

5. 高レベル放射性汚染水処理設備，貯留設備（タンク等），廃スラッジ貯蔵施設，使用済セシウム吸着塔保管施設及び関連設備（移送配管，移送ポンプ等）

5.1. 概要

5.1.1. 現状及び中期的見通し

(1) 汚染水処理設備等の設置の背景と目的

福島第一原子力発電所は，平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波によりタービン建屋等が海水に浸水され，大量の海水が建屋内に滞留した。また，その後の原子炉及び原子炉格納容器の損傷により，炉心冷却水がタービン建屋に流れ込み，滞留していた海水に高濃度の放射性物質が含まれることになった（以下，タービン建屋等に滞留している高レベルの放射性汚染水を「滞留水」という）。

平成 23 年 4 月 2 日には，トレンチのひび割れを通じて滞留水が取水口に直接流出する事象が発生した。当該事象は，平成 23 年 4 月 6 日に止水できたものの，再度の漏えいや別の場所からの漏えいの可能性が否定できないこと及び炉心冷却水の流入，雨水の浸入，地下水の浸透によりタービン建屋等の水位が上昇し，所外放出のリスクが高まったことを踏まえ，以下の理由により，安全な箇所へ滞留水を移送し，処理設備により滞留水に含まれる放射性物質を除去することにした。

- ・ 滞留水を漏えいさせないことを目的に，放射性物質を安全な箇所へ移送，貯留するとともに除去する
- ・ 除去した放射性物質が環境中に移行しがたい性状とすることを目的に，放射性物質を吸着させ固定化する，または凝集する
- ・ 滞留水の発生量を抑制することを目的に，処理済水を原子炉への注水に再利用して循環冷却を構築する

(2) 現状及び中期的見通し

滞留水の移送先として，既存の設備の中から滞留水の受入可能容量，止水工事の施工性等を考慮し，プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋を選定し，平成 23 年 4 月 19 日からプロセス主建屋への移送を開始した。

また，汚染水処理設備は，米国キュリオン社，仏国アレバ社及び国内メーカー（東芝，日立 GENE），協力会社等の協力を経て，平成 23 年 4 月 29 日から現地工事を順次開始し，平成 23 年 6 月 17 日から滞留水の処理（放射性物質の除去等）を開始した。

タービン建屋の水位は，平成 23 年 6 月 17 日において 2 号炉；OP.3,689mm，3 号炉；OP.3,826mm から平成 23 年 10 月 11 日時点において，2 号炉；OP.2,916mm，3 号炉；OP.3,139mm（3 号炉タービン建屋）まで低下している。また，これまで処理した滞留水は，約 124,200m³となっている。

今後は，地下水の浸透により発生する滞留水を抑制するため，原子炉建屋とタービ

ン建屋間の止水が完了するまで、タービン建屋の水位を OP.3,000mm 付近で管理しながら汚染水処理設備等を稼働させていく。

5.1.2. 基本的対応方針及び中期的計画

(1) 現状の設備構成に対する基本的対応方針

平成 23 年 10 月 17 日時点において、汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）、廃スラッジ貯蔵施設、使用済セシウム吸着塔保管施設及び関連設備（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、除染装置）、淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮缶装置）、高濃度滞留水受タンク、中低濃度タンク（サプレッション・プール水サージタンク、廃液供給タンク、RO 後濃縮海水受タンク、濃縮廃液貯槽、RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク）、造粒固化体貯槽(D)、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される。また、現在実施中の工事として、廃スラッジ一時保管施設の設置工事、中低濃度タンクのうち RO 後濃縮海水受タンクの増設工事がある。

これら設備の全体概要を図 5-1 に示す。

タービン建屋等の滞留水をプロセス主建屋、高温焼却炉建屋へ移送・貯留した後、油分を除去し、処理装置（セシウム吸着装置（ゼオライト吸着方式）、第二セシウム吸着装置（ゼオライト吸着方式）、除染装置（凝集沈殿方式）、淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮缶装置）により主要核種や塩分を除去する。また、各装置間には処理水、廃水を保管するための中低濃度タンク（サプレッション・プール水サージタンク、廃液供給タンク、RO 後濃縮海水受タンク、濃縮廃液貯槽、RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク）を設置している。

二次廃棄物となる使用済みのセシウム吸着塔及び廃スラッジは、それぞれ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及び造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設で一時的に貯蔵する。

また、汚染水処理設備等が長期停止する場合を想定し、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋以外の滞留水の貯留用として高濃度滞留水受タンクを設けている。

これらの設備は、追加発生する滞留水を上回る処理能力を有すること及び放射性物質等の濃度を適切な値に低減する能力を有することを前提に、高濃度の放射性液体を扱うことから、以下の安全機能を確保するように設計している。

- ・ 放射性物質の閉じ込め（液体廃棄物の漏えい防止、漏えい拡大防止を含む）
- ・ 放射線遮へい
- ・ 崩壊熱の除去
- ・ 可燃性ガスの滞留防止
- ・ 気体状放射性物質の放出防止

また、汚染水処理設備等は、機器の故障が発生しても早期運転再開が可能なように、原則として動的機器を多重化している。

さらに今後、第二セシウム吸着装置の所内電源系統をセシウム吸着装置、除染装置と分離し、処理装置の多重化を図り信頼性を向上させることを計画している。

(2) 中期的計画

汚染水処理設備は、設計から工事完了まで短期間で実施していること、当社では初めての設備となることから、初期トラブル等、稼働開始以降これまでにいくつかの不具合が生じている。これらの不具合に対して再発防止策等を常に講じ設備の改善を図っており、また、設備の運用を適宜改善し、二次廃棄物発生量の低減等を図っているところである。

汚染水の処理は、炉心冷却のための循環ラインとともに炉心燃料取出完了まで継続的に必要な設備であり、基本方針として循環ラインの段階的な縮小化等と合わせて次期汚染水処理設備の検討を進めている。

継続的に汚染水処理を進めながら、次期汚染水処理設備の検討を進めることから、本設備と次期汚染水処理設備は運転面及び設備面での継続性が必要であり、本設備については次期汚染水処理設備の一部の機能を担うことも想定し、可能な範囲で技術基準に適合するよう運用改善、設備改善を図っていくものとする。

従って、次期汚染水処理設備については新規設備の追設と合わせ、運用・設備改善した本設備の一部継続使用について検討を行い、1年後を目途に設備の設置・システム構築を行う。また、今後の循環ラインの段階的な縮小化等に合わせて設備の改造等を検討・実施していく。

5.2. 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、除染装置）、淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮缶装置）、高濃度滞留水受タンク、中低濃度タンク（サプレッション・プール水サージタンク、廃液供給タンク、RO 後濃縮海水受タンク、濃縮廃液貯槽、RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク）で構成される。

なお、中低濃度タンクのうち、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していたものを使用している。

5.2.1. 設備の設計方針

(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 号炉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、除染装置）は、単独若しくは組み合わせでの運転が可能な設計とする。また、第二セシウム吸着装置の所内電源系統は、セシウム吸着装置、除染装置と分離する。
- 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所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、異なる送電系統で 2 回線以上の外部電源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) 監視

- a. 汚染水処理設備及び貯留設備は、滞留水の処理状況の確認、貯留状況及び漏えいの検知に必要な主要パラメータを監視できる設計とする。
- b. 汚染水処理設備及び貯留設備は、異常を検知し対策を講ずるのに必要なパラメータ

を監視できる設計とする。

(4) 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。

(5) 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。
- c. タンク水位，漏えい検知等の警報については，制御室に表示し，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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。また，気体に含まれる放射性物質濃度を測定するための捕集装置を設ける。

(10) 今後の対応方針

上記設計方針に対し、現在の汚染水処理設備が適合していない項目については、原則として設備の改善を今後図っていく。

5.2.2. 主要設備

1号～4号炉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、高温焼却炉建屋に移送される。

プロセス主建屋、高温焼却炉建屋で貯留された滞留水は、油分の除去を行った後、処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）によりセシウム等の主要核種の除去が行われる。さらに、淡水化装置（逆浸透膜装置、蒸発濃縮缶装置）により塩分の除去が行われ、処理済水となる。

汚染水処理設備等は、原子炉への注水や雨水、地下水の浸透により1年間で追加発生する滞留水量（約150,000m³と推定）及び汚染水処理設備の稼働率（約70%を仮定）を考慮して処理容量1,200m³/日（50m³/h）を100%容量として設計している。ただし、これまでの実績として、セシウム吸着装置と第二セシウム吸着装置を並列運転することにより、1日に1,680m³/日（70m³/h）で処理したこともある。また、移送ポンプも処理容量より多い容量を移送することが可能である。

一方、実際の滞留水発生量は以下の通りとなっている。

- ・平成23年10月6日時点における原子炉への注水量は、1号炉：約3.8m³/h、2号炉：約10.7m³/h、3号炉：約10.4m³/hであり、1日の合計は約600m³。
- ・タービン建屋等の水位測定記録から、雨水、地下水により発生する滞留水量は1日あたり200～500m³（1ヶ月の積算発生量を30日で除した値。1週間の積算発生量を7日で除した場合の1日あたりの最大は1,000m³）※。

※これまでの実績値であり、今後増加することもある。

そのため、短期的には降雨により滞留水発生量の方が処理容量より大きくなる場合もあり、実際に降雨が連続するとタービン建屋等の水位は上昇する。しかしながら、長期的には処理容量の方が滞留水発生量より大きく、タービン建屋等の水位を低下させることが可能である。

(1) 滞留水移送装置

滞留水移送装置の系統構成を図5-2に示す。

滞留水移送装置は、移送ポンプ、耐圧ホース等で構成する。

移送ポンプは、2号炉のタービン建屋及び立坑に容量12m³/h（汚染水処理設備の処理容量の24%に相当）のものを4台、容量20m³/h（汚染水処理設備の処理容量の40%に

相当)のものを1台、3号炉のタービン建屋に容量 $12\text{m}^3/\text{h}$ (汚染水処理設備の処理容量の24%に相当)のものを2台設置している。

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している。

滞留水の移送ラインは、高雰囲気線量下での敷設となることから、放射線業務従事者の線量低減等を考慮して施工が容易な樹脂製(ポリ塩化ビニル)の耐圧ホースを使用している。

ポリ塩化ビニルの放射線照射による影響は、 $10^5\sim 10^6\text{Gy}$ の集積線量において、破断時の伸びの減少等が確認されている。過去の測定において、2号炉タービン建屋の滞留水表面上の線量当量率が 1Sv/h であったことから、耐圧ホースの照射線量率を 1Sv/h と仮定すると、集積線量が 10^5Gy に到達する時間は 10^5 時間(11.4年)と評価される。そのため、耐圧ホースは数年程度の使用によっても放射線照射の影響により大きく劣化することはない。

滞留水移送時は、耐圧ホース周辺が高雰囲気線量となるため、放射線業務従事者が耐圧ホースに容易に接近することがないように建屋内への立入制限を行っている。また、放射線業務従事者が耐圧ホース周辺に接近する必要がある箇所は、鉛毛マット等による補助遮へいを設置している。

滞留水の移送を一時中断する場合は、必要に応じて耐圧ホースの洗浄を行い雰囲気線量の低減を図っている。

また、耐圧ホースは、可撓性を有しているため地震等の相対変位により損傷することはない。ただし、鋼材に比べ、外力に弱く、継手部が溶接構造でないことから漏えいポテンシャルが高い。そのため、以下の対策・対応によりの漏えい防止等を図っている。

a. 漏えい防止対策

所外放出のリスクを小さくする観点から、耐圧ホースは極力建屋内に敷設する。また、建屋間等の屋外敷設箇所のうち、重機による作業や車両の通行があるような箇所は、耐圧ホースを損傷させないようにH鋼材等で保護している。

また、耐圧ホースの継手部にカムロック構造を採用し、カムロックを番線で固縛すること等により、継手が外れない処置を施している。さらに、屋外敷設箇所の継手部については、ゼオライト入りのビニル袋で覆っており、万一継手部から滞留水が漏れた場合にも、セシウム等の核種をゼオライトに吸着させることで、汚染拡大の防止を図る。

b. 漏えいの監視及び漏えい時の措置

滞留水移送時は、プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋に設置した水位計を監視することにより、適切に滞留水が移送されていることを確認している。

また、屋外敷設箇所は、定期的に線量当量率を測定することにより、系外への漏えいがないことを確認している。

万一、漏えいが確認された場合は、滞留水の移送を停止するとともに、漏えい箇所に人が容易に接近できないように隔離し、必要な措置を講じる。

(3) 油分分離装置

油分分離装置は、セシウム吸着装置の上流側に 50%容量のものを 3 台、プロセス主建屋内に設置している。

油分分離装置は、油分が存在するとセシウム吸着装置のゼオライトの吸着性能が低下するため、その上流側に設置して、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、高濃度の滞留水を扱うことから建屋内に設置しており、万一の漏えいにおいても、所外への放射性物質の放出を防止する。

(4) 処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）

a. 処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）の概要

処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）の系統構成を図 5-3 に示す。

セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置は，吸着塔内部に充填されたゼオライト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。

各装置の処理容量は 100%容量となっている。各装置の動的機器は原則多重化し，万一，動的機器が故障した場合にも，残りの系列を用いて運転を継続する。

また，各装置内及び装置間には，処理水等の収集槽や移送のためのポンプを設けている。

b. 処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）の放射線遮へい，被ばく低減に対する考慮

滞留水もしくは高濃度の廃水を扱う処理装置の配管については，放射線業務従事者の線量低減の観点から，人が近づく可能性のある箇所を対象に空間線量当量率が数 mSv/h 以下となるように遮へいを設置している。

保全時には、内包液の排水・洗浄・除染等により対象部位の線量当量率を低下させ、必要に応じて補助遮へいを設置して作業を実施する。

c. 処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）の除染性能

処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）の除染性能は，セシウム吸着装置と除染装置の組み合わせ運転によりセシウム 134，セシウム 137 等の主要核種で除染係数（DF） 10^6 を目標に，第二セシウム吸着装置は単独運転により除染係数（DF） 10^6 を目標に設計している。除染係数（DF）の目標値は，長半減期核種であるセシウム 134，セシウム 137 の滞留水中濃度が 10^6Bq/cm^3 オーダあり，放射線業務従事者の線量を可能な限り低減するためには 10^2Bq/cm^3 以下まで濃度を低減する必要があること及び装置仕様の実現可能性を考慮して設定したものである。装置稼働後の実際の除染係数（DF）を次表，次々表に示す。変動があるものの，概ね目標値を満足するものとなっている。

処理装置（セシウム吸着装置，第二セシウム吸着装置，除染装置）は，各装置の組み合わせもしくは単独により運転が可能なライン構成となっており，当初は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の並列運転としていた。現在は，セシウム吸着装置と第二セシウム吸着装置の並列運転としている。除染装置は，二次廃棄物低減のため，必要な処理量等を考慮しながら運転時間を抑制させることもある。また，セシウム吸着装置は，除染能力を高めるため処理容量を低下して運転させることも可能である。

表 セシウム吸着装置，除染装置の除染係数（核種；セシウム 137）

サンプリング 実施日	DF（セシウム吸着装置）	DF（除染装置）	DF（組み合わせ）
6月22日	4.6E+01	>4.8E+02	>2.2E+04
6月24日	3.5E+01	1.8E+03	6.3E+04
6月26日	6.7E+01	2.0E+03	1.3E+05
6月27日	8.3E+01	>4.5E+04	>3.7E+06
7月5日	4.5E+02	>2.8E+03	>1.3E+06
7月13日	3.1E+02	2.3E+03	7.1E+05
7月28日	4.9E+02	>4.7E+03	>2.3E+06
8月9日	1.1E+02	>1.8E+04	>1.9E+06
9月6日	1.3E+02	2.2E+02	2.9E+04
9月26日	1.6E+04	-（装置停止）	1.6E+04

表 第二セシウム吸着装置の除染係数（核種；セシウム 137）

サンプリング実施日	DF
8月19日	5.7E+04
9月1日	4.8E+05
9月7日	>2.5E+05
9月26日	>2.3E+06

d. セシウム吸着装置

i. セシウム吸着装置の概要

セシウム吸着装置の系統構成を図 5-4 に示す。また、吸着塔の外径図を図 5-5 に示す。

セシウム吸着装置は、高濃度の滞留水を扱うことから、万一の漏えいにおいても所外への放射性物質の放出を防止するため、焼却工作室建屋に約 28m × 約 8m の区域（吸着塔設置部のみの寸法）を確保して設置している。

セシウム吸着装置は、25%容量(300m³/日)のものを4系列配置しており、各系列で多段の吸着塔により除染している。現在は、除染性能を高めるため2系列運転としている。

吸着塔は、重量約 15 トン、外径約 1.4m、高さ約 2.4m の円筒形容器で、内部にゼオライトを充填したステンレス製の容器を、炭素鋼製の遮へい容器が覆う二重構造となっている。また、吸着塔は、吸着装置スキッド内に収容する。

吸着塔の交換頻度は、滞留水の水質や処理容量にも依るが、現在は2系列運転において、1系列あたり2,3日に1体となっている。今後、滞留水に含まれるセシウム等の濃度の低下や塩素濃度の低下により交換頻度は延びる方向となる。

吸着塔の交換作業では放射線業務従事者が吸着塔に接近するため、線量低減の観点からスキッド表面の線量当量率が 4mSv/h 程度になると交換している。

また、交換した吸着塔は、使用済セシウム吸着塔仮保管施設に移送している。

ii. 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔内の水の放射線分解により発生する可燃性ガスは、通水時は処理水とともに排出される。

通水停止時は滞留の恐れがあるため、吸着塔にベントを設け、ベント弁を開操作して通気する。排出された可燃性ガスは、建屋内に放出されることに

なるが、これまでの実績において、建屋内で可燃性ガスが検出されたことはない。また、検出された場合においても、建屋内に設置している局所排風機等を介して排気することができる。

