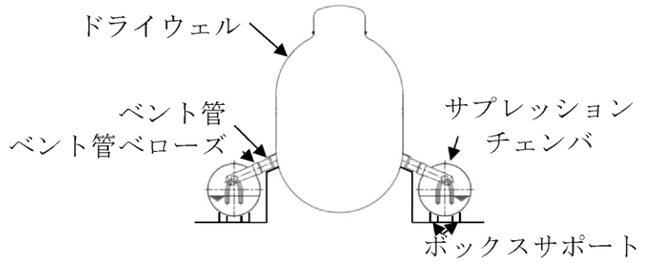
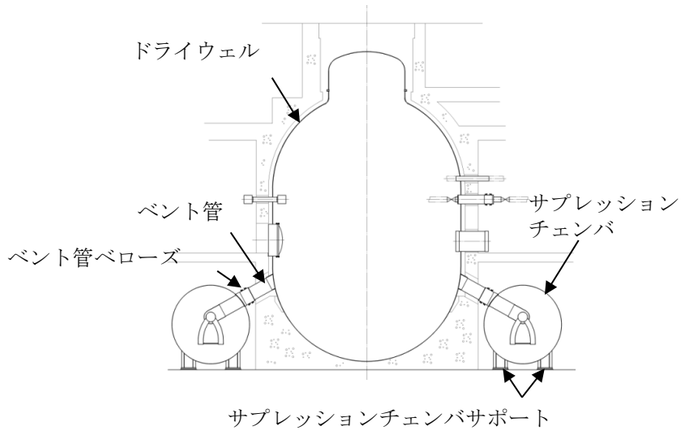
実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
波線・・記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表　〔第４条　地震による損傷の防止　別紙－８〕

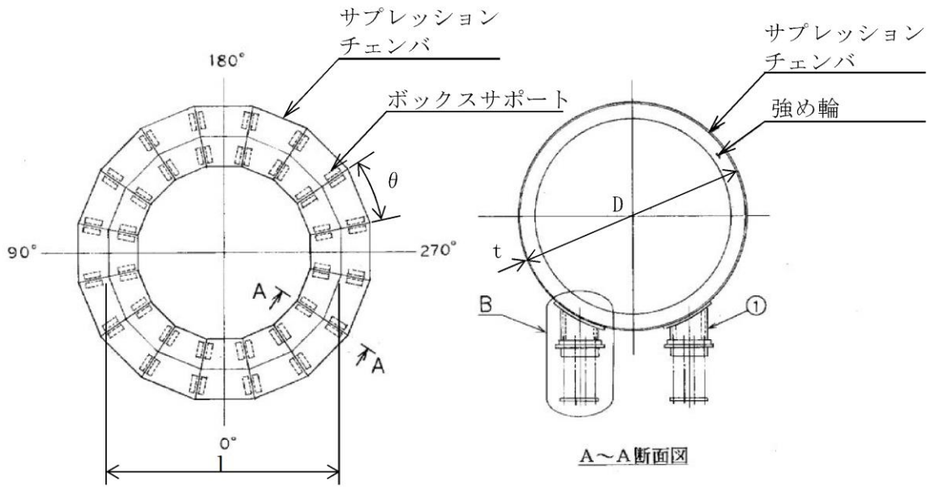
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙－４　サプレッションチェンバ内部水質量の考え方の変更について	別紙－８　サプレッション・チェンバ内部水質量の考え方の変更について	
目　次	目　次	
1. 概要	1.　概要	
2. 既工認と今回工認の耐震評価手法	2.　既工認と今回工認の耐震評価手法	
2.1 サプレッションチェンバの構造	2.1　サプレッションチェンバの構造	
2.2 有効質量の概要	2.2　有効質量の概要	
2.3 既工認と今回工認の耐震評価手法の比較	2.3　既工認と今回工認の耐震評価手法の比較	
2.3.1 水の有効質量の適用及びスロッシング荷重の考慮		
2.3.2 地震応答解析手法の変更		・島根２号炉サプレッションチェンバにおいて，地震応答解析手法の変更はしない
2.4 有効質量を適用する目的と効果	2.4　有効質量を適用する目的と効果	
3. 有効質量の適用方針	3.　有効質量の適用方針	
3.1 概要	3.1　概要	
3.2 円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証	3.2　円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証	
3.3 耐震評価に用いる有効質量の設定	3.3　耐震評価に用いる有効質量の設定	
4. 円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証	4.　円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証	
4.1 構造解析による有効質量比の算出	4.1　構造解析による有効質量比の算出	
4.1.1 検討対象	4.1.1　検討対象	
4.1.2 解析モデル	4.1.2　解析モデル	
4.1.3 解析結果	4.1.3　解析結果	
4.2 振動試験	4.2　振動試験	
4.2.1 試験体	4.2.1　試験体	
4.2.2 計測項目及び計測機器設置位置	4.2.2　計測項目及び計測機器設置位置	
4.2.3 試験条件	4.2.3　試験条件	
4.2.4 試験結果	4.2.4　試験結果	
4.3 流体解析による有効質量比の算出		・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う
4.3.1 解析モデル		
4.3.2 解析条件		
4.3.3 解析結果及び有効質量比の確認		
4.4 妥当性検証	4.3　妥当性検証	
5. 耐震評価に用いる有効質量の設定	5.　耐震評価に用いる有効質量の設定	
5.1 実機の有効質量比の算出	5.1　実機の有効質量比の算出	
5.1.1 NASTRAN の実機解析モデル	5.1.1　ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析モデル	
5.1.2 OpenFOAM の実機解析モデル	5.1.2　Ｆｌｕｅｎｔの実機解析モデル	・適用する流体解析コードの相違
5.1.3 解析結果	5.1.3　解析結果	
5.2 実機評価に適用する有効質量	5.2　実機評価に適用する有効質量	
6. 今回工認の地震応答解析	6.　今回工認の地震応答解析	
7. まとめ	7.　まとめ	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙１　規格類における有効質量の適用例	別紙１　規格類における有効質量の適用例	
別紙２　有効質量の概要	別紙２　有効質量の概要	
別紙３　サプレッションチェンバ内部水のスロッシング荷重について	別紙３　サプレッションチェンバ内部水のスロッシング荷重について	
別紙４　振動試験の全データ		・島根２号炉において参照する振動試験の全データは参考資料１に示す
別紙５　サプレッションチェンバ内部水の地震応答解析モデルへの設定方法について	別紙４　サプレッションチェンバ内部水の地震応答解析モデルへの設定方法について	
参考資料１　地震時における<u>トーラス型</u>容器内部水の有効質量に係る研究の概要について	参考資料１　地震時における<u>円環形状</u>容器内部水の有効質量に係る研究の概要について	
参考資料２　有効質量比に対するスロッシング影響について	参考資料２　有効質量比に対するスロッシング影響について	
参考資料３　有効質量比に対する入力地震動の影響について	参考資料３　有効質量比に対する入力地震動の影響について	
参考資料４　規格基準における有効質量比との比較について	参考資料４　規格基準における有効質量比との比較について	
参考資料５　計算機コードの概要について	参考資料５　計算機コードの概要について	
参考資料６　有効質量を適用する設備について	参考資料６　有効質量を適用する設備について	
参考資料７　サプレッションチェンバ・ボックスサポートの耐震評価について	参考資料７　サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートの耐震評価について	
参考資料８　原子炉建屋基礎版上における地震応答を用いる妥当性について	参考資料８　原子炉建物基礎版上における地震応答を用いる妥当性について	
参考資料９　機器・配管系設備の既工認からの構造変更について（ボックスサポート）		・島根２号炉サプレッションチェンバにおいて構造変更は行わない
参考資料 10　評価に用いた地震動の応答加速度スペクトルについて	参考資料９　評価に用いた地震動の応答加速度スペクトルについて	
参考資料 11　方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針	参考資料 10　スロッシング解析に用いる模擬地震波について	
参考資料 12　サプレッションチェンバの水位条件について	参考資料 11　サプレッションチェンバの重大事故時水位について	
	参考資料 12　サプレッションチェンバの内部水に有効質量を考慮する水位条件の変更について	・島根２号炉では有効質量を適用する水位条件の見直しを行ったため，変更前後における考え方を整理している
	参考資料 13　先行プラントとの有効質量比の比較	・島根２号炉では先行プラントとの比較により，有効質量の妥当性を確認している

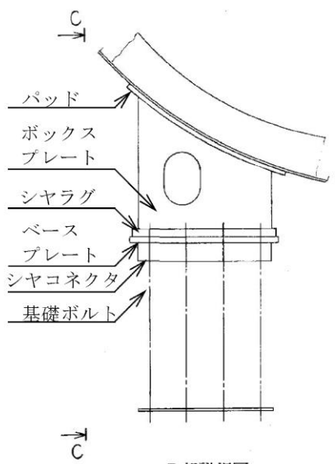
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
1．概要 女川原子力発電所２号炉（以下「女川２号炉」という。）の既工認では，サプレッションチェンバへ加わる地震荷重のうち，内部水による荷重の算出に当たっては，内部水全体を剛体とみなし，容器とともに一体で挙動するものとして内部水の全質量を用いていたが，容器の内部水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される内部水の質量は一部であることから，女川２号炉の今回工認では，これを考慮して地震荷重を算出する。 ここで，他産業における球形タンクや円筒タンクの耐震設計では，容器内の水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される質量は，有効質量（又は付加質量，仮想質量等）として定義され，一般的に適用されている。 本資料では，女川２号炉の今回工認において円環形状容器であるサプレッションチェンバ内部水に対して有効質量を適用することの考え方及びその妥当性について説明する。	1.　概要 島根原子力発電所２号炉（以下「島根２号炉」という。）の既工認では，サプレッションチェンバへ加わる地震荷重のうち，内部水による荷重の算出に当たっては，内部水全体を剛体とみなし，容器とともに一体で挙動するものとして内部水の全質量を用いていたが，容器の内部水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される内部水の質量は一部であることから，島根２号炉の今回工認では，これを考慮して地震荷重を算出する。 ここで，他産業における球形タンクや円筒タンクの耐震設計では，容器内の水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される質量は，有効質量（又は付加質量，仮想質量等）として定義され，一般的に適用されている。 本資料では，島根２号炉の今回工認において円環形状容器であるサプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用することの考え方及びその妥当性について説明する。なお，本手法の工事計画認可実績はないが，女川２号炉の設置許可段階の審査において採用している手法と同じ手法である。	
2．既工認と今回工認の耐震評価手法 2.1 サプレッションチェンバの構造 原子炉格納容器全体概要図を第 2.1-1 図に，サプレッションチェンバ・ボックスサポート概要図を第 2.1-2 図に，サプレッションチェンバ断面概要図を第 2.1-3 図に示す。また，女川２号炉サプレッションチェンバ諸元を第 2.1-1 表に示す。 サプレッションチェンバは，16 セグメントの円筒を繋ぎ合わせた円環形状容器であり，各セグメントの継ぎ目に２箇所ずつ設けられた全 32 箇所の支持脚（以下「ボックスサポート」という。）により，原子炉建屋基礎版上に自立している。 ボックスサポートは，半径方向に対してサプレッションチェンバの熱膨張により可動し，周方向に対してサプレッションチェンバの地震荷重を原子炉建屋基礎版に伝達させる構造である。 また，サプレッションチェンバは，ドライウェルとベント管を介して接続されるが，ベント管に設けられたベント管ベローズにより相対変位を吸収する構造となっている。 このため，サプレッションチェンバの耐震評価に当たっては，ドライウェルの地震応答と切り離し，原子炉建屋基礎版上における地震応答を用いている（参考資料８参照）。	2.　既工認と今回工認の耐震評価手法 2.1　サプレッションチェンバの構造 原子炉格納容器の全体概要図を第 2.1－1 図 に，サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートの概要図を第 2.1－2 図に，サプレッションチェンバ断面概要図を第 2.1－3 図に示す。また，島根２号炉サプレッションチェンバの諸元を第 2.1－1 表に示す。 サプレッションチェンバは，16 セグメントの円筒を繋ぎ合わせた円環形状容器であり，各セグメントの継ぎ目に２箇所ずつ設けられた全 32 箇所の支持脚（以下「サプレッションチェンバサポート」という。）により，原子炉建物基礎版上に自立している。 サプレッションチェンバサポートは，半径方向に対してサプレッションチェンバの熱膨張により可動し，周方向に対してサプレッションチェンバの地震荷重を原子炉建物基礎版に伝達させる構造である。 また，サプレッションチェンバは，ドライウェルとベント管を介して接続されるが，ベント管に設けられたベント管ベローズにより相対変位を吸収する構造となっている。 このため，サプレッションチェンバの耐震評価に当たっては，ドライウェルの地震応答と切り離し，原子炉建物基礎版上における地震応答を用いている（参考資料８参照）。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 第 2.1-1 図　原子炉格納容器全体概要図	 第 2.1－1 図　原子炉格納容器全体概要図	

