

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8月20日

○前回審査会合（2020年7月21日）でのご説明事項

①大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴う層厚変更によって、以下の施設で**審査対象となる施設・運用**を抽出

- ・設計基準対象施設
- ・重大事故等対処施設
- ・特定重大事故等対処施設
- ・実用炉規則第八十三条の第一号で使用する施設

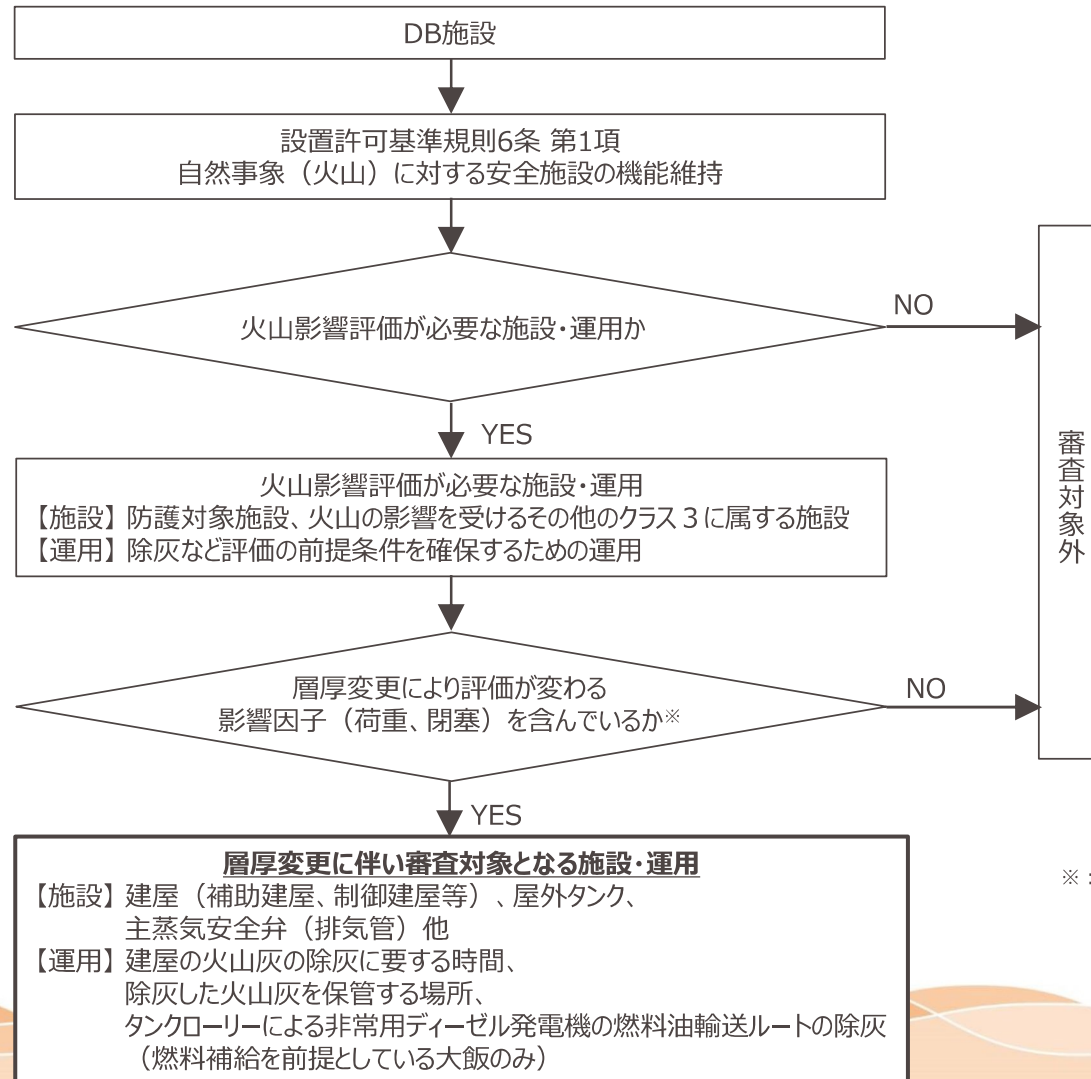
②層厚変更に伴い審査対象となる施設・運用に対して、「**成立性確認**」の結果を設置許可の審査に併せてご説明し、**設工認の変更申請を伴わない施設・運用の「詳細設計」**は、設置許可の審査に併せて**評価結果**をご説明。

③層厚変更に伴い再評価が必要となる「**非常用ディーゼル発電機の改良型フィルタ取替**」の運用の**詳細設計**のうち、**美浜3号機及び高浜1, 2号機の運用**は保安規定上の手順変更を伴わないため、設置許可の審査に併せて、ご説明。 なお、この運用の詳細設計は、**必要な試験・評価の結果が得られた段階**で、ご説明。

○今回、前回の審査会合で抽出した**層厚変更に伴い審査対象となる施設・運用の「成立性確認」の結果**、及び**設工認の変更申請を伴わない施設・運用の「詳細設計」の評価結果**をお示しする。

なお、2019.10.15審査会合でのご指摘事項4件のうち、前回審査会合での未回答分2件は、上記の説明に併せ、回答する。

下記のフロー図（2020年7月21日審査会合資料の再掲）から抽出した**設計基準対象施設**（以下、「DB施設」という。）の**審査対象となる施設・運用**について、次頁以降に成立性確認の結果及び詳細設計の評価結果を示す。



※：「荷重」、「閉塞」、「腐食」、「摩耗」、「大気汚染」、「絶縁低下」の内、層厚変更により評価が変わる影響因子は、「荷重」、「閉塞」

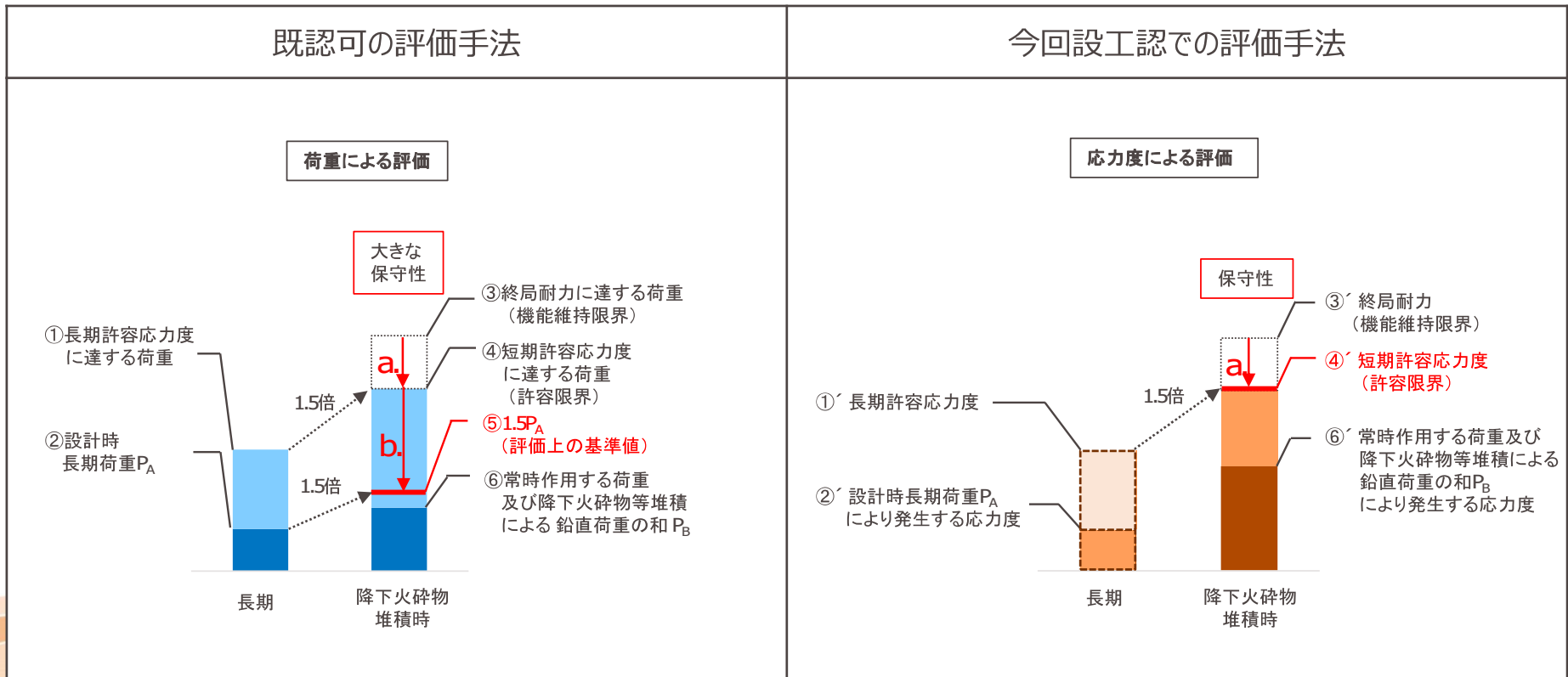
大山生竹テフラの噴出規模見直しに伴い実施する建物・構築物の評価（以下、今回設工認での評価）は、至近の審査実績を踏まえ**評価手法を変更**することとした。

