

高浜 3, 4号炉 大飯 3, 4号炉
原子炉施設保安規定変更認可申請に係る審査会合
における指摘事項への回答について
【大山生竹テフラの噴出規模見直しに係る運用変更】

2021年12月23日

審査会合における指摘事項（目次）

- 第1回審査会合（2021.9.7）および第2回審査会合（2021.11.25）における下表の指摘について、回答する。

会合 回次	No.	審査会合の指摘事項	高浜3, 4号炉の回答	大飯3, 4号炉の回答	スライド
第1回 (9月7日)	1	フィルタ閉塞時間、フィルタ取替着手時間、フィルタ清掃回数、ディーゼル発電機機能を期待する時間について、層厚変更後の具体的な試験内容を示したうえで、時間等の妥当性を示すこと。	11月25日審査会合にて回答済	本日の審査会合にてご説明。	2~8
	2	電源車からの給電開始作業に係る要員数、想定時間を変更することの妥当性を示すこと。 また、ディーゼル発電機改良型フィルタ取替運用の実行性を示すこと。	11月25日審査会合にて回答済	本日の審査会合にてご説明。	9~14
	3	屋外のSA設備、アクセスルートの確保に係る除灰手順について既許認可の経緯を説明した上で、手順の成立性を示すこと。	11月25日審査会合にて回答済	本日の審査会合にてご説明。	15~20
第2回 (11月25日)	4	通信連絡設備用の電源車の作業について、3号側だけでなく4号側の接続についても妥当性を示すこと。また、通信連絡設備用の電源車の配置場所の決定方法について説明すること。	本日の審査会合にてご説明。	-	21~22
	5	火山影響等発生時の対応に必要な資源（水源・燃料）が確保されていることを定量的に説明すること。	本日の審査会合にてご説明。	本日の審査会合にてご説明。	23~26
	6	タイムチャート上における移動時間の考え方を整理して示すこと。	本日の審査会合にてご説明。	本日の審査会合にてご説明。	27~29
	7	灰置き場への火山灰運搬車両の位置づけ、及びその使用に係る火山灰の影響対応を説明すること。	本日の審査会合にてご説明。	本日の審査会合にてご説明。	30

○指摘事項 (No.1)

フィルタ閉塞時間、フィルタ取替着手時間、フィルタ清掃回数、ディーゼル発電機機能を期待する時間について、層厚変更後の具体的な試験内容を示したうえで、時間等の妥当性を示すこと。

○回答

- D N P 噴出規模見直しを踏まえ、ディーゼル発電機（以下、「D G」という。）の改良型フィルタ取替運用で設定した時間等については、従来から使用しているフィルタ試験装置を用い、見直し後層厚で算出した気中降下火砕物濃度で試験を実施している。
- その試験結果に基づき、許容差圧に余裕を持たせた上で基準捕集容量を設定するなど、これまでと同様の保守性の考え方を用いて各時間を設定している。
- それぞれの時間設定等の詳細については、以降のスライドにて説明する。

➡ 3 ~ 8

大飯

- 層厚変更に伴う**DG改良型フィルタ取替運用への影響項目**に対する確認内容は下表のとおり。
- 結果、現行保安規定で定めるDG改良型フィルタの取替時間（20分）及び清掃時間（80分）で対応可能であることを確認した。一方、フィルタ取替の着手時間が変わるため、DG改良型フィルタ取替運用の詳細手順を定める社内標準に当該変更を反映する。

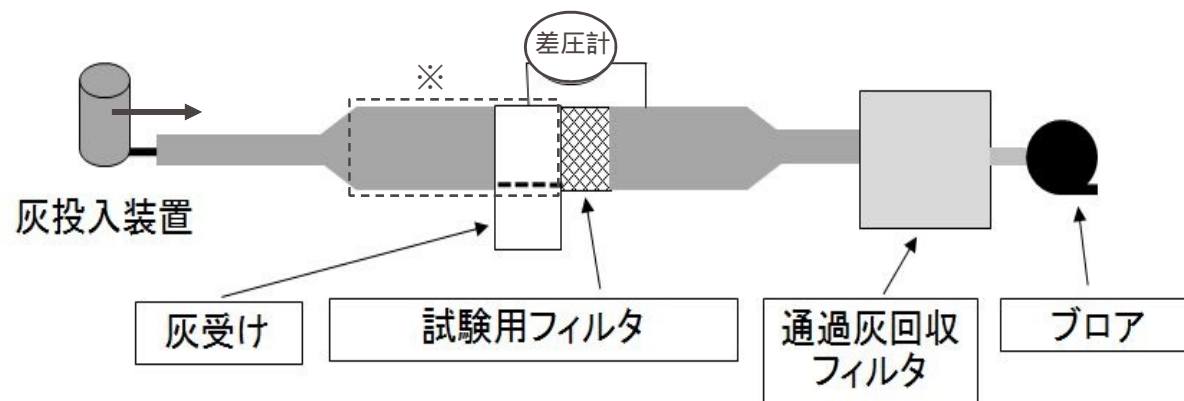
項目	影響内容	影響確認の結果	保安規定への影響確認
炉規則第83条 第一号 □ (1) の対応（電動補助給水ポンプによる蒸気発生器注水）			
①フィルタの閉塞時間	気中降下火砕物濃度が増加することから、フィルタ閉塞時間に影響がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>フィルタ性能試験</u>により、閉塞時間（許容差圧到達時間）を確認した。 ◇大飯34：（前）315分（後）518分 	「①フィルタの閉塞時間」は、「②フィルタ取替の着手時間」を算出するための基礎データであり、保安規定・社内標準に定める運用に影響はない。
②フィルタ取替の着手時間	フィルタ取替の着手時間は、フィルタ閉塞時間到達時の最大捕集容量から保守的に設定した基準捕集容量をもとに設定していることから、影響がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>フィルタ性能試験結果</u>による閉塞時間（許容差圧到達時間）到達時の最大捕集容量から、保守的に設定した基準捕集容量に到達する時間に、フィルタ取替時間（20分）を考慮し、<u>フィルタ取替の着手時間</u>を設定した。 ◇大飯34：（前）120分（後）340分 	「②フィルタ取替の着手時間」が変更となるため、社内標準に定めるフィルタ取替の着手時間を変更する。 なお、保安規定には、「②フィルタ取替の着手時間」の設定の前提として、フィルタの取替時間を規定しているが、層厚変更後も現行のフィルタ取替時間（20分）で対応可能であるため、影響はない。
③フィルタの清掃回数	フィルタ取替の着手時間を変更すると、フィルタ清掃回数に影響がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・24時間降灰継続時のフィルタ清掃について、<u>フィルタ清掃試験</u>により、24時間における繰り返し清掃回数での成立性を確認した。 ◇大飯34：（前）清掃 5回（後）清掃 1回 	「③フィルタの清掃回数」が変更となるが、保安規定・社内標準には、「③フィルタ清掃回数」は規定されておらず影響はない。 なお、「③フィルタの清掃回数」の設定の前提として清掃方法を規定しているが、フィルタ清掃試験にて、従来通りの清掃方法が適用可能であることを確認しており、保安規定で設定しているフィルタ清掃時間（80分）で対応できるため、影響はない。
炉規則第83条 第一号 □ (3) の対応（蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）による蒸気発生器注水）			
④DG機能を期待する時間	DG機能を期待する時間は、フィルタ閉塞時間到達時の最大捕集容量から保守的に設定した基準捕集容量への到達時間の1/2に設定していることから、影響がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・DG機能を期待する時間が変わるが、蒸気発生器（以下、「SG」という。）の保有水が喪失することではなく、SGによる炉心冷却により、<u>炉心の著しい損傷に至らないことを確認</u>した。 ◇大飯34： SG最低水位（前）約15%（後）約18% 	保安規定に定めている項目ではないため、影響はない。

(1) 確認方法

炉規則改正バックフィット対応時と同じ確認方法として、フィルタ試験装置に改良型フィルタを挿入し、フィルタ通過風速がDG運転時と同じになるよう流量調整した後、火山灰（濃度：DNPを踏まえた降下火砕物濃度(3.63g/m³)、粒径分布：Tephra2で算出した粒径分布）を上流より供給する。

試験は流量を一定に保ってフィルタの圧力損失を連続的に測定し、許容差圧に到達した時点で装置を停止し、フィルタの最大捕集容量を算出する。

【フィルタ試験装置の概要図】



※試験用フィルタの入口部分が試験濃度（3.63g/m³）となるように、灰投入装置で調整する。

【フィルタ試験の状況写真】



①DG改良型フィルタの閉塞時間

(2) 確認条件

下表に示す実機DGを模擬した試験条件にて、改良型フィルタの性能を確認する。

項目	試験条件	実機想定条件	説明
試験フィルタ	300メッシュプリーツ型 金属フィルタ	同左	実機で使用しているフィルタと同じ仕様の試験フィルタ
試験体寸法	W180mm×H290mm	W600mm×H405mm	実機のフィルタと寸法は異なるが、試験で確認する最大捕集容量は、単位面積当たりの火山灰の捕集量であり、影響はなし。
試験風速	2.8m/s	2.41m/s	DG定格出力運転時の吸気流量から算出した実機フィルタの流速2.41m/sに余裕を考慮した値
許容差圧	<input type="text"/>	同左	DG定格出力運転時に最低限必要とする吸気流量に到達する時の差圧
火山灰の粒径分布	Tephra2の粒径分布をもとに調整	同左	火山灰をふるいで粒径毎に分けた後に、Tephra2の粒径分布の割合で調合
試験濃度	3.63g/m ³ (層厚25cm)	同左	火山ガイドに基づく気中降下火砕物濃度の推定手法を用いて算出

(3) 確認結果

見直し後の層厚を考慮した気中降下火砕物濃度にて確認したフィルタの閉塞時間（許容差圧到達時間）及び最大捕集容量は、下表に示すとおりである。

	試験濃度	試験風速	許容差圧	閉塞時間 〔許容差圧〕 到達時間	最大捕集容量※	備考
層厚変更前（10cm）	1.44g/m ³	2.8m/s	<input type="text"/>	310分以上	76,174g/m ²	閉塞時間の改善内容は参考2参照
層厚変更後（25cm）	3.63g/m ³			518分	315,897g/m²	

※ 最大捕集容量 (g/m²) = 試験濃度(g/m³) × 試験風速(m/s) × 閉塞時間(s)

(1) 基準捕集容量の設定

DG改良型フィルタの性能試験結果では、許容差圧到達時間が518分となり、想定する降灰継続時間（24時間）中のフィルタ1セット当たりの清掃回数が少ないため、清掃の繰り返しによるフィルタ初期差圧への影響を考慮する必要がなく、許容差圧の1/10以下となるよう基準捕集容量を下表のとおり設定した。

	許容差圧到達時間	最大捕集容量	基準捕集容量
層厚変更前（10cm）	310分以上	76,174 g/m ²	50,000 g/m ²
層厚変更後（25cm）	518 分	315,897 g/m ²	220,000 g/m²

(2) 基準捕集容量到達までの時間の算出

保守的に設定した基準捕集容量から、下表のとおり基準捕集容量到達までの時間を算出した。

	層厚変更前（10cm）	層厚変更後（25cm）
①フィルタ取替の目安となる基準捕集容量	50,000 g/ m ²	220,000 g/ m ²
②DG 吸気流量		同左
③DG フィルタ表面積 = 個数×有効面積		同左
④DG フィルタ部の流速 = ②/③/3,600	2.41 ≒ 2.8 m/s	同左
⑤降下火砕物の大気中濃度	1.44 g/m ³	3.63 g/m ³
⑥フィルタの基準捕集容量到達までの時間 = ①/④/⑤/60	207 分	361 分

(3) フィルタ取替着手時間の設定

フィルタの基準捕集容量到達までの時間から、フィルタ取替に要する時間20分を差し引いて、フィルタ取替の着手時間を**340分**（層厚変更前 120分）と設定した。

