すべて許容応力以下である。



Ａ～Ａ矢視図



スカート開口部の形状を示す。

（3）供給タンク

a．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比　重
供給タンクA，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝０．３６	—	静水頭	60	40	1.17

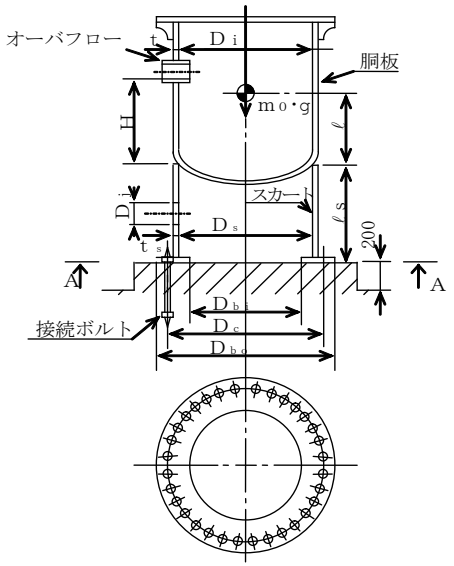
b．評価結果

（単位：MPa）

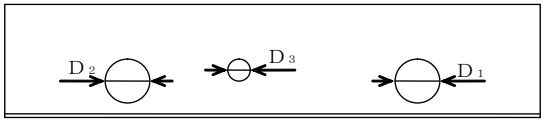
部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
胴　板	ＳＳ４００	組合せ	σ_0＝7	S_a＝233
スカート	ＳＳ４００	組合せ	σ_s＝11	f_t＝245
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{\eta\cdot\sigma_{s1}}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1$	
			0.1（無次元）	
接続ボルト	ＳＳ４００	引張り	σ_b＝4	f_{ts}＝176＊
		せん断	τ_b＝6	f_{sb}＝135

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：（3.2.3.2）式より算出



A～A矢視図



スカート開口部の形状を示す。

（4）吸着塔入口バッファタンク

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
吸着塔入口バッファタンク A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	静水頭	60	40	1.00

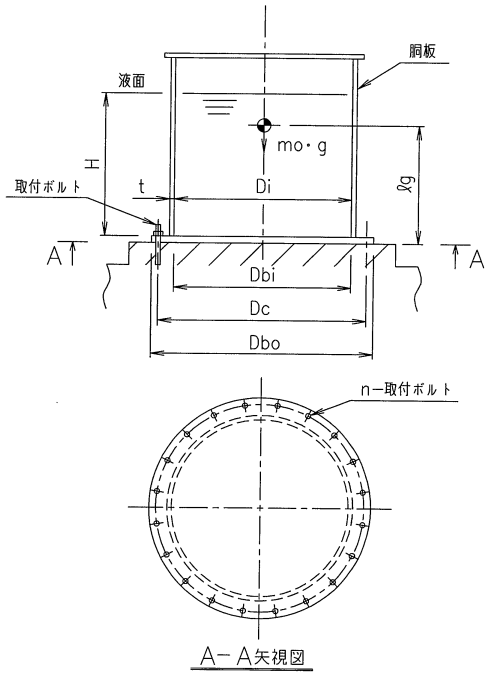
b．評価結果

（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	組合せ	σ_0＝6	S_a＝163
		圧縮と曲げの組合せ（坐屈の評価）	$\frac{\eta\cdot(\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{x4}}{f_b}\leqq 1$	
			0.03（無次元）	
取付ボルト	SS400	引張り	σ_b＝－	f_{ts}＝176*
		せん断	τ_b＝8	f_{sb}＝135

注記 ＊：（3.2.3.2）式より算出

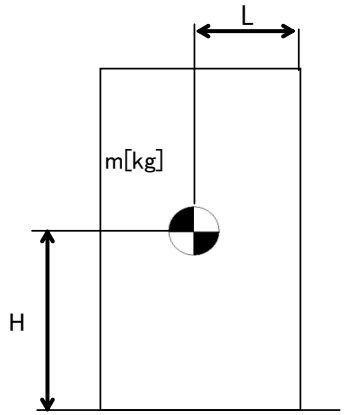
すべて許容応力以下である。



A－A矢視図

（5）サンプルタンク

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平地震動	算出値	許容値	単位
サンプルタンクＡ，Ｂ，Ｃ	本体	転倒	0.36	3.1×10^4	7.1×10^4	kN･m

（6）多核種吸着塔１～５

a．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比　　重
多核種吸着塔１～５ A，B，C	B	~~増設多核種除去設備建屋~~ T.P.36.2	C_H＝0.36	—	1.37	60	40	－

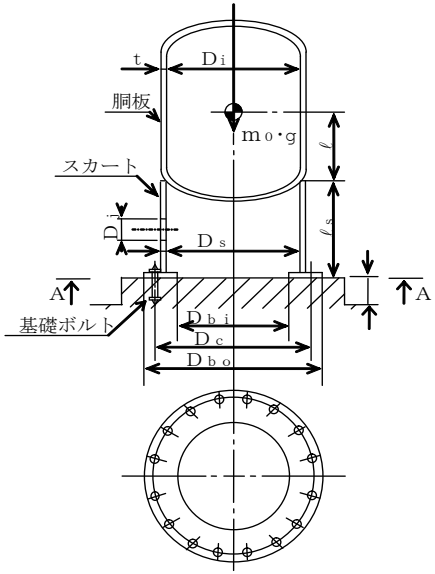
b．評価結果

（単位：MPa）

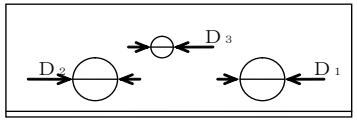
部　　材	材　　料	応　　力	算　出　応　力	許　容　応　力
胴　　板	SUS316L	組　合　せ	σ_0＝41	S_a＝163
スカート	SUS304	組　合　せ	σ_s＝7	f_t ＝205
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{\eta \cdot \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leqq 1$	
			0.03（無次元）	
基礎ボルト	SUS316L	引　張　り	σ_b＝2	f_{ts}＝131*
		せ　ん　断	τ_b＝4	f_{sb}＝101

すべて許容応力以下である。

注記　＊：（3.2.3.2）式より算出



A～A矢視図



スカート開口部の形状を示す。

（7）多核種吸着塔６～１４

ａ．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比　重
多核種吸着塔６～１４ A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	1.37	60	40	－

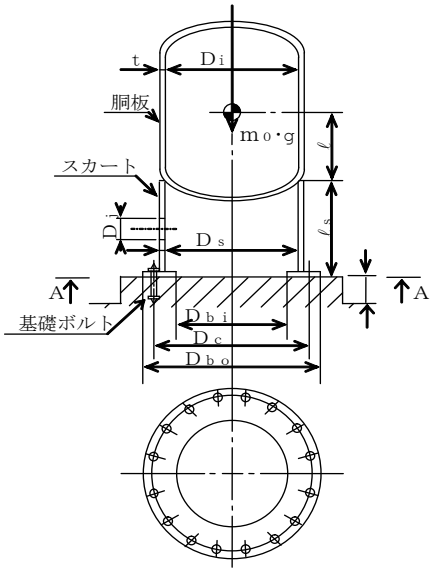
ｂ．評価結果

（単位：MPa）

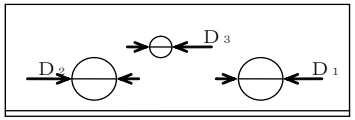
部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
胴　板	SM490A	組合せ	σ_o＝46	S_a＝313
スカート	SM490A	組合せ	σ_s＝14	f_t＝325
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{\eta \cdot \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leqq 1$	
			0.05（無次元）	
基礎ボルト	SS400	引張り	σ_b＝3	f_{ts}＝161*
		せん断	τ_b＝4	f_{sb}＝124

すべて許容応力以下である。

注記　＊：（3.2.3.2）式より算出



Ａ～Ａ矢視図



スカート開口部の形状を示す。

（8）多核種吸着塔１５～１８

a．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比　重
多核種吸着塔１５～１８ A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	1.37	60	40	－

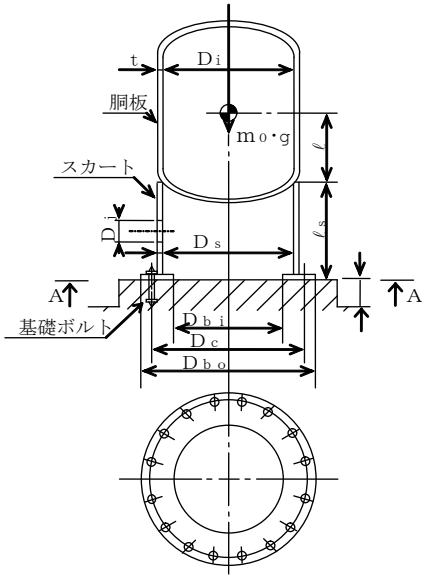
b．評価結果

（単位：MPa）

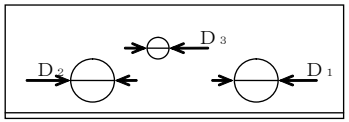
部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
胴　板	SM490A	組合せ	σ_o＝59	S_a＝313
スカート	SM490A	組合せ	σ_s＝8	f_t＝325
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{\eta \cdot \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leqq 1$	
			0.03（無次元）	
基礎ボルト	SS400	引張り	σ_b＝2	f_{ts}＝161*
		せん断	τ_b＝7	f_{sb}＝124

すべて許容応力以下である。

注記　＊：（3.2.3.2）式より算出



A～A矢視図



スカート開口部の形状を示す。

（9）移送タンク

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
移送タンク１，２	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	静水頭	60	40	1.00

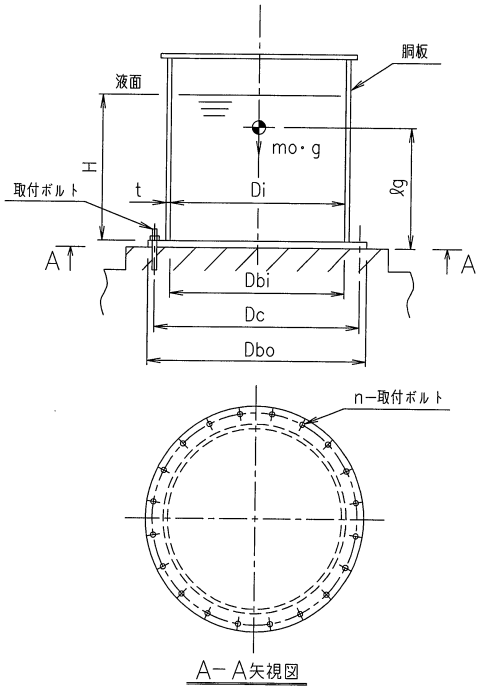
b．評価結果

（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
胴板	SS400	組合せ	σ_0＝8	S_a＝233
		圧縮と曲げの組合せ（坐屈の評価）	$\frac{\eta\cdot(\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{x4}}{f_b}\leqq 1$	
			0.03（無次元）	
取付ボルト	SS400	引張り	σ_b＝－	f_{ts}＝176*
		せん断	τ_b＝14	f_{sb}＝135

注記 ＊：（3.2.3.2）式より算出

すべて許容応力以下である。



A－A矢視図

（１０）供給ポンプ１

a．条件

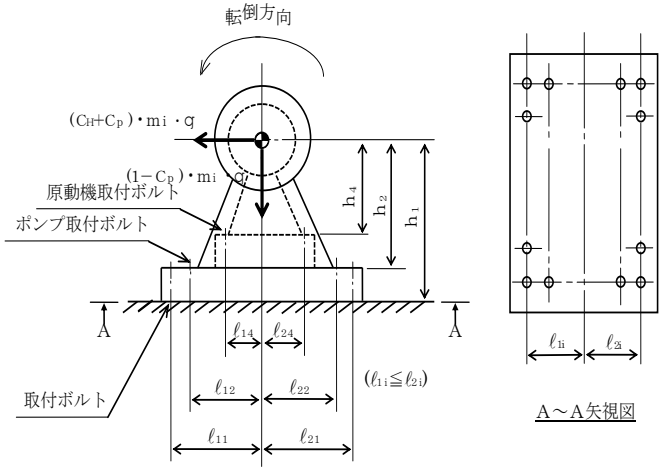
機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
供給ポンプ１ A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	Cp＝0.18	60	40

b．評価結果

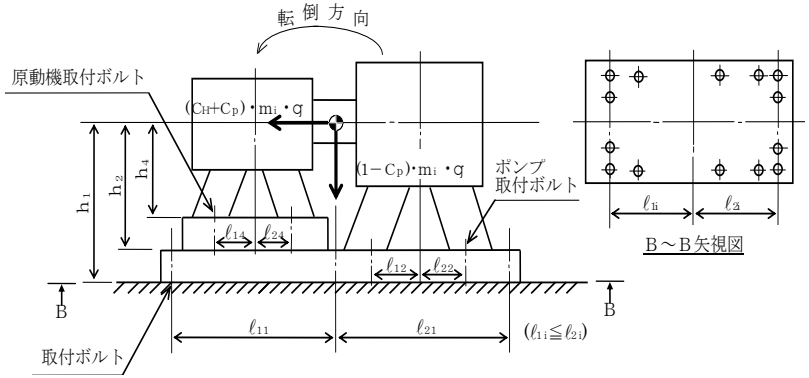
（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝１）	SUS304	引張り	－	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝2	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト（ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝6	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝1	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト（ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝1	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝1	f_{sb4}＝118

すべて許容応力以下である。



注記＊：（3.1.2）式より算出



（１１）供給ポンプ２

a．条件

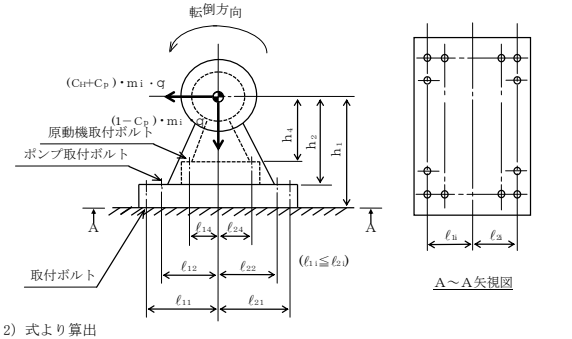
機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
供給ポンプ２ A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	Cp＝0.26	60	40

b．評価結果

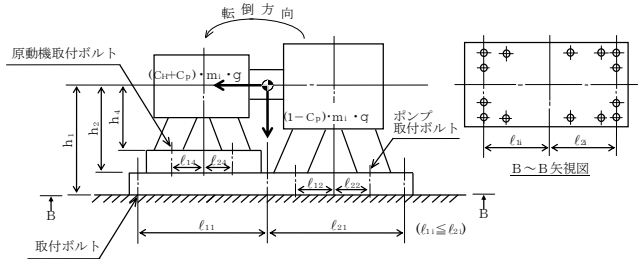
（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝１）	SUS304	引張り	—	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝2	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト （ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝1	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト （ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝1	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝2	f_{sb4}＝118

すべて許容応力以下である。



注記＊：（3.1.2）式より算出



（１２）循環ポンプ

a．条件

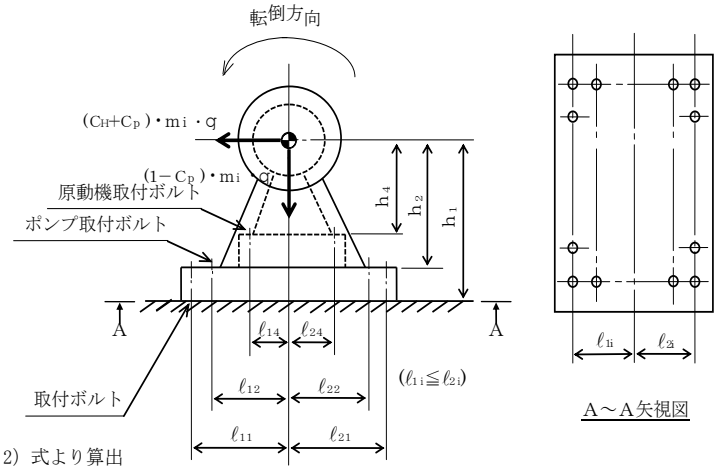
機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
循環ポンプA，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	Cp＝0.10	60	40

b．評価結果

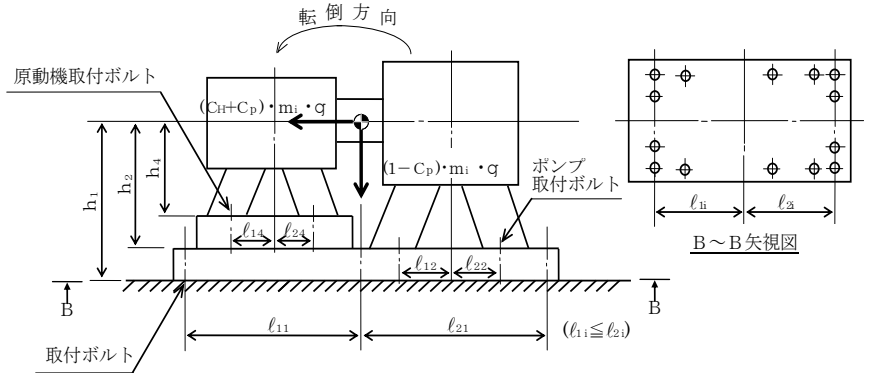
（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝１）	SUS304	引張り	－	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝5	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト（ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝4	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝1	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト（ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝1	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝3	f_{sb4}＝118

すべて許容応力以下である。



注記＊：（3.1.2）式より算出



（１３）ブースタポンプ１

ａ．条件

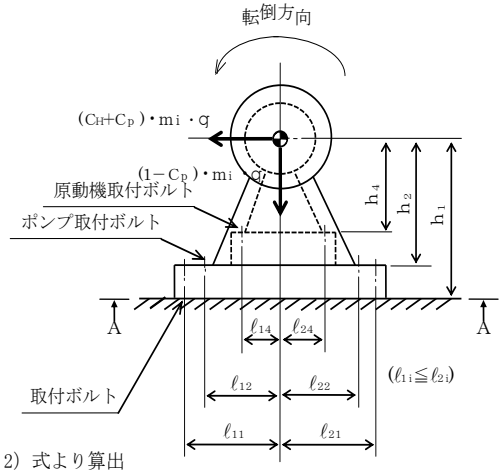
機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
ブースターポンプ１A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	Cp＝0.26	60	40

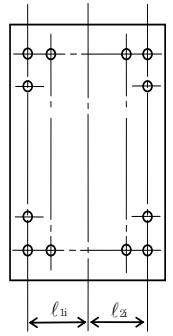
ｂ．評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝１）	SUS304	引張り	σ_{b1}＝1	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝3	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト（ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト（ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝1	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝2	f_{sb4}＝118

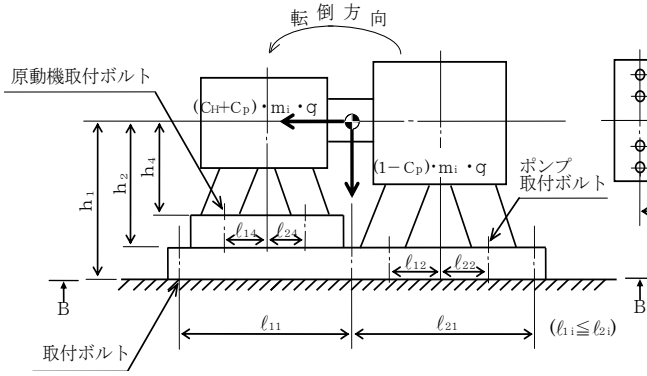
すべて許容応力以下である。

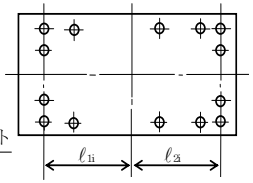




A～A矢視図

注記＊：（3.1.2）式より算出



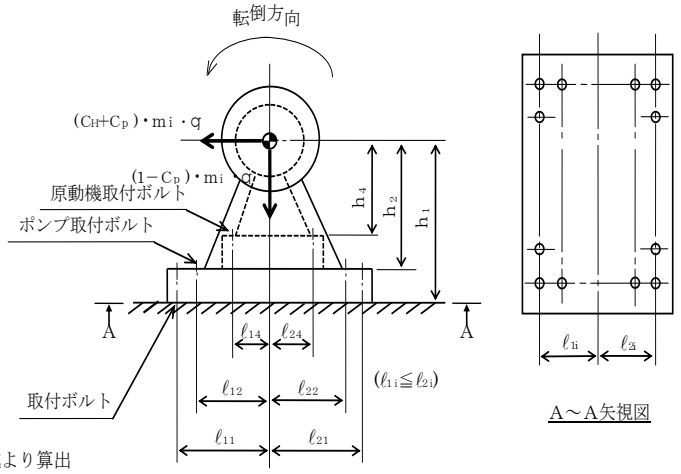


B～B矢視図

（１４）ブースタポンプ２

ａ．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
ブースターポンプ２ A，B，C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	Cp＝0.26	60	40



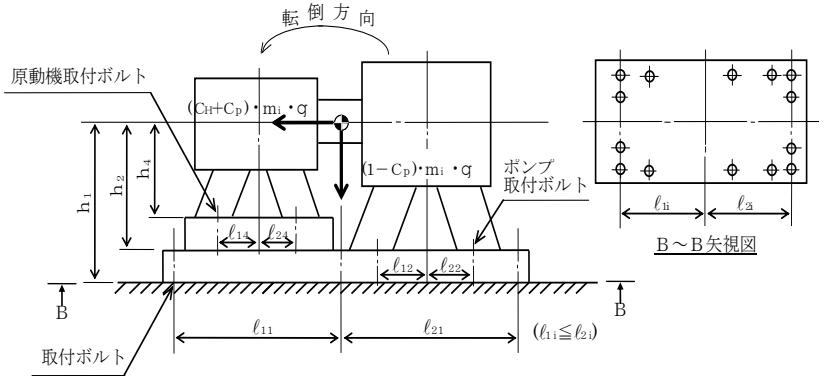
ｂ．評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝１）	SUS304	引張り	σ_{b1}＝1	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝3	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト（ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト（ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝1	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝2	f_{sb4}＝118

すべて許容応力以下である。

注記＊：（3.1.2）式より算出



（１５）移送ポンプ

a．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
移送ポンプ１，２	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	Cp＝0.26	60	40

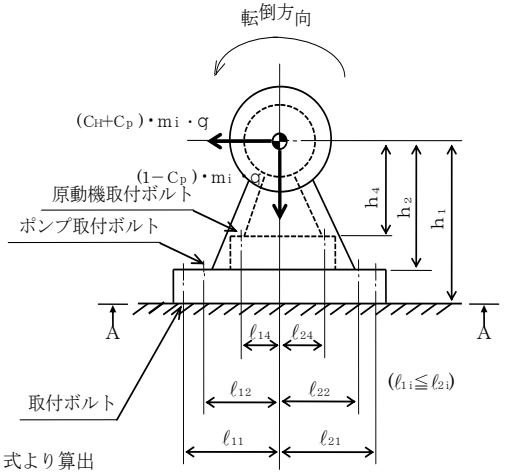
b．評価結果

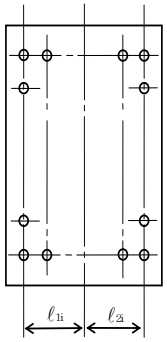
（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝１）	SUS304	引張り	—	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝3	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト（ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝1	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト（ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝1	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝3	f_{sb4}＝118

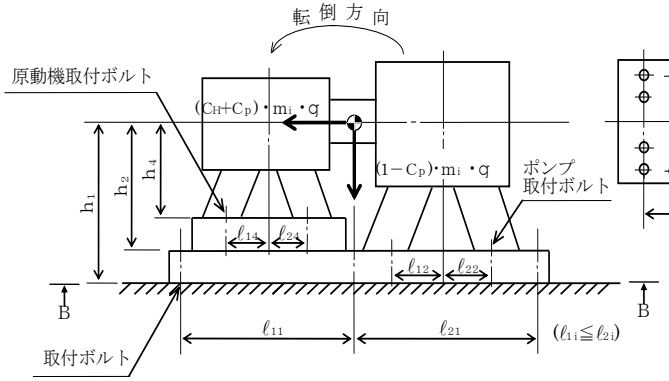
すべて許容応力以下である。

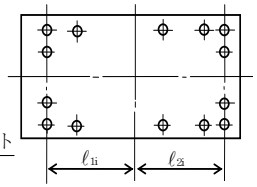
注記＊：（3.1.2）式より算出





A～A矢視図





B～B矢視図

（１６）増設多核種除去設備用移送ポンプ

ａ．条件

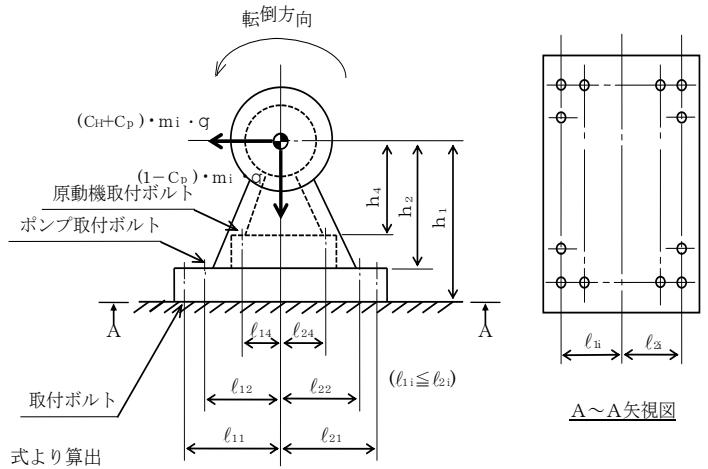
機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
増設多核種除去設備用移送ポンプA，B	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	―	Cp＝0.18	40	40

ｂ．評価結果

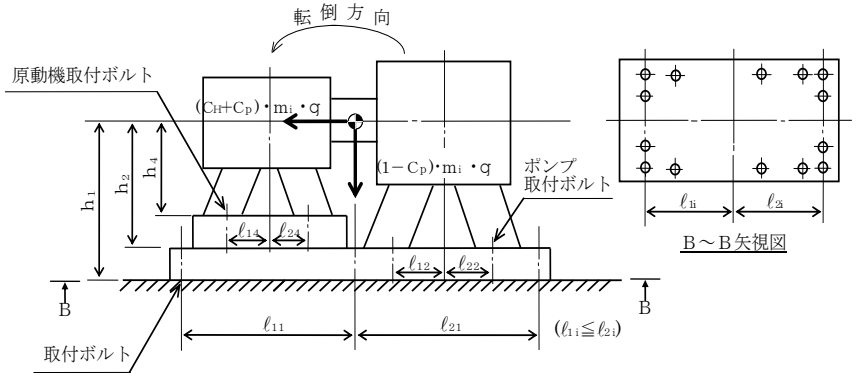
（単位：MPa）

部　　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝１）	SUS304	引張り	σ_{b1}＝1	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝4	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト（ｉ＝２）	SUS304	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝153*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝118
原動機取付ボルト（ｉ＝４）	SUS304	引張り	σ_{b4}＝3	f_{ts4}＝153*
		せん断	τ_{b4}＝3	f_{sb4}＝118

すべて許容応力以下である。



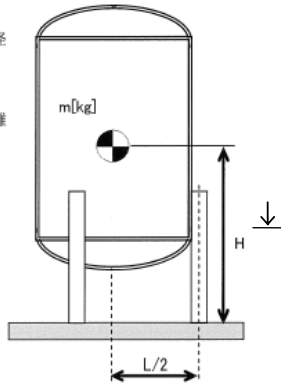
注記＊：（3.1.2）式より算出



（１７）出口フィルタ

ａ．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計Ｇ.Ｌ.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度
出口フィルタＡ，Ｂ，Ｃ	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	―



L　：脚断面の図心の描く円の直径
m　：機器重量
g　：重力加速度
H　：据付面からの重心までの距離
A_b：基礎ボルトの軸断面積
C_H：水平方向設計震度

ｂ．評価方法

三脚たて置き円筒型容器

(a)基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した 。

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{1}{3\times A_b}\left(\frac{4\times m\times g\times C_H\times H}{L} - m\times g\times(1-C_V)\right)$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{1}{3\times A_b}\left(m\times g\times C_H - 0.1\times m\times g\times(1-C_V)\right)$

(b)脚の強度評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」の強度評価方法に準拠して，脚の強度評価を実施した。

組合せ応力σ_sを下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した 。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)^2 + 3\cdot\tau^2}$$

σ_1：脚の質量による軸方向応力
σ_2：脚の鉛直方向地震による軸方向応力
σ_3：脚の曲げモーメントによる軸方向応力
τ　：地震による脚に生じるせん断応力

また，座屈評価を下記の式により行い，脚に座屈が発生しないことを確認した 。

$$\frac{\eta\cdot(\sigma_1+\sigma_2)}{f_c} + \frac{\eta\cdot\sigma_3}{f_b} \leqq 1$$

σ_1：脚の質量による軸方向応力
σ_2：脚の鉛直方向地震による軸方向応力
σ_3：脚の曲げモーメントによる軸方向応力
f_c：軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
f_b：曲げモーメントに対する許容座屈応力
η　：座屈応力に対する安全率

(c)胴板の強度評価

耐震設計技術規程並びに「JPI-7R-71-96 石油学会規格 竪形容器用レグ」の強度評価方法に準拠して，胴板の強度評価を実施した。

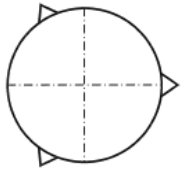
一次一般膜応力σ_0を下記の通り評価し，許容値を下回ることを確認した 。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}\}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x5} + \sigma_{x7}$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7}$$

$\sigma_{0\phi}$：一次一般膜応力（周方向）
σ_{0x}：一次一般膜応力（軸方向）
$\sigma_{\phi 1}$：内圧による周方向応力
σ_{x1}：内圧による軸方向応力
σ_{x2}：運転時質量による軸方向応力
σ_{x5}：地震力により生じる転倒モーメントによる軸方向応力
$\sigma_{\phi 7}$：胴の鉛直方向地震による周方向応力
σ_{x7}：胴の鉛直方向地震による軸方向応力



Ａ～Ａ矢視図

ｃ．評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
胴　板	SUS316L	一次一般膜	σ_0＝37	163
脚	SUS304	組合せ	σ_s＝57	205
		座屈	0.29（無次元）	1（無次元）
基礎ボルト	SUS304	引張り	σ_b＝37	153
		せん断	τ_b＝3	118

すべて許容応力以下である。

（１８）増設多核種除去設備入口弁スキッド

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
増設多核種除去設備入口弁スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	—	60	40

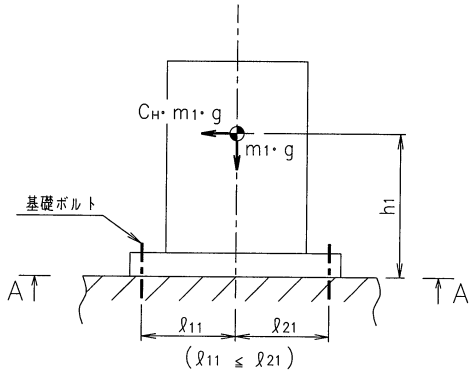
b．評価結果

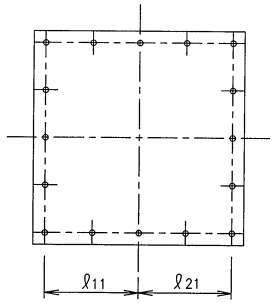
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝—	30　＊
		せん断	τ_{b1}＝16	38　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（１９）処理水受入タンク１，２スキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
処理水受入タンク１，２スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

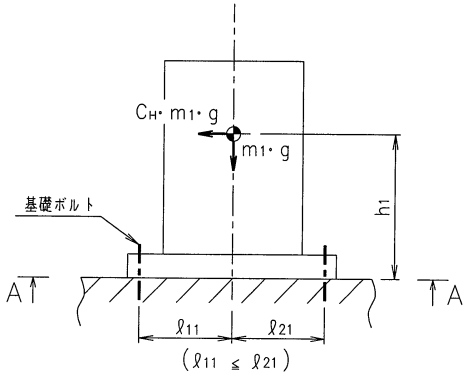
ｂ．評価結果

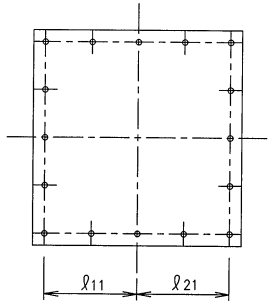
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝24	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２０）供給ポンプ１スキッド

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
供給ポンプ１スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	－	60	40

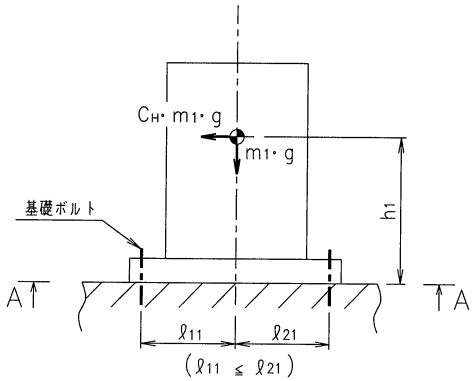
b．評価結果

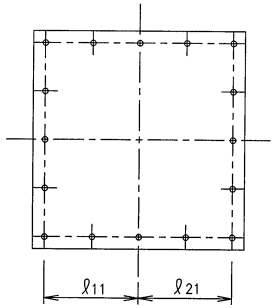
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	30　＊
		せん断	τ_{b1}＝8	38　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２１）共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
共沈タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	－	60	40

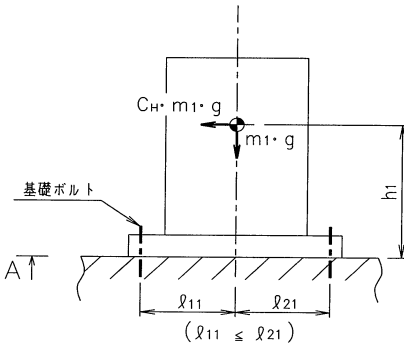
ｂ．評価結果

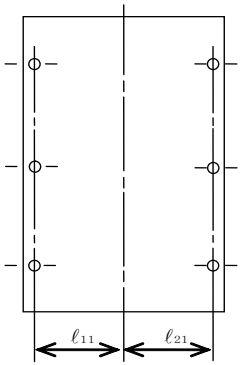
（単位：MPa）

部　　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝—	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝16	70 ＊

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。

すべて許容応力以下である。





Ａ～Ａ矢視図

（２２）供給タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
供給タンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	－	60	40

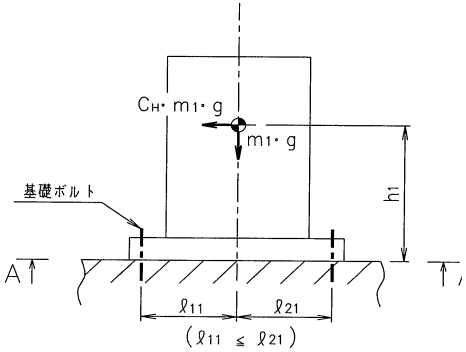
ｂ．評価結果

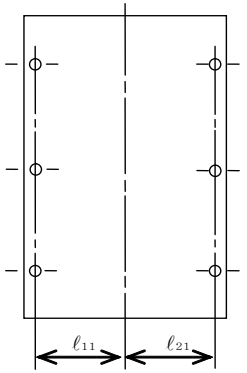
（単位：MPa）

部　　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝16	70 ＊

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。

すべて許容応力以下である。





Ａ～Ａ矢視図

（２３）供給ポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
供給ポンプ２ Ａ，Ｂ，Ｃスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

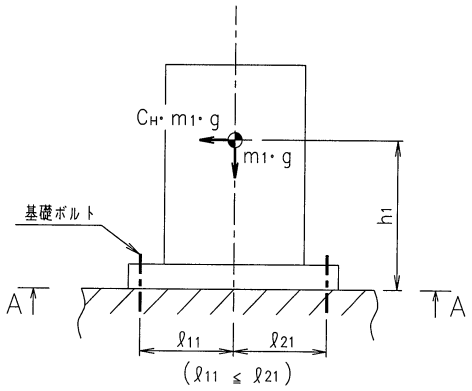
ｂ．評価結果

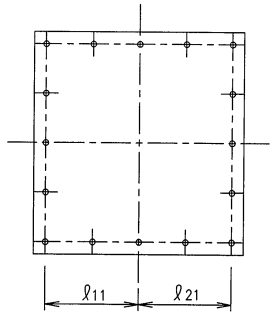
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト （ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝ －	30 ＊
		せん断	τ_{b1}＝ 6	38 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２４）供給ポンプ２弁Ａ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計Ｇ.Ｌ.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
供給ポンプ２弁 Ａ，Ｂ，Ｃスキッド	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	－	60	40

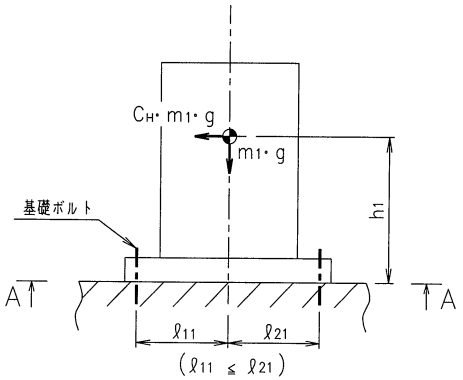
ｂ．評価結果

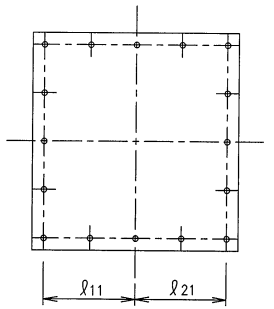
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	30　＊
		せん断	τ_{b1}＝4	38　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２５）クロスフローフィルタＡ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機　器　名　称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
クロスフローフィルタ Ａ，Ｂ，Ｃスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	－	60	40

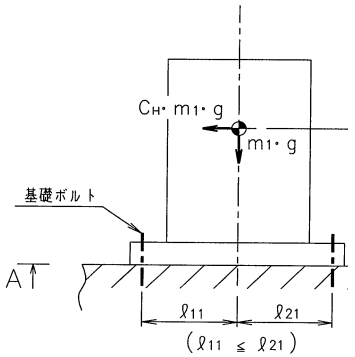
ｂ．評価結果

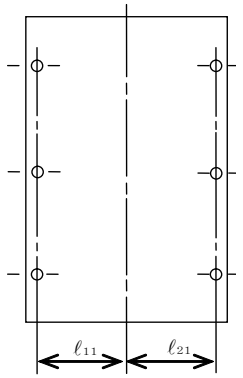
（単位：MPa）

部　材	材　料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト （ｉ＝１）	ＳＳ４００	引張り	σ_{b1}＝－	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝31	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





Ａ～Ａ矢視図

（２６）吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

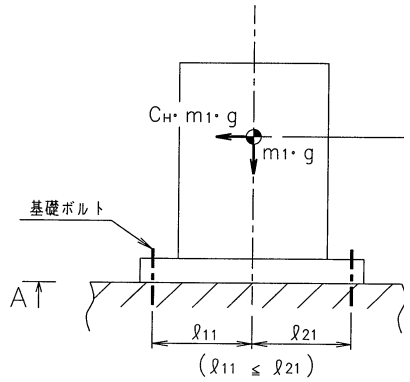
ｂ．評価結果

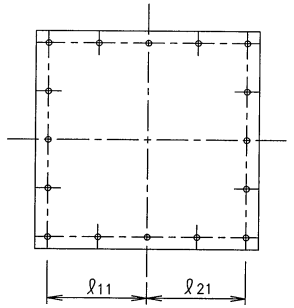
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝ －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝ 13	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２７）ブースターポンプ１Ａ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
ブースターポンプ１Ａ，Ｂ，Ｃスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	－	60	40

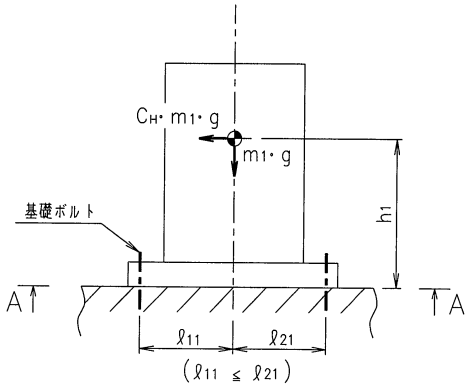
ｂ．評価結果

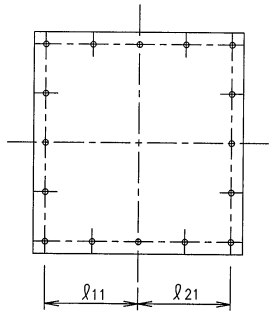
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	30 ＊
		せん断	τ_{b1}＝6	38 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２８）多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド１

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド１	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

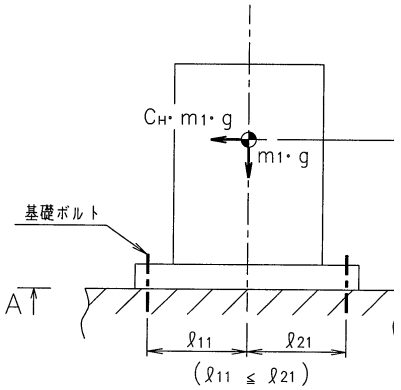
ｂ．評価結果

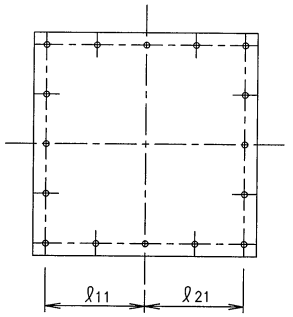
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝ －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝ 21	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（２９）多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド２

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド２	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

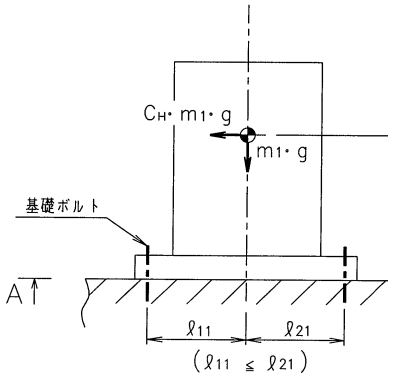
ｂ．評価結果

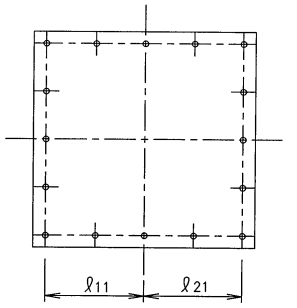
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝ －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}＝ 19	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３０）多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド３

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド３	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

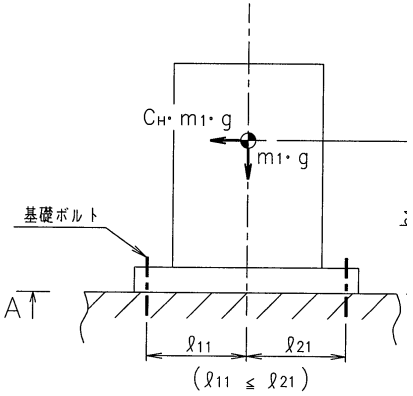
ｂ．評価結果

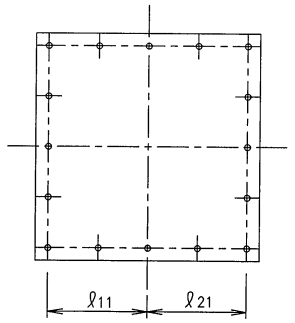
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}= －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}= 17	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３１）多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド４

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド４	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

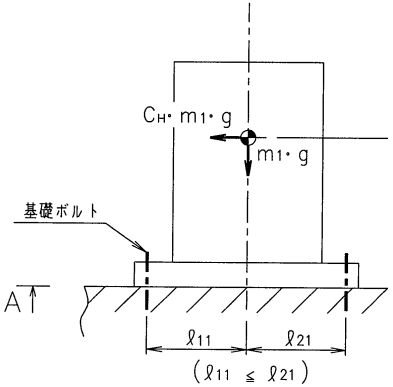
ｂ．評価結果

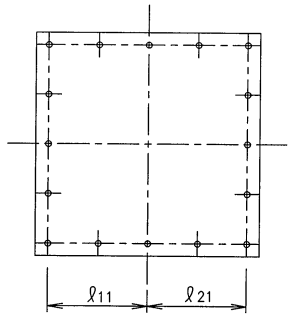
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}= －	65　＊
		せん断	τ_{b1}= 18	70　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３２）多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド５

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド５	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

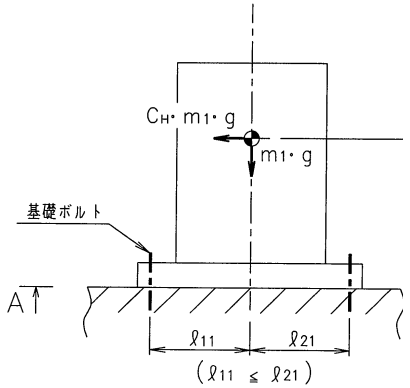
ｂ．評価結果

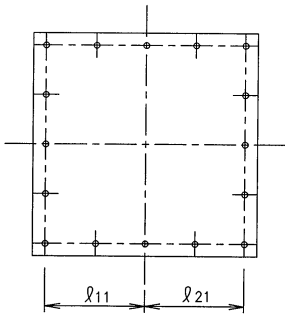
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}= －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}= 22	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





Ａ－Ａ矢視図

（３３）多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド６

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
多核種吸着塔Ａ，Ｂ，Ｃスキッド６	Ｂ	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

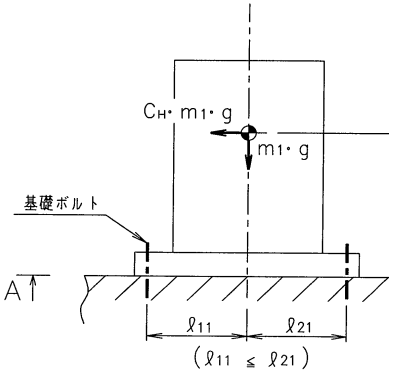
ｂ．評価結果

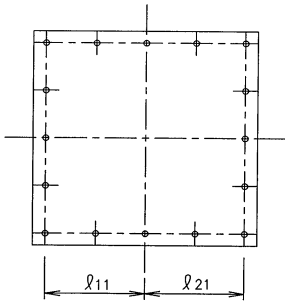
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}= －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}= 22	70 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





Ａ－Ａ矢視図

（３４）ブースターポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
ブースターポンプ２Ａ，Ｂ，Ｃスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

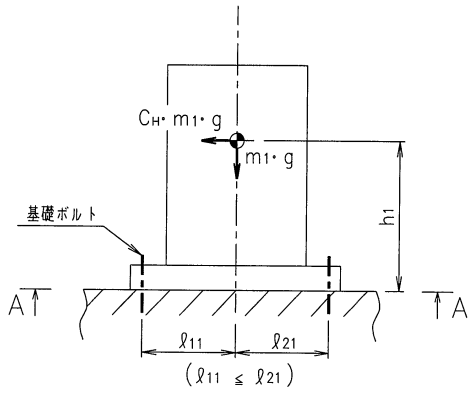
ｂ．評価結果

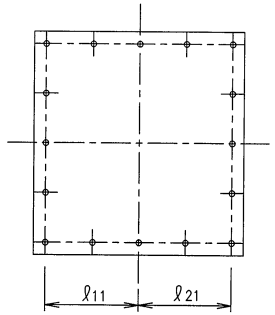
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝ －	30 ＊
		せん断	τ_{b1}＝ 5	38 ＊

すべて許容応力以下である。

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３５）出口フィルタスキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
出口フィルタスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	－	60	40

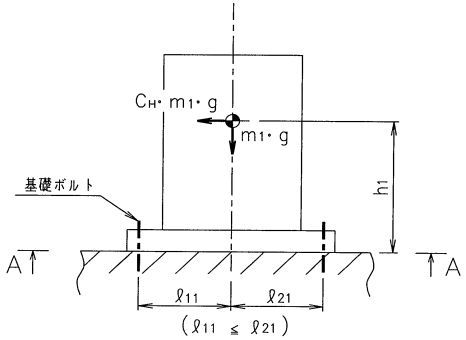
ｂ．評価結果

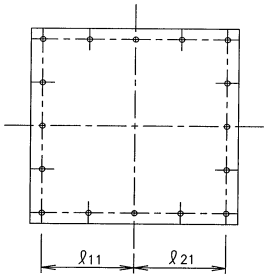
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	30　＊
		せん断	τ_{b1}＝9	38　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３６）移送タンク１，２スキッド

ａ．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
移送タンク １，２スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝ 0.36	－	－	60	40

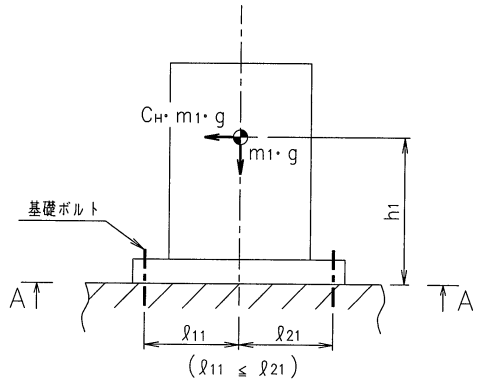
ｂ．評価結果

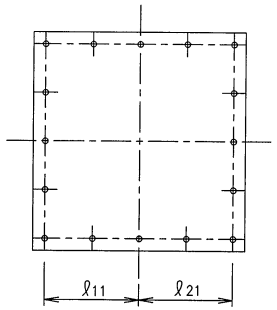
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト （ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}= －	65 ＊
		せん断	τ_{b1}= 25	70 ＊

注記 ＊：後打ちアンカー耐力による。

すべて許容応力以下である。





A－A矢視図

（３７）出口移送スキッド

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
出口移送スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	—	60	40

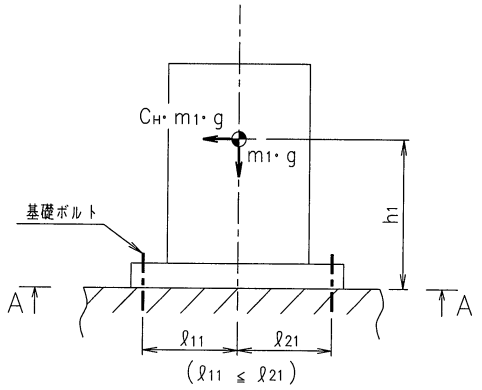
b．評価結果

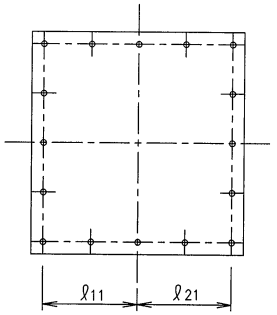
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	30　＊
		せん断	τ_{b1}＝10	38　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３８）増設多核種除去設備用移送ポンプスキッド

a．条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
増設多核種除去設備用移送ポンプスキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	—	—	40	40

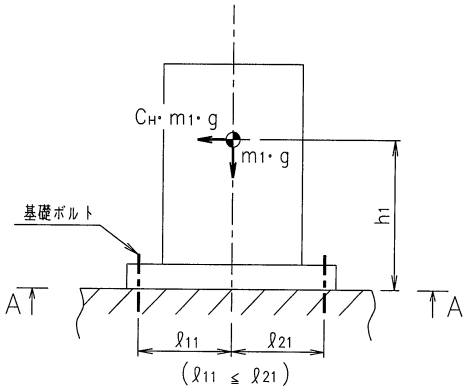
b．評価結果

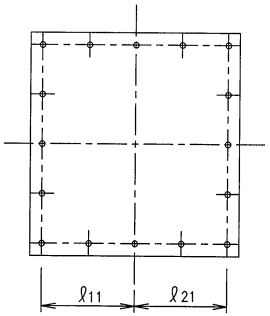
（単位：MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝１）	SS400	引張り	σ_{b1}＝—	30　＊
		せん断	τ_{b1}＝11	38　＊

すべて許容応力以下である。

注記　＊：後打ちアンカー耐力による。





A－A矢視図

（３９）主配管

配管標準支持間隔評価（定ピッチスパン法）

１．評価方法

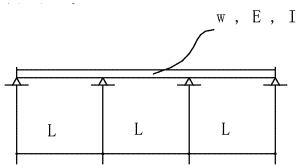
配管系を定められたピッチで支持することにより、配管系の固有周期を設定し、地震応力が過大とならないようにする。

応力基準による定ピッチスパンの設定方法（耐震Ｂクラス配管）

（１）直管部スパン

①一次応力評価

３スパン連続梁において発生する一次応力が許容値以下であることを確認する。



②自重応力の制限

自重による応力は39MPaを超えないものとする。

③１次固有周期の制限

支持スパンは建屋の一次固有周期より短周期側となるように設定する。

上記による直管部　最大支持間隔を、２．評価結果に示す。

（２）集中質量部

集中質量部に発生する応力 及び 固有周期が、直管部における値を上回らないものとする。

（３）曲り部

曲り部の面外方向について、応力 及び 固有周期が直管部のそれを上回らない支持スパンとする。

曲り部の面内方向は、上記の縮小率を超えず、且つ（２）集中質量部の方法を準用し縮小率を決定するものとする。

（４）分岐部

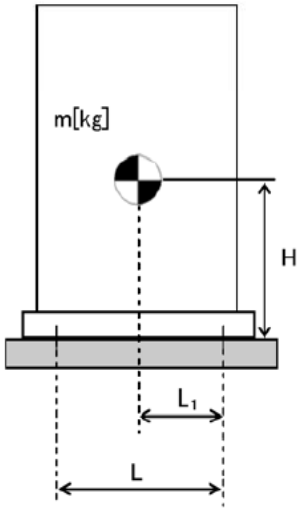
分岐部に発生する応力 及び 固有周期が、直管部における値を上回らないものとする。

２．評価結果

			配管設計条件						
	耐震クラス		B	B	B	B	B	B	B
	保温		有	無	無	無	無	有	無
	しゃへい		無	無	無	無	有	無	無
	流体		液体	液体	液体	気体	液体	液体	液体
	内　圧（MPa）		静水頭～1.37	静水頭	静水頭～1.37	大気圧	0.98	静水頭～1.37	静水頭～1.37
	最高使用温度（℃）		～60	～60	～60	～60	～60	～60	～60
	比重(g/cm3)		1.00～1.17	～1.00	1.00～1.17	0.001	1.17	1.00	1.00～1.05
	材　質		ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
直管部　最大支持間隔	口径	sch	(mm)						
	10A	40	2570	2520	－	－	－	－	－
	15A	40	3210	2940	3690	－	－	3240	－
	20A	40	3770	3420	－	－	－	3820	－
	25A	40	4430	3960	4610	－	－	4500	4700
	32A	40	5070	4590	－	－	－	5170	－
	40A	40	5420	4980	5460	－	－	5540	－
	50A	40	6060	5700	6030	6630	－	－	6170
	65A	40	6930	6680	－	－	－	－	6950
	80A	40	7470	－	－	－	－	－	7470
	100A	40	8400	－	8170	9170	－	－	8360
	125A	40	－	－	8950	－	－	－	9000
	150A	40	－	－	9640	－	－	－	9600
	200A	40	－	－	10890	－	－	－	－
	250A	40	－	－	11990	－	9600	－	－
	300A	40	－	－	12970	－	－	－	－

（４０）炭酸ソーダ溶解槽１，２，３

原子力発電所耐震設計技術指針の評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した。



m　：機器質量
g　：重力加速度（9.80665 m/s²）
H　：据付面からの重心までの距離
L　：基礎ボルト間の水平方向距離
L_1　：重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f：引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n　：基礎ボルトの本数
A_b　：基礎ボルトの軸断面積
C_H　：水平方向設計震度
C_V　：鉛直方向設計震度

基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）	比重
炭酸ソーダ溶解槽 1，2，3	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H=0.36	－	60	40	1.05

b. 評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SUS304	引張り	σ_{bi}=-	f_{tsi}=153
		せん断	τ_{bi}=26	f_{sbi}=118

すべて許容応力以下である。

（４１）炭酸ソーダ貯槽１，２

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
炭酸ソーダ貯槽 １，２	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	0.36	－	静水頭	60	40	1.05

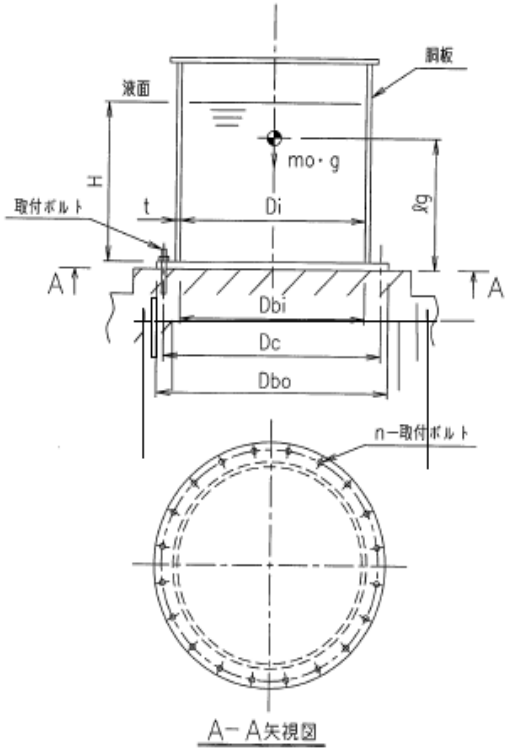
b. 評価結果

（単位： MPa）

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	組合せ	$\sigma_0=11$	$S_a=278$
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{n\cdot(\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{n\cdot\sigma_{x4}}{f_b}\leqq 1$	
			0.04 （無次元）	
取付ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=-$	$f_{ts}=176^*$
		せん断	$\tau_b=18$	$f_{sb}=135$

注記 ＊：(3.2.2.2) 式より算出

すべて許容応力以下である。



（４２）炭酸ソーダ溶解槽１，２，３移送ポンプ

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
炭酸ソーダ溶解槽 １，２，３移送ポンプ	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	C_P＝0.30	60	40

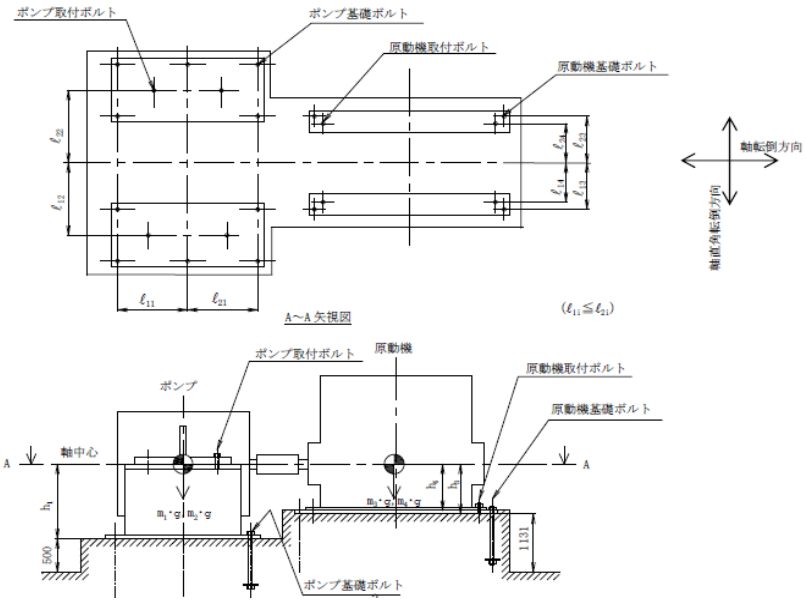
b. 評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
ポンプ基礎ボルト (i=1)	SUS304	引張り	σ_{b1}＝2	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝1	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ_{b2}＝ 4	f_{ts2}＝183*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝141
原動機基礎ボルト (i=3)	－	引張り	－	f_{ts3}＝－
		せん断	τ_{b3}＝－	f_{sb3}＝－
原動機取付ボルト (i=4)	－	引張り	－	f_{ts4}＝－
		せん断	τ_{b4}＝－	f_{sb4}＝－

すべて許容応力以下である。

注記＊：（3.1.2）式より算出



（４３）炭酸ソーダ貯槽１供給ポンプＡ，Ｂ，Ｃ

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
炭酸ソーダ貯槽１ 供給ポンプA,B,C	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	C_P＝0.00	60	40

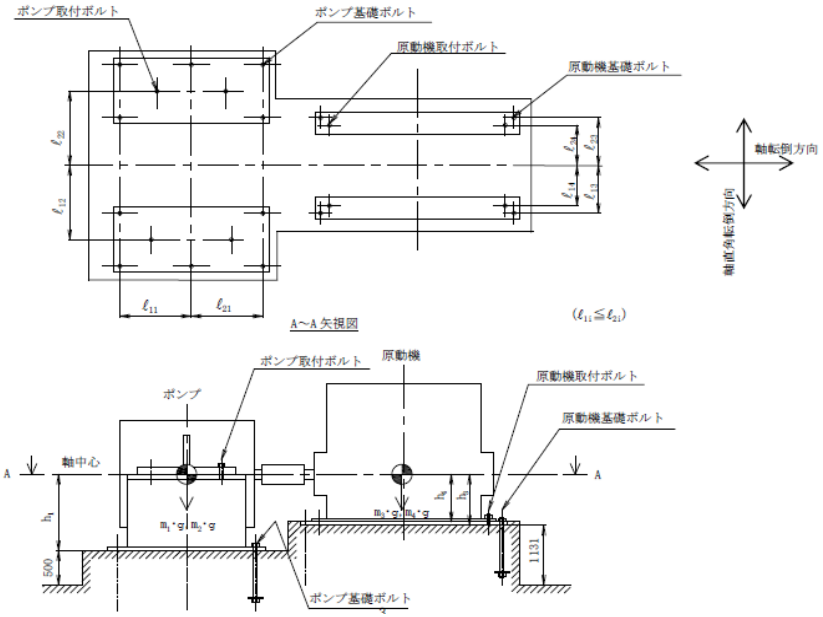
b. 評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
ポンプ基礎ボルト (i=1)	SUS304	引張り	σ_{b1}＝9	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝3	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト (i=2)	－	引張り	－	f_{ts2}＝－
		せん断	τ_{b2}＝－	f_{sb2}＝－
原動機基礎ボルト (i=3)	－	引張り	－	f_{ts3}＝－
		せん断	τ_{b3}＝－	f_{sb3}＝－
原動機取付ボルト (i=4)	－	引張り	－	f_{ts4}＝－
		せん断	τ_{b4}＝－	f_{sb4}＝－

すべて許容応力以下である。

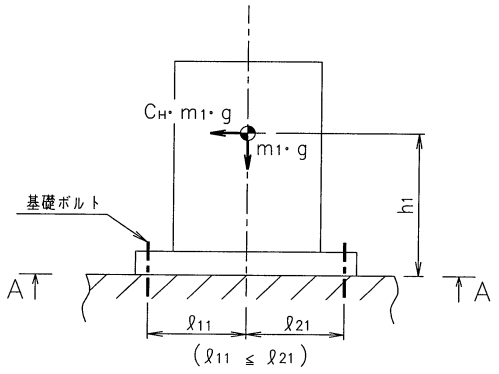
注記＊：（3.1.2）式より算出



（４４）炭酸ソーダ製造スキッド１，２，３

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
炭酸ソーダ製造スキッド1,2,3	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	60	40



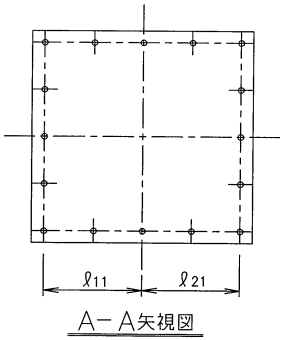
b. 評価結果

（単位：MPa）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ_{bi}＝－	f_{tsi}＝39*
		せん断	τ_{bi}＝19	f_{sbi}＝49*

注記　＊：後打ちアンカー耐力による

すべて許容応力以下である。



A－A矢視図

（４５）炭酸ソーダ溶解槽１，２，３移送スキッド

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
炭酸ソーダ溶解槽1,2,3 移送スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P. 36.2	C_H＝0.36	－	60	40

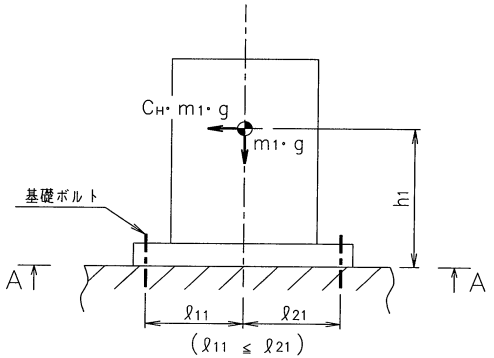
b. 評価結果

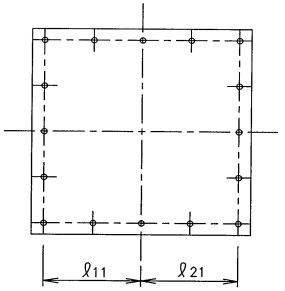
（単位：MPa ）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ_{bi}＝－	f_{tsi}＝39*
		せん断	τ_{bi}＝3	f_{sbi}＝49*

注記　＊：後打ちアンカー耐力による

すべて許容応力以下である。





A－A矢視図

（４６）炭酸ソーダ貯槽１供給スキッド

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
炭酸ソーダ貯槽１ 供給スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	60	40

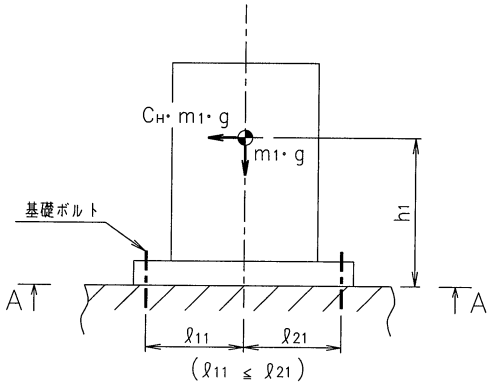
b. 評価結果

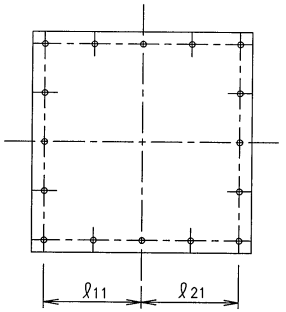
（単位：MPa ）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ_{b1}＝－	f_{ts1}＝39*
		せん断	τ_{b1}＝5	f_{sb1}＝49*

注記　＊：後打ちアンカー耐力による

すべて許容応力以下である。



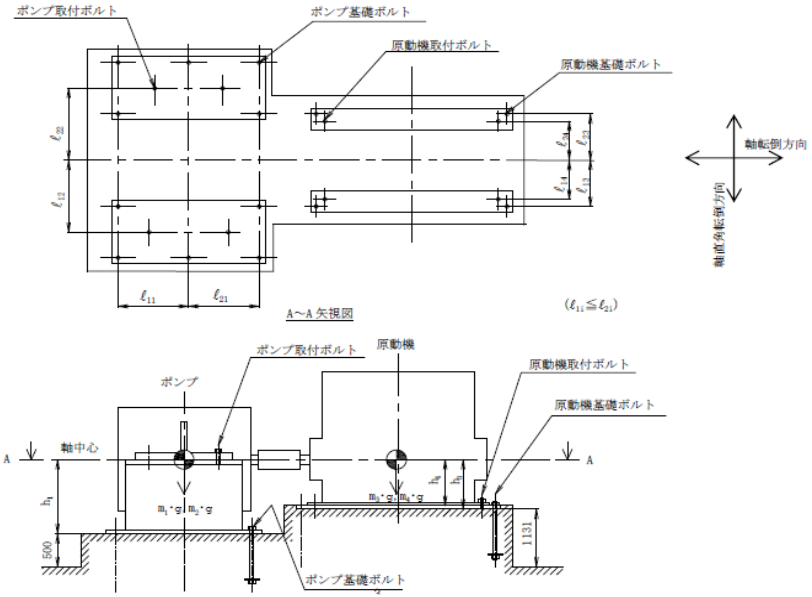


A－A矢視図

（４７）炭酸ソーダ貯槽２移送ポンプ１，２

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度（℃）	周囲環境温度（℃）
炭酸ソーダ貯槽２ 移送ポンプ 1,2	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H＝0.36	－	C_P＝0.30	60	40



b. 評価結果

（単位：MPa ）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
ポンプ基礎ボルト (i=1)	SUS304	引張り	σ_{b1}＝2	f_{ts1}＝153*
		せん断	τ_{b1}＝2	f_{sb1}＝118
ポンプ取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ_{b2}＝2	f_{ts3}＝183*
		せん断	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝141
原動機基礎ボルト (i=3)	－	引張り	－	f_{ts3}＝－
		せん断	τ_{b3}＝－	f_{sb3}＝－
原動機取付ボルト (i=4)	－	引張り	－	f_{ts4}＝－
		せん断	τ_{b4}＝－	f_{sb4}＝－

すべて許容応力以下である。

注記＊：（3.1.2）式より算出

（４８）炭酸ソーダ貯槽２移送スキッド

a. 条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ 設計 G.L.（m）	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
炭酸ソーダ貯槽２ 移送スキッド	B	増設多核種除去設備建屋 T.P.36.2	C_H=0.36	－	60	40

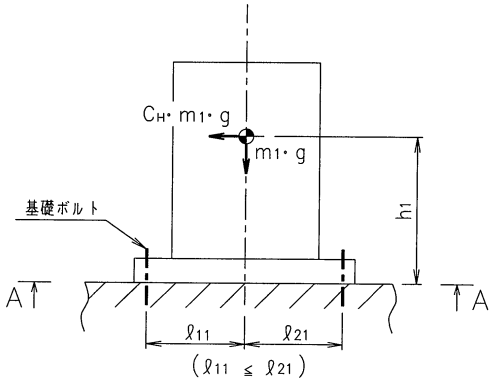
b. 評価結果

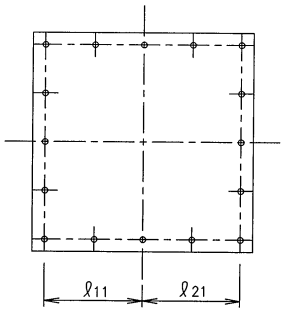
（単位：MPa ）

部　材	材　料	応　力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ_{b1}=－	f_{ts1}=39*
		せん断	τ_{b1}=4	f_{sb1}=49*

注記　＊：後打ちアンカー耐力による

すべて許容応力以下である。





A－A矢視図

（４９）反応／凝集槽Ａ，Ｃ

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
反応／凝集槽Ａ，Ｃ	胴板	SS400	組合せ	水平 0.70 鉛直 0.40	19	208	MPa
	スカート	SS400	組合せ		17	215	MPa
			圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）		0.08	1	-
	取付ボルト	SS400	引張り		76	161	MPa
			せん断		37	124	MPa

（５０）沈殿槽Ａ，Ｃ

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
沈殿槽Ａ，Ｃ	胴板	SUS316L	組合せ	水平 0.70 鉛直 0.40	21	160	MPa
	スカート	SUS304	組合せ		17	205	MPa
			圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）		0.09	1	-
	取付ボルト	SS400	引張り		72	161	MPa
			せん断		39	124	MPa

（５１）上澄み水タンクＡ，Ｃ

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
上澄み水タンクＡ，Ｃ	胴板	SUS316L	組合せ	水平 0.70 鉛直 0.40	13	160	MPa
	スカート	SUS304	組合せ		20	205	MPa
			圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）		0.10	1	-
	取付ボルト	SS400	引張り		48	161	MPa
			せん断		9	124	MPa

（５２）スラリー循環ポンプＡ，Ｃ

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
スラリー循環ポンプＡ，Ｃ	取付ボルト	SS400	引張り	水平 0.70	3	161	MPa
			せん断	鉛直 0.40	3	124	MPa

（５３）上澄み水ポンプＡ，Ｃ

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
上澄み水ポンプＡ，Ｃ	取付ボルト	SS400	引張り	水平 0.70	3	161	MPa
			せん断	鉛直 0.40	3	124	MPa

（５４）反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
反応／凝集・沈殿槽Ａ，Ｃスキッド	基礎ボルト	SS400	引張り	水平 0.70	51	60*	MPa
			せん断	鉛直 0.40	36	70*	MPa

注記　＊後打ちアンカー耐力による

（５５）上澄み水タンクＡ，Ｃスキッド

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
上澄み水タンクＡ，Ｃスキッド	基礎ボルト	SS400	引張り	水平 0.70	45	60*	MPa
			せん断	鉛直 0.40	15	70*	MPa

注記　＊後打ちアンカー耐力による

（５６）凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド

機器名称	評価部位	材料	評価項目	震度	算出値	許容値	単位
凝集沈殿ポンプＡ，Ｃスキッド	基礎ボルト	SS400	引張り	水平 0.70	4	60*	MPa
			せん断	鉛直 0.40	14	70*	MPa

注記　＊後打ちアンカー耐力による

（５７）主配管（固有振動数 20Hz 以上）

１．評価方法

増設多核種除去設備の主配管のうち追設するものは，建屋との共振による加速度増大の防止を目的とし，はりモデルを使用して，配管系の固有振動数が 20Hz 以上となるスパンを解析で算出し，配管系をこの定ピッチスパンで支持するように設計する。

２．評価結果

			配管設計条件				
	耐震クラス		B	B	B	B	B
	保温		無	無	有	有	無
	遮へい		無	無	無	無	無
	流体		液体	液体	液体	液体	液体
	内 圧 (MPa)		0.98	静水頭～0.98	0.5	0.98	静水頭
	最高使用温度 (℃)		～60	～60	～60	～60	～60
	比重(g/cm3)		1.0	1.0～1.2	1.0	1.0～1.2	1.1
	材 質		炭素鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼
直管部最大支持間隔	口径	sch	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	15A	40				1400	
	25A	40			1850	1800	
	32A	40				2000	
	40A	40				2100	
	50A	40	2550	2500			
	150A	40					4000

増設多核種除去設備の各機器について，参考評価として，耐震 S クラス相当の水平震度に対して，健全性が維持されることを確認した。評価結果を表１に示す。

表１　増設多核種除去設備　各機器に対する耐震評価結果（１／４）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
処理水受入れタンク１，２	取付ボルト	引張	0.8	19	176	MPa
		せん断	0.8	29	135	MPa
共沈タンク A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	32	176	MPa
		せん断	0.8	12	135	MPa
供給タンク A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	27	176	MPa
		せん断	0.8	13	135	MPa
吸着塔入口バッファタンク A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	5	176	MPa
		せん断	0.8	16	135	MPa
サンプルタンク A，B，C	本体	転倒	0.8	6.7×10^{4}	7.1×10^{4}	kN・m
多核種吸着塔１～５A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	18	131	MPa
		せん断	0.8	8	101	MPa
多核種吸着塔６～１４A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	21	158	MPa
		せん断	0.8	9	121	MPa
多核種吸着塔１５～１８A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	32	158	MPa
		せん断	0.8	16	121	MPa
移送タンク１，２	取付ボルト	引張	0.8	6	176	MPa
		せん断	0.8	31	135	MPa
供給ポンプ１A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	1	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	8	153	MPa
		せん断	0.8	2	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	2	153	MPa
		せん断	0.8	2	118	MPa

表１　増設多核種除去設備　各機器に対する耐震評価結果（２／４）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
供給ポンプ２A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	2	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	9	153	MPa
		せん断	0.8	2	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
循環ポンプA，B，C	取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	9	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	8	153	MPa
		せん断	0.8	2	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	5	118	MPa
ブースターポンプ１A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	5	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	15	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
ブースターポンプ２A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	5	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	15	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
移送ポンプ１，２	取付ボルト	引張	0.8	2	153	MPa
		せん断	0.8	5	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	10	153	MPa
		せん断	0.8	2	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	3	153	MPa
		せん断	0.8	4	118	MPa

表１　増設多核種除去設備　各機器に対する耐震評価結果（３／４）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
増設多核種除去設備用移送ポンプ A，B	取付ボルト	引張	0.8	4	153	MPa
		せん断	0.8	6	118	MPa
	ポンプ取付ボルト	引張	0.8	14	153	MPa
		せん断	0.8	3	118	MPa
	原動機取付ボルト	引張	0.8	5	153	MPa
		せん断	0.8	5	118	MPa
出口フィルタ A，B，C	取付ボルト	引張	0.8	92	153	MPa
		せん断	0.8	6	118	MPa
増設多核種除去設備入口弁スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	36	38	MPa
処理水受入タンク１，２スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	37	65	MPa
		せん断	0.8	52	70	MPa
供給ポンプ１スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	16	38	MPa
共沈タンク A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	44	65	MPa
		せん断	0.8	34	70	MPa
供給タンク A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	32	65	MPa
		せん断	0.8	36	70	MPa
供給ポンプ２A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	12	38	MPa
供給ポンプ２弁 A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	9	38	MPa
クロスフローフィルタ A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	34	65	MPa
		せん断	0.8	68	70	MPa
吸着塔入口バッファタンク A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	5	65	MPa
		せん断	0.8	28	70	MPa
ブースターポンプ１A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	13	38	MPa
多核種吸着塔 A，B，C スキッド１	基礎ボルト	引張	0.8	36	65	MPa
		せん断	0.8	45	70	MPa
多核種吸着塔 A，B，C スキッド２	基礎ボルト	引張	0.8	31	65	MPa
		せん断	0.8	41	70	MPa
多核種吸着塔 A，B，C スキッド３	基礎ボルト	引張	0.8	27	65	MPa
		せん断	0.8	37	70	MPa

表１　増設多核種除去設備　各機器に対する耐震評価結果（４／４）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
多核種吸着塔 A，B，C スキッド４	基礎ボルト	引張	0.8	32	65	MPa
		せん断	0.8	39	70	MPa
多核種吸着塔 A，B，C スキッド５	基礎ボルト	引張	0.8	20	65	MPa
		せん断	0.8	49	70	MPa
多核種吸着塔 A，B，C スキッド６	基礎ボルト	引張	0.8	20	65	MPa
		せん断	0.8	49	70	MPa
ブースターポンプ２A，B，C スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	10	38	MPa
出口フィルタスキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	18	38	MPa
移送タンク１，２ スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	65	MPa
		せん断	0.8	55	70	MPa
出口移送スキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	22	38	MPa
増設多核種除去設備用移送ポンプスキッド	基礎ボルト	引張	0.8	－	30	MPa
		せん断	0.8	25	38	MPa

以上

別紙－２

耐震クラスの設定について

増設多核種除去設備を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，2021 年 9 月 8 日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方を踏まえ，その安全機能の重要度，地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響（公衆への被ばく影響）や廃炉活動への影響等を考慮した上で，核燃料物質を非密封で扱う燃料加工施設や使用施設等における耐震クラス分類を参考にして適切な耐震設計上の区分を行うとともに，適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計とする。

本資料では，上記の方針に基づく耐震クラスの設定について記載する。

ただし，本資料に記載が無い，2021 年 9 月 8 日以前に認可された機器については，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を参考にして耐震クラスを分類している。

１．Ｂ＋クラスに設定する設備

（１）対象設備

反応／凝集槽，沈殿槽，上澄み水タンク，スラリー循環ポンプ，上澄み水ポンプ，反応／凝集・沈殿槽スキッド，上澄み水タンクスキッド，凝集沈殿ポンプスキッドおよびこれらに接続する主配管。

（２）設定の理由

ａ．破損シナリオ

地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく影響を評価するため，増設多核種除去設備の各機器が破損して内包する液体放射性物質が漏えいすることを想定する。なお，破損を想定する各機器には，（１）対象設備に加えて，2021 年 9 月 8 日以前に認可された機器を含む。

ｂ．影響評価

敷地境界線量評価の対象としている機器に設置している遮へい等（各タンクの厚さ含む）が消失することを想定し，これにより放射線量が増大する影響を簡易的に評価した結果，最寄りの敷地境界（評価点 No.70）の線量は年間 1.36mSv 程度になると評価した。

なお，敷地境界線量評価の対象としている機器は，処理水受入タンク，共沈供給タンクスキッド，クロスフローフィルタスキッド，吸着塔，ＨＩＣ（スラリー用及び吸着材用），反応／凝集槽，沈殿槽，上澄み水タンクであり，これらの鉄遮へいが 5cm 消失することで線量が 10 倍になると設定して評価した。

また，各機器の破損により漏出した放射性物質を最寄りの敷地境界にいる公衆が吸引することにより，0.08mSv 程度の線量影響が有ると評価した。（表１参照）

なお，1 年の間に線源の除去もしくは遮へいによる線量低減は十分可能であること，安全機能を失うような地震が発生したとしても，機器が全て破損することは無いと想定されることから，評価シナリオは保守性を有している。

ｃ．耐震クラス

破損シナリオによる公衆への被ばく影響は 1.44mSv 程度であり 50μSv～5mSv の

範囲であること，増設多核種除去設備は供用期間が長期間であることから，耐震クラスはＢ＋クラスと評価する。

表１　漏出した放射性物質を公衆が吸引した場合の線量簡易評価

項目	記号	単位	値	備考
放射性物質量	MAR	Bq	4.10E+14	実施計画記載の敷地境界線量評価条件より設定。核種はSr-90。
MARのうち事故の影響を受ける割合	DR	－	1	全機器が損傷するとして保守側に設定
雰囲気中に放出され浮遊する割合	ARF	－	5.00E-05	出典※1より
肺に吸入され得る微粒子の割合	RF	－	1	知見となるデータが無いため保守側に設定
環境中へ漏れ出る割合	LPF	－	1	機器・建物の損傷の程度を考慮せず保守側に設定
五因子法※2による放射性物質放出量	ST	Bq	2.05E+10	MAR×DR×ARF×RF×LPF
一般公衆の呼吸率	Ma	m^3/s	2.57E-04	出典※3より 2.22E+07cm^3/日を換算
実効線量換算係数	H	mSv/Bq	7.7E-05	出典※4より Sr-90 の値
発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針による相対濃度	χ/Q	s/m^3	1.95E-04	大気安定度:Ｄ，風速 3.1m/s，敷地境界まで 440m
公衆が漏出した放射性物質を吸引することによる内部被ばく線量	Di	mSv	7.91E-02	ST×(χ/Q)×Ma×H

※１：U.S. Department of Energy, AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES, Volume I - Analysis of Experimental Data, DOE-HDBK-3010-94 December 1994

※２：五因子法とは、核燃料サイクル施設の事故解析ハンドブック（NUREG/CR-6410）に記載された簡易的に放射性物質の放出量を評価する手法である。

※３：発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標に対する評価指針

※４:核原料物質又は核燃料物質の精錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示

（３）Ｂ＋クラスの設計震度

2021 年 9 月 8 日の原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方では，Ｂクラスに対する静的地震力の評価と，動的地震力の評価として 1/2Sd225 弾性範囲（共振時のみ）の評価を求めており，Ｂ＋クラスではＢクラスの評価に加えて，動的地震力の評価として 1/2Ss450 機能維持の評価を求めている。

ａ．静的地震力の評価

機器に対する静的地震力の評価は，水平 0.3G に 1.2 を乗じて水平震度は 0.36 として評価を行う。この評価は，後述するｃ．に包絡されることから，ａ．の評価を省略する。

ｂ．1/2Sd225 弾性範囲（共振時のみ）

1/2Sd225 における機器に対する評価では，後述するｃ．に記載する値（水平震度 0.70,鉛直震度 0.40）に 1/2 を乗じて求め，水平震度は 0.35，鉛直震度は 0.20 として評価を行う。

ｃ．1/2Ss450 機能維持

増設多核種除去設備では 1/2Ss450 に対する，基礎（GL-0.1m）での最大応答加速度は水平（２方向）にて 556cm/s^{2}および 549cm/s^2 ，鉛直にて 321cm/s^{2}である。また水平２方向の各時刻の応答加速度を重ね合わせたところ，最大応答加速度は 570cm/s^{2}である。

このため，機器に対する評価では最大応答加速度に 1.2 を乗じて重力加速度で除した値を評価に用いる震度とし，水平震度 0.70，鉛直震度 0.40 にて評価を行う。

以上

付録1　スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針

1.　一般事項

本基本方針は，スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類ＢクラスおよびＢ＋クラス）の耐震性についての計算方法を示す。

1.1　適用基準

本基本方針における計算方法は，原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和62年8月）に準拠する。

1.2　計算条件

(1)　容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

(2)　地震力は容器に対して水平方向および鉛直方向に作用するものとする。

(3)　容器はスカートで支持され，スカートは下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定された固定端とする。ここで，基礎については剛となるように設計する。

(4)　胴とスカートをはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。

(5)　容器頂部に水平方向変位を拘束する構造物を設ける場合は，その部分をピン支持とする。

(6)　スカート部材において，マンホール等の開口部があって補強をしていない場合は，欠損の影響を考慮する。

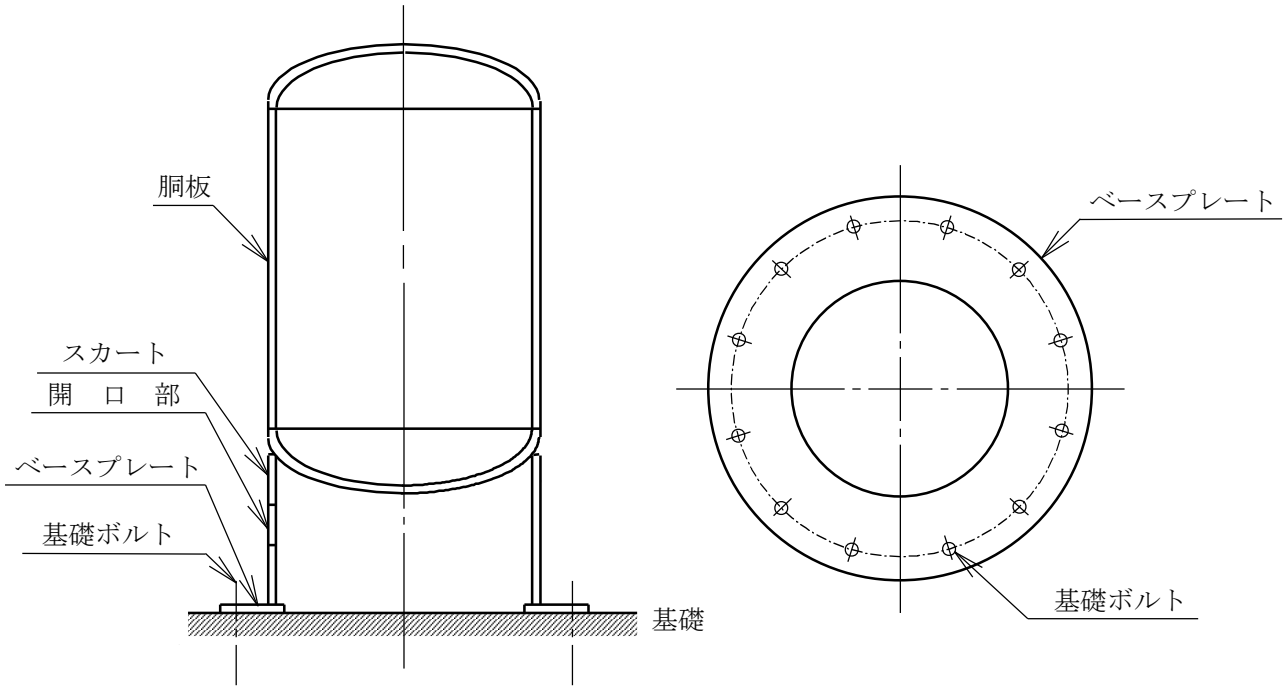


図1－1　概　要　図

1.3　記号の説明

記　号	記　号　の　説　明	単　位
A	胴の軸断面積	mm^2
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_e	胴の有効せん断断面積	mm^2
A_s	スカートの軸断面積	mm^2
A_{se}	スカートの有効せん断断面積	mm^2
C_c	基礎ボルト計算における係数	―
C_H	水平方向設計震度	―
C_t	基礎ボルト計算における係数	―
C_v	鉛直方向設計震度	―
D_{bi}	ベースプレートの内径	mm
D_{bo}	ベースプレートの外径	mm
D_c	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D_i	胴の内径	mm
D_j	スカートに設けられた各開口部の穴径（$j=1, 2, 3\cdots j_1$）	mm
D_s	スカートの内径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E_s	スカートの縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	―
F	設計・建設規格　SSB-3121.1又はSSB-3131に定める値	MPa
F_c	基礎に作用する圧縮力	N
F_t	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f_c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	スカートの許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
G_s	スカートのせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm^4
I_s	スカートの断面二次モーメント	mm^4
j_1	スカートに設けられた開口部の穴の個数	―

記　号	記　号　の　説　明	単　位
K_H	水平方向ばね定数	N/m
K_V	鉛直方向ばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	－
λ	胴のスカート接合点から重心までの距離	mm
λ_1，λ_2	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離（図2－4に示す距離）	mm
λ_r	容器の重心から上端支持部までの長さ	mm
λ_s	スカートの長さ	mm
M_s	スカートに作用する転倒モーメント	N･mm
M_{s1}	スカートの上端部に作用する転倒モーメント	N･mm
M_{s2}	スカートの下端部に作用する転倒モーメント	N･mm
m_0	容器の運転時質量	kg
m_e	容器のスカート接合部から上部の空質量	kg
n	基礎ボルトの本数	－
P_r	最高使用圧力	MPa
Q	重心に作用する任意の水平力	N
Q′	Qにより上端の支持部に作用する反力	N
S	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表5に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	－
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
t_1	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t_2	圧縮側基礎相当幅	mm
t_s	スカートの厚さ	mm
Y	スカート開口部の水平断面における最大円周長さ	mm
z	基礎ボルト計算における係数	－
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
δ	荷重Qによる容器の上端での変位量	mm
δ'	荷重Q′による容器の上端での変位量	mm
δ_0	荷重Q，Q′による容器の重心での変位量	mm
η	座屈応力に対する安全率	－
π	円周率	－

記　　号	記　　号　　の　　説　　明	単　　位
ρ'	液体の密度（＝比重×10^{-6}）	kg/mm^3
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ_{0t}	胴の組合せ引張応力	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_c	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ_s	スカートの組合せ応力	MPa
σ_{s1}	スカートの運転時質量による軸方向応力	MPa
σ_{s2}	スカートの曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ_{s3}	スカートの鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x1}，$\sigma_{\phi 1}$	静水頭又は内圧により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}	胴の運転時質量による軸方向引張応力	MPa
σ_{x3}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{x4}	地震により胴に生じる軸方向応力	MPa
σ_{x5}	胴の鉛直方向地震による軸方向引張応力	MPa
σ_{x6}	胴の鉛直方向地震による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸方向応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{xt}	胴の軸方向応力の和（引張側）	MPa
σ_ϕ	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_s	地震によりスカートに生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

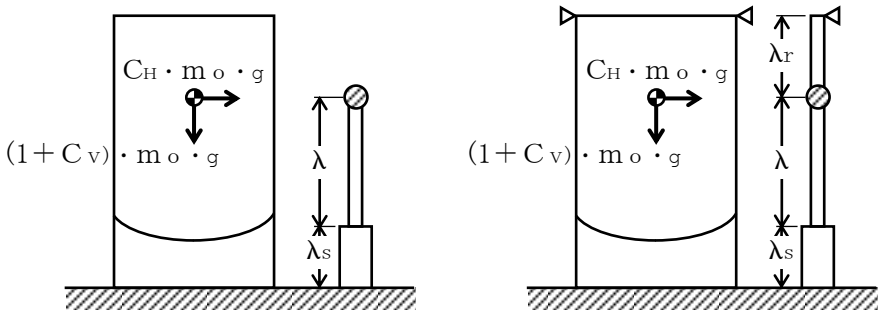
注：「設計・建設規格」とは，発電用原子力設備規格（設計・建設規格　ＪＳＭＥ　ＳＮＣ１－2005（2007年追補版含む。））（日本機械学会　2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

2.　計算方法

2.1　固有周期の計算方法

(1)　計算モデル

本容器は，1.2項より図2－1に示す下端固定の1質点系振動モデルあるいは下端固定上端支持の1質点系振動モデルとして考える。



下端固定の場合　　下端固定上端支持の場合

図2－1　固有周期の計算モデル

(2)　水平方向固有周期

a.　下端固定の場合

曲げ及びせん断変形によるばね定数K_Hは次式で求める。

$$K_H=1000\ /\ \left\{\frac{\lambda^3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{1}{3\cdot E_s\cdot I_s}\cdot(3\cdot\lambda^2\cdot\lambda_s+3\cdot\lambda\cdot\lambda_s{}^2+\lambda_s{}^3)+\frac{\lambda}{G\cdot A_e}+\frac{\lambda_s}{G_s\cdot A_{se}}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.1)$$