よって、まず評価手法の変更内容を示し、次に、設置許可時点での成立性確認を示す。

（1）既認可の評価手法と今回設工認での評価手法の比較

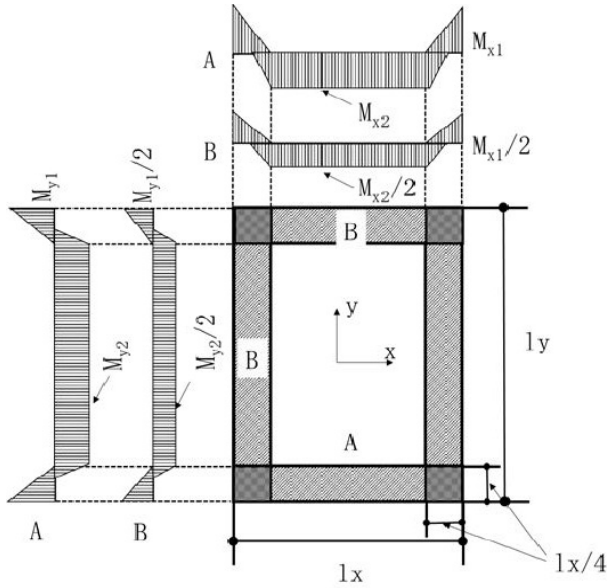
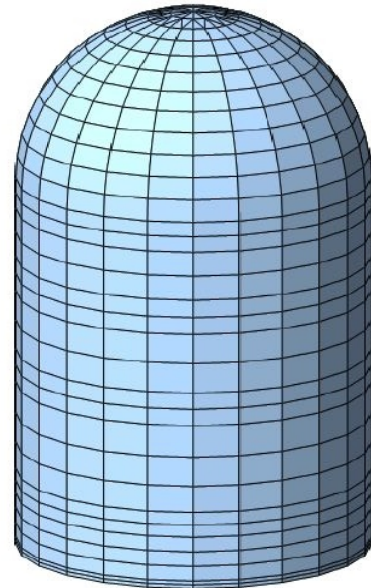
部材毎に、常時作用する荷重及び降下火砕物等堆積による鉛直荷重の和により発生する応力が、短期許容応力度（許容限界）を超えないことを評価する。

なお、既認可の評価手法と今回設工認での評価手法は計算過程は異なるが、常時作用する荷重及び降下火砕物等（降下火砕物及び雪）堆積による鉛直荷重により部材に発生する応力等が許容限界とする短期許容応力度を超えないことを確認するという点では同じである。



（2）設工認における具体的な評価手法

今回設工認での応力度による評価手法については、**規準に基づく手法**又は既認可の耐震計算にて**使用実績がある手法**を用いる。

平屋根	ドーム屋根
<p>規準に基づく手法を用いて算出した応力が許容限界を超えないことを確認する。</p>  <p>「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会、2005）」より</p>	<p>既認可の耐震計算で使用実績のある3次元FEMモデルを用いた応力解析により算出した応力が許容限界を超えないことを確認する。</p>  <p>「平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機工事計画の資料13-17-7-5「外部しゃへい建屋の耐震計算書」」より</p>

（3）DB施設建屋の設置許可における成立性確認

DB施設のうち安全施設を内包する建物・構築物に対して、**荷重又は応力度**による**評価手法**において発生値＝許容値となるよう算出した**許容層厚（最小値）**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。**

各プラントの成立性確認結果については、下表のとおりである。

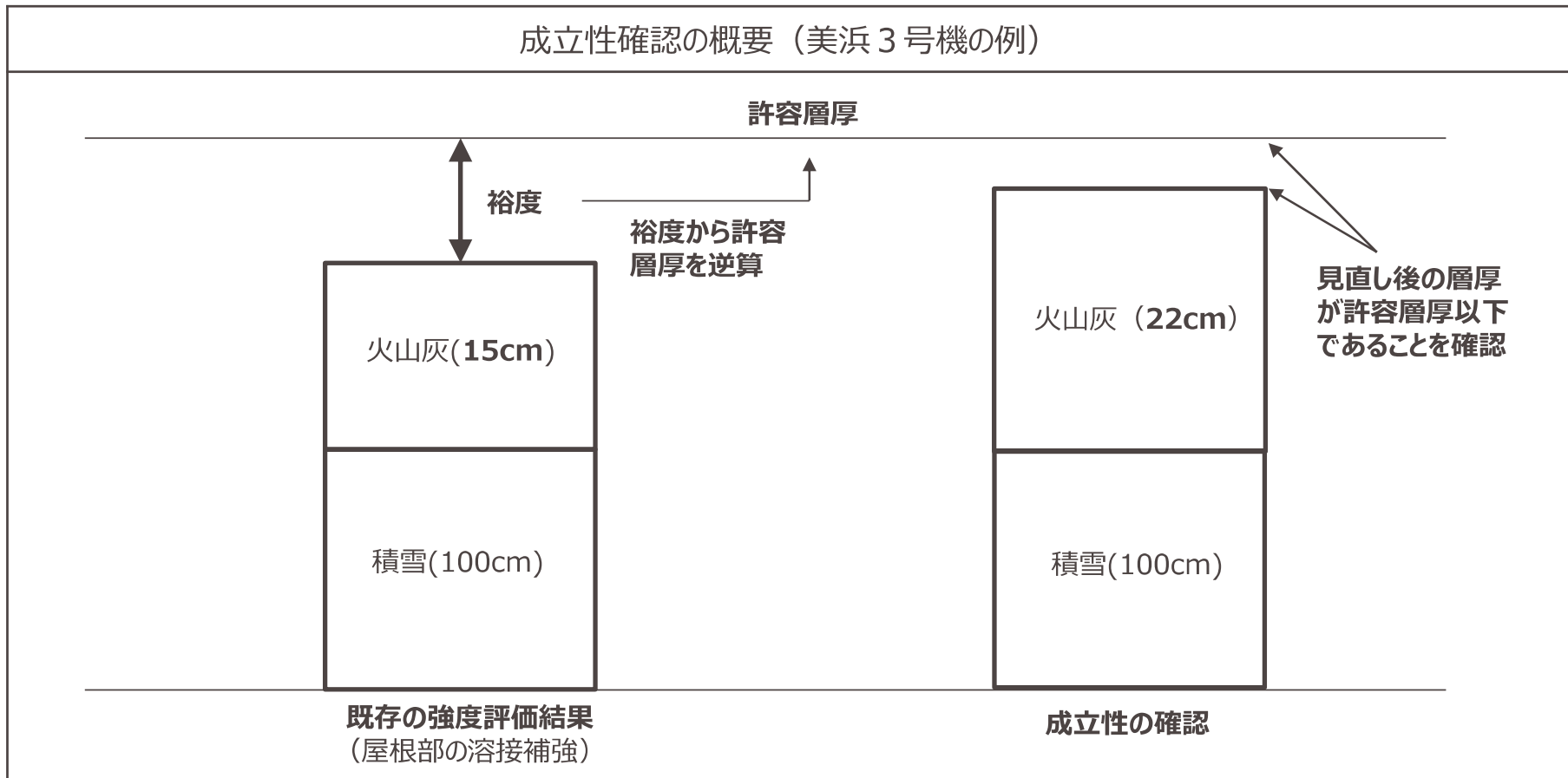
プラント	建屋	見直し後の層厚	許容層厚 (最小値)	成立性確認
美浜3号機	燃料取扱建屋	22cm	32cm ※1	○
高浜1, 2号機	原子炉補助建屋 制御建屋	27cm	39cm ※1	○
高浜3, 4号機	燃料取扱建屋	27cm	46cm ※1	○
大飯3, 4号機	原子炉周辺建屋	25cm	31cm ※2	○