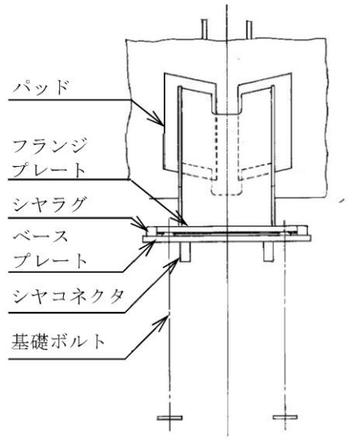
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



A～A断面図

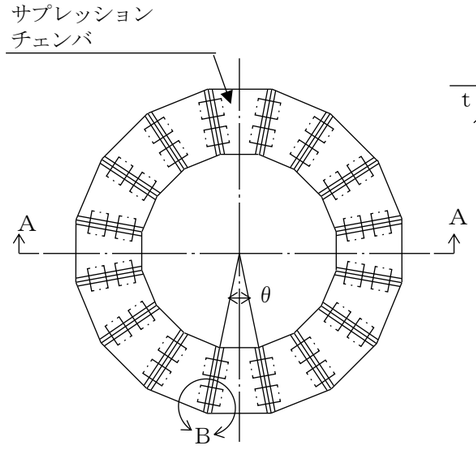


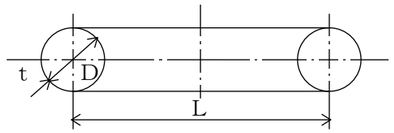
B部詳細図

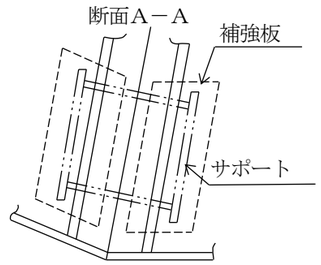


C～C矢視図

第 2.1-2 図　サプレッションチェンバ・ボックスサポート概要図

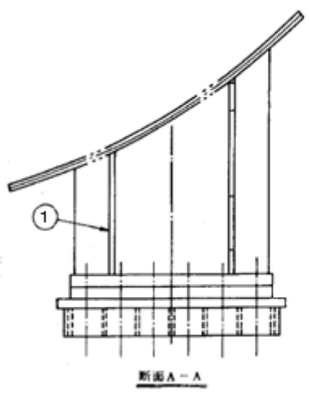


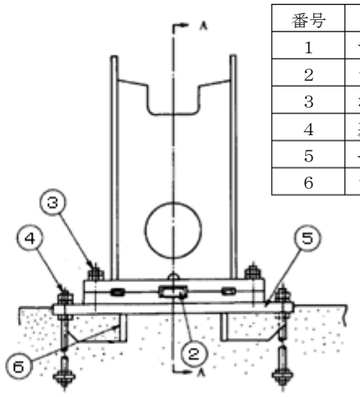




B部詳細図

サプレッションチェンバ



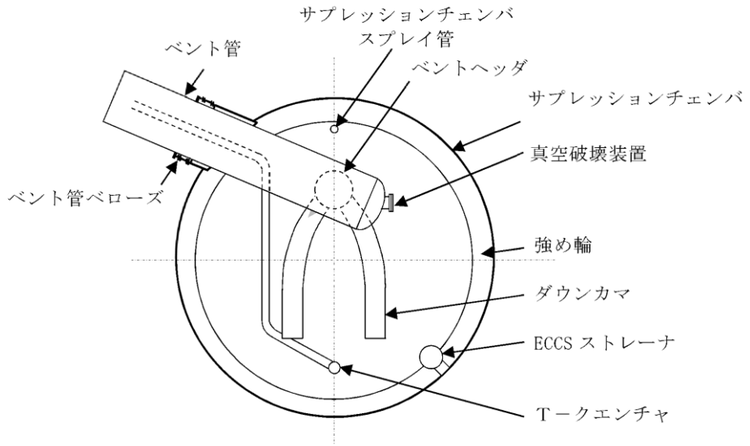


番号	部 位
1	サポート
2	シアキー
3	ボルト
4	基礎ボルト
5	ベースプレート
6	シアプレート

サプレッションチェンバサポート

第 2.1－2 図　サプレッションチェンバ，サプレッションチェンバサポート概要図

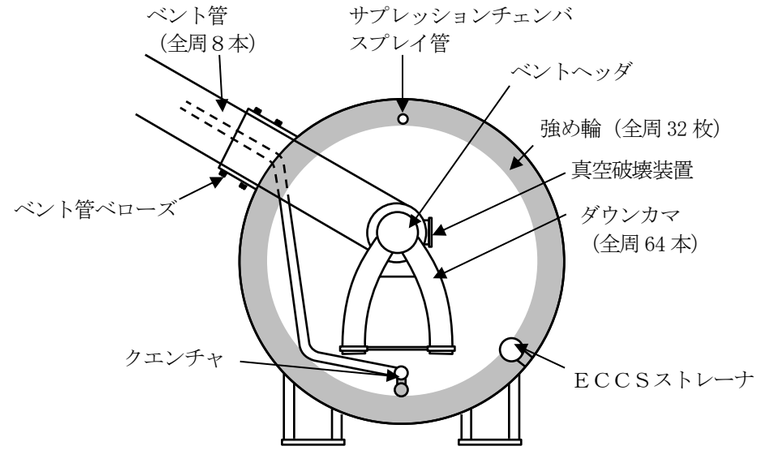
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



第 2.1-3 図　サプレッションチェンバ断面概要図

第 2.1-1 表　女川２号炉サプレッションチェンバ諸元

項　目		内　容	備　考
耐震クラス		Ｓクラス	
設置建屋		原子炉建屋	
設置高さ		0.P.-8,100	基礎版上
主要寸法	D	9,400 mm	記号は第 2.1-2 図に示す
	l	37,860 mm	
	t	19 mm	
	θ	22.5°	
サプレッションチェンバ質量（内部水及びボックスサポート含む）		約 4,200 ton	通常運転水位における質量
		約 6,770 ton	重大事故時水位における質量
内部水質量		約 2,900 ton	通常運転水位における質量
		約 5,470 ton	重大事故時水位における質量



第 2.1－3 図　サプレッションチェンバ断面概要図

第 2.1-1 表　島根２号炉サプレッションチェンバ諸元

項　目		内　容	備　考
耐震クラス		Ｓクラス	
設置建物		原子炉建物	
設置高さ		EL.1300 mm	基礎版上
主要寸法	D		記号は第2.1－2図に示す
	L		
	t		
	θ		
内部水量	通常運転範囲の上限値（H．W．L）		
	重大事故時水位		

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
2.2 有効質量の概要 有効質量については，他産業の球形タンクや円筒タンク等の容器の耐震設計に一般的に用いられている考え方である（別紙１ 参照）。 また，有効質量は，容器の内部水が自由表面を有する場合，水平方向の揺れによる動液圧分布を考慮して，地震荷重として付加される容器の内部水の質量として設定される（別紙１参照）。 なお，有効質量は容器の形状と水位が既知であれば，汎用構造解析プログラム NASTRAN を用いて算出することが可能である。 2.3 既工認と今回工認の耐震評価手法の比較 女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価における既工認と今回工認の比較を第 2.3-1 表に，既工認及び今回工認におけるサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フローを第 2.3-1 図及び第 2.3-2 図に，並びに静的地震力による耐震評価フローを第 2.3-3 図及び第 2.3-4 図に示す。 既工認からの変更点は，水平地震荷重算出における質量の扱い（有効質量の適用）及びこれに伴うスロッシング荷重の個別評価，地震応答解析手法の変更（動的解析（スペクトルモーダル解析等））である。	2.2　有効質量の概要 有効質量については，他産業の球形タンクや円筒タンク等の容器の耐震設計に一般的に用いられている考え方である（別紙１参照）。 また，有効質量は，容器の内部水が自由表面を有する場合，水平方向の揺れによる動液圧分布を考慮して，地震荷重として付加される容器の内部水の質量として設定される（別紙２参照）。 なお，有効質量は容器の形状と水位が既知であれば，汎用構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮを用いて算出することが可能である。 2.3　既工認と今回工認の耐震評価手法の比較 島根２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価における既工認と今回工認の比較を第 2.3－1 表 に，既工認及び今回工認におけるサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フローを第 2.3－1 図及び第 2.3－2 図に，並びに静的地震力による耐震評価フローを第 2.3－3 図及び第 2.3－4 図に示す。 既工認からの変更点は，水平地震荷重算出における質量の扱い（有効質量の適用）及びこれに伴うスロッシング荷重の個別評価である。	・島根２号炉では既工認においてサプレッションチェンバの応答解析にスペクトルモーダル解析を適用している ・内部水有効質量の適用範囲の相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 2.3-1 表　女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価における既工認と今回工認の比較

項目			既工認	今回工認＊1	変更理由
荷重評価	地震荷重算出に考慮する質量	水平	鋼材質量＋水質量（全質量）	鋼材質量＋水質量（有効質量）	現実的な水の地震荷重を評価するため，水の有効質量を適用
		鉛直	鋼材質量＋水質量（全質量）	同左	－
	スロッシング荷重		＊２	個別評価	有効質量の適用に伴いスロッシング荷重を個別評価
	死荷重（自重）に考慮する質量		鋼材質量＋水質量（全質量）	同左	－
	地震荷重解析手法	水平	静的解析	動的解析（スペクトルモーダル解析等）	より詳細な地震応答解析を実施
		鉛直	静的解析	静的解析	－
応力評価	応力評価手法		サプレッションチェンバシェル（数値解析） ボックスサポート（定型式）	同左	－
	許容応力		JEAG4601 に基づく	同左	－