ここで，スカートの開口部（図2－2参照）による影響を考慮し，胴及びスカートの断面性能は次のように求める。

胴の断面性能は

$$I=\frac{\pi}{8}\cdot(D_i+t)^3\cdot t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.2)$$

$$A_e=\frac{2}{3}\cdot\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.3)$$

スカートの断面性能は

$$I_s=\frac{\pi}{8}\cdot(D_s+t_s)^3\cdot t_s-\frac{1}{4}\cdot(D_s+t_s)^2\cdot t_s\cdot Y \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.4)$$

スカート開口部の水平断面における最大円周長さは，

（図2－2及び図2－3参照）

$$Y=\sum_{j=1}^{j1}(D_s+t_s)\cdot\sin^{-1}\left(\frac{D_j}{D_s+t_s}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.5)$$

$$A_{se}=\frac{2}{3}\cdot\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.6)$$

したがって，固有周期T_Hは次式で求める。

$$T_H=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.7)$$

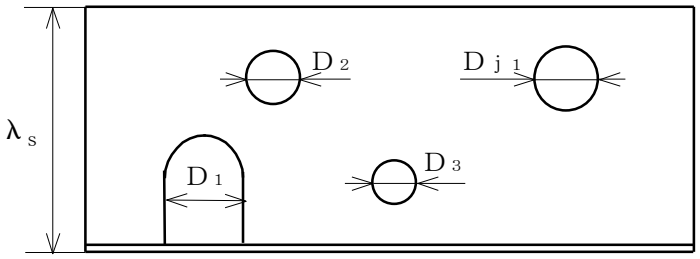


図2－2　スカート開口部の形状

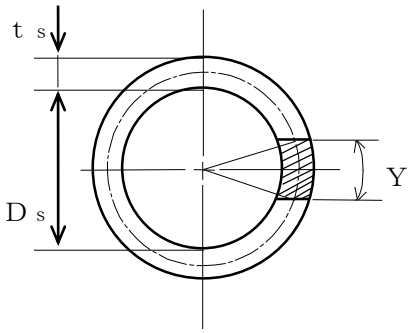


図2－3　スカート開口部の水平断面における最大円周長さ

b.　下端固定上端支持の場合

重心の位置に水平方向の荷重Qが作用したときに上端の支持部に生じる反力Q′は，図2－4 に示すように荷重Q及び反力Q′による上端の変位量δとδ′が等しいとして求める。

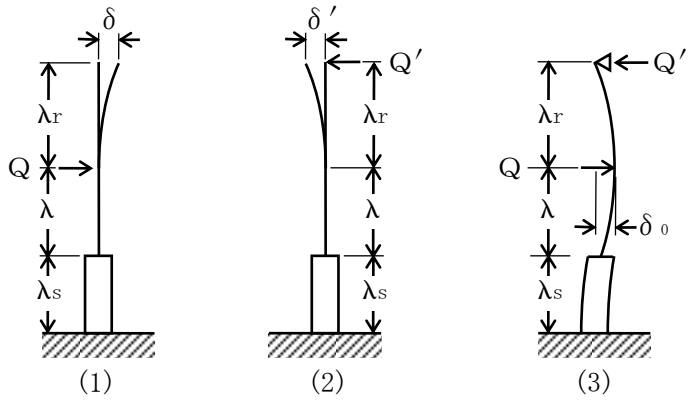


図2－4　下端固定上端支持の場合の変形モデル

図 2－4 の(1)の場合

$$\delta=\frac{Q\cdot\lambda^2}{6\cdot E\cdot I}\cdot(2\cdot\lambda+3\cdot\lambda_r)+\frac{Q}{6\cdot E_s\cdot I_s}$$
$$\cdot\{2\cdot\lambda_s^3+3\cdot\lambda_s^2\cdot\lambda_r+6\cdot\lambda_s\cdot\lambda\cdot(\lambda_s+\lambda+\lambda_r)\}$$
$$+\frac{Q\cdot\lambda}{G\cdot A_e}+\frac{Q\cdot\lambda_s}{G_s\cdot A_{se}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.8)$$

図 2－4 の(2)の場合

$$\delta'=\frac{Q'\cdot(\lambda+\lambda_r)^3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{Q'}{3\cdot E_s\cdot I_s}$$
$$\cdot\{3\cdot(\lambda+\lambda_r)^2\cdot\lambda_s+3\cdot(\lambda+\lambda_r)\cdot\lambda_s^2+\lambda_s^3\}$$
$$+\frac{Q'\cdot(\lambda+\lambda_r)}{G\cdot A_e}+\frac{Q'\cdot\lambda_s}{G_s\cdot A_{se}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.9)$$

(2.1.8) 式と (2.1.9) 式を等しく置くことにより，

$$Q'=Q\cdot\left\{\frac{\lambda^2\cdot(2\cdot\lambda+3\cdot\lambda_r)}{6\cdot E\cdot I}\right.$$
$$+\frac{2\cdot\lambda_s^3+3\cdot\lambda_s^2\cdot\lambda_r+6\cdot\lambda_s\cdot\lambda\cdot(\lambda_s+\lambda+\lambda_r)}{6\cdot E_s\cdot I_s}$$
$$\left.+\frac{\lambda}{G\cdot A_e}+\frac{\lambda_s}{G_s\cdot A_{se}}\right\}\Big/\left\{\frac{(\lambda+\lambda_r)^3}{3\cdot E\cdot I}+\right.$$
$$\frac{3\cdot(\lambda+\lambda_r)^2\cdot\lambda_s+3\cdot(\lambda+\lambda_r)\cdot\lambda_s^2+\lambda_s^3}{3\cdot E_s\cdot I_s}$$
$$\left.+\frac{\lambda+\lambda_r}{G\cdot A_e}+\frac{\lambda_s}{G_s\cdot A_{se}}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.1.10)$$

したがって，図 2－4 の(3)に示す重心位置での変位量δ_0は図 2－4 の(1)及び(2)の重心位置での変位量の重ね合せから求めることができ，ばね定数K_Hは次式で求める。

$$K_H=\frac{Q}{\delta_o}=1000\Big/\left\{\frac{\lambda^3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{3\cdot\lambda^2\cdot\lambda_s+3\cdot\lambda\cdot\lambda_s{}^2+\lambda_s{}^3}{3\cdot E_s\cdot I_s}+\left(1-\frac{Q'}{Q}\right)\cdot\left(\frac{\lambda}{G\cdot A_e}+\frac{\lambda_s}{G_s\cdot A_{se}}\right)-\frac{Q'}{Q}\cdot\left(\frac{2\cdot\lambda^3+3\cdot\lambda^2\cdot\lambda_r}{6\cdot E\cdot I}+\frac{3\cdot\lambda_s{}^2\cdot\lambda+\lambda_s{}^3+3\cdot\lambda_s\cdot\lambda^2+3\cdot\lambda_s\cdot\lambda\cdot\lambda_r+\frac{3}{2}\cdot\lambda_s{}^2\cdot\lambda_r}{3\cdot E_s\cdot I_s}\right)\right\}$$

……　(2.1.11)

固有周期は（2.1.7）式により求める。

(3)　鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数K_Vは次式で求める。

$$K_V=1000\Big/\left\{\frac{\lambda}{A\cdot E}+\frac{\lambda_s}{A_s\cdot E_s}\right\}$$ ……　(2.1.12)

$$A=\pi\cdot(D_i+t)\cdot t$$ ……　(2.1.13)

$$A_s=\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s$$ ……　(2.1.14)

したがって，固有周期T_vは次式で求める。

$$T_v=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_v}}$$ ……　(2.1.15)

2.2　応力の計算方法

応力計算において，静的地震力を用いる場合は，絶対値和を用い，動的地震力を用いる場合は，ＳＲＳＳ法を用いることができる。

2.2.1　胴の応力

(1)　静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.2)$$

$$\sigma_{x1}=0 \quad \cdots\cdots (2.2.1.3)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{P_r \cdot (D_i+1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.4)$$

$$\sigma_{\phi 2}=0 \quad \cdots\cdots (2.2.1.5)$$

$$\sigma_{x1}=\frac{P_r \cdot (D_i+1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.6)$$

(2)　運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がスカートと接合する点を境界として，上部には胴自身の質量による圧縮応力が，下部には下部の胴自身の質量と内容物の質量による引張応力が生じる。

下部の胴について

$$\sigma_{x2}=\frac{(m_0-m_e) \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.7)$$

$$\sigma_{x5}=\frac{(m_0-m_e) \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.8)$$

上部の胴について

$$\sigma_{x3}=\frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.9)$$

$$\sigma_{x6}=\frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.10)$$

(3)　水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はスカート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

a.　下端固定の場合

$$\sigma_{x4}=\frac{4\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot \lambda}{\pi\cdot(D_i+t)^2\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.11)$$

$$\tau=\frac{2\cdot C_H\cdot m_0\cdot g}{\pi\cdot(D_i+t)\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.12)$$

b.　下端固定上端支持の場合

$$\sigma_{x4}=\frac{4\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left|\lambda-\frac{Q'}{Q}\cdot(\lambda+\lambda_r)\right|}{\pi\cdot(D_i+t)^2\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.13)$$

$$\tau=\frac{2\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left(1-\frac{Q'}{Q}\right)}{\pi\cdot(D_i+t)\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.14)$$

(4)　組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a.　一次一般膜応力

(a)　組合せ引張応力

$$\sigma_\phi=\sigma_{\phi1}+\sigma_{\phi2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.15)$$

$$\sigma_{0t}=\frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi+\sigma_{xt}+\sqrt{(\sigma_\phi-\sigma_{xt})^2+4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.16)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x4}+\sigma_{x5} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.17)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sqrt{\sigma_{x4}^2+\sigma_{x5}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.18)$$

(b)　組合せ圧縮応力

σ_{xc}が正の値（圧縮側）のとき，次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_\phi=-\sigma_{\phi1}-\sigma_{\phi2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.19)$$

$$\sigma_{0c}=\frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi+\sigma_{xc}+\sqrt{(\sigma_\phi-\sigma_{xc})^2+4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.20)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sigma_{x6} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.21)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^{2} + \sigma_{x6}^{2}} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.22)$$

したがって，胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法それぞれに対して，

σ_0＝Max ｛組合せ引張応力（σ_{0t}），組合せ圧縮応力（σ_{0c}）｝

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.23)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

2.2.2　スカートの応力

(1)　運転時質量及び鉛直方向地震による応力

スカート底部に生じる運転時質量及び鉛直方向地震による圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{m_0 \cdot g}{\{\pi \cdot (D_s + t_s) - Y\} \cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.1)$$

$$\sigma_{s3} = \frac{m_0 \cdot g \cdot C_V}{\{\pi \cdot (D_s + t_s) - Y\} \cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.2)$$

(2)　水平方向地震による応力

水平方向の地震力によりスカートには曲げモーメントが作用する。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次式で求める。

a.　下端固定の場合

$$\sigma_{s2} = \frac{M_s}{(D_s + t_s) \cdot t_s \cdot \left\{\frac{\pi}{4} \cdot (D_s + t_s) - \frac{Y}{2}\right\}} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.3)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\{\pi \cdot (D_s + t_s) - Y\} \cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.4)$$

ここで,

$$M_s = C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot (\lambda_s + \lambda) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.5)$$

b.　下端固定上端支持の場合

軸方向応力は（2.2.2.3）式で表されるが，曲げモーメントM_sは次のM_{s1}又はM_{s2}のいずれか大きい方の値とする。

$$M_{s1}=C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left|\lambda-\frac{Q'}{Q}\cdot(\lambda+\lambda_r)\right| \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.6)$$

$$M_{s2}=C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left|\lambda_s+\lambda-\frac{Q'}{Q}\cdot(\lambda_s+\lambda+\lambda_r)\right| \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.7)$$

$$\tau_s=\frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left(1-\frac{Q'}{Q}\right)}{\{\pi \cdot (D_s+t_s)-Y\} \cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.8)$$

(3)　組合せ応力

組合せ応力は次式で求める。

【絶対値和】

$$\sigma_s=\sqrt{(\sigma_{s1}+\sigma_{s2}+\sigma_{s3})^2+3 \cdot \tau_s^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.9)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_s=\sqrt{\left(\sigma_{s1}+\sqrt{\sigma_{s2}^2+\sigma_{s3}^2}\right)^2+3 \cdot \tau_s^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.10)$$

2.2.3　基礎ボルトの応力

(1)　引張応力

基礎に作用する転倒モーメントＭｓは，下端固定の場合，（2.2.2.5）式を，下端固定上端支持の場合は（2.2.2.6）式又は（2.2.2.7）式を用いる。

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については，荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。（図2－5参照）

以下にその手順を示す。

a.　σｂ及びσｃを仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数ｋを求める。

$$k=\frac{1}{1+\frac{\sigma_b}{s\cdot\sigma_c}} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.1)$$

b.　基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度αを求める。

$$\alpha=\cos^{-1}(1-2\cdot k) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.2)$$

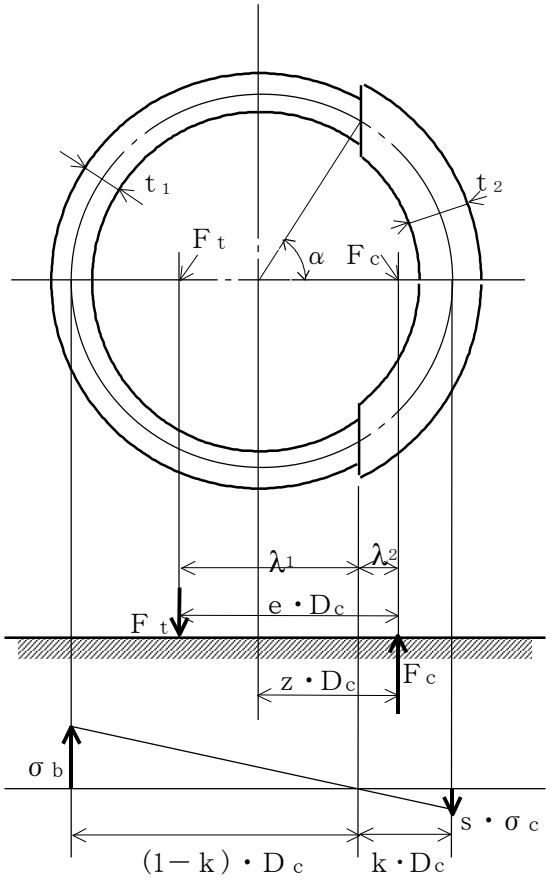


図2－5　基礎の荷重説明図

c. 各定数ｅ，ｚ，Ｃｔ及びＣｃを求める。

$$e=\frac{1}{2}\cdot\left\{\frac{(\pi-\alpha)\cdot\cos^2\alpha+\frac{1}{2}\cdot(\pi-\alpha)+\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha+\sin\alpha}+\frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha-\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha+\alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.3)$$

$$z=\frac{1}{2}\cdot\left(\cos\alpha+\frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha-\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha+\alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.4)$$

$$C_t=\frac{2\cdot\{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha+\sin\alpha\}}{1+\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.5)$$

$$C_c=\frac{2\cdot(\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha)}{1-\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.6)$$

d. 各定数を用いてＦｔ及びＦｃを求める。

【絶対値和】

$$F_t=\frac{M_s-(1-C_v)\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c}{e\cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.7)$$

$$F_c=F_t+(1-C_v)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.8)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_t=\frac{\sqrt{M_s^2+(C_v\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c}-\frac{z}{e}\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.9)$$

$$F_c=\frac{\sqrt{M_s^2+(C_v\cdot m_0\cdot g\cdot(z-e)\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c}+\left(1-\frac{z}{e}\right)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.10)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは，αがπに等しくなったときであり，（2.2.3.3）式及び（2.2.3.4）式においてαをπに近づけた場合の値　ｅ＝0.75及びｚ＝0.25を（2.2.3.7）式又は（2.2.3.9）式に代入し，得られるＦｔの値によって引張力の有無を次のように判定する。

Ｆｔ≦0ならば引張力は作用しない。

Ｆｔ＞0ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.　σ_b及びσ_cを求める。

$$\sigma_b=\frac{2\cdot F_t}{t_1\cdot D_c\cdot C_t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.11)$$

$$\sigma_c=\frac{2\cdot F_c}{(t_2+s\cdot t_1)\cdot D_c\cdot C_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.12)$$

ここで,

$$t_1=\frac{n\cdot A_b}{\pi\cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.13)$$

$$t_2=\frac{1}{2}\cdot(D_{bo}-D_{bi})-t_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.14)$$

σ_b及びσ_cがa項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合のσ_b及びσ_cを基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2)　せん断応力

a.　下端固定の場合

$$\tau_b=\frac{C_H\cdot m_0\cdot g}{n\cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.15)$$

b.　下端固定上端支持の場合

$$\tau_b=\frac{C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left(1-\frac{Q'}{Q}\right)}{n\cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3.16)$$

3.　評価方法

3.1　固有周期の評価

2.1項で求めた固有周期から，水平方向及び鉛直方向の設計震度を求める。

3.2　応力の評価

3.2.1　胴の応力評価

2.2.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力Ｓａ以下であること。

応力の種類	許　容　応　力　Sa
一次一般膜応力	設計降伏点Ｓｙと設計引張強さＳｕの0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力Ｓの1.2倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

3.2.2　スカートの応力評価

(1)　2.2.2項で求めたスカートの組合せ応力が許容引張応力 f_t 以下であること。

$$f_t = \frac{F}{1.5} \cdot 1.5 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.1)$$

(2)　圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。

（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leqq 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.2)$$

ここで，f_c は次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leqq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.3)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left(\frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.4)$$

$$\frac{8000\cdot g}{F}\leqq\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c=\phi_1\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.5)$$

ただし，$\phi_1(x)$は次の関数とする。

$$\phi_1(x)=0.6\cdot\frac{E_s}{x}\cdot\left[1-0.901\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \cdots\cdots \quad (3.2.2.6)$$

また，f_bは次による。

$$\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq\frac{1200\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b=F \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.7)$$

$$\frac{1200\cdot g}{F}<\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}<\frac{9600\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b=F\cdot\left[1-\frac{1}{8400\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_2\left(\frac{9600\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.8)$$

$$\frac{9600\cdot g}{F}\leqq\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_b=\phi_2\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.9)$$

ただし，$\phi_2(x)$は次の関数とする。

$$\phi_2(x)=0.6\cdot\frac{E_s}{x}\cdot\left[1-0.731\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \quad \cdots \quad (3.2.2.10)$$

ηは安全率で次による。

$$\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq\frac{1200\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta=1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.11)$$

$$\frac{1200\cdot g}{F}<\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}<\frac{8000\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta=1+\frac{0.5\cdot F}{6800\cdot g}\cdot\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}-\frac{1200\cdot g}{F}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.12)$$

$$\frac{8000\cdot g}{F}\leqq\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s} \quad \text{のとき}$$

$$\eta=1.5 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.13)$$

3.2.3　基礎ボルトの応力評価

2.2.3項で求めた基礎ボルトの引張応力σ_bは次式より求めた許容引張応力f_{ts}以下であること。

せん断応力τ_bはせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力f_{sb}以下であること。

$$f_{ts}=1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.3.1)$$

かつ,

$$f_{ts}\leqq f_{to} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.3.2)$$

ただし，f_{to}及びf_{sb}は下表による。

	許容引張応力　f_{to}	許容せん断応力　f_{sb}
計　　算　　式	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

付録2　平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針

1.　一般事項

本基本方針は，平底たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類ＢクラスおよびＢ＋クラス）の耐震性についての計算方法を示す。

1.1　適用基準

本基本方針における計算方法は，原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987　（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和62年8月）に準拠する。

1.2　計算条件

(1)　容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

(2)　地震力は容器に対して水平方向および鉛直方向から作用するものとする。

(3)　容器は胴下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定された固定端とする。ここで，基礎については剛となるように設計する。

(4)　胴をはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。

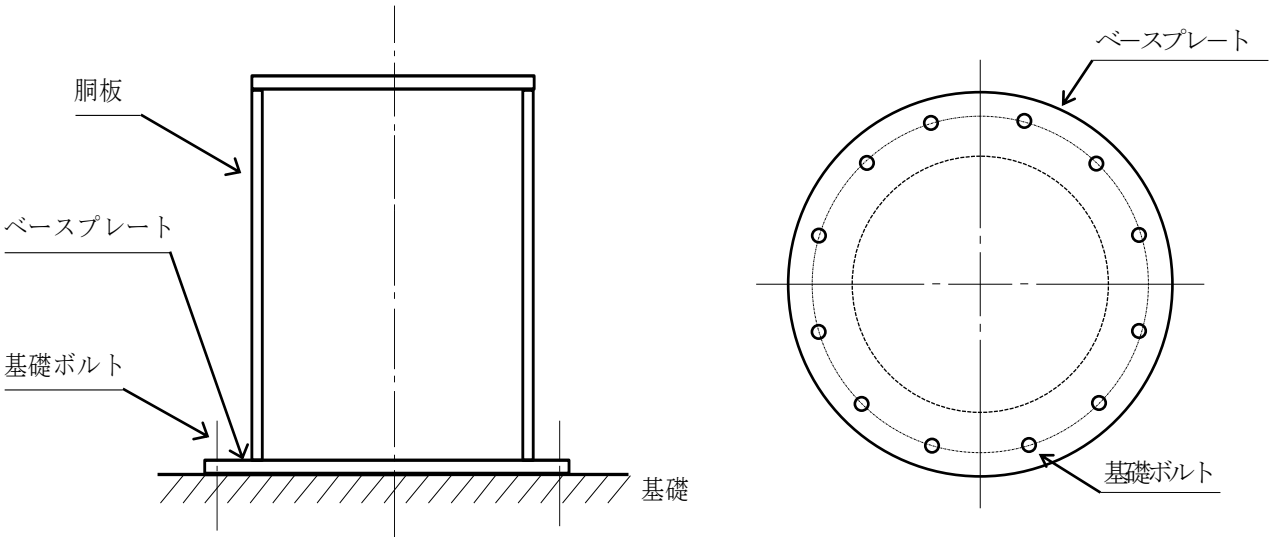


図1－1　概　要　図

1.3　記号の説明

記　　号	記　　号　　の　　説　　明	単　　位
A	胴の軸断面積	mm^2
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_e	胴の有効せん断断面積	mm^2
C_c	基礎ボルト計算における係数	－
C_H	水平方向設計震度	－
C_t	基礎ボルト計算における係数	－
C_v	鉛直方向設計震度	－
D_{bi}	ベースプレートの内径	mm
D_{bo}	ベースプレートの外径	mm
D_c	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D_i	胴の内径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	－
F	設計・建設規格　SSB-3121.1又はSSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格　SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_c	基礎に作用する圧縮力	N
F_t	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f_c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm^4
K_H	水平方向ばね定数	N/m
K_V	鉛直方向ばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	－
λ_1，λ_2	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離（図2－2に示す距離）	mm
λ_g	基礎から容器重心までの距離	mm
M_s	基礎に作用する転倒モーメント	N･mm
m_o	容器の運転時質量	kg
m_e	容器の空質量	kg
n	基礎ボルトの本数	－
S	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表5に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表9に定める値	MPa

記　号	記　号　の　説　明	単　位
S_y	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	－
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
t_1	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t_2	圧縮側基礎相当幅	mm
z	基礎ボルト計算における係数	－
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
η	座屈応力に対する安全率	－
π	円周率	－
ρ'	液体の密度（＝比重×10^{-6}）	kg/mm^3
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ_{0t}	胴の組合せ引張応力	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2\phi}$	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2c}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値（圧縮側）	MPa
σ_{2t}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値（引張側）	MPa
σ_{2xc}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{2xt}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和（引張側）	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_c	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ_{x1}，$\sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{x3}	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x4}	胴の水平方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸方向応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{xt}	胴の軸方向応力の和（引張側）	MPa
σ_ϕ	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
ϕ_1（x）	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
ϕ_2（x）	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

注：「設計・建設規格」とは，発電用原子力設備規格（設計・建設規格　ＪＳＭＥ　ＳＮＣ１－2005（2007年追補版含む。））（日本機械学会　2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

2.　計算方法

2.1　固有周期の計算方法

(1)　計算モデル

本容器は，1.2項より図2－1に示すような下端固定の1質点系振動モデルとして考える。

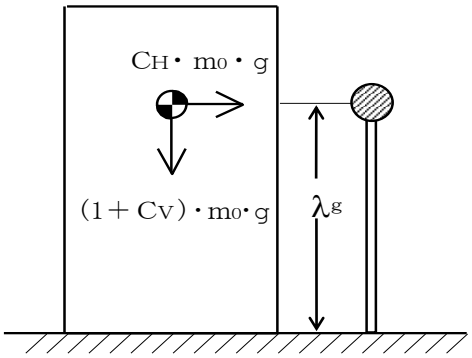


図2－1　固有周期の計算モデル

(2)　水平方向固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数K_Hは次式で求める。

$$K_H=\frac{1000}{\frac{\lambda_g{}^3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{\lambda_g}{G\cdot A_e}} \quad \cdots\cdots (2.1.1)$$

ここで，胴の断面性能は次のように求める。

$$I=\frac{\pi}{8}\cdot(D_i+t)^3\cdot t \quad \cdots\cdots (2.1.2)$$

$$A_e=\frac{2}{3}\cdot\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots (2.1.3)$$

したがって，固有周期T_Hは次式で求める。

$$T_H=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \quad \cdots\cdots (2.1.4)$$

(3)　鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数K_Vは次式で求める。

$$K_V=\frac{1000}{\frac{\lambda_g}{A\cdot E}} \quad \cdots\cdots (2.1.5)$$

ここで，胴の断面性能は次のように求める。

$$A=\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots (2.1.6)$$

したがって，固有周期T_vは次式で求める。

$$T_v=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_e}{K_v}} \quad \cdots\cdots (2.1.7)$$

2.2　応力の計算方法

応力計算において，静的地震力を用いる場合は，絶対値和を用い，動的地震力を用いる場合は，ＳＲＳＳ法を用いることができる。

2.2.1　胴の応力

(1)　静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.2)$$

$$\sigma_{x1}=0 \quad \cdots\cdots (2.2.1.3)$$

(2)　運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がベースプレートと接合する点には，胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{x2}=\frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.4)$$

$$\sigma_{x3}=\frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.5)$$

(3)　水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はベースプレート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{x4}=\frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \lambda_g}{\pi \cdot (D_i+t)^2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.6)$$

$$\tau=\frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (2.2.1.7)$$

(4)　組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a.　一次一般膜応力

(a)　組合せ引張応力

$$\sigma_{\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots (2.2.1.8)$$

$$\sigma_{0t}=\frac{1}{2} \cdot \left\{\sigma_{\phi}+\sigma_{xt}+\sqrt{(\sigma_{\phi}-\sigma_{xt})^2+4 \cdot \tau^2}\right\} \quad \cdots\cdots (2.2.1.9)$$

ここで，

【絶対値和】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}-\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sigma_{x4} \quad \cdots\cdots (2.2.1.10)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}-\sigma_{x2}+\sqrt{\sigma_{x3}^2+\sigma_{x4}^2} \quad \cdots\cdots (2.2.1.11)$$

(b)　組合せ圧縮応力

σ_{xc}が正の値（圧縮側）のとき，次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{\phi}=-\sigma_{\phi 1}-\sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.12)$$

$$\sigma_{0c}=\frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_{\phi}+\sigma_{xc}+\sqrt{(\sigma_{\phi}-\sigma_{xc})^{2}+4\cdot\tau^{2}}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.13)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{xc}=-\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sigma_{x4} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.14)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xc}=-\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sqrt{\sigma_{x3}^{2}+\sigma_{x4}^{2}} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.15)$$

したがって，胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法それぞれに対して,

σ_{0}＝Max｛組合せ引張応力（σ_{0t}），組合せ圧縮応力（σ_{0c}）｝

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1.16)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

2.2.2　基礎ボルトの応力

(1)　引張応力

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については，荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。(図 2－2 参照)

以下にその手順を示す。

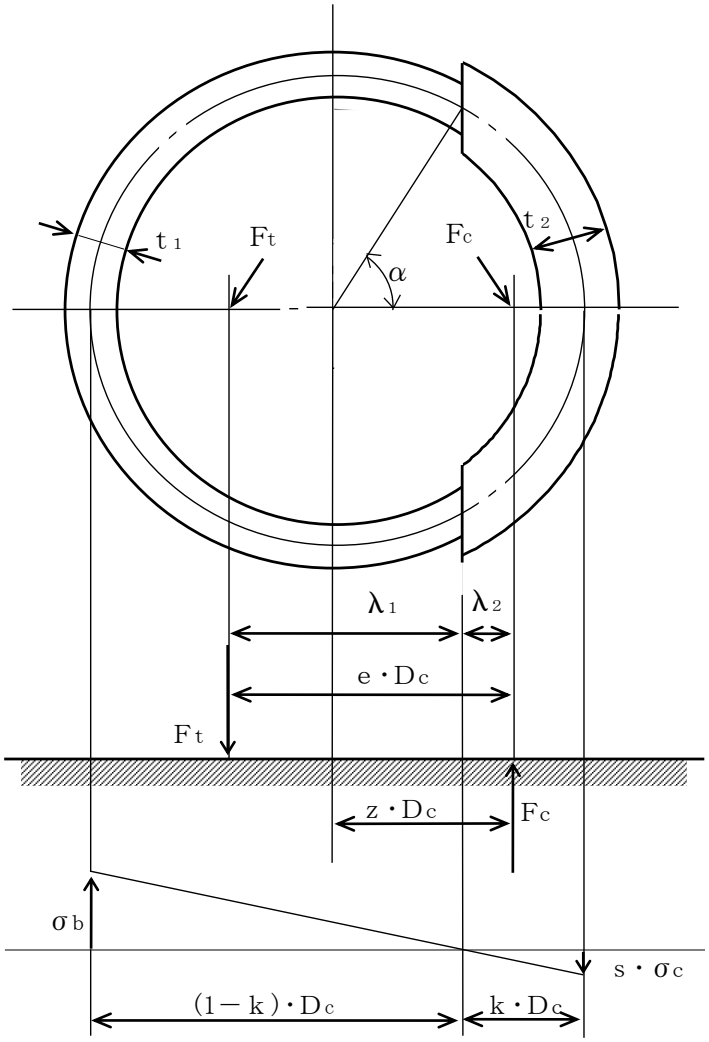


図2－2　基礎の荷重説明図

a.　σ b及びσ c を仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数 k を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}} \quad \cdots\cdots (2.2.2.1)$$

b. 基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度αを求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1-2\cdot k) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.2)$$

c. 各定数ｅ，ｚ，Ｃｔ及びＣｃを求める。

$$e = \frac{1}{2}\cdot\left\{ \frac{(\pi-\alpha)\cdot\cos^2\alpha + \frac{1}{2}\cdot(\pi-\alpha) + \frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha + \sin\alpha} + \frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha - \frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha + \alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha - \alpha\cdot\cos\alpha} \right\} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.3)$$

$$z = \frac{1}{2}\cdot\left(\cos\alpha + \frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha - \frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha + \alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha - \alpha\cdot\cos\alpha} \right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.4)$$

$$C_t = \frac{2\cdot\{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha + \sin\alpha\}}{1+\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.5)$$

$$C_C = \frac{2\cdot(\sin\alpha - \alpha\cdot\cos\alpha)}{1-\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.6)$$

d. 各定数を用いてＦｔ及びＦｃを求める。

【絶対値和】

$$F_t = \frac{M_s - (1-C_v)\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c}{e\cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.7)$$

$$F_c = F_t + (1-C_v)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.8)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c} - \frac{z}{e}\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots \quad (2.2.2.9)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v\cdot m_0\cdot g\cdot(z-e)\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c} + \left(1-\frac{z}{e}\right)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.10)$$

ここで，

$$M_s = C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\lambda_g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2.11)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは，αがπに等しくなったときであり，（2.2.2.3）式及び（2.2.2.4）式においてαをπに近づけた場合の値ｅ＝0.75及びｚ＝0.25を（2.2.2.7）式又は（2.2.2.9）式に代入し，得られるＦｔの値によって引張力の有無を次のように判定する。

Ｆｔ≦0ならば引張力は作用しない。

Ｆｔ＞0ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.　σ_b及びσ_cを求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \quad \cdots\cdots (2.2.2.12)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \quad \cdots\cdots (2.2.2.13)$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \quad \cdots\cdots (2.2.2.14)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{bo} - D_{bi}) - t_1 \quad \cdots\cdots (2.2.2.15)$$

σ_b及びσ_cがa項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合のσ_b及びσ_cを基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2)　せん断応力

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{n \cdot A_b} \quad \cdots\cdots (2.2.2.16)$$

3.　評価方法

3.1　固有周期の評価

2.1 項で求めた固有周期から，水平方向及び鉛直方向の設計震度を求める。

3.2　応力の評価

3.2.1　胴の応力評価

(1)　2.2.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力Ｓａ以下であること。

応力の種類	許　容　応　力　Sa
一次一般膜応力	設計降伏点Ｓｙと設計引張強さＳｕの0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力Ｓの1.2倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

(2)　圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。

（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leqq 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.1.1)$$

ここで，f_cは次による。

$\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq \dfrac{1200\cdot g}{F}$　のとき

$$f_c = F \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.1.2)$$

$\dfrac{1200\cdot g}{F} < \dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} < \dfrac{8000\cdot g}{F}$ のとき

$$f_c = F\cdot\left[1-\frac{1}{6800\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_1\left(\frac{8000\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.1.3)$$

$\dfrac{8000\cdot g}{F} \leqq \dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq 800$　のとき

$$f_c = \phi_1\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.1.4)$$

ただし，$\phi_1(x)$は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6\cdot\frac{E}{x}\cdot\left[1-0.901\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.1.5)$$

また，f_bは次による。

$\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq \frac{1200\cdot g}{F}$　のとき

$$f_b = F \quad \cdots\cdots (3.2.1.6)$$

$\frac{1200\cdot g}{F} < \frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} < \frac{9600\cdot g}{F}$　のとき

$$f_b = F\cdot\left[1-\frac{1}{8400\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_2\left(\frac{9600\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right] \quad \cdots\cdots (3.2.1.7)$$

$\frac{9600\cdot g}{F} \leqq \frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq 800$　のとき

$$f_b = \phi_2\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\right) \quad \cdots\cdots (3.2.1.8)$$

ただし，ϕ_2（x）は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6\cdot\frac{E}{x}\cdot\left[1-0.731\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \quad \cdots\cdots (3.2.1.9)$$

ηは安全率で次による。

$\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq \frac{1200\cdot g}{F}$　のとき

$$\eta = 1 \quad \cdots\cdots (3.2.1.10)$$

$\frac{1200\cdot g}{F} < \frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} < \frac{8000\cdot g}{F}$　のとき

$$\eta = 1+\frac{0.5\cdot F}{6800\cdot g}\cdot\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}-\frac{1200\cdot g}{F}\right) \quad \cdots\cdots (3.2.1.11)$$

$\frac{8000\cdot g}{F} \leqq \frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}$　のとき

$$\eta = 1.5 \quad \cdots\cdots (3.2.1.12)$$

3.2.2　基礎ボルトの応力評価

2.2.2 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts}=1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.1)$$

かつ,

$$f_{ts}\leqq f_{to} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.2.2.2)$$

ただし，f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

	許容引張応力　f_{to}	許容せん断応力　f_{sb}
計　　算　　式	$\dfrac{F}{2}\cdot 1.5$	$\dfrac{F}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

付録３　横軸ポンプ及びスキッドの耐震性についての計算書作成の基本方針

1.　一般事項

本基本方針は，横軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類ＢクラスおよびＢ＋クラス）の耐震性についての計算方法を示す。なお，本基本方針はスキッドにも適用する。（その場合は，ポンプをスキッドと読み替える。）

1.1　適用基準

本基本方針における計算方法は，原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会　昭和 62 年 8 月）（以下「指針」という。）に準拠する。

1.2　計算条件

(1)　ポンプ及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

(2)　地震力はポンプに対して水平方向および鉛直方向から作用するものとする。

(3)　ポンプは基礎ボルトで基礎に固定された固定端とする。ここで，基礎については剛となるように設計する。

(4)　転倒方向は図 1－1 概要図における軸直角方向及び軸方向について検討し，計算書には計算結果の厳しい方を記載する。

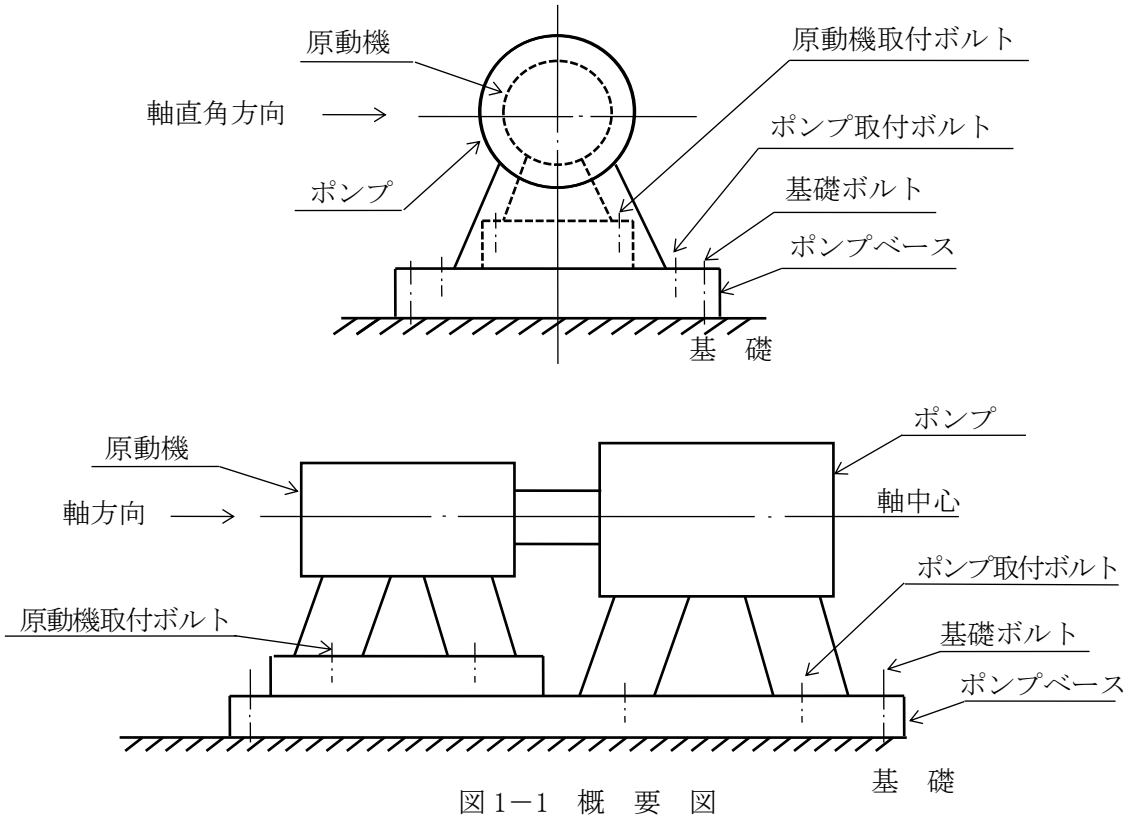


図 1－1　概　要　図

1.3　記号の説明

記　号	記　　号　　の　　説　　明	単　　位
A_{bi}	ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	－
C_v	鉛直方向設計震度	－
C_m	原動機振動による震度	－
C_p	ポンプ振動による震度	－
d_i	ボルトの呼び径	mm
F_i	設計・建設規格　SSB-3131 に定める値	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1 本当たり）	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H_m	原動機予想最大両振幅	μm
H_p	ポンプ予想最大両振幅	μm
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
M_m	原動機回転により作用するモーメント	N･mm
M_p	ポンプ回転により作用するモーメント	N･mm
m_i	運転時質量	kg
N_m	原動機回転速度（同期回転速度）	min^{-1}
N_p	ポンプ回転速度	min^{-1}
n_i	ボルトの本数	－
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	－
P	原動機出力	kW
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力	N
S_{ui}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 9 に定める値	MPa
S_{yi}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める値	MPa
π	円周率	－
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力	MPa

注1：「設計・建設規格」とは，発電用原子力設備規格（設計・建設規格　ＪＳＭＥ　ＳＮＣ１－2005（2007 年追補版含む。））（日本機械学会　2007 年 9 月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

注2：A_{bi}，d_i，F_i，F_{bi}，f_{sbi}，f_{toi}，f_{tsi}，ℓ_{1i}，ℓ_{2i}，n_i，n_{fi}，Q_{bi}，S_{ui}，S_{yi}，σ_{bi}及びτ_{bi}の添字iの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：ポンプ基礎ボルト（ポンプと原動機のベースが共通である場合を含む。）

ｉ＝2：ポンプ取付ボルト

ｉ＝3：原動機基礎ボルト

ｉ＝4：原動機取付ボルト

なお，ポンプと原動機間に増速機がある場合は，次のように定義する。

ｉ＝5：増速機基礎ボルト

ｉ＝6：増速機取付ボルト

注3：h_i及びm_iの添字ｉの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：ポンプ据付面

ｉ＝2：ポンプ取付面

ｉ＝3：原動機据付面

ｉ＝4：原動機取付面

なお，ポンプと原動機間に増速機がある場合は，次のように定義する。

ｉ＝5：増速機据付面

ｉ＝6：増速機取付面

注記＊：$\ell_{1i} \leqq \ell_{2i}$

2.　計算方法

2.1　固有周期の計算方法

横軸ポンプは構造的に1個の大きなブロック状をしており，重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり，かつ，下面が基礎ボルトにて固定されている。

したがって，全体的に一つの剛体と見なせるため，固有周期は十分に小さく，固有周期の計算は省略する。

2.2　応力の計算方法

2.2.1　ボルトの応力

ボルトの応力は地震による震度，ポンプ振動による震度及びポンプ回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

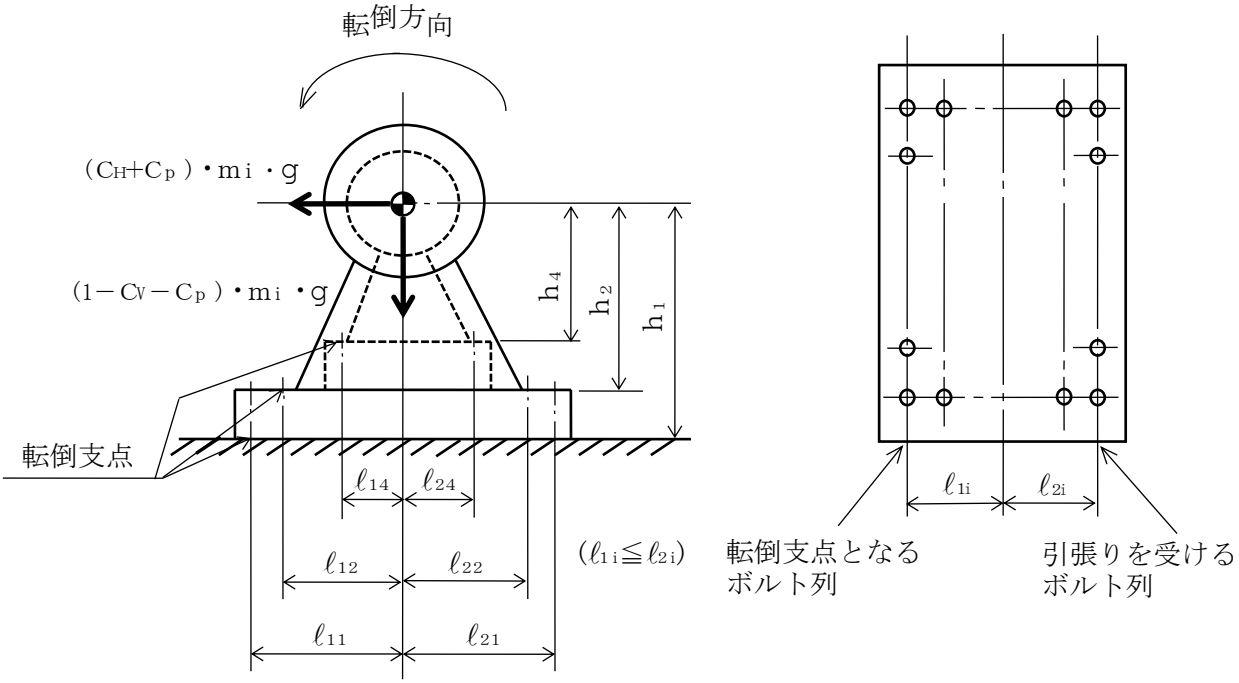


図2−1　計算モデル（軸直角方向転倒）

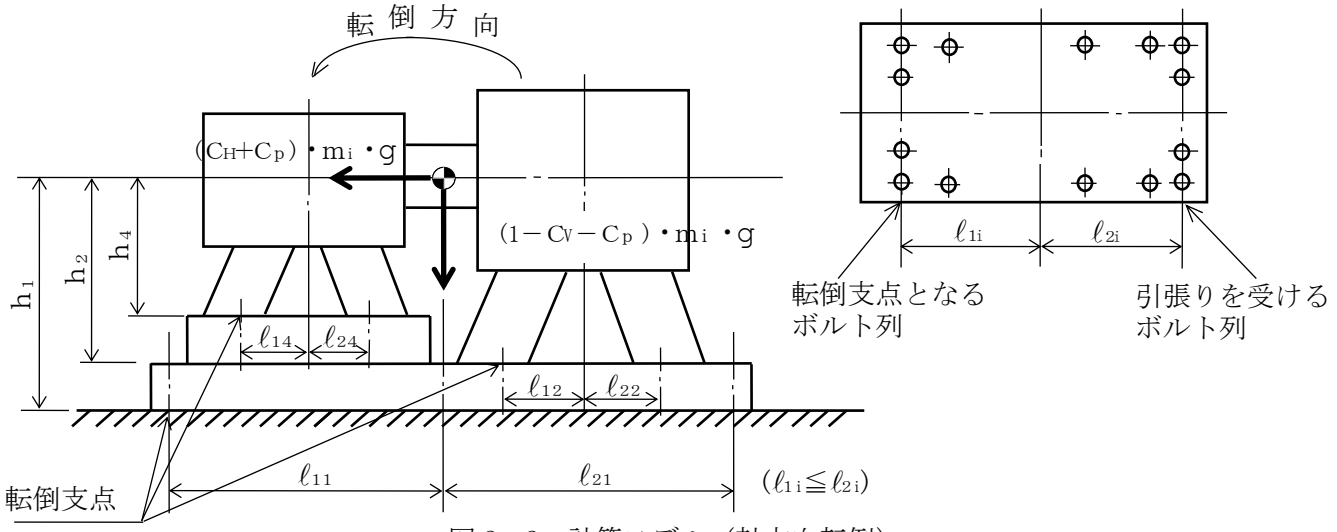


図 2－2　計算モデル（軸方向転倒）

(1)　引張応力

ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として，図 2－1 及び図 2－2 で最外列のボルトを支点とする転倒を考え，これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

なお，ポンプと原動機のベースが共通である場合の基礎ボルト（i＝1）及び計算モデル図 2－2 の場合のボルト（i＝1～6）については，ポンプ回転によるモーメントは作用しない。

引張力

$$F_{bi}=\frac{\left(C_H+C_p\right)\cdot m_i\cdot g\cdot h_i+M_p-\left(1-C_v-C_p\right)\cdot m_i\cdot g\cdot l_{1i}}{n_{fi}\cdot\left(l_{1i}+l_{2i}\right)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.1)$$

ℓ_{1i} が負となる場合，(2.2.1)式中の（1－Cv－Cp）を（1－Cv＋Cp）に置き換える。

増速機のボルト（i＝5 及び 6）の場合，（2.2.1）式中のMpは（Mp＋Mm），Cpは（Cp＋Cm）と置き換える。

ここで，ポンプ回転により作用するモーメントMpは次式で求める。

（Mmについても同様で，次式で求める。この場合，NpはNmと置き換える。）

$$M_p=\left(\frac{60}{2\cdot\pi\cdot N_p}\right)\cdot 10^6\cdot P \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.2)$$

（1kW＝10^6N･mm/s）

また，Cpは振動による振幅及び回転速度を考慮して定める値で，次式で求める。

（Cmについても同様で，次式で求める。この場合，HpはHm，NpはNmと置き換える。）

$$C_p=\frac{\frac{1}{2}\cdot\frac{H_p}{1000}\cdot\left(2\cdot\pi\cdot\frac{N_p}{60}\right)^2}{g\cdot 1000} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2.2.3)$$

引張応力

$$\sigma_{bi}=\frac{F_{bi}}{A_{bi}} \quad \cdots\cdots (2.2.4)$$

ここで，ボルトの軸断面積A_{bi}は

$$A_{bi}=\frac{\pi}{4}\cdot d_i^{\,2} \quad \cdots\cdots (2.2.5)$$

ただし，F_{bi}が負のときボルトには引張力が生じないので，引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{bi}=(C_H+C_p)\cdot m_i\cdot g \quad \cdots\cdots (2.2.6)$$

増速機のボルト(i＝5 及び 6)の場合，(2.2.6) 式中のC_pは(C_p+C_m)と置き換える。

せん断応力

$$\tau_{bi}=\frac{Q_{bi}}{n_i\cdot A_{bi}} \quad \cdots\cdots (2.2.7)$$

3. 評価方法

3.1 応力の評価

3.1.1 ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めたボルトの引張応力σ_{bi}は次式より求めた許容引張応力f_{tsi}以下であること。

せん断応力τ_{bi}はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力f_{sbi}以下であること。

$$f_{tsi}=1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi} \quad \cdots\cdots (3.1.1)$$

かつ，

$$f_{tsi}\leqq f_{toi} \quad \cdots\cdots (3.1.2)$$

ただし，f_{toi}及びf_{sbi}は下表による。

	許容引張応力 f_{toi}	許容せん断応力 f_{sbi}
計　算　式	$\frac{F_i}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F_i}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

増設多核種除去設備の強度に関する計算書

1.　強度評価の方針

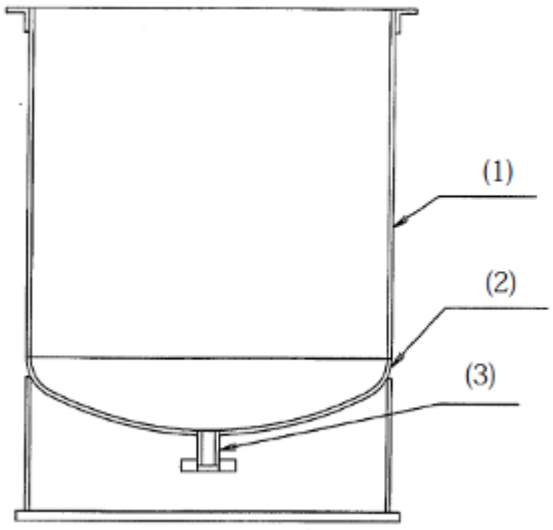
増設多核種除去設備を構成する主要な機器及び主配管（鋼管）は，強度評価においては，「JSME S NC-1 電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「設計・建設規格」という。）のクラス３機器またはクラス３配管に準じた評価を行う。

2.　強度評価

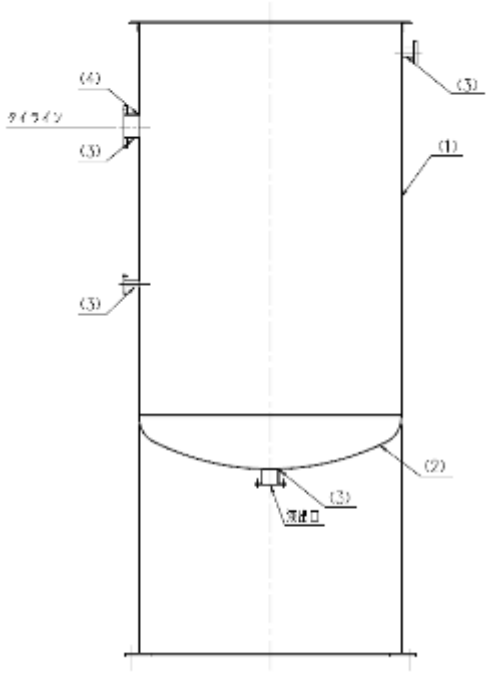
2.1　処理水受入タンク，共沈タンク，供給タンク

2.1.1　評価箇所

強度評価箇所を図－１－１、図－１－２に示す。



図－１－１　処理水受入タンク 概要図



図－１－２　共沈タンク，供給タンク 概要図

図中の番号は，2.1.2 及び 2.1.3 の番号に対応する。

2.1.2　評価方法

(1)　胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は 3mm，その他の材料で作られた場合は 1.5mm とする

b.　胴の計算上必要な厚さ：t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2：必要厚さ（mm）
Di：胴の内径（m）
H：水頭（m）
ρ：液体の比重。
　ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率（-）

(2)　下部鏡板の厚さの評価

さら形鏡板の場合で、中低面に圧力を受ける物については、下記式により計算した値以上の厚さとする。

a.　鏡板の計算上必要な厚さ：t

$$t = \frac{P \cdot R \cdot W}{2S \cdot \eta - 0.2P}$$

t：必要厚さ（mm）
P：最高使用圧力（MPa）
R：鏡板の中央部における内面の半径（mm）
W：さら型鏡板の形状による係数
η：継手効率(-)
S：許容引張応力（MPa）

(3)　管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　管台の計算上必要な厚さ：t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1：必要厚さ（mm）
Di：管台の内径(m)
H：水頭(m)
ρ：液体の比重。
　ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率(-)

b.　規格上必要な厚さ：t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格　表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4)　胴の穴の補強計算

a.　補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b.　大きい穴の補強を要しない穴の最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の２分の１（500mm を超える場合は，500mm）以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の３分の１（1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c.　溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.1.3 評価結果

評価結果を表－１～２に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－１－１　処理水受入タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
処理水受入タンク 1，2	（1）胴板の厚さ	3.00	7.27
	（2）下部鏡板の厚さ	0.98	6.00
	（3）管台の厚さ（液出口）	3.50	4.35

表－２－１　共沈タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
共沈タンク A，B，C	（1）胴板の厚さ	3.00	3.72
	（2）下部鏡板の厚さ	3.00	3.69
	（3）管台の厚さ（液出口）	3.50	3.75
	（3）管台の厚さ（タイライン）	3.50	4.72
	（3）管台の厚さ（液入口）	2.40	2.40
	（3）管台の厚さ（苛性ソーダ入口）	2.20	2.20
	（3）管台の厚さ（炭酸ソーダ入口）	2.20	2.20
	（3）管台の厚さ(pH 計スキッド行き)	2.20	2.20
	（3）管台の厚さ(pH 計スキッド戻り)	1.70	1.90

表－２－２　共沈タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
共沈タンク A，B，C	（4）胴 （タイライン）	補強に必要な面積 (mm^2)	補強に有効な総面積 (mm^2)
		40.95	663.63
		大きな穴の補強を要しない最大径（mm）	穴の径 (mm)
		583.33	167.20
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所の強さ（N）
		-47353	— ※1

※1　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－３－１　供給タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
供給タンク A，B，C	（１）胴板の厚さ	3.00	3.72
	（２）下部鏡板の厚さ	3.00	3.69
	（３）管台の厚さ（液出口）	3.50	3.75
	（３）管台の厚さ（タイライン）	3.50	4.72
	（３）管台の厚さ （クロフフローフィルタ戻り）	2.20	2.20
	（３）管台の厚さ（デカント水戻り）	2.20	2.20

表－３－２　供給タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

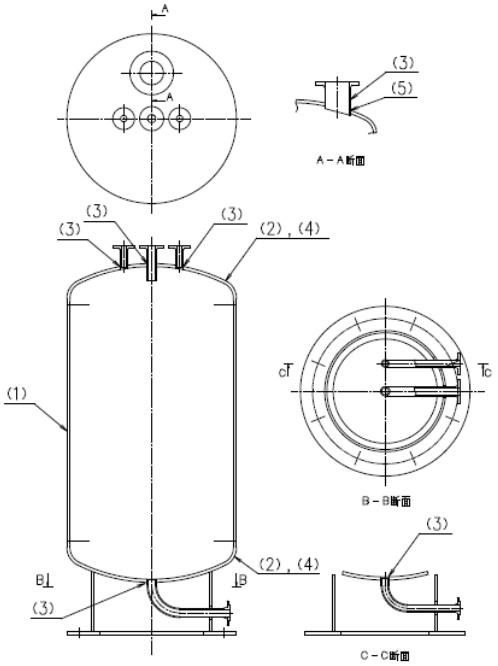
機器名称	評価項目	評価結果	
供給タンク A，B，C	（４）胴 （タイライン）	補強に必要な面積 （mm^2）	補強に有効な総面積 （mm^2）
		48.54	656.11
		大きな穴の補強を 要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		583.33	167.20
		溶接部の負うべき荷重 （N）	予想される破断箇所の 強さ（N）
		-45765	― ※2

※2　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

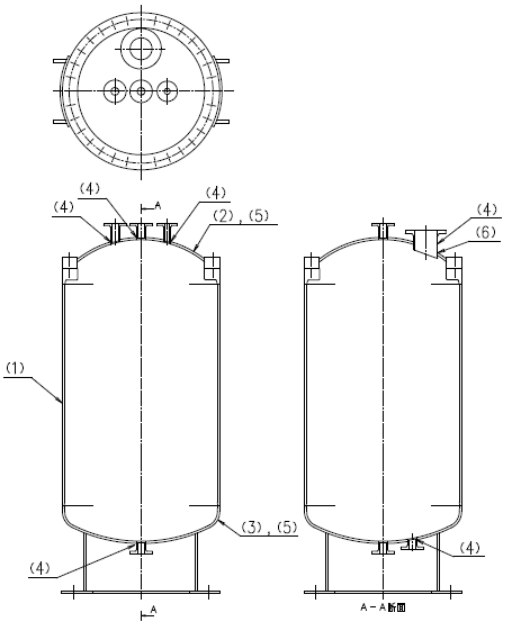
2.2　吸着塔

2.2.1　評価箇所

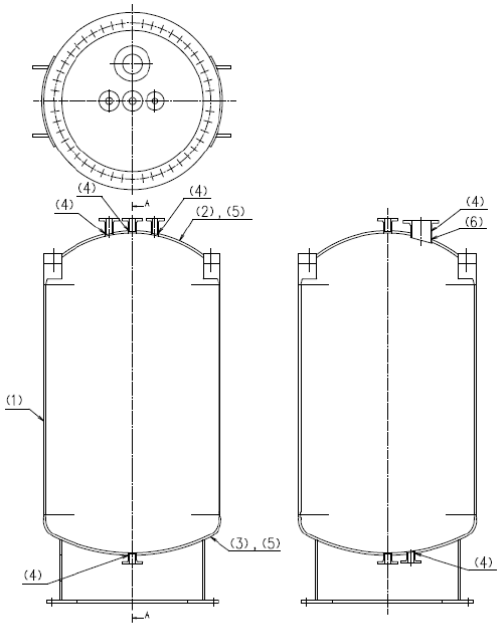
強度評価箇所を図－２に示す。



吸着塔Ⅰ型



吸着塔Ⅱ型



吸着塔Ⅲ型

吸着塔Ⅰ型　：多核種吸着塔１～５

吸着塔Ⅱ型　：多核種吸着塔６～１４

吸着塔Ⅲ型　：多核種吸着塔１５～１８

図－２　吸着塔　概要図

図中の番号は，2.2.2，2.2.3 の番号に対応する。

2.2.2　評価方法

(1)　胴の厚さの評価

胴に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあっては 3mm，その他の材料で作られたものにあっては 1.5mm とする。

b.　内面に圧力を受ける胴の必要厚さ：t_2

$$t_2 = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

t_2：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
Di　：胴の内径（mm）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

(2)　鏡板の厚さの評価

さら形鏡板に必要な厚さは，以下で計算した値のうちいずれか大きい方の値とする。

a.　フランジ部：t_1

$$t_1 = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

t_1：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
Di　：胴の内径（mm）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

b.　鏡板：t_2

$$t_2 = \frac{P \cdot R \cdot W}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2P}$$

t_2：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
R　：鏡板の中央部における内面の半径（mm）
W　：さら型鏡板の形状による係数（-）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

ここで，Wは以下の式により計算した値とする。

$$W = \frac{1}{4} \cdot \left(3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

R　：鏡板の中央部における内面の半径（mm）
r　：さら形鏡板のすみの丸みの内半径（mm）

(3)　管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 内面に圧力を受ける管台：t_1

$$t_1 = \frac{P \cdot D_O}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1 ：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
Do：管台の外径（mm）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

b. 規格上必要な最小厚さ：t_2

炭素鋼鋼管を使用する管台にあっては，管台の外径に応じて設計・建設規格　表 PVC-3610-1 より求めた管台の厚さとする。

(4)　鏡板の補強を要しない穴の最大径の評価

鏡板の補強を要しない穴の最大径は，以下で計算した値のうちいずれかとする。

a. 穴の径が 61mm 以下で，かつ，次の式により計算した値以下の穴。

$$d_{r1} = \frac{D - 2 \cdot t_c}{4}$$

d_{r1}：補強を要しない穴の最大径(mm)
D　：鏡板のフランジ部の外径（mm）
t_c　：鏡板の最少厚さ(mm)

b. a に揚げるものを除き，穴の径が 200ｍｍ以下で，かつ，設計・建設規格　図 PVD-3122-1 及び図 PVD-3122-2 により求めた値以下の穴。

$$d_{r2} = 8.05 \sqrt[3]{Dt_c(1-K)}$$

d_{r2}：補強を要しない穴の最大径(mm)
D　：鏡板のフランジ部の外径（mm）
t_c　：鏡板の最少厚さ(mm)
K　：係数(-)

ここで，Kは，さら形鏡板の場合，次の式により計算した値で，Ｋ＞０．９９のときは，Ｋ＝０．９９とする。

$$K = \frac{P \cdot D}{1.82S \cdot \eta \cdot t_c}$$

P　：最高使用圧力（MPa）
D　：鏡板のフランジ部の外径（mm）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率の値（-）
t_c：鏡板の最少厚さ(mm)

(5) 鏡板の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b. 大きい穴の補強を要しない最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の２分の１（500ｍｍを超える場合は，500mm）以下および内径が 1500ｍｍを超える胴に設ける穴の径が胴の内径の３分の１（1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.2.3 評価結果

評価結果を表－４～６に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－４－１　吸着塔の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
多核種吸着塔 １～５ Ａ，Ｂ，Ｃ	（１）胴板の厚さ	9.57	14.80
	（２）上部・下部鏡板の厚さ	10.18	15.50
	（３）管台の厚さ（清掃口）	1.04	5.80
	（３）管台の厚さ（液出口）	0.38	2.40
	（３）管台の厚さ（液入口）	0.38	3.00
	（３）管台の厚さ（吸着材入口）	0.31	2.90
	（３）管台の厚さ（吸着材出口）	0.31	2.30
	（３）管台の厚さ（ベント）	0.31	2.90

表－４－２　吸着塔の評価結果（鏡板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
吸着塔１～５ A，B，C	（４）上部鏡板（清掃口）	165.50	165.20 ※3
	（４）下部鏡板（液出口）	165.50	60.50
	（４）上部鏡板（液入口）	165.50	60.50
	（４）上部鏡板（吸着材入口）	165.50	48.60
	（４）下部鏡板（吸着材出口）	165.50	48.60
	（４）上部鏡板（ベント）	165.50	48.60

※３　管台の外径は 165.2mm であるものの，鏡板に加工する穴の径は最大 168.5mm であり，補強を要しない穴の最大径を上回ることから鏡板の穴の補強計算を行う。

表－４－３　吸着塔の評価結果（鏡板の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
吸着塔１～５ A，B，C	（５）上部鏡板 （清掃口）	補強に必要な面積（mm^2）	補強に有効な総面積（mm^2）
		1.015×10^3	1.723×10^3
		大きな穴の補強を要しない最大径（mm）	穴の径（mm）
		500.00	153.60
		溶接部の負うべき荷重（N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-2.992×10^4	— ※4

※４　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－５－１　吸着塔の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
多核種吸着塔 ６～１４ A，B，C	（１）胴板の厚さ	8.44	13.60
	（２）さら形ふた板	6.50	11.70
	（３）下部鏡板の厚さ	9.02	11.80
	（４）管台の厚さ（清掃口）	3.80	5.80
	（４）管台の厚さ（液出口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（液入口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（吸着材入口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（吸着材出口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（ベント）	2.20	2.90

表－５－２　吸着塔の評価結果（鏡板・さら形ふた板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
多核種吸着塔 ６～１４ Ａ，Ｂ，Ｃ	（５）さら形ふた板（清掃口）	142.05	165.20 ※5
	（５）下部鏡板（液出口）	142.98	60.50
	（５）さら形ふた板（液入口）	142.05	60.50
	（５）さら形ふた板（吸着材入口）	142.05	60.50
	（５）下部鏡板（吸着材出口）	142.98	60.50
	（５）さら形ふた板（ベント）	142.05	48.60

※５　さら形ふた板の穴の補強計算を行う

表－５－３　吸着塔の評価結果（さら形ふた板の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
多核種吸着塔 ６～１４ Ａ，Ｂ，Ｃ	（６）さら形ふた板（清掃口）	補強に必要な面積（mm^2）	補強に有効な総面積（mm^2）
		610.5	1.438×10^3
		大きな穴の補強を要しない最大径（mm）	穴の径（mm）
		437.00	153.60
		溶接部の負うべき荷重（N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-6.530×10^4	— ※6

※６　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－６－１　吸着塔の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
多核種吸着塔 １５～１８ Ａ，Ｂ，Ｃ	（１）胴板の厚さ	10.85	13.60
	（２）さら形ふた板	8.36	14.40
	（３）下部鏡板の厚さ	11.60	14.60
	（４）管台の厚さ（清掃口）	3.80	5.80
	（４）管台の厚さ（液出口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（液入口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（吸着材入口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（吸着材出口）	2.40	3.00
	（４）管台の厚さ（ベント）	2.20	2.90

表－６－２　吸着塔の評価結果（鏡板・さら形ふた板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
多核種吸着塔 １５～１８ Ａ，Ｂ，Ｃ	（５）さら形ふた板（清掃口）	162.41	165.20 ※7
	（５）下部鏡板（液出口）	164.21	60.50
	（５）さら形ふた板（液入口）	162.41	60.50
	（５）さら形ふた板（吸着材入口）	162.41	60.50
	（５）下部鏡板（吸着材出口）	164.21	60.50
	（５）さら形ふた板（ベント）	162.41	48.60

※７　さら形ふた板の穴の補強計算を行う

表－６－３　吸着塔の評価結果（さら形ふた板の穴の補強計算）

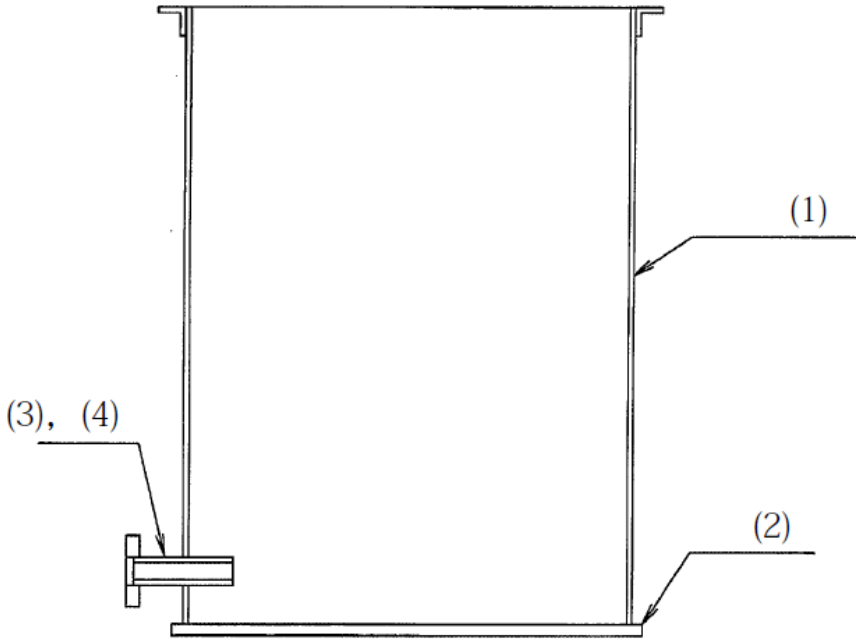
機器名称	評価項目	評価結果	
多核種吸着塔 １５～１８ Ａ，Ｂ，Ｃ	（６）さら形ふた板（清掃口）	補強に必要な面積（mm^2）	補強に有効な総面積（mm^2）
		784.9	1.687×10^3
		大きな穴の補強を要しない最大径（mm）	穴の径（mm）
		500.00	153.60
		溶接部の負うべき荷重（N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-7.203×10^4	— ※8

※８　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

2.3　吸着塔入口バッファタンク，移送タンク，サンプルタンク

2.3.1　評価箇所

強度評価箇所を図－３に示す。



図中の番号は，2.3.2，2.3.3 の番号に対応する。

図－３　吸着塔入口バッファタンク，移送タンク　概要図

2.3.2　評価方法

(1)　胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は 3mm，その他の材料で作られた場合は 1.5mm とする。

b.　胴の計算上必要な厚さ：t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2：必要厚さ（mm）

Di　：胴の内径（m）

H　：水頭（m）

ρ　：液体の比重。

ただし，１未満の場合は１とする。

S　：許容引張応力(MPa)

η　：継手効率（-）

c. 胴の内径に応じた必要厚さ：t_3

胴の内径が 5m を超えるものについては，胴の内径の区分に応じ設計・建設規格　表 PVC-3920-1 より求めた胴の厚さとする。

(2) 底板の厚さの評価

地面，基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは，3mm 以上であること。

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 管台の計算上必要な厚さ：t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1：必要厚さ（mm）
Di：管台の内径(m)
H：水頭(m)
ρ：液体の比重。
ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率(-)

b. 規格上必要な厚さ：t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格　表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b. 大きい穴の補強を要しない穴の最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の２分の１（500mm を超える場合は，500mm）以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の３分の１（1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.3.3 評価結果

評価結果を表－７～９に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－７－１　吸着塔入口バッファタンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最少厚さ（mm）
吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃ	（１）胴の厚さ	1.50	3.48
	（２）底板の厚さ	3.00	17.80
	（３）管台の厚さ（液出口）	2.40	3.91

表－７－２　吸着塔入口バッファタンクの評価結果（胴板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
吸着塔入口バッファタンクＡ，Ｂ，Ｃ	（４）胴（液出口）	85.00	85.00 以下

表－８－１　移送タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最少厚さ（mm）
移送タンク１．２	（１）胴の厚さ	3.00	7.47
	（２）底板の厚さ	3.00	20.35
	（３）管台の厚さ（液出口）	3.50	3.91

表－８－２　移送タンクの評価結果（胴板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
移送タンク１．２	（４）胴（液出口）	85.00	85.00 以下

表－９－１　サンプルタンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最少厚さ (mm)
サンプルタンク A，B，C	（１）胴の厚さ	11.7	12.0
	（２）底板の厚さ	3.0	12.0
	（３）管台の厚さ（100A）	3.5	6.0
	（３）管台の厚さ（200A）	3.5	8.2
	（３）管台の厚さ（650A）	3.5	12.0

表－９－２　サンプルタンクの穴の補強評価結果

機器名称	管台口径	評価部位	補強に必要な面積[mm^2]	補強に有効な総面積[mm^2]
サンプルタンクA，B，C	100A	管台	724	1616
	200A	管台	1411	3195
	650A	管台	4466	10840

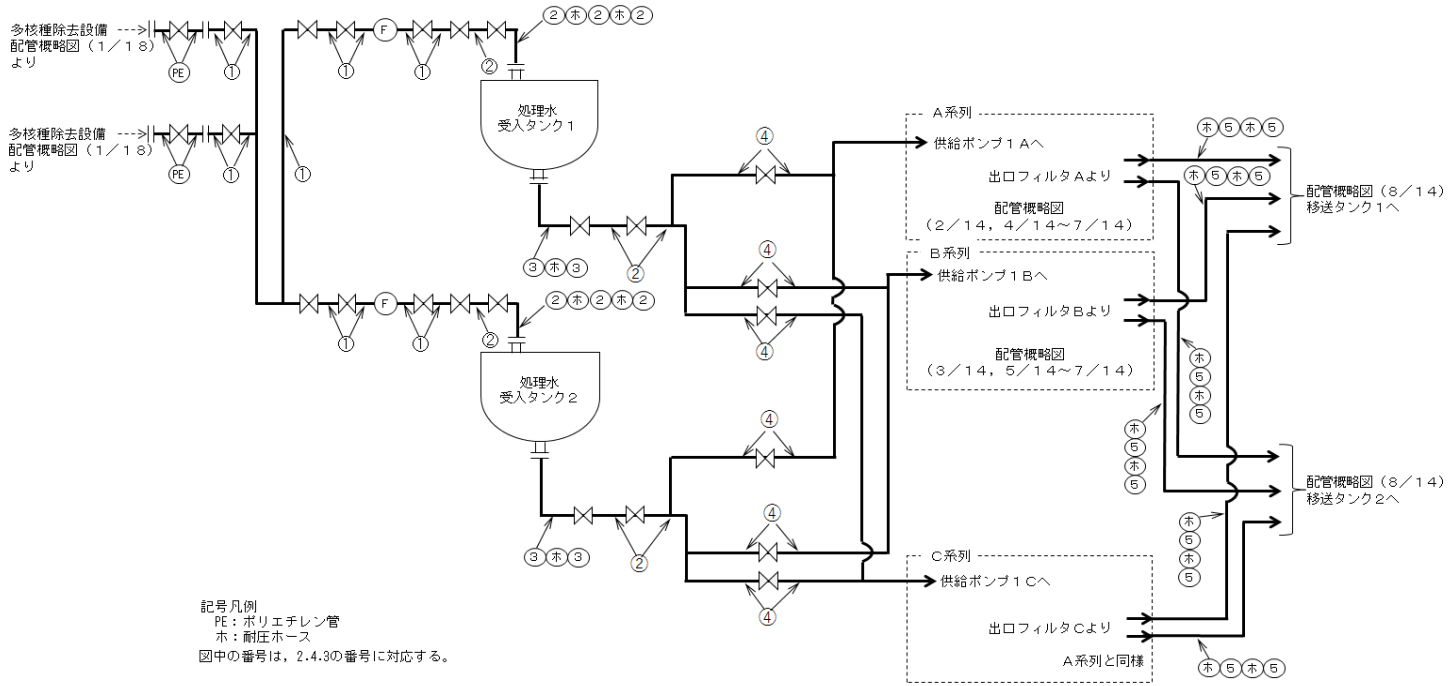
表－９－３　サンプルタンクの強め材の取付け強さ

機器名称	管台口径	溶接部の負うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
		W [N]	W_1 [N]	W_2 [N]	W_3 [N]	W_4 [N]	W_5 [N]	W_6 [N]
サンプルタンクA，B，C	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
	200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
	650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861

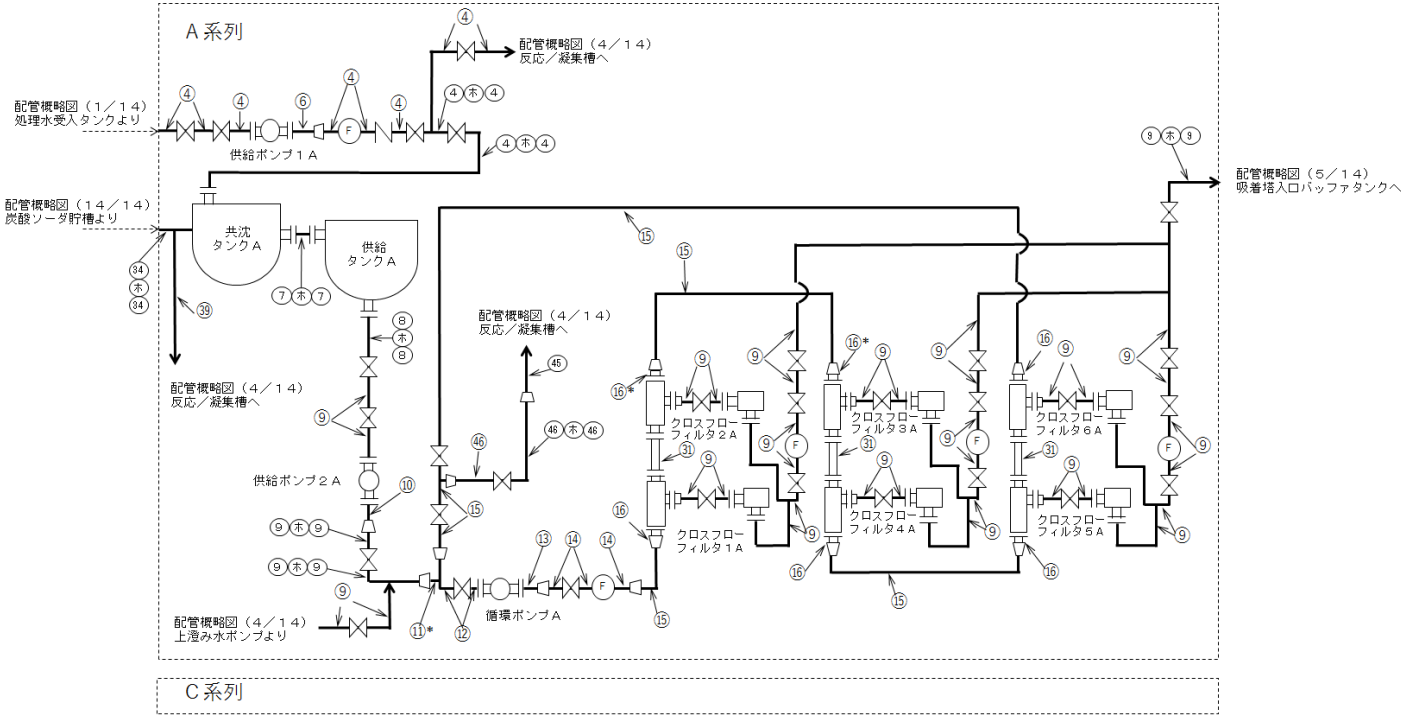
2.4　主配管

2.4.1　評価箇所

強度評価箇所を図－４に示す。

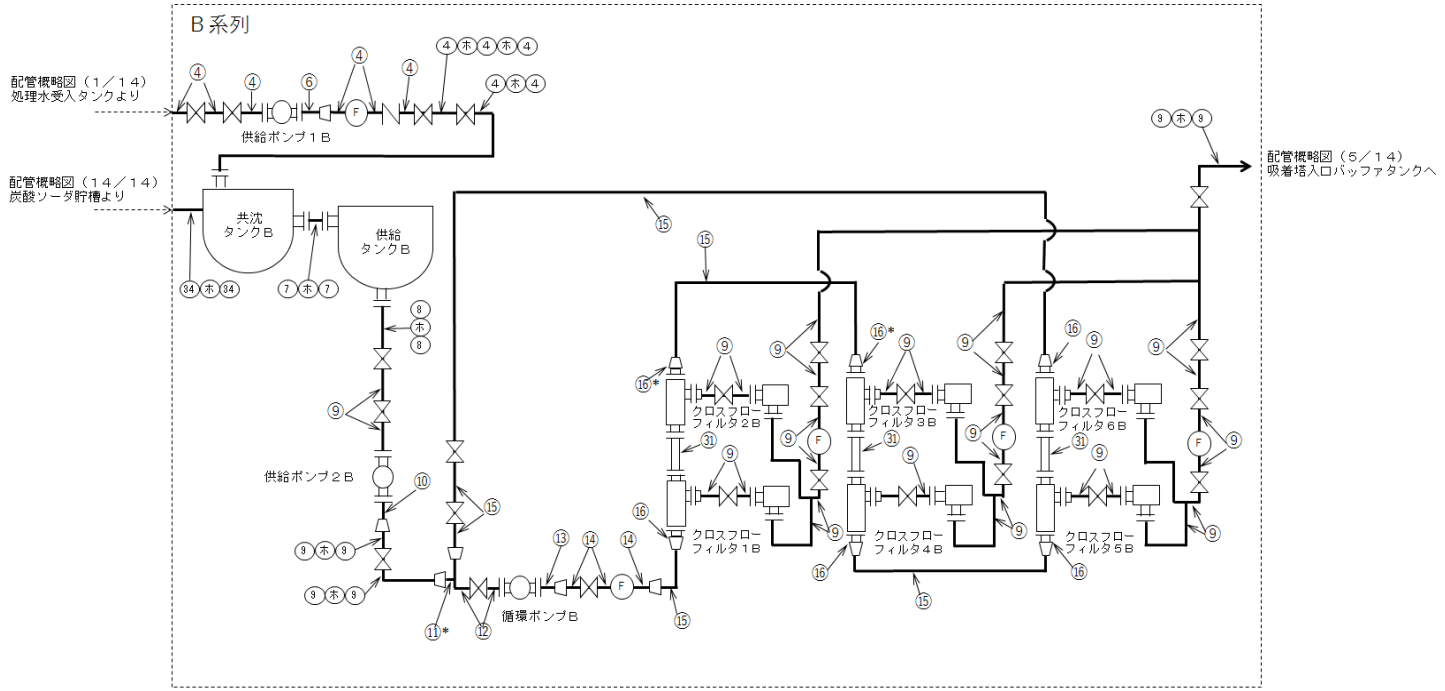

多核種除去設備
配管概略図（1／18）
より
多核種除去設備
配管概略図（1／18）
より
PE
F
処理水
受入タンク1
処理水
受入タンク2
A系列
供給ポンプ1Aへ
出口フィルタAより
配管概略図
（2／14，4／14～7／14）
B系列
供給ポンプ1Bへ
出口フィルタBより
配管概略図
（3／14，5／14～7／14）
C系列
供給ポンプ1Cへ
出口フィルタCより
A系列と同様
配管概略図（8／14）
移送タンク1へ
配管概略図（8／14）
移送タンク2へ
記号凡例
PE：ポリエチレン管
ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

図－4　配管概略図（1／14）



記号凡例
　ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。
注記＊：管継手
※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す配管構成は変更となる場合がある。

図－４　配管概略図（２／１４）

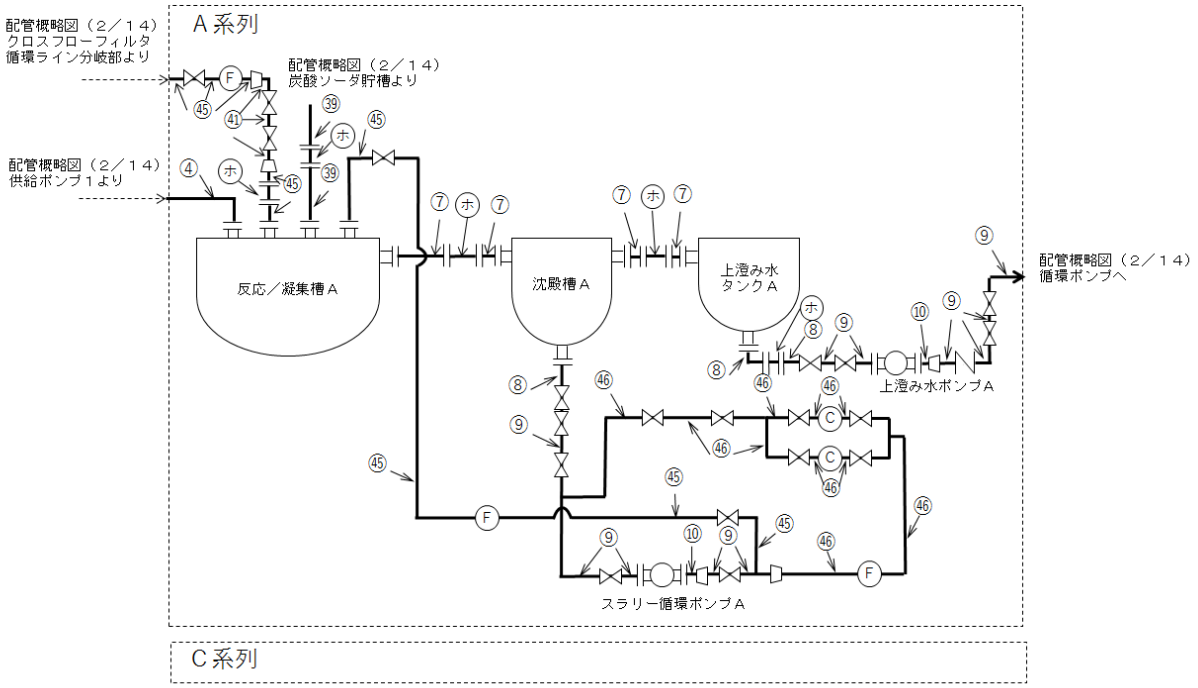


記号凡例
ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

注記＊：管継手

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある。

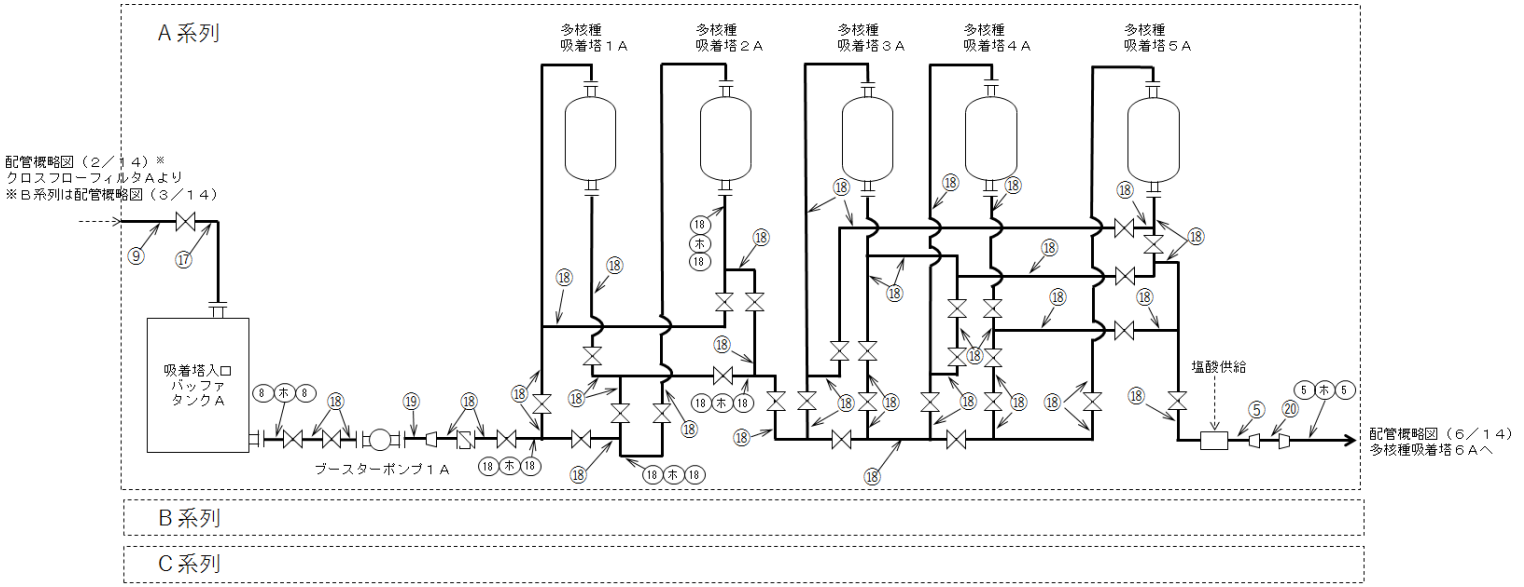
図－4　配管概略図（3／14）



記載凡例
ホ：耐圧ホース
C：スラリー濃度計

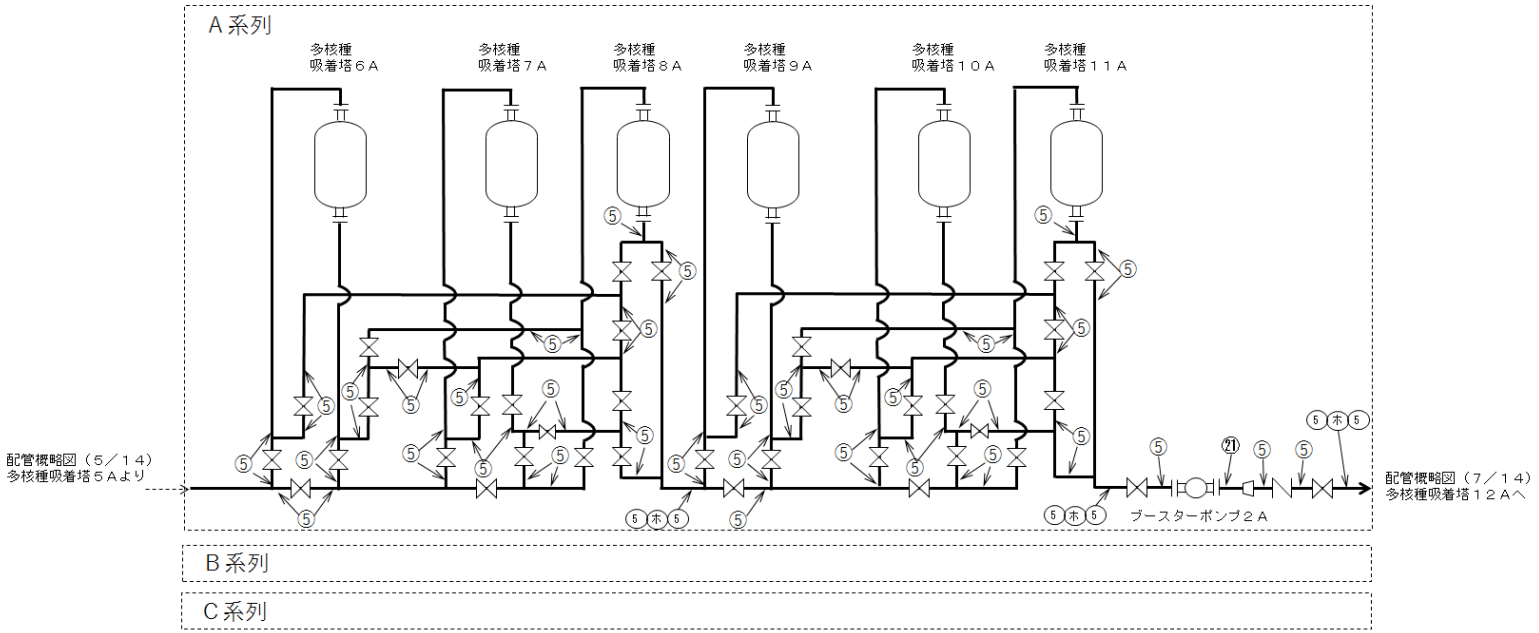
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