交換した吸着塔は、可燃性ガスの発生抑制のため、内部の水抜きを行っている。

iii. 崩壊熱除去に対する考慮

ゼオライトに吸着した放射性物質の崩壊熱は、通水時は処理水により熱除去される。

通水停止後に、何らかの理由により吸着塔内部の水抜きが実施できない場合、内部水の温度上昇が懸念されるが、内部水の温度上昇幅は1時間あたり約1°Cに過ぎず、状態を確認しながら復旧しても安全上の問題は生じない。

また、保管時における定常状態での吸着塔中心部温度は約360°C、炭素鋼製遮へい容器温度は約40°Cであり、ゼオライトの健全性や鉄の遮へい性能に影響を与えるものではない。

iv. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

吸着塔の内部容器は、耐腐食性、耐応力腐食割れ性を有するSUS316L材を使用しており、腐食により液体廃棄物が漏えいすることはない。万一、漏えいしても、スキッド内部に設置した漏えい検知器により制御室に警報を発生し、運転員が停止操作等の必要な措置を講ずることができる。また、巡視点検等で漏えいがないことを確認している。

e. 第二セシウム吸着装置

i. 第二セシウム吸着装置の概要

第二セシウム吸着装置の系統構成を図5-6に示す。また、吸着塔の外径図を図5-7に示す。

第二セシウム吸着装置は、高濃度の滞留水を扱うことから、万一の漏えいにおいても所外への放射性物質の放出を防止するため、高温焼却炉建屋に約16m×約7mの区域（吸着塔設置部のみの寸法）を確保して設置している。

第二セシウム吸着装置は、50%容量（600m³/日）のものを2系列配置している。

吸着塔は、重量約24トン、外径約1.4m、高さ約3.6mの円筒形容器で、内部にゼオライトを充填したステンレス製の容器を、炭素鋼製の遮へい容器が覆う二重構造となっている。また、遮へい容器は、二重管構造となっており、アニュラス部に鉛を装填している。

吸着塔の交換頻度は、滞留水の水質や処理容量にも依るが、現在は1系列あたり6日に1体となっている。今後、滞留水に含まれるセシウム等の濃度の低下や塩素濃度の低下により交換頻度は延びる方向となる。

吸着塔の交換作業では放射線業務従事者が吸着塔に接近するため、線量低減の観点から吸着塔表面の線量当量率が4mSv/h程度になると交換している。

交換した吸着塔は、内部の水抜きを行い、使用済セシウム吸着塔仮保管施設に移送しており、今後は使用済セシウム吸着塔一時保管施設にも移送する。

ii. 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔内の水の放射線分解により発生する可燃性ガスは、通水時は処理水とともに排出される。

通水停止時は滞留の恐れがあるため、吸着塔にベントを設け、オートベント弁により自動排出する。排出された可燃性ガスは、建屋内に放出されることになるが、これまでの実績において、建屋内で可燃性ガスが検出されたことはない。また、検出された場合においても、建屋内に設置している局所排風機等を介して排気することができる。

また、交換した吸着塔は、可燃性ガスの発生抑制のため内部の水抜きを行っている。

iii. 崩壊熱除去に対する考慮

ゼオライトに吸着した放射性物質の崩壊熱は、通水時は処理水により熱除去される。

通水停止後に、何らかの理由により吸着塔内部の水抜きが実施できない場合、内部水の温度上昇が懸念されるが、内部水の温度上昇幅は1時間あたり約1℃に過ぎず、状態を確認しながら復旧しても安全上の問題は生じない。

また、保管時における定常状態での吸着塔中心部温度は約500℃、鉛遮へい体温度は約100℃であり、ゼオライトの健全性や鉛の遮へい性能に影響を与えるものではない。

iv. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

吸着塔の内部容器は、耐腐食性、耐応力腐食割れ性を有するSUS316L材を使用しており、腐食により液体廃棄物が漏えいすることはない。万一、漏えいしても床面に設置した漏えい検知器により汚染水処理設備の制御室に警報を発し、運転員が停止操作等の必要な措置を講ずることができる。また、巡視点検等で漏えいがないことを確認している。

f. 除染装置

i. 除染装置の概要

除染装置の系統構成を図 5-8 に示す。

除染装置は、高濃度の滞留水を扱うことから、万一の漏えいにおいても所外への放射性物質の放出を防止するため、プロセス主建屋に約 42m×約 16m の区域（加圧浮上分離装置、凝集沈殿装置等の主要装置設置部の寸法）を確保して設置している。

除染装置は、滞留水に放射性物質を吸着する薬品を注入し、吸着剤に付着した放射性物質を凝集剤により凝集・沈殿させ、上澄液とスラッジに分離することで、放射性物質を除去する。

除染装置は、加圧浮上分離装置、反応槽、凝集沈殿装置、ディスクフィルター、薬品注入装置で構成し、100%容量（1,200m³/日）のものを1系列設置している。反応槽及び凝集沈殿装置にて1組の装置を、2段設置することにより除染性能を上げているが、1段の装置での運転も可能である。

加圧浮上分離装置は、滞留水に含まれる懸濁物質や浮遊物質を除去する。

反応槽は、薬品注入装置から吸着剤を注入し放射性物質の吸着を促す。

凝集沈殿装置は、薬品注入装置からの凝集剤の注入により、放射性物質を凝集・沈殿し、上澄液とスラッジに分離する。スラッジは造粒固化体貯槽(D)に排出する。

ii. 可燃性ガスの滞留防止等に対する考慮

除染装置の塔槽類の気相部は、可燃性ガスが滞留する恐れがあることから、排風機により高性能粒子フィルタ、ヨウ素吸着フィルタを介して大気へ放出する。さらに、ダストサンプラ等により、必要に応じて放射性物質濃度を測定している。

iii. 崩壊熱除去に対する考慮

滞留水に含まれる放射性物質の崩壊熱は、通水により熱除去される。

iv. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

炭素鋼製の槽類の接液部には、塗装による防錆処理を施している。

薬品注入装置の機器等は、薬品の性状が強酸性又は強アルカリの場合には、腐食等を防止するため塩化ビニル系やステンレス系の材料を用いている。また、凝集沈殿装置内の水は、強酸性や強アルカリ性とならないように管理している。なお、除染装置で使用する薬品は、いずれも不燃性で反応熱、反応ガスも発生しないことから、火災の観点や人に対する安全性は確認されている。

る。

運転時は、除染装置の周囲は高霧囲気線量下となり巡視点検が困難なことから、制御室から監視カメラにより漏えい監視を行っている。

(5) 淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）

淡水化装置の系統構成を図 5-9 に示す。

淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）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。

淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）は、屋外に設置することから、装置を設置する仮設ハウスの内側に鋼材による堰を設けて漏えい拡大防止を図っている。また、巡視点検等で漏えいがないことを確認している。

淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）の廃水には、ストロンチウムなどのβ線核種が集約されるため、廃水を直接扱う場合にはβ線防護の措置が必要となり、適切な防護具を着用することになっている。

淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）で使用する薬品は、次亜塩素酸ソーダ，重亜硫酸ソーダ，殺菌剤等であり、可燃物ではないものの、暴露等により人に害を与える可能性があるため、保護手袋・保護眼鏡等の防護具を着用して取り扱うとともに、専用容器にて火気のない場所で保管している。また、装置内での反応熱，反応ガスも特に発生しないことから、火災の観点や人に対する安全性は確認されている。

a. 逆浸透膜装置（RO 装置）

逆浸透膜装置は、約 22% 容量（270m³/日）のものを 1 系列，25% 容量（300m³/日）のものを 1 系列，100% 容量（1200m³/日）のものを 2 系列設置している。また、100% 容量の逆浸透膜装置は、50% 容量の逆浸透膜を 2 台設置している。

逆浸透膜装置は、水を通しイオンや塩類など水以外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。処理済水と廃水の生成割合は、設計上約 40 : 60 となっている。

処理済水を原子炉への注水に再使用するため、塩素濃度を可能な限り低くすることが望ましいが、逆浸透膜装置における一般仕様が 250ppm であったことから、目標値として 250ppm 以下を掲げ設計を行った。実際の塩素除去能力は、平成 23 年 9 月 27 日のサンプリングにおいて 44ppm であり、目標値を下回っている。

b. 蒸発濃縮缶装置

蒸発濃縮缶装置は、100% 容量（逆浸透膜装置の廃水のため 720m³/日）に対し、約 2% 容量のものを 1 台，約 4% 容量のものを 1 台，約 7% 容量のものを 1 台，約 11% 容量のものを 2 台，35% 容量のものを 3 台設置している。

蒸発濃縮缶装置は、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）し、処理済水と濃縮廃液に分離する。処理済水と廃水の生成割合は設計上、35%容量のものは約70：30、その他のものは約30：70となっている。

蒸発濃縮缶装置は、濃縮廃液の発生量を低減する観点から、原子炉への注水量や処理済水の保有量等を考慮しながら運転することになっている。

(6) 高濃度滞留水受タンク

a. 高濃度滞留水受タンクの概要

高濃度滞留水受タンクは、28基のタンクから構成され、屋外に地中埋設している。

高濃度滞留水受タンクは、タービン建屋等の滞留水の水位が所外放出レベルに達した場合に、プロセス主建屋に貯留している滞留水を約2,800m³受け入れ、タービン建屋等の滞留水の貯留先を確保するために設けている。所外放出のリスクが低下した場合には、高濃度滞留水受タンクの滞留水をプロセス主建屋に移送する。

b. 漏えい防止対策

高濃度滞留水受タンクは、地中埋設としているため、漏えい防止として以下を考慮したものとしている。

- i. 高濃度滞留水受タンクは、過去に漏えい実績が無く、防災タンクとして利用されているものを使用。
- ii. 漏えいリスクを低減するため、タンク上部（気相部）のみに接続口を設ける。
- iii. 必要な強度を確保し、海水成分による腐食を低減するため、材料に炭素鋼を使用するとともに、十分な腐食代を設けている。土中腐食速度は、最大でも0.2mm/年程度であることに対し（出典「材料環境学入門」（腐食防食協会編，丸善株式会社）），タンク本体の肉厚は9mmを確保している。
- iv. タンク内外面に繊維強化プラスチック（FRP）塗装（内面1mm以上，外面2mm以上）による防錆処理を施している。繊維強化塗装の健全性は，工場試験として塗装膜厚測定，ピンホール検査を実施しているほか，据付後に外観目視点検を実施することにより確認している。
- v. 工場において気密試験を行い漏えいのないことを確認している。

c. 漏えい拡大防止及び漏えい検知

高濃度滞留水受タンクは、難透水性地盤である粘土層（深さ約2.2m）の一部を約1.8m掘削して設置し、その周囲を遮へいのために土を盛っている。粘土層と盛土では、透水係数が3～4桁程度異なるため、タンクから漏えいした水は、タンク下部の粘土層に達した後、粘土層と盛土の界面を広がる。そのため、盛土部と粘土層の界面を通った漏えい水を貯留し、さらに観測できるようにタンクエリア周囲に観測側

溝を設け、観測側溝の水をサンプリング分析することにより漏えいの有無を確認する。また、観測側溝を区切ることにより、漏えいタンクの選定及び汚染範囲を確認する。

さらに、各タンクにレベルスイッチを設け、水位低下により警報を制御室に発することにより監視を行う。

万一、高濃度滞留水受タンクからの漏えいが生じた場合は、タンク内包水をプロセス主建屋へ排出するとともに、必要な措置を講ずる。

なお、タンク設置エリアの難透水性地盤の水平方向の広がり念のため確認するため、ボーリング調査を現在実施している。

(添付資料-1 参照)

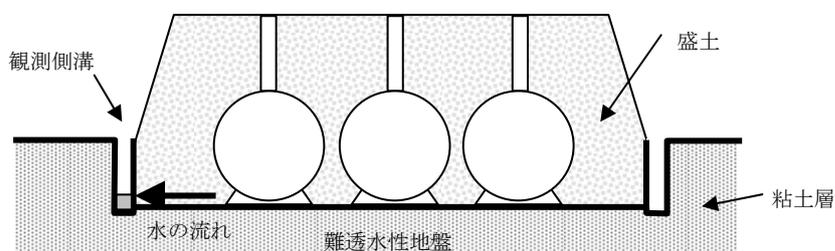


図 タンク設置状況図

d. 放射線遮へい

盛土による遮へいにより、地表面での線量率は、タンクの満水レベルにおいて約 $0.04 \mu\text{Sv/h}$ と評価している。

(7) 中低濃度タンク

中低濃度タンクは、各装置間に設置しており、サブプレッション・プール水サージタンク、廃液供給タンク、RO 後濃縮海水受タンク、濃縮廃液貯槽、RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンクで構成する。

サブプレッション・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屋外に設置されていたもので、処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）により主要核種が除去された水等を保管している。

廃液供給タンクは、処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）により主要核種が除去された水等を貯留するもので、屋外に設置している。

RO 後濃縮海水受タンクは、逆浸透膜装置の廃水を貯留するもので、屋外に設置している。

濃縮廃液貯槽は、蒸発濃縮装置の廃水を貯留するもので、屋外に設置している。

RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンクは、逆浸透膜装置の処理水及び蒸発濃縮装置の処理水を貯留するもので、その水は、処理済水として原子炉への注水に再利用している。

中低濃度タンクは、漏えいがないことを巡視点検で定期的を確認している。

万一、漏えいが発生した場合には、止水、堰設置等の適切な対策を講じる。

平成 23 年 10 月 4 日時点における各タンクの貯留水量及びタンク容量は次表に示す通りである。各タンクは、必要に応じて順次増設しており、現在、RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンクの増設工事を平成 23 年 12 月まで計画している。今後も、必要に応じて増設していく。

表 各タンクの保管水量及びタンク容量

タンク名称	保管水量 [m ³]	運用上のタンク容量 [m ³] (公称容量 [m ³]) (平成 23 年 10 月 11 日時点)	タンク公称容量 [m ³] (平成 23 年 12 月)
サプレッション・プール 水サージタンク	890	3,100 (3,500)	3,500
廃液供給タンク	590	1,200 (1,200)	1,200
RO 後濃縮塩水受 タンク※ ¹	65,653	75,100 (73,800)	116,800
濃縮廃液貯槽	2,989	9,500 (10,000)	20,000
RO 及び蒸発濃縮装置後 淡水受タンク※ ²	8,837	10,900 (11,600)	24,800

※¹ : RO 濃縮水一時貯槽, RO 濃縮水貯槽, 濃縮水受タンクにて構成。

※² : RO 処理水一時貯槽, 濃縮処理水タンク, 蒸発濃縮処理水貯槽にて構成。

(8) 制御室

制御室は、制御盤、制御装置、監視盤を設けており、汚染水処理設備の運転状況並びに主要パラメータの監視及び制御ができる設計としている。制御室の主要監視項目を次表に示す。

制御室では、タンク等の水位、各装置の処理量を監視しながら、流量調整弁の開度調整、インバータ制御ポンプの回転数調整を行っている。

異常がある場合には制御室に警報を発生し、または ITV 画像を確認し、制御室にいる操作員もしくは 1F 免震重要棟に待機している保全部員等により適切な対策を講ずる。また、通常運転時、異常時に想定される主要なパラメータを記録・管理している。

制御盤，制御装置，監視盤はコンテナ内に収容し，コンテナを屋外に設置している。また，放射線業務従事者の線量低減のため，コンテナの周囲には遮へいを設けている。

制御室は，早期火災検知及び早期消火が行えるように，火災感知器及び消火器を設ける。

また，各建屋の滞留水の水位は，水位計を設置し所内の免震重要棟で監視している。

表 制御室での主要監視項目

主要監視項目
・汚染水処理設備工程（工程異常警報）
・流量
・各装置の運転状態（工程異常警報）
・ポンプ，弁の運転状態（ポンプトリップ警報）
・主要タンク液位（レベル高高，レベル低低警報）
・漏えい検知（警報）
・ITV 監視

(9) 電源設備

汚染水処理設備等の電源構成図を図 5-10 に示す。

汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送ポンプ等）は，66kV 大熊線 3L から受電している。また，東北電力東電原子力線 66kV 及び 275kV 大熊線 2L とも接続している。さらに，汚染水処理設備，貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送ポンプ等）は，非常用所内電源とも接続しており，外部電源喪失時には，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ことになる。

また，第二セシウム吸着装置の所内電源系統をセシウム吸着装置，除染装置と分離し，処理装置として機能の多重化を今後図る。

5.2.3. 設備の構造強度等

(1) 基本方針

汚染水処理設備等を構成する機器は，技術基準上，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。）で規定されるものであるが，設計・建設規格は，鋼材を基本とした要求事項を設定したものであり，耐圧ホース等の非金属材料についての基準がない。

従って，鋼材を使用している設備については，設計・建設規格のクラス 3 機器相当

での評価を行い、非金属材料については、当該設備に加わる機械的荷重により損傷に至らないことをもって評価を行う。この際、JIS や独自の製品規格等を有している場合や、試験等を実施した場合はその結果などを活用できるものとし、評価を行う。

