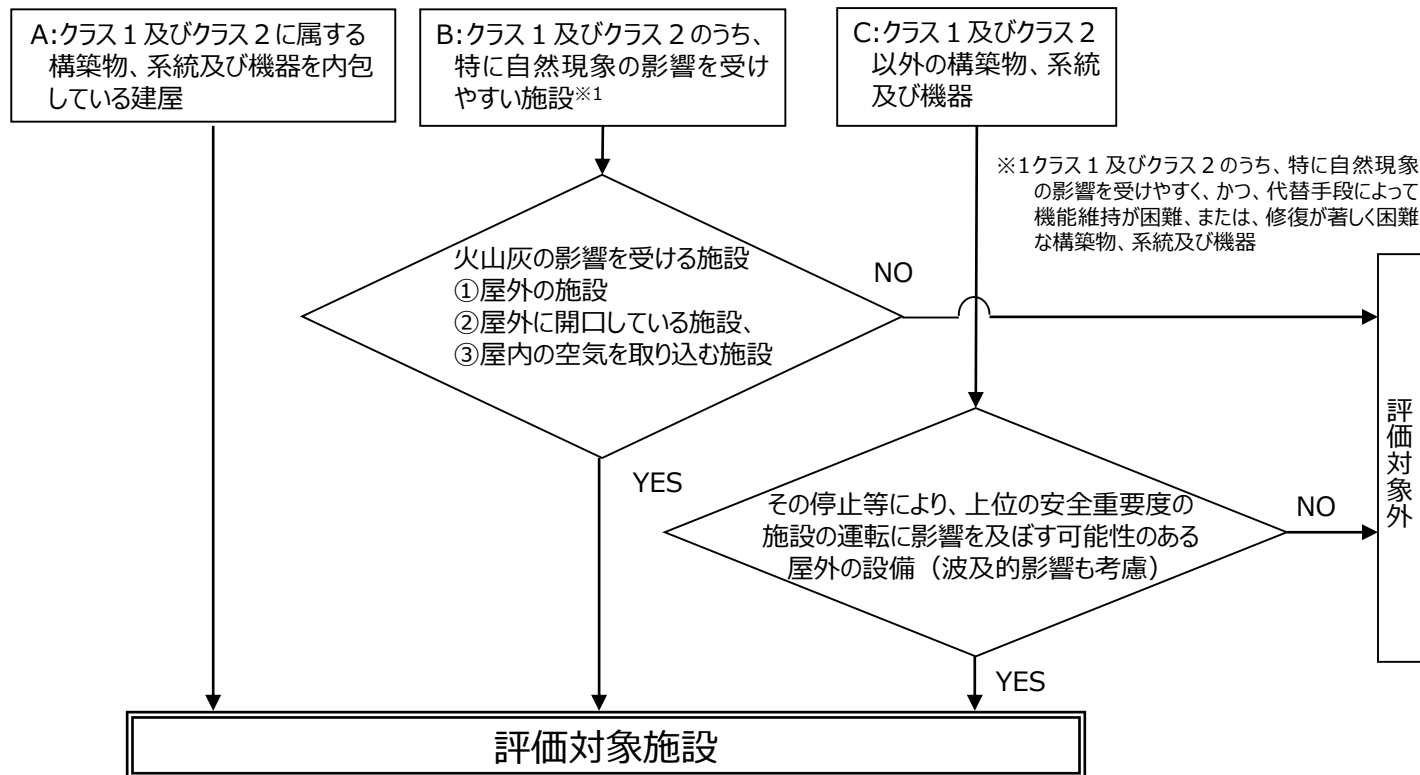


(補足)
既許認可での降灰想定層厚に対する影響評価について

平成30年 10月 5日

関西電力株式会社



降灰層厚に関 係する評価項目	評価対象施設（高浜3/4号機の例）	
	A：建屋	B：施設
荷重評価	<ul style="list-style-type: none"> 外部しゃへい建屋 中間建屋 原子炉補助建屋 燃料取替用水タンク建屋 外周建屋 燃料取扱建屋 ディーゼル発電機建屋 	<①対象施設> ・海水ポンプ ※2 ・復水タンク
閉塞評価	—	<②対象施設> ・主蒸気逃がし弁(消音器) ・主蒸気安全弁(排気管) ・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