図－4　配管概略図（4／14）



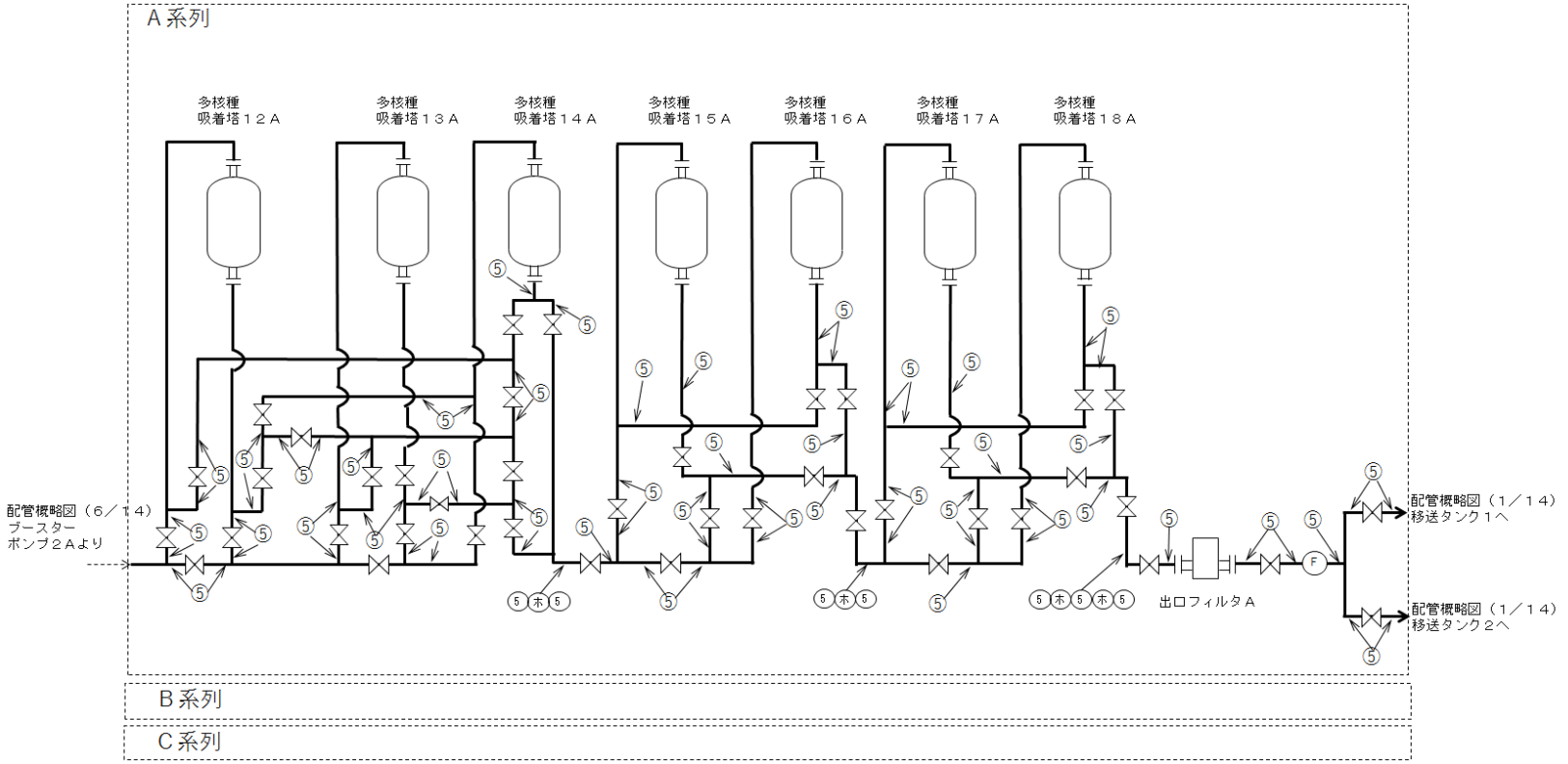
記号凡例
ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。
※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す配管構成は変更となる場合がある。

図－４　配管概略図（５／１４）

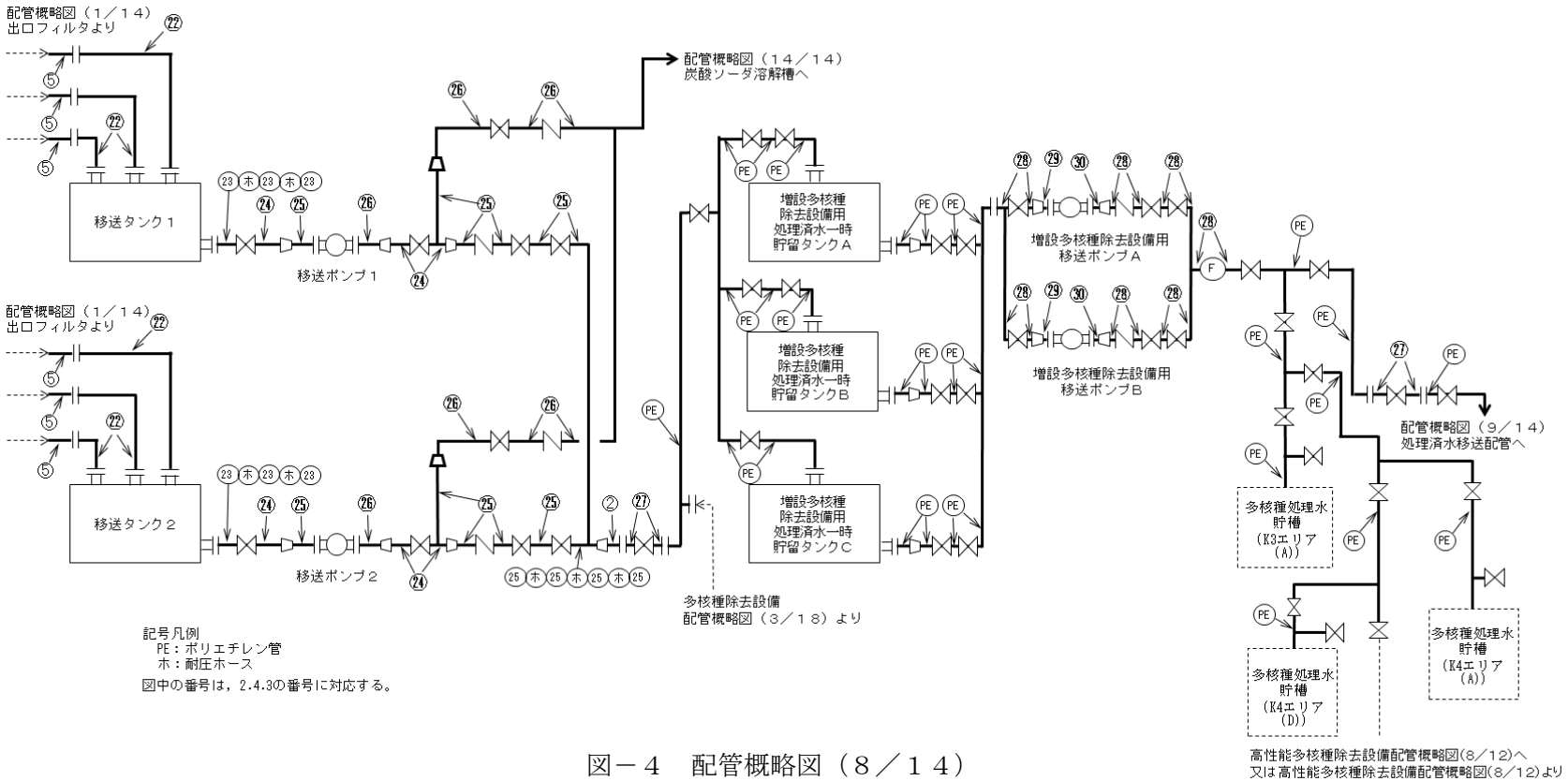


記号凡例
　ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

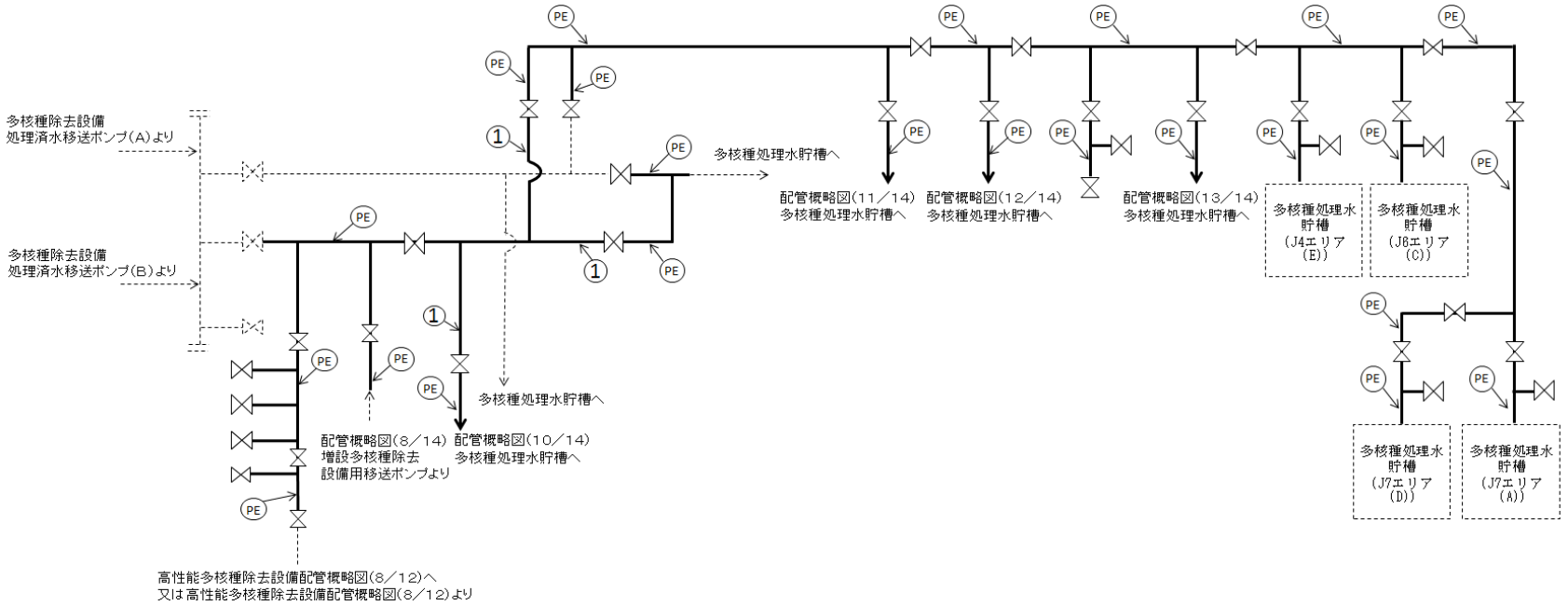
図－４　配管概略図（６／１４）


A系列
多核種
吸着塔１２Ａ
多核種
吸着塔１３Ａ
多核種
吸着塔１４Ａ
多核種
吸着塔１５Ａ
多核種
吸着塔１６Ａ
多核種
吸着塔１７Ａ
多核種
吸着塔１８Ａ
配管概略図（６／１４）
ブースター
ポンプ２Ａより
出口フィルタＡ
配管概略図（１／１４）
移送タンク１へ
配管概略図（１／１４）
移送タンク２へ
B系列
C系列
記号凡例
ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

図－４　配管概略図（７／１４）


配管概略図（１／１４）
出口フィルタより
移送タンク１
移送ポンプ１
配管概略図（１／１４）
出口フィルタより
移送タンク２
移送ポンプ２
配管概略図（１４／１４）
炭酸ソーダ溶解槽へ
増設多核種
除去設備用
処理済水一時
貯留タンクＡ
増設多核種
除去設備用
処理済水一時
貯留タンクＢ
増設多核種
除去設備用
処理済水一時
貯留タンクＣ
増設多核種除去設備用
移送ポンプＡ
増設多核種除去設備用
移送ポンプＢ
多核種除去設備
配管概略図（３／１８）より
多核種処理水
貯槽
（K3エリア
（A））
多核種処理水
貯槽
（K4エリア
（D））
多核種処理水
貯槽
（K4エリア
（A））
配管概略図（９／１４）
処理済水移送配管へ
高性能多核種除去設備配管概略図(8／12)へ
又は高性能多核種除去設備配管概略図(8／12)より
記号凡例
PE：ポリエチレン管
ホ：耐圧ホース
図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

図－４　配管概略図（８／１４）

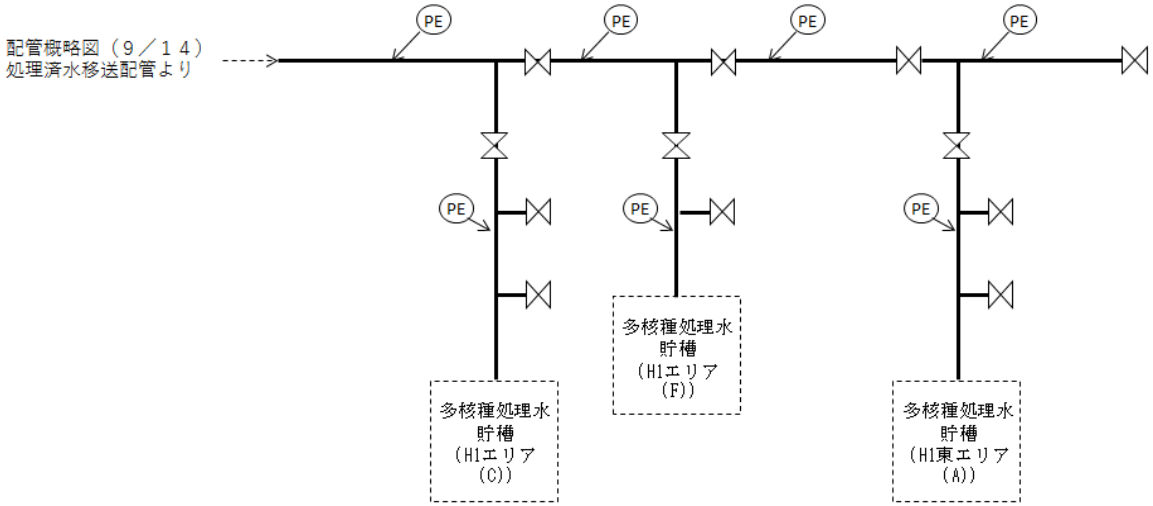


記号凡例
PE：ポリエチレン管

図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（９／１４）

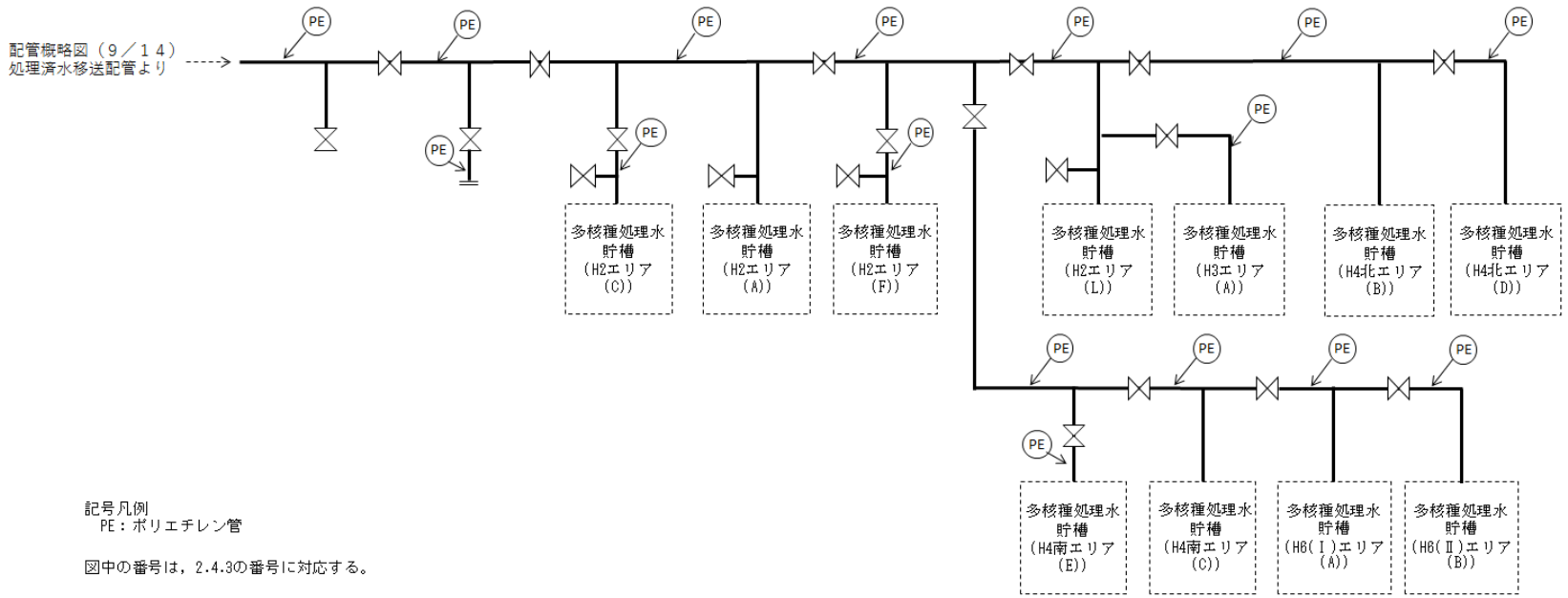


記号凡例
PE：ポリエチレン管

図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（１０／１４）

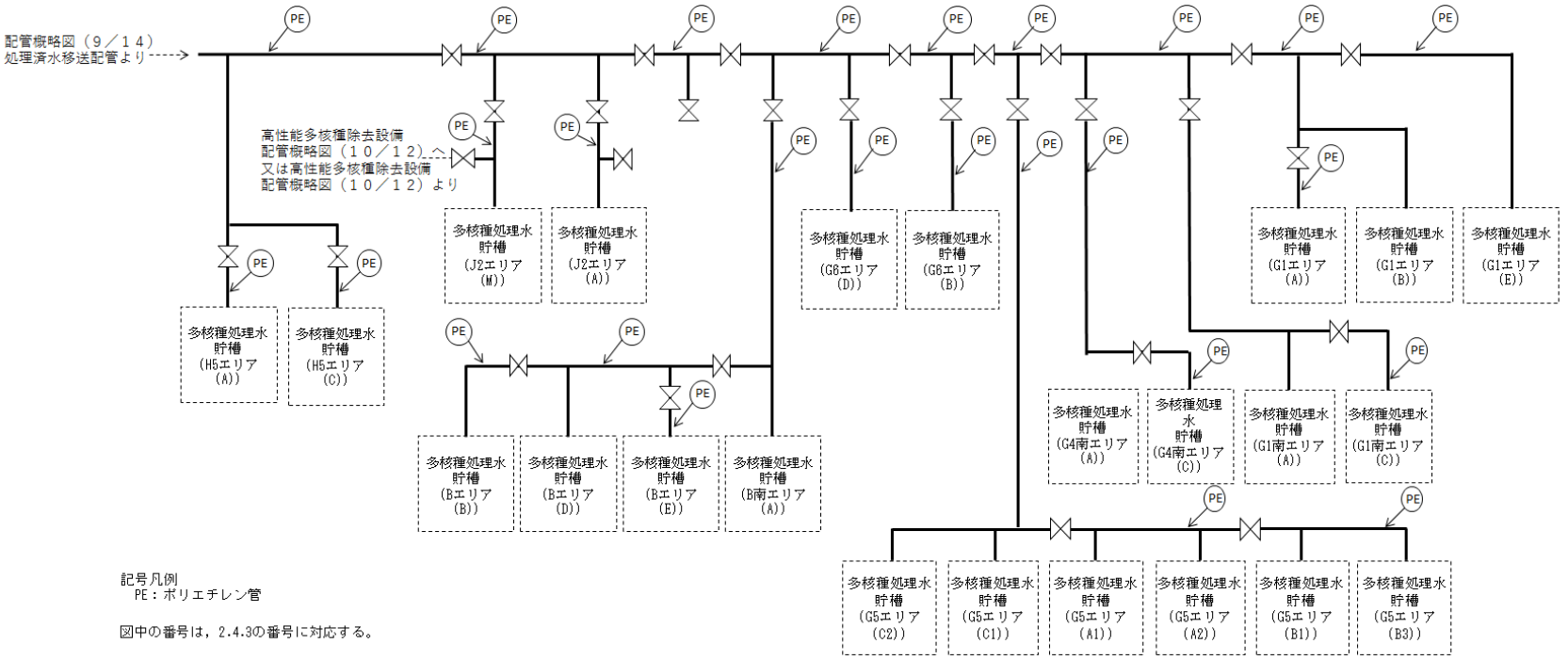


記号凡例
PE：ポリエチレン管

図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（１１／１４）

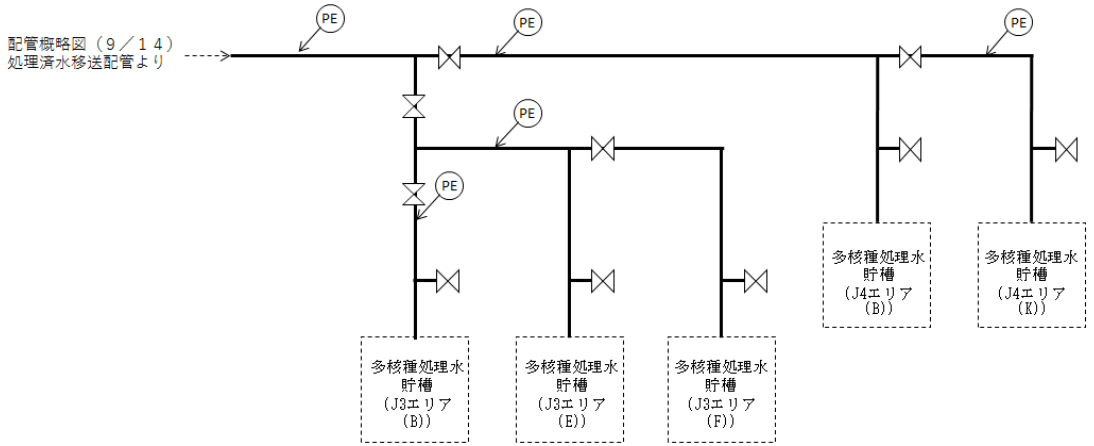


記号凡例
PE：ポリエチレン管

図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（１２／１４）

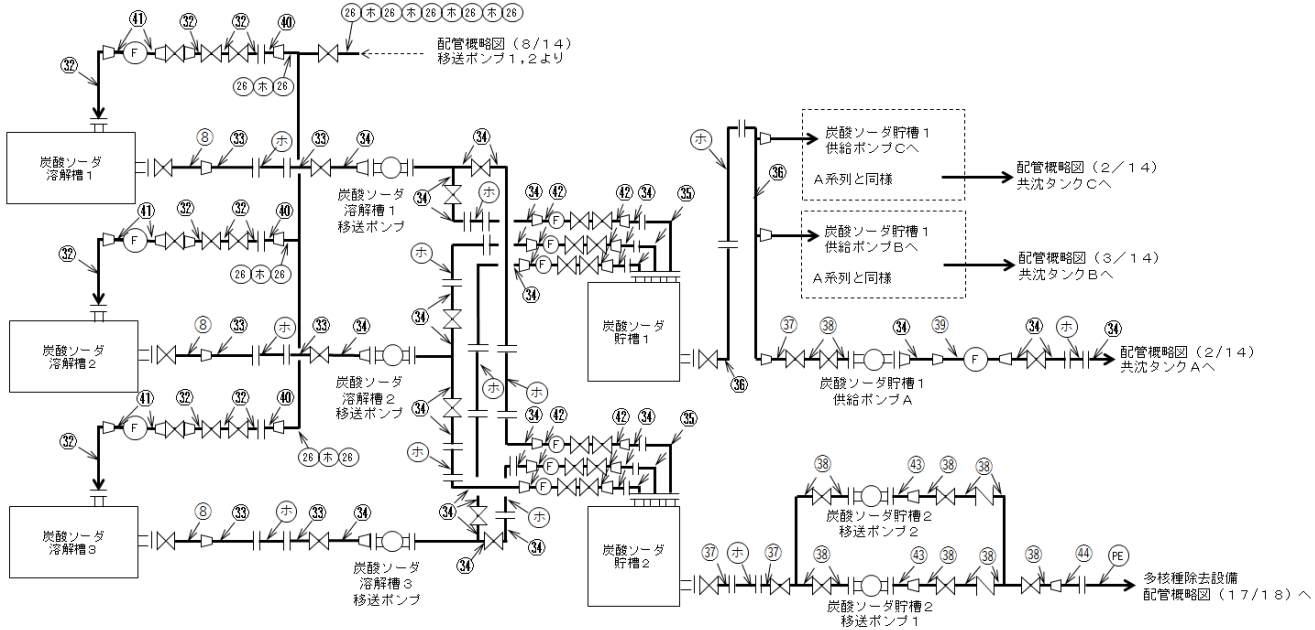


記号凡例
PE：ポリエチレン管

図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（１３／１４）



記号凡例
ホ：耐圧ホース

図中の番号は，2.4.3の番号に対応する。

図－４　配管概略図（１４／１４）

2.4.2　評価方法

(1)　管の厚さの評価

管の必要な厚さは，次に揚げる値のいずれか大きい方の値とする。

a.　内面に圧力を受ける管

$$t_1 = \frac{P \cdot D_O}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1 ：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
Do：管台の外径（m）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

b.　炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小必要厚さ：t_2

設計・建設規格　PPD-3411（3）の表 PPD-3411-1 より求めた値

2.4.3　評価結果

評価結果を表－９に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有していると評価している。

表－９　配管の評価結果（管厚）

No.	外径 (mm)	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
1	114.30	STPG370	0.98	40	3.40	5.25
2	114.30	STPG370	0.98	60	3.40	5.25
3	114.30	STPG370	静水頭	60	－	5.25
4	60.50	STPG370	0.98	60	2.40	3.40
5	60.50	STPG370	1.37	60	2.40	3.40
6	42.70	STPG370	0.98	60	1.90	3.10
7	165.20	SUS316L	静水頭	60	－	6.21
8	60.50	SUS316L	静水頭	60	－	3.40
9	60.50	SUS316L	0.98	60	0.28	3.40
10	42.70	SUS316L	0.98	60	0.20	3.10
11	76.30	SUS316L	0.98	60	0.35	4.55
12	165.20	SUS316L	0.98	60	0.74	6.21
13	139.80	SUS316L	0.98	60	0.63	5.77
14	216.30	SUS316L	0.98	60	0.97	7.17
15	267.40	SUS316L	0.98	60	1.20	8.13
16	318.50	SUS316L	0.98	60	1.43	9.01
17	60.50	SUS316L	0.98	60	0.28	4.81
18	60.50	SUS316L	1.37	60	0.38	3.40
19	42.70	SUS316L	1.37	60	0.27	3.10
20	89.10	STPG370	1.37	60	3.00	4.81
21	42.70	STPG370	1.37	60	1.90	3.10
22	60.50	STPG370	1.37	60	2.40	4.81
23	89.10	STPG370	静水頭	60	－	4.81
24	89.10	STPG370	0.98	60	3.00	4.81
25	76.30	STPG370	0.98	60	2.70	4.55

No.	外径 (mm)	材料	最高使用 圧力(MPa)	最高使用 温度 (℃)	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
26	48.60	STPG370	0.98	60	2.20	3.20
27	114.30	SUS316L	0.98	60	0.52	5.25
28	114.30	SUS316L	0.98	40	0.51	5.25
29	89.10	SUS316L	0.98	40	0.40	4.81
30	60.50	SUS316L	0.98	40	0.27	3.40
31	323.90	SUS316L	0.98	60	1.45	2.70
32	27.20	SUS316L	0.98	60	0.21	2.61
33	48.60	SUS316L	静水頭	60	－	3.20
34	48.60	SUS316L	0.50	60	0.12	3.20
35	48.60	SUS316L	0.50	60	0.12	4.46
36	139.80	SUS316L	静水頭	60	－	5.77
37	76.30	SUS316L	静水頭	60	－	4.55
38	76.30	SUS316L	0.50	60	0.18	4.55
39	34.00	SUS316L	0.50	60	0.08	2.90
40	27.20	STPG370	0.98	60	1.70	2.40
41	21.70	SUS316L	0.98	60	0.17	2.52
42	21.70	SUS316L	0.50	60	0.05	2.52
43	60.50	SUS316L	0.50	60	0.14	3.40
44	89.10	SUS316L	0.50	60	0.21	4.81
45	34.00	SUS316L	0.98	60	0.15	2.90
46	48.60	SUS316L	0.98	60	0.21	3.20

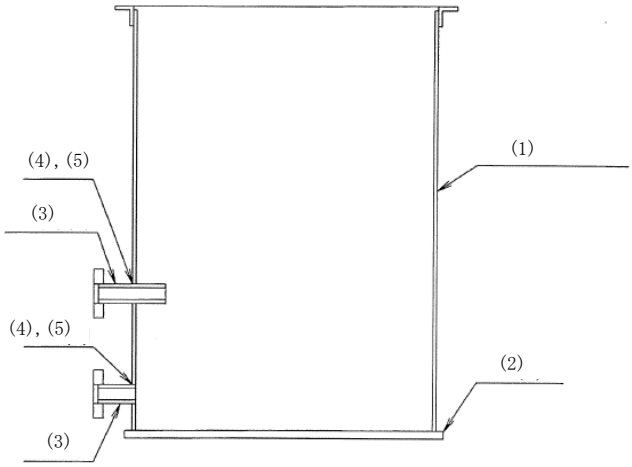
注１）継手類はJIS等の規格品を適用することで、管に対し十分な厚さを有し、管の強度評価に包絡される。

注２）管及び機器の取合箇所において、変位の吸収や着脱の必要性から強度計算の規格外となるホース類を適用する箇所がある。これらについては配管の流体・圧力・温度条件に合致した十分実績のあるものを採用することで、必要な強度を確保するものとする。

2.5　炭酸ソーダ貯槽

2.5.1　評価箇所

強度評価箇所を図－５に示す。



図中の番号は，2.5.2，2.5.3 の番号に対応する。

図－５　炭酸ソーダ貯槽　概要図

2.5.2　評価方法

(1)胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は 3mm，その他の材料で作られた場合は 1.5mm とする。

b.胴の計算上必要な厚さ：t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2：必要厚さ（mm）
Di：胴の内径（m）
H：水頭（m）
ρ：液体の比重。
　ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率（-）

c.胴の内径に応じた必要厚さ：t_3

胴の内径が 5m を超えるものについては，胴の内径の区分に応じ設計・建設規格　表 PVC-3920-1 より求めた胴の厚さとする。

(2)　底板の厚さの評価

地面，基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは，3mm 以上であること。

(3)　管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　管台の計算上必要な厚さ：t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1：必要厚さ（mm）

Di：管台の内径(m)

H：水頭(m)

ρ：液体の比重。

ただし，１未満の場合は１とする。

S：許容引張応力(MPa)

η：継手効率(-)

b.　規格上必要な厚さ：t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格　表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4)　胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b. 大きい穴の補強を要しない穴の最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の２分の１（500mm を超える場合は，500mm）以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の３分の１（1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.5.3　評価結果

評価結果を表－１０に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－１０－１　炭酸ソーダ貯槽の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最少厚さ (mm)
炭酸ソーダ貯槽１	（１）胴の厚さ	1.50	6.87
	（２）底板の厚さ	3.00	19.60
	（３）管台の厚さ（１２５Ａ）	3.50	4.87
	（３）管台の厚さ（１００Ａ）	3.50	4.35
炭酸ソーダ貯槽２	（１）胴の厚さ	1.50	6.87
	（２）底板の厚さ	3.00	19.60
	（３）管台の厚さ（６５Ａ）	2.70	3.65
	（３）管台の厚さ（１００Ａ）	3.50	4.35

表－１０－２　炭酸ソーダ貯槽の評価結果（胴板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径 (mm)	穴の径 (mm)
炭酸ソーダ貯槽１	（４）胴板（１２５Ａ）	85.00	85 を超える※9
	（４）胴板（１００Ａ）	85.00	85 を超える※9
炭酸ソーダ貯槽２	（４）胴板（６５Ａ）	85.00	85.00 以下
	（４）胴板（１００Ａ）	85.00	85 を超える※9

※9　胴板の穴の補強計算を行う

表－１０－３　炭酸ソーダ貯槽の評価結果（胴の穴の補強計算）

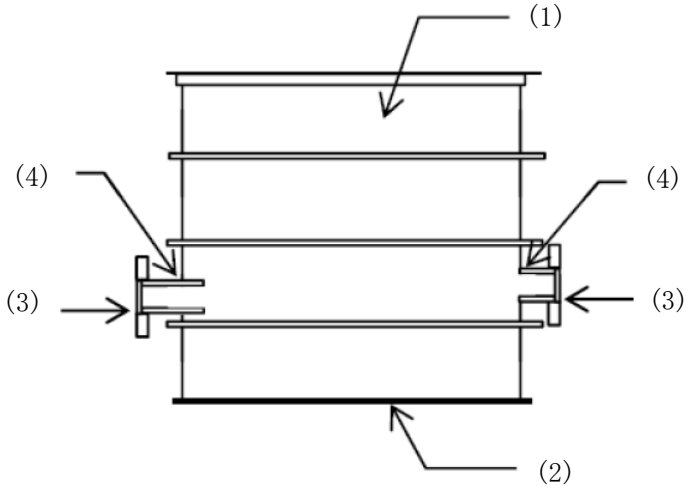
機器名称	評価項目	評価結果	
炭酸ソーダ貯槽１	（５）胴（１２５Ａ）	補強に必要な面積（mm^2）	補強に有効な総面積（mm^2）
		87.58	1.130×10^3
		大きな穴の補強を要しない最大径（mm）	穴の径（mm）
		1000	130.06
		溶接部の負うべき荷重（N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-7.759×10^4	—※１０
炭酸ソーダ貯槽１，２	（５）胴（１００Ａ）	補強に必要な面積（mm^2）	補強に有効な総面積（mm^2）
		71.11	7.845×10^2
		大きな穴の補強を要しない最大径（mm）	穴の径（mm）
		1000	105.60
		溶接部の負うべき荷重（N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-6.294×10^4	—※１０

※１０　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

2.6　炭酸ソーダ溶解槽

2.6.1　評価箇所

強度評価箇所を図－６に示す。



図中の番号は，2.6.2，2.6.3 の番号に対応する。

図－６　炭酸ソーダ溶解槽　概要図

2.6.2　評価方法

（１）側板，底板の評価

炭酸ソーダ溶解槽の側板の必要厚さは，等分布荷重，4 辺固定での最大曲げ応力 σ_{max} が材料の許容引張応力となる場合（$S = \sigma_{max}$）の厚さを必要な厚さとして算出する。

$$t = a\,(\beta_2 \cdot p / S)^{1/2}$$

$$p = \rho\ g\ H$$

t　：最小必要厚さ（mm）

a　：平板の短辺長さ（mm）

β_2：長方形板の最大応力の係数

（機械工学便覧（第 5 章 平板の曲げ表 28）より）

p　：等分布荷重（MPa）

S　：許容引張応力（MPa）

g　：重力加速度（9.80665m/s^2）

H　：水頭（m）

ρ　：液体の比重

ただし，１未満の場合は１とする。

(2)底板の厚さの評価

地面，基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは，3mm 以上であること。

(3)管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 管台の計算上必要な厚さ：t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1：必要厚さ（mm）
Di：管台の内径(m)
H：水頭(m)
ρ：液体の比重。
ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率(-)

b. 規格上必要な厚さ：t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格　表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4)側板の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b. 大きい穴の補強を要しない穴の最大径

内径が 1500mm 以下の側板に設ける穴の径が側板の内径の２分の１（500mm を超える場合は，500mm）以下および内径が 1500mm を超える側板に設ける穴の径が側板の内径の３分の１（1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.6.3　評価結果

評価結果を表－１１に示す。必要厚さ等を満足しており、十分な構造強度を有すると評価している。

表－１１－１　炭酸ソーダ溶解槽の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最少厚さ（mm）
炭酸ソーダ溶解槽 １，２，３	（１）側板の厚さ	2.11	5.5
	（２）底板の厚さ	3.0	5.5
	（３）管台の厚さ（液出口）	2.7	3.6
	（３）管台の厚さ（ヒータ取付座）	3.5	3.6

表－１１－２　炭酸ソーダ貯槽の評価結果（側板の穴の補強計算）

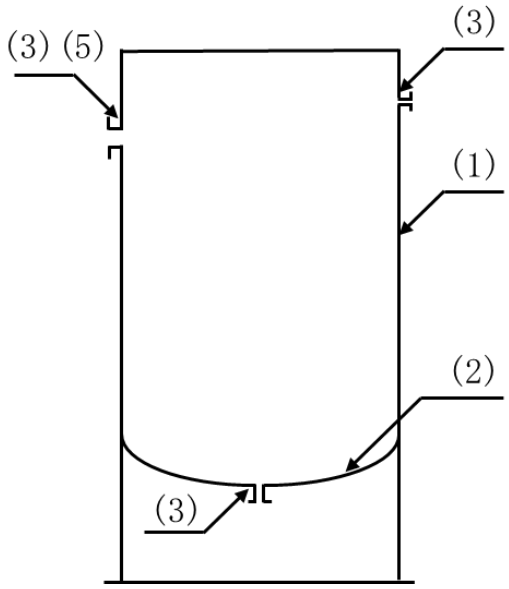
機器名称	評価項目	評価結果	
炭酸ソーダ溶解槽 １，２，３	（４）側板（液出口）	補強に必要な 面積（mm^2）	補強に有効な 総面積（mm^2）
		149.5	293.6
		大きな穴の補強を 要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		500	68.95
		溶接部の負う べき荷重（N）	予想される破断箇所 の強さ（N）
		-3.274×10^3	—※１１
	（４）側板（ヒータ取付座）	補強に必要な 面積（mm^2）	補強に有効な 総面積（mm^2）
		176.5	286.0
		大きな穴の補強を 要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		500	81.76
		溶接部の負う べき荷重（N）	予想される破断箇所 の強さ（N）
		-4.828×10^3	—※１１

※１１　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

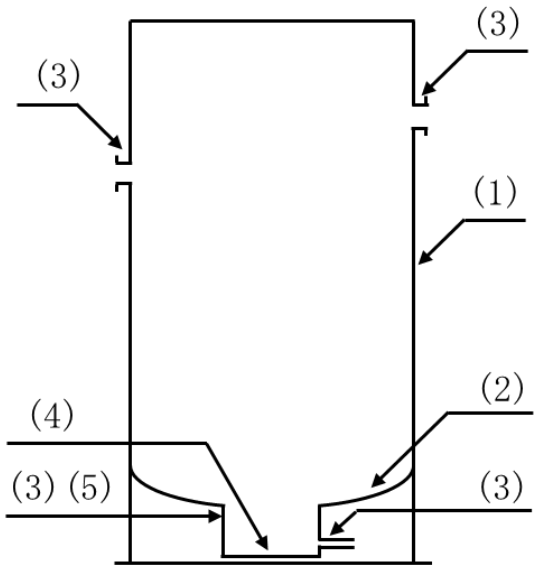
2.7　反応／凝集槽，沈殿槽，上澄み水タンク

2.7.1　評価箇所

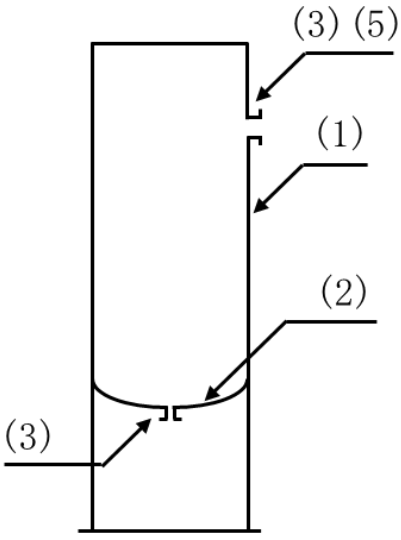
強度評価箇所を図－７－１～図－７－３に示す。



図－７－１　反応／凝集槽　概要図



図－７－２　沈殿槽　概要図



図－７－３　上澄み水タンク　概要図

図中の番号は，2.7.2 及び 2.7.3 の番号に対応する。

2.7.2　評価方法

(1)胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm，その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。

b.胴の計算上必要な厚さ：t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2：必要厚さ（mm）
Di：胴の内径（m）
H：水頭（m）
ρ：液体の比重。
ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率（-）

(2)鏡板の厚さの評価

さら形鏡板の場合で，中低面に圧力を受ける物については，下記式により計算した値以上の厚さとする。

a.鏡板の計算上必要な厚さ：t

$$t = \frac{P \cdot R \cdot W}{2S \cdot \eta - 0.2P}$$

t：必要厚さ（mm）
P：最高使用圧力（MPa）
R：鏡板の中央部における内面の半径（mm）
W：さら型鏡板の形状による係数
η：継手効率(-)
S：許容引張応力（MPa）

(3)管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.管台の計算上必要な厚さ：t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1：必要厚さ（mm）
Di：管台の内径(m)
H：水頭(m)
ρ：液体の比重。
ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率(-)

b.規格上必要な厚さ：t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格　表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4)平板の厚さの評価

平板に必要な厚さは，次に掲げる値とする。

a.平板の計算上必要な厚さ：t

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力(MPa)
S：許容引張応力（MPa）

(5)胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b 大きい穴の補強を要しない穴の最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の２分の１（500mm を超える場合は，500mm)以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の３分の１(1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c.溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.7.3　評価結果

評価結果を表－１２～１４に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－１２－１　反応／凝集槽の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
反応／凝集槽 A，C	（１）胴板の厚さ	3.0	3.7
	（２）鏡板の厚さ	1.2	2.9
	（３）管台の厚さ（スラリー出口）	3.5	4.7
	（３）管台の厚さ（原水入口）	2.4	2.4
	（３）管台の厚さ（液入口）	1.7	1.9
	（３）管台の厚さ（返送スラリー入口）	1.7	1.9
	（３）管台の厚さ（炭酸ソーダ入口）	1.7	1.9
	（３）管台の厚さ（ドレン）	2.7	3.5

表－１２－２　反応／凝集槽の評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
反応／凝集槽 A，C	（５）胴 （スラリー出口）	補強に必要な面積 (mm^2)	補強に有効な総面積 (mm^2)
		80	560
		大きな穴の補強を要しない最大径 (mm)	穴の径 (mm)
		766	151
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所の強さ (N)
		-40000	—※1

※１　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－１３－１　沈殿槽の評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
沈殿槽 A，C	（１）胴板の厚さ	1.5	3.9
	（２）鏡板の厚さ	1.2	3.2
	（３）管台の厚さ（スラリー入口）	3.5	5.4
	（３）管台の厚さ（上澄み水出口）	3.5	5.4
	（３）管台の厚さ（濃縮スラリー出口）	2.4	2.6
	（３）管台の厚さ（サンプ部）	3.5	3.9
	（４）平板の厚さ	9.1	22.2

表－１３－２　沈殿槽の評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
沈殿槽 Ａ，Ｃ	（５）鏡板 （サンプ部）	補強に必要な面積 (mm^2)	補強に有効な総面積 (mm^2)
		390	2000
		大きな穴の補強を 要しない最大径（mm）	穴の径 (mm)
		766	750
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所の 強さ（N）
		-180000	—※1

※１　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－１４－１　上澄み水タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
上澄み水タンク Ａ，Ｃ	（１）胴板の厚さ	1.5	3.9
	（２）鏡板の厚さ	0.4	3.2
	（３）管台の厚さ（上澄み水入口）	3.5	5.4
	（３）管台の厚さ（上澄み水出口）	2.4	2.6

表－１４－２　上澄み水タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
上澄み水タンク Ａ，Ｃ	（５）胴（上澄み水入口）	補強に必要な面積 (mm^2)	補強に有効な総面積 (mm^2)
		30	680
		大きな穴の補強を 要しない最大径（mm）	穴の径 (mm)
		500	151
		溶接部の負うべき荷重 (N)	予想される破断箇所の 強さ（N）
		-63000	—※1

※１　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止に関する計算書

1. 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止能力の評価

増設多核種除去設備建屋の外周には堰が設置されており，仮に全容器の保有廃液が流出した場合においても施設内にとどまり，施設外への漏えいは防止される。この漏えい防止能力の評価を表－１に示す。

表－１　施設外への漏えい防止能力の評価（増設多核種除去設備）

容器名称	設　置　場　所		容器容量（m^3）※1	容器設置区画内床面積※2（m^2）	見込み高さ※3（ｃｍ）	漏えい廃液全量を貯留するために必要な堰の高さ（ｃｍ）	拡大防止堰の高さ（ｃｍ）	評　価
	建屋名	設計 G.L.（m）	①	②	③	④＝①/②×100+③	⑤	容器設置区画の拡大防止堰の高さは、各容器からの漏えい廃液全量を貯留するために必要な堰の高さを満足しており、施設外への漏えいを防止できる。
処理水受入タンク等	増設多核種除去設備建屋	T.P.36.2	684.5	4371.5	17.0	32.7	33 以上	

注記　※１　：　保守的に建屋内に設置する全容器の総容量としている

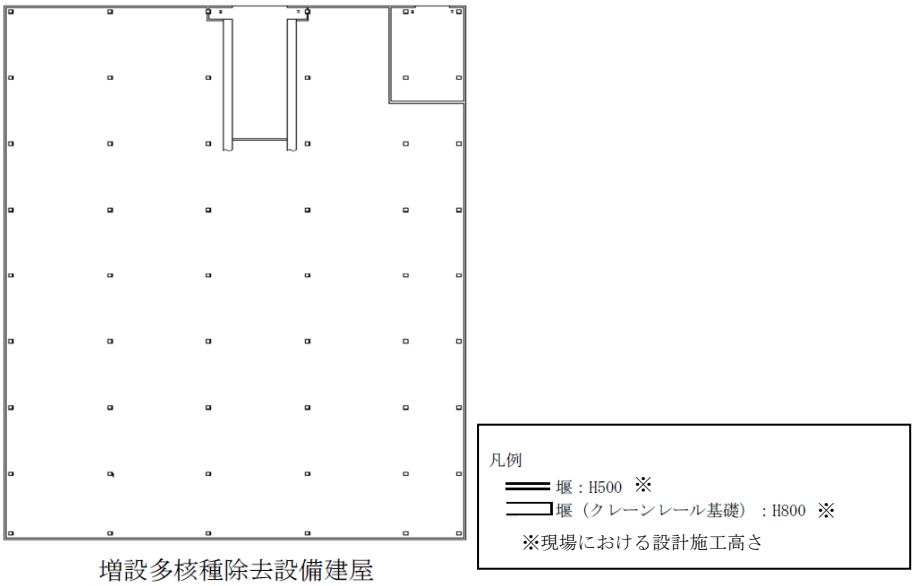
※２　：　容器設置区画内の内のり面積

※３　：　基礎体積による高さ増加分（基礎体積÷当該容器設置区画内床面積）を考慮した値

2.　増設多核種除去設備建屋の堰に関する説明

増設多核種除去設備建屋の外周に設置される堰の配置を図－１に示す。

堰の名称，主要寸法及び材料について，表－２に示す。



増設多核種除去設備建屋
図－１　堰を明示した図面

表－２　堰の名称、主要寸法、材料

名　　称		増設多核種除去設備建屋　堰
主要寸法	堰の高さ	330㎜以上
	床・堰の塗装	床面及び床面から堰の高さまで
材　　料	堰	鉄筋コンクリート
	床・堰の塗装	エポキシ樹脂系

名　　称		増設多核種除去設備建屋　堰（クレーンレール基礎）
主要寸法	堰の高さ	330㎜以上
	床・堰の塗装	床面及び床面から堰の高さまで
材　　料	堰	鉄筋コンクリート
	床・堰の塗装	エポキシ樹脂系

添付資料－７

増設多核種除去設備の具体的な安全確保策

増設多核種除去設備で扱う液体は，放射性物質を含むことから，漏えい防止対策，放射線遮へい・崩壊熱除去及び可燃性ガス滞留防止等について，具体的な安全確保策を以下の通り定め，実施する。

1. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

(1) 漏えい発生防止

a. 増設多核種除去設備を構成する機器は，腐食による漏えい発生防止のため，液性等に応じて，炭素鋼（内面ライニング），ステンレス鋼，ポリエチレン材等を採用する。（別添－１）

b. タンクには水位検出器を設け，オーバーフローを防止するため，インターロックの作動によりポンプを停止する設計とする。

c. 鋼材もしくはポリエチレンの継手部は，可能な限り溶接構造もしくは融着構造とする。また，Ｇ１南，Ｈ５，Ｈ６（Ⅰ），Ｂ，Ｂ南，Ｈ３，Ｈ６（Ⅱ）エリアタンク設置に伴い新設する移送配管は，漏えい堰等が設置されないフランジ構造の継手部についてシール材又は発泡剤の充填を実施し，Ｇ６，Ｇ１，Ｇ４南，Ｇ５エリアタンク設置に伴い新設する移送配管は，供用の終了後に配管の水抜きを実施する。供用の終了後とは，タンクが満水の状態となった後を示す。

d. ポンプの軸封部は，漏えいし難いメカニカルシール構造とする。

e. 耐圧ホース，ポリエチレン管は設計・建設規格（JSME）に記載のない非金属材料である為，日本産業規格（JIS），日本水道協会規格（JWWA），ISO 規格，製品の試験データ等を用いて設計を行う。なお，耐圧ホース，ポリエチレン管の耐震性については，可撓性を有しており地震による有意な応力は発生しない。

(2) 漏えい検知・漏えい拡大防止・混水防止

a. 増設多核種除去設備は，スキッド毎に漏えいパン及び漏えい検知器を設け，漏えいを早期に検知する。また，増設多核種除去設備設置エリアの最外周及び系統毎に，漏えいの拡大を防止する堰及び漏えい検知器を設ける（図１）。トレーラヤードには，スロープ堰を設置する。

b. 漏えいを検知した場合には，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室に警報を発し，運転操作員によりカメラ，流量等の運転監視パラメータ等の状況を確認し，適切な対応を図る。

c. 漏えい水のコンクリートへの浸透を防止するため，増設多核種除去設備設置エリアには床塗装を実施する。

d. 漏えい堰等が設置されない移送配管等で継手部がフランジ構造となる場合には，漏えい拡大防止カバーで覆った上で中に吸水シートを入れ，漏えい水の拡大防止に努める。

e. 増設多核種除去設備の設置に伴い新規に敷設する屋外移送配管について，以下の対応を行う。

- ポリエチレン管とポリエチレン管の接合部は漏えい発生を防止するため融着構造とすることを基本とし，ポリエチレン管と鋼管の取合い等でフランジ接続となる箇所については養生を行い，漏えい拡大防止を図る。また，処理対象水の移送配管は，万一，漏えいしても排水路を通じて環境に放出することがないように，排水路から可能な限り隔離するとともに，排水路を跨ぐ箇所はボックス鋼内等に配管を敷設する。さらに，ボックス鋼端部から排水路に漏えい水が直接流入しないように土嚢を設ける。
- 移送配管から漏えいが確認された場合は，ポンプ等を停止し，系統の隔離及び土嚢の設置等により漏えいの拡大防止を図る。
- 移送配管の更なる漏えい検知・漏えい拡大防止策について，速やかに検討し，RO濃縮水処理によるリスク低減効果，漏えい拡大防止策の有効性や工期等を踏まえ，可能なものから実施する。対策が完了するまでの間は，巡視点検による漏えい検知を要員へ周知し，確実に実施する。

f. サンプルタンクの本堰（コンクリート堰）高さは，堰の保有水量がタンク１基分の容量以上となるよう確保する。

g. タンク増設に合わせて、追加で敷設する屋外移送配管については、e.の措置に加えて、以下の対応を行う。

- 移送配管は，使用開始までに漏えい確認等を実施し，施工不良等による大規模な漏えいの発生を防止する。また，フランジ継手部は，ガスケットの経年劣化により微小漏えいの発生が懸念されることから，架空化により視認性を向上させ，毎日の巡視点検により漏えいの有無を確認する。

(3) 検討用地震動に対する考慮

増設多核種除去設備のうち，処理前・処理中の液体を内包する設備は，検討用地震動（最大加速度 900gal。以下「Ss900」という。）に対して海洋に流出するおそれのない設計とする。ただし，建屋・構築物の設置後に本設計方針を適用する場合は，Ss900 に対する評価を行い，評価にて健全性が確認できない場合には施工上可能な範囲で補強等の対策工事を行う。また，当該対策を講じても地震発生時に海洋に流出するおそれがある場合は、液体を速やかに回収する機動的対応がとれるよう必要な機材、体制等を整備する。

2. 放射線遮へい・崩壊熱除去

(1) 放射線遮へい（被ばくに対する考慮）

a. 増設多核種除去設備からの放射線による雰囲気の線量当量率が 0.1mSv/h 以下（放射線業務従事者が作業を行う位置で，遮へい体を含む機器表面から 1m の位置）となるよう適切な遮へいを設ける。また，最寄りの評価点(No.70)における直接線・スカイシャイン線の評価結果は年間約 0.03mSv となる。

評価点	年間線量（mSv/年）
No.70	0.034
（参考）No.66	0.027
（参考）No.71	0.026

b. 通常運転時は，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室から遠隔での監視及び操作を可能とする。

c. 保守作業時の放射線業務従事者の被ばく低減のため，機器の洗浄が行える構成とする。

d. 増設多核種除去設備の運転操作等に係る放射線業務従事者以外の者が不要に近づくことがないよう，標識等を設ける。さらに，放射線レベルの高い区域は，標識を設け放射線業務従事者の被ばく低減を図る。

(2) 崩壊熱除去

a. 処理対象水に含まれる放射性物質の崩壊熱は，通水時は処理水とともに熱除去される。

b. 使用済みの吸着材あるいは沈殿処理生成物を収容する高性能容器の貯蔵時は，伝導，対流，輻射により熱除去される。最も発熱量の大きい収容物を貯蔵する場合においても，容器の健全性に影響を与えるものではない。（『2.16.1 多核種除去設備』添付資料－5 別添－１参照）

3. 可燃性ガスの滞留防止

a. 増設多核種除去設備では，水の放射線分解により発生する可能性のある可燃性ガスは，通水時は処理水とともに排出される。

b. 増設多核種除去設備の運転停止時は，満水状態であれば可燃性ガスの滞留の可能性はないが，念のため吸着塔のベント弁を開操作し，可燃性ガスの滞留を防止する。なお，増設多核種除去設備の建屋には，換気装置及び換気装置のための貫通箇所があり，可燃性ガスが滞留し難い構造となっている。

c. 使用済みの吸着材，沈殿処理生成物を収容する高性能容器は，発生する可燃性ガスの濃度が可燃限界を超えないようベント孔を設ける（『2.16.1 多核種除去設備』添付資料－5 参照）。高性能容器内の可燃性ガスの水素濃度を評価した結果，約 2.3%程度となり，可燃限界を超えることはない（別添－２）。

4. 環境条件を踏まえた対応

(1) 腐食

増設多核種除去設備は，汚染水処理設備の処理済水を処理することから塩化物イオン濃度が高く，また薬液注入によりｐＨが変動することから，耐腐食性を有する材料を選定する（別添－１）。

(2) 熱による劣化

熱による劣化が懸念されるポリエチレン管については，汚染水処理設備の処理済水の温度がほぼ常温のため，劣化の可能性は十分低い。

(3) 凍結

水を移送している過程では，凍結の恐れはない。水の移送を停止した場合，屋外に敷設されているポリエチレン管等は，凍結による破損が懸念される。そのため，屋外敷設のポリエチレン管等に保温材を取り付ける。また，建屋内の配管については，40A 以下の配管に対し，保温，ヒータを設置する。

今後，タンク増設に合わせて，追加で敷設する屋外移送配管については，凍結しない十分な厚さ（100A に対して 21.4㎜ 以上）を確保した保温材を取り付ける。なお，保温材は，高い気密性と断熱性を有する硬質ポリウレタン等を使用する。

保温材厚さの設定の際には，「建設設備の凍結防止（空気調和・衛生工学会）」に基づき，震災以降に凍結事象が発生した外気温-8℃，内部流体の初期温度 5℃，保温材厚さ 21.4㎜ の条件において，内部流体が 25％※凍結するまでに十分な時間（50 時間程度）があることを確認した。なお，震災以降の実測データから，外気温-8℃が半日程度継続することはない。

※「JIS A 9501 保温保冷工事施工標準」において管内水の凍結割合を 25%以下と推奨

(4) 耐放射線性

ポリエチレンは，集積線量が 2×10^5Gy に達すると，引張強度は低下しないが，破断時の伸びが減少する傾向を示す。ポリエチレン管の照射線量率を 1Gy/h と仮定すると，2×10^5Gy に到達する時間は 2×10^5 時間（22.8 年）と評価される。そのため，ポリエチレン管は数年程度の使用では放射線照射の影響を受けることはないと考えられる。

なお，系統バウンダリを構成するその他の部品には，ガスケット，グランドパッキンがあるが，他の汚染水処理設備等で使用実績のある材料を使用しており，数年程度の使用は問題ない。

(5) 紫外線

屋外に敷設されているポリエチレン管等は，紫外線による劣化を防止するため，紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材を取り付ける，もしくは，カーボンブラックを添加していない保温材を使用する場合は，カーボンブラックを添加した被覆材または紫外線による劣化のし難い材料である鋼板を取り付ける。

5. その他

(1) 処理済水の保管容量

多核種除去設備処理済水の保管容量は，半期毎に報告している「福島第一原子力発電所１～４号機における滞留水貯留タンク増設計画」（平成 26 年 4 月 4 日付）において，地下水流入低減対策（地下水バイパス実施，サブドレン汲み上げ等）の実施により，平成 27 年 3 月末時点で，多核種除去設備処理水保有量約 52 万 m^3 の想定に対し，多核種除去設備処理水貯槽容量を約 58 万 m^3 確保する計画としており，必要な保管容量を確保している。なお，必要に応じて多核種除去設備処理水貯槽の増設等を実施する。

(2) 高性能容器の発生量

増設多核種除去設備において，高性能容器（タイプ 2）は年間約 545 基（高性能容器（タイプ 1）は年間約 498 基）発生すると想定される（2016.1.1～2016.12.31 までの積算処理量及び高性能容器の発生量を基に処理量 750m^3/日×3 系列運転（稼働率 80%）における年間の高性能容器の発生数を評価）。

高性能容器（タイプ 1）は，使用済セシウム吸着塔一時保管施設のうち，第二施設（保管容量 736 基）に保管する。2017.8.30 現在，未使用の高性能容器（タイプ１）は 78 基あり，新たな製作予定はない。

高性能容器（タイプ 2）は，使用済セシウム吸着塔一時保管施設のうち，第二施設（保管容量 736 基）及び第三施設（保管容量 3,456 基）に保管する。

なお，必要に応じて使用済セシウム吸着塔一時保管施設を増設する。

(3) 増設多核種除去設備設置エリアにおける高性能容器の落下対策

高性能容器の落下試験で健全性が確認された範囲で取り扱うため，増設多核種除去設備設置エリアでは，以下の落下対策を実施する。

a. 傾斜落下防止架台

・ トレーラエリアに門型の傾斜落下防止架台を設け，移動ルートを制限することにより，傾斜落下の可能性を排除する。

b. クレーン上下方向，東西南北方向の移動制限

・ 高性能容器の落下試験で健全性が確認された落下高さ，落下姿勢で取扱うため，リミットスイッチによりクレーン上下方向の移動範囲，東西南北方向の移動範囲を制限する。（図３）

また，万一の高性能容器の落下破損時における漏えい物回収作業での放射線業務従事者の被ばく線量は，『2.16.1 多核種除去設備 添付資料－７　高性能容器落下破損時の漏えい物回収作業における被ばく線量評価』に示す通りである。また,増設多核種除去設備エリアから一時保管施設までの高性能容器の移送についても,多核種除去設備エリアにおける作業と同様の管理（トレーラ上に高性能容器を収容する遮へい体を設置することにより放射線業務従事者の被ばくを低減，遮へい体の固縛により高性能容器の車両上からの落下・転倒を防止等）を実施する。

6.　多核種除去設備において確認された不具合事象の対応

多核種除去設備でこれまでに確認された不具合事象の増設多核種除去設備への対応を以下に記す。また,多核種除去設備で今後発生する不具合についても,適宜対策を反映していく。

(1)　誤操作による連続処理停止事象

運転データ取得のため，運転操作員が監視制御画面（タッチパネル）を操作したところ，機器の「選択操作」を誤り設備が自動停止した。対策としてシングルアクションとなっていた「選択操作」をダブルアクションとなるようソフト変更を行っており，増設多核種除去設備においても同様に「選択操作」をダブルアクションとする設計とする。

(2)　バックパルスポットからの漏えい事象

バックパルスポットのシリンダシール部，軸シール部からの微小にじみによる炭酸塩の析出及び固着により，バックパルスポットの動作不良等が発生した。対策として軸シールの多重化等によるシール性を向上させた改良型バックパルスポットに交換しており，増設多核種除去設備においても同様に改良型バックパルスポットを採用する。

(3)　バッチ処理タンクからの漏えい事象

バッチ処理タンクからの漏えいが確認された原因は，当該材料であるSUS316L材のすき間腐食（生成した鉄沈殿物がタンク内に堆積・付着することによるすき間環境の形成及び薬液注入（次亜塩素酸）等による腐食環境の促進）と推定した。対策として次亜塩素酸の注入の停止，バッチ処理タンクへのゴムライニング施工及びすき間腐食の発生の可能性があるフランジに対しガスケット型犠牲陽極等を施工した。増設多核種除去設備では以下の対応を実施する。

・次亜塩素酸の注入の停止

・中性領域の機器は，ゴムライニングを施工

・アルカリ領域の機器は，SUS316L 材を採用するが，活性炭を収容する吸着塔は腐食電位の上昇が懸念されるため、吸着塔廻りのフランジにガスケット型犠牲陽極を施工

(4)　クロスフローフィルタからのスラリー透過事象

クロスフローフィルタ（以下，「CFF」という。）のガスケット（PTFE 製）がβ線照射により脆化し，逆洗時の圧力脈動等によって欠損・傷が発生したことで，ストロンチウムを含む炭酸塩スラリーが下流側へ流出し，出口水に高い放射能濃度が確認された。対策として当該ガスケットを耐放射線性に優れる合成ゴム（EPDM）へ変更した CFF へ交換しており，増設多核種除去設備においても，同様の対応を実施する。

また，多核種除去設備下流側まで高い放射能濃度の水が流出したことを受け，増設多核種除去設備では，以下の汚染拡大防止対策を図る（別添－３）。

・多核種移送設備（サンプルタンク，増設多核種除去設備用移送ポンプ）の導入
・サンプルタンクが万一汚染した場合の再処理ラインの設置
・当面の間，炭酸塩スラリーの透過がないことを，クロスフローフィルタ出口において Ca 濃度を測定することで確認

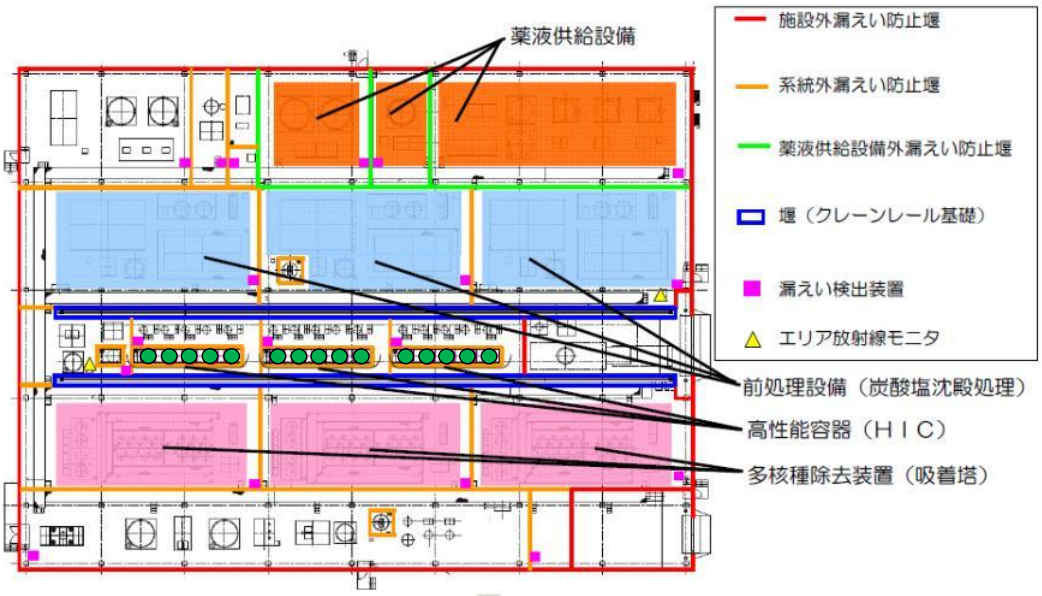


図１　堰及び漏えい検出装置

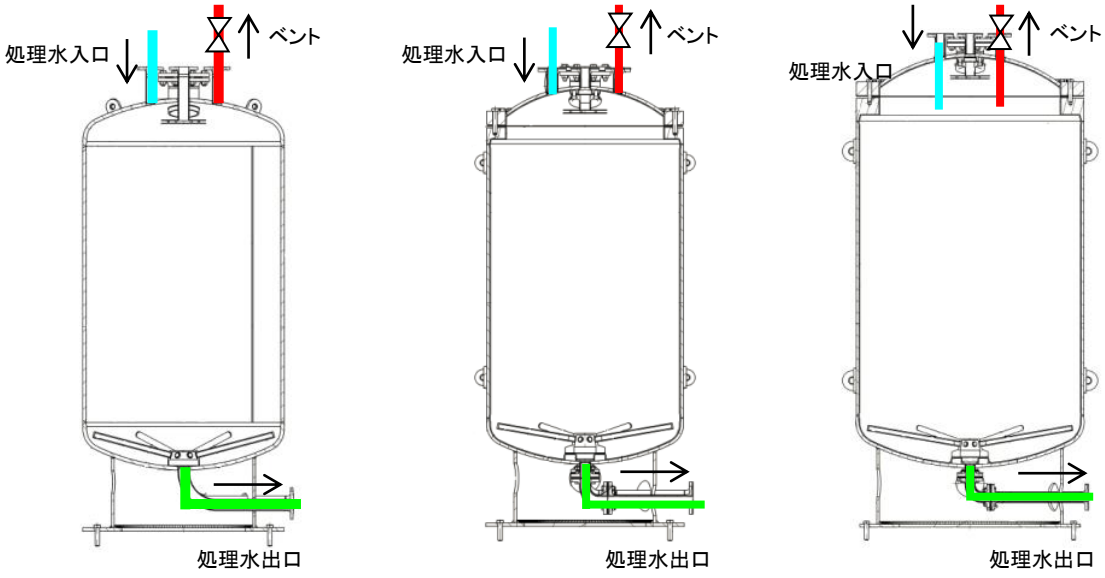


図２　吸着塔概要図

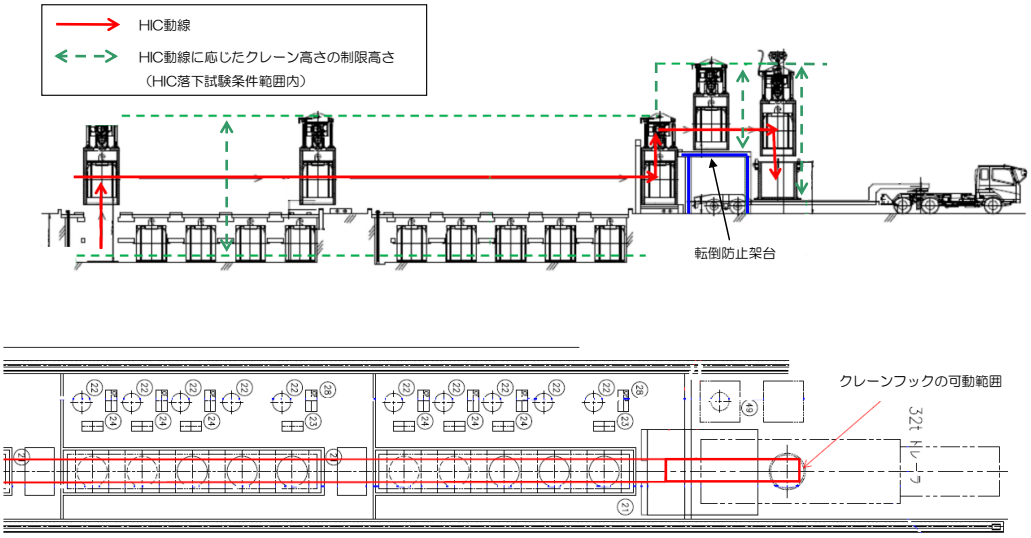


図３　増設多核種除去設備 HIC 用クレーンの動作概要図

別添－１

増設多核種除去設備に使用する材料の適合性評価

1. はじめに

増設多核種除去設備は，処理対象水（RO 濃縮塩水）の性状から，系統内の塩化物イオン濃度が高く，また，前処理設備等での薬液注入によりｐＨが変動する。そのため，増設多核種除去設備の使用環境における材料の適合性について評価を実施した。

2. 使用環境における材料の適合性について

増設多核種除去設備を構成する主な機器の材料選定理由を表 1 に示す。表 1 の材料のうち，SUS316L に対する耐食性について評価を行った。

表 1　増設多核種除去設備を構成する主な機器の使用材料と選定理由

機器	材料	選定理由
吸着塔	SUS316L 炭素鋼	処理対象水に海水由来の塩分が含まれており，腐食が懸念されることから，中性領域においてはゴムライニング付の炭素鋼を使用する。アルカリ性領域においては，中性領域よりも腐食の発生の可能性が低いことから，耐食性に優れる SUS316L を使用する。ただし，多核種除去設備において，活性炭を収容する吸着塔及び近傍のフランジ部に，微小なすき間腐食が確認された知見を踏まえ，当該箇所においてはガスケット型犠牲陽極を設置する。
高性能容器	ポリエチレン	収容するスラリー及び吸着材の脱水後の残水には，海水由来の塩分が含まれていることから，約 20 年の貯蔵期間を想定し，金属材料よりも耐食性に優れるポリエチレンを使用する。
タンク類	SUS316L 炭素鋼	処理対象水に海水由来の塩分が含まれており，腐食が懸念されることから，中性領域においてはゴムライニング付の炭素鋼を使用する。アルカリ性領域においては，中性領域よりも腐食の発生の可能性が低いことから，耐食性に優れる SUS316L を使用する。
配管 （鋼管）	SUS316L 炭素鋼	処理対象水に海水由来の塩分が含まれており，腐食が懸念されることから，中性領域においてはゴムライニング付の炭素鋼を使用する。アルカリ性領域においては，中性領域よりも腐食の発生の可能性が低いことから，耐食性に優れる SUS316L を使用する。
配管 (ポリエチレン管)	ポリエチレン	耐食性に優れることから，屋外配管に主に使用する。

2.1　ステンレス鋼（SUS316L）及び炭素鋼の耐食性について

炭素鋼は，ゴムライニング施工するため腐食の発生の可能性はない。

ステンレス鋼（SUS316L）の腐食モードを表 2 に示す。腐食モードに対する耐食性について，表 3 に示す使用範囲を考慮し評価を実施した。

表 2　使用材料における腐食モード

使用材料	腐食モード
ステンレス鋼 （SUS316L）	塩化物応力腐食割れ（SCC）
	すきま腐食
	孔食
	全面腐食

表 3　ステンレス鋼（SUS316L）を使用する範囲の環境

使用材料	使用範囲	塩化物イオン濃度[ppm]	常用温度[℃]	最大流速[m/s]	pH
ステンレス鋼（SUS316L）	前処理設備	13000	60	2.8	11.8～12.2
	多核種吸着塔 1～5 塔目	13000	40	1.5	11.8～12.2

a. ステンレス鋼の応力腐食割れ（SCC）

応力腐食割れ（SCC）の発生には，使用温度と塩化物イオン濃度が寄与する。塩化物イオン濃度が 10ppm を超える条件においては一般的に 316 系の SCC 発生限界温度は 100℃といった値がよく用いられており，使用温度 60℃，塩化物イオン濃度 13000ppm の使用環境では，塩化物応力腐食割れ（SCC）が発生する可能性は低いと考えられる。[1)]

1）化学工学協会編:“多管式ステンレス鋼熱交換器の応力腐食割れ,” 化学工業社（1984）.

b. ステンレス鋼のすきま腐食

すきま腐食の発生には，使用温度と塩化物イオン濃度等が寄与し，増設多核種除去設備の環境下では，すきま腐食が発生する可能性は否定できない。[1)]このため，すきま腐食が発生する可能性のある箇所についてガスケット型犠牲陽極を設置するとともに，定期的な点検・保守を行っていく。

c. ステンレス鋼の孔食

孔食の発生には，自然電位，使用温度，塩化物イオン濃度が寄与する。ステンレス鋼の自然電位は pH に依存し，pH が低いほど自然電位は高く孔食が発生する可能性が高く

なるが，増設多核種除去設備の環境下では，孔食が発生する可能性は低いと考えられる。[2) 3)]

d. ステンレス鋼の全面腐食

全面腐食の発生には，pH 及び流速が寄与する。pH11.8～12.2 の使用環境では不動態皮膜は安定である。また，最大流速 2.8m/s（9.2feet/s）では，全面腐食が進行する速度は小さいと考えられる。[4) 5)]

1) 宮坂松甫他，「ポンプの高信頼性と材料」，ターボ機械 第 36 巻 第 9 号，2008 年 9 月

2) M. Akashi, G. Nakayama, T. Fukuda: CORROSION/98 Conf., NACE International, Paper No. 158 (1998).

3) ステンレス協会編: “ステンレス鋼データブック,” 日刊工業新聞社，p. 270 (2000).

4) ステンレス協会編，ステンレス鋼便覧 第 3 版，日刊工業新聞社

5) 腐食防食協会編，腐食・防食ハンドブック，丸善

3. 腐食への対応方針

増設多核種除去設備で使用しているステンレス鋼（SUS316L）の腐食モードとして、すきま腐食が想定される。対応方針として，すきま腐食が発生する可能性のある箇所についてガスケット型犠牲陽極を設置するとともに，定期的な点検・保守を行っていく。

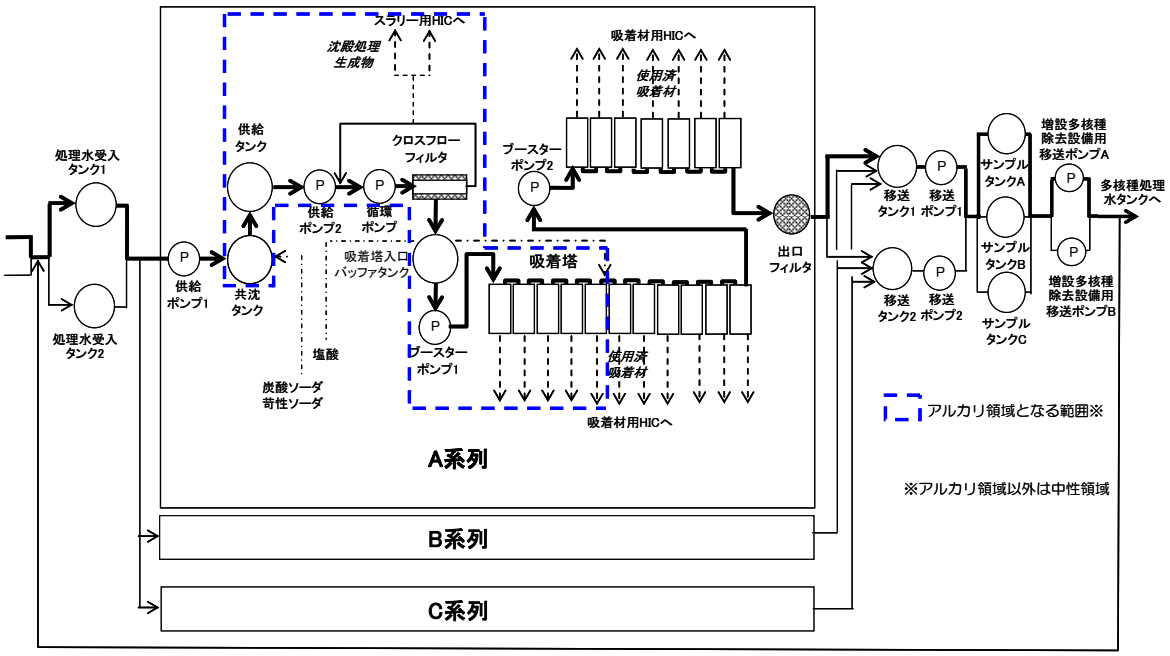


図１ 増設多核種除去設備における液性

以 上

別添－２

高性能容器の水素到達濃度評価

高性能容器に収容するスラリー及び吸着材のうち、容器内の水素到達濃度が最も高くなるスラリーを収容する高性能容器の評価結果を以下に示す。

1. 水素発生量評価

水素は、吸着した核種の崩壊エネルギーが容器内に残留する水に吸収され発生する。

水素発生速度H(mol/s)は次式により算出する。

$$H = G \times \alpha \times V \times 6.24 \times 10^{19} \times D \div A$$

H：水素発生速度

G：水が100eVのエネルギーを吸収した際に発生する水素分子の個数、0.45

α：含水率、1.0（スラリー）

V：ＨＩＣ内充填物体積、2.61m^3（高性能容器タイプ2）

D：吸収熱量、1.3E-05（W/cm^3）

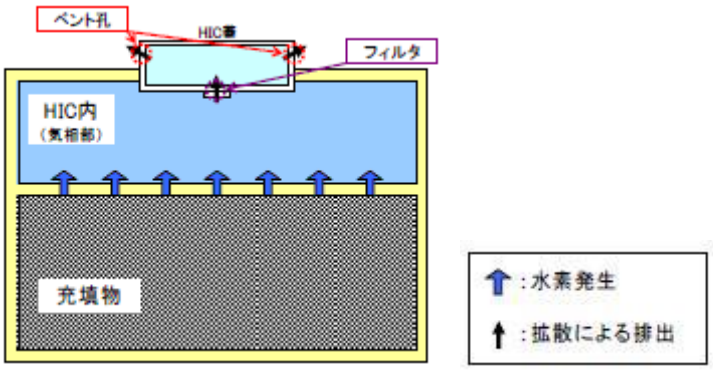
A：アボガドロ数（6.02×10^{23}個/mol）

2. 水素到達濃度評価

高性能容器内の水素到達濃度は、水素発生量と濃度勾配から生じる拡散による水素排出量を考慮し、以下の方法で評価する。

2.1 評価体系

評価体系を図１に示す。



2.2 高性能容器の拡散係数

ベント孔及びフィルタの拡散係数から、高性能容器の拡散係数を算出する。

$$D_{total} = \frac{1}{\frac{1}{D_{hole}} + \frac{1}{D_{filter}}}$$

D_{total}：高性能容器の拡散係数

D_{hole}：ベント孔の拡散係数、$m \times 8.36 \times 10^{-8}$($m^3/s$)、

m：ベント孔の個数、32（個）

D_{filter}：フィルタの拡散係数、$n \times 3.66 \times 10^{-7}$($m^3/s$)、n=13

n：フィルタの個数、13（個）

2.3　水素の到達濃度評価結果

高性能容器内の水素濃度 C_{HIC}[%]は以下の式から算出される。

$$C_{HIC} = 2.45 \times \frac{H}{D_{total}}$$

評価の結果、ＨＩＣ内の水素到達濃度は約 2.3%となり、可燃限界を下回る濃度となる。

以上

別添－３

増設多核種除去設備　汚染拡大防止対応状況について

1.　概要

多核種除去設備Ｂ系のクロスフローフィルタパッキン損傷に伴う炭酸塩スラリーの透過事象により、その下流の配管、多核種除去設備の処理済水を貯蔵するタンク等において、全β濃度の上昇を確認した。

また、上記事象により、汚染拡大防止の観点から、運転中のＡ／Ｃ系統の停止も余儀なくされた（その後、Ａ／Ｃ系統は健全であることが確認されたことから、汚染された系統の洗浄のため再起動を実施）。

そのため、増設多核種除去設備においては、当該事象を踏まえ、以下の対策を追加で実施することにより、上記と同様な事象発生時の汚染拡大を防止するとともに、健全な系統による浄化が可能な構成とする。

- 多核種移送設備（サンプルタンク、増設多核種除去設備用移送ポンプ）の導入
- サンプルタンクが万一汚染した場合の再処理ラインの設置

また、当面の間、クロスフローフィルタ出口においてＣａ濃度測定を実施し、炭酸塩スラリーの透過がないことを確認する。

2.　多核種移送設備、再処理ライン等の設置

増設多核種除去設備の処理済水は当初、移送ポンプから処理済水を貯蔵するタンク（多核種処理水貯槽）へ直接移送する計画でいたが、多核種除去設備で発生した貯蔵タンク等の汚染を踏まえ、サンプルタンク、増設多核種除去設備用移送ポンプを設置する。

また、増設多核種除去設備用移送ポンプの下流から増設多核種除去設備の処理水受入タンクへの戻りラインを設置し、万一サンプルタンクまで汚染した場合は、当該汚染水を再処理する。

当該のライン設置により、損傷系統以外の系統は上記の汚染水の再処理を含めて運転継続することが可能となる。

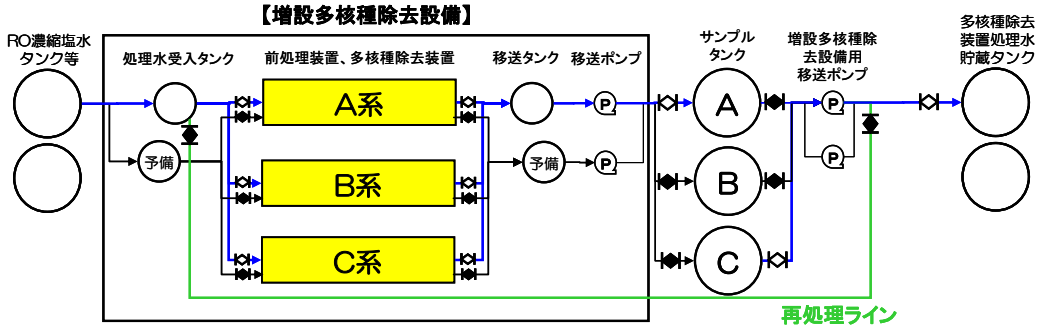


図１　多核種移送設備、再処理ライン等の概要

3.　汚染発生時の対応の流れ

【評価条件】

- 運転系統：A～C 系の 3 系列運転
- サンプルタンクは A が受入れ中、C が払い出し中
- サンプルタンク A の分析にて汚染を確認。調査の結果、A 系が損傷したことを確認

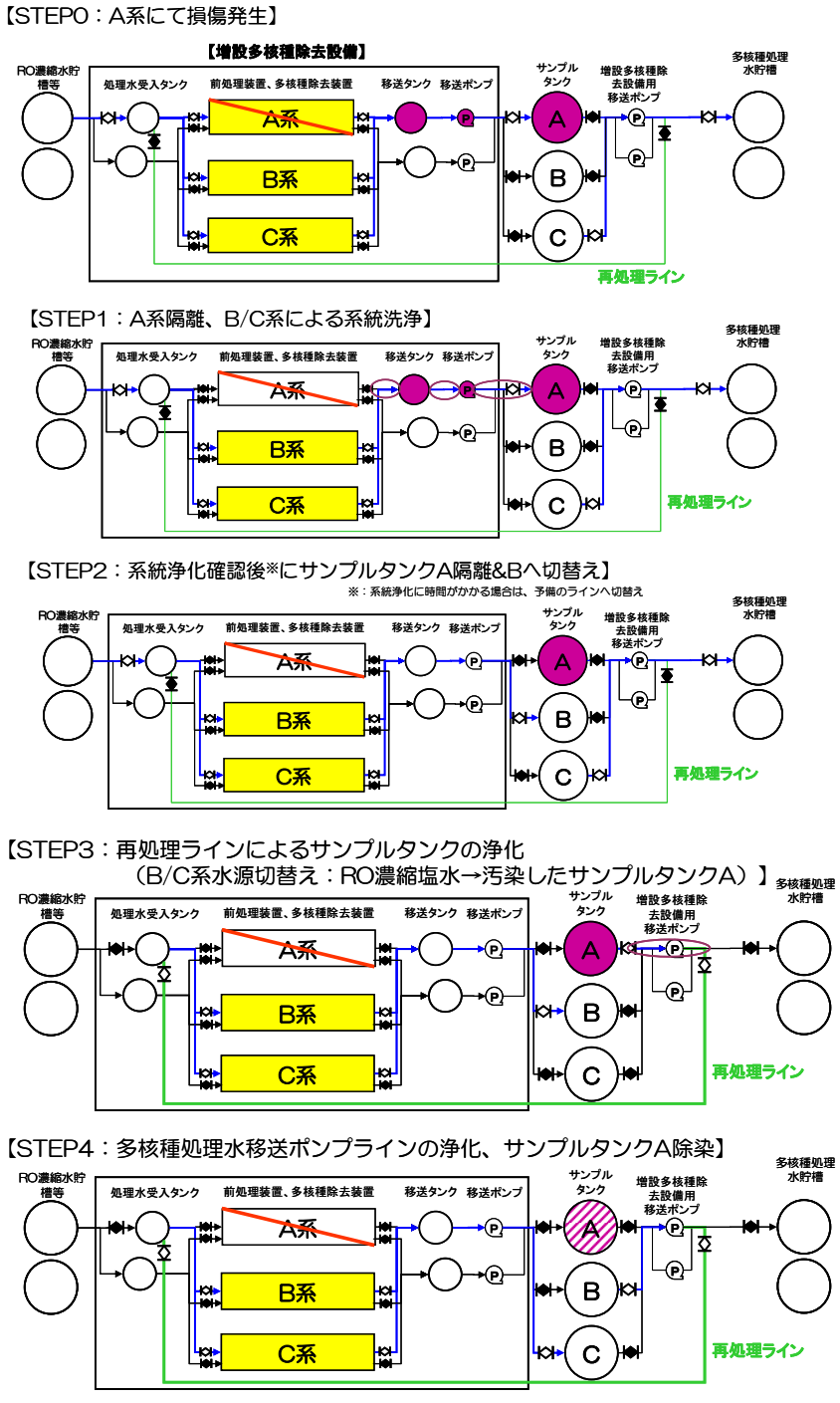


図 2　汚染発生時の対応ステップ（1／2）

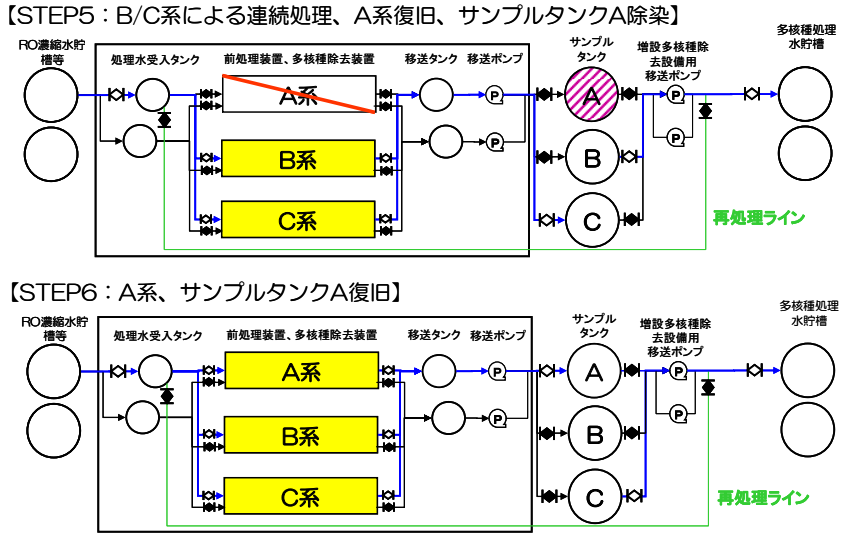


図２　汚染発生時の対応ステップ（２／２）

4.　その他（βモニタの概要）

- 更なる信頼性向上の観点からβモニタを設置する。
- 運用としては、多核種除去設備からサンプルタンクへの移送ラインより処理水を抜き出し、モニタリングする。モニタリング後の水は、処理水移送タンクへ移送する。
- 万一、βモニタで汚染が確認された場合、系統毎のラインに切替え、損傷発生系統を特定することができるライン構成となっている。

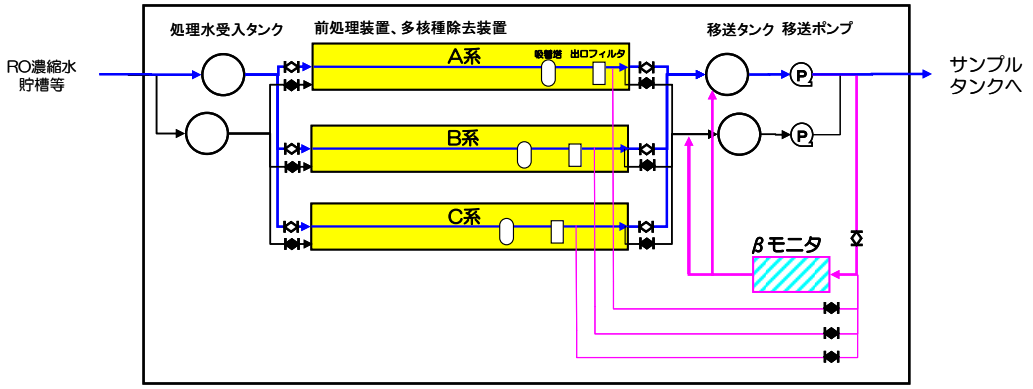


図３　βモニタシステムの概要

以上

別添－４

処理済水による炭酸ソーダ生成・供給に係る機器の具体的な安全確保策

処理済水による炭酸ソーダ生成・供給に係る下記の機器の具体的な安全確保策を以下の通り定め，実施する。なお，下記の機器については「添付－７　増設多核種除去設備の具体的な安全確保策」の対象範囲外とする。

a. 炭酸ソーダ溶解槽
b. 炭酸ソーダ貯槽
c. 炭酸ソーダ溶解槽移送ポンプ
d. 炭酸ソーダ貯槽１供給ポンプ
e. 主要配管
・移送ポンプ出口分岐部から炭酸ソーダ溶解槽まで
（鋼管）
・炭酸ソーダ溶解槽から炭酸ソーダ貯槽まで
（鋼管），（耐圧ホース）
・炭酸ソーダ貯槽から共沈タンクまで
（鋼管），（耐圧ホース）
・炭酸ソーダ貯槽から多核種除去設備建屋入口まで
（鋼管），（耐圧ホース），（ポリエチレン管）

1. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

(1)　漏えい発生防止

a.　腐食による漏えい発生防止のため，液性等に応じて，炭素鋼（内面ライニング），ステンレス鋼等を採用する。（別添－１）

b.　タンクには水位検出器を設け，オーバーフローを防止するため，インターロックの作動によりポンプを停止する設計とする。

c.　鋼材の継手部は，可能な限り溶接構造とする。ポリエチレンの継手部は，可能な限り融着構造とする。また，漏えい堰等が設置されない移送配管等で継手部がフランジ構造となる場合には，シール材又は発泡剤の充填を実施し漏えい防止カバーを設置する。

d.　ポンプは，軸封部が無く軸封部があるポンプと比較して漏えいリスクの低いダイヤフラムポンプ及びキャンドポンプを採用する。

(2)　漏えい検知・漏えい拡大防止

a.　スキッド毎に漏えいパン及び漏えい検知器を設け，漏えいを早期に検知する。また，漏えいの拡大を防止する堰及び床面に漏えい検知器を設ける。

b. 漏えいを検知した場合には，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室に警報を発し，運転操作員によりカメラ，流量等の運転監視パラメータ等の状況を確認し，適切な対応を図る。

c. 漏えい水のコンクリートへの浸透を防止するため，設置エリアには床塗装を実施する。

d. ポリエチレン管とポリエチレン管の接合部は漏えい発生を防止するため融着構造とすることを基本とし，ポリエチレン管と鋼管の取合い等でフランジ接続となる箇所については養生を行い，漏えい拡大防止を図る。

・移送配管から漏えいが確認された場合は，ポンプを停止し，系統の隔離及び土嚢の設置等により漏えいの拡大防止を図る。

・移送配管は，使用開始までに漏えい確認等を実施し，施工不良等による大規模な漏えいの発生を防止する。

・建屋内の移送配管において漏えい検知器が設置されていない箇所に敷設する場合は，漏えいした水を漏えい検知器が設置されている箇所に導くために配管下部に受けを設置する。

2. 放射線遮へい・崩壊熱除去

(1) 放射線遮へい（被ばくに対する考慮）

a. 機器からの放射線による雰囲気の線量当量率が 0.1mSv/h 以下（放射線業務従事者が作業を行う位置で，遮へい体を含む機器表面から 1m の位置）となるよう適切な遮へいを設ける。

b. 通常運転時は，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室から遠隔での監視及び操作を可能とする。

c. 保守作業時の放射線業務従事者の被ばく低減のため，機器の洗浄が行える構成とする。

(2) 崩壊熱除去

処理対象水に含まれる放射性物質の崩壊熱は，通水時は処理水とともに熱除去される。

3. 可燃性ガスの滞留防止

水の放射線分解により発生する可能性のある可燃性ガスは，通水時は処理水とともに排出される。

4. 環境条件を踏まえた対応

(1) 腐食

汚染水処理設備の処理済水を処理することから塩化物イオン濃度が高く，また薬液注入によりｐＨが変動することから，耐腐食性を有する材料を選定する（別添－１）。

(2) 凍結

水を移送している過程では，凍結の恐れはない。水の移送を停止した場合，凍結による破損が懸念される 40A 以下の配管に対し，保温材もしくはヒータを設置する。屋外に敷設されているポリエチレン管は，水の移送を停止した場合に凍結による破損が懸念されるため，凍結しない十分な厚さを確保した保温材を取り付ける。なお，保温材は，高い気密性と断熱性を有する硬質ポリウレタン等を使用する。

