

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2月4日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台の設置に伴い、実施計画の下記の範囲について変更を申請する。
- 実施計画の申請範囲

＜変更箇所＞

- Ⅱ 特定原子力施設の設計、設備
 - 2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画
 - 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備
 - 2.15 放射線管理関係設備等
- Ⅲ 特定原子力施設の保安
 - 第1編（1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉に係る保安措置）
 - 42条 気体廃棄物の管理
 - 60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定
 - 61条 放射線計測器類の管理
 - 第3編（保安に係る補足説明）
 - 2.1.3 放射性廃棄物等の管理
 - 3.1.2 放射線管理

本申請は燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台の設置に関する範囲とし、燃料及び輸送容器の取扱いに関する申請は別申請とする。

項目	本申請	別申請
II 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備	○	○
添付資料-1-1 燃料の落下防止, 臨界防止に関する説明書	○	-
添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書	○	-
添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書	○(補正)	-
添付資料-2-1 構内用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書	-	○
添付資料-2-2 破損燃料用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書	-	○
添付資料-2-3 構内輸送時の措置に関する説明書	-	○
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	○	-
添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下	○(補正)	○
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	○	-
添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-
添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-
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	○	-
II 2.15 放射線管理関係設備等	○	-
添付資料-1 ダスト放射線モニタシステム概略図	○	-
III 第1編 第34条 新燃料の運搬	-	○
III 第1編 第36条 使用済燃料の貯蔵	-	○
III 第1編 第37条 使用済燃料の運搬	-	○
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	○	-

2号機燃料取り出し用構台／燃料取扱設備設置 工程表 <変更なし> **TEPCO**

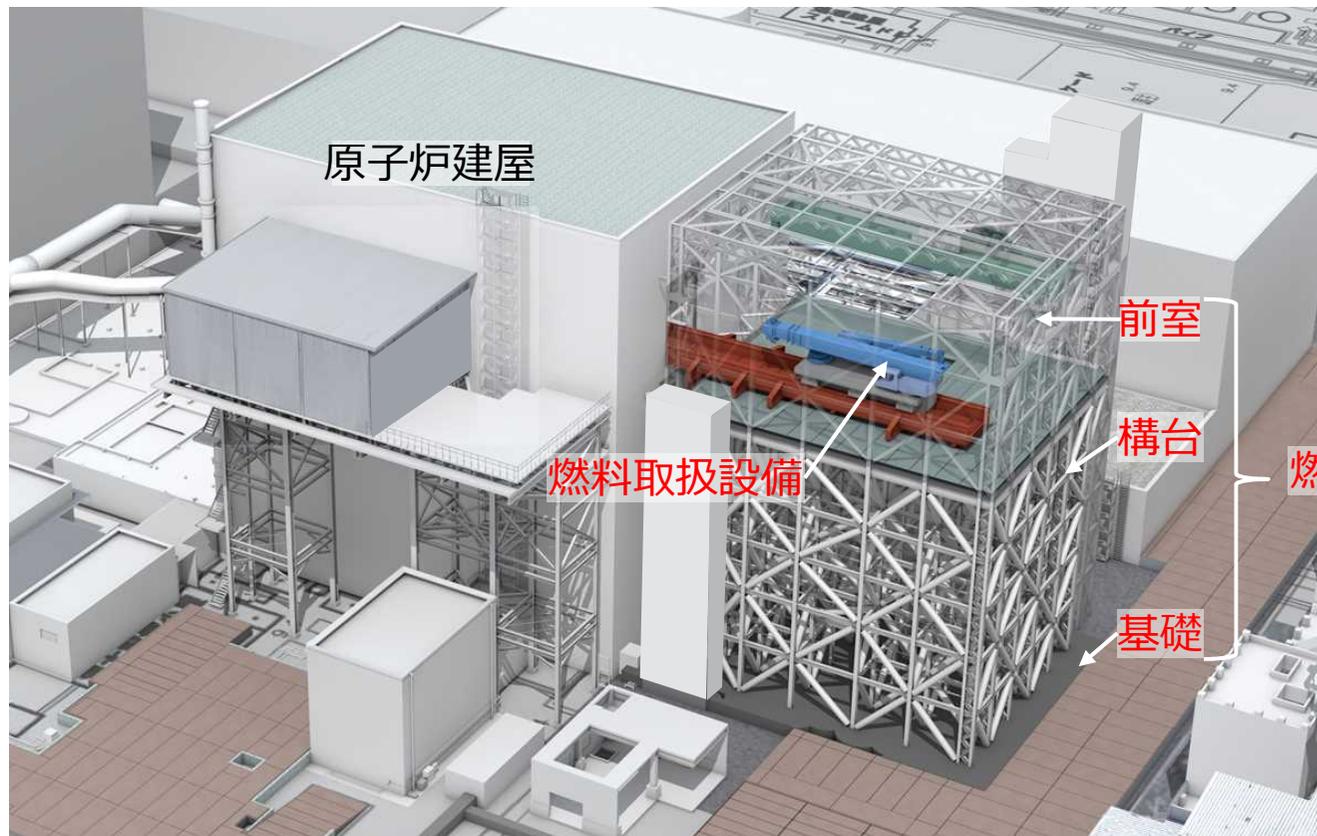
令和3年度				令和4年度				令和5年度		令和6年度～令和8年度
第一 四半期	第二 四半期	第三 四半期	第四 四半期	第一 四半期	第二 四半期	第三 四半期	第四 四半期	上期	下期	
<p>原子炉建屋オペレーティングフロア除染及び遮蔽体設置工事</p>										燃料取り出し開始
<p>燃料取り出し用構台設置工事</p> <p>構台（基礎）</p> <p>構台（鉄骨・ダンパー）</p>										
<p>燃料取扱設備設置工事</p>										
<p>換気設備 ダスト放射線モニタ</p>										燃料取扱設備 エリア放射線モニタ

凡例：
 工事工程
 使用前検査

概要（燃料取り出し用構台）

＜変更なし＞ **TEPCO**

- 原子炉建屋上部を全面解体せず、建屋南側に燃料取り出し用構台を設置した上で、南側外壁の小開口から燃料と輸送容器を取り扱う。
- ブーム型クレーン式の燃料取扱設備を採用することで、南側外壁の開口部は小さくなり、原子炉建屋の構造部材のうち柱と梁の解体を回避できる。
- 燃料取扱設備は、燃料取り出し用構台での組立・保守作業が可能となることから、作業員被ばくを低減できる。



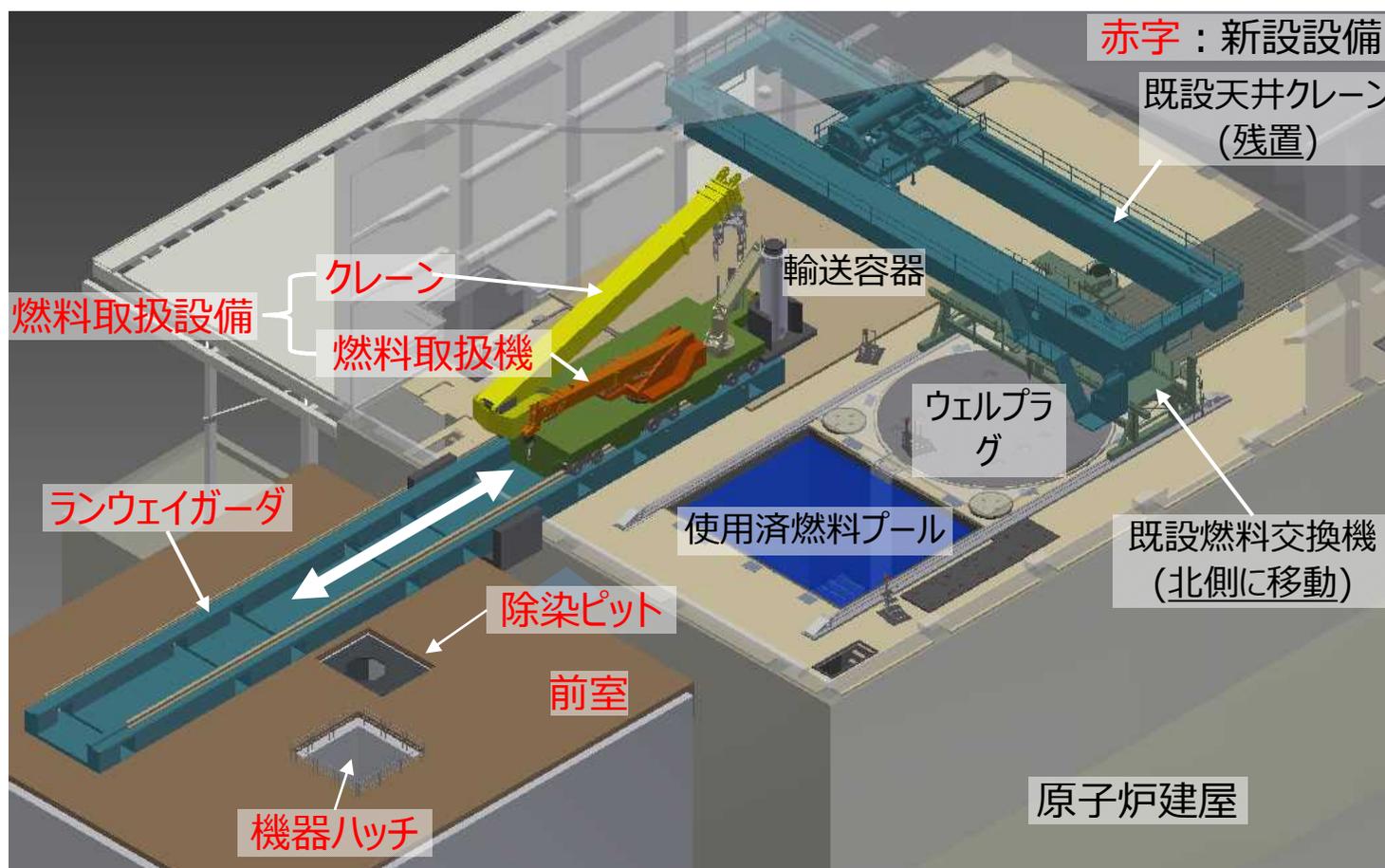
赤字：新設設備

燃料取り出し用構台概念図（鳥瞰図）

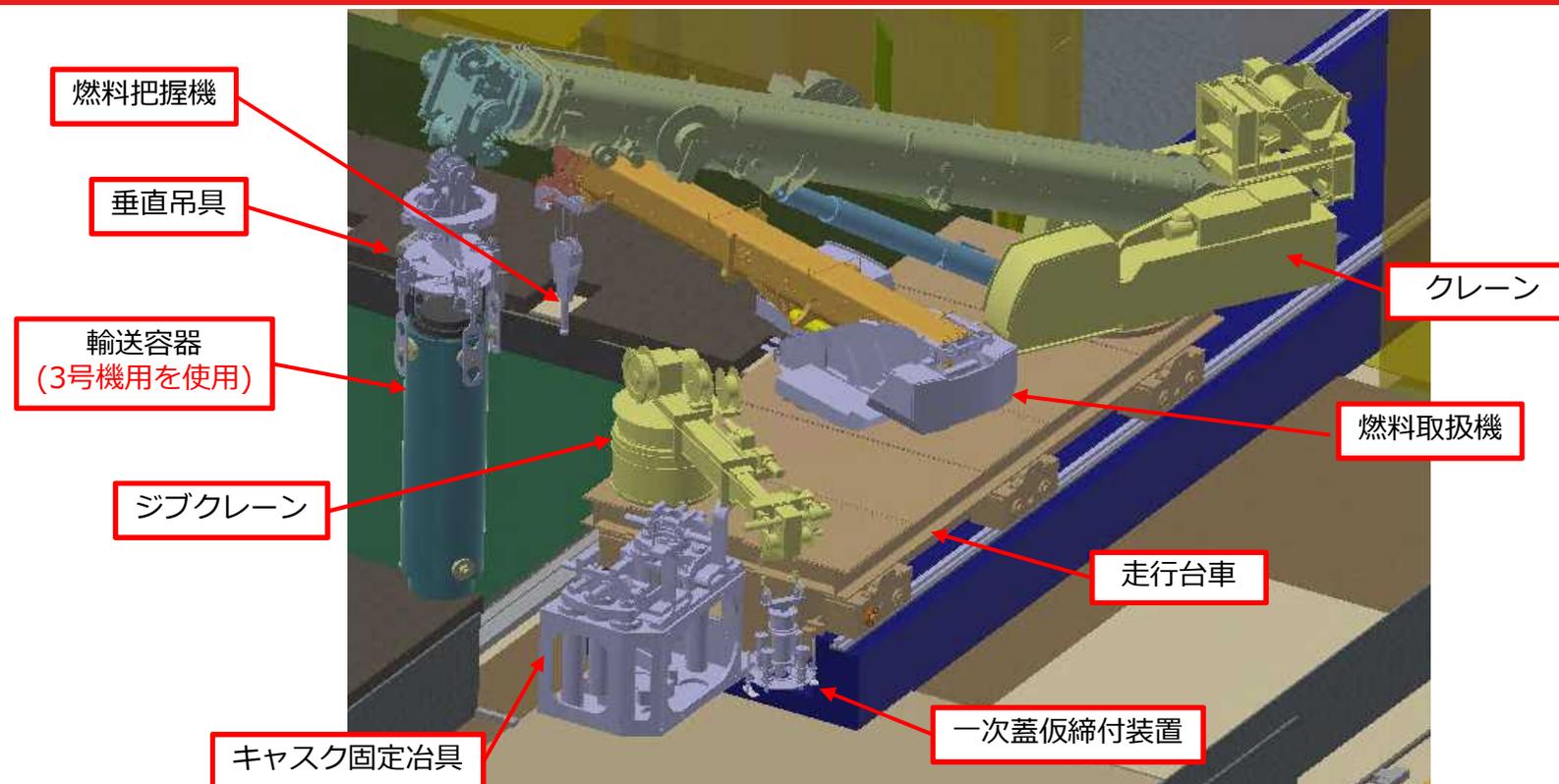
概要（燃料取扱設備）

＜変更なし＞ **TEPCO**

- 原子炉建屋内での燃料／輸送容器の取り扱いは燃料取扱設備を用いた遠隔操作とする。
- 燃料取扱設備は、ランウェイガーダ上を走行することで原子炉建屋オペフロと燃料取り出し用構台前室間を移動する。
- 輸送容器の吊り降ろしは燃料取り出し用構台に新設する機器ハッチを利用する。
- なお、原子炉建屋内は確実性の高い遮蔽を適切に配置することで線量低減を図る。