また、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つては、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) 主要設備の構造強度

a. ポンプ

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、運転状態に異常が無いことを確認している。

以上のことから、ポンプは、必要な構造強度を有するものと評価している。

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。

b. セシウム吸着塔

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、運転状態に異常が無いことを確認している。

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ている。

以上のことから、吸着塔は、必要な構造強度を有するものと評価している。

c. 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、運転状態に異常が無いことを確認している。

また、配管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ている。

以上のことから、配管は、必要な構造強度を有するものと評価している。

d. 耐圧ホース（樹脂製）

耐圧ホースは、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している。

以上のことから、耐圧ホースは、必要な構造強度を有するものと評価している。

e. タンク・槽類

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無いことを確認している。

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ない。

以上のことから、タンク・槽類は、必要な構造強度を有するものと評価している。

なお、丸形タンクについては、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ている。

(3) その他

腐食、熱による劣化、凍結、生物汚染、ウォータハンマ等の衝撃への対応は以下の通りである。

a. 腐食

海水による炭素鋼の腐食速度は、「材料環境学入門」（腐食防食協会編，丸善株式会社）より、0.1mm/年と評価される。

一方、炭素鋼を使用している配管・機器は、必要肉厚に対して十分な肉厚があり腐食代を有していることを確認している。

セシウム吸着塔は、容器に耐腐食、耐力腐食割れを有する SUS316L 材を用いている。

なお、高濃度の滞留水を扱う機器は、建屋内に設置しており、腐食により万一漏えいが生じたとしても所外に放出するようなことはない。

b. 熱による劣化

滞留水の温度はほぼ常温のため、金属材料の劣化の懸念はない。

c. 凍結

滞留水を移送している過程では、水が流れているため凍結の恐れはない。

滞留水の移送を停止した場合、屋外に敷設されている耐圧ホースは、凍結による破損が懸念される。そのため、高濃度の滞留水を移送している屋外敷設の耐圧ホースに保温材を取り付けることを計画する。

d. 生物汚染

滞留水移送装置の移送ポンプの取水口には、メッシュを設けており、大きな藻等がポンプ内に浸入して機器を損傷させるようなことはない。

また、滞留水を移送している上では有意な微生物腐食等は発生しないと考える。ただし、海水腐食速度（炭素鋼の場合 0.1mm/年）以上の速度で腐食が進み漏えいが生じた場合において、微生物腐食が原因であると判明すれば、生物汚染を考慮した対策を講じていく。

e. ウォータハンマ等の衝撃

試運転時にウォータハンマが発生しないことを確認している。また、ポンプ起動時は、ウォータハンマの発生を防止するため、急激な弁の開閉操作を行わないようにしている。

また、滞留水の温度はほぼ常温のため、配管・機器が熱衝撃を受けることはない。

5.2.4. 耐震性

(1) 基本方針

汚染水処理設備等を構成する機器のうち高濃度の滞留水を内包するものは、耐震設計審査指針上の B クラス相当の設備と位置づけられる（移送ポンプから処理装置出口までが耐震 B クラス相当。以降は放射性物質濃度が低いため耐震 C クラス相当）。

耐震性を評価するにあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」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場合もある。

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。

(2) 主要設備の耐震構造

各機器は、必要な耐震性を確保するため、原則として以下の方針に基づき設計している。

- ・ 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取る）
- ・ 動き難い構造・外れ難い構造（機器を固縛する）
- ・ 座屈が起り難い構造
- ・ 変位よる破壊を防止する構造（配管等に可撓性をを持たせる）

以下に、各装置の具体的な耐震構造を示す。

a. 滞留水移送装置

移送ポンプは、水中ポンプであり地震により有意な応力は発生しない。また、耐圧ホース（樹脂製）も可撓性を有しており有意な応力は発生しない。

b. 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，除染装置）

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，除染装置）は、後打ちアンカ，溶接等で固定するとともに低重心構造としている。さらに、地震により装置が損傷しても漏えい水が所外に流出しないように、建屋内に設置している。

c. 淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）

淡水化装置（逆浸透膜装置，蒸発濃縮缶装置）は低重心構造としている。さらに、地震により装置が損傷しても漏えい水が所外に流出しないように、堰内に設置している。

d. 配管（鋼管）

油分分離装置から処理装置出口までは、高濃度の滞留水を扱うことを考慮し、可能な限り配管（鋼管）で施工している。また、配管（鋼管）の耐震性を確保するため、原子力発電所の配管設計で用いられている定ピッチスパン法によりサポート間隔を決定している。

e. 高濃度滞留水受タンク

高濃度の滞留水を屋外に設置する設備であることから、基準地震動 S_s に対して健全性を維持できるように設計している。

f. 中低濃度タンク

中低濃度タンクは、低重心構造とする。

g. 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は、液体廃棄物処理系の設備として耐震 B クラスの施設として設計されている。

(3) 耐震性の評価

汚染水処理設備等の機器について、地震による転倒の有無について評価した。

その結果、一部の機器において、耐震 B クラスの機器に要求される水平震度 1.8Ci (=0.36G) に対して、転倒の可能性が完全には否定できないことが確認された。ただ

し、当該の機器は建屋内に設置しているため、滞留水が所外に放出されることはなく、周辺公衆に放射線被ばくのリスクを与えることはない。

(4) 地震時の対応

地震が発生した際には、設備の巡視点検を行い、漏えい、設備の健全性を確認する。

5.2.5. 主要仕様

汚染水処理設備等の主要仕様を表 5-1、表 5-2 に示す。

5.2.6 要求事項に対する代替措置

汚染水処理設備等は、概ね設計方針を満足するものであるが、「構造強度」及び「耐震性」については、本来の原子力設備に求められる設計・建設規格で規定された材料や耐震 B クラスの要求事項を一部満足しないものもある。

このため、汚染水処理設備等の運用にあたっては、本来の原子力設備に対して構造強度や耐震性が劣るものと想定し、必要な対応を定めておくこととする。

(1) 運転管理

a. 定期的な巡視点検および地震後の巡視点検

定期的に巡視点検を行い、設備の異常の有無を確認する。

地震が発生した場合、汚染水処理設備等の監視パラメータを確認し、設備の損傷の有無を確認する。パラメータに異常がある場合は、巡視点検による確認を行う。

b. 設備の運転状態の監視

i. 滞留水移送装置

タービン建屋等からプロセス主建屋、高温焼却炉建屋への滞留水移送は、各建屋の水位を免震重要棟で監視しながら、処理装置の稼働状況等を踏まえて、移送元、移送先、移送量、停止時期等を決定し、移送装置を運転する。

ii. 処理装置（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置）等

操作員が制御室に常駐する等により、各装置の運転パラメータを連続して監視し、設備の運転状態に問題がないことを確認する。

c. タービン建屋等の水位監視

タービン建屋等の水位を定期的に監視し、滞留水の所外放出リスクが低いことを

確認する。

(2) 保守管理

汚染水処理設備等は、動的機器、外部電源の多重化を図っているため、これらの機器の単一故障により滞留水の処理機能が喪失した場合でも、切替作業により滞留水の処理の再開が可能である。

そのため、保守管理については、作業に伴う被ばくを極力低減することに重きをおき、巡視点検等を行う中で機器の状態を監視し、異常の兆候が確認された場合に対応を行うこととする。

(3) 不適合管理

汚染水処理設備等で発生した不適合については、安全性・信頼性に対する重要度に応じて、原因を調査し、適切な対策・対応を取ることにしている。具体的な管理項目としては、発生日、装置区分、件名、概要、原因、現状の対策（不適合処置）、追加対策等（是正処置等）としている。

(4) 異常時の措置

a. 機器の単一故障時の対応

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。そのため、機器等の切替作業により、速やかな滞留水の処理が可能である。

b. 処理装置の除染能力が目標性能以下となる場合の対応

セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、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。

しかしながら、万一、所定の除染能力が得られない場合は、以下の対応を行う。

【対応】

下流側の逆浸透膜装置の受け入れ条件（ 10^2Bq/cm^3 オーダ）を満足しない場合、RO及び蒸発濃縮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水を再度セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、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。

c. 降水量が多い場合の対応

気象庁の観測データにおいて、月降水量の最大は、福島県浪江町で 634mm (2006 年 10 月)、富岡町で 615mm (1998 年 8 月) となっている。

一方、降雨があった場合の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。そのため、1 ヶ月あたり 540mm (634mm×0.85%) の降雨があった場合の評価を行う。

建屋水位を上昇させるものとして、上述の降雨以外に、①地下水の流入として 500m³/日、②炉注水量として 600m³/日が想定される。

1 号～4 号炉の滞留水が存在している建屋面積の合計は、約 23,000m² となるため、1 ヶ月に発生する滞留水量の合計は 45,420m³ となる。

各建屋の水位を維持するためには、約 1,520m³/日の滞留水移送・処理が必要となる。移送ポンプは、1 台あたり 20m³/h の運転実績があり、1,920m³/日の滞留水移送が可能である。また、処理装置も実績として 1,680m³/日で処理を実施したことがある。

以上のことから、降水量が多い場合には、滞留水の移送量、処理量を定格より増加させる等の措置をとる。

d. 津波時の対応

海岸線に設置する仮設防潮堤 (高さ 14m) により、余震津波 (7～8m 程度の津波) は防げるものと考ええる。

ただし、予想を上回る津波の襲来を想定すると、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋へ津波が浸入し、処理装置 (セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置) を損傷させる可能性がある。

そのため、大津波警報が出された場合は、装置を停止し、隔離弁を閉めることにより、滞留水の流出を防止する。

e. 滞留水の処理機能喪失時の対応

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、除染装置のそれぞれで単独運転が可能である。また、今後、第二セシウム吸着装置の所内電源系統を、セシウム吸着装置、除染装置と分離する計画としている。さらに、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、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装置が故障する可能性は十分低い。ただし、全装置が長期間停止することを想定し、以下の対応を図る。

- i. タービン建屋等の水位を OP3,000mm 程度で管理し、一定値以上になると炉注水量を調整し、滞留水の発生量を抑制する。

- ii. 復旧までの間, 滞留水の追加発生量を高濃度滞留水受タンク等に貯留することで, 放射性物質の所外放出を防止する。
- iii. セシウム吸着装置もしくは第二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。

5.3. 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。また、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。

使用済セシウム吸着塔仮保管施設は、セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置で使った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。

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は、吸着塔を処理施設等へ移送するまでの間一時貯蔵する。

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受け入れ、廃スラッジ一時保管施設へ移送するまでの間貯蔵する。造粒固化体貯槽(D)は、固体廃棄物処理系の設備として既に設置していたものを改造して使用している。

廃スラッジ一時保管施設は、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。

また、次期汚染水処理設備から発生する二次廃棄物の一時貯蔵の方法については、次期汚染水処理設備の設計を進めていく段階で、その性状及び発生量を踏まえて検討する。

5.3.1. 設備の設計方針

(1) 貯蔵能力

使用済セシウム吸着塔一時保管施設及び廃スラッジ一時保管施設は、汚染水処理設備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

廃スラッジ一時保管施設の動的機器及び駆動電源は、故障により設備が長期間停止することがないように、多重性又は多様性を備えた設計とする。

(3) 監視

- a. 造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設は、廃スラッジの貯蔵状況、除熱状況及び水素の排気状況等を把握するために必要な主要パラメータを監視できる設計とする。
- b. 造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設は、異常を検知し対策を講ずるのに必要なパラメータを監視できる設計とする。

(4) 規格・基準等

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。

(5) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設の機器等は、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、制御室に表示し、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、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は、内部の水を抜いた吸着塔を保管するため、漏えいの可能性はない。

(6) 放射線遮へいに対する考慮

使用済セシウム吸着塔一時保管施設、廃スラッジ一時保管施設の機器等は、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。

(7) 崩壊熱除去に対する考慮

- a. 吸着塔は、崩壊熱を大気に逃す設計とする。
- b. 造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設は、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。

(8) 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔、造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設は、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。

(9) 気体廃棄物の放出に対する考慮

造粒固化体貯槽(D)、廃スラッジ一時保管施設は、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を設ける。

5.3.2. 主要設備

(1) 使用済セシウム吸着塔保管施設

現在、吸着塔の交換頻度は、滞留水の水質や処理容量にも依るが、セシウム吸着装

置では2系列運転において1系列あたり2,3日に1体、第二セシウム吸着装置では1系列あたり6日に1体となっている。この使用済みの吸着塔を一時的に貯蔵するための施設として、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を設けている。

a. 使用済セシウム吸着塔仮保管施設

i. 施設の概要

使用済セシウム吸着塔仮保管施設は、汚染水処理設備の供用開始にあわせ、吸着塔を当面の間貯蔵するために設けた施設である。図 5-11 に使用済セシウム吸着塔仮保管施設概要図を示す。

使用済セシウム吸着塔仮保管施設は、セシウム吸着装置或いは第二セシウム吸着装置の吸着塔の割合にも依るが約400体貯蔵できる。平成23年10月4日時点において、使用済みの吸着塔を232体（内訳：セシウム吸着装置吸着塔228体、第二セシウム吸着装置吸着塔16体）貯蔵している。

また、使用済セシウム吸着塔仮保管施設には、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のろ過水による洗浄、水抜きを実施する装置等を設置している。門型クレーンは、地震で吸着塔に倒れないように、使用後は保管エリアの端で待機させている。

セシウム吸着装置吸着塔は、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に収納した状態で、鉄板養生の上に貯蔵している。

第二セシウム吸着装置吸着塔は、輸送用の容器に収納した状態で、鉄板養生の上に貯蔵している。

ii. 放射線遮へいに対する考慮

セシウム吸着装置吸着塔は、炭素鋼製の遮へい容器及びコンクリート製ボックスカルバートにより放射線を遮へいする。

第二セシウム吸着装置吸着塔は、鉛を装填した炭素鋼製の遮へい容器により放射線を遮へいする。

iii. 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔は、可燃性ガスの発生を抑制するために、内部の水抜きを行い保管している。また、ベントを開けた状態で保管することにより、可燃性ガスを大気に放出する。

iv. 崩壊熱除去に対する考慮

放射性物質の崩壊熱は、大気への放熱により除去する。

セシウム吸着装置吸着塔の場合、保管時における定常状態での吸着塔中心部温度は約 360℃、炭素鋼製遮へい容器温度は約 40℃であり、ゼオライトの健全性や鉄の遮へい性能に影響を与えるものではない。

第二セシウム吸着装置吸着塔の場合、保管時における定常状態での吸着塔中心部温度は約 500℃、鉛遮へい体温度は約 100℃であり、ゼオライトの健全性や鉛の遮へい性能に影響を与えるものではない。

v. 放射性物質の漏えい等に対する考慮

吸着塔内部の水を抜いた後に貯蔵するため、基本的に漏えいの可能性はない。

なお、吸着塔内部の水に含まれていた核種は、水抜きとともに排出される。また、セシウム等の主要核種は吸着塔内のゼオライトに化学的に吸着しており、地震によっても吸着塔は転倒しないことから、セシウム吸着塔内の放射性物質が漏えいし難い構造となっている。

さらに、吸着塔の容器は耐腐食性、耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材を使用している。

b. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

i. 施設の概要

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は、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る。図 5-12 に使用済セシウム吸着塔一時保管施設概要図を示す。

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は、約 OP.34,000mm の地点に設置する。

使用済セシウム吸着塔一時保管施設は、約 210m (南北方向) × 約 40m (東西方向) の区域に、セシウム吸着装置吸着塔を 544 体、第二セシウム吸着装置吸着塔を 200 体貯蔵できる。ただし、吸着塔の貯蔵割合は、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置の運用状況により変わる場合もある。

平成 23 年 10 月 11 日時点において、使用済セシウム吸着塔仮保管施設では、セシウム吸着装置吸着塔を 228 体、第二セシウム吸着装置吸着塔を 16 体貯蔵している。また、吸着塔の交換頻度は、滞留水の水質や処理容量にも依るが、現在の運転状態においてセシウム吸着装置では 2 系列運転において 1 系列あたり 2.3 日に 1 体、第二セシウム吸着装置では 2 系列運転において 1 系列あたり 6 日に 1 体となっている。現状の交換頻度から予測される今後 1 年間の発生量はセシウム吸着装置吸着塔約 300 体、第二セシウム吸着装置吸着塔約 130 体となる。今後、滞留水に含まれるセシウム等の濃度の低下や塩素濃度の低下により交換頻度は延びる方向となるため、使用済セシウム吸

着塔一時保管施設は、今後1年間に発生する使用済みの吸着塔を十分に保管することができる。また、使用済の吸着塔の発生本数を管理し、必要に応じて増設を行う。

また、現在使用済の吸着塔は貯蔵していないが、今後、使用済セシウム吸着塔仮保管施設等から吸着塔を受け入れる予定である。

使用済セシウム吸着塔一時保管施設には、吸着塔を取り扱うための門型クレーン等を設置している。門型クレーンは、地震で吸着塔に倒れないように、使用後は保管エリアの端で待機させる。

セシウム吸着装置吸着塔は、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に収納した状態で、鉄筋コンクリート床版上に貯蔵する(図5-13参照)。

第二セシウム吸着装置吸着塔は、保管用スキッド(吸着塔5基×スキッド2列)に収納した状態で、鉄筋コンクリート床版上に貯蔵する(図5-14参照)。また、雨水が吸着塔内に浸入しないようベントに雨水防止板を取り付ける。

ii. 放射線遮へいに対する考慮

セシウム吸着装置吸着塔は、炭素鋼製の遮へい容器及びコンクリート製ボックスカルバートにより放射線を遮へいする。さらに、スカイシャイン対策としてコンクリート製の蓋を被せる。

第二セシウム吸着装置吸着塔は、鉛を装填した炭素鋼製の遮へい容器により放射線を遮へいする。

また、使用済セシウム一時保管施設からの放射線による影響を評価したところ、近辺の汚染水処理設備制御室の線量率で $0.24 \mu\text{Sv/h}$ であり、放射線業務従事者に過度の放射線被ばくのリスクを与えることはない。

iii. 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

吸着塔は、可燃性ガスの発生を抑制するために、内部の水抜きを行い保管する。また、ベントを開けた状態で貯蔵することにより、可燃性ガスを大気に放出する。

さらに、セシウム吸着装置吸着塔に被せるコンクリート製の蓋は、吸着塔内部で発生する可燃性ガスがボックスカルバート内に滞留しないように通気口を設けている。

iv. 崩壊熱除去に対する考慮

放射性物質の崩壊熱は、大気への放熱により除去する。

セシウム吸着装置吸着塔の場合、ボックスカルバートに収納しない場合に

において、保管時における定常状態での吸着塔中心部温度は約 360℃、炭素鋼製遮へい容器温度は約 40℃である。一方、コンクリート製ボックスカルバートの保温性を考慮した場合、吸着塔中心部温度は約 470℃、炭素鋼製遮へい容器温度は約 100℃となるが、ゼオライトの健全性や鉄の遮へい性能に影響を与えるものではない。

第二セシウム吸着装置の吸着塔の場合、保管時における定常状態での吸着塔中心部温度は約 500℃、鉛遮へい体温度は約 100℃であり、ゼオライトの健全性や鉛の遮へい性能に影響を与えるものではない。

v. 放射性物質の漏えい等に対する考慮

吸着塔内部の水を抜いた後に貯蔵するため、基本的に漏えいの可能性はない。

なお、吸着塔内部の水に含まれていた核種は、水抜きとともに排出される。また、セシウム等の主要核種は吸着塔内のゼオライトに化学的に吸着しており、地震によっても吸着塔は転倒しないことから、セシウム吸着塔内の放射性物質が漏えいし難い構造となっている。