※2 裕度10以上である。

・荷重組合せ

設置許可・工認において、降下火砕物に対する評価にあたっては、30日以内の除灰を保安規定に定めることで、積雪荷重(100cm)と併せて短期荷重として同時に考慮するものの、地震との重畳は行わないこととしている。

・許認可での評価手法(工認)

建設時に屋根面に見込んでいた設計時長期荷重 (P_A)の1.5倍を評価基準として、積雪荷重(100cm)と降下火砕物(10cm)による荷重を加算した荷重 (P_B)が、建設時に屋根面に考慮していた設計時長期荷重に対する比(P_C)が1.5倍以内であることで健全性を確認している。

なお、荷重評価での裕度は、以下で表現される。

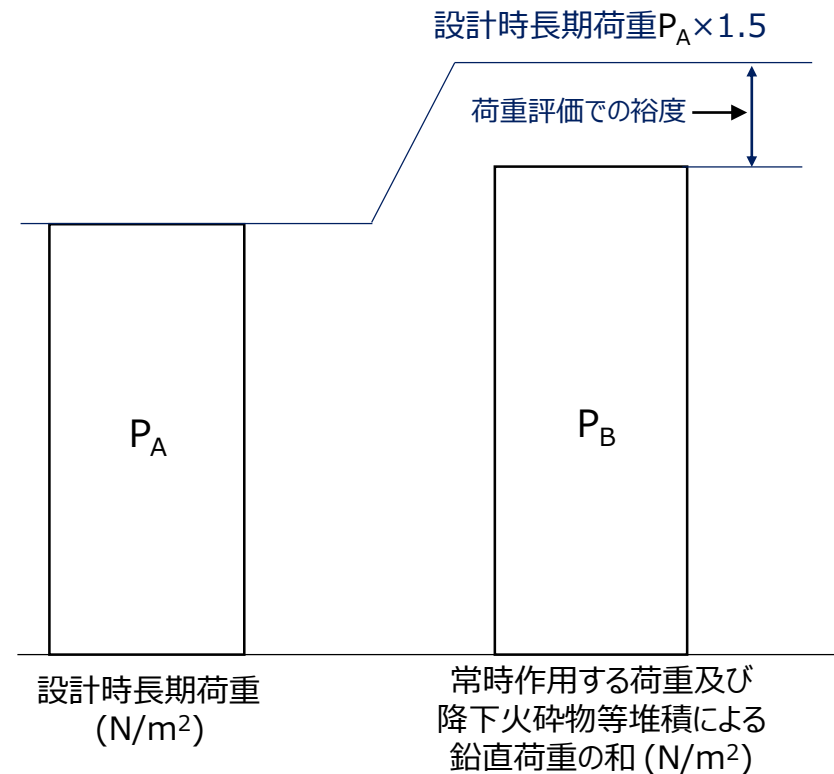
$$\text{裕度} = 1 + (1.5P_A - P_B) / 1500$$

ここで、

1500：降下火砕物(10cm)による単位面積当たりの荷重

1.5：鉄筋コンクリートスラブに用いる鉄筋の、長期と短期の許容値の比

$$1.5 = (\text{短期許容応力度} / \text{長期許容応力度})$$



	建屋名	屋根に対する評価結果				裕度
		設計時長期荷重 P_A (N/m ²) (注)	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 P_B (N/m ²)	P_C ($= P_B/P_A$)	評価 基準	裕度 $=\{1+$ $(1.5P_A-P_B)/1500\}$
大飯 3・4号機	原子炉格納容器	29400	30900	1.05	1.5	9.8
	原子炉周辺建屋	9550	11050	1.16		3.1
	制御建屋	15000	16500	1.10		5.0
	廃棄物処理建屋	15530	17030	1.10		5.1
高浜 3・4号機	外部遮蔽建屋	15870	18270	1.15		4.6
	外周建屋	10000	13240	1.32		2.1
	燃料取扱建屋	8100	10500	1.30		2.1
	原子炉補助建屋	8100	10500	1.30		2.1
	中間建屋	10000	12400	1.24		2.7
	ディーゼル発電機建屋	10000	12400	1.24		2.7
	燃料取替用水タンク建屋	8100	10500	1.30	2.1	

