

美浜発電所、高浜発電所及び大飯発電所の 原子炉設置変更許可申請 【大山生竹テフラの噴出規模見直しに係る施設評価】

2020年 12月 15日

審査会合でのご指摘事項への回答は、下表のとおりである。

No	第1回審査会合（2019.10.15）のご指摘事項	回答	スライド
1-1	工認、保安規定の変更方針を示すこと。	2020.7.21審査会合でご回答済み	—
1-2	申請中の他案件への影響を示すこと。	2020.7.21審査会合でご回答済み	—
1-3	静的負荷に対する建物・構築物の評価手法について説明すること。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—
1-4	アクセスルート確保の対応方針を示すこと。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—

No	第2回審査会合（2020.7.21）のご指摘事項	回答	スライド
2-1	設置許可申請当初から層厚が見直されたことから、見直された層厚で今後評価結果を示す。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—
2-2	強度評価や炉規則83条の対応などの成立性評価の結果は、準備でき次第示す。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—
2-3	美浜3号機及び高浜1, 2号機の保安規定の記載変更がなく、申請が不要であるとする事業者の整理した資料で示す。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—
2-4	層厚変更に伴い影響を受ける許認可案件について、必要な手続きを整理し、適切に手続きを行う。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—
2-5	DB施設の抽出フローについては、申請に併せて提示済みであるが、SA施設及び特重施設についても抽出フローをまとめ資料に記載する。	2020.10.20審査会合でご回答済み	—

No	第3回審査会合（2020.10.20）のご依頼事項	回答	スライド
3-1	設置許可申請書の内、火山事象に関する層厚変更以外の評価項目についても、本文（基本設計方針など）及び添付資料の記載に変更がないのかを網羅的に確認し、示すこと。	本日の審査会合にてご説明	20
3-2	美浜3号機と高浜1, 2号機の炉規則83条の対応について保安規定の添付2に記載のある主な作業時間に変更がないことをタイムチャートとともに示すこと。	本日の審査会合にてご説明	21~24
3-3	非常用ディーゼル発電機の改良型フィルタの性能試験は、現状、高浜1, 2号機の基準捕集量が突出して数値が高いため、現在採取している試験結果の説明に併せて、その理由を説明すること。	本日の審査会合にてご説明	25・26

原子炉設置変更許可申請における施設側審査の整理

区分	審査項目	ご説明時期	スライド	備考
① DB施設	1 荷重評価の成立性確認 ・安全施設を内包する建屋、屋外タンク、海水ポンプ	2020.10.20の審査会合で 成立性確認をご説明済	—	成立の見通しを得るため のであり、詳細評価は 設工認で審査
	2 閉塞評価 ・主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁	2020.10.20の審査会合で閉塞 評価をご説明済	—	
	3 閉塞（主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁を除く）、 腐食、摩耗、大気汚染、絶縁低下の評価	2019.10.15の審査会合で層厚 変更に影響がないことをご説明済	—	
	4 除灰運用の評価	2020.10.20の審査会合で除灰 運用評価をご説明済	—	
② SA施設 特重施設	1 荷重評価の成立性確認 ・緊急時対策所建屋、特重施設の建屋、屋外に一部 露出している特重施設	2020.10.20の審査会合で 成立性確認をご説明済	—	成立の見通しを得るため のであり、詳細評価は 設工認で審査
	2 除灰運用の評価	2020.10.20の審査会合で除灰 運用評価をご説明済	—	
③ 炉規則83条 の対応	1 成立性確認（全プラント） A.荷重の影響評価 ・DB施設で評価済以外の施設の成立見通し B.DGフィルタ取替運用 ・フィルタ試験及びSG解析の成立見通し	2020.10.20の審査会合で 成立性確認をご説明済	—	
	2 詳細評価 ※1（美浜3号機、高浜1,2号機 ※2） A.荷重の影響評価 ・DB施設で評価済以外の施設を評価 B.DGフィルタ取替運用 ・フィルタ試験及びSG解析の結果による評価 ※1 美浜3号機と高浜1,2号機は、保安規定の 手順変更を伴わないため、本設置許可にて審査 ※2 高浜1,2号機は、新規制基準適合に係る保安 規定を審査中	今回の審査会合でご説明	6,7,8	高浜3,4号機、大飯 3,4号機の詳細評価 は、保安規定の手順 変更を行うため、 保安規定にて審査

○前回審査会合（2020年10月20日）でのご説明事項

①**設計基準対象施設（DB施設）**の層厚変更に伴い審査対象となる施設・運用に対して、以下の**評価結果**をご説明。

- ・荷重評価の成立性確認（安全施設を内包する建屋、屋外タンク、海水ポンプ）
- ・閉塞評価（主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁）
- ・除灰運用の評価

②**重大事故等対処施設（SA施設）、特定重大事故等対処施設（特重施設）**の層厚変更に伴い審査対象となる施設・運用に対して、以下の**評価結果**をご説明。

- ・荷重評価の成立性確認
（緊急時対策所建屋、特重施設の建屋、屋外に一部露出している特重施設）
- ・除灰運用の評価

③**実用炉規則第八十三条の第一号（炉規則83条の対応）**において、層厚変更に伴い審査対象となる施設・運用に対して、以下の**評価結果**をご説明。

- ・荷重影響評価の成立性確認（消火水バックアップタンク他）
- ・非常用ディーゼル発電機フィルタ取替運用の成立性確認
（フィルタ試験及び蒸気発生器注水による炉心解析の成立見通し）

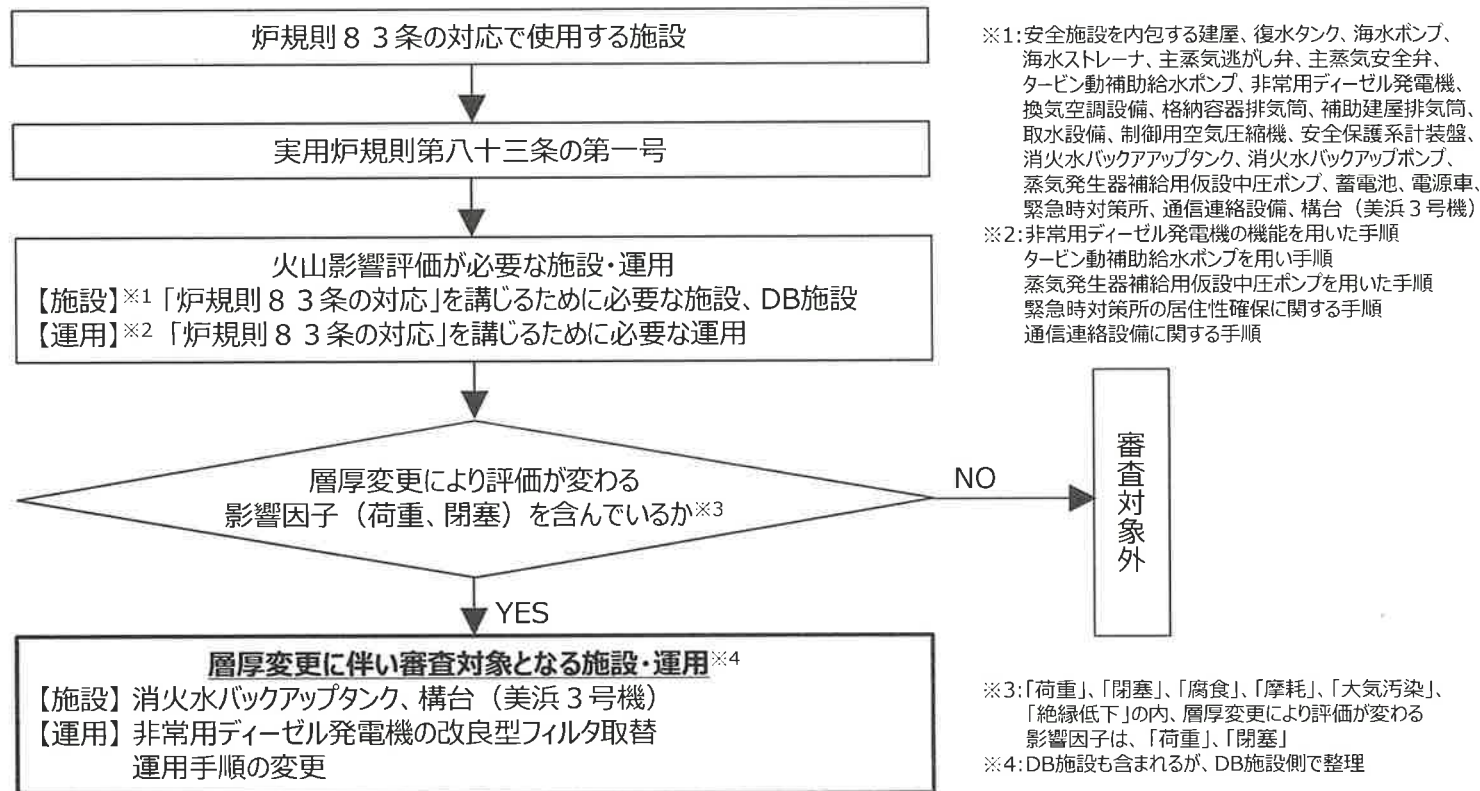
○今回審査会合でのご説明事項

・**美浜3号機及び高浜1, 2号機の炉規則83条の対応**において、層厚変更に伴い審査対象となる施設・運用の**詳細評価結果**をご説明するとともに、**前回の審査会合での指摘事項**をご回答する。

層厚変更に伴い審査対象となる 実用炉規則第八十三条の第一号の施設及び運用

下記のフロー図（2020年10月20日審査会合資料の再掲）から抽出した**実用炉規則第八十三条の第一号**（以下、「炉規則 8 3 条の対応」という。）の**審査対象となる施設・運用**について、次頁以降に**美浜 3 号機、高浜 1, 2 号機**における詳細設計の評価結果を示す。

なお、**高浜 3, 4 号機、大飯 3, 4 号機**については、許可後の**保安規定変更認可申請の審査**において、詳細設計の評価結果を説明する。

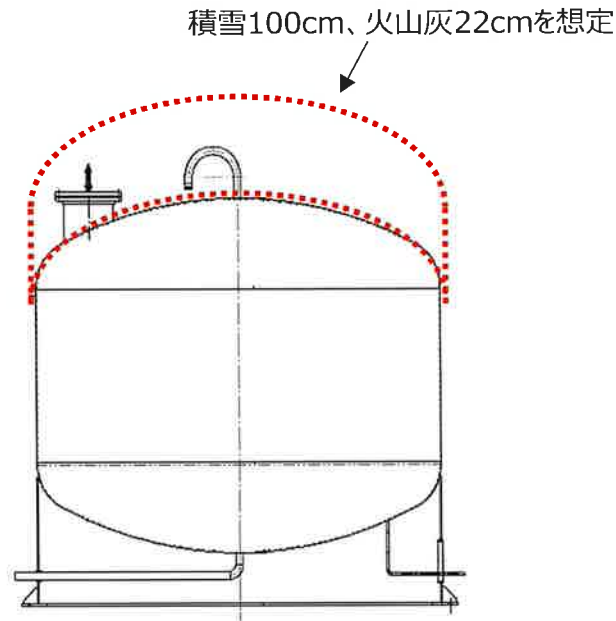


(1) 評価方法

炉規則 8 3 条の対応で使用する施設のうち、層厚変更に伴い審査対象となる施設については、既認可保安規定*の補足説明資料に基づき荷重影響評価を行う。

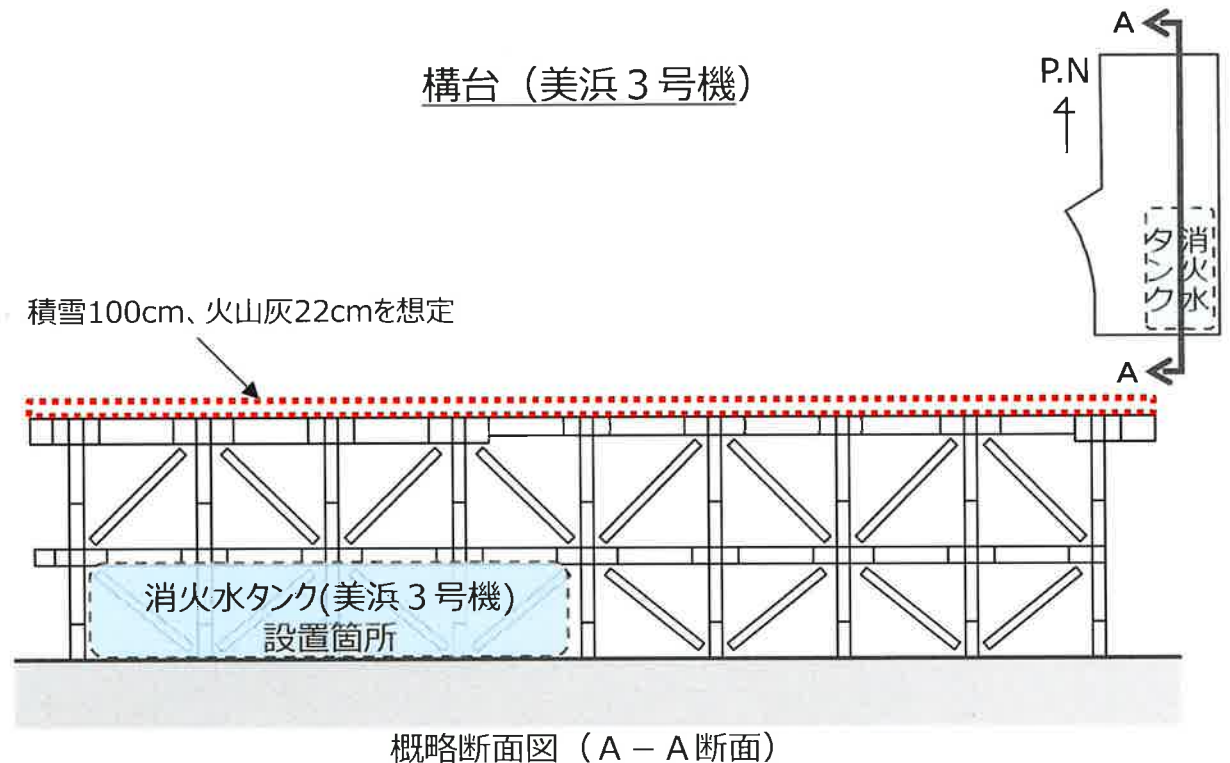
* 高浜 1, 2 号機は、新規制基準適合に係る保安規定を審査中

消火水タンク (美浜 3 号機)



※火山灰と雪がタンク上部に堆積するものとした条件で保守的に評価する。
 ※消火水タンクは、構台の中にあるが、側面の開口部から火山灰と雪が入り込んで堆積するものとした条件で保守的に評価する。

構台 (美浜 3 号機)



※火山灰と雪が構台の床面に堆積するものとした条件で評価する。
 ※構台は、炉規則 8 3 条の対応で使用する施設ではないが、床面に降下火砕物等が堆積しやすい構造であることから、倒壊により消火水タンクが損傷しないよう降下火砕物等堆積時においても、構造健全性を有することを確認する。

(2) 評価結果

層厚変更に伴い審査対象となる施設の荷重影響を評価した結果、想定する荷重に対して必要な機能を損なうことはない。

各プラントの評価結果については、下表のとおりである。

①タンク

プラント	施設※1	耐震評価結果	堆積荷重※2による鉛直加速度	判定
美浜 3 号機	消火水タンク	0.69 G 鉛直加速度の評価 〔 胴板裕度 : 14.1 〕 〔 支持脚裕度 : 12.5 〕	0.17 G に相当	○ (耐震評価に包絡※3)
高浜 1, 2 号機	消火水バックアップタンク	0.58 G 鉛直加速度の評価 〔 胴板裕度 : 2.5 〕 〔 支持脚裕度 : 7.3 〕	0.18 G に相当	○ (耐震評価に包絡※3)

