

## 2.38 モバイル型ストロンチウム除去装置等

### 2.38.1 基本設計

#### 2.38.1.1 設置の目的

汚染水処理設備の処理済水を貯留する設備（タンク等）のうち、逆浸透膜装置の廃液を貯留するRO濃縮水貯槽、蒸発濃縮装置の廃液を貯留する濃縮廃液貯槽等は、高濃度の放射性ストロンチウムを含むため、モバイル型ストロンチウム除去装置により放射性ストロンチウム濃度を低減する。

#### 2.38.1.2 要求される機能

- (1) RO濃縮水貯槽、濃縮廃液貯槽等に貯留される汚染水に内包される放射性核種のうち、ストロンチウムについて、濃度を低減する能力を有すること。
- (2) 漏えい防止機能を有すること。
- (3) 装置内で発生する可燃性ガスの管理が行える機能を有すること。

#### 2.38.1.3 設計方針

##### 2.38.1.3.1 モバイル型ストロンチウム除去装置および移送設備（配管等）の設計方針

###### (1) 処理能力

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、RO濃縮水貯槽、濃縮廃液貯槽等に貯留している汚染水に含まれる放射性ストロンチウムの濃度を低減する能力を有する設計とする。

###### (2) 材料

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、処理対象水の性状を考慮した材料を用いた設計とする。

###### (3) 放射性物質の漏えい防止及び管理されない放出の防止

モバイル型ストロンチウム除去装置等の機器等は、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、万が一漏えいが発生した場合には停止するインターロックを設ける。
- 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、漏えいした液体の除去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、シールド中央制御室に表示し、監視できるようにする。

(4) 被ばく低減

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、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。

(5) 崩壊熱除去に対する考慮

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、放射性物質の崩壊熱による温度上昇を考慮し、崩壊熱を除去できる設計とする。

(6) 可燃性ガスの管理

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、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、排出できる設計とする。

#### 2.38.1.4 主要な機器

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、モバイル型ストロンチウム除去装置および移送設備（配管等）で構成する。

(1) モバイル型ストロンチウム除去装置

モバイル型ストロンチウム除去装置は、供給／混合スキッド、浮遊物質（以下、SS という）フィルタスキッド、ウルトラフィルタ（以下、UF という）スキッド、吸着塔スキッド、計装制御スキッドで構成する。

供給／混合スキッドは、汚染水を受け入れたタンクに吸着材粒子を添加し、混合することによって、イオン状ストロンチウムを吸着材粒子に吸着させる。SS フィルタスキッドは、供給／混合スキッドにおいてイオン状ストロンチウムを吸着した吸着材粒子及び汚染水に含まれる粒子状ストロンチウムを除去する。UF スキッドは、SS フィルタで除去されなかった微粒子状ストロンチウムを除去する。吸着塔スキッドは、吸着材を充填した多段の吸着塔に通水することにより、イオン状ストロンチウムを除去する。

モバイル型ストロンチウム除去装置の主要な機器は、シールド中央制御室により運転状況の監視を行う。

モバイル型ストロンチウム除去装置で使用する SS フィルタ及び UF は、ステンレス鋼製のフィルタハウジングに収容し、さらにフィルタハウジングを炭素鋼製の容器に収容する。

また、吸着塔は、ゼオライト等の吸着材を充填したステンレス鋼製の容器の外側に炭素鋼製の遮へい容器を設ける。使用済フィルタ及び使用済吸着塔は内部を淡水で置換し、使用済セシウム吸着塔仮保管施設等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のボックスカルバート内で貯蔵する。

## (2) 移送設備

R0 濃縮水貯槽，濃縮廃液貯槽等に貯留した汚染水は，移送設備によりモバイル型ストロンチウム除去装置に移送され，ストロンチウムを除去した後，移送設備により R0 濃縮水貯槽，濃縮廃液貯槽等に移送する。移送配管は，ポリエチレン管等により構成される。

### 2.38.1.5 自然災害対策等

#### (1) 津波

モバイル型ストロンチウム除去装置等は，アウターライズ津波が到達しないと考えられるタンクエリア近傍の O.P. 30m 以上の場所に設置する。

#### (2) 火災

火災発生を防止するため，可能な限り不燃性または難燃性材料を使用する。また，初期消火のためにモバイル型ストロンチウム除去装置近傍に消火器を設置する。

#### (3) 豪雨

モバイル型ストロンチウム除去装置は，鋼製のコンテナ内に収納され，雨水の浸入を防止する構造とする。

#### (4) 強風

モバイル型ストロンチウム除去装置は，鋼製のコンテナ内に収納されており，強風に耐えうる構造としている。

### 2.38.1.6 構造強度及び耐震性

#### (1) 構造強度

モバイル型ストロンチウム除去装置を構成する主要な機器は，「ASME Boiler and Pressure Vessel Code」または「ASME B31 Code」に準拠する。また，ポリエチレン管は，JWWA 規格に準拠する。その他の非金属材料については，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もって評価を行う。

#### (2) 耐震性

モバイル型ストロンチウム除去装置を構成する主要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」に準拠して耐震評価を行うことを基本とするが，評価手法，評価基準については実態にあわせたものを採用する。ポリエチレン管，耐圧ホース及び伸縮継手は，材料の可撓性により耐震性を確保する。