保温材厚さの設定の際には，「建設設備の凍結防止（空気調和・衛生工学会）」に基づき，震災以降に凍結事象が発生した外気温-8℃，内部流体の初期温度 5℃，保温材厚さ 21.4㎜の条件において，内部流体が 25%※凍結するまでに十分な時間（50 時間程度）があることを確認した。なお，震災以降の実測データから，外気温-8℃が半日程度継続することはない。

※「JIS A 9501 保温保冷工事施工標準」において管内水の凍結割合を 25%以下と推奨

(3) 耐放射線性

ポリエチレンは，集積線量が 2×10^5Gy に達すると，引張強度は低下しないが，破断時の伸びが減少する傾向を示す。ポリエチレン管の照射線量率を 1Gy/h と仮定すると，2×10^5Gy に到達する時間は 2×10^5 時間（22.8 年）と評価される。そのため，ポリエチレン管は数年程度の使用では放射線照射の影響を受けることはないと考えられる。

系統バウンダリを構成するガスケット，グランドパッキンについては，他の汚染水処理設備で使用実績のある材料を使用しており，数年程度の使用は問題ない。

(4) 熱による劣化

熱による劣化が懸念されるポリエチレン管については，処理済水による炭酸ソーダ生成・供給に係る機器で扱う水の温度がほぼ常温のため，劣化の可能性は十分低い。

(5) 紫外線

屋外に敷設されているポリエチレン管は，紫外線による劣化を防止するため，紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材を取り付ける，もしくは，カーボンブラックを添加していない保温材を使用する場合は，カーボンブラックを添加した被覆材または紫外線による劣化のし難い材料である鋼板を取り付ける。

5. 規格・基準等

「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」，日本産業規格（JIS 規格），ISO 規格を準拠する。

6. 耐震性及び構造強度

(1) 耐震性

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の B クラスに相当する設備と位置付ける。機器及び鋼管の耐震性を評価するにあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」等に準拠する。評価の結果，各機器について算出応力に対し十分な強度を有することを確認した。また，鋼管については，定ピッチスパン法に基づき定められた間隔で支持することにより，地震応力が過大とならないようにする。

耐震性評価は，「添付資料－３　増設多核種除去設備の耐震性に関する計算書」参照。

なお，ポリエチレン管，耐圧ホースについては，材料の可撓性により耐震性を確保する。

(2) 構造強度

「JSME S NC-1 電用原子力設備規格　設計・建設規格」に準拠し設計する。評価の結果，各機器について必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有することを確認した。

構造強度評価は，「添付資料－４　増設多核種除去設備の強度に関する計算書」を参照。

なお，ポリエチレン管は ISO 規格，または，JIS に準拠し，耐圧ホースは，流体・圧力・温度条件に合致した十分実績のあるものを採用することで、必要な強度を確保するものとする。

以上

増設多核種除去設備に係る確認事項

増設多核種除去設備に係る主要な確認事項を表－１～１２に示す。

表－１　確認事項（処理水受入タンク，共沈タンク，供給タンク，吸着塔入口バッファタンク，移送タンク，反応／凝集槽，沈殿槽，上澄み水タンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおりに据付られていることを確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－２　確認事項（サンプルタンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおりに据付られており、タンク基礎の不陸について確認する。また、支持力試験にて、タンク基礎の地盤支持力を確認する。	実施計画のとおり施工・据付されており、タンク基礎の不陸に異常がないこと。また、必要な支持力を有していること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。
性能	監視確認	水位計について、免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室にタンク水位が表示できることを確認する。	免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室にタンク水位が表示できること。
	寸法確認	基礎外周堰の高さを確認する。	必要容量に相当する高さがあること。
	外観確認	基礎外周堰の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。

表－３　確認事項（吸着塔）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－４　確認事項（供給ポンプ１，２，循環ポンプ，
ブースターポンプ１，２，移送ポンプ，増設多核種除去設備用移送ポンプ，
スラリー循環ポンプ，上澄み水ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認	運転圧力で耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また，異音，異臭，異常振動等がないこと。

表－５　確認事項（その他機器（出口フィルタ，クロスフローフィルタ））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観について記録にて確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧 漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

表－６　確認事項（主配管（鋼管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について，材料証明書または納品書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，材料証明書または納品書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，立会いまたは記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が図面のとおり据付ていることを立会いまたは記録により確認する。	図面のとおり施工･据付ていること。
	耐圧・漏えい確認 注１	①：最高使用圧力の 1.5 倍で一定時間保持後，同圧力に耐えていること，また，耐圧部からの漏えいがないことを立会いまたは記録により確認する。	最高使用圧力の 1.5 倍に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。
		②：運転圧力で耐圧部からの漏えいのないことを立会いまたは記録により確認する。※１	耐圧部から漏えいがないこと。
機能・性能	通水確認	通水ができることを立会いまたは記録により確認する。	通水ができること。

※１：運転圧力による耐圧部の漏えい検査が実施できない配管フランジ部については，トルク確認等の代替検査を実施する。

注１：耐圧漏えい確認は，①②のいずれかとする。

表－７　確認事項（主配管（ポリエチレン管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した材料について，製品検査成績書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について，製品検査成績書により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観について，立会いまたは記録により確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が図面のとおりに据付ていることを立会いまたは記録により確認する。	図面のとおり施工･据付ていること。
	耐圧・漏えい確認 注１	①：最高使用圧力以上で一定時間保持後，同圧力に耐えていること，また，耐圧部からの漏えいがないことを立会いまたは記録により確認する。	最高使用圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。
		②：気圧により，耐圧部からの漏えいのないことを立会いまたは記録で確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
		③：運転圧力で耐圧部からの漏えいがないことを立会いまたは記録で確認する。	
機能・性能	通水確認	通水ができることを立会いまたは記録により確認する。	通水ができること。

注１：耐圧漏えい確認は，①②③のいずれかとする。

表－８　確認事項（主配管（耐圧ホース））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録により確認する。 耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から漏えいがないこと。
機能・性能	通水確認	通水ができることを確認する。	通水ができること。

表－９　確認事項（漏えい検出装置及び警報装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	装置の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
機能	漏えい警報確認	設定通りに警報が作動することを確認する。	漏えいを検知し，警報が作動すること。設定通りに、警報が作動すること。

表－１０　確認事項（エリア放射線モニタ）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
監視	構造確認	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
	機能確認	警報確認	設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
	性能確認	線源校正確認	標準線源を用いて線量当量率を測定し，各検出器の校正が正しいことを確認する。	基準線量当量率に対する正味線量当量が，許容範囲以内であること。
		校正確認	モニタ内のテスト信号発生部により，各校正点の基準入力を与え、その時のデータ収集装置の指示値が正しいことを確認する。	各指示値が許容範囲以内に入っていること。

表－１１　確認事項（基礎）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	材料確認	構造体コンクリートの圧縮強度を確認する。	構造体コンクリート強度が,実施計画に記載されている設計基準強度に対して，JASS 5 の基準を満足すること。
		鉄筋の材質，強度，化学成分を確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
	寸法確認	構造体コンクリート部材の断面寸法を確認する。	構造体コンクリート部材の断面寸法が,実施計画に記載されている寸法に対して，JASS 5 の基準を満足すること。
	据付確認	鉄筋の径，間隔を確認する。	鉄筋の径が実施計画に記載されている通りであること。鉄筋の間隔が実施計画に記載されているピッチにほぼ均等に分布していること。

表－１２　確認事項（堰その他の設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
漏えい防止	材料確認	実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	堰その他の設備の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工･据付されていること。

表－１３　確認事項（増設多核種除去設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能確認	実施計画に記載の容量が通水可能であることを確認する。	実施計画に記載した容量を通水することが可能であり、設備からの異音，異臭，振動等の異常がないこと。
	除去性能	処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）について，除去対象とする 62 核種の放射能濃度を確認する。	『東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度未満であること。

増設多核種除去設備の溶接部に係る主要な確認事項を表－１４～１７に示す。

表－１４　確認事項（タンク、吸着塔、主配管の溶接検査）

確認事項	確認項目	対象設備	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①処理水受入タンク ②共沈タンク ③供給タンク ④吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ ⑤吸着塔 ⑥処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管	溶接に使用する材料が、溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合することを確認する。	溶接に使用する材料が、溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものであること。
		⑦処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm を超える主配管 ⑧反応／凝集槽 ⑨沈殿槽 ⑩上澄み水タンク	材料が溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合することを確認する。	材料が溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものであること。
	開先検査	①処理水受入タンク ②共沈タンク ③供給タンク ④吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ ⑤吸着塔 ⑥処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ⑦処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm を超える主配管 ⑧反応／凝集槽 ⑨沈殿槽 ⑩上澄み水タンク	開先形状等が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	開先形状等が溶接規格等に適合するものであること。

	溶接作業検査	①処理水受入タンク ②共沈タンク ③供給タンク ④吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ ⑤吸着塔 ⑥処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ⑦処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm を超える主配管 ⑧反応／凝集槽 ⑨沈殿槽 ⑩上澄み水タンク	あらかじめ確認された溶接施工法又は実績のある溶接施工法又は管理されたプロセスを有する溶接施工法であることを確認する。あらかじめ確認された溶接士により溶接が行われていることを確認する。	あらかじめ確認された溶接施工法および溶接士により溶接施工をしていること。
	非破壊試験	①処理水受入タンク ②共沈タンク ③供給タンク ④吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ ⑤吸着塔 ⑥処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであること。
		⑦処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm を超える主配管 ⑧反応／凝集槽 ⑨沈殿槽 ⑩上澄み水タンク	溶接部について非破壊検査を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接部について非破壊検査を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであること。

	機械試験	⑤吸着塔	溶接部を代表する試験片にて機械試験を行い、当該試験片の機械的性質が溶接規格等に適合しているものであることを確認する。	溶接部を代表する試験片にて機械試験を行い、当該試験片の機械的性質が溶接規格等に適合しているものであること。
	耐圧・ 漏えい検査 外観検査	①処理水受入タンク ②共沈タンク ③供給タンク ④吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ ⑤吸着塔 ⑥処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを確認する。	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと及び外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと。
	耐圧・ 漏えい検査	⑦処理水受入タンク～吸着塔までの外径 61mm を超える主配管 ⑧反応／凝集槽 ⑨沈殿槽 ⑩上澄み水タンク	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていることを確認する。耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること。耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいがないこと。
	外観検査		耐圧・漏えい検査後外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないことを確認する。	外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと。

表－１５　確認事項（タンクの汚染水入口ノズルと天板の溶接部）

確認事項	確認項目	対象設備	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①処理水受入タンク 1 ②処理水受入タンク 2 ③吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ	溶接に使用する材料が、溶接検査申請書に記載したものであり、溶接施工法の母材の区分に準拠することを記録で確認する。	溶接に使用する材料が、溶接規格等に準拠するものであり、溶接施工法の母材の区分に準拠するものであること。
	開先検査	① 処理水受入タンク 1 ② 処理水受入タンク 2 ③ 吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ	溶接検査申請書に記載した開先形状等であることを記録で確認する。	開先形状等が溶接規格等に準拠するものであること。
	溶接作業検査	①処理水受入タンク 1 ②処理水受入タンク 2 ③吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ	溶接検査申請書に記載した溶接施工法であり、実績のある溶接施工法又は管理されたプロセスを有する溶接施工法であることを確認する。あらかじめ確認された溶接士により溶接が行われていることを記録で確認する。	溶接検査申請書に記載した溶接施工法および溶接士により溶接施工されていること。
	非破壊試験	①処理水受入タンク 1 ②処理水受入タンク 2 ③吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に準拠するものであることを記録で確認する。	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に準拠するものであること。

	耐圧・ 漏えい検査 外観検査	①処理水受入タンク 1 ③吸着塔入口ﾊﾞｯﾌｧﾀﾝｸ	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを記録で確認する。	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと及び外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと
		②処理水受入タンク 2		

表－１６　確認事項（海外製品溶接検査）

確認事項	確認項目	対象設備	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①クロスフローフィルタ	使用する材料が、EN 規格等に準拠するものであることを記録で確認する。	使用する材料が、EN 規格等に準拠するものであること。
	開先検査	①クロスフローフィルタ	開先形状が EN 規格等に準拠していることを製作図等で確認する。	EN 規格等に準拠していること。
	溶接作業検査	①クロスフローフィルタ	EN 規格に定められた溶接施工法及び溶接士の資格を有していることを記録で確認する。	EN 規格に基づく、溶接施工法及び溶接士により溶接施工されていること。
	非破壊試験	①クロスフローフィルタ	長手溶接部について非破壊検査（放射線透過試験）を行い、その試験方法及び結果が CODETI2006 等に適合するものであることを記録で確認する。	長手溶接部について、非破壊検査（放射線透過試験）を行い、試験方法及び結果が CODETI2006 等に適合するものであること。

	耐圧・漏えい検査	①クロスフローフィルタ	CODAP2005 等に基づき、検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを記録で確認する。	CODAP2005 等に基づく検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと。
	外観検査	①クロスフローフィルタ	本体の外観及び溶接部の施工状況等を確認する。	外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと。また、溶接部の溶接施工状況に異常がないこと。

表－１７　確認事項（クロスフローフィルタ接続管の溶接部）

確認事項	確認項目	対象設備	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①クロスフローフィルタ接続管	溶接に使用する材料が、溶接検査申請書に記載したものであることを記録で確認する。	溶接に使用する材料が、溶接規格等に準拠するものであること。
	開先検査	①クロスフローフィルタ接続管	溶接検査申請書に記載した開先形状であることを記録で確認する。	開先形状等が溶接規格等に準拠するものであること。
	溶接作業検査	①クロスフローフィルタ接続管	溶接検査申請書に記載した溶接施工法であり､管理されたプロセスを有する溶接施工法及び溶接士により溶接が行われていることを記録で確認する。	溶接検査申請書に記載した溶接施工法および溶接士（JIS や高圧ガス保安協会基準等）により溶接施工されていること

	非破壊試験	①クロスフローフィルタ接続管	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に準拠するものであることを記録で確認する。	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に準拠するものであること。
	耐圧・漏えい検査 外観検査	①クロスフローフィルタ接続管	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを確認する。また、溶接部の施工状況等を確認する。	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと及び外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと。また、溶接部の溶接施工状況に異常がないこと。

増設多核種除去設備の薬品供給設備に係る主要な確認事項を表－１８～２３に示す。

表－１８　確認事項　（炭酸ソーダ溶解槽，炭酸ソーダ貯槽）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について，材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について，記録または材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおりに据付られていることを確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	①確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無を記録で確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。
		②運用水位以上で，一定時間保持後，確認圧力に耐えること，また漏えいがないことを記録により確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また、耐圧部から漏えいがないこと。

注１：①②は，いずれかとする。

表－１９　確認事項（炭酸ソーダ溶解槽移送ポンプ、炭酸ソーダ貯槽１供給ポンプ，炭酸ソーダ貯槽２移送ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認	運転圧力（ポンプ実施計画記載容量時）で耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また，異音，異常振動等がないこと。

表－２０　確認事項（主配管（鋼管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径，厚さについて記録または材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	①最高使用圧力以上の圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	最高使用圧力以上の圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。
		②運転圧力（ポンプ実施計画記載容量時）で耐圧部からの漏えいのないことを記録等により確認する。	耐圧部から漏えいがないこと。

注１：①②は，いずれかとする。

表－２１　確認事項（耐圧ホース）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について検査成績書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について検査成績書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力以上の圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	最高使用圧力以上の圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。

表－２２　確認事項（薬品供給設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能確認	系統通水が可能であることを確認する。	通水可能であること。

表－２３　確認事項（主配管（ポリエチレン管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径，厚さについて記録または材料証明書等を確認する。	実施計画のとおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力以上の圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無を記録で確認する。	最高使用圧力以上の圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。また，耐圧部から漏えいがないこと。

2.16.3　高性能多核種除去設備

2.16.3.1　基本設計

2.16.3.1.1　設置の目的

高性能多核種除去設備は，『2.5 汚染水処理設備等』で処理した液体状の放射性物質の処理を早期に完了させる目的から設置するものとし，汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性物質（トリチウムを除く）を十分低い濃度になるまで除去することを計画している。（以下，「本格運転」という。）

本格運転では，処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下，「告示濃度限度」という。）を下回る濃度まで低減することを目的としている。このことから，高性能多核種除去設備の性能について，確認試験を確認する試験（以下，「確認試験」という。）を行うとともに，目的としている性能が十分に確認できない場合は，必要に応じて対策を講じる。また，確認試験に使用する設備の仕様は本格運転と同じとする。

2.16.3.1.2　要求される機能

『2.16.1 多核種除去設備 2.16.1.1.2「要求される機能」』に同じ。

2.16.3.1.3　設計方針

(1)　放射性物質の濃度及び量の低減

高性能多核種除去設備は，汚染水処理設備で処理した水を，ろ過，イオン交換等により周辺環境に対して，放射性物質の濃度及び量を合理的に達成できる限り低くする設計とする。

(2)　処理能力

高性能多核種除去設備は，滞留水の発生原因となっている雨水，地下水の建屋への流入量を上回る処理容量とする。

(3)　材料

高性能多核種除去設備の機器等は，処理対象水の性状を考慮し，適切な材料を用いた設計とする。

(4)　放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

高性能多核種除去設備の機器等は，液体状の放射性物質の漏えい防止及び敷地外への管理されない放出を防止するため，次の各項を考慮した設計とする。

a.　漏えいの発生を防止するため，機器等には適切な材料を使用するとともに，タンク水

位の検出器，インターロック回路等を設ける。

b. 液体状の放射性物質が漏えいした場合は，漏えいの早期検出を可能にするとともに，漏えい液体の除去を容易に行えるようにする。

c. タンク水位，漏えい検知等の警報については，免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室等に表示し，異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにし，これを監視できるようにする。

d. 高性能多核種除去設備の機器等は，可能な限り周辺に堰を設けた区画内に設け，漏えいの拡大を防止する。また，処理対象水の移送配管類は，万一，漏えいしても排水路を通じて環境に放出することがないように，排水路から可能な限り離隔するとともに，排水路を跨ぐ箇所はボックス鋼内等に配管を敷設する。さらに，ボックス鋼端部から排水路に漏えい水が直接流入しないように土のうを設ける。

(5) 被ばく低減

高性能多核種除去設備は，遮へい，機器の配置等により可能な限り被ばくの低減を考慮した設計とする。

(6) 可燃性ガスの管理

高性能多核種除去設備は，水の放射線分解により発生する可燃性ガスを適切に排出できる設計とする。また，排出する可燃性ガスに放射性物質が含まれる可能性がある場合には，適切に除去する設計とする。

(7) 健全性に対する考慮

放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設は，機器の重要度に応じた有効な保全が可能な設計とする。

2.16.3.1.4 供用期間中に確認する項目

『2.16.1 多核種除去設備 2.16.1.1.4「供用期間中に確認する項目」』に同じ。

2.16.3.1.5 主要な機器

高性能多核種除去設備は，１系列構成とし，前処理設備と多核種除去装置で構成する。さらに共通設備として，多核種除去装置へ薬品を供給する薬品供給設備，処理済水のサンプリング，多核種処理水タンクへ移送する多核種移送設備，高性能多核種除去設備の運転監視を行う監視制御装置，電源を供給する電源設備等で構成する。

本設備は，処理水の水質等に応じて，フィルタ，吸着塔の通水順序を弁の切替え操作により変更できる構成とする。また，装置の処理能力を確認するための試料採取が可能な構成とする。

高性能多核種除去設備の除去対象とする核種は『2.16.1 多核種除去設備　添付資料－６』と同じとする。

高性能多核種除去設備の主要な機器は，免震重要棟集中監視室またはシールド中央制御室の監視・制御装置により遠隔操作及び運転状況の監視を行う。更に，特に重要な装置の緊急停止操作についてはダブルアクションを要する等の設計とする。また，高性能多核種除去設備の設置エリアには，エリア放射線モニタを設置し，放射線レベルを監視する。

高性能多核種除去設備で処理された水は，処理済水貯留用のタンクで貯留する。

(1)　前処理設備

前処理設備は，８塔の前処理フィルタで構成する。

前処理フィルタは，前処理フィルタ１によって浮遊物質を除去し，前処理フィルタ２～４によってセシウム，ストロンチウムを粗取りする。また，前処理フィルタは，除去対象核種に応じて入れ替え可能な設計とする。

前処理フィルタは，一定量処理後，水抜きを行い，交換する。また，抜いた水は供給タンクへ移送する。使用済みフィルタは容器に収納し，瓦礫類の一時保管エリアで貯蔵する。

(2)　多核種除去装置

多核種除去装置は，２０塔の吸着塔で構成する。

多核種除去装置は，除去対象核種に応じて吸着塔に収容する吸着材の種類が異なっており，処理対象水に含まれるコロイド状及びイオン状の放射性物質を分離・吸着処理する機能を有する。また，吸着塔に収容する吸着材の構成は，処理対象水の性状に応じて変更する。

吸着塔に含まれる吸着材は，所定の容量を通水した後，吸着塔ごと交換する。使用済吸着塔は，使用済セシウム吸着塔一時保管施設あるいは大型廃棄物保管庫で貯蔵する。

(3)　薬品供給設備

薬品供給設備は，各添加薬液に対してそれぞれタンクを有し，pH 調整のため，ポンプにより薬品を多核種除去装置へ供給する。添加する薬品は，苛性ソーダ，塩酸である。

なお，使用する薬品は，何れも不燃性であり，装置内での反応熱，反応ガスも有意には発生しない。

(4) 多核種移送設備

多核種移送設備は，高性能多核種除去設備で処理された水を採取し，分析後の水を処理済水貯留用のタンクに移送するための設備で，サンプルタンク，高性能多核種除去設備用移送ポンプおよび移送配管等で構成する。なお，高性能多核種除去設備で処理され

た水は，サンプルタンクをバイパスして処理済水貯留用のタンクに移送することも可能な構成となっている。

また，サンプルタンクは，『2.16.1　多核種除去設備』で処理された水を受け入れることも可能な構成とする。

(5)　電源設備

電源は，異なる２系統の所内高圧母線から受電できる構成とする。なお，電源が喪失した場合でも，設備からの外部への漏えいは発生することはない。

(6)　橋形クレーン

吸着塔及び前処理フィルタを取り扱うための橋形クレーンを設ける。

(7)　高性能多核種除去設備基礎

高性能多核種除去設備基礎は，平面が約３６ｍ（南北方向）×約６５ｍ（東西方向），厚さ約１．５ｍの鉄筋コンクリート造で，改良地盤を介して段丘堆積層に直接支持されている。

なお，上屋は，地上高さが約１８ｍの鉄骨造で，構造上，基礎で上屋の荷重を負担する構造となっている。

2.16.3.1.6　自然災害対策等

(1)　津波

高性能多核種除去設備は，アウターライズ津波が到達しないと考えられるT.P.約28m以上の場所に設置する。（Ⅲ.3.1.3参照）

(2)　台風

台風による設備の損傷を防止するため，建屋は建築基準法施行令に基づく風荷重に対して設計する。

(3)　積雪

積雪による設備の損傷を防止するため，建屋は建築基準法施行令および福島県建築基準法施行規則細則に基づく積雪荷重に対して設計する。

(4)　落雷

接地網を設け，落雷による損傷を防止する。

(5)　竜巻

竜巻の発生の可能性が予見される場合は，設備の停止・隔離弁の閉止操作等を行い，汚染水の漏えい防止及び漏えい水の拡大防止を図る。

(6)　火災

火災発生を防止するため，実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する。また，火災検知性を向上させるため，消防法基準に準拠した火災検出設備を設置するとともに，初期消火のために近傍に消火器を設置する。さらに，避難時における誘導用のために誘導灯を設置する。

2.16.3.1.7　構造強度及び耐震性

(1)　構造強度

高性能多核種除去設備を構成する主要な機器は，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当すると位置付けられる。これに対する適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「設計・建設規格」という。）で規定され，機器区分クラス３の規定を適用することを基本とする。また，主要な機器のうち前処理フィルタ及び吸着塔（二相ステンレス製）は，「ASME Boiler and Pressure Vessel Code(Sec Ⅷ)」に準拠し前処理フィルタ及び吸着塔廻りの鋼管（二相ステンレス製）は，「ASME B31.1 Power Piping」に準拠する。吸着塔（ステンレス製），吸着塔廻りの鋼管（ステンレス製）は，設計・建設規格に準拠する。

なお，クラス３機器に該当しないその他の機器は，JIS 等規格適合品を用いることとし，ポリエチレン管は，JWWA または ISO 規格に準拠する。

また，原子力発電所での使用実績がない材料を使用する場合は、他産業での使用実績等を活用しつつ、必要に応じて試験等を行うことで、経年劣化等の影響についての評価を行う。なお，検討用地震動および同津波に対する評価が必要な設備として抽出された機器等については，今後対策を講じる。

(2)　耐震性

高性能多核種除去設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のＢクラス相当の設備と位置づけられ，耐震性を評価するにあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」等に準拠する。なお，検討用地震動および同津波に対する評価が必要な設備として抽出された機器等については，今後対策を講じる。

2.16.3.1.8　機器の故障への対応

(1)　機器の単一故障

高性能多核種除去設備は，１系列構成とするが，動的機器及び電源等については多重化

している。そのため，動的機器，電源系統等の単一故障については，切替作業等により速やかな処理再開が可能である。

2.16.3.2 基本仕様

2.16.3.2.1 系統仕様

(1) 高性能多核種除去設備

処理方式　　フィルタ方式＋吸着材方式

処理容量　　500m^3/日※

※ 構内に貯留している RO 濃縮塩水を早期に処理するため，運用上可能な範囲（最大で 1.6 倍程度）において処理量を増加して運転する。

2.16.3.2.2 機器仕様

(1) 容器

a．供給タンク

名称			供給タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	30
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴内径	mm	3000
	胴板厚さ	mm	9.0
	底板厚さ	mm	12.0
	平板厚さ	mm	6.0
	高さ	mm	5006
材料	胴板	－	SM400C
	底板	－	SM400C
個数		個	2（1 個予備）

b．処理水タンク

名称			処理水タンク
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	30
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴内径	mm	3000
	胴板厚さ	mm	9.0
	底板厚さ	mm	12.0
	平板厚さ	mm	6.0
	高さ	mm	5006
材料	胴板	－	SM400C
	底板	－	SM400C
個数		個	2（1個予備）

c．前処理フィルタ１

名称			前処理フィルタ１
種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/h/個	21
最高使用圧力		MPa	1.03
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴内径	mm	901.7
	胴板厚さ	mm	6.35
	上部平板厚さ	mm	63.5
	下部平板厚さ	mm	63.5
	高さ	mm	2013
材料	胴板	－	ASME SA 516 Gr.70
	上部平板	－	ASME SA 516 Gr.70
	下部平板	－	ASME SA 516 Gr.70
個数		個	2（1個予備）

d．前処理フィルタ２～４

名　　称			前処理フィルタ２～４
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/h/個	21
最高使用圧力		MPa	1.03
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴内径	mm	901.7
	胴板厚さ	mm	6.35
	上部平板厚さ	mm	63.5
	下部平板厚さ	mm	63.5
	高さ	mm	1800
材料	胴板	－	ASME SA 516 Gr.70
	上部平板	－	ASME SA 516 Gr.70
	下部平板	－	ASME SA 516 Gr.70
個　　数		個	6（3個予備）

e．多核種吸着塔１～２０（二相ステンレス製）

名　　称			多核種吸着塔１～２０
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/h/個	21
最高使用圧力		MPa	1.55
最高使用温度		℃	40
主要寸法	外胴内径	mm	939.8
	外胴板厚さ	mm	12.7
	内胴内径	mm	330.2
	内胴板厚さ	mm	12.7
	上部平板厚さ	mm	76.2
	下部平板厚さ	mm	76.2
	高さ	mm	3632
材料	外胴板	－	二相ステンレス（UNS S31803） 二相ステンレス（UNS S32205） 二相ステンレス（UNS S32750）
	内胴板	－	
	上部平板	－	
	下部平板	－	
個　　数		個	20

※現場状況等に応じて，いずれかの材質を使用する。

ｆ．多核種吸着塔１～２０（ステンレス製）

名　　称			多核種吸着塔１～２０
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/h/個	21
最高使用圧力		MPa	1.55
最高使用温度		℃	40
主要寸法	外胴内径	mm	937.2
	外胴厚さ	mm	14.0
	内胴外径	mm	355.6
	内胴厚さ	mm	19.0
	上部平板厚さ	mm	116.0
	下部平板厚さ	mm	95.0
	高　　さ	mm	3632
材料	外　　胴	－	SUS316L
	内　　胴	－	SUS316LTP
	上部平板	－	SUSF316L
	下部平板	－	SUSF316L
個　　数		個	20

※活性炭を収容する吸着塔及び低 pH 条件の吸着塔では使用しない。

ｇ．サンプルタンク（高性能多核種除去設備用処理済水一時貯留タンク）

名　　称			サンプルタンク
種　　類		－	たて置円筒形
容　　量		m^3/個	1235
最高使用圧力		MPa	静水頭
最高使用温度		℃	40
主要寸法	胴　内　径	mm	11000
	胴板厚さ	mm	12
	底板厚さ	mm	12
	高　　さ	mm	13000
材料	胴　　板	－	SM400C
	底　　板	－	SM400C
個　　数		個	3

(2)　ポンプ

ａ．供給ポンプ（完成品）

台　　数	2 台（1 台予備）
容　　量	21　m^3/h

ｂ．昇圧ポンプ１（完成品）

台　　数	2 台（1 台予備）
容　　量	21　m^3/h

ｃ．昇圧ポンプ２（完成品）

台　　数	2 台（1 台予備）
容　　量	21　m^3/h

ｄ．昇圧ポンプ３（完成品）

台　　数	2 台（1 台予備）
容　　量	21　m^3/h

ｅ．昇圧ポンプ４（完成品）

台　　数	2 台（1 台予備）
容　　量	21　m^3/h

ｆ．処理水移送ポンプ（完成品）

台　　数	2 台（1 台予備）
容　　量	21　m^3/h

ｇ．高性能多核種除去設備用移送ポンプ（完成品）

台　　数	2 台
容　　量	50　m^3/h

(3) 配管

主要配管仕様

名　称	仕　様	
ＲＯ濃縮水移送ポンプ配管分岐部から 供給タンク A/B 入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン注1 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch.40 注1 100A/Sch.40 注1 STPG370+ライニング 0.98MPa 40℃
供給タンク A/B 出口から 前処理フィルタユニット A/B 入口 A0 弁 まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
前処理フィルタ A/B 入口 A0 弁から 前処理フィルタ A/B 入口まで （ポリエチレン管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 1.03MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 1.03MPa 40℃
前処理フィルタユニット A/B 入口から 前処理フィルタユニット A/B 出口 まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.10 80A/Sch.40 80A/Sch.10 50A/Sch.40 UNS S32750 1.03 MPa 40 ℃
前処理フィルタユニット A/B 出口から 昇圧ポンプユニット１入口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A /Sch.40 STPT410+ライニング 1.03 MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.03MPa 40℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
昇圧ポンプユニット１入口から 昇圧ポンプユニット１出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.10 80A/Sch.40 UNS S32750 1.03 MPa 40 ℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.10 UNS S32750 1.55 MPa 40 ℃
昇圧ポンプユニット１出口から 吸着塔ユニット１入口まで （ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
吸着塔ユニット１入口から 吸着塔ユニット１出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.10 UNS S32750 1.03 MPa 40 ℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40 UNS S32750 1.55 MPa 40 ℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.40 UNS S31803 1.55 MPa 40 ℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.40 UNS S32205 1.55 MPa 40 ℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 注2 80A/Sch.40 注2 SUS316LTP 1.55 MPa 40 ℃
（ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
吸着塔ユニット１出口から 昇圧ポンプユニット２入口まで （ホース）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
昇圧ポンプユニット２入口から 昇圧ポンプユニット２出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40
	材質	UNS S32750
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40℃
昇圧ポンプユニット２出口から 吸着塔ユニット２入口まで （ホース）	呼び径	80A 相当
	材質	合成ゴム
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40℃
吸着塔ユニット２入口から 吸着塔ユニット２出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40
	材質	UNS S32750
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 80A/Sch.40
	材質	UNS S31803
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 80A/Sch.40
	材質	UNS S32205
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 注2 80A/Sch.40 注2
	材質	SUS316LTP
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40 ℃
(ホース)	呼び径	80A 相当
	材質	合成ゴム
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40 ℃
吸着塔ユニット２出口から 昇圧ポンプユニット３入口まで (ホース)	呼び径	80A 相当
	材質	合成ゴム
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40 ℃
昇圧ポンプユニット３入口から 昇圧ポンプユニット３出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40
	材質	UNS S32750
	最高使用圧力	1.55 MPa
	最高使用温度	40℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
昇圧ポンプユニット３出口から 吸着塔ユニット３入口まで (ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
吸着塔ユニット３入口から 吸着塔ユニット３出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40 UNS S32750 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.40 UNS S31803 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.40 UNS S32205 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 注2 80A/Sch.40 注2 SUS316LTP 1.55 MPa 40 ℃
(ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
吸着塔ユニット３出口から 昇圧ポンプユニット４入口まで (ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
昇圧ポンプユニット４入口から 昇圧ポンプユニット４出口まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40 UNS S32750 1.55 MPa 40℃
昇圧ポンプユニット４出口から 吸着塔ユニット４入口まで (ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
吸着塔ユニット４入口から 吸着塔ユニット４出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.10 80A/Sch.40 UNS S32750 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.40 UNS S31803 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.40 UNS S32205 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 注2 80A/Sch.40 注2 SUS316LTP 1.55 MPa 40 ℃
(ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
吸着塔ユニット４出口から 配管ユニット入口まで (ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 合成ゴム 1.55 MPa 40 ℃
配管ユニット入口から 配管ユニット出口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/Sch.40 80A/Sch.10 UNS S32750 1.55 MPa 40 ℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.10 100A/Sch.10 UNS S32750 0.98 MPa 40 ℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
配管ユニット出口から 処理水タンク A/B 入口まで （ポリエチレン管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98 MPa 40℃
処理水タンク A/B 出口から 処理水移送ポンプ A/B 入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.40 100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
処理水移送ポンプ A/B 出口から サンプルタンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A/ Sch.80 100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
サンプルタンク出口から 多核種処理水貯槽，RO 濃縮水貯槽または Sr 処理水貯槽まで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 80A/Sch.40 50A/Sch.40 SUS316L 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A 相当 100A 相当 ポリエチレン 静水頭 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
高性能多核種除去設備用移送ポンプスキッドから供給タンクまで （鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 150A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
（ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃

主要配管仕様

名　称	仕　様	
配管ユニット出口から 供給タンク A/B 入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 0.98MPa 40℃
吸着塔ユニット 1 から 前処理フィルタユニット A/B まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当 80A 相当 ポリエチレン 1.03MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPT410+ライニング 1.03MPa 40℃
前処理フィルタユニット A から 前処理フィルタユニット B まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.03MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.40 STPT410+ライニング 1.03MPa 40℃
前処理フィルタユニット A 出口から 前処理フィルタユニット B 入口まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.03MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.40 STPT410+ライニング 1.03MPa 40℃
前処理フィルタユニット A/B から 吸着塔ユニット 1 まで （ポリエチレン管）	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A 相当 ポリエチレン 1.03MPa 40℃
（鋼管）	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A/Sch.40 STPT410+ライニング 1.03MPa 40℃

注 1　『2.5 汚染水処理設備等』で移送配管として使用していた配管を使用する。

注 2　活性炭を収容する吸着塔及び低 pH 条件の吸着塔周りの配管では SUS316L 材を使用しない。

※　現場施工状況により,配管仕様（呼び径,厚さ,材質）の一部を使用しない場合がある。

(4) 放射線監視装置

放射線監視装置仕様

項目	仕様
名称	エリア放射線モニタ
基数	4 基
種類	半導体検出器
取付箇所	高性能多核種除去設備設置エリア
計測範囲	10^{-3} mSv/h ～ 10^{1} mSv/h

2.16.3.3 添付資料

添付資料－１： 全体概要図及び系統構成図

添付資料－２： 高性能多核種除去設備基礎の構造強度に関する検討結果

添付資料－３： 高性能多核種除去設備の耐震性に関する説明書

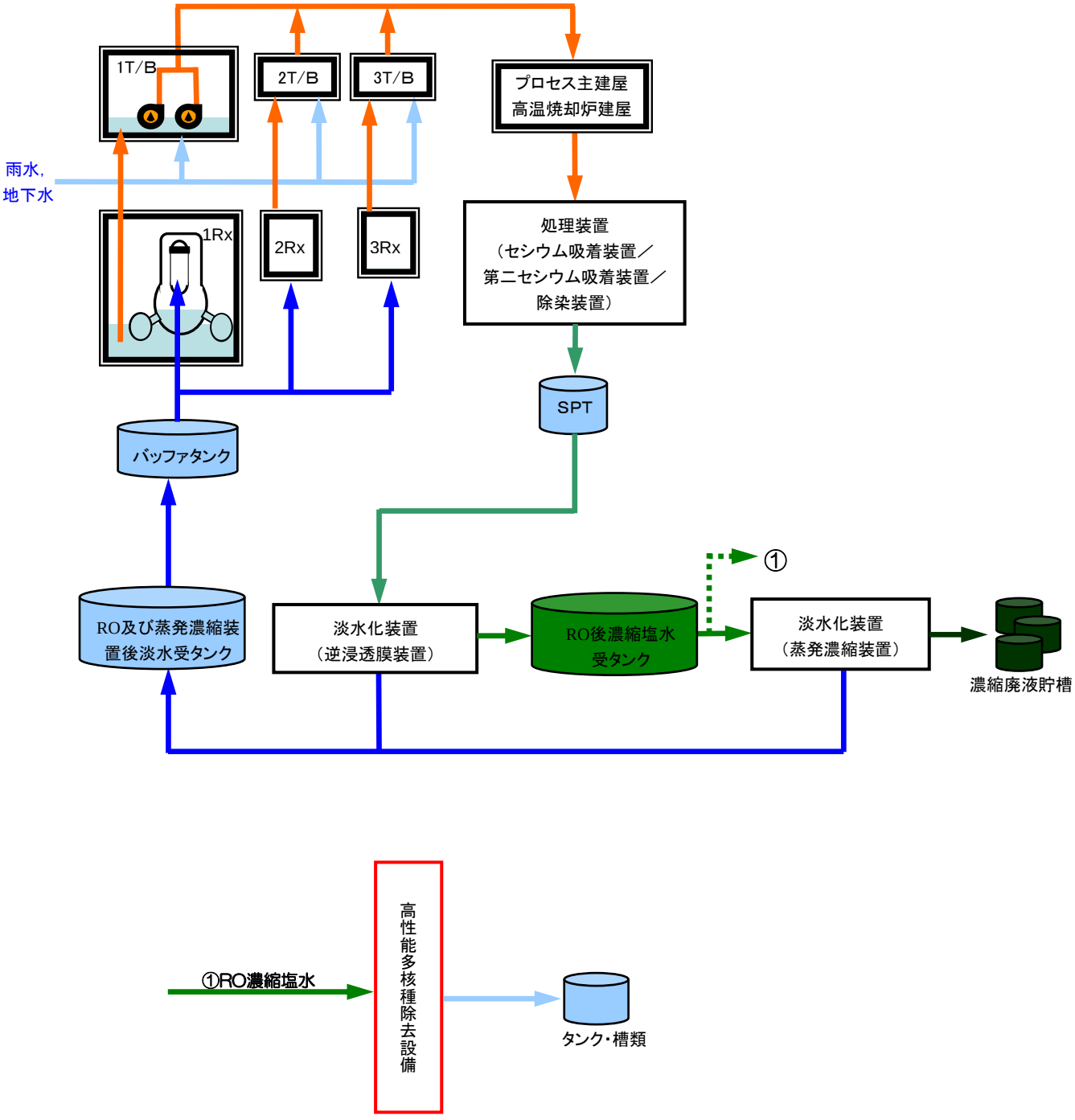
添付資料－４： 高性能多核種除去設備の強度に関する説明書

添付資料－５： 流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止に関する計算書

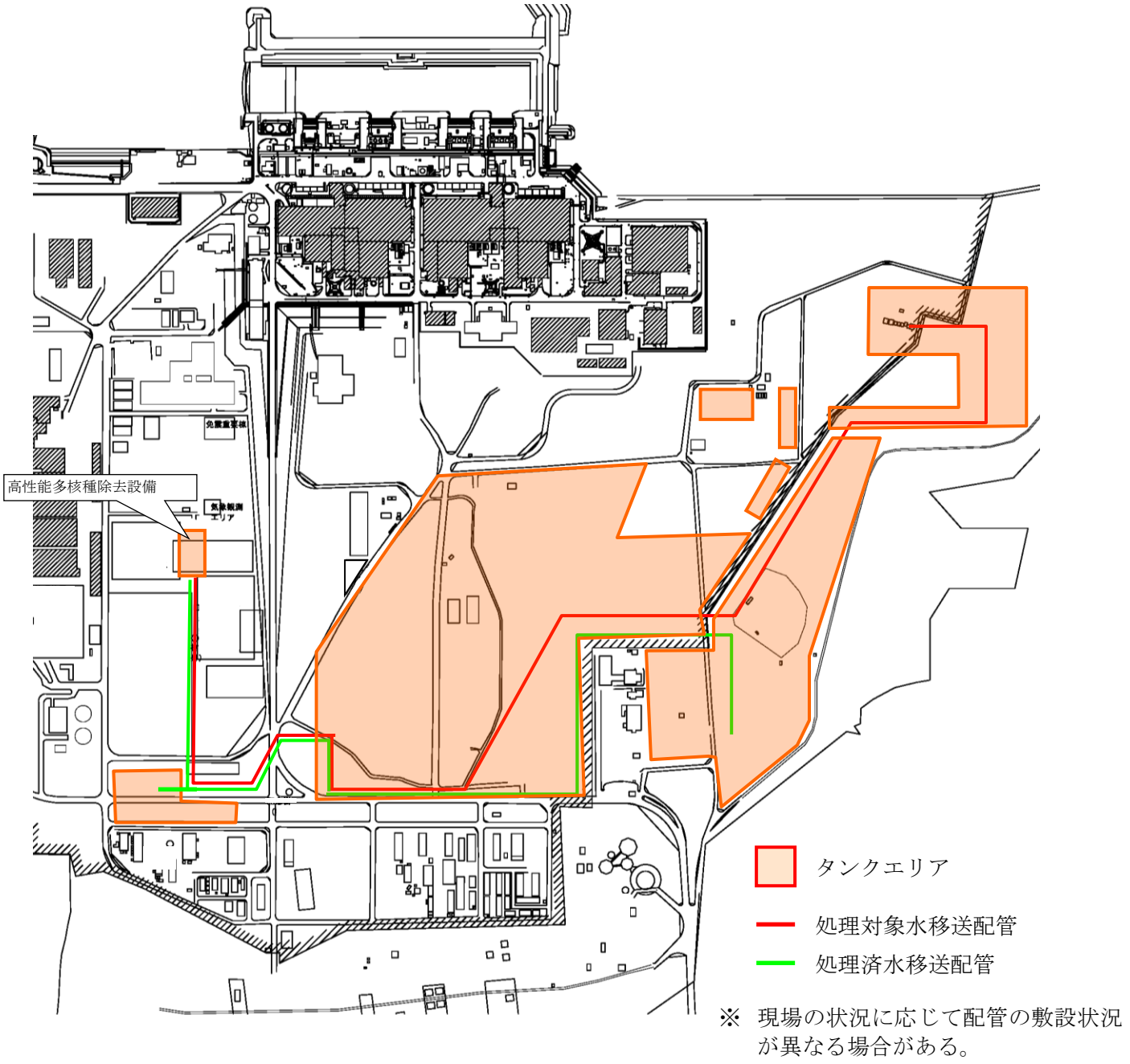
添付資料－６： 工事工程表

添付資料－７： 高性能多核種除去設備の具体的な安全確保策

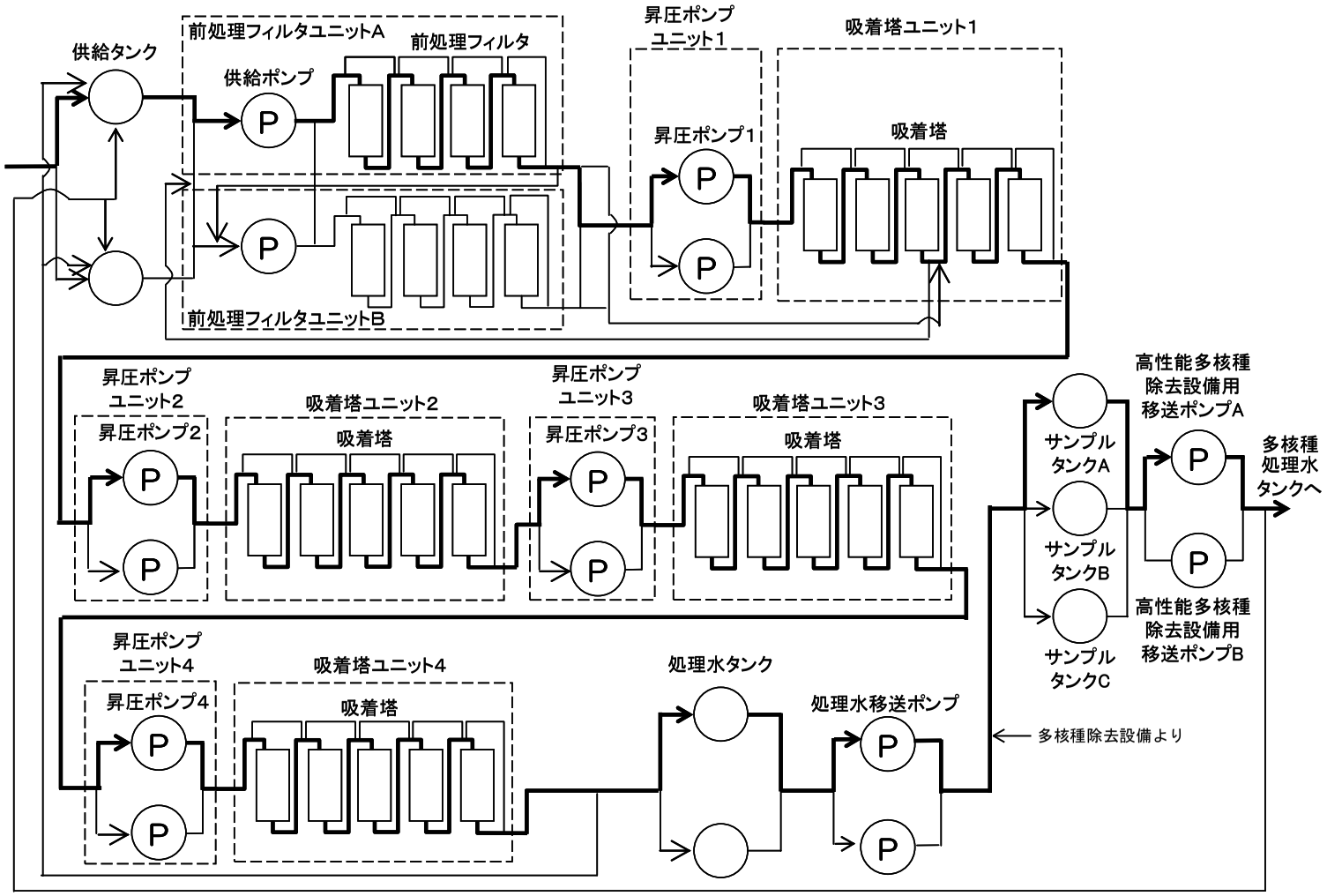
添付資料－８： 高性能多核種除去設備に係る確認事項



図－１　汚染水処理設備並びに高性能多核種除去設備等の全体概要図



図－２　高性能多核種除去設備の配置概要図



図－３　高性能多核種除去設備の系統構成図

高性能多核種除去設備の強度に関する計算書

1.　強度評価の方針

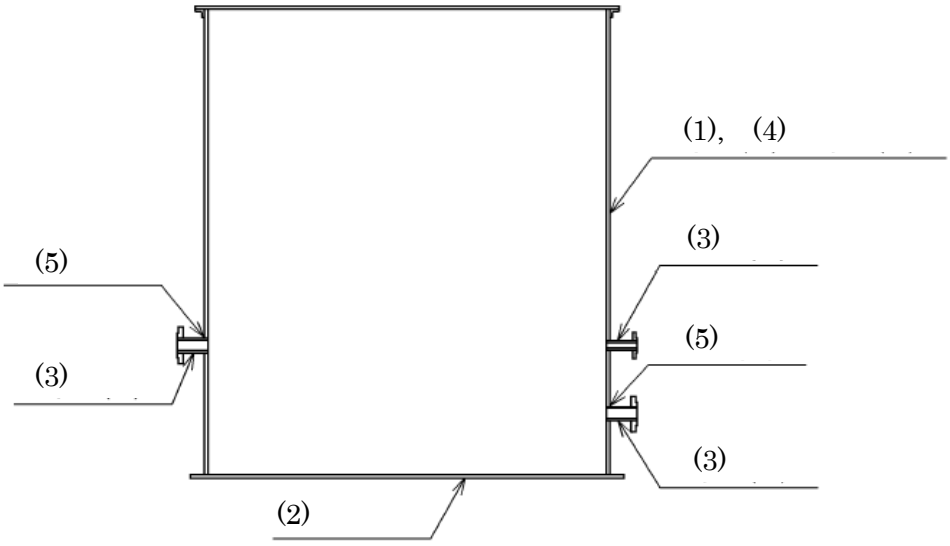
高性能多核種除去設備を構成する主要な機器及び主配管（鋼管）は，強度評価においては，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「設計・建設規格」という。）のクラス３機器またはクラス３配管に準じた評価を行う。

2.　強度評価

2.1　供給タンク，処理水タンク，サンプルタンク

2.1.1　評価箇所

強度評価箇所を図－１に示す。



図－１　供給タンク，処理水タンク，サンプルタンク 概要図

図中の番号は，2.1.2 及び 2.1.3 の番号に対応する。

2.1.2　評価方法

(1)　胴の厚さの評価

開放タンクの胴に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は 3mm，その他の材料で作られた場合は 1.5mm とする。

b.　胴の計算上必要な厚さ：t_2

$$t_2 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_2：必要厚さ（mm）
Di：胴の内径（m）
H：水頭（m）
ρ：液体の比重。
　ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率（-）

(2)　底板の厚さの評価

地面，基礎等に直接接触する開放タンクの底板の厚さは，下記に揚げる値以上の厚さとする。

a.　地面，基礎等に直接接触するものの厚さ：t

設計・建設規格　PVD-3010により3㎜以上とする。

(3)　管台の厚さの評価

開放タンクの管台に必要な厚さは，次に揚げる値のうちいずれか大きい値とする。

a.　管台の計算上必要な厚さ：t_1

$$t_1 = \frac{D_i \cdot H \cdot \rho}{0.204 \cdot S \cdot \eta}$$

t_1：必要厚さ（mm）
Di：管台の内径(m)
H：水頭(m)
ρ：液体の比重。
　ただし，１未満の場合は１とする。
S：許容引張応力(MPa)
η：継手効率(-)

b.　規格上必要な厚さ：t_2

管台の外径に応じ設計・建設規格　表 PVC-3980-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 開放タンクの補強不要となる穴の評価

ａ．設計・建設規格　PVD-3512 により穴の径が 85mm 以下の場合は補強不要となる。

(5) 胴の穴の補強計算

a. 補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が，補強に必要な面積より大きくなるようにすること。

b. 大きい穴の補強を要しない穴の最大径

内径が 1500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の２分の１（500mm を超える場合は，500mm）以下および内径が 1500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の３分の１（1000mm を超える場合は，1000mm）以下の場合は，大きい穴の補強計算は必要ない。

c. 溶接部の強度として，予想される破断箇所の強さが，溶接部の負うべき荷重以上であること。

2.1.3　評価結果

評価結果を表－１～３に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－１－１　供給タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
供給タンク	（１）胴板の厚さ	3.00	6.57
	（２）底板の厚さ	3.00	9.50
	（３）管台の厚さ（RO 濃縮水出口）	3.50	4.25
	（３）管台の厚さ（RO 濃縮水出口（予備））	3.50	4.25
	（３）管台の厚さ（液位計）	1.70	1.90

表－１－２　供給タンクの評価結果（胴板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
供給タンク	（４）RO 濃縮水出口	85.00	85 以上
	（４）RO 濃縮水出口（予備）	85.00	85 以上

表－１－３　供給タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
供給タンク	（５）胴 （RO 濃縮水出口）	補強に必要な面積 （mm^2）	補強に有効な総面積 （mm^2）
		77.56	743.7
		大きな穴の補強計算を要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		1000.00	105.80
		溶接部の負うべき荷重 （N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-5.341×10^4	― ※1
	（５）胴 （RO 濃縮水出口（予備））	補強に必要な面積 （mm^2）	補強に有効な総面積 （mm^2）
		77.56	743.7
		大きな穴の補強計算を要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		1000.00	105.80
		溶接部の負うべき荷重 （N）	予想される破断箇所の強さ（N）
		-5.341×10^4	― ※1

※1　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－２－１　処理水タンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
処理水タンク	（１）胴板の厚さ	3.00	6.57
	（２）底板の厚さ	3.00	9.50
	（３）管台の厚さ（処理水出口）	3.50	4.25
	（３）管台の厚さ（処理水出口（予備））	3.50	4.25
	（３）管台の厚さ（液位計）	1.70	1.90

表－２－２　処理水タンクの評価結果（胴板の補強要否確認）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
処理水タンク	（４）処理水出口	85.00	85 以上
	（４）処理水出口（予備）	85.00	85 以上

表－２－３　処理水タンクの評価結果（胴の穴の補強計算）

機器名称	評価項目	評価結果	
処理水タンク	（５）胴 （処理水出口）	補強に必要な面積 （mm^2）	補強に有効な総面積 （mm^2）
		77.56	743.7
		大きな穴の補強計算を 要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		1000.00	105.80
		溶接部の負うべき荷重 （N）	予想される破断箇所の 強さ（N）
		-5.341×10^4	－　※1
	（５）胴 （処理水出口 （予備））	補強に必要な面積 （mm^2）	補強に有効な総面積 （mm^2）
		77.56	743.7
		大きな穴の補強計算を 要しない最大径（mm）	穴の径 （mm）
		1000.00	105.80
		溶接部の負うべき荷重 （N）	予想される破断箇所の 強さ（N）
		-5.341×10^4	－　※1

※1　溶接部の負うべき荷重が負であり，溶接部の強度計算は不要

表－３－１　サンプルタンクの評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ (mm)	最少厚さ (mm)
サンプルタンク A，B，C	（1）胴の厚さ	11.7	12.0
	（2）底板の厚さ	3.0	11.2
	（3）管台の厚さ（100A）	3.5	6.0
	（3）管台の厚さ（200A）	3.5	8.2
	（3）管台の厚さ（650A）	3.5	12.0

表－３－２　サンプルタンクの穴の補強評価結果

機器名称	管台口径	評価部位	補強に必要な面積[mm^2]	補強に有効な総面積[mm^2]
サンプルタンクA，B，C	100A	管台	724	1616
	200A	管台	1411	3195
	650A	管台	4466	10840

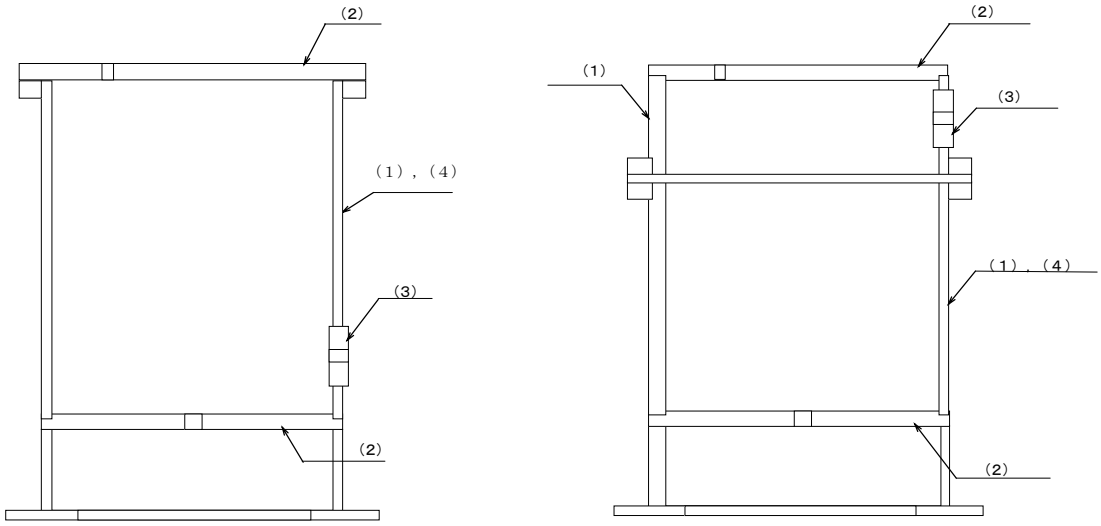
表－３－３　サンプルタンクの強め材の取付け強さ

機器名称	管台口径	溶接部の負うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
		W [N]	W_1 [N]	W_2 [N]	W_3 [N]	W_4 [N]	W_5 [N]	W_6 [N]
サンプルタンクA，B，C	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
	200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
	650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861

2.2　前処理フィルタ

2.2.1　評価箇所

強度評価箇所を図－２に示す。



前処理フィルタ１　　前処理フィルタ２～４

図－２　前処理フィルタ　概要図

図中の番号は，2.2.2，2.2.3 の番号に対応する。

2.2.2　評価方法

(1) 胴の厚さの評価

胴に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

ａ．規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあっては 3mm，その他の材料で作られたものにあっては 1.5mm とする。

ｂ．内面に圧力を受ける胴の必要厚さ：t_2

$$t_2=\frac{P\cdot D_i}{2\cdot S\cdot \eta-1.2\cdot P}$$

t_2 ：必要厚さ（mm）

P　：最高使用圧力（MPa）

D_i ：胴の内径（mm）

S　：許容引張応力（MPa）

η　：継手効率（-）

(2) 平板の厚さの評価

平板の厚さは，次に掲げる値のうちいずれかによるものとする。

a．平板に穴を設ける場合であって，穴の径が平板の径の 2 分の 1 以下であり，穴の補強計算を行うもの。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力（MPa）
S：許容引張応力（MPa）

b．平板に穴を設ける場合であって，穴の径が平板の径の 2 分の 1 以下であり，a 項以外のもの。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力（MPa）
S：許容引張応力（MPa）

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a．内面に圧力を受ける管台：t_1

$$t_1 = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1：必要厚さ（mm）
P：最高使用圧力（MPa）
D_0：管台の外径（mm）
S：許容引張応力（MPa）
η：継手効率（-）

b．規格上必要な最小厚さ：t_2

炭素鋼鋼管を使用する管台にあっては，管台の外径に応じて設計・建設規格　表 PVC-3610-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 胴の補強を要しない穴の最大径の評価

胴の補強を要しない穴の最大径は，以下で計算した値のうちいずれか大きい値とする。

a．穴の径が 61mm 以下で，かつ，次の式により計算した値以下の穴。

$$d_{r1} = \frac{D - 2 \cdot t_s}{4}$$

d_{r1}:補強を要しない穴の最大径（mm）
D：胴の外径（mm）
t_s：胴の最小厚さ（mm）

ｂ．ａに掲げるものを除き，穴の径が 200mm 以下で，かつ，設計・建設規格　図 PVD-3122-1 及び図 PVD-3122-2 により求めた値以下の穴。

$$d_{r2}=8.05\cdot\sqrt[3]{D\cdot t_s\cdot(1-K)}$$

d_{r2}:補強を要しない穴の最大径（mm）
D :胴の外径（mm）
t_s：胴の最小厚さ（mm）
K :係数（-）

ここで，Kは，円筒形の場合，次の式により計算した値で，K＞0.99 のときは，K＝0.99 とする。

$$K=\frac{P\cdot D}{1.82\cdot S\cdot\eta\cdot t_s}$$

P ：最高使用圧力（MPa）
D ：胴の外径（mm）
S ：許容引張応力（MPa）
η ：継手効率（-）
t_s：胴板の最小厚さ（mm）

2.2.3　評価結果

評価結果を表－４に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－４－１　前処理フィルタ評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
前処理フィルタ１	(1)胴板の厚さ	4.84	5.84
	(2)上部平板の厚さ	44.75	62.50
	(2)下部平板の厚さ	44.75	62.50
	(3)管台の厚さ	3.80	55.15
前処理フィルタ２～４	(1)胴板の厚さ	4.84	5.84
	(2)上部平板の厚さ	44.75	62.50
	(2)下部平板の厚さ	44.75	62.50
	(3)管台の厚さ	3.80	48.80

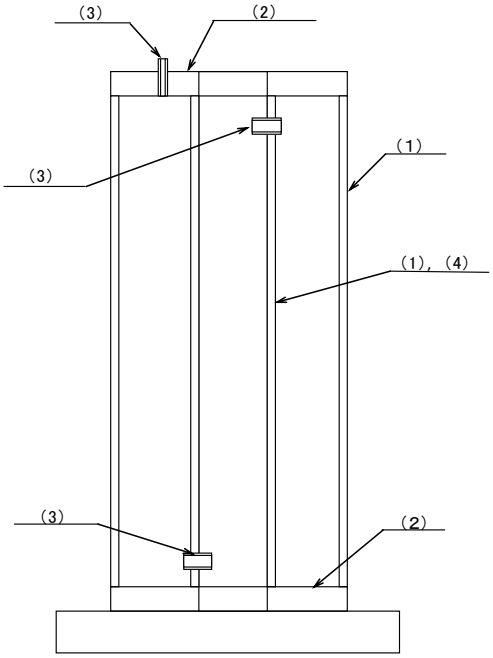
表－４－２　前処理フィルタ評価結果（胴の補強要否）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
前処理フィルタ１	(4)胴	99.89	99 以下
前処理フィルタ２～４	(4)胴	99.89	99 以下
	(4)胴	99.89	99 以下

2.3　多核種吸着塔

2.3.1　評価箇所

強度評価箇所を図－３に示す。



図中の番号は，2.3.2，2.3.3 の番号に対応する。

図－３　吸着塔　概要図

2.3.2　評価方法

(1) 胴の厚さの評価

胴に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

ａ．規格上必要な最小厚さ：t_1

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあっては 3mm，その他の材料で作られたものにあっては 1.5mm とする。

ｂ．内面に圧力を受ける胴の必要厚さ：t_2

$$t_2=\frac{P\cdot D_i}{2\cdot S\cdot \eta-1.2\cdot P}$$

t_2 ：必要厚さ（mm）

P　：最高使用圧力（MPa）

D_i ：胴の内径（mm）

S　：許容引張応力（MPa）

η　：継手効率（-）

c. 外面に圧力を受ける胴の必要厚さ：t_3

厚さが外径の 0.1 倍以下のものの計算上必要な厚さは次の式による値とする。

$$t_3=\frac{3\cdot P_e\cdot D_0}{4\cdot B}$$

t_3：必要厚さ（mm）
P_e：外面に受ける最高の圧力（MPa）
D_o：胴の外径（mm）
B　：ASME BPVC SECTION.ⅡPartD subpart3 fig.G, fig.HA-5 または，設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図１，図１４より求めた値（-）

(2) 平板の厚さの評価

平板の厚さは，次に掲げる値のうちいずれかによるものとする。

a．平板に穴を設ける場合であって，穴の径が平板の径の 2 分の 1 以下であり，穴の補強計算を行うもの。

$$t=d\cdot\sqrt{\frac{K\cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力（MPa）
S：許容引張応力（MPa）

b．平板に穴を設ける場合であって，穴の径が平板の径の 2 分の 1 以下であり，a 項以外のもの。

$$t=d\cdot\sqrt{\frac{2\cdot K\cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力（MPa）
S：許容引張応力（MPa）

(3) 管台の厚さの評価

管台に必要な厚さは，次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a．内面に圧力を受ける管台：t_1

$$t_1=\frac{P\cdot D_o}{2\cdot S\cdot\eta+0.8\cdot P}$$

t_1：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
D_0：管台の外径（mm）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

b．規格上必要な最小厚さ：t_2

炭素鋼鋼管を使用する管台にあっては，管台の外径に応じて設計・建設規格　表 PVC-3610-1 より求めた管台の厚さとする。

(4) 胴の補強を要しない穴の最大径の評価

胴の補強を要しない穴の最大径は，以下で計算した値のうちいずれか大きい値とする。

ａ．穴の径が 61mm 以下で，かつ，次の式により計算した値以下の穴。

$$d_{r1}=\frac{D-2\cdot t_s}{4}$$

d_{r1}:補強を要しない穴の最大径（mm）
D :胴の外径（mm）
t_s：胴の最小厚さ（mm）

ｂ．ａに掲げるものを除き，穴の径が 200mm 以下で，かつ，設計・建設規格　図 PVD-3122-1 及び図 PVD-3122-2 により求めた値以下の穴。

$$d_{r2}=8.05\cdot\sqrt[3]{D\cdot t_s\cdot(1-K)}$$

d_{r2}:補強を要しない穴の最大径（mm）
D :胴の外径（mm）
t_s：胴の最小厚さ（mm）
K :係数（-）

ここで，Ｋは，円筒形の場合，次の式により計算した値で，Ｋ＞0.99 のときは，Ｋ＝0.99 とする。

$$K=\frac{P\cdot D}{1.82\cdot S\cdot\eta\cdot t_s}$$

Ｐ：最高使用圧力（MPa）
Ｄ：胴の外径（mm）
Ｓ：許容引張応力（MPa）
η：継手効率（-）
t_s：胴板の最小厚さ（mm）

(5) 評価結果

評価結果を表－５に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有すると評価している。

表－５－１　吸着塔評価結果（板厚）

機器名称	評価項目	必要厚さ（mm）	最小厚さ（mm）
吸着塔１～２０ (UNS S31803)	(1)胴板の厚さ（外筒胴）	5.93	11.70
	(1)胴板の厚さ（内筒胴）	7.42	11.10
	(2)上部平板	71.45	75.20
	(2)下部平板	71.45	75.20
	(3)管台の厚さ（入口・出口）	0.27	3.43
	(3)管台の厚さ（ベント）	0.15	2.96
吸着塔１～２０ (UNS S32205)	(1)胴板の厚さ（外筒胴）	5.61	11.70
	(1)胴板の厚さ（内筒胴）	7.42	11.10
	(2)上部平板	69.51	75.20
	(2)下部平板	69.51	75.20
	(3)管台の厚さ（入口・出口）	0.25	3.43
	(3)管台の厚さ（ベント）	0.14	2.96
吸着塔１～２０ (UNS S32750)	(1)胴板の厚さ（外筒胴）	4.59	11.70
	(1)胴板の厚さ（内筒胴）	7.42	11.10
	(2)上部平板	62.96	75.20
	(2)下部平板	62.96	75.20
	(3)管台の厚さ（入口・出口）	0.21	3.43
	(3)管台の厚さ（ベント）	0.12	2.96
吸着塔１～２０ (SUS316L)	(1)胴板の厚さ（外筒胴）	9.47	11.39
	(1)胴板の厚さ（内筒胴）	7.45	15.82
	(2)上部平板	69.42	114.20
	(2)下部平板	69.42	93.40
	(3)管台の厚さ（入口・出口）	0.42	1.43
	(3)管台の厚さ（ベント）	0.24	1.08

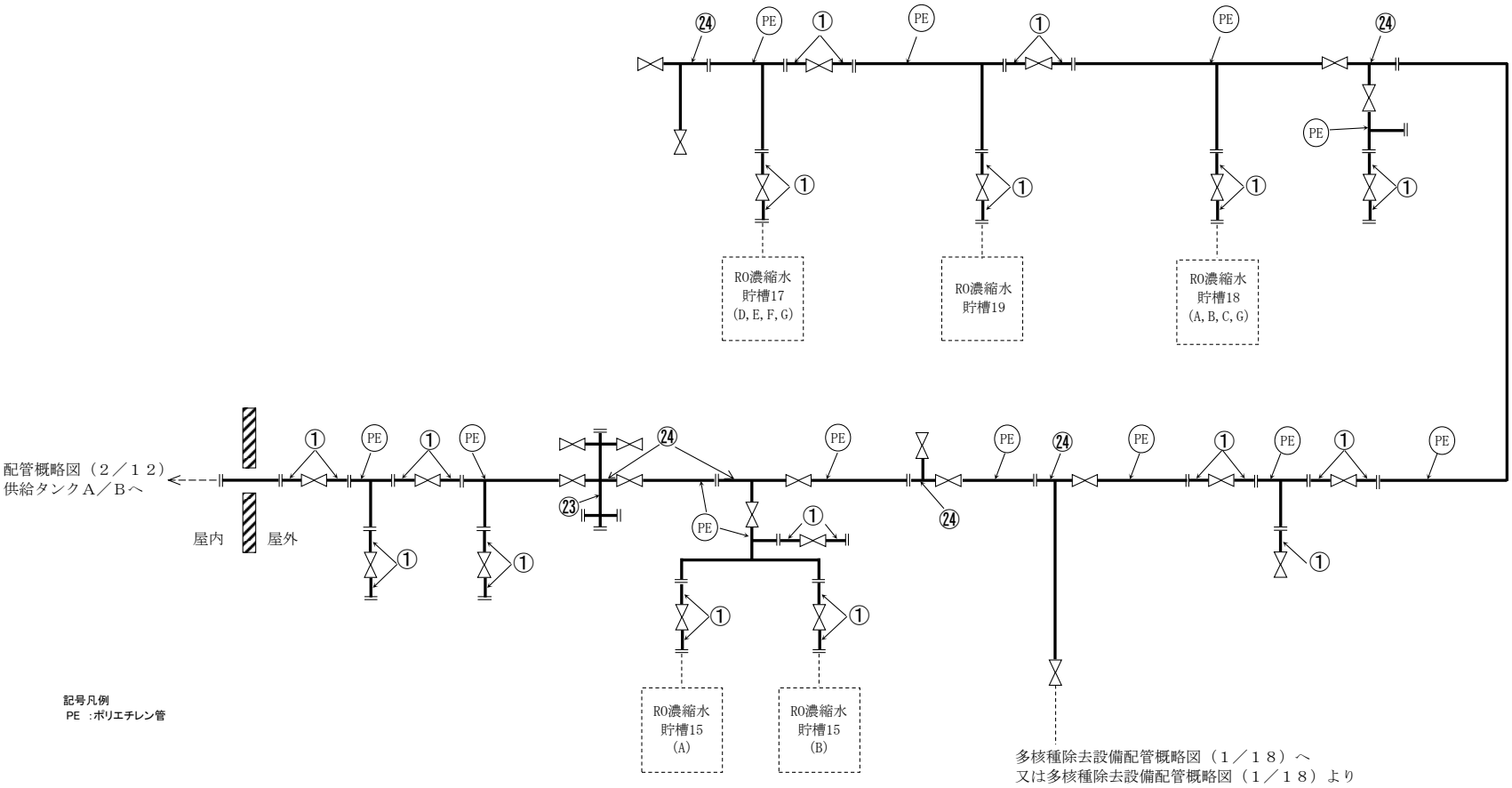
表－５－２　吸着塔評価結果（胴の補強要否）

機器名称	評価項目	補強を要しない穴の最大径（mm）	穴の径（mm）
吸着塔１～２０（UNS S31803）	(4)胴（内筒胴）	119.04	119 以下
吸着塔１～２０（UNS S32205）	(4)胴（内筒胴）	119.48	119 以下
吸着塔１～２０（UNS S32750）	(4)胴（内筒胴）	120.95	120 以下
吸着塔１～２０（SUS316L）	(4)胴（内筒胴）	134.43	134 以下

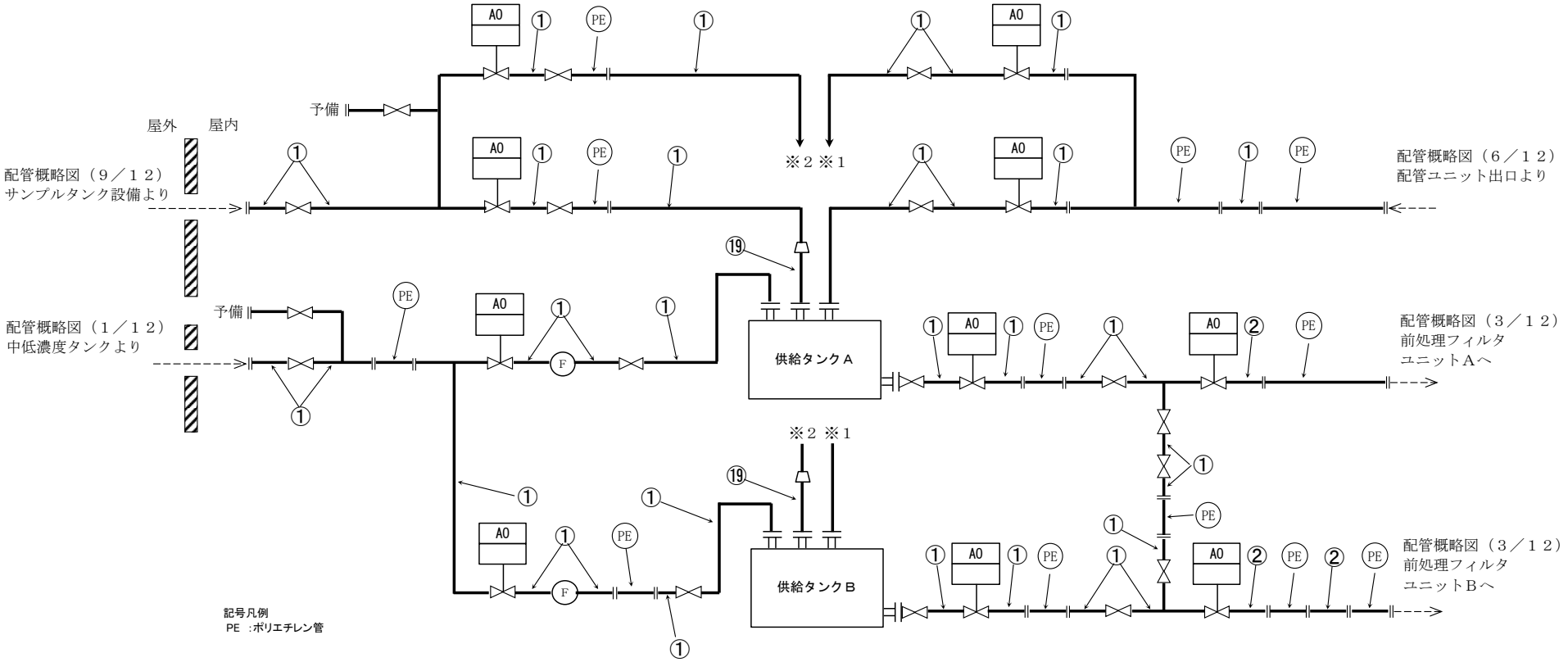
2.4　主配管

2.4.1　評価箇所

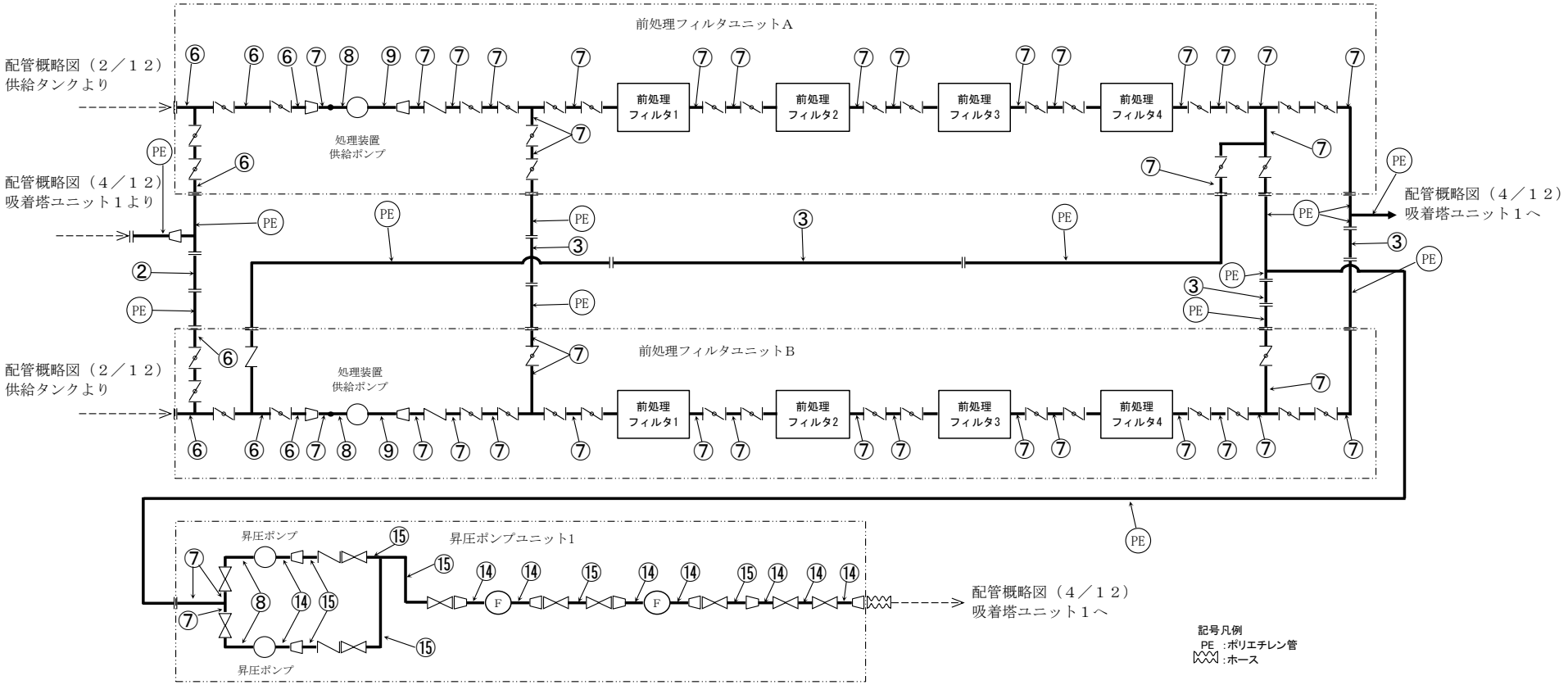
強度評価箇所を図－４に示す。


配管概略図（２／１２）
供給タンクＡ／Ｂへ
屋内
屋外
RO濃縮水
貯槽17
(D, E, F, G)
RO濃縮水
貯槽19
RO濃縮水
貯槽18
(A, B, C, G)
RO濃縮水
貯槽15
(A)
RO濃縮水
貯槽15
(B)
多核種除去設備配管概略図（１／１８）へ
又は多核種除去設備配管概略図（１／１８）より
記号凡例
PE ：ポリエチレン管

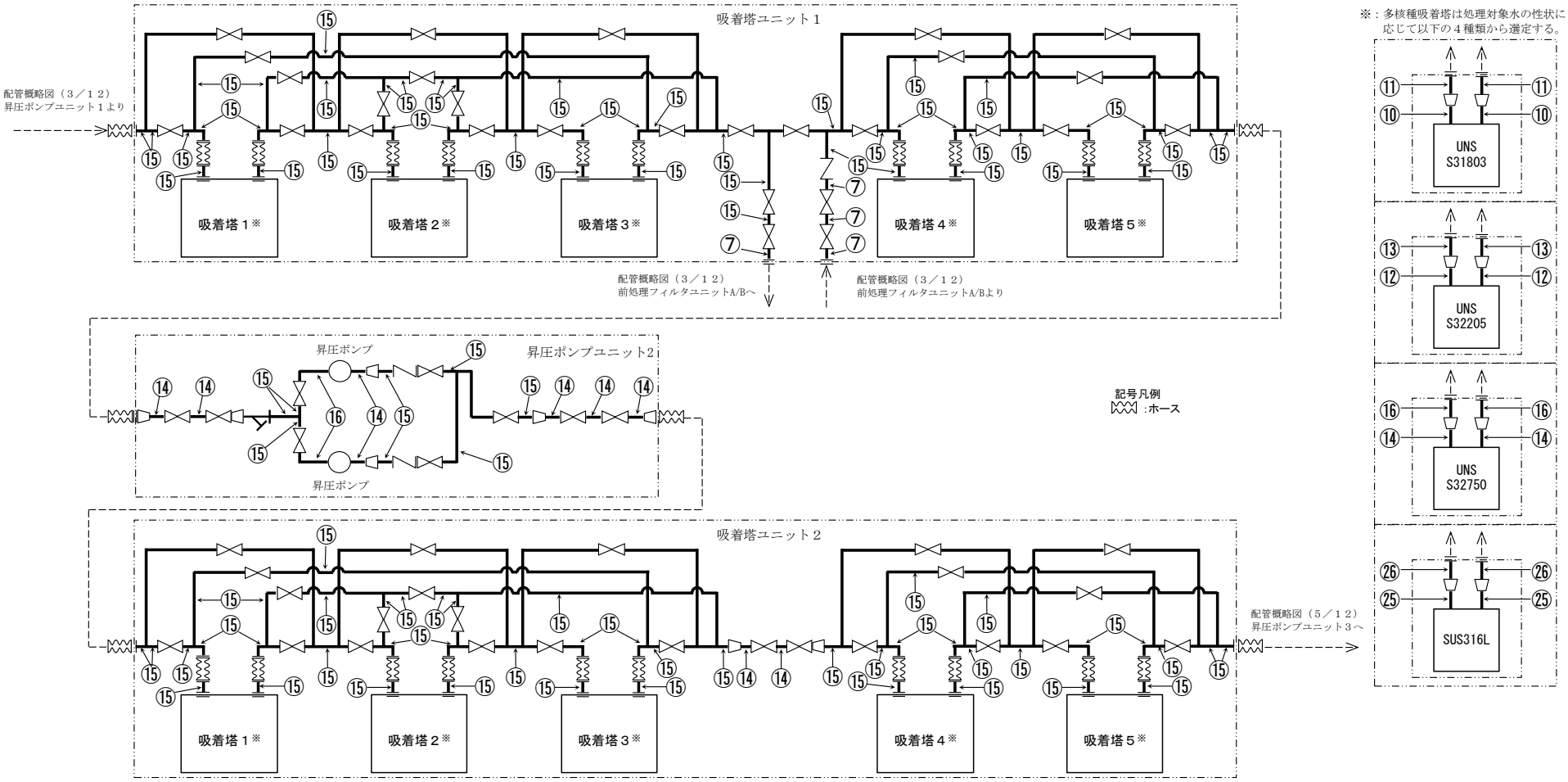
図－４　配管概略図（１／１２）


屋外
屋内
予備
配管概略図（９／１２）
サンプルタンク設備より
配管概略図（１／１２）
中低濃度タンクより
※２ ※１
供給タンクＡ
供給タンクＢ
配管概略図（６／１２）
配管ユニット出口より
配管概略図（３／１２）
前処理フィルタ
ユニットＡへ
配管概略図（３／１２）
前処理フィルタ
ユニットＢへ
AO
PE
F
記号凡例
PE ：ポリエチレン管

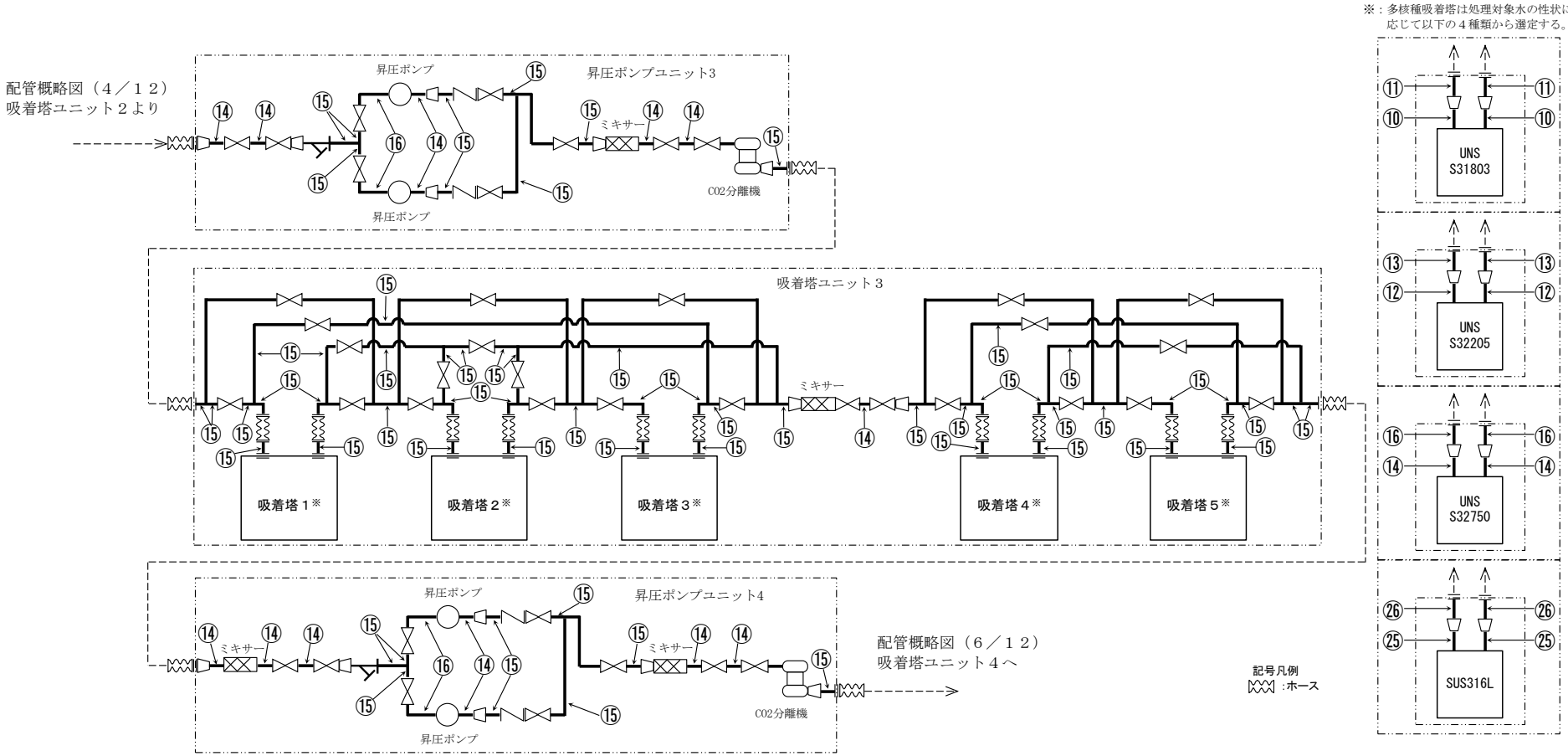
図－４　配管概略図（２／１２）


前処理フィルタユニットA
配管概略図（２／１２）
供給タンクより
処理装置
供給ポンプ
前処理
フィルタ1
前処理
フィルタ2
前処理
フィルタ3
前処理
フィルタ4
配管概略図（４／１２）
吸着塔ユニット１へ
配管概略図（４／１２）
吸着塔ユニット１より
前処理フィルタユニットB
配管概略図（２／１２）
供給タンクより
処理装置
供給ポンプ
昇圧ポンプ
昇圧ポンプユニット1
昇圧ポンプ
配管概略図（４／１２）
吸着塔ユニット１へ
記号凡例
PE ：ポリエチレン管
：ホース

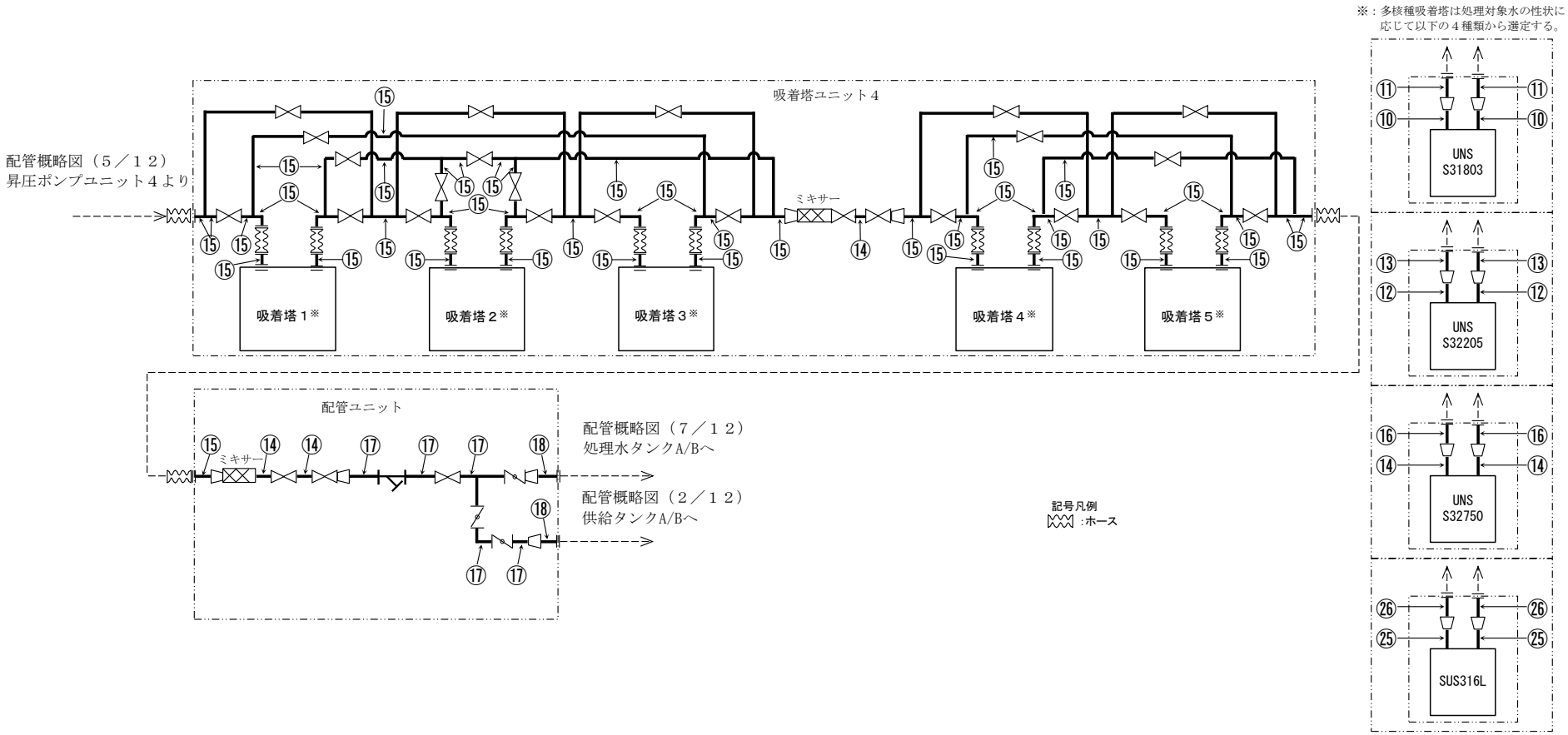
図－４　配管概略図（３／１２）


吸着塔ユニット１
配管概略図（３／１２）
昇圧ポンプユニット１より
吸着塔１※
吸着塔２※
吸着塔３※
吸着塔４※
吸着塔５※
配管概略図（３／１２）
前処理フィルタユニットA/Bへ
配管概略図（３／１２）
前処理フィルタユニットA/Bより
昇圧ポンプ
昇圧ポンプユニット2
昇圧ポンプ
記号凡例
：ホース
吸着塔ユニット２
配管概略図（５／１２）
昇圧ポンプユニット３へ
※：多核種吸着塔は処理対象水の性状に
応じて以下の４種類から選定する。
UNS
S31803
UNS
S32205
UNS
S32750
SUS316L