②構台

プラント	施設※1	最大検定比※4 (発生値 / 許容値)	評価基準値	判定
美浜 3 号機	構台	0.723	1.0	○ (検定比 ≤ 評価基準値)

※1 炉規則 8 3 条の対応で使用する施設のうち D B 施設・S A 施設については D B 施設側・S A 施設側で評価

※2 見直し後の火山灰層厚 (美浜 22cm、高浜 27cm) と積雪 (100cm) を想定

※3 既許可では、地震と火山灰荷重の重畳を考慮せずに評価しており、耐震評価の結果を用いて、火山灰の荷重影響評価の見通しを確認している。

※4 検定比が最大となる鉄骨梁のせん断力の評価結果を記載

層厚変更に伴う炉規則 8 3 条の対応への影響を下表のとおり整理する。

		要求事項	当社の対応
炉規則 8 3 条 第一号 ロ	(1)	火山影響等発生時における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること。	非常用ディーゼル発電機（以下、DGという。）の吸気ラインに、改良型フィルタを取り付け、2系統運転を継続し、電動補助給水ポンプにより炉心を冷却する。 【層厚変更に伴う影響】 ・層厚変更に伴い 気中降下火砕物濃度が増加すること から、改良型フィルタの取替運用に影響がある。 ⇒スライド9～14
	(2)	(1)に掲げるもののほか、火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること。	タービン動補助給水ポンプを使用し、蒸気発生器（以下、SGという。）2次側へ注水することにより炉心を冷却する。 【層厚変更に伴う影響】 ・屋内設置かつ蒸気駆動であるため、影響なし。
	(3)	(2)に掲げるもののほか、火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること。	電源車を動力源としたSG補給用仮設中圧ポンプ(電動)により、SG2次側へ注水することにより炉心を冷却する。 【層厚変更に伴う影響】 ・DG機能喪失時間を(1)の対応で設定した基準捕集容量に達する時間の1/2としており、層厚変更に伴い DG機能喪失時間が短くなる ことから、(3)の対応における炉心冷却に影響がある。 ⇒スライド15～19

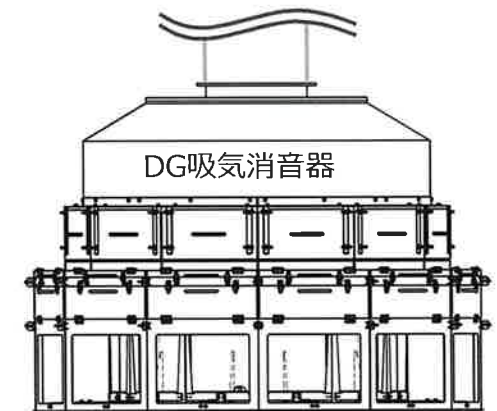
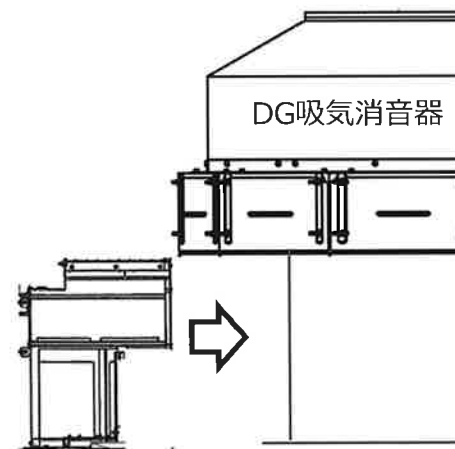
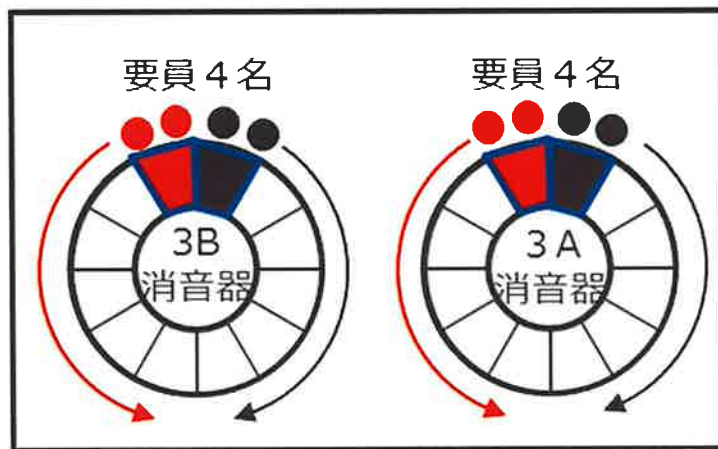
(1) 改良型フィルタの取付作業 (美浜3号機の例)

DGの機能を維持するための対策として、フィルタの取替・清掃が容易な改良型フィルタを取り付ける。

【取付作業】

必要要員数 : 緊急安全対策要員 8 名 (現場)
 作業時間 (想定) : 50分 (移動10分、作業40分)
 ⇒ 層厚変更に伴い、影響はない (変更なし)

手順の項目	要員 (名) (作業に必要な要員数)	経過時間 (分)								備考	
		0	10	20	30	40	50	60	70		80
		▽噴火発生				▽発電所敷地へ降灰到達					
		▽降灰予報 (多量) 発令、当直課長による作業開始指示									
ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付	緊急安全対策要員	8		移動							
					改良型フィルタ取付 既設フィルタ取外						



フィルタエレメントを12
 セット取り付ける。
 (1吸気消音器あたり)

改良型フィルタ取り付け完了時

層厚変更に伴うDG改良型フィルタ取替運用への影響がある項目に対して、確認する内容を下表のとおり整理する。

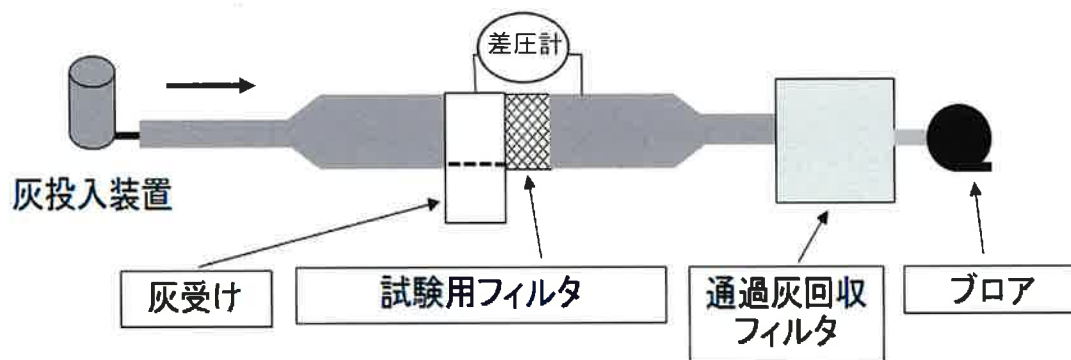
項目	影響内容	確認内容
①フィルタの閉塞時間	<p>気中降下火砕物濃度が増加することから、フィルタ閉塞時間に影響がある。</p>	<p>フィルタ性能試験により、閉塞時間（許容差圧到達時間）を確認する。</p>
②フィルタ取替の着手時間	<p>フィルタ取替の着手時間は、フィルタ閉塞時間到達時の最大捕集容量から保守的に設定した基準捕集容量をもとに設定していることから、閉塞時間が短くなると、影響がある。</p>	<p>フィルタ性能試験により、閉塞時間（許容差圧到達時間）到達時の最大捕集容量を確認する。</p>
③フィルタの清掃回数	<p>フィルタ取替の着手時間が短くなると、フィルタ清掃回数に影響がある。</p>	<p>24時間降灰継続時のフィルタ清掃が成立するかをフィルタ清掃試験にて成立性を確認する。</p>

(1) 確認方法

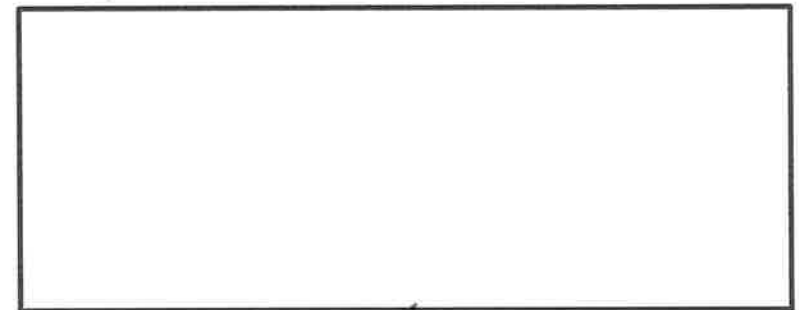
フィルタ試験装置に改良型フィルタを挿入し、フィルタ通過風速がDG運転時と同じになるよう流量調整した後、上流より火山灰を供給する。

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】



【フィルタ試験の状況写真】



(2) 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。

プラント	見直し後の層厚	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※
美浜3号機	22cm	3.91g/m ³	2.3m/s		256分	138,132g/m²
高浜1,2号機	27cm	3.78g/m ³	2.3m/s		777分	405,314g/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から、フィルタ差圧曲線の差圧が高い領域を避け、差圧上昇が時間的に十分なだらか領域となるように基準捕集容量を下表のとおり設定した。(参考1・2参照)

プラント	許容差圧到達時間	最大捕集容量	基準捕集容量
美浜3号機	256 分	138,132g/m ²	50,000 g/m²
高浜1,2号機	777 分	405,314g/m ²	350,000 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。

	美浜3号機	高浜1,2号機
①フィルタ取替の目安となる基準捕集容量	50,000 g/ m ²	350,000 g/ m ²
②DG 吸気流量	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h
③DG フィルタ表面積 = 個数×有効面積 = 12(個)× <input type="text"/> (m ²)	<input type="text"/> m ²	<input type="text"/> m ²
④DG フィルタ部の流速 = ② / ③ / 3,600	2.21 ÷ 2.3 m/s	2.21 ÷ 2.3 m/s
⑤降下火砕物の大気中濃度	3.91 g/m ³	3.78 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	93 分	671 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**美浜3号機で70分、高浜1,2号機で650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（12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。

①美浜3号機のフィルタ1セット当たりの清掃回数：7回

・8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70分））/2セット-1回

②高浜1,2号機のフィルタ1セット当たり清掃回数：1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650分））/2セット-1回

(2) フィルタ清掃回数の成立性確認

火山灰を基準捕集容量到達時間まで付着させて確認したところ、フィルタ清掃前の差圧挙動が大きく変化せずに許容差圧に対して十分余裕があり、これまでと同様に30秒間フィルタを手で叩いて火山灰を除去した後のフィルタ清掃後の差圧も回復していることから、**24時間降灰継続時のフィルタ清掃は問題なく実施可能**である。

なお、層厚変更後においても、フィルタの清掃方法及び清掃時間は従来と同様で行い、下表の試験データが得られているため、これまで設定している**フィルタ清掃時間（60分）の変更はない**。

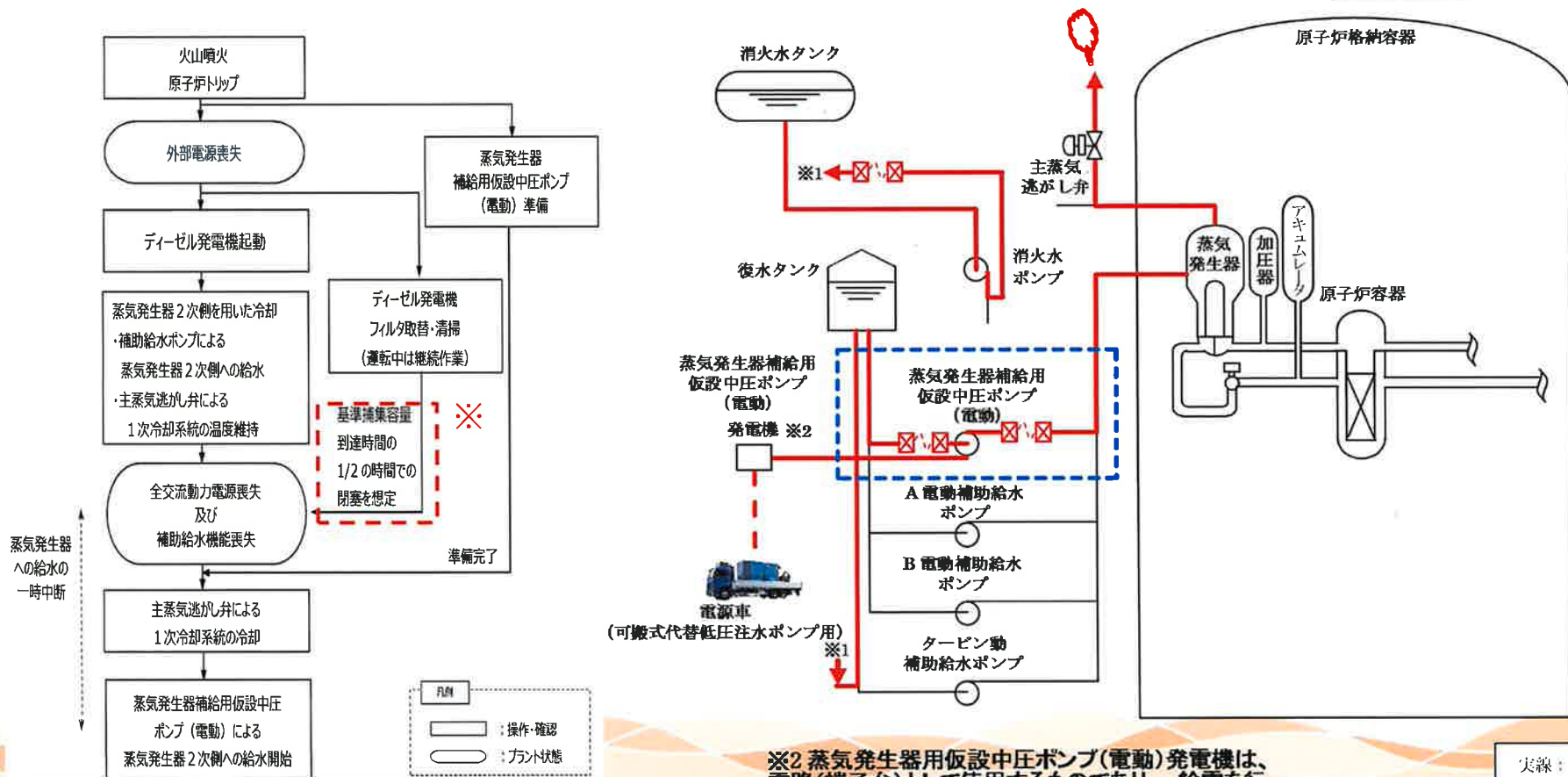
プラント	試験濃度	火山灰付着時間	清掃回数	状態	フィルタ差圧[mmAq]							
					初期	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目
美浜3号機	3.91g/m ³	93分	7回	清掃前	2.83	9.05	10.3	12.8	12.7	12.7	13.5	12.3
				清掃後	-	2.91	2.98	2.98	3.09	3.03	3.06	3.06
高浜1,2号機	3.78g/m ³	671分	1回	清掃前	2.55	6.83	-	-	-	-	-	-
				清掃後	-	2.65	-	-	-	-	-	-

