

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-060 改 38(説 5)
提出年月日	令和 2 年 4 月 14 日

島根原子力発電所 2号炉

耐震設計の基本方針

(コメント回答)

[重大事故等対処施設の耐震設計における重大事故と地震の組合せ]

令和 2 年 4 月
中国電力株式会社

No.	審査会合日	コメント要旨	回答頁
<p>論点[I']設置変更許可申請における設計基準対象施設と重大事故等対処施設の耐震設計の基本方針の相違点等に基づく論点</p>			
<p><機器・配管系></p>			
60	R1.12.10	<p>[論点 I' - 1 : 重大事故等対処施設の耐震設計における重大事故と地震の組合せ] ・ V(LL)時の荷重の組合せについて, 残留熱代替除去系を使用する場合としない場合の組み合わせの考え方について説明すること。</p>	2~7
61	R1.12.10	<p>[論点 I' - 1 : 重大事故等対処施設の耐震設計における重大事故と地震の組合せ] ・ 格納容器スプレイを止めた後のサプレッション・プール水位上昇率について, 水位計の計器誤差との関係を含めて説明すること。</p>	<p>— (「有効性評価：格納容器破損防止」にて回答)</p>

審査会合における指摘事項に対する回答

■ 指摘事項（第809回審査会合 令和元年12月10日）

【No.60（論点 I' - 1）重大事故等対処施設の耐震設計における重大事故と地震の組合せ】

○ V(LL)時の荷重の組合せについて、残留熱代替除去系を使用する場合としない場合の組み合わせの考え方について説明すること。

■ 回答

- SA事象発生後 10^{-2} 年（約3.5日）以降における原子炉格納容器（以下「PCV」という。）の圧力は、格納容器過圧・過温破損（残留熱代替除去系を使用する場合）（以下「RHARシナリオ」という。）の方が高く、PCV温度は格納容器過圧・過温破損（残留熱代替除去系を使用しない場合）（以下「ベントシナリオ」という。）の方が高い結果となっている。
- 除熱機能の確保はSA設備である残留熱代替除去系（以下「RHAR」という。）の確保を優先に行うこと、及び運転状態V（LL）において考慮する期間（ 2×10^{-1} 年（約70日）以降）のPCV温度については、ベントシナリオにおいても格納容器除熱手段を切り替えることで、RHARシナリオと同様の傾向となることから、運転状態V（LL）時の荷重の組合せについて、RHARシナリオにおけるPCV圧力及びPCV温度を考慮することとしている。
- SA事象発生後、外部水源を用いた注水等によりサプレッション・プール水位（以下「S/P水位」という。）が一度上昇すると、長期的にもS/P水位は低下しない可能性があることから、運転状態V（LL）時において組み合わせるS/P水位としては運転状態V（L）時と同じ約5.05mを用いることに変更する。

審査会合における指摘事項に対する回答

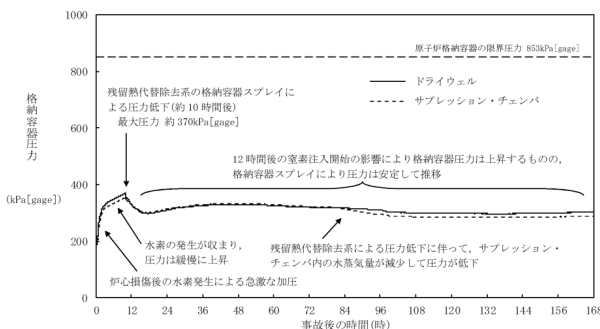
■ SA時の耐震評価に用いるPCVの荷重条件

- SA事象発生後 10^{-2} 年（約3.5日）におけるPCV圧力はRHARシナリオの方が高く、PCV温度はベントシナリオの方が高い結果となっている。
- ここで、除熱機能の確保はSA設備であるRHARを優先に行うことから、運転状態V（L）時及びV（LL）時のいずれにおいてもRHARシナリオにおけるPCV圧力及びPCV温度を考慮することを基本としている。