2.38.2 基本仕様

2.38.2.1 系統仕様

(1) モバイル型ストロンチウム除去装置

処理方式      ろ過+吸着材方式  
 系統数          1  
 処理量          300m<sup>3</sup>/日

2.38.2.2 機器仕様

(1) 供給/混合タンク

名 称		供給/混合タンク	
種 類	—	底部円錐縦置き円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	12.5	
最高使用圧力	MPa	0.10	
最高使用温度	℃	40	
主 要 寸 法	上部胴外径	mm	1971.7
	上部胴板厚さ	mm	7.9
	下部胴外径	mm	609.6
	下部胴板厚さ	mm	7.9
	上部平板厚さ	mm	50.8
	底部鏡板厚さ	mm	6.4
	高さ	mm	2789.4
材 料	胴板	—	ASME SA-240 TYPE 316/316L
	上部平板	—	ASME SA-240 TYPE 316/316L
	底部鏡板	—	ASME SA-240 TYPE 316/316L
個 数	個	2	

## (2) 浮遊物質 (SS) フィルタ

名 称		浮遊物質 (SS) フィルタ	
種 類	—	縦置き円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/系列	12.5	
最 高 使 用 圧 力	MPa	0.48	
最 高 使 用 温 度	℃	40	
主 要 寸 法	胴外径	mm	558.8
	胴板厚さ	mm	6.4
	上部鏡板厚さ	mm	6.4
	下部鏡板厚さ	mm	6.4
	高さ	mm	1260.5
材 料	胴板	—	ASME SA-312 TP316L
	鏡板	—	ASME SA-240 TYPE 316L
個 数	個/系列	4	
系 列 数	系列	2 (運転時は 1 系列使用)	

## (3) ウルトラフィルタ (UF)

名 称		ウルトラフィルタ (UF)	
種 類	—	縦置き円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/系列	12.5	
最 高 使 用 圧 力	MPa	1.03	
最 高 使 用 温 度	℃	40	
主 要 寸 法	胴外径	mm	219.1
	胴板厚さ	mm	3.8
	上部鏡板厚さ	mm	3.8
	下部鏡板厚さ	mm	3.8
	高さ	mm	1219.2
材 料	胴板	—	ASME SA-312 TP316L
	鏡板	—	ASME SA-403 WP316L
個 数	個/系列	32	
系 列 数	系列	2 (運転時は 1 系列使用)	

## (4) 吸着塔

名 称		吸着塔	
種 類	—	縦置き円筒形	
容 量	m <sup>3</sup> /h/個	12.5	
最 高 使 用 圧 力	MPa	0.90	
最 高 使 用 温 度	℃	40	
主 要 寸 法	胴外径	mm	914.4
	胴板厚さ	mm	9.5
	上部平板厚さ	mm	50.8
	下部平板厚さ	mm	50.8
	胴高さ	mm	2119.3
材 料	胴板	—	ASME SA-240 TYPE 316/316L
	上部平板	—	ASME SA-240 TYPE 316/316L
	下部平板	—	ASME SA-240 TYPE 316/316L
個 数	個	4 (運転時は 3 個使用)	

## (5) 配管

## 主要配管仕様

名 称	仕 様	
RO 濃縮水貯槽，濃縮廃液貯槽等 から 供給／混合スキッド入口まで (ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	75A 相当 ポリエチレン 0.98 MPa 40 °C
(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 0.98 MPa 40 °C
供給／混合スキッド入口から 吸着塔スキッド出口まで (鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	25A／Sch. 40S 50A／Sch. 40S, Sch. 80S 100A／Sch. 40S ASME SA-312 TP316L 1.03 MPa 40 °C
(伸縮継手)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A 相当 ASME SB-127 UNS N04400 1.03 MPa 40 °C
(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 1.03 MPa 40 °C
吸着塔スキッド出口から RO 濃縮 水貯槽，濃縮廃液貯槽等 (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 0.98 MPa 40 °C
(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 0.98 MPa 40 °C