さらに、吸着塔の容器は耐腐食性、耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材を使用している。

(2) 廃スラッジ貯蔵施設

除染装置では、凝集沈殿によりセシウム等の核種を除去するため、二次廃棄物としてスラッジが発生する。このスラッジを貯蔵するための施設として、既存の固体廃棄物処理系の設備である造粒固化体貯槽(D)を使用するとともに、廃スラッジ一時保管施設を設ける。

a. 造粒固化体貯槽(D)

i. 設備の概要

造粒固化体貯槽(D)は、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されている。

造粒固化体貯槽(D)は、汚染水処理設備の供用開始にあわせ、除染装置で発生したスラッジを一時的に受け入れる設備として使用している。廃スラッジ一時保管施設完成後には、スラッジを廃スラッジ一時保管施設に移送する。

造粒固化体貯槽(D)は、スラッジを 700m³ 貯蔵できる。平成 23 年 10 月 4 日時点における貯蔵量は、581m³ となっている。ただし、槽内で静置することで、凝集沈殿物（スラッジ）と上澄液に分離でき、今後、上澄液を抜き、貯蔵容量を確保する計画でいる。

ii. 崩壊熱除去に対する考慮

造粒固化体貯槽(D)は、貯槽内部に設置した熱交換器と屋外に設置した空冷チラーによりスラッジの崩壊熱を除去することで、貯槽内温度を 25℃程度に管理する設計としている。また、空冷チラーは多重化しており、電源構成は汚染水処理設備と同様となっている。

ただし、貯槽内の崩壊熱量が低く (1cm³あたり 10⁻⁵W 程度)、これまで空冷チラーを運転した実績がなく、貯槽内の温度は 30℃以下で推移している。このため、スラッジに含まれる放射性物質による崩壊熱は、安全機能に影響を及ぼすことはない。

iii. 可燃性ガスの滞留防止に対する考慮

造粒固化体貯槽(D)内の水の放射線分解により発生する可燃性ガスは、除染装置に設置されている排風機により排気している。また、換気ラインにベントを設け、排風機の機能停止時には、ベント弁を開操作することで可燃性ガスを大気へ放出する設計としている。

iv. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

造粒固化体貯槽(D)は、建物と一体のピット構造となっているため、建屋外への漏えいの可能性は低いが、念のため漏えい防止策としてコンクリート保護材を塗布している。

また、造粒固化体貯槽(D)におけるスラッジの貯蔵状況は、汚染水処理設備の制御室において、液位、排風機の運転状況を確認することで監視している。また、スラッジの貯蔵量は、液位の他に、滞留水の処理量及び薬品注入量からも管理している。

b. 廃スラッジ一時保管施設

i. 施設の概要

廃スラッジ一時保管施設は、スラッジ貯槽、セル、オフガス処理系、圧縮空気系及びスラッジ貯槽等を収容するスラッジ貯槽建屋、圧縮空気系の機器等を収容するユーティリティ建屋で構成する。廃スラッジ一時保管施設の概要を図 5-15 に示す。

スラッジ貯槽は、8 槽からなり 1 槽は万一スラッジ貯槽から漏えいがあった場合の入替先として扱う。1 槽あたりの有効容量は 90m³ であり、造粒固化体貯槽(D)からのスラッジを 630m³ 貯蔵できる。また、スラッジ貯槽内にバブリング管を収容する。

セルは、スラッジ貯槽を収容するコンクリート製の囲いで、漏えい検知のためのドリフトレイを収容する。

オフガス処理系は、スラッジ貯槽内の気相部を負圧に維持する。

圧縮空気系は、スラッジ貯槽の気相部に空気を供給し、可燃性ガスを掃気するとともに、貯槽内のバブリング管に空気を供給し、スラッジを攪拌する。

廃スラッジ一時保管施設の動的機器は、原則として多重化する。

スラッジ貯槽建屋、ユーティリティ建屋は、約 OP.34,000mm の地点に設置する。スラッジ貯槽建屋は、スラッジ貯槽、セル、オフガス処理系等を収容する。ユーティリティ建屋は、制御室、電気品等を収容する。

ii. 崩壊熱除去に対する考慮

スラッジに含まれる崩壊熱は、造粒固化体貯槽(D)での実績から、十分低く安全機能に影響を及ぼすものでないことから、自然放熱により除去する設計とする。また、貯槽内のバブリング管によりスラッジを攪拌することで、崩壊熱の集中化を防止する。

iii. 可燃性ガスの滞留防止等に対する考慮

水の放射線分解により発生するスラッジ貯槽内の可燃性ガスは、貯槽気相部に圧縮空気系から空気を供給するとともに、オフガス処理系により貯槽内の気体を大気に放出することで、貯槽内での滞留を防止する。また、オフガス処理系には、放射性物質を捕獲する高性能粒子フィルタを設けるとともに、ダスト放射線モニタを設置し異常の有無を監視する。

さらに、貯槽内のバブリング管によりスラッジを攪拌することで、スラッジ内での可燃性ガスの滞留を防止する。

iv. 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

スラッジ貯槽は、塩分を含むスラッジを貯蔵することから、海水飛沫帯の50°Cで想定される腐食速度0.25mm/年を考慮して容器厚さを2.5cmとしている。

セルは、スラッジ貯槽を収容するコンクリート製の囲いで、スラッジ貯槽の漏えい検知のため、ドリフトレイを設置する。漏えいを検知すると、制御室に警報を発する。また、漏えいした貯槽内のスラッジは、予備のスラッジ貯槽へ移送する。

v. 放射線遮へいに対する考慮

スラッジ貯槽からの放射線は、スラッジ貯槽建屋外壁で線量率が 1mSv/h となるように貯槽周囲のセル（厚さ約 1m）及び建屋（厚さ約 0.5m）を設計している。

vi. 監視

ユーティリティ建屋に設置する制御室は、制御盤、制御装置を設け、主要パラメータの監視及び制御ができ、汚染水処理設備の制御室においても監視及び制御ができる設計とする。崩壊熱除去及び可燃性ガスの排気は、建屋換気空調系またはオフガス処理系の運転状態により監視する。

スラッジ貯槽からの漏えいは、ドリフトトレイに設けた漏えい検知器からの信号により監視するとともに、スラッジ貯槽の液位による監視も行う。

異常がある場合には制御室に警報を発生し、制御室にいる操作員もしくは 1F 免震重要棟に待機している保全部員等により適切な対策を講ずる。

vii. 電源

廃スラッジ一時保管施設の電源構成図を図 5-16 に示す。外部電源の受電系統等は今後の詳細設計により決定するが、非常用所内電源とも接続し、外部電源喪失時には、他の設備負荷を考慮しながら復旧する。

5.3.3. 設備の構造強度等

(1) 基本方針

セシウム吸着塔は、5.2.5 項に示した通り材料証明書等はないが必要な構造強度を有するものと評価している。

造粒固化体貯槽(D)は、固体廃棄物処理系の既存設備であり、プロセス主建屋と一体のピット構造のため、十分な構造強度を有している。

廃スラッジ一時保管施設を構成する機器のうち放射性物質を内包する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」で定めるクラス 3 機器と位置付けら、原則としてクラス 3 機器に要求される基準を満足するように設計する。万一適合しないものがある場合においても、温度、圧力、使用環境等を考慮し、一般民間規格に従う産業品を使用するとともに、機器の設計、製作、設置、検査等の各段階において、適切なものとなっていることを確認し、クラス 3 機器と同等以上の構造強度を持たせる。

(2) 主要設備の構造強度

- 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一時保管施設
セシウム吸着塔は, 5.2.3.項に示した通り材料証明書等はないが必要な構造強度を有するものと評価している。
- b. 造粒固化体貯槽(D)
造粒固化体貯槽(D)は, 固体廃棄物処理系の既存設備であり, プロセス主建屋と一体のピット構造となっている。
- c. 廃スラッジ一時保管施設
廃スラッジ一時保管施設を構成する機器のうち放射性物質を内包する機器は, 原則としてクラス3機器の要求を満足するように設計する。

(3) その他

腐食, 熱による劣化, 凍結, 生物汚染, ウォータハンマ等の衝撃への対応は以下の通りである。

- a. 腐食
セシウム吸着塔は, 吸着塔内の水を抜いた状態で保管し, 容器に耐腐食性, 耐応力腐食割れ性を有する SUS316L 材を用いている。
スラッジ貯槽は, 想定される腐食速度 0.25mm/年に対して肉厚 2.5cm を有しており, 十分な腐食代を有している。
- b. 熱による劣化
温度が低いため金属材料の劣化の懸念はない。
- c. 凍結
造粒固化体貯槽(D), 廃スラッジ一時保管施設のスラッジ貯槽は, 建屋内に設置するため, 凍結することはない。
- d. 生物汚染
セシウム吸着塔は, 水を抜いた状態で保管するため, 生物汚染が問題となることはない。
造粒固化体貯槽(D)は内面にコンクリート保護材を塗布しており, 微生物腐食は発生しない。
スラッジ貯層は高線量下なので微生物の影響はないと考える。

5.3.4. 耐震性

(1) 基本方針

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を構成する機器は，耐震設計審査指針上の 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の耐震性に関する評価にあたっては，「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」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，スラッジ貯槽建屋は及びユーティリティ建屋は，耐震 B クラスの建物として評価を行う。

(2) 主要設備の耐震構造

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

- ・ 倒れ難い構造
- ・ 動き難い構造

以下に，各装置の具体的な耐震構造を示す。

a. セシウム吸着塔

i. セシウム吸着装置吸着塔

吸着塔は，コンクリート製ボックスカルバートに収納して保管する。このような状態で，耐震 B クラスの施設で要求される水平震度に対して転倒しないように設計する。

ii. 第二セシウム吸着装置吸着塔

吸着塔は，保管用のスキッドに収納して保管する。このような状態で，耐震 B クラスの施設で要求される水平震度に対して転倒しないように設計する。

b. 造粒固化体貯槽(D)

造粒固化体貯槽は，耐震 B クラスのプロセス主建屋と一体のピット構造となっている。

c. 廃スラッジ一時保管施設

i. スラッジ貯槽

スラッジ貯槽は、低重心構造とし、耐震 B クラスの施設で要求される水平震度に対して十分耐えうる設計とする。

ii. スラッジ貯槽建屋

スラッジ貯槽建屋は、地上 1 階建で、平面が約 24m（南北方向）×約 63m（東西方向）の鉄筋コンクリート造の建物である。

iii. ユーティリティ建屋

ユーティリティ建屋は、地上 1 階建で、平面が約 12m（南北方向）×約 65m（東西方向）の鉄骨造の建物である。

(3) 耐震性の評価

吸着塔及びスラッジ貯槽について、地震による転倒の有無について評価した結果、耐震 B クラスの機器に要求される水平震度 1.8C_i（C_i：地震層せん断力係数）に対し、転倒しないことを確認している。

造粒固化体貯槽は、固体廃棄物処理系の設備として耐震 B クラスで設計されており要求を満足している。

スラッジ貯槽建屋、ユーティリティ建屋は、耐震 B クラスの建物に要求される水平震度 1.5C_i（C_i：地震層せん断力係数）に対し、構造物が健全であることを確認している。

(4) 地震時の対応

地震が発生した際には、設備の巡視点検を行い、漏えい、設備の健全性を確認する。

5.3.5. 主要仕様

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主要仕様を表 5-3 に示す。

5.3.6. 要求事項に対する代替措置

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、概ね設計方針を満足するものであるが、「構造強度」については、本来の原子力設備に求められる設計・建設規格で規定された材料の要求事項を一部満足しないものもある。

このため、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の運用にあたっては、本来の原子力設備に対して構造強度が劣るものと想定し、必要な対応を

定めておくこととする。

また、廃スラッジ一時保管施設については、今後の詳細設計を踏まえ、具体的な運用を定めることとする。

(1) 運転管理

定期的に巡視点検を行い、設備の異常の有無を確認する。

地震が発生した場合、汚染水処理設備等の監視パラメータを確認し、設備の損傷の有無を確認する。パラメータに異常がある場合は、巡視点検による確認を行う。

(2) 保守管理

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、静的に吸着塔を保管する施設であり、安全機能が喪失することはない。

そのため、保守管理については、作業に伴う被ばくを極力低減することに重きをおき、巡視点検等を行う中で機器の状態を監視し、異常の兆候が確認された場合に対応を行うこととする。

(3) 不適合管理

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で発生した不適合については、安全性・信頼性に対する重要度に応じて、原因を調査し、適切な対策・対応を取ることにしている。具体的な管理項目としては、発生日、装置区分、件名、概要、原因、現状の対策（不適合処置）、追加対策等（是正処置等）としている。

(4) 異常時の措置

a. 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、動的機器や外部電源を多重化している。そのため、機器等の切替作業により、速やかな安全機能の回復が可能である。

b. 外部電源喪失時の対応

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、セシウム吸着塔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、貯槽内気相部の排気についてはベントラインを設けており、手動弁を開操作することで可燃性ガスを放出することが可能である。また、コンプレッサーによる掃気、

仮設コンプレッサーによる掃気が可能であり，更に窒素ポンベ等が接続可能なように取合口を設けている。

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。

- i. 建屋外に電源車の接続口を設置
- ii. 仮設排風機の接続が可能なように取合口を設置
- iii. 排風機バイパスラインを設け，手動弁を開操作することで，可燃性ガスを放出

5.4. 今後の計画

5.1～5.3 項に示した通り，滞留水の所外放出防止，汚染水処理設備等の安定な稼働等を目的に，

- ・ 次期汚染水処理設備検討（概念設計，仕様検討を含む）
- ・ 高濃度滞留水受タンク設置
- ・ RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク設置
- ・ 屋外敷設箇所耐圧ホースの凍結防止
- ・ 第二セシウム吸着装置の電源分離
- ・ 廃スラッジ一時保管施設設置

の検討，設置工事を実施していく。表 5-4 に今後の計画を示す。

5.5. 添付資料

添付資料－1：高濃度滞留水受タンク設置部の難透水性地盤の評価

表 5-1 汚染水処理設備等の主要仕様

(1) 2号機タービン建屋滞留水移送ポンプ		
台数	5	
容量	12m ³ /h (1台あたり)	(4台)
	20m ³ /h	(1台)
揚程	30m	
(2) 3号機タービン建屋滞留水移送ポンプ		
台数	2	
容量	12m ³ /h (1台あたり)	
揚程	30m	
(3) プロセス主建屋滞留水移送ポンプ		
台数	2	
容量	50 m ³ /h (1台あたり)	
揚程	38.5m	
(4) 高温焼却炉建屋滞留水移送ポンプ		
台数	2	
容量	40m ³ /h (1台あたり)	
揚程	41m	
(5) 油分分離装置処理水移送ポンプ		
台数	2	
容量	50m ³ /h (1台あたり)	
揚程	41m	
(6) セシウム吸着処理水移送ポンプ		
台数	2	
容量	50m ³ /h (1台あたり)	
揚程	41m	

(7) 除染装置処理水移送ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	20m

(8) SPT廃液抽出ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	30m

(9) SPT受入水移送ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(10) 廃液RO供給ポンプ

台数	2
容量	70m ³ /h (1台あたり)
揚程	30m

(11) RO処理水供給ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(12) RO処理水移送ポンプ

台数	4
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(13) RO濃縮水供給ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(14) RO濃縮水貯槽移送ポンプ

台数	4
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(15) RO濃縮水移送ポンプ

台数	12
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(16) 濃縮水供給ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	50m

(17) 蒸留水移送ポンプ

台数	2
容量	40m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(18) 濃縮処理水供給ポンプ

台数	2
容量	40m ³ /h (1台あたり)
揚程	50m

(19) 蒸発濃縮処理水移送ポンプ

台数	2
容量	50m ³ /h (1台あたり)
揚程	75m

(20) 濃縮水移送ポンプ

台数	2
容量	40m ³ /h (1台あたり)
揚程	50m

(2 1) 高レベル滞留水受タンク

合計容量 (公称)	2,800 m ³
基 数	28 基
容量 (単機)	100m ³ /基

(2 2) 油分分離装置処理水タンク

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

(2 3) セシウム吸着処理水タンク

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

(2 4) 除染装置処理水タンク

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

(2 5) サプレッションプール水サージタンク

基 数	2 基
容 量	3,500 m ³ /基

(2 6) S P T 受入水タンク

基 数	1 基
容 量	85 m ³

(2 7) 廃液供給タンク

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

(2 8) R O 処理水受タンク

基 数	1 基
容 量	85 m ³

(29) RO処理水一時貯槽	
合計容量 (公称)	5,000m ³
基数	139基
容量 (単機)	16~42 m ³ /基
(30) RO濃縮水受タンク	
基数	1基
容量	85 m ³
(31) RO濃縮水一時貯槽	
合計容量 (公称)	8,000m ³
基数	295基
容量 (単機)	16~42 m ³ /基
(32) RO濃縮水貯槽	
合計容量 (公称)	65,000m ³
基数	225基
容量 (単機)	100~1100 m ³ /基
(33) 濃縮水受タンク	
合計容量 (公称)	800m ³
基数	26基
容量 (単機)	40 m ³ /基
(34) 蒸留水タンク	
合計容量 (公称)	94m ³
基数	3基
容量 (単機)	40 m ³ /基
(35) 濃縮処理水タンク	
合計容量 (公称)	1,600m ³
基数	52基
容量 (単機)	40m ³ /基

(36) 蒸発濃縮処理水貯槽

合計容量 (公称)	5,000m ³
基数	5 基
容量 (単機)	1,100m ³ /基

(37) 濃縮水タンク

合計容量 (公称)	150m ³
基数	5 基
容量 (単機)	40m ³ /基

(38) 濃縮廃液貯槽

合計容量 (公称)	10,000m ³
基数	100 基
容量 (単機)	100m ³ /基

(39) 油分分離装置

台数	3
容量	1,200 m ³ /日 (2 台で 100%容量)
性能	出口にて浮遊油 100ppm 以下 (目標値)