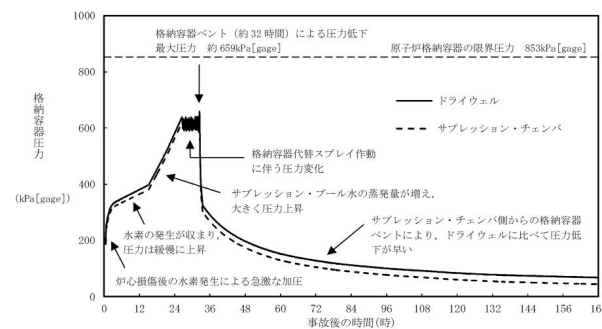
SA時のPCV圧力・温度（有効性評価結果）

	RHARシナリオ		ベントシナリオ	
	圧力	温度	圧力	温度
SA事象発生後の最大値	約427kPa[gage]	約181℃※1	約659kPa[gage]	約181℃※1
10^{-2} 年後	約317kPa[gage]	約131℃	約109kPa[gage]	約144℃

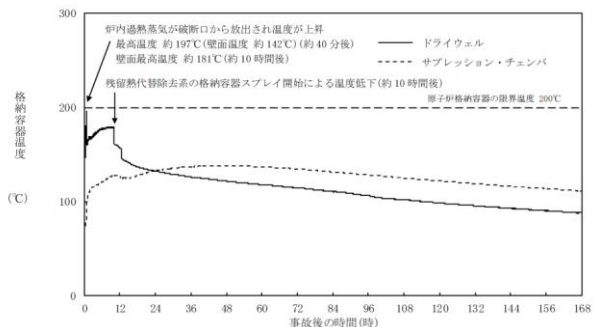
※1：原子炉格納容器バウンダリにかかる温度（壁面温度）



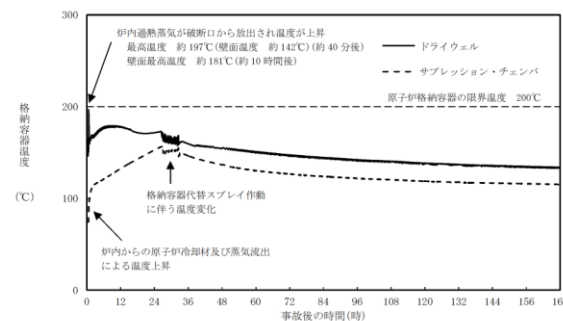
PCV圧力の推移（RHARシナリオ）



PCV圧力の推移（ベントシナリオ）



PCV温度の推移（RHARシナリオ）

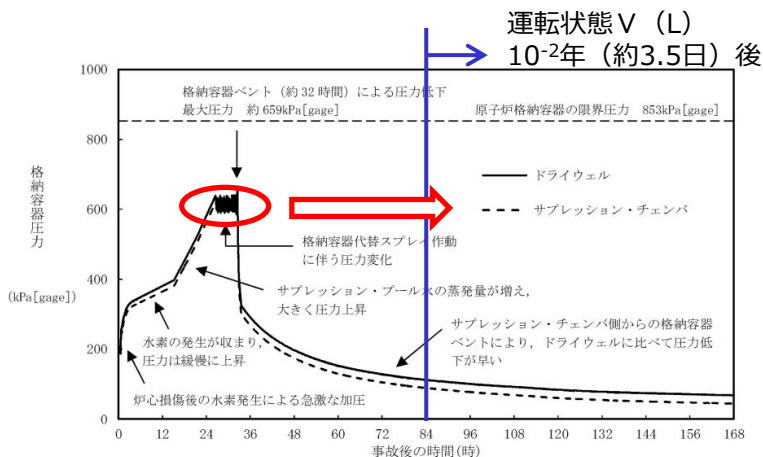


PCV温度の推移（ベントシナリオ）

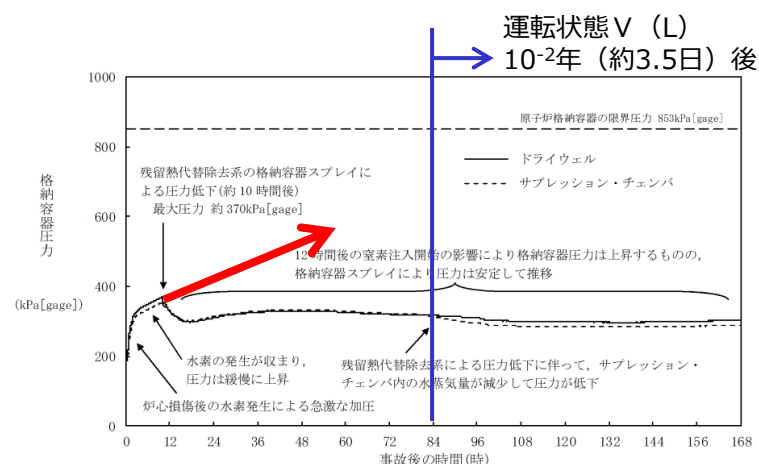
審査会合における指摘事項に対する回答

■ 運転状態 V (L) に用いる PCV の荷重条件

- 運転状態 V (L) において考慮する期間 (10^{-2} 年 $\sim 2 \times 10^{-1}$ 年) については、SA 事象発生後比較的初期の段階であることから、例えば以下のような不確かさが想定される。
 - ① PCV 圧力の上昇が緩慢な場合には、格納容器スプレイの開始タイミングの遅れや実施頻度の低下により、格納容器ベントの開始は、有効性評価の結果よりも遅くなる可能性がある。
 - ② RHAR シナリオでは、事象発生から約 10 時間後から RHAR を使用することを想定しているが、準備時間の遅れ等により、RHAR の使用開始が遅くなり PCV 圧力の上昇が継続する。