(6) ポンプ

a. 供給／混合スキッド入口ポンプ（完成品）

台数	1台
容量	12.5 m <sup>3</sup> /h

b. 供給／混合スキッド出口ポンプ（完成品）

台数	1台
容量	12.5 m <sup>3</sup> /h

c. SS フィルタスキッドポンプ（完成品）

台数	1台
容量	12.5 m <sup>3</sup> /h

d. UF スキッドポンプ（完成品）

台数	1台
容量	12.5 m <sup>3</sup> /h

e. 吸着塔スキッドポンプ（完成品）

台数	1台
容量	12.5 m <sup>3</sup> /h

なお、機器仕様に記載の寸法は公称値である。

2. 38.3 添付資料

添付資料－1： 配置概要及び系統構成図

添付資料－2： モバイル型ストロンチウム除去装置の強度に関する説明書

添付資料－3： モバイル型ストロンチウム除去装置の耐震性に関する説明書

添付資料－4： モバイル型ストロンチウム除去装置等の具体的な安全確保策等

添付資料－5： モバイル型ストロンチウム除去装置等に係る確認事項



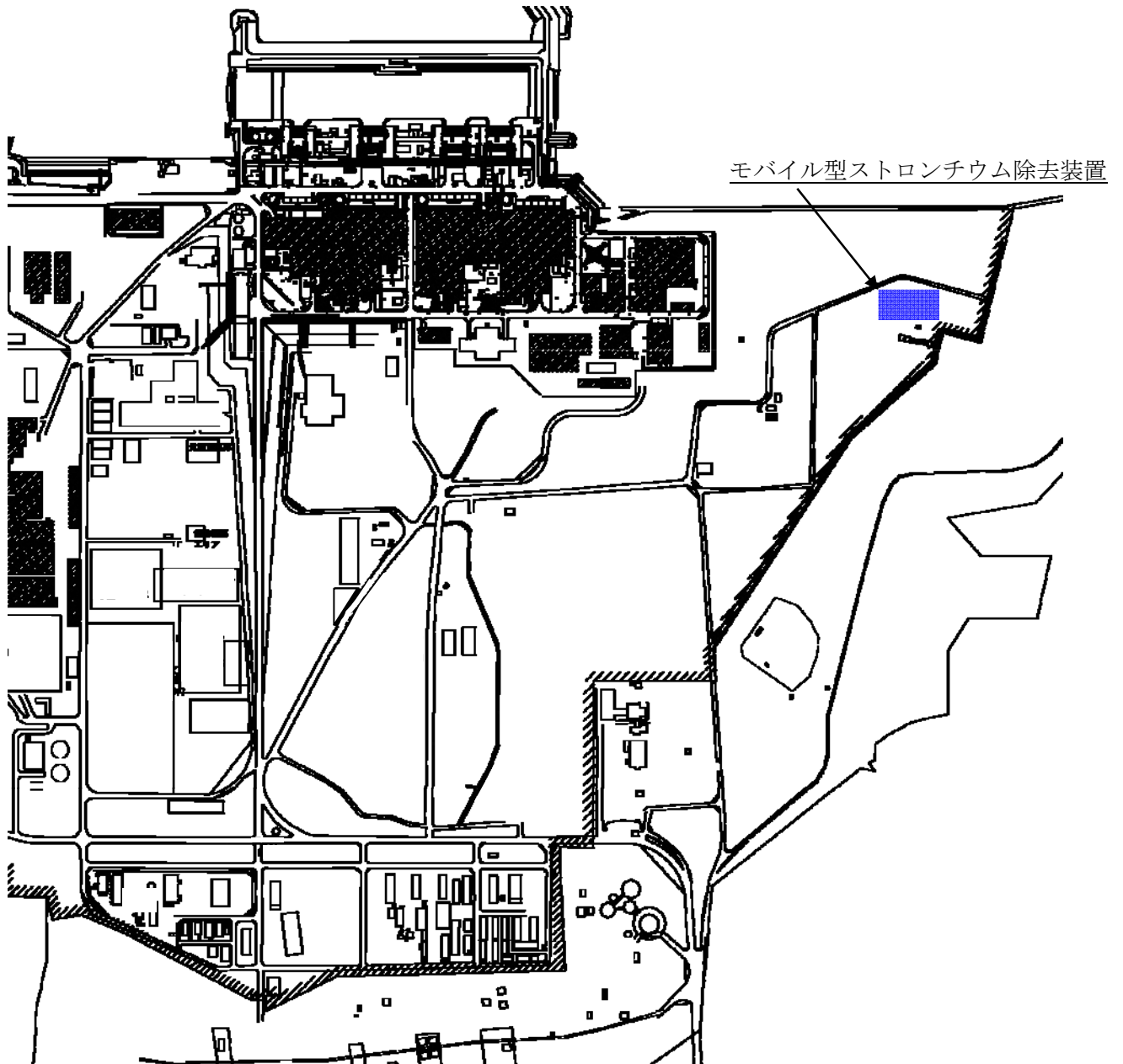


図-1 モバイル型ストロンチウム除去装置配置概要  
(図中のモバイル型ストロンチウム除去装置設置場所は、処理開始当初に設置を予定している場所であり、処理対象タンクの変更により移動する場合がある)