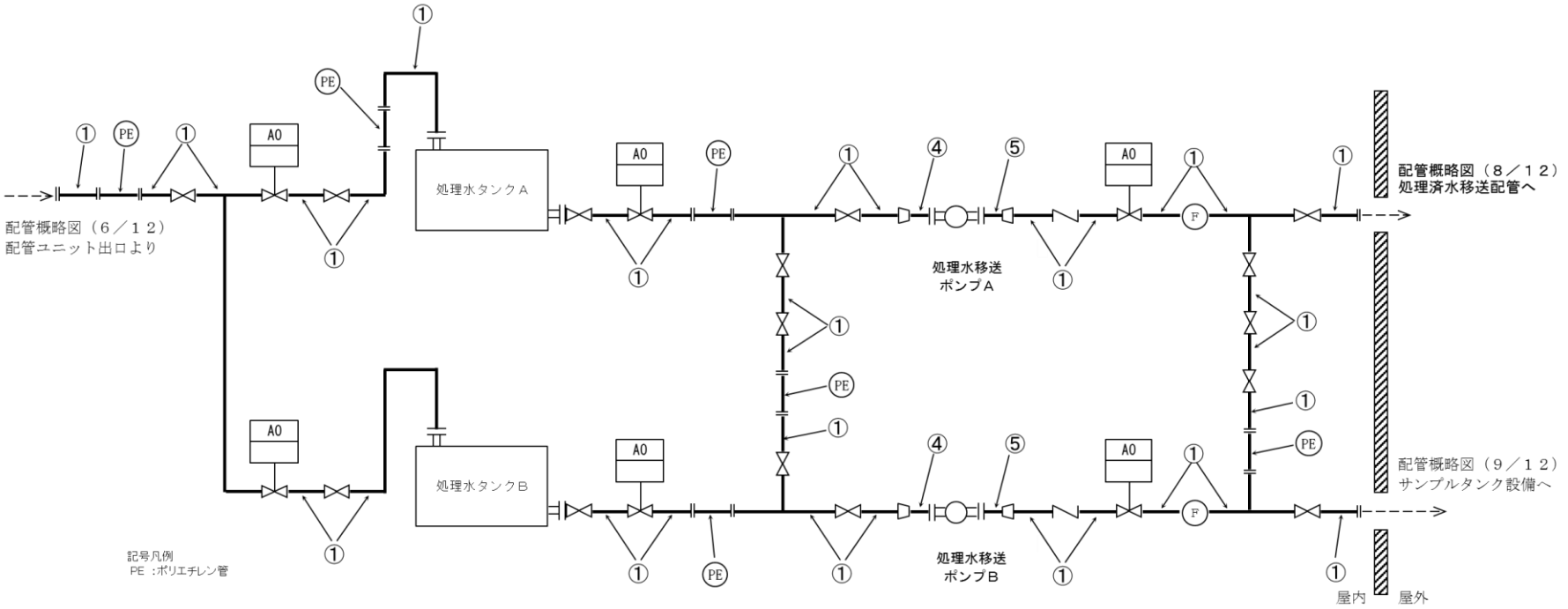
図－４　配管概略図（４／１２）


※：多核種吸着塔は処理対象水の性状に
応じて以下の４種類から選定する。
配管概略図（４／１２）
吸着塔ユニット２より
昇圧ポンプ
昇圧ポンプユニット3
ミキサー
CO2分離機
昇圧ポンプ
吸着塔ユニット３
吸着塔１※
吸着塔２※
吸着塔３※
吸着塔４※
吸着塔５※
昇圧ポンプ
昇圧ポンプユニット4
ミキサー
CO2分離機
昇圧ポンプ
配管概略図（６／１２）
吸着塔ユニット４へ
記号凡例
：ホース
UNS
S31803
UNS
S32205
UNS
S32750
SUS316L

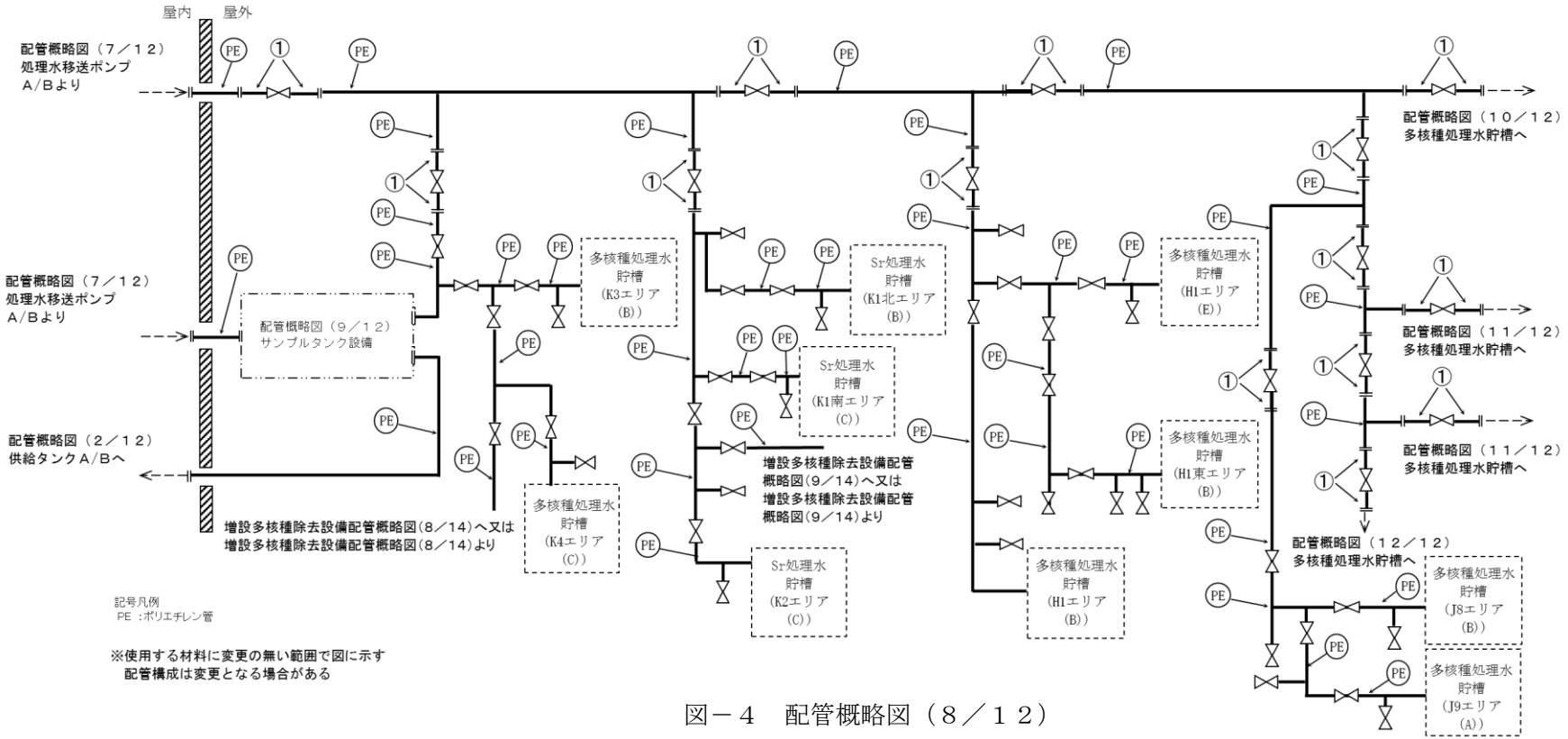
図－４　配管概略図（５／１２）


※：多核種吸着塔は処理対象水の性状に
応じて以下の４種類から選定する。
吸着塔ユニット４
配管概略図（５／１２）
昇圧ポンプユニット４より
ミキサー
吸着塔１※
吸着塔２※
吸着塔３※
吸着塔４※
吸着塔５※
UNS
S31803
UNS
S32205
UNS
S32750
SUS316L
配管ユニット
ミキサー
配管概略図（７／１２）
処理水タンクA/Bへ
配管概略図（２／１２）
供給タンクA/Bへ
記号凡例
:ホース

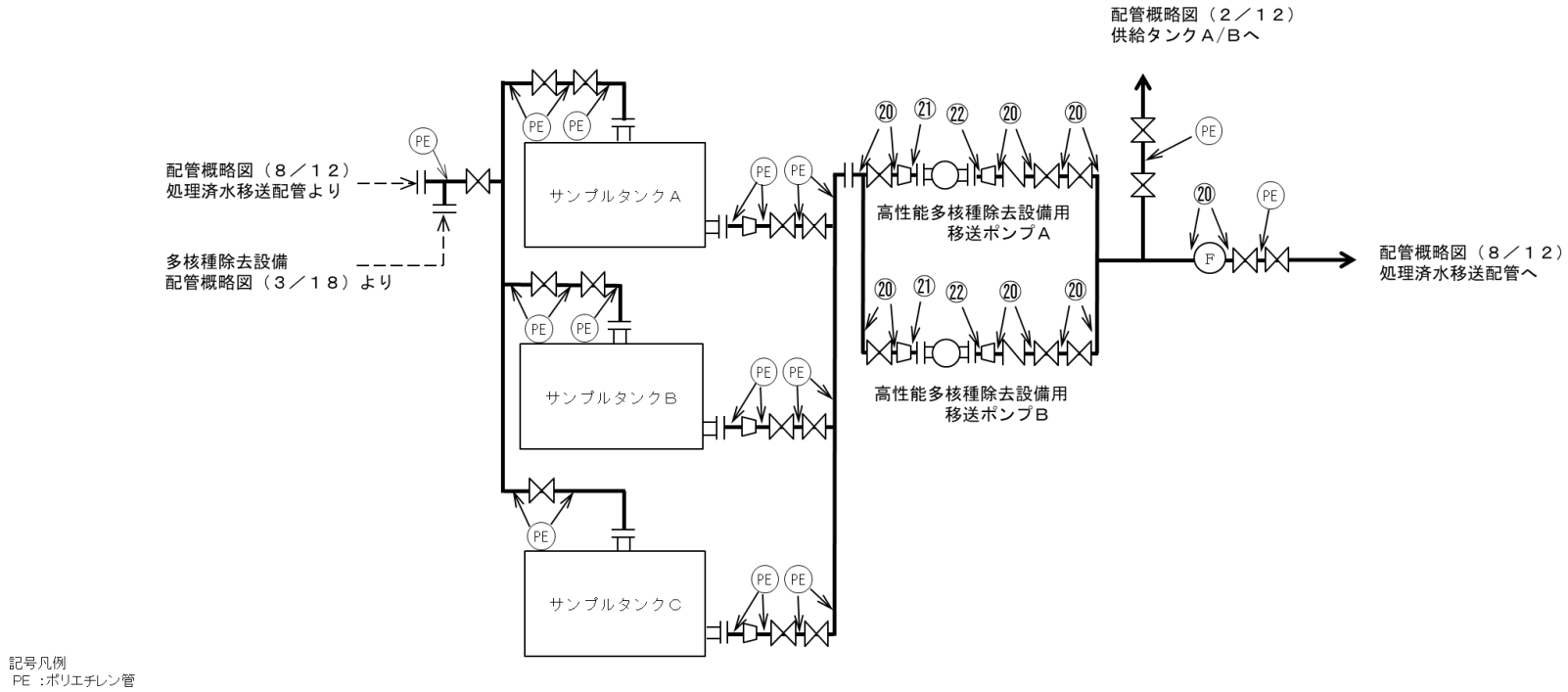
図－４　配管概略図（６／１２）


配管概略図（６／１２）
配管ユニット出口より
処理水タンクＡ
処理水タンクＢ
処理水移送
ポンプＡ
処理水移送
ポンプＢ
配管概略図（８／１２）
処理済水移送配管へ
配管概略図（９／１２）
サンプルタンク設備へ
屋内
屋外
記号凡例
PE ：ポリエチレン管

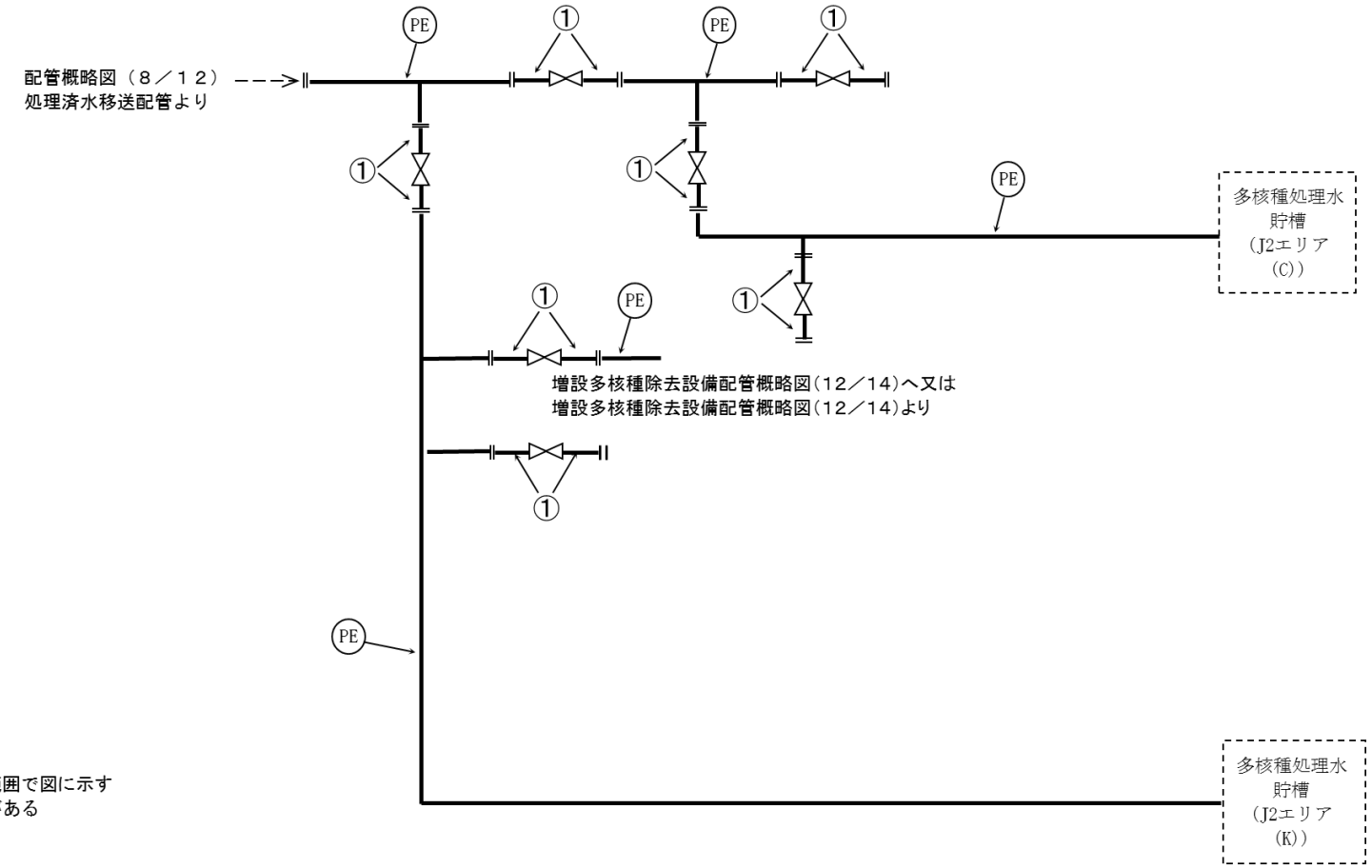
図－４　配管概略図（７／１２）


屋内
屋外
配管概略図（７／１２）
処理水移送ポンプ
Ａ/Ｂより
配管概略図（７／１２）
処理水移送ポンプ
Ａ/Ｂより
配管概略図（９／１２）
サンプルタンク設備
配管概略図（２／１２）
供給タンクＡ/Ｂへ
増設多核種除去設備配管概略図(８／１４)へ又は
増設多核種除去設備配管概略図(８／１４)より
多核種処理水
貯槽
(K4エリア
(C))
多核種処理水
貯槽
(K3エリア
(B))
Sr処理水
貯槽
(K2エリア
(C))
Sr処理水
貯槽
(K1北エリア
(B))
Sr処理水
貯槽
(K1南エリア
(C))
増設多核種除去設備配管
概略図(９／１４)へ又は
増設多核種除去設備配管
概略図(９／１４)より
多核種処理水
貯槽
(H1エリア
(B))
多核種処理水
貯槽
(H1エリア
(E))
多核種処理水
貯槽
(H1東エリア
(B))
配管概略図（１０／１２）
多核種処理水貯槽へ
配管概略図（１１／１２）
多核種処理水貯槽へ
配管概略図（１１／１２）
多核種処理水貯槽へ
配管概略図（１２／１２）
多核種処理水貯槽へ
多核種処理水
貯槽
(J8エリア
(B))
多核種処理水
貯槽
(J9エリア
(A))
記号凡例
PE ：ポリエチレン管
※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（８／１２）


配管概略図（２／１２）
供給タンクＡ/Ｂへ
配管概略図（８／１２）
処理済水移送配管より
多核種除去設備
配管概略図（３／１８）より
サンプルタンクＡ
サンプルタンクＢ
サンプルタンクＣ
高性能多核種除去設備用
移送ポンプＡ
高性能多核種除去設備用
移送ポンプＢ
配管概略図（８／１２）
処理済水移送配管へ
PE
20
21
22
F
記号凡例
PE ：ポリエチレン管

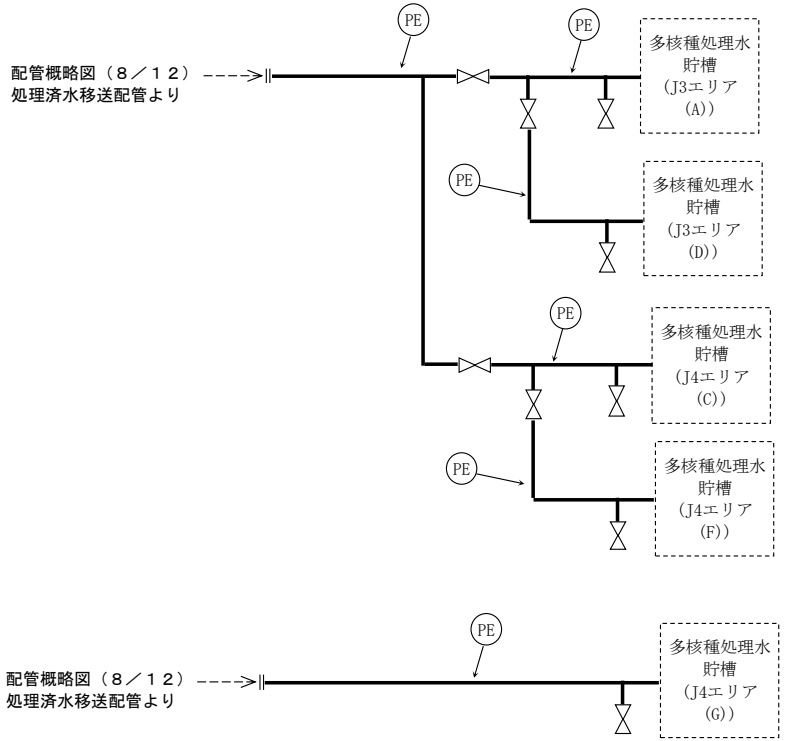
図－４　配管概略図（９／１２）



記号凡例
PE　:ポリエチレン管

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

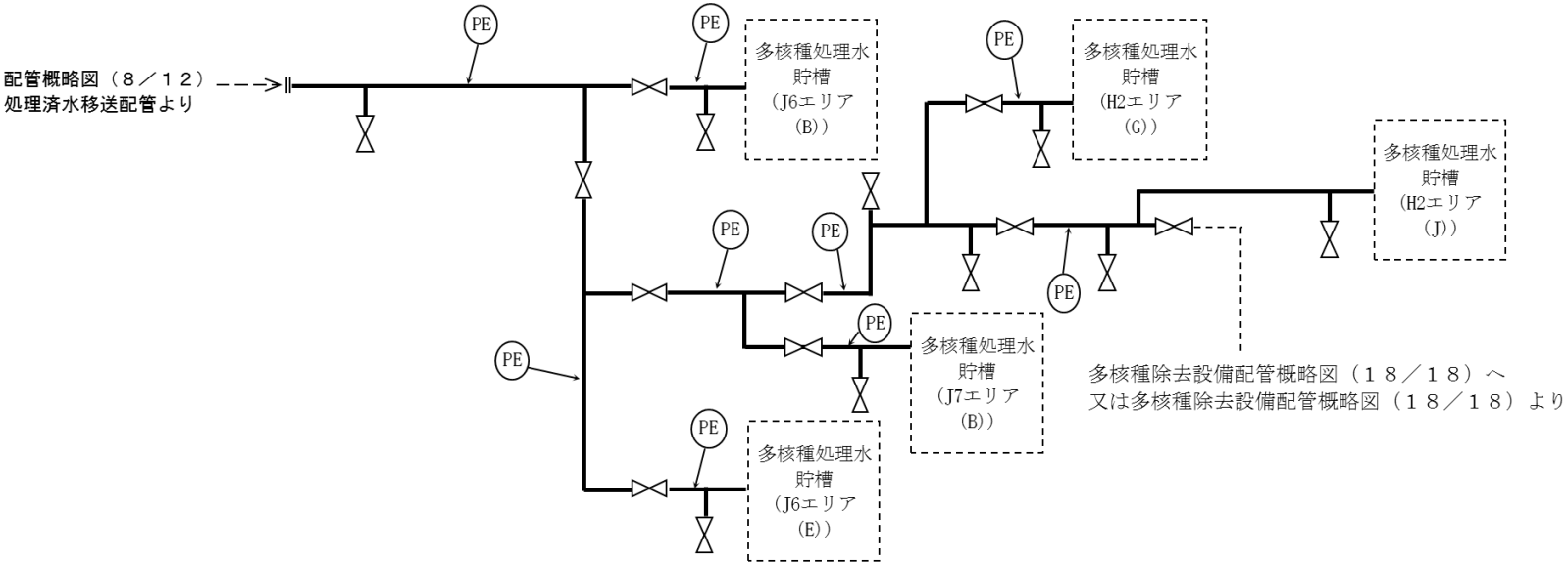
図－４　配管概略図（１０／１２）



記号凡例
PE ：ポリエチレン管

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（１１／１２）



記号凡例
PE ：ポリエチレン管

※使用する材料に変更の無い範囲で図に示す
配管構成は変更となる場合がある

図－４　配管概略図（１２／１２）

2.4.2　評価方法

(1)　管の厚さの評価

管の必要な厚さは，次に揚げる値のいずれか大きい方の値とする。

a.　内面に圧力を受ける管

$$t_1 = \frac{P \cdot D_O}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

t_1 ：必要厚さ（mm）
P　：最高使用圧力（MPa）
Do：管台の外径（m）
S　：許容引張応力（MPa）
η　：継手効率（-）

b.　炭素鋼鋼管の設計・建設規格上必要な最小厚さ：t_2

設計・建設規格　PPD-3411（3）の表 PPD-3411-1 より求めた値

2.4.3　評価結果

評価結果を表－６に示す。必要厚さ等を満足しており，十分な構造強度を有していると評価している。

表－６　配管の評価結果（管厚）

No.	外径 (mm)	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)
1	114.30	STPT410	0.98	40	3.40	5.25
2	114.30	STPT410	1.03	40	3.40	5.25
3	89.10	STPT410	1.03	40	3.00	4.81
4	89.10	STPT410	0.98	40	3.00	4.81
5	60.50	STPT410	0.98	40	2.40	4.81
6	114.30	UNS S32750	1.03	40	0.26	2.66
7	88.90	UNS S32750	1.03	40	0.20	2.66
8	88.90	UNS S32750	1.03	40	0.20	4.80
9	60.33	UNS S32750	1.03	40	0.14	3.42
10	60.33	UNS S31803	1.55	40	0.27	3.42
11	88.90	UNS S31803	1.55	40	0.39	4.80
12	60.33	UNS S32205	1.55	40	0.25	3.42
13	88.90	UNS S32205	1.55	40	0.37	4.80
14	60.33	UNS S32750	1.55	40	0.21	3.42
15	88.90	UNS S32750	1.55	40	0.31	2.66
16	88.90	UNS S32750	1.55	40	0.31	4.80
17	88.90	UNS S32750	0.98	40	0.19	2.66
18	114.30	UNS S32750	0.98	40	0.25	2.66
19	165.20	STPT410	0.98	40	3.80	6.21
20	114.30	SUS316L	0.98	40	0.51	5.25
21	89.10	SUS316L	0.98	40	0.40	4.81
22	60.50	SUS316L	0.98	40	0.27	3.40
23	216.30	STPG370	0.98	40	1.00	5.25
24	114.30	STPG370	0.98	40	1.89	7.17
25	60.50	SUS316LTP	1.55	40	0.42	2.23
26	89.10	SUS316LTP	1.55	40	0.62	4.81

注１）継手類及び弁類はJIS等の規格品を適用することで，管に対し十分な厚さを有し，管の強度評価に包絡される。

注２）管及び機器の取合箇所において，変位の吸収や着脱の必要性から強度計算の規格外となるホース類を適用する箇所がある。これらについては配管の流体・圧力・温度条件に合致した十分実績のあるものを採用することで，必要な強度を確保するものとする。

高性能多核種除去設備に係る確認事項

高性能多核種除去設備に係る主要な確認事項を表－１～１３に示す。

表－１　確認事項（供給タンク，処理水タンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。※１	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおりに据付られていることを確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－２　確認事項（サンプルタンク）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおりに据付られており、タンク基礎の不陸について確認する。また、支持力試験にて、タンク基礎の地盤支持力を確認する。※１	実施計画のとおり施工・据付されており、タンク基礎の不陸に異常がないこと。また、必要な支持力を有していること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることを記録で確認する。 耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。
性能	監視確認	水位計について、免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室にタンク水位が表示できることを確認する。	免震重要棟集中監視室及びシールド中央制御室にタンク水位が表示できること。
	寸法確認	基礎外周堰の高さを確認する。	必要容量に相当する高さがあること。
	外観確認	基礎外周堰の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－３　確認事項（前処理フィルタ 1,2～4，多核種吸着塔
（二相ステンレス製，ステンレス製））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した主要寸法について記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。※１	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることについて記録を確認する。耐圧確認終了後，漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－４　確認事項（供給ポンプ 1，昇圧ポンプ 1～4，
処理水移送ポンプ，高性能多核種除去設備用移送ポンプ）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。※１	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	漏えい確認	運転圧力で耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
性能	運転性能確認	ポンプの運転確認を行う。	実施計画に記載した容量を満足すること。 また，異音，異臭，異常振動等がないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－５　確認事項（主配管（鋼管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径，厚さについて記録を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。※１	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後，確認圧力に耐えていることについて記録を確認する。耐圧確認終了後，耐圧部分からの漏えいの有無も確認する。	確認圧力に耐え，かつ構造物の変形等がないこと。 また，耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－６　確認事項（主配管（ポリエチレン管））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認※2	①主な材料について記録を確認する。	当該材料規格の規定のとおりであること。
		②実施計画に記載した材料について，製品検査成績書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	寸法確認※2	①主要寸法について記録を確認する。	製造者寸法許容範囲内であること。
		②実施計画に記載した主要寸法（外径相当）について，製品検査成績書等により確認する。	実施計画の記載とおりであること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	機器が系統構成図とおりに据付いていることを記録等により確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力による耐圧漏えい確認を行う。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。
機能・性能	通水確認	通水ができることを立会いまたは記録により確認する。	通水ができること。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

※２：①②は，いずれかとする。

表－７　確認事項（主配管（耐圧ホース））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載した主な材料について記録を確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載した外径について記録を確認する。	製造メーカ寸法許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。※１	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	配管の据付状態について確認する。※１	実施計画のとおり施工・据付されていること。
	耐圧・漏えい確認	最高使用圧力による耐圧漏えい確認を行う。	耐圧部から著しい漏えいがないこと。

※１：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－８　確認事項（漏えい検出装置及び警報装置）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	装置の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。
機能	漏えい警報確認	設定通りに警報が作動することを確認する。	漏えいを検知し，警報が作動すること。設定通りに、警報が作動すること。

表－９　確認事項（エリア放射線モニタ）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
監視	構造確認	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
	機能確認	警報確認	設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
	性能確認	線源校正確認	標準線源を用いて線量当量率を測定し，各検出器の校正が正しいことを確認する。	基準線量当量率に対する正味線量当量率が，許容範囲以内であること。
		校正確認	モニタ内のテスト信号発生部により，各校正点の基準入力を与え、その時の指示値が正しいことを確認する。	各指示値が許容範囲以内に入っていること。

表－１０　確認事項（基礎）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	材料確認	構造体コンクリートの圧縮強度を確認する。	構造体コンクリート強度が，実施計画に記載されている設計基準強度に対して，JASS 5N の基準を満足すること。
		鉄筋の材質，強度，化学成分を確認する。	JIS G 3112 に適合すること。
	寸法確認	構造体コンクリート部材の断面寸法を確認する。	構造体コンクリート部材の断面寸法が，実施計画に記載されている寸法に対して，JASS 5N の基準を満足すること。
	据付確認	鉄筋の径，間隔を確認する。	鉄筋の径が実施計画に記載されている通りであること。鉄筋の間隔が実施計画に記載されているピッチにほぼ均等に分布していること。

表－１１　確認事項（地盤）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度	寸法確認	地盤改良範囲（深さ）を確認する。	地盤改良範囲（深さ）が，実施計画に記されている支持層に達していること。
	強度確認	地盤改良強度を確認する。	地盤改良土の一軸圧縮強さが，実施計画に記されている許容圧縮応力度を上回ること。

表－１２　確認事項（堰その他の設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
漏えい防止	材料確認	実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
	据付確認	堰その他の設備の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画のとおり施工・据付されていること。

表－１３　確認事項（高性能多核種除去設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能確認	実施計画に記載の容量が通水可能であることを確認する。	実施計画に記載した容量を通水することが可能であり、設備からの異音，異臭，振動等の異常がないこと。

高性能多核種除去設備の溶接部に係る主要な確認事項を表－１４～１６に示す。

表－１４　確認事項（供給タンク、主配管、多核種吸着塔（ステンレス製）の溶接検査）

確認事項	確認項目	対象設備	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①供給タンク ②供給タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ③多核種吸着塔（ステンレス製）	使用する材料が、溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものとする。	使用する材料が、溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものであること。
	開先検査	①供給タンク ②供給タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ③多核種吸着塔（ステンレス製）	開先形状等が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	開先形状等が溶接規格等に適合するものであること
	溶接作業検査	①供給タンク ②供給タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ③多核種吸着塔（ステンレス製）	あらかじめ確認された溶接施工法又は実績のある溶接施工法又は管理されたプロセスを有する溶接施工法であることを確認する。あらかじめ確認された溶接士により溶接が行われていることを確認する。	あらかじめ確認された溶接施工法および溶接士により溶接施工をしていること

溶接検査	非破壊 試験	①供給タンク ②供給タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ③多核種吸着塔（ステンレス製）	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであること。
	機械試験	③多核種吸着塔（ステンレス製）	溶接部（突合せ溶接部）を代表する試験片で機械試験を行い、その試験方法および結果が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	試験方法および結果が溶接規格等に適合するものであること。
	耐圧・ 漏えい確認 外観確認	①供給タンク ②供給タンク～吸着塔までの外径 61mm 以上の主配管 ③多核種吸着塔（ステンレス製）	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを確認する。※1	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと及び外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと

※1：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

表－１５　確認事項（供給タンクの汚染水入口ノズルと天板の溶接部）

確認事項	確認項目	対象設備	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①供給タンク	使用する材料が、溶接施工法の母材の区分に適合することを記録で確認する。	使用する材料が、溶接規格等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものであること
	開先検査	①供給タンク	開先形状等が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	開先形状等が溶接規格等に適合するものであること
	溶接作業検査	①供給タンク	実績のある溶接施工法又は管理されたプロセスを有する溶接施工法であることを確認する。あらかじめ確認された溶接士により溶接が行われていることを記録で確認する。	あらかじめ確認された溶接施工法および溶接士により溶接施工をしていること。
	非破壊試験	①供給タンク	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであることを記録で確認する。	溶接部（最終層）について非破壊検査（浸透探傷検査）を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであること。

溶接検査	耐圧・ 漏えい検査 外観検査	①供給タンク	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを記録で確認する。	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと及び外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと

表－１６　確認事項（海外製品溶接検査）

確認事項	確認項目	実施計画記載事項※１	確認内容	判定基準
溶接検査	材料検査	①多核種吸着塔(二相ステンレス製) ②吸着塔ユニット配管 ③前処理フィルタ ④前処理フィルタユニット配管 ⑤昇圧ポンプユニット配管 ⑥配管ユニット配管	溶接に使用する材料が、ASME Sec.Ⅷ等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合することを記録で確認する。	溶接に使用する材料が、ASME Sec.Ⅷ等に適合するものであり、溶接施工法の母材の区分に適合するものであること
	開先検査	①多核種吸着塔(二相ステンレス製) ②吸着塔ユニット配管 ③前処理フィルタ ④前処理フィルタユニット配管 ⑤昇圧ポンプユニット配管 ⑥配管ユニット配管	開先形状等がASME Sec.Ⅷ等に適合するものであることを記録で確認する。	開先形状等がASME Sec.Ⅷ等に適合するものであること
	溶接作業検査	①多核種吸着塔(二相ステンレス製) ②吸着塔ユニット配管 ③前処理フィルタ ④前処理フィルタユニット配管 ⑤昇圧ポンプユニット配管 ⑥配管ユニット配管	ASME Sec.Ⅸ等に定められた溶接施工法により溶接されていること及び溶接士の資格を有しているものにより溶接が行われていることを記録で確認する。	ASME Sec.Ⅸ等で定められた溶接施工法および溶接士により溶接施工をしていること

	非破壊検査	②吸着塔ユニット配管 ④前処理フィルタユニット配管 ⑤昇圧ポンプユニット配管 ⑥配管ユニット配管	溶接部について非破壊検査（目視検査）を行い、その結果が ASME B31.1 に適合するものであることを記録で確認する。	溶接部について非破壊検査（目視検査）を行い、その結果が ASME B31.1 に適合するものであること。
	耐圧・漏えい検査 外観検査	①多核種吸着塔（二相ステンレス製） ②吸着塔ユニット配管 ③前処理フィルタ ④前処理フィルタユニット配管 ⑤昇圧ポンプユニット配管 ⑥配管ユニット配管	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないことを確認する。	検査圧力で保持した後、検査圧力に耐えていること及び耐圧部分から漏えいがないこと
	外観検査	①多核種吸着塔（二相ステンレス製） ②吸着塔ユニット配管 ③前処理フィルタ ④前処理フィルタユニット配管 ⑤昇圧ポンプユニット配管 ⑥配管ユニット配管	各部の外観を確認する。※２	外観上、傷・へこみ・変形等の異常がないこと

※１：「表－１６　確認事項（海外製品溶接検査）」の確認範囲は、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則」の第 26 条第 4 号に規定する範囲とする。なお、適用する規格で使用が認められている材料の溶接部に関わる確認は、適用する規格の条件に適合していることについて行う。

※２：現地では実施可能な範囲とし，必要に応じて記録を確認する。

2.2.2　敷地内各施設からの直接線ならびにスカイシャイン線による実効線量

2.2.2.1 線量の評価方法

(1) 線量評価点

施設と評価点との高低差を考慮し，各施設からの影響を考慮した敷地境界線上（図２．２．２－１）の最大実効線量評価地点（図２．２．２－２）における直接線及びスカイシャイン線による実効線量を算出する。

(2)評価に使用するコード

MCNP 等，他の原子力施設における評価で使用実績があり，信頼性の高いコードを使用する。

(3)線源及び遮蔽

線源は各施設が内包する放射性物質量に容器厚さ，建屋壁，天井等の遮蔽効果を考慮して設定する。内包する放射性物質量や，遮蔽が明らかでない場合は，設備の表面線量率を測定し，これに代えるものとする。

対象設備は事故処理に係る使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設，貯留設備（タンク類），固体廃棄物貯蔵庫，使用済燃料乾式キャスク仮保管設備及び瓦礫類，伐採木の一時保管エリア等とし，現に設置あるいは現時点で設置予定があるものとする。

2.2.2.2　各施設における線量評価

2.2.2.2.1　使用済セシウム吸着塔保管施設，大型廃棄物保管庫，廃スラッジ貯蔵施設及び貯留設備（タンク類）

使用済セシウム吸着塔保管施設，大型廃棄物保管庫，廃スラッジ貯蔵施設及び貯留設備（タンク類）は，現に設置，あるいは設置予定のある設備を評価する。セシウム吸着装置吸着塔および第二セシウム吸着装置吸着塔については，使用済セシウム吸着塔一時保管施設，大型廃棄物保管庫に保管した使用済吸着塔の線量率測定結果をもとに線源条件を設定する。（添付資料－１）　また特記なき場合，セシウム吸着装置吸着塔あるいは第二セシウム吸着装置吸着塔を保管するエリアに保管するこれら以外の吸着塔等については，相当な表面線量をもつこれら吸着塔とみなして評価する。

貯留設備（タンク類）は，設置エリア毎に線源を設定する。全てのタンク類について，タンクの形状をモデル化する。濃縮廃液貯槽（D エリア），濃縮水タンクの放射能濃度は，水分析結果を基に線源条件を設定する。濃縮廃液貯槽（H2 エリア）の内包物は貯槽下部にスラリー状の炭酸塩が沈殿していることから，貯槽下部，貯槽上部の放射能濃度をそれぞれ濃縮廃液貯槽①，濃縮廃液貯槽②とし水分析結果を基に線源条件を設定する。RO 濃縮水貯槽のうち RO 濃縮水貯槽 15（H8 エリア），17 の一部（G3 西エリアの D ），18（J1 エリア），

20 の一部（D エリアの B,C,D）及びろ過水タンク並びに Sr 処理水貯槽のうち Sr 処理水貯槽（K2 エリア）及び Sr 処理水貯槽（K1 南エリア）の放射能濃度は，水分析結果を基に線源条件を設定する。RO 濃縮水貯槽 17 の一部（G3 エリアの E,F,G,H）については、平成 28 年 1 月時点の各濃縮水貯槽の空き容量に、平成 27 年 8 月から平成 28 年 1 月までに採取した淡水化装置出口水の平均放射能濃度を有する水を注水し、満水にした際の放射能濃度を基に線源条件を設定する。サプレッションプール水サージタンク及び廃液 RO 供給タンクについては，平成 25 年 4 月から 8 月までに採取した淡水化装置入口水の水分析結果の平均値を放射能濃度として設定する。RO 濃縮水受タンクについては，平成 25 年 4 月から 8 月までに採取した淡水化装置出口水の水分析結果の平均値を放射能濃度として設定する。また，ろ過水タンクは残水高さを 0.5m とし，水位に応じた評価を実施する。

(1) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

a.　第一施設

容　　量：セシウム吸着装置吸着塔　　：544 体
　　第二セシウム吸着装置吸着塔：230 体

ⅰ.セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料－１　表１及び図１参照
遮　　蔽：吸着塔側面　：鉄 177.8mm
　　吸着塔一次蓋：鉄 222.5mm
　　吸着塔二次蓋：鉄 127mm
　　コンクリート製ボックスカルバート：203mm（蓋厚さ 403mm），密度 2.30g/cm^3
　　追加コンクリート遮蔽版（施設西端，厚さ 200mm，密度 2.30g/cm^3）
評価地点までの距離：約 1590m
線源の標高：T.P.約 33m

ⅱ.第二セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度：添付資料－１　表３及び図１参照
遮　　蔽：吸着塔側面：鉄 35mm，鉛 190.5mm
　　吸着塔上面：鉄 35mm，鉛 250.8mm
評価地点までの距離：約 1590m
線源の標高：T.P.約 33m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

b.　第二施設

容　　量：高性能容器（HIC）：736 体
放 射 能 強 度：表２．２．２－１参照
遮　　蔽：コンクリート製ボックスカルバート：203mm（蓋厚さ 400mm），
密度 2.30g/cm^3
評価地点までの距離：約 1580m
線 源 の 標 高：T.P.約 33m
評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

c.　第三施設

容　　量：高性能容器（HIC）　　：3,456 体
放 射 能 強 度：表２．２．２－１参照
遮　　蔽：コンクリート製ボックスカルバート：150mm（通路側 400mm），
密度 2.30g/cm^3
蓋：重コンクリート 400mm，密度 3.20g/cm^3
評価地点までの距離：約 1570m
線 源 の 標 高：T.P.約 33m
評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

d．　第四施設

容　　量：セシウム吸着装置吸着塔　　：680 体
第二セシウム吸着装置吸着塔：345 体

ⅰ.セシウム吸着装置吸着塔

放 射 能 強 度：添付資料－１　表１及び図３参照
遮　　蔽：吸着塔側面　：鉄 177.8mm（K1～K3：85.7mm）
吸着塔一次蓋：鉄 222.5mm（K1～K3：174.5mm）
吸着塔二次蓋：鉄 127mm　（K1～K3：55mm）
コンクリート製ボックスカルバート：203mm（蓋厚さ 400mm），
密度 2.30g/cm^3
評価地点までの距離　約 610m
線 源 の 標 高：T.P.約 35m

ⅱ.第二セシウム吸着装置吸着塔

放 射 能 強 度：添付資料－１　表３及び図３参照

遮　　蔽：吸着塔側面：鉄 35mm，鉛 190.5mm
　　吸着塔上面：鉄 35mm，鉛 250.8mm
評価地点までの距離：約 610m
線 源 の 標 高：T.P.約 35m
評 価 結 果：約 4.01×10^{-2}mSv/年

表２．２．２－１　評価対象核種及び放射能濃度（1/2）

核種	放射能濃度（Bq／cm^3）		
	スラリー（鉄共沈処理）	スラリー（炭酸塩沈殿処理）	吸着材３
Fe-59	5.55E+02	1.33E+00	0.00E+00
Co-58	8.44E+02	2.02E+00	0.00E+00
Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	9.12E+04
Sr-89	1.08E+06	3.85E+05	0.00E+00
Sr-90	2.44E+07	8.72E+06	0.00E+00
Y-90	2.44E+07	8.72E+06	0.00E+00
Y-91	8.12E+04	3.96E+02	0.00E+00
Nb-95	3.51E+02	8.40E-01	0.00E+00
Tc-99	1.40E+01	2.20E-02	0.00E+00
Ru-103	6.37E+02	2.01E+01	0.00E+00
Ru-106	1.10E+04	3.47E+02	0.00E+00
Rh-103m	6.37E+02	2.01E+01	0.00E+00
Rh-106	1.10E+04	3.47E+02	0.00E+00
Ag-110m	4.93E+02	0.00E+00	0.00E+00
Cd-113m	0.00E+00	5.99E+03	0.00E+00
Cd-115m	0.00E+00	1.80E+03	0.00E+00
Sn-119m	6.72E+03	0.00E+00	0.00E+00
Sn-123	5.03E+04	0.00E+00	0.00E+00
Sn-126	3.89E+03	0.00E+00	0.00E+00
Sb-124	1.44E+03	3.88E+00	0.00E+00
Sb-125	8.99E+04	2.42E+02	0.00E+00
Te-123m	9.65E+02	2.31E+00	0.00E+00
Te-125m	8.99E+04	2.42E+02	0.00E+00
Te-127	7.96E+04	1.90E+02	0.00E+00
Te-127m	7.96E+04	1.90E+02	0.00E+00
Te-129	8.68E+03	2.08E+01	0.00E+00
Te-129m	1.41E+04	3.36E+01	0.00E+00
I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	2.61E+05
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	8.60E+05
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	9.73E+03

表２．２．２－１　評価対象核種及び放射能濃度（2/2）

核種	放射能濃度（Bq／cm^3）		
	スラリー（鉄共沈処理）	スラリー（炭酸塩沈殿処理）	吸着材３
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05
Ba-137m	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05
Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	1.74E+03	8.46E+00	0.00E+00
Ce-144	7.57E+03	3.69E+01	0.00E+00
Pr-144	7.57E+03	3.69E+01	0.00E+00
Pr-144m	6.19E+02	3.02E+00	0.00E+00
Pm-146	7.89E+02	3.84E+00	0.00E+00
Pm-147	2.68E+05	1.30E+03	0.00E+00
Pm-148	7.82E+02	3.81E+00	0.00E+00
Pm-148m	5.03E+02	2.45E+00	0.00E+00
Sm-151	4.49E+01	2.19E-01	0.00E+00
Eu-152	2.33E+03	1.14E+01	0.00E+00
Eu-154	6.05E+02	2.95E+00	0.00E+00
Eu-155	4.91E+03	2.39E+01	0.00E+00
Gd-153	5.07E+03	2.47E+01	0.00E+00
Tb-160	1.33E+03	6.50E+00	0.00E+00
Pu-238	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Pu-239	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Pu-240	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Pu-241	1.13E+03	5.48E+00	0.00E+00
Am-241	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Am-242m	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Am-243	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Cm-242	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Cm-243	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Cm-244	2.54E+01	1.24E-01	0.00E+00
Mn-54	1.76E+04	4.79E+00	0.00E+00
Co-60	8.21E+03	6.40E+00	0.00E+00
Ni-63	0.00E+00	8.65E+01	0.00E+00
Zn-65	5.81E+02	1.39E+00	0.00E+00

(2) 大型廃棄物保管庫

容　　量 : 第二セシウム吸着装置吸着塔 : 540 体

遮　　蔽 : 天井及び壁 : コンクリート 厚さ 約 200mm, 密度 約 2.1g/cm^3

i . 第二セシウム吸着装置吸着塔

放射能強度 : 添付資料－１　表３及び図４参照

遮　　蔽 : 吸着塔側面 : 鉄 35mm, 鉛 190.5mm

吸着塔上面 : 鉄 35mm, 鉛 250.8mm

評価地点までの距離 : 約 480m

線源の標高 : T.P. 約 26m

評価結果 : 約 1.51×10^{-2}mSv/年

(3) 廃スラッジ一時保管施設

合計容量 : 約 630m^3

放射能濃度 : 約 1.0×10^{7}Bq/cm^3

遮　　蔽 : 炭素鋼 25mm, コンクリート 1,000mm（密度 2.1g/cm^3）

（貯蔵建屋外壁で 1mSv/時）

評価地点までの距離 : 約 1480m

線源の標高 : T.P. 約 33m

評価結果 : 約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(4) 廃止（高濃度滞留水受タンク）

(5) 濃縮廃液貯槽, 濃縮水タンク

a. 濃縮廃液貯槽（H2 エリア）

合計容量 : 約 300m^3

放射能濃度 : 表２．２．２－２参照

遮　　蔽 : SS400（9mm）

コンクリート 150mm(密度 2.1g/cm^3)

評価点までの距離 : 約 910m

線源の標高 : T.P. 約 36m

評価結果 : 約 6.26×10^{-4} mSv/年

b．濃縮廃液貯槽（D エリア）

容　　量 : 約 10,000m^3

放射能濃度 : 表２．２．２－２参照

遮　　蔽：側面：SS400（12㎜）
　　上面：SS400（9㎜）
評価点までの距離：約830m
線源の標高：T.P.約33m
評価結果：約1.45×10^{-3}mSv/年

c. 濃縮水タンク
合計容量：約150m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮　　蔽：側面：SS400（12㎜）
　　上面：SS400（9㎜）
評価点までの距離：約1210m
線源の標高：T.P.約33m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(6) RO濃縮水貯槽

a. 廃止（RO濃縮水貯槽1（H1エリア））

b. 廃止（RO濃縮水貯槽2（H1東エリア））

c. 廃止（RO濃縮水貯槽3（H2エリア））

d. 廃止（RO濃縮水貯槽4（H4エリア））

e. 廃止（RO濃縮水貯槽5（H4東エリア））

f. 廃止（RO濃縮水貯槽6（H5エリア））

g. 廃止（RO濃縮水貯槽7（H6エリア））

h. 廃止（RO濃縮水貯槽8（H4北エリア））

i. 廃止（RO濃縮水貯槽9（H5北エリア））

j. 廃止（RO濃縮水貯槽10（H6北エリア））

k. 廃止（RO 濃縮水貯槽 11（H3 エリア））

l. 廃止（RO 濃縮水貯槽 12（E エリア））

m. 廃止(RO 濃縮水貯槽 13（C エリア））

n. 廃止(RO 濃縮水貯槽 14（G6 エリア））

o. RO 濃縮水貯槽 15（H8 エリア）

容　　量：約 17,000m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮　　蔽：側面：SS400（12mm）
　　上面：SS400（6mm）
評価点までの距離：約 940m
線源の標高：T.P.約 33m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

p. 廃止（RO 濃縮水貯槽 16（G4 南エリア））

q. RO 濃縮水貯槽 17（G3 エリア）

容　　量：D：約 7,500m^3，E,F,G：約 34,000m^3,H:約 6,600m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮　　蔽：側面：SS400（12mm）
　　上面：SS400（6mm）
評価点までの距離：約 1630m，約 1720m
線源の標高：T.P.約 33m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

r. RO 濃縮水貯槽 18（J1 エリア）

容　　量：A：約 8,500m^3，B：約 8,500m^3，C,N；約 13,000m^3，G：約 9,600m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮　　蔽：側面：SS400（12mm）
　　上面：SS400（6mm）

評価点までの距離：約1490m，約1440m
線源の標高：T.P.約35m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

s．RO濃縮水貯槽20（Dエリア）
容量：約20,000m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮蔽：側面：SS400（12mm）
上面：SS400（9mm）
評価点までの距離：約830m
線源の標高：T.P.約33m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(7) サプレッションプール水サージタンク
容量：約6,800m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮蔽：側面：SM41A（15.5mm）
上面：SM41A（6mm）
評価点までの距離：約1280m
線源の標高：T.P.約8m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(8) RO処理水一時貯槽
貯蔵している液体の放射能濃度が10^{-2}Bq/cm^3程度と低いため，評価対象外とする。

(9) RO処理水貯槽
貯蔵している液体の放射能濃度が10^{-2}Bq/cm^3程度と低いため，評価対象外とする。

(10)　受タンク等
合計容量：約1,300m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮蔽：側面：SS400（12mmまたは6mm）
上面：SS400（9mmまたは4.5mm）

評価点までの距離：約1260m，約1220m
線源の標高：T.P.約33m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(11) ろ過水タンク

容量：約240m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮蔽：側面：SM400C(18mm)，SS400（12mm，10mm，8mm）
上面：SS400（4.5mm）
評価点までの距離：約220m
線源の標高：T.P.約39m
評価結果：約2.50×10^{-2}mSv/年

(12) Sr処理水貯槽

a. Sr処理水貯槽（K2エリア）

容量：約28,000m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮蔽：側面：SS400（15mm）
上面：SS400（9mm）
評価点までの距離：約 380m
線源の標高：T.P.約34m
評価結果：約6.91×10^{-4}mSv/年

b. Sr処理水貯槽（K1南エリア）

容量：約11,000m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮蔽：側面：SM400C（12mm）
上面：SM400C（12mm）
評価点までの距離：約 430m
線源の標高：T.P.約34m
評価結果：約1.24×10^{-4}mSv/年

(13) ブルータンクエリアA1

エリア面積：約490m^2
積上げ高さ：約6.3m
表面線量率：約0.017mSv/時（実測値）

放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２の核種比率
評 価 点 ま で の 距 離：約690m
線 源 の 標 高：T.P.約34m
線 源 形 状：四角柱
評 価 結 果：約3.64×10^{-4}mSv/年

(14) ブルータンクエリアA2
エ リ ア 面 積：約490m^2
積 上 げ 高 さ：約6.3m
表 面 線 量 率：約0.002mSv/時（実測値）
放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２の核種比率
評 価 点 ま で の 距 離：約670m
線 源 の 標 高：T.P.約34m
線 源 形 状：四角柱
評 価 結 果：約0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(15) ブルータンクエリアB
エ リ ア 面 積：約5,700m^2
積 上 げ 高 さ：約6.3m
表 面 線 量 率：約0.050mSv/時
放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２の核種比率
評 価 点 ま で の 距 離：約990m
線 源 の 標 高：T.P.約34m
線 源 形 状：四角柱
評 価 結 果：約4.85×10^{-4}mSv/年

(16) ブルータンクエリアC1
エ リ ア 面 積：約310m^2
積 上 げ 高 さ：約5.9m
表 面 線 量 率：約1.000mSv/時
放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２「濃縮廃液貯槽②(H2エリア)」の核種比率
評 価 点 ま で の 距 離：約1060m
線 源 の 標 高：T.P.約34m
線 源 形 状：四角柱
評 価 結 果：約4.08×10^{-4}mSv/年

(17) ブルータンクエリア C2

エ　リ　ア　面　積：約 280m^2
積　上　げ　高　さ：約 5.9m
表　面　線　量　率：約 0.050mSv/時（実測値）
放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２「濃縮廃液貯槽②(H2 エリア)」の核種比率
評価点までの距離：約 1060m
線　源　の　標　高：T.P.約 34m
線　源　形　状：四角柱
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(18) ブルータンクエリア C3

エ　リ　ア　面　積：約 2,000m^2
積　上　げ　高　さ：約 5.9m
表　面　線　量　率：約 0.015mSv/時（実測値）
放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２「濃縮廃液貯槽②(H2 エリア)」の核種比率
評価点までの距離：約 1060m
線　源　の　標　高：T.P.約 34m
線　源　形　状：四角柱
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(19) ブルータンクエリア C4

エ　リ　ア　面　積：約 270m^2
積　上　げ　高　さ：約 6.3m
表　面　線　量　率：約 0.050mSv/時
放 射 能 濃 度 比：表２．２．２－２の核種比率
評価点までの距離：約 1070m
線　源　の　標　高：T.P.約 34m
線　源　形　状：四角柱
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(20) 濃縮水受タンク，濃縮水処理水タンク仮置き場所

エ　リ　ア　面　積：約 1,100m^2

容　　量：約0.2m^3
積上げ高さ：約4.7m
遮　　蔽：側面：炭素鋼（12mm）
　　上面：炭素鋼（9mm）
放射能濃度：表２．２．２－２表
評価点までの距離：約1560m
線源の標高：T.P.約34m
線源形状：四角柱
評価結果：約0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(21) 増設RO濃縮水受タンク
合計容量：約30m^3
放射能濃度：表２．２．２－２参照
遮　　蔽：側面：SUS316L（9mm）
　　上面：SUS316L（6mm）
評価点までの距離：約1090m
線源の標高：T.P.約35m
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

表２．２．２－２　評価対象核種及び放射能濃度

		放射能濃度（Bq／cm³）						
		Cs-134	Cs-137 (Ba-137m)	Co-60	Mn-54	Sb-125 (Te-125m)	Ru-106 (Rh-106)	Sr-90 (Y-90)
(a)濃縮廃液貯槽								
濃縮廃液貯槽① (H2 エリア,タンク A,B)		8.8E+02	1.2E+03	1.5E+03	7.8E+02	2.1E+03	5.1E+03	1.1E+07
濃縮廃液貯槽① (H2 エリア,タンク C)		9.2E+02	7.2E+02	4.7E+03	4.7E+02	4.7E+03	1.4E+04	2.6E+07
濃縮廃液貯槽②（H2 エリア） 濃縮廃液貯槽（D エリア） 濃縮水タンク		3.0E+01	3.7E+01	1.7E+01	7.9E+01	4.5E+02	7.4E+00	2.8E+05
(b)RO 濃縮水貯槽								
RO 濃縮水貯槽 15		1.3E-01	5.7E-01	2.7E-01	3.6E-02	6.4E+00	2.9E-01	2.2E+02
RO 濃縮水貯槽 17	D	1.0E-02	7.2E-03	2.0E-02	6.9E-03	2.4E-02	2.8E-02	1.5E+00
	E,F,G	6.9E-01	3.1E+00	2.4E-01	1.7E-02	3.0E+00	2.9E-01	1.0E+02
	H	7.1E-01	3.2E+00	2.2E-01	1.6E-02	3.1E+00	2.9E-01	1.0E+02
RO 濃縮水貯槽 18	A	1.1E-02	9.9E-03	5.6E-02	7.5E-03	2.3E-02	3.4E-02	1.4E+01
	B	5.0E-01	2.2E+00	1.8E-01	1.6E-02	7.1E-01	3.1E-01	6.2E+02
	C,N	2.3E-01	1.1E+00	3.2E-02	1.3E-02	4.4E-01	1.5E-01	1.3E+02
	G	8.8E-03	5.7E-03	8.4E-03	5.3E-03	1.8E-02	3.4E-02	1.2E+00
RO 濃縮水貯槽 20	B,C,D,E	1.5E+00	3.0E+00	8.8E-01	1.1E+00	7.4E+00	2.6E-01	1.6E+04
(c)サプレッションプール水サージタンク								
サプレッションプール水サージタンク		2.1E+00	2.3E+00	4.9E+00	7.8E-01	1.8E+01	8.0E+00	4.4E+04
(d)受タンク等								
廃液 RO 供給タンク		2.1E+00	2.3E+00	4.9E+00	7.8E-01	1.8E+01	8.0E+00	4.4E+04
RO 濃縮水受タンク		2.0E+00	4.4E+00	5.8E-01	9.9E-01	3.5E+01	8.8E+00	7.4E+04
(e)ろ過水タンク								
ろ過水タンク		2.3E+00	4.3E+00	4.0E-01	6.3E-01	3.4E+01	1.2E+01	4.7E+04
(f)Sr 処理水貯槽								
Sr 処理水貯槽（K2 エリア）		5.8E-02	2.7E-02	5.0E-02	1.6E-02	5.5E+00	2.6E-01	6.9E+01
Sr 処理水貯槽（K1 南エリア）		6.4E-02	2.6E-02	9.6E-02	1.6E-02	6.6E+00	3.1E-01	1.7E+01
(g)濃縮水受タンク、濃縮処理水タンク仮置き場所								
濃縮水受タンク		1.1E+01	1.2E+01	7.1E+00	5.7E+00	6.9E+01	4.4E+01	1.2E+05
(h)ブルータンクエリア								
ブルータンクエリア A1,A2,B,C4		5.9E+01	9.9E+01	2.3E+01	4.5E+01	1.2E+02	9.1E+01	2.1E+05
(i)増設 RO 濃縮水受タンク								
増設 RO 濃縮水受タンク		2.0E+00	4.4E+00	5.8E-01	9.9E-01	3.5E+01	8.8E+00	7.4E+04

2.2.2.2.2　瓦礫類一時保管エリア

瓦礫類の線量評価は，次に示す条件でMCNPコードにより評価する。

なお，保管エリアが満杯となった際には，実際の線源形状に近い形でMCNPコードにより再評価することとする。（添付資料－２）

瓦礫類一時保管エリアについては，今後搬入が予想される瓦礫類の量と表面線量率を設定し，一時保管エリア全体に体積線源で存在するものとして評価する。核種はCs-134及びCs-137とする。なお，一時保管エリアUについては保管する各機器の形状，保管状態を考慮した体積線源として各々評価する。また，機器本体の放射化の可能性が否定出来ないことから，核種はCo-60とする。

評価条件における「保管済」は実測値による評価，「未保管」は受入上限値による評価を表す。

また，実測値による評価以外の実態に近づける線量評価方法も必要に応じて適用していく。（添付資料－３）

(1)一時保管エリアＡ１

一時保管エリアＡ１は，高線量の瓦礫類に遮蔽を行って一時保管する場合のケース１と遮蔽を行っていた瓦礫類を他の一時保管エリアに移動した後に低線量瓦礫類を一時保管する場合のケース２により運用する。

（ケース１）

貯　蔵　容　量：約2,400m^3

エ　リ　ア　面　積：約800m^2

積　上　げ　高　さ：約4m

表　面　線　量　率：30mSv/時（未保管）

遮　蔽：側面（南側以外）

土嚢：高さ約3m，厚さ約1m，密度約1.5g/cm^3

高さ約1m，厚さ約0.8m，密度約1.5g/cm^3

コンクリート壁:高さ約3m,厚さ約120mm,密度約2.1g/cm^3

鉄板：高さ約1m，厚さ約22mm，密度約7.8g/cm^3

側面（南側）

土嚢：厚さ約0.8m，密度約1.5g/cm^3

鉄板：厚さ約22mm，密度約7.8g/cm^3

上部

土嚢：厚さ約0.8m，密度約1.5g/cm^3

鉄板：厚さ約22mm，密度約7.8g/cm^3

評価点までの距離：約980m

線　源　の　標　高：T.P.約47m

線　源　形　状：四角柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※（ケース２）の評価結果のほうが高いため，（ケース２）の評価結果で代表する

（ケース２）
貯　蔵　容　量：約 7,000m^3
エ　リ　ア　面　積：約 1,400m^2
積　上　げ　高　さ：約 5m
表　面　線　量　率：0.01mSv/時（未保管）
遮　蔽：コンクリート壁:高さ 約 3m,厚さ 約 120mm,密度 約 2.1g/cm^3
評価点までの距離：約 980m
線　源　の　標　高：T.P.約 47m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(2)一時保管エリアＡ２

一時保管エリアＡ２は，高線量の瓦礫類に遮蔽を行って一時保管する場合のケース１と遮蔽を行っていた瓦礫類を他の一時保管エリアに移動した後に低線量瓦礫類を一時保管する場合のケース２により運用する。

（ケース１）
貯　蔵　容　量：約 4,700m^3
エ　リ　ア　面　積：約 1,500m^2
積　上　げ　高　さ：約 4m
表　面　線　量　率：30mSv/時（未保管）
遮　蔽：側面（東側以外）
土嚢：高さ約 3m，厚さ約 1m，密度約 1.5g/cm^3
高さ約 1m，厚さ約 0.8m，密度約 1.5g/cm^3
コンクリート壁:高さ約 3m,厚さ約 120mm,密度約 2.1g/cm^3
鉄板：高さ約 1m，厚さ約 22mm，密度約 7.8g/cm^3
側面（東側）
土嚢：厚さ約 0.8m，密度約 1.5g/cm^3
鉄板：厚さ約 22mm，密度約 7.8g/cm^3
上部

土嚢：厚さ約 0.8m，密度約 1.5g/cm^3
鉄板：厚さ約 22mm，密度約 7.8g/cm^3

評価点までの距離：約 1010m
線源の標高：T.P.約 47m
線源形状：四角柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm^3
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※（ケース２）の評価結果のほうが高いため，（ケース２）の評価結果で代表する

（ケース２）

貯蔵容量：約 12,000m^3
エリア面積：約 2,500m^2
積上げ高さ：約 5m
表面線量率：0.005mSv/時（未保管）
遮蔽：コンクリート壁:高さ 約 3m,厚さ 約 120mm,密度 約 2.1g/cm^3
評価点までの距離：約 1010m
線源の標高：T.P.約 47m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm^3
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(3)一時保管エリアＢ

①エリア１

貯蔵容量：約 3,200m^3
エリア面積：約 600m^2
積上げ高さ：約 5m
表面線量率：0.01mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 960m
線源の標高：T.P.約 47m
線源形状：円柱
かさ密度：鉄 0.3g/cm^3
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

②エリア２

貯蔵容量：約 2,100m^3

エ　リ　ア　面　積：約400m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.01mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約910m
線　源　の　標　高：T.P.約47m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(4) 一時保管エリアC
貯　蔵　容　量：約67,000m^3
エ　リ　ア　面　積：約13,400m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：約0.01mSv/時（保管済約31,000m^3），0.1 mSv/時（未保管約1,000m^3），0.025mSv/時（未保管約35,000m^3）
評価点までの距離：約890m
線　源　の　標　高：T.P.約32m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約1.41×10^{-3} mSv/年

(5)一時保管エリアD
貯　蔵　容　量：約4,500m^3（内，保管済約2,400m^3，未保管約2,100m^3）
エ　リ　ア　面　積：約1,000m^2
積　上　げ　高　さ：約4.5m
表　面　線　量　率：約0.09mSv/時（保管済），0.3mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約780m
線　源　の　標　高：T.P.約34m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約1.71×10^{-3} mSv/年

(6)一時保管エリアＥ１
貯　蔵　容　量：約16,000m^3（内，保管済約3,200m^3，未保管約12,800m^3）
エ　リ　ア　面　積：約3,500m^2

積　上　げ　高　さ：約4.5m
表　面　線　量　率：約0.11mSv/時（保管済），1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約760m
線　源　の　標　高：T.P.約26m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約3.03×10^{-2} mSv/年

(7)一時保管エリアＥ２
貯　蔵　容　量：約1,800m^3
エ　リ　ア　面　積：約500m^2
積　上　げ　高　さ：約3.6m
表　面　線　量　率：10mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約730m
線　源　の　標　高：T.P.約11m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約6.98×10^{-2} mSv/年

(8)一時保管エリアＦ１
貯　蔵　容　量：約650m^3
エ　リ　ア　面　積：約220m^2
積　上　げ　高　さ：約3m
表　面　線　量　率：約1.8mSv/時（保管済）
評価点までの距離：約620m
線　源　の　標　高：T.P.約26m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約1.85×10^{-2} mSv/年

(9)一時保管エリアＦ２
貯　蔵　容　量：約7,500m^3
エ　リ　ア　面　積：約1,500m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約660m

線　源　の　標　高：T.P.約 26m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 4.10×10^{-3} mSv/年

(10)一時保管エリアJ
貯　蔵　容　量：約 8,000m^3
エ　リ　ア　面　積：約 1,600m^2
積　上　げ　高　さ：約 5m
表　面　線　量　率：0.005mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 1390m
線　源　の　標　高：T.P.約 34m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(11)一時保管エリアL
覆土式一時保管施設 1 槽毎に評価した。
貯　蔵　容　量：約 4,000m^3×4
貯　蔵　面　積：約 1,400m^2×4
積　上　げ　高　さ：約 5m
表　面　線　量　率：1 槽目 0.005mSv/時（保管済），2 槽目 0.005mSv/時（保管済），3 槽目 30mSv/時（未保管），4 槽目 30mSv/時（未保管）
遮　蔽：覆土：厚さ 1m（密度 1.2g/cm^3）
評価点までの距離：1 槽目約 1070m，2 槽目約 1150m，3 槽目約 1090m，4 槽目約 1170m
線　源　の　標　高：T.P.約 35m
線　源　形　状：直方体
か　さ　密　度：鉄 0.5g/cm^3
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(12)一時保管エリアN
貯　蔵　容　量：約 10,000m^3
エ　リ　ア　面　積：約 2,000m^2

積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約1160m
線　源　の　標　高：T.P.約33m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(13)一時保管エリアO

①エリア１

貯　蔵　容　量：約27,500m^3
エ　リ　ア　面　積：約5,500m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.01mSv/時（保管済）
評価点までの距離：約810m
線　源　の　標　高：T.P.約23m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約2.48×10^{-4} mSv/年

②エリア２

貯　蔵　容　量：約17,000m^3
エ　リ　ア　面　積：約3,400m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約800m
線　源　の　標　高：T.P.約28m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約1.64×10^{-3}mSv/年

③エリア３

貯　蔵　容　量：約2,100m^3
エ　リ　ア　面　積：約2,100m^2
積　上　げ　高　さ：約1m

表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約820m
線　源　の　標　高：T.P.約28m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約8.06×10^{-4}mSv/年

④エリア４
貯　蔵　容　量：約4,800m^3
エ　リ　ア　面　積：約960m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約870m
線　源　の　標　高：T.P.約28m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約3.47×10^{-4}mSv/年

(14)一時保管エリアＰ１
①エリア１
貯　蔵　容　量：約60,800m^3
エ　リ　ア　面　積：約5,850m^2
積　上　げ　高　さ：約10.4m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約850m
線　源　の　標　高：T.P.約26m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約2.13×10^{-3} mSv/年

②エリア２
貯　蔵　容　量：約24,200m^3
エ　リ　ア　面　積：約4,840m^2
積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約930m

線　源　の　標　高 ：T.P.約 26m
線　源　形　状 ：円柱
か　さ　密　度 ：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果 ：約 6.55×10^{-4} mSv/年

(15)一時保管エリアＰ２
貯　蔵　容　量 ：約 9,000m^3
エ　リ　ア　面　積 ：約 2,000m^2
積　上　げ　高　さ ：約 4.5m
表　面　線　量　率 ：1mSv/時（未保管）
評価点までの距離 ：約 890m
線　源　の　標　高 ：T.P.約 26m
線　源　形　状 ：円柱
か　さ　密　度 ：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果 ：約 4.36×10^{-3} mSv/年

(16)一時保管エリアＵ
貯　蔵　容　量 ： 約 750m^3
エ　リ　ア　面　積 ： 約 450m^2
積　上　げ　高　さ ： 約 4.3m
表　面　線　量　率 ： 0.015 mSv/時（未保管約 310m^3），0.020 mSv/時（未保管約 110m^3），0.028 mSv/時（未保管約 330m^3）
評価点までの距離 ： 約 660m
線　源　の　標　高 ： T.P.約 35m
線　源　形　状 ： 円柱
か　さ　密　度 ： 鉄 7.86g/cm^3 またはコンクリート 2.15g/cm^3
評　価　結　果 ： 約 4.76×10^{-4}mSv/年

(17)一時保管エリアＶ
貯　蔵　容　量 ： 約 6,000m^3
エ　リ　ア　面　積 ： 約 1,200m^2
積　上　げ　高　さ ： 約 5m
表　面　線　量　率 ： 0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離 ： 約 930m
線　源　の　標　高 ： T.P.約 23m
線　源　形　状 ： 円柱

か　さ　密　度：　鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：　約 1.76×10^{-4}mSv/年

(18) 一時保管エリアW

①エリア１

貯　蔵　容　量：約 23,000m^3
エ　リ　ア　面　積：約 5,100m^2
積　上　げ　高　さ：約 4.5m
表　面　線　量　率：1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 730m
線　源　の　標　高：T.P.約 33m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 6.41×10^{-2}mSv/年

②エリア２

貯　蔵　容　量：約 6,300m^3
エ　リ　ア　面　積：約 1,400m^2
積　上　げ　高　さ：約 4.5m
表　面　線　量　率：1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 740m
線　源　の　標　高：T.P.約 32m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 1.49×10^{-2}mSv/年

(19) 一時保管エリアX

貯　蔵　容　量：約 12,200m^3
エ　リ　ア　面　積：約 2,700m^2
積　上　げ　高　さ：約 4.5m
表　面　線　量　率：1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 800m
線　源　の　標　高：T.P.約 33m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 1.40×10^{-2}mSv/年

(20) 一時保管エリアＡＡ

貯　蔵　容　量：約 36,400m^3
エ　リ　ア　面　積：約 3,500m^2
積　上　げ　高　さ：約 10.4m
表　面　線　量　率：0.001mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 1080m
線　源　の　標　高：T.P.約 35m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(21) 一時保管エリアｄ

貯　蔵　容　量：約 1,170m^3
エ　リ　ア　面　積：約 260m^2
積　上　げ　高　さ：約 4.5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 370m
線　源　の　標　高：T.P.約 44m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 2.13×10^{-2}mSv/年

(22) 一時保管エリアｅ

貯　蔵　容　量：約 6,660m^3
エ　リ　ア　面　積：約 1,480m^2
積　上　げ　高　さ：約 4.5m
表　面　線　量　率：0.1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約 490m
線　源　の　標　高：T.P.約 43m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄 0.3g/cm^3
評　価　結　果：約 1.99×10^{-2}mSv/年

(23) 一時保管エリアｍ

貯　　蔵　　容　　量：約3,060m^3
エ　リ　ア　面　積：約680m^2
積　上　げ　高　さ：約4.5m
表　面　線　量　率：1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約790m
線　源　の　標　高：T.P.約34m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約4.12×10^{-3}mSv/年

(24) 一時保管エリアｎ
貯　　蔵　　容　　量：約3,330m^3
エ　リ　ア　面　積：約740m^2
積　上　げ　高　さ：約4.5m
表　面　線　量　率：1mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約780m
線　源　の　標　高：T.P.約33m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3
評　価　結　果：約4.63×10^{-3}mSv/年

2.2.2.2.3　伐採木一時保管エリア

伐採木の線量評価は，次に示す条件でMCNPコードにより評価する。

なお，保管エリアが満杯となった際には，実際の線源形状に近い形でMCNPコードにより再評価することとする。（添付資料－２）

伐採木一時保管エリアについては，今後搬入が予想される伐採木の量と表面線量率を設定し，一時保管エリア全体に体積線源で存在するものとして評価する。核種はCs-134及びCs-137とする。

評価条件における「未保管」は受入上限値による評価を表す。

また，実測値による評価以外の実態に近づける線量評価方法も必要に応じて適用していく。（添付資料－３）

(1)一時保管エリアＧ
①エリア１
貯　　蔵　　容　　量：約4,200m^3

貯　蔵　面　積：約1,400m^2
積上げ高さ：約3m
表面線量率：0.079mSv/時（保管済）
遮蔽：覆土：厚さ0.7m（密度1.2g/cm^3）
評価点までの距離：約1360m
線源の標高：T.P.約30m
線源形状：円柱
かさ密度：木0.1g/cm^3
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

②エリア２
貯　蔵　容　量：約8,900m^2
貯　蔵　面　積：約3,000m^2
積上げ高さ：約3m
表面線量率：0.055 mSv/時（保管済　約3,000m^3）
0.15 mSv/時（未保管　約5,900m^3）
遮蔽：覆土：厚さ0.7m（密度1.2g/cm^3）
評価点までの距離：約1270m
線源の標高：T.P.約30m
線源形状：円柱
かさ密度：木0.1g/cm^3
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

③エリア３
貯　蔵　容　量：約16,600m^3
貯　蔵　面　積：約5,500m^2
積上げ高さ：約3m
表面線量率：0.15mSv/時（未保管）
遮蔽：覆土：厚さ0.7m（密度1.2g/cm^3）
評価点までの距離：約1310m
線源の標高：T.P.約30m
線源形状：円柱
かさ密度：木0.1g/cm^3
評価結果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

なお，当該エリアには表面線量率がバックグランド線量率と同等以下の伐採木（幹根）

も一時保管する。

(2)一時保管エリアH

貯　蔵　容　量：約 15,000m^3
貯　蔵　面　積：約 5,000m^2
積 上 げ 高 さ：約 3m
表 面 線 量 率：0.3mSv/時（未保管）
遮　蔽：覆土：厚さ 0.7m（密度 1.2g/cm^3）
評価点までの距離：約 740m
線 源 の 標 高：T.P.約 53m
線 源 形 状：円柱
か さ 密 度：木 0.1g/cm^3
評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

なお，当該エリアには表面線量率がバックグランド線量率と同等以下の伐採木（幹根）も一時保管する。

(3)一時保管エリアM

表面線量率がバックグランド線量率と同等以下の伐採木（幹根）を一時保管するため，評価対象外とする。

(4)一時保管エリアT

貯　蔵　容　量：約 11,900m^3
貯　蔵　面　積：約 4,000m^2
積 上 げ 高 さ：約 3m
表 面 線 量 率：0.3mSv/時（未保管）
遮　蔽：覆土：厚さ 0.7m（密度 1.2g/cm^3）
評価点までの距離：約 1880m
線 源 の 標 高：T.P.約 45m
線 源 形 状：円柱
か さ 密 度：木 0.1g/cm^3
評 価 結 果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(5)一時保管エリアV

貯　蔵　容　量：約 6,000m^3
貯　蔵　面　積：約 1,200m^2

積　上　げ　高　さ：約5m
表　面　線　量　率：0.3mSv/時（未保管）
評価点までの距離：約910m
線　源　の　標　高：T.P.約23m
線　源　形　状：円柱
か　さ　密　度：木0.05g/cm^3
評　価　結　果：約7.58×10^{-4}mSv/年
なお，当該エリアには表面線量率がバックグランド線量率と同等以下の伐採木（幹根）も一時保管する。

2.2.2.2.4　使用済燃料乾式キャスク仮保管設備

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備については，線源スペクトル，線量率，乾式キャスク本体の寸法等の仕様は，工事計画認可申請書又は核燃料輸送物設計承認申請書等，乾式キャスクの設計値及び収納する使用済燃料の収納条件に基づく値とする。なお，乾式キャスクの線量率は，側面，蓋面，底面の 3 領域に分割し，ガンマ線，中性子線毎にそれぞれ表面から1mの最大線量率で規格化する。乾式キャスクの配置は,設備の配置設計を反映し，隣接する乾式キャスク等による遮蔽効果を考慮し，敷地境界における直接線及びスカイシャイン線の合計の線量率を評価する。

貯　蔵　容　量：65 基(乾式貯蔵キャスク 20 基及び輸送貯蔵兼用キャスク 45 基)
エ　リ　ア　面　積：約80m×約96m
遮　蔽：コンクリートモジュール　200mm(密度2.15g/cm^3)
評価点までの距離：約350m
評価結果の種類：MCNPコードによる評価結果
線　源　の　標　高：T.P.約38m
評　価　結　果：約5.54×10^{-2}mSv/年

2.2.2.2.5　固体廃棄物貯蔵庫

固体廃棄物貯蔵庫の線量評価は，次に示す条件でMCNPコードにより評価する。

固体廃棄物貯蔵庫については，放射性固体廃棄物や一部を活用して瓦礫類，使用済保護

衣等を保管，または一時保管するため，実測した線量率に今後の活用も考慮した表面線量率を設定し，核種を Co-60 として評価するものとする。

第６～第８固体廃棄物貯蔵庫地下には，放射性固体廃棄物や事故後に発生した瓦礫類を保管するが，遮蔽効果が高いことから地下保管分については，設置時の工事計画認可申請書と同様に評価対象外とする。

また，実測値による評価以外の実態に近づける線量評価方法も必要に応じて適用していく。（添付資料－３）

(1)第１固体廃棄物貯蔵庫

貯　蔵　容　量：約 3,600m^3
エ　リ　ア　面　積：約 1,100m^2
積　上　げ　高　さ：約 3.2m
表　面　線　量　率：約 0.1mSv/時
遮　蔽：天井及び壁：鉄板厚さ 約 0.5mm
評価地点までの距離：約 750m
線　源　の　標　高：T.P.約 33m
線　源　形　状：直方体
か　さ　密　度：コンクリート 2.0g/cm^3
評　価　結　果：約 1.32×10^{-3}mSv/年

(2)第２固体廃棄物貯蔵庫

貯　蔵　容　量：約 6,700m^3
エ　リ　ア　面　積：約 2,100m^2
積　上　げ　高　さ：約 3.2m
表　面　線　量　率：約 5mSv/時
遮　蔽：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約 180mm，密度 約 2.2g/cm^3
評価地点までの距離：約 740m
線　源　の　標　高：T.P.約 33m
線　源　形　状：直方体
か　さ　密　度：コンクリート 2.0g/cm^3
評　価　結　果：約 7.72×10^{-3}mSv/年

(3)第３固体廃棄物貯蔵庫

貯　蔵　容　量：約 7,400m^3
エ　リ　ア　面　積：約 2,300m^2

積　上　げ　高　さ：約3.2m
表　面　線　量　率：約0.1mSv/時
遮　　蔽：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約180mm，密度 約2.2g/cm^3
評価地点までの距離：約470m
線　源　の　標　高：T.P.約42m
線　源　形　状：直方体
か　さ　密　度：コンクリート2.0g/cm^3
評　価　結　果：約3.50×10^{-3}mSv/年

(4)第4固体廃棄物貯蔵庫
貯　蔵　容　量：約7,400m^3
エ　リ　ア　面　積：約2,300m^2
積　上　げ　高　さ：約3.2m
表　面　線　量　率：約0.5mSv/時
遮　　蔽：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約700mm，密度 約2.2g/cm^3
評価地点までの距離：約420m
線　源　の　標　高：T.P.約42m
線　源　形　状：直方体
か　さ　密　度：コンクリート2.0g/cm^3
評　価　結　果：約0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

(5)第5固体廃棄物貯蔵庫
貯　蔵　容　量：約2,500m^3
エ　リ　ア　面　積：約800m^2
積　上　げ　高　さ：約3.2m
表　面　線　量　率：約0.5mSv/時
遮　　蔽：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約500mm，密度 約2.2g/cm^3
評価地点までの距離：約400m
線　源　の　標　高：T.P.約42m
線　源　形　状：直方体
か　さ　密　度：コンクリート2.0g/cm^3
評　価　結　果：約2.31×10^{-4}mSv/年

(6)第6固体廃棄物貯蔵庫
貯　蔵　容　量：約12,200m^3（1階部分）

エ　リ　ア　面　積　：約3,800m^2
積　上　げ　高　さ　：約3.2m
表　面　線　量　率　：約0.5mSv/時
遮　　蔽　：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約500mm，密度 約2.2g/cm^3
評価地点までの距離　：約360m
線　源　の　標　高　：T.P.約42m
線　源　形　状　：直方体
か　さ　密　度　：コンクリート2.0g/cm^3
評　価　結　果　：約1.68×10^{-3}mSv/年
※地下に瓦礫類を一時保管することを考慮している。

(7)第7固体廃棄物貯蔵庫
貯　蔵　容　量　：約17,200m^3（1階部分）
エ　リ　ア　面　積　：約5,400m^2
積　上　げ　高　さ　：約3.2m
表　面　線　量　率　：約0.5mSv/時
遮　　蔽　：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約500mm，密度 約2.2g/cm^3
評価地点までの距離　：約320m
線　源　の　標　高　：T.P.約42m
線　源　形　状　：直方体
か　さ　密　度　：コンクリート2.0g/cm^3
評　価　結　果　：約3.15×10^{-3}mSv/年
※地下に瓦礫類を一時保管することを考慮している。

(8)第8固体廃棄物貯蔵庫
貯　蔵　容　量　：約17,200m^3（1階部分）
エ　リ　ア　面　積　：約5,400m^2
積　上　げ　高　さ　：約3.2m
表　面　線　量　率　：約0.5mSv/時
遮　　蔽　：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約600mm，密度 約2.2g/cm^3
評価地点までの距離　：約280m
線　源　の　標　高　：T.P.約42m
線　源　形　状　：直方体
か　さ　密　度　：コンクリート2.0g/cm^3
評　価　結　果　：約1.46×10^{-3}mSv/年
※地下に瓦礫類を一時保管することを考慮している。

(9)第9固体廃棄物貯蔵庫

貯　蔵　容　量：地下2階部分　約15,300m^3
地下1階部分　約15,300m^3
地上1階部分　約15,300m^3
地上2階部分　約15,300m^3

エ　リ　ア　面　積：約4,800m^2

積　上　げ　高　さ：約3.3m

表　面　線　量　率：地下2階部分　約10Sv/時
地下1階部分　約30mSv/時
地上1階部分　約1mSv/時
地上2階部分　約0.05mSv/時

遮　蔽：天井及び壁：コンクリート 厚さ 約200mm～約650mm,
密度 約2.1g/cm^3

評価地点までの距離：約240m

線　源　の　標　高：T.P.約42m

線　源　形　状：直方体

か　さ　密　度：鉄0.3g/cm^3

評　価　結　果：約1.75×10^{-2}mSv/年

2.2.2.2.6　廃止（ドラム缶等仮設保管設備）

2.2.2.2.7　多核種除去設備

多核種除去設備については，各機器に表２．２．２－３及び表２．２．２－４に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGEN-Sにより求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放　射　能　強　度：表２．２．２－３，表２．２．２－４参照

遮　蔽：
鉄（HIC用遮蔽材）　112mm
：
鉄（循環タンク用遮蔽材）　100mm
：
鉄（吸着塔用遮蔽材）　50mm
：
鉛（クロスフローフィルタ他用遮蔽材）　8mm，4mm
：
鉛（循環弁スキッド，クロスフローフィルタスキッド）18mm，9mm
：

評価地点までの距離：約420m

線　源　の　標　高：T.P.約36m
評　価　結　果：約8.77×10^{-2}mSv/年

表２．２．２－３　評価対象核種及び放射能濃度（汚染水・スラリー・前処理後の汚染水）

(1/2)

No.	核種	放射能濃度（Bq／cm^3）			
		汚染水 （処理対象水）	スラリー （鉄共沈処理）	スラリー （炭酸塩沈殿処理）	前処理後の 汚染水
1	Fe-59	3.45E+00	5.09E+02	9.35E-01	1.06E-02
2	Co-58	5.25E+00	7.74E+02	1.42E+00	1.61E-02
3	Rb-86	2.10E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.19E+00
4	Sr-89	2.17E+04	1.85E+05	3.74E+05	3.28E+01
5	Sr-90	4.91E+05	4.18E+06	8.47E+06	7.42E+02
6	Y-90	4.91E+05	4.18E+06	8.47E+06	7.42E+02
7	Y-91	5.05E+02	7.44E+04	2.79E+02	3.03E-03
8	Nb-95	2.19E+00	3.22E+02	5.92E-01	6.69E-03
9	Tc-99	8.50E-02	1.28E+01	1.55E-02	1.70E-06
10	Ru-103	6.10E+00	5.84E+02	1.41E+01	2.98E-01
11	Ru-106	1.06E+02	1.01E+04	2.45E+02	5.15E+00
12	Rh-103m	6.10E+00	5.84E+02	1.41E+01	2.98E-01
13	Rh-106	1.06E+02	1.01E+04	2.45E+02	5.15E+00
14	Ag-110m	2.98E+00	4.52E+02	0.00E+00	0.00E+00
15	Cd-113m	4.68E+02	0.00E+00	4.23E+03	4.77E+01
16	Cd-115m	1.41E+02	0.00E+00	1.27E+03	1.43E+01
17	Sn-119m	4.18E+01	6.16E+03	0.00E+00	2.51E-01
18	Sn-123	3.13E+02	4.61E+04	0.00E+00	1.88E+00
19	Sn-126	2.42E+01	3.57E+03	0.00E+00	1.45E-01
20	Sb-124	9.05E+00	1.32E+03	2.73E+00	4.27E-02
21	Sb-125	5.65E+02	8.24E+04	1.71E+02	2.67E+00
22	Te-123m	6.00E+00	8.84E+02	1.63E+00	1.84E-02
23	Te-125m	5.65E+02	8.24E+04	1.71E+02	2.67E+00
24	Te-127	4.95E+02	7.30E+04	1.34E+02	1.51E+00
25	Te-127m	4.95E+02	7.30E+04	1.34E+02	1.51E+00
26	Te-129	5.40E+01	7.96E+03	1.46E+01	1.65E-01
27	Te-129m	8.75E+01	1.29E+04	2.37E+01	2.68E-01
28	I-129	8.50E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E+00
29	Cs-134	6.00E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.20E+01
30	Cs-135	1.98E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.95E+01
31	Cs-136	2.24E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.47E-01

表２．２．２－３　評価対象核種及び放射能濃度（汚染水・スラリー・前処理後の汚染水）

(2/2)

No.	核種	放射能濃度（Bq／cm^3）			
		汚染水 （処理対象水）	スラリー （鉄共沈処理）	スラリー （炭酸塩沈殿処理）	前処理後の 汚染水
32	Cs-137	8.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+01
33	Ba-137m	8.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+01
34	Ba-140	1.29E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.58E+00
35	Ce-141	1.08E+01	1.59E+03	5.96E+00	6.48E-05
36	Ce-144	4.71E+01	6.94E+03	2.60E+01	2.83E-04
37	Pr-144	4.71E+01	6.94E+03	2.60E+01	2.83E-04
38	Pr-144m	3.85E+00	5.68E+02	2.13E+00	2.31E-05
39	Pm-146	4.91E+00	7.23E+02	2.71E+00	2.94E-05
40	Pm-147	1.67E+03	2.45E+05	9.20E+02	9.99E-03
41	Pm-148	4.86E+00	7.16E+02	2.68E+00	2.92E-05
42	Pm-148m	3.13E+00	4.61E+02	1.73E+00	1.87E-05
43	Sm-151	2.79E-01	4.11E+01	1.54E-01	1.67E-06
44	Eu-152	1.45E+01	2.14E+03	8.01E+00	8.70E-05
45	Eu-154	3.77E+00	5.55E+02	2.08E+00	2.26E-05
46	Eu-155	3.06E+01	4.50E+03	1.69E+01	1.83E-04
47	Gd-153	3.16E+01	4.65E+03	1.74E+01	1.89E-04
48	Tb-160	8.30E+00	1.22E+03	4.58E+00	4.98E-05
49	Pu-238	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
50	Pu-239	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
51	Pu-240	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
52	Pu-241	7.00E+00	1.03E+03	3.87E+00	4.20E-05
53	Am-241	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
54	Am-242m	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
55	Am-243	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
56	Cm-242	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
57	Cm-243	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
58	Cm-244	1.58E-01	2.33E+01	8.73E-02	9.48E-07
59	Mn-54	1.07E+02	1.61E+04	3.38E+00	4.86E-02
60	Co-60	5.00E+01	7.52E+03	4.51E+00	5.10E-02
61	Ni-63	6.75E+00	0.00E+00	6.09E+01	6.89E-01
62	Zn-65	3.62E+00	5.33E+02	9.79E-01	1.11E-02

表２．２．２－４　評価対象核種及び放射能濃度（吸着材）(1/2)

No.	核種	放射能濃度（Bq／cm^3）				
		吸着材２※	吸着材３※	吸着材６※	吸着材５※	吸着材７※
1	Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	8.49E+01	0.00E+00	0.00E+00
2	Co-58	0.00E+00	0.00E+00	1.29E+02	0.00E+00	0.00E+00
3	Rb-86	0.00E+00	5.02E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	Sr-89	2.52E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	Sr-90	5.70E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	Y-90	5.70E+06	0.00E+00	2.37E+04	0.00E+00	0.00E+00
7	Y-91	0.00E+00	0.00E+00	2.44E+01	0.00E+00	0.00E+00
8	Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	5.38E+01	0.00E+00	0.00E+00
9	Tc-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.23E-02
10	Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03
11	Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E+04
12	Rh-103m	0.00E+00	0.00E+00	6.65E+01	0.00E+00	2.15E+03
13	Rh-106	0.00E+00	0.00E+00	2.60E+03	0.00E+00	3.71E+04
14	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	Cd-113m	0.00E+00	0.00E+00	3.84E+05	0.00E+00	0.00E+00
16	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	1.15E+05	0.00E+00	0.00E+00
17	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	2.02E+03	0.00E+00	0.00E+00
18	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	1.51E+04	0.00E+00	0.00E+00
19	Sn-126	0.00E+00	0.00E+00	1.17E+03	0.00E+00	0.00E+00
20	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.44E+02	0.00E+00
21	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+04	0.00E+00
22	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+02	0.00E+00
23	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+04	0.00E+00
24	Te-127	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+04	0.00E+00
25	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+04	0.00E+00
26	Te-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+03	0.00E+00
27	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03	0.00E+00
28	I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	Cs-134	0.00E+00	1.44E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	Cs-135	0.00E+00	4.73E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
31	Cs-136	0.00E+00	5.35E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には，最大吸着量で評価を実施。

表２．２．２－４　評価対象核種及び放射能濃度（吸着材）(2/2)

No.	核種	放射能濃度（Bq／cm^3）				
		吸着材２※	吸着材３※	吸着材６※	吸着材５※	吸着材７※
32	Cs-137	0.00E+00	1.98E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
33	Ba-137m	0.00E+00	1.98E+05	1.33E+05	0.00E+00	0.00E+00
34	Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	2.08E+04	0.00E+00	0.00E+00
35	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	5.21E-01	0.00E+00	0.00E+00
36	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+00	0.00E+00	0.00E+00
37	Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+00	0.00E+00	0.00E+00
38	Pr-144m	0.00E+00	0.00E+00	1.86E-01	0.00E+00	0.00E+00
39	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	2.37E-01	0.00E+00	0.00E+00
40	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	8.04E+01	0.00E+00	0.00E+00
41	Pm-148	0.00E+00	0.00E+00	2.35E-01	0.00E+00	0.00E+00
42	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	1.51E-01	0.00E+00	0.00E+00
43	Sm-151	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-02	0.00E+00	0.00E+00
44	Eu-152	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-01	0.00E+00	0.00E+00
45	Eu-154	0.00E+00	0.00E+00	1.82E-01	0.00E+00	0.00E+00
46	Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+00	0.00E+00	0.00E+00
47	Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	1.52E+00	0.00E+00	0.00E+00
48	Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	4.01E-01	0.00E+00	0.00E+00
49	Pu-238	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
50	Pu-239	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
51	Pu-240	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
52	Pu-241	0.00E+00	0.00E+00	3.38E-01	0.00E+00	0.00E+00
53	Am-241	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
54	Am-242m	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
55	Am-243	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
56	Cm-242	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
57	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
58	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-03	0.00E+00	0.00E+00
59	Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	3.91E+02	0.00E+00	0.00E+00
60	Co-60	0.00E+00	0.00E+00	4.10E+02	0.00E+00	0.00E+00
61	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	5.54E+03	0.00E+00	0.00E+00
62	Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	8.90E+01	0.00E+00	0.00E+00

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には，最大吸着量で評価を実施。

2.2.2.2.8　雑固体廃棄物焼却設備

雑固体廃棄物焼却設備については，雑固体廃棄物と焼却灰を線源として，直接線は QAD，スカイシャイン線は，ANISN＋G33 コードにて評価を行う。

遮蔽は，焼却炉建屋の建屋壁，天井のコンクリート厚さを考慮する。なお，焼却灰については，重量コンクリートによる遮蔽を考慮する。

焼却炉建屋

容　　量：雑固体廃棄物：約 2,170m^3
　　焼却灰：約 85m^3
線 源 強 度：表２．２．２－５参照
遮　　蔽：コンクリート（密度 2.15g/cm^3）300mm～700mm
　　重量コンクリート（密度 3.715 g/cm^3）：50mm
評価地点までの距離：約 620m
線 源 の 標 高：T.P.約 22m
線 源 形 状：直方体
か さ 密 度：雑固体廃棄物：0.134g/cm^3
　　焼却灰：0.5g/cm^3
評 価 結 果：約 2.65×10^{-4}mSv/年