注）下線部は既工認からの変更点を示す

＊１　静的地震力による評価は，水質量（全質量）を用いて既工認と同様に評価

＊２　サプレッションチェンバ内部水全体を剛体とみなして保守的に地震荷重を考慮しており，スロッシング荷重は水平地震荷重に包含される

第 2.3－1 表　島根２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価における既工認と今回工認の比較

項目			既工認	今回工認注1	変更理由
荷重評価	地震荷重算出に考慮する質量	水平	鋼材質量＋水質量（全質量）	鋼材質量＋水質量（有効質量）	現実的な水の地震荷重を評価するため
		鉛直	鋼材質量＋水質量（全質量）	同左	－
	スロッシング荷重		注２	個別評価	有効質量の適用に伴いスロッシング荷重を個別評価
	死荷重（自重）に考慮する質量		鋼材質量＋水質量（全質量）	同左	－
	地震荷重解析手法	水平	動的解析（スペクトルモーダル解析等）	同左	－
		鉛直	静的解析	同左	－
応力評価	応力評価手法		構造解析コードによる解析（本体部） 公式等による評価（サポート部）	同左	－
	許容応力		ＪＥＡＧ４６０１に基づく	同左	－

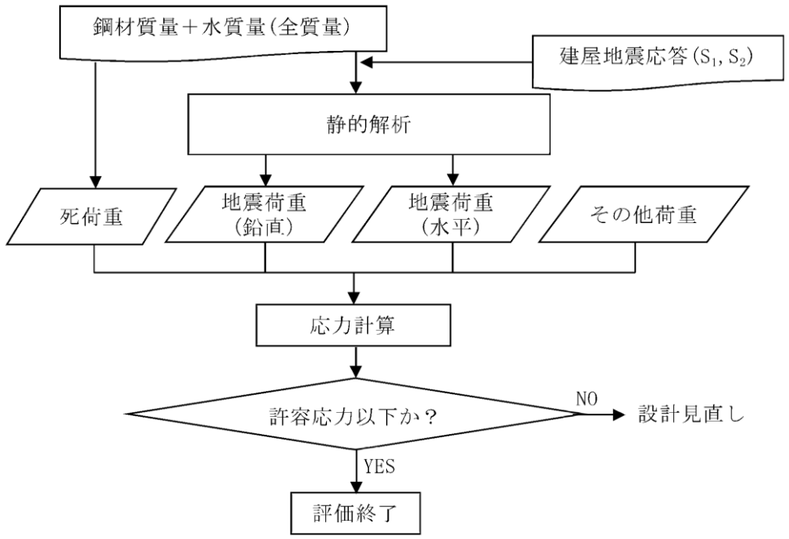
下線部は既工認からの変更点を示す

注１　静的地震力による評価は，水質量（全質量）を用いて既工認と同様に評価

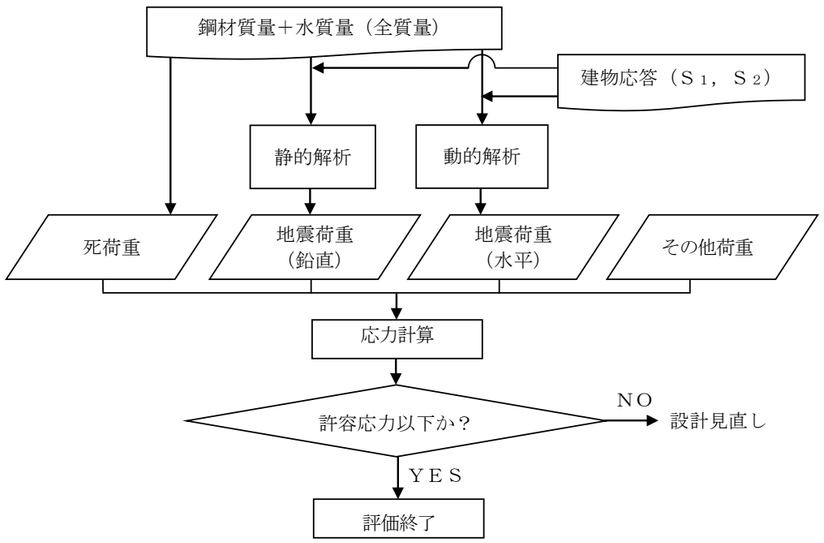
注２　サプレッションチェンバ内部水全体を剛体とみなし保守的に地震荷重を考慮しており，スロッシング荷重は水平地震荷重に包含される

・島根２号炉では既工認においてサプレッションチェンバの応答解析にスペクトルモーダル解析を適用している

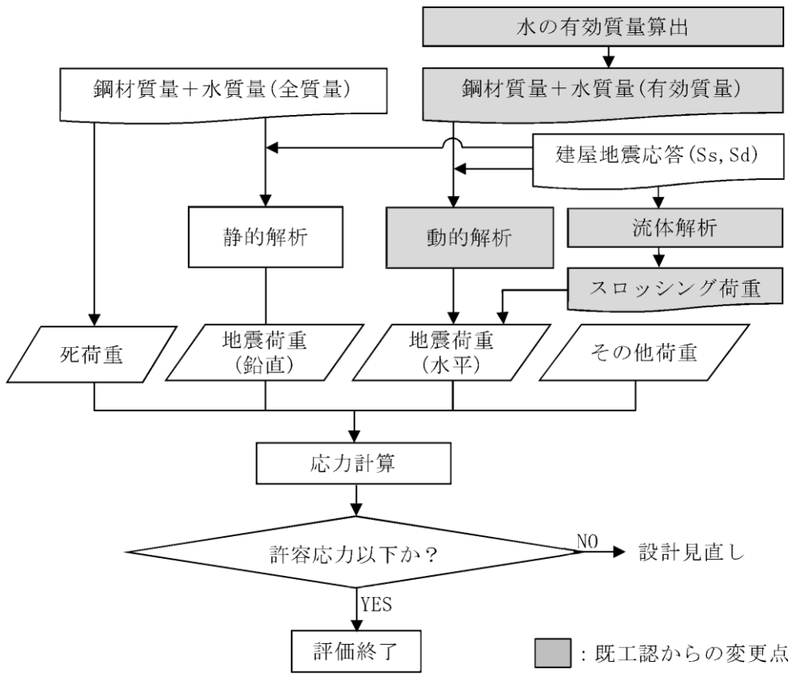
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



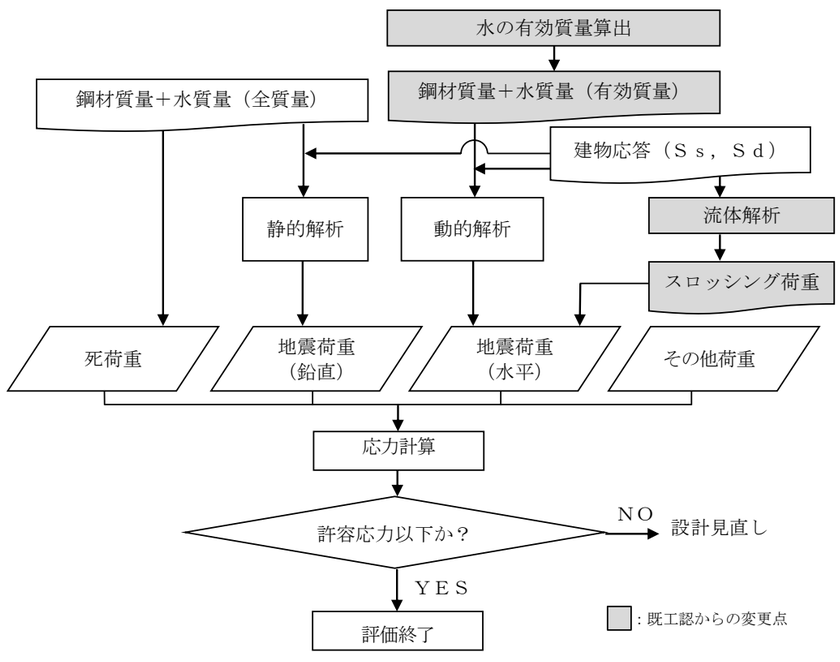
第 2.3-1 図　既工認におけるサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フロー