燃料取扱設備概念図（鳥瞰図）



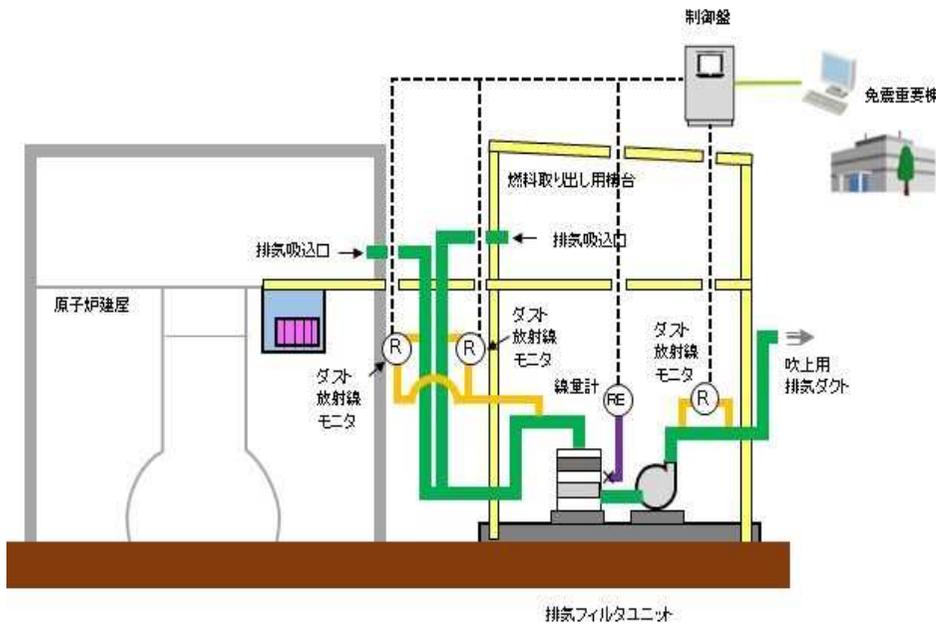
構成機器の目的、機能

- **燃料取扱機**：燃料を把持する燃料把握機を介して燃料を輸送容器へ収納する。
- **クレーン**：輸送容器を把持する垂直吊具を介し、原子炉建屋内及び燃料取り出し用構台内で輸送容器を移動する。
- **走行台車**：燃料取扱機、クレーン及びジブクレーンを搭載し、原子炉建屋及び燃料取り出し用構台間を移動する。また、キャスク固定治具を介し原子炉建屋への輸送容器の搬出入を行う。
- **ジブクレーン**：一次蓋仮締付装置を介し、輸送容器の一次蓋の取外し・取付けを行う。
- **キャスク固定治具**：走行台車走行時に輸送容器を積載、固定する。
(原子炉建屋南側小開口をクレーンで輸送容器を懸架した姿勢では通過できないため)

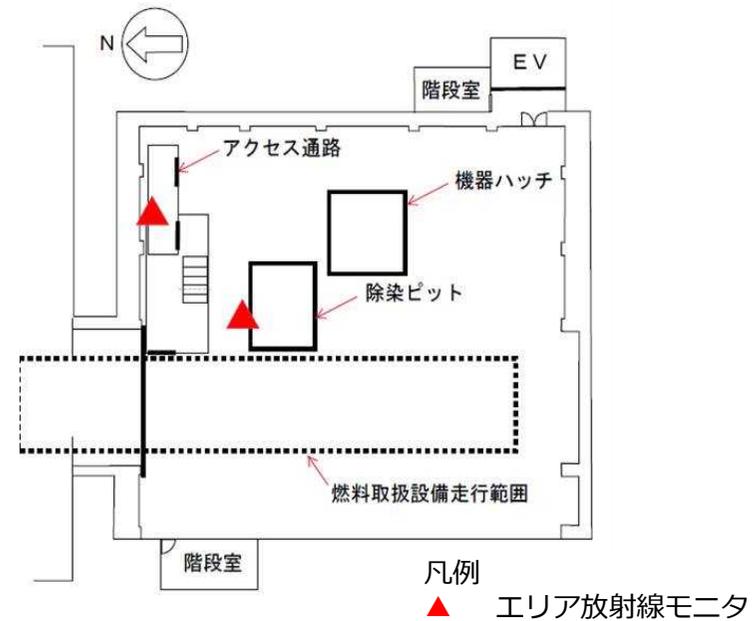
概要（放射線管理関係設備）

<変更なし> **TEPCO**

- 原子炉建屋オペフロ、燃料取り出し用構台前室からの放射性物質の飛散抑制のため**換気設備**、大気に放出される放射性物質の濃度測定のため**ダスト放射線モニタ**を設置する。
- 放射線業務従事者の放射線防護の観点から燃料取り出し用構台内の線量監視のため**エリア放射線モニタ**を設置する。



燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台
換気設備構成



エリア放射線モニタ構成

赤字：新設設備

燃料取り出し手順 (1/3)

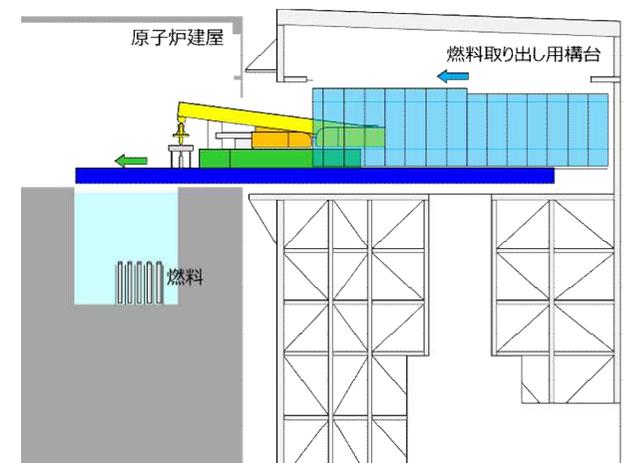
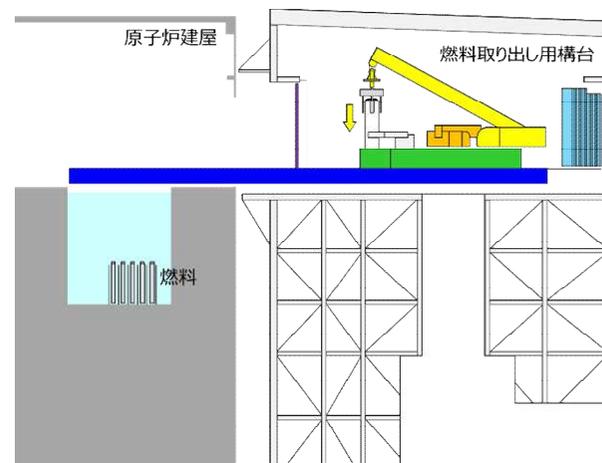
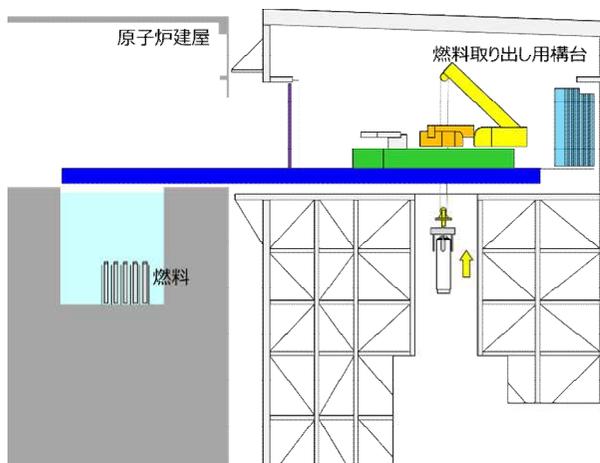
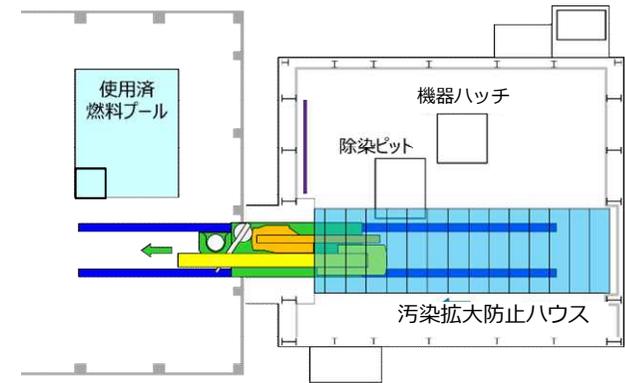
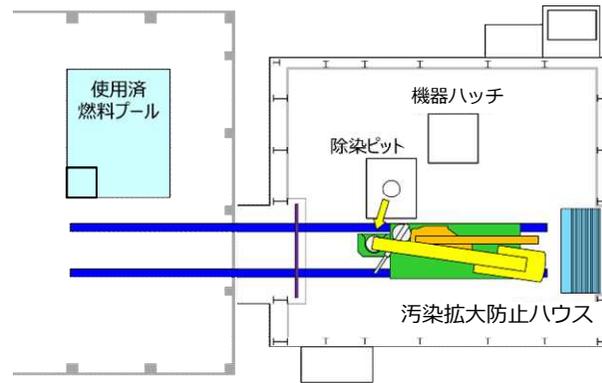
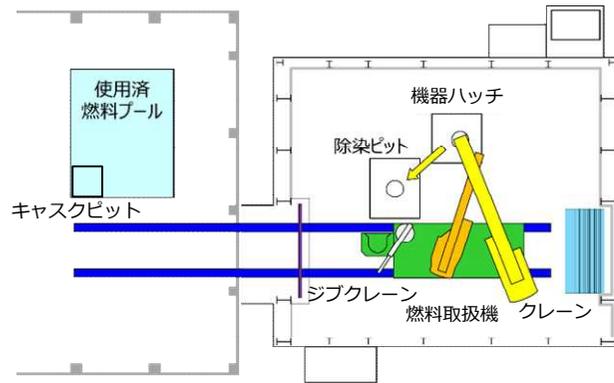
<変更なし> **TEPCO**

- ① 燃料取り出し用構台へ輸送容器を搬入
- ② 除染ピットにて二次蓋取り外し

- ③ 走行台車へ輸送容器を積載

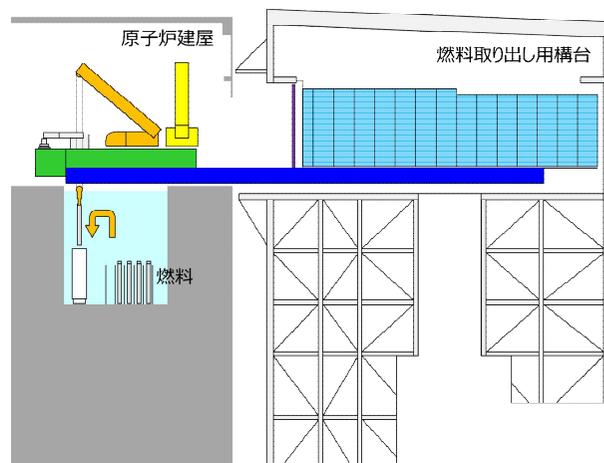
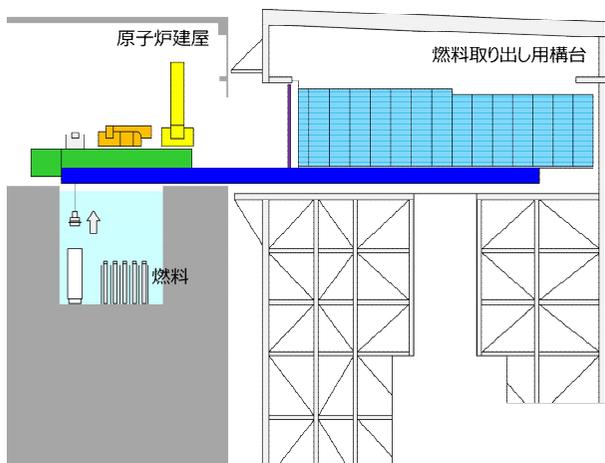
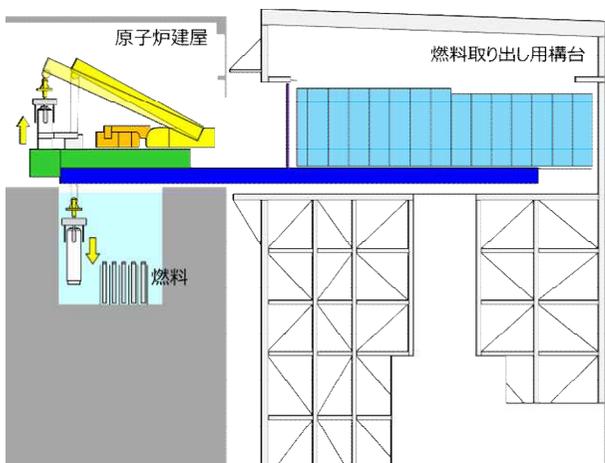
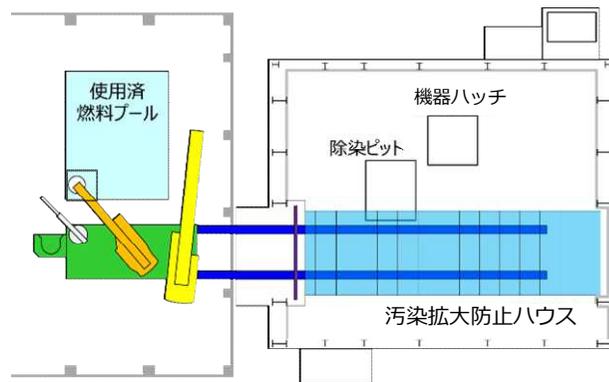
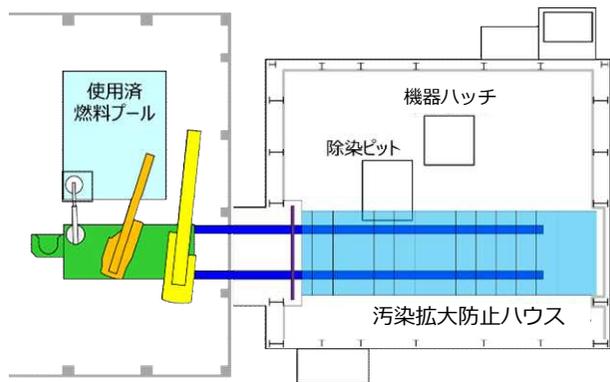
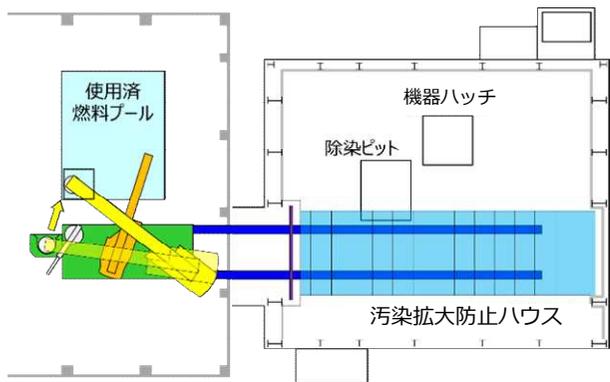
- ④ 汚染拡大防止ハウスを展開