表２．２．２－５　評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度（Bq／cm^3）	
	雑固体廃棄物	焼却灰
Mn-54	5.4E+00	4.0E+02
Co-58	2.5E-02	1.9E+00
Co-60	1.5E+01	1.1E+03
Sr-89	2.1E-01	1.6E+01
Sr-90	1.3E+03	9.9E+04
Ru-103	1.9E-04	1.4E-02
Ru-106	5.0E+01	3.7E+03
Sb-124	2.8E-02	2.1E+00
Sb-125	4.7E+01	3.5E+03
I-131	5.1E-25	3.8E-23
Cs-134	4.6E+02	3.4E+04
Cs-136	3.4E-17	2.5E-15
Cs-137	1.3E+03	9.4E+04
Ba-140	2.1E-15	1.6E-13
合計	3.2E+03	2.4E+05

2.2.2.2.9　増設多核種除去設備

増設多核種除去設備については，各機器に表２．２．２－６－１及び表２．２．２－６－２に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コード ORIGEN-S により求め，3 次元モンテカルロ計算コード MCNP により敷地境界における実効線量を評価した。

放射能強度	：表２．２．２－６－１及び表２．２．２－６－２参照	
遮蔽	：鉄（共沈タンク・供給タンクスキッド）	40～80mm
	：鉄（クロスフローフィルタスキッド）	20～60mm
	：鉄（スラリー移送配管）	28mm
	：鉄（吸着塔）	30～80mm
	：鉄（高性能容器（HIC））	120mm
	：鉄（反応／凝集槽，沈殿槽）	20～40mm
	：コンクリート（高性能容器（HIC））	
評価地点までの距離	：約 460m	
線源の標高	：T.P.約 37m	
評価結果	：約 2.58×10^{-2}mSv/年	

表２．２．２－６－１　評価対象核種及び放射能濃度（1/2）

No	核種	放射能濃度（Bq／cm^3）					
		汚染水	スラリー	吸着材１※	吸着材２※	吸着材４※	吸着材５※
1	Fe-59	3.45E+00	8.90E+01	2.30E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	Co-58	5.25E+00	1.35E+02	3.50E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	Rb-86	2.10E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.12E+04	0.00E+00
4	Sr-89	2.17E+04	5.64E+05	0.00E+00	4.58E+05	0.00E+00	0.00E+00
5	Sr-90	3.00E+05	1.30E+07	0.00E+00	1.06E+07	0.00E+00	0.00E+00
6	Y-90	3.00E+05	1.30E+07	6.53E+04	1.06E+07	0.00E+00	0.00E+00
7	Y-91	5.05E+02	1.32E+04	6.60E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	Nb-95	2.19E+00	5.72E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	Tc-99	8.50E-02	2.23E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	Ru-103	6.10E+00	1.21E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	Ru-106	1.06E+02	2.09E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	Rh-103m	6.10E+00	1.21E+02	1.80E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	Rh-106	1.06E+02	2.09E+03	7.03E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	Ag-110m	2.98E+00	7.79E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	Cd-113m	4.68E+02	6.01E+03	1.04E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	Cd-115m	1.41E+02	1.80E+03	3.12E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
17	Sn-119m	4.18E+01	1.06E+03	5.46E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
18	Sn-123	3.13E+02	7.95E+03	4.09E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19	Sn-126	2.42E+01	6.15E+02	3.16E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	Sb-124	9.05E+00	3.79E+01	3.94E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+04
21	Sb-125	5.65E+02	2.37E+03	2.46E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+06
22	Te-123m	6.00E+00	1.55E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.69E+02
23	Te125m	5.65E+02	2.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+06
24	Te-127	4.95E+02	1.28E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+04
25	Te-127m	4.95E+02	1.28E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+04
26	Te-129	5.40E+01	1.39E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.42E+03
27	Te-129m	8.75E+01	2.26E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.92E+03
28	I-129	8.50E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	Cs-134	6.00E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.61E+05	0.00E+00
30	Cs-135	1.98E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.60E+05	0.00E+00
31	Cs-136	2.24E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.73E+03	0.00E+00

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には，最大吸着量で評価を実施。

表２．２．２－６－１　評価対象核種及び放射能濃度（2/2）

No	核種	放射能濃度（Bq／cm^3）					
		汚染水	スラリー	吸着材１※	吸着材２※	吸着材４※	吸着材５※
32	Cs-137	8.25E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05	0.00E+00
33	Ba-137m	8.25E+01	2.16E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+05	0.00E+00
34	Ba-140	1.29E+01	3.38E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
35	Ce-141	1.08E+01	2.83E+02	1.41E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
36	Ce-144	4.71E+01	1.23E+03	6.15E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
37	Pr-144	4.71E+01	1.23E+03	4.19E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
38	Pr-144m	3.85E+00	1.01E+02	5.03E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
39	Pm-146	4.91E+00	1.28E+02	6.41E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	Pm-147	1.67E+03	4.36E+04	2.18E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
41	Pm-148	4.86E+00	1.27E+02	6.35E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
42	Pm-148m	3.13E+00	8.19E+01	4.08E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
43	Sm-151	2.79E-01	7.31E+00	3.65E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
44	Eu-152	1.45E+01	3.80E+02	1.89E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
45	Eu-154	3.77E+00	9.86E+01	4.92E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
46	Eu-155	3.06E+01	8.00E+02	3.99E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
47	Gd-153	3.16E+01	8.26E+02	4.12E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
48	Tb-160	8.30E+00	2.17E+02	1.08E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
49	Pu-238	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	Pu-239	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
51	Pu-240	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
52	Pu-241	7.00E+00	1.83E+02	9.15E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
53	Am-241	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
54	Am-242m	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
55	Am-243	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
56	Cm-242	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
57	Cm-243	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
58	Cm-244	1.58E-01	4.14E+00	2.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
59	Mn-54	1.07E+02	2.78E+03	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
60	Co-60	5.00E+01	1.30E+03	1.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
61	Ni-63	6.75E+00	8.66E+01	1.50E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
62	Zn-65	3.62E+00	9.32E+01	2.41E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能収容時には，最大吸着量で評価を実施。

表２．２．２－６－２　評価対象核種及び放射能濃度（１／３）

核種	放射能濃度[Bq/cm^3]		
	反応／凝集槽	沈殿槽下部	沈殿槽上部，上澄み水タンク
Fe-59	4.45E+01	8.90E+01	8.90E+00
Co-58	6.75E+01	1.35E+02	1.35E+01
Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	2.82E+04	5.64E+04	5.64E+03
Sr-90	6.50E+05	1.30E+06	1.30E+05
Y-90	6.50E+05	1.30E+06	1.30E+05
Y-91	6.60E+03	1.32E+04	1.32E+03
Nb-95	2.86E+01	5.72E+01	5.72E+00
Tc-99	1.12E+00	2.23E+00	2.23E-01
Ru-103	6.05E+01	1.21E+02	1.21E+01
Ru-106	1.05E+03	2.09E+03	2.09E+02
Rh-103m	6.05E+01	1.21E+02	1.21E+01
Rh-106	1.05E+03	2.09E+03	2.09E+02
Ag-110m	3.90E+01	7.79E+01	7.79E+00
Cd-113m	3.01E+03	6.01E+03	6.01E+02
Cd-115m	9.00E+02	1.80E+03	1.80E+02
Sn-119m	5.30E+02	1.06E+03	1.06E+02
Sn-123	3.98E+03	7.95E+03	7.95E+02
Sn-126	3.08E+02	6.15E+02	6.15E+01
Sb-124	1.90E+01	3.79E+01	3.79E+00
Sb-125	1.19E+03	2.37E+03	2.37E+02

表２．２．２－６－２　評価対象核種及び放射能濃度（２／３）

核種	放射能濃度[Bq/cm^3]		
	反応／凝集槽	沈殿槽下部	沈殿槽上部，上澄み水タンク
Te-123m	7.75E+01	1.55E+02	1.55E+01
Te-125m	1.19E+03	2.37E+03	2.37E+02
Te-127	6.40E+03	1.28E+04	1.28E+03
Te-127m	6.40E+03	1.28E+04	1.28E+03
Te-129	6.95E+02	1.39E+03	1.39E+02
Te-129m	1.13E+03	2.26E+03	2.26E+02
I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-137m	1.08E+03	2.16E+03	2.16E+02
Ba-140	1.69E+02	3.38E+02	3.38E+01
Ce-141	1.42E+02	2.83E+02	2.83E+01
Ce-144	6.15E+02	1.23E+03	1.23E+02
Pr-144	6.15E+02	1.23E+03	1.23E+02
Pr-144m	5.05E+01	1.01E+02	1.01E+01
Pm-146	6.40E+01	1.28E+02	1.28E+01
Pm-147	2.18E+04	4.36E+04	4.36E+03
Pm-148	6.35E+01	1.27E+02	1.27E+01
Pm-148m	4.10E+01	8.19E+01	8.19E+00

表２．２．２－６－２　評価対象核種及び放射能濃度（３／３）

核種	放射能濃度[Bq/cm^3]		
	反応／凝集槽	沈殿槽下部	沈殿槽上部，上澄み水タンク
Sm-151	3.66E+00	7.31E+00	7.31E-01
Eu-152	1.90E+02	3.80E+02	3.80E+01
Eu-154	4.93E+01	9.86E+01	9.86E+00
Eu-155	4.00E+02	8.00E+02	8.00E+01
Gd-153	4.13E+02	8.26E+02	8.26E+01
Tb-160	1.09E+02	2.17E+02	2.17E+01
Pu-238	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Pu-239	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Pu-240	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Pu-241	9.15E+01	1.83E+02	1.83E+01
Am-241	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Am-242m	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Am-243	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Cm-242	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Cm-243	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Cm-244	2.07E+00	4.14E+00	4.14E-01
Mn-54	1.39E+02	2.78E+02	2.78E+01
Co-60	6.50E+01	1.30E+02	1.30E+01
Ni-63	4.33E+01	8.66E+01	8.66E+00
Zn-65	4.66E+01	9.32E+01	9.32E+00

2.2.2.2.10　高性能多核種除去設備

高性能多核種除去設備については，各機器に表２．２．２－７及び表２．２．２－８に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放　射　能　強　度：表２．２．２－７，表２．２．２－８参照
遮　　蔽：鉛（前処理フィルタ）50mm
　　：鉛（多核種吸着塔）145mm
評価地点までの距離：約410m
線　源　の　標　高：T.P.約37m
評　価　結　果：約3.60×10^{-3}mSv/年

表２．２．２－７　評価対象核種及び放射能濃度

（前処理フィルタ・多核種吸着塔 1～3 塔目）(1/2)

No.	核種	前処理フィルタ			多核種吸着塔				
					1～3 塔目				
		1 塔目	2 塔目	3～4 塔目	1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目
1	Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.93E+04				
2	Sr-89	5.19E+06	0.00E+00	7.29E+06	3.42E+07				
3	Sr-90	5.19E+08	0.00E+00	7.29E+08	3.42E+09				
4	Y-90	5.19E+08	3.62E+08	7.29E+08	3.42E+09				
5	Y-91	0.00E+00	1.68E+07	0.00E+00	0.00E+00				
6	Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
7	Tc-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
8	Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
9	Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
10	Rh-103m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
11	Rh-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
12	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
13	Cd-113m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
14	Cd-115m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
15	Sn-119m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
16	Sn-123	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
17	Sn-126	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
18	Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
19	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
20	Te-123m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.15E+03				
21	Te-125m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.88E+06				
22	Te-127	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.64E+05				
23	Te-127m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.64E+05				
24	Te-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.54E+05				
25	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+05				
26	I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
27	Cs-134	5.19E+04	7.22E+05	0.00E+00	1.71E+06	2.05E+05	1.20E+05	5.13E+04	3.42E+04
28	Cs-135	3.06E-01	4.26E+00	0.00E+00	1.01E+01	1.21E+00	7.06E-01	3.03E-01	2.02E-01
29	Cs-136	3.84E+02	5.34E+03	0.00E+00	1.26E+04	1.52E+03	8.85E+02	3.79E+02	2.53E+02
30	Cs-137	5.19E+04	7.22E+05	0.00E+00	1.71E+06	2.05E+05	1.20E+05	5.13E+04	3.42E+04
31	Ba-137m	5.19E+04	7.22E+05	0.00E+00	1.71E+06	2.05E+05	1.20E+05	5.13E+04	3.42E+04

表２．２．２－７　評価対象核種及び放射能濃度

（前処理フィルタ・多核種吸着塔 1～3 塔目）(2/2)

No.	核種	前処理フィルタ			多核種吸着塔				
					1～3 塔目				
		1 塔目	2 塔目	3～4 塔目	1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目
32	Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	3.45E+04	0.00E+00				
33	Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
34	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
35	Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
36	Pr-144m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
37	Pm-146	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
38	Pm-147	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
39	Pm-148	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
40	Pm-148m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
41	Sm-151	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
42	Eu-152	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
43	Eu-154	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
44	Eu-155	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
45	Gd-153	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
46	Tb-160	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
47	Pu-238	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
48	Pu-239	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
49	Pu-240	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
50	Pu-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
51	Am-241	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
52	Am-242m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
53	Am-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
54	Cm-242	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
55	Cm-243	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
56	Cm-244	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
57	Mn-54	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
58	Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
59	Co-58	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
60	Co-60	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
61	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
62	Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				

表２．２．２－８　評価対象核種及び放射能濃度（多核種吸着塔 4～13 塔目）(1/2)

No.	核種	多核種吸着塔							
		4～5 塔目					6～8 塔目	9～10 塔目	11～13 塔目
		1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目			
1	Rb-86	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	Sr-89	2.91E+03					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	Sr-90	2.91E+05					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	Y-90	2.91E+05					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	Y-91	0.00E+00					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	Nb-95	0.00E+00					0.00E+00	2.82E+04	0.00E+00
7	Tc-99	0.00E+00					3.20E+03	0.00E+00	0.00E+00
8	Ru-103	0.00E+00					0.00E+00	3.75E+04	4.16E+03
9	Ru-106	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+06	6.41E+05
10	Rh-103m	0.00E+00					0.00E+00	3.75E+04	4.16E+03
11	Rh-106	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+06	6.41E+05
12	Ag-110m	0.00E+00					0.00E+00	3.04E+04	0.00E+00
13	Cd-113m	0.00E+00					0.00E+00	1.95E+08	0.00E+00
14	Cd-115m	0.00E+00					0.00E+00	1.47E+06	0.00E+00
15	Sn-119m	0.00E+00					0.00E+00	6.41E+05	0.00E+00
16	Sn-123	0.00E+00					0.00E+00	4.81E+06	0.00E+00
17	Sn-126	0.00E+00					0.00E+00	2.27E+05	0.00E+00
18	Sb-124	0.00E+00					4.16E+04	0.00E+00	0.00E+00
19	Sb-125	0.00E+00					1.60E+07	0.00E+00	0.00E+00
20	Te-123m	0.00E+00					6.09E+03	0.00E+00	0.00E+00
21	Te-125m	0.00E+00					1.60E+07	0.00E+00	0.00E+00
22	Te-127	0.00E+00					4.81E+05	0.00E+00	0.00E+00
23	Te-127m	0.00E+00					4.81E+05	0.00E+00	0.00E+00
24	Te-129	0.00E+00					3.01E+05	0.00E+00	0.00E+00
25	Te-129m	0.00E+00					9.29E+04	0.00E+00	0.00E+00
26	I-129	0.00E+00					0.00E+00	2.92E+03	0.00E+00
27	Cs-134	1.46E+04	1.75E+03	1.02E+03	4.37E+02	2.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
28	Cs-135	8.59E-02	1.03E-02	6.01E-03	2.58E-03	1.72E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	Cs-136	1.08E+02	1.29E+01	7.54E+00	3.23E+00	2.16E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	Cs-137	1.46E+04	1.75E+03	1.02E+03	4.37E+02	2.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
31	Ba-137m	1.46E+04	1.75E+03	1.02E+03	4.37E+02	2.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表２．２．２－８　評価対象核種及び放射能濃度（多核種吸着塔 4～13 塔目）(2/2)

No.	核種	多核種吸着塔							
		4～5 塔目					6～8 塔目	9～10 塔目	11～13 塔目
		1 層目	2 層目	3 層目	4 層目	5 層目			
32	Ba-140	0.00E+00					0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
33	Ce-141	0.00E+00					0.00E+00	1.12E+05	0.00E+00
34	Ce-144	0.00E+00					0.00E+00	5.13E+05	0.00E+00
35	Pr-144	0.00E+00					0.00E+00	5.13E+05	0.00E+00
36	Pr-144m	0.00E+00					0.00E+00	5.13E+05	0.00E+00
37	Pm-146	0.00E+00					0.00E+00	5.45E+04	0.00E+00
38	Pm-147	0.00E+00					0.00E+00	8.65E+05	0.00E+00
39	Pm-148	0.00E+00					0.00E+00	7.05E+04	0.00E+00
40	Pm-148m	0.00E+00					0.00E+00	3.01E+04	0.00E+00
41	Sm-151	0.00E+00					0.00E+00	4.16E+03	0.00E+00
42	Eu-152	0.00E+00					0.00E+00	2.11E+05	0.00E+00
43	Eu-154	0.00E+00					0.00E+00	5.45E+04	0.00E+00
44	Eu-155	0.00E+00					0.00E+00	2.82E+05	0.00E+00
45	Gd-153	0.00E+00					0.00E+00	2.63E+05	0.00E+00
46	Tb-160	0.00E+00					0.00E+00	7.37E+04	0.00E+00
47	Pu-238	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
48	Pu-239	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
49	Pu-240	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
50	Pu-241	0.00E+00					0.00E+00	2.53E+03	0.00E+00
51	Am-241	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
52	Am-242m	0.00E+00					0.00E+00	3.52E+00	0.00E+00
53	Am-243	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
54	Cm-242	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
55	Cm-243	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
56	Cm-244	0.00E+00					0.00E+00	5.77E+01	0.00E+00
57	Mn-54	0.00E+00					0.00E+00	2.53E+04	0.00E+00
58	Fe-59	0.00E+00					0.00E+00	3.52E+04	0.00E+00
59	Co-58	0.00E+00					0.00E+00	2.63E+04	0.00E+00
60	Co-60	0.00E+00					0.00E+00	2.11E+04	0.00E+00
61	Ni-63	0.00E+00					0.00E+00	3.20E+05	0.00E+00
62	Zn-65	0.00E+00					0.00E+00	4.81E+04	0.00E+00

2.2.2.2.11　廃止（RO 濃縮水処理設備）

2.2.2.2.12　サブドレン他浄化設備

サブドレン他浄化設備については，各機器に表２．２．２－９に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コード ORIGEN により求め，3 次元モンテカルロ計算コード MCNP により敷地境界における実効線量を評価した（線量評価条件については添付資料－６参照）。

放　射　能　強　度：表２．２．２－９参照
遮　　蔽：鉄 6.35mm 及び鉛 50mm（前処理フィルタ１，２）
　　：鉄 6.35mm 及び鉛 40mm（前処理フィルタ３）
　　：鉄 25.4mm（吸着塔１～５）
評価地点までの距離：約 330m
線　源　の　標　高：T.P.約 39m
評　価　結　果：約 8.53×10^{-3}mSv/年

表２．２．２－９　評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度（Bq／cm^3）				
	前処理フィルタ２	前処理フィルタ３	吸着塔１	吸着塔４	吸着塔５
Cs-134	1.34E+05	0.00E+00	1.95E+03	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	2.47E+05	0.00E+00	5.83E+03	0.00E+00	0.00E+00
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.58E+02	0.00E+00
Ag-110m	7.93E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.61E+01
Sr-89	0.00E+00	2.32E+02	1.77E+02	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	0.00E+00	5.73E+03	4.37E+03	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	0.00E+00	5.73E+03	4.37E+03	1.97E+03	1.35E+03
Co-60	4.35E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E+01

2.2.2.2.13 放射性物質分析・研究施設第 1 棟

放射性物質分析・研究施設第 1 棟については,分析対象物の表面線量率を設定し,核種を Co－60 として線源の放射能強度を決定し,3 次元モンテカルロ計算コード MCNP により敷地境界における実効線量を評価した。

放 射 能 強 度：1.1×10^{8} Bq（固体廃棄物払出準備室）
3.7×10^{7} Bq（液体廃棄物一時貯留室）
2.2×10^{8} Bq（ライブラリ保管室）
5.3×10^{11} Bq（鉄セル室）
9.3×10^{5} Bq（グローブボックス室）
1.3×10^{6} Bq（フード室）
1.7×10^{9} Bq（パネルハウス室）
1.8×10^{10} Bq（小型受入物待機室）
3.7×10^{5} Bq（測定室）

遮 蔽：建屋天井及び壁 コンクリート 厚さ 約 250mm～約 700mm,
密度 約 2.1g/cm^3
ライブラリ保管室の線源の遮蔽 鉄 厚さ 約 150mm, 密度 約 7.8g/cm^3
鉄セル 鉄 厚さ 約 300mm, 密度 約 7.8g/cm^3
パネルハウス室の待機中の線源の遮蔽 鉄 厚さ 約 100mm, 密度 約 7.8g/cm^3
小型受入物待機室 鉄 厚さ 約 150mm, 密度 約 7.8g/cm^3

評価点までの距離：約 540m
線 源 の 標 高：T.P.約 40m
線 源 の 形 状：直方体,円柱,点
評 価 結 果：約 0.0001mSv／年未満 ※影響が小さいため線量評価上無視する

2.2.2.2.14　大型機器除染設備

大型機器除染設備については，除染廃棄物を線源として，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGEN2により求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

遮蔽は，除染廃棄物保管エリアの壁による遮蔽を考慮する。

容　　量：約3m^3
放射能強度：表２．２．２－１０参照
遮　　蔽：鉄（密度7.8g/cm^3）10mm～30mm
評価地点までの距離：約700m
線源の標高：T.P.約34m
線源形状：円柱
かさ密度：2.31g/cm^3
評価結果：約6.19×10^{-4}mSv/年

表２．２．２－１０　評価対象核種及び放射能濃度

ケース①主要な汚染がRO濃縮水の場合

核種	放射能濃度（Bq／kg）
Mn-54	1.2E+06
Co-60	3.4E+05
Sr-90	3.1E+09
Ru-106	1.9E+06
Sb-125	6.5E+06
Cs-134	8.7E+05
Cs-137	1.5E+06

ケース②主要な汚染がCoの場合

核種	放射能濃度（Bq／kg）
Co-60	7.5E+06

ケース③主要な汚染がCsの場合

核種	放射能濃度（Bq／kg）
Cs-137	1.1E+08

2.2.2.2.15　増設雑固体廃棄物焼却設備

増設雑固体廃棄物焼却設備については，雑固体廃棄物と焼却灰を線源として，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGEN2により求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

遮蔽は，焼却炉建屋の建屋壁，天井のコンクリート厚さを考慮する。

容　　量：雑固体廃棄物：約1050m^3
　　焼却灰：約200m^3
放射能強度：表２．２．２－１１参照
遮　　蔽：コンクリート（密度2.15g/cm^3）200mm～650mm
評価地点までの距離：約500m
線源の標高：T.P.約32m
線源形状：直方体
かさ密度：雑固体廃棄物：0.3g/cm^3
　　焼却灰：0.5g/cm^3
評価結果：約0.0001mSv／年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

表２．２．２－１１　評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度（Bq／cm^3）	
	雑固体廃棄物	焼却灰
Mn-54	1.0E+00	1.7E+01
Co-58	4.8E-03	8.0E-02
Co-60	2.9E+00	4.8E+01
Sr-89	3.9E-02	6.5E-01
Sr-90	2.5E+02	4.2E+03
Ru-103	3.6E-05	6.0E-04
Ru-106	9.6E+00	1.6E+02
Sb-124	5.1E-03	8.5E-02
Sb-125	9.0E+00	1.5E+02
I-131	9.6E-26	1.6E-24
Cs-134	8.7E+01	1.5E+03
Cs-136	6.3E-18	1.1E-16
Cs-137	2.4E+02	4.0E+03
Ba-140	4.2E-16	7.0E-15
合計	6.0E+02	1.0E+04

2.2.2.2.16　浄化ユニット

浄化ユニットについては，各機器に表２．２．２－１２に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

放　射　能　強　度：表２．２．２－１２参照
遮　　蔽：鉄8ｍｍ
評価地点までの距離：約750m
線　源　の　標　高：T.P.約27m
評　　価　　結　　果：約1.47×10^{-4}mSv/年

表２．２．２－１２　評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能量（Bq/cm^3）
	吸着塔タイプ２
Cs-134	9.84E+02
Cs-137	3.32E+03
Ba-137m	3.32E+03
Sr-90	5.66E+03
Y-90	5.66E+03

2.2.2.2.17　貯留タンク，中間タンク

貯留タンク，中間タンクについては，各タンク群に表２．２．２－１３に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

ａ．貯留タンク（ＨＩＪタンク群）

放　射　能　濃　度：表２．２．２－１３参照
遮　　蔽：鉄9ｍｍ
評価点までの距離：約780m
線　源　の　標　高：T.P.約27m
評　　価　　結　　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

ｂ．貯留タンク（Ｋタンク群）

放　射　能　濃　度：表２．２．２－１３参照
遮　　蔽：鉄 12ｍｍ
評価点までの距離：約 810m
線　源　の　標　高：T.P.約 27m
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

ｃ．中間タンク（Ｎタンク群）

放　射　能　濃　度：表２．２．２－１３参照
遮　　蔽：鉄 12ｍｍ
評価点までの距離：約 760m
線　源　の　標　高：T.P.約 27m
評　価　結　果：約 0.0001mSv/年未満　※影響が小さいため線量評価上無視する

表２．２．２－１３　評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能量（Bq/cm^3）
	各タンク群
Mn-54	3.434E-03
Co-60	8.312E-03
Sr-90	7.780E+00
Ru-106	1.605E-02
Sb-125	7.280E-03
Cs-134	5.356E-02
Cs-137	1.696E-01

2.2.2.2.18　油処理装置

油処理装置については，各機器に表２．２．２－１４に示す核種，放射能濃度が内包しているとし，制動エックス線を考慮したガンマ線線源強度を核種生成減衰計算コードORIGENにより求め，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

容　　量：原水　：約 12m^3
処理水：約 4m^3
放射能強度：表２．２．２－１４参照
遮　　蔽：側面：SUS304（9mm，6mm，4mm）
上面：SUS316（4mm），SUS304（6mmまたは4mm）
評価地点までの距離：約1330m
線源の標高：T.P.約9m
評価結果：約0.0001mSv／年未満
※影響が小さいため線量評価上無視する

表２．２．２－１４　評価対象核種及び放射能濃度

	放射能濃度（Bq／cm^3）						
	Cs-134	Cs-137 (Ba-137m)	Co-60	Mn-54	Sb-125 (Te-125m)	Ru-106 (Rh-106)	Sr-90 (Y-90)
原水	5.9E+03	2.8E+04	8.9E+01	8.4E+01	7.1E+02	1.1E+03	2.0E+04
処理水	8.4E+02	4.0E+03	1.3E+01	1.2E+01	1.1E+02	1.6E+02	2.8E+03

2.2.2.2.19　減容処理設備

減容処理設備については，減容処理対象物の表面線量率を設定し，核種をCo-60として線源の放射能強度を決定し，3次元モンテカルロ計算コードMCNPにより敷地境界における実効線量を評価した。

容　　量：金属廃棄物　約 214m^3
コンクリート廃棄物　約 46m^3
放射能強度：表２．２．２－１５参照
遮　　蔽：コンクリート（密度2.15g/cm^3）200mm～500mm
鉄（密度7.8g/cm^3）3.2mm，50mm
評価地点までの距離：約350m
線源の標高：T.P.約33m
線源形状：直方体，円柱

か　　さ　　密　　度：金属廃棄物 0.4g/cm^3（減容処理前）
0.8g/cm^3（減容処理後）
コンクリート廃棄物 0.6g/cm^3（減容処理前）
1.2g/cm^3（減容処理後）
評　　価　　結　　果：約 2.64×10^{-3}mSv/年

表２．２．２－１５　評価対象核種及び放射能濃度

核種	放射能濃度（Bq/kg）	
	金属廃棄物	コンクリート廃棄物
Co-60	2.43E+06	2.09E+06

2.2.2.3　敷地境界における線量評価結果

各施設からの影響を考慮して敷地境界線上の直接線・スカイシャイン線を評価した結果（添付資料－４），最大実効線量は評価地点 No.71 において約 0.59mSv/年となる。

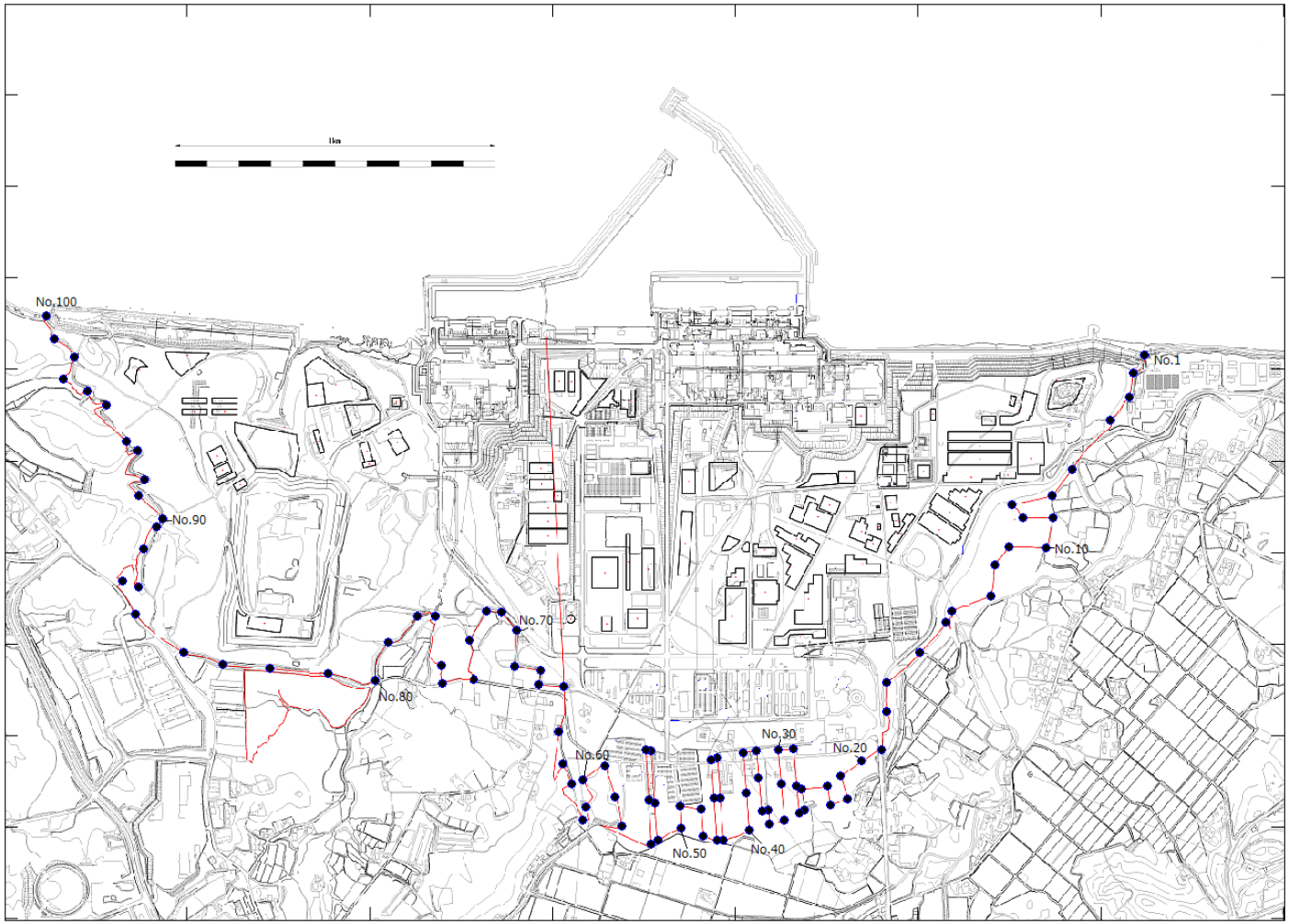


図２．２．２－１　直接線ならびにスカイシャイン線の線量評価地点

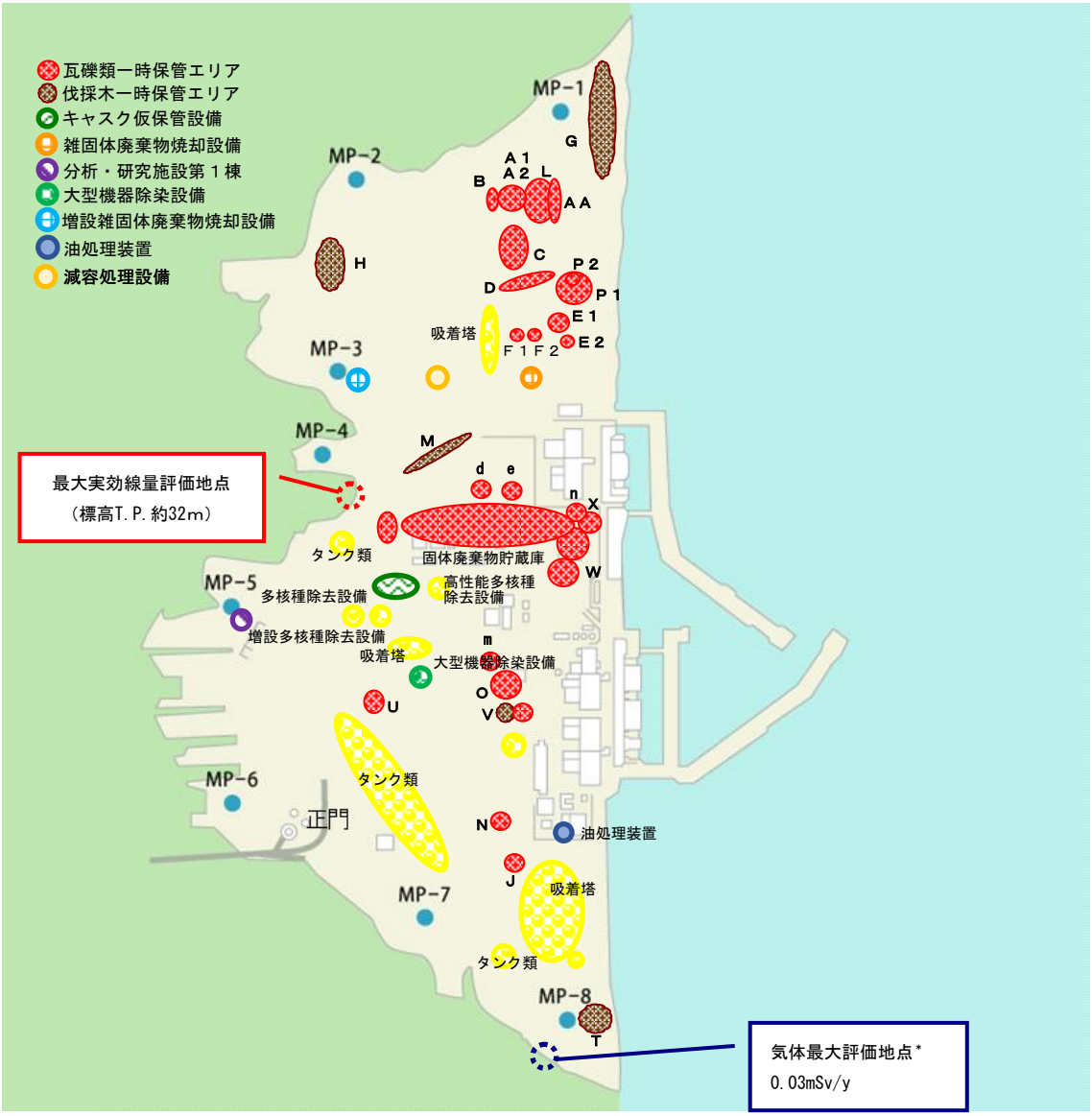


図２．２．２－２　敷地境界線上の最大実効線量評価地点

＊：1～4 号機原子炉建屋（原子炉格納容器を含む）以外からの追加的放出は極めて少ないと考えられるため，1～4 号機原子炉建屋からの放出量により評価

2.2.2.4　添付資料

添付資料－１　使用済セシウム吸着塔一時保管施設および大型廃棄物保管庫におけるセシウム吸着装置・第二セシウム吸着装置吸着塔の線源条件と保管上の制限について

添付資料－２　瓦礫類および伐採木一時保管エリアにおける敷地境界線量評価について

添付資料－３　実態に近づける線量評価方法について

添付資料－４　敷地境界における直接線・スカイシャイン線の評価結果

添付資料－５　多核種除去設備，増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備の線量評価条件について

添付資料－６　サブドレン他浄化設備の線量評価条件について

使用済セシウム吸着塔一時保管施設および大型廃棄物保管庫における
セシウム吸着装置・第二セシウム吸着装置吸着塔の線源条件と保管上の制限について

1. 保管上の制限内容

使用済セシウム吸着塔一時保管施設および大型廃棄物保管庫におけるセシウム吸着装置および第二セシウム吸着装置の吸着塔の線源条件については，滞留水中の放射能濃度が低下してきていることに伴って吸着塔内のセシウム吸着量も運転当初から変化していると考えられることから，吸着塔側面の線量率の実測値に基づき，実態を反映した線源条件とした。2.に後述するように，セシウム吸着装置吸着塔についてはK1～K7の7段階に，第二セシウム吸着装置吸着塔についてはS1～S4の4段階に区分し，図１～３のように第一・第四施設および大型廃棄物保管庫の配置モデルを作成し,敷地境界線量に対する2.2.2.2.1(1)に示した評価値を求めた。よって，保管後の線量影響が評価値を超えぬよう，図１～３を保管上の制限として適用することとする。

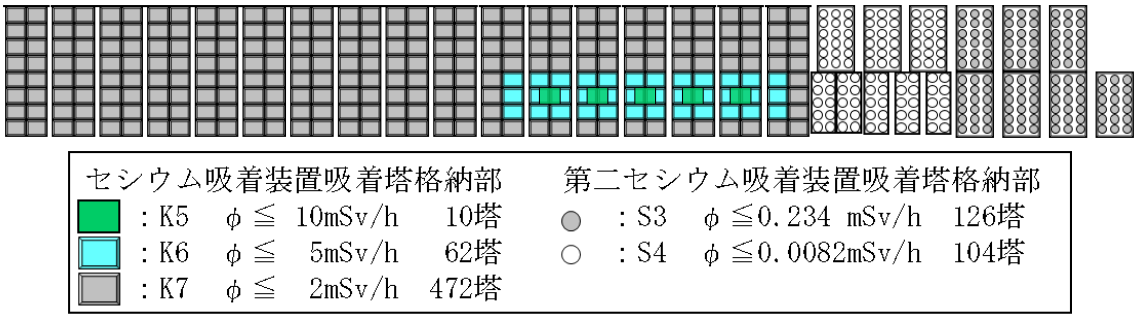


図１　第一施設の吸着塔格納配置計画（φ：吸着塔側面線量率）

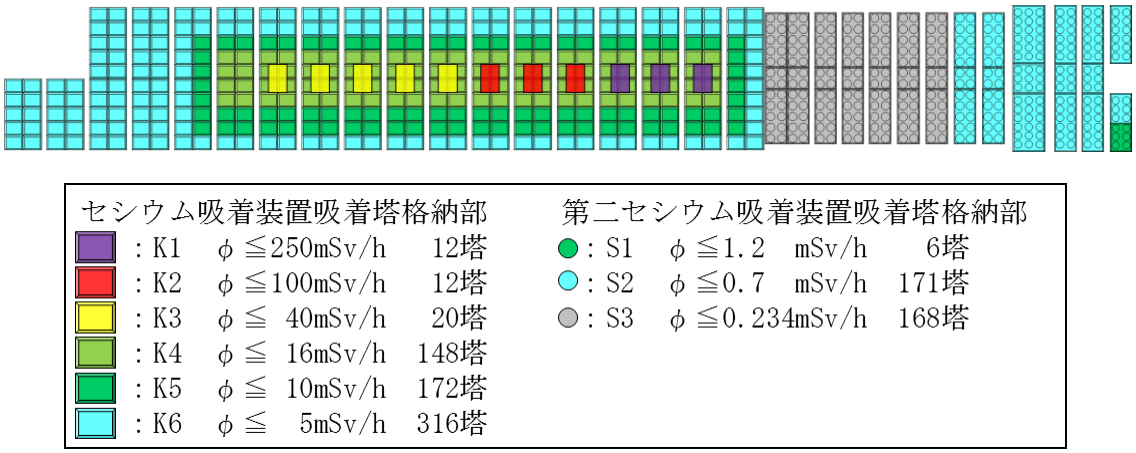


図２　第四施設の吸着塔格納配置計画（φ：吸着塔側面線量率）

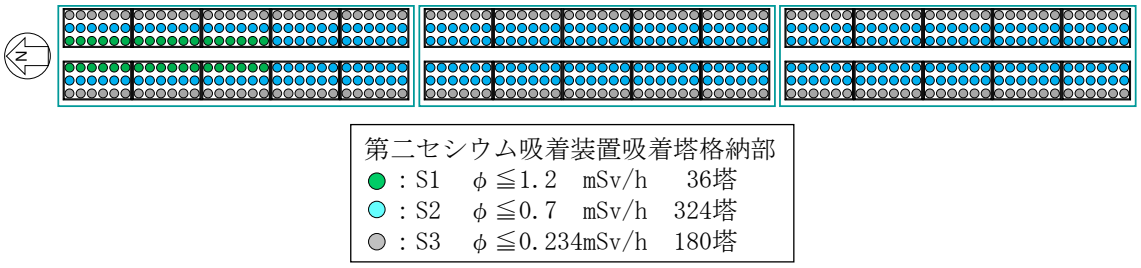


図３　大型廃棄物保管庫の吸着塔格納配置モデル（φ：吸着塔側面線量率）

なお，図１～３の配置の結果，各施設が敷地境界に及ぼす線量は，第一施設については No.7，第四施設については No.70，大型廃棄物保管庫については No.78 への影響が最大になるとの評価結果を得ている。

2. 吸着塔の側面線量率の実態を反映した線源条件の設定

2.1　セシウム吸着装置吸着塔の線源設定

敷地境界線量評価用の線源条件として，別添－１所載の初期の使用済吸着塔側部の線量率測定結果を参考に，表１に示す K1～K7 に線源条件を分類した。低線量側の K4～K7 については，当初設計との比率に応じて，それぞれの分類に属する吸着塔あたりのセシウム吸着量を表１のように設定した。低線量側吸着塔の遮蔽厚が７インチであるのに対し，K1～K3 の高線量側吸着塔は，すべて SMZ スキッドから発生した３インチ遮蔽の吸着塔であるため，３インチ遮蔽でモデル化して，吸着塔側面線量率が表の値となるように線源条件を設定した。

表１　セシウム吸着装置吸着塔の線量評価用線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-136 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
K1	約 1.0×10^{14}	約 1.9×10^{11}	約 1.2×10^{14}	250
K2	約 4.0×10^{13}	約 7.6×10^{10}	約 4.9×10^{13}	100
K3	約 1.6×10^{13}	約 3.0×10^{10}	約 1.9×10^{13}	40
K4	約 6.9×10^{14}	約 1.3×10^{12}	約 8.3×10^{14}	16
K5	約 4.3×10^{14}	約 8.1×10^{11}	約 5.2×10^{14}	10
K6	約 2.2×10^{14}	約 4.1×10^{11}	約 2.6×10^{14}	5
K7	約 8.6×10^{13}	約 1.6×10^{11}	約 1.0×10^{14}	2

上記のカテゴリーを図１，２のように適用して敷地境界線量を評価した。よって図に K1～K7 として示したエリアに格納可能となる吸着塔の側面線量率の制限値は，表２の格納制限の値となる。同表に，2022 年 3 月 31 日までに発生したセシウム吸着装置吸着塔の線量範囲ごとの発生数を示す。いずれのカテゴリーでも，より高い線量側のカテゴリーに保管容量の裕度を確保しており，当面の吸着塔保管に支障を生じることはない。なお，同じエリアに格納されるセシウム吸着装置吸着塔以外の吸着塔の線量率も最大で 2.5mSv/時（2 塔，他は 2mSv/時以下）にとどまっており，K6～K7 に割り当てた容量で格納できる。

表２　セシウム吸着装置吸着塔の線量別保管状況と保管容量確保状況

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
評価設定(mSv/時)	250	100	40	16	10	5	2
格納制限(mSv/時)	250≧ϕ	100≧ϕ	40≧ϕ	16≧ϕ	10≧ϕ	5≧ϕ	2≧ϕ
線量範囲(mSv/時)※	250≧ϕ＞100	100～40	40～16	16～10	10～5	5～2	2 以下
保管数※※	9	5	17	79	173	79	413
保管容量※※※	12	12	20	148	182	378	472

※：K2～K7 の線量範囲（不等号の適用）は K1 に準ずる。　（2022 年 3 月 31 日現在）
※※：線量未測定の 4 本を含まず。　※※※：第一・第四施設の合計。

2.2　第二セシウム吸着装置吸着塔の線源設定

平成 31 年 4 月 24 日までに一時保管施設に保管した 216 本のうち，平成 23 年 8 月の装置運転開始から一年間以内に保管したもの 50 本，それ以降平成 28 年度までに保管したもの 136 本，平成 29 年度以降に保管したもの 30 本の吸着塔側面線量率（図４参照）の平均値はそれぞれ 0.65mSv/時，0.11mSv/時，0.28mSv/時であった。この実績を包絡する線源条件として，側面線量率が実績最大の 1.2mSv/時となる値（S1），0.7mSv/時となる値（S2），および S2 の 1/3 の値（S3）を用いることとし，それぞれの分類に属する吸着塔あたりのセシウ

ム吸着量を表３のように設定した。第二セシウム吸着装置吸着塔を格納するエリアには，線量率が大幅に低い高性能多核種除去設備吸着塔も格納することから，そのエリアについてはS4として線源設定することとした。高性能多核種除去設備から発生する使用済み吸着塔で想定線量が最大である多核種吸着塔（1～3塔目）をモデル化した場合と，第二セシウム吸着装置吸着塔でモデル化した場合の評価結果比較により，より保守的な評価（高い敷地境界線量）を与えた後者でS4をモデル化することとした。

上記のカテゴリーを図１～３のように適用して敷地境界線量を評価した。よって図にS1～S4として示したエリアに格納可能となる吸着塔の側面線量率の制限値は，表４の格納制限の値となる。同表に，平成31年4月24日までに発生した第二セシウム吸着装置吸着塔の線量範囲ごとの発生数を示す。いずれのカテゴリーでも，より高い線量側のカテゴリーに保管容量の裕度を確保しており，当面の吸着塔保管に支障を生じることはない。

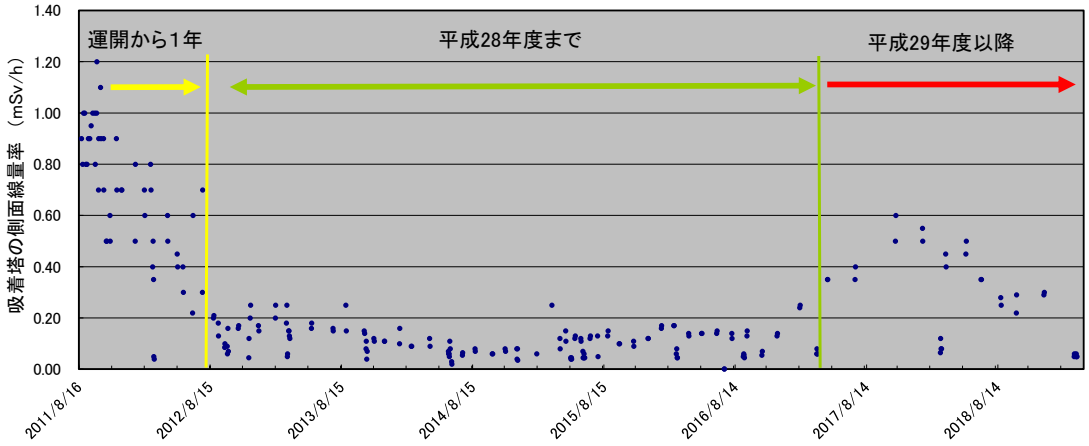


図４　一時保管施設に保管した第二セシウム吸着装置吸着塔の発生時期と側面線量率分布

表３　第二セシウム吸着装置吸着塔の線量評価用線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
S1	5.1×10^{15}	5.1×10^{15}	1.2
S2	3.0×10^{15}	3.0×10^{15}	0.7
S3	1.0×10^{15}	1.0×10^{15}	0.234
S4	3.5×10^{13}	3.5×10^{13}	0.0082

表４　第二セシウム吸着装置吸着塔の線量別保管状況と保管容量確保状況

	S1	S2	S3	S4
評価設定(mSv/時)	1.2	0.7	0.234	0.0082
格納制限(mSv/時)	1.2≧φ	0.7≧φ	0.234≧φ	0.0082≧φ
線量範囲(mSv/時)※	1.2≧φ＞0.7	0.7～0.234	0.234～0.0082	0.0082 以下
保管数※※	0	19	197	0※※※※
保管容量※※※	6	171	294	104

※：S2～S4 の線量範囲（不等号の適用）は S1 に準ずる。（平成 31 年 4 月 24 日現在）

※※：保管後の再測定によるカテゴリー変更を反映。※※※：第一・第四施設の合計。

※※※※：高性能多核種除去設備及び RO 濃縮水処理設備の吸着塔 95 本の側面線量率はいずれも 0.0082mSv/時未満である。

3. 被ばく軽減上の配慮

第一･第四施設に格納する,他のものより大幅に線量が高いセシウム吸着装置吸着塔は,関係作業者が通行しうるボックスカルバート間の通路に面しないように配置する計画とした。また通路入口部に通路内の最大線量率を表示して注意喚起することにより，無駄な被ばくを避けられるようにすることとする。

大型廃棄物保管庫においては，通常の巡視時の被ばく軽減を期して，図３に示す東西端の列には低線量の吸着塔を配置する計画とする。

別添－１

初期のセシウム吸着装置使用済吸着塔の線源設定について

当初設計では，吸着塔あたりの放射能濃度を表１に示すように推定し，この場合の吸着塔側面線量率を，MCNP コードによる評価により 14mSv/時と評価した。使用済吸着塔の側面線量率から，低線量吸着塔（10mSv/時未満），中線量吸着塔（10mSv/時以上 40mSv/時未満），高線量吸着塔（40mSv/時以上）に分類したところ，側面線量率の平均値はそれぞれ 5，12.9，95mSv/時であった。低・中線量吸着塔については，当初設計との比率に応じて，それぞれの分類に属する吸着塔あたりのセシウム吸着量を表１のように設定した。また，低・中線量吸着塔の遮蔽厚が７インチであるのに対し，高線量吸着塔は，すべて前段の SMZ スキッドから発生した３インチ遮蔽の吸着塔であるため，これをモデル化して，側面線量率が 95mSv/時となるように線源条件を設定した。これらの値は，平成 26 年度末までの敷地境界線量に及ぼす吸着塔一時保管施設の影響の評価に用いた。

平成 23 年 6 月からの 3 か月ごとの期間に発生した使用済吸着塔の低，中，高線量吸着塔の割合を図１に示す。運転開始初期には中・高線量吸着塔の割合が高かったが，滞留水中の放射能濃度低下に伴い，低線量吸着塔の割合が高くなっている。

表１　セシウム吸着装置吸着塔の線源条件

	Cs-134 (Bq)	Cs-136 (Bq)	Cs-137 (Bq)	吸着塔側面線量率 (mSv/時)
当初設計吸着塔	約 6.0×10^{14}	約 1.1×10^{12}	約 7.3×10^{14}	14（計算値）
低線量吸着塔	約 2.2×10^{14}	約 4.1×10^{11}	約 2.6×10^{14}	5
中線量吸着塔	約 5.6×10^{14}	約 1.1×10^{12}	約 6.7×10^{14}	12.9
高線量吸着塔	約 3.8×10^{13}	約 7.2×10^{10}	約 4.6×10^{13}	95

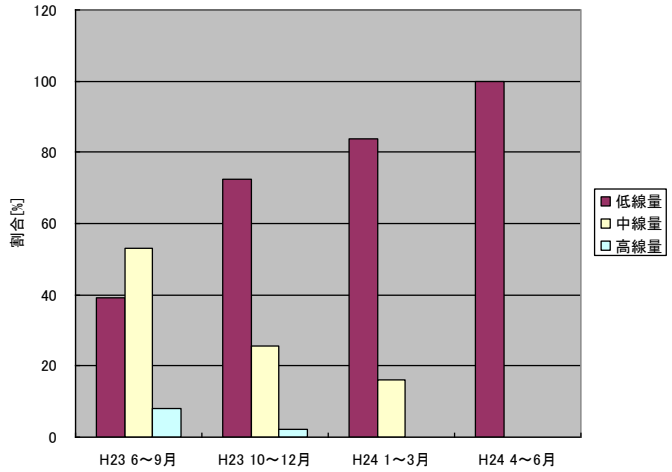


図１　使用済セシウム吸着装置吸着塔の発生時期による割合の変化

添付資料－２

瓦礫類および伐採木一時保管エリアにおける敷地境界線量評価について

敷地周辺における線量評価のうち，瓦礫類および伐採木一時保管エリアからの放射線に起因する実効線量を評価するため，各エリアの線源形状をモデル化し，ＭＣＮＰコードを用いて評価している。

一時保管エリアのうち，保管される廃棄物の形状が多種多様で，一時保管エリアを設定する時点で，線源の規模は確定できるが線源形状が変動する可能性がある一時保管エリアについては，線源形状を円柱にモデル化した評価を行った。（図１）

なお,円柱にモデル化している一時保管エリアについては,保管完了後に実績を反映し，線源を実態に近い形状にモデル化した詳細な評価を行うこととする。対象となる一時保管エリアを表１に示す。

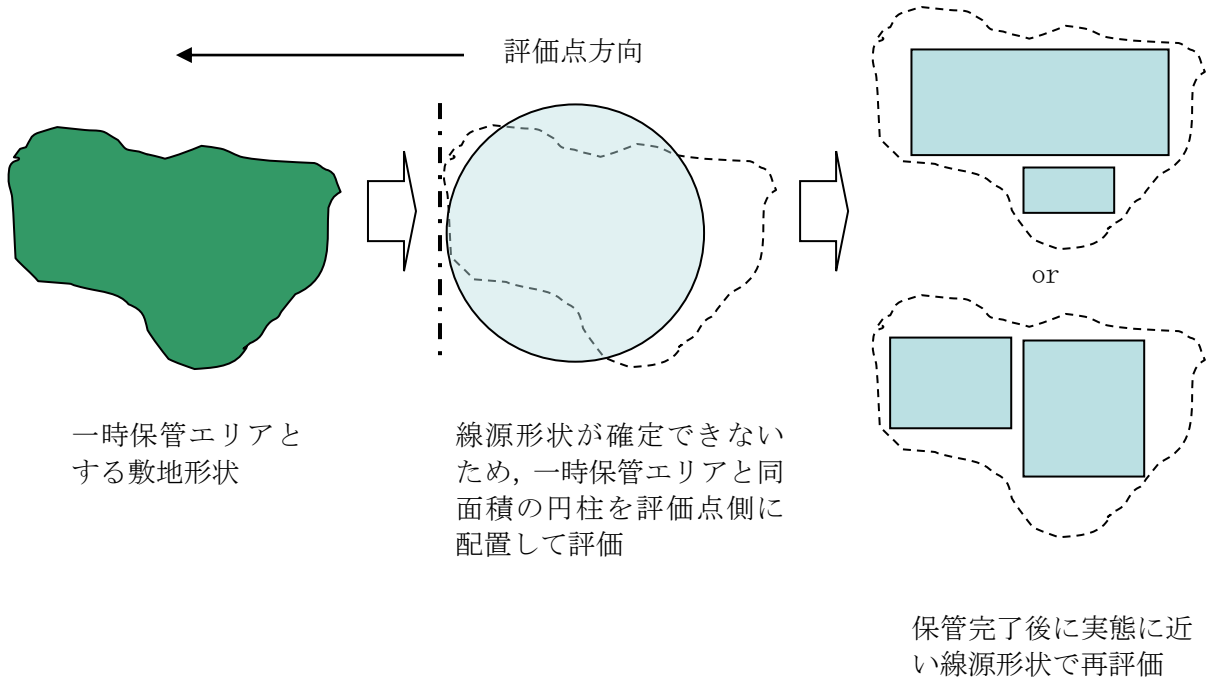


図１　線量評価イメージ

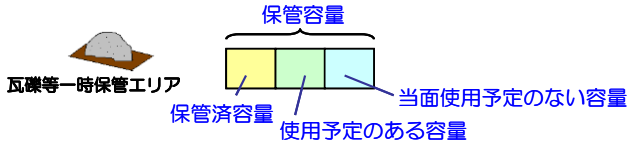
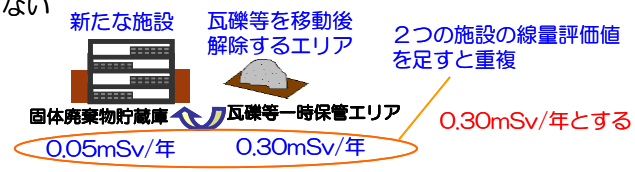
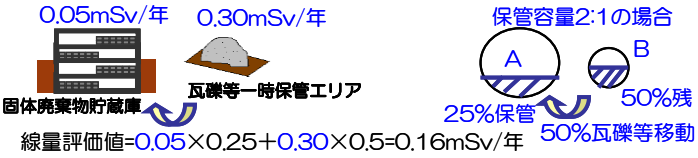
表１　詳細評価実施エリア

エリア名称
一時保管エリアＡ１ （ケース２）
一時保管エリアＡ２ （ケース２）
一時保管エリアＢ
一時保管エリアＣ
一時保管エリアＤ
一時保管エリアＥ１
一時保管エリアＥ２
一時保管エリアＦ１
一時保管エリアＦ２
一時保管エリアＧ
一時保管エリアＨ
一時保管エリアＪ
一時保管エリアＮ
一時保管エリアＯ
一時保管エリアＰ１
一時保管エリアＰ２
一時保管エリアＴ
一時保管エリアＶ
一時保管エリアＷ
一時保管エリアＸ
一時保管エリアＡＡ
一時保管エリアｄ
一時保管エリアｅ
一時保管エリアｍ
一時保管エリアｎ

実態に近づける線量評価方法について

現状の瓦礫類・伐採木の一時保管エリアにおける敷地境界線量評価は，施設やエリアを枠取りの考え方で，受け入れ上限値の線量を有する廃棄物が保守的にあらかじめ満杯になった条件で実施しており，実際の運用と比較すると保守的な評価となっている。このため，実測線量率に基づいた線源条件により敷地境界線量の再評価を行い，より実態に近づけるものとする。

以下に，具体的な線量評価方法を示す。

	説明（数字は一例）	効果
方法１	保管エリアの中で、定置済の瓦礫は実測評価、今後使用予定の分は受け入れ上限値評価、当面使用予定のない分は評価値から除外する 	満杯になったとした設計値評価に対して実態に近い保管容量で評価可能である
方法２	新たな固体廃棄物貯蔵庫設置に伴い瓦礫等一時保管エリアを移動する等により解除する場合、重複する施設の線量評価値はカウントしない 	線量評価値の重複による過度の保守性をなくすことができる
方法３	保管エリア間で瓦礫等を移動する場合、各々のエリアの線量評価値×保管容量におけるエリア占有率を線量評価値とする 	物量の出入りを反映するため実態に近い線量評価が可能である

一時保管エリアＬについては，方法１を適用して敷地境界の線量評価を行った。

なお，今後は，その他の一時保管エリアについても，実測値による評価以外の線量評価方法（方法１～３のいずれか）を必要に応じて適用していく。

添付資料－４

敷地境界における直接線・スカイシャイン線の評価結果

敷地境界評価地点	評価地点の標高「m」	敷地内各施設からの直接線・スカイシャイン線「単位：mSv/年」
No.1	T.P.約4	0.06
No.2	T.P.約18	0.11
No.3	T.P.約18	0.10
No.4	T.P.約19	0.18
No.5	T.P.約16	0.28
No.6	T.P.約16	0.29
No.7	T.P.約21	0.52
No.8	T.P.約16	0.31
No.9	T.P.約14	0.16
No.10	T.P.約15	0.09
No.11	T.P.約17	0.18
No.12	T.P.約17	0.14
No.13	T.P.約16	0.13
No.14	T.P.約18	0.14
No.15	T.P.約21	0.13
No.16	T.P.約26	0.11
No.17	T.P.約34	0.15
No.18	T.P.約37	0.09
No.19	T.P.約33	0.03
No.20	T.P.約37	0.04
No.21	T.P.約38	0.03
No.22	T.P.約34	0.02
No.23	T.P.約35	0.02
No.24	T.P.約38	0.03
No.25	T.P.約39	0.03
No.26	T.P.約32	0.02
No.27	T.P.約31	0.02
No.28	T.P.約39	0.04
No.29	T.P.約39	0.12
No.30	T.P.約39	0.12
No.31	T.P.約39	0.04
No.32	T.P.約31	0.01
No.33	T.P.約33	0.01
No.34	T.P.約38	0.02
No.35	T.P.約38	0.02
No.36	T.P.約39	0.05
No.37	T.P.約39	0.13
No.38	T.P.約39	0.13
No.39	T.P.約39	0.04
No.40	T.P.約32	0.01
No.41	T.P.約31	0.01
No.42	T.P.約39	0.03
No.43	T.P.約39	0.11
No.44	T.P.約39	0.11
No.45	T.P.約39	0.04
No.46	T.P.約30	0.01
No.47	T.P.約32	0.01
No.48	T.P.約39	0.03
No.49	T.P.約39	0.03
No.50	T.P.約35	0.02

敷地境界評価地点	評価地点の標高「m」	敷地内各施設からの直接線・スカイシャイン線「単位：mSv/年」
No.51	T.P.約32	0.02
No.52	T.P.約39	0.03
No.53	T.P.約39	0.16
No.54	T.P.約39	0.16
No.55	T.P.約39	0.04
No.56	T.P.約33	0.01
No.57	T.P.約39	0.02
No.58	T.P.約39	0.04
No.59	T.P.約39	0.09
No.60	T.P.約41	0.05
No.61	T.P.約42	0.02
No.62	T.P.約38	0.02
No.63	T.P.約44	0.04
No.64	T.P.約44	0.07
No.65	T.P.約41	0.14
No.66	T.P.約40	0.53
No.67	T.P.約39	0.31
No.68	T.P.約37	0.42
No.69	T.P.約36	0.27
No.70	T.P.約35	0.57
No.71	T.P.約32	0.59
No.72	T.P.約29	0.52
No.73	T.P.約29	0.25
No.74	T.P.約35	0.11
No.75	T.P.約31	0.08
No.76	T.P.約31	0.12
No.77	T.P.約15	0.43
No.78	T.P.約19	0.49
No.79	T.P.約19	0.25
No.80	T.P.約19	0.08
No.81	T.P.約35	0.12
No.82	T.P.約38	0.22
No.83	T.P.約40	0.12
No.84	T.P.約41	0.05
No.85	T.P.約37	0.03
No.86	T.P.約33	0.05
No.87	T.P.約26	0.06
No.88	T.P.約22	0.15
No.89	T.P.約20	0.35
No.90	T.P.約20	0.49
No.91	T.P.約20	0.34
No.92	T.P.約21	0.51
No.93	T.P.約20	0.53
No.94	T.P.約28	0.41
No.95	T.P.約21	0.27
No.96	T.P.約19	0.15
No.97	T.P.約15	0.06
No.98	T.P.約23	0.08
No.99	T.P.約25	0.04
No.100	T.P.約-1	0.02

添付資料－５

多核種除去設備，増設多核種除去設備及び高性能多核種除去設備の線量評価条件について

1. 多核種除去設備の線量評価条件について

1.1 評価対象設備・機器

多核種除去設備の評価対象設備・機器を表１に示す。

表１　評価対象設備・機器（多核種除去設備）

設備・機器		評価対象とした機器数（基数×系列）	放射能条件	遮へい体
前処理設備１（鉄共沈処理）	バッチ処理タンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	循環タンク	1×3	スラリー（鉄共沈処理）	鉄 100mm
	デカントタンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	循環タンク弁スキッド	1×3	スラリー（鉄共沈処理）	鉛 18mm
	クロスフローフィルタスキッド	1×3	スラリー（鉄共沈処理）	鉛 8mm（配管周囲） 鉛 9mm（スキッド周囲）
	スラリー移送配管	1×3	スラリー（鉄共沈処理）	鉛 18mm
	スラリー移送配管（40A-30m）	1×3	スラリー（鉄共沈処理）	鉛 8mm
前処理設備２（炭酸塩沈殿処理）	共沈タンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	供給タンク	1×3	汚染水（処理対象水）	なし
	クロスフローフィルタスキッド	1×3	スラリー（炭酸塩沈殿処理）	鉛 4mm（配管周囲） 鉛 9mm（スキッド周囲）
	スラリー移送配管（40A-40m）	1×3	スラリー（炭酸塩沈殿処理）	鉛 4mm
多核種除去装置	吸着塔（吸着材２）	1×3	吸着材２	鉄 50mm
	吸着塔（吸着材３）	1×3	吸着材３	
	吸着塔（吸着材６）	1×3	吸着材６	
	吸着塔（吸着材５）	1×3	吸着材５	
	処理カラム（吸着材７）	1×3	吸着材７	なし
高性能容器（HIC）	スラリー（鉄共沈処理）用	1×3	スラリー（鉄共沈処理）	鉄 112mm
	スラリー（炭酸塩沈殿処理）用	1×3	スラリー（炭酸塩沈殿処理）	鉄 112mm
	吸着材２用	1	吸着材２※	鉄 112mm
	吸着材３用	1	吸着材３※	鉄 112mm
	吸着材６用	1	吸着材６※	鉄 112mm
	吸着材５用	1	吸着材５※	鉄 112mm

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能容器収容時には，最大吸着量で評価を実施。

1.2　放射能条件の設定

多核種除去設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- スラリーは，クロスフローフィルタで濃縮されることから，スラリー濃度は濃縮前～濃縮後の平均的な濃度を考慮する。スラリー（鉄共沈処理）の濃度は，約 70g/L～約 84g/L の平均値である約 77g/L より設定し，スラリー（炭酸塩沈殿処理）の濃度は，初期の設計では最大約 305g/L としているが運転実績より知見が得られたことから，約 195g/L～236g/L の平均値である約 215g/L より設定する。
- 各吸着材の吸着量は，吸着塔のメリーゴーランド運用を考慮すると，最大吸着量の概ね 10%～100%の間で推移し，平均的には最大吸着量の 55%程度となる。よって，各吸着材の放射能濃度は，平均的な吸着量を考慮して設定。
- スラリー，吸着材の放射能濃度は，想定される濃度に対して，保守的に 30%を加算して評価を行う。

2. 増設多核種除去設備の線量評価条件

2.1 評価対象設備・機器

増設多核種除去設備の評価対象設備・機器を表２に示す。

表２　評価対象設備・機器（増設多核種除去設備）

	設備・機器	評価上考慮する基数×系列	放射能条件	遮へい体
処理水受入	処理水受入タンク	1×1	汚染水	なし
前処理設備	共沈･供給タンクスキッド	1×3	汚染水	鉄：40～80mm
	クロスフローフィルタスキッド	1×3	スラリー	鉄：20～60mm
	スラリー移送配管	1×3	スラリー	鉄：28mm
	反応／凝集槽	1×2	沈殿物混合水	鉄：20～40mm
	沈殿槽	1×2	上部：上澄み水 下部：沈殿物	鉄：20～40mm
	上澄み水タンク	1×2	上澄み水	なし
多核種吸着塔	吸着塔（吸着材１）	1×3	吸着材１	鉄：30～80mm
	吸着塔（吸着材２）	1×3	吸着材２	
	吸着塔（吸着材４）	1×3	吸着材４	
	吸着塔（吸着材５）	1×3	吸着材５	
高性能容器(HIC)	スラリー（前処理）	1×3	スラリー	コンクリート及びハッチ（鉄：120mm）
	吸着材（吸着材１）	1×1	吸着材１※	
	吸着材（吸着材２）	1×1	吸着材２※	
	吸着材（吸着材４）	1×1	吸着材４※	
	吸着材（吸着材５）	1×1	吸着材５※	

※吸着塔収容時は，平均的な濃度（最大吸着量の 55%）を用いて評価を行うが高性能容器収容時には，最大吸着量で評価を実施。

2.2　放射能条件の設定

増設多核種除去設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- スラリーは，クロスフローフィルタで濃縮されることから，スラリー濃度は濃縮前～濃縮後の平均的な濃度を考慮し，スラリーの濃度は，195g/L～236g/L の平均値である約 215g/L より設定する。
- 各吸着材の吸着量は，吸着塔のメリーゴーランド運用を考慮すると，最大吸着量の概ね 10%～100%の間で推移し，平均的には最大吸着量の 55%程度となる。よって，各吸着材の放射能濃度は，平均的な吸着量を考慮して設定。
- スラリー，吸着材の放射能濃度は，想定される濃度に対して，保守的に 30%を加算して評価を行う。
- 沈殿槽下部の沈殿物はスラリーであるが，増設多核種除去設備設置以降の処理対象水（汚染水）の放射能濃度低減を踏まえて Sr-89,Sr-90,Y-90,Mn-54,Co-60 濃度をスラリーの 1/10 に設定する。
- 反応／凝集槽の沈殿物混合水は沈殿槽から返送する沈殿物と，処理対象水（汚染水）の混合水であり，混合比率を踏まえて沈殿物の放射能濃度の 1/2 に設定する。
- 上澄み水タンク及び沈殿槽上部の上澄み水は沈殿槽で沈殿物を除いた後の上澄み水であり，沈殿物の放射能濃度の 1/10 に設定する。

3. 高性能多核種除去設備の線量評価条件

3.1 評価対象設備・機器

高性能多核種除去設備の評価対象設備・機器を表３に示す。

表３　評価対象設備・機器（高性能多核種除去設備）

機器		評価上考慮する基数（基）	放射能条件
前処理フィルタ	1 塔目	1	前処理フィルタ 1 塔目
	2 塔目	1	前処理フィルタ 2 塔目
	3～4 塔目	2	前処理フィルタ 3～4 塔目
多核種吸着塔	1～3 塔目	3	多核種除去塔 1～3 塔目
	4～5 塔目	2	多核種除去塔 4～5 塔目
	6～8 塔目	3	多核種除去塔 6～8 塔目
	9～10 塔目	2	多核種除去塔 9～10 塔目
	11～13 塔目	3	多核種除去塔 11～13 塔目

3.2　放射能条件の設定

高性能多核種除去設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

・ 吸着材の放射能濃度は，各フィルタ・吸着塔の入口濃度から除去率，通水量（機器表面線量が 1mSv/h 以下となるよう設定）を考慮して算出した値に保守的に 30%を加算して評価を行う。
・ 多核種吸着塔１～５塔目の線源は，Cs の吸着量分布を考慮し，吸着塔の高さ方向に均等５分割し，各層に線源を設定する。

以上

添付資料－６

サブドレン他浄化設備の線量評価条件について

1. サブドレン他浄化設備の線量評価条件

1.1 評価対象設備・機器

サブドレン他浄化設備の評価対象設備・機器を表１に示す。なお，吸着塔に収容する吸着材の構成は，最も保守的なケースとして，吸着塔１～３をセシウム・ストロンチウム同時吸着塔，吸着塔４をアンチモン吸着塔，吸着塔５を重金属塔として評価した。

表１　評価対象設備・機器（サブドレン他浄化設備）

機器		評価上考慮する基数（基）	放射能条件
前処理フィルタ	1～2 塔目	4	前処理フィルタ 1～2 塔目
	3 塔目	2	前処理フィルタ 3 塔目
吸着塔	1～3 塔目	6	吸着塔 1～3 塔目
	4 塔目	2	吸着塔 4 塔目
	5 塔目	2	吸着塔 5 塔目

1.2 放射能条件の設定

サブドレン他浄化設備の放射能条件は以下の事項を考慮して設定する。

- 前処理フィルタ及び吸着塔は，各々が交換直前で放射性物質の捕捉量又は吸着量が最大になっているものとする。
- 前処理フィルタ１～２は，フィルタ２塔に分散する放射性物質の全量が前処理フィルタ２で捕捉されているものとする。
- 吸着塔１～３は，吸着塔３塔に分散する放射性物質の全量が吸着塔１で吸着されているものとする。
- 吸着塔のうちアンチモン吸着塔，重金属塔は除外可能とし，セシウム・ストロンチウム同時吸着塔は最大５塔まで装填可能とするが，表１が最も保守的なケースとなる。

以上

別冊５

汚染水処理設備等に係る補足説明

Ⅰ　汚染水処理設備等の構造強度及び耐震性について

汚染水処理設備等を構成する設備について，構造強度評価の基本方針及び耐震性評価の基本方針に基づき構造強度及び耐震性等の評価を行う。

1. 汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

1.1. 基本方針

1.1.1. 構造強度評価の基本方針

a.　震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手した機器等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら，震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は，必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本産業規格（JIS）等の国内外の民間規格，製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や時間的裕度を勘案した中で安全確保を最優先に設計・製作・検査を行ってきている。

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

機器等の経年劣化に対しては，適切な保全を実施することで健全性を維持していく。

b.　今後（平成 25 年 8 月 14 日以降）設計する機器等

汚染水処理設備，貯留設備及び関連設備を構成する機器は，「実用発電用原子炉及びその付属設備の技術基準に関する規則」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス 3 機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

汚染水処理設備等は，地下水等の流入により増加する汚染水の対応が必要であり，短期間での機器の設置が求められる。また，汚染水漏えい等のトラブルにより緊急的な対応が必要となることもある。

従って，今後設計する機器等については，JSME 規格に限定するものではなく，日本産業規格（JIS）等の国内外の民間規格に適合した工業用品の採用，或いは American Society of Mechanical Engineers（ASME 規格），日本産業規格（JIS），またはこれら

と同等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。溶接（溶接施工法および溶接士）はJSME規格，American Society of Mechanical Engineers（ASME規格），日本産業規格（JIS），および発電用火力設備に関する技術基準を定める省令にて認証された溶接，または同等の溶接とする。また，JSME規格で規定される材料の日本産業規格（JIS）年度指定は，技術的妥当性の範囲において材料調達性の観点から考慮しない場合もある。

さらに，今後もJSME規格に記載のない非金属材料（耐圧ホース，ポリエチレン管等）については，現場の作業環境等から採用を継続する必要があるが，これらの機器等については，日本産業規格（JIS）や日本水道協会規格，製品の試験データ等を用いて設計を行う

1.1.2. 耐震性評価の基本方針

汚染水処理設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のBクラス相当の設備と位置づけられる。耐震性を評価するにあたっては，「JEAC4601原子力発電所耐震設計技術規程」（以下，「耐震設計技術規程」という。）等に準拠して構造強度評価を行うことを基本とするが，評価手法，評価基準について実態にあわせたものを採用する。Bクラス施設に要求される水平震度に対して耐震性を確保できない場合は，その影響について評価を行う。支持部材がない等の理由によって，耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合においては，可撓性を有する材料を使用するなどし，耐震性を確保する。

また，各機器は必要な耐震性を確保するために，原則として以下の方針に基づき設計する。

・倒れ難い構造（機器等の重心を低くする，基礎幅や支柱幅を大きくとる）
・動き難い構造，外れ難い構造（機器をアンカ，溶接等で固定する）
・座屈が起こり難い構造
・変位による破壊を防止する構造（定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定，配管等に可撓性のある材料を使用）

なお，汚染水処理設備等のうち高濃度の滞留水を扱う設備等については，参考としてSクラス相当の評価を行う。

1.2. 評価結果

1.2.1. 滞留水移送装置

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，滞留水移送装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

移送ポンプは，水中ポンプのため地震により有意な応力は発生しない。

1.2.2. 油分分離装置

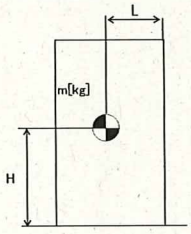
(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，油分分離装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－1）。



m ： 機器質量 ([redacted] kg)

g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)

H ： 据付面からの重心までの距離 ([redacted] m)

L ： 転倒支点から機器重心までの距離 ([redacted] m)

C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H

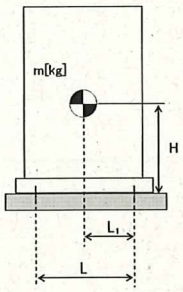
C_H=0.36 の場合 M_1 = 49,615 N・m → 50 kN・m

C_H=0.57 の場合 M_1 = 78,558 N・m → 79 kN・m

自重による安定モーメント：M_2[N・m] = m×g×L = 83,942 N・m → 83 kN・m

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－１）。



m ： 機器質量 （[redacted] kg）
g ： 重力加速度 （9.80665 m/s^2）
H ： 据付面からの重心までの距離 （[redacted] mm）
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離 （[redacted] mm）
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離 （[redacted] mm）
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 （2 本）
n ： 基礎ボルトの本数 （[redacted] 本）
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積 （[redacted] mm^2）
C_H ： 水平方向設計震度 （0.36, 0.57）
C_V ： 鉛直方向設計震度 （0）

基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

C_H=0.36 の場合　F_b = -16,481 N ＜ 0　よって，引張力は発生しない。
C_H=0.57 の場合　F_b = -2,585 N ＜ 0　よって，引張力は発生しない。

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

C_H=0.36 の場合　F_b ＜ 0 のため，引張応力は発生しない。
C_H=0.57 の場合　F_b ＜ 0 のため，引張応力は発生しない。

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

C_H=0.36 の場合　τ_b = 23.04　→　24 MPa
C_H=0.57 の場合　τ_b = 36.48　→　37 MPa

また，許容応力は，以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$

ここで，F は設計・建設規格　付属図表 part5 表 8 及び表 9 より，SS400 の設計温度 66℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

F = min (Sy, 0.7Su)

・Sy：表 8 より　40℃：235 MPa，75℃：222 MPa

Sy = 222 + (235 - 222) × (75-66)/(75-40) = 225 MPa

・Su　40℃：400 MPa，75℃：381 MPa

Su = 381 + (400 - 381) × (75-66)/(75-40) = 385 MPa

従って，F = min (Sy, 0.7Su) = min (225, 0.7×385) = 225 MPa

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 129 \text{ MPa}$$

表－1　油分分離装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
油分分離装置	本体	転倒	0.36	50	83	kN･m
			0.57	79		
	基礎ボルト	せん断	0.36	24	129	MPa
			0.57	37		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	<0		

1.2.3. 処理装置（セシウム吸着装置）

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。

また，吸着塔の円筒型容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，内圧に耐えられることを確認した（表－２）。

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

$= 6.76$ mm

$\rightarrow 6.8$ mm

ただし，tの値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t=3[mm]以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。

t ： 胴の計算上必要な厚さ

Di ： 胴の内径 （[redacted] mm）

P ： 最高使用圧力 （0.97 MPa）

S ： 最高使用温度（66℃）における材料（SUS316L）の許容引張応力 （108 MPa）

η ： 長手継手の効率 （0.60）

表－２ セシウム吸着装置構造強度結果

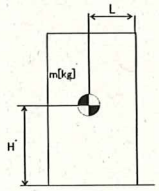
機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	6.8	9.5※

※ 最小値

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価に用いた数値を表－３－１に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－３－３）。



m ： 機器質量

g ： 重力加速度 （9.80665 m/s^2）

H ： 据付面からの重心までの距離

L ： 転倒支点から機器重心までの距離

C_H ： 水平方向設計震度 （0.36，0.51，0.57）

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H

自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

表－３－１　セシウム吸着装置の転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	C_H	M_1 [N・m]	M_2 [N・m]
セシウム吸着塔	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	89,879 → 90 kN・m	130,209 → 130 kN・m
				0.51	127,328 → 128 kN・m	
スキッド（本体）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	512,018 → 513 kN・m	881,804 → 881 kN・m
				0.57	810,695 → 811 kN・m	
スキッド（基礎）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	615,632 → 616 kN・m	958,825 → 958 kN・m
				0.57	974,751 → 975 kN・m	
セシウム吸着処理水タンク	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	143,165 → 144 kN・m	175,759 → 175 kN・m
				0.57	226,677 → 227 kN・m	
セシウム吸着処理水移送ポンプ	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	2,086 → 2.1 kN・m	7,293 → 7.2 kN・m
				0.57	3,303 → 3.4 kN・m	

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－３－３）。なお，Ｓクラス相当の評価では，セシウム吸着塔において地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから，FEMによるによるトラニオンとピンガイドの強度評価を行った。

地震時の水平荷重によるすべり力　：　$F_L=C_H×m×g$　→　$F_L/(m×g)=C_H$

接地面の摩擦力　：　$F_\mu=\mu×m×g$　→　$F_\mu/(m×g)=\mu$

m　：　機器質量

g　：　重力加速度

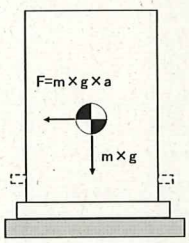
C_H　：　水平方向設計震度　(0.36，0.57)

μ　：　摩擦係数　(鉄／鉄：0.52)

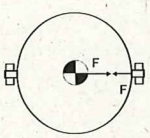
c.　FEM によるトラニオンとピンガイドの強度評価

セシウム吸着塔は，本体下部に位置決めのためのトラニオンが施工されており，スキッド側ピンガイドと取合構造となっている（図－１参照）。

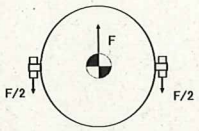
b. 滑動評価において，地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから，軸方向荷重及び軸直交方向荷重を想定し，トラニオンとピンガイドの強度を FEM により確認する。なお，FEM モデルは，ピンガイドについては各部材の中立面にシェル要素で，トラニオンはソリッド要素で作成した（図－２参照）。FEM による強度評価の結果ピンガイドは破断せず吸着塔を支持することを確認した（表－３－３）。



（側面）

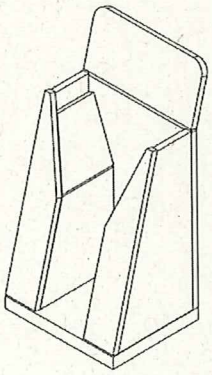


（上面：軸方向荷重）



（上面：軸直交方向荷重）

図－１　トラニオン～ピンガイド概要



（図面）

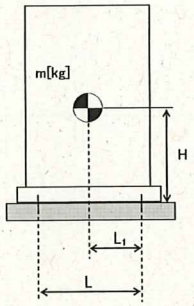


（FEM モデル）

図－２　FEM モデル形状

d. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－３－２に示す。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－３－３）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)
C_V ： 鉛直方向設計震度 (0)

基礎ボルトに作用する引張力： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

また，許容応力は，以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力： $f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$

基礎ボルトの許容引張応力 ： $f_{ts} = \min\left(1.4 f_{to} - 1.6\tau_b , f_{to}\right)$

ここで，F は設計・建設規格　付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SS400 の設計温度 66℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

F = min (Sy, 0.7Su)

・Sy　40℃：235 MPa, 75℃：222 MPa

Sy = 222 + (235 - 222) × (75-66)/(75-40) = 225 MPa

・Su　40℃：400 MPa, 75℃：381 MPa

Su = 381 + (400 - 381) × (75-66)/(75-40) = 385 MPa

従って，F = min（Sy，0.7Su）= min（225，0.7×385）= 225 MPa

基礎ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

・スキッドの場合（C_H=0.57）

f_{to} = F/2×1.5 = 168 MPa

f_{ts} = min(1.4×168−1.6×52，168)= min(152，168)= 152 MPa

・セシウム吸着設備処理水タンクの場合（C_H=0.57）

f_{to} = F/2×1.5 = 168 MPa

f_{ts} = min(1.4×168−1.6×30，168)= min(187.2，168)= 168 MPa

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

・処理装置（セシウム吸着装置）共通

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$ = 129 MPa

表－３－２　セシウム吸着装置の基礎ボルト強度評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	A_b [mm^2]	C_H	F_b [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
スキッド	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	23	52	201	0.36	−135,115	<0	32.8 → 33
								0.57	6,270	1.4 → 2	51.9 → 52
セシウム吸着処理水タンク	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	4	12	314	0.36	−17,909	<0	18.45 → 19
								0.57	27,977	22.27 → 23	29.22 → 30
セシウム吸着処理水移送ポンプ	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	2	4	201	0.36	−3,641	<0	5.62 → 6
								0.57	−2,790	<0	8.90 → 9

表－３－３　セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム吸着塔	本体	転倒	0.36	90	130	kN・m
			0.51	128		
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
			0.57	0.57		
	ピンガイド	相当応力	0.57	182	Sy=159 Su=459	MPa
スキッド	本体	転倒	0.36	513	881	kN・m
			0.57	811		
	基礎	転倒	0.36	616	958	kN・m
			0.57	975		
	基礎ボルト	せん断	0.36	33	129	MPa
			0.57	52		
		引張	0.36	<0	—	MPa
			0.57	2	152	
セシウム吸着処理水タンク	本体	転倒	0.36	144	175	kN・m
			0.57	227		
	基礎ボルト	せん断	0.36	19	129	MPa
			0.57	30		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.57	23	168	
セシウム吸着処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	2.1	7.2	kN・m
			0.57	3.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	6	129	MPa
			0.57	9		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.57	<0		

1.2.4. 処理装置（第二セシウム吸着装置）

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。

また，吸着塔の円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，内圧に耐えられることを確認した（表－４）。

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

$= 9.53$

$\rightarrow 9.6$

t ： 胴の計算上必要な厚さ

Di ： 胴の内径 ([redacted] mm)

P ： 最高使用圧力 (1.37 MPa)

S ： 最高使用温度（66℃）における材料（SUS316L）の許容引張応力 (108 MPa)

η ： 長手継手の効率 (0.60)

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

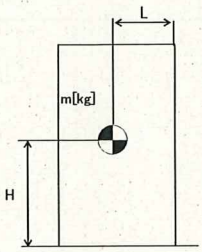
表－４　第二セシウム吸着装置構造強度結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第二セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	9.6	12

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表－５－１に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－５－３）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.42, 0.60)

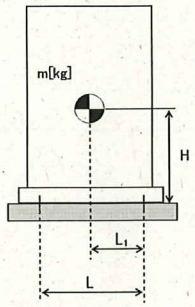
地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

表－５－１ 第二セシウム吸着装置の転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	C_H	M_1 [N・m]	M_2 [N・m]
第二セシウム吸着塔	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	143,794 → 144 kN・m	169,194 → 169 kN・m
				0.42	167,760 → 168 kN・m	
ポンプスキッド	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	3,839.7 → 3.9 kN・m	6,936.1 → 6.9 kN・m
				0.60	6,399.5 → 6.4 kN・m	

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－５－２に示す。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－５－３）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s²)
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.55, 0.60)
C_V ： 鉛直方向設計震度 (0)

基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

また，許容応力は，以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$

基礎ボルトの許容引張応力 ：$f_{ts} = \min\left(1.4 f_{to} - 1.6\tau_b , f_{to}\right)$

ここで，F は設計・建設規格　付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SS400 の設計温度 50℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

F = min (Sy, 0.7Su)

・Sy：表 8 より　40℃：235 MPa, 75℃：222 MPa
　Sy = 222 + (235 - 222) × (75-50)/(75-40) = 231 MPa

・Su：表 9 より　40℃：400 MPa, 75℃：381 MPa
　Su = 381 + (400 - 381) × (75-50)/(75-40) = 394 MPa

従って，F = min（Sy，0.7Su）= min（231，0.7×394）= 231 MPa

基礎ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

・第二セシウム吸着塔の場合（C_H=0.55）

f_{to} = F/2×1.5 = 173 MPa

f_{ts} = min(1.4×173−1.6×108，173)= min(69.4，173)= 69 MPa

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

・処理装置（第二セシウム吸着装置）共通

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$ = 133 MPa

表－５－２　第二セシウム吸着装置の基礎ボルト強度評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	A_b [mm^2]	C_H	F_b [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
第二セシウム吸着塔	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-14,519	<0	70.2 → 71
								0.55	42,466	67.6 → 68	107.3 → 108
ポンプスキッド	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-2,258	<0	3.76 → 4
								0.60	-391	<0	6.27 → 7

表－５－３　第二セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
第二セシウム吸着塔	本体	転倒	0.36	144	169	kN・m
			0.42	168		
	基礎ボルト	せん断	0.36	71	133	MPa
			0.55	108		
		引張	0.36	<0	69	MPa
			0.55	68		
ポンプスキッド	本体	転倒	0.36	3.9	6.9	kN・m
			0.60	6.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	4	133	MPa
			0.60	7		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.60	<0		

1.2.5. 処理装置（除染装置）

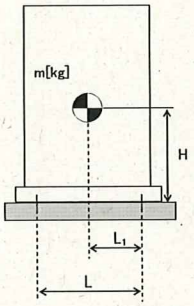
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，除染装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－６－１に示す。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－６－２）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.50, 0.60)
C_V ： 鉛直方向設計震度 (0)

基礎ボルトに作用する引張力：

・反応槽 ： $F_b = \frac{4}{nD}\left(m \times g \times C_H \times H\right) - \frac{m \times g \times (1 - C_V)}{n}$

・凝集沈殿装置（マルチフロー）： $F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力： $\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力： $\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

また，許容応力は，以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力：$f_{sb}=1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$

基礎ボルトの許容引張応力　：$f_{ts}=\min\left(1.4f_{to}-1.6\tau_b\ ,\ f_{to}\right)$

ここで，Fは設計・建設規格　付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，設計温度（常温）における Sy 値，Su 値を用いて設定した。

F = min（Sy，0.7Su）

・反応槽（SUS304）

Sy：表 8 より　40℃：205 MPa，Su：表 9 より　40℃：520 MPa

従って、F = min（Sy，0.7Su）= min（205，0.7×520）= 205 MPa

・凝集沈殿装置（マルチフロー）（SS400）

Sy：表 8 より　40℃：235 MPa，Su：表 9 より　40℃：400 MPa

従って、F = min（Sy，0.7Su）= min（235，0.7×400）= 235 MPa

基礎ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

・反応槽

f_{to} = F/2×1.5 = 153 MPa

f_{ts} = min(1.4×153−1.6×49，153)= 135 MPa　(C_H=0.36)

f_{ts} = min(1.4×153−1.6×68，153)= 105 MPa　(C_H=0.60)

・凝集沈殿装置（マルチフロー）

f_{to} = F/2×1.5 = 176 MPa

f_{ts} = min(1.4×176−1.6×119，176)= 56 MPa　(C_H=0.60)

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

・反応槽

$f_{sb}=1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$ = 118 MPa

・凝集沈殿装置（マルチフロー）

$f_{sb}=1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$ = 135 MPa

表－６－１　除染装置の基礎ボルト強度評価数値根拠

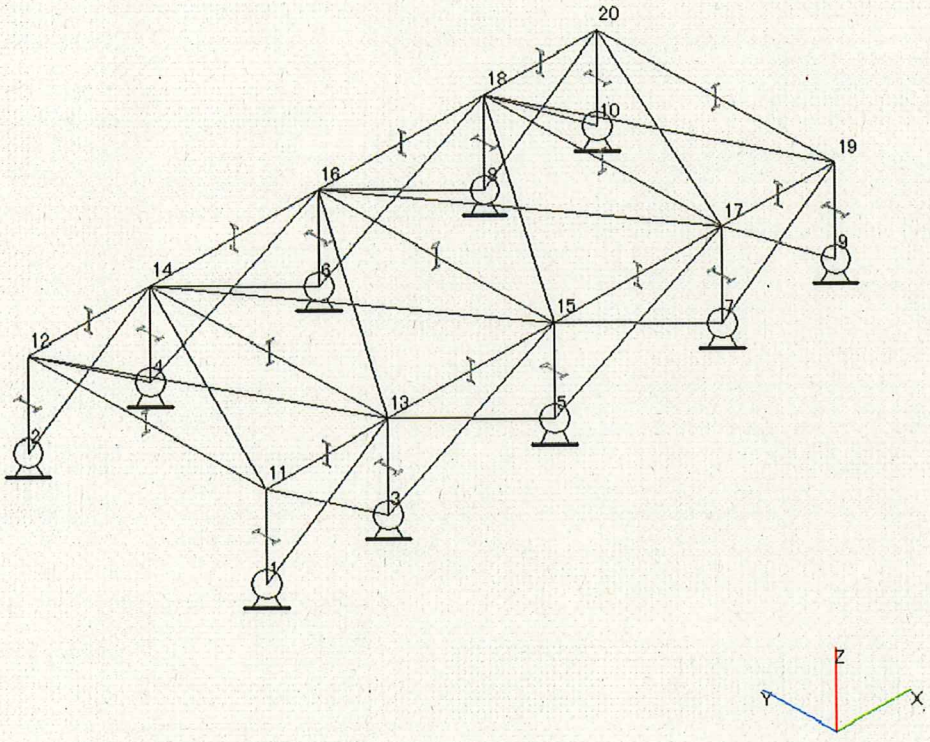
機器名称	m [kg]	H [mm]	L 又は D [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	A_b [mm]	C_H	F_b [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
反応槽	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	3,260	16.2 → 17	48.9 → 49
								0.50	15,134	75.3 → 76	67.8 → 68
凝集沈殿装置 マルチフロー	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-226,926	<0	70.8 → 71
								0.60	13,075	6.94 → 7	118.1 → 119

b. 有限要素法によるフレーム構造解析

主要設備についてはコンクリートにアンカーを打った上で架台にて強固に据え付けられていることから，加圧浮上分離装置（ＤＡＦ），凝集沈殿装置（アクチフロー），ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて基礎ボルトの強度評価を実施した。評価の結果，基礎ボルトの強度に問題がないことを確認した（表－６－２）。