第 2.3－1 図　既工認におけるサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フロー

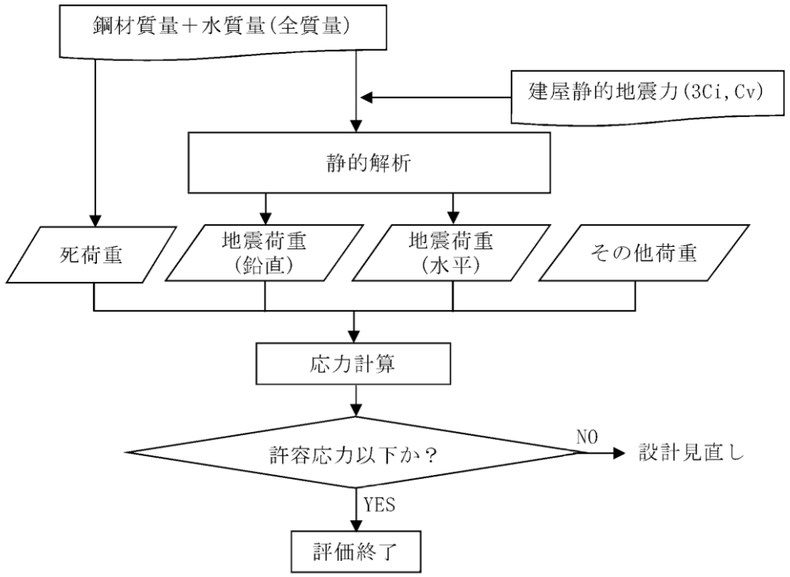


第 2.3-2 図　今回工認におけるサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フロー

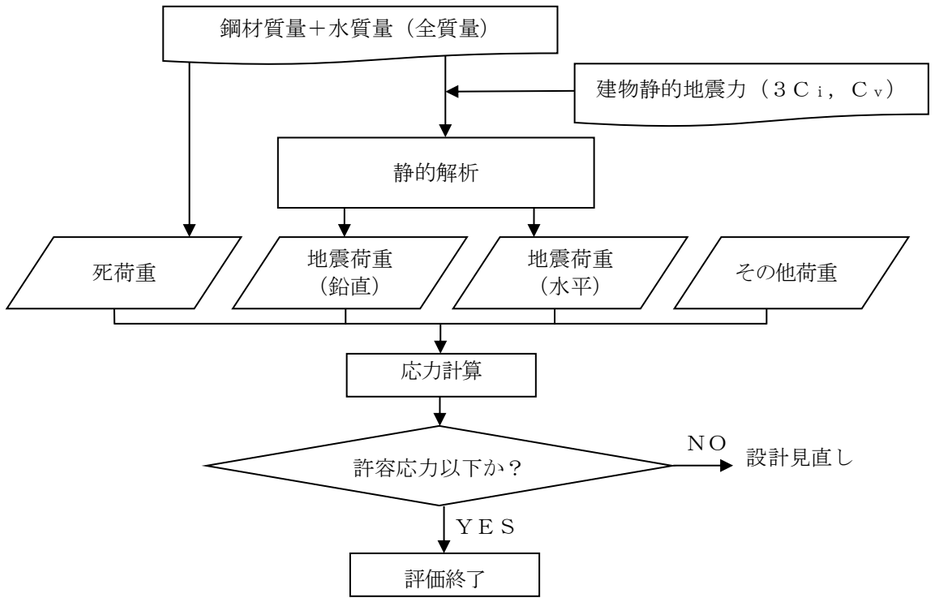


第 2.3－2 図　今回工認におけるサプレッションチェンバの動的地震力による耐震評価フロー

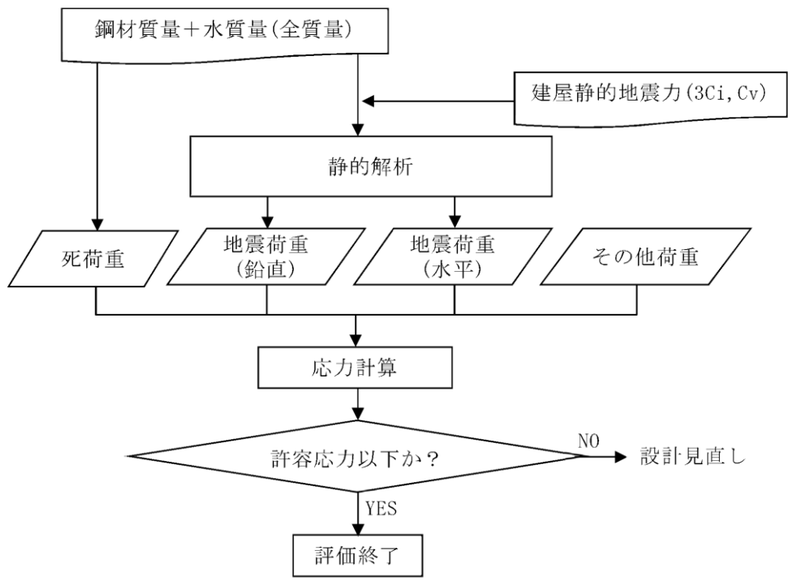
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



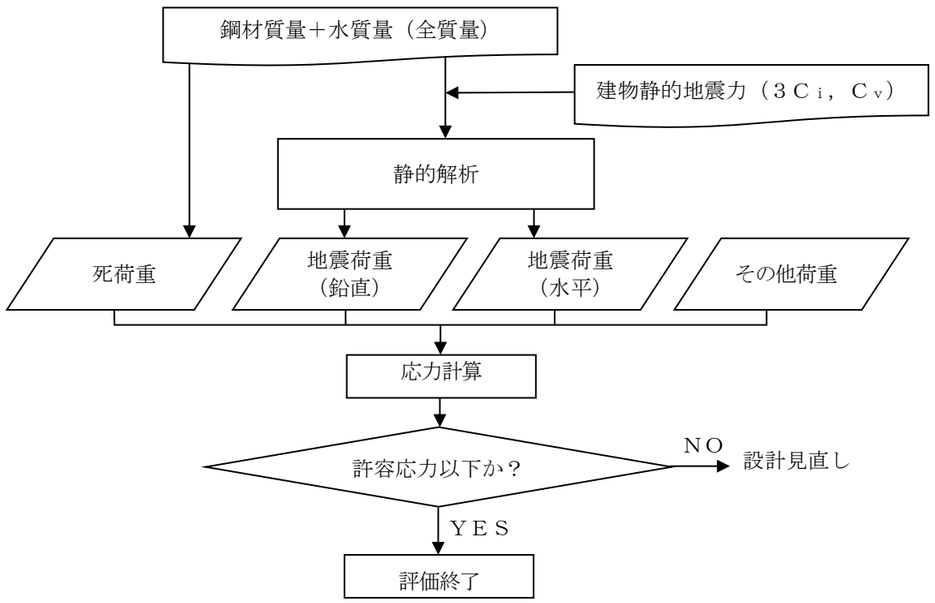
第 2.3-3 図　既工認におけるサプレッションチェンバの静的地震力による耐震評価フロー



第 2.3－3 図　既工認におけるサプレッションチェンバの静的地震力
による耐震評価フロー

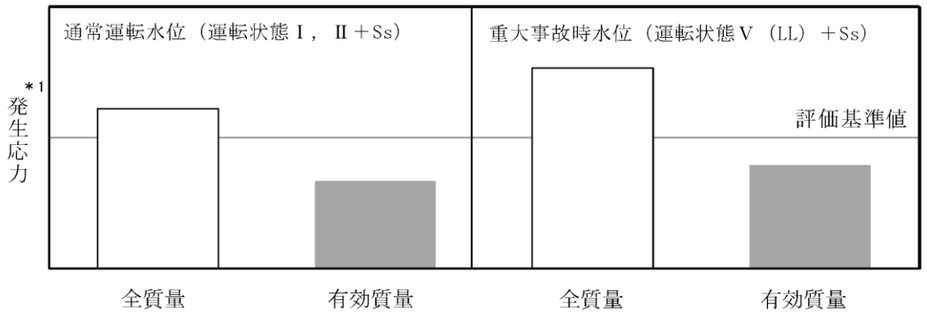
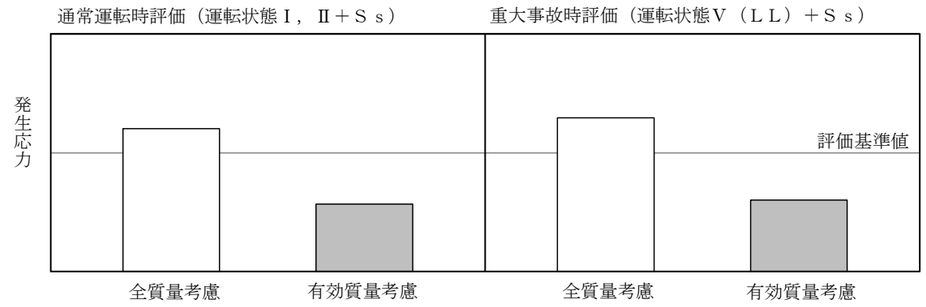


第 2.3-4 図　今回工認におけるサプレッションチェンバの静的地震力による耐震評価フロー(既工認と変更なし)



第 2.3－4 図　今回工認におけるサプレッションチェンバの静的地震力
による耐震評価フロー（既工認と変更なし）

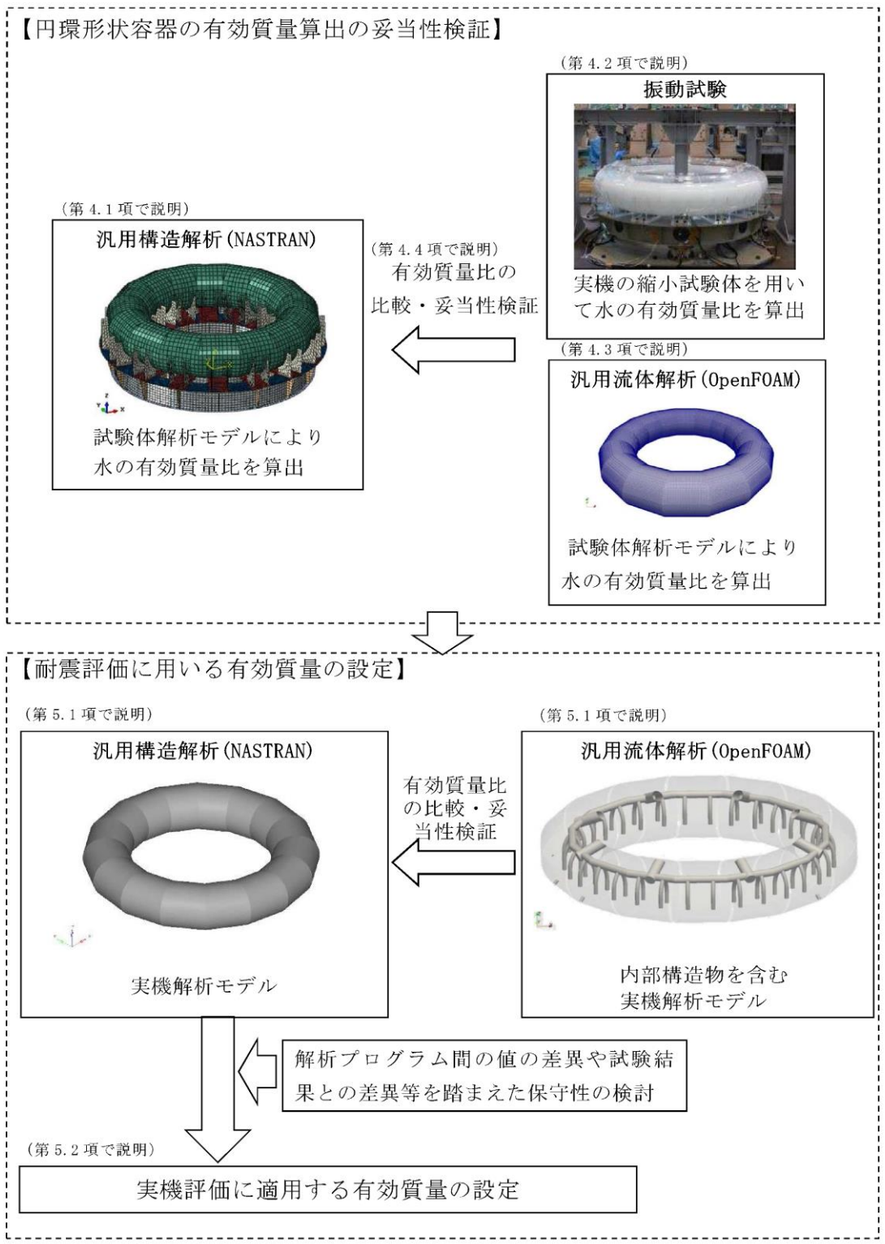
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
2.3.1 水の有効質量の適用及びスロッシング荷重の考慮 サプレッションチェンバの耐震評価は，死荷重（自重），水平及び鉛直方向の地震荷重，地震と同時に作用することが想定される圧力によるその他荷重を組み合わせて行う。 既工認では，簡便な扱いとしてサプレッションチェンバの内部水全体を剛体と仮定し，地震荷重算出に内部水の全質量を用いていたが，今回工認では流体としての特性を考慮し，水平方向の地震荷重算出に当たってはサプレッションチェンバ内部水質量として有効質量の考え方を適用する。 また，スロッシングによる荷重については，既工認ではサプレッションチェンバ内部水全体を剛体としていたため，水平方向の地震荷重に包含される扱いとしていたが，今回工認では水平方向の地震荷重算出に有効質量を適用するため，地震時の内部水の挙動を考慮し，スロッシング荷重を流体解析により算出する（別紙３，参考資料６参照）。 2.3.2 地震応答解析手法の変更 既工認では，地震応答解析手法として水を含めたサプレッションチェンバ全体を剛とみなして静解析を実施していたが，今回工認では重大事故時のサプレッションチェンバの水位上昇に伴う内部水の質量増加を踏まえ，より詳細な地震応答解析を実施するため，動的解析（３次元はりモデルを用いたスペクトルモーダル解析等）に変更する。 なお，３次元はりモデルによるスペクトルモーダル解析は，配管等の地震応答解析で用いられている一般的な手法である。	サプレッションチェンバの耐震評価は，死荷重（自重），水平及び鉛直方向の地震荷重，地震と同時に作用することが想定される圧力によるその他荷重を組み合わせて行う。 既工認では，簡便な扱いとしてサプレッションチェンバの内部水全体を剛体と仮定し，地震荷重算出に内部水の全質量を用いていたが，今回工認では流体としての特性を考慮し，水平方向の地震荷重算出に当たってはサプレッションチェンバ内部水質量として有効質量の考え方を適用する。 また，スロッシングによる荷重については，既工認ではサプレッションチェンバ内部水全体を剛体としていたため，水平方向の地震荷重に包含される扱いとしていたが，今回工認では水平方向の地震荷重算出に有効質量を適用するため，地震時の内部水の挙動を考慮し，スロッシング荷重を流体解析により算出する（別紙３，参考資料６参照）。	・島根２号炉では既工認においてサプレッションチェンバの応答解析にスペクトルモーダル解析を適用している