- ⑤ 移動



燃料取り出し手順 (2/3)

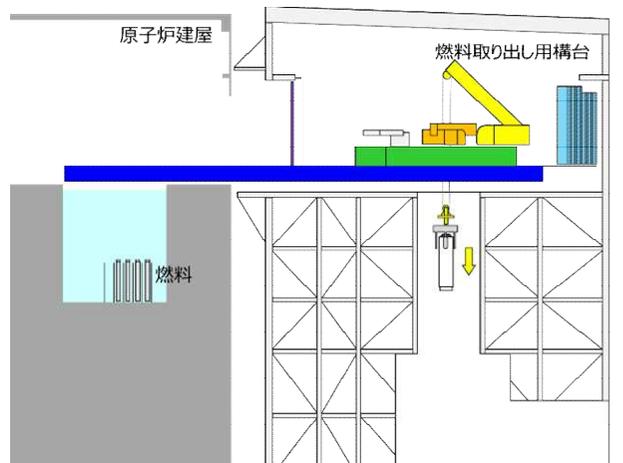
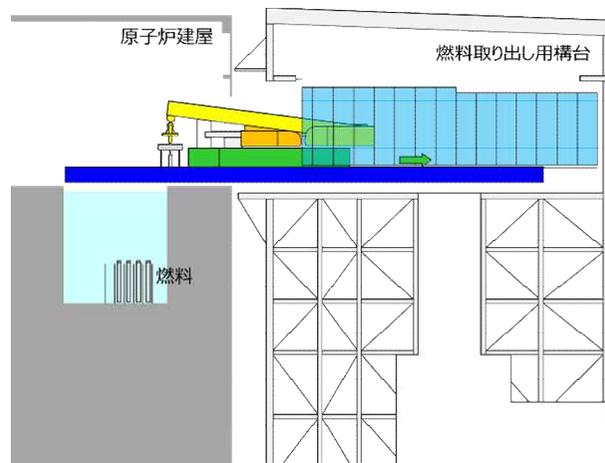
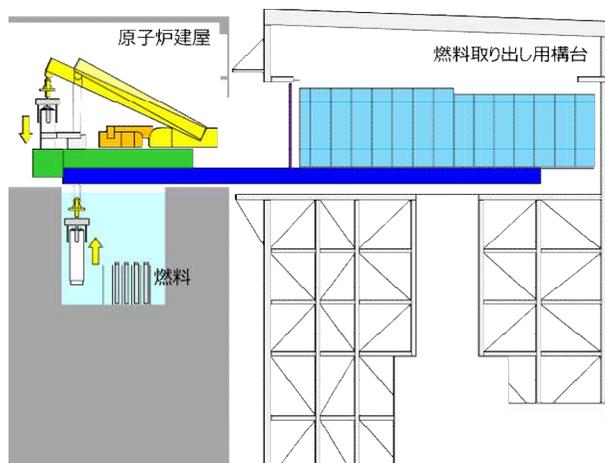
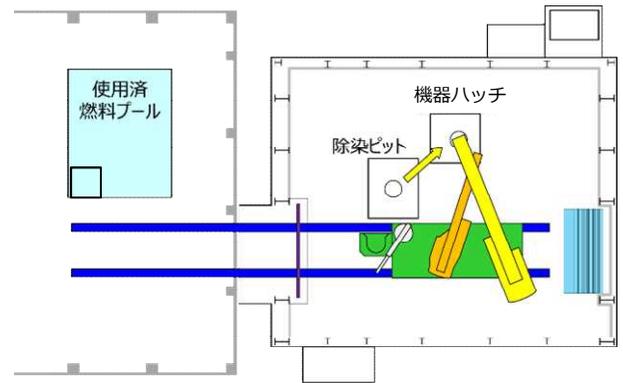
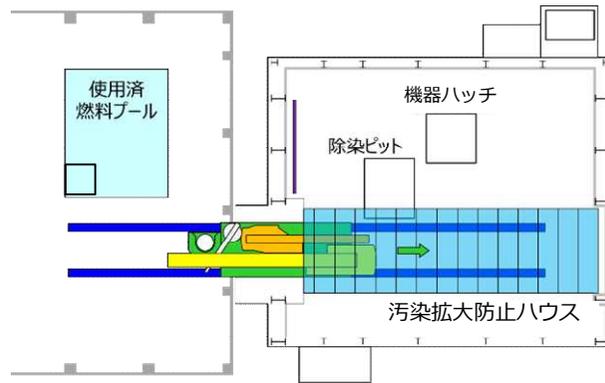
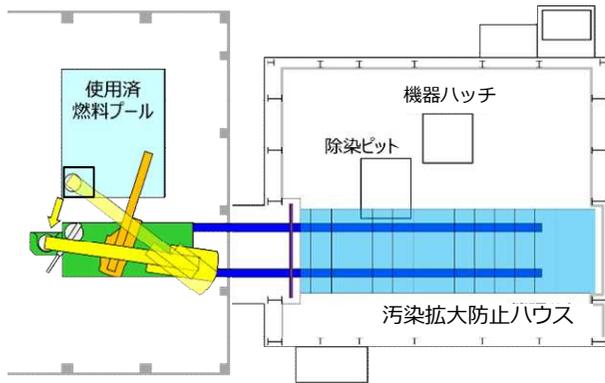
<変更なし> **TEPCO**



燃料取り出し手順 (3/3)

<変更なし> **TEPCO**

- ⑨ 一次蓋取り付け
 - ⑩ カスクピットから輸送容器吊り上げ・輸送容器洗浄
 - ⑪ 走行台車への搭載
- ➔
- ⑫ 移動
 - ⑬ 汚染拡大防止ハウス開放
 - ⑭ 輸送容器を除染ピットへ移動
 - ⑮ 輸送容器の除染・線量測定・二次蓋取り付け
 - ⑯ 輸送容器搬出

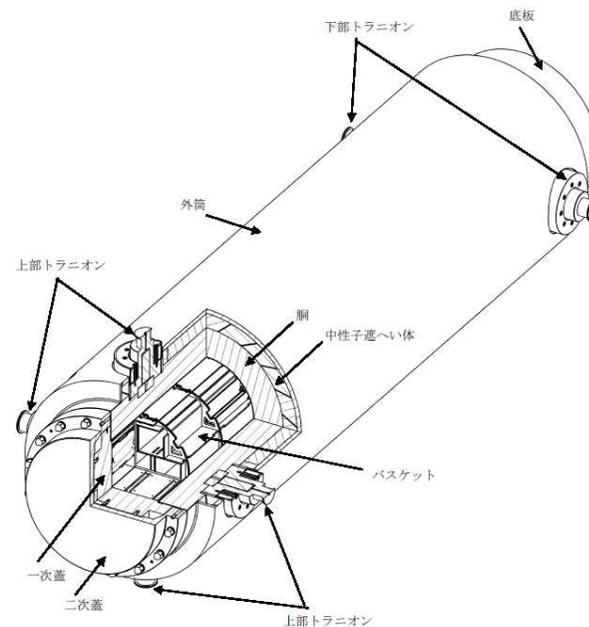


- 燃料取扱設備の取扱対象となる燃料について下表に示す。

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
	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	—

- 各機器の定格荷重の設定根拠を示す。

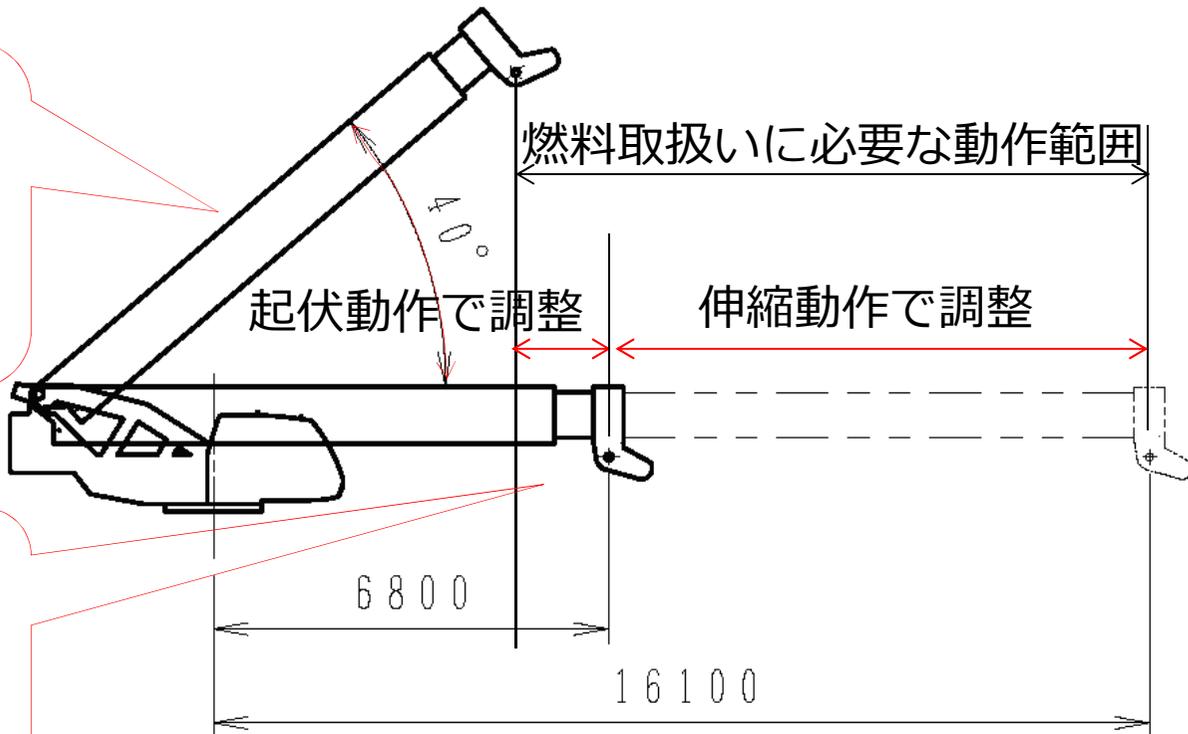
項目	定格荷重	根拠
燃料取扱機	1t	✓ 破損燃料（ワイヤ補修燃料）の取扱のため、既設の燃料取扱機の定格荷重460kgに倍以上の設計裕度を設け、左記定格荷重とした
クレーン	47t	✓ 輸送容器（3号機用を使用）の重量46.3t



輸送容器（3号機用） 概要図

- 燃料取扱機は, クレーン, ジブクレーン, 走行台車との同時運転を不可とし, クレーン, ジブクレーンが退避位置でのみ動作可能とするインターロックを設定。
- 燃料の座標及び燃料取扱機的位置を直交座標で表示。
- 各操作レバーは誤操作防止の観点から2アクションとする (押して倒す等)。
- 既設の燃料取扱機と同様の直交座標での操作を可能とする。
 - ブームの起伏, 伸縮時の昇降位置 (Z) 制御方法は下図の通り。
 - ブーム伸縮長さ (r), 旋回角度 (θ) をXYに変換。

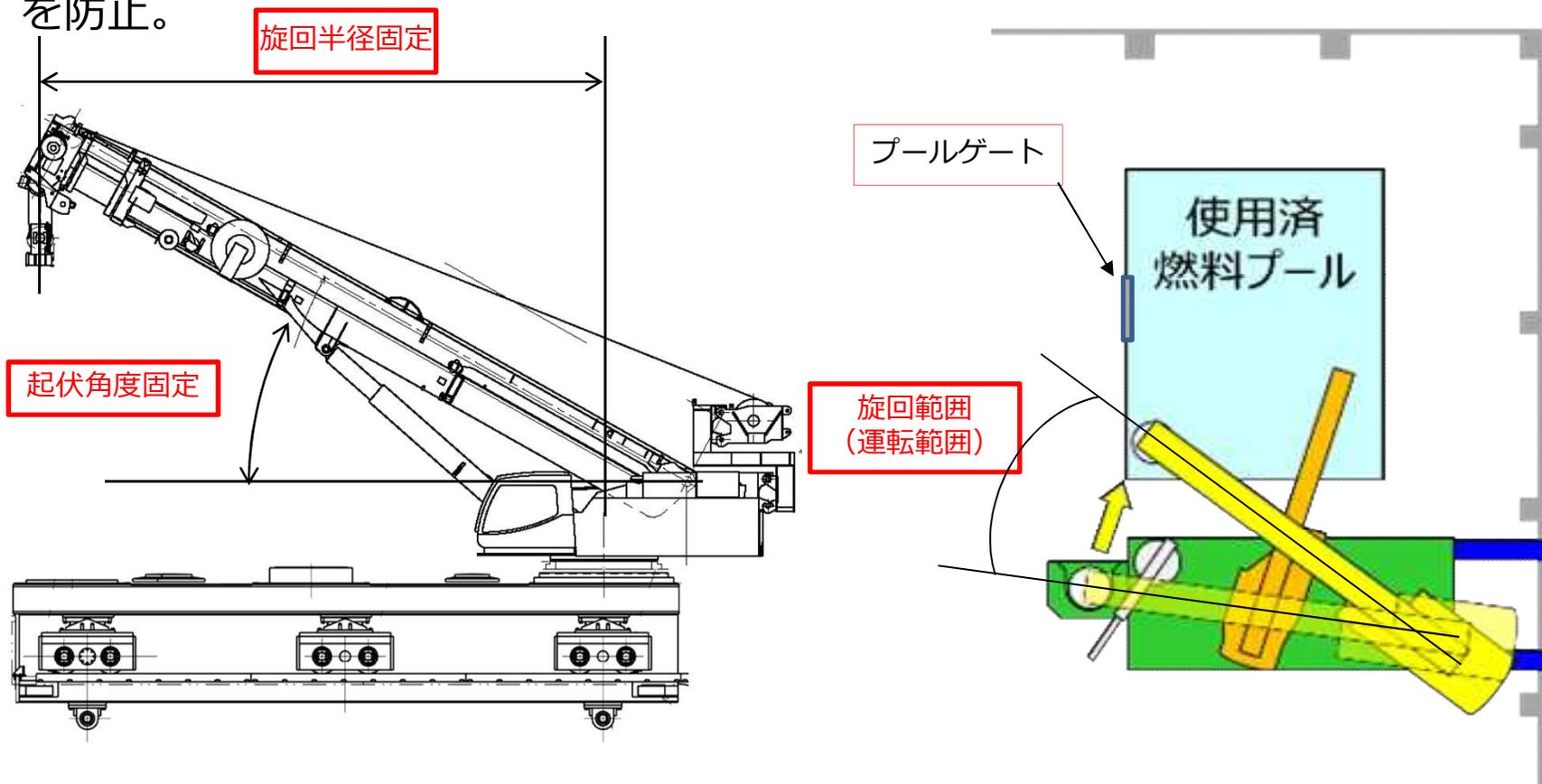
- 起伏操作は伸縮長最短時 (6800mm)のみ
- 起伏時に昇降位置 (Z) が変化しないようワイヤ長さを制御