※1 「応力度による評価」で算出した許容層厚の最小値

※2 「荷重による評価」で算出した許容層厚の最小値

（1）成立性確認の概要

既存の強度評価結果の裕度を用いて、タンク屋根部の許容層厚を逆算し、見直し後の層厚が許容層厚以下であることを確認する。
成立性確認の概要を下図に示す。



（2）成立性確認の結果

評価対象である復水タンク、燃料取替用水タンクの許容層厚は、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。

各プラントの成立性確認結果については、下表のとおりである。

①復水タンク

プラント	見直し後の層厚	許容層厚	成立性確認
美浜 3 号機	22cm	29.7cm	○
高浜 1, 2 号機	27cm	72.7cm	○
高浜 3, 4 号機	27cm	40.7cm	○

注記：大飯 3, 4 号機の復水ピットは、建屋内にある。

②燃料取替用水タンク

プラント	見直し後の層厚	許容層厚	成立性確認
美浜 3 号機	22cm	22.7cm	○
高浜 1・2 号機	27cm	28.6cm	○

注記：高浜 3, 4 号機の燃料取替用水タンク及び大飯 3, 4 号機の燃料取替用水ピットは、建屋内にある。

(1) 評価方法

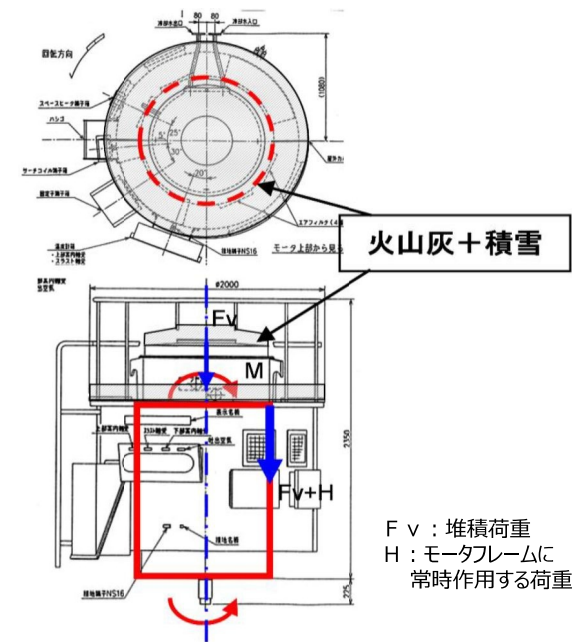
火山灰が堆積した場合に、堆積荷重が厳しい条件となる海水ポンプモータフレームについて、健全性に影響がないことを評価する。

なお、想定する堆積荷重は、降雪の影響も考慮し、火山灰と積雪の組合せも考慮する。

(2) 評価結果

火山灰（積雪）が堆積した場合に上部に位置し荷重の影響や運転状態でのポンプの軸方向荷重の影響も受けるモータフレームにおいて、湿潤状態の火山灰と建築基準法における設計積雪の組み合わせによる堆積荷重により発生する応力に対し、JEAG4601-1987の「その他支持構造物」におけるⅢ_Aに基づく許容応力と比較し、いずれも**十分な裕度**を有しており、**機能に影響を及ぼすことはない**。

各プラントの評価結果については、下表のとおりである。



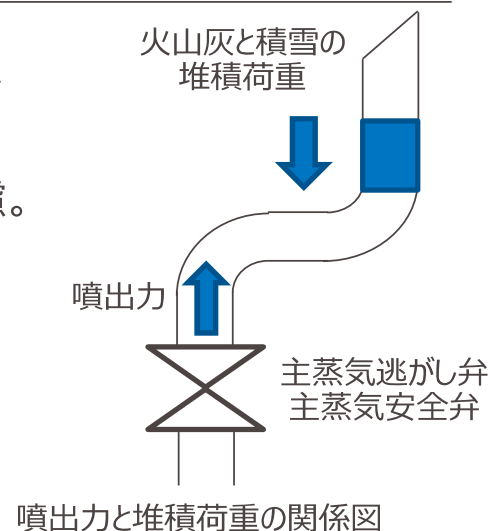
海水ポンプモータフレーム構造図

プラント	見直し後の層厚 [cm]	モータフレーム に生じる応力	算定応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	評価結果
美浜3号機	22	曲げ応力	16	282	17	○
		圧縮応力	8	244	30	○
高浜1, 2号機	27	曲げ応力	17	282	16	○
		圧縮応力	9	244	27	○
高浜3, 4号機	27	曲げ応力	7	282	40	○
		圧縮応力	5	244	48	○
大飯3, 4号機	25	曲げ応力	12	282	23	○
		圧縮応力	6	244	40	○

(1) 評価方法
 評価対象である主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁の出口配管内に火山灰が侵入し、配管を閉塞させた場合を評価する。
 想定する堆積荷重は、降雪の影響も考慮し、火山灰と積雪の組合せも考慮。

(2) 評価結果
 火山灰が直接配管内に侵入し、仮に配管を閉塞させた場合でも、火山灰と積雪の組み合わせ荷重よりも主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁の噴出力が**十分大きい**ことから、主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁の機能に影響を及ぼすことはない。

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主蒸気逃がし弁

プラント	見直し後の層厚[cm]	堆積荷重[kg]	噴出力 [kg]	評価結果
美浜 3号機	22	24	1,395	○
高浜 1, 2号機	27	42	1,530	○
高浜 3, 4号機	27	16	1,530	○
大飯 3, 4号機	25	15	1,360	○

②主蒸気安全弁

プラント	見直し後の層厚[cm]	堆積荷重[kg]	噴出力[kg]	評価結果
美浜 3号機	22	24	24,644	○
高浜 1, 2号機	27	26	24,644	○
高浜 3, 4号機	27	26	24,644	○
大飯 3, 4号機	25	54	58,809	○

(1) 評価方法

火山灰は30日を目途に速やかに除灰することから、建屋の火山灰の除灰に要する時間を国交省の土木工事の基準を用いて評価する。

(2) 評価結果

下表に示すとおり全てのプラントにおいて、**30日以内に除灰することが可能**である。

プラント	見直し後の層厚	除灰に要する時間	評価結果
美浜 3号機	22cm	約13日	○
高浜 1, 2号機	27cm	約16日	○
高浜 3, 4号機	27cm	約23日	○
大飯 3, 4号機	25cm	約24日	○

<美浜 3号機の例>

項 目		評価諸元
① 堆積面積 (m ²)	補助建屋	約3,000m ²
	中間建屋	約1,200m ²
	燃料取扱建屋	約700m ²
	制御建屋	約600m ²
	ディーゼル建屋	約450m ²
	合計	約5,950m ²
② 堆積厚さ (m)		0.22m
③ 堆積量 = ①×② (m ³)		約1,309m³
④ 1m ³ 当たりの作業人工※ (人/日)		0.39人/日

※ 「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・m³×③1,309m³ = **約511人日**

【作業日数】

・作業人数：**42人** (6人/組×7組)

<内訳> 補助建屋 (3組)、中間建屋 (1組)、燃料取扱建屋 (1組)、制御建屋 (1組)、ディーゼル建屋 (1組) [計7組]

・所要日数：**約 13日**

(1) 評価方法

発電所の重要安全施設やS A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

下表に示すとおり全てのプラントについて、灰置場として**十分な集積容量がある**。

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
美浜3号機	22cm	約1,351m ³		約2,200m ³	○
高浜1, 2号機	27cm	約2,679m ³	合計 約6,594m ³	約7,380m ³	○
高浜3, 4号機	27cm	約3,915m ³			
大飯3, 4号機	25cm	約4,250m ³		約4,300m ³	○

<美浜3号機の例>

火山灰の除去が必要な施設の屋根部に堆積する火山灰の量

項目	建屋	屋外タンク	合計
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・補助建屋 ・燃料取扱建屋 ・中間建屋 ・ディーゼル建屋 ・制御建屋 	<ul style="list-style-type: none"> ・復水タンク ・燃料取替用水タンク 	—
面積	約5,950m ²	約190m ²	約6,140m ²
降灰量 (層厚22cm)	約1,309m ³	約42m ³	約1,351m ³