(注)設備図書に示す自重、積載荷重及び設計時長期積雪荷重の和

	建屋名	屋根に対する評価結果				裕度
		設計時長期荷重 P_A (N/m ²) (注)	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 P_B (N/m ²)	P_C ($= P_B/P_A$)	評価基準	裕度 $= \{1 + (1.5P_A - P_B)/1500\}$
高浜 1・2号機	外部遮へい建屋	10600	12100	1.14	1.5	3.5
	原子炉補助建屋	7801	10243	1.31		1.9
	燃料取扱建屋	7801	10243	1.31		1.9
	中間建屋	11427	13869	1.21		3.1
	ディーゼル建屋	7889	10331	1.31		2.0
	制御建屋	7889	10331	1.31		2.0
美浜 3号機	外部遮へい建屋	11470	13910	1.22		3.1
	原子炉補助建屋	7940	10380	1.31		2.0
	燃料取扱建屋	7940	10380	1.31		2.0
	中間建屋	11470	13910	1.22		3.1
	ディーゼル建屋	7940	10380	1.31		2.0
	制御建屋	8140	10580	1.30		2.0

(注)設備図書に示す自重、積載荷重及び設計時長期積雪荷重の和

・屋外タンク

工認においては、積雪 1 mを前提に、火山灰が 10cm堆積した場合に屋外タンクにかかる応力を発生応力とし、これがタンク部材の許容応力を下回ることを確認している。