(40) セシウム吸着装置

系列数	4
処理量	1,200 m ³ /日
除染係数	10 ³ ~10 ⁵ 程度

(41) 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	10 ⁴ ~10 ⁶ 程度

(42) 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	10 ³ 程度

(4 3) 淡水化装置 1 (逆浸透膜装置)

(RO-1A) 处理量	270 m ³ /日
淡水化率	約 40%
(RO-1B) 处理量	300 m ³ /日
淡水化率	約 40%
(RO-2) 处理量	1,200 m ³ /日
淡水化率	約 40%
(RO-3) 处理量	1,200 m ³ /日
淡水化率	約 40%

(4 4) 淡水化装置 2 (蒸発濃縮缶装置)

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

表 5-2 汚染水処理設備等の主要配管仕様

名 称	仕 様	
2号機立坑から 集中廃棄物処理建屋まで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 50℃
3号機タービン建屋から 集中廃棄物処理建屋まで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	80A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 50℃
プロセス主建屋地下から プロセス主建屋3階取り合いまで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 1.0MPa 50℃
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)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
油分分離装置入口ヘッダーから 油分分離装置処理水タンクまで (鋼管)	口径／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)	口径／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)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch.40 SUS316L 1.37MPa 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)	口径／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)	口径／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)	口径 ／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℃

名 称	仕 様	
除染装置出口から 除染装置処理水タンクまで (鋼管)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
除染装置処理水タンクから S P T 建屋 2 階取り合いまで (鋼管)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.37MPa 66℃
S P T 建屋 2 階取り合いから S P T (B) まで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 1.0MPa 50℃
高温焼却炉建屋地下から 高温焼却炉建屋 1 階取り合いまで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 1.0MPa 50℃
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)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A／Sch.80 STPG370,STPT370 0.98MPa 40℃
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)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A,80A,100A／Sch.80 STPG370,STPT370 1.0MPa 66℃
第二セシウム吸着装置出口から 高温焼却炉建屋 1 階取り合いまで (鋼管)	口径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A／Sch.80 STPG370,STPT370 0.98MPa 40℃
高温焼却炉建屋 1 階取り合いから S P T (B) まで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 1.0MPa 50℃
S P T (B) から S P T 受入水タンクまで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 1.0MPa 60℃
S P T 受入水タンクから 廃液 RO 供給タンクまで (耐圧ホース)	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 60℃

名 称	仕 様	
廃液RO供給タンクから 淡水化装置（ROユニット）まで （耐圧ホース）	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 60℃
RO濃縮水受タンクから RO濃縮水一時貯槽まで （耐圧ホース）	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 60℃
RO処理水受タンクから RO処理水一時貯槽まで （耐圧ホース）	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 60℃
RO処理水一時貯槽から バッファタンクまで （耐圧ホース）	口径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A ポリ塩化ビニル 0.98MPa 60℃

表 5-3 使用済セシウム吸着塔保管施設, 廃スラッジ貯蔵施設の主要仕様

(1) 使用済セシウム吸着塔仮保管施設	
吸着塔保管体数	約 400 体
(2) 使用済セシウム吸着塔一時保管施設	
吸着塔保管体数	544 体 (セシウム吸着装置)
	200 体 (第二セシウム吸着装置)
(3) 造粒固化体貯槽(D)	
スラッジ保管容量	700m ³
(4) 廃スラッジ一時保管施設	
スラッジ保管容量	630m ³
スラッジ貯層基数	8 基
スラッジ貯層容量	90m ³ /基

表 5-4 今後の計画

	平成 23 年度						平成 24 年度			
	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	第一四半期	第二四半期	第三四半期	第四四半期
次期汚染水処理設備 設置	現在，次期汚染水処理設備の概念，仕様等を検討中。									
中低濃度タンク設置 (RO 及び蒸発濃縮装置後 淡水受タンク設置)	RO 及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク						必要に応じて中低濃度タンクを増設			
屋外敷設箇所耐圧ホース の凍結防止										
第二セシウム吸着装置の 電源分離										
廃スラッジ一時保管施設 設置										