（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、**アクセスルートを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）

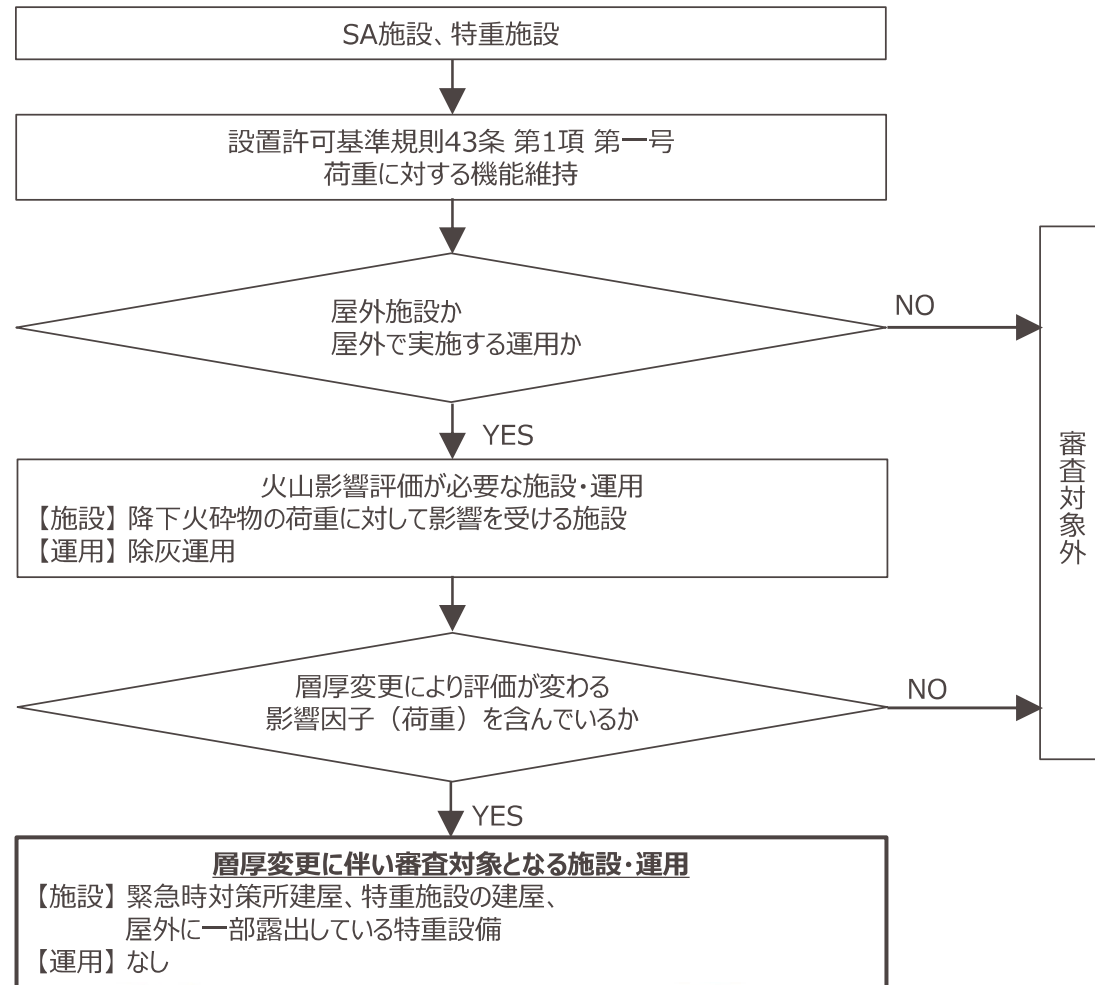
表 アクセスルートの復旧に要する概算時間の算出結果

ルート番号	総距離(m)	0.7km/hにて復旧する距離(m)	2km/hにて復旧する距離(m)	時間(分)	合計時間(分)
①→②	665	665	0	57	57
②→③	379	297	82	28	85
③→④	695	553	142	51	136
④→⑤	684	404	280	44	180
⑤→⑥	449	366	83	34	214
⑥→①	1051	812	239	77	291



層厚変更に伴い審査対象となる 重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設

下記のフロー図（2020年7月21日審査会合資料の再掲）から抽出した**重大事故等対処施設**（以下、「SA施設」という。）及び**特定重大事故等対処施設**（以下、「特重施設」という。）の**審査対象となる施設**について、次頁以降に成立性確認の結果を示す。



(1) 評価方法

緊急時対策所建屋については、応力度による評価方法により、静的荷重評価における成立性を確認する。

(2) 成立性確認の結果

緊急時対策所建屋の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。

各プラントの成立性確認結果については、下表のとおりである。

プラント	見直し後の層厚	許容層厚	成立性確認
美浜 3 号機	22cm	100cm以上	○
高浜 1, 2, 3, 4 号機	27cm	100cm以上	○
大飯 3, 4 号機	25cm	100cm以上	○

(1) 評価方法

特重施設建屋については、荷重による評価手法により、静的荷重評価における成立性を確認する。

(2) 成立性確認の結果

特重施設建屋の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。

各プラントの成立性確認結果については、下表のとおりである。

プラント	見直し後の層厚	許容層厚	成立性確認
美浜 3 号機	22cm		○
高浜 1, 2 号機	27cm		○
高浜 3, 4 号機	27cm		○
大飯 3, 4 号機	25cm		○

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。

(1) 評価方法

既存の強度評価結果の裕度を用いて、屋外に一部露出している特重設備の許容層厚を逆算し、見直し後の層厚が許容層厚以下であることを確認する。

なお、プラント間で評価に有意な影響を及ぼすような差がないことから、大飯3, 4号機の構造を代表モデルとし、見直し後の層厚として最も大きい層厚である27cmを考慮する。

(2) 成立性確認の結果

屋外に一部露出している特重設備の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。

成立性確認結果については、下表のとおりである。

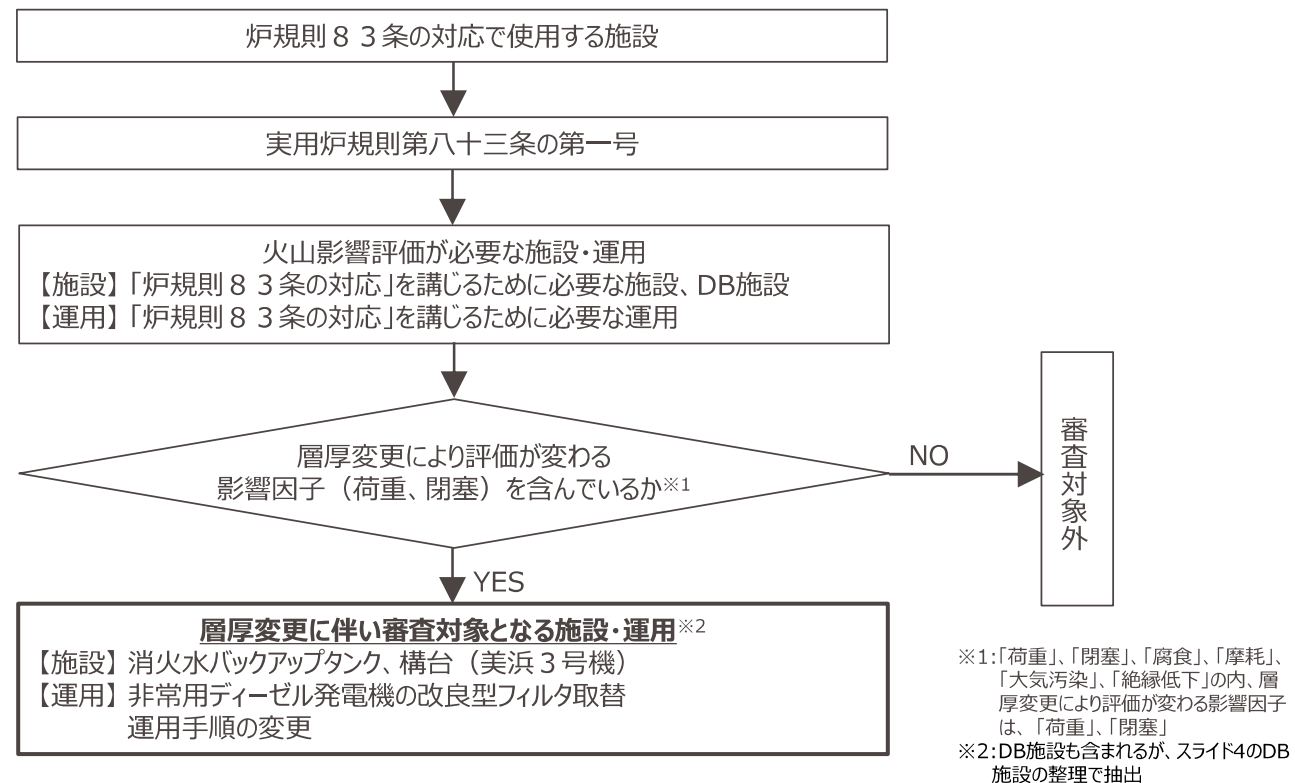
評価部位	見直し後の層厚	許容層厚	成立性確認
屋外露出部位	27cm		○

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。

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7月21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、次頁以降に成立性確認の結果を示す。