① 加圧浮上分離装置（DAF）

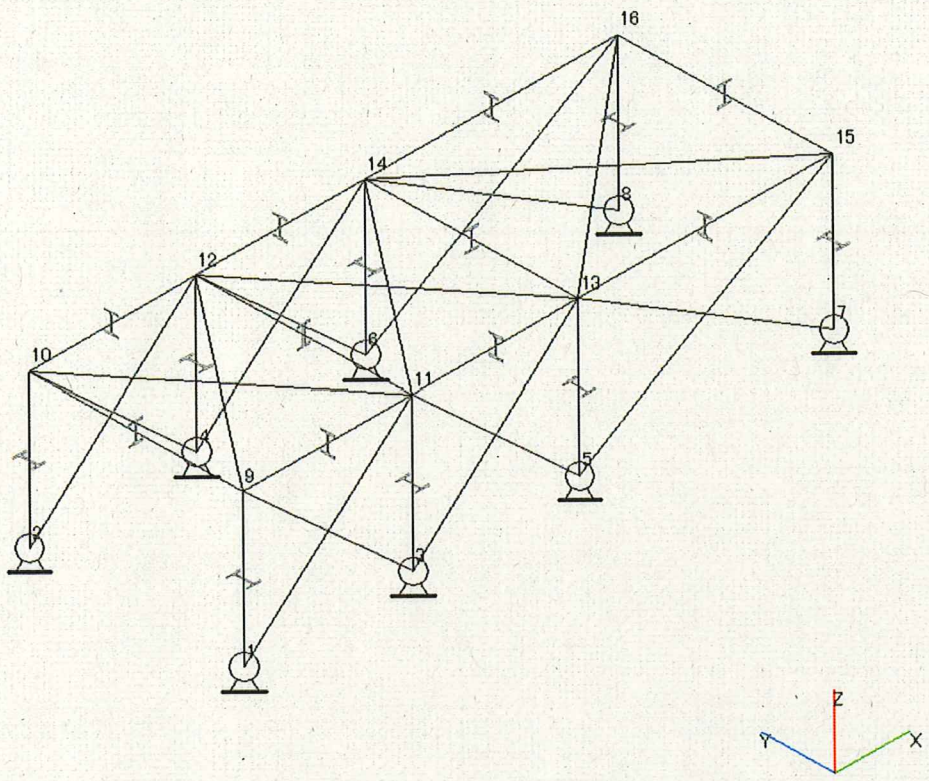
設計用水平震度：0.6G



図－３　加圧浮上分離装置（DAF）解析モデル

② 凝集沈殿装置（アクチフロー）

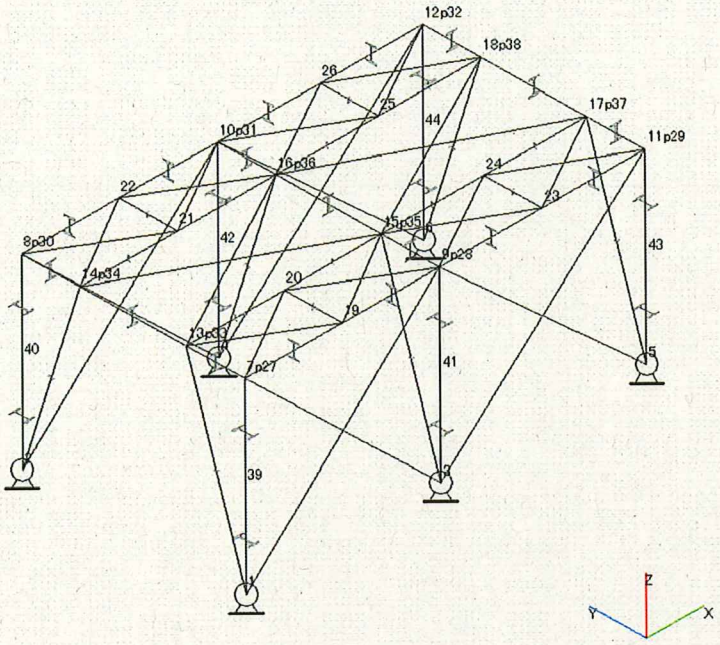
設計用水平震度：0.6G



図－４　凝集沈殿装置（アクチフロー）解析モデル

③ ディスクフィルタ

設計用水平震度：0.6G



図－５　ディスクフィルタ解析モデル

c. 架台強度評価

加圧浮上分離装置（ＤＡＦ），凝集沈殿装置（マルチフロー），凝集沈殿装置（アクチフロー），ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて各部材に発生するたわみ量の評価を実施した。評価の結果，架台強度に問題がないことを確認した（表－６－２）。

表－６－２　除染装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
加圧浮上分離装置 (DAF)	架台（柱脚）	変位	0.60	1/290	1/120	変位量
	基礎ボルト	せん断	0.60	27	118	MPa
		引張	0.60	6	153	MPa
反応槽	基礎ボルト	せん断	0.36	49	118	MPa
			0.50	68		
		引張	0.36	17	135	MPa
			0.50	76	105	
凝集沈殿装置 (マルチフロー)	本体（壁パネル）	変位	0.60	1/515	1/120	変位量
	基礎ボルト	せん断	0.36	71	135	MPa
			0.60	119		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.60	7	56	
凝集沈殿装置 (アクチフロー)	架台（柱脚）	変位	0.6	1/936	1/120	変位量
	基礎ボルト	せん断	0.60	38	118	MPa
		引張	0.60	51	153	MPa
ディスクフィルタ	架台（柱脚）	変位	0.6	1/527	1/120	変位量
	基礎ボルト	せん断	0.60	44	118	MPa
		引張	0.60	19	143	MPa

1.2.6. 淡水化装置

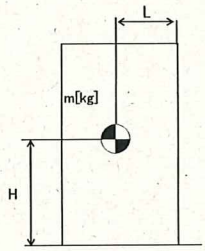
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，淡水化装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表－７－１，２に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－７－５）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
H ： 据付面から重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36)

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

(a)ポンプ，配管・弁モジュール

転倒モーメント及び安定モーメントの評価式を以下の様に変更し，評価を実施した。

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H → $M_1/(m\times g) = C_H\times H$
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L → $M_2/(m\times g) = L$

表－７－１ 淡水化装置（ポンプ，配管・弁モジュール）の転倒評価数値根拠

機器名称	水平震度	H [m]	算出値 $C_H\times H$ [m]	許容値 L [m]
SPT 受入水移送ポンプ	0.36	[redacted]	0.202 → 0.21	[redacted] → 0.77
廃液 RO 供給ポンプ	0.36	[redacted]	0.200 → 0.21	[redacted] → 0.92
RO 処理水供給ポンプ	0.36	[redacted]	0.202 → 0.21	[redacted] → 0.77
RO 処理水移送ポンプ	0.36	[redacted]	0.467 → 0.47	[redacted] → 0.77
RO 濃縮水供給ポンプ	0.36	[redacted]	0.202 → 0.21	[redacted] → 0.77
RO 濃縮水移送ポンプ（旧 RO 濃縮水貯槽移送ポンプ）	0.36	[redacted]	0.350 → 0.36	[redacted] → 0.77
RO 濃縮水移送ポンプ	0.36	[redacted]	0.347 → 0.35	[redacted] → 0.71
濃縮水移送ポンプ	0.36	[redacted]	0.194 → 0.20	[redacted] → 0.77
配管・弁モジュール	0.36	[redacted]	0.185 → 0.19	[redacted] → 0.28

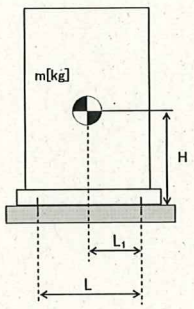
（b）逆浸透膜装置（RO-3）

表－７－２　淡水化装置（RO-2, RO-3）の転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	M_1 [kN・m]	M_2 [kN・m]
逆浸透膜装置 RO-3	[redacted]	[redacted]	[redacted]	1.691 → 1.70	1.801 → 1.80

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－７－３，４に示す。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した。（表－７－５）。



m　：　機器質量
g　：　重力加速度　(9.80665 m/s²)
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　基礎ボルト間の水平方向距離
L_1　：　重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f：　引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n　：　基礎ボルトの本数
A_b　：　基礎ボルトの軸断面積
C_H　：　水平方向設計震度　(0.36)
C_V　：　鉛直方向設計震度　(0)

基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

アンカーに作用するせん断荷重　：　$Q = \frac{m \times g \times C_H}{n}$

（ａ）淡水化装置（蒸発濃縮装置-1A，1B，1C）

表－７－３　淡水化装置（蒸発濃縮装置-1A，1B，1C）の基礎ボルト強度評価数値根拠

	m [kg]	h [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	A_b [mm]	C_H	F_b [N]	τ [MPa]
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1A)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-9,373 → <0	29.3 → 30
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1B)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-9,567 → <0	38.1 → 39
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1C)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-4,000 → <0	35.1 → 36

また，基礎ボルトの許容せん断応力は以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$

ここで，F は設計・建設規格　付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SS400 の設計温度 60℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

F = min (Sy, 0.7Su)

・Sy　40℃：235 MPa，75℃：222 MPa

Sy = 222 + (235 - 222) × (75-60)/(75-40) = 227 MPa

・Su　40℃：400Pa，75℃：381 MPa

Su = 381 + (400 - 381) × (75-60)/(75-40) = 389 MPa

従って，F = min (Sy, 0.7Su) = min (227, 0.7×389) = 227 MPa

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 131 \text{ MPa}$$

（b）淡水化装置（蒸発濃縮装置-2A，2B，3A，3B，3C）

表－７－４　淡水化装置（蒸発濃縮装置-2A，2B，3A，3B，3C）の
基礎ボルト強度評価数値根拠

	m [kg]	h [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	A_b [mm]	C_H	F_b [N]	τ [MPa]
蒸発濃縮装置 （蒸発濃縮-2A,B） （濃縮装置）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-55,702 → <0	87.8 → 88
蒸発濃縮装置 （蒸発濃縮-3A,B,C） （濃縮装置）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	-106,472 → <0	97.5 → 98

また，基礎ボルトの許容せん断応力は以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$

ここで，Fは設計・建設規格　付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SUS304 の設計温度 66℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

F = min（Sy，0.7Su）

・Sy　40℃：205 MPa，75℃：183 MPa

Sy = 183 + (205 - 183) × (75-66)/(75-40) = 188 MPa

・Su　40℃：520Pa，75℃：466 MPa

Su = 466 + (520 - 466) × (75-66)/(75-40) = 479 MPa

従って，F = min（Sy，0.7Su）= min（188，0.7×479）= 188 MPa

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 108 \text{ MPa}$$

c. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－７－６）。

地震時の水平荷重によるすべり力　：　$F_L = C_H \times m \times g$　→　$F_L / (m \times g) = C_H$

接地面の摩擦力　：　$F_\mu = \mu \times m \times g$　→　$F_\mu / (m \times g) = \mu$

表－７－５　淡水化装置耐震評価結果（1/2）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
SPT 受入水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
廃液 RO 供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.92	m
RO 処理水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.47	0.77	m
RO 濃縮水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 濃縮水移送ポンプ (旧 RO 濃縮水貯槽移送ポンプ)	本体	転倒	0.36	0.36	0.77	m
RO 濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.35	0.71	m
濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.20	0.77	m
配管・弁モジュール	本体	転倒	0.36	0.19	0.28	m
逆浸透膜装置 (RO-3)	本体	転倒	0.36	1.70	1.80	kN・m

表－７－５　淡水化装置耐震評価結果（2/2）

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
蒸発濃縮装置	基礎	せん断	0.36	30	131	MPa
(蒸発濃縮-1A)	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	基礎	せん断	0.36	39	131	MPa
(蒸発濃縮-1B)	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	基礎	せん断	0.36	36	131	MPa
(蒸発濃縮-1C)	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	本体	転倒	0.36	<0	－	kN
(蒸発濃縮-2A,B)	基礎	せん断	0.36	88	108	MPa
(濃縮装置)	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置	本体	転倒	0.36	<0	－	kN
(蒸発濃縮-3A,B,C)	基礎	せん断	0.36	98	108	MPa
(濃縮装置)	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa

1.2.7. 廃止（高濃度滞留水受タンク）

1.2.8. 中低濃度タンク

(1) 構造強度評価

① 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成 25 年 8 月 14 日より前に）設計に着手したタンク

a. 円筒型タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価に用いた数値根拠を示す（表－８－１）。

表－８－１　円筒型タンクの胴の板厚評価の数値根拠

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m³ 容量 (溶接)	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.65	9.53 →9.6
		[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.65	9.77 →9.8
濃縮廃液貯槽	100m³ 容量 円筒型 (横置き)	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.60	0.84 →3.0※2

※１　：　満水での水頭。
※２　：　炭素鋼の必要厚さにより 3[mm]となる。

b. 円筒型タンクの管台の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，管台の板厚評価を実施した。評価に用いた数値根拠を示す（表－８－２）。

表－８－２　円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠

機器名称		管台口径	Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度	S [MPa]	η	t [mm]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m³ 容量 (溶接)	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.05 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.11 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	STPY400	常温	100	0.6	0.51 →3.5※2
		100A	[redacted]	[redacted]	1	SGP	常温	74	0.6	0.13 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	SGP	常温	74	0.6	0.24 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	STPY400	常温	100	0.6	0.52 →3.5※2

※１　：　満水での水頭。
※２　：　管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

c. 円筒型タンクの胴の穴の補強評価

設計・建設規格に準拠し，胴の穴の補強について評価を実施した。評価に用いた数値根拠を示す（表－８－３）。

表－８－３　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１/４）

機器名称		管台口径	管台材料	温度	F	η	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_s [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	X [mm]	d [mm]	A1 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m^3 容量 （溶接）	100A	STPG370	常温	1	1	93	100	12	[redacted]	8.6	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	STPG370	常温	1	1	93	100	12	[redacted]	12.7	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	STPY400	常温	1	1	100	100	12	[redacted]	9.5	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		100A	SGP	常温	1	1	74	100	12	[redacted]	4.5	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	SGP	常温	1	1	74	100	12	[redacted]	5.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	STPY400	常温	1	1	100	100	12	[redacted]	9.5	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表－８－３　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（２/４）

機器名称		管台口径	H [mm]	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_{n1} [mm]	t_{n2} [mm]	h [mm]	t_{nr} [mm]	t_s [mm]	Y_1 [mm]	Y_2 [mm]	A2 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m^3容量 （溶接）	100A	[redacted]	[redacted]	93	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.05	12	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	[redacted]	[redacted]	93	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.11	12	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	[redacted]	[redacted]	100	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.30	12	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		100A	[redacted]	[redacted]	74	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.08	12	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	[redacted]	[redacted]	74	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.15	12	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	[redacted]	[redacted]	100	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.31	12	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表－８－３　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（３/４）

機器名称		管台口径	L_1 [mm]	L_2 [mm]	A3 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m^3 容量 （溶接）	100A	[redacted]	[redacted]	72.00
		200A	[redacted]	[redacted]	72.00
		600A	[redacted]	[redacted]	72.00
		100A	[redacted]	[redacted]	100.00
		200A	[redacted]	[redacted]	100.00
		600A	[redacted]	[redacted]	200.00

表－８－３　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（４/４）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_{sr} [mm]	F	S_n [MPa]	S_s [MPa]	A_r[mm^2]	A_0[mm^2]
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m^3 容量 （溶接）	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	609.16 →610	1274.19 →1274
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1193.97 →1194	2321.09 →2321
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	3656.13 →3657	4376.83 →4376
		100A	[redacted]	[redacted]	1	74	100	684.46 →685	821.09 →821
		200A	[redacted]	[redacted]	1	74	100	1320.81 →1321	1444.91 →1444
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	3751.72 →3752	4256.86 →4256

② 平成25年8月14日以降に設計するタンク

a. 円筒型タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表－９－１，２）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t ： 管台の計算上必要な厚さ
Di ： 管台の内径
H ： 水頭
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，tの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はt=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－９－１ 円筒型タンクの胴の板厚評価の数値根拠（１／２）

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
RO濃縮水貯槽	700m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.70	8.335 →8.4
RO濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	10.199 →10.2
多核種処理水貯槽	700m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.65	8.153 →8.2
		[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.70	8.335 →8.4
		[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.70	8.356 →8.4
	1000m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	10.199 →10.2
	1060m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	10.199 →10.2
	1140m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400B	40.0	100	0.7	10.33 →10.4
	1160m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	11.68 →11.7
	1200m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.65	10.860 →10.9
		[redacted]	[redacted]	1	SM400A	常温	100	0.7	8.99 →9.0
		[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.65	10.880 →10.9

※1 ： 満水での水頭。

表－９－１　円筒型タンクの胴の板厚評価の数値根拠（２／２）

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
多核種処理水貯槽	1220m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	9.76 →9.8
	1235m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	11.68 →11.7
	1330m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400B	50.0	100	0.7	11.46 →11.5
		[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	11.478 →11.5
		[redacted]	[redacted]	1	SM490A	66.0	123	0.6	10.751 →10.8
	1356m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.65	11.418 →11.5
	2400m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.65	16.126 →16.2
	2900m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM490C	66.0	123	0.6	14.498 →14.5
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	10.199 →10.2
	1160m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	11.68 →11.7
	1200m³容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.65	10.860 →10.9

※1　：　満水での水頭。

表－９－２　円筒型タンクの胴の板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
RO 濃縮水貯槽	700m³容量	タンク板厚	8.4	16.0
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³容量	タンク板厚	10.2	15.0
多核種処理水貯槽	700m³容量	タンク板厚	8.2	12.0
		タンク板厚	8.4	16.0
		タンク板厚	8.4	12.0
	1000m³容量	タンク板厚	10.2	15.0
	1060m³容量	タンク板厚	10.2	15.0
	1140m³容量	タンク板厚	10.4	15.0
	1160m³容量	タンク板厚	11.7	12.0
	1200m³容量	タンク板厚	9.6	12.0
			9.0	12.0
			10.9	12.0
	1220m³容量	タンク板厚	9.8	12.0
	1235m³容量	タンク板厚	11.7	12.0
	1330m³容量	タンク板厚	11.5	15.0
			10.8	12.0
	1356m³容量	タンク板厚	11.5	12.0
	2400m³容量	タンク板厚	16.2	18.8
	2900m³容量	タンク板厚	14.5	15.0
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	タンク板厚	10.2	15.0
	1160m³容量	タンク板厚	11.7	12.0
	1200m³容量	タンク板厚	9.6	12.0

b. 円筒型タンクの底板の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，底板の厚さについて評価を実施した。評価の結果，必要板厚確保していることを確認した（表－９－３）。

表－９－３　円筒型タンクの底板の板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
RO 濃縮水貯槽	700m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	25.0
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	25.0
多核種処理水貯槽	700m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
		タンク板厚（底板）	3.0※	25.0
	1000m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	25.0
	1060m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	25.0
	1140m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	22.0
	1160m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	1200m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	1220m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	1235m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	1330m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	22.0
		タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	1356m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	2400m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	2900m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	25.0
	1160m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0
	1200m³容量	タンク板厚（底板）	3.0※	12.0

※　地面，基礎等に直接接触するものについては，3mm

c. 円筒型タンクの管台の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，管台の板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表－９－４，５）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t　：　管台の計算上必要な厚さ
Di　：　管台の内径
H　：　水頭
ρ　：　液体の比重
S　：　最高使用温度における材料の許容引張応力
η　：　長手継手の効率

ただし，管台の外径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－９－４　円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠（１／４）

機器名称		管台口径	Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度	S [MPa]	η	t [mm]
RO 濃縮水貯槽	700m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.13 →3.5※2
		500A	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	0.49 →3.5※2
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	0.59 →3.5※2
多核種処理水貯槽	700m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.06 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.07 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.08 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.13 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.13 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.15 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.6	0.57 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	0.60 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	0.60 →3.5※2
	1000m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	0.59 →3.5※2
	1060m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	0.59 →3.5※2

※１　：　満水での水頭。
※２　：　管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表－９－４　円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠（２／４）

機器名称		管台口径	Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度	S [MPa]	η	t [mm]
多核種処理水貯槽	1140m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	40	103	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	40	103	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400B	40	100	0.7	0.55 →3.5※2
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.14 →3.5※2
		650A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	0.68 →3.5※2
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.065 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.06 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.126 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.11 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	STPY400	50.0	100	1.0	0.579 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.6	0.575 →3.5※2
		760mm（内径）	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	常温	100	0.7	0.57 →3.5※2
	1220m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.06 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.11 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	0.48 →3.5※2
	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.14 →3.5※2
		650A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	0.68 →3.5※2

※１　：　満水での水頭。

※２　：　管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表－９－４　円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠（３／４）

機器名称		管台口径	Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度	S [MPa]	η	t [mm]
多核種処理水貯槽	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	50.0	103	1.0	0.07 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.08 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.08 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	50.0	103	1.0	0.14 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.15 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.15 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400B	50.0	100	0.7	0.58 →3.5※2
			[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	0.61 →3.5※2
		650A	[redacted]	[redacted]	1	SM490B	66.0	123	1.0	0.37 →3.5※2
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400A	50.0	100	0.6	0.58 →3.5※2
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	0.54 →3.5※2
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.14 →3.5※2
		650A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	0.68 →3.5※2

※１　：　満水での水頭。
※２　：　管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表－９－４　円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠（４／４）

機器名称		管台口径	Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度	S [MPa]	η	t [mm]
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPT410	常温	103	1.0	0.13 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SS400	常温	100	0.7	0.59 →3.5※2
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.07 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	66.0	93	1.0	0.14 →3.5※2
		650A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	66.0	100	0.6	0.68 →3.5※2
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.065 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	50.0	93	1.0	0.126 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	STPY400	50.0	100	1.0	0.579 →3.5※2

※１　：　満水での水頭。
※２　：　管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表－９－５　円筒型タンクの管台の板厚評価結果（１／２）

機器名称		管台口径	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		500A	管台板厚	3.5※	16.0
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		600A	管台板厚	3.5※	12.0
		100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
	1000m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
	1060m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
	1140m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
	1160m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		650A	管台板厚	3.5※	12.0
	1200m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		600A	管台板厚	3.5※	9.5
				3.5※	12.0
		760mm (内径)	管台板厚	3.5※	12.0
	1220m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		600A	管台板厚	3.5※	12.0
	1235m³ 容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		650A	管台板厚	3.5※	12.0

※管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表－９－５　円筒型タンクの管台の板厚評価結果（２／２）

機器名称		管台口径	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
多核種処理水貯槽	1330m³容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
		650A	管台板厚	3.5※	16.0
	1356m³容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		600A	管台板厚	3.5※	12.0
	2400m³容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	12.0
	2900m³容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		650A	管台板厚	3.5※	12.0
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	管台板厚	3.5※	8.6
		200A	管台板厚	3.5※	12.7
		600A	管台板厚	3.5※	16.0
	1160m³容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		650A	管台板厚	3.5※	12.0
	1200m³容量	100A	管台板厚	3.5※	6.0
		200A	管台板厚	3.5※	8.2
		600A	管台板厚	3.5※	9.5

※管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

d．円筒型タンクの胴の穴の補強評価

設計・建設規格に準拠し，胴の穴の補強について評価を実施した。評価の結果，補強に有効な面積が補強に必要な面積より大きいため補強が不要であることを確認した（表－９－６，７）。

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_1 = (\eta t_s - F t_{sr})(X - d) - 2(1 - \frac{Sn}{Ss})(\eta t_s - F t_{sr}) t_n$$

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = 2(Max(d, \frac{d}{2} + t_s + t_n))$$

$$A_2 = 2((t_{n1} - t_{mr})Y_1 + t_{n2} Y_2) S_n / S_s$$

$$t_{mr} = \frac{PDi}{2S_n - 1.2P}$$

$$Y_1 = Min(2.5t_s, 2.5t_{n1} + Te)$$

$$Y_2 = Min(2.5t_s, 2.5t_{n2}, h)$$

$$A_3 = L_1 L_1 + L_2 L_2 + L_3 L_3$$

$$A_4 = (W - Wi) \times Te$$

$$W = Min(X, De)$$

$$Ar = dt_{sr} F + 2(1 - \frac{S_n}{S_s}) t_{sr} F t_n$$

A_0 ： 補強に有効な総面積
A_1 ： 胴，鏡板又は平板部分の補強に有効な面積
A_2 ： 管台部分の補強に有効な面積
A_3 ： すみ肉溶接部の補強に有効な面積
A_4 ： 強め材の補強に有効な面積
η ： PVC-3161.2 に規定する効率
t_s ： 胴の最小厚さ
t_{sr} ： 継ぎ目のない胴の計算上必要な厚さ（PVC-3122(1)において $\eta = 1$ としたもの）
t_n ： 管台最小厚さ
t_{n1} ： 胴板より外側の管台最小厚さ
t_{n2} ： 胴板より内側の管台最小厚さ
t_{nr} ： 管台の計算上必要な厚さ
P ： 最高使用圧力（水頭）$=9.80665 \times 10^3 H \rho$
S_s ： 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
S_n ： 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
Di ： 管台の内径
X ： 胴面に沿った補強に有効な範囲
X_1 ： 補強に有効な範囲
X_2 ： 補強に有効な範囲
Y_1 ： 胴面に垂直な補強の有効な範囲（胴より外側）
Y_2 ： 胴面に垂直な補強の有効な範囲（胴より内側）
h ： 管台突出し高さ（胴より内側）
L_1 ： 溶接の脚長
L_2 ： 溶接の脚長
L_3 ： 溶接の脚長
A_r ： 補強が必要な面積
d ： 胴の断面に現れる穴の径
F ： 係数（図 PVC-3161.2-1 から求めた値）
Te ： 強め材厚さ
W ： 強め材の有効範囲
Wi ： 開先を含めた管台直径
De ： 強め材外径

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１／１３）

機器名称		管台口径	管台材料	温度	F	η	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_s [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	X [mm]	d [mm]	A1 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽	700m^3 容量	100A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	16		8.6			
		200A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	16		12.7			
		500A	SS400	常温	1	1	100	100	16		16.0			
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m^3 容量	100A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15		8.6			
		200A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15		12.7			
		600A	SS400	常温	1	1	100	100	15		16.0			
多核種処理水貯槽	700m^3 容量	100A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12		6.0			
			STPT410	常温	1	1	103→100※	100	16		8.6			
			STPG370	常温	1	1	93	100	12		8.6			
		200A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12		8.2			
			STPT410	常温	1	1	103→100※	100	16		12.7			
			STPG370	常温	1	1	93	100	12		12.7			
		600A	SM400A	50.0	1	1	100	100	12		12			
			SS400	常温	1	1	100	100	16		16.0			
			SM400C	常温	1	1	100	100	12		16.0			
	1000m^3 容量	100A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15		8.6			
		200A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15		12.7			
		600A	SS400	常温	1	1	100	100	15		16.0			
	1060m^3 容量	100A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15		8.6			
		200A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15		12.7			
		600A	SS400	常温	1	1	100	100	15		16.0			
	1140m^3 容量	100A	STPT410	40.0	1	1	103→100※	100	12		7.0			
		200A	STPT410	40.0	1	1	103→100※	100	12		10.5			
		600A	SM400B	40.0	1	1	100	100	12		13.0			
	1160m^3 容量	100A	STPG370	66.0	1	1	93	100	12		6.0			
		200A	STPG370	66.0	1	1	93	100	12		8.2			
		650A	SM400C	66.0	1	1	100	100	12		12.0			

※：PVC-3166 による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（２／１３）

機器名称		管台口径	管台材料	温度	F	η	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_s [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	X [mm]	d [mm]	A1 [mm^2]
多核種処理水貯槽	1200m^{3}容量	100A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12		6.0			
			STPG370	常温	1	1	93	100	12		6.0			
		200A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12		8.2			
			STPG370	常温	1	1	93	100	12		8.2			
		600A	STPY400	50.0	1	1	100	100	12		9.5			
			SM400A	50.0	1	1	100	100	12		12.0			
		760mm (内径)	SM400A	常温	1	1	100	100	12		12.0			
	1220m^{3}容量	100A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	10.18		4.25			
		200A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	10.18		5.67			
		600A	SM400C	常温	1	1	100	100	10.18		9.96			
	1235m^{3}容量	100A	STPG370	66.0	1	1	93	100	12		6.0			
		200A	STPG370	66.0	1	1	93	100	12		8.2			
		650A	SM400C	66.0	1	1	100	100	12		12.0			
	1330m^{3}容量	100A	STPT410	50.0	1	1	103→100※	100	12		7.0			
			STPG370	常温	1	1	93	100	15		8.6			
			STPG370	66.0	1	1	93	123	12		7.53			
		200A	STPT410	50.0	1	1	103→100※	100	12		10.5			
			STPG370	常温	1	1	93	100	15		12.7			
			STPG370	66.0	1	1	93	123	12		11.12			
		600A	SM400B	50.0	1	1	100	100	12		13.0			
			SM400C	常温	1	1	100	100	15		16.0			
		650A	SM490B	66.0	1	1	123	123	12		15.0			
	1356m^{3}容量	100A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12		6.0			
		200A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12		8.2			
		600A	SM400A	50.0	1	1	100	100	12		12.0			
	2400m^{3}容量	100A	STPG370	常温	1	1	93	100	18.8		8.6			
		200A	STPG370	常温	1	1	93	100	18.8		12.7			
		600A	SM400C	常温	1	1	100	100	18.8		12.0			

※：PVC-3166による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（３／１３）

機器名称		管台口径	管台材料	温度	F	η	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_s [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	X [mm]	d [mm]	A1 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2900m^{3}容量	100A	STPG370	66.0	1	1	93	123	15	[redacted]	5.25	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	STPG370	66.0	1	1	93	123	15	[redacted]	7.18	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		650A	SM400C	66.0	1	1	100	123	15	[redacted]	11.2	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Sr処理水貯槽	1057m^{3}容量	100A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15	[redacted]	8.6	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	STPT410	常温	1	1	103→100※	100	15	[redacted]	12.7	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	SS400	常温	1	1	100	100	15	[redacted]	16.0	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	1160m^{3}容量	100A	STPG370	66.0	1	1	93	100	12	[redacted]	6.0	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	STPG370	66.0	1	1	93	100	12	[redacted]	8.2	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		650A	SM400C	66.0	1	1	100	100	12	[redacted]	12.0	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	1200m^{3}容量	100A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12	[redacted]	6.0	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	STPG370	50.0	1	1	93	100	12	[redacted]	8.2	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	STPY400	50.0	1	1	100	100	12	[redacted]	9.5	[redacted]	[redacted]	[redacted]

※：PVC-3166による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（４／１３）

機器名称		管台口径	H [m]	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_{n1} [mm]	t_{n2} [mm]	h [mm]	t_{nr} [mm]	t_s [mm]	Y_1 [mm]	Y_2 [mm]	A2 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽	700m^3 容量	100A			103→100※	100				0.07	16			
		200A			103→100※	100				0.13	16			
		500A			100	100				0.49	16			
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m^3 容量	100A			103→100※	100				0.07	15			
		200A			103→100※	100				0.13	15			
		600A			100	100				0.59	15			
多核種処理水貯槽	700m^3 容量	100A			93	100				0.06	12			
					103→100※	100				0.07	16			
					93	100				0.08	12			
		200A			93	100				0.13	12			
					103→100※	100				0.13	16			
					93	100				0.15	12			
		600A			100	100				0.57	12			
					100	100				0.60	16			
					100	100				0.60	12			
	1000m^3 容量	100A			103→100※	100				0.07	15			
		200A			103→100※	100				0.13	15			
		600A			100	100				0.59	15			
	1060m^3 容量	100A			103→100※	100				0.07	15			
		200A			103→100※	100				0.13	15			
		600A			100	100				0.59	15			
	1140m^3 容量	100A			103→100※	100				0.07	12			
		200A			103→100※	100				0.13	12			
		600A			100	100				0.39	12			

※：PVC-3166 による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（５／１３）

機器名称		管台口径	H [m]	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_{n1} [mm]	t_{n2} [mm]	h [mm]	t_{nr} [mm]	t_s [mm]	Y_1 [mm]	Y_2 [mm]	A2 [mm^2]
多核種処理水貯槽	1160m^{3}容量	100A			93	100				0.07	12			
		200A			93	100				0.14	12			
		650A			100	100				0.68	12			
	1200m^{3}容量	100A			93	100				0.06	12			
					93	100				0.06	12			
		200A			93	100				0.13	12			
					93	100				0.11	12			
		600A			100	100				0.35	12			
					100	100				0.35	12			
		760mm (内径)			100	100				0.40	12			
	1220m^{3}容量	100A			103→100※	100				0.06	10.18			
		200A			103→100※	100				0.12	10.18			
		600A			100	100				0.34	10.18			
	1235m^{3}容量	100A			93	100				0.07	12			
		200A			93	100				0.14	12			
		650A			100	100				0.68	12			
	1330m^{3}容量	100A			103→100※	100				0.07	12			
					93	100				0.08	15			
					93	123				0.10	12			
		200A			103→100※	100				0.14	12			
					93	100				0.16	15			
					93	123				0.20	12			
		600A			100	100				0.40	12			
					100	100				0.61	15			
		650A			123	123				0.40	12			
	1356m^{3}容量	100A			93	100				0.07	12			
		200A			93	100				0.13	12			
		600A			100	100				0.35	12			
	2400m^{3}容量	100A			93	100				0.07	18.8			
		200A			93	100				0.14	18.8			
		600A			100	100				0.55	18.8			

※：PVC-3166 による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（６／１３）

機器名称		管台口径	H [m]	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_{n1} [mm]	t_{n2} [mm]	h [mm]	t_{nr} [mm]	t_s [mm]	Y_1 [mm]	Y_2 [mm]	A2 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2900m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	93	123	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.07	15	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A			93	123				0.14	15			
		650A			100	123				0.68	15			
Sr 処理水貯槽	1057m^3容量	100A			103→100※	100				0.07	15			
		200A			103→100※	100				0.13	15			
		600A			100	100				0.59	15			
	1160m^3容量	100A			93	100				0.07	12			
		200A			93	100				0.14	12			
		650A			100	100				0.68	12			
	1200m^3容量	100A			93	100				0.06	12			
		200A			93	100				0.13	12			
		600A			100	100				0.35	12			

※：PVC-3166 による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（７／１３）

機器名称		管台口径	L_1 [mm]	L_2 [mm]	L_3 [mm]	A3 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽	700m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		500A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
多核種処理水貯槽	700m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	337.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
	1000m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
	1060m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
	1140m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
	1160m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	97.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	198.00
		650A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
	1200m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	97.0
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	198.0
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.0
	1220m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	72.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	162.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	325.00

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（８／１３）

機器名称		管台口径	L_1 [mm]	L_2 [mm]	L_3 [mm]	A3 [mm^2]
多核種処理水貯槽	1235m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	97.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	198.00
		650A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
	1330m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	97.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	350.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	198.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	427.00
		650A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
	1356m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
	2400m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	358.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	446.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	421.00
	2900m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	97.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	198.00
		650A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	350.00
Sr 処理水貯槽	1057m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	211.00
	1160m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	97.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	198.00
		650A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
	1200m^3容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	306.00

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（９／１３）

機器名称		管台口径	W [mm]	Wi [mm]	X [mm]	De [mm]	Te [mm]	A4 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽	700m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1435.5
		500A	800.0	514.0	952.0	[redacted]	[redacted]	2574.0
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1431.0
		600A	900.0	615.6	1155.2	[redacted]	[redacted]	2559.6
多核種処理水貯槽	700m^{3}容量	100A	234	132.3	234	[redacted]	[redacted]	1220.4
			194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
			194.2	118.0	194.2	[redacted]	[redacted]	914.4
		200A	438	234.3	438	[redacted]	[redacted]	2444.4
			381.8	240.5	381.8	[redacted]	[redacted]	1271.7
			381.8	220	381.8	[redacted]	[redacted]	1941.6
		600A	1224	627.6	1224	[redacted]	[redacted]	7156.8
			900.0	615.6	1155.2	[redacted]	[redacted]	2559.6
			950	613.0	1155.2	[redacted]	[redacted]	4044.0
	1000m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1431.0
		600A	900.0	615.6	1155.2	[redacted]	[redacted]	2559.6
	1060m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1431.0
		600A	900.0	615.6	1155.2	[redacted]	[redacted]	2559.6
	1140m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1435.5
		600A	900.0	615.5	1155.2	[redacted]	[redacted]	2560.5
	1160m^{3}容量	100A	170.0	124.3	204.6	[redacted]	[redacted]	548.4
		200A	330.0	226.3	399.8	[redacted]	[redacted]	1244.4
		650A	1170.0	674.4	1272.8	[redacted]	[redacted]	5947.2
	1200m^{3}容量	100A	232.6	132.3	232.6	[redacted]	[redacted]	1203.6
			204.6	128	204.6	[redacted]	[redacted]	919.2
		200A	436.6	234.3	436.6	[redacted]	[redacted]	2427.6
			399.8	230	399.8	[redacted]	[redacted]	2037.6
		600A	1223.2	627.6	1223.2	[redacted]	[redacted]	7147.2
		760mm (内径)	1520	802	1520	[redacted]	[redacted]	8616.0
	1220m^{3}容量	100A	211.6	114.3	211.6	[redacted]	[redacted]	991.3
		200A	409.9	216.3	409.9	[redacted]	[redacted]	1972.4
		600A	790	609.6	1179.4	[redacted]	[redacted]	1837.9

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１０／１３）

機器名称		管台口径	W [mm]	Wi [mm]	X [mm]	De [mm]	Te [mm]	A4 [mm^2]
多核種処理水貯槽	1235m^{3}容量	100A	170.0	124.3	204.6	[redacted]	[redacted]	548.4
		200A	330.0	226.3	399.8	[redacted]	[redacted]	1244.4
		650A	1170.0	674.4	1272.8	[redacted]	[redacted]	5947.2
	1330m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
			194.2	118	194.2	[redacted]	[redacted]	914.4
			170.0	126.3	198.48	[redacted]	[redacted]	524.4
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1435.5
			381.8	220	381.8	[redacted]	[redacted]	1941.6
			330.0	234.3	388.12	[redacted]	[redacted]	1148.4
		600A	900.0	615.6	1155.2	[redacted]	[redacted]	2559.6
			950.0	613	1155.2	[redacted]	[redacted]	4044.0
		650A	1170.0	678.4	1260.8	[redacted]	[redacted]	5899.2
	1356m^{3}容量	100A	232.6	132.3	232.6	[redacted]	[redacted]	1203.60
		200A	436.6	234.3	436.6	[redacted]	[redacted]	2427.60
		600A	1223.2	627.6	1223.2	[redacted]	[redacted]	7147.20
	2400m^{3}容量	100A	194.2	118	194.2	[redacted]	[redacted]	1432.56
		200A	381.8	220	381.8	[redacted]	[redacted]	3041.84
		600A	1171.2	613	1171.2	[redacted]	[redacted]	10494.16
	2900m^{3}容量	100A	180.0	126.3	204.6	[redacted]	[redacted]	805.5
		200A	350.0	234.3	399.8	[redacted]	[redacted]	1735.5
		650A	1170.0	678.4	1272.8	[redacted]	[redacted]	7374.0
Sr 処理水貯槽	1057m^{3}容量	100A	194.2	120.3	194.2	[redacted]	[redacted]	665.1
		200A	381.8	222.3	381.8	[redacted]	[redacted]	1431.0
		600A	900.0	615.6	1155.2	[redacted]	[redacted]	2559.6
	1160m^{3}容量	100A	170.0	124.3	204.6	[redacted]	[redacted]	548.4
		200A	330.0	226.3	399.8	[redacted]	[redacted]	1244.4
		650A	1170.0	674.4	1272.8	[redacted]	[redacted]	5947.2
	1200m^{3}容量	100A	232.6	132.3	232.6	[redacted]	[redacted]	1203.6
		200A	436.6	234.3	436.6	[redacted]	[redacted]	2427.6
		600A	1223.2	627.6	1223.2	[redacted]	[redacted]	7147.2

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１１／１３）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_{sr} [mm]	F	S_n [MPa]	S_s [MPa]	A_r [mm^2]	A_0 [mm^2]
RO 濃縮水貯槽	700m^3 容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	568.52 →569	2751.43 →2751
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1117.72 →1118	5394.91 →5394
		500A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	2786.98 →2787	9826.50 →9826
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m^3 容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	694.07 →694	2528.84 →2529
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1364.55 →1365	4890.00 →4890
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4128.68 →4129	9434.94 →9435
多核種処理水貯槽	700m^3 容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	625.1 →626	2775.06 →2775
			[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	568.52 →569	2751.43 →2751
			[redacted]	[redacted]	1	93	100	574.99 →575	2510.59 →2511
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1167.8 →1168	4924.28 →4924
			[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1209.64 →1210	5198.15 →5198
			[redacted]	[redacted]	1	93	100	1126.98 →1127	4583.62 →4584
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	3246.4 →3247	12707.68 →12707
			[redacted]	[redacted]	1	100	100	3381.85 →3382	10822.35 →10822
			[redacted]	[redacted]	1	100	100	3378.39 →3378	9626.82 →9627
	1000m^3 容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	694.07 →694	2528.84 →2529
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1364.55 →1365	4890.00 →4890
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4128.68 →4129	9434.94 →9435
	1060m^3 容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	694.07 →694	2528.84 →2529
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1364.55 →1365	4890.00 →4890
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4128.68 →4129	9434.94 →9435
	1140m^3 容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	702.79 →703	1951.13 →1951
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1381.69 →1382	3729.36 →3729
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4180.52 →4181	7058.33 →7058

※：PVC-3166 による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１２／１３）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_{sr} [mm]	F	S_n [MPa]	S_s [MPa]	A_r [mm^2]	A_0 [mm^2]
多核種処理水貯槽	1160m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	723.73 →724	1616.18 →1616
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1410.75 →1411	3195.36 →3195
		650A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4465.62 →4466	10840.02 →10840
	1200m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	827.69 →828	2544.77 →2545
			[redacted]	[redacted]	1	93	100	649.8 →650	2060.2 →2060
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1550.57 →1551	4530.11 →4530
			[redacted]	[redacted]	1	93	100	1266.6 →1267	4132.6 →4133
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4321.43 →4321	11400.11 →11400
			[redacted]	[redacted]	1	100	100	4324.01 →4324	11664.19 →11664
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4788 →4788	14670 →14670
	1220m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	723.25 →723	1677.42 →1677
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1401.03 →1401	3240.10 →3240
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4030.99 →4031	5028.51 →5029
	1235m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	723.73 →724	1616.18 →1616
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1410.75 →1411	3195.36 →3195
		650A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4465.62 →4466	10840.02 →10840
	1330m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	779.88 →780	1873.75 →1873
			[redacted]	[redacted]	1	93	100	789.88 →790	2644.12 →2644
			[redacted]	[redacted]	1	93	123	720.39 →720	1650.60 →1651
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1533.25 →1534	3577.15 →3577
			[redacted]	[redacted]	1	93	100	1548.17 →1548	4955.94 →4955
			[redacted]	[redacted]	1	93	123	1396.39 →1396	3252.30 →3252
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4639.12 →4640	6598.45 →6598
			[redacted]	[redacted]	1	100	100	4641.02 →4641	10448.23 →10448
		650A	[redacted]	[redacted]	1	123	123	4412.80 →4413	11133.20 →11133

※：PVC-3166による。

表－９－６　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１３／１３）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_{sr} [mm]	F	S_n [MPa]	S_s [MPa]	A_r [mm^2]	A_0 [mm^2]
多核種処理水貯槽	1356m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	870.35 →871	2502.46 →2502
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1630.50 →1631	4437.10 →4437
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4544.19 →4545	11441.61 →11441
	2400m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1030.52 →1031	3547.44 →3547
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	2019.84 →2020	6631.20 →6631
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	6138.84 →6139	17461.90 →17461
	2900m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	123	1520.5 →1521	1854.1 →1854
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	123	2949.4 →2950	3713.5 →3713
		650A	[redacted]	[redacted]	1	100	123	9288.6 →9289	12857.1 →12857
Sr 処理水貯槽	1057m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	694.07 →694	2528.84 →2529
		200A	[redacted]	[redacted]	1	103 →100※	100	1364.55 →1365	4890.00 →4890
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4128.68 →4129	9434.94 →9435
	1160m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	723.73 →724	1616.18 →1616
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1410.75 →1411	3195.36 →3195
		650A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4465.62 →4466	10840.02 →10840
	1200m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	827.69 →828	2544.77 →2545
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1550.57 →1551	4530.11 →4530
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	4321.43 →4321	11400.11 →11400

※：PVC-3166 による。

表－９－７　円筒型タンクの穴の補強評価結果（１／２）

機器名称		管台口径	評価部位	Ar[mm^2]	A_0[mm^2]
RO 濃縮水貯槽	700m^3 容量	100A	管台	569	2751
		200A	管台	1118	5394
		500A	管台	2787	9826
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m^3 容量	100A	管台	694	2529
		200A	管台	1365	4890
		600A	管台	4129	9435
多核種処理水貯槽	700m^3 容量	100A	管台	626	2775
			管台	569	2751
			管台	575	2511
		200A	管台	1168	4924
			管台	1210	5198
			管台	1127	4584
		600A	管台	3247	12707
			管台	3382	10822
			管台	3378	9627
	1000m^3 容量	100A	管台	694	2529
		200A	管台	1365	4890
		600A	管台	4129	9435
	1060m^3 容量	100A	管台	694	2529
		200A	管台	1365	4890
		600A	管台	4129	9435
	1140m^3 容量	100A	管台	703	1951
		200A	管台	1382	3729
		600A	管台	4181	7058
	1160m^3 容量	100A	管台	724	1616
		200A	管台	1411	3195
		650A	管台	4466	10840
	1200m^3 容量	100A	管台	828	2545
			管台	650	2060
		200A	管台	1551	4530
			管台	1267	4133
		600A	管台	4321	11400
			管台	4324	11664
		760mm (内径)	管台	4788	14670

表－９－７　円筒型タンクの穴の補強評価結果（２／２）

機器名称		管台口径	評価部位	Ar[mm^2]	A_0[mm^2]
多核種処理水貯槽	1220m^{3}容量	100A	管台	723	1677
		200A	管台	1401	3240
		600A	管台	4031	5029
	1235m^{3}容量	100A	管台	724	1616
		200A	管台	1411	3195
		650A	管台	4466	10840
	1330m^{3}容量	100A	管台	780	1873
			管台	790	2644
			管台	720	1651
		200A	管台	1533	3577
			管台	1548	4955
			管台	1396	3252
		600A	管台	4640	6598
			管台	4641	10448
		650A	管台	4413	11133
	1356m^{3}容量	100A	管台	871	2502
		200A	管台	1631	4437
		600A	管台	4545	11441
	2400m^{3}容量	100A	管台	1031	3547
		200A	管台	2020	6631
		600A	管台	6139	17461
	2900m^{3}容量	100A	管台	1521	1854
		200A	管台	2950	3713
		650A	管台	9289	12857
Sr 処理水貯槽	1057m^{3}容量	100A	管台	694	2529
		200A	管台	1365	4890
		600A	管台	4129	9435
	1160m^{3}容量	100A	管台	724	1616
		200A	管台	1411	3195
		650A	管台	4466	10840
	1200m^{3}容量	100A	管台	828	2545
		200A	管台	1551	4530
		600A	管台	4321	11400

e. 強め材の取付け強さ

設計・建設規格に準拠し，強め材の取り付け強さについて評価を実施した。評価の結果，溶接部の強度が十分であることを確認した（表－９－８，９）。

$$F_1 = \frac{\pi}{2} d_o L_1 S \eta_1$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} d t_n S_n \eta_3$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} d'_o t_s S \eta_2$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} d_o L_2 S \eta_1$$

$$F_5 = \frac{\pi}{2} W_o L_3 S \eta_1$$

$$F_6 = \frac{\pi}{2} d_o t_s S \eta_2$$

$$W = d'_o t_{sr} S - (t_s - F t_{sr})(X - d'_o) S$$

$$W_1 = F_1 + F_2$$

$$W_2 = F_1 + F_6 + F_4$$

$$W_3 = F_5 + F_2$$

$$W_4 = F_5 + F_3$$

$$W_5 = F_1 + F_3$$

$$W_6 = F_5 + F_6 + F_4$$

F_1 ： 断面（管台外側のすみ肉溶接部）におけるせん断強さ
F_2 ： 断面（管台内側の管台壁）におけるせん断強さ
F_3 ： 断面（突合せ溶接部）におけるせん断強さ
F_4 ： 断面（管台内側のすみ肉溶接部）におけるせん断強さ
F_5 ： 断面（強め材のすみ肉溶接部）におけるせん断強さ
F_6 ： 断面（突合せ溶接部）におけるせん断強さ
do ： 管台外径
d ： 管台内径
do’ ： 胴の穴の径
Wo ： 強め材の外径
S ： 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
S_n ： 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
L_1 ： すみ肉溶接部の脚長（管台取付部（胴より外側））
L_2 ： すみ肉溶接部の脚長（管台取付部（胴より内側））
L_3 ： 溶接部の脚長（強め材）
η_1 ： 強め材の取付け強さ（表 PVC-3169-1 の値）
η_2 ： 強め材の取付け強さ（表 PVC-3169-1 の値）
η_3 ： 強め材の取付け強さ（表 PVC-3169-1 の値）
W ： 溶接部の負うべき荷重
t_{sr} ： 継目のない胴の計算上必要な厚さ
(PVC-3122(1)において $\eta=1$ としたもの)
F ： 管台の取付角度より求まる係数
(図 PVC-3161.2-1 から求めた値)
X ： 胴面に沿った補強に有効な範囲
W_1 ： 予想される破断箇所の強さ
W_2 ： 予想される破断箇所の強さ
W_3 ： 予想される破断箇所の強さ
W_4 ： 予想される破断箇所の強さ
W_5 ： 予想される破断箇所の強さ
W_6 ： 予想される破断箇所の強さ

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１／１５）

機器名称		管台口径	do' [mm]	t_{sr} [mm]	S [MPa]	t_s [mm]	X [mm]	F	W [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	16.0	194.2	1.0	1864.1
		200A	[redacted]	[redacted]	100	16.0	381.8	1.0	−25256.1※
		500A	[redacted]	[redacted]	100	16.0	952.0	1.0	−137004※
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	15	194.2	1.0	33964.16
		200A	[redacted]	[redacted]	100	15	381.8	1.0	39660.64
		600A	[redacted]	[redacted]	100	15	1155.2	1.0	22336.96
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	116.3	1.0	61639
			[redacted]	[redacted]	100	16.0	194.2	1.0	1864.1
			[redacted]	[redacted]	100	12	194.2	1.0	32107.58
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	218.3	1.0	115699
			[redacted]	[redacted]	100	16.0	381.8	1.0	4663.9
			[redacted]	[redacted]	100	12	381.8	1.0	39114.82
		600A	[redacted]	[redacted]	100	12	611.6	1.0	324248
			[redacted]	[redacted]	100	16.0	1155.2	1.0	−18590.4※
			[redacted]	[redacted]	100	12	1155.2	1.0	35356.48
	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	15	194.2	1.0	33964.16
		200A	[redacted]	[redacted]	100	15	381.8	1.0	39660.64
		600A	[redacted]	[redacted]	100	15	1155.2	1.0	22336.96
	1060m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	15	194.2	1.0	33964.16
		200A	[redacted]	[redacted]	100	15	381.8	1.0	39660.64
		600A	[redacted]	[redacted]	100	15	1155.2	1.0	22336.96
	1140m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	194.2	1.0	56681.96
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	381.8	1.0	89746.84
		600A	[redacted]	[redacted]	100	12	1155.2	1.0	193413.76
	1160m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	204.6	1.0	37367.82
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	399.8	1.0	63939.66
		650A	[redacted]	[redacted]	100	12	1272.8	1.0	167003.76
	1200m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	116.3	1.0	82174.99
			[redacted]	[redacted]	100	12	204.6	1.0	24978
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	218.3	1.0	154245.91
			[redacted]	[redacted]	100	12	399.8	1.0	36114
		600A	[redacted]	[redacted]	100	12	611.6	1.0	432142.92
			[redacted]	[redacted]	100	12	1223.2	1.0	130882.4
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	100	12	1520	1.0	79200

※溶接部の負うべき荷重が負であるため，以降の溶接部の取付け強さの確認は不要である。

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（２／１５）

機器名称		管台口径	do' [mm]	t_{sr} [mm]	S [MPa]	t_s [mm]	X [mm]	F	W [N]
多核種処理水貯槽	1220m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	10.18	211.6	1.0	55708
		200A	[redacted]	[redacted]	100	10.18	409.9	1.0	93155
		600A	[redacted]	[redacted]	100	10.18	1179.4	1.0	235930
	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	204.6	1.0	37367.82
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	399.8	1.0	63939.66
		650A	[redacted]	[redacted]	100	12	1272.8	1.0	167003.76
	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	194.2	1.0	72095.91
			[redacted]	[redacted]	100	15	194.2	1.0	54189.70
			[redacted]	[redacted]	123	12	198.48	1.0	49299
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	381.8	1.0	120050.88
			[redacted]	[redacted]	100	15	381.8	1.0	76526.30
			[redacted]	[redacted]	123	12	388.12	1.0	84993
		600A	[redacted]	[redacted]	100	12	1155.2	1.0	285103.70
			[redacted]	[redacted]	100	15	1155.2	1.0	127803.20
		650A	[redacted]	[redacted]	123	12	1260.8	1.0	210134
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	232.6	1.0	33261.80
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	436.6	1.0	62433.80
		600A	[redacted]	[redacted]	100	12	1223.2	1.0	174917.60
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	18.8	194.2	1.0	87207.86
		200A	[redacted]	[redacted]	100	18.8	381.8	1.0	122940.94
		600A	[redacted]	[redacted]	100	18.8	1171.2	1.0	205800.96
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	15	204.6	1.0	55660
		200A	[redacted]	[redacted]	100	15	399.8	1.0	94803
		650A	[redacted]	[redacted]	100	15	1276.0	1.0	243134
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	15	194.2	1.0	33964.16
		200A	[redacted]	[redacted]	100	15	381.8	1.0	39660.64
		600A	[redacted]	[redacted]	100	15	1155.2	1.0	22336.96
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	204.6	1.0	37367.82
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	399.8	1.0	63939.66
		650A	[redacted]	[redacted]	100	12	1272.8	1.0	167003.76
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	12	116.3	1.0	82174.99
		200A	[redacted]	[redacted]	100	12	218.3	1.0	154245.91
		600A	[redacted]	[redacted]	100	12	611.6	1.0	432142.92

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（３／１５）

機器名称		管台口径	do [mm]	L_1 [mm]	S [MPa]	η_1	F_1 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
		500A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
			[redacted]	[redacted]	—	—	—
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	528571
	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1060m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1140m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1160m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	92170
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	174421
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	572620
	1200m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	49554
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	100	0.46	509843
	1220m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	49554
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1235m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	92170
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	174421
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	572620

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（４／１５）

機器名称		管台口径	do [mm]	L_1 [mm]	S [MPa]	η_1	F_1 [N]
多核種処理水貯槽	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
			[redacted]	[redacted]	123	0.46	60950
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	203178
			[redacted]	[redacted]	123	0.46	173014
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	660714
		650A	[redacted]	[redacted]	123	0.46	528241
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140661
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396428
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	203178
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528571
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	50792
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	115342
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	586934
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	92170
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	174421
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	572620
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（５／１５）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_n [mm]	S_n [MPa]	η_3	F_2 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	91820
		200A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
		500A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	91820
		200A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	266581
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1016167
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.46	41247
			[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	91820
			[redacted]	[redacted]	93	0.70	85392
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.46	110151
			[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	266579
			[redacted]	[redacted]	93	0.70	247919
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	507761
			[redacted]	[redacted]	—	—	—
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	1016166
	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	91820
		200A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	266581
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1016167
	1060m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	91820
		200A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	266581
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1016167
	1140m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	74737
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	220401
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	825636
	1160m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	62767
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	167621
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	839711

※：PVC-3166 による。

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（６／１５）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_n [mm]	S_n [MPa]	η_3	F_2 [N]
多核種処理水貯槽	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.46	41247
			[redacted]	[redacted]	93.0	0.7	62766
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.46	110151
			[redacted]	[redacted]	93.0	0.7	167621
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	405410
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	507761
	1220m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	103	0.70	52971
		200A	[redacted]	[redacted]	103	0.70	135373
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	656941
	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	62767
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	167621
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	839711
	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	74737
			[redacted]	[redacted]	93	0.70	85392
			[redacted]	[redacted]	93	0.70	76415
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	220401
			[redacted]	[redacted]	93	0.70	247919
			[redacted]	[redacted]	93	0.70	220669
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	825636
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	1016166
		650A	[redacted]	[redacted]	123	0.70	1278882
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93	0.46	41246
		200A	[redacted]	[redacted]	93	0.46	110150
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	507761
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93	0.70	85392
		200A	[redacted]	[redacted]	93	0.70	247919
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	772680
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	55725
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	148238
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	785699

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（７／１５）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_n [mm]	S_n [MPa]	η_3	F_2 [N]
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	91820
		200A	[redacted]	[redacted]	103→100※	0.70	266581
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1016167
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	62767
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.70	167621
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	839711
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.46	41247
		200A	[redacted]	[redacted]	93.0	0.46	110151
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	405410

※：PVC-3166 による。

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（８／１５）

機器名称		管台口径	do' [mm]	t_s [mm]	S [MPa]	η_2	F_3 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	218680
		200A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
		500A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	205013
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	373245
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1021929
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	100841
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	218680
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	166648
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	189284
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	398127
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	301234
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	530306
			[redacted]	[redacted]	—	—	—
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	820181
	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	205013
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	373245
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1021929
	1060m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	205013
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	373245
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1021929
	1140m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	164010
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	298596
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	817543
	1160m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	142468
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	269105
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	881010
	1200m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	100841
			[redacted]	[redacted]	100	0.7	155697
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	189284
			[redacted]	[redacted]	100	0.7	290283
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	530306
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	100	0.7	1039742
	1220m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	139246
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	253510
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	694101

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（９／１５）

機器名称		管台口径	do' [mm]	t_s [mm]	S [MPa]	η_2	F_3 [N]
多核種処理水貯槽	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	142468
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	269105
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	881010
	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	164010
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	208311
			[redacted]	[redacted]	123	0.70	188424
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	298596
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	376543
			[redacted]	[redacted]	123	0.70	355912
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	817543
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	1025227
		650A	[redacted]	[redacted]	123	0.70	1083641
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	100841
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	189283
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	530305
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	273486
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	484337
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1297354
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	235530
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	444890
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1354551
Sr処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	205013
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	373245
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1021929
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	142468
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	269105
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	881010
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	100841
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	189284
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	530306

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１０／１５）

機器名称		管台口径	do [mm]	L_2 [mm]	S [MPa]	η_1	F_4 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
		500A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	140661
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572
			[redacted]	[redacted]	—	—	—
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	396428
	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1060m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1140m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1160m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	46085
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	130816
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	572620
	1200m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	49554
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	100	0.46	679790
	1220m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	49554
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１１／１５）

機器名称		管台口径	do [mm]	L_2 [mm]	S [MPa]	η_1	F_4 [N]
多核種処理水貯槽	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	46085
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	130816
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	572620
	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
			[redacted]	[redacted]	123	0.46	60950
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
			[redacted]	[redacted]	123	0.46	173014
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
		650A	[redacted]	[redacted]	123	0.46	704321
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528571
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74330
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140661
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396428
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	60950
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	173014
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528241
Sr処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	46085
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	130816
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	572620
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１２／１５）

機器名称		管台口径	Wo [mm]	L_3 [mm]	S [MPa]	η_1	F_5 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	222551
		200A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
		500A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	232667
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	288304
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	455217
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	198345
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	232667
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	126449
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	312149
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	298419
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	260123
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	890924
			[redacted]	[redacted]	—	—	—
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	617794
	1000m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	232667
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	288304
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	455217
	1060m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	232667
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	288304
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	455217
	1140m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	232667
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	288304
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	455217
	1160m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	57119
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	133054
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	760863
	1200m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	198345
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	110191
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	312149
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	208099
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	890924
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	100	0.46	1089269
	1220m³ 容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	108385
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	186422
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	570827

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１３／１５）

機器名称		管台口径	Wo [mm]	L_3 [mm]	S [MPa]	η_1	F_5 [N]
多核種処理水貯槽	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	57119
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	133054
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	760863
	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	232666
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	126449
			[redacted]	[redacted]	123	0.46	75544
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	288304
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	289026
			[redacted]	[redacted]	123	0.46	175973
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	455217
			[redacted]	[redacted]	100	0.46	755081
		650A	[redacted]	[redacted]	123	0.46	935860
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	198344
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	312148
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	890924
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	308535
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	485564
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	1385882
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	95985
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	279958
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	1351798
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	232667
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	288304
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	455217
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	57119
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	133054
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	760863
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	198345
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	312149
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	890924

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１４／１５）

機器名称		管台口径	do [mm]	t_s [mm]	S [MPa]	η_2	F_6 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	201088
		200A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
		500A	[redacted]	[redacted]	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	188520
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	356752
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1005436
多核種処理水貯槽	700m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	201088
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	150815
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	380534
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	285401
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572
			[redacted]	[redacted]	—	—	—
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	804348
	1000m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	188520
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	356752
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1005436
	1060m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	188520
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	356752
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1005436
	1140m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	150816
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	285402
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	804349
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	140259
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	265424
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	871378
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
			[redacted]	[redacted]	100	0.7	150815
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
			[redacted]	[redacted]	100	0.7	285401
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572
		760mm (内径)	[redacted]	[redacted]	100	0.7	1034464
	1220m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	128043
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	242308
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	682898

表－９－８　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１５／１５）

機器名称		管台口径	do [mm]	t_s [mm]	S [MPa]	η_2	F_6 [N]
多核種処理水貯槽	1235m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	140259
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	265424
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	871378
	1330m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.7	150815
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	188519
			[redacted]	[redacted]	123	0.70	185502
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.7	285401
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	356751
			[redacted]	[redacted]	123	0.70	351043
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.7	804348
			[redacted]	[redacted]	100	0.70	1005435
		650A	[redacted]	[redacted]	123	0.70	1071794
	1356m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528571
	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	236277
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	447128
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1260145
	2900m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	231878
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	438804
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1339742
Sr処理水貯槽	1057m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	188520
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	356752
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1005436
	1160m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	140259
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	265424
		650A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	871378
	1200m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	99107
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	187549
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572

表－９－９　円筒型タンクの強め材の取付け強さ（１／２）

機器名称		管台口径	溶接部の負うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
			W [N]	W_1 [N]	W_2 [N]	W_3 [N]	W_4 [N]	W_5 [N]	W_6 [N]
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量	100A	1864.1	166151	349750	314371	441231	293011	467970
		200A	-25256.1	—	—	—	—	—	—
		500A	-137004	—	—	—	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471383	1477146	1418358	1857082
多核種処理水貯槽	700m³ 容量	100A	61639	115577	272545	239591	299186	175172	396559
			1864.1	166150	349748	324487	441347	293010	508085
			32107.58	159722	299475	211841	293097	240978	351594
		200A	115699	250813	515761	422299	501432	329946	687247
			4663.9	454128	755632	564998	696546	585676	866502
			39114.82	435468	613611	508042	561357	488783	686185
		600A	324148	904190	1453572	1398685	1421230	926735	1948068
			-180590.4	—	—	—	—	—	—
			35356.48	1544737	1729347	1633960	1437975	1348752	1818570
	1000m³ 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471384	1477146	1418358	1857082
	1060m³ 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471384	1477146	1418358	1857082
	1140m³ 容量	100A	56681.96	149067	299476	307403	396676	238340	457812
		200A	89746.84	361062	566725	508704	586899	439257	714367
		600A	193413.76	1222064	1597205	1280852	1272759	1213971	1655993
	1160m³ 容量	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
		200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
		650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861
	1200m³ 容量	100A	82174.99	115577	272545	239591	299186	175172	396559
			24978	112320	249923	172957	265888	205251	310560
		200A	154245.91	250813	515761	422299	501432	329946	687247
			36114	308283	566725	375720	498382	430945	634162
		600A	432142.92	801839	1453572	1296335	1421230	926735	1948068
			130882.4	904189	1453570	1398685	1421229	926733	1948066
		760mm (内径)	79200	1512639	2224097	2092065	2129011	1549585	2803523

表－９－９　円筒型タンクの強め材の取付け強さ（２／２）

機器名称		管台口径	溶接部の負うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
			W [N]	W_1 [N]	W_2 [N]	W_3 [N]	W_4 [N]	W_5 [N]	W_6 [N]
多核種処理水貯槽	1220m³容量	100A	55708	102524	227151	211627	208210	239071	—
		200A	93155	276035	523632	416928	422218	489306	—
		600A	235930	1053369	1607899	1495884	1367515	1490789	—
	1235m³容量	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
		200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
		650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861
	1330m³容量	100A	72095.91	149067	299476	307403	396676	238340	457812
			54189.7	159722	337179	211841	334760	282641	389298
			49298.40	137365	307402	151959	263968	249374	321996
		200A	120050.88	361062	566725	508704	586899	439257	714367
			76526.3	451097	700590	536945	665569	579721	786438
			84993.00	393683	697071	396642	531885	528926	700030
		600A	285103.70	1222064	1597205	1280852	1272759	1213971	1655993
			127803.2	1676880	2062577	1771247	1780308	1685941	2156944
		650A	210133.20	1807123	2304356	2214742	2019501	1611882	2711975
	1356m³容量	100A	33261.80	115576	272544	239590	299185	175171	396558
		200A	62433.80	250811	515759	422298	501431	329944	687246
		600A	174917.60	904189	1453570	1398685	1421229	926733	1948066
	2400m³容量	100A	87207.86	159722	384937	393927	582021	347816	619142
		200A	122940.94	451097	790967	733483	969901	687515	1073353
		600A	205800.96	1301251	2185144	2158562	2683236	1825925	3042455
	2900m³容量	100A	55660	106517	343620	151710	331515	286322	388813
		200A	94803	263580	727160	428196	724848	560232	891776
		650A	243134	1372633	2454917	2137497	2706349	1941485	3219781
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471384	1477146	1418358	1857082
	1160m³容量	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
		200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
		650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861
	1200m³容量	100A	82174.99	115577	272545	239591	299186	175172	396559
		200A	154245.91	250813	515761	422299	501432	329946	687247
		600A	432142.92	801839	1453572	1296335	1421230	926735	1948068

③　平成 25 年 8 月 14 日以降に設計するタンクのうち J2・J3 エリアのタンク

a. 円筒型タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表－１０－１，２）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はｔ=1.5[mm]以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－１０－１　円筒型タンクの胴の板厚評価の数値根拠

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
多核種処理水貯槽	2400m³ 容量	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.65	16.2

※１　：　満水での水頭。

表－１０－２　円筒型タンクの胴の板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
多核種処理水貯槽	2400m³ 容量	タンク板厚	14.3	18.8

b. 円筒型タンクの底板の厚さ評価【日本産業規格】

JIS8501 鋼製石油貯槽の構造（2013）5.4.2　底板の大きさ　a），b）に基づき最小呼び厚さとして選定した。（表－１０－３）

アニュラ板：側板最下段の厚さ（18.8mm）15＜ts≦20 の場合，アニュラ板の最小厚さは 12mm とする。

底板：底板に使用する板の厚さは，6mm 未満となってはならない。

表－１０－３　円筒型タンクの底板の板厚評価結果

機器名称		評価部位	最小呼び厚さ［mm］	実厚［mm］
多核種処理水貯槽	2400m³容量	タンク板厚（アニュラ板）	12.0	16.0
		タンク板厚（底板）	6.0	12.0

c-1. 円筒型タンクの管台の厚さの評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造（2013）　5.10.3　側ノズル　表 13　に基づき，ノズルの呼び径からネックの最小呼び径厚さを選定した。（表－１０－４）

表－１０－４　円筒型タンクの管台の板厚評価結果

機器名称		管台口径	評価部位	ネックの最小呼び径厚さ［mm］	実厚［mm］
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	管台板厚	8.6	8.6
		200A	管台板厚	12.7	12.7

c-2. 円筒型タンクのマンホール管台の厚さ，補強評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造（2013）　5.10.3　側ノズル　表 11，よりに基づき，測板よりネック部最小厚さを選定した。（表－１０－５）

表－１０－５　円筒型タンクの管台の板厚評価結果（マンホール）

機器名称		管台口径	評価部位	ネック部最小厚さ［mm］	実厚［mm］
多核種処理水貯槽	2400m³容量	600A	管台板厚	12.0	12.0

c-3. 円筒型タンクの管台の厚さ評価（参考）

参考として，設計・建設規格に準拠し，管台の板厚評価を実施した。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表－１０－６，７）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t ： 管台の計算上必要な厚さ
Di ： 管台の内径
H ： 水頭
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，管台の外径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－１０－６　円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠

機器名称		管台口径	Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度	S [MPa]	η	t [mm]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.06 →3.5※2
		200A	[redacted]	[redacted]	1	STPG370	常温	93	1.0	0.12 →3.5※2
		600A	[redacted]	[redacted]	1	SM400C	常温	100	0.7	0.48 →3.5※2

※１ ： 満水での水頭。
※２ ： 管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表－１０－７　円筒型タンクの管台の板厚評価結果

機器名称		管台口径	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	管台板厚	3.5	8.6
		200A	管台板厚	3.5	12.7
		600A	管台板厚	3.5	12.0

d-1. 円筒型タンクの管台の側ノズルの評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造（2013）　5.10.3　側ノズル　表 13　に基づき，ノズルの呼び径から強め材を選定した。（表－１０－８）

尚，強め材の形状の選定として，5.10.3　側ノズル　図 12　2）丸型を採用する

表－１０－８　円筒型タンクの穴の補強評価結果（強め材）

機器名称		管台口径	評価部位	強め材材料	強め材の幅 [mm]	強め材の穴の直径 [mm]	強め材板厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m³ 容量	100A	管台	SM400C	305	118	18.8
		200A	管台	SM400C	480	220	18.8

d-2. 円筒型タンクのマンホール管台の厚さ，補強評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造（2013）　5.10.3　側ノズル　表 11，よりに基づき強め材を選定した。（表－１０－９）

表－１０－９　円筒型タンクの穴の補強評価結果（強め材）

機器名称		管台口径	評価部位	強め材材料	強め材の幅 [mm]	強め材の穴の直径 [mm]	強め材板厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m³ 容量	600A	管台	SM400C	1370	613	18.8

d-3. 円筒型タンクの胴の穴の補強評価（参考）

参考として，設計・建設規格に準拠し，胴の穴の補強について評価を実施した。評価の結果，補強に有効な面積が補強に必要な面積より大きいため，補強は十分であることを確認した（表－１０－１０，１１）。

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d) - 2(1 - \frac{Sn}{Ss})(\eta t_s - Ft_{sr})t_n$$

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = (Max(d, \frac{d}{2} + t_s + t_n))$$

$$A_2 = 2((t_{n1} - t_{nr})Y_1 + t_{n2}Y_2)S_n / S_s$$

$$t_{nr} = \frac{PDi}{2S - 1.2P}$$

$$Y_1 = Min(2.5t_s, 2.5t_{n1} + Te)$$

$$Y_2 = Min(2.5t_s, 2.5t_{n2}, h)$$

$$A_3 = L_1L_1 + L_2L_2 + L_3L_3$$

$$A_4 = (W - Wi) \times Te$$

$$W = Min(X, De)$$

$$Ar = dt_{sr}F + 2(1 - \frac{S_n}{S_s})t_{sr}Ft_n$$

A_0 ： 補強に有効な総面積
A_1 ： 胴，鏡板又は平板部分の補強に有効な面積
A_2 ： 管台部分の補強に有効な面積
A_3 ： すみ肉溶接部の補強に有効な面積
A_4 ： 強め材の補強に有効な面積
η ： PVC-3161.2 に規定する効率
t_s ： 胴の最小厚さ
t_{sr} ： 継ぎ目のない胴の計算上必要な厚さ (PVC-3122(1)において η＝１としたもの)
t_n ： 管台最小厚さ
t_{n1} ： 胴板より外側の管台最小厚さ
t_{n2} ： 胴板より内側の管台最小厚さ
t_{nr} ： 管台の計算上必要な厚さ
P ： 最高使用圧力(水頭)=9.80665×10^3H ρ
S_s ： 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
S_n ： 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
Di ： 管台の内径
X ： 胴面に沿った補強に有効な範囲
X_1 ： 補強に有効な範囲
X_2 ： 補強に有効な範囲
Y_1 ： 胴面に垂直な補強の有効な範囲（胴より外側）
Y_2 ： 胴面に垂直な補強の有効な範囲（胴より内側）
h ： 管台突出し高さ（胴より内側）
L_1 ： 溶接の脚長
L_2 ： 溶接の脚長
L_3 ： 溶接の脚長
A_r ： 補強が必要な面積
d ： 胴の断面に現れる穴の径
F ： 係数（図 PVC-3161.2-1 から求めた値）
Te ： 強め材厚さ
W ： 強め材の有効範囲
Wi ： 開先を含めた管台直径
De ： 強め材外径

表－１０－１０　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（１／５）

機器名称		管台口径	管台材料	温度	F	η	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_s [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	X [mm]	d [mm]	A1 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2400m^{3}容量	100A	STPG370	常温	1	1	93	100	18.8	[redacted]	8.6	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	STPG370	常温	1	1	93	100	18.8	[redacted]	12.7	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	SM400C	常温	1	1	100	100	18.8	[redacted]	12.0	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表－１０－１０　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（２／５）

機器名称		管台口径	H [mm]	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_{n1} [mm]	t_{n2} [mm]	h [mm]	t_{nr} [mm]	t_s [mm]	Y_1 [mm]	Y_2 [mm]	A2 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2400m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	93	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.06	18.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		200A	[redacted]	[redacted]	93	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.117	18.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		600A	[redacted]	[redacted]	100	100	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.478	18.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表－１０－１０　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（３／５）

機器名称		管台口径	L_1 [mm]	L_2 [mm]	L_3 [mm]	A3 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2400m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	358.00
		200A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	446.00
		600A	[redacted]	[redacted]	[redacted]	421.00

表－１０－１０　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（４／５）

機器名称		管台口径	W [mm]	Wi [mm]	X [mm]	De [mm]	Te [mm]	A4 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2400m^{3}容量	100A	194.2	118	194.2	[redacted]	[redacted]	1432.56
		200A	381.8	220	381.8	[redacted]	[redacted]	3041.84
		600A	1171.2	613	1171.2	[redacted]	[redacted]	10494.16

表－１０－１０　円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠（５／５）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_{sr} [mm]	F	S_n [MPa]	S_s [MPa]	A_r [mm^2]	A_0 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2400m^{3}容量	100A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	910.30 →911	3665.47 →3665
		200A	[redacted]	[redacted]	1	93	100	1784.2 →1785	6864.51 →6864
		600A	[redacted]	[redacted]	1	100	100	5422.66 →5423	18198.29 →18198

表－１０－１１　円筒型タンクの穴の補強評価結果

機器名称		管台口径	評価部位	Ar [mm^2]	A_0 [mm^2]
多核種処理水貯槽	2400m^{3}容量	100A	管台	911	3665
		200A	管台	1785	6864
		600A	管台	5423	18198

d-4. 強め材の取付け強さ（参考）

参考として，設計・建設規格に準拠し，強め材の取り付け強さについて評価を実施した。評価の結果，溶接部の強度が十分であることを確認した（表－１０－１２，１３）。

$$F_1 = \frac{\pi}{2} d_o L_1 S \eta_1$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} d t_n S_n \eta_3$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} d'_o t_s S \eta_2$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} d_o L_2 S \eta_1$$

$$F_5 = \frac{\pi}{2} W_o L_3 S \eta_1$$

$$F_6 = \frac{\pi}{2} d_o t_s S \eta_2$$

$$W = d'_o t_{sr} S - (t_s - F t_{sr})(X - d'_o) S$$

$$W_1 = F_1 + F_2$$

$$W_2 = F_1 + F_6 + F_4$$

$$W_3 = F_5 + F_2$$

$$W_4 = F_5 + F_3$$

$$W_5 = F_1 + F_3$$

$$W_6 = F_5 + F_6 + F_4$$

F_1 ： 断面（管台外側のすみ肉溶接部）におけるせん断強さ
F_2 ： 断面（管台内側の管台壁）におけるせん断強さ
F_3 ： 断面（突合せ溶接部）におけるせん断強さ
F_4 ： 断面（管台内側のすみ肉溶接部）におけるせん断強さ
F_5 ： 断面（強め材のすみ肉溶接部）におけるせん断強さ
F_6 ： 断面（突合せ溶接部）におけるせん断強さ
do ： 管台外径
d ： 管台内径
do’ ： 胴の穴の径
Wo ： 強め材の外径
S ： 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
S_n ： 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
L_1 ： すみ肉溶接部の脚長（管台取付部（胴より外側））
L_2 ： すみ肉溶接部の脚長（管台取付部（胴より内側））
L_3 ： 溶接部の脚長（強め材）
η_1 ： 強め材の取付け強さ（表 PVC-3169-1 の値）
η_2 ： 強め材の取付け強さ（表 PVC-3169-1 の値）
η_3 ： 強め材の取付け強さ（表 PVC-3169-1 の値）
W ： 溶接部の負うべき荷重
t_{sr} ： 継目のない胴の計算上必要な厚さ
(PVC-3122(1)において $\eta=1$ としたもの)
F ： 管台の取付角度より求まる係数
(図 PVC-3161.2-1 から求めた値)
X ： 補強に有効な範囲
W_1 ： 予想される破断箇所の強さ
W_2 ： 予想される破断箇所の強さ
W_3 ： 予想される破断箇所の強さ
W_4 ： 予想される破断箇所の強さ
W_5 ： 予想される破断箇所の強さ
W_6 ： 予想される破断箇所の強さ

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（１／７）

機器名称		管台口径	d o' [mm]	t_{sr} [mm]	S [MPa]	t_s [mm]	X [mm]	F	W [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	18.8	194.2	1	63457.2
		200A	[redacted]	[redacted]	100	18.8	381.8	1	76246.8
		600A	[redacted]	[redacted]	100	18.8	1171.2	1	62563.2

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（２／７）

機器名称		管台口径	d o [mm]	L_1 [mm]	S [MPa]	η_1	F_1 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	203179
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	528572

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（３／７）

機器名称		管台口径	d [mm]	t_n [mm]	S_n [MPa]	η_3	F_2 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	93	0.70	85393
		200A	[redacted]	[redacted]	93	0.70	247920
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	772681

※　：　PVC-3166 による。

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（４／７）

機器名称		管台口径	d o' [mm]	t_s [mm]	S [MPa]	η_2	F_3 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	273487
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	484338
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1297355

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（５／７）

機器名称		管台口径	d o [mm]	L_2 [mm]	S [MPa]	η_1	F_4 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	74331
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	140662
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	396429

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（６／７）

機器名称		管台口径	Wo [mm]	L_3 [mm]	S [MPa]	η_1	F_5 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	308536
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	485565
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.46	1385883

表－１０－１２　円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠（７／７）

機器名称		管台口径	do [mm]	t_s [mm]	S [MPa]	η_2	F_6 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	236278
		200A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	447129
		600A	[redacted]	[redacted]	100	0.70	1260146

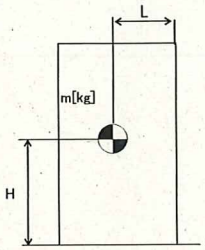
表－１０－１３　円筒型タンクの強め材の取付け強さ

機器名称		管台口径	溶接部の負うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
			W [N]	W_1 [N]	W_2 [N]	W_3 [N]	W_4 [N]	W_5 [N]	W_6 [N]
多核種処理水貯槽	2400m³容量	100A	63457.2	159724	384940	393929	582023	347818	619145
		200A	76246.8	451099	790970	733485	969903	687517	1073356
		600A	62563.2	1301253	2185147	2158564	2683238	1825927	3042458

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値根拠を表－１１－１，２に示す。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36)

各記号の下付文字は，下記を意味する。
（t ：タンク，w ：保有水，
b ：ベース）

地震による転倒モーメント：

$$M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$$
$$= g \times C_H \times (m_t \times H_t + m_w \times H_w + m_b \times H_b)$$

自重による安定モーメント：

$$M_2[N \cdot m] = m \times g \times L$$
$$= (m_t \times L_t + m_w \times L_w + m_b \times L_b) \times g$$

表－１１－１　タンク・槽類の転倒評価計算根拠（１／３）

機器名称		m_t[t]	m_w[t]	H_t[m]	H_w[m]	L_t[m]	L_w[m]	M_1[kN・m]	M_2[kN・m]
SPT 受入水タンク		[redacted]						574 → 5.8×10^2	2,927 → 2.9×10^3
廃液 RO 供給タンク	35m³ 容量							170.3 → 1.8×10^2	425 → 4.2×10^2
	40m³ 容量							223 → 2.3×10^2	544 → 5.4×10^2
	42m³ 容量							194 → 2.0×10^2	557 → 5.5×10^2
	110m³ 容量							574 → 5.8×10^2	2,927 → 2.9×10^3
RO 処理水受タンク								574 → 5.8×10^2	2,927 → 2.9×10^3
RO 濃縮水受タンク								574 → 5.8×10^2	2,927 → 2.9×10^3
RO 濃縮水貯槽	700m³ 容量							21,865 → 2.2×10^4	35,170 → 3.5×10^4
	1000m³ 容量（溶接）	[redacted]						23,292 → 2.4×10^4	74,620 → 7.4×10^4
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m³ 容量	[redacted]						31,880 → 3.2×10^4	63,323 → 6.3×10^4

※　：　満水時における据付面から重心までの距離。

表－１１－１　タンク・槽類の転倒評価計算根拠（２／３）

機器名称		m_t[t]	m_w[t]	H_t[m]	H_w[m]	L_t[m]	L_w[m]	M_1[kN・m]	M_2[kN・m]
多核種処理水貯槽	700m³容量	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	17,156 → 1.8×10^4	35,705 → 3.5×10^4
								19,371 → 2.0×10^4	34,774 → 3.4×10^4
								21,124 → 2.2×10^4	32,146 → 3.2×10^4
	1000m³容量（溶接-K4以外）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	23,292 → 2.4×10^4	74,620 → 7.4×10^4
	1000m³容量（溶接-K4）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	31,880 → 3.2×10^4	63,323 → 6.3×10^4
	1060m³容量	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	31,880 → 3.2×10^4	63,323 → 6.3×10^4
	1140m³容量	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	32,544 → 3.3×10^4	66,673 → 6.6×10^4
	1160m³容量	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	30,134 → 3.1×10^4	71,051 → 7.1×10^4
	1200m³容量							30,120 → 3.1×10^4	83,658 → 8.3×10^4
								24,395 → 2.4×10^4	75,433 → 7.5×10^4
	1220m³容量							26,602 → 2.7×10^4	78,767 → 7.8×10^4
	1235m³容量							30,134 → 3.1×10^4	71,051 → 7.1×10^4
	1330m³容量							39,939 → 4.0×10^4	81,883 → 8.1×10^4
								39,564 → 4.0×10^4	80,904 → 8.0×10^4
								38,331 → 3.9×10^4	80,030 → 8.0×10^4
	1356m³容量							33,632 → 3.4×10^4	96,418 → 9.6×10^4
	2400m³容量（J2, J3）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	67,704 → 6.8×10^4	232,326 → 23.2×10^4
	2400m³容量（H2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	68,589 → 6.9×10^4	233,908 → 23.3×10^4
	2900m³容量	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	70,891 → 7.1×10^4	257,154 → 2.5×10^5

※　：　満水時における据付面から重心までの距離。

表－１１－１　タンク・槽類の転倒評価計算根拠（３／３）

機器名称		m_t[t]	m_w[t]	H_t[m]	H_w[m]	L_t[m]	L_w[m]	M_1[kN・m]	M_2[kN・m]
Sr 処理水貯槽	1057m³容量	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	31,880 → 3.2×10^4	63,323 → 6.3×10^4
	1160m³容量							30,134 → 3.1×10^4	71,051 → 7.1×10^4
	1200m³容量							30,120 → 3.1×10^4	83,658 → 8.3×10^4
濃縮水タンク								205 → 2.1×10^2	544 → 5.4×10^2

表－１１－２　円筒横置きタンクの転倒評価計算根拠

機器名称	m[t]		H[m]		L[m]		M_1[kN・m]	M_2[kN・m]
濃縮廃液貯槽	m_t	[redacted]	H_t	[redacted]	L_t	[redacted]	1,023 → 1.1×10^3	2,330 → 2.3×10^3
	m_w		H_w		L_w			
	m_{b1}		H_{b1}		L_{b1}			
	m_{b2}		H_{b2}		L_{b2}			

b. 応力評価及び座屈評価

汚染水処理設備等を構成する機器のうち中低濃度タンク（円筒型）については，以下の通り貯留機能維持について評価する。

『JEAC4601-2008 原子力発電所耐震設計技術規程』に基づく，タンク胴板の応力評価及び座屈評価の数値根拠を示す。（表－１１－３，４）

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（１／７）

機器名称		ρ' [kg/mm^3]	H [mm]	D_i [mm]	t [mm]	$\sigma_{\phi 1}$ [MPa]
多核種処理水貯槽	700m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	44.2
		0.000001	[redacted]	[redacted]	16	34.1
		0.000001	[redacted]	[redacted]	12	48.8
	1000m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	15	47.6
	1060m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	15	47.6
	1140m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	15	48.3
	1200m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	52.5
	1160m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	58.4
	1220m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	54.2
	1330m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	66.9
		0.000001	[redacted]	[redacted]	15	53.6
		0.000001	[redacted]	[redacted]	12	66.2
	1356m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	61.9
	2400m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	18.8	55.8

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（２／７）

機器名称		ρ' [kg/mm^3]	H [mm]	D_i [mm]	t [mm]	C_V	$\sigma_{\Phi 2}$ [MPa]
多核種処理水貯槽	700m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
		0.000001	[redacted]	[redacted]	16	0	0
		0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1000m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	15	0	0
	1060m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	15	0	0
	1140m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	15	0	0
	1200m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1160m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1220m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1330m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
		0.000001	[redacted]	[redacted]	15	0	0
		0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1356m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	2400m^{3}容量	0.000001	[redacted]	[redacted]	18.8	0	0

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（３／７）

機器名称		m_e [kg]	D_i [mm]	t [mm]	σ_{x2} [MPa]
多核種処理水貯槽	700m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	12	1.4
		[redacted]	[redacted]	16	1.8
		[redacted]	[redacted]	12	1.7
	1000m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	15	1.8
	1060m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	15	1.8
	1140m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	15	1.8
	1160m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	12	1.4
	1200m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	12	1.6
	1220m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	12	1.9
	1330m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	12	2.3
		[redacted]	[redacted]	15	1.6
		[redacted]	[redacted]	12	1.5
	1356m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	12	1.8
	2400m^{3}容量	[redacted]	[redacted]	18.8	1.9

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（４／７）

機器名称		m_e [kg]	D_i [mm]	t [mm]	C_V	σ_{X3} [MPa]
多核種処理水貯槽	700m³容量	[redacted]	[redacted]	12	0	0
		[redacted]	[redacted]	16	0	0
		[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1000m³容量	[redacted]	[redacted]	15	0	0
	1060m³容量	[redacted]	[redacted]	15	0	0
	1140m³容量	[redacted]	[redacted]	15	0	0
	1160m³容量	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1200m³容量	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1220m³容量	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1330m³容量	[redacted]	[redacted]	12	0	0
		[redacted]	[redacted]	15	0	0
		[redacted]	[redacted]	12	0	0
	1356m³容量	[redacted]	[redacted]	12	0	0
	2400m³容量	[redacted]	[redacted]	18.8	0	0

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（５／７）

機器名称		C_H	m_0 [kg]	l_g [mm]	D_i [mm]	t [mm]	σ_{X4} [MPa]
多核種処理水貯槽	700m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	9,000	12	22.8
		0.36	[redacted]	[redacted]	8,100	16	21.1
		0.36	[redacted]	[redacted]	8,100	12	34.1
	1000m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	10,000	15	23.6
	1060m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	10,000	15	23.6
	1140m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	10,440	15	20.1
	1160m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	11,000	12	26.3
	1200m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12,000	12	18.0
	1220m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12,000	12	19.6
	1330m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	11,000	12	35.3
		0.36	[redacted]	[redacted]	11,000	15	27.7
		0.36	[redacted]	[redacted]	11,000	12	31.8
	1356m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12,500	12	22.8
	2400m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	16,200	18.8	17.4

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（６／７）

機器名称		C_H	m_0 [kg]	D_i [mm]	t [mm]	τ [MPa]
多核種処理水貯槽	700m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12	17.0
		0.36	[redacted]	[redacted]	16	13.6
		0.36	[redacted]	[redacted]	12	18.7
	1000m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	15	18.4
	1060m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	15	18.4
	1140m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	15	17.9
	1160m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12	22.0
	1200m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12	20.0
	1220m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12	20.8
	1330m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12	24.4
		0.36	[redacted]	[redacted]	15	20.5
		0.36	[redacted]	[redacted]	12	24.9
	1356m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	12	23.6
	2400m³容量	0.36	[redacted]	[redacted]	18.8	21.4

表－１１－３　円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（７／７）

機器名称		$\sigma_{\Phi 1}$ [MPa]	σ_{X2} [MPa]	σ_{X4} [MPa]	τ [MPa]	σ_{0t} [MPa]	σ_{0C} [MPa]	S_y [MPa]	S_u [MPa]
多核種処理水貯槽	700m³容量	44.2	1.4	22.8	17.0	53.2	28.2	241	395
		34.1	1.8	21.1	13.6	42.1	26.0	241	394
		48.8	1.7	34.1	18.7	61.0	39.7	235	400
	1000m³容量	47.6	1.8	23.6	18.4	57.2	29.8	241	394
	1060m³容量	47.6	1.8	23.6	18.4	57.2	29.8	241	394
	1140m³容量	48.3	1.8	20.1	17.9	56.6	26.1	241	394
	1160m³容量	58.4	1.4	26.3	22.0	69.3	33.0	235	386
	1200m³容量	52.5	1.6	18.0	20.0	61.4	24.7	245	400
	1220m³容量	54.2	1.9	19.6	20.8	63.6	26.8	245	400
	1330m³容量	66.9	2.3	35.3	24.4	79.6	43.0	241	394
		53.6	1.6	27.7	20.5	64.5	34.1	235	400
		66.2	1.5	31.8	24.9	78.9	39.1	310	465
	1356m³容量	61.9	1.8	22.8	23.6	72.6	30.5	241	394
	2400m³容量	55.8	1.9	17.4	21.4	65.0	25.0	235	400

表－１１－４　円筒型タンクの座屈評価の数値根拠

機器名称		η	E [MPa]	σ_{X2} [MPa]	σ_{X4} [MPa]	f_c [MPa]	f_b [MPa]	算出値※
多核種処理水貯槽	700m³容量	1.5	201,000	1.4	22.8	118	153	0.24
		1.37	201,000	1.8	21.1	170	185	0.17
		1.5	201,666	1.7	34.1	138	189	0.29
	1000m³容量	1.5	201,000	1.8	23.6	139	164	0.24
	1060m³容量	1.5	201,000	1.8	23.6	139	164	0.24
	1140m³容量	1.5	201,000	1.8	20.1	132	172	0.20
	1160m³容量	1.5	200,360	1.4	26.3	88	121	0.36
	1200m³容量	1.5	201,000	1.6	18.0	78	109	0.29
	1220m³容量	1.5	202,000	1.9	19.6	78	109	0.31
	1330m³容量	1.5	201,000	2.3	35.3	88	121	0.48
		1.5	201,666	1.6	27.7	122	168	0.27
		1.5	200,360	1.5	31.8	87	120	0.43
	1356m³容量	1.5	201,000	1.8	22.8	73	103	0.37
	2400m³容量	1.5	201,666	1.9	17.4	97	131	0.23