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
2.4 有効質量を適用する目的と効果 容器の内部水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される内部水の質量は，内部水の全質量でなく一部の質量（有効質量）であることが知られている（別紙１参照）。 これらの知見に基づいて，女川２号炉の今回工認では，より現実に近いサプレッションチェンバの内部水の挙動を考慮した評価を行うことを目的に，耐震計算における内部水の扱いとして，振動試験や流体解析によりその妥当性を検証した汎用構造解析プログラム NASTRAN を用いて算出した有効質量を適用する。 なお，本有効質量を用いて，サプレッションチェンバボックスサポートの構造強度評価を実施する場合，発生応力が低減すると考えられる（第 2.4-1 図）。  ＊1　いずれの条件に対しても補強工事を考慮（参考資料９参照） 第 2.4-1 図　通常運転状態及び重大事故時のボックスサポートの評価の見通し	2.4　有効質量を適用する目的と効果 容器の内部水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される内部水の質量は，内部水の全質量でなく一部の質量（有効質量）であることが知られている（別紙１参照）。 これらの知見に基づいて，島根２号炉の今回工認では，より現実に近いサプレッションチェンバの内部水の挙動を考慮した評価を行うため，耐震評価における内部水に，汎用構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮを用いて算出した有効質量を適用する。構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量の妥当性は振動試験により確認する。 なお，本有効質量を用いて，サプレッションチェンバサポートの構造強度評価を実施する場合，発生応力が低減すると考えられる（第 2.4－1 図参照）。  第 2.4－1 図　通常運転時及び重大事故時のサプレッションチェンバサポートの評価の見通し	・島根２号炉では通常運転時のサプレッションチェンバの耐震評価に重大事故時水位を適用する

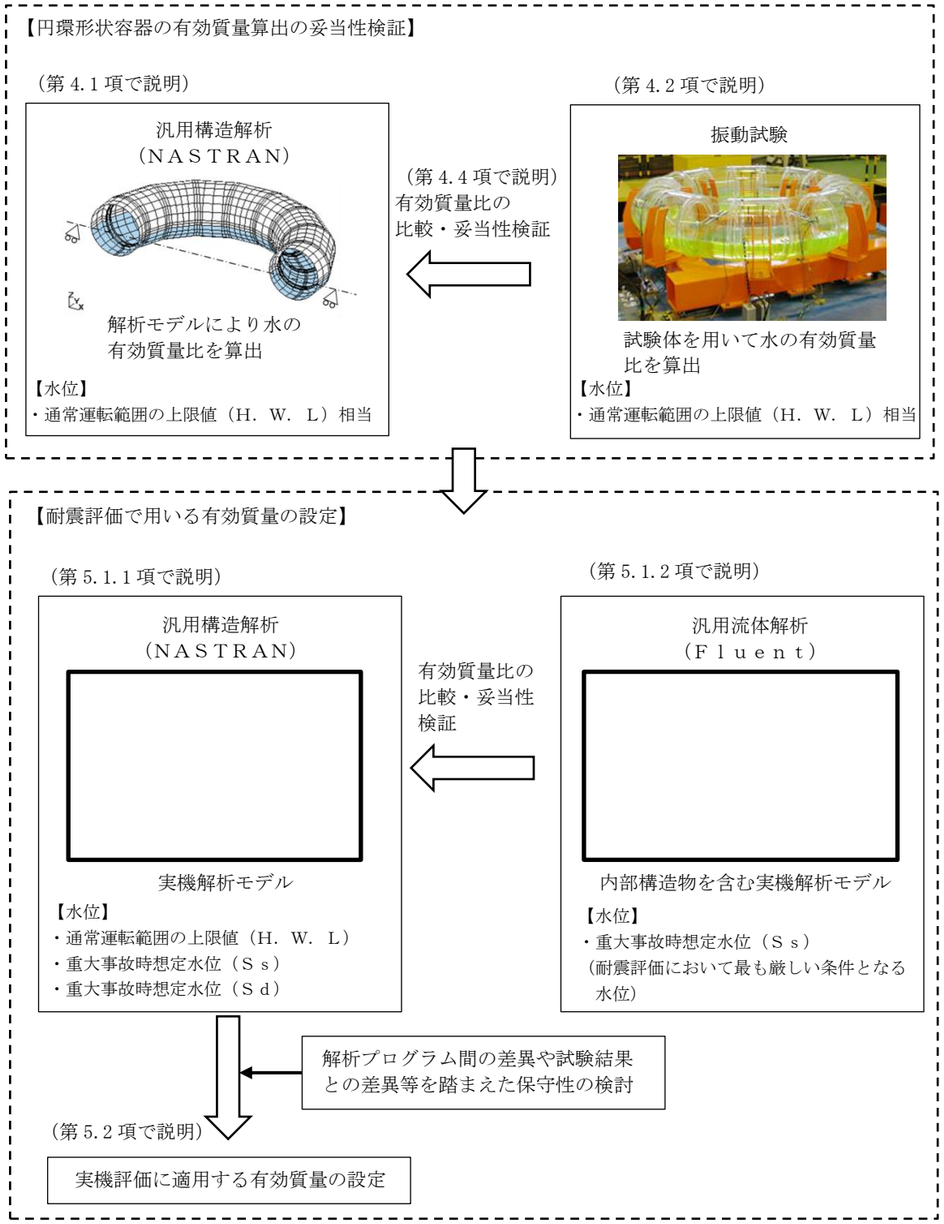
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3. 有効質量の適用方針 3.1 概要 女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に適用する有効質量は，汎用構造解析プログラム NASTRAN（参考資料５参照）にて算出する。 円環形状容器であるサプレッションチェンバの有効質量の算出に NASTRAN を用いるため，その妥当性検証として，サプレッションチェンバの内部構造物を除いた円環形状容器のモデルに対して NASTRAN にて有効質量を求め，実機を縮小模擬した試験体（前述の NASTRAN の解析モデルと同様）を用いた振動試験及び流体解析（汎用流体解析コード OpenFOAM（参考資料５参照））により算出した有効質量と比較，検証を行う。 女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に用いる有効質量は，先に検証した NASTRAN により算出した値に対して，内部構造物を含む解析モデルに対する流体解析（汎用流体解析コード OpenFOAM）により算出した値と比較，検証した上で，解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえて NASTRAN で算出された値の保守性を検討し，設定する。 NASTRAN によるサプレッションチェンバ内部水の有効質量算出の妥当性検証及び女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に用いる有効質量の設定の流れを第 3.1-1 図に示す。なお，有効質量の評価においては，内部水の全質量に対する有効質量の割合（以下「有効質量比」という。）を用いる。	3.　有効質量の適用方針 3.1　概要 島根２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に適用する有効質量は，汎用構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮ（参考資料５参照） にて算出する。 円環形状容器であるサプレッションチェンバの有効質量の算出にＮＡＳＴＲＡＮを用いるため，その妥当性検証として，サプレッションチェンバの内部構造物を除きサプレッションチェンバシェル及び強め輪を縮小模擬した円環形状容器のモデルに対してＮＡＳＴＲＡＮにて有効質量を求め，振動試験により算出した有効質量と比較，検証を行う。 島根２号炉のサプレッションチェンバにおいては，先に検証したＮＡＳＴＲＡＮにより算出した有効質量比と，内部構造物を含む解析モデルに対して流体解析（汎用流体解析コードＦｌｕｅｎｔ（参考資料５参照））により算出した有効質量比を比較，検証した上で，解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえてＮＡＳＴＲＡＮで算出された値の保守性を検討し，耐震評価に用いる有効質量を設定する。 ＮＡＳＴＲＡＮ によるサプレッションチェンバ内部水の有効質量算出の妥当性検証及び島根２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に用いる有効質量の設定の流れを第 3.1－1 図に示す。なお，有効質量の評価においては，内部水の全質量に対する有効質量の割合（以下「有効質量比」という。）を用いる。	・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う ・適用する流体解析コードの相違
3.2 円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証 円環形状容器の有効質量算出に汎用構造解析プログラム NASTRAN を用いることの妥当性検証として，振動試験及び汎用流体解析コード OpenFOAM により算出した有効質量比と比較する。 ① NASTRAN による試験体解析モデルの有効質量比の算出（第 4.1 項にて説明） 振動試験に用いた試験体の構造解析モデルを作成し，NASTRAN により有効質量比を算出する。 ② 振動試験による有効質量比の確認（第 4.2 項にて説明） 実機を縮小模擬した円環形状容器の試験体を用いて振動試験を行い，試験データから有効質量比を算出する。 ③ OpenFOAM による試験体解析モデルの有効質量比の算出（第 4.3 項にて説明） 振動試験に用いた試験体の流体解析モデルを作成し，OpenFOAM により有効質量比を算出する。 ④ 妥当性検証（第 4.4 項にて説明） 上記①～③で得られた有効質量比を比較し，NASTRAN で算出した円環形状容器の内部水の有効質量比の妥当性を検証する。	3.2　円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証 円環形状容器の有効質量算出に汎用構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮを用いることの妥当性検証として，振動試験により算出した有効質量比と比較する。本検討では，島根１号炉サプレッションチェンバを円環形状容器の代表とする。 ①ＮＡＳＴＲＡＮによる実機解析モデルの有効質量比の算出（第 4.1 項にて説明） 実機（島根１号炉）解析モデルを作成し，ＮＡＳＴＲＡＮにより有効質量比を算出する。 ②振動試験による有効質量比の確認（第 4.2 項にて説明） 実機（島根１号炉）の縮小試験体を用いて振動試験を行い，試験データから有効質量比を算出する。 ③妥当性検証（第 4.3 項にて説明） 上記①，②で得られた有効質量比を比較し，ＮＡＳＴＲＡＮで算出した円環形状容器の内部水の有効質量比の妥当性を検証する。	・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，島根１号炉を円環形状容器の代表とした振動試験を実施している） ・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3.3 耐震評価に用いる有効質量の設定 女川２号炉の実機評価に適用する有効質量は，実機解析モデルに対する NASTRAN と内部構造物を含む実機解析モデルに対する OpenFOAM による有効質量比を比較し，その妥当性を検証した上で，解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえて NASTRAN で算出された値の保守性を検討し，設定する。 ① NASTRAN による実機の有効質量比の算出（第 5.1 項にて説明） 第 3.2 項により妥当性を確認した NASTRAN を用いて，女川２号炉の実機解析モデルにより有効質量比を算出する。 ② 流体解析による実機の有効質量比の算出（第 5.1 項にて説明） NASTRAN の実機解析の妥当性を検証するため，OpenFOAM を用いて，女川２号炉の主要な内部構造物をモデル化した実機解析モデルにより有効質量比を算出し比較する。 ③ 不確かさを踏まえた耐震評価用の有効質量の設定（第 5.2 項にて説明） NASTRAN に対する流体解析及び振動試験の値の差異等を踏まえ，NASTRAN で算出された値の保守性を検討し，女川２号炉の実機評価に適用する有効質量を設定する。	3.3　耐震評価に用いる有効質量の設定 島根２号炉のサプレッションチェンバ実機においては，実機解析モデルに対するＮＡＳＴＲＡＮと内部構造物を含む実機解析モデルに対するＦｌｕｅｎｔによる有効質量比を比較し，その妥当性を検証した上で，解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえてＮＡＳＴＲＡＮで算出された値の保守性を検討し，耐震評価に用いる有効質量を設定する。 ①ＮＡＳＴＲＡＮによる実機の有効質量比の算出（第 5.1.1 項にて説明） 第 3.2 項により妥当性を確認したＮＡＳＴＲＡＮを用いて，島根２号炉の実機解析モデルにより有効質量比を算出する。 ②流体解析による実機の有効質量比の算出（第 5.1.2 項にて説明） ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析の妥当性を検証するため，Ｆｌｕｅｎｔを用いて，島根２号炉の主要な内部構造物をモデル化した実機解析モデルにより有効質量比を算出し比較する。 ③不確かさを踏まえた耐震評価用の有効質量の設定（第 5.2 項にて説明） ＮＡＳＴＲＡＮに対する流体解析及び振動試験の値の差異等を踏まえ，ＮＡＳＴＲＡＮで算出された値の保守性を検討し，島根２号炉の実機評価に適用する有効質量を設定する。	・適用する流体解析コードの相違 ・適用する流体解析コードの相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