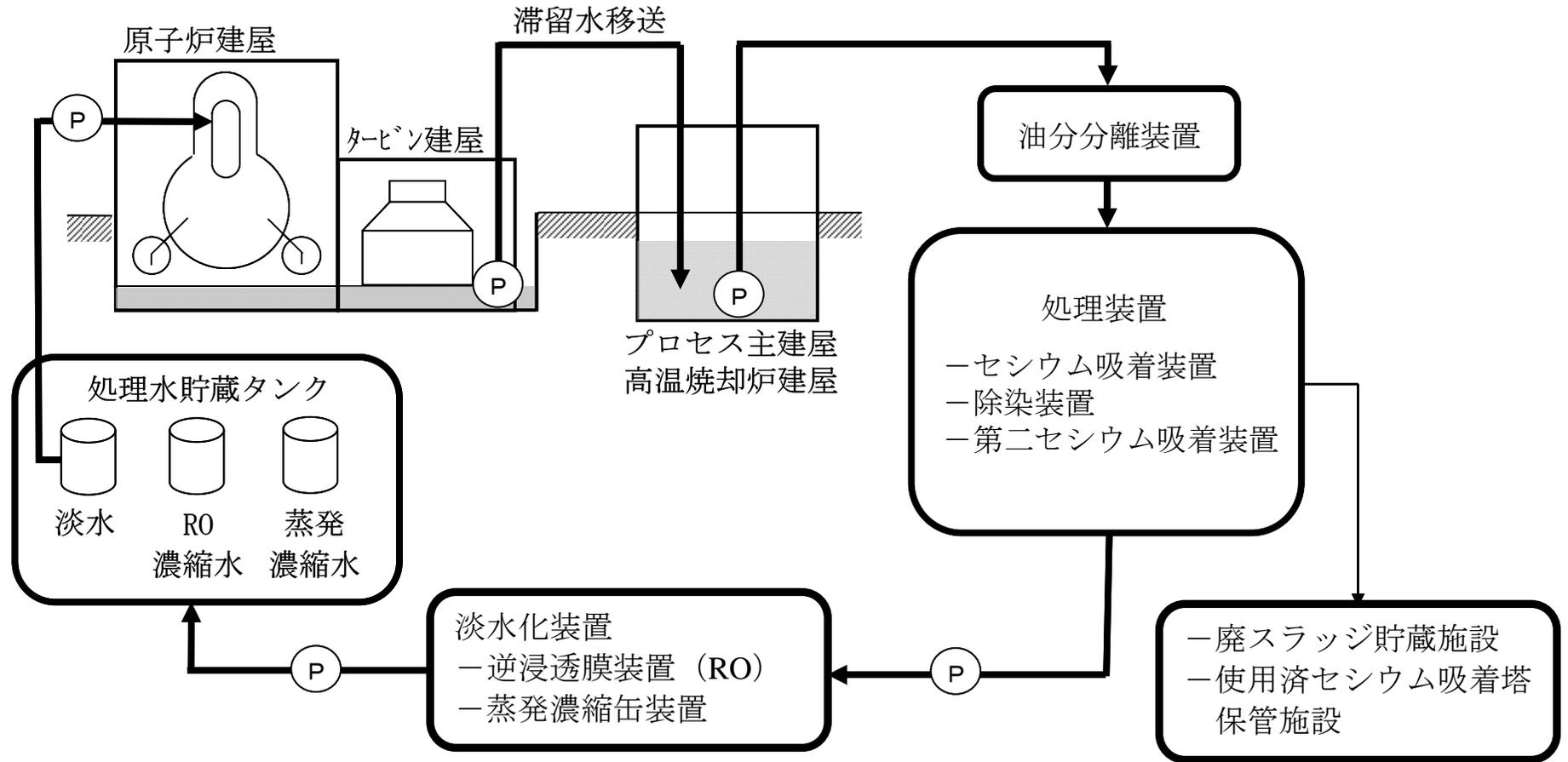


図 5-1 汚染水処理設備等の全体概要図

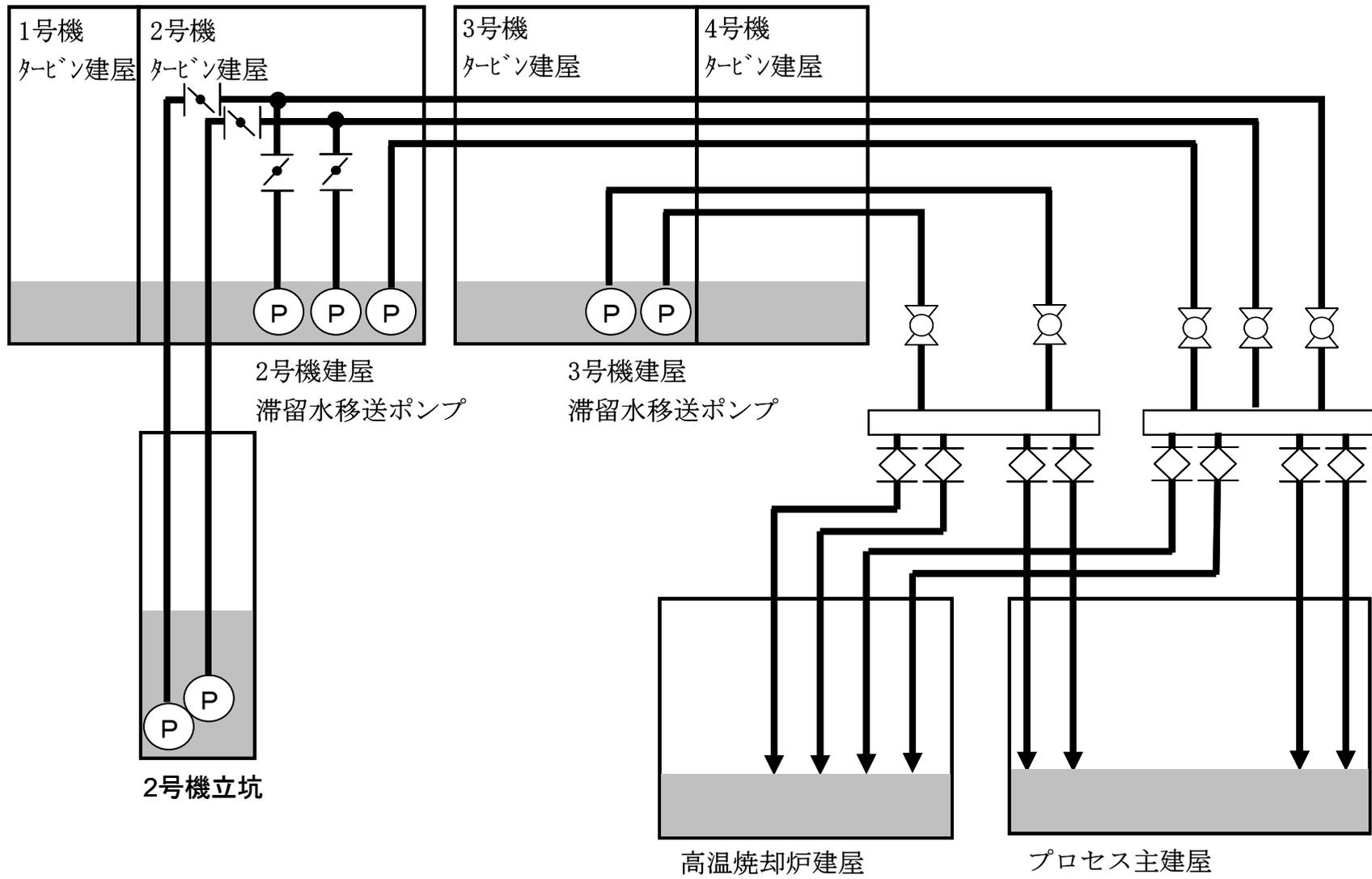


図 5-2 滞留水移送装置の系統構成図

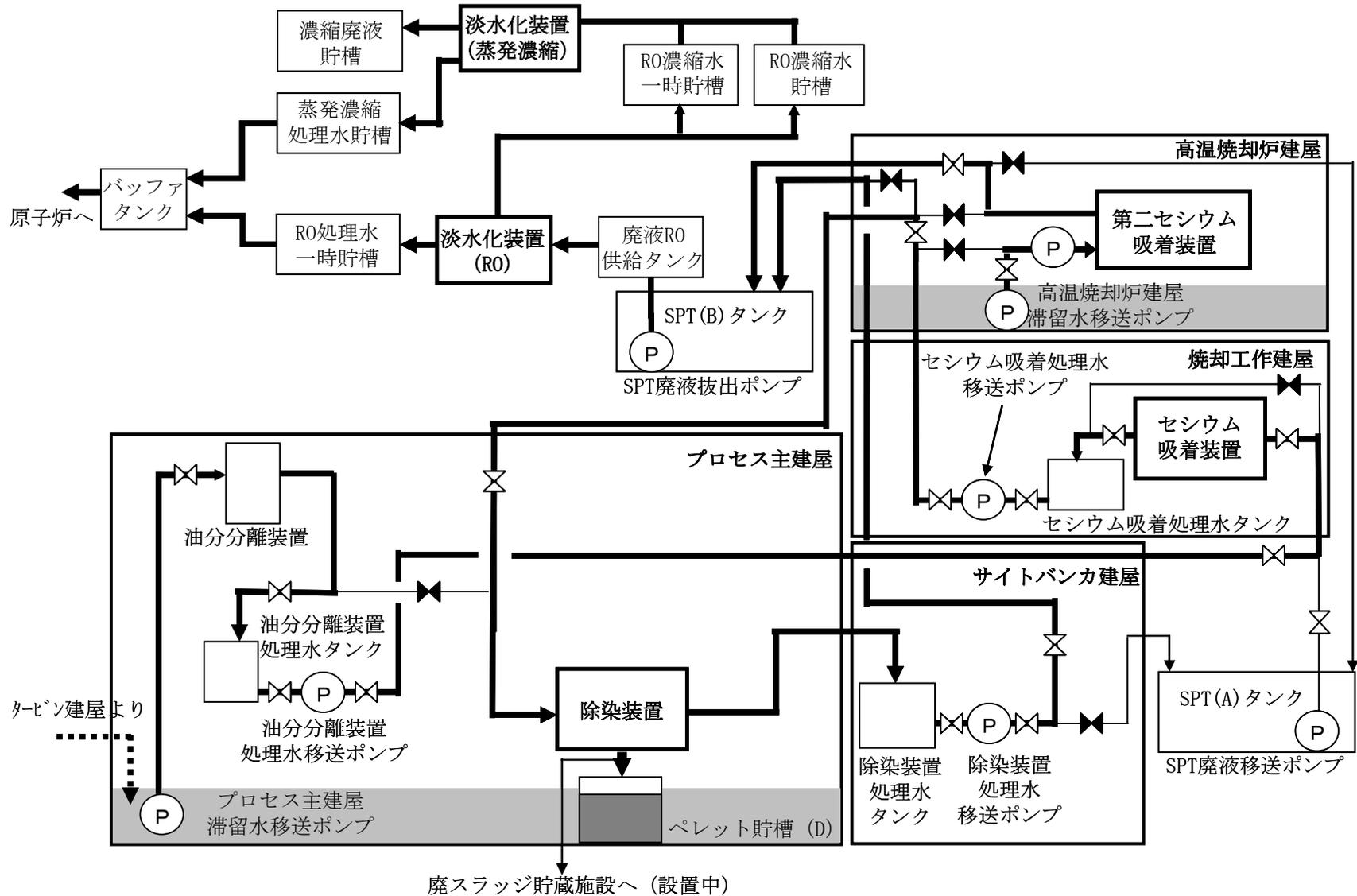


図 5-3 処理装置 (セシウム吸着装置, 第二セシウム吸着装置, 除染装置) の系統構成図

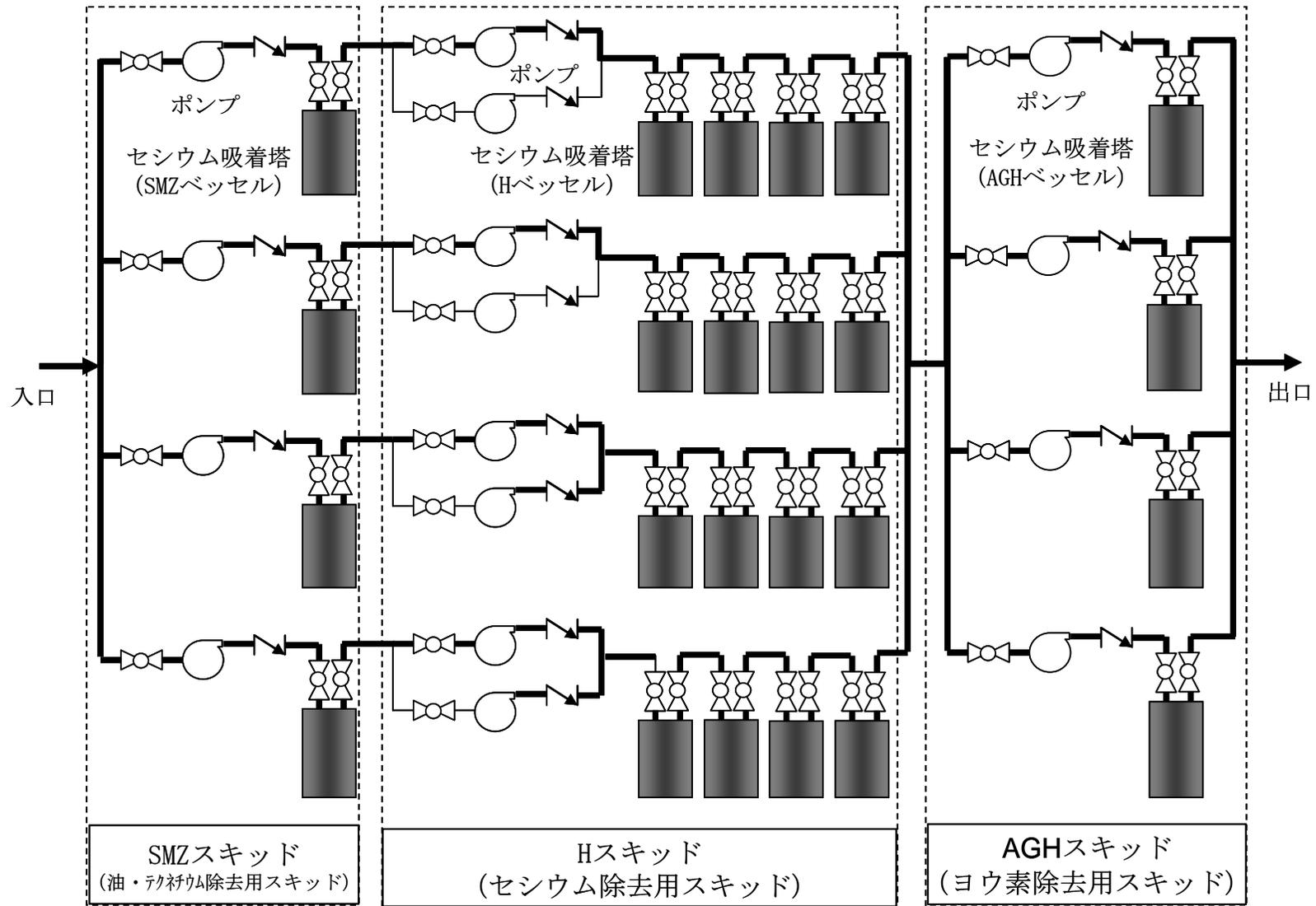


図 5-4 セシウム吸着装置の系統構成図

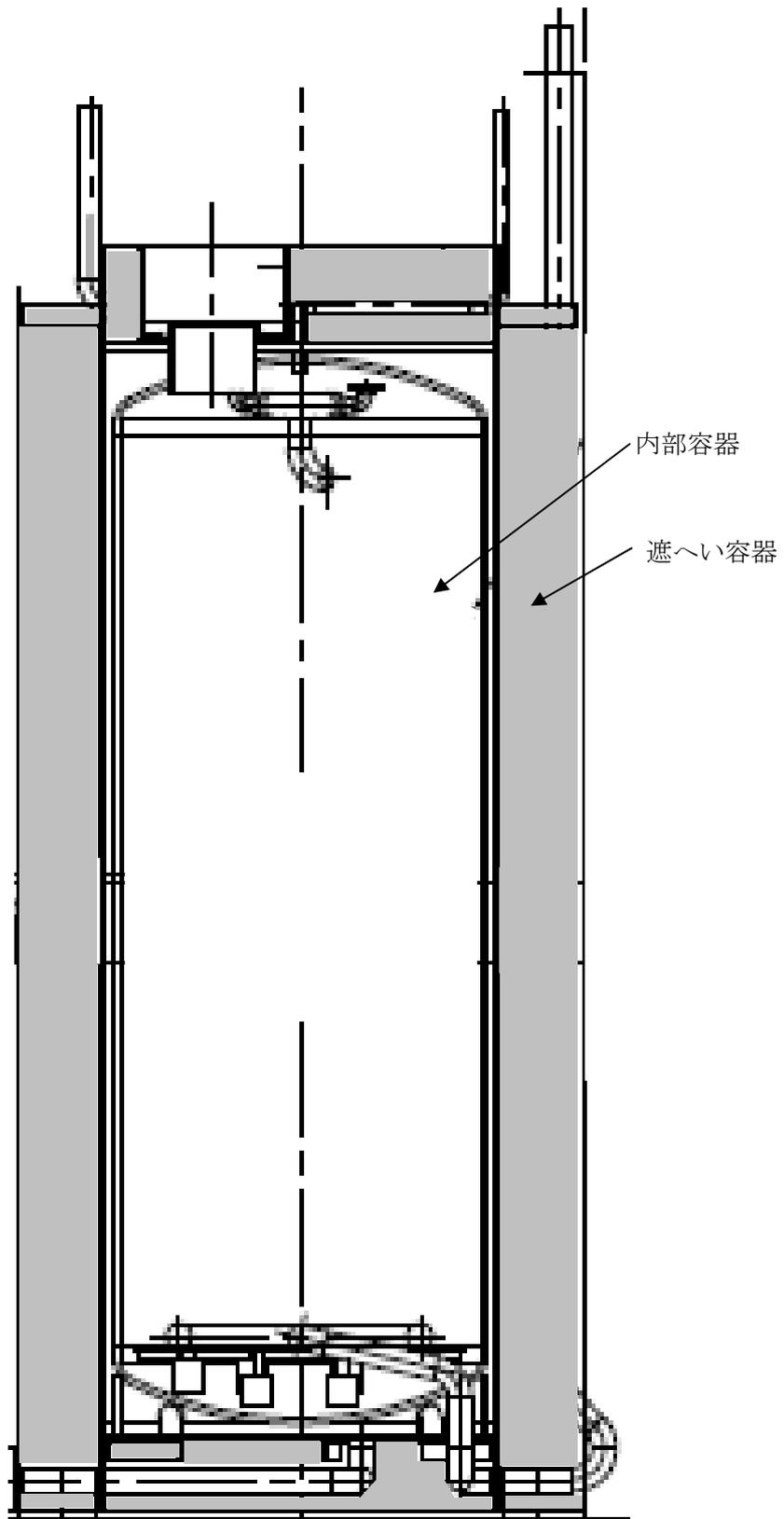


図 5-5 セシウム吸着装置の吸着塔外径図

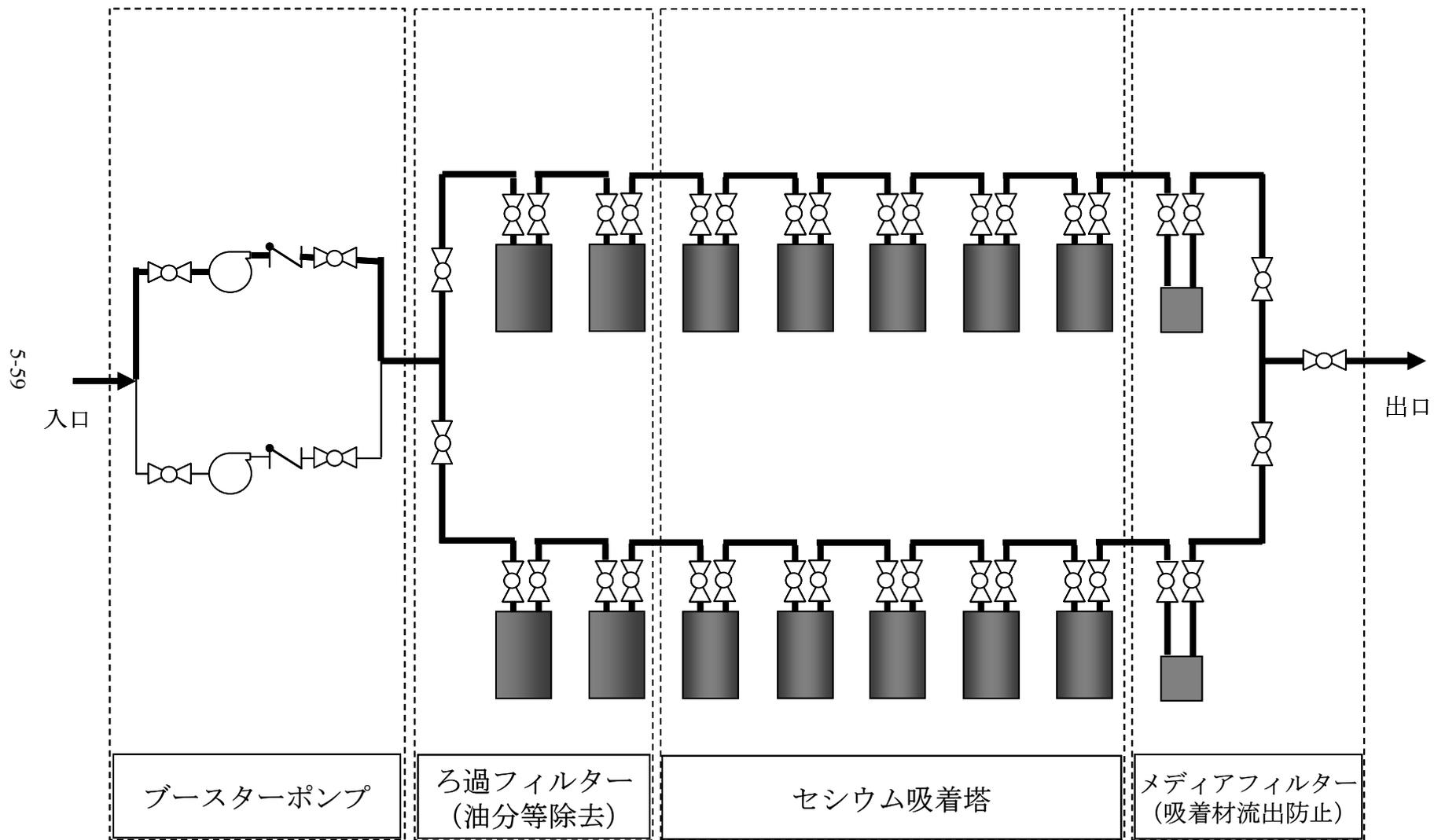


図 5-6 第二セシウム吸着装置の系統構成図

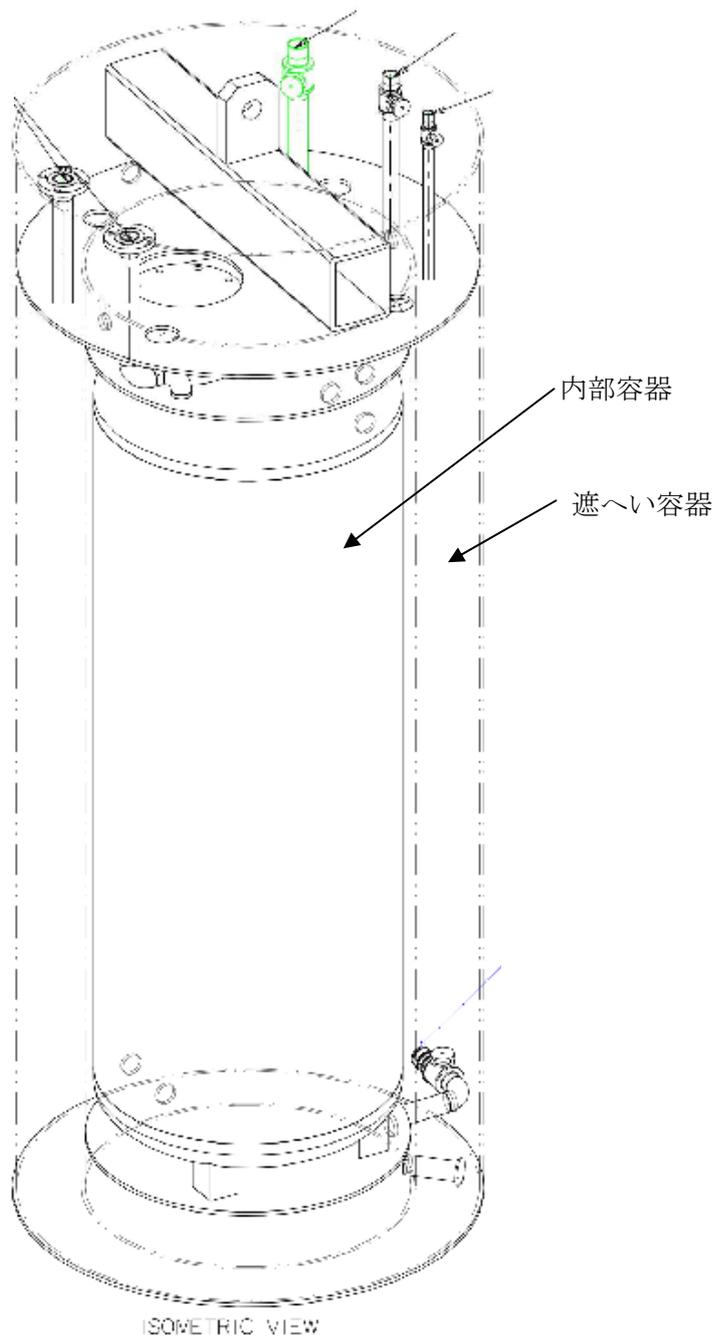


図 5-7 第二セシウム吸着装置の吸着塔外径図

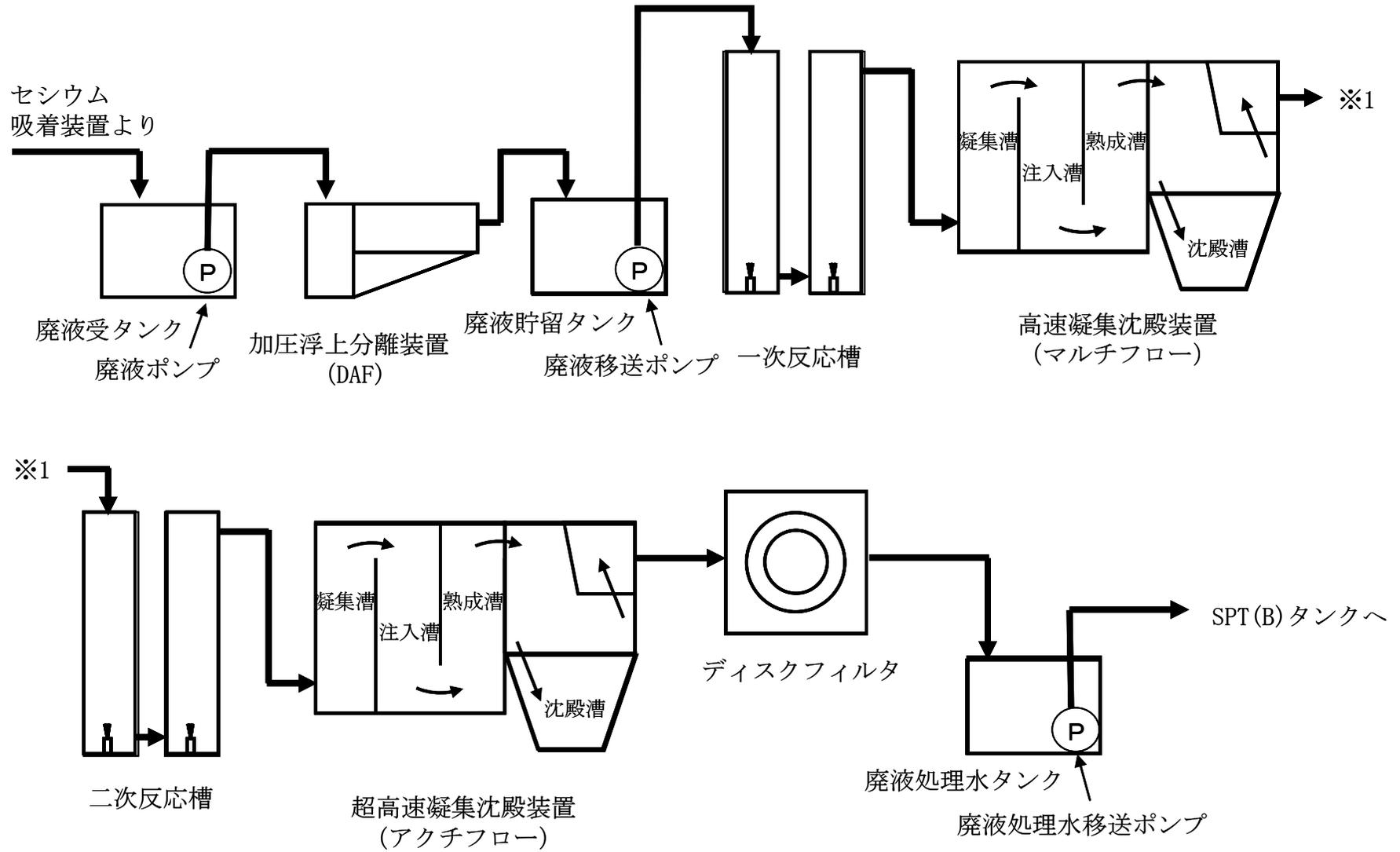


図 5-8 除染装置の系統構成図