(1) フィルタ清掃回数の算出

改良型フィルタは、DG 1基に対して2セット（23枚/セット） 配備していることから、フィルタ1セット当たりの火山灰を捕集する回数は、（降灰継続時間/（フィルタ取替時間+フィルタ取替着手時間）） / 2セットで算出できる。初回は、火山灰が付着していないフィルタであることから、フィルタ清掃回数は捕集回数から1回を引いたものとなる。

フィルタ1セット当たりの清掃回数： **1回**（層厚変更前 5回）

・ 2回（降灰継続時間1,440分/（フィルタ取替時間（20分） + フィルタ取替着手時間340分）） / 2セット - 1回

(2) フィルタ清掃回数の成立性確認

○試験方法

- ① 火山灰を410分※付着させ、差圧を測定する。（清掃前）
- ② フィルタ清掃を行い、差圧を測定する。（清掃後）
- ③ 上記①②を1回実施する。

○試験結果

上記試験の結果、フィルタ清掃前の差圧挙動は大きく変化せず、許容差圧 に対して清掃前の差圧は最大でも約23mmAq程度と十分余裕があり、また、火山灰を除去した後の差圧も回復していることを確認した。

この結果から、**層厚変更後においても、従来の清掃時間および清掃方法での成立性を確認できた**ため、これまで設定しているフィルタ清掃時間は変更しない。なお、下表に試験データを示す。

試験濃度	火山灰 付着時間	清掃回数	状態	フィルタ差圧[mmAq]	
				初期	1回目
3.63g/m ³	410分※	1回	清掃前	3.67	22.82
			清掃後	—	3.83

※ 基準捕集容量到達時間は361分であるが、より厳しい条件で検証しているため、その結果をもって成立性確認を判断している。

➤ DG機能を期待する時間の設定

炉規則第83条第一号ロ(3)では、気中降下火砕物濃度を超える降灰を想定し、それによりDGが機能喪失し、交流動力電源が喪失した場合の対応が要求されている。

その際のDG機能を期待する時間として、炉規則改正バックフィットと同様、気中降下火砕物濃度を超える降灰として当該濃度の2倍の降灰濃度を想定（基準捕集容量に到達するまでの時間を1/2とする。）し、DGのフィルタ交換に期待せずにDG機能が維持できる時間を設定した。

	層厚変更前（10cm）	層厚変更後（25cm）
フィルタ最大捕集容量の試験結果 （許容差圧に到達する容量）	76,174 g/m ²	315,897 g/m ²
フィルタ取替基準となる基準捕集容量	50,000 g/m ²	220,000 g/m ²
基準捕集容量到達までの時間	207 分	361 分
上記の約1/2の時間 （=DG機能を期待する時間）	100 分	180 分

○指摘事項 (No.2)

電源車からの給電開始作業に係る要員数、想定時間を変更することの妥当性を示すこと。また、DG改良型フィルタ取替運用の実行性を示すこと。

○回答

- 電源車に係る手順は、移動場所の変更に伴い、要員数、想定時間を変更しているが、変更後の要員数、想定時間で対応可能であることを確認している。

➡ 10

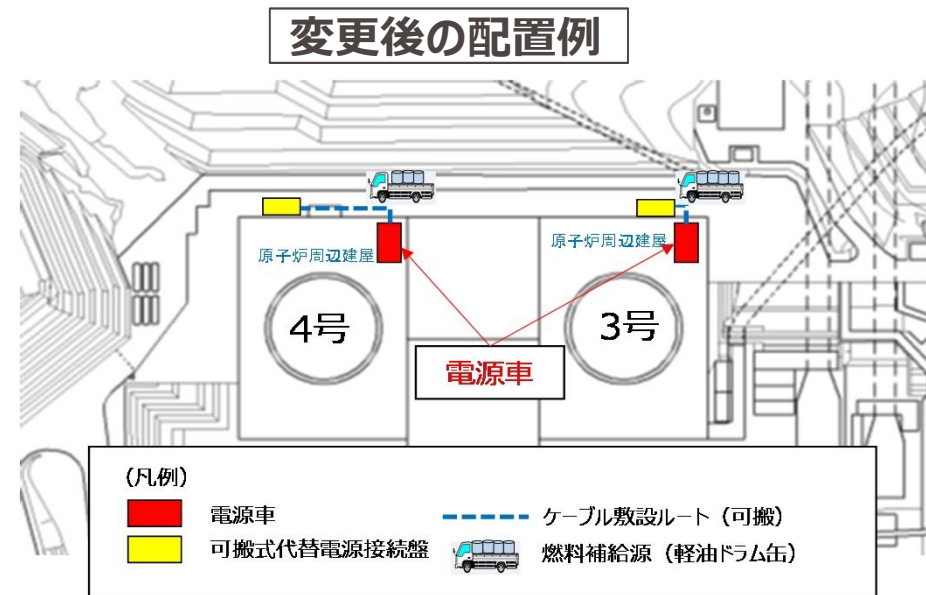
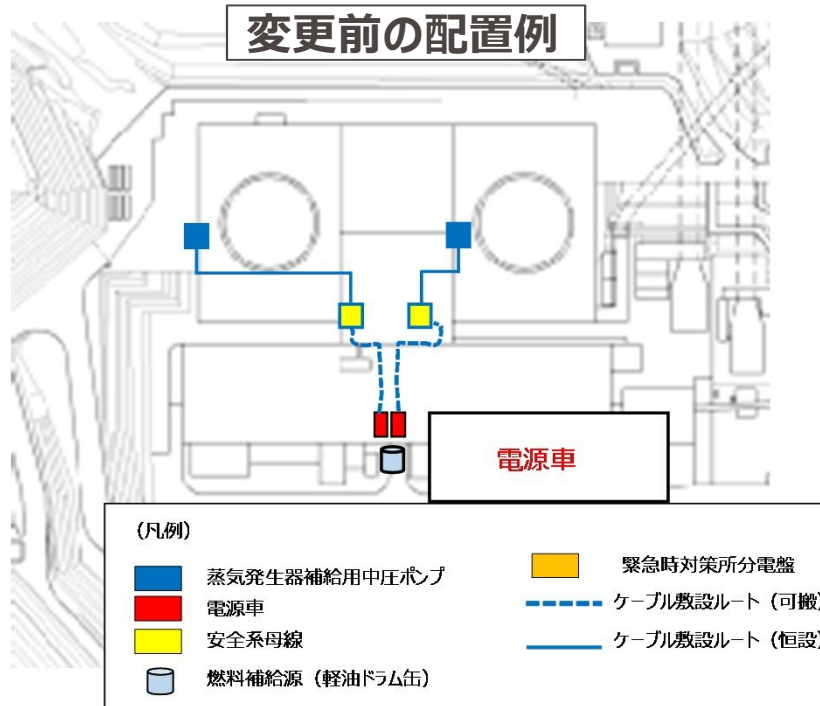
- 上記以外の手順は、要員数、想定時間に変更はないが、ポンプの起動時間等を変更しており、上記電源車に係る手順を含む変更後の手順により、全体として炉心冷却や要員の成立性があることを確認している。

➡ 11 ~ 13

- DG改良型フィルタの取替について、取替着手時間を変更しているが、取替着手時間までに清掃作業が完了し、繰り返し取替・清掃作業が行えることを確認している。

➡ 14

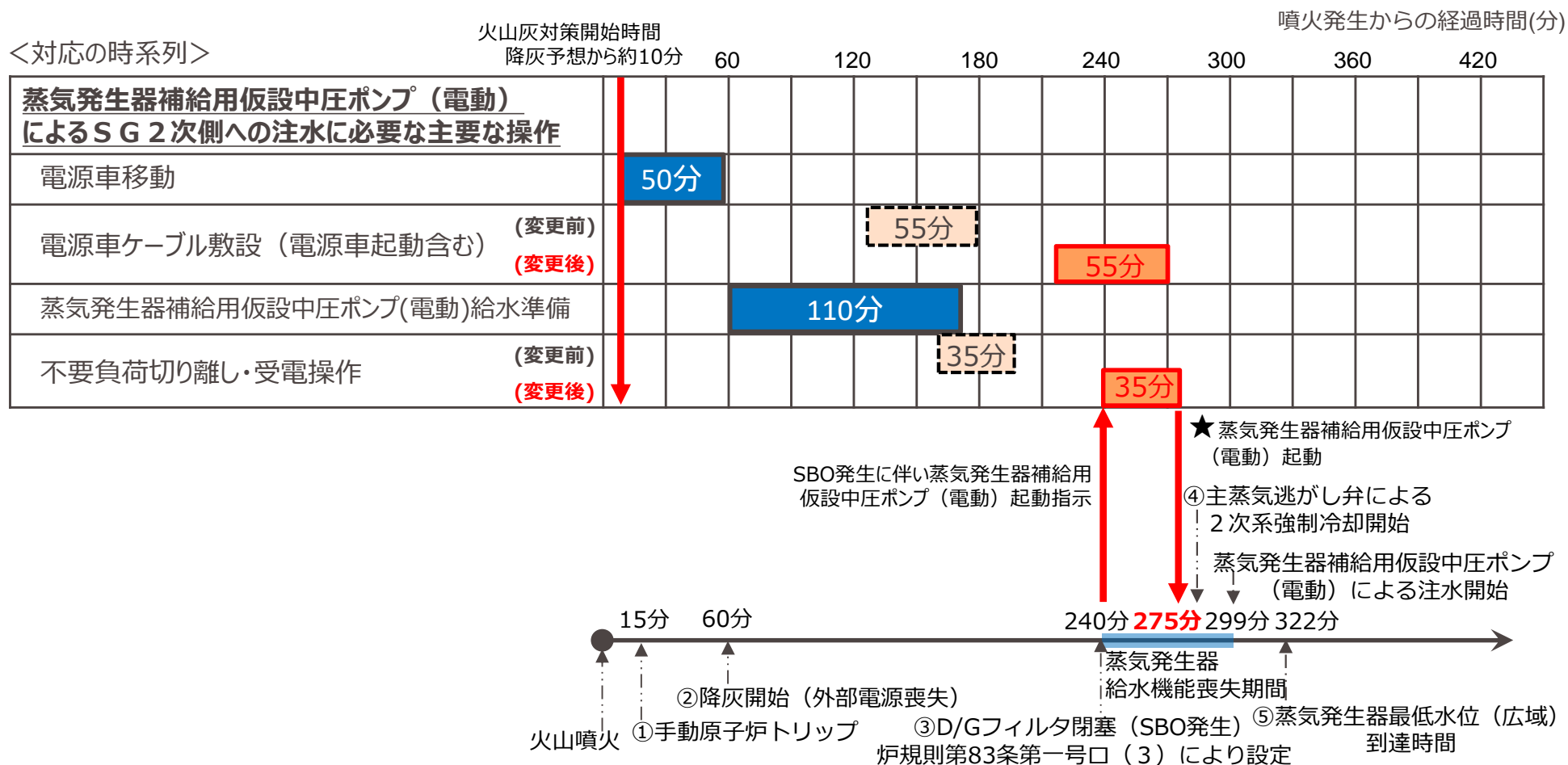
- 電源車の移動場所をタービン建屋から原子炉周辺建屋へ変更することに伴い、電源車の移動距離は既認可と比べて長くなったが、従前は3号で実施してから4号実施としていた手順のうち一部（電源車の移動）を並行実施とすることで、50分以内に完了することを現場で確認済み。
- また、電源車排気ファン及び仮設ダクトの設置作業について、保安規定に定める要員数、想定時間を4名60分から3名130分に変更しているが、変更後の要員数、想定時間の範囲内で完了することを現場で確認済みである。