炉規則 8 3 条 第一号 □ (3) における対応の想定条件は、以下のとおりである。

- 気中降下火砕物濃度の 2 倍程度の火山灰濃度を想定する。
- DGの機能喪失時間は、フィルタの性能試験に基づくフィルタの最大捕集容量に対し、一定の余裕を見込んだ基準捕集容量に達する時間の1/2とする。
- 可搬型設備の準備は、DG停止後、SGの除熱機能が維持される間で、速やかに完了する。
- 要員は、許認可で確認を受けている要員数内で確保し、対応する。

※ 層厚変更に伴い、**影響がある**
(変更あり)

層厚変更に伴い、**影響はない**
(タイムチャートにより成立性を確認)



※2 蒸気発生器用仮設中圧ポンプ(電動)発電機は、電路(端子台)として使用するものであり、給電を行う発電機は、電源車である。

実線：恒設
破線：仮設
☒：可搬ホース接続

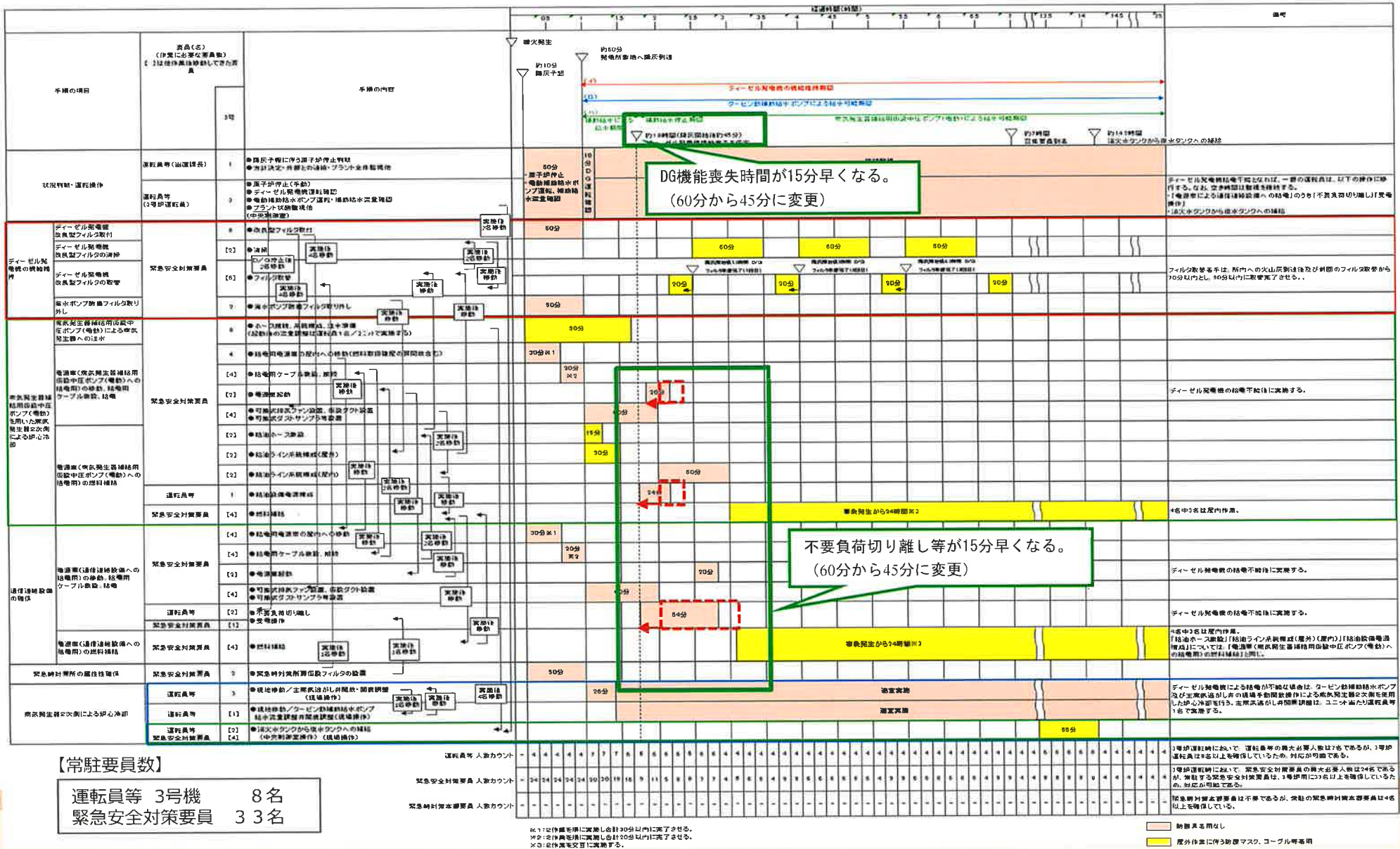
(1) DG機能を期待する時間の設定

気中降下火砕物濃度を越えることを想定して、基準捕集容量に到達するまでの時間を更に1/2とし、下表のとおりDG機能を期待する時間を設定した。

	美浜 3 号機	高浜1,2号機
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)	138,132 g/m ²	405,314 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	350,000 g/m ²
基準捕集容量到達までの時間	93 分	671 分
上記の約1/2の時間 (=DG機能を期待する時間)	45 分	330 分

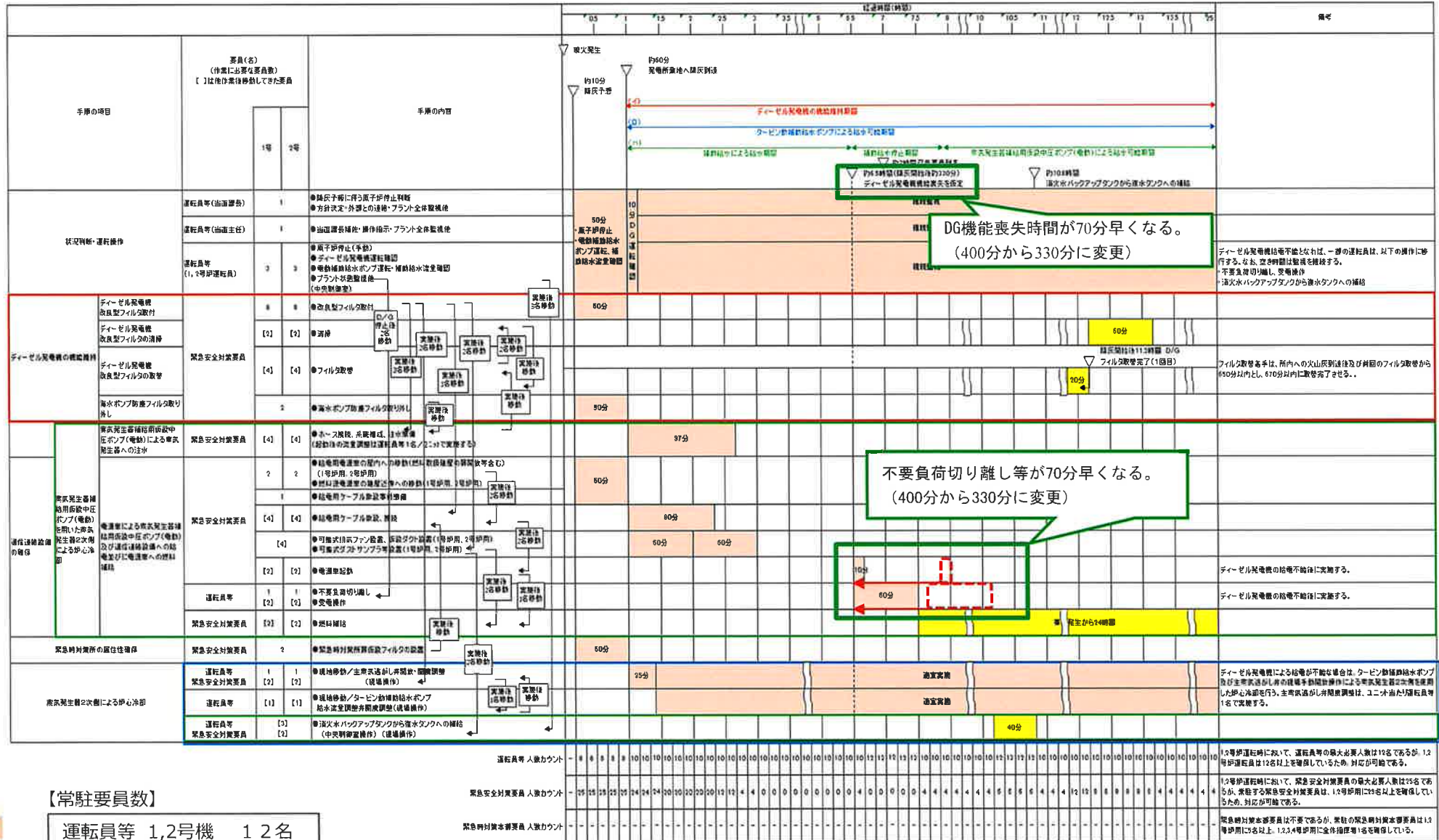
炉規則 8 3 条 第一号 □ (3) 対応のタイムチャート (美浜 3 号機)

「DGの機能喪失時間」の開始時間が15分早まることになり、作業に着手する時間の変更はあるが、事象発生から降灰開始24時間後までの全ての時間帯で、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8名、緊急安全対策要員33名）を下回っているため、対応が可能である。



炉規則 8 3 条 第一号 ロ (3) 対応のタイムチャート (高浜1,2号機)

「DGの機能喪失時間」の開始時間が70分早まることになり、作業に着手する時間の変更はあるが、事象発生から降灰開始24時間後までの全ての時間帯で、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29名）を下回っているため、対応が可能である。



【常駐要員数】

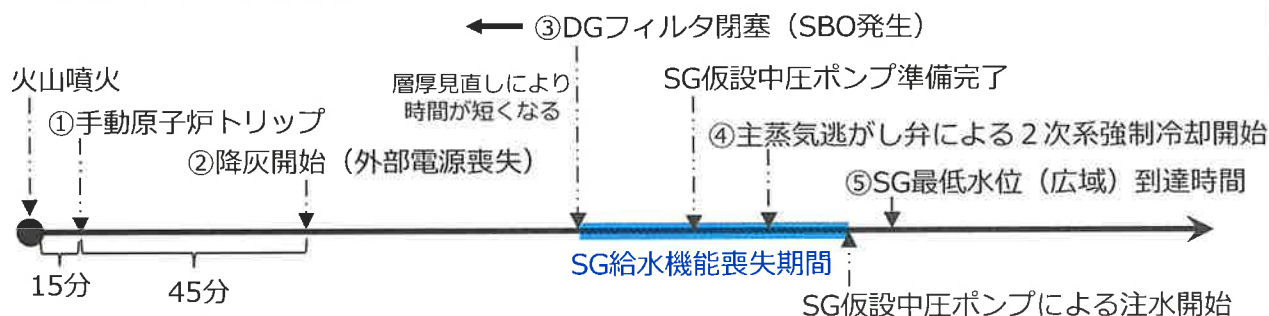
運転員等 1,2号機	12名
緊急安全対策要員	29名

要員専用
炉外作業に付3秒間マスク、ゴットル等着用

(1) SG注水による炉心冷却の解析結果

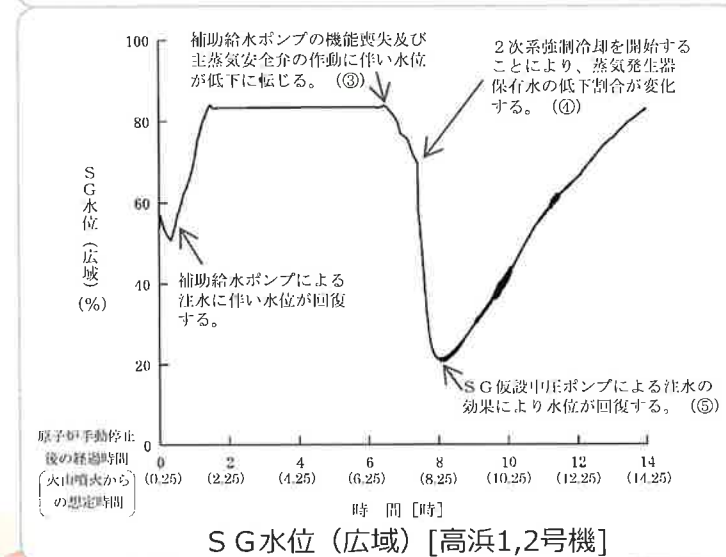
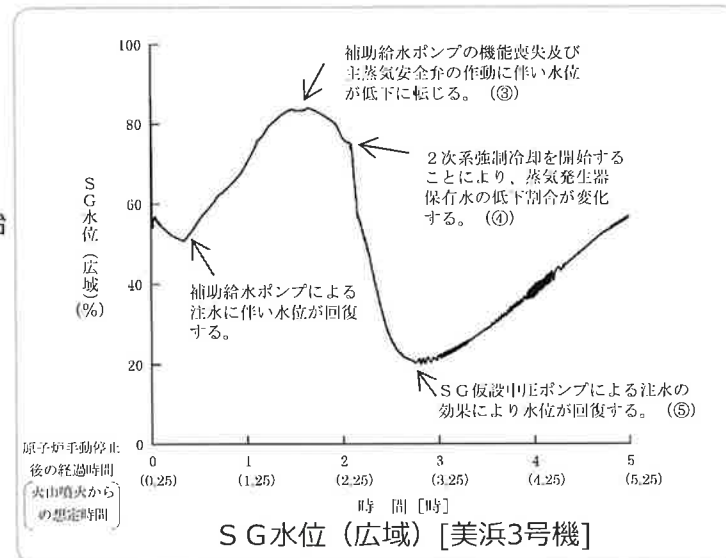
見直し後の層厚において、想定するシナリオに即した解析を実施した結果、SGへの給水が停止することによりSGの水位が一時的に低下するものの、SG仮設中圧ポンプによる注水の効果により、蒸気発生器の水位は、美浜3号機では約20%以上、高浜1,2号機では約21%以上に保たれることにより、炉心の著しい損傷に至らないことを確認した。

<想定するシナリオ概略>



<解析条件及び解析結果>

項目	美浜3号機	高浜1, 2号機
見直し後 想定層厚	22cm	27cm
①原子炉手動トリップ	0秒	0秒
②降灰開始 (外部電源喪失)	45分	45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	90分 (③-②=45分)	375分 (③-②=330分)
④主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却開始	125分	445分
⑤SG最低水位 (広域) 到達時間	約169分	約489分
SG最低水位 (広域)	約20%	約21%



1. ご指摘事項

設置許可申請書の内、火山事象に関する層厚変更以外の評価項目についても、本文（基本設計方針など）及び添付書類の記載に変更がないのかを網羅的に確認し、示すこと。

2. 回答

火山事象に関する層厚変更以外の評価項目について、美浜3号機、高浜1, 2, 3, 4号機及び大飯3, 4号機の設置許可申請書を網羅的に確認した結果、記載の変更が必要なものはない。

◇確認方法

設置許可申請書の内、本文五号及び十号、添付書類八及び十に対して、火山に関連する事項（火山、降下火砕物、降灰等）が記載されている箇所を網羅的に抽出し、記載の変更要否を確認した。

◇確認結果

設置許可申請書に記載されている事項は下記の3つに分類され、層厚変更に伴う記載が変更されるものは①の最大層厚の記載のみであり、②③については設置許可申請書に記載されている事項は定性的な記載であり層厚変更に伴い記載が変更な箇所はない。