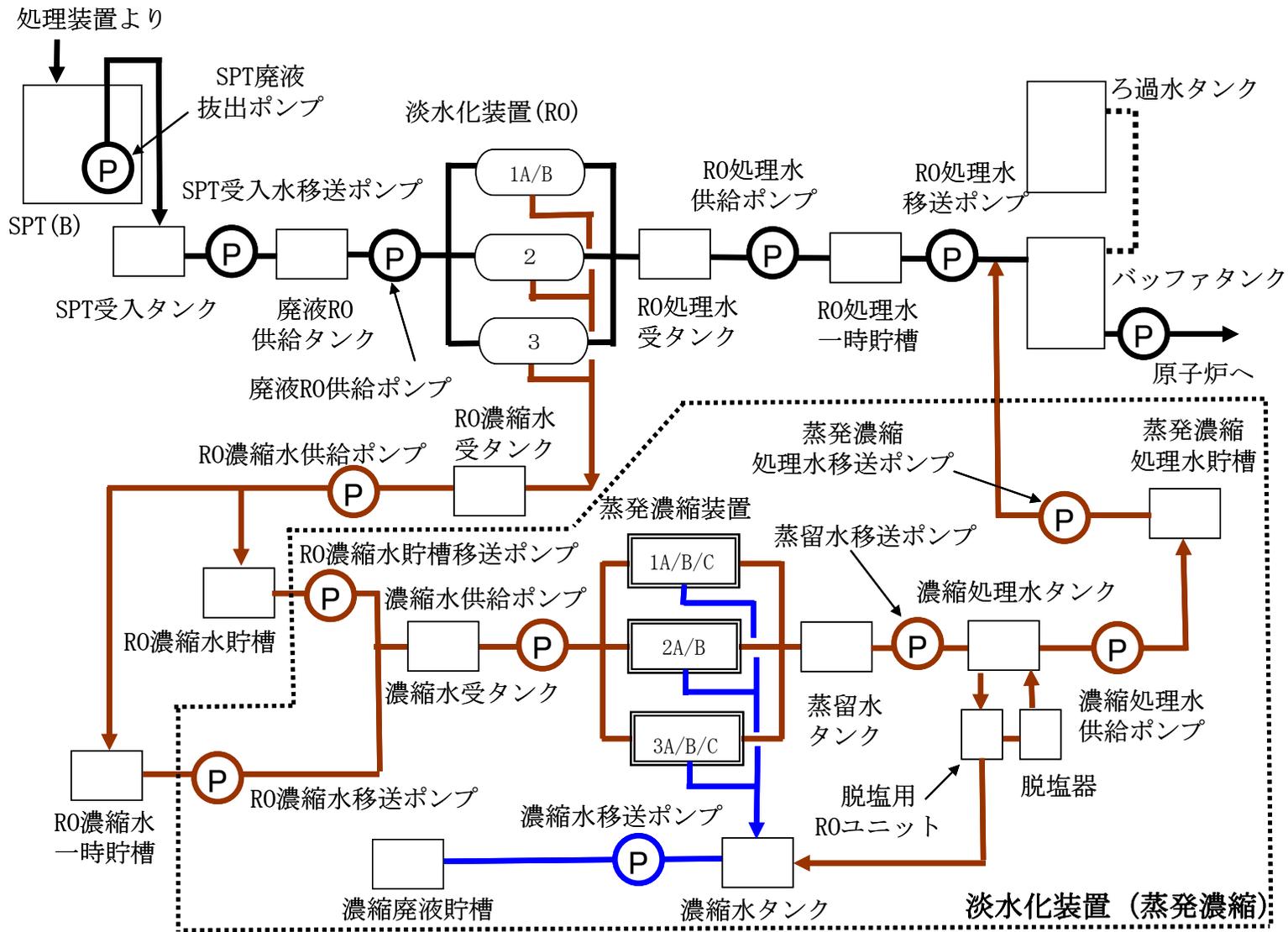


図 5-9 淡水化設備（逆浸透膜装置，蒸発濃縮装置）の系統構成図

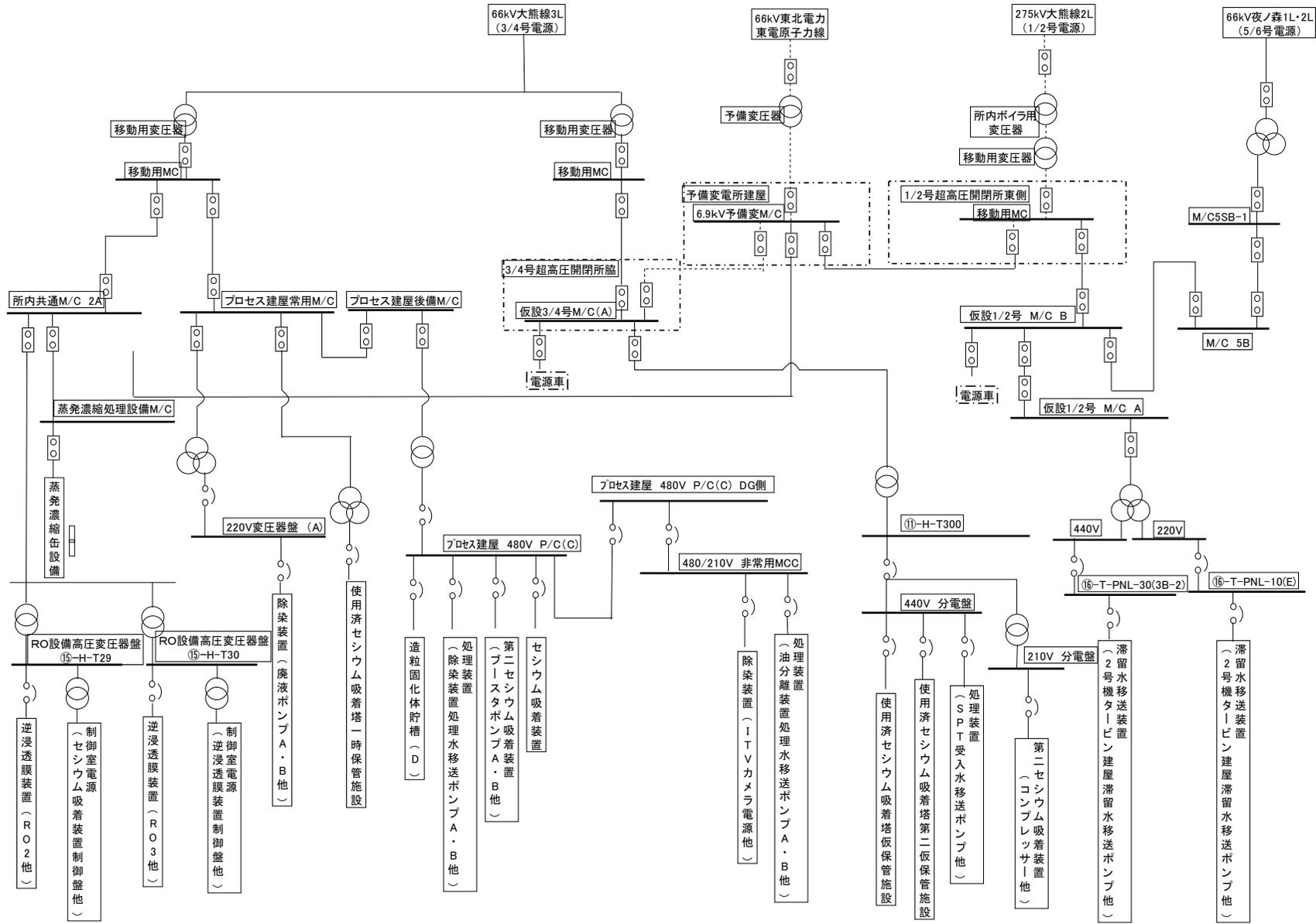


図 5-10 汚染水処理設備等の電源構成図 (平成 23 年 10 月 17 日時点)

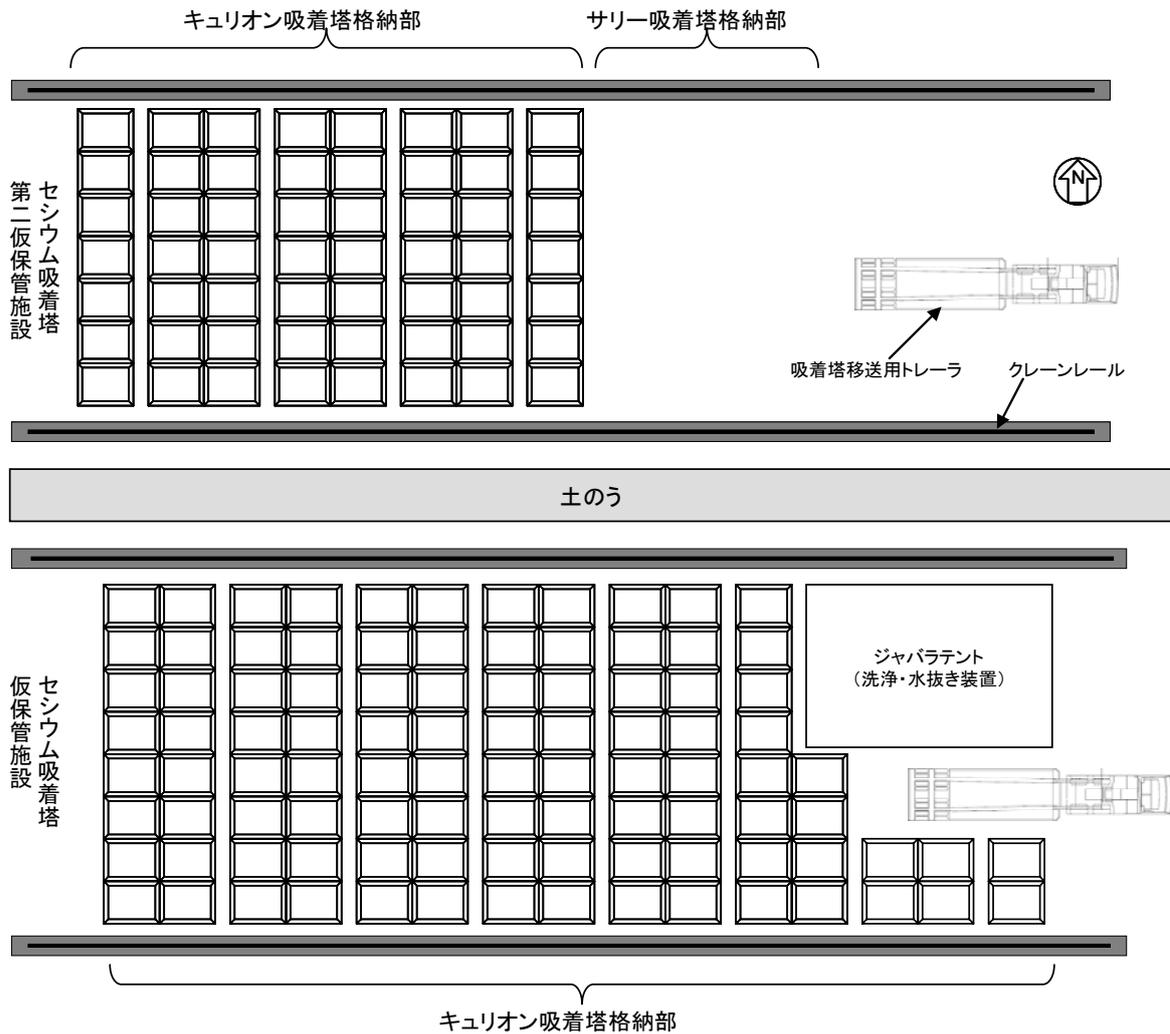
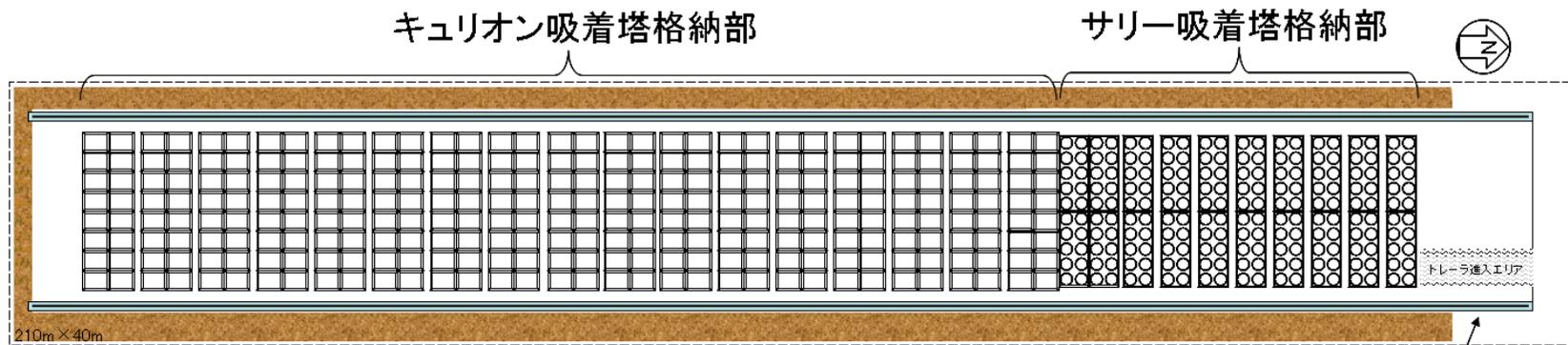


図 5-11 使用済セシウム吸着塔仮保管施設



全体図

クレーンレール

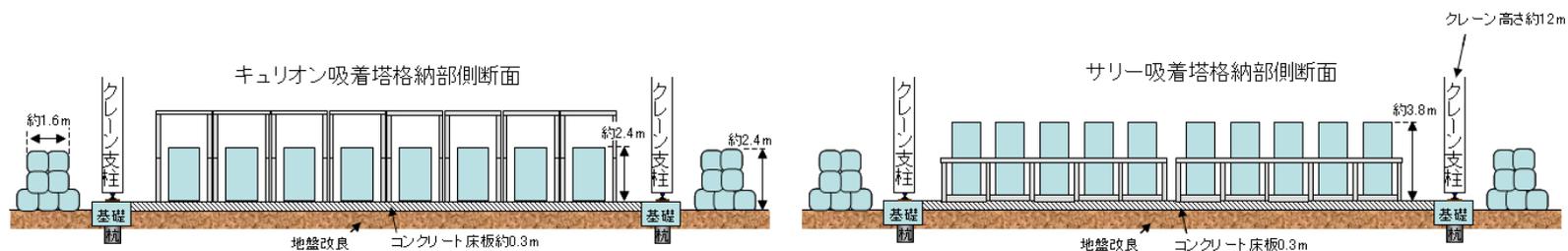


図 5-12 使用済セシウム吸着塔一時保管施設概要図

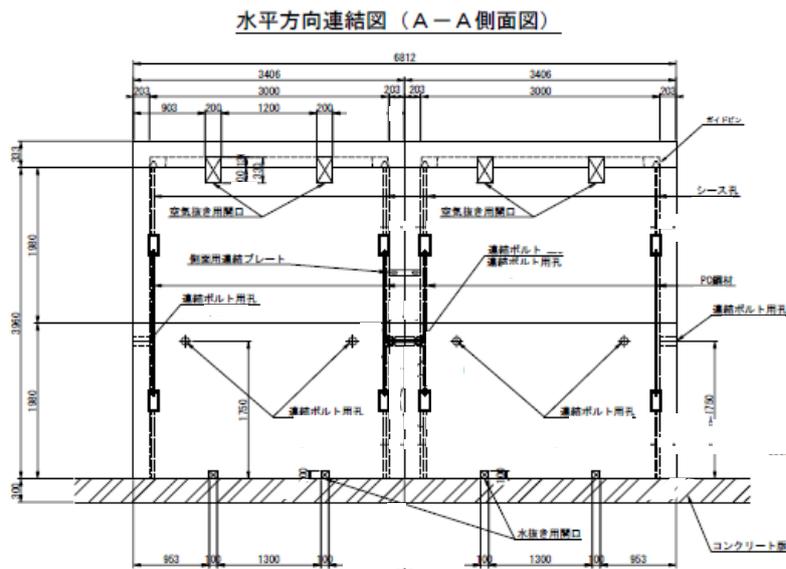
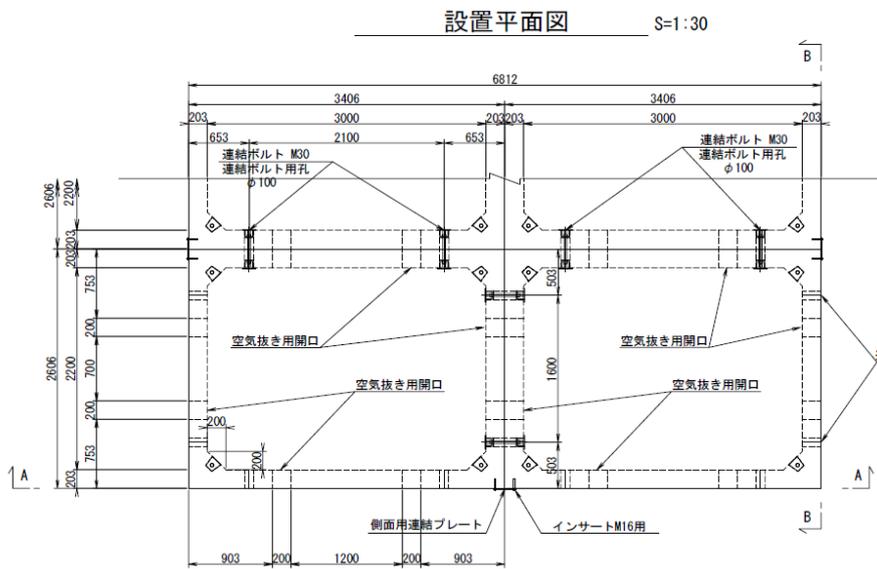


図 5-13 コンクリート製ボックスカルバート (セシウム吸着装置吸着塔)

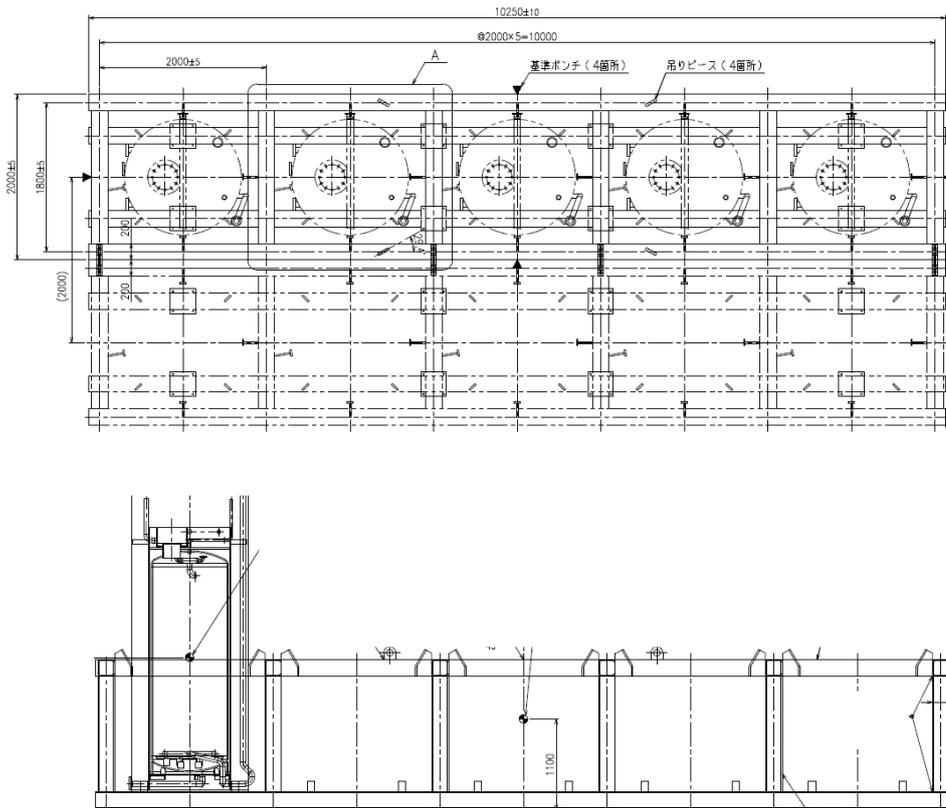


図 5-14 貯蔵用スキッド (第二セシウム吸着装置吸着塔)