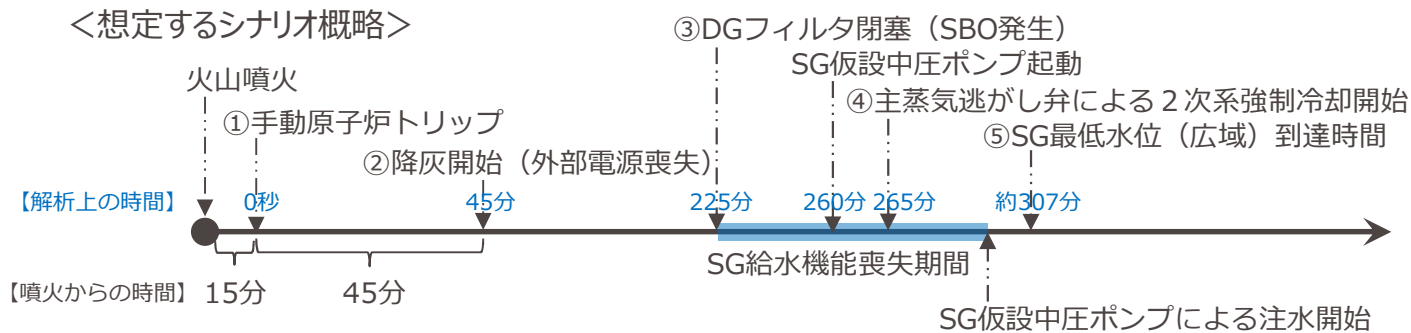
<電源車の準備作業の時系列>		火山灰対策開始時間									
		降灰予想から約10分									
		0	60	120	180	240	300	360	420	噴火発生からの経過時間(分)	
電源車の移動	(変更前)	25分		←3号機分完了後に4号機分を実施							
	(変更後)	50分		←3号機分と4号機分を並行に実施							
電源車排気ファン及び仮設ダクトの設置	(変更前:4人)	60分									
	(変更後:3人)	130分									

SG2次側への注水に必要な操作手順の変更内容について

- 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）によるSG2次側への注水作業においては、本対策に必要な手順に要する時間を積み上げ、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）起動の時間を設定している。（下図★の時間）
- 前頁の作業に係る要員数、想定時間以外の変更はないものの、今回の層厚見直しに伴い、SBO発生時間が後ろ倒しになったため、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備のうち、SBO後に着手する不要負荷切り離し・受電操作が後ろ倒しになり、**既認可では噴火発生から195分後に準備完了となっていたが、275分に変更となっている。**

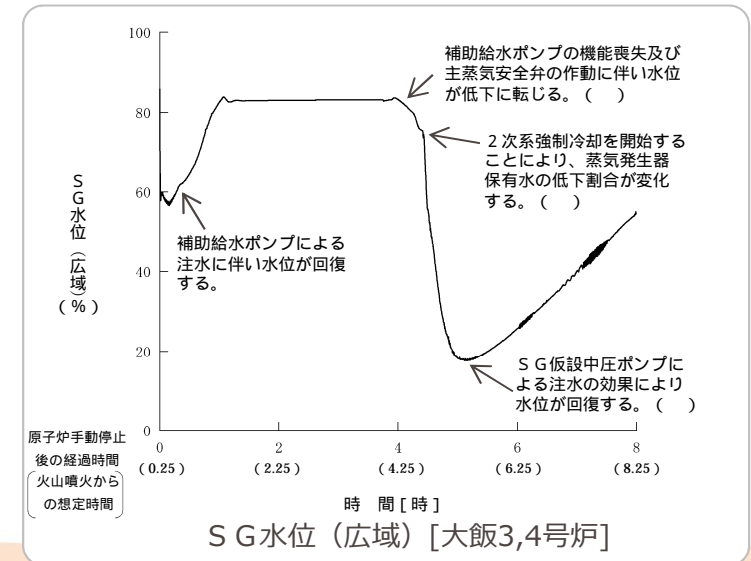


- SG注水による炉心冷却の解析結果
見直し後の層厚において、想定するシナリオに即した解析を実施した結果、SGへの給水が停止することによりSGの水位が一時的に低下するものの、SG仮設中圧ポンプによる注水の効果により、**SGの水位は約18%以上に保たれる**。このため、**SG保有水が喪失することなく、SGによる継続的な炉心冷却が可能**であることから、**炉心の著しい損傷に至らないことを確認した**。



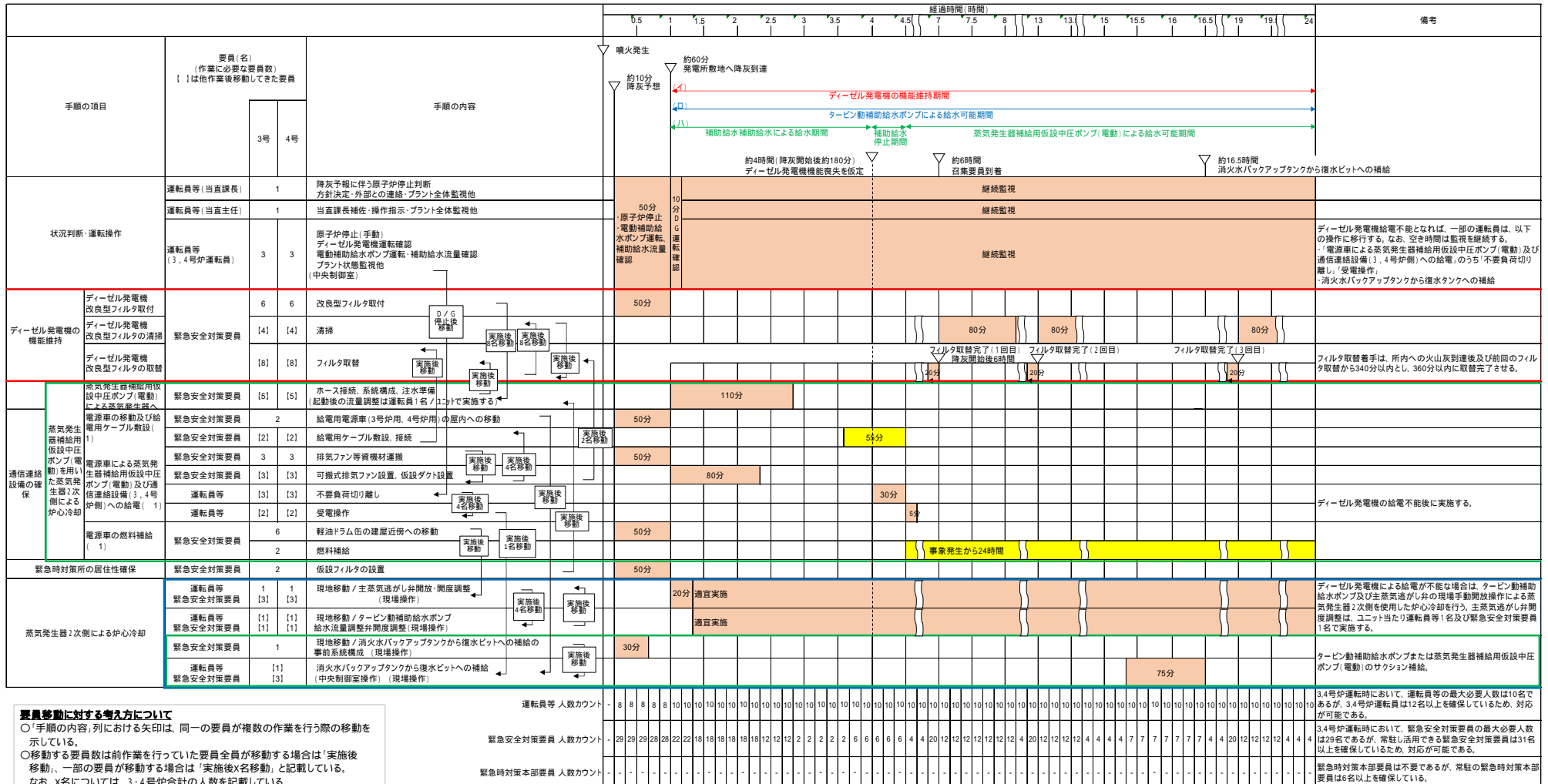
＜解析条件及び解析結果＞

項目	層厚変更前 [火山噴火からの 想定時間]	層厚変更後 [火山噴火からの 想定時間]
想定層厚	10cm	25cm
①原子炉手動トリップ	0秒 [15分]	0秒 [15分]
②降灰開始 (外部電源喪失)	45分 [60分]	45分 [60分]
③DGフィルタ閉塞 (SBO発生) (基準捕集量到達時間の1/2で設定) *フィルタ試験の結果による	145分 [160分] (③-②=100分)	225分 [240分] (③-②=180分)
④主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却開始	185分 [200分]	265分 [280分]
⑤SG最低水位 (広域) 到達時間	約232分 [約247分]	約307分 [約322分]
SG最低水位 (広域)	約15%	約18%



炉規則第8 3条対応のタイムチャートについて

層厚変更に伴うDG改良型フィルタの運用変更、及び手順変更を踏まえたタイムチャートでは、事象発生から降灰開始24時間後までの全ての時間帯において、以下に示す火山対応に必要な要員数は常駐要員数（運転員等12名、緊急安全対策要員31名）を下回っているため、対応が可能である。



○改良型フィルタのフィルタ取替・清掃作業

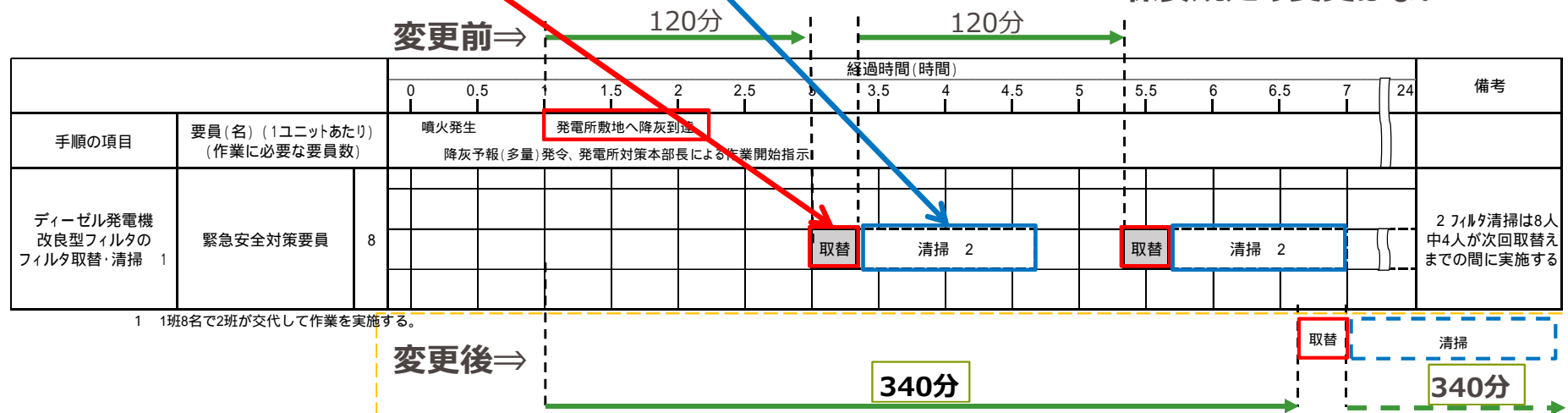
DGが起動した場合において、改良型フィルタの閉塞を防止するため、フィルタの取替・清掃を行う。

【フィルタ取替・清掃作業】[1交換サイクル当たり]

必要要員数 : 緊急安全対策要員 8名/ユニット (現場)

作業時間 (想定) : 20分 (取替)、80分 (清掃)

層厚変更によっても、取替、清掃の作業方法は変わらないため
保安規定の変更はない



* 改良型フィルタのフィルタ取替着手時間

・DGフィルタの性能試験結果に基づき、フィルタ取替着手時間を120分と設定していたが、層厚変更を踏まえたフィルタ試験の結果、フィルタ取替着手時間を**340分**に設定する。

フィルタ取替着手時間は社内標準に定めており、**保安規定の変更はない**

取替作業のイメージ



フィルタ抜取作業

取替・清掃の作業方法・作業時間に変更はなく、フィルタ取替着手時間が340分に対し清掃時間が80分のため、取替着手時間までに清掃作業が完了し、繰り返し取替・清掃作業が行えることを確認している。