※評価式「$\eta \cdot (\sigma_{X2}+\sigma_{X3}) / f_c + \eta \cdot \sigma_{X4} / f_b$」の算出値

地下貯水槽

(1)構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，社団法人雨水貯留浸透技術協会「プラスチック製地下貯留浸透施設技術指針」に準じたプラスチック製枠材及び日本遮水工協会により製品認定を受けている遮水シートを使用することで，高い信頼性を確保する。

(2)耐震性評価

(2)-1.1. 評価の項目・目的

地下貯水槽の耐震性評価は次の 2 項目について実施する。

① 地下貯水槽の地震発生時の止水シートの強度（止水性）の確認

② 地下貯水槽に地震が作用した場合の貯水槽内部の貯水枠材の強度の確認

a) 地表面載荷荷重として 10kN/m² を考慮した場合

b) 地下貯水槽の上盤に車両が載った場合

表－１２に，それぞれの評価項目の目的及び内容についてまとめたものを示す。このうち，最も重要なのは①にあげた地震発生時の止水性の確認であり，貯水枠材の強度に関しては，仮に貯水枠材が破壊に至っても不具合事象としては上盤の陥没等が発生する程度と想定され，最も重要な貯水槽の性能である止水性に悪影響はないと考えられる。

表－１２　評価項目毎の目的・内容

評価項目	目的・内容	想定不具合事象
①止水シート強度	○ 地震力が作用した場合の止水シートの発生ひずみ量を解析し，シートが破断しないか，即ち漏えい事象が発生しないかを確認する。	○ 止水シートが破断すると，地中に貯水が漏えい拡散するリスクが生じる。
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m²	○ 貯水枠材に地震力が作用した場合の貯水枠材応力度を検討して枠材の強度を確認する。	○ 貯水枠材が破壊すると，枠材が崩れて貯水槽の上盤が陥没する。それにより，上盤に敷設しているPEシートが破断する可能性があるが，このシートは雨水混入防止用のものであり，漏えいには直接関係ない。
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	○ 貯水槽の上盤に車両が載った場合(自動車荷重を考慮した場合)の貯水枠材の強度を確認する。	

(2)-1.2. 計算条件

各評価項目の作用荷重等の与条件の概要を表－１３に示す。

表－１３　評価項目毎の与条件

評価項目	作用震度	作用荷重
①止水シート強度	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6	各自重
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m²	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6 鉛直震度 0.3	地表載荷荷重 覆土荷重 貯水枠材荷重 地震時水平土圧
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	鉛直震度 0.3	自動車荷重（T-25） 覆土荷重

(2)-1.3. 照査結果

照査結果を表－１４に示す。また各項目の検討の詳細は表－１４に示す別添資料に示す。

表－１４　評価項目毎の照査結果

評価項目	照査対象	作用震度	計算結果	許容値	詳細
①止水シート強度	止水シートのひずみ量	Bクラス	0.148%	560%	別添－２
		Sクラス	0.206%	560%	
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m²	貯水枠材の水平・鉛直強度	Bクラス	水平：23.0kN/m²	30.0kN/m²	別添－３
		Sクラス	水平：46.8kN/m² 垂直：33.7kN/m²	52.5kN/m² 102.1kN/m²	
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	貯水枠材の鉛直強度	－	77.3kN/m²	102.1kN/m²	別添－４

(3)スロッシングに対する評価

地下貯水槽の場合，プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 25cm 以下と小規模であり，スロッシングのような長周期問題は顕在化しないと考えられる。なお，検討の詳細については別添－５に示す。

(4)地下貯水槽を設置する地盤の評価

地下貯水槽は地盤を掘削して設置するため，掘削完了時の地盤は加圧密状態となっている。また設置するプラスチック製枠材と貯留する水の重量は，掘削した土砂（地盤）よりも小さいことから，地下貯水槽が掘削完了後の地盤上に設置されても，地盤が強度破壊等の不具合を発生することはないと考えられる。しかしながら，念のため，表層 0.5m の部分にはセメント系改良材による地盤改良を施し，地盤を補強する。

1.2.9. ポンプ

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，ポンプは必要な構造強度を有すると評価した。

なお，海外製の一部ポンプを除き，JIS 規格に準用したポンプを使用している。

1.2.10. 配管等

(1)構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－１５－１に示す。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－１５－２）。

$$t = \frac{PDo}{2S\eta + 0.8P}$$

t ： 管の計算上必要な厚さ
D_0 ： 管の外径
P ： 最高使用圧力[MPa]
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力[MPa]
η ： 長手継手の効率

表－１５－１　配管構造強度評価の計算根拠

評価機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [℃]	Do [mm]	S [MPa]	η	t [mm]
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	114.3	93	1.00	0.837 → 0.84
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	216.3	93	1.00	1.584 → 1.6
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	1.00	0.382 → 0.39
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	1.00	0.562 → 0.57
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	60.5	110	0.60	0.137 → 0.14
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	89.1	110	0.60	0.202 → 0.21
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	114.3	110	0.60	0.259 → 0.26
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	165.2	110	0.60	0.375 → 0.38
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	216.3	110	0.60	0.491 → 0.50
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	60.5	93	1.00	0.443 → 0.45
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	89.1	93	1.00	0.652 → 0.66
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	165.2	93	1.00	1.210 → 1.3
配管⑬	25A	80	STPG370	0.5	66	34.0	93	1.00	0.091 → 0.10
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	60.5	93	1.00	0.162 → 0.17
配管⑮	80A	80	STPG370	0.5	66	89.1	93	1.00	0.239 → 0.24
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	114.3	93	1.00	0.307 → 0.31
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	60.5	108	1.00	0.271 → 0.28
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	89.1	108	1.00	0.399 → 0.40
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	0.60	0.634 → 0.64
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	0.60	0.934 → 0.94

表－１５－２　配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	必要肉厚（mm）	肉厚（mm）
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.84	8.6
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.6	12.7
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.14	3.5
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.21	4.0
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	0.26	4.0
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	0.38	5.0
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	0.50	6.5
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.45	5.5
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.66	7.6
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.3	11.0
配管⑬	25A	80	STPG370	0.5	66	0.10	4.5
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	0.17	5.5
配管⑮	80A	80	STPG370	0.5	66	0.24	7.6
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	0.31	8.6
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	0.28	3.9
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	0.40	5.5
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.64	3.9
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.94	5.5

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定した上で，漏えい試験等を行い，漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。従って，耐圧ホースは，必要な構造強度を有していると評価した。

c. ポリエチレン管

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定している。また，ポリエチレン管は，一般に耐食性，電気特性（耐電気腐食），耐薬品性を有しており，鋼管と同等の信頼性を有している。また，以下により高い信頼性を確保している。

- 日本水道協会規格に適合したポリエチレン管を採用。
- 継手は可能な限り融着構造とする。
- 敷設時に漏えい試験等を行い，運転状態に異常がないことを確認している。

以上のことから，ポリエチレン管は，必要な構造強度を有するものと評価した。

1.2.11. ろ過水タンク

(1) 構造強度評価

ろ過水タンクは，本来ろ過水を貯留するため，設計・建設規格に準拠して設計されていない。

今回，逆浸透膜装置の廃水を貯留することから，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－１６－１に示す。評価の結果，水頭圧に耐えられることを確認した（表－１６－２）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
H ： 水頭
ρ ： 液体の比重
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[㎜]以上，その他の金属の場合は t=1.5[㎜]以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－１６－１　No.１ろ過水タンク板厚評価の数値根拠

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
No.１ろ過水タンク	最下段	24.8	9.6	1	SM400C	常温	100	0.70	16.7 → 17
	下から４段目	24.8	0.6	1	SS400	常温	100	0.70	1.04 → 6※1

※1　：　内径16[m]以上のため、内径区分により6[mm]となる。

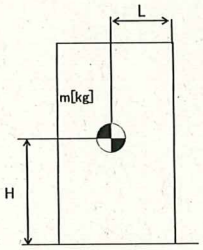
表－１６－２　No.１ろ過水タンク　板厚評価結果

評価部位	必要肉厚［mm］	実厚［mm］
板厚（最下段）	17	18
板厚（下から４段目）	6	8

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表－１７－１に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－１７－２）。



m　：　機器質量

g　：　重力加速度　(9.80665 m/s^2)

w　：　機器重量　　(m×g)

H　：　据付面からの重心までの距離

L　：　転倒支点から機器重心までの距離

C_H　：　水平方向設計震度　　(0.36)

各記号の下付文字は，下記を意味する。

（t：タンク，r：屋根，w：保有水）

地震による転倒モーメント：

$M_1[N\cdot m] = m\times g\times C_H\times H = g\times C_H\times(m_t\times H_t+m_r\times H_r+m_w\times H_w)$

自重による安定モーメント：

$M_2[N\cdot m] = m\times g\times L = (m_t\times L_t+m_r\times L_r+m_w\times L_w)\times g$

表－１７－１　No.１ろ過水タンクの転倒評価計算根拠

機器名称	W[kN]		H[m]		L[m]		M_1[kN･m]	M_2[kN･m]
No.１ ろ過水タンク	m_t	[redacted]	H_t	[redacted]	L_t	[redacted]	93,324 → 9.4×10^4	613,165 → 6.1×10^5
	m_r	[redacted]	H_r	[redacted]	L_r	[redacted]		
	m_w	[redacted]	H_w	[redacted]	L_w	[redacted]		

表－１７－２　No.１ろ過水タンク　転倒評価結果

水平震度	転倒モーメント　M_1［kN･m］	安定モーメント　M_2［kN･m］
0.36	9.4×10^4	6.1×10^5

b．スロッシング評価

容器構造設計指針（日本建築学会）を参考にスロッシング波高の評価を行った結果，スロッシング時のタンク内の液位はろ過水タンク高さ以下であることを確認した（表－１８）。

$$\eta_s = 0.802 \cdot Z_s \cdot I \cdot S_{v1} \sqrt{(D/g)\tanh(3.682 \cdot H_l / D)}$$

η_s　：　スロッシング波高
Z_s　：　地域係数　(1)
I　：　用途係数　(1.2)
S_{v1}　：　設計応答スペクトル値　(2.11 m/s)
D　：　貯槽内径　(24.8 m)
g　：　重力加速度　(9.80665 m/s²)
H_l　：　液高さ　(9.6 m)

η_s = 3.05
→　3.1 m

表－１８　No.１ろ過水タンク　スロッシング評価

スロッシング波高［m］	スロッシング時液位［m］	タンク高さ［m］
3.1	12.7※１	18.1

※１　4600m³貯留時の液位 9.6m にスロッシング波高を加えたもの

寸法許容範囲

1.2.12. モバイル式処理装置(使用済燃料プール設備（実施計画Ⅱ　2.3）および放水路浄化設備（実施計画Ⅱ　2.40））

(1) 構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。

また，吸着塔の円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した。評価の結果，内圧に耐えられることを確認した（表－１９）。

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径 （[redacted] mm）
P ： 最高使用圧力 （0.98 MPa）
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力 （111 MPa）
η ： 長手継手の効率 （0.70）

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はｔ=1.5[mm]以上とする。

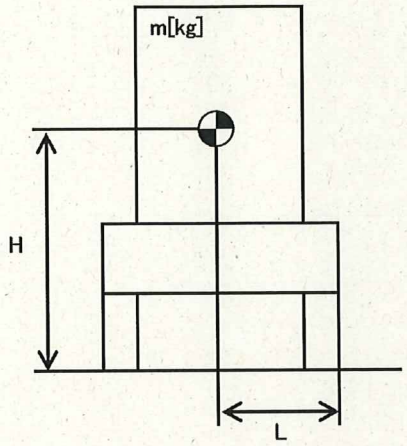
表－１９　モバイル式処理装置構造強度結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
モバイル式処理装置 吸着塔	板厚	6.35→6.4	10.0
		6.67→6.7	10.0

(2)耐震性評価

a. モバイル式処理装置（吸着塔，トレーラー）の転倒評価

モバイル式処理装置，及びそれを搭載しているトレーラーについて，地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することで転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－２０）。



m ： 機器質量（[redacted] kg）

g ： 重力加速度（9.80665 m/s^2）

H ： 据付面からの重心までの距離
（[redacted] m）

L ： 転倒支点から機器重心までの距離
（[redacted] m）

C_H ： 水平方向設計震度（0.36）

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H=250,323 N・m → 251 kN・m

自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L=624,953 N・m → 624 kN・m

表－２０　モバイル処理装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
モバイル式処理装置（吸着塔，トレーラー）	本体	転倒	0.36	251	624	kN・m

1.2.13. モバイル式処理装置（配管等）（使用済燃料プール設備（実施計画Ⅱ　2.3）および放水路浄化設備（実施計画Ⅱ　2.40））

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことにより，必要な構造強度を有していることを確認する。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－２１－１に示す。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－２１－２）。

$$t = \frac{PDo}{2S\eta + 0.8P}$$

t　：　管の計算上必要な厚さ
D_0　：　管の外径
P　：　最高使用圧力[MPa]
S　：　最高使用温度における材料の許容引張応力[MPa]
η　：　長手継手の効率

表－２１－１　モバイル式処理装置の配管構造強度評価の計算根拠

評価機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [℃]	Do [mm]	S [MPa]	η	t [mm]
配管①	50A	40	STPG370	0.98	40	60.5	93	1.00	0.317 → 0.32
配管②	50A	80	STPG370	0.98	40	60.5	93	1.00	0.317 → 0.32
配管③	80A	80	STPG370	0.98	40	89.1	93	1.00	0.468 → 0.47
配管④	50A	40	SUS316L	0.98	40	60.5	111	1.00	0.266 → 0.27

表－２１－２　配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	必要肉厚（mm）	肉厚（mm）
配管①	50A	40	STPG370	0.98	40	0.32	3.9
配管②	50A	80	STPG370	0.98	40	0.32	5.5
配管③	80A	80	STPG370	0.98	40	0.47	7.6
配管④	50A	40	SUS316L	0.98	40	0.27	3.9

b. 配管（ポリエチレン管）

設計・建設規格上のクラス３機器に関する規格にはない材料であるが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定している。また，ポリエチレン管は，一般に耐食性，電気特性（耐電気腐食），耐薬品性を有しているとともに以下により信頼性を確保している。

- 日本水道協会規格等に適合したポリエチレン管を採用する。
- 継手は可能な限り融着構造とする。
- 敷設時に漏えい試験等を行い，運転状態に異常がないことを確認する。

以上のことから，ポリエチレン管は，必要な構造強度を有するものと評価した。

c. 配管（耐圧ホース）

設計・建設規格上のクラス３機器に関する規格にはない材料であるが，系統の温度・圧力を考慮して仕様を選定すると共に，以下により信頼性を確保する。

- チガヤによる耐圧ホースの貫通を防止するため，チガヤが生息する箇所においては鉄板敷き等の対策を施す。
- 通水等による漏えい確認を行う。

1.2.14. 第二セシウム吸着装置　同時吸着塔

(1) 構造強度評価

同時吸着塔の円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した（表－２２－１，表－２２－２）。評価の結果，内圧または外圧に耐えられることを確認した（表－２２－３）。

＜内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合＞

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表－２２－１　同時吸着塔　構造強度評価数値根拠（その１）

機器名称		Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
同時吸着塔	TYPE-A	[redacted]	1.37	SUS316L	66	108	0.60	9.53 → 9.6
	TYPE-B1・B2	[redacted]	1.37	ASME SA240 TYPE316L	66	115	0.70	8.08 → 8.1
	TYPE-B3 (S32205)	[redacted]	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	0.70	4.95 → 5.0
	TYPE-B3 (S32750)	[redacted]	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	0.70	4.08 → 4.1

＜外面に圧力を受ける円筒形の胴の場合＞

$$t = \frac{3PD_o}{4B}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Do ： 胴の外径
P ： 最高使用圧力
B ： 設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図１から図 20 までにより求めた値

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はｔ=1.5[mm]以上とする。

表－２２－２　同時吸着塔　構造強度評価数値根拠（その２）

機器名称		D_0 [mm]	P [MPa]	材料	温度 [℃]	B	t [mm]
同時吸着塔	TYPE-B1・B2	[redacted]	1.37	ASME SA312 TYPE316L	66	50.4	7.25 → 7.3
	TYPE-B3 (S32205)	[redacted]	1.37	ASME SA790 S32205	66	51.07	7.16 → 7.2
	TYPE-B3 (S32750)	[redacted]	1.37	ASME SA790 S32750	66	51.07	7.16 → 7.2

表－２２－３　同時吸着塔　構造強度評価結果

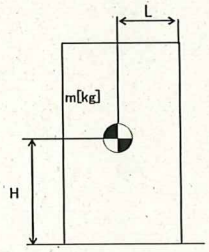
機器名称	TYPE	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
同時吸着塔	TYPE-A	板厚	9.6	12
	TYPE-B1・B2	板厚（外筒胴）	8.1	12.7
		板厚（内筒胴）	7.3	12.7
	TYPE-B3 (S32205)	板厚（外筒胴）	5	12.7
		板厚（内筒胴）	7.2	12.7
	TYPE-B3 (S32750)	板厚（外筒胴）	4.1	12.7
		板厚（内筒胴）	7.2	12.7

(2)耐震性評価

同時吸着塔（第二セシウム吸着装置）の耐震性評価は，機器質量及び据付面からの重心までの距離が大きいTYPE-Bにより評価する。

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表－２３－１に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－２３－３）。



m　：　機器質量
g　：　重力加速度　(9.80665 m/s^2)
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　転倒支点から機器重心までの距離
C_H　：　水平方向設計震度

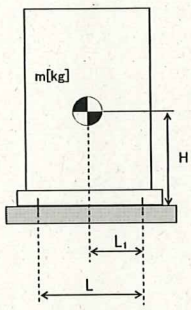
地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H
自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

表－２３－１　同時吸着塔　転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	C_H	M_1 [N・m]	M_2 [N・m]
同時吸着塔	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	169,035 → 170 kN・m	195,223 → 195 kN・m
				0.41	192,512 → 193 kN・m	

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－２３－２に示す。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－２３－３）。



m　：　機器質量
g　：　重力加速度　(9.80665 m/s²)
H　：　据付面からの重心までの距離
L　：　基礎ボルト間の水平方向距離
L_1　：　重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f：　引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n　：　基礎ボルトの本数
A_b　：　基礎ボルトの軸断面積
C_H　：　水平方向設計震度
C_V　：　鉛直方向設計震度　(0)

基礎ボルトに作用する引張力：

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \dfrac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \dfrac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

また，許容応力は，以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$

基礎ボルトの許容引張応力　：$f_{ts} = \min\left(1.4 f_{to} - 1.6\tau_b , f_{to}\right)$

ここで，Fは設計・建設規格　付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SS400 の設計温度 50℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

F = min (Sy, 0.7Su)

・Sy：表 8 より　40℃：235 MPa，75℃：222 MPa

Sy = 222 + (235 - 222) × (75-50)/(75-40) = 231 MPa

・Su：表 9 より　40℃：400 MPa，75℃：381 MPa

Su = 381 + (400 - 381) × (75-50)/(75-40) = 394 MPa

従って，F = min (Sy, 0.7Su) = min (231, 0.7×394) = 231 MPa

基礎ボルトの許容引張応力（C_H=0.55）は以下の通りとなる。

f_{to} = F/2×1.5 = 173 MPa

f_{ts} = min(1.4×173−1.6×62, 173)= min(143, 173)= 143 MPa

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 133 \text{ MPa}$$

表－２３－２　同時吸着塔　基礎ボルト強度評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	A_b [mm²]	C_H	F_b [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
同時吸着塔	[redacted]							0.36	-14,411	<0	40.4 →41
								0.55	52,465	55.7 →56	61.8 →62

表－２３－３　同時吸着塔　耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
同時吸着塔	本体	転倒	0.36	170	195	kN・m
			0.41	193		
	基礎ボルト	せん断	0.36	41	133	MPa
			0.55	62		
		引張	0.36	<0	—	MPa
			0.55	56	143	

1.2.15. 第二セシウム吸着装置　同時吸着塔（配管（鋼製））

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－２４－１に示す。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－２４－２）。

$$t = \frac{PDo}{2S\eta + 0.8P}$$

t ： 管の計算上必要な厚さ
D_0 ： 管の外径
P ： 最高使用圧力[MPa]
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力[MPa]
η ： 長手継手の効率

表－２４－１　同時吸着塔　配管構造強度評価計算根拠

評価機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [℃]	Do [mm]	S [MPa]	η	t [mm]
配管①	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	1.00	0.382 → 0.39
配管②	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	1.00	0.562 → 0.57
配管③	50A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	60.33	187	1.00	0.220 → 0.22
配管④	80A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	88.90	187	1.00	0.325 → 0.33
配管⑤	50A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	60.33	227	1.00	0.182 → 0.19
配管⑥	80A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	88.90	227	1.00	0.268 → 0.27
配管⑦	50A	40	ASME SA312 S31603	1.37	66	60.33	105	1.00	0.392 → 0.40

表－２４－２　同時吸着塔　配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	必要肉厚（mm）	肉厚（mm）
配管①	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管②	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管③	50A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	0.22	3.91
配管④	80A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	0.33	5.49
配管⑤	50A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	0.19	3.91
配管⑥	80A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	0.27	5.49
配管⑦	50A	40	ASME SA312 S31603	1.37	66	0.40	3.91

1.2.16. 第三セシウム吸着装置　ろ過フィルタ

(1)構造強度評価

ろ過フィルタの円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した（表－２５－１および表－２５－２）。評価の結果，内圧または外圧に耐えられることを確認した（表－２５－３）。

＜内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合＞

$$t_2 = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表－２５－１　ろ過フィルタ　構造強度評価数値根拠（その１）

Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t2 [mm]
[redacted]	1.37	SUS316L	66	108	0.60	9.54

＜鏡板の計算上必要な厚さ＞

$$t=\frac{P\cdot R\cdot W}{2S\cdot\eta-0.2P}$$

t：鏡板の計算上必要な厚さ（mm）
P：最高使用圧力（MPa）
R：鏡板の中央部における内面の半径（mm）
W：さら形鏡板の形状による係数（-）
S：許容引張応力（MPa）
r：さら形鏡板のすみの丸みの内半径（mm）
η：継手効率（-）

ここで，Wは次の計算式により計算した値とする。

$$W=\frac{1}{4}\left(3+\sqrt{\frac{R}{r}}\right)$$

表－２５－２　ろ過フィルタ　構造強度評価数値根拠（その２）

R [mm]	r [mm]	W	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t2 [mm]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	1.37	SUS316L	66	108	1.00	8.68

表－２５－３　ろ過フィルタ　構造強度評価結果

機器名称	評価項目	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第三セシウム吸着装置 ろ過フィルタ	胴板の厚さ	9.54	12.00
	上部鏡板の厚さ	8.68	14.00
	下部鏡板の厚さ	8.68	14.00

(2)耐震性評価

a. 胴板の強度評価

評価に用いた数値を表－２６－１に示す。胴板の強度評価の結果，胴板に生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した（表－２６－４，表－２６－５）。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

σ_{0t} ： 一次一般膜応力（引張側）
σ_{0c} ： 一次一般膜応力（圧縮側）
σ_ϕ ： 胴の周方向応力の和
σ_{xt} ： 胴の軸方向応力の和（引張側）
σ_{xc} ： 胴の軸方向応力の和（圧縮側）
τ ： 地震により胴に生じるせん断応力

表－２６－１　ろ過フィルタ　胴板強度評価数値根拠

σ_ϕ [MPa]	σ_{xt} [MPa]	σ_{xc} [MPa]	τ [MPa]
52	29	-24	1
52	31	-22	2

また，許容応力は，以下の式で設定した。

胴板一次一般膜応力の許容応力　：　σ=Max (Min (Sy, 0.6Su) , 1.2S)

ここで，σは日本機械学会　設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part5 表 5，表 8 及び表 9 より，設計温度 66℃における S，Sy 値及び Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

Sy：表 8 より　40℃：175 MPa，75℃：154 MPa
　Sy = 175 - (175 - 154) / (75-40) × (66-40) = 159 MPa
Su：表 9 より　40℃：480 MPa，75℃：452 MPa
　Su = 480 - (480 - 452) / (75-40) × (66-40) = 459 MPa
S ：表 5 より　40℃：111 MPa，75℃：108 MPa
　Su = 111 - (111 - 108) / (75-40) × (66-40) = 108 MPa

従って，σ = Max (Min (Sy, 0.6Su), 1.2S)
　= Max (Min (159, 275), 130) = 159 MPa

一次応力（膜＋曲げ）の許容応力：　σ = Max (Sy, 1.2S)
　= Max (159, 130) = 159 MPa

b. スカートの強度評価

評価に用いた数値を表－２６－２に示す。スカートの強度評価の結果，スカートに生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した（表－２６－４，表－２６－５）。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^{\,2}}$$

σ_{s1}：スカートの運転時質量による軸方向応力
σ_{s2}：スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
σ_{s3}：スカートの鉛直方向地震による軸方向応力
τ_s：地震によるスカートに生じるせん断応力

表－２６－２　ろ過フィルタ　スカート強度評価数値根拠

σ_{s1} [MPa]	σ_{s2} [MPa]	σ_{s3} [MPa]	τ_s [MPa]
0.91	2.45	－	0.57
0.91	5.44	－	1.46

また，許容応力は，以下の式で設定した。

スカート組合せ応力の許容応力　：　$\sigma = F$

ここで，Fは設計・建設規格　付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SUS304 の使用温度 50℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値および室温（40℃）における Sy 値を用い，下記式にて設定した。

F = Min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))

・Sy：表 8 より　40℃：205 MPa，75℃：183 MPa

Sy = 205 - (205 - 183) × (50-40)/(75-40) = 199 MPa

・Su：表 9 より　40℃：520 MPa，75℃：466 MPa

Su = 520 - (520 - 466) × (50-40)/(75-40) = 505 MPa

従って，F = min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)) = min (268, 353, 205) = 205 MPa

スカートの許容引張応力は以下の通りとなる。

f_t = F/1.5×1.5 = 205 MPa

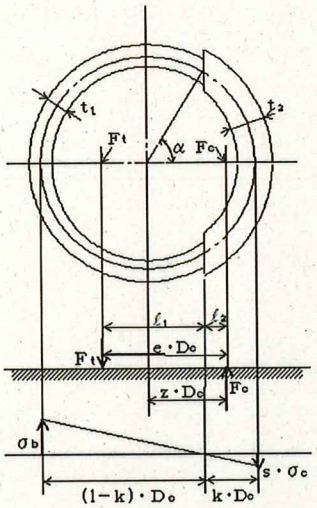
また，座屈評価を下記の式により行い，スカートに座屈が発生しないことを確認した（表－２６－４，表－２６－５）。

$$\frac{\eta \times \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \times \sigma_{s2}}{f_b} \leqq 1$$

σ_{s1}：スカートの運転時質量による軸方向応力
σ_{s2}：スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
f_c：軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
f_b：曲げモーメントに対する許容座屈応力
η　：座屈応力に対する安全率

c. 取付ボルトの強度評価

評価に用いた数値を表－２６－３に示す。評価の結果，取付ボルトの強度が確保されることを確認した（表－２６－４，表－２６－５）。



取付部の荷重説明図

m_0 ： 機器質量
g ： 重力加速度　(9.80665 m/s^2)
l ： 胴のスカート接合点から重心までの距離
ls： スカートの長さ
n ： 取付ボルトの本数
A_b ： 取付ボルトの軸断面積
z ： 取付ボルト計算における係数
e ： 取付ボルト計算における係数
Ct ： 取付ボルト計算における係数
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度

取付ボルトに作用する引張力：

$$F_t = \frac{1}{e \times Dc}\left(m_0 \times g \times C_H \times (ls + l) - m_0 \times g \times (1 - C_V) \times z \times Dc\right)$$

取付ボルトの引張応力：$\sigma_b = \dfrac{2 \times \pi \times F_t}{n \times A_b \times Ct}$

取付ボルトのせん断応力：$\tau_b = \dfrac{m_0 \times g \times C_H}{n \times A_b}$

また，許容応力は，以下の式で設定した。

取付ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$

取付ボルトの許容引張応力　：$f_{ts} = \min\left(1.4 f_{to} - 1.6\tau_b \, , f_{to}\right)$

ここで，F は設計・建設規格　付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SUS316L の設計温度 50℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値および室温（40℃）における Sy 値を用い，下記式にて設定した。

F = min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))

・Sy：表８より　40℃：175 MPa, 75℃：154 MPa

Sy = 175 - (175 - 154) × (50-40)/(75-40) = 169 MPa

・Su：表９より　40℃：480 MPa, 75℃：452 MPa

Su = 480 - (480 - 452) × (50-40)/(75-40) = 472 MPa

従って, F = min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)) = min (228, 330, 175) = 175 MPa

取付ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

f_{to} = F/2×1.5 = 131 MPa

f_{ts} = min(1.4×131−1.6×4, 131)= min(177, 131)= 131 MPa

取付ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 101 \text{ MPa}$$

表－２６－３　ろ過フィルタ　取付ボルト強度評価数値根拠

m [kg]	l [mm]	ls [mm]	n [本]	A_b [mm²]	z	e	C_t	C_H	F_t [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
[redacted]								0.36	7148	7	5
								0.80	39574	35	11

表－２６－４　ろ過フィルタ　耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.36	一次一般膜	σ_0= 52	S_a= 159
			膜＋曲げ	σ_0= 52	S_a= 159
スカート	SUS304	0.36	組合せ	σ_S= 4	F_t= 205
			圧縮と曲げの組合せ	($\eta \cdot \sigma_{S1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{S2}/f_b$) ≦1	
			(座屈の評価)	0.02	
取付ボルト	SUS316L	0.36	引張	σ_b= 7	F_{ts}= 131
			せん断	τ_b= 5	F_{sb}= 101

表－２６－５　ろ過フィルタ　耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.80	一次一般膜	σ_0= 52	S_a= 159
			膜＋曲げ	σ_0= 52	S_a= 159
スカート	SUS304	0.80	組合せ	σ_S= 7	F_t= 205
			圧縮と曲げの組合せ	$(\eta \cdot \sigma_{S1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{S2}/f_b) \leqq 1$	
			（座屈の評価）	0.04	
取付ボルト	SUS316L	0.80	引張	σ_b= 35	F_{ts}= 131
			せん断	τ_b= 11	F_{sb}= 101

1.2.17. 第三セシウム吸着装置　吸着塔（A型）

(1) 構造強度評価

吸着塔の円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した（表－２７－１および表－２７－２）。評価の結果，内圧または外圧に耐えられることを確認した（表－２７－３）。

＜内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合＞

$$t_2 = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，ｔの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はｔ=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表－２７－１　吸着塔　構造強度評価数値根拠（その１）

Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t2 [mm]
[redacted]	1.37	SUS316L	66	108	0.60	9.54

＜鏡板の計算上必要な厚さ＞

$$t=\frac{P\cdot R\cdot W}{2S\cdot\eta-0.2P}$$

t ：鏡板の計算上必要な厚さ（mm）
P ：最高使用圧力（MPa）
R ：鏡板の中央部における内面の半径（mm）
W ：さら形鏡板の形状による係数（-）
S ：許容引張応力（MPa）
r ：さら形鏡板のすみの丸みの内半径（mm）
η ：継手効率（-）

ここで，Wは次の計算式により計算した値とする。

$$W=\frac{1}{4}\left(3+\sqrt{\frac{R}{r}}\right)$$

表－２７－２　吸着塔　構造強度評価数値根拠（その２）

R [mm]	r [mm]	W	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t2 [mm]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	1.37	SUS316L	66	108	1.00	8.68

表－２７－３　吸着塔　構造強度評価結果

機器名称	評価項目	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第三セシウム吸着装置 吸着塔	胴板の厚さ	9.54	12.00
	上部鏡板の厚さ	8.68	14.00
	下部鏡板の厚さ	8.68	14.00

(2)耐震性評価

a. 胴板の強度評価

評価に用いた数値を表－２８－１に示す。胴板の強度評価の結果，胴板に生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した（表－２８－４，表－２８－５）。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

σ_{0t} ： 一次一般膜応力（引張側）
σ_{0c} ： 一次一般膜応力（圧縮側）
σ_ϕ ： 胴の周方向応力の和
σ_{xt} ： 胴の軸方向応力の和（引張側）
σ_{xc} ： 胴の軸方向応力の和（圧縮側）
τ ： 地震により胴に生じるせん断応力

表－２８－１　吸着塔　胴板強度評価数値根拠

σ_ϕ [MPa]	σ_{xt} [MPa]	σ_{xc} [MPa]	τ [MPa]
52	28	-24	1
52	30	-23	2

また，許容応力は，以下の式で設定した。

胴板一次一般膜応力の許容応力　：　σ=Max（Min（Sy，0.6Su），1.2S）

ここで，σは日本機械学会　設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part5 表 5，表 8 及び表 9 より，設計温度 66℃における S，Sy 値及び Su 値を線形補間した値を用い，下記式にて設定した。

Sy：表 8 より　40℃：175 MPa，75℃：154 MPa
　Sy = 175 - (175 - 154) / (75-40) × (66-40) = 159 MPa
Su：表 9 より　40℃：480 MPa，75℃：452 MPa
　Su = 480 - (480 - 452) / (75-40) × (66-40) = 459 MPa
S　：表 5 より　40℃：111 MPa，75℃：108 MPa
　Su = 111 - (111 - 108) / (75-40) × (66-40) = 108 MPa

従って，σ = Max（Min（Sy，0.6Su），1.2S）
　= Max（Min（159，275），130）= 159 MPa

一次応力（膜＋曲げ）の許容応力：　σ = Max（Sy，1.2S）
　= Max（159，130）= 159 MPa

b. スカートの強度評価

評価に用いた数値を表－２８－２に示す。スカートの強度評価の結果，スカートに生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した（表－２８－４，表－２８－５）。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^{\,2}}$$

σ_{s1}：スカートの運転時質量による軸方向応力
σ_{s2}：スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
σ_{s3}：スカートの鉛直方向地震による軸方向応力
τ_s：地震によるスカートに生じるせん断応力

表－２８－２　吸着塔　スカート強度評価数値根拠

σ_{s1} [MPa]	σ_{s2} [MPa]	σ_{s3} [MPa]	τ_s [MPa]
0.79	2.10	－	0.57
0.79	4.67	－	1.26

また，許容応力は，以下の式で設定した。

スカート組合せ応力の許容応力　：　$\sigma = F$

ここで，Fは設計・建設規格　付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SUS304 の使用温度 50℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値および室温（40℃）における Sy 値を用い，下記式にて設定した。

F = Min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))

・Sy：表 8 より　40℃：205 MPa，75℃：183 MPa

Sy = 205 - (205 - 183) × (50-40)/(75-40) = 199 MPa

・Su：表 9 より　40℃：520 MPa，75℃：466 MPa

Su = 520 - (520 - 466) × (50-40)/(75-40) = 505 MPa

従って，F = min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)) = min (268, 353, 205) = 205 MPa

スカートの許容引張応力は以下の通りとなる。

f_t = F/1.5×1.5 = 205 MPa

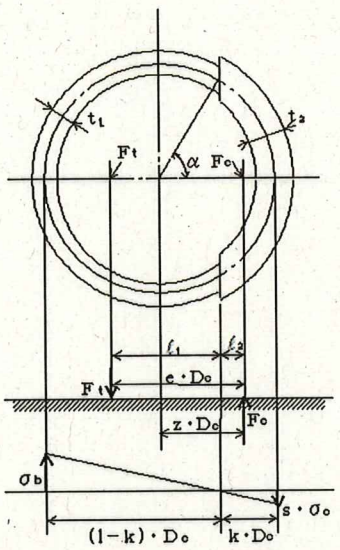
また，座屈評価を下記の式により行い，スカートに座屈が発生しないことを確認した（表－２８－４，表－２８－５）。

$$\frac{\eta \times \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \times \sigma_{s2}}{f_b} \leqq 1$$

σ_{s1}：スカートの運転時質量による軸方向応力
σ_{s2}：スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
f_c：軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
f_b：曲げモーメントに対する許容座屈応力
η　：座屈応力に対する安全率

c. 取付ボルトの強度評価

評価に用いた数値を表－２８－３に示す。評価の結果，取付ボルトの強度が確保されることを確認した（表－２８－４，表－２８－５）。



取付部の荷重説明図

m_0 ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
l ： 胴のスカート接合点から重心までの距離
ls： スカートの長さ
n ： 取付ボルトの本数
A_b ： 取付ボルトの軸断面積
z ： 取付ボルト計算における係数
e ： 取付ボルト計算における係数
Ct ： 取付ボルト計算における係数
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度

取付ボルトに作用する引張力：

$$F_t = \frac{1}{e \times Dc}\left(m_0 \times g \times C_H \times (ls + l) - m_0 \times g \times (1 - C_V) \times z \times Dc\right)$$

取付ボルトの引張応力：$\sigma_b = \dfrac{2 \times \pi \times F_t}{n \times A_b \times Ct}$

取付ボルトのせん断応力：$\tau_b = \dfrac{m_0 \times g \times C_H}{n \times A_b}$

また，許容応力は，以下の式で設定した。

取付ボルトの許容せん断応力：$f_{sb} = 1.5\dfrac{F}{1.5\sqrt{3}}$

取付ボルトの許容引張応力 ：$f_{ts} = \min\left(1.4 f_{to} - 1.6\tau_b , f_{to}\right)$

ここで，Fは設計・建設規格　付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より，SUS316L の設計温度 50℃における Sy 値，Su 値を線形補間した値および室温（40℃）における Sy 値を用い，下記式にて設定した。

F = min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))

・Sy：表 8 より　40℃：175 MPa, 75℃：154 MPa

Sy = 175 - (175 - 154) × (50-40)/(75-40) = 169 MPa

・Su：表 9 より　40℃：480 MPa, 75℃：452 MPa

Su = 480 - (480 - 452) × (50-40)/(75-40) = 472 MPa

従って，F = min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)) = min (228, 330, 175) = 175 MPa

取付ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

f_{to} = F/2×1.5 = 131 MPa

f_{ts} = min(1.4×131−1.6×4, 131)= min(177, 131)= 131 MPa

取付ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5\frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 101 \text{ MPa}$$

表－２８－３　吸着塔　取付ボルト強度評価数値根拠

m [kg]	l [mm]	ls [mm]	n [本]	A_b [mm²]	z	e	C_t	C_H	F_t [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	8002	6	4
								0.80	44987	30	9

表－２８－４　吸着塔　耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.36	一次一般膜	σ_0= 52	S_a= 159
			膜＋曲げ	σ_0= 52	S_a= 159
スカート	SUS304	0.36	組合せ	σ_S= 4	F_t= 205
			圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$(\eta \cdot \sigma_{S1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{S2}/f_b) \leqq 1$	
				0.02	
取付ボルト	SUS316L	0.36	引張	σ_b= 8	F_{ts}= 131
			せん断	τ_b= 6	F_{sb}= 101

表－２８－５　吸着塔　耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.80	一次一般膜	σ_0= 52	S_a= 159
			膜＋曲げ	σ_0= 52	S_a= 159
スカート	SUS304	0.80	組合せ	σ_S= 8	F_t= 205
			圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$(\eta \cdot \sigma_{S1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{S2}/f_b) \leqq 1$	
				0.04	
取付ボルト	SUS316L	0.80	引張	σ_b= 39	F_{ts}= 131
			せん断	τ_b= 12	F_{sb}= 101

1.2.18. 第三セシウム吸着装置　吸着塔（B型）

(1) 構造強度評価

吸着塔の円筒形容器については，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した（表－２９－１，表－２９－２）。評価の結果，内圧または外圧に耐えられることを確認した（表－２９－３）。

＜内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合＞

$$t = \frac{PDi}{2S\eta - 1.2P}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Di ： 胴の内径
P ： 最高使用圧力
S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力
η ： 長手継手の効率

ただし，tの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はt=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表－２９－１　吸着塔　構造強度評価数値根拠（その１）

機器名称	Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	η	t [mm]
吸着塔B型 (S32205)	[redacted]	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	0.70	4.95 → 5.0
吸着塔B型 (S32750)	[redacted]	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	0.70	4.08 → 4.1

＜外面に圧力を受ける円筒形の胴の場合＞

$$t = \frac{3PD_o}{4B}$$

t ： 胴の計算上必要な厚さ
Do ： 胴の外径
P ： 最高使用圧力
B ： 設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図1から図20までにより求めた値

ただし，tの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はt=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表－２９－２　吸着塔　構造強度評価数値根拠（その２）

機器名称	D_0 [mm]	P [MPa]	材料	温度 [℃]	B	t [mm]
吸着塔Ｂ型 (S32205)	[redacted]	1.37	ASME SA790 S32205	66	51.07	7.16 → 7.2
吸着塔Ｂ型 (S32750)	[redacted]	1.37	ASME SA790 S32750	66	51.07	7.16 → 7.2

＜平板の計算上必要な厚さ＞

平板の厚さは，次に掲げる値のうちいずれかによるものとする。

ａ．平板に穴を設ける場合であって，穴の径が平板の径の２分の１以下であり，穴の補強計算をおこなうもの。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力(MPa)
S　：許容引張応力（MPa）

ｂ．平板に穴を設ける場合であって，穴の径が平板の径の２分の１以下であり，ａ項以外のもの。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot P}{S}}$$

t：必要厚さ（mm）
d：平板の径（mm）
K：取付方法による係数（-）
P：最高使用圧力(MPa)
S　：許容引張応力（MPa）

表－２９－３　吸着塔　構造強度評価数値根拠（その３）

機器名称	評価部位	d [mm]	K	P [MPa]	材料	温度 [℃]	S [MPa]	t [mm]
吸着塔Ｂ型 (S32205)	上部平板	[redacted]	0.33	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	65.35
	下部平板	[redacted]	0.33	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	65.35
吸着塔Ｂ型 (S32750)	上部平板	[redacted]	0.33	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	59.32
	下部平板	[redacted]	0.33	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	59.32

※いずれも穴の径（[redacted]mm）が平板の径（[redacted]mm）の２分の１以下である。

表－２９－４　吸着塔　構造強度評価結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
吸着塔Ｂ型 (S32205)	板厚（外筒胴）	5	12.7
	板厚（内筒胴）	7.2	12.7
	上部平板	65.35	76.2
	下部平板	65.35	76.2
吸着塔Ｂ型 (S32750)	板厚（外筒胴）	4.1	12.7
	板厚（内筒胴）	7.2	12.7
	上部平板	59.32	76.2
	下部平板	59.32	76.2

(2)耐震性評価

a. 胴板の強度評価

評価に用いた数値を表－３０－１に示す。胴板の強度評価の結果，胴板に生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した（表－３０－３）。

$$\sigma_0 = Max\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4\cdot\tau^2}\right\}$$

σ_{0t} ： 一次一般膜応力（引張側）
σ_{0c} ： 一次一般膜応力（圧縮側）
σ_ϕ ： 胴の周方向応力の和
σ_{xt} ： 胴の軸方向応力の和（引張側）
σ_{xc} ： 胴の軸方向応力の和（圧縮側）
τ ： 地震により胴に生じるせん断応力

表－３０－１　吸着塔　胴板強度評価数値根拠

機器名称	σ_ϕ [MPa]	σ_{xt} [MPa]	σ_{xc} [MPa]	τ [MPa]
吸着塔Ｂ型(S32205)	52	30	-19	2
吸着塔Ｂ型(S32750)	52	30	-19	2

また，許容応力は，以下の式で設定した。

胴板一次一般膜応力の許容応力　：　σ=Max（Min（Sy，0.6Su），1.2S）

ASME SA240 S32205 は使用温度 66℃にて

Ｓｙ＝510MPa，Ｓｕ＝796MPa，Ｓ＝227MPa のため，

σ＝Max{Min(510，0.6×796)，1.2×227}＝477.6 → 477MPa

ｂ．取付部の強度評価

評価に用いた数値を表－３０－２に示す。評価の結果，取付部の強度が確保されることを確認した（表－３０－３）。

取付部の引張応力：$\sigma_b = \dfrac{2\times\pi\times F_t}{n\times A_b\times Ct}$

取付部のせん断応力：$\tau_b = \dfrac{m_0\times g\times C_H}{n\times A_b}$

m_0 ： 機器質量
ｇ ： 重力加速度　(9.80665 m/s²)
Ｄbo：容器固定部のベース外径
t_1：溶接部ののど厚
λ_g： 容器重心までの距離

また，許容応力は，以下の式で設定した。

ASME SA36 相当は使用温度 66℃にて

Ｓｙ＝242MPa，Ｓｕ＝400MPa のため，

Min(Sy，0.7･Su)=Min(242，0.7×400)＝242 → 242MPa

溶接部のため 0.45 倍とし，242*0.45 = 108MPa

表－３０－２　吸着塔　取付部強度評価数値根拠

機器名称	mo [kg]	λ_g [mm]	Dbo [mm]	t_1 [mm]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
吸着塔Ｂ型(S32205)	■	■	■	■	16	3
吸着塔Ｂ型(S32750)	■	■	■	■	16	3

表－３０－３　吸着塔　耐震評価結果

機器名称	部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
吸着塔Ｂ型 (S32205)	胴板	ASME SA240 S32205	0.36	一次一般膜	σo＝52	Sa＝393
	取付部	ASME SA36 相当	0.36	組合せ	σb＝16	ft＝108
吸着塔Ｂ型 (S32750)	胴板	ASME SA240 S32750	0.36	一次一般膜	σo＝52	Sa＝477
	取付部	ASME SA36 相当	0.36	組合せ	σb＝16	ft＝108

2. 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

2.1. 基本方針

2.1.1. 構造強度評価の基本方針

a. 震災以降緊急対応的に設置又は既に（平成25年8月14日より前に）設計に着手した機器等

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，震災以降緊急対応的に設置してきたもので，「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において，廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器に準ずるものと位置付けられる。クラス3機器の適用規格は，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（以下，「JSME 規格」という。）で規定される。

しかしながら震災以降緊急対応的にこれまで設置してきた機器等は，必ずしも JSME 規格に従って設計・製作・検査をされたものではなく，日本産業規格（JIS）等規格適合品または製品の試験データ等を踏まえ，福島第一原子力発電所構内の作業環境，機器等の設置環境や緊急時対応の時間的裕度を勘案した中で設計・製作・検査を行ってきている。

廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，高濃度の汚染水を内包するため，バウンダリ機能の健全性を確認する観点から，設計された肉厚が十分であることを確認している。また，溶接部については，耐圧・漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい等のないことを確認している。

なお，使用済セシウム吸着塔保管施設を構成するコンクリート製ボックスカルバートは遮へい物として吸着塔等の周囲に配置するものであり，JSME 規格で定める機器には該当しない。

b. 今後（平成25年8月14日以降）設計する機器等

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は必要に応じて増設することとしており，地下水等の流入により増加する汚染水の処理に伴う二次廃棄物への対応上，短期間での施設の設置が必要である。このため今後設計する機器等については，日本産業規格（JIS）等規格に適合した工業用品の採用，或いは JIS 等の技術的妥当性を有する規格での設計・製作・検査を行う。

2.1.2. 耐震性評価の基本方針

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のＢクラス相当の設備と位置づけられる。

使用済セシウム吸着塔保管施設，廃スラッジ貯蔵施設の耐震性に関する評価にあたっては，「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」に準拠することを基本とするが，必要に応じて現実的な評価を行う。

また，配管に関しては，変位による破壊を防止するため，定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定や，可撓性のある材料を使用する。

なお，廃スラッジ一時保管施設等は，高濃度の放射性物質を貯蔵することから参考としてＳクラス相当の評価を行う。

2.2. 評価結果

2.2.1. 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

(1)構造強度評価

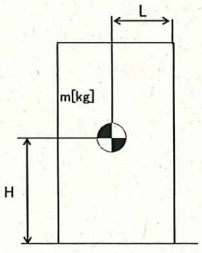
材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。また，吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから，吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価に使用した数値を表－３１－１に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから，転倒しないことを確認した（表－３１－２）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
w ： 機器重量 （m×ｇ）
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H

自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

表－３１－１　使用済セシウム吸着塔仮保管施設の転倒評価数値根拠

機器名称		m / w	H[m]	L[m]	C_H	M_1[kN・m]	M_2[kN・m]
ボックスカルバート		[redacted] [kN]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	136 → 1.4×10^2	298 → 2.9×10^2
セシウム吸着装置吸着塔		[redacted] [kN]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	81.1 → 8.2×10^1	124 → 1.2×10^2
第二セシウム吸着装置吸着塔	吸着塔	[redacted] [t]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	180.3 → 1.9×10^2	421 → 4.2×10^2
	架台	[redacted] [t]	[redacted]		[redacted]	300.1 → 3.1×10^2	
モバイル式処理装置（吸着塔１塔）		[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	50.8 → 5.1×10	107.2 → 1.0×10^2
モバイル型ストロンチウム除去装置（フィルタ１塔，吸着塔１塔及び架台）		[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	87.3 → 8.8×10	196.9 → 1.9×10^2

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－３１－２）。

地震時の水平荷重によるすべり力　：　$F_L=C_H\times m\times g$　→　$F_L/(m\times g)=C_H$

接地面の摩擦力　：　$F_\mu=\mu\times m\times g$　→　$F_\mu/(m\times g)=\mu$

m　：機器質量

g　：重力加速度

C_H　：水平方向設計震度　（0.30，0.36，0.52，0.60）

μ　：摩擦係数　（コンクリート/鉄：0.40，鉄／鉄：0.52）

表－３１－２　使用済セシウム吸着塔仮保管施設耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ボックス カルバート	本体	転倒	0.30	1.4×10^{2}	2.9×10^{2}	kN・m
		滑動	0.30	0.30	0.40	－
セシウム吸着装置 吸着塔	本体	転倒	0.36	8.2×10^{1}	1.2×10^{2}	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
第二セシウム 吸着装置吸着塔	本体	転倒	0.36	1.9×10^{2}	4.2×10^{2}	kN・m
			0.60	3.1×10^{2}		
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
			0.52	0.52		
モバイル式処理装置 (吸着塔１塔)	本体	転倒	0.36	5.1×10	1.0×10^{2}	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.40	—
モバイル型ストロンチウム除去装置 (フィルタ１塔，吸着塔１塔及び架台)	本体	転倒	0.36	8.8×10	1.9×10^{2}	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.40	—

2.2.2. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

(1)構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。また，吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから，吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

なお高性能容器（タイプ１）および高性能容器（タイプ２）（いずれも補強体付き）に関する評価は「Ⅱ 2.16　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

(2)耐震性評価

a. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）の連結ボルト強度評価について

ボックスカルバートは，連結ボルトで相互に連結して転倒し難い構造としている。連結ボルトのうち，最も負荷条件の厳しいものについて引抜力を評価した結果，ボルトの許容引張力（許容値）以下となることを確認した。なお，本施設は B クラス相当の設備と位置づけられるが，参考評価として，水平震度を 0.60 まで拡張して健全性が維持されることを確認した（表－３２－１）。

b. 吊上げシャフトの耐震性評価

吊上げシャフトについては，HIC の吊下げ，保管をすることはないものの，HIC をボックスカルバート内に収納する際に通過させることから，耐震評価（B クラス相当）を実施した。評価の結果，吊上げシャフト架台のアンカーボルトのうち，最も負荷条件が厳しいボルトについても許容値を下回ることを確認した（表－３２－２）。

また，吊上げシャフト内の緩衝器カバーについても，地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを比較した結果，地震による転倒モーメントは，自重による安定モーメントより小さくなることから転倒しないことを確認した。なお，参考評価として水平震度を 0.6 まで拡張した場合においても問題ないことを確認した(表－３２－３)。

c. クレーンの耐震評価

第三施設クレーンに対し，地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは，自重による安定モーメントより小さくなることから，転倒しないことを確認した。なお，参考評価として，耐震Ｓクラス相当の水平震度（0.6）に対して健全性が確認されることを確認した（表－３２－４）。

表－３２－１　連結ボルトの強度評価（１／３）

名称		荷重 V (kN/個)	水平震度	水平慣性力 H(kN)	重心鉛直距離 h1(m)	転倒モーメント M(kN・m)	重心水平距離 h2(m)	抵抗モーメント Mr(kN・m)
ボックスカルバート１基	下段ボックス	[redacted]	0.36	60.37	[redacted]	109.03	[redacted]	148.57
	上段ボックス	[redacted]		54.72	[redacted]	328.32	[redacted]	132.54
	蓋＋転落防止架台	[redacted]		17.25	[redacted]	138.13	[redacted]	57.03
	高性能容器３段積	[redacted]		72.38	[redacted]	269.04	[redacted]	241.24
計		[redacted]		204.72		844.52		579.38

表－３２－１　連結ボルトの強度評価（２／３）

名称		荷重 V (kN/個)	水平震度	水平慣性力 H(kN)	重心鉛直距離 h1(m)	転倒モーメント M(kN・m)	重心水平距離 h2(m)	抵抗モーメント Mr(kN・m)
ボックスカルバート１基	下段ボックス	[redacted]	0.60	100.62	[redacted]	181.72	[redacted]	148.57
	上段ボックス	[redacted]		91.20	[redacted]	547.20	[redacted]	132.54
	蓋＋転落防止架台	[redacted]		28.74	[redacted]	230.13	[redacted]	57.03
	高性能容器３段積	[redacted]		120.63	[redacted]	448.39	[redacted]	241.24
計		[redacted]		341.19		1407.44		579.38

不足モーメント Ms=M-Mr

転倒に対する最大引抜力 P1=Ms/Z　(Z：連結ボルトの断面係数 24.161m・本)

通路側ボックスの滑動抵抗力 Hr=μV　(μ：コンクリート／コンクリートの摩擦係数)

不足活動抵抗力 Hs=H-Hr

滑動に対する最大引抜力 P2=Hs/n　(n：連結ボルトの本数 8 本)

転倒と滑動による最大引抜力(算出値)P=P1+P2

表－３２－１　連結ボルトの強度評価（３／３）

名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ボックスカルバート 連結ボルト	引抜力	0.36	11	184	kN
		0.60	49		

許容値=使用鋼材の許容荷重×鋼材断面積（許容荷重：235N/mm^2，断面積 787mm^2）

表－３２－２　吊上げシャフト架台アンカーボルトの評価結果

名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
吊上げシャフト架台 アンカーボルト	引抜力	0.36	3,182	31,790	N
		0.60	9,888		

【算出値】アンカーボルトの引抜力 Rb＝{Fh・Hg－(g・W－Fv) ・Lg}/ {L・Nt}

質量：W=[redacted] kg

機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルト総本数：Nt=4 本

据え付け面より機器重心までの高さ：Hg=[redacted] cm

検討する方向から見たボルトスパン： L=[redacted] cm

検討する方向から見たボルト中心から機器重心までの距離：Lg=140 cm

重力加速度 g=9.80665 m/s2

設計用水平震度：Kh

設計用垂直震度：Kv=Kh/２

設計用水平地震力：Fh=g×Kh×W

設計用鉛直地震力：Fv＝g×Kv×W

【許容値】接着系アンカー1 本当たりの許容引張耐力(Ta)a = min[(Ta1)a,(Ta2)a,(Ta3)a]

(Ta1)a: アンカー筋の降伏により決まる場合のアンカー1 本当りの許容引張耐力

(Ta2)a: 定着したコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる場合のアンカー1 本当りの許容引張耐力

(Ta3)a: 接着系アンカーの付着力により決まる場合のアンカー1 本当りの許容引張耐力

Ta1: 鋼材の耐力(降伏)により決まる場合のアンカー１本当りの引張耐力 (N)

Ta2: 定着したコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる場合のアンカー１本当りの引張耐力 (N)

Ta3: 接着系アンカーの付着力により決まる場合のアンカー１本当りの引張耐力 (N)

$(Ta1)a = \phi 1 \cdot (Ta1)$

$(Ta2)a = \phi 2 \cdot (Ta2)$

$(Ta3)a = \phi 3 \cdot (Ta3)$

$Ta1 = \sigma y \cdot sae$ (N)

$Ta2 = 0.23\sqrt{(\sigma B)} \cdot Ac$ (N)

$Ta3 = \tau a \cdot \pi \cdot da \cdot le$ (N)

$Ac = \pi \cdot le \cdot (le + da)$ (mm2)

$\tau a = 10 \cdot \sqrt{(\sigma_B / 21)}$ (N)

記号 ：

sae ： 鋼材(アンカー筋)の有効断面積 [redacted] (mm2)

(又は, 公称断面積)

σy ： アンカー筋の規格降伏点強度 235 (N/mm2)

(又は, 0.2%耐力)

σ_B ： 既存コンクリートの設計基準強度 40 (N/mm2)

τa ： 接着系アンカーの付着強度 13.9 (N/mm2)

da ： アンカー筋の径 [redacted] (mm)

le ： 有効埋込み長さ [redacted] (mm)

Ac ： コンクリートのコーン状破壊面の有効水平投影面積 [redacted] (mm2)

φn 低減係数 ：

荷重種別	φ1	φ2	φ3
長期荷重用	2/3	0.4	0.4
短期荷重用	1.0	0.6	0.6

表－３２－３　吊上げシャフト内緩衝器カバーの評価結果

名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
吊上げシャフト内緩衝器カバー	転倒	0.36	36	71	kN・m
		0.60	60		

【算出値】回転モーメント：M1=m*L(重心高さ)*Kh

【許容値】抵抗モーメント：Mr=1/2*L(奥行)*m*g

m：[redacted]kg

L(重心高さ)：[redacted]m

L(奥行)：[redacted]m

g：9.80665m/s^2

Kh：設計用水平震度

表－３２－４　第三施設クレーンの評価結果

名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
第三施設クレーン	転倒	0.36	7.05×10^{5}	1.85×10^{6}	kg・m
		0.60	1.17×10^{6}		

【算出値】回転モーメント：M1=Σm*L1*Kh

【許容値】抵抗モーメント：Mr=Σm*L2

m：第三施設クレーン各部位の重量(kg)

L1：据付面からの重心までの距離(m)

L2：転倒支点から機器重心までの距離(m)

Kh：設計用水平震度

クレーン各部位

・トロリ自重（m,L1）=([redacted])

・ガーダー自重＋歩道自重＋横行給電自重（m,L1）=([redacted])

・上部タラップ自重（m,L1）=([redacted])

・中間デッキ自重（m,L1）=([redacted])

・剛脚自重（m,L1）=([redacted])

・下部タラップ自重（m,L1）=([redacted])

・ケーブル巻取器自重（m,L1）=([redacted])

・トラニオン自重（m,L1）=([redacted])

・揺脚自重（m,L1）=([redacted])

・揺脚自重＋上部トラニオン自重＋下部トラニオン自重＋揺脚側ホイルボックス自重（m,L2）=([redacted])

・ガーダー自重＋歩道自重＋横行給電自重（m,L2）=([redacted])

・トロリ自重（m,L2）=([redacted])

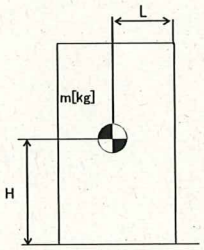
d. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。なお，セシウム吸着装置吸着塔はそれを格納する各々の蓋付ボックスカルバートと吸着塔の評価，第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔はそれを格納する各々の架台と合わせた評価を実施した。多核種除去設備高性能容器（第三施設）はそれを格納するボックスカルバートと合わせて高性能容器 96 基とボックスカルバート 36 基での評価を実施した。また，モバイル式処理装置は吸着塔の評価，モバイル型ストロンチウム除去装置はフィルタ，吸着塔及び架台の評価，サブドレン他浄化装置，高性能多核種除去設備検証試験装置については，吸着塔及び架台の評価を実施した。

評価に用いた数値を表－３２－５に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから，転倒しないことを確認した（表－３２－６）。

なお高性能容器（タイプ１）および高性能容器（タイプ２）（いずれも補強体付き）に関する評価は「Ⅱ 2.16　放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度　(9.80665 m/s^2)
w ： 機器重量　（m×g）
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 転倒支点から機器重心までの距離
C_H ： 水平方向設計震度

各記号の下付文字は，下記を意味する。

v ：吸着塔，高性能容器
b ：ボックスカルバート，架台

地震による転倒モーメント：M_1[N・m] = $m \times g \times C_H \times H$

$= g \times C_H \times (m_v \times H_v + m_b \times H_b)$

自重による安定モーメント：M_2[N・m] = $m \times g \times L$

$= (m_v \times L_v + m_b \times L_b) \times g$

表－３２－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設の耐震評価数値根拠（１／５）

機器名称		数量	m / w	H [m]	L [m]	水平震度	M_1 [kN・m]	M_2 [kN・m]
セシウム吸着装置※1（吸着塔32塔及びﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ16基）	吸着塔	32	[redacted] [kN]	[redacted]	[redacted]	0.36	7,864 → 7.9×10^3 ※3	18,120 → 1.8×10^4 ※4
	ボックスカルバート	16	[redacted] [kN]	[redacted]				
	ボックスカルバート蓋	16	[redacted] [kN]	[redacted]		0.60	13,107 → 1.4×10^4 ※3	
	遮へい	2	[redacted] [kN]	[redacted]				
モバイル式処理装置（吸着塔1塔）		1	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	50.8 → 5.1×10	107.2 → 1.0×10^2
						0.60	84.7 → 8.5×10	
モバイル型ストロンチウム除去装置（フィルタ1塔，吸着塔1塔及び架台）		1	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	87.3 → 8.8×10	196.9 → 1.9×10^2
						0.60	145.4 → 1.5×10^2	

※１：ボックスカルバート２列×８行の評価である。

※２：ボックスカルバートへの荷重作用高さ

※３：吸着塔の水平荷重の半分がボックスカルバートに作用するとして評価

※４：ボックスカルバート及び遮へい（吸着塔を含まず）の評価

表－３２－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設の耐震評価数値根拠（２／５）

機器名称		数量	m / w	H [m]	L [m]	水平震度	M_1 [kN・m]	M_2 [kN・m]
サブドレン他浄化装置（吸着塔２塔及び架台）		1	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	95.9 → 9.6×10	191.3 → 1.9×10^2
						0.60	159.8 → 1.6×10^2	
高性能多核種除去設備検証試験装置（吸着塔６塔及び架台）		1	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	48.01 → 4.9×10	137.4 → 1.3×10^2
						0.60	80.01 → 8.1×10	
第三施設（HIC96基とボックスカルバート36基）	吸着塔	96	[redacted] [kN]	[redacted]	[redacted]	0.36	27,174 → 2.8×10^4	74,407 → 7.4×10^4
	ボックスカルバート	36	[redacted] [kN]	[redacted]				
	ボックスカルバート蓋	32	[redacted] [kN]	[redacted]		0.60	45,290 → 4.6×10^4	
	遮へい土砂	4	[redacted] [kN]	[redacted]				

表－３２－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設の耐震評価数値根拠（３／５）

機器名称		数量	m / w	H [m]	L [m]	水平震度	M_1 [kN·m]	M_2 [kN·m]
第二セシウム吸着装置（吸着塔５塔×２列及び架台）	吸着塔	10	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,685 → 1.7×10^3	3,775 → 3.7×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	2,808 → 2.9×10^3	
高性能多核種除去設備（吸着塔（二相ステンレス製）５塔×２列及び架台）	吸着塔	10	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,940 → 2.0×10^3	4,334 → 4.3×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	3,234 → 3.3×10^3	
高性能多核種除去設備（吸着塔（ステンレス製）５塔×２列及び架台）	吸着塔	10	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	2,040 → 2.1×10^3	4,334 → 4.3×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	3,400 → 3.4×10^3	
RO濃縮水処理設備（吸着塔５塔×２列及び架台）	吸着塔	10	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,940 → 2.0×10^3	4,334 → 4.3×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	3,234 → 3.3×10^3	
サブドレン他浄化装置吸着塔（吸着塔５塔×２列及び架台）	吸着塔	10	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	533 → 6.0×10^2	1,406 → 1.4×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	889 → 9.0×10^2	

表－３２－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設の耐震評価数値根拠（４／５）

機器名称		数量	m / w	H[m]	L[m]	水平震度	M_1[kN·m]	M_2[kN·m]
セシウム吸着装置※1（吸着塔64塔及びﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ32基）	吸着塔	64	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	16,718 →1.7×10^4 ※3	62,105 → 6.2×10^4 ※4
	ボックスカルバート	32	[redacted]	[redacted]				
	ボックスカルバート蓋	32	[redacted]	[redacted]		0.60	27,863 →2.8×10^4 ※3	
	遮へい(1)	16	[redacted]	[redacted]				
	遮へい(2)	32	[redacted]	[redacted]				
第三セシウム吸着装置（吸着塔5塔×2列及び架台）※吸着塔A型	吸着塔	10	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,936 →2.0×10^3	4,304 → 4.3×10^3
	架台	2	[redacted]	[redacted]		0.60	3,228 →3.3×10^3	
第三セシウム吸着装置（吸着塔5塔×2列及び架台）※吸着塔B型	吸着塔	10	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,940 →2.0×10^3	4,334 → 4.3×10^3
	架台	2	[redacted]	[redacted]		0.60	3,234 → 3.3×10^3	
高性能多核種除去設備※5（吸着塔（ステンレス製）6塔×3列及び架台）	吸着塔	18	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	3,678 →3.7×10^3	15,187 → 1.5×10^4
	架台	3	[redacted]	[redacted]		0.60	6,131 → 6.2×10^3	

※１：ボックスカルバート４列×８行の評価である。　※２：ボックスカルバートへの荷重作用高さ

※３：吸着塔の水平荷重の半分がボックスカルバートに作用するとして評価　※４：ボックスカルバート及び遮へい（吸着塔を含まず）の評価

※５：第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔及びRO濃縮水処理設備吸着塔のうち，機器重量，重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製）にて評価を実施

表－３２－５　使用済セシウム吸着塔一時保管施設の耐震評価数値根拠（５／５）

機器名称		数量	m / w	H [m]	L [m]	水平震度	M_1 [kN・m]	M_2 [kN・m]
高性能多核種除去設備※1（吸着塔（ステンレス製）6塔×2列及び架台）	吸着塔	12	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	2,451 → 2.5×10^3	6,626 → 6.6×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	4,085 → 4.1×10^3	
高性能多核種除去設備※1（吸着塔（ステンレス製）3塔×2列及び架台）	吸着塔	6	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,212 → 1.3×10^3	3,320 → 3.3×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	2,020 → 2.1×10^3	
高性能多核種除去設備※1（吸着塔（ステンレス製）3塔×3列及び架台）	吸着塔	9	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,819 → 1.9×10^3	7,610 → 7.6×10^3
	架台	3	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	3,031 → 3.1×10^3	
高性能多核種除去設備※1（吸着塔（ステンレス製）2塔×2列及び架台）	吸着塔	4	[redacted] [kg]	[redacted]	[redacted]	0.36	812 → 9.0×10^2	1,737 → 1.7×10^3
	架台	2	[redacted] [kg]	[redacted]		0.60	1,353 → 1.4×10^3	

※1：第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔及びRO濃縮水処理設備吸着塔のうち，機器重量，重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製）にて評価を実施

e. 滑動評価

セシウム吸着装置吸着塔，モバイル式処理装置吸着塔，サブドレン他浄化装置吸着塔，高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔，モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ・吸着塔，多核種除去設備高性能容器（第三施設）については，ボックスカルバートとあわせ地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－３３）。なお，水平震度を0.60まで拡張した評価では，地震時の水平荷重によるすべり力が設置面の摩擦力より大きくなり，滑動する結果となったことから，別途すべり量の評価を実施した。

地震時の水平荷重によるすべり力　：　$F_L = C_H \times m \times g \rightarrow F_L / (m \times g) = C_H$

接地面の摩擦力　：　$F_\mu = \mu \times m \times g \rightarrow F_\mu / (m \times g) = \mu$

m　：機器質量

g　：重力加速度

C_H　：水平方向設計震度　（0.36，

第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔，RO濃縮水処理設備吸着塔及びサブドレン他浄化装置吸着塔については，それらを格納する架台が設置床に基礎ボルトで固定されていることから基礎ボルトに作用するせん断荷重と許容せん断荷重を比較することより滑動評価を実施した。基礎ボルトの許容せん断荷重は「日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」に基づき次式を用いた。評価の結果，基礎ボルトの破断による滑動が生じないことを確認した（表－３２－６）。

$$q = mg(C_H - \alpha) \div n$$
$$= g(m_v + m_b)(C_H - \alpha) \div n$$
$$q_a = 0.75 \cdot \phi_{S3}\left(0.5 \cdot {}_{SC}a \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c}\right)$$

q ： 基礎ボルト一本に作用するせん断荷重
q_a ： 基礎ボルト一本当たりの許容せん断荷重
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.60)
m ： 機器重量 (表－３０－５参照)
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
α ： 機器と床版の摩擦係数 (0.4)
n ： 機器あたりの基礎ボルト本数※
ϕ_{S3}：短期荷重に対する低減係数 (0.6)
${}_{SC}a$： 基礎ボルトの定着部の断面積※
F_c ： コンクリート設計基準強度 ([redacted] N/mm^2)
E_c ： コンクリートのヤング率 ([redacted] N/mm^2)

※基礎ボルトの本数，定着部の断面積は以下のとおり
高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製） (吸着塔５塔×２列及び架台) [redacted]本, [redacted]mm^2
高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製） (吸着塔６塔×３列及び架台) [redacted]本, [redacted]mm^2
高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製） (吸着塔６塔×２列及び架台) [redacted]本, [redacted]mm^2
高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製） (吸着塔３塔×２列及び架台) [redacted]本, [redacted]mm^2
高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製） (吸着塔３塔×３列及び架台) [redacted]本, [redacted]mm^2
高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製） (吸着塔２塔×２列及び架台) [redacted]本, [redacted]mm^2

なお高性能容器（タイプ１）および高性能容器（タイプ２）（いずれも補強体付き）に関する評価は「Ⅱ 2.16 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設」に記す。

f. すべり量評価

すべり量は，吸着塔とボックスカルバートについて，地震応答加速度時刻歴をもとに設置床に対する累積変位量として算出した。評価の結果すべり量がボックスカルバート間の許容値を超えないことを確認した（表－３３）。

表－３２－６　使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（１／３）

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム吸着装置※ （吸着塔 32 塔及び ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ 16 基）	転倒	0.36	7.9×10^{3}	1.8×10^{4}	kN･m
		0.60	1.4×10^{4}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
モバイル式処理装置 （吸着塔１塔）	転倒	0.36	5.1×10	1.0×10^{2}	kN･m
		0.60	8.5×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
モバイル型ストロンチウム除去装置 （フィルタ１塔，吸着塔 １塔及び架台）	転倒	0.36	8.8×10	1.9×10^{2}	kN･m
		0.60	1.5×10^{2}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
サブドレン他浄化装置 （吸着塔２塔及び架台）	転倒	0.36	9.6×10	1.9×10^{2}	kN･m
		0.60	1.6×10^{2}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		

※ボックスカルバート２列×８行の評価である。

表－３２－６　使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（２／３）

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能多核種除去設備検証試験装置（吸着塔６塔及び架台）	転倒	0.36	4.9×10	1.3×10^{2}	kN・m
		0.60	8.1×10		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
第三施設（HIC96 基とボックスカルバート 36 基）	転倒	0.36	2.8×10^{4}	7.4×10^{4}	kN・m
		0.60	4.6×10^{4}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		
第二セシウム吸着装置（吸着塔５塔×２列及び架台）	転倒	0.36	1.7×10^{3}	3.7×10^{3}	kN・m
		0.60	2.9×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	8		
高性能多核種除去設備（吸着塔（二相ステンレス製）５塔×２列及び架台）	転倒	0.36	2.0×10^{3}	4.3×10^{3}	kN・m
		0.60	3.3×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
高性能多核種除去設備（吸着塔（ステンレス製）５塔×２列及び架台）	転倒	0.36	2.1×10^{3}	4.3×10^{3}	kN・m
		0.60	3.4×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
RO 濃縮水処理設備（吸着塔５塔×２列及び架台）	転倒	0.36	2.0×10^{3}	4.3×10^{3}	kN・m
		0.60	3.3×10^{3}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		
サブドレン他浄化装置吸着塔（吸着塔５塔×２列及び架台）	転倒	0.36	6.0×10^{2}	1.4×10^{3}	kN・m
		0.60	9.0×10^{2}		
	滑動（ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	3		
セシウム吸着装置※（吸着塔 64 塔及びﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ 32 基）	転倒	0.36	1.7×10^{4}	6.2×10^{4}	kN・m
		0.60	2.8×10^{4}		
	滑動	0.36	0.36	0.40	－
		0.60	0.60		

※ボックスカルバート４列×８行の評価である。

表－３２－６　使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果（３／３）

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能多核種除去設備※ （吸着塔（ステンレス製） 6塔×3列及び架台）	転倒	0.36	3.7×10^{3}	1.5×10^{4}	kN・m
		0.60	6.2×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	7		
高性能多核種除去設備※ （吸着塔（ステンレス製） 6塔×2列及び架台）	転倒	0.36	2.5×10^{3}	6.6×10^{3}	kN・m
		0.60	4.1×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	7		
高性能多核種除去設備※ （吸着塔（ステンレス製） 3塔×2列及び架台）	転倒	0.36	1.3×10^{3}	3.3×10^{3}	kN・m
		0.60	2.1×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	6		
高性能多核種除去設備※ （吸着塔（ステンレス製） 3塔×3列及び架台）	転倒	0.36	1.9×10^{3}	7.6×10^{3}	kN・m
		0.60	3.1×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	38	kN
		0.60	6		
高性能多核種除去設備※ （吸着塔（ステンレス製） 2塔×2列及び架台）	転倒	0.36	9.0×10^{2}	1.7×10^{3}	kN・m
		0.60	1.4×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	8		
第三セシウム吸着装置 （吸着塔5塔×2列 及び架台）	転倒	0.36	2.0×10^{3}	4.3×10^{3}	kN・m
		0.60	3.3×10^{3}		
	滑動 （ボルトせん断）	0.36	<0	77	kN
		0.60	10		

※第二セシウム吸着装置吸着塔，第三セシウム吸着装置吸着塔，多核種除去設備処理カラム，高性能多核種除去設備吸着塔及びRO濃縮水処理設備吸着塔のうち，機器重量，重心高さが評価上最も厳しい高性能多核種除去設備吸着塔（ステンレス製）にて評価を実施

表－３３　使用済セシウム吸着塔一時保管施設すべり量評価結果

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
【セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）（第四施設）】※ ・セシウム吸着装置吸着塔 ・モバイル式処理装置吸着塔 ・モバイル型ストロンチウム除去装置フィルタ及び吸着塔 ・サブドレン他浄化装置吸着塔 ・高性能多核種除去設備検証試験装置吸着塔	すべり量	0.60	93.3	494	mm
ボックスカルバート	すべり量	0.60	57.5	400	mm

※セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）（第四施設）のうち，ボックスカルバート間の許容値が評価上最も厳しいセシウム吸着塔一時保管施設（第四施設）にて評価を実施

g. 第三施設の耐震Ｓクラスの評価について

本施設を構成するボックスカルバートについて，耐震 S クラスにおいても健全性が維持されることを確認した。

① 連結ボルトの強度評価

ボックスカルバートは，連結ボルトで相互に連結して転倒し難い構造としている。連結ボルトのうち，最も負荷条件の厳しいものについて引抜力を評価した結果，ボルトの許容引張力（許容値）以下となることを確認した（表－３４－１）。

② 転倒評価

４列×９行のボックスカルバート群及びその中に格納可能な HIC９６基※に対して，地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから，転倒しないことを確認した（表－３４－２）。

※遮へい土砂を充填するボックスカルバート４箇所を除いた３２箇所への格納量

③ 吊上げシャフトの耐震性評価

吊上げシャフトについては，HIC の吊下げ，保管をすることはないものの，HIC をボックスカルバート内に収納する際に通過させることから，参考までに耐震評価を実施した。評価の結果，吊上げシャフト架台・吊上げシャフト内緩衝機カバーのアンカーボルトについて許容値を下回ることを確認した（表－３４－３）。なお，吊上げシャフト架台アンカーボルトについては，表－３２－２の水平震度(0.6)の算出時に保守的に鉛直震度を考慮しているので値は変わらない。

④ クレーンの耐震性評価

第三施設クレーンに対し，参考までに地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは，自重による安定モーメントより小さくなることから，転倒しないことを確認した（表－３４－４）。

表－３４－１　連結ボルトの強度評価（１／２）

名称		荷重 V (kN/個)	水平震度	鉛直震度	水平慣性力 H(kN)	重心鉛直距離 h1(m)	転倒モーメント M(kN・m)	重心水平距離 h2(m)	抵抗モーメント Mr(kN・m)
ボックスカルバート１基	下段ボックス	[redacted]	0.60	0.30	100.62	[redacted]	181.72	[redacted]	104.00
	上段ボックス	[redacted]			91.20	[redacted]	547.20	[redacted]	92.78
	蓋＋転落防止架台	[redacted]			28.74	[redacted]	230.13	[redacted]	39.92
	高性能容器３段積	[redacted]			120.63	[redacted]	448.39	[redacted]	168.87
計		[redacted]			341.19		1407.44		405.57

不足モーメント Ms=M-Mr

転倒に対する最大引抜力 P1=Ms/Z　(Z：連結ボルトの断面係数 24.161m・本)

通路側ボックスの滑動抵抗力 Hr=μV　(μ：コンクリート／コンクリートの摩擦係数)

不足活動抵抗力 Hs=H-Hr

滑動に対する最大引抜力 P2=Hs/n　(n：連結ボルトの本数８本)

転倒と滑動による最大引抜力(算出値)P=P1+P2

表－３４－１　連結ボルトの強度評価（２／２）

名称	評価項目	水平震度	水平震度	算出値	許容値	単位
ボックスカルバート連結ボルト	引抜力	0.60	0.30	56	184	kN

連結ボルトの材質：SS400，連結ボルトの径φ36

許容値=使用鋼材の許容荷重×鋼材断面積（許容荷重：235N/mm^2，断面積 787mm^2）

表－３４－２　転倒評価

機器名称		数量	m / w	H [m]	L [m]	水平震度	鉛直震度	M_1 [kN·m]	M_2 [kN·m]
第三施設（HIC96 基とボックスカルバート 36 基）	吸着塔	96	[redacted] [kN]	[redacted]	[redacted]	0.60	0.30	45,290 → 4.6×10^4	52,085 → 5.2×10^4
	ボックスカルバート	36	[redacted] [kN]	[redacted]					
	ボックスカルバート蓋	32	[redacted] [kN]	[redacted]					
	遮へい土砂	4	[redacted] [kN]	[redacted]					

表－３４－３　吊上げシャフトの耐震性評価

名称	評価項目	水平震度	鉛直震度	算出値	許容値	単位
吊上げシャフト架台アンカーボルト	引抜力	0.60	0.30	9,888	31,790	N
吊上げシャフト内緩衝機カバーアンカーボルト	引抜力	0.60	0.30	2,141	31,790	N

【算出値】

重力加速度 g=9.80665 m/s2

設計用水平震度：Kh

設計用垂直震度：Kv=Kh/２

設計用水平地震力：Fh=g×Kh×W

設計用鉛直地震力：Fv＝g×Kv×W

アンカーボルトの引抜力：Rb＝{Fh・Hg－(g・W－Fv) ・Lg}/ {L・Nt}

・吊上げシャフト架台アンカーボルト

質量：W=[redacted] kg

機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルト総本数：Nt=8 本

据え付け面より機器重心までの高さ：Hg=[redacted] cm

検討する方向から見たボルトスパン： L=[redacted] cm

検討する方向から見たボルト中心から機器重心までの距離：Lg=[redacted] cm

・吊上げシャフト内緩衝機カバーアンカーボルト

質量：W=[redacted] kg

機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルト総本数：Nt=6 本

据え付け面より機器重心までの高さ：Hg=[redacted] cm

検討する方向から見たボルトスパン： L=[redacted] cm

検討する方向から見たボルト中心から機器重心までの距離：Lg=[redacted] cm

【許容値】

b. 吊上げシャフトの耐震性評価と同様

表－３４－４　クレーンの耐震性評価

名称	評価項目	水平震度	鉛直震度	算出値	許容値	単位
第三施設クレーン	転倒	0.60	0.30	1.17×10^{6}	1.29×10^{6}	kg･m

【算出値】回転モーメント：M1=Σm*L1*Kh

【許容値】抵抗モーメント：Mr=Σm*L2*(1-Kv)

Kh：設計用鉛直震度

その他の入力値はc．クレーンの耐震評価と同様

2.2.3. 廃スラッジ一時保管施設

(1)構造強度評価

スラッジ貯槽について，設計・建設規格に準拠し，板厚評価を実施した（表－３５）。

$$t=\frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

$=0.86$

$\rightarrow 0.9$

t　：　胴の計算上必要な厚さ

Di　：　胴の内径　（[redacted] mm）

H　：　水頭　（[redacted] mm）

ρ　：　液体の比重　（1.2）

S　：　最高使用温度（50℃）における材料（SS400）の許容引張応力　（100 MPa）

η　：　長手継手の効率　（0.7）

ただし，tの値は炭素鋼，低合金鋼の場合はt=3[mm]以上，その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。また，内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

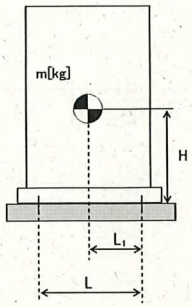
表－３５　スラッジ貯槽板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
スラッジ貯槽	円筒型（横置き）	タンク板厚	3.0	25.0

(2)耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程に準拠して評価を行った結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－３６）。



m ： 機器質量
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
H ： 据付面からの重心までの距離
L ： 基礎ボルト間の水平方向距離
L_1 ： 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
n_f ： 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
n ： 基礎ボルトの本数
A_b ： 基礎ボルトの軸断面積
C_H ： 水平方向設計震度
C_V ： 鉛直方向設計震度 (0)

基礎ボルトに作用する引張力：$F_b = \frac{1}{L}\left(m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1\right)$

基礎ボルトの引張応力：$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$

基礎ボルトのせん断応力：$\tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$

表－３６　スラッジ貯槽の基礎ボルトの強度評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
スラッジ貯槽	基礎ボルト	引張	0.36	11	439	MPa
			0.94	131		
		せん断	0.36	42	337	MPa
			0.94	122		

2.2.4. 第二セシウム吸着装置　同時吸着塔（使用済セシウム吸着塔一時保管施設）

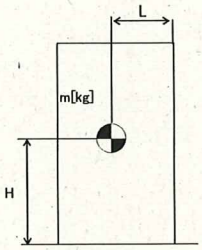
(1)耐震性評価

同時吸着塔（使用済セシウム吸着塔一時保管施設）の耐震性評価は，機器質量及び据付面からの重心までの距離が大きいTYPE-Bにより評価する。

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。なお，同時吸着塔10塔と同時吸着塔を格納する架台2台（一組）で評価を実施した。

評価に用いた数値を表－３７－１に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表－３７－２）。



m　：　機器質量

g　：　重力加速度　(9.80665 m/s^2)

H　：　据付面からの重心までの距離

L　：　転倒支点から機器重心までの距離

C_H　：　水平方向設計震度

地震による転倒モーメント：M_1[N・m]=m×g×C_H×H

自重による安定モーメント：M_2[N・m]=m×g×L

表－３７－１　同時吸着塔（使用済セシウム吸着塔一時保管施設）転倒評価結果数値根拠

機器名称		数量	m [kg] (単体)	H [m]	L [m]	C_H	M_1 [N・m]	M_2 [N・m]
同時吸着塔＋架台	同時吸着塔	10	[redacted]	[redacted]	[redacted]	0.36	1,969,428 → 2.0×10^3 kN・m	4,333,559 → 4.3×10^3 kN・m
	架台	2	[redacted]	[redacted]		0.60	3,282,380 →3.3×10^3 kN・m	

b. 滑動評価

同時吸着塔を格納する架台は，基礎ボルトにて固定していることから基礎ボルトに作用するせん断荷重と許容せん断荷重を比較することより滑動評価を実施した。基礎ボルトの許容せん断荷重は「日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づき次式を用いた。評価の結果，基礎ボルトの破断による滑動が生じないことを確認した（表－３７－２）。

$$q = mg(C_H - \alpha) \div n$$
$$= g(m_v + m_b)(C_H - \alpha) \div n$$
$$q_a = 0.75 \cdot \phi_{S3}\left(0.5 \cdot {}_{SC}a \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c}\right)$$

q ： アンカーボルト一本に作用するせん断荷重
q_a ： アンカーボルト一本当たりの許容せん断荷重
C_H ： 水平方向設計震度 (0.36, 0.60)
m ： 機器重量 (同時吸着塔 mv： [redacted] kg，架台 mb： [redacted] kg)
g ： 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
α ： 機器と床版の摩擦係数 (0.4)
n ： 機器あたりのアンカーボルト本数 ([redacted] 本)
ϕ_{S3}：短期荷重に対する低減係数 (0.6)
${}_{SC}a$： アンカーボルトの定着部の断面積 ([redacted] mm^2)
F_c ： コンクリート設計基準強度 ([redacted] N/mm^2)
E_c ： コンクリートのヤング率 ([redacted] N/mm^2)

C_H=0.36 の場合　　q = -1.81 kN → せん断荷重は発生しない。
C_H=0.60 の場合　　q = 9.03 kN → 10 kN
qa = 77.4 kN→ 77 kN

表－３７－２　同時吸着塔（使用済セシウム吸着塔一時保管施設）耐震評価結果

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
同時吸着塔＋架台 (同時吸着塔 10 塔， 架台 2 台)	転倒	0.36	2.0×10^3	4.3×10^3	kN・m
		0.60	3.3×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	—	kN
		0.60	10	77	

2.2.5. 配管等

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－３８－１に示す。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－３８－２）。

$$t = \frac{PDo}{2S\eta + 0.8P}$$

t ： 管の計算上必要な厚さ

D_0 ： 管の外径

P ： 最高使用圧力[MPa]

S ： 最高使用温度における材料の許容引張応力[MPa]

η ： 長手継手の効率

表－３８－１　配管構造強度評価の計算根拠

評価機器	口径	Sch.	材質	温度[℃]	P[MPa]	Do[mm]	S※[MPa]	η	t[mm]
配管①	50A	20S	SUS316L	50	0.3	60.5	110	1.00	0.082 → 0.09
配管②	80A	20S	SUS316L	50	0.3	89.1	110	1.00	0.121 → 0.13
配管③	50A	20S	SUS316L	50	0.98	60.5	110	1.00	0.269 → 0.27
配管④	80A	20S	SUS316L	50	0.98	89.1	110	1.00	0.395 → 0.40
配管⑤	50A	40	SUS316L	50	0.98	60.5	110	1.00	0.269 → 0.27
配管⑥	80A	40	SUS316L	50	0.98	89.1	110	1.00	0.395 → 0.40
配管⑦	80A	40	SUS329J4L	50	0.98	89.1	110	1.00	0.395 → 0.40
配管⑧	100A	40	SUS329J4L	50	0.98	114.3	110	1.00	0.507 → 0.51
配管⑨	125A	40	SUS329J4L	50	0.98	139.8	110	1.00	0.621 → 0.63
配管⑩	100A	40	SUS316L	50	0.98	114.3	110	1.00	0.507 → 0.51

※：SUS329J4L の許容引張応力は設計･建設規格にて定められていないため，保守的に SUS316L の値を使用。

表－３８－２　配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	必要肉厚（mm）	肉厚（mm）
配管①	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.09	3.5
配管②	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.13	4.0
配管③	50A	20S	SUS316L	0.98	50	0.27	3.5
配管④	80A	20S	SUS316L	0.98	50	0.40	4.0
配管⑤	50A	40	SUS316L	0.98	50	0.27	3.9
配管⑥	80A	40	SUS316L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑦	80A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑧	100A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.51	6.0
配管⑨	125A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.63	6.6
配管⑩	100A	40	SUS316L	0.98	50	0.51	6.0

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが，系統の温度，圧力を考慮して仕様を選定した上で，漏えい試験等を行い，漏えい，運転状態に異常がないことを確認する。従って，耐圧ホースは，必要な構造強度を有していると評価した。

以上

Ⅱ 2.5 汚染水処理設備等の寸法許容範囲について

1. 設備仕様

1.1 中低濃度タンク（円筒型）

(1) RO 濃縮水貯槽

G7エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	8,100	[redacted]
胴板厚さ	16	
底板厚さ	25	
高さ	14,730	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

Dエリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	10,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	25	
高さ	14,565	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

＊1 主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

＊2 最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

(2) 濃縮廃液貯槽，RO 処理水貯槽，蒸発濃縮処理水貯槽

Dエリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	10,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	25	
高さ	14,565	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

(3) 多核種処理水貯槽

J5 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	13,000	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(650A)	12.0	

J2,3 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	16,200	[redacted]
胴板厚さ	18.8	
底板厚さ	12	
底板（アニュラ板）	16	
高さ	13,200	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	12.0	

＊1 主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

＊2 最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

J4 エリア(2,900m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	16,920	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	12	
高さ	12,900	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(650A)	12.0	

J6 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,012	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	9.5	

H1 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	11,622	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	12.0	

＊1　主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

＊2　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

J7 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,012	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	9.5	

J4 エリア(1,160m^3)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	13,000	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(650A)	12.0	

H1 東エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	11,622	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	12.0	

＊1　主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

＊2　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

J8 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	9,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,012	
管台厚さ(100A) STPG370	6.0	[redacted]
管台厚さ(100A) STPT410	6.0	[redacted]
管台厚さ(200A)	8.2	[redacted]
管台厚さ(600A)	12.0	

K3 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	8,100	[redacted]
胴板厚さ	16	
底板厚さ	25	
高さ	14,730	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

＊1 主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

＊2 最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

J9 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	9,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,012	
管台厚さ(100A) STPG370	6.0	
管台厚さ(100A) STPT410	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	12.0	

K4 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	10,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	25	
高さ	14,565	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

H2 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	16,200	[redacted]
胴板厚さ	18.8	
底板厚さ	12	
底板（アニュラ板）	16	
高さ	13,200	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	12.0	

＊1　主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

＊2　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

H4 北エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	11,700	
管台厚さ(100A)	6	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ (760mm　(内径))	12.0	[redacted]

H4 南エリア(1,060m^3)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	10,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	25	
高さ	14,565	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

H4 南エリア(1,140m^3)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	10,440	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	22	
高さ	14,127	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

＊1　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

＊2　主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

G1 南エリア(1,160m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	13,000	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(650A)	12.0	

G1 南エリア(1,330m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	22	
高さ	14,878	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

H5,H6(Ⅰ)エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,012	
管台厚さ(100A) STPG370	6.0	
管台厚さ(100A) STPT410	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	12	

＊1　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

＊2　主要寸法の最大値ならびに最小値(±0.5%)

Bエリア(700m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	8,100	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	14,730	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

B,B南エリア(1,330m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	12	
高さ	14,900	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

H3,H6(Ⅱ)エリア(1,356m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,500	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,112	
管台厚さ(100A) STPG370	6.0	
管台厚さ(100A) STPT410	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	12	

＊1　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の1%以下

G6 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	12	[redacted]
底板厚さ	12	[redacted]
高さ	14,715	[redacted]
管台厚さ(100A)	8.6	[redacted]
管台厚さ(200A)	12.7	[redacted]
管台厚さ(650A)	16.0	[redacted]

G1, G4 南, G4 北, G5 エリア(1,356m³)

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,500	[redacted]
胴板厚さ	12	[redacted]
底板厚さ	12	[redacted]
高さ	12,112	[redacted]
管台厚さ(100A) STPG370	6.0	[redacted]
管台厚さ(100A) STPT410	6.0	[redacted]
管台厚さ(200A)	8.2	[redacted]
管台厚さ(600A)	12	[redacted]
入口配管	100A Sch40	－

＊1　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

(4)Sr 処理水貯槽

K1 北エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	12,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	12,012	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(600A)	9.5	

K2 エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	10,000	[redacted]
胴板厚さ	15	
底板厚さ	25	
高さ	14,565	
管台厚さ(100A)	8.6	
管台厚さ(200A)	12.7	
管台厚さ(600A)	16.0	

K1 南エリア

	主要寸法[mm]	寸法許容範囲
内径	11,000	[redacted]
胴板厚さ	12	
底板厚さ	12	
高さ	13,000	
管台厚さ(100A)	6.0	
管台厚さ(200A)	8.2	
管台厚さ(650A)	12.0	

＊1　主要寸法の最大値ならびに最小値（±0.5%）

＊2　最大内径と最小内径との差が当該断面の呼び内径の 1%以下

以上