

島根原子力発電所2号機

フィルタ付ベント設備

(主ライン・弁の構成及び運用方法等)について

平成27年4月
中国電力株式会社

5. ベント準備及び実施の判断基準

■ ベント準備及び実施の判断基準

実施判断基準		準備判断基準
燃料破損 なし	格納容器圧力が最高使用圧力に到達した場合	格納容器圧力が 245kPa [gage] ^{※1} に到達した場合
燃料破損 あり	外部水源から格納容器への総注水量が 4,000m ³ に到達若しくは格納容器圧力が最高使用圧力の 2 倍に到達するまで	格納容器圧力が 640kPa [gage] ^{※2} に到達した場合
格納容器からの漏えいが確認された場合 (燃料破損ありの場合)		—
格納容器の長期の閉じ込め機能の許容範囲を逸脱する恐れがある場合 ^{※3}		

※1：残留熱除去系による格納容器除熱（スプレイ）実施基準。

※2：格納容器代替スプレイ系による格納容器スプレイ実施基準。

※3：格納容器の長期の閉じ込め機能許容範囲（圧力，温度）は使用するシール材の試験結果等により設定する。

5.1 ベント準備の判断

■ベントの準備作業

ベントの準備作業は、時間的・環境的に、ベント実施時間までに確実に、完了することが可能である。

(準備項目)

- ・ベント弁の開操作・開確認
- ・可搬型設備(水素濃度測定装置, 可搬式窒素供給装置)の準備

事故シーケンス	245kPa [gage] 到達時間	準備時間	ベント時間 ^{※4} (1Pd)
高圧・低圧注水機能喪失	約 17hr	約 2hr (245kPa [gage] 到達後から)	約 24hr
全交流動力電源喪失	約 14hr		約 20hr
崩壊熱除去機能喪失 (残留熱除去系故障)	約 14hr		約 20hr
LOCA 時注水機能喪失 (中小破断 LOCA)	約 18hr		約 28hr

※4：格納容器圧力が 1 Pd (427kPa [gage]) に到達する時間。

格納容器破損モード	640kPa [gage] 到達時間	準備時間	ベント時間 ^{※5} (4,000m ³)
雰囲気圧力・温度による静的負荷 (過圧・過温破損) / 水素燃焼	約 28hr	約 2hr (640kPa [gage] 到達後から)	約 73hr

※5：外部水源から格納容器への総注水量が 4,000m³ に到達する時間。

5.2 ベント実施の判断

5.2.1 ベント実施の余裕時間
十分な時間余裕がある。

5.2.2 格納容器からの漏えいを確認した場合のベント実施判断
気象状況等を総合的に勘案し、ベントの実施時期を判断する。
格納容器からの漏えいの判断は、格納容器圧力を踏まえて、放射線モニタ、原子炉建物水素濃度等により総合的に判断する。

5.2.3 柔軟なベント実施判断
放射性物質を可能な限り格納容器内に閉じ込めることを基本とする。
ただし、公衆への影響を最小限に抑えるよう、関係機関と連携をとりながら、気象状況等を勘案し、ベント実施判断基準到達前のベント実施を検討する。

5.2.4 希ガスの減衰
ベント開始時間を遅らせることにより、ベントによる希ガス放出を低減する。

5.2 ベント実施の判断

5.2.5 設計の意図

a. 燃料破損なしの場合

大量の放射性物質の放出はないため、格納容器最高使用温度・圧力の範囲で、ベントを実施

b. 燃料破損ありの場合

大量の放射性物質の放出があるため、環境への放射性物質の放出を極力遅らせるため、格納容器限界温度・圧力の範囲で、ベントを実施

c. 格納容器からの漏えいが確認された場合（燃料破損ありの場合）

放射性物質による公衆への影響を最小限に抑えることを目的に、ベントを実施

d. 格納容器の長期の閉じ込め機能の許容範囲を逸脱する恐れがある場合

格納容器の閉じ込め機能を確保する観点から、ベントを実施

6. ベント実施の弁操作順位(1/2)

6.1 弁操作順位(図参照)

- ・ウェットウェル(サプレッション・チェンバ)からのベント実施を基本とする。
- ・ベント弁開操作は、下流側(フィルタ装置側)から実施する。
第3弁(①)開確認→第2弁(②)→第1弁(③または④)

6.2 設計の意図

以下を考慮し、下流側(フィルタ装置側)からベント弁開操作を実施する。

- ・現場の雰囲気線量を考慮した操作手順
上流側(格納容器側)から開操作を実施した場合、格納容器内の蒸気(放射性物質を含む)が原子炉建物内の系統配管内に滞留することにより、現場の雰囲気線量が上昇する可能性がある。
- ・格納容器内への閉じ込め機能維持を考慮した操作手順
機能を発揮している格納容器バウンダリを変更しないため、下流側(フィルタ装置側)から開操作を実施する。
- ・現場での手動操作時間を考慮した操作手順
上流側(格納容器側)から開操作を実施した場合、操作する弁の片側に蒸気圧がかかり、現場(原子炉建物付属棟)にて手動操作(遠隔による人力操作)を実施する際、操作に時間を要する可能性がある。