○指摘事項 (No.3)

屋外のS A設備、アクセスルートの確保に係る除灰手順について既許認可の経緯を説明した上で、手順の成立性を示すこと。

○回答

- 除灰運用については、設置許可（添八）で「降下火砕物の除灰を実施する」とした上で、設工認の基本設計方針にて「降下火砕物を除去することを保安規定に定める」としており、保安規定で運用を規定している。
- 保安規定の運用の成立性確認として、各施設に対する除灰運用及び灰置場の確保について確認した結果、各除灰運用及び資機材を変更することなく成立することを確認している。

➡ 16 ~ 20

①除灰手順の経緯及び成立性について

- 各施設に対する除灰運用及び灰置場の確保について確認した結果、各除灰運用及び資機材を変更することなく成立することを確認している。
- 次ページ以降では、各施設の除灰等の成立性の確認内容について説明する。

施設名	除灰に要する時間	灰置場の容量	主な資機材※1	確認結果
DB施設	DNP設置許可にて、建屋に対する除灰時間を確認。 ⇒建屋以外の施設は、火山灰が堆積する面積が小さいため除灰は可能。	DNP設置許可にて、建屋及び屋外タンクに堆積する灰に対して確認。 ⇒上記以外の施設は火山灰が堆積する量が少ないため灰置場までの運搬を考えていない。	スコップ スノーダンプ マスク ゴーグル ヘッドライト	運用及び資機材の変更なし。
SA施設	DNP設置許可にて、建屋に対する除灰時間を確認。 ⇒建屋以外の施設は、火山灰が堆積する面積が小さいため除灰は可能。	DNP設置許可にて、建屋に堆積する灰に対して確認。 ⇒上記以外の施設は火山灰が堆積する量が少ないため灰置場までの運搬を考えていない。	スコップ スノーダンプ マスク ゴーグル ヘッドライト	運用及び資機材の変更なし。
燃料油輸送ルート (アクセスルート)	DNP設置許可にて、ディーゼル発電機の燃料補給で使用するアクセスルートに対する除灰時間を確認。 ⇒火山事象とSA事象は重畳しないが、大飯固有として降下火砕物による間接的影響によるDG7日間運転時に必要な燃料補給への影響を確認。	確認不要。 ⇒道路脇に除けるため、確認不要。	ブルドーザー マスク ゴーグル ヘッドライト	運用及び資機材の変更なし。

※1 社内マニュアルに使用する資機材を整理している。

DB施設の除灰成立性

○DB施設の除灰に要する時間については、短期荷重評価の前提となる30日以内に、除灰が実施可能であることを確認している。

2020.10.20
審査会合資料（抜粋）

<大飯3, 4号機の例>

項目	評価諸元	
①堆積面積 (m ²)	原子炉格納容器 (3号機)	約1,700m ²
	原子炉格納容器 (4号機)	約1,700m ²
	原子炉周辺建屋 (3号機)	約5,500m ²
	原子炉周辺建屋 (4号機)	約5,500m ²
	制御建屋	約3,000m ²
	廃棄物処理建屋	約3,000m ²
	合計	約20,400m ²
②堆積厚さ (m)	0.25m	
③堆積量 = ①×② (m ³)	約5,100m³	
④ 1 m ³ 当たりの作業人工* (人日/m ³)	0.39人日/m ³	

※ 「国土交通省土木工事積算基準 (H24)」における人力掘削での人工を保守的に採用

【作業量】
 ・④0.39人日/m³×③5,100m³ = 約**1,989人日**

【作業日数 (試算例)】
 ・作業人数： **84人** (6人/組×14組)

<内訳>
 原子炉格納容器 (各1組)、原子炉周辺建屋 (各4組)、制御建屋 (2組)、廃棄物処理建屋 (2組)
 [計14組]

・所要日数： 約**24日**

SA施設の除灰成立性

○SA施設の除灰に要する時間については、短期荷重評価の前提となる30日以内に、除灰が実施可能であることを確認している。

2020.10.20
審査会合資料（抜粋）

<大飯発電所の例>

項目		評価諸元
①堆積面積 (m ²)	緊急時対策所建屋	約500m ²
	特重施設の建屋	
	合計	
②堆積厚さ (m)		0.25m
③堆積量 = ①×② (m ³)		
④ 1 m ³ 当たりの作業人工※ (人日/m ³)		0.39人日/m ³

※ 「国土交通省土木工事積算基準（H24）」における人力掘削での人工を保守的に採用

【作業量】

・④0.39人日/m³×③

【作業日数（試算例）】

・作業人数：

<内訳>

緊急時対策所建屋（1組）、特重施設の建屋

・所要日数：**約15日**

アクセスルートの除灰成立性

ODGへの燃料油輸送ルート（アクセスルートを使用）の除灰に要する時間については、燃料油の輸送（重油タンク～燃料油貯蔵タンク）が必要となるDG起動後3日以内に、除灰が実施可能であることを確認している。

2020.10.20

審査会合資料（抜粋・青字部追記）

(1) 評価方法

大飯3, 4号機は降灰による間接的影響で想定する7日間の外部電源喪失に対し、降灰時のタンクローリーによる燃料輸送機能に影響が生じないことを確認するため、**アクセスルートの除灰に要する概算時間**を評価する。

なお、**美浜3号機、高浜1～4号機**については、燃料油貯蔵タンク（美浜3号機）、燃料油貯油そう（高浜1～4号機）の容量で非常用ディーゼル発電機による7日間の電源供給を行うことが可能であるため、**タンクローリーによる燃料補給が必要なく**、降灰時にアクセスルートを使用しない。

(2) 評価結果

保守的に、積雪時におけるアクセスルートへの火山灰の堆積を想定し、要員1名でブルドーザを操作するものとしたうえで、燃料油の移送が必要となる非常用ディーゼル発電機の起動後3日に対して、燃料油輸送ルートの復旧時間が**291分（5時間程度）**と評価され、**十分な余裕を確保**して実施できる。

また、タンクローリーによる燃料補給を降灰中に実施することを考慮し、念のためタンクローリーの強度評価を実施し、荷重による影響がないことを確認している。

（参考6参照）

表 アクセスルートの復旧に要する概算時間の算出結果

ルート番号	総距離(m)	0.7km/h※1にて復旧する距離(m)	2km/h※2にて復旧する距離(m)	時間(分)	合計時間(分)
→	665	665	0	57	57
→	379	297	82	28	85
→	695	553	142	51	136
→	684	404	280	44	180
→	449	366	83	34	214
→	1051	812	239	77	291

※1 除灰中の速度

※2 一度除灰した箇所を移動する際の速度

灰置場の容量

○灰置場の容量については、DB施設・SA施設を合わせても、除去した火山灰が灰置場に集積可能であることを確認している。

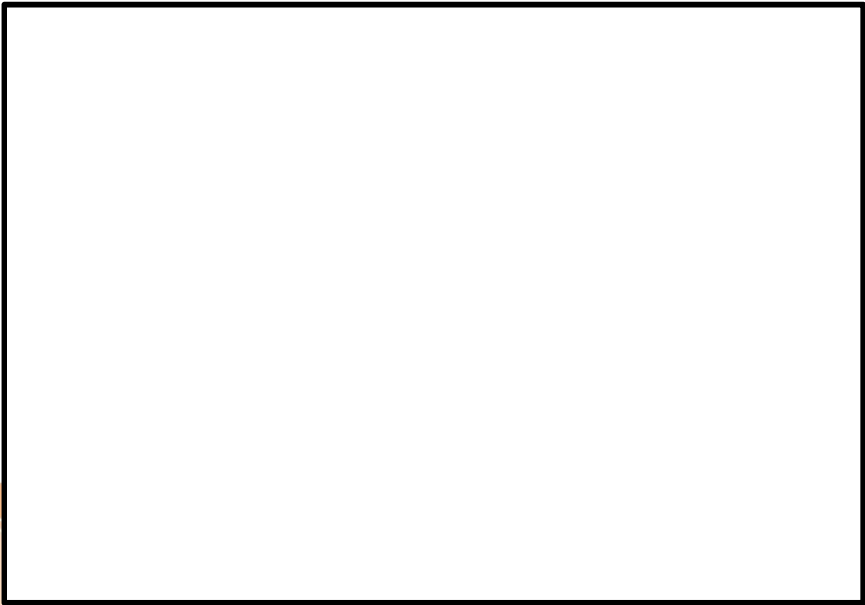
○また、灰置場に火山灰を一時保管しても周辺施設に影響がないことを確認している。

2020.10.20
審査会合資料（抜粋）

(1) 評価方法
発電所の重要安全施設やSA時に必要となるアクセスルートに影響を及ぼすことがない灰置場候補地を選定し、除去した火山灰が灰置場に現実的に集積可能かどうか試算して評価する。

(2) 評価結果
下表に示すとおり大飯発電所について、除去した火山灰が灰置場に**集積可能である**。

プラント	見直し後の層厚	除灰した火山灰の量			集積容量	評価結果
		DB施設	SA・特重施設	合計		
大飯3, 4号機	25cm	約5,100m ³			約7,000m ³	○



○指摘事項 (No.4)

通信連絡設備用の電源車の作業について、3号側だけでなく4号側の接続についても妥当性を示すこと。また、通信連絡設備用の電源車の配置場所の決定方法について説明すること。

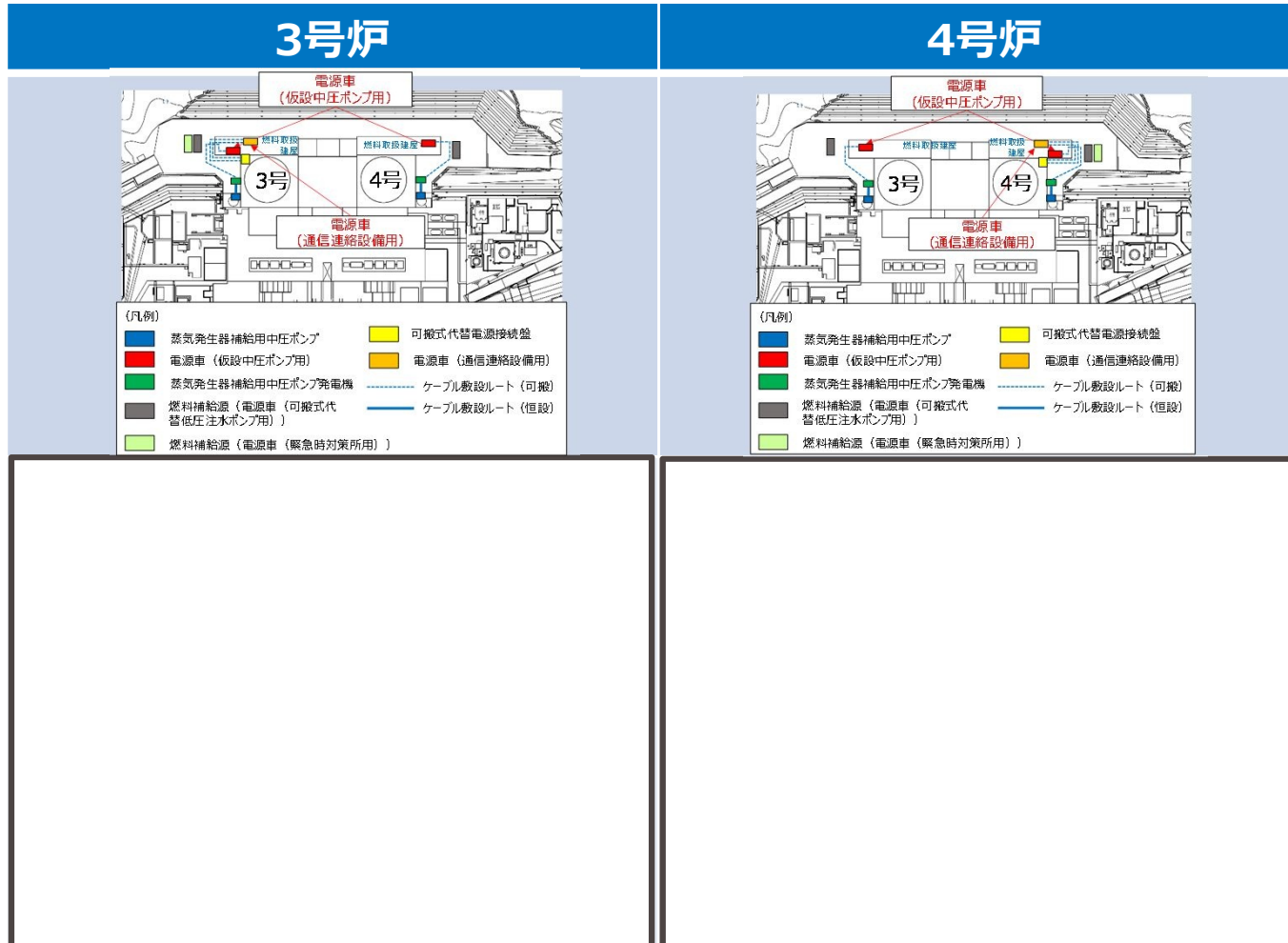
○回答

- 高浜3、4号炉はミラー配置であり、4号炉側への接続についても、3号炉側作業と同様であることから、3号炉側に接続する場合と同じ要員数、時間で完了できることを確認している。
- また、通信連絡設備用の電源車の配置場所は、両号炉の燃料取扱建屋内の作業情報等を踏まえ、所長が配置場所を決定する。