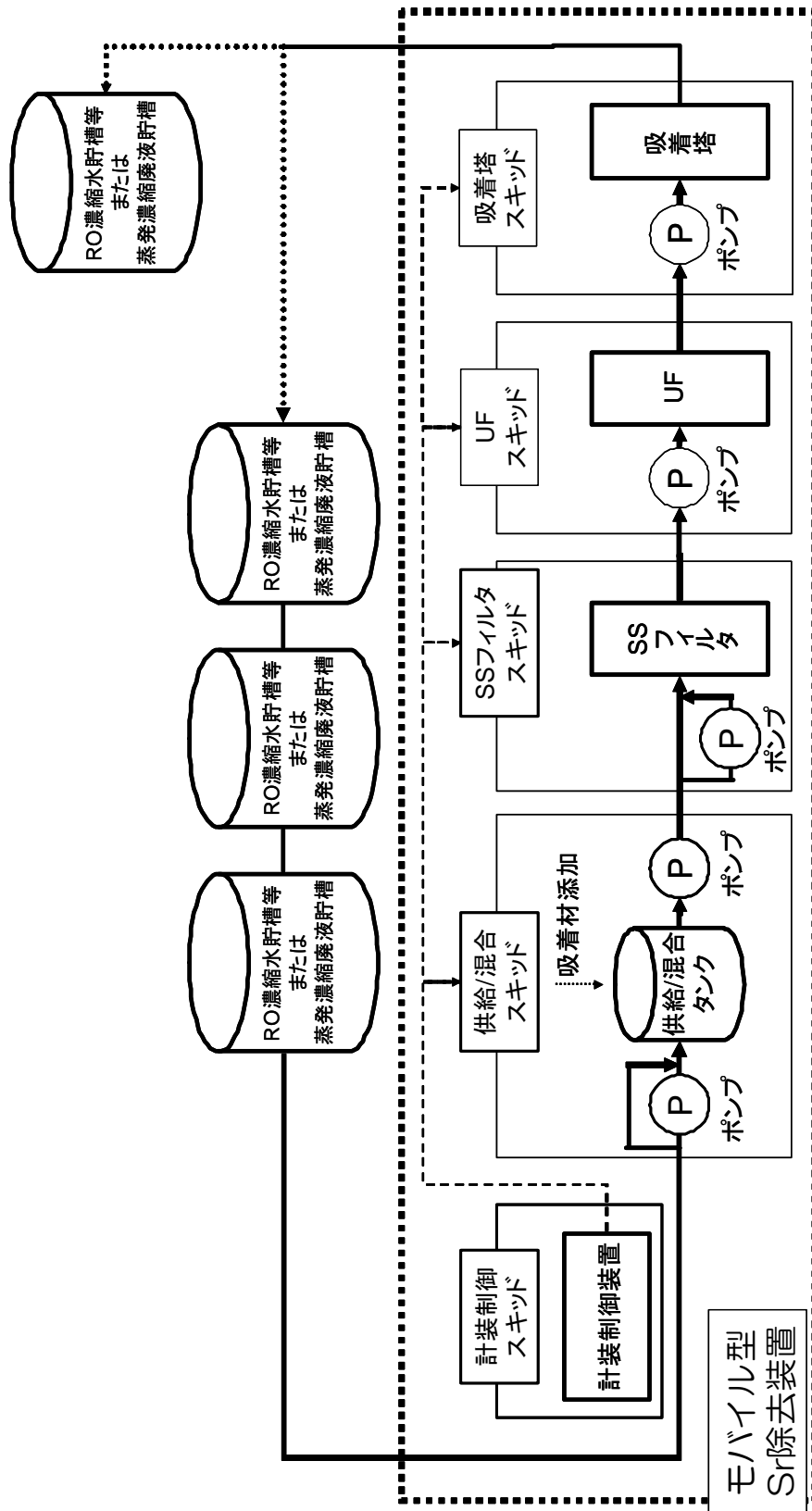


図-2 モバイル型ストロンチウム除去装置系統構成図

## モバイル型ストロンチウム除去装置の強度に関する説明書

## 1. 供給／混合タンク，SS フィルタ，UF，吸着塔の強度評価

JSME S NC1-2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格に準拠し，板厚評価を行った。評価の結果最高使用圧力に対して十分な厚さを有することを確認した(表－1)。

(a) 胴について，以下の計算式により必要な厚さを計算した。

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

ここで，

t：胴の計算上必要な厚さ (mm)

P：最高使用圧力 (MPa)

Di：胴の内径 (mm)

S：最高使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

$\eta$ ：長手継手の効率

(b) 平板について，以下の計算式により必要な厚さを計算した。

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

ここで，

t：平板の計算上必要な厚さ (mm)

d：平板の径，または最小内のり (mm)

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)

K：平板の取付け方法による係数

(c) 鏡板について，以下の計算式により必要な厚さを計算した。

(供給／混合タンクの場合)

$$t = \frac{P \cdot D \cdot K}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

ここで、

t : 鏡板の計算上必要な厚さ (mm)

D : 鏡板の内面における長径 (mm)

K : 半だ円形鏡板の形状による係数で、以下の式により計算した値

$$K = \frac{1}{6} \left( 2 + \sqrt{\frac{D}{2h}} \right)$$

h : 鏡板の内面における短径の 1/2 (mm)

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)

$\eta$  : 継手効率

(SS フィルタ, UF の場合)

$$t = \frac{P \cdot R \cdot W}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

ここで、

t : 鏡板の計算上必要な厚さ (mm)

R : 鏡板の中央部の内半径 (mm)

W : さら形鏡板の形状による係数で、以下の式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

r : さら形鏡板のすみの丸みの半径 (mm)

S : 最高使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

$\eta$  : 継手効率

P : 最高使用圧力 (MPa)

表-1 供給/混合タンク, SS フィルタ, 吸着塔の強度評価

機器名称	評価部位	必要厚み [mm]	厚み [mm]
供給/混合タンク	上部胴板	1.3	7.9
	下部胴板	0.4	7.9
	底部鏡板	0.5	6.4
SS フィルタ	胴板	2.1	6.4
	鏡板	3.6	6.4
UF	胴板	1.7	3.8
	鏡板	2.0	3.8
吸着塔	胴板	5.3	9.5
	平板	43.0	50.8