第 3.1-1 図　NASTRAN によるサプレッションチェンバ内部水の有効質量算出の妥当性検証及び女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に用いる有効質量の設定の流れ

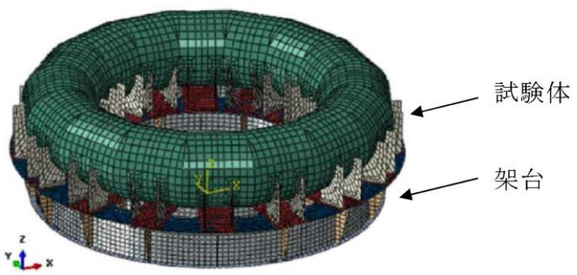


第 3.1－1 図　ＮＡＳＴＲＡＮによるサプレッションチェンバ内部水の有効質量算出の妥当性検証及び島根２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価に用いる有効質量の設定の流れ

・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う

<table>
<tr><th>女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）</th><th>島根原子力発電所　２号炉</th><th>備考</th></tr>
<tr><td>4. 円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証
4.1 構造解析による有効質量比の算出
円環形状容器の内部水の有効質量は，NASTRAN で算出可能であり，入力波によらず，容器の構造（形状及び寸法）と内部水の水位により有効質量が定まる。また，NASTRAN では，内部水のスロッシングを評価しないため，スロッシング荷重は考慮されない。

4.1.1 検討対象
女川２号炉のサプレッションチェンバを対象とし，NASTRAN による有効質量算出の妥当性検証のために実施する振動試験と同様(第 4.2 項参照)に実機サプレッションチェンバを縮小模擬した円環形状とする（実機寸法の約 1/25)。

4.1.2 解析モデル
振動試験に用いた試験体及び架台をもとにシェル要素で作成した構造解析モデルを第 4.1-1 図に示す。水位は，実機サプレッションチェンバの運転状態を考慮し，４段階（低，中，高，高高）（参考資料 12 参照）を設定する。
 

第 4.1-1 図　構造解析モデル（試験体解析モデル）</td><td>4.　円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証
4.1　構造解析による有効質量比の算出
円環形状容器の内部水の有効質量は，ＮＡＳＴＲＡＮで算出可能であり，入力波によらず，容器の構造（形状及び寸法）と内部水の水位により有効質量が定まる。
また，ＮＡＳＴＲＡＮでは，内部水のスロッシングを評価しないため，スロッシング荷重は考慮されない。

4.1.1　検討対象
島根１号炉サプレッションチェンバの解析モデルを妥当性検証の対象とする。島根１号炉及び島根２号炉サプレッションチェンバの主要寸法の比較を第 4.1－1 表に示す。

第 4.1－1 表　島根１号炉及び島根２号炉サプレッションチェンバの主要寸法の比較
<table><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="3">寸法注1［mm］</th><th colspan="2">質量［ton］</th></tr><tr><th>内径</th><th>円環直径</th><th>水位
（H．W．L）</th><th>鋼材</th><th>内部水</th></tr><tr><td>島根１号炉</td><td colspan="5" rowspan="2"></td></tr><tr><td>島根２号炉</td></tr></table>注１　() 内は内径に対する比率を表す。

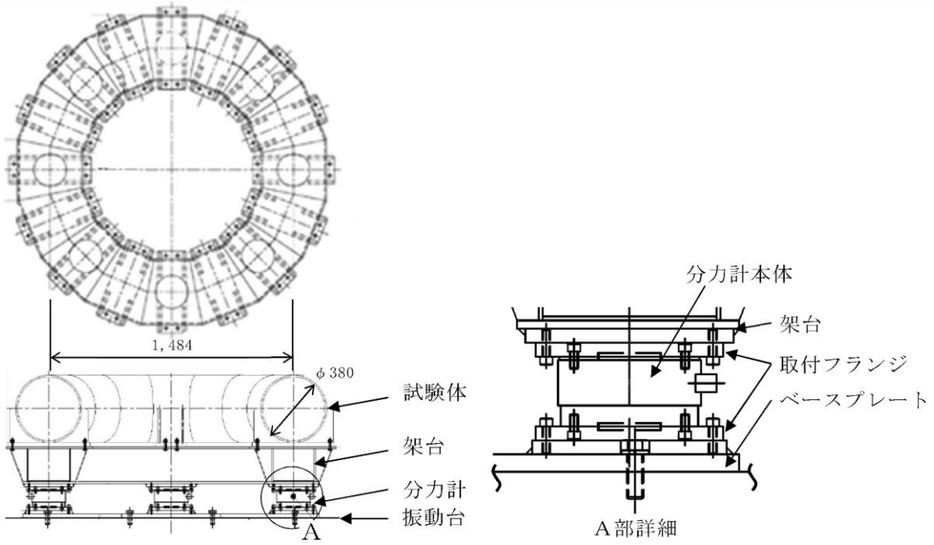
4.1.2　解析モデル
構造解析モデルを第 4.1－1 図に示す。水位は，サプレッションチェンバの通常運転範囲の上限値（H．W．L）相当を設定する。サプレッションチェンバシェル及び強め輪をモデル化対象とし，内部構造物はモデル化しない。

第 4.1－1 図　構造解析モデル</td><td>・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，島根１号炉を円環形状容器の代表とした振動試験を実施している）

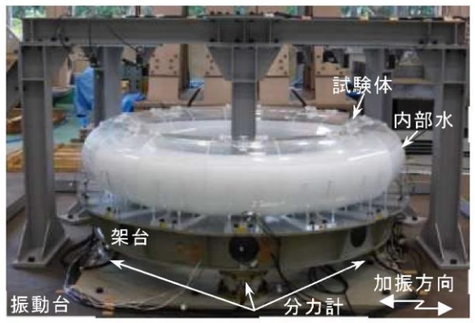
・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，強め輪の影響も振動試験により確認する）</td></tr>
</table>

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.1.3 解析結果 NASTRAN による有効質量及び有効質量比の算出結果を第 4.1-1 表に示す。有効質量比は水位とともに増加する傾向が確認された。	4.1.3　解析結果 ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量及び有効質量比の算出結果を第 4.1－2 表に示す。また，内部水の密度は 1000kg/m³ として，実際の内部水温度を考慮した密度に対して大きい値を適用し，有効質量が保守的に算出される条件を適用する。	・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，代表水位で試験を実施している） ・参照する振動試験の相違（水位の相違，強め輪有無により有効質量比の算出結果が異なる）
第 4.1-1 表　NASTRAN による有効質量及び有効質量比の算出結果 水位*1 / 水の全質量 M_W[kg] / 水の有効質量 M_E[kg]*2 / 有効質量比 M_E/M_W[-] / 備考 低（146mm） / 189.2 / 28.6 / 0.15 / 通常運転水位 中（203mm） / 292.4 / 64.4 / 0.22 / 高（259mm） / 389.7 / 115.1 / 0.30 / 真空破壊装置上端水位*3 高高（325mm） / 486.4 / 199.3 / 0.41 / *1　試験体底面からの高さ（第 4.2 項参照） *2　各シェル要素で得られた有効質量の合算値 *3　重大事故時水位より高い水位	第 4.1－2 表　ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比の算出結果 項目 / 算出結果 有効質量比 / 0.21	
4.2 振動試験 円環形状容器の内部水の有効質量算出に NASTRAN を用いることの妥当性を検証するため，試験体を作成して振動試験を行い，NASTRAN による有効質量比との比較を行う（参考資料 1 参照）。	4.2　振動試験 円環形状容器の内部水の有効質量算出にＮＡＳＴＲＡＮを用いることの妥当性を検証するため，試験体を作成して振動試験を行い，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比との比較を行う（参考資料１参照）。	
4.2.1 試験体 試験体の寸法は，女川２号炉のサプレッションチェンバの実機寸法の約 1/25 に設定し，材質は内部水の挙動を確認するためアクリルとした。試験体と実機との相似比を第 4.2-1 表に示す。なお，解析手法の検証という目的を踏まえ，内部水の流動現象を単純化させるため，強め輪やダウンカマ等の内部構造物は，試験体に模擬していない。 振動台上に試験体を支持する架台を設け，架台の脚部には水平及び鉛直方向の反力を測定可能な分力計を４台設置した。架台は，内部水からの荷重を分力計に確実に伝達させるため強固なものとし，ボックスサポートは模擬していない。試験装置の概要を第 4.2-1 図に，写真を第 4.2-2 図に示す。	4.2.1　試験体 試験体の寸法は，島根１号炉サプレッションチェンバの 1/20 に設定し，材質は内部水の挙動を確認するためアクリルとし，サプレッションチェンバシェル及び強め輪を試験体として模擬する。 試験装置は，振動台の上に試験体を支持する架台を設け，その上に試験体を設置した。振動台と架台の間には加振方向に２本のリニアガイドを並行に配置し，試験体及び架台が加振方向に移動できる構造とした。試験体及び架台はロードセルを介して振動台に固定されるため，試験体及び架台の振動応答による水平方向反力はロードセルで確認することができる。試験装置の外観を第 4.2－1 図に示す。	・参照する振動試験の相違（試験体の構造が異なる）
第 4.2-1 表　試験体と実機との相似比 物理量 / 相似比*1 / 設定値 長さ / 1/L / 1/24.7 加速度 / 1/1 / 1 時間 / $1/\sqrt{L}$ / $1/\sqrt{24.7}$ *1　L：実機と試験体の縮尺比（L = 9,400/380 = 24.7）		・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，基準地震動に基づく加振波を適用しておらず，ランダム波を適用するため，相似則を適用しない）

