

2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2021年3月25日（第10回）

The logo for TEPCO, consisting of the letters 'TEPCO' in a bold, red, sans-serif font.

東京電力ホールディングス株式会社

- 燃料取扱設備の取扱対象となる燃料について下表に示す。

項目		体数	備考
健全燃料	使用済燃料	584 体	－
	新燃料	28 体	－
非健全燃料	漏えい燃料	1体	健全燃料と同様、燃料取扱設備での取扱が可能
	下部タイププレート変形燃料	1体	健全燃料と同様、燃料取扱設備での取扱が可能
	ワイヤ修復燃料	1体	燃料取扱機の定格荷重に裕度を持たせ、追加で治具が必要となった場合にも対応可能なよう考慮
合計		615 体	－

移送操作中の燃料集合体の落下

<追加> **TEPCO**

- 燃料集合体の落下を防止するため、設計及び運転管理上の対策を講じるが、万一燃料取り出し作業中に、取扱中の燃料集合体1体が使用済燃料貯蔵ラック上に落下した場合の影響を評価する。
- 評価の結果、敷地境界外の実効線量は下表の通りであり、本事象による周辺公衆に与える放射線被ばくのリスクは小さい。

表：燃料集合体の落下時の実効線量※

	実効線量 (小児) [mSv]	実効線量 (成人) [mSv]	評価条件
2号	約 4.7×10^{-4}	約 4.7×10^{-4}	・燃料移送中に使用済燃料貯蔵ラックの上部に燃料集合体1体が落下するものと仮定 ・落下による燃料集合体の破損体数：2.3体（設置許可申請の評価と同様）
3号 (参考)	約 6.2×10^{-4}	約 6.2×10^{-4}	
4号 (参考)	約 7.8×10^{-4}	約 7.8×10^{-4}	

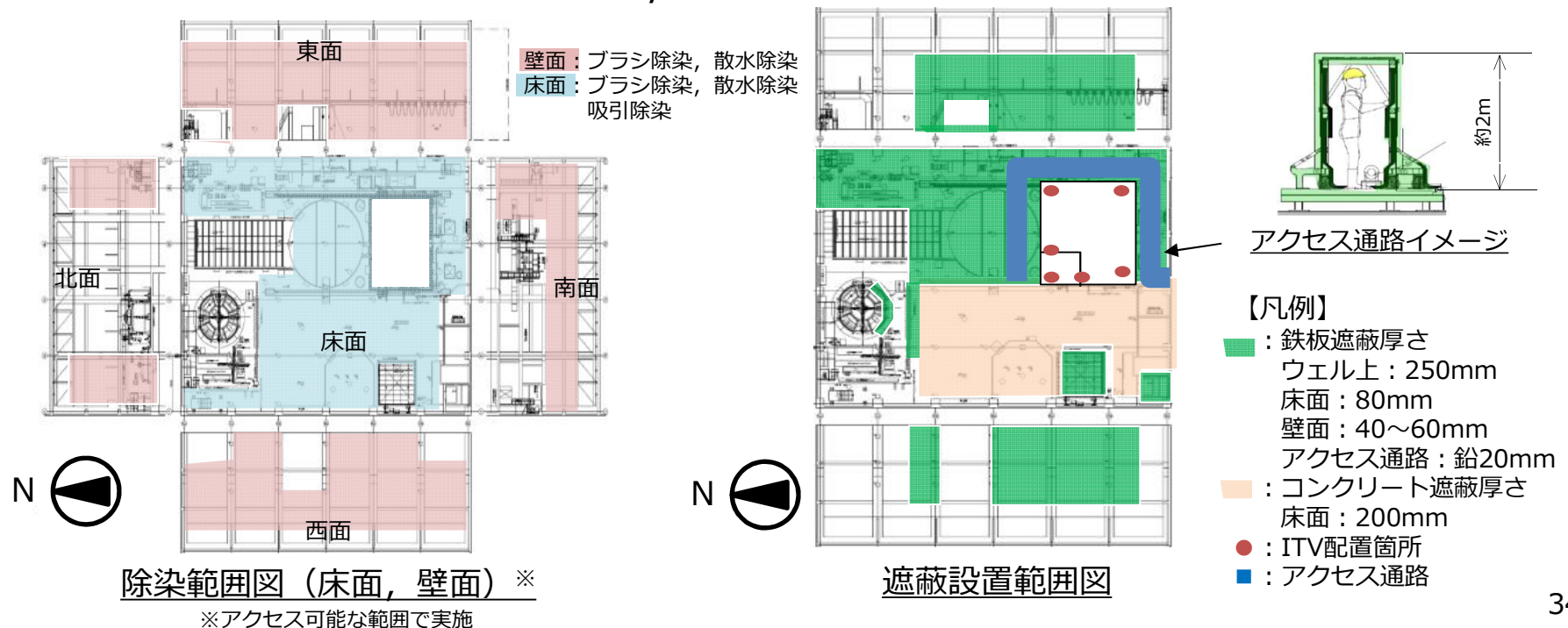
※希ガス及びよう素の放出量より評価

■ 除染計画

- 燃料取り出し作業中のダスト飛散抑制のため遮蔽体設置前に除染を実施

■ 遮蔽計画

- メンテナンスエリアに影響の大きい箇所に遮蔽体を設置し、アクセス通路にも遮蔽機能を持たせることで作業環境を整備
- 遮蔽体設置後の雰囲気線量
 - 有人作業を想定しているエリア：約1.8～2.3mSv/h
 - アクセス通路内部：約0.2mSv/h



■ 対象とする遮蔽体

使用済燃料プール及び使用済燃料ラックに波及的影響を及ぼさないことを確認するため、使用済燃料プールに隣接する遮蔽体を対象とする。

(アクセス通路は転倒しても使用済燃料プールに落下しないよう使用済燃料プール壁よりアクセス通路高さと同程度の離隔距離を確保することで、評価の対象外とする。)

■ 評価結果

添付資料4参照

- 換気設備では燃料取り出し用構台前室から原子炉建屋オペレーティングフロア側へ気流の流れが生じるよう、排気設備から排気風量を変更する。
(換気設備の排気風量設定根拠については添付資料3参照)
- 各建屋の排気風量は各建屋からの排気ダクトに設置するボリュームダンパーの開度で調整する。

	排気設備	換気設備
排風機台数	2台	2台
排気風量	原子炉建屋 : 10,000m ³ /h	原子炉建屋 : 20,000m ³ /h 燃料取り出し用構台 : 10,000m ³ /h
フィルタ効率	97%(粒子径0.3μm)以上	97%(粒子径0.3μm)以上
耐震クラス	ノンクラス	Cクラス相当

説明スケジュール

■ 本申請内容は、下記スケジュールに沿って説明する。

※説明進捗に合わせて適宜変更

No.	説明内容（実施計画の構成に基づいて説明）	2020年度						2021年度			
		12月	1月		2月		3月		4月	5月	6月
全体スケジュール		申請(12/25) ▼	監視評価検討会(1/25) ▼				コメント回答期間		規制庁取扱い 補正申請予定 ▼	認め期間	認可希望 ▼
1	申請、申請範囲と措置を講ずべき事項への適合性に関する説明	第1回(12/25) ▼							HOLD		
2	燃料取扱設備概要と燃料取扱いに関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-1-1 燃料の落下防止、臨界防止に関する説明書 2.11 添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表		第2回(1/13) ▼					第10回(3/25) ▼			
3	燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバ-の構造強度及び耐震性に関する説明書			第3回(1/21) ▼			第8回(3/9) ▼				
4	燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書			第4回(1/28) ▼				第9回(3/17) ▼			
5	換気設備の設備概要、構造強度と耐震性に関する説明 【記載箇所】 2.11.1 基本設計 2.11.2 基本仕様 2.11 添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書 2.11 添付資料-4-3 燃料取り出し用カバ-換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書				第5回(2/4) ▼			第10回(3/25) ▼			
6	原子炉建屋オペレーティングフロアに設置する遮蔽体に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-4-2 別添8 2号機原子炉建屋 オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の落下防止について					第6回(2/10) ▼			第10回(3/25) ▼		
7	放射線管理関係設備、保安措置に関する説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 2.15.1 基本設計 2.15.2 基本仕様 2.15 添付資料-1 ダスト放射線モニタ系統概略図 Ⅲ 第1編 第42条 気体廃棄物の管理 Ⅲ 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定 Ⅲ 第1編 第61条 放射線計測器類の管理 Ⅲ 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理 Ⅲ 第3編 3.1.2 放射線管理					第7回(2/18) ▼		第11回(3/29週) ▼			
8	燃料の健全性及び移送操作中の燃料集合体の落下に係る説明 【記載箇所】 2.11 添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取扱いに関する説明書 2.11 添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下								HOLD 第12回(補正申請後に実施) ▼		

■ 補足説明資料

- 添付資料1 燃料取り出し用構台 補足説明資料
- 添付資料2 燃料取扱設備の耐震性についての計算書
- 添付資料3 換気設備 換気風量について
- 添付資料4 原子炉建屋オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の耐震性について
- 添付資料5 使用前検査での確認事項について

換気設備 換気風量について

1. 必要換気風量の設定

燃料取扱設備等の電気品保護のため、原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台前室内の環境を 40℃以下(設計値)となるよう換気設備の換気風量を設定する。また、各エリアの放射性物質濃度が上がらないよう換気回数 0.5 回/h 以上を確保することを目安とする。これらの要求を満足する換気風量として、原子炉建屋オペレーティングフロアの換気風量を 20000(m³/h)、燃料取り出し用構台の換気風量を 10000(m³/h)に設定した。具体的な算定結果を以下に示す。

1.1 原子炉建屋オペレーティングフロアの環境維持に必要な換気風量

(1) 設計用熱負荷の除熱に必要な換気風量

$$Q_1 = q_1 / (C_p \cdot \rho \cdot (t_{1a} - t_2) \cdot 1/3600) = 15580 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Q_1 : 設計用熱負荷の除熱に必要な換気風量(m³/h)

q_1 : 設計用熱負荷, 約 60 (kW)

C_p : 定圧比熱, 1.004652(kJ/kg・℃)

ρ : 密度, 1.2(kg/m³)

t_{1a} : 原子炉建屋オペレーティングフロア温度, 40(℃)

t_2 : 設計用外気温度, 28.5(℃)

(2) 換気回数の確保に必要な換気風量

$$Q'_1 = V_1 \cdot 0.5 = 13000 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Q'_1 : 換気回数 0.5 回/h に必要な換気風量(m³/h)

V_1 : 原子炉建屋オペレーティングフロア内容積, 約 26000(m³)

1.2 燃料取り出し用構台の環境維持に必要な換気風量

(1) 設計用熱負荷の除熱に必要な換気風量(m³/h)

$$Q_2 = q_2 / (C_p \cdot \rho \cdot (t_{1b} - t_2) \cdot 1/3600) = 5193 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Q_2 : 設計用熱負荷の除熱に必要な換気風量(m³/h)

q_2 : 設計用熱負荷, 約 20 (kW)

C_p : 定圧比熱, 1.004652(kJ/kg・℃)