## 2. 配管の強度評価

JSME S NC1-2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格に準拠し, 板厚評価を行った。評価の結果最高使用圧力に対して十分な厚さを有することを確認した。(表-2)

内面に圧力を受ける配管について, 以下の計算式により必要な厚さを計算した。

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

ここで,

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

Do : 管の外径 (mm)

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-2 配管の板厚評価結果

機器名称	必要板厚 [mm]	設計板厚 [mm]
配管 (100A/Sch. 40)	0.9	6.0
配管 (50A/Sch. 40)	0.5	3.9
配管 (25A/Sch. 40)	0.3	3.4
配管 (50A/Sch. 80)	0.5	5.5

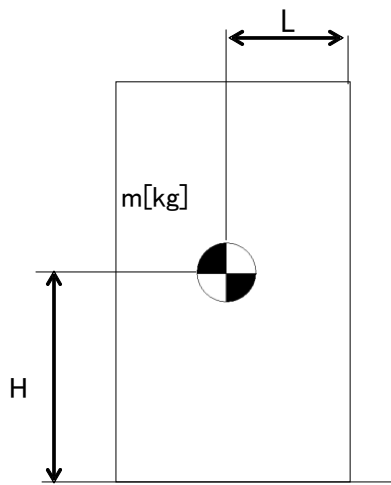
モバイル型ストロンチウム除去装置の耐震性に関する説明書

1. 供給／混合スキッド

1.1. 供給／混合タンク

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下記式にて算出し、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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : 機器質量 (8,176kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 据付面からの重心までの距離 (2.465 m)
- $L$  : 転倒支点から機器重心までの距離 (0.986 m)

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 71,141N \cdot m \rightarrow 72kN \cdot m$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 79,044N \cdot m \rightarrow 79kN \cdot m$

b. 評価結果

評価結果を表1-1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。

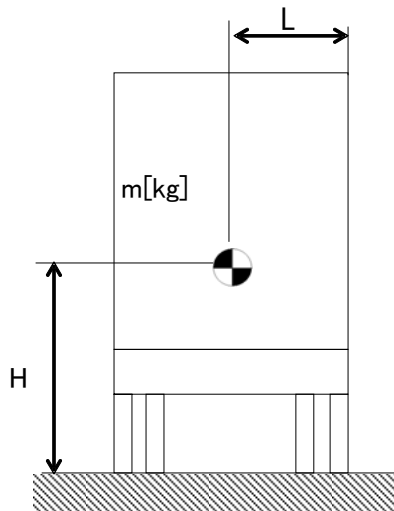
表1-1 供給／混合タンク耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
供給／混合タンク	本体	転倒	0.36	72	79	kN・m

1.2. スキッドを搭載するコンテナとトレーラの安定性

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下記式にて算出し、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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : コンテナとトレーラの合計質量 (31,203 kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 地面からコンテナとトレーラの合成重心までの距離 (2.801 m)
- $L$  : 転倒支点から重心までの距離 (1.219 m)

地震による転倒モーメント :  $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 308,554 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 309 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント :  $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 373,136 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 373 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b. 評価結果

評価結果を表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1-2 コンテナとトレーラ本体耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
コンテナとトレーラ	本体	転倒	0.36	309	373	kN・m

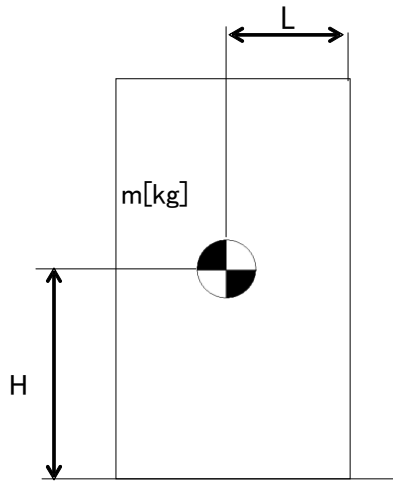
2. 浮遊物質 (SS) フィルタスキッド

2.1. SS フィルタ

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下記式にて算出し、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括弧内に示す。





- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : 機器質量 (13,570kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 据付面からの重心までの距離 (1.343 m)
- $L$  : 転倒支点から機器重心までの距離 (0.762 m)

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 64,340N \cdot m \rightarrow 65 \text{ kN} \cdot m$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 101,404N \cdot m \rightarrow 101 \text{ kN} \cdot m$

b. 評価結果

評価結果を表 2-1 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。

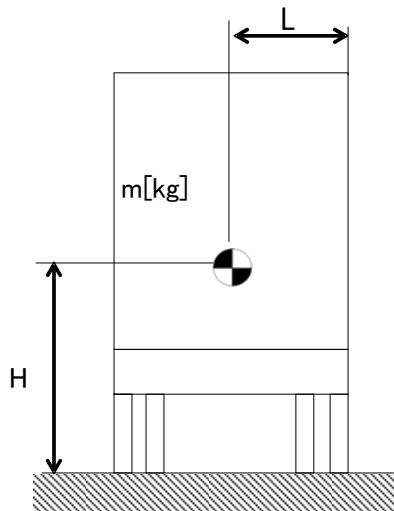
表 2-1 SS フィルタ耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
SS フィルタ	本体	転倒	0.36	65	101	kN・m