詳細については、下表のとおり。（記載例は、参考9~11を参照）

項目	結果	実施事項
①火山事象に関する定量的な記載及び火山事象の影響を受ける定量的な記載	<ul style="list-style-type: none"> ・最大層厚が記載されている箇所は層厚変更に伴い記載の変更が必要。 ・降下火砕物の粒径・密度は層厚変更によっても変更されないため、記載の変更は不要。 ・火山事象の影響を受ける施設・設備の定量的な設計条件、評価結果等は設置許可申請書に記載なし。 	変更申請 (記載変更箇所)
②層厚変更によって詳細設計における評価結果、手順等が影響を受けるが、記載の変更を伴わないもの	<ul style="list-style-type: none"> ・評価結果、手順等が詳細設計段階では層厚変更の影響を受けるものの、設置許可申請書記載の記載内容は影響を受けないため、記載の変更は不要。 	変更申請不要 (成立性確認済)
③火山の評価概要、各施設・設備の設計方針等の定性的な記載で層厚変更の影響を受けないもの	<ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物の影響因子（荷重、閉塞等）、影響因子に対する設計方針等の設置許可申請書記載は定性的な記載であり、層厚変更によっても記載内容は影響を受けないため、記載の変更は不要。 	変更申請不要

なお、層厚変更に伴う影響因子への影響、及び詳細設計で影響を受ける各施設・設備の成立性については、7月21日、10月20日でご説明済み。

1. ご指摘事項

美浜3号機と高浜1, 2号機の炉規則83条の対応について保安規定の添付2に記載のある主な作業時間に変更がないことをタイムチャートとともに示すこと。

2. 回答

保安規定 添付2の「火山影響等発生時の対策における主な作業」では、対応手段及び想定時間等を定めており、層厚変更に伴い影響があるのは「フィルタ取替・清掃作業」、「電源車からの給電作業」となる。

DGフィルタ試験結果を踏まえると、「フィルタ取替の着手時間」及び「DGの機能喪失時間」の開始時間が早まることになり、**作業に着手する時間の変更はあるが、保安規定に記載している作業の想定時間の変更はない。**

詳細は、次頁「火山影響等発生時における対応のタイムチャート（美浜3号機の例）」に示す。

保安規定の添付2 抜粋〔火山影響等発生時の対策における主な作業（美浜3号機の例）〕

作業手順No	対応手段	要員	要員数	想定時間
c(a)	ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付	緊急安全対策要員	8	50分
	海水ポンプ除塵フィルタの取り外し	緊急安全対策要員	2	50分
c(b)	ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替	緊急安全対策要員	5	20分
	ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ清掃※3	緊急安全対策要員	2	60分
e(a) g(a)	電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)※1、電源車※2の移動	緊急安全対策要員	4	30分
e(a)	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の準備作業※4 (給電用ケーブル敷設・接続)	緊急安全対策要員	4※5	20分
	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の準備作業 (ホース接続・系統構成)	緊急安全対策要員	8	90分
e(b)	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)を用いた炉心冷却(電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)※1起動)	緊急安全対策要員	2	20分
f(a)	緊急時対策所の居住性確保(仮設フィルタ取付)	緊急安全対策要員	2	50分
g(a)	電源車※2の準備作業※4 (給電用ケーブル敷設・接続)	緊急安全対策要員	4※5	20分
g(b)	電源車※2からの給電開始 (電源車※2起動)	緊急安全対策要員	2	20分
	電源車※2からの給電開始 (不要負荷切り離し・受電操作)	運転員等 (中央制御室、現場) 緊急安全対策要員	2 1	64分
h(a)	燃料油貯蔵タンクから電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)※1および電源車※2への補給準備	運転員等 (現場)	1	※6
		緊急安全対策要員	6	
i(a)	消火水タンクから復水タンクへの補給	運転員等 (中央制御室、現場)	2	55分
		緊急安全対策要員	4	

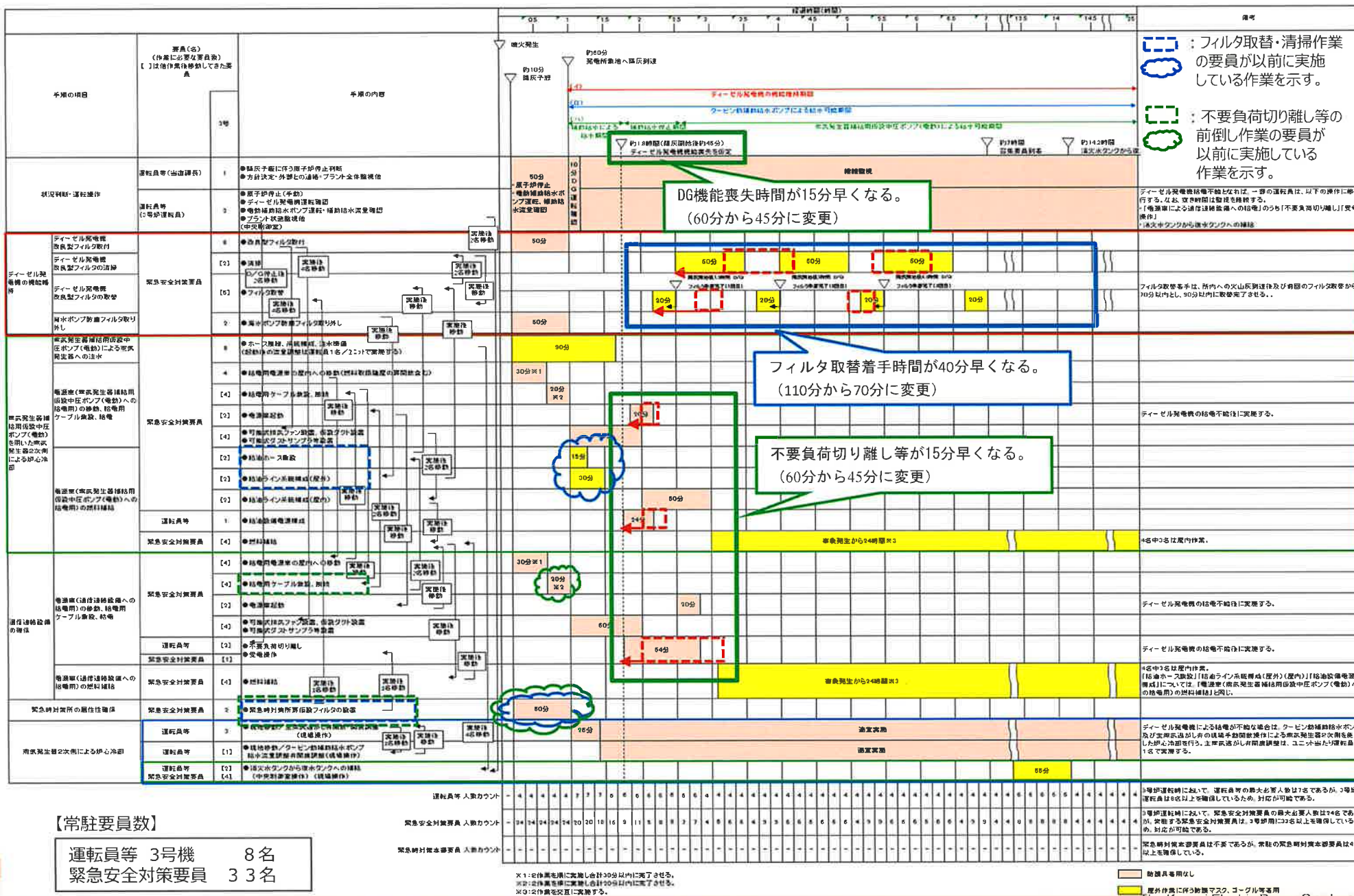
※1：蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)への給電用、※2：通信連絡設備への給電用、※3：1班2名で2班が交代して実施する。

※4：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。

※5：4名で2作業を20分以内で順に実施する。、※6：燃料枯渇までに実施する。

【No. 3 - 2】 審査会合におけるご指摘事項の回答

火山影響等発生時における対応のタイムチャート（美浜3号機の例） * スライド17の再掲



※1: 2号機を優先に実施し合計30分以内に完了させる。
 ※2: 2号機を優先に実施し合計30分以内に完了させる。
 ※3: 2号機を優先に実施する。

保安規定の添付2 抜粋〔火山影響等発生時の対策における主な作業（高浜1,2号機の例）〕

作業手順No	対応手段	対象号炉	要員	要員数	想定時間
e(a)	ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付	各号炉	緊急安全対策要員	8	50分
	海水ポンプ除塵フィルタの取り外し	1号炉および2号炉	緊急安全対策要員	2 (1号炉および2号炉合計)	50分
e(b)	ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替	各号炉	緊急安全対策要員	4	20分
	ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ清掃 ^{※8}	各号炉	緊急安全対策要員	2	60分
g(a)	電源車 ^{※2} および電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用) ^{※5} の移動	1号炉および2号炉	緊急安全対策要員	5 (1号炉および2号炉合計)	50分
i(a)	電源車 ^{※3} 、電源車 ^{※4} 、電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用) ^{※6} および電源車(緊急時対策所用) ^{※7} の移動	3号炉および4号炉	緊急安全対策要員	4 (3号炉および4号炉合計)	50分
g(a)	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の準備作業 ^{※9} 電源車の準備作業 ^{※9} (給電用ケーブル敷設・接続)	1号炉および2号炉	緊急安全対策要員	4	80分
	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の準備作業 (ホース接続・系統構成)		緊急安全対策要員	4	97分
g(a)	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の準備作業 ^{※10} (給電用ケーブル敷設・接続)	3号炉および4号炉	緊急安全対策要員	2	80分 ^{※11}
	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の準備作業 (ホース接続・系統構成)		緊急安全対策要員	5	60分
h(a)	緊急時対策所の居住性確保(仮設フィルタ取付)	1号炉、2号炉、3号炉および4号炉	緊急安全対策要員	2 (1号炉、2号炉、3号炉および4号炉合計)	50分
i(b)	電源車 ^{※2} からの給電開始 (不要負荷切り離し・受電操作)	1号炉および2号炉	運転員等 (中央制御室、現場)	3	60分
	電源車 ^{※4} からの給電開始 ^{※10} (給電用ケーブル敷設・接続)	3号炉および4号炉	緊急安全対策要員	4 (3号炉および4号炉合計)	60分
	電源車 ^{※4} からの給電開始 (不要負荷切り離し・受電操作)		運転員等 (中央制御室、現場)	3	90分
k(a)	消火水バックアップタンクから復水タンクへの補給	1号炉および2号炉	緊急安全対策要員	2 (1号炉および2号炉合計)	40分
			運転員等 (中央制御室、現場)	3 (1号炉および2号炉合計)	
		3号炉および4号炉	緊急安全対策要員	2 (3号炉および4号炉合計)	40分
			運転員等 (中央制御室、現場)	3 (3号炉および4号炉合計)	

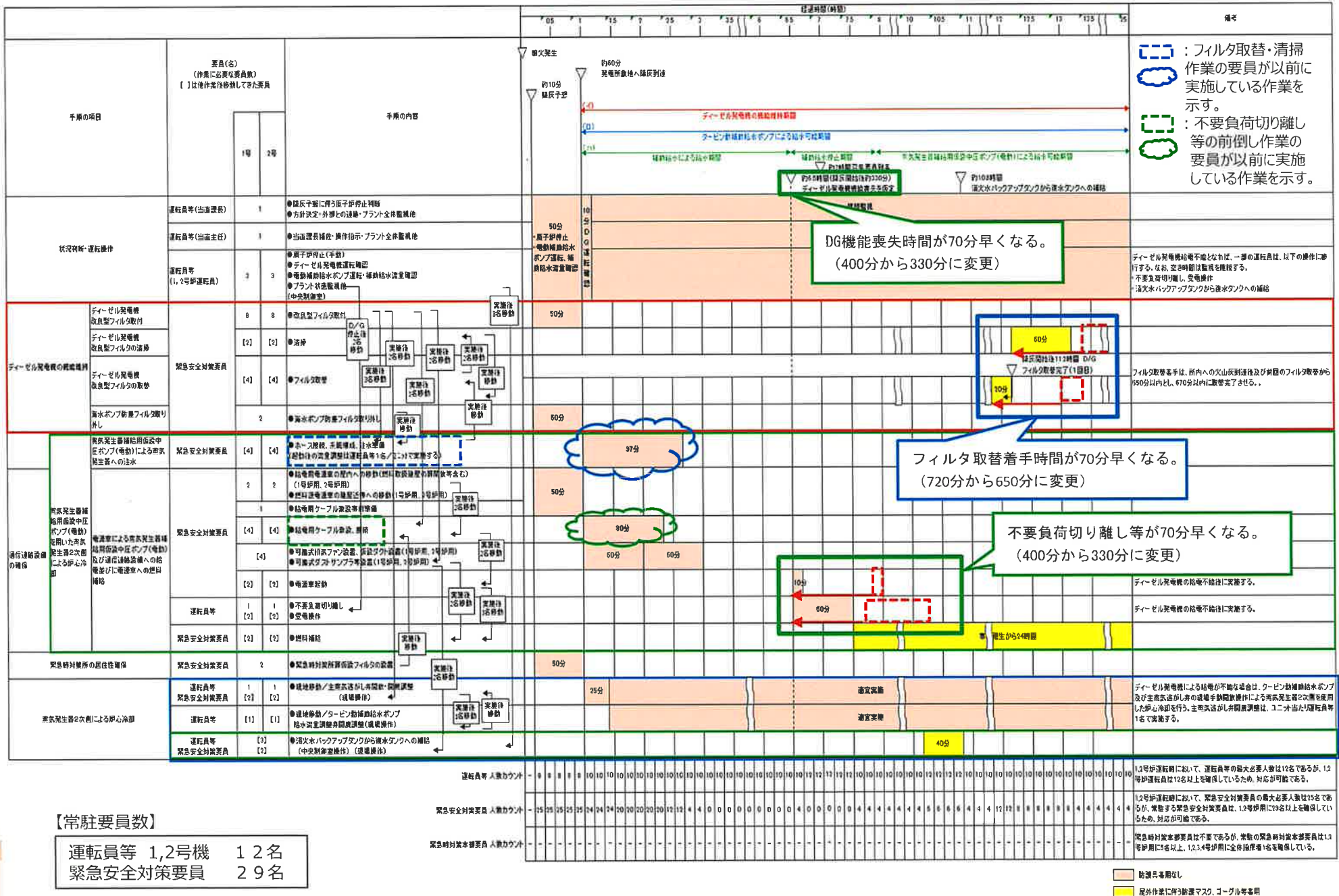
※2: 1号炉および2号炉 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)および通信連絡設備への給電用、※3: 3号炉および4号炉 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)への給電用

※4: 3号炉および4号炉 通信連絡設備(緊急時対策所を含む)への給電用、※5: 電源車^{※2}への燃料補給用、※6: 電源車^{※3}への燃料補給用、※7: 電源車^{※4}への燃料補給用

※8: 1班2名で2班が交代して実施する。、※9: 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

※10: 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6名が40分以内、※11: 屋外作業は50分以内で実施する。 The Kansai Electric Power Co., Inc.