- 上記を踏まえると、事象進展に応じて運転状態 V (L) における荷重は変動する可能性があることから、有効性評価結果の最高圧力・最高温度を組み合わせることで包絡的な荷重条件とできる。
- 炉心損傷後は、格納容器代替スプレイにより PCV 圧力を 588kPa[gage] \sim 640kPa[gage] で制御し、外部注水制限到達時に格納容器ベントを実施することを踏まえると、最高圧力を“約 659kPa[gage]”と設定することは妥当である。
- 大破断 LOCA が発生した場合、高温の蒸気が PCV へ流出し、事象初期に最高温度に到達するため、シナリオによる影響はなく、事象進展による不確かさも小さいことから、最高温度を“約 181 $^{\circ}$ C”と設定することは妥当である。



①の不確かさイメージ図



②の不確かさイメージ図

審査会合における指摘事項に対する回答

■ 運転状態 V (LL) に用いるPCVの荷重条件

- SA事象発生後 2×10^{-1} 年 (約70日) においても、 10^{-2} 年 (約3.5日) の傾向と同様にPCV圧力はRHARシナリオの方が高く、PCV温度はベントシナリオの方が高い結果となっており、いずれのシナリオも荷重条件として厳しい側面を持っている。
- PCV温度がベントシナリオの方が高くなる理由は、ベントの実施によりS/P水が飽和状態となり、ベントを継続している場合はPCV温度は100℃程度までしか低下しない状態となるためである。
- 有効性評価におけるベントシナリオではベントを継続する解析結果を示しているが、ベントの停止判断基準が整えば、RHR等の除熱手段に切り替えることにより、PCV温度を低下させることができる。

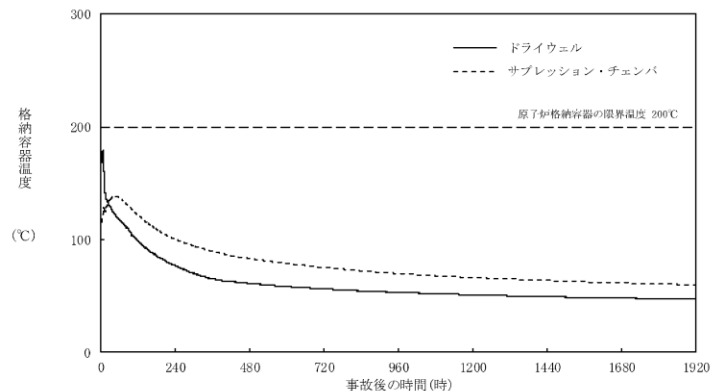
SA時のPCV圧力・温度 (有効性評価結果)