なお、今回は各プラントにおける成立性確認の結果を説明するが、**美浜 3 号機、高浜 1, 2 号機**の詳細設計の評価結果については、**試験結果が得られた段階**で改めて説明する。



(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、荷重の評価結果から**許容層厚を概算**し、既認可保安規定※の補足説明資料における荷重評価の成立性を確認する。

※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

(2) 成立性確認の結果

層厚変更に伴い審査対象となる施設の**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**。

各プラントの成立性確認結果については、下表のとおりである。

プラント	施設※	見直し後の層厚	許容層厚	成立性確認
美浜 3 号機	消火水タンク	22cm	100cm以上	○
	構台	22cm	100cm以上	○
高浜 1, 2 号機	消火水バックアップタンク	27cm	100cm以上	○
高浜 3, 4 号機	消火水バックアップタンク	27cm	100cm以上	○
大飯 3, 4 号機	消火水バックアップタンク	25cm	100cm以上	○

※炉規則 8 3 条の対応で使用する施設のうち D B 施設については、D B 施設側で成立性を評価する。

（1）評価方法

非常用ディーゼル発電機（以下、D/Gという。）改良型フィルタのこれまでの試験結果から、見直し後の層厚によるフィルタ取替運用の成立性を確認する。

既許可の層厚（保安規定認可実績）での試験結果

プラント	層厚	試験濃度	基準捕集量※	基準捕集量到達時間	24時間の清掃回数	清掃試験
高浜3,4号機	10cm	1.4g/m ³	50,000g/m ²	181分	5回	30秒間の叩き清掃後に、フィルタ差圧の回復を確認
大飯3,4号機	10cm	1.44g/m ³	50,000g/m ²	207分	5回	30秒間の叩き清掃後に、フィルタ差圧の回復を確認

設置変更許可申請時の層厚での試験結果

プラント	層厚	試験濃度	基準捕集量※	基準捕集量到達時間	24時間の清掃回数	清掃試験
美浜3号機	15cm	2.63g/m ³	50,000g/m ²	137分	5回	30秒間の叩き清掃後に、フィルタ差圧の回復を確認
高浜1,2号機	25cm	3.5g/m ³	400,000g/m ²	828分	0回	-

※フィルタ性能試験の結果（許容差圧到達時間の捕集量）から保守的に設定

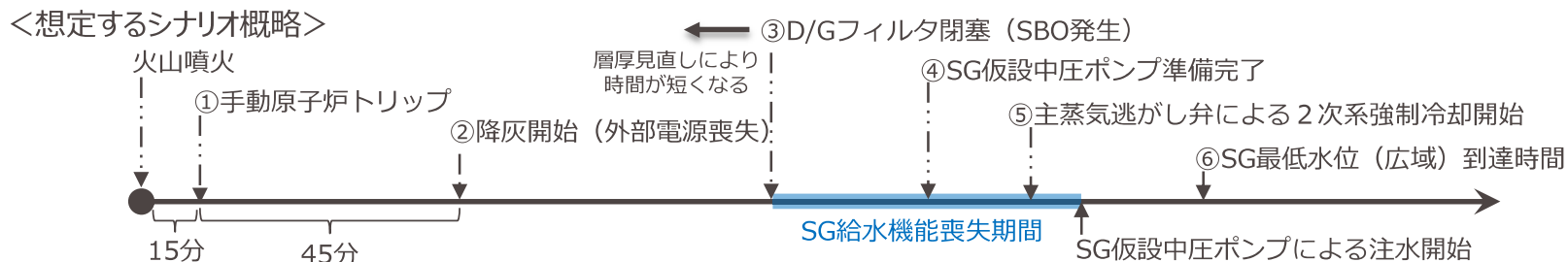
（2）成立性確認の結果

フィルタ試験の結果から、見直し後の層厚での試験濃度にて換算した結果、**フィルタ取替運用は成立する。**

プラント	層厚	試験濃度	基準捕集量 (仮設定)	基準捕集量到達時間 (比例計算)	24時間の清掃回数	成立性確認
高浜3,4号機	27cm	3.78g/m³	50,000g/m ²	67分	10回	基準捕集量到達時間が1/2.7と短くなり、清掃回数も2倍に増加するが、現状の試験結果から考察すると成立する。
大飯3,4号機	25cm	3.6g/m³	50,000g/m ²	82分	8回	基準捕集量到達時間が1/2.5と短くなり、清掃回数も1.6倍に増加するが、現状の試験結果から考察すると成立する。
美浜3号機	22cm	3.85g/m³	50,000g/m ²	93分	7回	基準捕集量到達時間が1/1.5と短くなり、清掃回数も1.4倍に増加するが、現状の試験結果から考察すると成立する。
高浜1,2号機	27cm	3.78g/m³	400,000g/m ²	766分	0回	基準捕集量到達時間が長く、層厚が増えても清掃が不要であるため、成立する。

（1）評価方法

蒸気発生器（以下、SGという。）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D/G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。今回は、D/G改良型フィルタ閉塞が早まった条件での成立性を確認する。



（2）成立性確認の結果

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も**SG 2次側の保有水量を確保**できる見込みであり、**炉心の著しい損傷に至らない**。（SG事象進展の例は参考7参照）

項目	高浜3, 4号機		大飯3, 4号機		美浜3号機		高浜1, 2号機	
	解析済み層厚条件	見直し後層厚条件	解析済み層厚条件	見直し後層厚条件	解析済み層厚条件	見直し後層厚条件	解析済み層厚条件	見直し後層厚条件
想定層厚	25cm※1	27cm	25cm※1	25cm	15cm	22cm	25cm	27cm
①原子炉手動トリップ	0秒	0秒	0秒	←	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	45分	45分	45分
③D/G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	80分 (③-②=35分)	75分 (③-②=30分)	85分 (③-②=40分)	←	105分 (③-②=60分)	90分 (③-②=45分)	445分 (③-②=400分)	395分 (③-②=350分)
④SG仮設中圧ポンプ準備完了	105分	105分	120分	←	125分	115分	505分	455分
⑤主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却開始	110分	110分	125分	←	135分	125分	515分	465分
⑥SG最低水位（広域）到達時間	約145分	— (解析未実施)	約170分	←	約176分	— (解析未実施)	約552分	— (解析未実施)
SG最低水位（広域）	約20%	約16%程度 ※2	約11%	←	約23%	約18%程度 ※2	約22%	約21%程度 ※2

※1：越畑地点の層厚25cmを想定した解析。

※2：エンタルピー評価による概略推定。

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	ご指摘事項	回答	スライド
1	工認、保安規定の変更方針を示すこと。	2020.7.21審査会合でご説明済み	—
2	申請中の他案件への影響を示すこと。	2020.7.21審査会合でご説明済み	—
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。	静的負荷に対する建物・構築物の評価手法は、 規準に基づく評価手法 又は既工認の耐震計算で使用実績のある FEMモデルを用いた評価手法 を用いる。	3,4
4	アクセスルート確保の対応方針を示すこと。	降灰時におけるアクセスルート確保の対応が必要となるのは、 大飯3,4号機のみ 。 理由は、降灰による間接的影響である外部電源喪失に対して、非常用ディーゼル発電機による 7日間の電源供給 を行うために、 タンクローリーによる燃料補給が必要 であり、燃料輸送で使用するアクセスルートの除灰に 要する時間 を評価する。 なお、 その他のプラント については、非常用ディーゼル発電機の 燃料油タンクの容量 で、 7日間の電源供給を行うことが可能 であることから、タンクローリーによる燃料補給は必要なく、降灰時にアクセスルートは使用しない。	12