22

- 3号炉と4号炉の配置関係は下図のとおりミラー配置であるため、3号炉側または4号炉側のいずれに配置する場合でも、電源車の移動、給電ケーブルの敷設・接続および可搬式ファンおよび仮設ダクトの敷設・設置について、同じ要員数、時間で完了できることを確認している。



- 電源車の移動
→屋外移動のルートが変更になるものの、車両の移動距離が若干変わるだけで時間に影響がないため、3号炉と同様に作業を行う
- 給電ケーブルの敷設・接続
→敷設ルートが3号炉と左右対称で同じ長さであり、3号炉と同じケーブルを使用することから3号炉と同様に作業を行う
- 可搬式ファン及び仮設ダクトの敷設・設置
→ダクトの敷設ルートが3号炉と左右対称で同じ長さであり、3号炉と同じダクト、ファンを使用するため、3号炉と同様に作業を行う

- 通信連絡設備用の電源車を3号炉側または4号炉側のいずれの燃料取扱建屋に配置するか判断については、両号炉の燃料取扱建屋内の作業情報は日常的に収集、共有されており、その情報を基に所長が配置場所を決定する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

○指摘事項 (No.5)

火山影響等発生時の対応に必要な資源（水源・燃料）が確保されていることを定量的に説明すること。

○回答 (No.5)

- 火山影響等発生時の対応に必要な資源については、層厚見直しによっても水源・燃料の必要量が確保できていることを以下のとおり確認している。

(水源)

降下火砕物に対する健全性を確認した復水タンクまたは復水ピット及び消火水バックアップタンクの水量が、必要な給水量（除熱量）を上回るため、火山影響等発生時に必要な水源を確保できることを確認した。

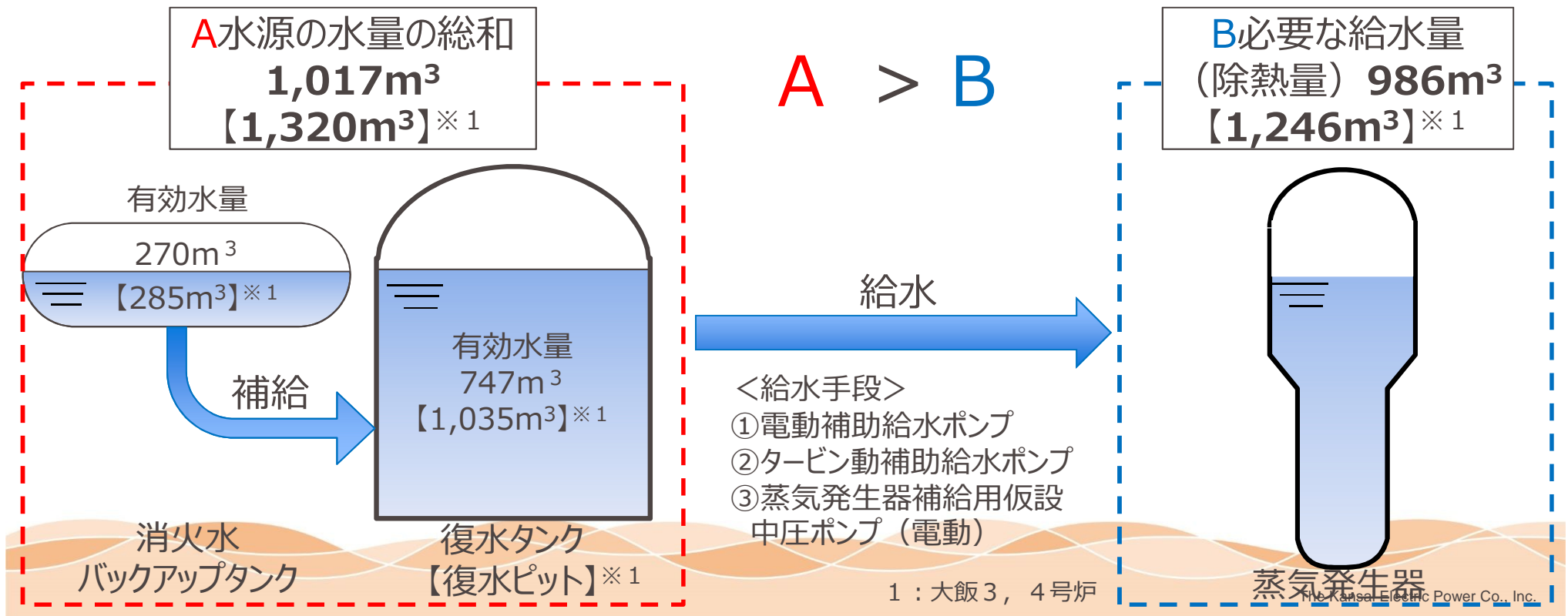
➡ 24

(燃料)

起動する電源車と燃料補給源となる電源車または軽油ドラム缶の燃料保有量が、必要な燃料消費量を上回るため、火山影響等発生時に必要な燃料を確保できることを確認した。

➡ 25 ~ 26

- 火山影響等発生時は、蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行う手順としている。
- 蒸気発生器 2 次側への注水手段として①電動補助給水ポンプ、②タービン動補助給水ポンプ、③蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）があるが、いずれの手段においても水源に復水タンクを使用し、消火水バックアップタンクからの補給を行うことにより必要量を確保することとしている。
- 炉規則第83条第一号ロ(3)に係るシナリオでは、層厚変更に伴い、③蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の起動時間が変更になったものの、炉心で発生する崩壊熱量は既認可と同じであり、水源となる復水タンク【復水ピット】※¹及び消火水バックアップタンクの水量の総和A（1,017m³）【1,320m³】※¹が、必要な給水量（除熱量）B（986m³）【1,246m³】※¹を上回る（A > B）ため、火山影響等発生時に必要な水源を確保できる。



- 火山影響等発生時の対応に使用する電源設備として①ディーゼル発電機、②電源車（仮設中圧ポンプ用）及び③電源車（通信連絡設備用）がある。
- ①ディーゼル発電機については、燃料補給なしで降灰到達後24時間以上運転継続が可能である。一方、②電源車（仮設中圧ポンプ用）及び③電源車（通信連絡設備用）については、降灰到達後24時間以上運転継続させるために燃料補給が必要であるため、電源車と補給源の燃料タンク容量および降灰到達後24時間運転に必要な燃料消費量を下表に示す。

電源設備	燃料保有量			燃料消費量	燃料補給方法
	燃料タンク容量 [公称値]	補給源の電源車燃料タンク容量 [公称値]	燃料容量 (燃料補給源との合算)	降灰到達後24時間 運転継続に必要な 燃料消費量	
①ディーゼル発電機	230m ³ [250m ³] (1台あたり)	-	230m ³ (1台あたり)	32.2m ³ (1台あたり)	燃料補給不要で運転可能
②電源車 (仮設中圧ポンプ用)	441ℓ [490ℓ] (1ユニット あたり)	441ℓ [490ℓ] (1ユニット あたり)	A 882ℓ (441ℓ + 441ℓ) (1ユニットあたり)	B 789ℓ ※1 (1ユニットあたり) (既認可：763ℓ)	燃料補給用電源車（燃料 タンク容量：441ℓ / 台） から燃料補給
③電源車 (通信連絡設備用)	441ℓ [490ℓ]	892ℓ [990ℓ]	A 1333ℓ (441ℓ + 892ℓ)	B 959ℓ (既認可：928ℓ)	燃料補給用電源車（燃料 タンク容量：892ℓ / 台） から燃料補給

- 炉規則第83条第一号ロ(3)に係るシナリオでは、層厚変更に伴い、②電源車（仮設中圧ポンプ用）と③電源車（通信連絡設備用）の起動時間が早まるため、既認可と比較して燃料消費量は増加するが、起動する電源車と燃料補給源となる電源車の燃料保有量の総和 **A** が燃料消費量の総和 **B** を上回る (**A** > **B**) ため、火山影響等発生時に必要な燃料を確保できる。

- 火山影響等発生時の対応に使用する電源設備として①ディーゼル発電機、②電源車がある。
- ①ディーゼル発電機については、燃料補給なしで降灰到達後24時間以上運転継続が可能である。一方、②電源車については、降灰到達後24時間以上運転継続させるために燃料補給が必要であるため、電源車と補給源の軽油ドラム缶容量および降灰到達後24時間運転に必要な燃料消費量を下表に示す。

電源設備	燃料保有量			燃料消費量	燃料補給方法
	燃料タンク容量 [公称値]	軽油ドラム缶容量 [公称値]	燃料容量 (燃料補給源との合算)	降灰到達後24時間 運転継続に必要な 燃料消費量	
①ディーゼル発電機	150m ³ [165m ³] (1台当たり)	-	150m ³ (1台当たり)	42.4m ³ (1台当たり)	燃料補給不要で運転可能
②電源車 (3号炉用)	441ℓ [490ℓ]	768ℓ [800ℓ]	A 1,209ℓ (441ℓ + 768ℓ)	B 1,027ℓ (既認可1,095ℓ)	軽油ドラム缶4缶 (容量：768ℓ) から燃料補給
②電源車 (4号炉用)	441ℓ [490ℓ]	576ℓ [600ℓ]	A 1,017ℓ (441ℓ + 576ℓ)	B 930ℓ (既認可：987ℓ)	軽油ドラム缶3缶 (容量：576ℓ) から燃料補給

- 炉規則第83条第一号ロ(3)に係るシナリオでは、層厚変更に伴い、②電源車の起動時間が後ろ倒しとなるため既認可と比較して燃料消費量は減少し、起動する電源車と燃料補給源の軽油ドラム缶の燃料保有量の総和 **A** が燃料消費量の総和 **B** を上回る (**A > B**) ため、既認可と同様に火山影響等発生時に必要な燃料を確保できる。

○指摘事項（No.6）

タイムチャート上における移動時間の考え方を整理して示すこと。

○回答

- 運転員及び緊急安全対策要員の個別操作時間については、現場での操作時間に加え、移動時間も考慮して設定している。
なお、移動時間の算出は、移動距離に応じた時間設定を行っている。

➡ 28 ~ 29

- 作業員および緊急安全対策要員の個別操作時間については、現場での操作時間に加え、移動時間も考慮して設定している。
- 移動時間の考え方は、「I. 噴火発生からの初動対応」、「II. 対応作業が完了した要員が別の作業場所へ移動する場合」、「III. 反復する作業を長時間行う場合」に分けて、以下のとおりに設定している。