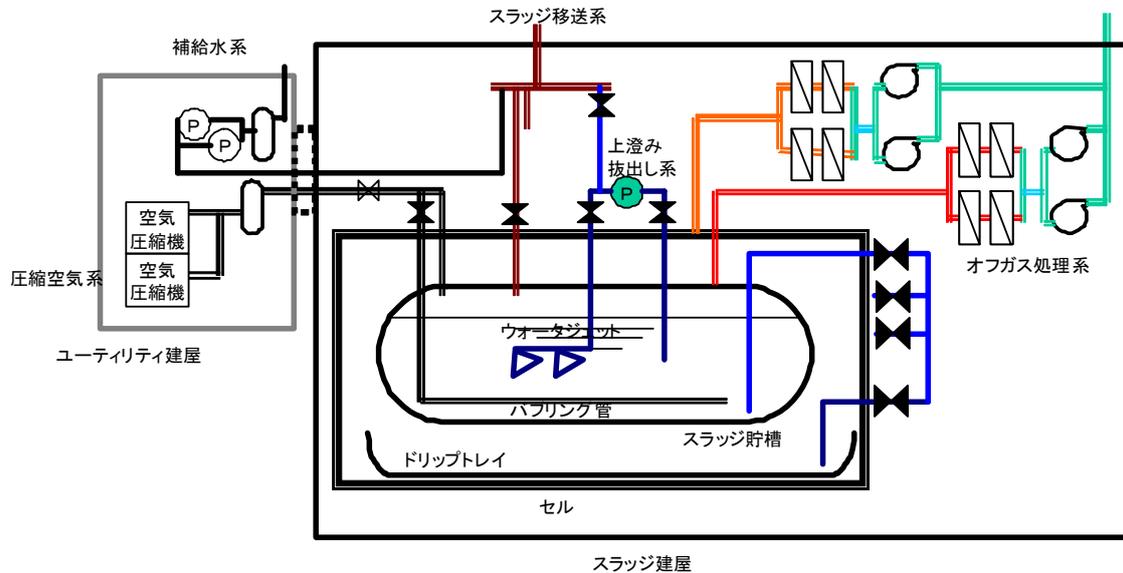


図 5-15 廃スラッジ一時保管施設概要図

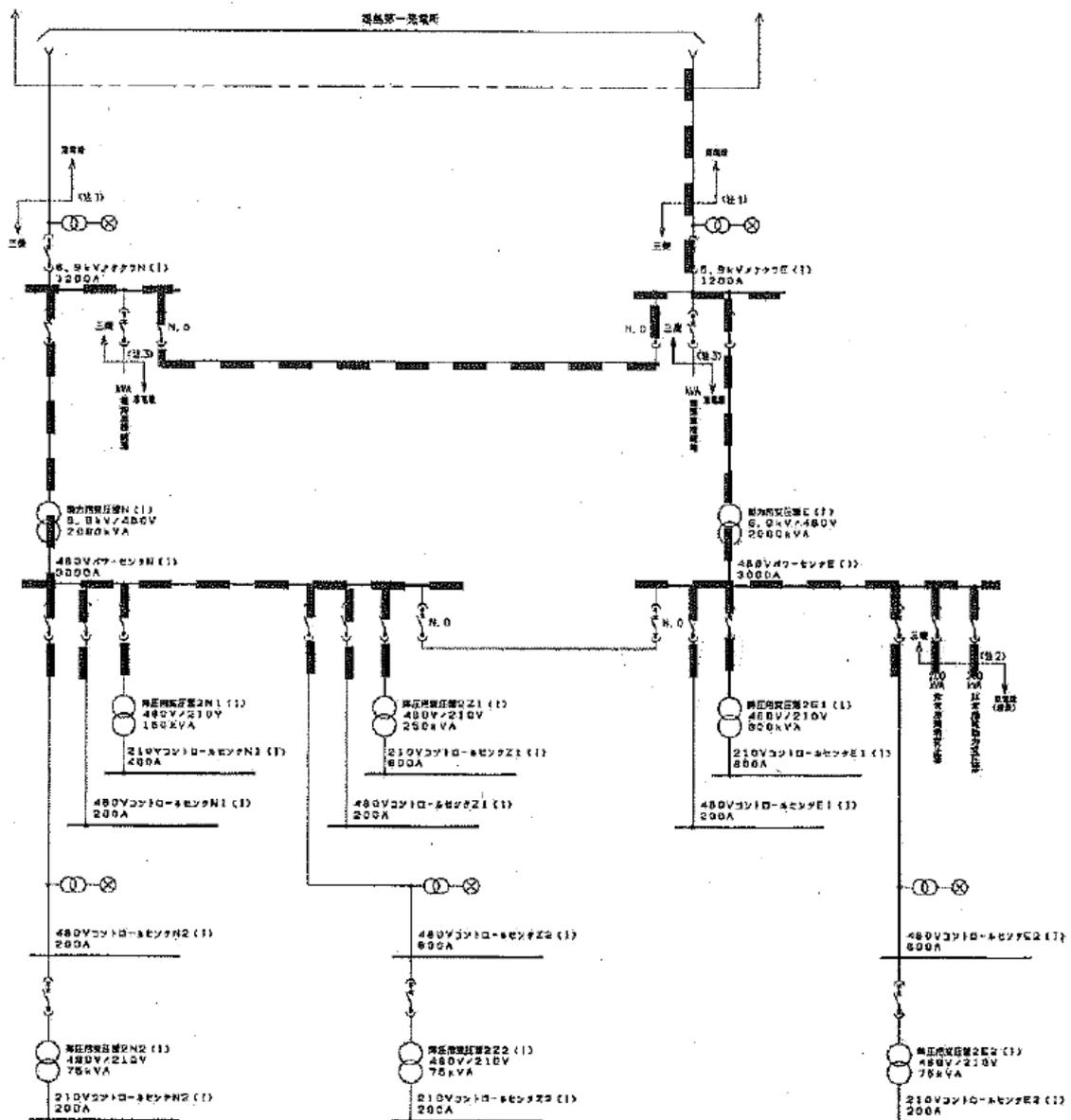


図 5-16 廃スラッジ一時保管施設電源構成図（暫定であり今後の詳細設計により決定する）

高濃度滞留水受タンク設置部の難透水性地盤の評価

高濃度滞留水受タンク設置部の地盤は、福島第一原子力発電所 1 号機 設置変更許可申請時に地質評価を実施し、以下の評価結果を得ている（図 1，図 2）。

- ・ OP.3,000～4,000 程度の M 面段丘堆積層が広く分布している。
- ・ 段丘堆積層を構成する堆積物の上部には厚さ 30cm～2m 程度の火山灰質粘土で構成されており、段丘堆積層は層厚数 m～10m 程度でほぼ水平に分布している。

また、設置変更許可時のボーリング調査では、タンク設置箇所付近において表層から約 2.2m まで難透水性地盤である粘土層があることが確認されている。

ただし、タンク設置エリアの難透水性地盤の水平方向の広がりを念のため確認するためのボーリング調査を現在実施している。

物理試験としては、湿潤密度、含水比等の試験を実施し、力学試験としては三軸圧縮試験を実施した。

1.2.3.1.3 試掘坑調査

ボーリング調査により得られた原子炉施設設置位置の新第三紀層の地質・地質構造を直接確認するため、第1.2.3-1図に示す位置において試掘坑による調査を実施し、基礎地盤の地層の分布、岩質、断裂の分布等を確認した。

1.2.3.2 調査結果

1.2.3.2.1 敷地の地形

敷地は、浜通り地方中央部の太平洋に面した相双丘陵東縁に位置しており、主に台地からなる。台地は、0.P.+30m～+40m程度の広い平坦な面を呈し、一部開折されている。

1.2.3.2.2 敷地の地質・地質構造

地表地質踏査、ボーリング調査及び試掘坑調査の結果から作成した原縮尺5,000分の1の地質平面図を第1.2.3-2図に、ボーリング調査から得られた地質柱状図を第1.2.3-3図に、原縮尺2,000分の1の地質断面図を第1.2.3-4図に示す。また、地質層序表を第1.2.3-1表に示す。

(1) 敷地の地質

敷地の地質は、新第三系鮮新統の富岡層、第四系更新統の段丘堆積層及び第四系完新統の沖積層で構成されており、富岡層の下位には、古第三系～新第三系中新統の堆積岩（以下、先富岡層と呼ぶ）が分布している。

原子炉施設設置位置の基礎地盤は、富岡層である。
各地層の概要は、以下のとおりである。

a. 先富岡層

本層は、敷地全域にわたって、0.P.-170m～-200m付近を上限としボーリング調査下限標高の0.P.-300m付近まで分布が確認されている。主として砂岩、泥質砂岩及び泥岩からなり、軽石粒、スコリア粒、凝灰岩類等を挟在しており、岩相から上位より、淘汰の悪い泥質砂岩を主体とする地層（a層）、泥質砂岩からなる地層（b層）、泥岩を主体とし砂岩等を挟在する地層（c層）及び硬質な細粒砂岩からなる地層（d層）に区分される。

本層は、珪酸化石分析結果から、a層は後期中新世の多賀層群上部に、b層は中期中新世の多賀層群下部に、c層は前期中新世の湯長谷層群に及びd層は前期漸新世の白水層群にそれぞれ対比される。

なお、上位の富岡層とは不整合関係にある。

b. 富岡層

本層は、敷地全域にわたって0.P.+30m～-200m付近に分布しており、主として塊状の泥質砂岩～泥岩からなり、軽石粒、細粒凝灰岩類等を挟在している。本層は、上位ほど泥質に漸移し、下部には軽石粒を多く挟在しており、これらの岩相及び挟在する軽石粒、凝灰岩類の特徴等から、下位よりT₁、T₂及びT₃部層に区分される。

T₁部層は、富岡層下部の0.P.-130m付近に深に分布しており、主として塊状の泥質砂岩からなる。本部層は、軽石粒を多く挟在しており、基底付近には層厚数cm～1m程度の軽石質粗粒凝灰岩を多く挟在している。

T₂部層は、富岡層中部の0.P.-50m～-130m付近に分布しており、主として塊状の泥質砂岩からなる。下位のT₁部層との境界は漸移している。

T₃部層は、富岡層上部の0.P.-50m付近に浅に分布しており、塊状の砂質泥岩～泥岩からなり、本部層上部では淘汰の良い砂岩を挟在している。下位のT₂部層との境界は漸移している。

これらは、水平方向にほぼ同じ層相を示している。

本層の堆積年代は、柳沢ほか(1989)及び微化石分析等から、新第三紀鮮新世であると判断される。

なお、上位の段丘堆積層とは不整合関係にある。

c. 段丘堆積層

敷地には高位段丘面(H面)、中段丘面(M面)及び低位段丘面

(L面)が認められ、0.P.+30m～+40m程度の平坦な面からなるM面が最も広く分布しており、低位のL面は開析された地形に沿って分布している。また、高位のH面は敷地の西に小規模に分布している。

これらの段丘面を構成する堆積物は、主に黄褐色を呈する砂礫及び砂からなり、上部には厚さ30cm～2m程度の火山灰質粘土を伴う。本層は、層厚数m～10m程度でほぼ水平に分布している。

d. 沖積層

沖積層は、台地が開析された低地に分布し、主として暗緑灰色～褐色を呈する未固結の粘土及び砂からなり、層厚は最大5m程度である。

(2) 敷地の地質構造

ボーリング調査等の結果によると、富岡層は、第1.2.3-4図に示すように、敷地の全域にわたりほぼ同じ層厚で0.P.+30m～-200m付近に分布し、南北方向では水平に、東西方向では東方に2°程度傾斜する同斜構造を示している。各鍵層は連続して分布することから、富岡層に断層は存在しないものと判断される。

(3) P S検層、物理試験結果、力学試験結果及び地質特性

第1.2.3-1図に示す位置において実施したP S検層の結果を第1.2.3-3図に、物理試験の結果を第1.2.3-2表及び第1.2.3-5図に、三軸圧縮試験の結果を第1.2.3-6図に示す。また、ボーリングコアの採取率及びR、Q、Dを第1.2.3-3表に示す。

P S検層の結果によると、第1.2.3-3図に示すように、弾性波速度は深度方向に増大する傾向を示し、0.P.±0m以深においては、P波速度V_pは平均1.67km/s～1.90km/s、S波速度V_sは平均0.42km/s～0.72km/sとなっている。また、各ボーリング孔におけるP波及びS波速度の分布は深度方向にほぼ同じ傾向を示し、水平方向での変化は少ない。

福島第一原子力発電所 1号機
設置変更許可申請書より抜粋

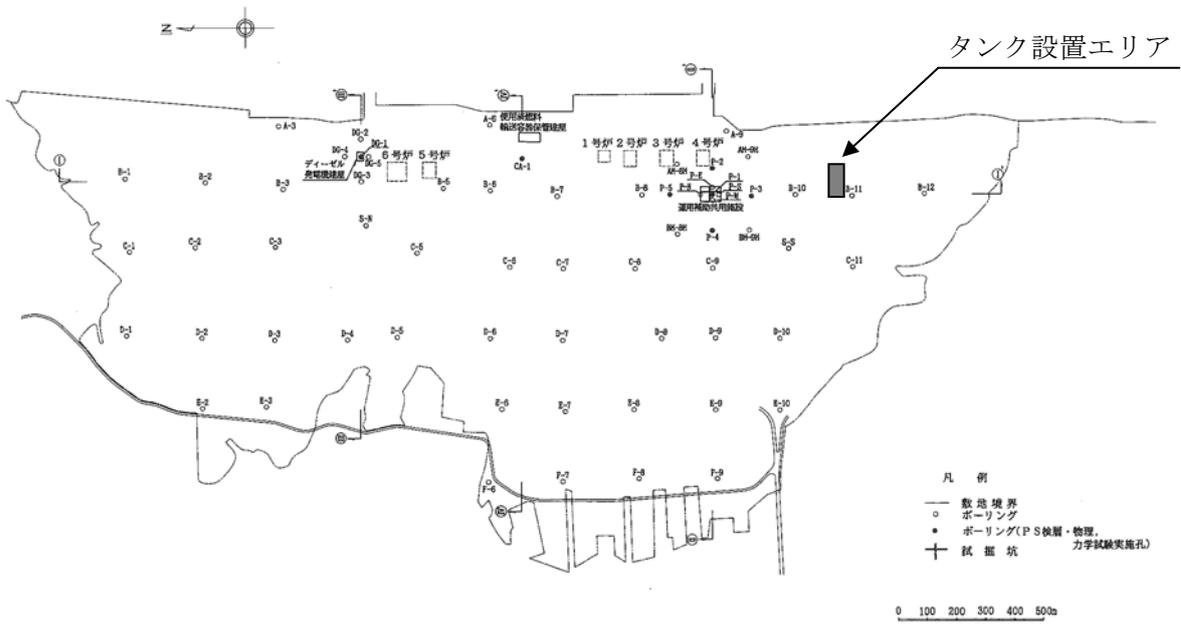


図1 敷地内地質調査位置図

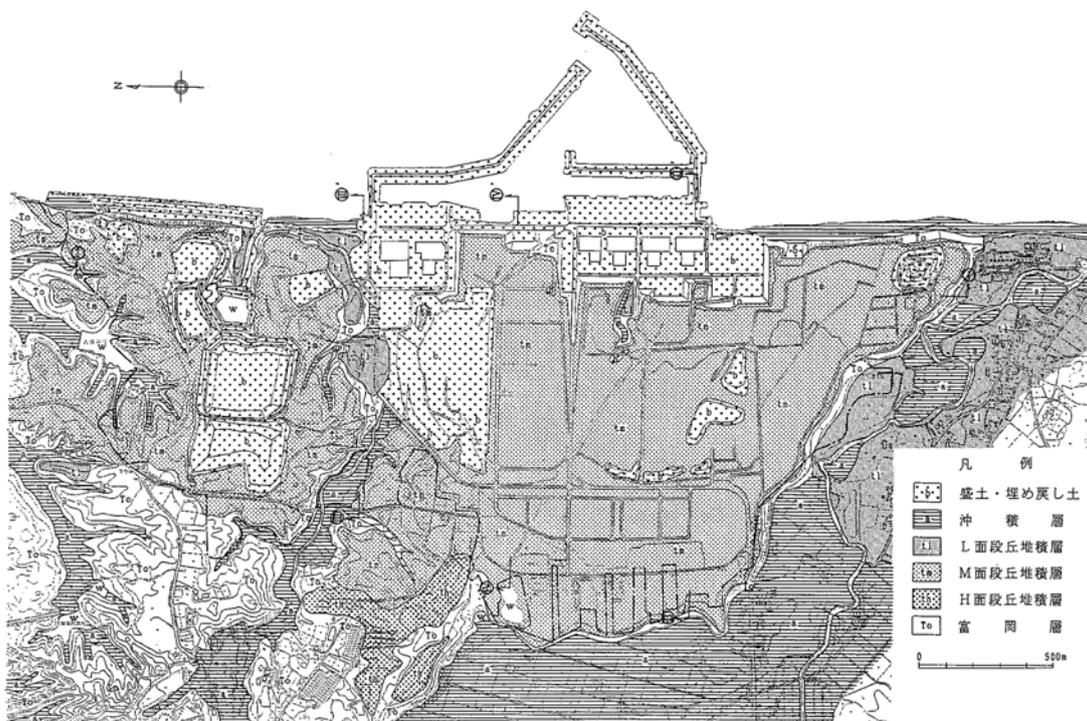


図2 敷地内地質平面図