- 伸縮操作は起伏0°時のみ
- 伸縮時に昇降位置 (Z) が変化しないようワイヤ長さを制御

燃料取扱機の運転姿勢

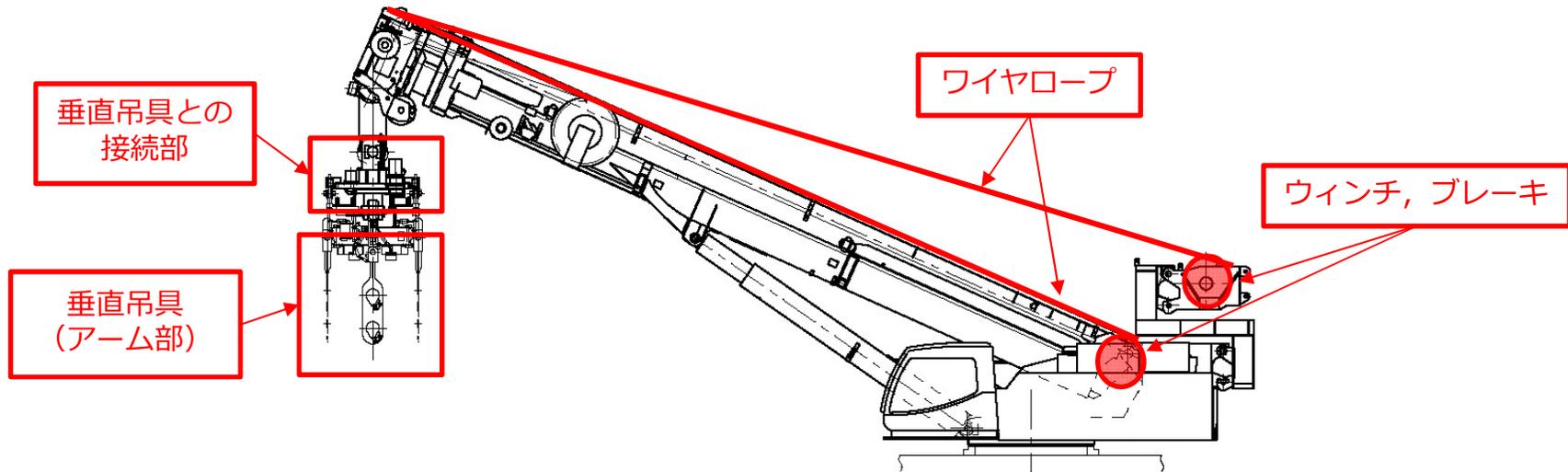
- クレーンは，燃料取扱機，ジブクレーン，走行台車との同時運転を不可とし，燃料取扱機，ジブクレーンが退避位置でのみ運転可能とするインターロックを設定。
- 輸送容器取扱時のクレーン操作は旋回・昇降の2軸操作とする。
- クレーンの旋回範囲を制限することで，プールゲート等の既設構造物との干渉を防止。



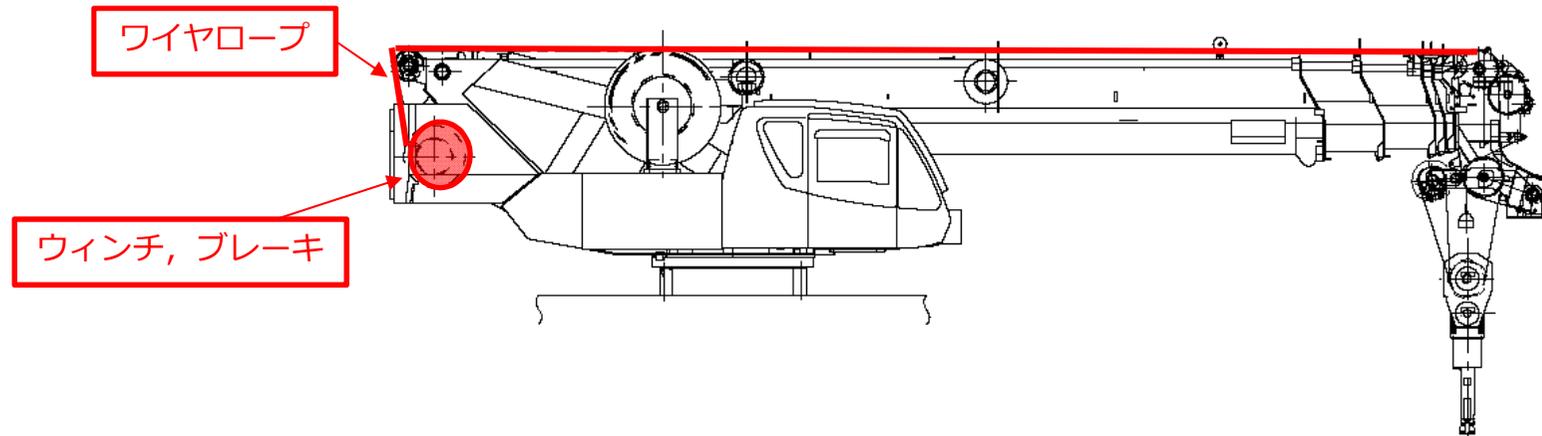
原子炉建屋での輸送容器取扱時のクレーン姿勢

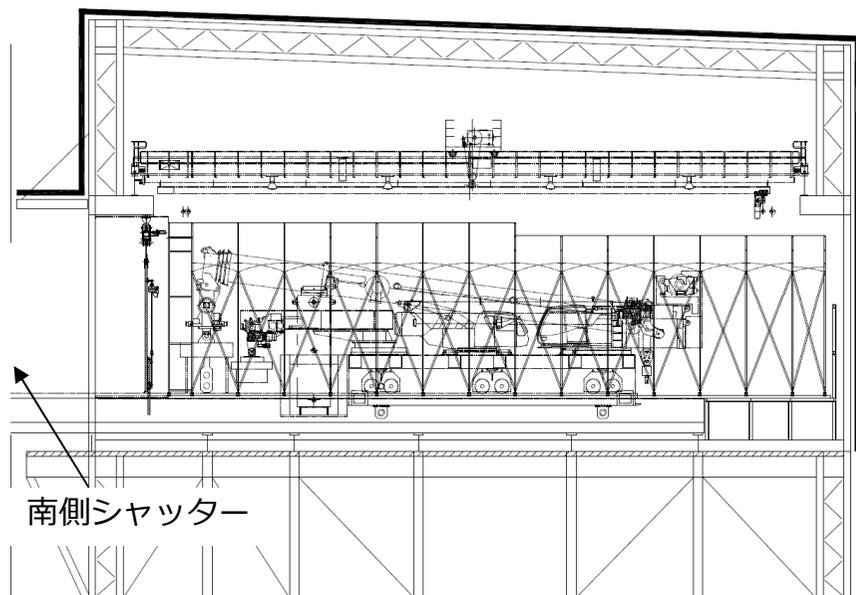
クレーンの運転範囲

■ クレーンの二重化範囲

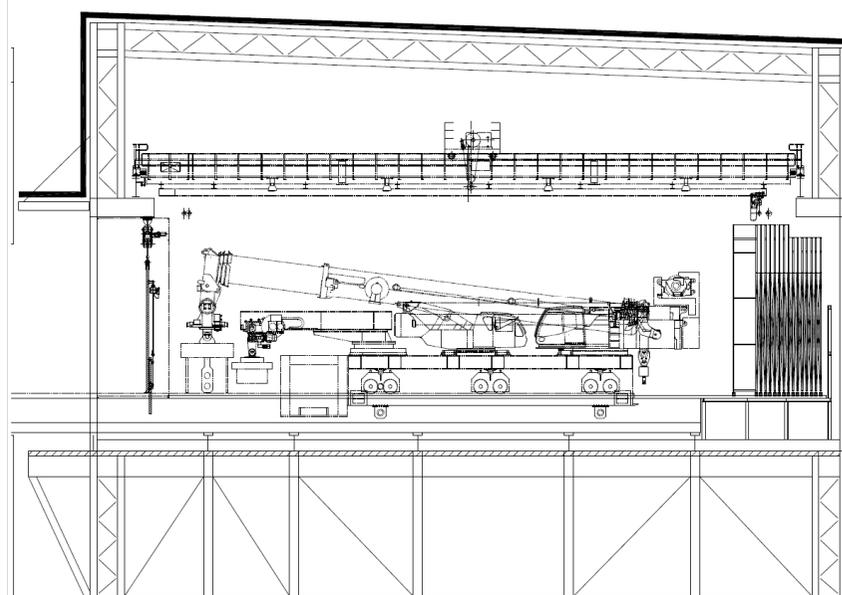


■ 燃料取扱機の二重化範囲





汚染拡大防止ハウス展開時



汚染拡大防止ハウス収納時

■ 目的

- 原子炉建屋からの南側シャッター開放時に汚染拡大を防止するための区画設定。

■ 運用方法

- 南側シャッター開放前に、汚染拡大防止ハウスを展開しエリアを区画する。
- 南側シャッターを開放し、燃料取扱設備を建屋から搬出した後、南側シャッターを閉止する。
- 燃料取扱設備の汚染確認を行い閾値以下であることを確認する。
- 必要に応じ除染を行い、汚染が基準値(0.4Bq/cm²)を超えていないことを確認した後に汚染拡大防止ハウスを収納する。

■ 気密要求無し

- 空気が原子炉建屋側へ流れるよう換気設備の風量を設定。

■ 設計方針

原子力発電所耐震設計技術指針に準拠し，燃料取扱設備の破損によって，使用済燃料プール，使用済燃料貯蔵ラックへ波及的影響を及ぼさない設計とする。

■ 適用地震動の選定

クレーン稼働率を考慮し，Ss地震動が重畳する可能性は十分低くなる（ 10^{-7} /年程度）ことから，クレーンの耐震評価では弾性設計用地震動Sdを評価が適切と考える。

(単位：1/年)	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
Ss地震動との組合せ				←	→
Sd地震動との組合せ		←	→		

- 原子炉建屋内での構内輸送容器懸架時間 : 1時間/輸送回
- 燃料輸送回数 : 89回
- 燃料取り出し期間（想定） : 2年
- Ss地震動の発生確率 : $10^{-4} \sim 10^{-6}$ /年*1
- Sd地震動の発生確率 : $10^{-3} \sim 10^{-5}$ /年*2
- 構内輸送容器懸架時にSs地震動が発生する確率 : $5 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-9}$ /年
- 構内輸送容器懸架時にSd地震動が発生する確率 : $5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-7}$ /年

*1: 「福島第一原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」（東京電力株式会社，平成20年3月）

*2: 「福島第一原子力発電所 原子炉建屋の弾性設計用地震動Sdによる確認結果」（東京電力株式会社，平成22年4月）

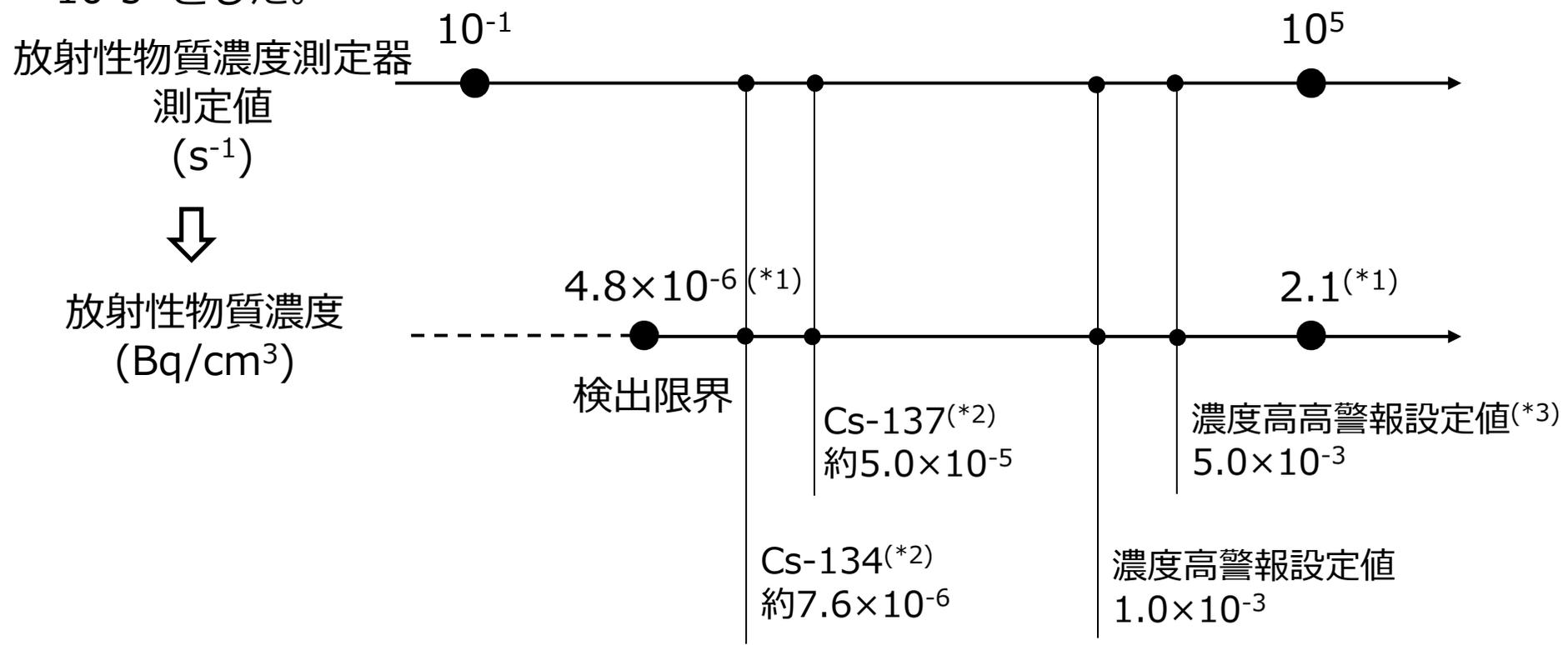
燃料取扱設備の構造強度及び耐震評価に用いる許容応力について <変更なし> **TEPCO**

燃料取扱設備の構造強度部材のうち、原子力発電所技術指針に規定されていない材料については、当該材料の特性が燃料取扱設備の機能を果たす上で支障のないものであることを確認して採用している。

各規格にて規定された降伏強度，引張強さから原子力発電所耐震設計技術指針に基づいて許容応力を設定した。

部位	使用材料	
燃料取扱機 ブーム	WEL-TEN980RE	移動式クレーンの構造部分に使用する材料として認可されたメーカー規格材。
クレーン ブーム	WELDOX1100E	同上
クレーン ブーム根元支点ピン	42CrMo4	EN規格材