火山影響等発生時における対応のタイムチャート（高浜1,2号機の例） *スライド18の再掲



1. ご指摘事項

非常用ディーゼル発電機の改良型フィルタの性能試験は、現状、高浜 1, 2号機の基準捕集量が突出して数値が高いため、現在採取している試験結果の説明に併せて、その理由を説明すること。

2. 回答

① 火山灰の条件が同じプラントの比較（高浜 1, 2号機と高浜 3, 4号機）

火山灰の条件が同じ高浜 1, 2号機と高浜 3, 4号機の許容差圧到達時間は、高浜 3, 4号機の114分に対して、高浜 1, 2号機は777分と長くなっている。

この要因は、**フィルタ流速が速いと火山灰がフィルタに目詰まりしやすい**ことから、フィルタ流速の違いで許容差圧到達時間が長くなっているものと考えられる。

② フィルタ流速が同じプラントの比較（高浜 1, 2号機と美浜 3号機）

フィルタ流速が同じ高浜 1, 2号機と美浜 3号機の許容差圧到達時間は、美浜 3号機の256分に対して、高浜 1, 2号機は777分と長くなっている。

この要因は、**小粒径の火山灰が多いとフィルタが目詰まりしやすい**ことから、火山灰の粒径分布の違いで許容差圧到達時間が長くなっているものと考えられる。また、高浜 1, 2号機は、小粒径の火山灰が少なく、大粒径の火山灰が多いことから、フィルタに到達しない火山灰があることも考えられる。

プラント名	層厚 (cm)	火山灰濃度 (g/m ³)	許容差圧 (mmAq)	許容差圧到達時間 (分)	フィルタ流速 (m/s)	火山灰の粒径分布
高浜 1, 2号機 ※1	27	3.78		777	2.3 (遅い)	小粒径(少)
美浜 3号機 ※1	22	3.91		256	2.3 (遅い)	小粒径(多)
高浜 3, 4号機 ※2	25	3.50		114	3.3 (速い)	小粒径(少)
大飯 3, 4号機 ※2	25	3.60		126	2.8 (速い)	小粒径(少)

※1 見直し後の層厚にて確認したフィルタ試験のデータ

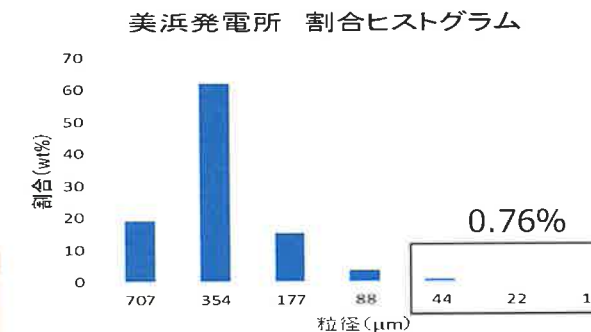
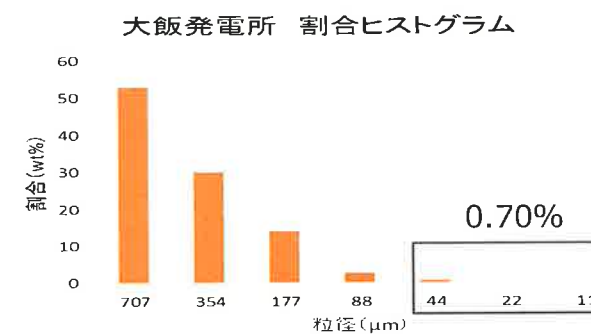
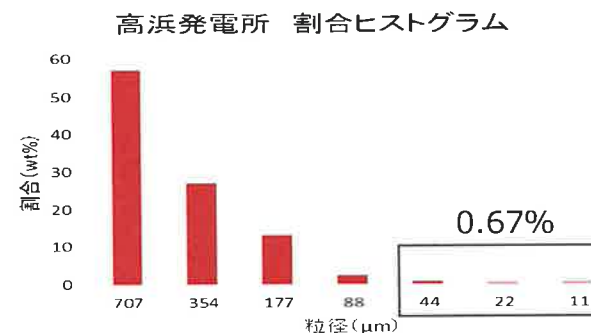
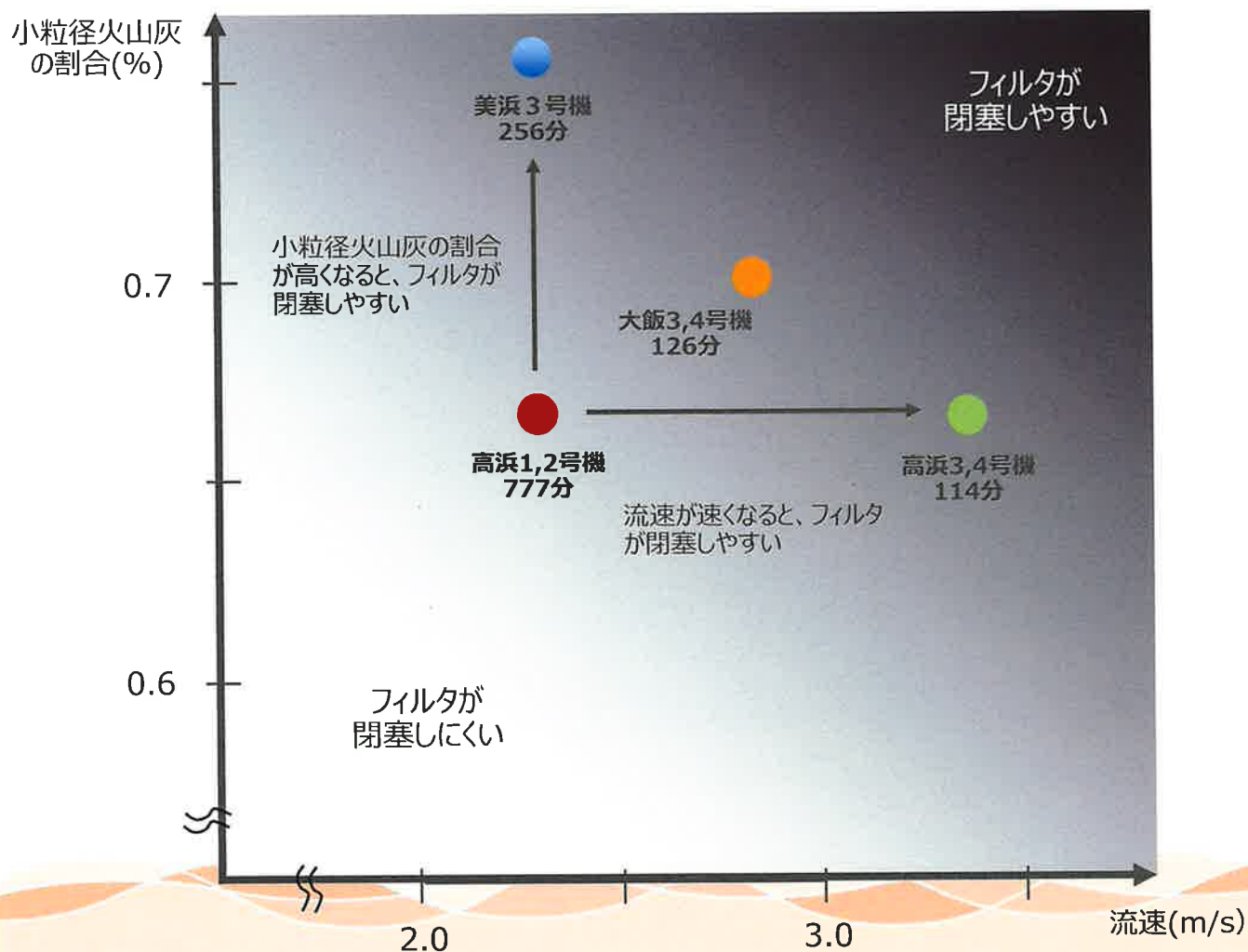
※2 設置変更許可申請時の層厚にて、自主的に確認したフィルタ試験のデータ

③ フィルタ流速と小粒径火山灰の割合の関係

フィルタ流速と小粒径火山灰の割合※の関係では、流速が速く小粒径の火山灰の割合が高くなると、フィルタは閉塞しやすく、流速が遅く小粒径火山灰の割合が低くなると、フィルタは閉塞しにくい傾向にある。

高浜 1, 2 号機は、流速が遅く小粒径火山灰の割合が低く、フィルタが閉塞しにくい領域にあることから、許容差圧到達時間が長くなっているものと考えられる。

※改良型フィルタの仕様は、300メッシュ（開き目45 μ m程度）であるため、数値シミュレーション（Tephra2）結果の粒径分布による44 μ m以下の小粒径割合となる。



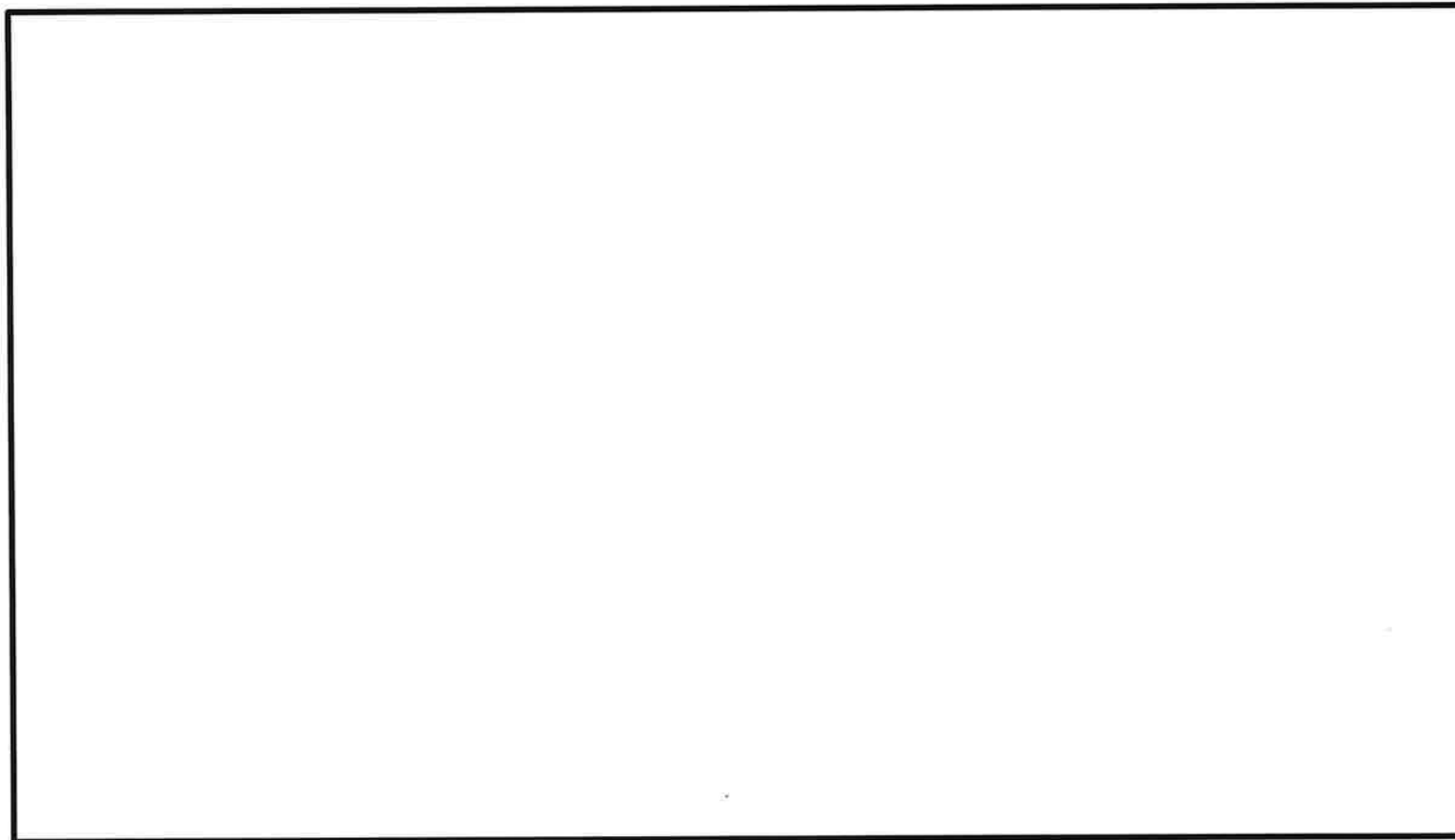
参考資料

美浜 3 号機 フィルタ性能試験結果による基準捕集容量の設定

参考1

層厚見直し後における美浜 3 号機フィルタ性能試験結果は、下図のとおりであった。

美浜 3 号機のフィルタ性能試験結果



今回の設定 93分
(50,000g/m²)

前回の設定 137分
(50,000g/m²)

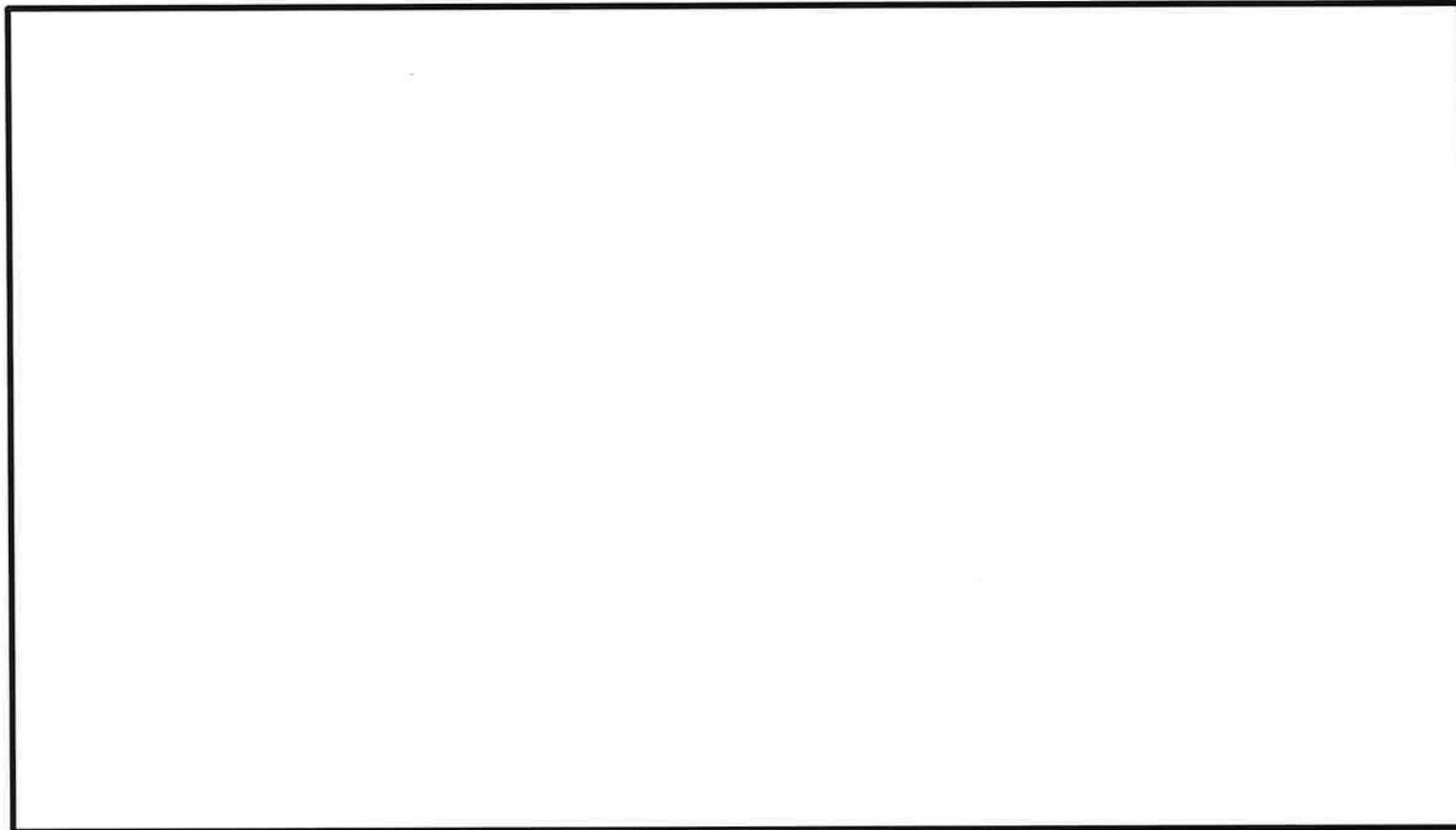
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