2.2. スキッドを搭載するコンテナとトレーラの安定性

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下記式にて算出し，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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : コンテナとトレーラの合計質量 (41,457 kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 地面からコンテナとトレーラの合成重心までの距離 (2.285 m)
- $L$  : 転倒支点から重心までの距離 (1.345 m)

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 334,394 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 335 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 546,901 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 546 \text{ kN} \cdot \text{m}$

#### b. 評価結果

評価結果を表2-2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-2-2 コンテナとトレーラ本体耐震評価結果

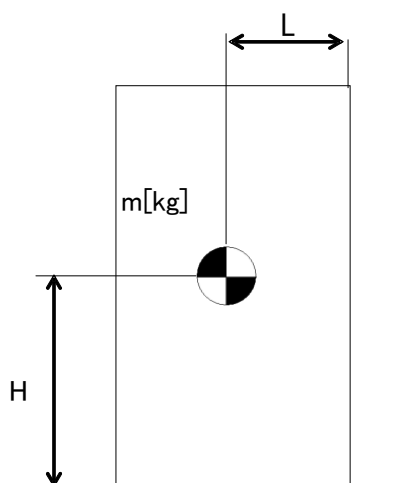
機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
コンテナと トレーラ	本体	転倒	0.36	335	546	kN・m

### 3. ウルトラフィルタ (UF) スキッド

#### 3.1. UF

##### 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下記式にて算出し、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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : 機器質量 (13,571 kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 据付面からの重心までの距離 (1.351 m)
- $L$  : 転倒支点から機器重心までの距離 (0.762 m)

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 64,728 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 65 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 101,412 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 101 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b. 評価結果

評価結果を表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。

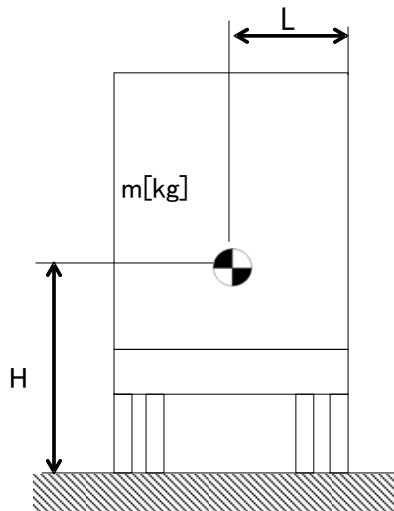
表3-1 ウルトラフィルタ (UF) 耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
UF	本体	転倒	0.36	65	101	kN・m

3.2. スキッドを搭載するコンテナとトレーラの安定性

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下記式にて算出し、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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : コンテナとトレーラの合計質量 (35,692 kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 地面からコンテナとトレーラの合成重心までの距離 (2.307 m)
- $L$  : 転倒支点から重心までの距離 (1.078 m)

地震による転倒モーメント :  $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 341,602 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 342 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント :  $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L = 443,478 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 443 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b. 評価結果

評価結果を表3-2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3-2 コンテナとトレーラ本体耐震評価結果

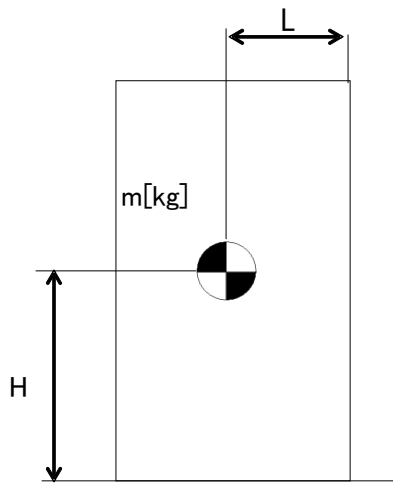
機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
コンテナとトレーラ	本体	転倒	0.36	342	443	kN・m

4. 吸着塔スキッド

4.1 吸着塔

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下記式にて算出し、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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : 機器質量 (5,412 kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 据付面からの重心までの距離 (1.517 m)
- $L$  : 転倒支点から機器重心までの距離 (0.5715 m)

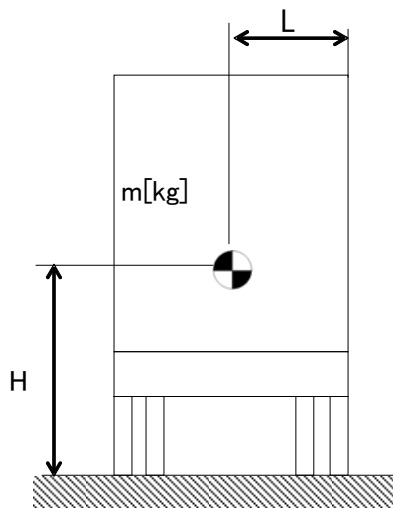
地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 28,985 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 29 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 30,332 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$

#### 4.2. スキッドを搭載するコンテナとトレーラの安定性

##### 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下記式にて算出し、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括弧内に示す。