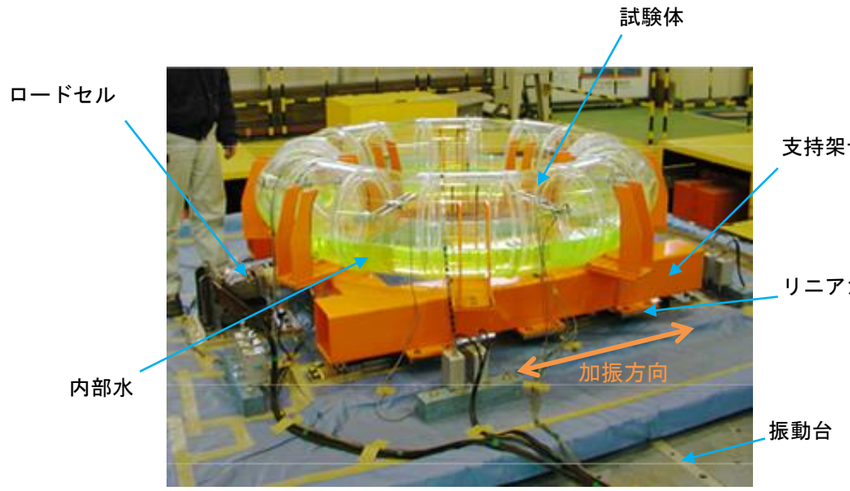
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



第 4.2-1 図　試験装置の概要



第 4.2-2 図　試験装置の写真



第 4.2－1 図　試験装置の外観

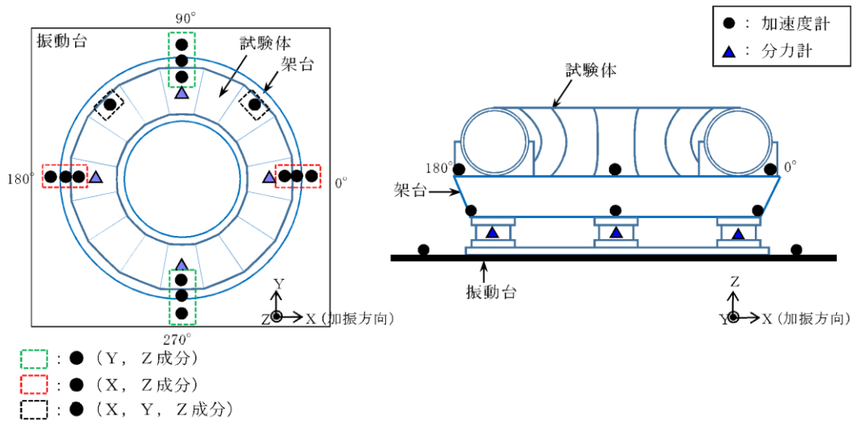
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

4.2.2 計測項目及び計測機器設置位置

計測項目を第 4.2-2 表に示す。これらのうち内部水の有効質量を評価する上で重要な計測項目は振動台上の加速度，試験体への入力となる架台上の加速度及び反力である。計測機器設置位置を第 4.2-3 図に示す。

第 4.2-2 表　計測項目

計測項目	計測機器	位置	計測チャンネル数（設置位置）
反力	分力計	架台下方	３成分(X,Y,Z)：４（0°，90°，180°，270°）
加速度	加速度計	振動台上	Ｘ成分：２（0°，180°） Ｙ成分：２（90°，270°） Ｚ成分：４（0°，90°，180°，270°）
		架台上	Ｘ成分：２（0°，180°） Ｙ成分：２（90°，270°） Ｚ成分：４（0°，90°，180°，270°）
		試験体上	Ｘ成分：４（0°，45°，135°，180°） Ｙ成分：４（45°，90°，135°，270°） Ｚ成分：６（0°，45°，90°，135°，180°，270°）



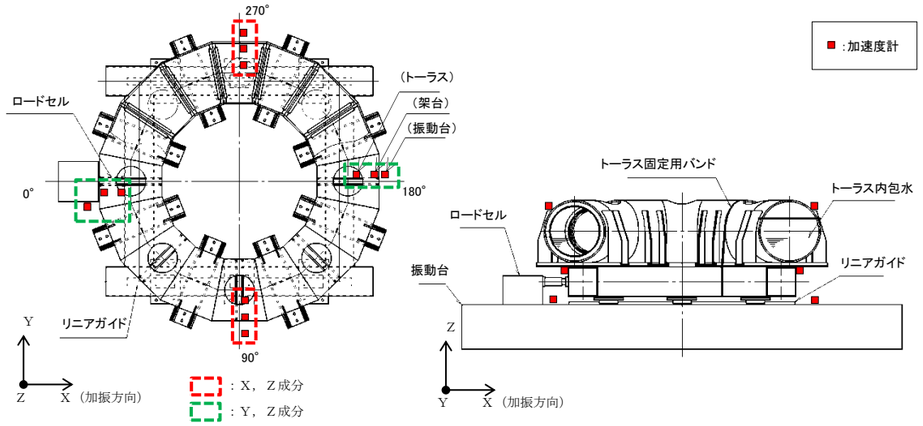
第 4.2-3 図　計測機器設置位置

4.2.2　計測項目及び計測機器設置位置

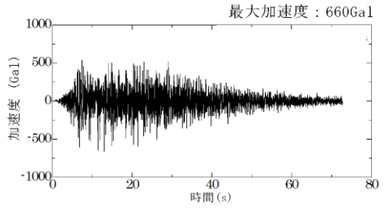
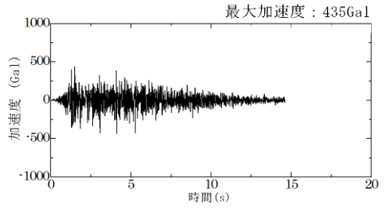
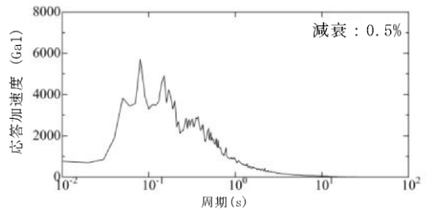
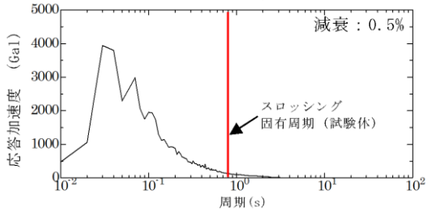
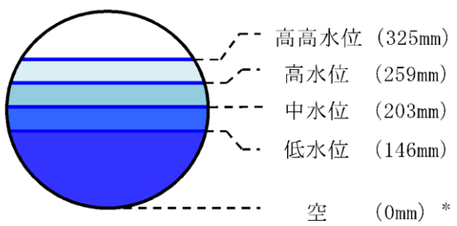
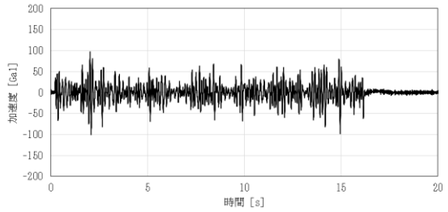
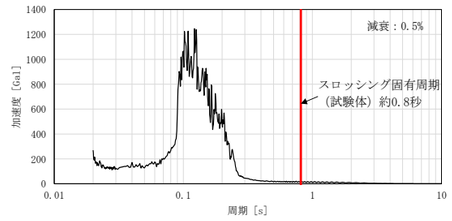
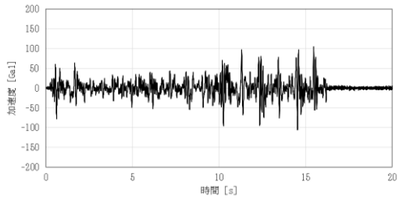
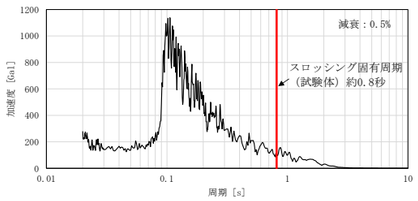
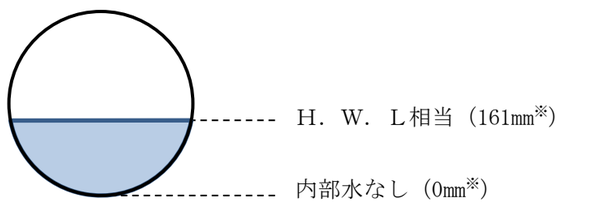
計測項目を第 4.2－1 表に示す。これらのうち内部水の有効質量を評価する上で重要な計測項目は振動台上の加速度，試験体への入力となる架台上の加速度及び反力である。計測機器設置位置を第 4.2－2 図に示す。

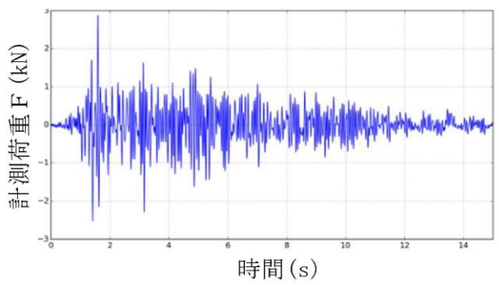
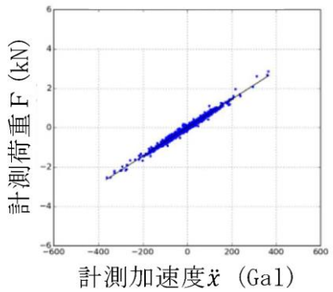
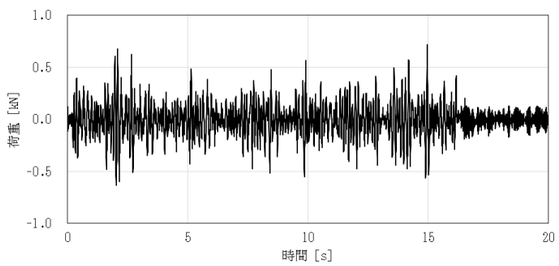
第 4.2－1 表　計測項目