フィルタ試験結果に対する確認事項の回答

参考2

層厚見直し後における高浜1,2号機フィルタ性能試験結果は、下図のとおりであった。

高浜1,2号機のフィルタ性能試験結果



今回の設定 671分
(350,000g/m²)

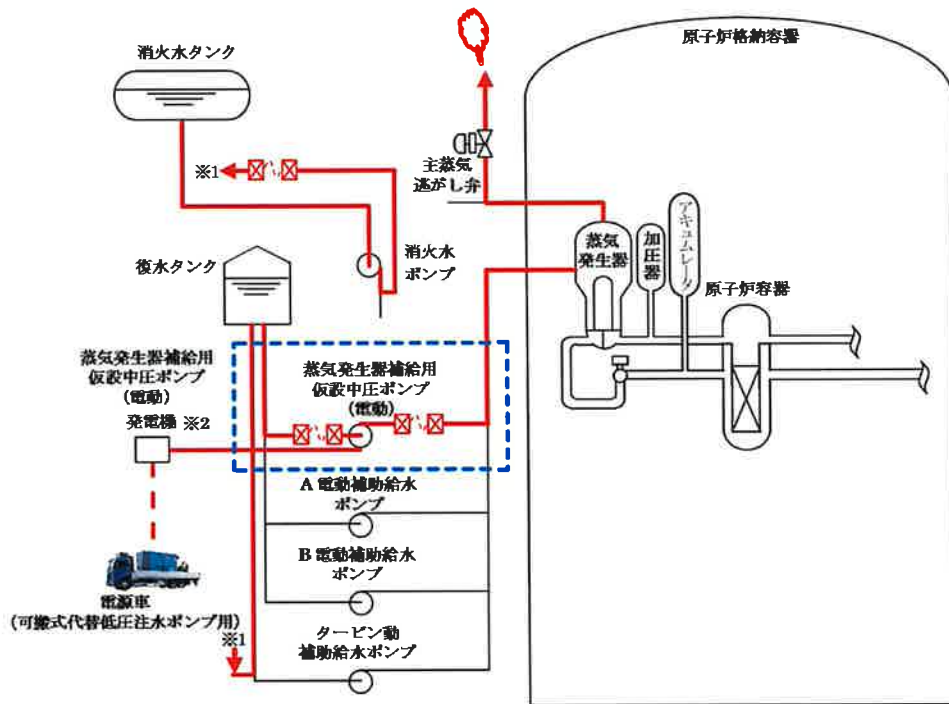
前回の設定 828分
(400,000g/m²)

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。

炉規則 8 3 条 第一号 □ (3) における対応 (設置場所の整理)

参考3

炉規則 8 3 条 第一号 □ (3) の対応で使用するSG補給用仮設中圧ポンプと電源車の設置場所を下表のとおり整理する。



※2 蒸気発生器用仮設中圧ポンプ(電動)発電機は、電路(端子台)として使用するものであり、給電を行う発電機は、電源車である。

実線：恒設
破線：仮設
☒：可搬ホース接続口

プラント	SG補給用 仮設中圧ポンプ	電源車
美浜 3号機	屋外	屋内 (燃料取扱建屋)
高浜 1,2号機	屋内 (中間建屋)	屋内 (燃料取扱建屋)

【参考】

プラント	SG補給用 仮設中圧ポンプ	電源車 ※1
高浜 3,4号機	屋外	屋内 (燃料取扱建屋) ※2
大飯 3,4号機	屋内 (原子炉周辺建屋)	屋内 (タービン建屋)

※1 層厚変更を踏まえ、電源車を移動する手順をタービン建屋から燃料取扱建屋に変更

※2 通信連絡設備用の電源車はタービン建屋に設置

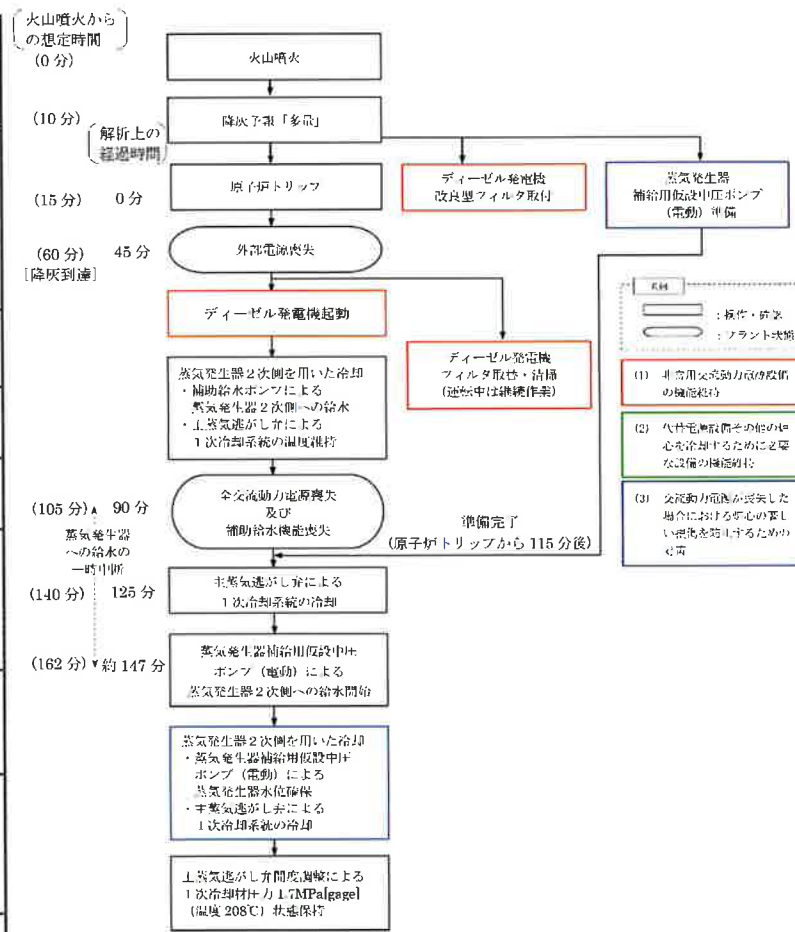
(1) 概要

想定するシナリオに即した解析を実施した結果、S Gへの給水が停止することによりS Gの水位が一時的に低下するものの、S G仮設中圧ポンプによる注水の効果により、**蒸気発生器の水位は、美浜3号機では約20%以上に保たれることにより、炉心の著しい損傷に至らないことを確認した。**

以下に、美浜3号機の主要解析条件および対応手順と事象進展を示す。

－美浜3号機 主要解析条件※－

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	M-RELAP5	新規基準適合性確認審査で実績のあるコードを使用。(主要条件のため記載)
炉心崩壊熱	FP：日本原子力学会推奨値 アクチノド：ORIGEN2 (サイクル末期を仮定)	サイクル末期炉心の保守的な値を設定。燃焼度が高いと高次のアクチノドの蓄積が多くなるため長期冷却時の崩壊熱は大きくなる。このため、燃焼度が高くなるサイクル末期時点を対象に崩壊熱を設定。また炉心平均評価用崩壊熱を用いる。
起回事象	原子炉手動停止 (解析上の時刻0秒)	降灰予報「多量」から5分後(噴火から15分後)を設定。
原子炉手動停止後の対応	高温停止状態維持 (15.4MPa[gage]、286.1℃)	原子炉手動停止後、1次系濃縮完了までは高温停止状態を維持。
安全機能の喪失に対する仮定(1)	外部電源喪失 (原子炉手動停止から45分後)	発電所への降灰到達時(噴火から60分後)に外部電源が喪失することを仮定。
安全機能の喪失に対する仮定(2)	非常用所内交流動力電源喪失 (原子炉手動停止から90分後)	降灰到達から60分間の非常用ディーゼル発電機の機能維持を考慮。気中降下物濃度の2倍濃度の火山灰による閉塞を想定した場合のDG機能維持時間をフィルタ試験結果より保守的に設定。
補助給水機能の喪失に対する仮定	全交流動力電源喪失(SBO)と同時に機能喪失	SBOにより電動補助給水ポンプが停止。タービン動補助給水ポンプには期待しない。
2次系強制冷却開始(主蒸気逃がし弁開)	原子炉手動停止から125分後 (全交流電源喪失から35分後)	S G仮設中圧ポンプ準備完了時間に弁の操作時間10分を加えた時間を設定。(全交流電源喪失後に操作現場に移動したのち、S G仮設中圧ポンプ準備完了の連絡を現場で受けてからの手動操作を想定)
S G仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水	蒸気発生器2次側圧力 2.5MPa[gage]にて注入開始	設備の仕様から設定



美浜3号機 対応手順と事象進展

※これ以外の主要解析条件は原子炉設置変更許可申請書 添付書類十全交流電源喪失(RCPシールLOCAが発生しない場合)と同様

(2) 美浜3号機の事象進展

原子炉の手動停止後、補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水及び主蒸気逃がし弁による1次系温度の維持により高温停止状態を維持する。45分後（火山噴火から60分後）に発生する外部電源喪失以降も、非常用ディーゼル発電機からの給電により高温停止状態を維持する。90分後（火山噴火から105分後）に非常用ディーゼル発電機が停止することにより全交流動力電源喪失および補助給水機能喪失が発生するが、125分後（火山噴火から140分後）に主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却を開始することで蒸気発生器の圧力が低下し、SG仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水は約147分後から開始される。それまでの約57分間は蒸気発生器への注水が停止するが、SG仮設中圧ポンプによる注水の効果により、蒸気発生器の水位は約20%以上に保たれる。

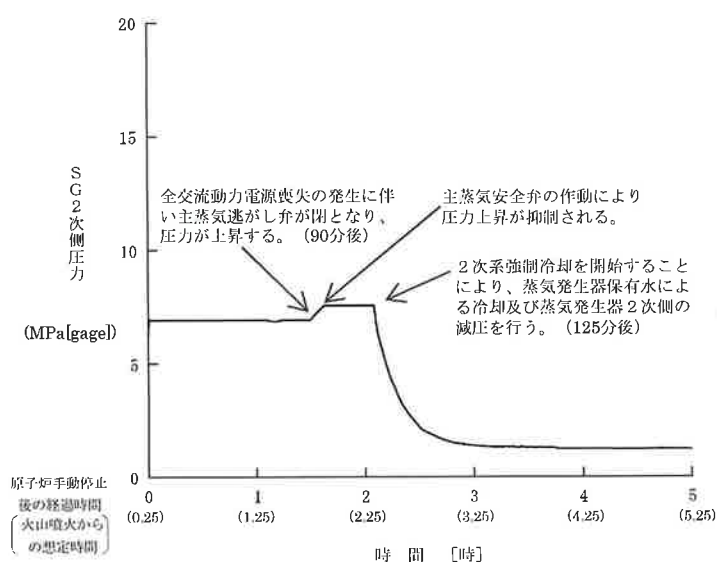


図1 SG 2次側圧力

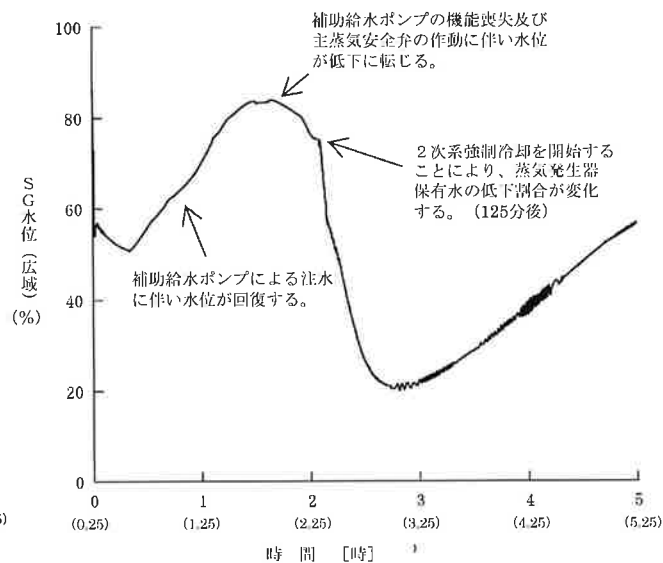


図2 SG水位 (広域)

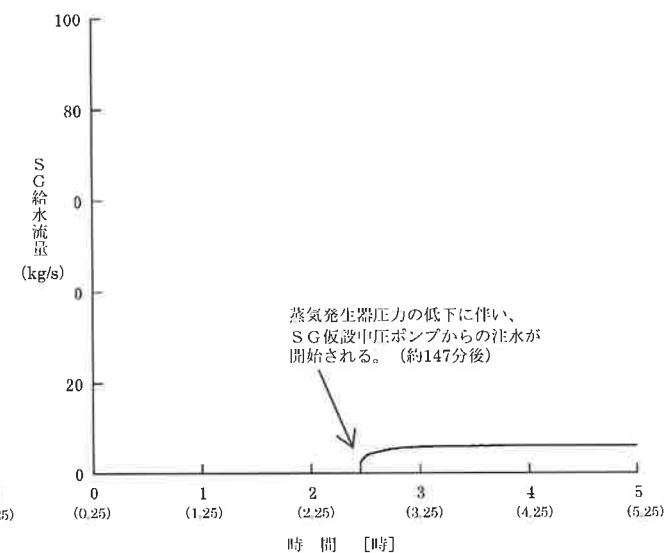


図3 SG給水流量

(2)美浜3号機の事象進展 (続き)

SG仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水により蒸気発生器2次側の保有水が確保できること、1次系の保有水が十分確保されていること、主蒸気安全弁の作動及び主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却により1次系の自然循環が維持されることから、継続的な炉心冷却が可能であり、炉心の著しい損傷を防止できる。

以降は、1次系圧力1.7MPa[gage]にて蓄圧タンク出口弁を閉止し、1次系温度170℃、1次系圧力0.7MPa[gage]の状態まで減温・減圧し、安定停止状態に移行する。