I. 噴火発生からの初動対応

中央制御室または緊急時対策所から要員が出発し、各作業場所までの移動時間を踏まえて設定している。

II. 対応作業が完了した要員が別の作業場所へ移動する場合

複数の作業を行う要員の移動時間は、前手順の作業場所から後手順の作業場所への移動時間を踏まえて設定している。

III. 反復する作業を長時間行う場合

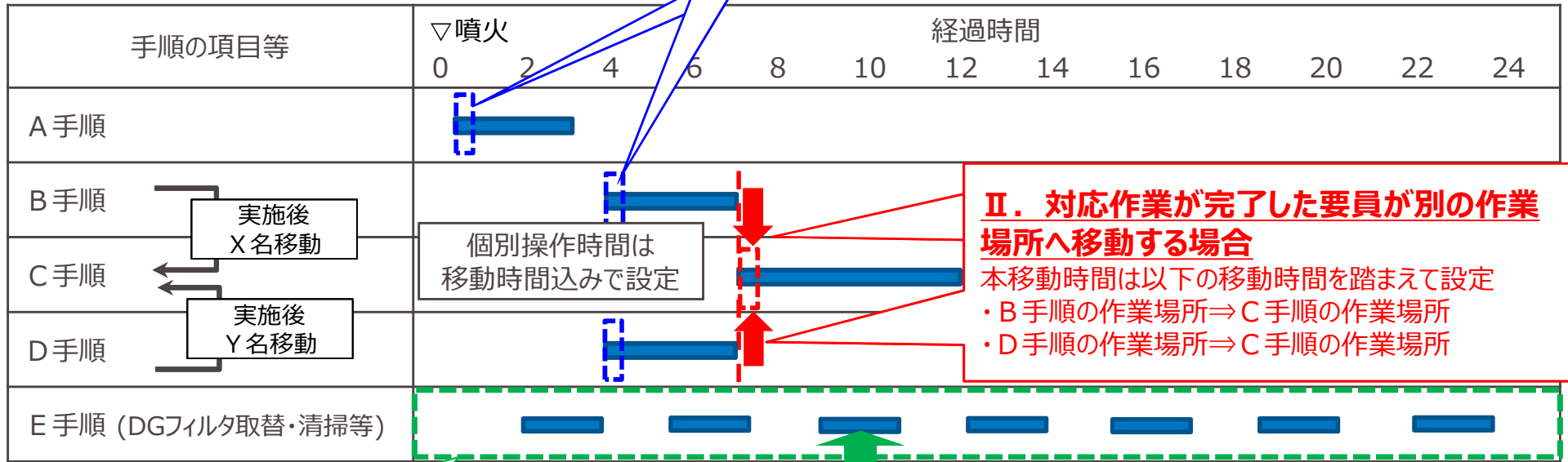
D Gのフィルタ取替・清掃など、反復する作業を長時間行う場合も、移動時間の考え方はIIと同じである。

ただし、同じ要員が反復して長時間にわたって行う作業については、他の作業を終えた緊急安全対策要員と適宜交代することも可能である。

【タイムチャートのイメージ】

I. 噴火発生からの初動対応

噴火発生時の初動手順は、中央制御室または緊急時対策所からの移動時間を踏まえて設定



II. 対応作業が完了した要員が別の作業場所へ移動する場合

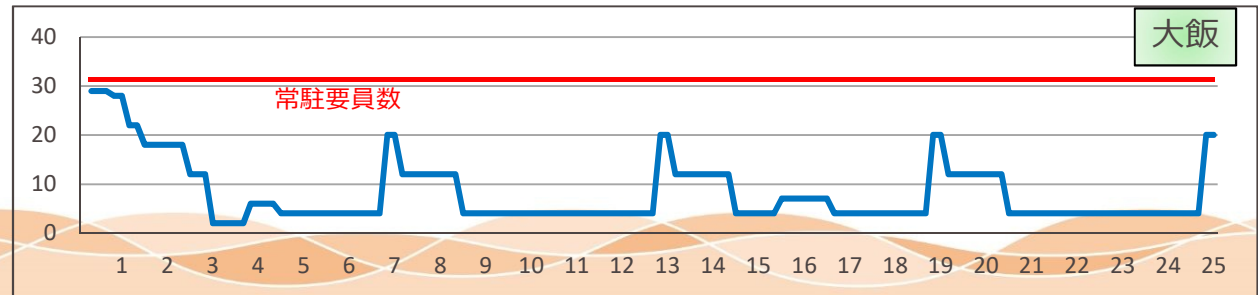
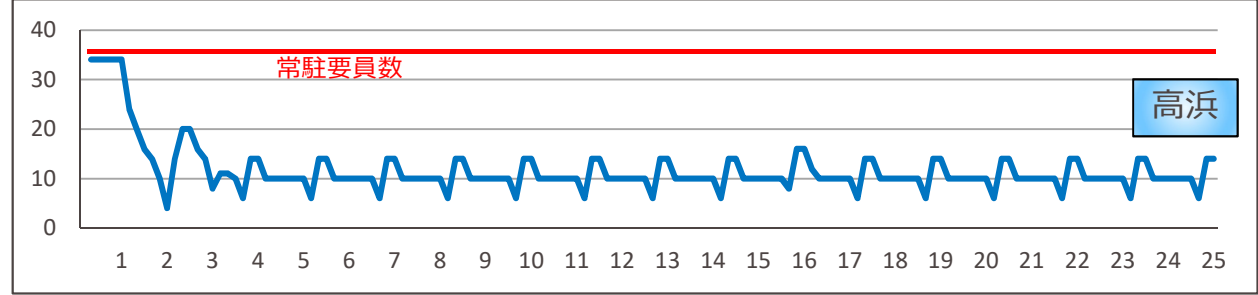
本移動時間は以下の移動時間を踏まえて設定
 ・ B 手順の作業場所 ⇒ C 手順の作業場所
 ・ D 手順の作業場所 ⇒ C 手順の作業場所

III. 反復する作業を長時間行う場合

D Gフィルタ取替・清掃手順のように、反復する作業を長時間行う手順について、右図のとおり必要要員数のピークは初動対応であることから、時間の経過とともに他の作業を終えた緊急安全対策要員と適宜交代することも可能である。

必要要員数 [名]

要員交代



緊急安全対策要員の必要人数の時間経過

○指摘事項 (No.7)

灰置き場への火山灰運搬車両の位置づけ、及びその使用に係る火山灰の影響対応を説明すること。

○回答 (No.7)

(火山灰運搬車両の位置づけ)

- 灰置き場への火山灰の運搬は、ブルドーザ等の重機により灰置き場へのルートを確認した上で、トラックにて運搬する作業を繰り返すことで対応するが、ブルドーザ等の重機は設備・資機材として管理しており、また、トラックについては従来より汎用品として扱っていることから、今後も同様の扱いとする。

(火山灰影響への対応)

- 火山灰の運搬は降灰終了後に実施するため、火山灰の影響は限定的と考えられるが、乾燥状態の場合、風や人の活動により地面に積もった火山灰の巻き上げの影響としては、「①視界を遮る」、「②エンジンフィルタの目詰まり」等の影響が想定される。したがって、上記影響に対し、火山灰の運搬作業にあたっては、以下の留意点を社内標準に定め対応する。
 - ①ライトを点灯し徐行する。
 - ②エアフィルタの交換頻度を高める。

参考資料

DNP設置許可審査を踏まえた保安規定での説明事項について

高浜

大飯

参考1

- DNP設置許可審査でご説明した事項を踏まえて、保安規定で説明する事項を下表のとおり整理した。
- 設置許可の審査段階では、炉規則第83条の対応として使用する施設のうち層厚変更に伴い影響のある施設・運用の成立性について、概略的な評価をもって説明しているため、保安規定審査では詳細評価や運用の成立性の詳細について説明する。

項目	設置許可審査における炉規則第83条に係る説明	保安規定審査において説明する事項	保安規定審査資料
消火水バックアップタンク	許容層厚が見直し後の層厚を上回り、想定する降下火砕物による静的荷重に対して必要な機能を損なうことはないことを確認	層厚変更に伴う審査対象となる施設の許容層厚見直し後の <u>荷重影響評価</u>	➤ 消火水バックアップタンクにおける降下火砕物荷重の影響評価
DGフィルタ取替運用	これまでのフィルタ試験結果から、 <u>層厚見直し後の試験濃度の比例計算で求めた時間から評価</u> を実施	<u>今回実施したフィルタ試験の結果から求めた時間を用いた詳細評価</u>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について ➤ フィルタの性能試験について
SG注水による炉心冷却解析	これまで確認した解析結果から、見直し後の層厚条件において、 <u>概略推定を行い成立性を確認</u>	<u>今回実施したフィルタ試験の結果を踏まえた解析コードを用いた詳細評価</u>	➤ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)を用いたSGへの注水による炉心冷却の成立性について
運用手順の変更	—	電源車を配備する建屋の変更に伴う <u>手順変更の成立性</u>	➤ 火山影響等発生時における手順の変更について

<その他>

「低濃度火山灰時の対応」について、DGフィルタの差圧管理による手順を社内標準に定めており、その内容については補足説明資料に記載している。

DG改良型フィルタの閉塞時間への影響対策（1/2）

高浜

大飯

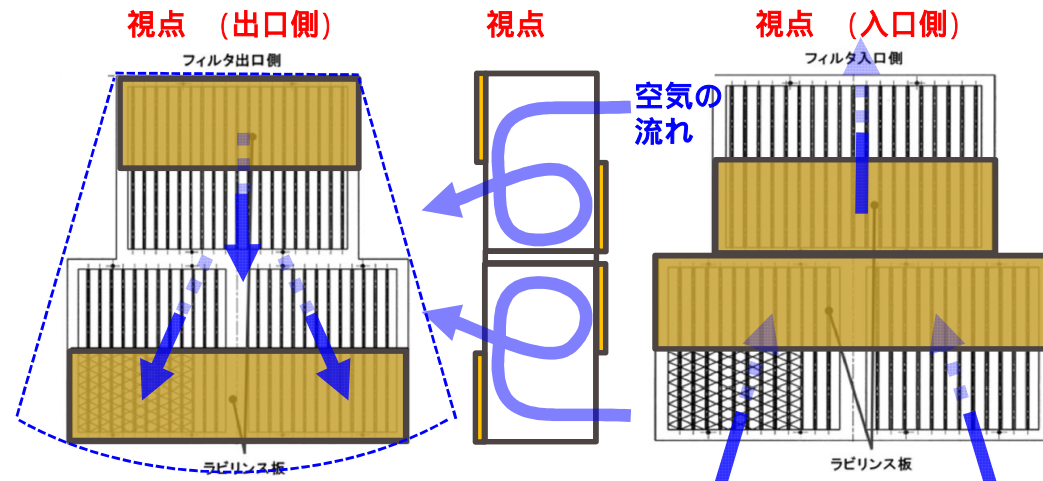
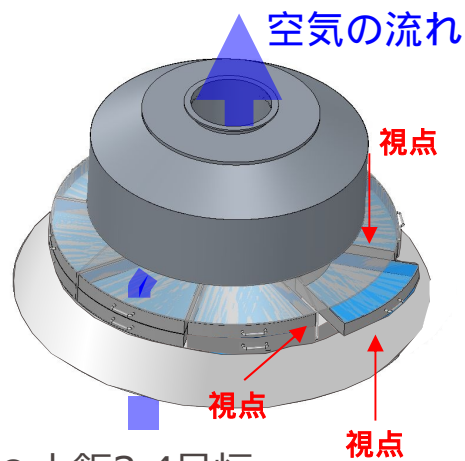
参考2