参考資料

建屋の火山灰の除灰に要する時間評価

参考 1

<高浜 1, 2号機の例>

項目		評価諸元
①堆積面積 (m ²)	補助建屋 (1, 2号機)	約4100m ²
	燃料取扱建屋 (1, 2号機)	約1500m ²
	中間建屋 (1, 2号機)	約2100m ²
	ディーゼル建屋 (1, 2号機)	約1000m ²
	制御建屋 (1, 2号機)	約900m ²
	合計	約9600m ²
②堆積厚さ (m)		0.27m
③堆積量 = ①×② (m ³)		約2,592m³
④ 1 m ³ 当たりの作業人工※ (人/日)		0.39人/日

※ 「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・m³×③2,592m³ = **約1,011人日**

【作業日数 (試算例)】

・作業人数：**66人** (6人/組×11組)

<内訳>

補助建屋 (4組)、燃料取扱建屋 (2組)、中間建屋 (3組)、ディーゼル発電機建屋 (1組)、
制御建屋 (1組) [計11組]

・所要日数：**約 16日**

建屋の火山灰の除灰に要する時間評価

参考 2

<高浜 3, 4号機の例>

	項 目	評価諸元
①堆積面積 (m ²)	外周建屋 (3, 4号機)	約2,500m ²
	原子炉補助建屋 (共用)	約4,500m ²
	中間建屋 (3, 4号機)	約2,700m ²
	燃料取扱建屋 (3, 4号機)	約3,000m ²
	燃料取替用水タンク建屋 (3, 4号機)	約500m ²
	ディーゼル発電機建屋 (3, 4号機)	約1,000m ²
	合計	約14,000m ²
②堆積厚さ (m)		0.27m
③堆積量 = ①×② (m ³)		約3,780m³
④ 1 m ³ 当たりの作業人工* (人/日)		0.39人/日

※ 「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・m³×③3,780m³ = **約1,475人日**

【作業日数 (試算例)】

・作業人数：**66人** (6人/組×11組)

<内訳>

外周建屋 (2組)、原子炉補助建屋 (3組)、中間建屋 (2組)、燃料取扱建屋 (2組)、
燃料取替用水タンク建屋 (1組)、ディーゼル発電機建屋 (1組) [計11組]

・所要日数：**約23日**

建屋の火山灰の除灰に要する時間評価

参考 3

<大飯 3, 4号機の例>

項 目		評価諸元
①堆積面積 (m 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17,000m ²
②堆積厚さ (m)		0.25m
③堆積量 = ①×② (m ³)		約4,250m³
④ 1 m ³ 当たりの作業人工※ (人/日)		0.39人/日

※ 「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・m³×③4,250m³ = **約1,658人日**

【作業日数 (試算例)】

・作業人数：**72人** (6人/組×12組)

<内訳>

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12組]

・所要日数：**約24日**

除灰した火山灰を保管する場所の評価

参考 4

<高浜 1, 2号機の例>

火山灰の除去が必要な施設の屋根部に堆積する火山灰の量

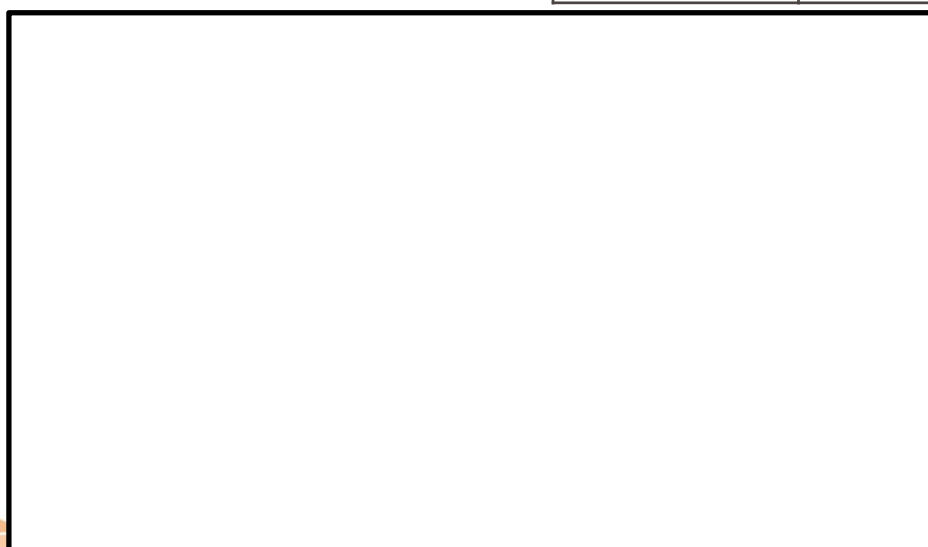
項目	建屋	屋外タンク	合計
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・補助建屋 (1,2号機) ・燃料取扱建屋 (1,2号機) ・中間建屋 (1,2号機) ・ディーゼル建屋 (1,2号機) ・制御建屋 (1,2号機) 	<ul style="list-style-type: none"> ・復水タンク (1,2号機) ・燃料取替用水タンク (1,2号機) 	—
面積	約9,600m ²	約320m ²	約9,920m ²
降灰量 (層厚27cm)	約2,592m ³	約87m ³	約2,679m ³

<高浜 3, 4号機の例>

火山灰の除去が必要な施設の屋根部に堆積する火山灰の量

項目	建屋	屋外タンク	合計
対象施設	<ul style="list-style-type: none"> ・外周建屋 (3,4号機) ・原子炉補助建屋 (共用) ・中間建屋 (3,4号機) ・燃料取扱建屋 (3,4号機) ・燃料取替用水タンク建屋 (3,4号機) ・ディーゼル発電機建屋 (3,4号機) 	<ul style="list-style-type: none"> ・復水タンク (3,4号機) 	—
面積	約14,000m ²	約500m ²	約14,500m ²
降灰量 (層厚27cm)	約3,780m ³	約135m ³	約3,915m ³