- $C_H$  : 水平方向設計震度 (0.36)
- $m$  : コンテナとトレーラの合計質量 (31,990kg)
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 地面からコンテナとトレーラの合成重心までの距離 (2.409 m)
- $L$  : 転倒支点から重心までの距離 (1.205 m)

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 325,233 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 326 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L = 451,825 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 451 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b. 評価結果

評価結果を表 4-1 に示す。評価の結果、転倒しないことを確認した。

表 4-1 コンテナとトレーラ本体耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
コンテナと トレーラ	本体	転倒	0.36	326	451	kN・m

## モバイル型ストロンチウム除去装置等の具体的な安全確保策等

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、高レベルの放射性物質を扱うため、漏えい防止対策、放射線遮へい・崩壊熱除去、可燃性ガス滞留防止、環境条件対策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。

## 放射性物質の漏えい防止等に対する考慮

## 2.16 (1) 漏えい発生防止

- a. 処理対象水及び処理済水の移送配管は、耐腐食性を有するポリエチレン管を基本とする。
- b. 可撓性を要するモバイル型ストロンチウム除去装置との接続部およびスキッド間は、EPDM 製耐圧ホース（二重管構造）とする。
- c. モバイル型ストロンチウム除去装置内の配管は、耐腐食性を有する ASME SA-312 TP316L 材を基本とし、タンク、各フィルタ及び吸着塔等は、耐腐食性を有するよう ASME SA-240 TYPE 316/316L 材（SUS316(LC)相当材）または ASME SA-312 TP316L 材（SUS316L 相当材）等とする。
- d. タンク類には水位検知器を設け、オーバーフローを防止する。

## 2.17 (2) 漏えい検知・漏えい拡大防止

- a. 漏えいの早期検知として、スキッド毎に漏えいパンを設けるとともに、漏えい検知器を設ける。また、スキッド間の耐圧ホースは二重管構造とし、万が一漏えいが発生しても漏えい水は外部に漏えいせず、スキッド内に流入する設計としている。
- b. 上記漏えいを検知した場合には、シールド中央制御室に警報を発するとともに、モバイル型ストロンチウム除去装置のポンプが停止し、装置内の隔離弁が閉鎖する。運転操作員は、移送ポンプの停止確認や漏えい拡大防止等の必要な措置を講ずる。
- c. モバイル型ストロンチウム除去装置等は、運転開始までに漏えい確認等を実施し、施工不良、装置の初期欠陥等による大規模な漏えいの発生を防止する。また、モバイル型ストロンチウム除去装置は、内包水が漏えいした場合でもスキッド内の漏えいパン内に収まることから、系外へ漏えいが拡大することはない。（表－1）

表－1 モバイル型ストロンチウム除去装置各スキッドの漏えいパン仕様

対象設備		容積 (m <sup>3</sup> )	容器単体の 保有水量 (m <sup>3</sup> )
モバイル型 ストロンチウム 除去装置	供給／混合 スキッド	6.52	4.93
	SS フィルタ スキッド	1.68	1.02
	UF スキッド	1.68	1.38
	吸着塔 スキッド	1.68	1.27

計装制御スキッドは処理対象水を扱わない。

#### 放射線遮へい・崩壊熱除去

##### 2.18 (1) 放射線遮へい（被ばくに対する考慮）

- a. モバイル型ストロンチウム除去装置は、通常運転時は、シールド中央制御室から遠隔での監視を可能とする。
- b. フィルタ、吸着塔等には適切な遮へいを設け、被ばく低減を図る。フィルタ、吸着塔の表面線量当量率を表－2に示す。
- c. 使用済フィルタ及び吸着塔の輸送時は、表面線量当量率に応じて鋼製の容器等で遮へいし、放射線業務従事者の被ばくを低減する。

##### 2.19 (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、通水により熱除去する。
- b. 使用済フィルタ及び吸着塔の保管時においては、使用済セシウム吸着塔一時保管施設のボックスカルバート内に保管した場合、SS フィルタ、UF 及び吸着塔の最高温度は、それぞれ 112.0℃、120.4℃、142.8℃と想定される。一方、SS フィルタ、UF、及び吸着塔内のフィルタ材料、吸着材の耐熱温度は、それぞれ、121℃、200℃、及び 200℃であることから、材料の健全性に影響を与えるものではない（表－2）。



表-2 モバイル型ストロンチウム除去装置のフィルタ・吸着塔の  
吸着量，最大表面線量率および最高温度

機器名称	捕捉・吸着 主要核種	吸着量 (Bq/個) ※1	最大表面 線量率 (mSv/h) ※2	最大表面 線量率 (mSv/h) ※3	最高温度 (°C) ※4	耐熱 温度 (°C)
SS フィルタ	Sr-90	$2.4 \times 10^{14}$	2.0	5.0	112.0	121
UF	Sr-90	$5.2 \times 10^{14}$	5.0	10.1	120.4	200
吸着塔	Cs-134	$5.2 \times 10^9$	5.0	7.4	142.8	200
	Cs-137	$9.1 \times 10^9$				
	Sr-90	$1.7 \times 10^{14}$				