放射性物質濃度測定器の計測範囲は検出限界から警報設定値を包絡する $10^{-1} \sim 10^5 \text{s}^{-1}$ とした。



- *1: 約0.4mSv/hのバックグラウンド, 計数時間10分での換算値
- *2: 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア上の令和1年8月～令和2年8月の検出濃度の平均値
- *3: 敷地境界付近の放射性物質濃度測定器警報設定値から, 算出した値($6.8 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$)を下回る値として設定

- 2号燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台設置に係る実施計画変更申請について「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について（以下、措置を講ずべき事項）」のうち、関連する下記事項に適合する記載箇所及び内容を説明する。

Ⅱ. 設計、設備について措置を講ずべき事項

- 5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理
- 11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等
- 12. 作業者の被ばく線量の管理等
- 14. 設計上の考慮
 - ① 準拠規格及び基準
 - ② 自然現象に対する設計上の考慮
 - ④ 火災に対する設計上の考慮
 - ⑤ 環境条件に対する設計上の考慮
 - ⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮
 - ⑧ 信頼性に対する設計上の考慮
 - ⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮

Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項

5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理 <変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「5. 燃料取出し及び取り出した燃料の適切な貯蔵・管理」では、以下を求めている。

<1～4号炉>

使用済燃料貯蔵設備からの燃料の取出しにあたっては、確実に臨界未満に維持し、落下防止、落下時の影響緩和措置及び適切な遮へいを行い、取り出した燃料は適切に冷却及び貯蔵すること。

- 変更認可申請では、燃料取り出し時の落下防止について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (1) 燃料取扱設備 a. 落下防止	既認可の記載を適用
添付	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 3. 2号機燃料取り扱いに関する概要	燃料取扱設備の落下防止対策

1 1. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等

<変更なし>



- 措置を講ずべき事項「1 1. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」では、以下を求めている。

- 特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。
- 特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を、平成25年3月までに1mSv/年未満とすること。

- 変更認可申請では、敷地周辺の放射線防護について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (3)燃料取り出し用カバー b.放射性物質の飛散・拡散防止	既認可の記載を適用
添付	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 4.2.1 排気フィルタによる低減効果 4.2.2 敷地境界線量	排気フィルタによる放射性物質の低減 敷地境界線量の評価

1 2. 作業者の被ばく線量の管理等

<変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「1 2. 作業者の被ばく線量の管理等」では、以下を求めている。

現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮へい、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気、除染等、所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減すること。

- 変更認可申請では、作業者の被ばく線量の管理について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (6) 被ばく低減対策	既認可の記載を適用
添付	2.11 添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書 4. 2号機放射線モニタリング	エリア放射線モニタの基本方針、構成、配置

1 4. 設計上の考慮 ① 準拠規格及び基準

<変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「① 準拠規格及び基準」では、以下を求めている。

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、設計、材料の選定、製作及び検査について、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであること。

- 変更認可申請では、準拠規格及び基準について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.8 構造強度及び耐震性 a. 燃料取扱設備 c. 燃料取り出し用カバー	既認可の記載を適用
添付	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 4. 2号機燃料取扱設備の構造強度及び耐震性について 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書 4. 2号機燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性について 添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 2.5 第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の耐震性	燃料取扱設備の準拠規格及び基準 燃料取り出し用構台の準拠規格及び基準 換気設備の準拠規格及び基準

1 4. 設計上の考慮 ②自然現象に対する設計上の考慮 <変更なし> **TEPCO**

■ 措置を講ずべき事項「② 自然現象に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

- 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起した場合は安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。
- 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）によって施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件、又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること。

■ 変更認可申請では、自然現象に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (1) 津波 (2) 豪雨、台風、竜巻	既認可の記載を適用
添付	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 4. 2号機燃料取扱設備の構造強度及び耐震性について 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書 4. 2号機燃料取り出し用構台の構造強度及び耐震性について 添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書 2.5 第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の耐震性	燃料取扱設備の構造強度評価 燃料取り出し用構台の構造強度評価 換気設備の構造強度評価

1 4. 設計上の考慮 ④ 火災に対する設計上の考慮 <変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「④ 火災に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせて、火災により施設の安全性を損なうことのない設計であること。

- 変更認可申請では、火災に対する設計上の考慮について、以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (4) 火災	既認可の記載を適用

1 4. 設計上の考慮 ⑤ 環境条件に対する設計上の考慮 <変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「⑤ 環境条件に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、経年事象を含むすべての環境条件に適合できる設計であること。特に、事故や地震等により被災した建造物の健全性評価を十分に考慮した対策を講じること。

- 変更認可申請では、環境条件に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.6 自然災害対策等 (5) 環境条件	既認可の記載を適用
添付	2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書 4.3 耐震性	原子炉建屋の健全性

1 4. 設計上の考慮 ⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮 <変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「⑦ 運転員操作に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

運転員の誤操作を防止するための適切な措置を講じた設計であること。

- 変更認可申請では、運転員操作に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
添付	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 添付資料-1-1 燃料の落下防止、臨界防止に関する説明書 3. 2号機燃料取り扱いに関する概要	燃料取扱設備に関する誤操作防止を含めた落下防止対策

1 4. 設計上の考慮 ⑧ 信頼性に対する設計上の考慮 <変更なし> **TEPCO**

■ 措置を講ずべき事項「⑧ 信頼性に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

- 安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器は、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること。
- 重要度の特に高い安全機能を有するべき系統については、その系統の安全機能が達成できる設計であるとともに、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。

■ 変更認可申請では、信頼性に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (1) 燃料取扱設備 a. 落下防止 e. 単一故障	既認可の記載を適用
添付	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	燃料取扱設備の落下防止対策

1 4. 設計上の考慮 ⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮 <変更なし> **TEPCO**

- 措置を講ずべき事項「⑨ 検査可能性に対する設計上の考慮」では、以下を求めている。

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それらの健全性及び能力を確認するために、適切な方法によりその機能を検査できる設計であること。

- 変更認可申請は、検査可能性に対する設計上の考慮について以下に記載している。

	実施計画Ⅱ記載箇所	記載内容
本文	2 特定原子力施設の構造及び設備、工事の計画 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 2.11.1.3 設計方針 (1) 燃料取扱設備 f. 試験検査	既認可の記載を適用

Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項 <変更なし>

- 措置を講ずべき事項「Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項」では、以下を求めている。

運転管理、保守管理、放射線管理、放射性廃棄物管理、緊急時の措置、敷地内外の環境放射線モニタリング等適切な措置を講ずることにより、「Ⅱ. 設計、設備について措置を講ずべき事項」の適切かつ確実な実施を確保し、かつ、作業員及び敷地内外の安全を確保すること。

特に、事故や災害時等における緊急時の措置については、緊急事態への対処に加え、関係機関への連絡通報体制や緊急時における医療体制の整備等を行うこと。

また、協力企業を含む社員や作業従事者に対する教育・訓練を的確に行い、その技量や能力の維持向上を図ること。

- 変更認可申請では、特定原子力施設の保安について以下に記載している。

	実施計画Ⅲ記載箇所	記載内容
本文	第1編（1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉に係る保安措置） 42条 気体廃棄物の管理 60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定 61条 放射線計測器類の管理 第3編（保安に係る補足説明） 2.1.3 放射性廃棄物等の管理 3.1.2 放射線管理	「特定原子力施設の設計、設備」変更内容の反映

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。

2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 実施計画変更申請の説明スケジュール(案)											
※説明進捗に合わせて適宜変更											
回	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) ▼							規制庁殿取り纏め期間	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) ▼									
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) ▼								
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ーの構造強度及び耐震性に関する説明書		第3回(1/21) ▼								
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) ▼								
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ー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) ▼								
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) ▼								
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 タ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(2/17) ▼								

■ 以下添付資料 実施計画変更比較表

2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備 本文

添付資料－1－1 燃料の落下防止，臨界防止に関する説明書

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

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

添付資料－4－2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書

添付資料－4－3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書

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

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比較表 (第Ⅱ章 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)

変更前	変更後	変更理由
<p style="text-align: right;">添付資料-3-1</p> <p style="text-align: center;">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</p> <p>1. 本説明書の記載範囲 本説明書は、3号機及び4号機燃料取り出し用カバーの放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能について記載するものである。</p> <p>(中略)</p> <p>(現行記載なし)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料-3-1</p> <p style="text-align: center;">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</p> <p>1. 本説明書の記載範囲 本説明書は、<u>2号機</u>、3号機及び4号機燃料取り出し用カバーの放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能について記載するものである。</p> <p>(中略)</p> <p><u>4. 2号機放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能について</u></p> <p><u>4.1 燃料取り出し用構台について</u></p> <p><u>4.1.1 概要</u> 燃料取り出し用構台は、作業に支障が生じることのないよう作業に必要な範囲をカバーし、風雨を遮る構造とする。また、燃料取り出し作業に伴い建屋等に付着した放射性物質の舞い上がりによる大気放出を抑制するため、燃料取り出し用構台は隙間を低減した構造とするとともに、換気設備を設け、排気はフィルタユニットを通じて大気へ放出する。また、現在、発電所敷地内でよう素 (I-131) は検出されていないことから、フィルタユニットは、発電所敷地内等で検出されているセシウム (Cs-134, 137) の大気への放出が低減できる設計とする。</p> <p><u>4.1.2 燃料取り出し用構台</u> 燃料取り出し用構台の大きさは、約33m (南北) ×約27m (東西) ×約45m (地上高) である。主体構造は鉄骨造であり、燃料取り出し用構台作業エリアの壁面及び屋根面を外装材で覆い、風雨を遮る構造とする。(図4-1 燃料取り出し用構台概略図参照)</p> <p><u>4.1.3 換気設備</u></p> <p><u>4.1.3.1 系統構成</u> 換気設備は、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内の気体を吸引し、排気ダクトを経由して燃料取り出し用構台地上階に設置した排気フィルタユニットへ導く。排気フィルタユニットは、プレフィルタ、高性能粒子フィルタ等で構成され、各フィルタで放射性物質を捕集した後の気体を吹上用排気ダクトから大気へ放出する。</p> <p>排気フィルタユニットは、約10,000m³/hのユニットを4系列 (うち1系列は予備)、排風機は、換気風量約30,000m³/hのユニットを2系列 (うち1系列は予備) 設置し、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作業エリアを約30,000m³/hの換気風量で運転する。</p> <p>また、原子炉建屋オペレーティングフロア内、燃料取り出し用構台内及び吹上用排気ダクトから大気に放出される放射性物質の濃度を測定するため、放射性物質濃度測定器を排気フィルタユニットの出入口に設置する。(図4-2 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換気設備概略構成図、図4-3 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配置図、図4-4 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系統図参照)</p> <p>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の電源は、異なる系統の所内高圧母線から受電可能な構成とする。(図4-5 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電源系統図参照)</p>	<p>2号機燃料取り出し用構台設置に伴い追記</p> <p>2号機燃料取り出し用構台設置に伴い追記</p>

変更前	変更後	変更理由												
	<p style="text-align: center;"><u>表 4-1 換気設備構成</u></p> <table border="1" data-bbox="1374 275 2433 1144"> <thead> <tr> <th data-bbox="1374 275 1688 327">設備名</th> <th data-bbox="1688 275 2433 327">構成・配置等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1374 327 1688 411">排気吸込口</td> <td data-bbox="1688 327 2433 411">配置：原子炉建屋オペレーティングフロア壁面及び燃料取り出し用構台壁面に設置</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1374 411 1688 684">排気フィルタユニット</td> <td data-bbox="1688 411 2433 684">配置：燃料取り出し用構台地上階に4系列（うち予備1系列）設置 構成：プレフィルタ／高性能粒子フィルタ（効率97%（粒径0.3μm）以上） フィルタ線量計（各排気フィルタユニットに設置） フィルタ差圧計（プレフィルタ，高性能粒子フィルタに設置）</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1374 684 1688 768">排風機</td> <td data-bbox="1688 684 2433 768">配置：燃料取り出し用構台地上階に2系列（うち予備1系列）設置</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1374 768 1688 831">吹上用排気ダクト</td> <td data-bbox="1688 768 2433 831">配置：排気フィルタユニットの下流側に設置</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1374 831 1688 1144">放射性物質濃度測定器</td> <td data-bbox="1688 831 2433 1144">測定対象：原子炉建屋オペレーティングフロア内，燃料取り出し用構台内及び大気放出前の放射性物質濃度 仕様：検出器種類 シンチレーション検出器 計測範囲 $10^{-1} \sim 10^5 \text{s}^{-1}$ 台数 排気フィルタユニット入口 4台 (原子炉建屋側，燃料取り出し用構台側 2台ずつ) 排気フィルタユニット出口 2台</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1311 1184 1635 1215"><u>4.1.3.2 換気風量について</u></p> <p data-bbox="1311 1222 2502 1293"><u>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内の環境は，燃料取扱機，クレーン及び電源盤の設備保護のため40℃以下（設計値）となる換気設備を設けるものとする。</u></p> <p data-bbox="1311 1299 2504 1371"><u>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内の熱負荷を除熱するのに必要な換気風量は，下式により求められる風量に余裕をみた約30,000m³/hとする。</u></p> $Q=q/(C_p \cdot \rho \cdot (t_1-t_2) \cdot 1/3600)$ <p data-bbox="1436 1457 1783 1488">Q：換気（排気）風量（m³/h）</p> <p data-bbox="1436 1495 1792 1526">q：設計用熱負荷，約80（kW）</p> <p data-bbox="1436 1533 2255 1564"><u>（機器発熱，日射，使用済燃料プールからの熱，原子炉からの熱）※1</u></p> <p data-bbox="1436 1570 1893 1602">C_p：定圧比熱，1.004652（kJ/kg・℃）</p> <p data-bbox="1436 1608 1718 1640">ρ：密度，1.2（kg/m³）</p> <p data-bbox="1436 1646 1932 1677">t₁：燃料取り出し用構台内温度，40（℃）</p> <p data-bbox="1436 1684 1860 1715">t₂：設計用外気温度，28.5（℃）※2</p> <p data-bbox="1436 1743 1670 1774">※1 約10%の余裕を含む</p> <p data-bbox="1436 1787 2475 1818">※2 小名浜気象台で観測された1972年～1976年の5年間の観測データにおける累積出現率が99%となる最高温度</p>	設備名	構成・配置等	排気吸込口	配置：原子炉建屋オペレーティングフロア壁面及び燃料取り出し用構台壁面に設置	排気フィルタユニット	配置：燃料取り出し用構台地上階に4系列（うち予備1系列）設置 構成：プレフィルタ／高性能粒子フィルタ（効率97%（粒径0.3μm）以上） フィルタ線量計（各排気フィルタユニットに設置） フィルタ差圧計（プレフィルタ，高性能粒子フィルタに設置）	排風機	配置：燃料取り出し用構台地上階に2系列（うち予備1系列）設置	吹上用排気ダクト	配置：排気フィルタユニットの下流側に設置	放射性物質濃度測定器	測定対象：原子炉建屋オペレーティングフロア内，燃料取り出し用構台内及び大気放出前の放射性物質濃度 仕様：検出器種類 シンチレーション検出器 計測範囲 $10^{-1} \sim 10^5 \text{s}^{-1}$ 台数 排気フィルタユニット入口 4台 (原子炉建屋側，燃料取り出し用構台側 2台ずつ) 排気フィルタユニット出口 2台	
設備名	構成・配置等													
排気吸込口	配置：原子炉建屋オペレーティングフロア壁面及び燃料取り出し用構台壁面に設置													
排気フィルタユニット	配置：燃料取り出し用構台地上階に4系列（うち予備1系列）設置 構成：プレフィルタ／高性能粒子フィルタ（効率97%（粒径0.3μm）以上） フィルタ線量計（各排気フィルタユニットに設置） フィルタ差圧計（プレフィルタ，高性能粒子フィルタに設置）													
排風機	配置：燃料取り出し用構台地上階に2系列（うち予備1系列）設置													
吹上用排気ダクト	配置：排気フィルタユニットの下流側に設置													
放射性物質濃度測定器	測定対象：原子炉建屋オペレーティングフロア内，燃料取り出し用構台内及び大気放出前の放射性物質濃度 仕様：検出器種類 シンチレーション検出器 計測範囲 $10^{-1} \sim 10^5 \text{s}^{-1}$ 台数 排気フィルタユニット入口 4台 (原子炉建屋側，燃料取り出し用構台側 2台ずつ) 排気フィルタユニット出口 2台													