高浜 1, 2号機
高浜 3, 4号機
の合計値 約6,594m³



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。

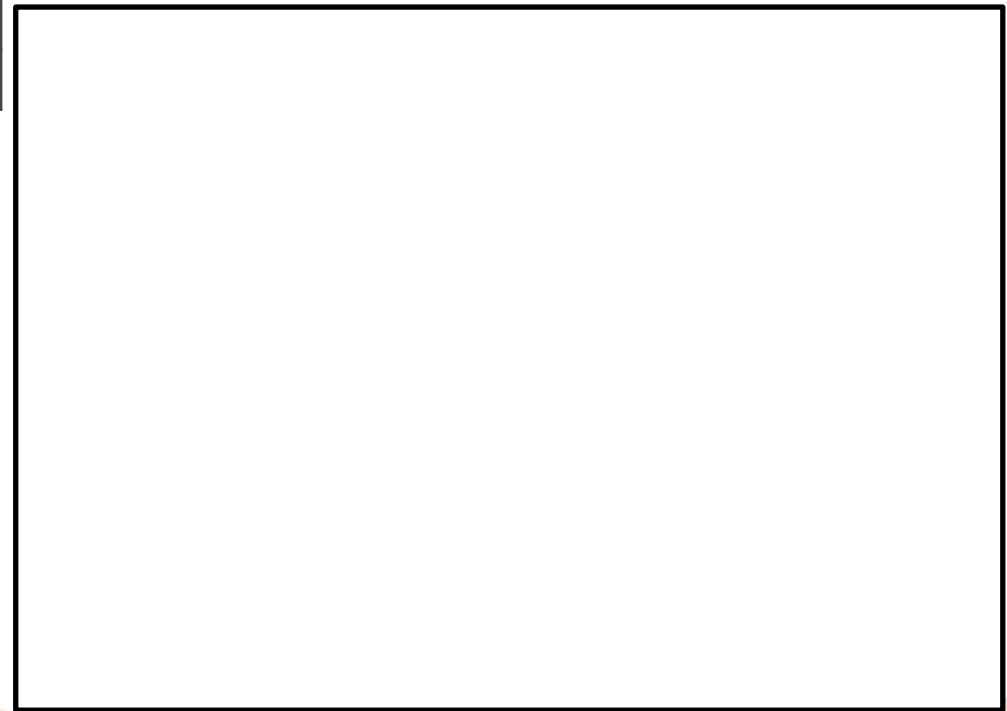
除灰した火山灰を保管する場所の評価

参考 5

<大飯 3, 4号機の例>

火山灰の除去が必要な施設の屋根部に堆積する火山灰の量

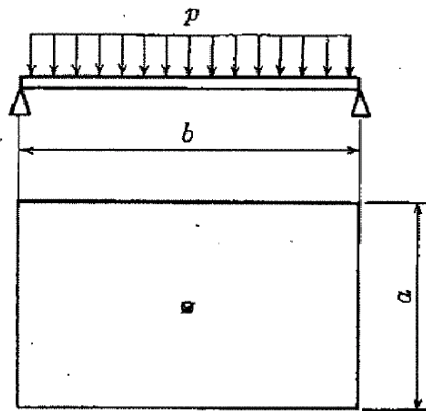
項目	建屋
対象施設	・原子炉周辺建屋（3号機） ・原子炉周辺建屋（4号機） ・制御建屋 ・廃棄物処理建屋
面積合計	約17,000m ²
降灰量（層厚25cm）	約4,250m ³



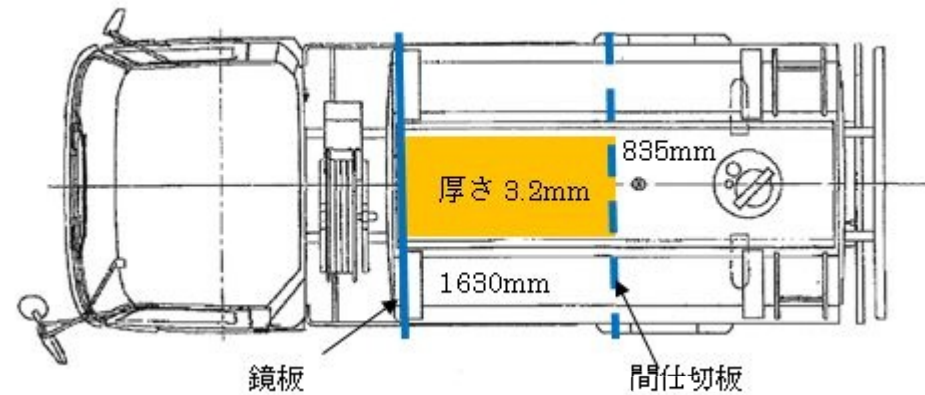
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

タンクローリーについては、屋根部に堆積した火山灰と積雪を除去することも可能であるが、上部に火山灰と積雪が堆積した状態で、タンク室の支持されている最も面積が大きい防護枠に囲まれた範囲に対する荷重の影響を確認する。

ここではタンク室を平板と仮定し、等分布荷重が作用する4辺支持平板とする。また、モデル化範囲は中間部に間仕切板があるため、鏡板と間仕切板を支点と考え、図の色塗り範囲とする。



4 辺支持平板の評価モデル



評価対象範囲

【評価結果】

・タンクローリーのタンク室に火山灰（積雪）が堆積した場合の堆積荷重により発生する応力に対して、JEAG4601-1984補の「クラス 2, 3 容器」におけるⅢ_ASに基づく許容応力と比較し、**十分な裕度**を有しており、**機能に影響を及ぼすことはない。**

表 代表部位に対する評価結果

評価部位	材料	応力の種類	算出応力 (MPa)	許容応力* (MPa)	裕度	評価結果
タンク室	SS400	曲げ応力	291	360	1.23	○

※ JEAG4601-1984補に規定されるクラス 2, 3 容器の許容応力状態Ⅲ_ASの一次膜応力+一次曲げ応力の許容応力

<事象進展の例（美浜3号機 設置変更許可申請時層厚条件(15cm) ; 2019年12月12日審査会合資料抜粋）>

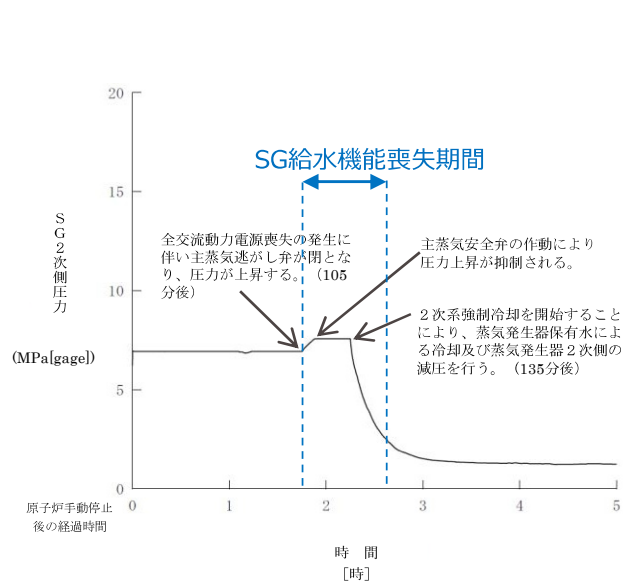


図1 SG 2次側圧力

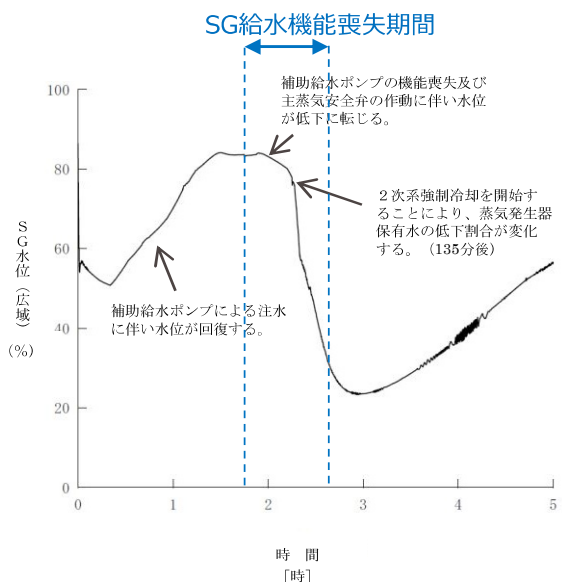


図2 SG水位(広域)

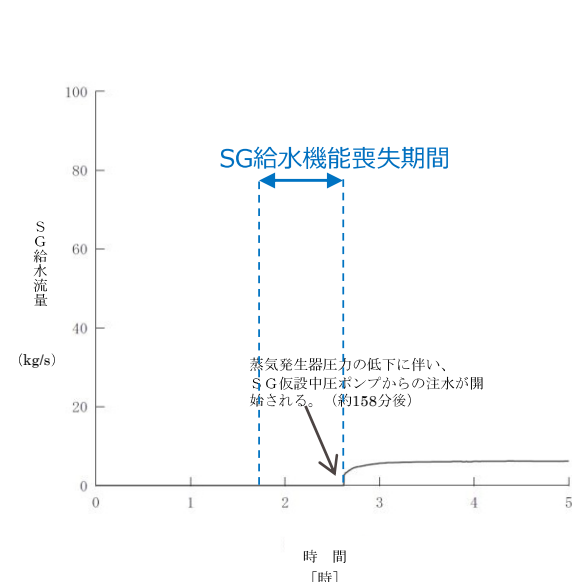


図3 SG給水流量

設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無の詳細整理

「DB施設」(1/5)

具体的な審査項目及び審査のタイミングを下表に記載。

(美浜3号機を例に記載しており、各プラントで固有の施設については、「名称(〇〇固有)」と記載している。)

クラス1及びクラス2に属する構造物、系統及び機器を内包している建物、クラス1及びクラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすい施設
 クラス1及びクラス2以外の構築物、系統及び機器