層厚変更に伴う火山灰濃度の増加により、フィルタ閉塞時間が短くなることから、改良型フィルタを改造することで、閉塞時間への影響対策を実施した。

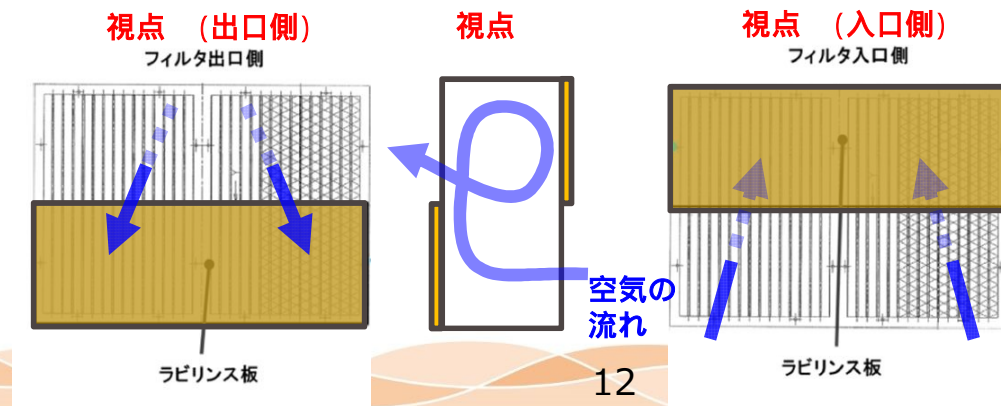
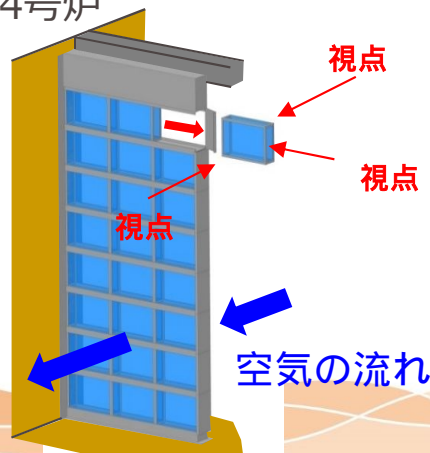
（1）改造前の設計

以前の改良型フィルタは、**強制的に流れの乱れを発生**させることにより、フィルタに流入する火山灰による「はたき落とし効果」を期待し、フィルタ入口と出口を互い違いに半分塞ぐための「ラビリンス板」を取付ける設計であった。

●高浜3,4号炉



●大飯3,4号炉



(2) 改造内容

当初設計の「ラビンス板」があると、フィルタ出入口の表面積が半分になるため、**フィルタの流速が2倍速くなる**。これまでのフィルタ試験にて、**フィルタの流速が速いと、閉塞時間が短くなる**知見が得られていることから、「ラビンス板」を取外すことにした。

(3) 改造後の確認結果

改良型フィルタの「ラビンス板」を取外してフィルタ試験を実施した結果、**閉塞時間の改善に有効**であることが確認できた。

【高浜3,4号炉のフィルタ試験結果】

No.	試験条件		ラビンス板の状況	フィルタ閉塞時間	備考
	流速	火山灰濃度			
①	3.3m/s	1.40g/m ³ (層厚10cm)	あり	210分	150分の改善
②		3.50g/m³ (層厚25cm)	あり	114分	
③		3.50g/m³ (層厚25cm)	なし	264分	
④		3.78g/m ³ (層厚27cm)	なし	191分	

【大飯3,4号炉のフィルタ試験結果】

No.	試験条件		ラビンス板の状況	フィルタ閉塞時間	備考
	流速	火山灰濃度			
①	2.8m/s	1.44g/m ³ (層厚10cm)	あり	315分	392分の改善
②		3.63g/m³ (層厚25cm)	あり	126分	
③		3.17g/m ³ (層厚22cm)	なし	581分	
④		3.63g/m³ (層厚25cm)	なし	518分	

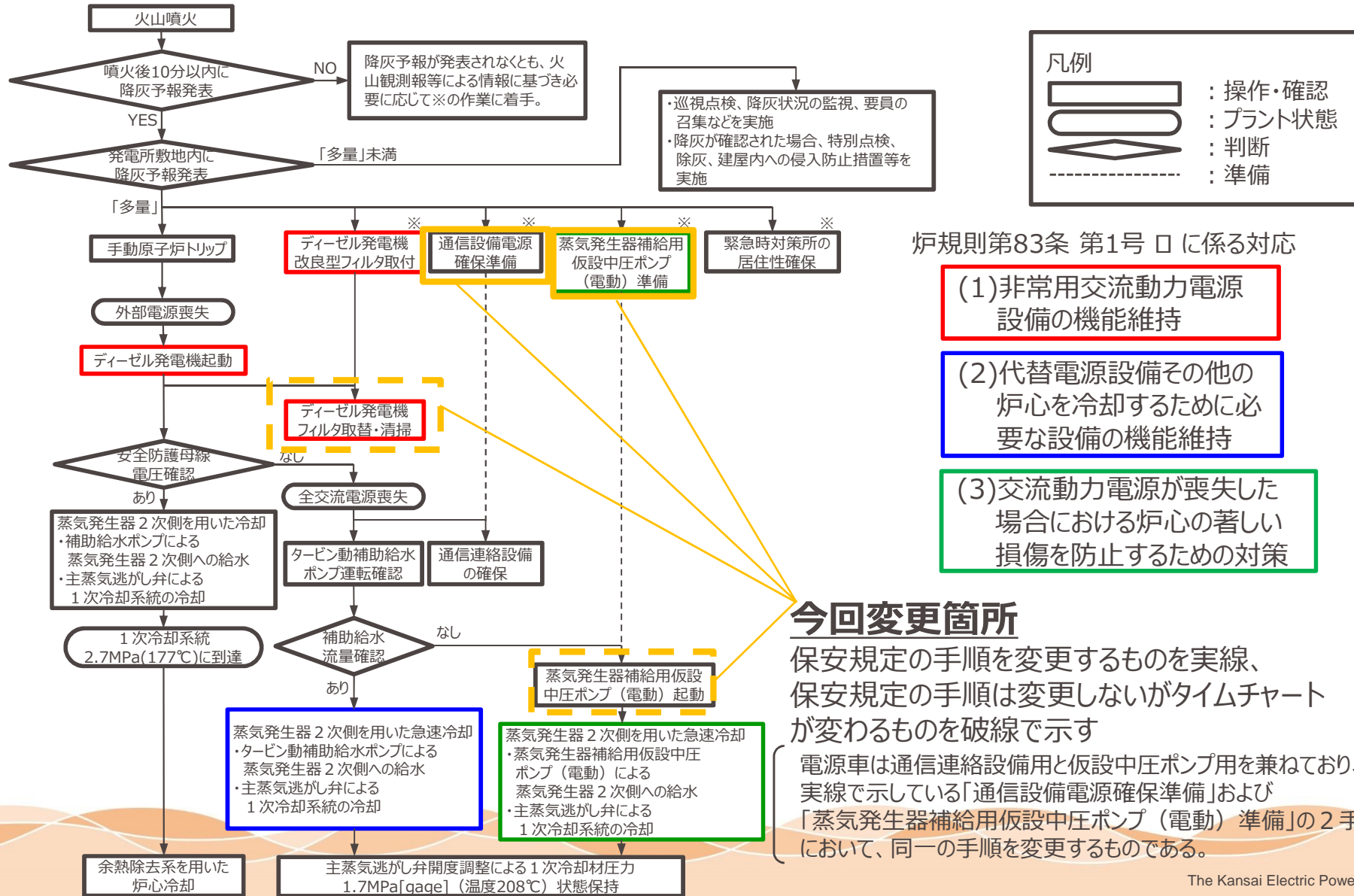
(4) 試験結果に対する考察

高浜3,4号炉と大飯3,4号炉の改善効果に差がある理由は、フィルタ流速が高浜3,4号炉の3.3m/sに比べて、大飯3,4号炉の方が2.8m/sと遅いため、**大飯3,4号炉の方が改善効果が大きいもの**と考えられる。

火山影響等発生時における炉心冷却のための手順フロー

➤ 炉規則第83条に対応する手順フローのうち、「蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）準備」「通信連絡設備の確保準備」は保安規定の手順※が変更となり、「ディーゼル発電機フィルタ取替・清掃」「蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）起動」は保安規定の手順の変更はないが、手順に関するタイムチャートが変更となる。