変更前	変更後	変更理由
	<p><u>4.1.3.3 運転管理および保守管理</u></p> <p><u>(1) 運転管理</u></p> <p><u>排風機の起動/停止操作は、免震重要棟集中監視室で行うものとし、故障等により排風機が停止した場合には、予備機が自動起動する。</u></p> <p><u>免震重要棟集中監視室では、排風機の運転状態（起動停止状態）、放射性物質濃度が表示され、それらの異常を検知した場合には、警報を発する。</u></p> <p><u>放射性物質濃度測定器を排気フィルタユニットの出入口に設置し、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から大気に放出される放射性物質濃度を測定する。</u></p> <p><u>(2) 保守管理</u></p> <p><u>換気設備については安全上重要な設備ではなく、運転継続性の要求が高くない。保守作業に伴う被ばくを極力低減する観点から、異常の兆候が確認された場合に対応する。なお、排気フィルタユニット出入口の放射性物質濃度測定器については、現場の放射性物質監視及び外部への放射性物質飛散抑制の観点から多重化し、機器の単一故障により機能が喪失した場合でも測定可能な設備構成とする。</u></p> <p><u>また、フィルタについては、差圧計（プレフィルタ、高性能粒子フィルタに設置）又は線量計（排気フィルタユニットに設置）の値を確認しながら、必要な時期に交換する。</u></p> <p><u>4.1.3.4 異常時の措置</u></p> <p><u>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が停止しても、セシウムの使用済燃料プールから大気への移行割合は、$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3} \%$程度であり、2号機から放出される放射性物質は小さいと評価されている（II.2.3 使用済燃料プール設備参照）ことから、放射性物質の異常な放出とならないと考えられる。また、2号機の使用済燃料プール水における放射性物質濃度は、Cs-134：$1.42 \times 10^4 \text{Bq/L}$、Cs-137：$5.89 \times 10^5 \text{Bq/L}$（令和2年10月15日に使用済燃料プールより採取した水の分析結果）である。</u></p> <p><u>なお、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は、機器の単一故障が発生した場合を想定して、排風機及び電源の多重化を実施しており、切替等により機能喪失後の速やかな運転の再開を可能とする。また、排気フィルタユニット出入口の放射性物質濃度測定器については、2台の連続運転とし、1台故障時においても放射性物質濃度を計測可能とする。</u></p> <p><u>4.2 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能について</u></p> <p><u>4.2.1 排気フィルタによる低減効果</u></p> <p><u>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内から排気フィルタユニットを通じて大気へ放出される放射性物質は、プレフィルタ/高性能粒子フィルタ（効率97%（粒径$0.3 \mu\text{m}$）以上）により低減される。</u></p> <p><u>セシウムの使用済燃料プールから大気への移行割合は、$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3} \%$程度であり、2号機から放出される放射性物質は小さいと評価されている。（II.2.3 使用済燃料プール設備参照）</u></p> <p><u>表4-2に2号機原子炉建屋オペレーティングフロア上で測定された放射性物質濃度を示す。仮に、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内が表4-2に示す放射性物質濃度であった場合、排気フィルタを通過して大気へ放出される放射性物質濃度は表4-3の通りとなる。</u></p>	

変更前	変更後	変更理由												
	<p style="text-align: center;"><u>表 4-2 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア上の放射性物質濃度 (Bq/cm³)</u></p> <table border="1" data-bbox="1537 317 2297 541"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>オペレーティングフロア上の濃度 (令和1年8月～令和2年8月の検出濃度の平均値)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cs-134</td> <td>約 7.6×10⁻⁶</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td>約 5.0×10⁻⁵</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Q=C・(1-f)</u> <u>Q</u> : フィルタ通過後の放射性物質濃度 (Bq/cm³) <u>C</u> : 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内の放射性物質濃度 (Bq/cm³) <u>(表 4-2 参照)</u> <u>f</u> : フィルタ効率 (プレフィルタ/高性能粒子フィルタ 97%)</p> <p style="text-align: center;"><u>表 4-3 フィルタ通過後の放射性物質濃度</u></p> <table border="1" data-bbox="1546 852 2217 1016"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>濃度 (Bq/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cs-134</td> <td>約 2.3×10⁻⁷</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td>約 1.5×10⁻⁶</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>以上の結果, 表 4-2 及び表 4-3 より, フィルタ通過後の放射性物質濃度は約 1/30 となる。</u></p> <p><u>4.2.2 敷地境界線量</u> <u>4.2.2.1 評価条件</u> <u>(1) 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内が, 表 4-2 に示す 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア上の放射性物質濃度であった場合に排気フィルタユニットを介して大気に放出されるものと仮定する。</u> <u>(2) 減衰は考慮しない。</u> <u>(3) 地上放出と仮定する。</u> <u>(4) 燃料取り出し用構台の供用期間である 5 年間 (想定) に放出される放射性物質が地表に沈着し蓄積した時点のγ線に起因する実効線量と仮定し評価する。</u> <u>(5) 大気拡散の評価に用いる気象条件は, 福島第一原子力発電所原子炉設置変更許可申請書で採用したものと同一気象データを使用する。</u></p> <p><u>4.2.2.2 評価方法</u> <u>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排気フィルタユニットから放出される放射性物質による一般公衆の実効線量は, 以下の被ばく経路について年間実効線量 (mSv/年) を評価する。</u> <u>(1) 放射性雲からのγ線に起因する実効線量</u> <u>(2) 吸入摂取による実効線量</u> <u>(3) 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量</u></p>	核種	オペレーティングフロア上の濃度 (令和1年8月～令和2年8月の検出濃度の平均値)	Cs-134	約 7.6×10 ⁻⁶	Cs-137	約 5.0×10 ⁻⁵	核種	濃度 (Bq/cm ³)	Cs-134	約 2.3×10 ⁻⁷	Cs-137	約 1.5×10 ⁻⁶	
核種	オペレーティングフロア上の濃度 (令和1年8月～令和2年8月の検出濃度の平均値)													
Cs-134	約 7.6×10 ⁻⁶													
Cs-137	約 5.0×10 ⁻⁵													
核種	濃度 (Bq/cm ³)													
Cs-134	約 2.3×10 ⁻⁷													
Cs-137	約 1.5×10 ⁻⁶													

変更前	変更後	変更理由
	<p><u>4.2.2.3 放射性雲からのγ線に起因する実効線量</u> 放射性物質のγ線に起因する実効線量については、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」の放射性雲からのγ線による実効線量の評価の評価式を用いて評価する。</p> <p><u>(1) 計算地点における空気カーマ率の計算</u> 計算地点 (x, y, 0) における空気カーマ率は、次式により計算する。</p> $D = K_1 \cdot E \cdot \mu_{en} \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu \cdot r}}{4\pi r^2} \cdot B(\mu r) \cdot \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \quad \dots \quad 4-1$ <p>ここで、<u>D</u> : 計算地点(x, y, 0)における空気カーマ率 (μ Gy/h) <u>K₁</u> : 空気カーマ率への換算係数 ($4.46 \times 10^{-4} \frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu \text{ Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}}$) <u>E</u> : γ線の実効エネルギー (0.5MeV/dis) <u>μ_{en}</u> : 空気に対するγ線の線エネルギー吸収係数 (m⁻¹) <u>μ</u> : 空気に対するγ線の線減衰係数 (m⁻¹) <u>r</u> : 放射性雲中の点(x', y', z')から計算地点 (x, y, 0) までの距離 (m) <u>B(μr)</u> : 空気に対するγ線の再生係数</p> $B(\mu r) = 1 + \alpha(\mu r) + \beta(\mu r)^2 + \gamma(\mu r)^3$ <p>ただし、<u>μ_{en}</u>, <u>μ</u>, <u>α</u>, <u>β</u>, <u>γ</u>については、0.5MeVのγ線に対する値を用い、以下のとおりとする。</p> <p><u>μ_{en}</u>=3.84×10^{-3} (m⁻¹), <u>μ</u>=1.05×10^{-2} (m⁻¹) <u>α</u>=1.000, <u>β</u>=0.4492, <u>γ</u>=0.0038</p> <p><u>χ(x', y', z')</u> : 放射性雲中の点(x', y', z')における濃度 (Bq/m³) なお、<u>χ(x', y', z')</u>は、次式により計算する。</p> $\chi(x', y', z') = \frac{Q}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot e^{-\frac{y'^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \left\{ e^{-\frac{(z' - H)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z' + H)^2}{2\sigma_z^2}} \right\} \quad \dots \quad 4-2$ <p>ここで、<u>Q</u> : 放射性物質の放出率 (Bq/s) <u>U</u> : 放出源高さを代表する風速 (m/s) <u>H</u> : 放出源の有効高さ (m) <u>σ_y</u> : 濃度分布のy'方向の拡がりのパラメータ (m) <u>σ_z</u> : 濃度分布のz'方向の拡がりのパラメータ (m)</p> <p>このとき、有効高さと同じ高度 (z' = H) の軸上で放射性物質濃度が最も濃くなる。被ばく評価地点は地上 (z' = 0) であるため、地上放散が最も厳しい評価を与えることになる。</p> <p><u>(2) 実効線量の計算</u> 計算地点における年間の実効線量は、計算地点を含む方位に向かう放射性雲のγ線からの空気カーマを合計して、次式により計算する。</p> $H_\gamma = K_2 \cdot f_h \cdot f_0 \cdot (\bar{D}_L + \bar{D}_{L-1} + \bar{D}_{L+1}) \quad \dots \quad 4-3$	

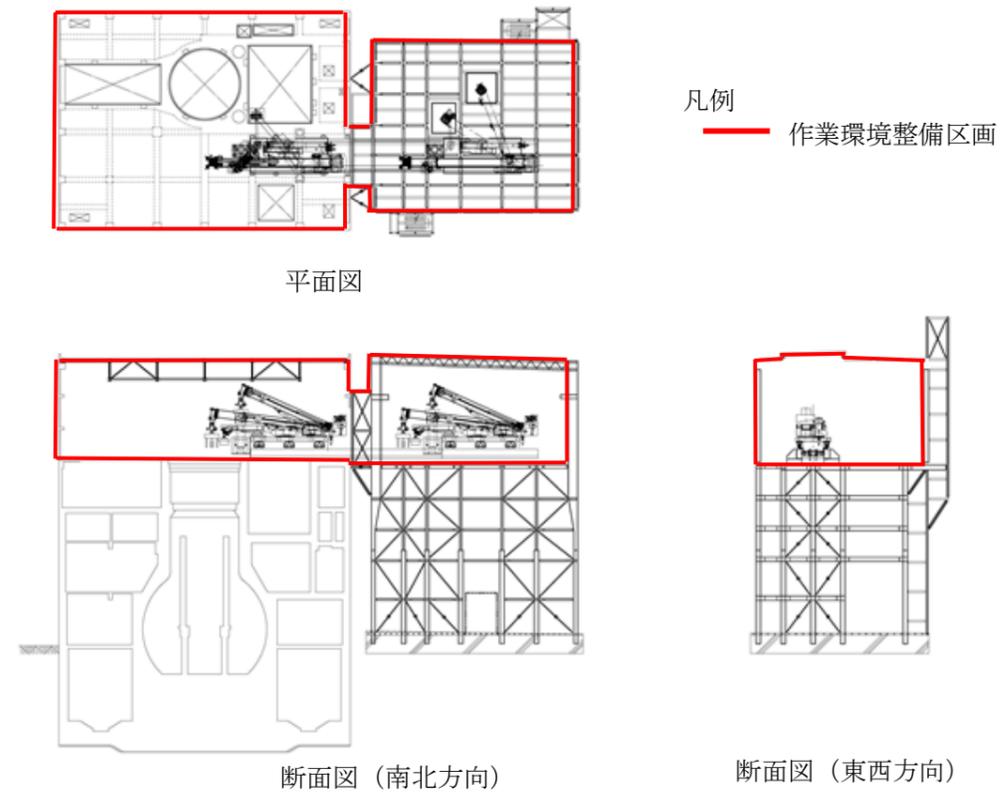
変更前	変更後	変更理由						
	<p>ここで、H_γ : 放射性物質のγ線に起因する年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$) K_2 : 空気カーマから実効線量への換算係数 ($0.8\mu\text{Sv}/\mu\text{Gy}$) f_h : 家屋の遮へい係数 (1.0) f_0 : 居住係数 (1.0) $(\bar{D}_L + \bar{D}_{L-1} + \bar{D}_{L+1})$: 計算地点を含む方位(L)及びその隣接方位に向かう放射性雲による年間平均のγ線による空気カーマ ($\mu\text{Gy/y}$)。これらは4-1式から得られる空気カーマ率Dを放出モード、大気安定度別風向分布及び風速分布を考慮して年間について積算して求める。</p> <p><u>4.2.2.4 吸入摂取による実効線量</u> 吸入摂取による実効線量については、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」の吸入摂取による実効線量の評価の評価式を用いて評価する。</p> <p><u>(1) 放射性物質の年平均地表空気中濃度の計算</u> 計算地点における年平均地表空気中濃度\bar{x}は、4-2式を用い、隣接方位からの寄与も考慮して、次式により計算する。</p> $\bar{x} = \sum_j \bar{x}_{jL} + \sum_j \bar{x}_{jL-1} + \sum_j \bar{x}_{jL+1} \dots\dots\dots 4-4$ <p>ここで、j : 大気安定度 (A~F) L : 計算地点を含む方位</p> <p><u>(2) 線量の計算</u> 放射性物質の呼吸による実効線量は、次式により計算する。</p> $H_i = 365 \cdot \sum_i K_{li} \cdot A_{li} \dots\dots\dots 4-5$ $A_{li} = M_a \cdot \bar{x}_i \dots\dots\dots 4-6$ <p>ここで、H_i : 吸入摂取による年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$) 365 : 年間日数への換算係数 (d/y) K_{li} : 核種 i の吸入摂取による成人実効線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$) A_{li} : 核種 i の吸入による摂取率 (Bq/d) M_a : 人間の呼吸率 (m^3/d) (成人の1日平均の呼吸率: $22.2\text{m}^3/\text{d}$を使用) \bar{x}_i : 核種 i の年平均地表空気中濃度 (Bq/m^3)</p> <p>表 4-4 吸入摂取による成人の実効線量換算係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)</p> <table border="1" data-bbox="1492 1745 2341 1856"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>Cs-134</th> <th>Cs-137</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K_{li}</td> <td>2.0×10^{-2}</td> <td>3.9×10^{-2}</td> </tr> </tbody> </table>	核種	Cs-134	Cs-137	K_{li}	2.0×10^{-2}	3.9×10^{-2}	
核種	Cs-134	Cs-137						
K_{li}	2.0×10^{-2}	3.9×10^{-2}						