防護対象施設※1	層厚変更により評価が変わる影響因子	設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無			
		設置許可	設工認	保安規定	
外部しゃへい建屋、補助建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、ディーゼル建屋、制御建屋 原子炉格納容器、原子炉周辺建屋、廃棄物処理建屋(O34固有) 外周建屋、補助一般建屋、燃料取替用水タンク建屋(T34固有)	荷重	設計方針 固定荷重及び積載荷重並びに火山灰及び積雪による荷重を組み合わせで発生する応力等が許容限界を超えない設計とする。 成立性確認の方針 建屋の許容層厚を計算し、強度評価における成立性の確認を行う。	スライド5	強度評価の方針 規準に基づく手法もしくは既工認で使用実績がある手法を用いて評価を行う。	-
復水タンク 燃料取替用水タンク	荷重	設計方針 火山灰の堆積荷重により復水タンクの機能に影響を及ぼすことのない設計とする。 成立性確認の方針 許容層厚を計算し、強度評価における成立性の確認を行う。	スライド7	強度評価の方針 既認可と同じ手法で荷重のみ変更して強度評価を行う。 ※改造を実施した溶接部については、添付資料の強度評価にて健全性を説明(詳細は参考3)	-
海水ポンプ	荷重	設計方針 火山灰が堆積した場合に堆積荷重が厳しい条件となる海水ポンプモータフレームについて健全性に影響がないことを評価する。 成立性確認の方針 層厚変更に伴い、荷重が変わることから既認可と同じ手法で荷重のみ変更して強度評価における成立性の確認を行う。	スライド8	強度評価の方針 既認可と同じ手法で荷重のみ変更して強度評価を行う。	-

※1:建屋については「防護すべき施設を内包する施設」

設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無の詳細整理 「DB施設」（2 / 5）

クラス1及びクラス2に属する構造物、系統及び機器を内包している建物、クラス1及びクラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすい施設
クラス1及びクラス2以外の構築物、系統及び機器

防護対象施設	層厚変更により 評価が変わる 影響因子	設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無			
		設置許可	設工認	保安規定	
主蒸気逃がし弁（消音器）	閉塞	設計方針 火山灰が主蒸気逃がし弁出口配管に侵入しにくい構造であること、及び主蒸気逃がし弁の噴出力が火山灰の重量よりも大きいことを確認する。 成立性確認の方針 火山灰が直接配管内に侵入し、仮に配管を閉塞させた場合でも、火山灰（湿潤状態）と積雪の組み合わせ荷重よりも主蒸気逃がし弁の噴出力が十分大きいことを確認する。	スライド 9	-	-
主蒸気安全弁（排気管）	閉塞	設計方針 火山灰が侵入しにくい構造であること、及び主蒸気安全弁の噴出力が火山灰の重量よりも大きいことを確認する。 成立性確認の方針 火山灰が直接配管内に侵入し、仮に配管を閉塞させた場合でも、火山灰（湿潤状態）と積雪の組み合わせ荷重よりも主蒸気安全弁の噴出力が十分大きいことを確認する。	スライド 9	-	-
タービン動補助給水ポンプ （蒸気大気放出管） 非常用ディーゼル発電機 （機関、消音器） 換気空調設備 （給気系外気取入口） 格納容器排気筒 補助建屋排気筒、 取水設備 海水ストレーナ 計器用空気圧縮機 安全保護系計装盤	なし	-	-	-	-

設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無の詳細整理 「DB施設」(3 / 5)

火山の影響を受けるその他のクラス3に属する施設

影響評価対象施設	層厚変更により評価が変わる影響因子	設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無			
		設置許可		設工認	保安規定
モニタリング設備 消火設備 通信設備	なし	-	-	-	-
タンクローリー (非常用ディーゼル発電機の燃料補給用) (大飯固有)	荷重	成立性確認の方針 燃料補給に使用するタンクローリーに対して強度評価における成立性の確認を行う。	スライド 参考6	-	-
緊急時対策所	荷重	成立性確認の方針 建屋の許容層厚を計算し、強度評価における成立性の確認を行う。	スライド 14	-	-

評価の前提条件を確保するための運用

影響評価対象運用	層厚変更により評価が変わる影響因子	設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無			
		設置許可		設工認	保安規定
建屋の火山灰の除灰に要する時間	荷重	成立性確認の方針 既許可と同じ手法で層厚のみ変更し、除灰の成立性を確認する。	スライド 10	-	-
除灰した火山灰を保管する場所	荷重	成立性確認の方針 既許可と同じ手法で層厚のみ変更し、火山灰置き場の成立性を確認する。	スライド 11	-	-
タンクローリーによる非常用ディーゼル発電機の燃料油輸送ルートの除灰 (大飯固有)	荷重	成立性確認の方針 既許可と同じ手法で層厚のみ変更し、除灰の成立性を確認する。	スライド 12	-	-

設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無の詳細整理

「SA施設」、「特重施設」(4/5)

降下火砕物の荷重に対して影響がある施設 (SA施設)

確認対象施設又は運用	層厚変更により評価が変わる影響因子	審査のタイミング及び内容			
		設置許可		設工認	保安規定
屋外のSA設備	なし	-	-	-	-
アクセスルートの確保	なし	-	-	-	-
緊急時対策所建屋	荷重	設計方針 固定荷重及び積載荷重並びに火山灰及び積雪による荷重を組み合わせ発生する応力等が許容限界を超えない設計とする。 成立性確認の方針 建屋の許容層厚を計算し、強度評価における成立性の確認を行う。	スライド 14	強度評価の方針 規準に基づく手法もしくは既工認で使用実績がある手法を用いて評価を行う。	-

降下火砕物の荷重に対して影響がある施設 (特重施設)

確認対象施設又は運用	層厚変更により評価が変わる影響因子	審査のタイミング及び内容			
		設置許可		設工認	保安規定
特重施設の建屋	荷重	設計方針 固定荷重及び積載荷重並びに火山灰及び積雪による荷重を組み合わせ発生する応力等が許容限界を超えない設計とする。 成立性確認の方針 建屋の許容層厚を計算し、強度評価における成立性の確認を行う。	スライド 15	強度評価の方針 規準に基づく手法もしくは既工認で使用実績がある手法を用いて評価を行う。	-
屋外に設置されている特重設備	なし	-	-	-	-
屋外に一部露出している特重設備	荷重	設計方針 火山の影響に対して、特定重大事故等対処施設を構成する設備は、環境条件にて考慮し機能が損なわれることのない設計とする。 成立性確認の方針 屋外露出部位の降下火砕物による荷重に対して、強度評価における成立性の確認を行う。	スライド 16	強度評価の方針 屋外露出部位の降下火砕物による荷重に対して強度評価を行う。	-

設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無の詳細整理 「炉規則 8 3 条の対応」 (5 / 5)

「炉規則 8 3 条の対応」を講じるために必要な施設又は運用

確認対象施設又は運用	層厚変更により評価が変わる影響因子	設置許可での審査項目及び設工認、保安規定での審査項目有無			
		設置許可	設工認	保安規定	
消火水バックアップタンク 消火水タンク (美浜の名称)	荷重	成立性確認の方針 (美浜 3 号機、高浜 1,2 号機※1) 認可済み保安規定の補足説明資料と同じ手法で強度評価を行う。 ※1：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	スライド 18	-	成立性確認の方針 (高浜 3,4 号機、大飯 3,4 号機) 認可済み保安規定の補足説明資料と同じ手法で強度評価を行う。
構台 (美浜固有)	荷重	成立性確認の方針 認可済み保安規定の補足説明資料と同じ手法で強度評価を行う。	スライド 18	-	-
非常用ディーゼル発電機の改良型フィルタ取替	閉塞	成立性確認の方針 (全プラント) 認可実績を踏まえた知見もしくは設置許可申請時の層厚の評価結果を活用して、成立性の確認を行う※2。 詳細設計 (美浜 3 号機、高浜 1,2 号機※1) 見直し後の層厚で詳細設計の確認を行う※2。 ※1：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 ※2：フィルタ試験、SG注水による炉心冷却の解析	スライド 19・20	-	詳細設計 (高浜 3,4 号機、大飯 3,4 号機) 見直し後の層厚で詳細設計の確認を行う※2。 ※2：フィルタ試験、SG注水による炉心冷却の解析
運用手順の変更 (高浜 3,4 号機、大飯 3,4 号機)	荷重	-	-	-	説明方針 電源車を配置する建屋を変更するため、手順変更に伴う成立性を説明

DNP設置変更許可申請の審査スケジュール（想定）

参考13