	RHARシナリオ		ベントシナリオ	
	圧力	温度	圧力	温度
SA事象発生後の最大値	約427kPa[gage]	約181℃※ ¹	約659kPa[gage]	約181℃※ ¹
10 ⁻² 年後	約317kPa[gage]	約131℃	約109kPa[gage]	約144℃
2 × 10 ⁻¹ 年後	約372kPa[gage]	約62℃※ ²	約26kPa[gage]	約113℃※ ³

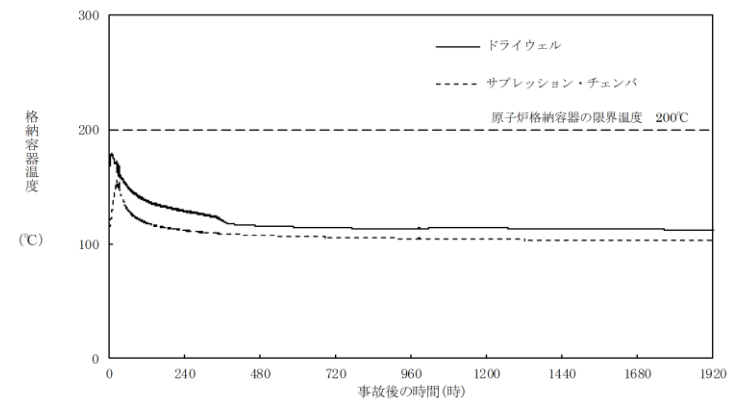
※ 1 : 原子炉格納容器バウンダリにかかる温度 (壁面温度)

※ 2 : サプレッション・チェンバ気相部温度

※ 3 : ドライウェル気相部温度



格納容器温度の推移 (RHARシナリオ)

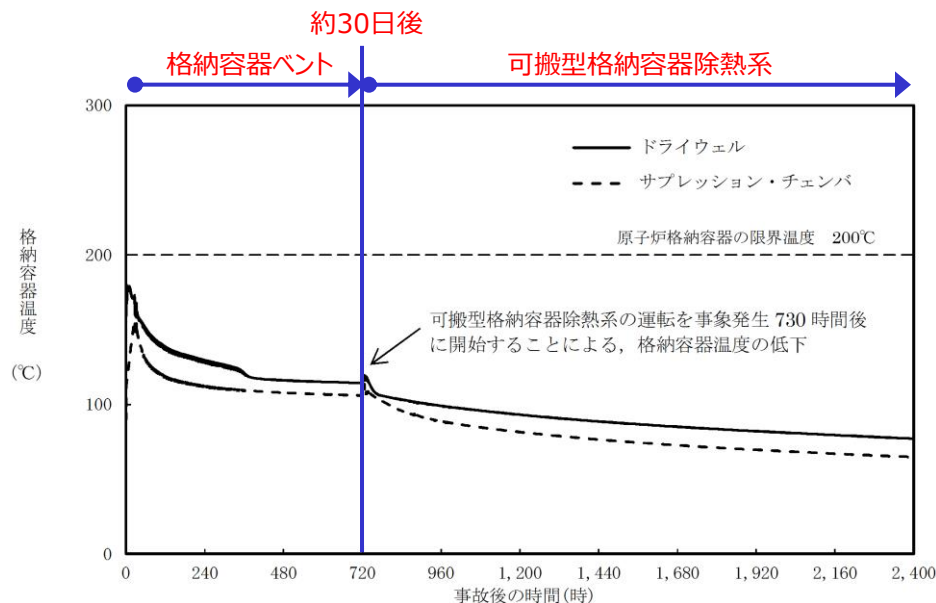


格納容器温度の推移 (ベントシナリオ)

審査会合における指摘事項に対する回答

■ 運転状態 V (LL) に用いるPCVの荷重条件 (続き)