ρ : 密度, 1.2(kg/m³)

t_{1b} : 燃料取り出し用構台前室内温度, 40(℃)

t_2 : 設計用外気温度, 28.5(℃)

(2) 換気回数の確保に必要な換気風量

$$Q'_2 = V_2 \cdot 0.5 = 8000 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Q'_2 : 換気回数 0.5 回/h に必要な換気風量(m³/h)

V_2 : 燃料取り出し用構台前室内内容積, 約 16000(m³)

2. 原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台における気流の流れ

1 章に基づき, 原子炉建屋オペレーティングフロアの換気風量を 20000(m³/h), 燃料取り出し用構台の換気風量を 10000(m³/h)に設定した場合の気流の流れを評価する。

2.1 評価モデル

評価モデルを図 1 に, 評価で考慮する隙間を表 1 に示す。

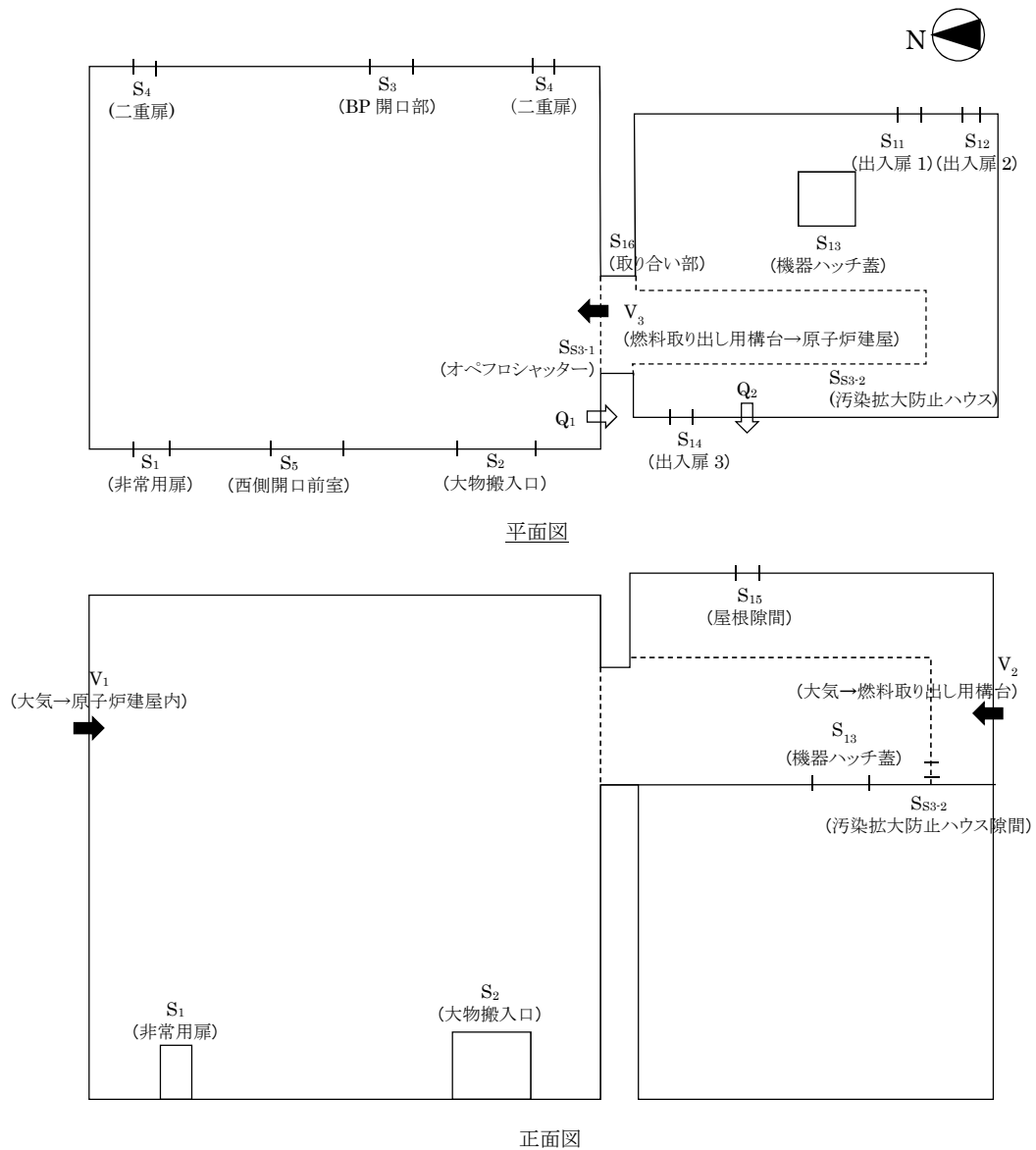


図 1 評価モデル

表 1 評価で考慮する隙間面積

記号	名称	単位	数値	備考
S _{S1}	原子炉建屋隙間 合計面積	m ²	—	
S ₁	非常用扉 開口面積	m ²	0	
S ₂	大物搬入口 開口面積	m ²	0	
S ₃	ブローアウトパネル(BP)開口部 隙間面積	m ²	0.34	
S ₄	原子炉建屋二重扉(南北)開口面積	m ²	0	
S ₅	西側開口前室 開口面積	m ²	0.464	西側開口前室隙間合計
S _{S2}	燃料取り出し用構台隙間合計面積	m ²	—	
S ₁₁	出入扉 1 隙間	m ²	0.06	
S ₁₂	出入扉 2 隙間	m ²	0.08	
S ₁₃	機器ハッチ蓋隙間	m ²	0.2	
S ₁₄	出入扉 3 隙間	m ²	0.06	
S ₁₅	燃料取り出し用構台屋根隙間	m ²	0.98	
S ₁₆	燃料取り出し用構台取り合い部隙間	m ²	0.42	オペプロシャッター開時は S _{S1} に加算 オペプロシャッター閉時は S _{S2} に加算
S _{S3-1}	オペプロシャッター隙間	m ²	2.33	オペプロシャッター閉時に 適用
S _{S3-2}	汚染拡大防止ハウス隙間	m ²	2.34	オペプロシャッター開時に 適用

2.2 評価ケース

燃料取り出し作業時に、大気から原子炉建屋へ、大気から燃料取り出し用構台へ、燃料取り出し用構台から原子炉建屋へ流入する気流が生じることを確認する。評価ケースは以下の 2 ケースとする。

- (1) オペフロシャッター閉時 (作業手順③～⑧, ⑮～⑲, ⑳～㉓)

オペフロシャッター閉, 汚染拡大防止ハウスは収納状態とした場合の評価モデルを図 2 に示す。

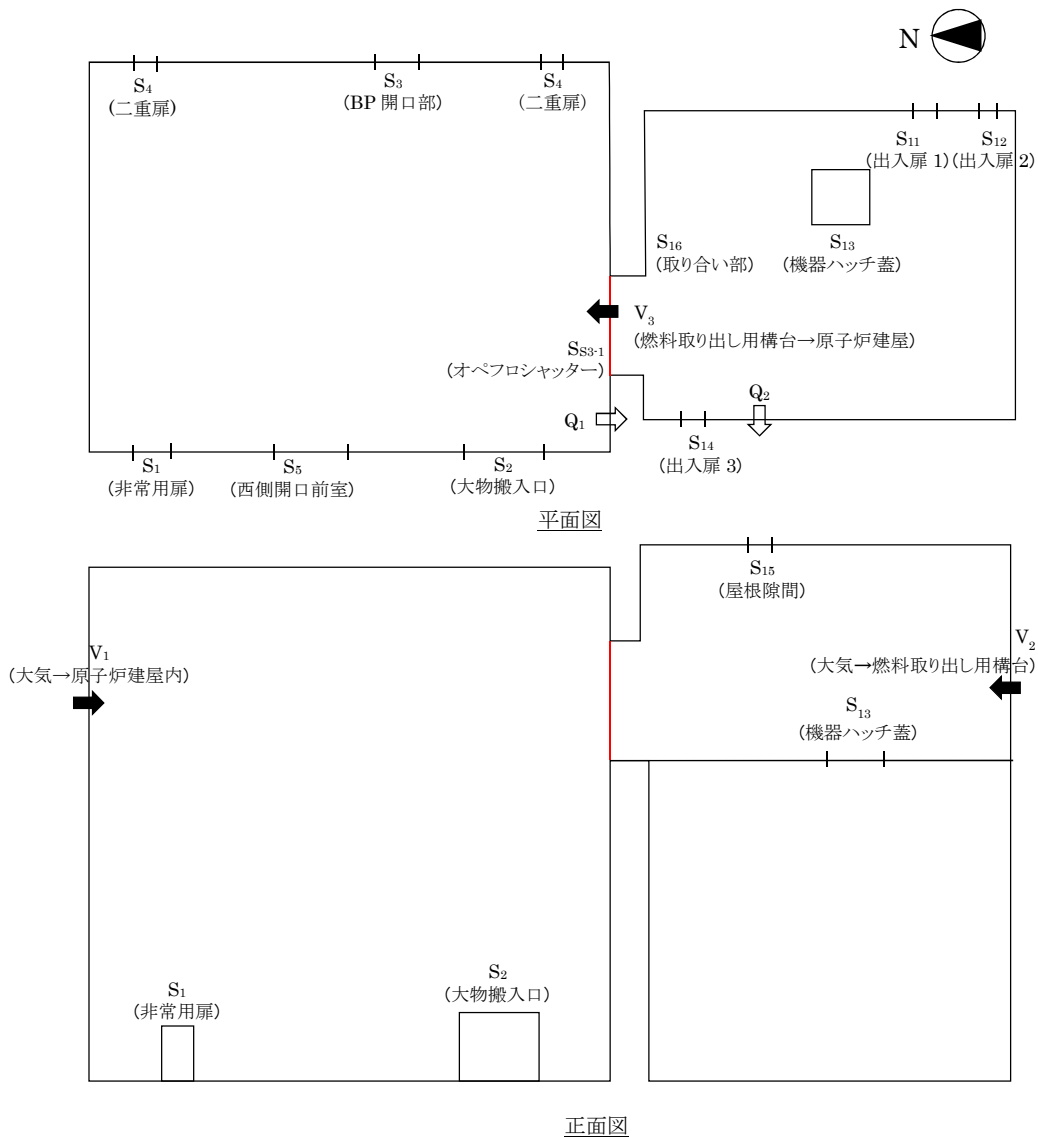


図 2 オペフロシャッター閉時 評価モデル

(2) オペプロシャッター開時(作業手順⑨～⑭, ③⑩～③⑮)