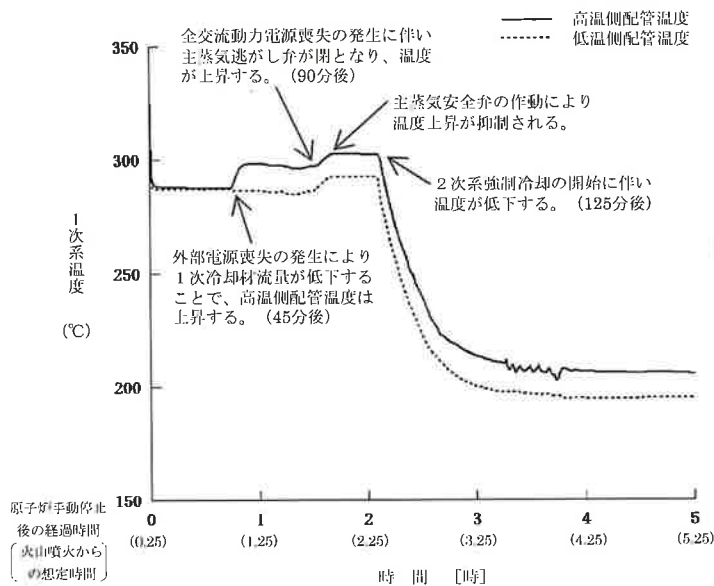


図4 1次系温度

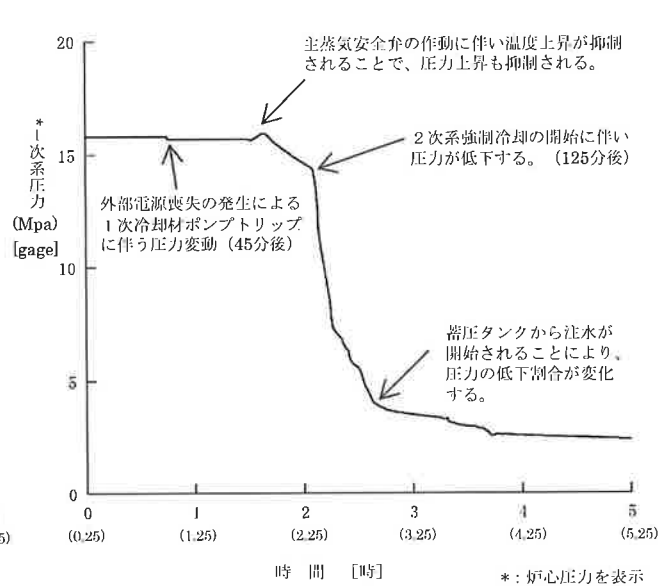


図5 1次系圧力

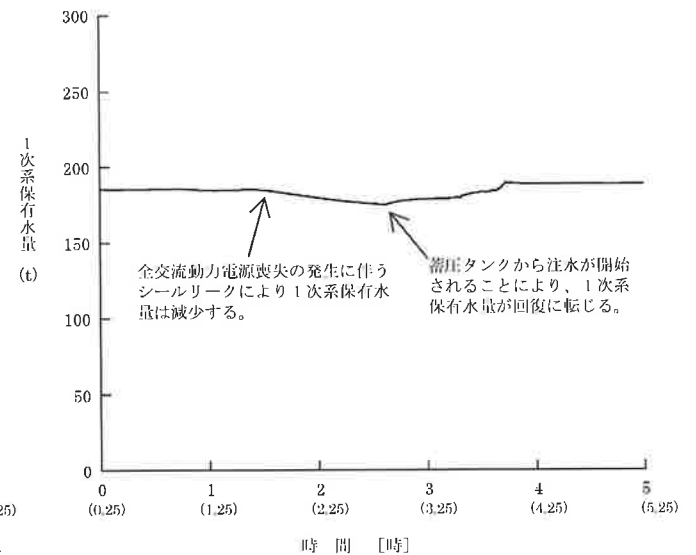


図6 1次系保有水量

高浜1, 2号機 蒸気発生器注水による炉心冷却の解析の事象進展(1/3)

参考7

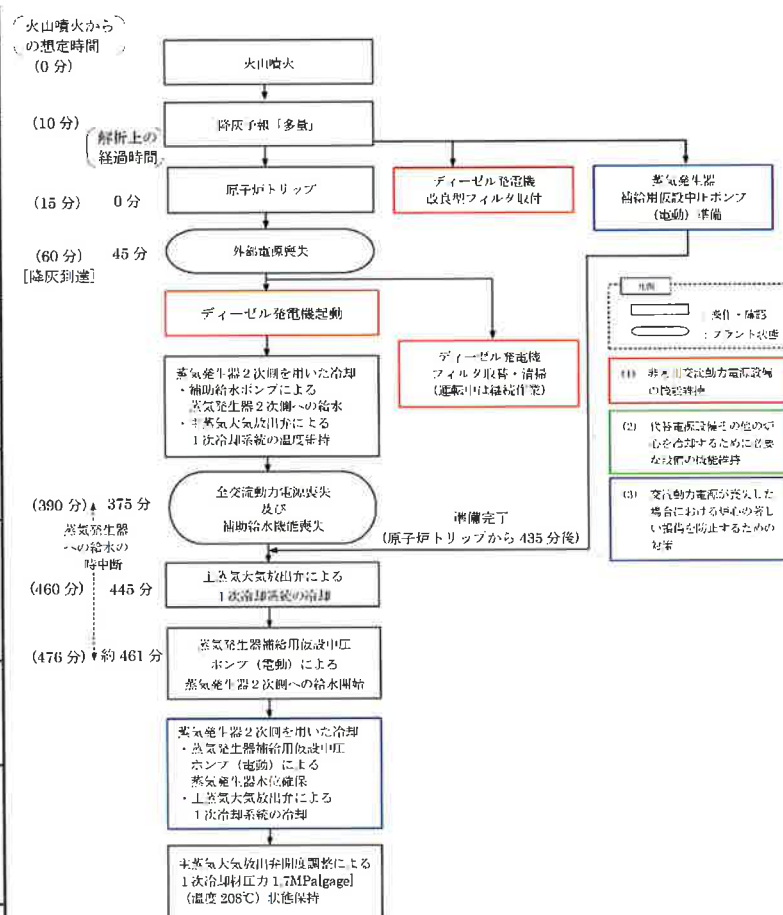
(1) 概要

想定するシナリオに即した解析を実施した結果、S Gへの給水が停止することによりS Gの水位が一時的に低下するものの、S G仮設中圧ポンプによる注水の効果により、蒸気発生器の水位は、高浜1,2号機では約21%以上に保たれることにより、炉心の著しい損傷に至らないことを確認した。

以下に、高浜1,2号機の主要解析条件および対応手順と事象進展を示す。

－高浜1, 2号機 主要解析条件※－

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	M-RELAP5	新規基準適合性確認審査で実績のあるコードを使用。(主要条件のため記載)
炉心崩壊熱	FP: 日本原子力学会推奨値 アクチノド: ORIGEN2 (サイクル末期を仮定)	サイクル末期炉心の保守的な値を設定。燃焼度が高いと高次のアクチノドの蓄積が多くなるため長期冷却時の崩壊熱は大きくなる。このため、燃焼度が高くなるサイクル末期時点を対象に崩壊熱を設定。また炉心平均評価用崩壊熱を用いる。
起因事象	原子炉手動停止 (解析上の時刻0秒)	降灰予報「多量」から5分後(噴火から15分後)を設定。
原子炉手動停止後の対応	高温停止状態維持 (15.4MPa[gage]、286.1℃)	原子炉手動停止後、1次系濃縮完了までは高温停止状態を維持。
安全機能の喪失に対する仮定(1)	外部電源喪失 (原子炉手動停止から45分後)	発電所への降灰到達時(噴火から60分後)に外部電源が喪失することを仮定。
安全機能の喪失に対する仮定(2)	非常用所内交流動力電源喪失 (原子炉手動停止から375分後)	降灰到達から330分間の非常用ディーゼル発電機の機能維持を考慮。気中降下物濃度の2倍濃度の火山灰による閉塞を想定した場合のDG機能維持時間をフィルタ試験結果より保守的に設定。
補助給水機能の喪失に対する仮定	全交流動力電源喪失(SBO)と同時に機能喪失	SBOにより電動補助給水ポンプが停止。タービン動補助給水ポンプには期待しない。
2次系強制冷却開始(主蒸気大気放出弁開)	原子炉手動停止から445分後 (全交流電源喪失から70分後)	S G仮設中圧ポンプ準備完了時間に弁の操作時間10分を加えた時間を設定。(全交流電源喪失後に操作現場に移動したのち、S G仮設中圧ポンプ準備完了の連絡を現場で受けてからの手動操作を想定)
S G仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水	蒸気発生器2次側圧力 3.0MPa[gage]にて注入開始	設備の仕様から設定



高浜1, 2号機 対応手順と事象進展

※これ以外の主要解析条件は原子炉設置変更許可申請書 添付書類十 全交流電源喪失(RCPシールLOCAが発生しない場合)と同様

(2) 高浜1, 2号機の事象進展

原子炉の手動停止後、補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水及び主蒸気大気放出弁による1次系温度の維持により高温停止状態を維持する。45分後（火山噴火から60分後）に発生する外部電源喪失以降も、非常用ディーゼル発電機からの給電により高温停止状態を維持する。375分後（火山噴火から390分後）に非常用ディーゼル発電機が停止することにより全交流動力電源喪失および補助給水機能喪失が発生するが、445分後（火山噴火から460分後）に主蒸気大気放出弁による2次系強制冷却を開始することで蒸気発生器の圧力が低下し、SG仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水は約461分後から開始される。それまでの約86分間は蒸気発生器への注水が停止するが、**SG仮設中圧ポンプによる注水の効果により、蒸気発生器の水位は約21%以上に保たれる。**

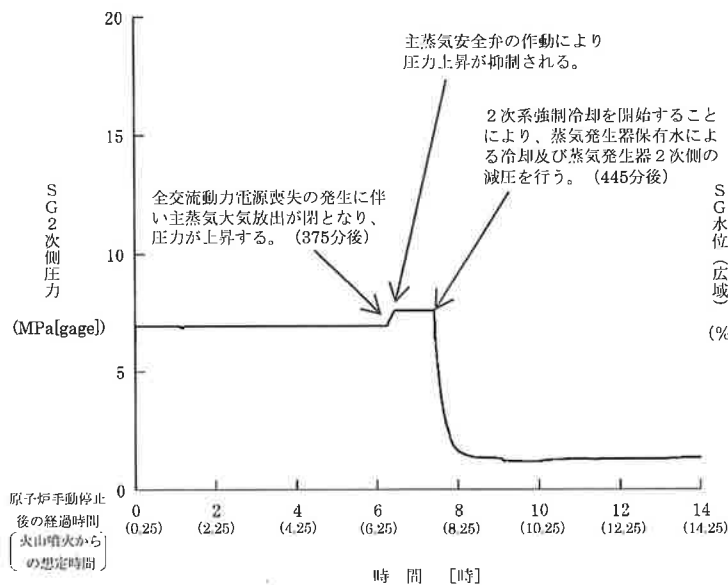


図1 SG 2次側圧力

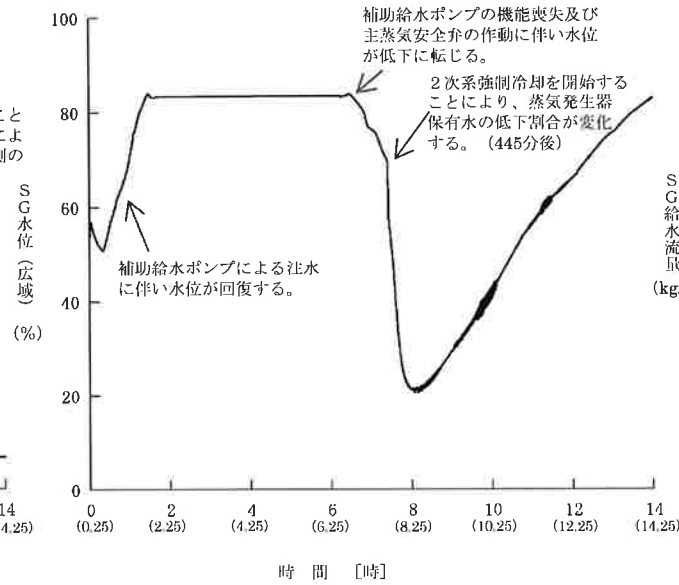


図2 SG水位 (広域)

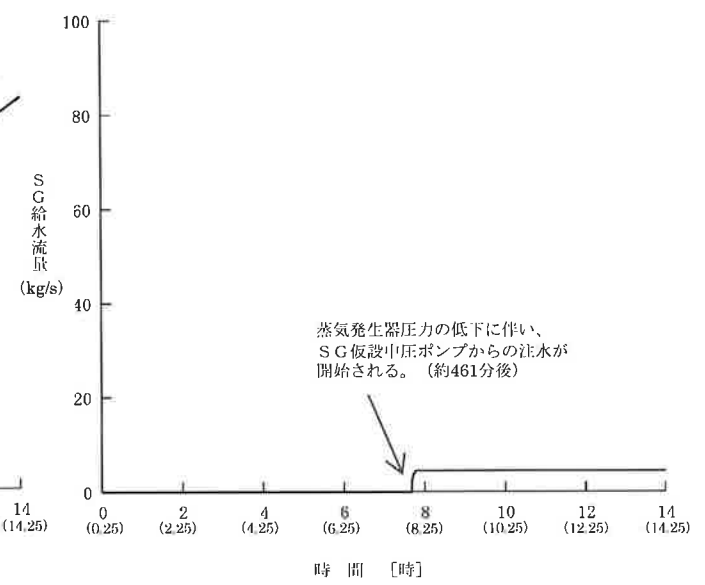


図3 SG給水流量

(2) 高浜1, 2号機の事象進展 (続き)

S G仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水により蒸気発生器2次側の保有水が確保できること、1次系の保有水が十分確保されていること、主蒸気安全弁の作動及び主蒸気大気放出弁による2次系強制冷却により1次系の自然循環が維持されることから、継続的な炉心冷却が可能であり、炉心の著しい損傷を防止できる。

以降は、1次系圧力1.7MPa[gage]にて蓄圧タンク出口弁を閉止し、1次系温度170℃、1次系圧力0.7MPa[gage]の状態まで減温・減圧し、安定停止状態に移行する。