6. ベント実施の弁操作順位 (2/2)

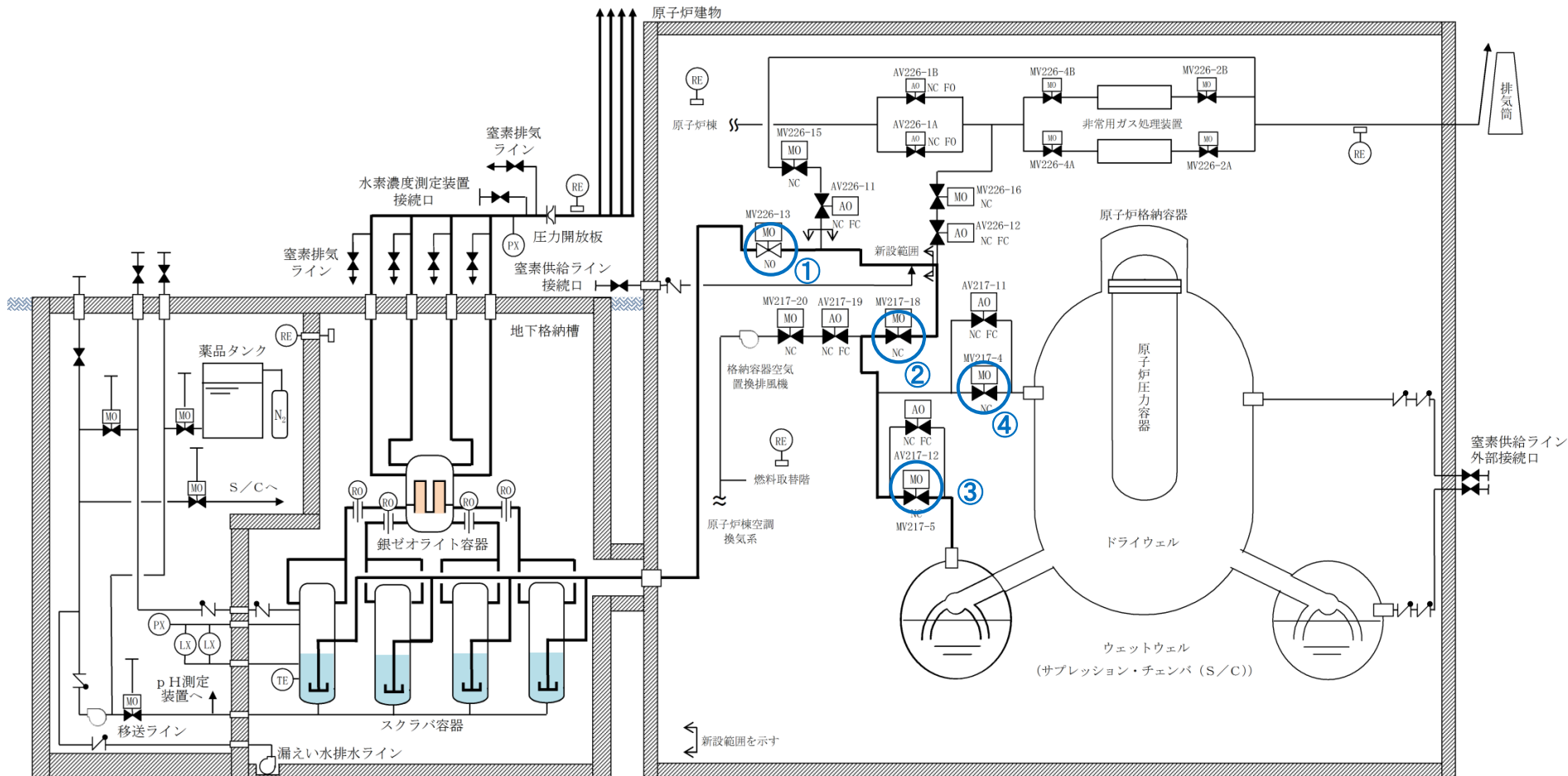


図 フィルタベント設備系統概要図(他系統を含む)

7. 圧損計算の詳細

7.1 格納容器圧力毎の圧力損失

フィルタベント設備は格納容器圧力 $1Pd$ ($427\text{kPa}[\text{gage}]$)において、設計流量 9.8kg/s (原子炉停止後約2~3時間後の崩壊熱である原子炉定格熱出力の1%相当の蒸気量)を排出できるように、流量制限オリフィスの流出断面積を設定し、系統の圧力損失を計算している。