オペプロシャッター開, 汚染拡大防止ハウスは展開状態とした場合の評価モデルを図 3 に示す。

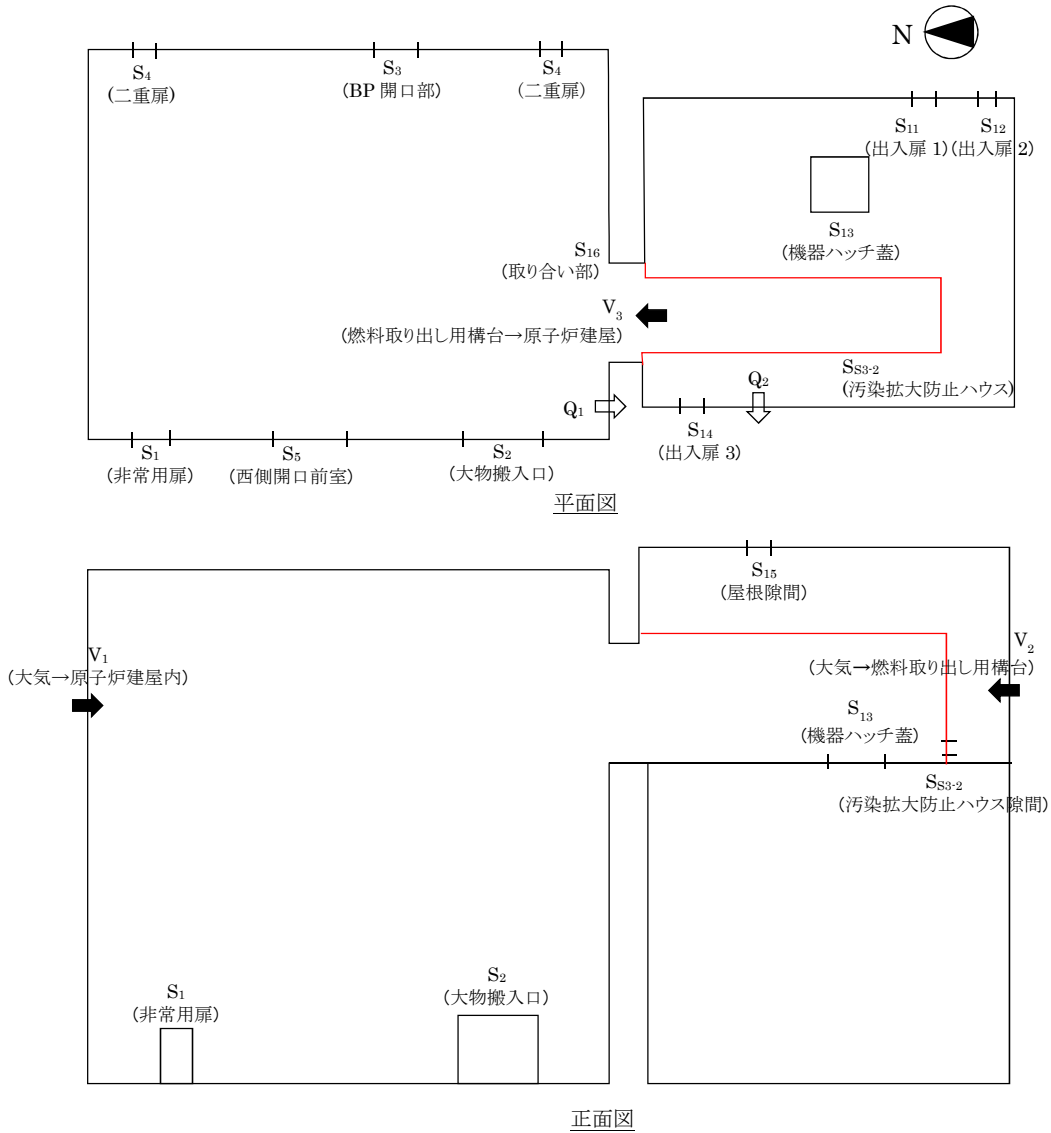


図 3 オペプロシャッター開時 評価モデル

2.3 評価方法

燃料取り出し用構台から原子炉建屋オペレーティングフロアへ気流の流れが生じている状態では原子炉建屋、燃料取り出し用構台でのマスバランスは以下の通りとなる。

$$Q_1 = (V_1 \times S_{S1} + V_3 \times S_{S3}) \times 3600 \quad (1)$$

$$Q_2 = (V_2 \times S_{S2} - V_3 \times S_{S3}) \times 3600 \quad (2)$$

Q_1 : 原子炉建屋換気風量 20000(m³/h)

Q_2 : 燃料取り出し用構台換気風量 10000(m³/h)

S_{S1} : 原子炉建屋隙間合計面積 表 1 参照

S_{S2} : 燃料取り出し用構台隙間合計面積 表 1 参照

S_{S3} : 原子炉建屋／燃料取り出し用構台間隙間 表 1 参照

V_1 : 大気から原子炉建屋への流入風速(m/s)

V_2 : 大気から燃料取り出し用構台への流入風速(m/s)

V_3 : 燃料取り出し用構台から原子炉建屋への流入風速(m/s)

各流入風速は以下の式より求める。

$$P_0 - P_1 = \zeta \times \rho \times V_1^2 / 2g \quad (3)$$

$$P_0 - P_2 = \zeta \times \rho \times V_2^2 / 2g \quad (4)$$

$$P_2 - P_1 = \zeta \times \rho \times V_3^2 / 2g \quad (5)$$

P_0 : 大気圧 0(Pa)

P_1 : 原子炉建屋内圧(Pa)

P_2 : 燃料取り出し用構台内圧(Pa)

ζ : 形状抵抗係数 2.00(-)

ρ : 空気密度 1.2(kg/m³)

g : 重力加速度 9.81(m/s²)

大気圧を 0(Pa)とし、(3)～(5)式を変形する。

$$V_1 = \sqrt{-P_1 \times 2g / (\zeta \times \rho)} \quad (6)$$

$$V_2 = \sqrt{-P_2 \times 2g / (\zeta \times \rho)} \quad (7)$$

$$V_3 = \sqrt{(P_2 - P_1) \times 2g / (\zeta \times \rho)} \quad (8)$$

(6)～(8)式を(1)、(2)式に代入し、マスバランスを満たす P_1 、 P_2 を求める。

2.4 算定結果

2.3 項に記載の方法に従い、原子炉建屋内圧、燃料取り出し用構台内圧を算定し、各流入風速を算定した。

記号	名称	単位	オペフロ シャッター閉時	オペフロ シャッター開時
P ₁	原子炉建屋内圧	Pa	-1.28	-1.38
P ₂	燃料取り出し用構台内圧	Pa	-1.23	-1.20
V ₁	大気から原子炉建屋への 流入風速	m/s	3.2	3.4
V ₂	大気から燃料取り出し用構台へ の流入風速	m/s	3.2	3.1
V ₃	燃料取り出し用構台から 原子炉建屋への流入風速	m/s	0.68	1.2

2.5 評価

2.4 項に示す通り、オペフロシャッターの開閉状態に関わらず、大気から原子炉建屋へ、大気から燃料取り出し用構台へ、燃料取り出し用構台から原子炉建屋へ流入する気流が生じる。

以上より、ダスト飛散抑制の観点で適切に換気風量が設定されていることを確認した。

3. まとめ

1 章及び 2 章に示す通り、原子炉建屋オペレーティングフロアの換気風量を 20000(m³/h)、燃料取り出し用構台の換気風量を 10000(m³/h)と設定することで、原子炉建屋及び燃料取り出し構台内の温度維持、換気回数の確保、ダスト飛散抑制のための気流の確保が可能となることを確認した。

原子炉建屋オペレーティングフロア床面に設置する
遮蔽体の耐震性についての計算書

I. 遮蔽体に係る耐震設計の基本方針

1. 設備の重要度による耐震クラス別分類

備名	耐震 クラス別	確認用 地震動
遮蔽体	ノンクラス	Ss

2号機原子炉建屋内の作業環境改善のため、原子炉建屋内のオペレーティングフロア床面及び壁側に遮蔽体を設置する計画としている。

遮蔽体の耐震クラス別分類は原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601・補-1984)に規定される放射性物質にかかわる設備には該当しないため、ノンクラスとなる。但し、オペレーティングフロアに設置する遮蔽体のうち使用済燃料プール周りに設置するものが、地震による破損などの事象により、使用済燃料プール及び使用済燃料ラックに波及的影響を及ぼさないことを確認する。

本資料では、使用済燃料プール周りに設置する下記遮蔽体の支持部材の構造強度の結果を示す。各遮蔽体の配置を図 1 に示す。

- (1) 使用済燃料プール(SFP)北側遮蔽
- (2) 使用済燃料プール(SFP)南側遮蔽
- (3) 使用済燃料プール(SFP)東側遮蔽
- (4) 使用済燃料プール(SFP)西側遮蔽

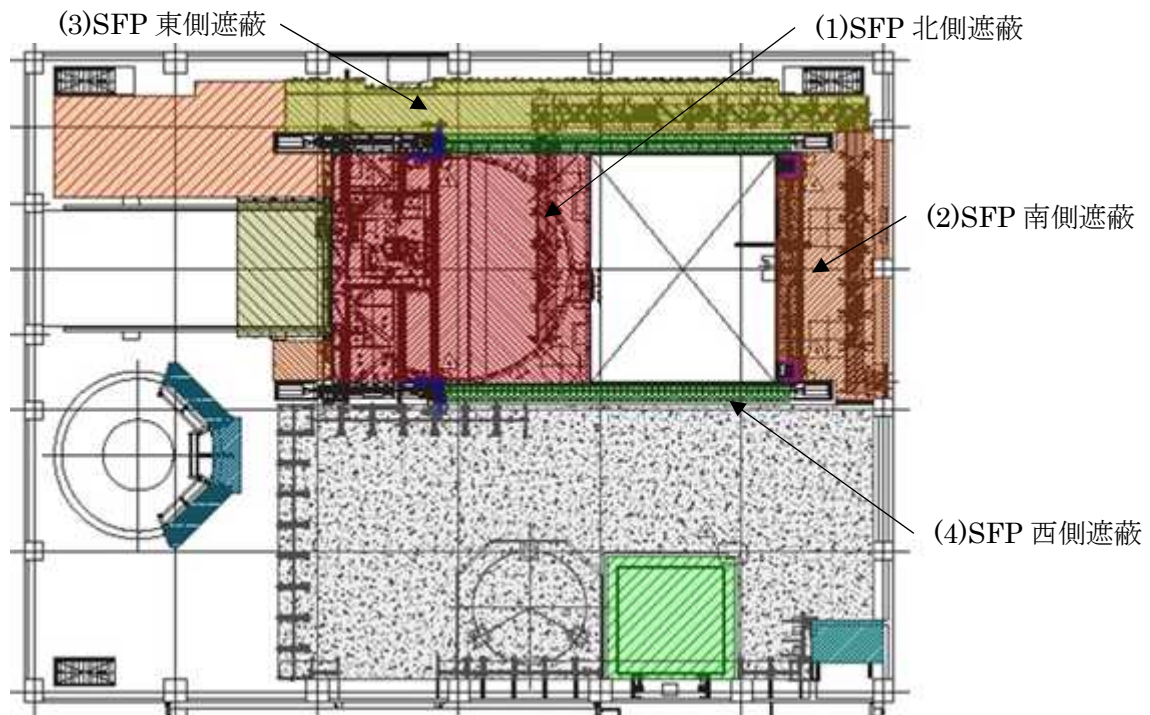


図 1 使用済燃料プール周りに設置する遮蔽体

2. 設計用地震力

遮蔽体の耐震評価には、原子炉建屋オペレーティングフロアの層せん断係数より保守的に設定した水平震度 $0.99G$ を用いる。

3. 荷重の組合せ, 応力算定及び許容応力

記号の説明

D : 死荷重

Ss : Ss 地震動により求まる地震力

1.5f_s: 許容せん断応力

設計・建設規格 SSB-3121.3 により規定される値

1.5f_c: 許容圧縮応力

同上

1.5f_b: 許容曲げ応力

同上

荷重の組合せ	許容限界		
	1 次応力		
	せん断	圧縮	曲げ
D+Ss	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b