変更前	変更後	変更理由																	
	<p><u>4.2.2.5 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量</u></p> <p>地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量については、「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」の地面に沈着した放射性物質濃度を計算し、放射性物質濃度からの実効線量への換算係数を用いて評価する。</p> <p>(1) 放射性物質の年平均地上空气中濃度の計算</p> <p>計算地点における年平均地上空气中濃度\bar{x}は、4-4式により計算する。</p> <p>(2) 線量の計算</p> <p>地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量は次式により計算する。</p> $H_G = \sum_i K_{Gi} \cdot S_{O_i} \dots\dots\dots 4-7$ $S_{O_i} = \bar{x}_i \cdot V_g \cdot \frac{f_i}{\lambda_i} \cdot (1 - e^{-\lambda_i \cdot T_o}) \dots\dots\dots 4-8$ <p>ここで、H_G : 地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する 年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)</p> <p>K_{Gi} : 核種 i の地表沈着による外部被ばく線量換算係数 ($\frac{\mu\text{Sv/y}}{\text{Bq/m}^2}$)</p> <p>(表 4-5 参照)</p> <p>S_{O_i} : 核種 i の地表濃度 (Bq/m^2)</p> <p>\bar{x}_i : 核種 i の年平均地表空气中濃度 (Bq/m^3)</p> <p>V_g : 沈着速度 (0.01m/s)</p> <p>λ_i : 核種 i の物理的減衰係数 (s^{-1})</p> <p>T_o : 放射性物質の放出期間 (s) (燃料取り出し用構台供用期間の5年を想定)</p> <p>f_i : 沈着した放射性物質のうち残存する割合 (保守的に1を用いる)</p> <p>表 4-5 核種 i の地表沈着による外部被ばく線量換算係数 ((Sv/s)/(Bq/m²))</p> <table border="1" data-bbox="1492 1270 2341 1354"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>Cs-134</th> <th>Cs-137</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K_{Gi}</td> <td>1.5×10^{-15}</td> <td>5.8×10^{-16}</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>4.2.2.6 評価結果</u></p> <p>表 4-3 に示す濃度の放射性物質の放出が燃料取り出し用構台の供用期間である5年間(想定)続くと仮定して算出した結果、年間被ばく線量は敷地境界で約0.003mSv/年であり、法令の濃度限度1mSv/年に比べても十分低いと評価される。(表 4-6 参照)</p> <p>また、「III.3.2 放射性廃棄物等の管理に関する補足説明」での評価(約0.03mSv/年)に比べても低いと評価される。</p> <p>表 4-6 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排気フィルタユニットからの放射性物質の放出による一般公衆の実効線量 (mSv/年)</p> <table border="1" data-bbox="1540 1745 2294 1887"> <thead> <tr> <th colspan="3">評価項目</th> <th rowspan="2">合計</th> </tr> <tr> <th>放射性雲</th> <th>吸入摂取</th> <th>地表沈着</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>約 6.4×10^{-9}</td> <td>約 7.9×10^{-7}</td> <td>約 3.0×10^{-3}</td> <td>約 3.0×10^{-3}</td> </tr> </tbody> </table>	核種	Cs-134	Cs-137	K_{Gi}	1.5×10^{-15}	5.8×10^{-16}	評価項目			合計	放射性雲	吸入摂取	地表沈着	約 6.4×10^{-9}	約 7.9×10^{-7}	約 3.0×10^{-3}	約 3.0×10^{-3}	
核種	Cs-134	Cs-137																	
K_{Gi}	1.5×10^{-15}	5.8×10^{-16}																	
評価項目			合計																
放射性雲	吸入摂取	地表沈着																	
約 6.4×10^{-9}	約 7.9×10^{-7}	約 3.0×10^{-3}	約 3.0×10^{-3}																

変更前

変更後

変更理由



【燃料取り出し用構台】

- ・ 作業環境整備区画を構成・支持する架構及び附属設備を指す。
- ・ 燃料取り出し用構台のうち、作業環境整備区画は外装材等により区画し、換気対象範囲とする。

図 4-1 燃料取り出し用構台概略図

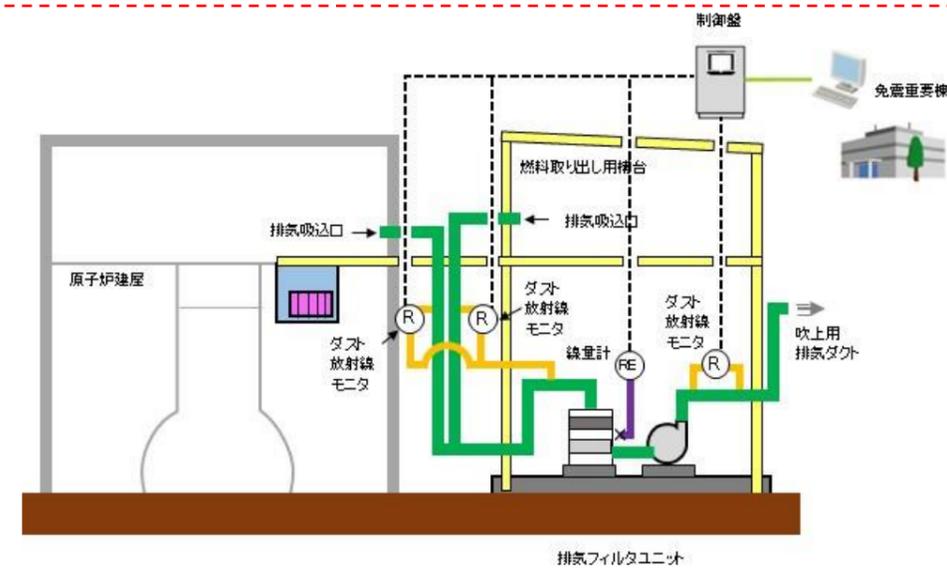


図 4-2 原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備 概略構成図

変更前

変更後

変更理由

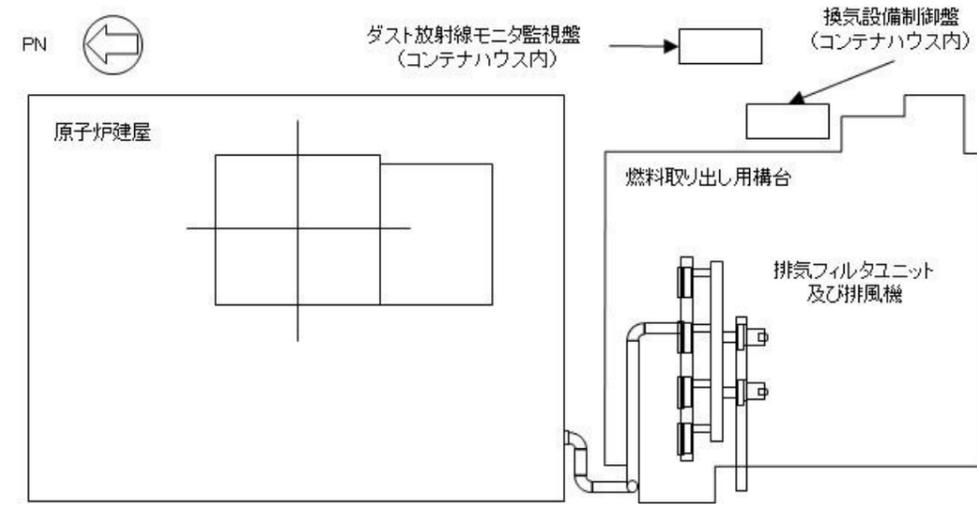


図 4-3 原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備配置図

- 凡例
- Ⓡ : 放射性物質濃度測定器
 - ⓇE : フィルタ線量計
 - ⓇP : フィルタ差圧計
 - GD : 逆流防止ダンパ
 - VD : 風量調整ダンパ

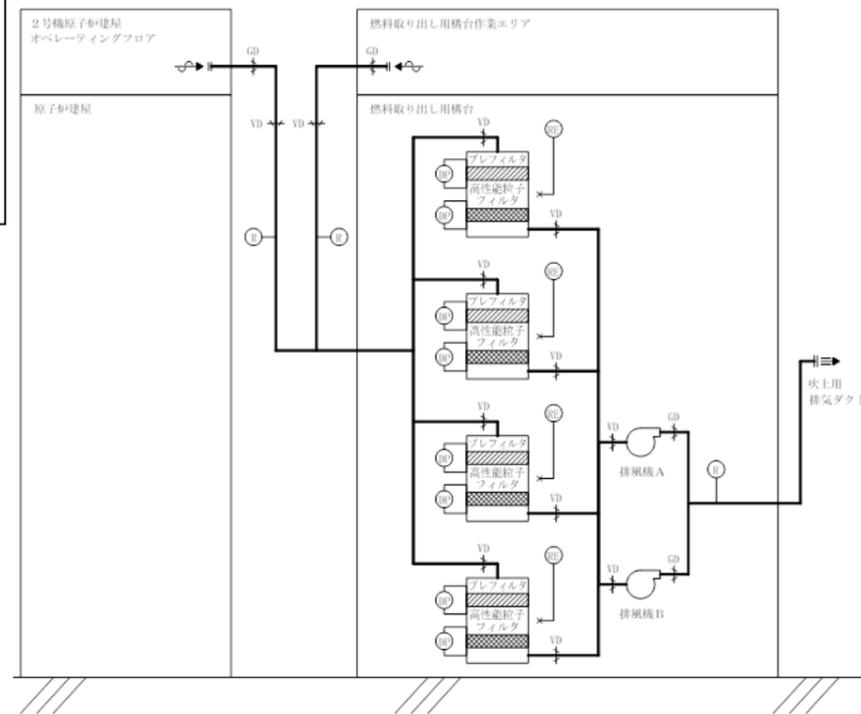
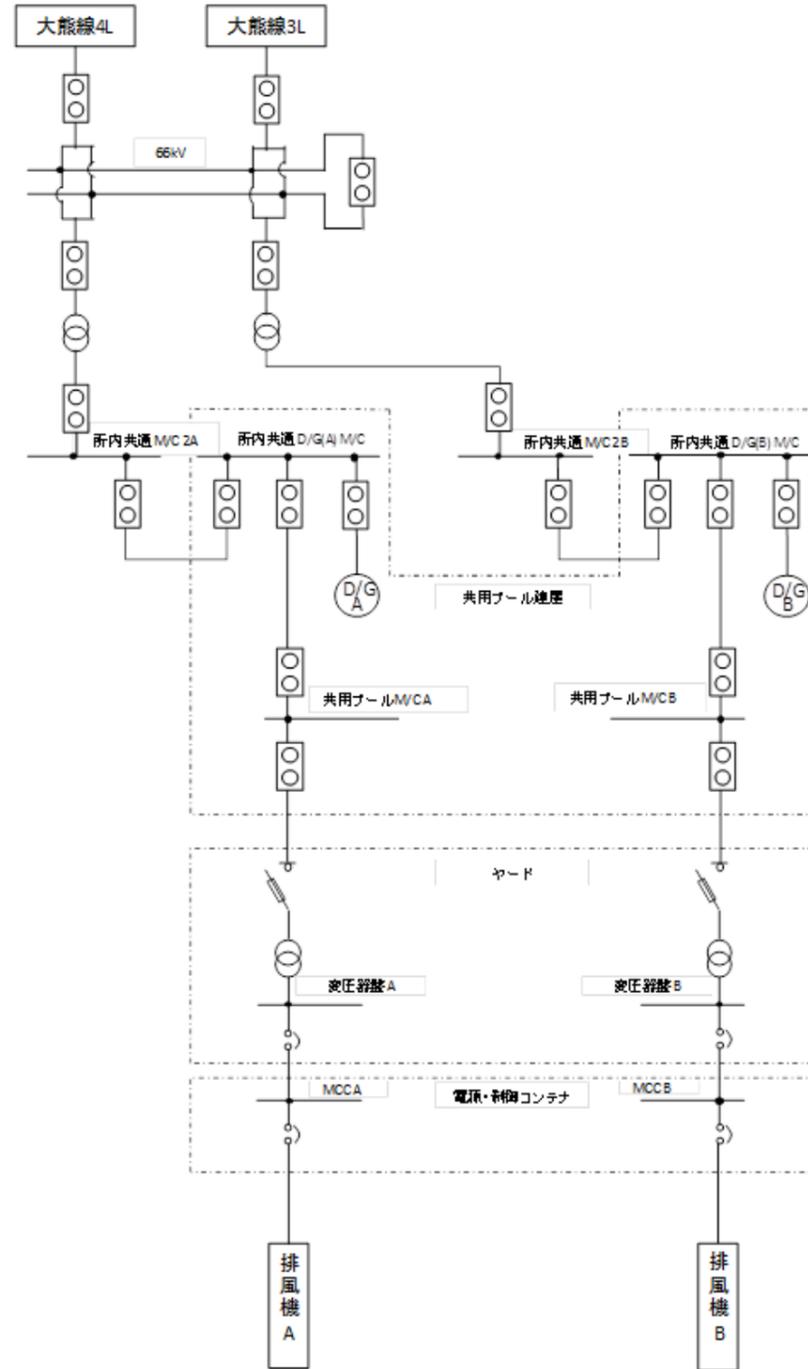