※1 捕捉・吸着する主要核種の吸着量

※2 水抜き前の表面線量率

※3 保管時を想定した水抜き後の表面線量率

※4 保管時を想定したコンクリート製ボックスカルバート内での夏場の最高温度

#### 可燃性ガスの滞留防止

- a. モバイル型ストロンチウム除去装置では、フィルタ・吸着塔で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、通水時に処理水とともに排出される。通水停止以降も再度そのフィルタ・吸着塔により処理を行う場合には、可燃性ガスが滞留する可能性があるため、ベント弁を手動で開操作して排出する。
- b. 使用済フィルタ・吸着塔は、可燃性ガスの発生抑制のため、使用済セシウム吸着塔仮保管施設等にて内部の水抜きを実施後、ベントを開放して保管する。

#### 環境条件対策

##### (1) 腐食

モバイル型ストロンチウム除去装置等は、耐腐食性を有する ASME SA-240 TYPE 316/316L 材，ASME SA-312 TP316L 材，ASME SB-127 UNS N04400 材等を用いている。

##### (2) 熱による劣化

処理対象水の温度は、ほぼ常温のため、材料の劣化の懸念はない。

##### (3) 凍結

処理対象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。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ため、保温材等を取り付ける。

コンテナ内については、空調機による温度調整により凍結防止を図る。

#### (4) 耐放射線性

移送配管等に使用されるポリエチレンは、集積線量が  $2 \times 10^5 \text{Gy}$  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が、ポリエチレン管の照射線量率を  $1 \text{Gy/h}$ （タービン建屋滞留水と同等）と仮定しても、 $2 \times 10^5 \text{Gy}$  に到達する時間は  $2 \times 10^5$  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、モバイル型ストロンチウム除去装置等において、系統バウンダリを構成するその他の部品には、耐圧ホース、ガスケット、グランドパッキンが挙げられるが、他の汚染水処理設備等で使用実績のある材料（EPDM 等）を使用しており、運転実績により、数年程度の使用は問題ないと考えられる。

#### (5) 紫外線

屋外敷設箇所のポリエチレン管には、紫外線による劣化を防止するための耐紫外線性を有する保温材等で覆う処置を実施する。

#### (6) 長期停止中の措置

モバイル型ストロンチウム除去装置を長期停止する場合は、必要に応じて装置をフラッシングすると共に、内部の水抜きを実施することで、腐食及び凍結を防止する。

2.20

#### 2.21 5. 使用済フィルタ・吸着塔の発生量

モバイル型ストロンチウム除去装置から発生する使用済フィルタ・吸着塔は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設、第四施設）のコンクリート製ボックスカルバート内に貯蔵する。平成 26 年 5 月 6 日現在、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設、第四施設）のコンクリート製ボックスカルバート内の保管容量は合計 876 体であり、保管体数は 495 体である。モバイル型ストロンチウム除去装置から発生する使用済フィルタ・吸着塔の月間発生量は、SS フィルタ 9 体、UF 2 体、吸着塔 6 体、計 17 体程度と想定されることから、当面貯蔵に支障をきたすことはない。また、必要に応じて増設する。

## モバイル型ストロンチウム除去装置等に係る確認事項

モバイル型ストロンチウム除去装置等に係る主要な確認事項を表－1～6に示す。なお、寸法許容範囲については製作誤差等を考慮の上、確認前に定める。

表－1 確認事項（SS フィルタ、UF、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	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・据付確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※1	有意な欠陥がないこと。
	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、漏えいの有無を確認する。 ※1	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	運転性能確認	定格容量を通水する。	実施計画に記載した容量を通水できること。

※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。

表－２ 確認事項（供給／混合タンク）

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	主な材料について記録を確認する。	材料規格の規定の通りであること。
	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・据付確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※ 1	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（供給／混合スキッド入口ポンプ，供給／混合スキッド出口ポンプ，SSフィルタスキッドポンプ，UFスキッドポンプ，吸着塔スキッドポンプ）

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・据付確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※ 1	有意な欠陥がないこと。
	漏えい確認	運転圧力で漏えいの有無を確認する	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。 ※ 1	実施計画に記載した容量を満足できること。 また、異音，異臭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-4-1 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	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	外径，厚さ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・据付確認	各部の外観を確認する。 また，据付状態について確認する。 ※1	有意な欠陥がないこと。
	漏えい確認	確認圧力により漏えい有無を確認する。 ※1	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-4-2 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	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。	製造メーカー寸法許容範囲内であること。
	外観・据付確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※1	有意な欠陥がないこと。
	漏えい確認	確認圧力により漏えい有無を確認する。 ※1	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-4-3 確認事項（主配管（伸縮継手，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	外観・据付確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※1	有意な欠陥がないこと。
	漏えい確認	確認圧力により漏えい有無を確認する。 ※1	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－5 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・据付 確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※1	有意な欠陥がないこと。
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。	許容範囲以内で警報が作動すること。

※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。

表－6 確認事項（漏えいパン）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
構造強度・ 機能	寸法確認	主要寸法について記録を確認する。	実施計画に記載のパン容量を満足すること。
	外観・据付 確認	各部の外観を確認する。 また、据付状態について確認する。 ※1	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。