注) 組合せ応力についても評価する。

II. 遮蔽体の耐震性についての計算書

1. 概要

1.1. 一般事項

本計算書は遮蔽体の耐震性についての計算書である。

2. 計算条件

- (1) 遮蔽体は原子炉建屋のオペレーティングフロア上に設置されるため、摩擦係数($\mu=0.25$)*を考慮する。

(*電中研報告書「使用済燃料キャスク貯蔵技術の確立-地震時のキャスク転倒評価-」(研究報告:U92037)より、コンクリート及び鋼材表面の塗装条件を様々に変化させた試験結果のうち、最も不利な摩擦係数を適用する。

3. 評価方法

3.1. 応力算定方法

各遮蔽体の支持部に発生する曲げ応力、せん断応力、支圧応力を工学算定式により算出し、それぞれ許容応力以下となることを確認する。また、曲げ応力とせん断応力が同時に負荷される場合には、組合せ応力が許容応力以下となることを確認する。

3.2. 応力の評価方法

材料及び許容応力を表 1 に示す。

表 1 材料及び許容応力

部位		材質	許容応力 (MPa)	
SFP 北側遮蔽	ブラケット	SS400	曲げ	280
			せん断	161
			組合せ	280
	D/S プールカバー 支持ビーム(既設)	A6061T6	支圧	252
SFP 南側遮蔽	荷重受け部材①	SS400	曲げ	280
			せん断	161
			組合せ	280
	荷重受け部材②	SS400	曲げ	280
			せん断	161
			組合せ	280
	引っ掛け部材	SS400	曲げ	280
			せん断	161
			組合せ	280
SFP 東側遮蔽	荷重受け部材	SS400	曲げ	280
			せん断	161
			組合せ	280
	引っ掛け部材	SS400	曲げ	323
			せん断	161
			組合せ	280
SFP 西側遮蔽	荷重受け部材	SS400	曲げ	323
			せん断	161
			組合せ	280

4. 設計条件

- 4.1. 耐震上の重要度分類 ランク(Ss)
- 4.2. 据付場所及び床面高さ 原子炉建屋オペレーティングフロア T.P.38484
- 4.3. 設計震度
 水平方向震度 0.99G
- 4.4. 荷重条件
 自重+地震荷重

5. 結論

強度評価の結果を表 2 に示す。使用済燃料プール周りに設置する遮蔽体について、地震時水平荷重負荷時に支持部材に生じる応力は許容応力を下回るため、遮蔽体が使用済燃料プールへ落下することはない。

表 2 遮蔽体支持部材の構造強度評価結果

部位	材質	許容応力 (MPa)		算出応力 (MPa)
		曲げ	せん断	組合せ
SFP 北側遮蔽	ブラケット	曲げ	280	131
		せん断	161	42
		組合せ	280	150
	D/S プールカバー 支持ビーム(既設)	A6061T6	支圧	252
SFP 南側遮蔽	荷重受け部材①	曲げ	280	219
		せん断	161	15
		組合せ	280	221
	荷重受け部材②	曲げ	280	242
		せん断	161	18
		組合せ	280	244
	引っ掛け部材	曲げ	280	46
		せん断	161	3
		組合せ	280	47
SFP 東側遮蔽	荷重受け部材	曲げ	280	21
		せん断	161	5
		組合せ	280	23
	引っ掛け部材	曲げ	323	170
		せん断	161	11
		組合せ	280	172
SFP 西側遮蔽	荷重受け部材	曲げ	323	62
		せん断	161	2
		組合せ	280	63

6. 数値計算

6.1. SFP 北側遮蔽

6.1.1 形状・寸法

SFP 北側遮蔽は図 2 に示す通り、SFP 北側のオペレーティングフロア上に並べられた各遮蔽体支持部材間を、かぎ型のフックで接続し、SFP 北側遮蔽全体の地震時水平方向荷重を、北側端部の遮蔽体支持部材のブラケットで支持する構造を有する。そのため、地震時水平方向荷重がブラケットに負荷された場合の強度評価を行う。また、ブラケットと取合い地震時荷重が負荷される D/S プールカバー支持ビームの強度評価を行う。

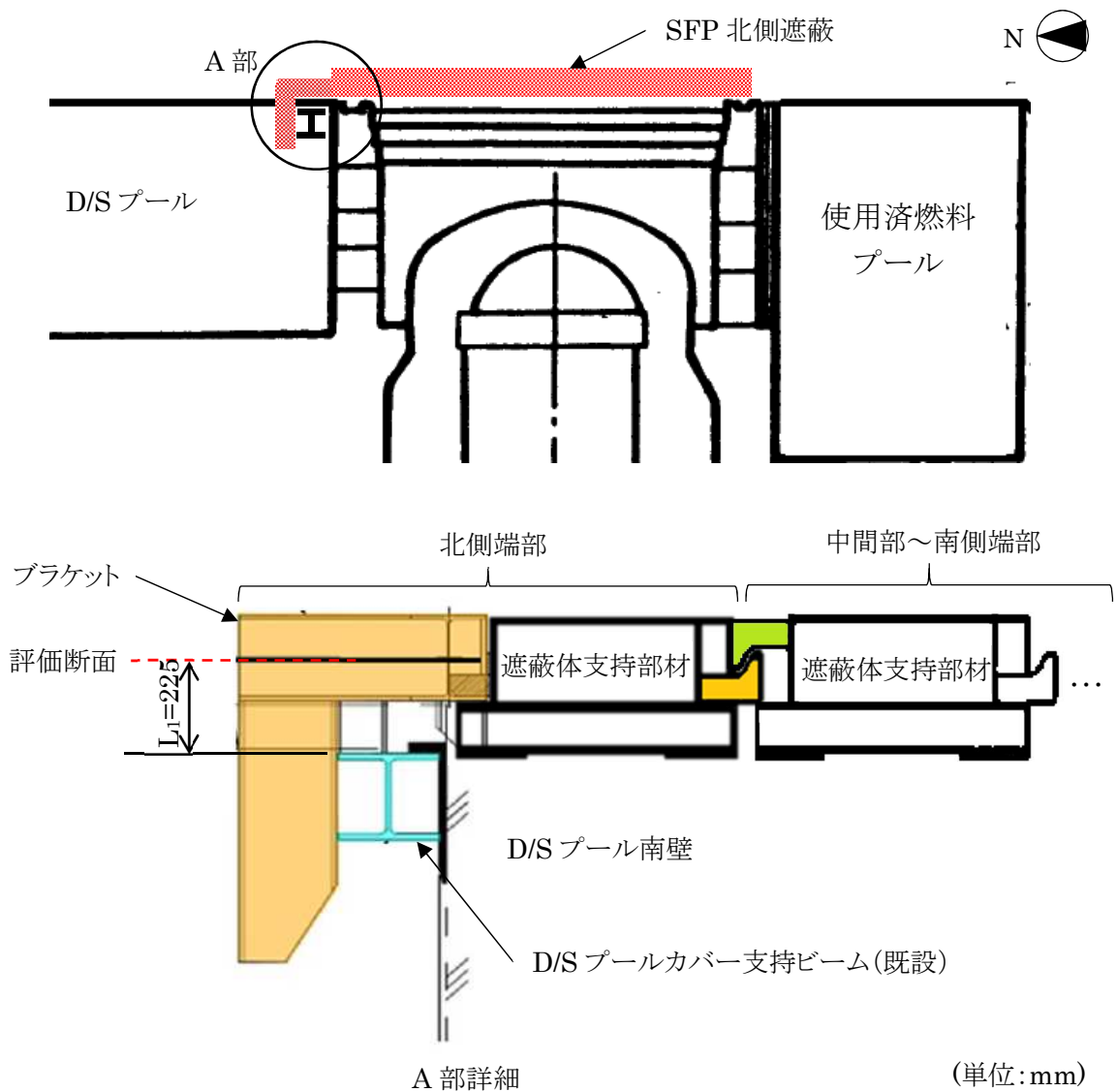


図 2 SFP 北側遮蔽 評価対象部

6.1.2 ブラケットの強度

(1) 曲げ応力

$$P_1 = W_1 \cdot g \cdot (C_H - \mu) / N_1$$

P_1 :地震時にブラケット 1 個あたりに生じる荷重(N)

W_1 :SFP 北側遮蔽質量 432000(kg)

g :重力加速度 9.80665(m/s²)

C_H :水平方向設計震度 0.99

μ :摩擦係数 0.25

N_1 :ブラケット数量 20

$$M_1 = P_1 \cdot L_1$$

$$\sigma_1 = M_1 / Z_1 = 131(\text{MPa})$$

σ_1 :ブラケット 1 個あたりに生じる曲げ応力(MPa)

M_1 :ブラケット 1 個あたりに生じる曲げモーメント(N・mm)

L_1 :評価断面から荷重点の距離 225(mm)

Z_1 :ブラケットの断面係数 271000(mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_1 = P_1 / A_1 = 42(\text{MPa})$$

τ_1 :ブラケット 1 個あたりに生じるせん断力(N)

A_1 :ブラケットの断面積 3811(mm²)

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{fa1} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2} = 150(\text{MPa})$$

σ_{fa1} :ブラケット 1 個あたりに生じる組合せ応力(MPa)