※保安規定 添付2に記載している手順・作業



(1) ① **電源車** の準備作業

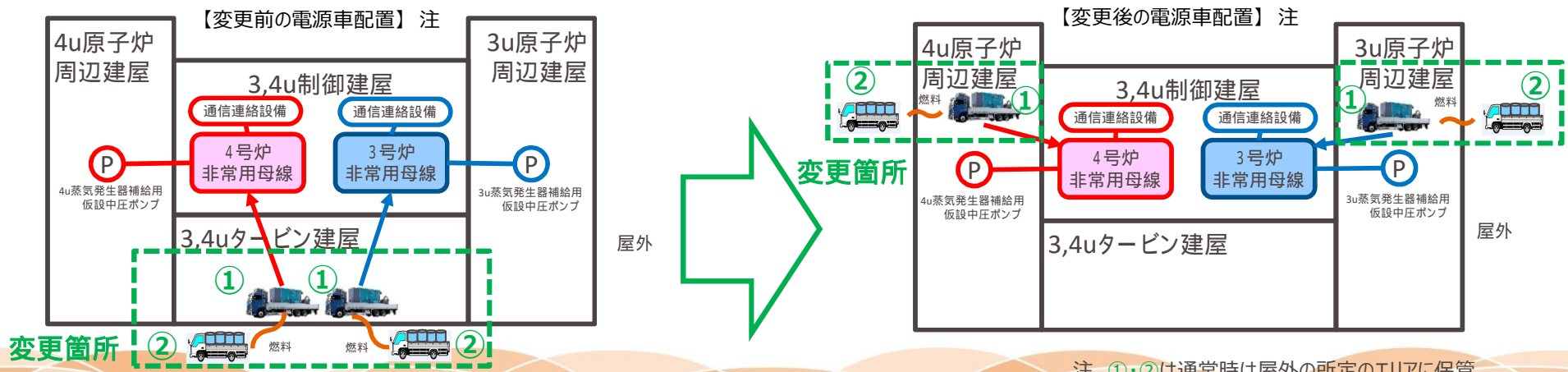
電源車の配置場所をタービン建屋からより頑強な原子炉周辺建屋に変更する。

(2) ② **軽油ドラム缶（燃料運搬車）** の建屋近傍への移動

軽油ドラム缶を積載した燃料運搬車の建屋近傍への移動について、(1)の電源車の配置場所変更に伴い、タービン建屋近傍から原子炉周辺建屋近傍に移動場所を変更する。

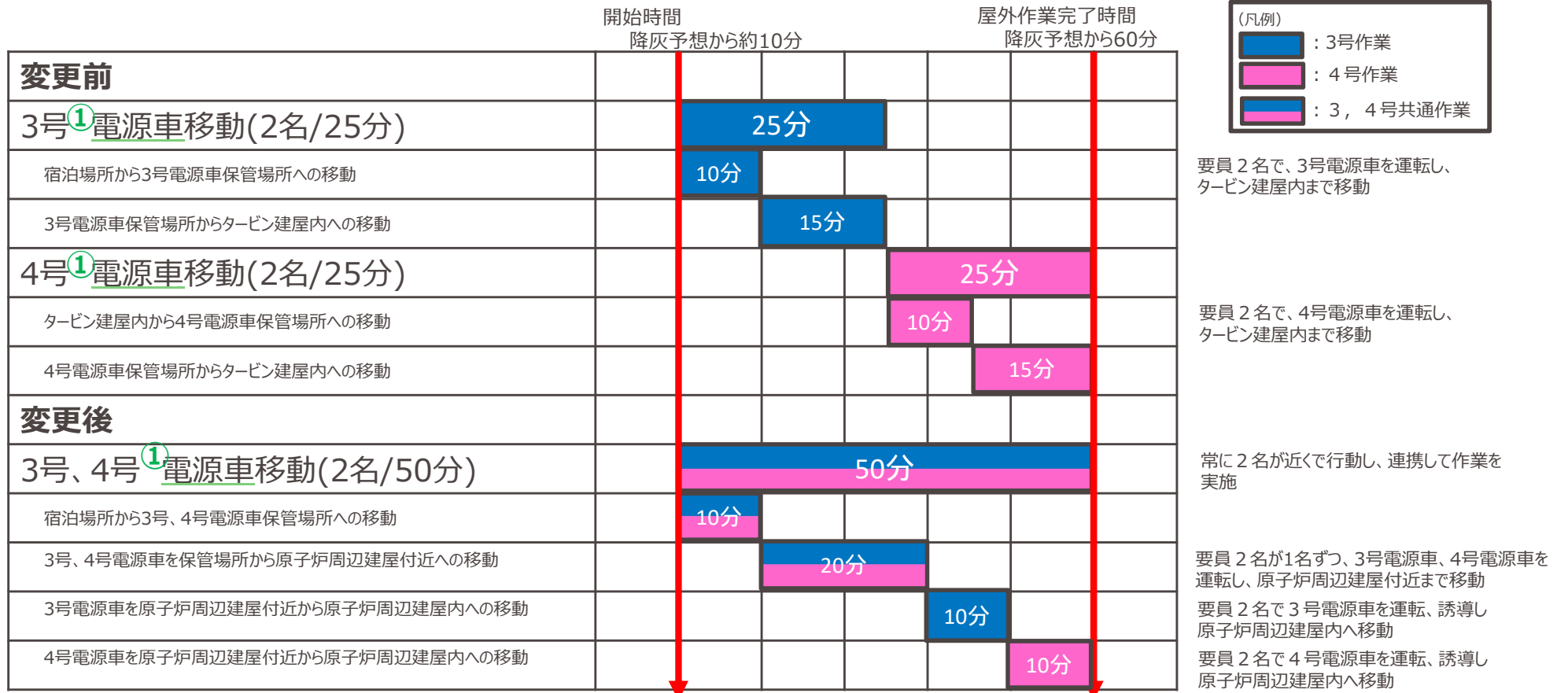
<蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業の例>

変更前	変更後
<p>g. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心の著しい損傷を防止するための対策 火山影響等発生時において、外部電源喪失およびディーゼル発電機が機能喪失し、かつタービン動補助給水ポンプが機能喪失した場合は、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を使用し、蒸気発生器2次側による1次冷却系の冷却を行う。</p> <p>(a) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業 各課（室）長は、①電源車を降下火砕物の影響を受けない3号および4号炉タービン建屋内へ移動し、準備作業を行う。</p>	<p>g. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心の著しい損傷を防止するための対策 火山影響等発生時において、外部電源喪失およびディーゼル発電機が機能喪失し、かつタービン動補助給水ポンプが機能喪失した場合は、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を使用し、蒸気発生器2次側による1次冷却系の冷却を行う。</p> <p>(a) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業 各課（室）長は、①電源車を降下火砕物の影響を受けない3号炉および4号炉原子炉周辺建屋内へ移動し、準備作業を行う。</p>



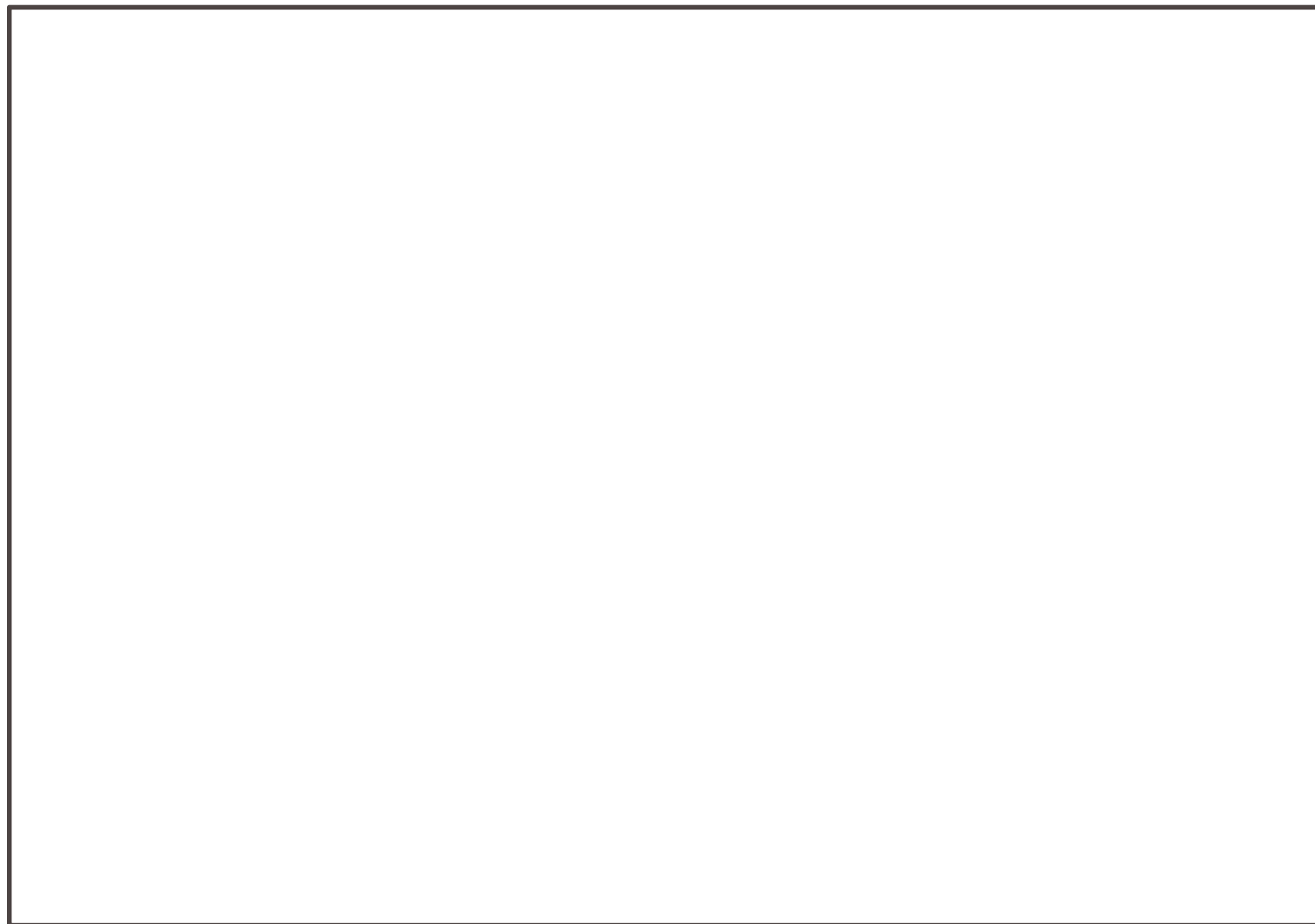
注 ①・②は通常時は屋外の所定のエリアに保管

①電源車の設置場所変更に伴い電源車の移動距離は既認可と比べて長くなった（次頁参照）が、従前は3号で実施してから4号実施としていた手順のうち一部（電源車の移動）を並行実施とすることで、50分以内に完了することを現場で確認済み。従来の作業完了時間に変更はなく、降灰開始前に作業が完了する。





(2)	対応手段	対象号炉、要員	要員数	想定時間
変更前	①蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業 ・電源車の準備作業（電源車の移動）	・緊急安全対策要員	2	<u>25分</u>
変更後	①蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業 ・電源車の準備作業（電源車の移動）	・緊急安全対策要員	2 (3号炉および4号炉合計)	<u>50分</u>

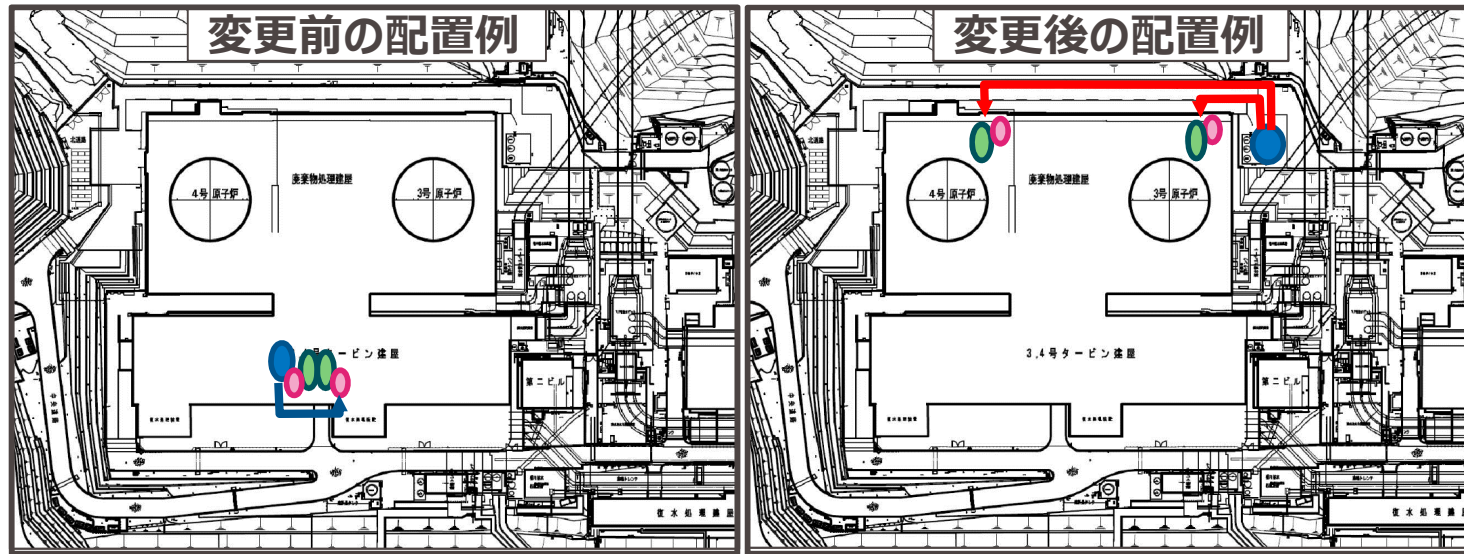
- ① 電源車の設置場所変更に伴い電源車の移動距離は既認可と比べて長くなったが、従前は3号で実施してから4号実施としていた手順のうち一部（電源車の移動）を並行実施とすることで、50分以内に完了することを現場で確認済み。従来の作業完了時間に変更はなく、降灰開始前に作業が完了する。



(凡例)

	変更前
	変更後

- ①電源車の設置場所変更に伴い、従来タービン建屋（屋内）に保管していた可搬式排気ファン、仮設ダクト等の保管場所を原子炉周辺建屋近傍（屋外）へ変更した。（原子炉周辺建屋内に適した保管場所がないため）
- これにより可搬式排気ファン、仮設ダクト等を屋外から屋内へ運搬する手順が追加となったが、降灰開始までに対応できることを現場で確認済み。
- また、屋内作業の想定時間が20分増加するが、炉心冷却が可能な蒸気発生器の水位を維持できる時間内に作業を完了できる。



(凡例)

- 可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等保管場所
- 可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等設置場所
- 電源車設置場所

開始時間
降灰予想約10分

屋外作業完了時間
降灰開始60分まで

変更前（1箇所当たり）					
可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等設置（4名/60分）				60分	
変更後（1箇所当たり）					屋内作業
可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等運搬（3名/50分）	50分				
可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等設置（3名/80分）		屋外作業		80分	

(3)

注記の記載

変更前

可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等設置作業は、1箇所あたり上表とは別に緊急安全対策要員4名が60分以内で実施する。

変更後

可搬式排気ファンおよび仮設ダクト等設置作業は、1箇所あたり上表とは別に緊急安全対策要員3名が130分以内で実施する。