なお、フィルタベント設備ではフィルタ装置(スクラバ容器)のスクラビング水位に相当する水頭圧(約 30kPa)以上であれば格納容器内のガスを排気できる。

7.2 設計の意図

想定する圧力変動範囲で出来るだけ体積流量を一定にし、安定したベントガス流速となるよう設計上の配慮を行っている。

具体的には、スクラバ容器下流に流量制限オリフィスを設け、オリフィス下流の排気経路は出来るだけ圧損が小さくなるようなルート選定を行っている。

8. 放出位置, 放出時間の違いによる検討結果(1/3)

8.1 放出位置の妥当性

発電所敷地内気象観測データ及び敷地内・敷地周辺の地形を模擬した風洞実験結果を用い, 放出位置別の相対濃度及び相対線量の比較や地表濃度の比較を検討した。

a. 放出位置別の相対濃度及び相対線量の比較

相対濃度及び相対線量が地上放出に比べて大幅に低減されること及び原子炉建物屋上放出と主排気筒放出の差が敷地境界においても限定的であることを確認した。

	大気拡散条件 (敷地境界)		
	①地上放出 (設置許可申請使用値)	②原子炉建物屋上放出 (EL. 65m) (現設計)	③主排気筒放出 (EL. 130m)
気象指針に基づく 97%値	$\chi / Q : 4.6 \times 10^{-4}$ (基本ケース) $D / Q : 2.2 \times 10^{-18}$ (基本ケース)	$\chi / Q : 1.2 \times 10^{-5}$ (基本ケースの約 2.6%) $D / Q : 3.3 \times 10^{-19}$ (基本ケースの約 15%)	$\chi / Q : 7.4 \times 10^{-6}$ (基本ケースの約 1.6%) $D / Q : 2.2 \times 10^{-19}$ (基本ケースの約 10%)
中央値	/	$\chi / Q : 7.1 \times 10^{-6}$ (基本ケースの約 1.5%) $D / Q : 1.7 \times 10^{-19}$ (基本ケースの約 7.8%)	$\chi / Q : 4.3 \times 10^{-6}$ (基本ケースの約 0.9%) $D / Q : 1.2 \times 10^{-19}$ (基本ケースの約 5.5%)

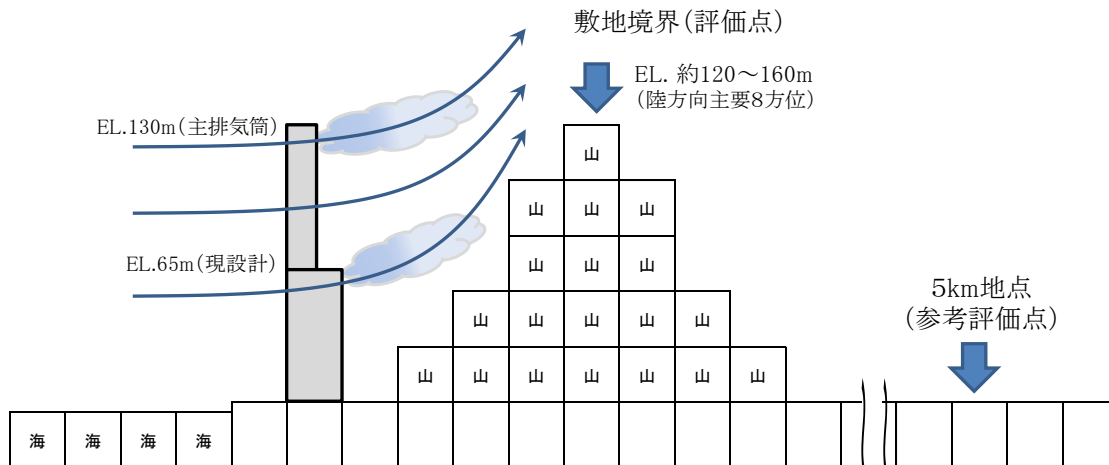
8. 放出位置, 放出時間の違いによる検討結果(2/3)

b. 放出位置別の地表濃度の比較

風洞実験の地表濃度結果を方位別に読み取り, 原子炉建物屋上放出時の地表濃度を1に規格化した相対値を算出した。

5km地点での相対値の平均は約1.0で, 敷地境界での相対値の平均よりも高く, 放出地点からの距離が長くなると, 放出位置の違いによる影響は全般的には少なくなることを確認した。

風下方位 (陸方向) 評価点	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西
敷地境界	平均值 約 0.7 (0.747)											
	1.2	0.6	0.8	0.6	0.5	0.2	0.3	0.3	1.8	1.3	0.6	1.0
5km 地点	平均值 約 1.0 (1.006)											
	1.2	0.9	1.0	1.3	0.9	1.0	0.6	0.6	1.7	1.0	0.9	1.0