6.1.3 D/S プールカバー支持ビームの強度

(1) 支圧応力

$$\sigma_{p1} = P_1 / A_2 = 66(\text{MPa})$$

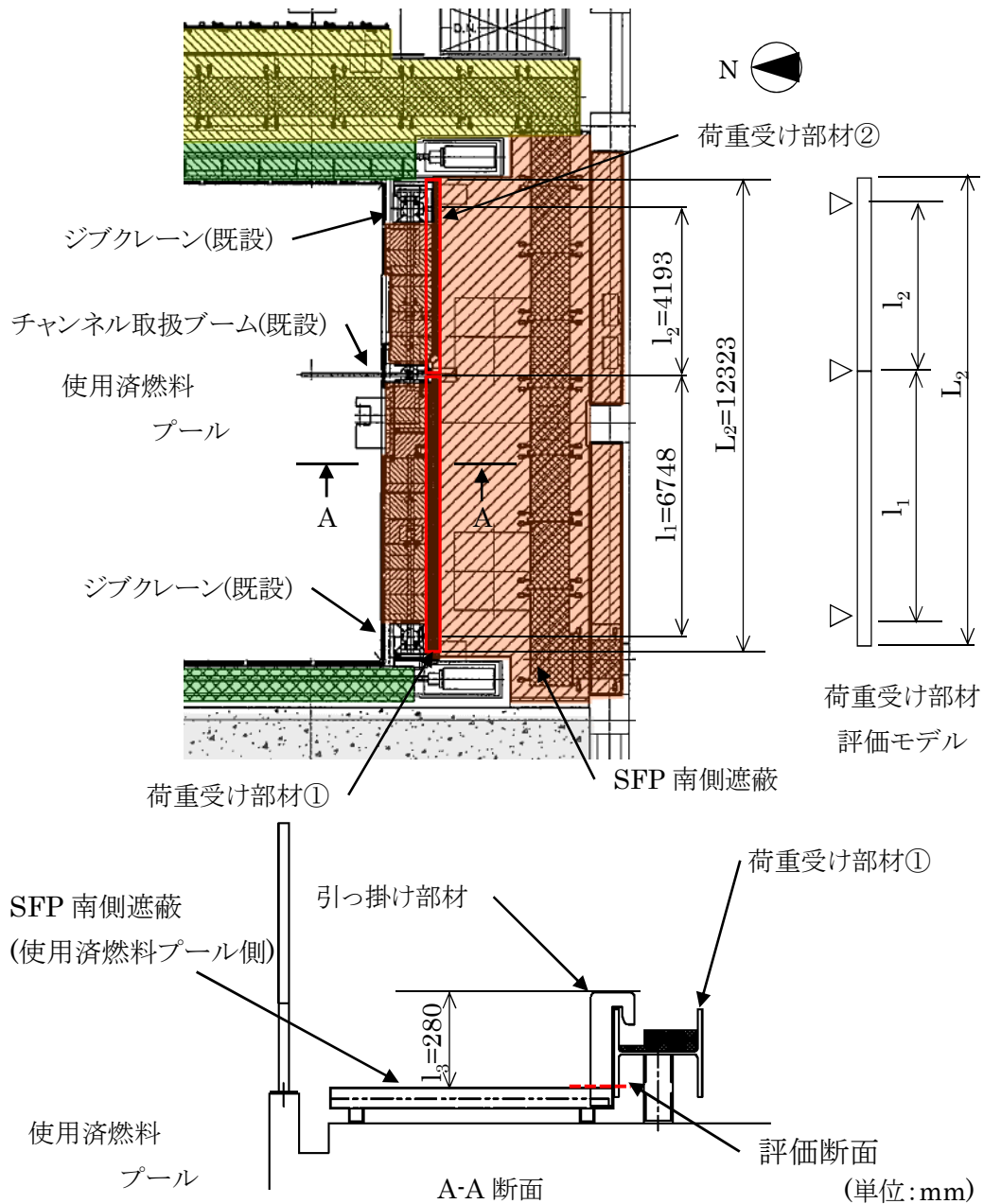
σ_{p1} :D/S プールカバー支持ビームに生じる支圧応力(MPa)

A_2 :D/S プールカバー支持ビームの支圧断面積 2400(mm²)

6.2. SFP 南側遮蔽

6.2.1 形状・寸法

SFP 南側遮蔽は図 3 に示す通り、SFP 南側のオペレーティングフロア上に並べられた遮蔽体の地震時水平方向荷重をジブクレーン及びチャンネル取扱いブーム間に設置する荷重受け部材で支持する構造を有する。ジブクレーン及びチャンネル取扱ブームはケミカルアンカーにて十分な強度で原子炉建屋オペレーティングフロア床面に固定されているため、荷重受け部材に地震時水平方向荷重が負荷された場合の強度評価を行う。また、SFP 南側遮蔽のうち、荷重受け部材より使用済燃料プール側に設置する遮蔽体の地震時水平荷重が、同遮蔽体の引っ掛け部材に負荷された場合の強度評価を行う。



6.2.2 荷重受け部材①の強度

(1) 曲げ応力

$$P_2 = W_2 \cdot g \cdot (C_H - \mu) / L_2$$

P_2 :地震時に荷重受け部材に生じる単位長さ当たりの荷重(N/mm)

W_2 :SFP 南側遮蔽質量 88000(kg)

L_2 :荷重受け部材が荷重を受ける長さ 12323(mm)

$$M_2 = P_2 \cdot l_1^2 / 8$$

$$\sigma_2 = M_2 / Z_2 = 219(\text{MPa})$$

σ_2 :荷重受け部材①に生じる曲げ応力 (MPa)

M_2 :荷重受け部材①に生じる曲げモーメント(N・mm)

l_1 :荷重受け部材①の支持点間距離 6748(mm)

Z_2 :荷重受け部材①の断面係数 1350000(mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_2 = P_2 \cdot l_1 / (2 \cdot A_1) = 15(\text{MPa})$$

τ_2 :荷重受け部材①に生じるせん断応力(MPa)

A_3 :荷重受け部材①の断面積 11850(mm²)

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{fa2} = \sqrt{\sigma_2^2 + 3 \cdot \tau_2} = 221(\text{MPa})$$

σ_{fa2} :荷重受け部材①に生じる組合せ応力(MPa)

6.2.3 荷重受け部材②の強度

(1) 曲げ応力

$$M_3 = P_2 \cdot l_2^2 / 8$$

$$\sigma_3 = M_3 / Z_3 = 242(\text{MPa})$$

σ_3 :荷重受け部材②に生じる曲げ応力 (MPa)

M_3 :荷重受け部材②に生じる曲げモーメント(N・mm)

l_2 :荷重受け部材②の支持点間距離 4193 (mm)

Z_3 :荷重受け部材②の断面係数 472000(mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_3 = P_2 \cdot l_2 / (2 \cdot A_4) = 18(\text{MPa})$$

τ_3 :荷重受け部材②に生じるせん断応力(MPa)

A_4 :荷重受け部材②の断面積 6353(mm²)

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{fa3} = \sqrt{\sigma_3^2 + 3 \cdot \tau_3} = 244(\text{MPa})$$

σ_{fa3} : 荷重受け部材②に生じる組合せ応力(MPa)

6.2.4 引っ掛け部材の強度

(1) 曲げ応力

$$P_3 = W_3 \cdot g \cdot (C_H - \mu) / N_2$$

P_3 : 地震時に引っ掛け部材 1 個当たりに生じる荷重(N)

W_3 : SFP 南側遮蔽(使用済燃料プール側のみ)質量 380 (kg)

N_2 : 遮蔽体 1 個当たりの引っ掛け部材数 2

$$M_4 = P_3 \cdot l_3$$

$$\sigma_4 = M_4 / Z_4 = 46(\text{MPa})$$

σ_4 : 引っ掛け部材 1 個当たりに生じる曲げ応力 (MPa)

M_4 : 引っ掛け部材 1 個当たりに生じる曲げモーメント(N・mm)

l_3 : 引っ掛け部材高さ 280(mm)

Z_4 : 引っ掛け部材の断面係数 8438(mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_4 = P_3 / A_5 = 3(\text{MPa})$$

τ_4 : 引っ掛け部材 1 個当たりに生じるせん断応力(MPa)

A_5 : 引っ掛け部材の断面積 675 (mm²)

(3) 組合せ応力

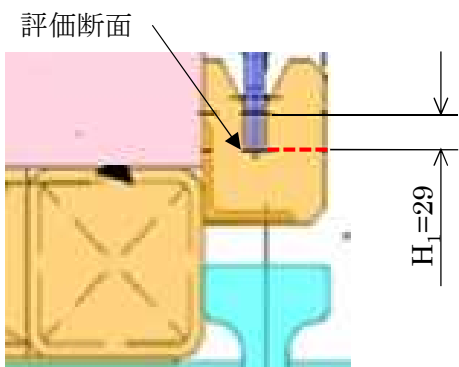
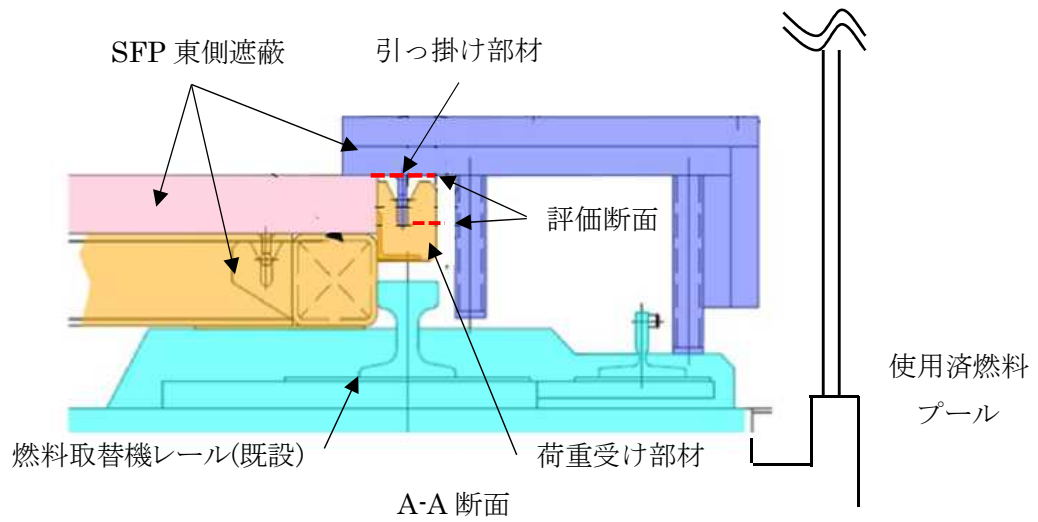
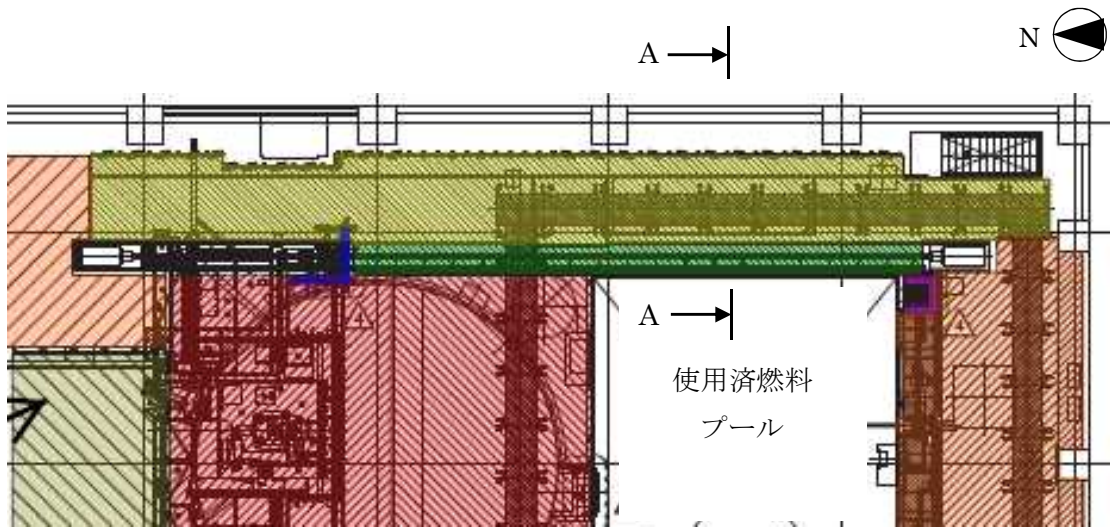
$$\sigma_{fa4} = \sqrt{\sigma_4^2 + 3 \cdot \tau_4} = 47(\text{MPa})$$