- ベントシナリオでは、RHR及びRHARが使用できないことが前提であるものの、中長期的にはこれらを復旧することを基本としているが、**復旧できない場合においても他の格納容器除熱手段に期待できる。**
- 一例として、ベントシナリオにおいて、事象発生から約30日後に可搬型格納容器除熱系に切り替えた場合のPCV温度の推移を下図に示す。下図のとおり可搬型格納容器除熱系に切り替えることによって、PCV温度は、**低下傾向となり、100℃以下になる。**すなわち、運転状態 V (LL) において考慮する期間 (2×10^{-1} 年 (約70日) 以降) のPCV温度については、ベントシナリオにおいても格納容器除熱手段を切り替えることで、RHARシナリオと同様の傾向となり、**100℃以上が長期的に継続することはない。**



PCV温度の推移
(ベントから可搬型格納容器除熱系へ切り替え)

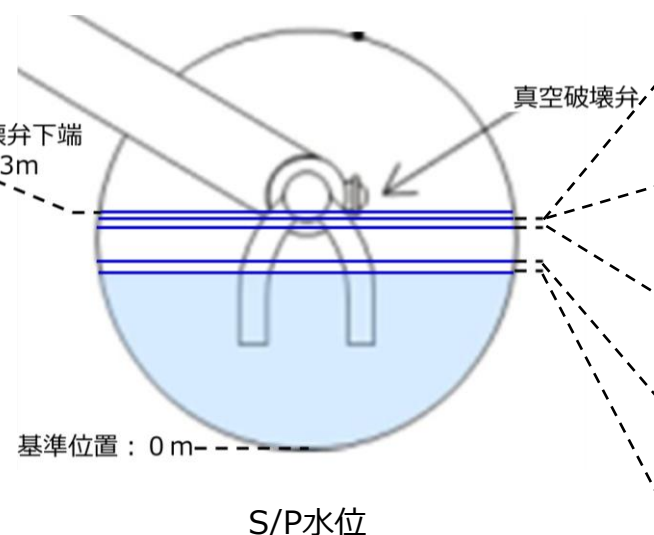
運転状態 V (LL) において考慮する荷重条件は、除熱機能の確保はSA設備であるRHARを優先に行うことを踏まえ、RHARシナリオにおける 2×10^{-1} 年 (約70日) 以降の最大圧力 (約372kPa[gage]) 及び最高温度 (約62℃) を用いることとしている。

審査会合における指摘事項に対する回答

■ SA時の耐震評価に用いるS/P水位条件

- 運転状態V (L) では、事象初期の不確かさを考慮して、有効性評価結果の最大値を包絡するS/P水位である約5.05mを用いることとしている。
- SA事象発生後、外部水源を用いた注水等によりS/P水位が一度上昇すると、長期的にもS/P水位は低下しない可能性がある。
- 以上を踏まえて、運転状態V (LL) において考慮するS/P水位条件は、耐震評価上、水位が高い方が地震時の荷重が大きくなる傾向についても考慮し、運転状態V (L) と同様に約5.05mを用いることに変更する。

S/P水位とSA時の耐震評価に用いる水位



水位	水量	位置	事故シーケンス等
約5.05m	約4,580m ³	ダウンカメラ取付け部 下端位置	SAの耐震評価(Ss, Sd)に用いる水位※1 DBの耐震評価(Ss, Sd)に用いる水位※2
約5.03m	約4,550m ³	—	格納容器過圧・過温破損 残留熱代替除去系を使用しない場合 (不確かさケース：2 Pdに到達)
約4.9m	約4,410m ³	真空破壊弁下端位置 -0.4m	格納容器過圧・過温破損 残留熱代替除去系を使用しない場合 (ベースケース)
約4m	約3,390m ³	—	格納容器過圧・過温破損 残留熱代替除去系を使用する場合
約3.7m	約3,010m ³	通常運転範囲の上 限值 (H.W.L)	—

※1 SA時の耐震評価にてSsと組み合わせるS/P水位を約4mから約5.05mに変更

※2 SA時と同様にDB時の耐震評価に用いるS/P水位を約3.7mから約5.05mに変更