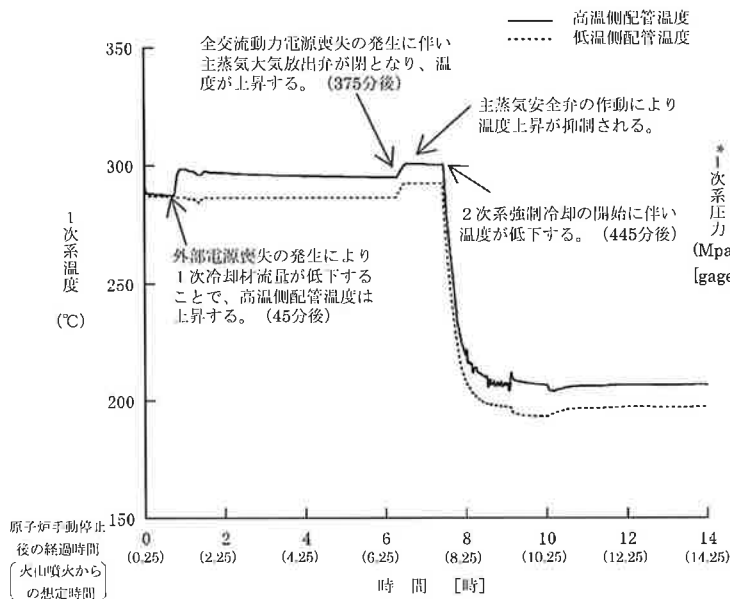


図4 1次系温度

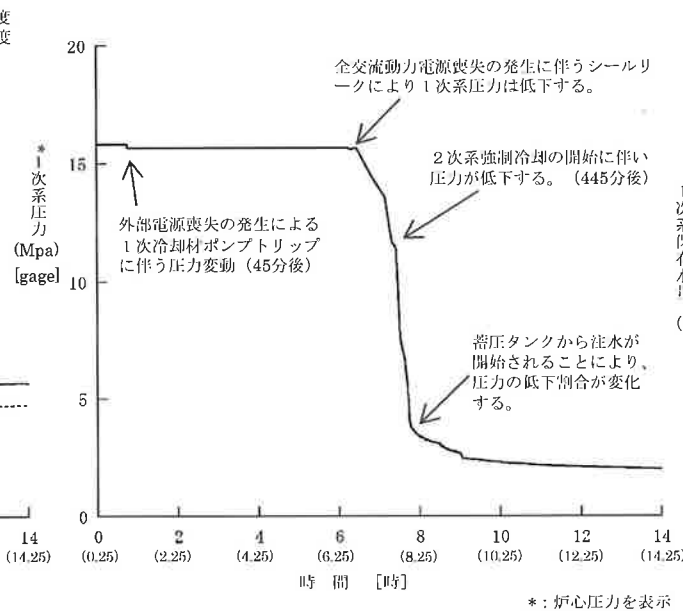


図5 1次系圧力

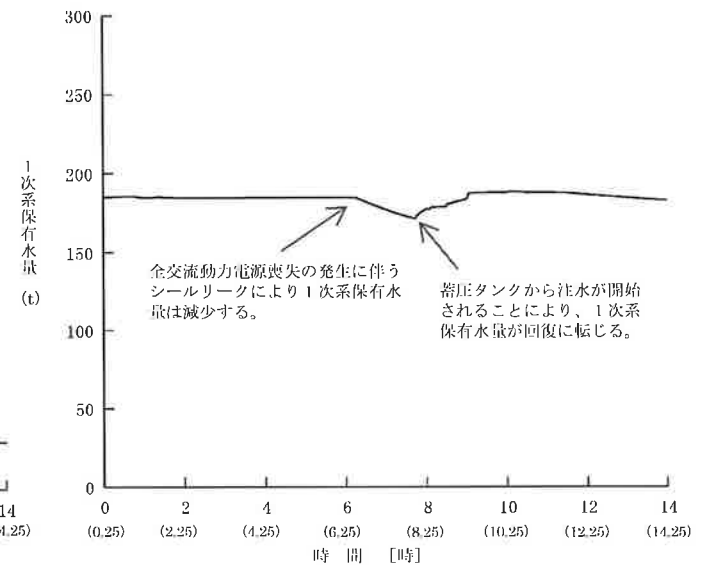


図6 1次系保有水量

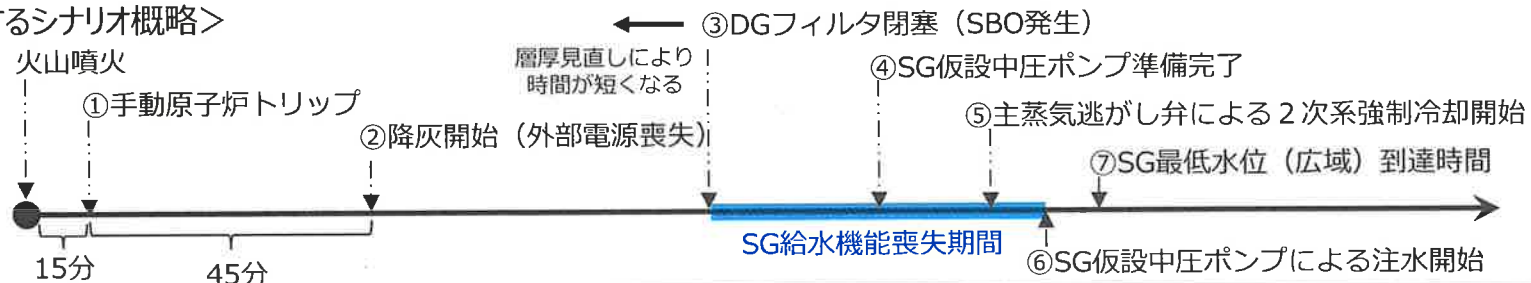
蒸気発生器注水による炉心冷却成立性の確認結果の比較

参考10

蒸気発生器注水による炉心冷却の解析においては、見直し後の層厚にてDG改良型フィルタ閉塞時間（基準捕集量到達時間の1/2）が早まることによりSBOが早まるため、考慮すべき崩壊熱が増加する。

層厚見直し前後で実施した、蒸気発生器注水による炉心冷却成立性の確認結果の比較を以下の表に示す。

＜想定するシナリオ概略＞



項目	美浜3号機			高浜1, 2号機		
	層厚見直し前	層厚見直し後		層厚見直し前	層厚見直し後	
	解析評価	概略推定※1	解析評価	解析評価	概略推定※1	解析評価
想定層厚	15cm	22cm	←	25cm	27cm	←
①原子炉手動トリップ	0秒	0秒	←	0秒	0秒	←
②降灰開始 (外部電源喪失)	45分	45分	←	45分	45分	←
③DGフィルタ閉塞 (SBO発生) (比例計算等による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	105分 (③-②=60分)	90分 (③-②=45分)	←	445分 (③-②=400分)	395分 (③-②=350分)	375分 (③-②=330分)
④SG仮設中圧ポンプ準備完了	125分	115分	←	505分	455分	435分
⑤主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却開始	135分 (⑤-③=30分)	125分 (⑤-③=35分)	←	515分 (⑤-③=70分)	465分 (⑤-③=70分)	445分 (⑤-③=70分)
⑥SG仮設中圧ポンプによる注水開始	約158分 (⑥-③=53分)	— (解析未実施)	約147分 (⑥-③=57分)	約531分 (⑥-③=86分)	— (解析未実施)	約461分 (⑥-③=86分)
⑦SG最低水位 (広域) 到達時間	約176分	— (解析未実施)	約169分	約552分	— (解析未実施)	約489分
SG最低水位 (広域)	約23%	約18%程度	約20%	約22%	約21%程度	約21%

※1：エンタルピ評価による概略推定。(2020.10.20審査会合)

解析結果に対する解析条件の不確かさの影響評価として、①炉心崩壊熱、②起因事象、③原子炉手動停止後の対応、④安全機能の喪失に対する仮定、⑤補助給水機能の喪失に対する仮定、⑥2次系強制冷却開始(主蒸気逃がし弁開)及び⑦SG仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水それぞれの条件種別(初期条件、事故条件、操作条件及び機器条件)に関連する不確かさが評価結果に与える影響を確認した結果、不確かさを考慮した場合、蒸気発生器水位に対する余裕が大きくなることを確認した。

以下に、美浜3号機の場合の影響評価結果を示すが、高浜1,2号機でも同様の結果となる。

<解析条件の不確かさの影響評価結果(初期条件、事故条件)>

①炉心崩壊熱

現実的な崩壊熱を用いた場合、解析条件として設定している崩壊熱より小さくなるため、蒸気発生器水位は高めに推移する。

②起因事象、④安全機能の喪失に対する仮定

DGフィルタの捕集容量を現実的に考えると、SBO発生時刻は想定より遅れる。このように、現実的な条件で起因事象や安全機能の喪失を仮定した場合、事象進展が緩やかになるため、崩壊熱の低下により蒸気発生器水位は高めに推移する。

⑤補助給水機能の喪失に対する仮定

SBO発生と同時に電動補助給水ポンプは停止する。また、タービン動補助給水ポンプに期待しないことは前提条件である。従って、不確かさはない。

なお、さらなる考察のため、仮にタービン動補助給水ポンプがある期間使用できる場合も考えると、その期間は補助給水が停止しないことから、事象進展が緩やかになるため、蒸気発生器水位は高めに推移する。

・運転員等操作時間に与える影響：

①②④⑤蒸気発生器水位が起点の運転員等操作はないため、運転員等操作時間に与える影響はない。

・評価結果に与える影響：

①②④⑤蒸気発生器水位は高めに推移するため、評価結果の余裕は大きくなる。

<解析条件の不確かさの影響評価結果（操作条件）>

③原子炉手動停止後の対応

原子炉手動停止を起点とし、全交流動力電源喪失の発生までの間、高温停止状態を維持する操作であることから、評価結果に与える影響はない。

⑥ 2次系強制冷却開始(主蒸気逃がし弁開), ⑦ S G 仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水

S G 仮設中圧ポンプの準備操作完了を受けて、主蒸気逃がし弁開操作を開始する。主蒸気逃がし弁の開放による2次系強制冷却開始後、S G 2次側が既定の圧力まで減圧されれば、S G 仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水が開始される。

S G 仮設中圧ポンプの準備操作及び主蒸気逃がし弁開操作のそれぞれの操作時間は実際には短くなることを訓練等で確認していることから、2次系強制冷却開始時間は、解析上の想定に対して早くなる。このため、S G 2次側減圧が早まり、S G 仮設中圧ポンプから蒸気発生器への注水が早期に開始されることから、評価結果の余裕は大きくなる。

・要員の配置による他の操作に与える影響：

③と⑥の運転員操作は全交流動力電源喪失発生を起点に切り替わる操作であり、作業は重複しない。
また⑦は、③⑥と異なる緊急安全対策要員による操作であり、作業は重複しない。
従って、要員の配置による他の操作に与える影響はない。

・評価結果に与える影響：

③は評価結果に与える影響はない。

⑥⑦は蒸気発生器への注水が早期に開始されるため、評価結果の余裕は大きくなる。

<解析条件の不確かさの影響評価結果（機器条件）>

⑦ S G 仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水

設備仕様から設定していることから不確かさはない。

・運転員等操作時間に与える影響／評価結果に与える影響：

不確かさはないため、与える影響はない。

【No. 3 - 1】 審査会合におけるご指摘事項の回答

参考13

設置許可申請書本文の確認結果

【美浜3号機の例】

号※1	号名	記載概要	①	②	③	記載例※2、※3
一～四	—	・代表者名、住所、原子炉の型式、熱出力等	—	—	—	火山に関連する記載なし。
五	発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備	・敷地面積、形状、施設の位置及び構造等	—	—	—	—
五	イ 発電用原子炉施設の位置	・主要な発電用原子炉施設の位置とそれに対して考慮すべき事項 (離隔距離、飛来物、積雪、降灰等)	無	有	無	②その他自然現象による影響(…、降灰)を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確認するため、障害物を除去可能なブルドーザ及び油圧ショベルを保管及び使用する。
	ロ 発電用原子炉施設の一般構造	・安全施設に対して考慮する自然現象(風、竜巻、凍結、火山等) ・安全機能を損なうことのない設計(火山であれば荷重、閉塞、摩耗、腐食等)	有	無	有	①安全施設は、発電所の運用期間中において発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した最大層厚10cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm ³ (乾燥状態)～1.5g/cm ³ (湿潤状態)の降下火砕物に対し、… ③自然現象の組合せにおいては、風(台風)、積雪及び火山の影響による荷重の組合せを設計上考慮する。
六～九	—	・工事計画、核燃料の種類、年間予定使用量、使用済燃料の処分、放射線管理等	—	—	—	火山に関連する記載なし。
十	発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項	・運転時の異常な過渡変化、設計基準事故、重大事故等	—	—	—	—
十	八 重大事故に至るおそれがある事故(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。)又は重大事故	・アクセスルート確保のために想定する自然現象 ・アクセスルート確保のための手順	無	有	有	②アクセスルート上の…、降灰については、ブルドーザによる撤去を行う。なお、想定を上回る積雪、降灰が発生した場合は、除雪、除灰の頻度を増加させることにより対処する。 ③屋外及び屋内アクセスルートは、自然現象に対して…、火山の影響、…を考慮する。

※1：抜粋した項目以外で火山に関連する記載なし。

※2：2020.1.29許可時点の記載例

※3：「…」は文章を割愛した箇所

①：火山事象に関する定量的な記載及び火山事象の影響を受ける定量的な記載

②：層厚変更によって詳細設計における評価結果、手順等が影響を受けるが、記載の変更を伴わないもの

③：火山の評価概要、各施設・設備の設計方針等の定性的な記載で層厚変更の影響を受けないもの

Kansai Electric Power Co., Inc.

【No. 3 - 1】 審査会合におけるご指摘事項の回答

参考14

設置許可申請書添付書類の確認結果

【美浜3号機の例】

添付書類※1	目次	記載概要	①	②	③	記載例※2、※3
一～七、九	—	・使用の目的、資金、気象・地盤、放射線の管理等	—	—	—	火山に関連する記載なし。 (添付書類六は、施設側の記載に影響はないが、ハザード側で記載内容の変更あり。)
八	発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書		—	—	—	—
1 安全設計	1.1	安全設計の方針	無	有	有	②屋外アクセスルートに対する…、その他自然現象による影響（…降灰）を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確認するため、障害物を除去可能なブルドーザ2台（予備1台）及び油圧ショベル1台（予備1台）を保管及び使用する。 ③安全施設は、発電所敷地で想定される…、火山の影響、…又はその組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なうことのない設計とする。
	1.5	火災防護に関する基本方針	無	無	有	③原子炉施設では、自然現象として、…、火山の影響、森林火災、…が想定される。
	1.8	火山防護に関する基本方針	有	有	有	①地質調査結果に文献調査結果も参考にして、美浜発電所の敷地において考慮する火山事象としては、「添付書類六 7.火山」に示すとおり、最大層厚10cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm ³ （乾燥状態）～1.5g/cm ³ （湿潤状態）の降下火砕物を設計条件として設定する。 ②降灰が確認された場合には、建屋や屋外の構築物等に長期間降下火砕物の荷重を掛け続けにくいこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、防護対象施設等に堆積した降下火砕物の除灰を実施する。 ③安全施設は、火山事象に対して、原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能（以下「安全機能」という。）を損なうことのない設計とする。このため、「添付書類六 7.火山」で評価し抽出された発電所に影響を及ぼし得る火山事象である降下火砕物による直接的影響及び間接的影響について評価を行うとともに、降下火砕物により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。
	1.11	原子炉設置変更許可申請に係る安全設計の方針	・設置許可基準規則に対する適合（第六条 外部からの衝撃による損傷の防止等への適合方針）	無	有	有
6	6.10	制御室	無	無	有	③中央制御室にて同時にもたらされる環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失及び外部火災に伴うばい煙や有毒ガス、降下火砕物並びに有毒ガス）を想定しても安全施設を容易に操作することが可能なように設計する。

※1：抜粋した項目以外で火山に関連する記載なし。

※2：2020.1.29許可時点の記載例

※3：「…」は文章を割愛した箇所

①：火山事象に関する定量的な記載及び火山事象の影響を受ける定量的な記載

②：層厚変更によって詳細設計における評価結果、手順等が影響を受けるが、記載の変更を伴わないもの

③：火山の評価概要、各施設・設備の設計方針等の定性的な記載で層厚変更の影響を受けないもの

【No. 3 - 1】 審査会合におけるご指摘事項の回答

参考15

設置許可申請書添付書類の確認結果

【美浜3号機の例】

添付書類※1	目次	記載概要	①	②	③	記載例※2、※3
+	変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書	・運転時の異常な過渡変化、設計基準事故、重大事故等	-	-	-	-
5	5.1 重大事故等対策	・アクセスルート確保のために想定する自然現象 ・アクセスルート確保のための手順	無	有	有	②屋外アクセスルートに対する、…、その他の自然現象による影響（…降灰）を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なアクセスルートを確保するため、障害物を除去可能なブルドーザ2台（予備1台）及び油圧ショベル1台（予備1台）を保管及び使用し、それを運転する要員を確保する。 ③屋外及び屋内アクセスルートは、自然現象に対して…、火山の影響、…を考慮する。
	5.2 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応における事項	・可搬型設備等による対応、大規模損壊発生時の手順、体制の整備	有	有	有	①設計想定である10cmの降灰を超えるような降灰が発生する可能性は低い、設計想定である10cmを超える規模を想定する。 なお、火山（降灰）は事前に予測し、除灰等の必要な安全措置を講じることができる。 ②降雪、火山活動及び降灰によって、送電系統の異常等による外部電源喪失が発生する可能性がある。ただし、これらの自然災害2事象については、事前に予測し、要員を確保して除雪及び除灰等の必要な安全措置を講じることにより、プラントの安全性に影響を与える可能性は低い。 ③火山（降灰）と豪雪(降雪)との重畳による影響は、豪雪（降雪）での評価に包含される。

※1：抜粋した項目以外で火山に関連する記載なし。
 ※2：2020.1.29許可時点の記載例
 ※3：「…」は文章を割愛した箇所

①：火山事象に関する定量的な記載及び火山事象の影響を受ける定量的な記載
 ②：層厚変更によって詳細設計における評価結果、手順等が影響を受けるが、記載の変更を伴わないもの
 ③：火山の評価概要、各施設・設備の設計方針等の定性的な記載で層厚変更の影響を受けないもの