σ_{fa4} : 引っ掛け部材 1 個当たりに生じる組合せ応力(MPa)

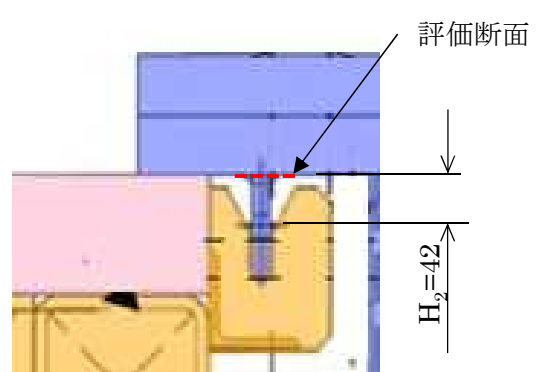
6.3. SFP 東側遮蔽

6.3.1 形状・寸法

SFP 東側遮蔽は図 4 に示す通り、SFP 東側のオペレーティングフロア上に並べられた遮蔽体の地震時水平方向荷重を燃料取替機レールで支持し、同レールより使用済燃料プール側に設置する遮蔽体の地震時水平方向荷重は引っ掛け部材、荷重受け部材で支持する構造を有する。燃料取替機レールはケミカルアンカーにて十分な強度で原子炉建屋オペレーティングフロア床面に固定されているため、燃料取替機レールより使用済燃料プール側に設置する遮蔽体の地震時水平方向荷重が引っ掛け部材及び荷重受け部材に負荷された場合の強度評価を行う。



荷重受け部材評価断面



引っ掛け部材評価断面

(単位:mm)

図 4 SFP 東側遮蔽体 評価対象部

6.3.2 荷重受け部材の強度

(1) 曲げ応力

$$P_4 = W_4 \cdot g \cdot (C_H - \mu) / N_3$$

P_4 :地震時に荷重受け部材 1 個あたりに生じる荷重(N/mm)

W_4 :SFP 東側遮蔽(使用済燃料プール側のみ)質量 1140 (kg)

N_3 : W_4 を支持する荷重受け部材数 4

$$M_5 = P_4 \cdot H_1$$

$$\sigma_5 = M_5 / Z_5 = 21(\text{MPa})$$

σ_5 :荷重受け部材 1 個あたりに生じる曲げ応力 (MPa)

M_5 :荷重受け部材 1 個あたりに生じる曲げモーメント(N・mm)

H_1 :荷重受け部材部材高さ 29(mm)

Z_5 :荷重受け部材 1 個あたりの断面係数 2888(mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_5 = P_4 / A_6 = 5(\text{MPa})$$

τ_5 :荷重受け部材 1 個あたりに生じるせん断応力(MPa)

A_6 :荷重受け部材の断面積 456(mm²)

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{fa5} = \sqrt{\sigma_5^2 + 3 \cdot \tau_5} = 23(\text{MPa})$$

σ_{fa5} :荷重受け部材 1 個あたりに生じる組合せ応力(MPa)

6.3.3 引っ掛け部材の強度

(1) 曲げ応力

$$P_5 = W_5 \cdot g \cdot (C_H - \mu) / N_4$$

P_5 :地震時に引っ掛け部材 1 個あたりに生じる荷重(N/mm)

W_5 :SFP 東側遮蔽(使用済燃料プール側のみ)質量 570 (kg)

N_4 : W_5 を支持する引っ掛け部材数 2

$$M_6 = P_5 \cdot H_2$$

$$\sigma_6 = M_6 / Z_6 = 170(\text{MPa})$$

σ_6 :引っ掛け部材 1 個あたりに生じる曲げ応力 (MPa)

M_6 :引っ掛け部材 1 個あたりに生じる曲げモーメント(N・mm)

H_2 :引っ掛け部材高さ 42(mm)

Z_6 :引っ掛け部材の断面係数 512(mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_6 = P_5/A_7 = 11(\text{MPa})$$

τ_6 : 引っ掛け部材 1 個あたりに生じるせん断応力(MPa)

A_7 : 引っ掛け部材の断面積 192 (mm²)

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{fa6} = \sqrt{\sigma_6^2 + 3 \cdot \tau_6} = 172(\text{MPa})$$

σ_{fa6} : 引っ掛け部材 1 個あたりに生じる組合せ応力(MPa)

6.4. SFP 西側遮蔽

6.4.1 形状・寸法

SFP 西側遮蔽は図 5 に示す通り, SFP 西側のオペレーティングフロア上に並べられた遮蔽体の地震時水平方向荷重を既設燃料取替機レールで支持する構造を有する。既設燃料取替機レールはケミカルアンカーにて十分な強度で原子炉建屋オペレーティングフロア床面に固定されているため, SFP 西側遮蔽体の地震時水平方向荷重が荷重受け部材に負荷された場合の強度評価を行う。

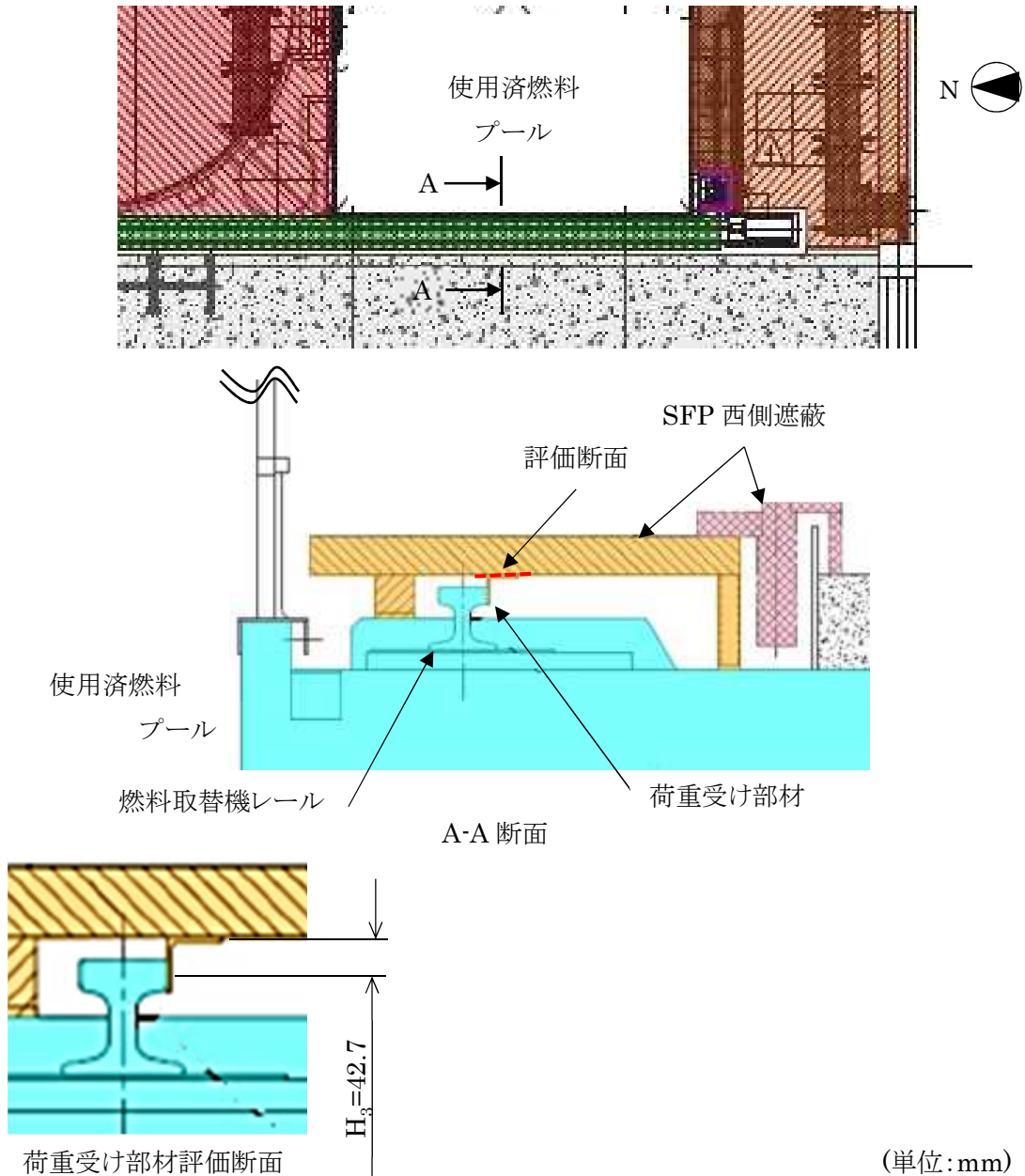


図 5 SFP 西側遮蔽 評価対象部

6.4.2 荷重受け部材の強度

(1) 曲げ応力

$$P_6 = W_6 \cdot g \cdot (C_H - \mu) \cdot l_4 / L_5$$

P_6 :地震時に荷重受け部材 1 個あたりに生じる荷重(N)

W_6 :SFP 西側遮蔽質量 22000(kg)

l_4 :荷重受け部材 1 個当たりの長さ 980(mm)

L_5 :荷重受け部材の全長 18625(mm)

$$M_7 = P_6 \cdot H_3$$

$$\sigma_7 = M_7 / Z_7 = 62(\text{MPa})$$

σ_7 :荷重受け部材 1 個あたりに生じる曲げ応力 (MPa)

M_7 :荷重受け部材 1 個あたりに生じる曲げモーメント(N・mm)

H_3 :荷重受け部材部材高さ 42.7(mm)

Z_7 :1 個当たりの断面係数 5880 (mm³)

(2) せん断応力

$$\tau_7 = P_6 / A_8 = 2(\text{MPa})$$

τ_7 :引っ掛け部材 1 個あたりに生じるせん断応力(MPa)

A_8 :引っ掛け部材の断面積 5880(mm²)

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{fa7} = \sqrt{\sigma_6^2 + 3 \cdot \tau_7} = 63(\text{MPa})$$

σ_{fa7} :引っ掛け部材 1 個あたりに生じる組合せ応力(MPa)

使用前検査での確認事項について

添付資料－1－1 別添－3

2号機燃料取扱設備の機能に係る確認事項

2号機燃料取扱設備の機能に係る主要な確認事項を表－1及び表－2に示す。

表－1 2号機燃料取扱設備の機能に係る確認事項（燃料取扱機）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
落下防止	機能確認		単一故障において燃料集合体を落下させないことを確認する。	動力源が喪失した場合においても定格容量を保持し続ける構造であること。 動力源断時にスプリングリターン式ブレーキで保持する構造であること。
				駆動空気圧喪失時にフックが開かない構造であること。
				ラッチ機構により固定されフックを開くことができない構造であること。
				過荷重時に上昇を阻止すること。
				二重のワイヤロープで保持する構造であること。
臨界防止	機能確認		燃料集合体取り扱い時の臨界防止機能について確認する。	燃料集合体を1体ずつ取り扱う構造であること。
遮蔽	機能確認		燃料集合体取り扱い時の遮蔽機能について確認する。	遮蔽水深を確保した状態で取り扱えること。
性能	機能確認	容量確認	容量及び所定の動作について確認する。	実施計画通りの荷重が吊り上げ可能なこと。 伸縮、起伏、旋回、昇降が可能なこと。