島根原子力発電所周辺の地形イメージ

11. 放出位置, 放出時間の違いによる検討結果(3/3)

8.2 放出時間の妥当性

ベント実施開始時間を変更した場合の影響を検討した。

a. ウェットウェル(W/W)ベントケース

約74.5時間後にW/Wからのベントを実施

b. ドライウェル(D/W)ベントケース

D/Wベントライン水没の可能性が生じる約99時間後にD/Wからのベントを実施

(結果)W/Wベントケースを基準としてD/Wベントケースは, 総被ばく量が増加

○希ガス(敷地境界外部被ばく): 約0.8倍に減少

○よう素(敷地境界内部被ばく): 約5倍に増加

○Cs-137放出量: 約4倍に増加

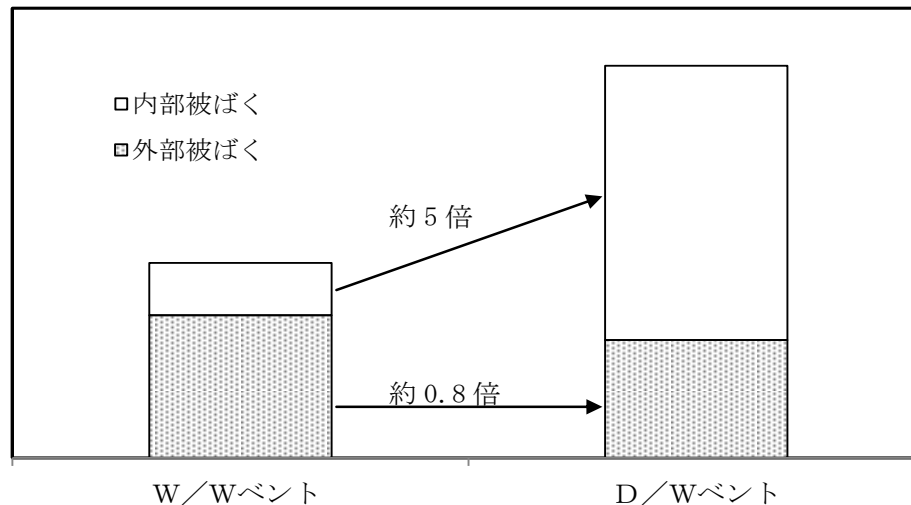


図 14 敷地境界における総被ばく量の変化例

論点	議論に必要な情報
1. 主ラインの構成	<ul style="list-style-type: none"> ①ライン構成がわかる簡単な概略図 (バイパスラインは使えるものだけにしぼる。取り出しから放出ラインまでのごく単純な図)(注:使えるものだけを記載する) ②設計の意図 ③弁の設置位置の妥当性(物理的隔離、他からの悪影響) ④開の確実性、隔離の確実性について論じること
2. 弁の種類	<ul style="list-style-type: none"> ①FCVS主ラインのAO弁、MO弁のメリット、デメリットを踏まえた採用理由 ②NC、FCの種別 ③設計の意図
3. FCVSラインとの分岐システムの隔離弁の数と弁の種類	<ul style="list-style-type: none"> ①各システム毎の弁の個数、種類、種別 ②設計の意図
4. D/Wラインの取り出し高さ	<ul style="list-style-type: none"> ①部位毎の高さ関係(図とともに) 例 格納容器のフランジ部、原子炉圧力容器のフランジ部、ドライウェルからのベント配管取り出し位置、TAF、サプレッションチェンバー頂部、ウェットウェルからのベント配管取り出し位置、ドライウェル床面、サプレッションチェンバー底部 ②設計の意図

論点	議論に必要な情報
5. ベント準備及び実施の判断基準 (1) ベント準備の判断	① 余裕時間(1Pd到達までに確実に準備が終わる時間となっているか) ② 確認パラメータ(準備着手の判断をするための確認パラメータが明確か) ③ ベント準備作業の妥当性・作業項目(窒素供給設備の配備、薬品補給、スクラビング水の給水、排水ラインのラインナップ等)・作業環境(作業が可能な環境条件か。温度、湿度、放射線量) ④ アーリーベントの場合、隔離弁を開けた後に閉めることはできるか また、閉める際の判断基準 ⑤ 設計の意図
(2) ベント実施の判断	① 余裕時間の観点 ② 2Pd手前でのリークがあった場合のベント実施判断 ③ 柔軟なベントが実施できるか ④ 希ガス減衰の観点 ⑤ 設計の意図
6. ベント実施の弁操作順位	① 弁操作順位 ② 設計の意図
7. 圧損計算の詳細	① CV圧力毎の比較(ポイント: CV圧力と流量 CV圧力が低くても確実に流れるか) ② 設計の意図
8. 放出位置、放出時間の違いによる検討結果	① 放出位置、放出時間の妥当性の説明