図 4-4 原子炉建屋オペレーティングフロア及び燃料取り出し用構台換気設備系統図

変更前

変更後

変更理由

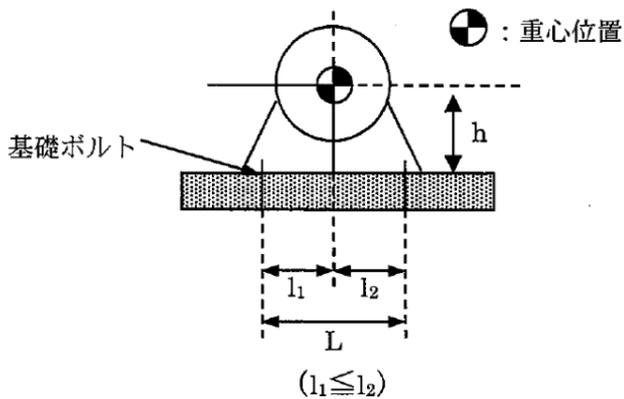


※令和2年12月時点

図4-5 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電源系統図

変 更 前	変 更 後	変 更 理 由
<p>4. 別添</p> <p>別添-1 4号機燃料取り出し用カバー換気設備に係る確認事項</p> <p>別添-2 3号機燃料取り出し用カバー換気設備に係る確認事項</p>	<p>5. 別添</p> <p>別添-1 4号機燃料取り出し用カバー換気設備に係る確認事項</p> <p>別添-2 3号機燃料取り出し用カバー換気設備に係る確認事項</p> <p>別添-3 <u>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</u></p>	<p>2号機燃料取り出し用構台設置に伴い追記</p>

変更前	変更後	変更理由																												
<p>(中略)</p> <p>(現行記載なし)</p>	<p>(中略)</p> <p style="text-align: right;"><u>添付資料-3-1 別添-3</u></p> <p style="text-align: center;"><u>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</u></p> <p><u>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。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>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</u></p> <table border="1" data-bbox="1338 695 2496 1692"> <thead> <tr> <th>確認事項</th> <th colspan="2">確認項目</th> <th>確認内容</th> <th>判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">放出抑制</td> <td rowspan="2">機能確認</td> <td>風量確認</td> <td><u>排風機の出口風量を確認する。</u></td> <td><u>排風機が1台当たり30,000m³/h以上であること。</u></td> </tr> <tr> <td>フィルタ性能確認</td> <td><u>フィルタの放射性物質の除去効率を確認する。</u></td> <td><u>放射性物質の除去効率が97%(粒径0.3μm)以上であること。</u></td> </tr> <tr> <td>構造確認</td> <td>据付確認</td> <td><u>放射性物質濃度の測定箇所を確認する。</u></td> <td><u>放射性物質濃度測定箇所が実施計画通りであること。</u></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">監視</td> <td rowspan="4">機能確認</td> <td rowspan="4">監視機能確認</td> <td><u>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。</u></td> <td><u>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。</u></td> </tr> <tr> <td><u>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。</u></td> <td><u>許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。</u></td> </tr> <tr> <td><u>標準線源を用いて検出器性能を確認する。</u></td> <td><u>計数効率が規定値以上であること。</u></td> </tr> <tr> <td><u>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。</u></td> <td><u>各指示値が許容値範囲以内に入っていること。</u></td> </tr> </tbody> </table>	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	<u>排風機の出口風量を確認する。</u>	<u>排風機が1台当たり30,000m³/h以上であること。</u>	フィルタ性能確認	<u>フィルタの放射性物質の除去効率を確認する。</u>	<u>放射性物質の除去効率が97%(粒径0.3μm)以上であること。</u>	構造確認	据付確認	<u>放射性物質濃度の測定箇所を確認する。</u>	<u>放射性物質濃度測定箇所が実施計画通りであること。</u>	監視	機能確認	監視機能確認	<u>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。</u>	<u>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。</u>	<u>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。</u>	<u>許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。</u>	<u>標準線源を用いて検出器性能を確認する。</u>	<u>計数効率が規定値以上であること。</u>	<u>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。</u>	<u>各指示値が許容値範囲以内に入っていること。</u>	<p>2号機燃料取り出し用構台設置に伴い追記</p>
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	<u>排風機の出口風量を確認する。</u>	<u>排風機が1台当たり30,000m³/h以上であること。</u>																										
		フィルタ性能確認	<u>フィルタの放射性物質の除去効率を確認する。</u>	<u>放射性物質の除去効率が97%(粒径0.3μm)以上であること。</u>																										
	構造確認	据付確認	<u>放射性物質濃度の測定箇所を確認する。</u>	<u>放射性物質濃度測定箇所が実施計画通りであること。</u>																										
監視	機能確認	監視機能確認	<u>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。</u>	<u>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。</u>																										
			<u>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。</u>	<u>許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。</u>																										
			<u>標準線源を用いて検出器性能を確認する。</u>	<u>計数効率が規定値以上であること。</u>																										
			<u>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。</u>	<u>各指示値が許容値範囲以内に入っていること。</u>																										

変更前	変更後	変更理由
<p style="text-align: right;">添付資料－4－3</p> <p>燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書</p> <p>(中略)</p> <p>(現行記載なし)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料－4－3</p> <p>燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書</p> <p>(中略)</p> <p><u>2.5 第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の耐震性</u></p> <p><u>2.5.1 排風機の耐震性</u></p> <p><u>排風機の耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、排風機の基礎ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力0.2Gを採用した。基礎ボルトの許容荷重については、評価温度50℃とした。基礎ボルトのせん断・引張を評価した結果、基礎ボルトに生じる荷重は許容荷重以下であり、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表2.5-1参照）。</u></p> <div style="border: 1px dashed red; padding: 10px; margin: 10px 0;">  <p style="text-align: center;">図 2.5-1 排風機の耐震評価モデル</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・評価部位：基礎ボルト ・考慮する荷重：地震荷重，排風機振動による荷重 ・計算に用いる数式 $\text{引張力 } Q_V = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h - W \cdot g \cdot (1 - C_P) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$ $\text{せん断力 } Q_H = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_P)}{n}$ <p> <u>W</u> : 排風機質量 <u>g</u> : 重力加速度 (=9.80665 m/s²) <u>h</u> : 据付面から重心までの距離 <u>l₁</u> : 排風機重心と基礎ボルト間の距離 <u>l₂</u> : 排風機重心と基礎ボルト間の距離 (<u>l₁ ≦ l₂</u>) <u>n_f</u> : 評価上引張を受けるボルト本数 <u>n</u> : 全ボルト本数 <u>C_H</u> : 水平方向設計震度 <u>C_P</u> : 排風機振動による加速度 </p>	<p>2号機燃料取り出し用構台設置に伴い追記</p>

変更前

変更後

変更理由

表 2.5-1 排風機の基礎ボルトの強度評価結果

評価対象 機器	部位	材料	評価 項目	算出荷重(N)/本		許容荷重(N)/本	
				せん断	引張	せん断	引張
排風機	基礎 ボルト	SS400	荷重	654.1	作用 しない	20550	35600

2.5.2 フィルタユニットの耐震性

フィルタユニットの耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、2.5.1 項と同様の方法で基礎ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力として 0.2G を採用した。基礎ボルトの許容荷重については、評価温度 50℃とした。基礎ボルトのせん断・引張を評価した結果、基礎ボルトに生じる荷重は許容荷重以下であり、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表 2.5-2 参照）。

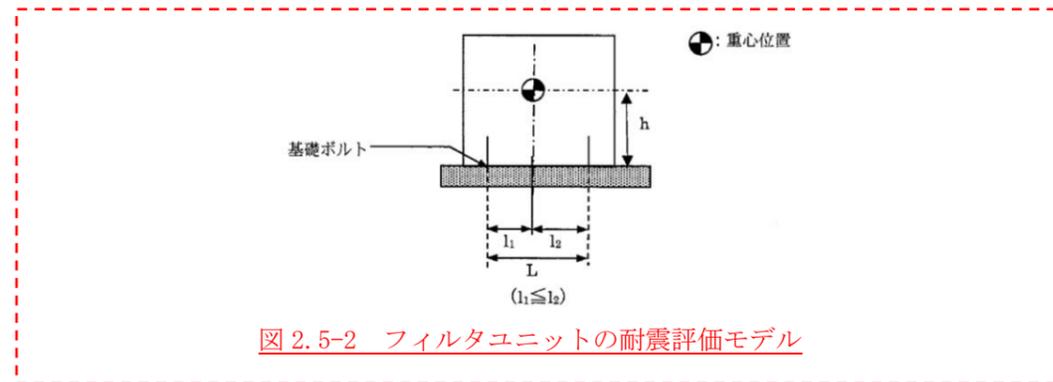


図 2.5-2 フィルタユニットの耐震評価モデル

- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } Q_V = \frac{W \cdot g \cdot C_H \cdot h - W \cdot g \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$\text{せん断力 } Q_H = \frac{W \cdot g \cdot C_H}{n}$$

W : フィルタユニット質量

g : 重力加速度 (=9.80665 m/s²)

h : 据付面から重心までの距離

l₁ : フィルタユニット重心と基礎ボルト間の距離

l₂ : フィルタユニット重心と基礎ボルト間の距離

(l₁ ≤ l₂)

n_f : 評価上引張を受けるボルト本数

n : 全ボルト本数

C_H : 水平方向設計震度

変更前

変更後

変更理由

表 2.5-2 フィルタユニットの基礎ボルトの強度評価

評価対象機器	部位	材料	評価項目	算出荷重(N)/本		許容荷重(N)/本	
				せん断	引張	せん断	引張
排気フィルタユニット	基礎ボルト	SS400	荷重	281.9	作用しない	11400	14300

2.5.3 ダクトの耐震性

ダクトの耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、基準支持間隔の評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力として燃料取り出し用構台側は 0.27G、原子炉建屋側は 0.94G を採用した。ダクトは基準支持間隔(表 2.5-3、表 2.5-4 参照)よりも小さい間隔で支持することで耐震性を確保する計画である。

なお、当該ダクトは、使用済燃料プール上に配置しないことから、使用済燃料プールへ波及的影響を与えない。

(1) 角ダクトの耐震計算

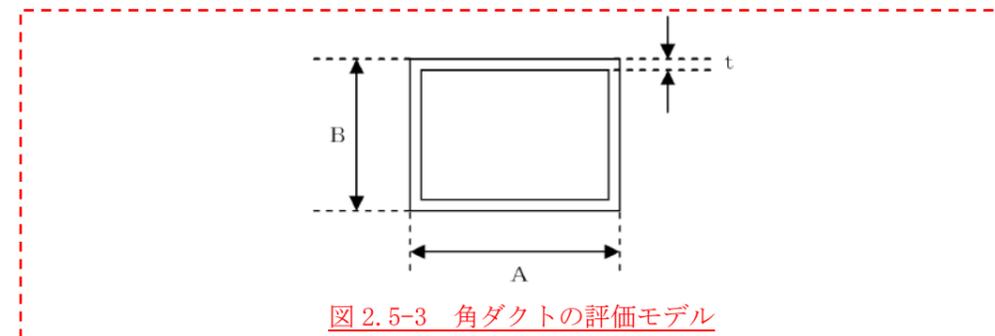


図 2.5-3 角ダクトの評価モデル

- ・評価部位：角ダクト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

自重による水平軸廻り座屈曲げモーメント

$$M_x = \frac{1}{8} \cdot \frac{W \cdot g}{1000} \cdot L^2$$

地震による鉛直軸廻り座屈曲げモーメント

$$M_y = \frac{1}{8} \cdot \frac{W \cdot g \cdot C_H}{1000} \cdot L^2$$

許容座屈曲げモーメントとの関係

$$\frac{M_x}{M_{xa}} + \frac{M_y}{M_{ya}} = 1$$

上記式を解くと基準支持間隔は次式となる。

$$L = \frac{1}{\sqrt{\frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{xa}} + C_H \frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{ya}}}}$$

変更前

変更後

変更理由

- L : 基準支持間隔
- M_x : 水平軸廻り座屈曲げモーメント
- M_{x_a} : 水平軸廻り許容座屈曲げモーメント
- M_y : 鉛直軸廻り座屈曲げモーメント
- M_{y_a} : 鉛直軸廻り許容座屈曲げモーメント
- W : ダクト単位長さ当たり質量
- g : 重力加速度 (=9.80665 m/s²)
- C_H : 水平方向設計震度

表 2.5-3 角ダクトの評価

評価対象ダクト (mm)	材料	基準支持間隔 (mm)
1450×1050×3.2t	SS400	34488
1200×1200×3.2t	SS400	29352
900×900×3.2t	SS400	44585
650×500×3.2t	SS400	47815
1000×800×1.2t	ガルバリウム鋼板	12609
900×900×1.2t	ガルバリウム鋼板	13526
708×558×1.2t	ガルバリウム鋼板	15603

(2) 丸ダクトの耐震計算

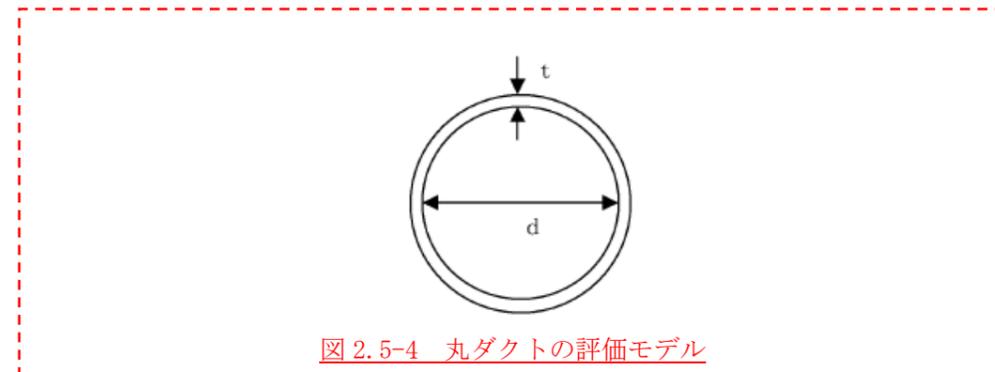


図 2.5-4 丸ダクトの評価モデル

- ・評価部位：丸ダクト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

自重と地震を合成した座屈曲げモーメント

$$M = \sqrt{1^2 + C_H^2} \cdot \frac{W \cdot g}{1000} \cdot \frac{L^2}{8}$$

許容座屈曲げモーメントとの関係

$$\frac{M}{M_a} = 1$$

上記式を解くと基準支持間隔は次式となる。

変更前

変更後

変更理由

$$L = \frac{8 \cdot M_a}{\sqrt{\frac{W \cdot g}{1000} \sqrt{1 + C_H^2}}}$$

L : 基準支持間隔

M : 座屈曲げモーメント

M_a : 許容座屈曲げモーメント

W : ダクト単位長さ当たり質量

g : 重力加速度 (=9.80665 m/s²)

C_H : 水平方向設計震度

表 2.5-4 丸ダクトの評価

評価対象ダクト (mm)	材料	基準支持間隔 (mm)
1000 φ × 3.2t	SS400	41890
700 φ × 3.2t	SS400	43507
753.6 φ × 3.2t	SS400	44452