表-2 2号機燃料取扱設備の機能に係る確認事項（クレーン）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
落下防止	機能確認		単一故障において構内用輸送容器を落下させないことを確認する。	動力源が喪失した場合においても定格容量を保持し続ける構造であること。 動力源断時にスプリングリターン式ブレーキで保持する構造であること。
				構内用輸送容器を取扱う状態で使用済燃料貯蔵ラック上を通過させない構造であること。
				二重のワイヤロープで保持する構造であること。
				垂直吊具は外れ止め装置を有する構造であること。
性能	機能確認	容量確認	容量及び所定の動作について確認する。	実施計画通りの荷重が吊り上げ可能なこと。 旋回，昇降が可能なこと。

添付資料－４－１ 別添－３

２号機燃料取扱設備の耐震性に係る確認事項

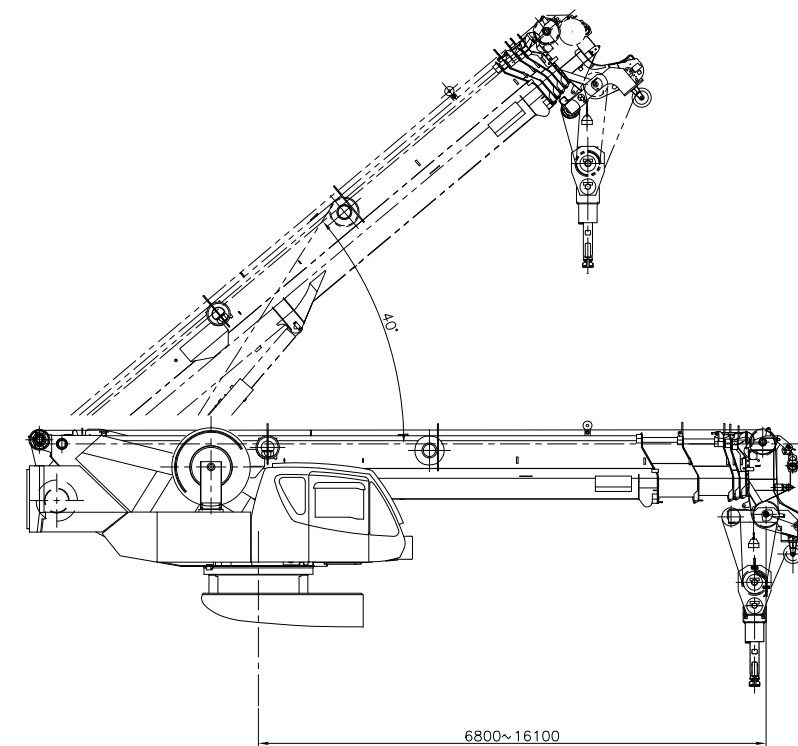
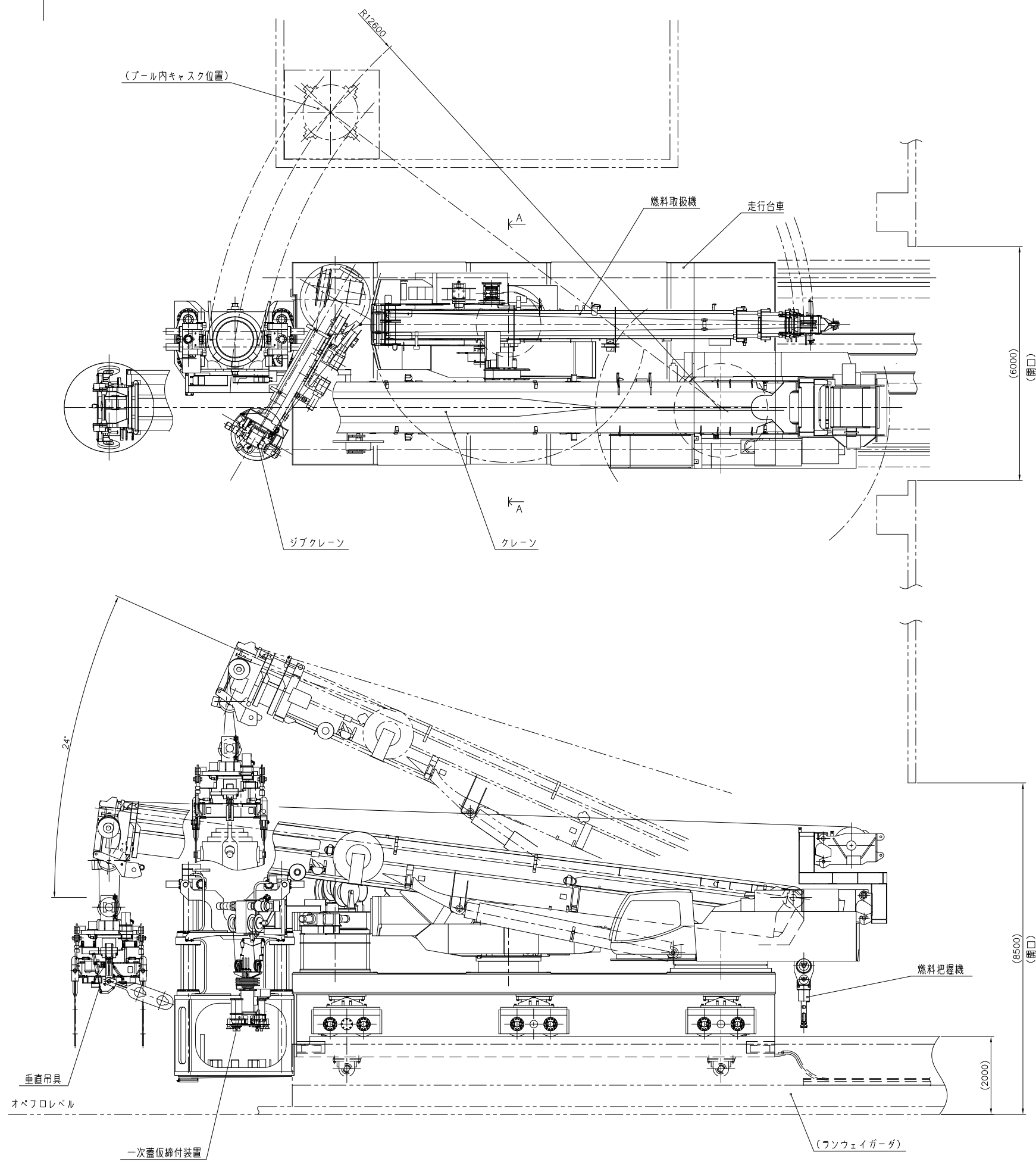
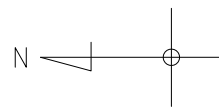
２号機燃料取扱設備の耐震性に係る主要な確認事項を表－１及び表－２に示す。

表－１ ２号機燃料取扱設備の耐震性に係る確認事項（燃料取扱機）

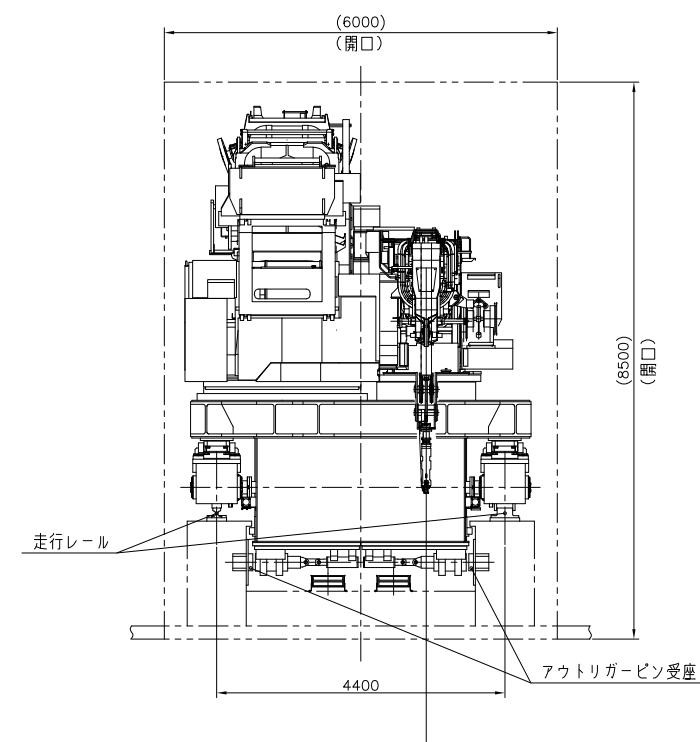
確認事項	確認項目	確認内容	判定基準	
構造強度・耐震性	材料確認	実施計画に記載されている主要部材の材質を確認する。	実施計画通りの材料を使用していること。	
	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		外観確認	組み立てた状態における外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	組み立てた状態における据付状態を確認する。	実施計画の通りに施工・据付がなされていること。

表－２ ２号機燃料取扱設備の耐震性に係る確認事項（クレーン）

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	実施計画に記載されている主要部材の材質を確認する。	実施計画通りの材料を使用していること。	
	構造確認	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	組み立てた状態における外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	組み立てた状態における据付状態を確認する。	実施計画の通りに施工・据付がなされていること。



A-A断面
燃料取扱時
(ブーム長さ6800mmに収縮した状態で0°~40°の範囲で起伏する。)



図〇. 燃料取扱設備

添付資料－1－2 別添－3

2号機燃料取り出し用構台内エリア放射線モニタに係る確認事項

2号機燃料取り出し用構台内エリア放射線モニタに係る主要な確認事項を表－1に示す。

表－1 2号機燃料取り出し用構台内エリア放射線モニタに係る確認事項

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	設定値において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, その時の監視PC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。	