なお、工認に記載はないが、論点である降灰層厚に関する余裕を示すため、降灰層厚に依拠する応力を比較し、本評価での裕度として記載。

・排気筒類

工認においては、逃がし弁、安全弁などの排気系内に降灰が堆積すると仮定し、弁類の動作による排気圧が堆積した灰荷重を上回り放出されることを確認している。

・ディーゼル発電機

ディーゼル発電機は、降灰環境下でも運転継続するために、吸気フィルタが閉塞しディーゼル機関の運転に影響が出る前に、フィルタを清掃する。

設置許可では、フィルタ交換に要する時間が、降灰によりフィルタが閉塞する時間を下回ることを確認している。

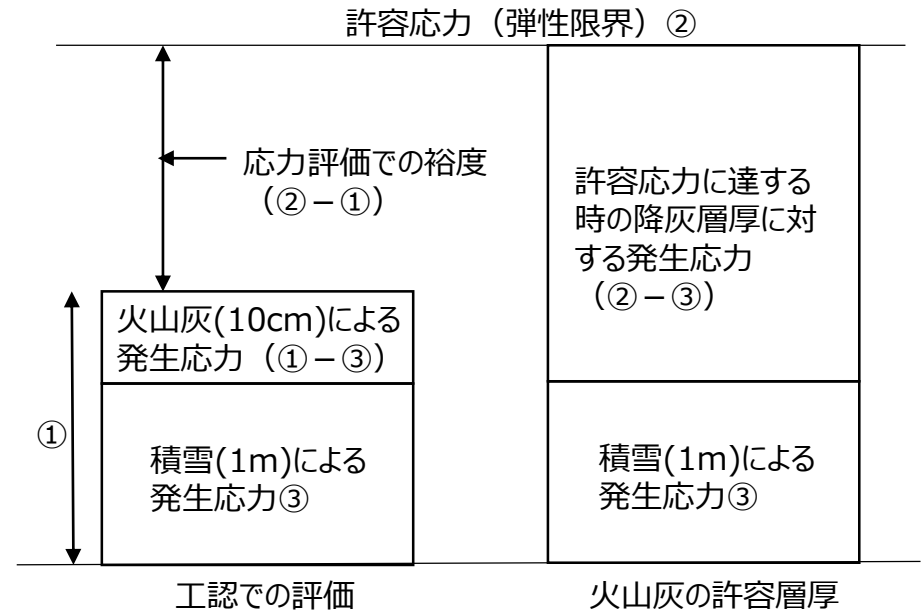


図1. 屋外タンクの評価と裕度の関係

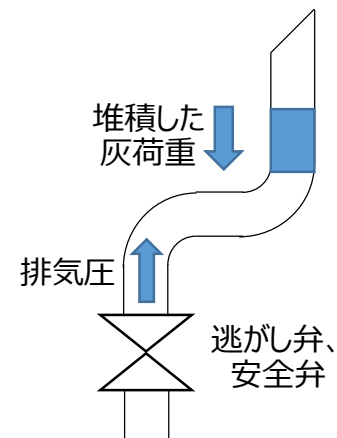


図2. 排気筒類の評価と裕度の関係

	機器	工認記載値		裕度		備考
		① 発生応力 (MPa)*	② 許容応力 (MPa)	③ 積雪1mの 発生応力 (MPa)	④ 降灰層厚に 対する裕度 (②-③)/(①-③)	
高浜 3・4号機	復水タンク	307	360	205	1.5	・許容応力は常温（40℃）における使用材料の弾性限界
高浜 1・2号機	燃料取替 用水タンク	226	259	151	1.4	・許容応力は95℃における使用材料の弾性限界 ・積雪環境下では常温における許容応力（307MPa）の適用が現実的 ・その際の裕度は2.0
	復水タンク	124	360	83	6.7	・許容応力は常温（40℃）における使用材料の弾性限界
美浜 3号機	燃料取替 用水タンク	242	259	161	1.2	・許容応力は95℃における使用材料の弾性限界 ・積雪環境下では常温における許容応力（307MPa）の適用が現実的 ・その際の裕度は1.8
	復水タンク	208	340	139	2.9	・許容応力は80℃における使用材料の弾性限界 ・積雪環境下では常温における許容応力（360MPa）の適用が現実的 ・その際の裕度は3.1

※ 積雪 1 mを前提に、火山灰が10cm堆積した場合に、屋外タンクにかかる応力

	機器	設置許可まとめ資料記載値		裕度
		① 排気系に堆積 する降灰荷重 (kg)	② 排気系の排気圧 (kg)	③ 排気系閉塞に対する裕度 (②/①)
大飯 3・4号機	主蒸気逃がし弁 (消音器)	9.7	1,360	約140
	主蒸気安全弁(排気管)	36	58,809	約1,600
	タービン動補助給水ポンプ (蒸気大気放出管)	—	—	火山灰が侵入しにくい構造である。
高浜 3・4号機	主蒸気逃がし弁 (消音器)	9.7	1,530	約150
	主蒸気安全弁(排気管)	17	24,644	約1,400
	タービン動補助給水ポンプ (蒸気大気放出管)	—	—	火山灰が侵入しにくい構造である。
高浜 1・2号機	主蒸気大気放出弁 (消音器)	27	1,530	約56
	主蒸気安全弁(排気管)	76.3	24,644	約320
	タービン動補助給水ポンプ (蒸気大気放出管)	—	—	火山灰が侵入しにくい構造である。
美浜 3号機	主蒸気逃がし弁 (消音器)	17.0	1,395	約82
	主蒸気安全弁(排気管)	17.0	24,644	約1,400
	タービン動補助給水ポンプ (蒸気大気放出管)	—	—	火山灰が侵入しにくい構造である。

- 設置許可では、観測された火山灰濃度により既往DGフィルタにおける運転継続を評価。
- 現在、保安規定にかかる規則改正を踏まえ、改良型フィルタを配備済み（一部配備予定）であり、これに対する想定層厚10cmから算出した火山灰濃度での裕度をしめす。

	フィルタ特性		裕度	備考
	① フィルタが閉塞 する迄の時間	② フィルタの交換が 可能な時間	③ フィルタ閉塞に対する 裕度 (①/②)	
大飯 3・4号機	約120分	約20分	6.0	• 参考濃度（約1.5g/m ³ ）の火山灰対応としてH30.5に改良型フィルタを配備済み
高浜 3・4号機	約100分	約20分	5.0	• 参考濃度（約1.4g/m ³ ）の火山灰対応としてH30.5に改良型フィルタを配備済み
高浜 1・2号機	約120分	約20分	6.0	• 参考濃度（約1.4g/m ³ ）の火山灰対応としてH30.12に改良型フィルタを配備予定 • 先行プラントと同程度の裕度と考えた。
美浜 3号機	約120分	約20分	6.0	• 参考濃度（約1.8g/m ³ ）の火山灰対応としてH30.12に改良型フィルタを配備予定 • 先行プラントと同程度の裕度と考えた。