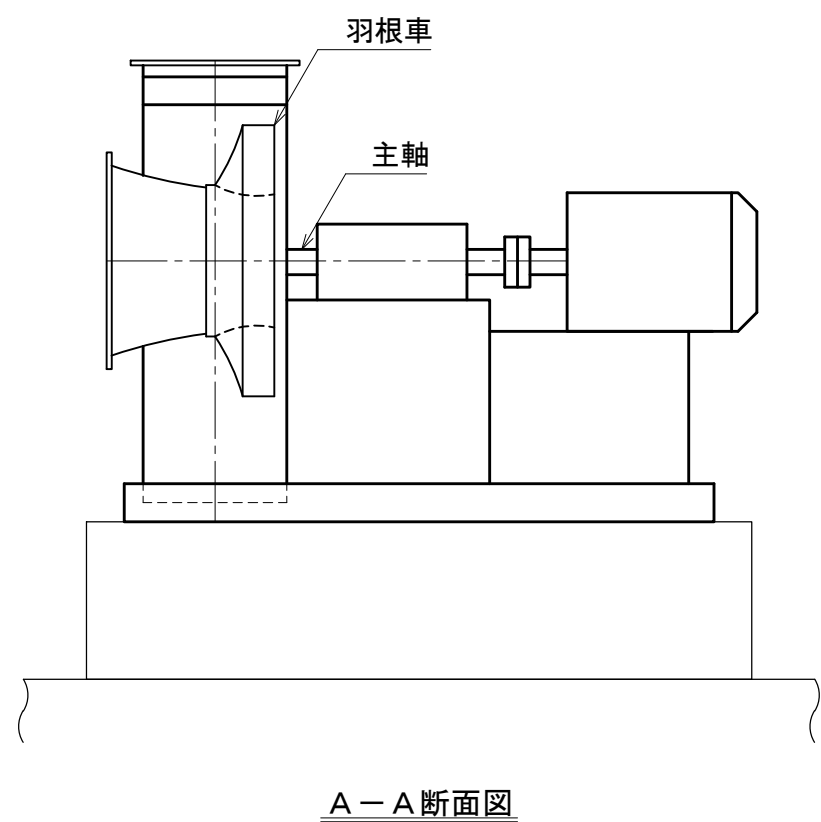
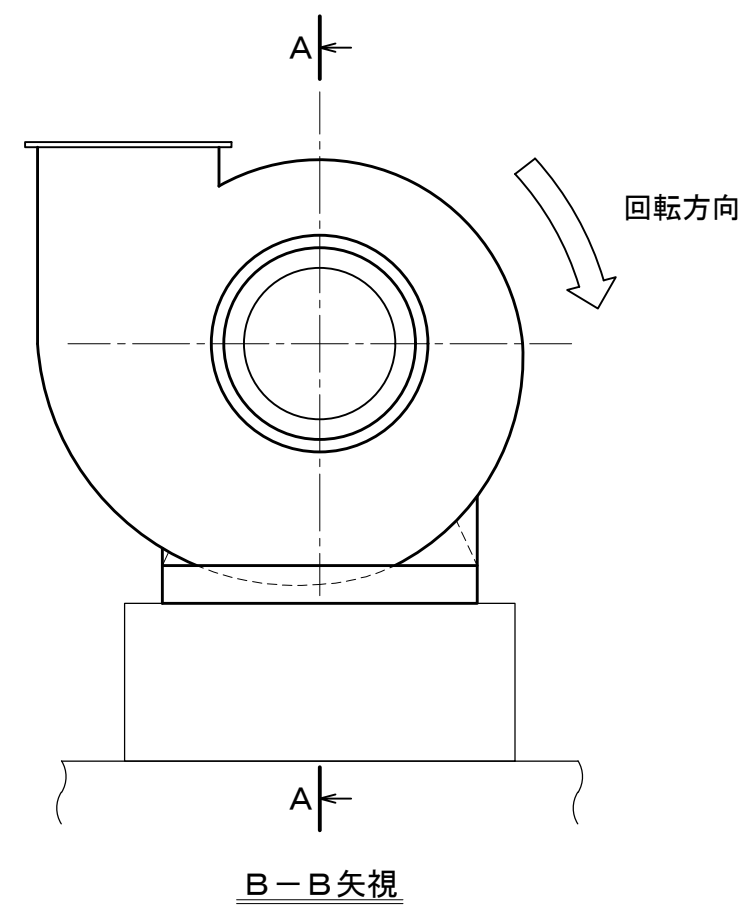
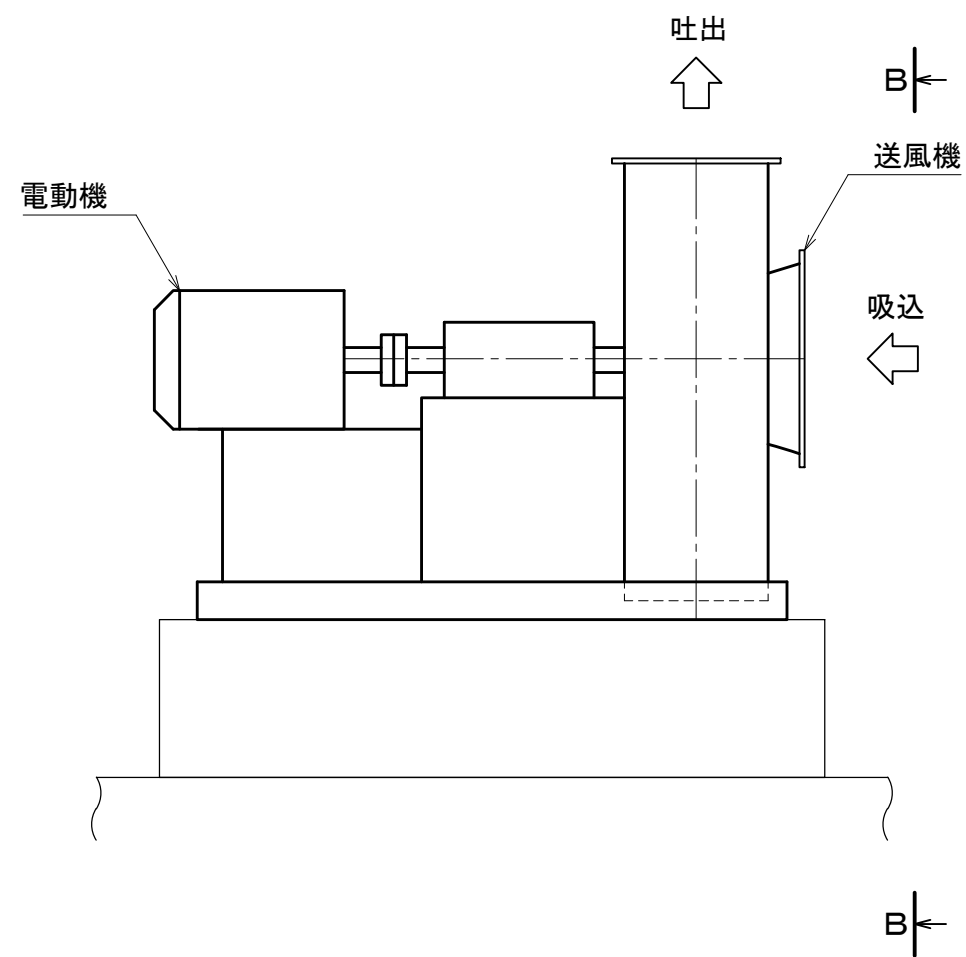
添付資料－3－1 別添－3

2号機原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備
に係る確認事項

2号機原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備に係る主要な確認事項を表－1に示す。

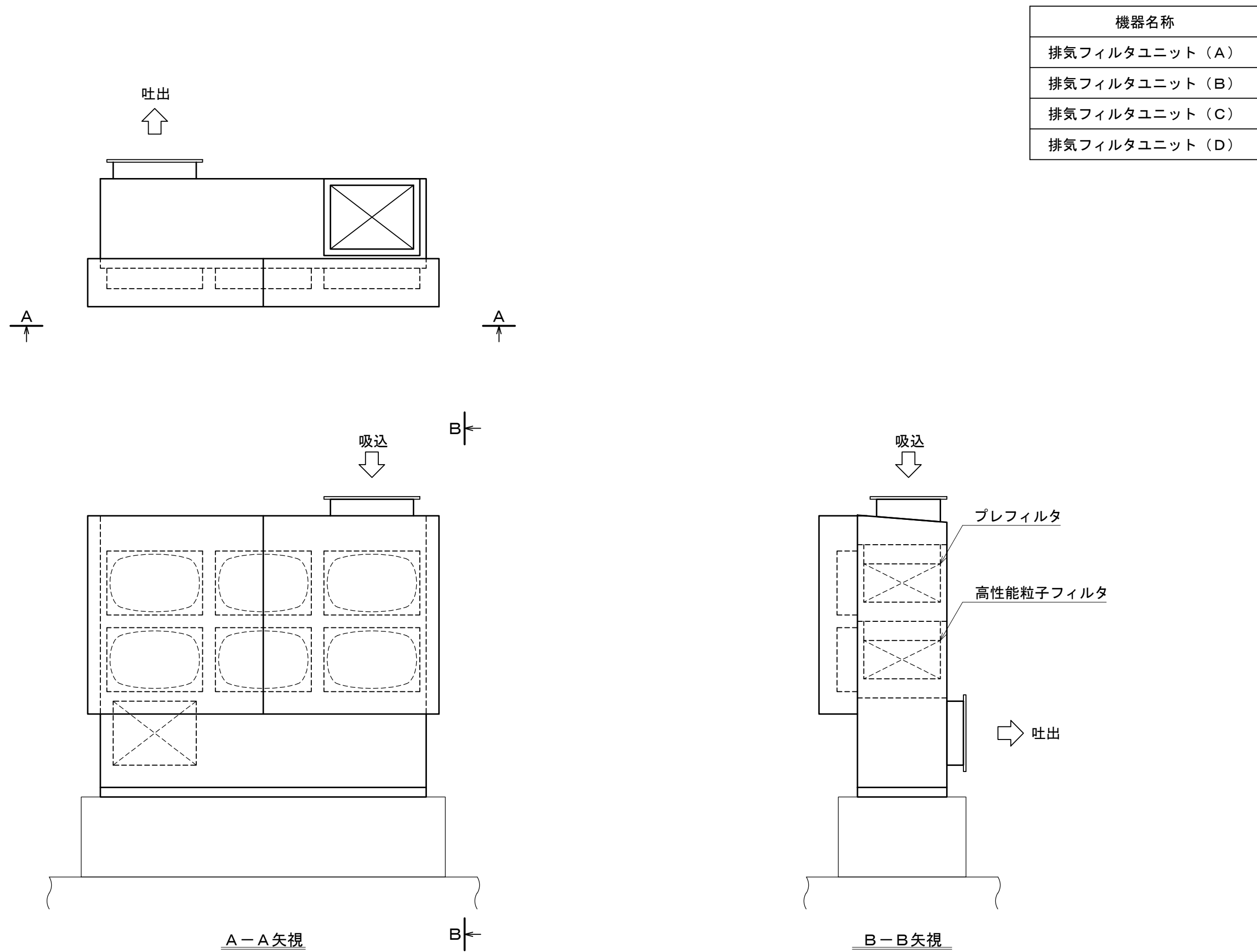
表－1 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア及び
燃料取り出し用構台換気設備に係る確認事項

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
放出抑制	機能確認	風量確認	排風機の出口風量を確認する。	排風機が1台当たり30,000m ³ /h以上であること。
		フィルタ性能確認	フィルタの放射性物質の除去効率を確認する。	放射性物質の除去効率が97%（粒径0.3μm）以上であること。
	構造確認	据付確認	放射性物質濃度の測定箇所を確認する。	放射性物質濃度測定箇所が実施計画通りであること。
監視	機能確認	監視機能確認	監視設備により運転状態等が監視できることを確認する。	排風機の運転状態、放射性物質濃度が免震重要棟内のモニタに表示され監視可能であること。
			設定値において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。
			標準線源を用いて検出器性能を確認する。	計数効率が規定値以上であること。
			放射性物質濃度が現場と免震重要棟に表示されることを確認する。	各指示値が許容値範囲以内に入っていること。



機器名称
排風機 (A)
排風機 (B)

図〇.排風機



図〇. 排気フィルタユニット