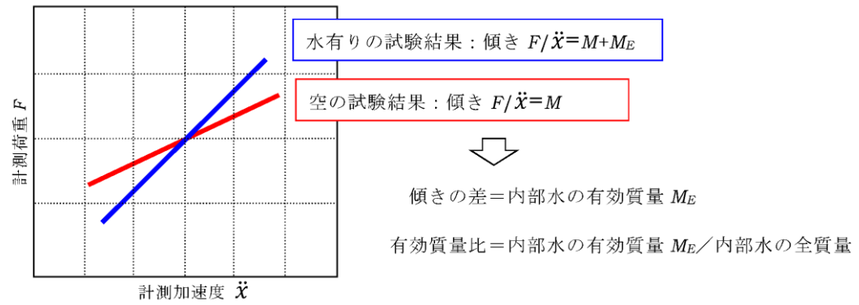
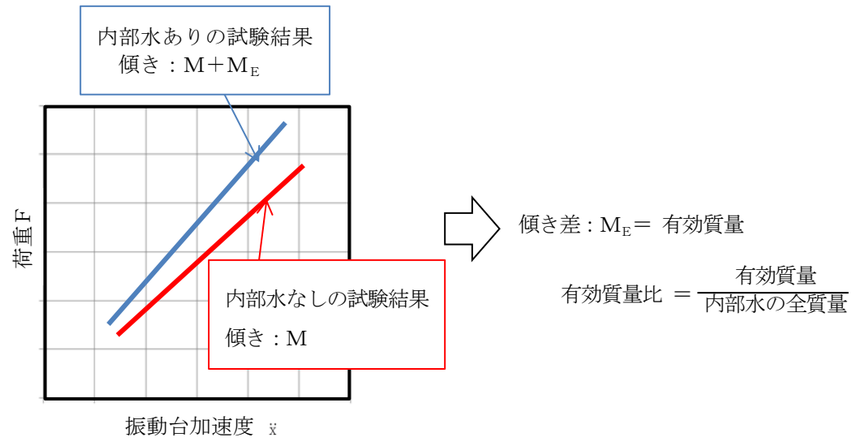
計測項目	計測機器	位置	計測チャンネル数（設置位置）
反力	ロードセル	振動台－架台間	Ｘ成分
加速度	加速度計	振動台上	Ｘ成分：２（90°，270°） Ｙ成分：２（0°，180°） Ｚ成分：４（0°，90°，180°，270°）
		架台上	Ｘ成分：２（90°，270°） Ｙ成分：２（0°，180°） Ｚ成分：４（0°，90°，180°，270°）
		試験体上	Ｘ成分：２（90°，270°） Ｙ成分：２（0°，180°） Ｚ成分：４（0°，90°，180°，270°）



第 4.2－2 図　計測機器設置位置

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.2.3 試験条件 振動台への入力波は，女川２号炉のサプレッションチェンバ設置床（原子炉建屋基礎版上）における基準地震動 Ss 相当*の応答加速度時刻歴波を，第 4.2-1 表に示した相似比で時間軸を圧縮している。また，振動台の加振限界振動数以上の成分については，応答加速度時刻歴波の圧縮時に 7.5Hz ローパスフィルタ処理（時間軸圧縮後約 38Hz）を実施している。なお，圧縮後の応答加速度時刻歴波には，試験体のスロッシング周期成分が含まれる。 加振方向は水平１方向とし，入力倍率は，上記の応答加速度時刻歴波の 0.5 倍，1.0 倍及び 1.5 倍の３ケースとする。サプレッションチェンバ設置床における基準地震動 Ss 相当の応答加速度時刻歴波形及び応答加速度スペクトルを第 4.2-4 図及び第 4.2-6 図，振動台への入力波に対するものを第 4.2-5 図及び第 4.2-7 図に示す。 ＊平成 25 年 12 月設置変更許可申請時基準地震動 Ss のうち試験体内部水のスロッシングの固有周期帯で応答加速度が大きい Ss-2 を採用	4.2.3　試験条件 振動試験では振動台への入力波として，スロッシング周期帯に加速度成分を含まないランダム波Ａ及びスロッシング周期帯に加速度成分を含むランダム波Ｂの模擬地震波を用いており，それぞれのランダム波の最大応答加速度を 100Gal，200Gal，300Gal，400Gal とする４ケースの試験を実施する。試験体への入力波の時刻歴波形及び加速度応答スペクトルの例を第 4.2－3 図及び第 4.2－4 図に示す。 試験水位レベルは，各試験ケースに対して，内部水なし，内部水あり（Ｈ．Ｗ．Ｌ相当）の計２ケースとする（第 4.2－5 図）。	・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，有効質量の確認のために設定した模擬地震波を入力波とする）
 第 4.2-4 図　基準地震動 Ss 相当の応答加速度時刻歴波形	 第 4.2-5 図　振動台入力加速度時刻歴波形(相似則適用)	
 第 4.2-6 図　基準地震動 Ss 相当の応答加速度スペクトル	 第 4.2-7 図　振動台入力応答加速度スペクトル(相似則適用)	
試験水位レベルは，水を入れない空，低，中，高，高高の計５ケースとする（第 4.2-8 図）。試験回数は１ケースにつき３回以上実施する。  ＊括弧内は試験体底面からの高さ 第 4.2-8 図　試験水位レベル	 ランダム波Ａ  ランダム波Ａ  ランダム波Ｂ 第 4.2－3 図　振動台入力加速度時刻歴波形  ランダム波Ｂ 第 4.2－4 図　振動台入力応答加速度スペクトル  第 4.2－5 図　試験水位レベル	・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，有効質量の確認のために設定した模擬地震波を入力波とする） ・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，代表水位で試験を実施している）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.2.4 試験結果 1.0 倍入力，低水位の試験ケースにおける計測荷重の時刻歴を第 4.2-9 図に，架台上の計測加速度に対する荷重をプロットしたものを第 4.2-10 図に示す。  第 4.2-9 図　計測荷重の時刻歴  第 4.2-10 図　計測加速度と計測荷重の関係 第 4.2-10 図において，計測荷重Ｆと架台上の計測加速度（＝試験体への入力加速度）$\ddot{x}$との関係は，運動方程式から下式で表される。 $F = (M + M_E)\ddot{x}$ ここで， M：試験体（構造体）の質量 M_E：内部水の有効質量 上式のとおり，試験体（構造体）の質量と内部水の有効質量の合計値は，計測加速度に対する計測荷重の比として表されることから，水有りの試験結果及び空の試験結果の計測加速度と計測荷重の関係から回帰直線の傾きを求め，両者の回帰直線の傾きの差から内部水の有効質量が算出される（第 4.2-11 図参照）。 なお，有効質量の算出においては，計測荷重Ｆについて２Hz のハイパスフィルター処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いている（参考資料２ 参照）。	4.2.4 試験結果 計測荷重の時刻歴の例を第 4.2－6 図に示す。第 4.2－6 図において，計測荷重Ｆと架台上の計測加速度（＝試験体への入力加速度）$\ddot{x}$ との関係は，運動方程式から下式で表される。 $F = (M + M_E)\ddot{x}$ ここで， M：試験体（構造体）の質量 M_E：内部水の有効質量 上式のとおり，試験体（構造体）の質量と内部水の有効質量の合計値は，計測加速度に対する計測荷重の比として表されることから，内部水ありの試験結果及び内部水なしの試験結果の計測加速度と計測荷重の関係から回帰直線の傾きを求め，両者の回帰直線の傾きの差から内部水の有効質量が算出される（第 4.2－7 図参照）。  第 4.2－6 図　計測荷重の時刻歴	・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，スロッシング荷重を含む荷重を用いて有効質量比を算出している）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 第 4.2-11 図　内部水の有効質量 M_E 及び有効質量比の算出方法	 第 4.2－7 図　内部水の有効質量M_E及び有効質量比の算出方法	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

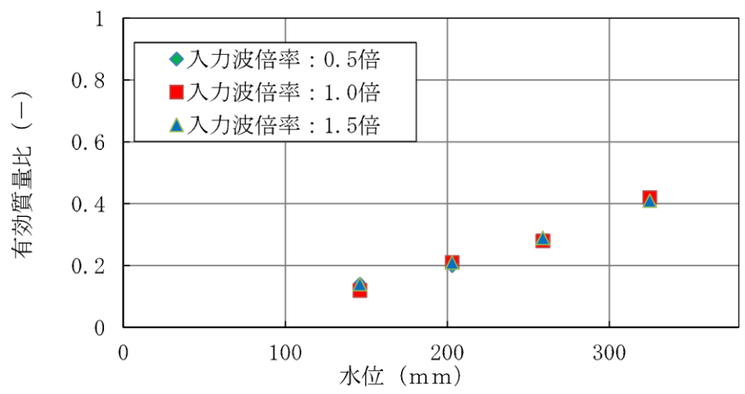
各ケースの試験結果から算出した有効質量比を第 4.2-3 表及び第 4.2-12 図に示す。なお，各ケースの試験結果は，再現性があり，ばらつきがほとんどないことを確認している。各ケースの試験結果の全データを別紙４に示す。また，第 4.2-13 図に示す計測荷重Ｆのフーリエスペクトルから，約 0.8 秒（実機寸法では約４秒）にピークを確認したことから，振動試験においてスロッシングによる荷重が発生している。

各ケースの試験結果から，水位の増加に伴い有効質量比も増加すること，入力倍率の違いによる有効質量比の差は小さいことを確認した。

第 4.2-3 表　試験結果から算出した有効質量比

水位	入力倍率*		
	0.5 倍	1.0 倍	1.5 倍
低（146mm）	0.14 （0.0061）	0.12 （0.0237）	0.14 （0.0138）
中（203mm）	0.20 （0.0050）	0.21 （0.0077）	0.21 （0.0066）
高（259mm）	0.28 （0.0027）	0.28 （0.0015）	0.29 （0.0035）
高高（325mm）	0.41 （0.0025）	0.42 （0.0032）	0.41 （0.0041）

＊　括弧内は，複数回実施した試験結果から得られた有効質量比の標準偏差

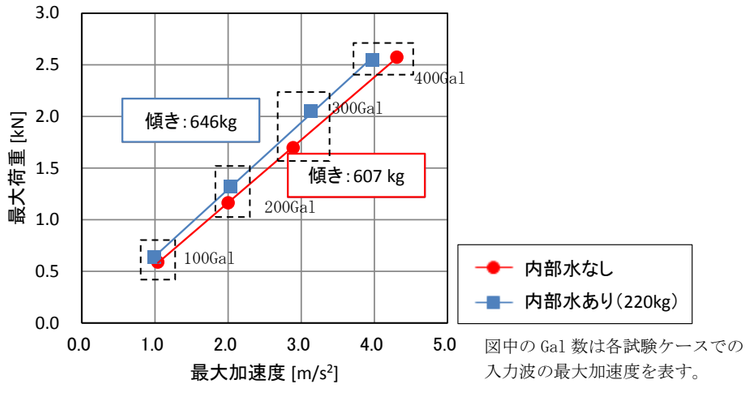


第 4.2-12 図　振動試験における水位と有効質量比の関係

試験結果として得られた荷重－加速度関係の回帰直線の傾き及びこれらから算出した有効質量比を第 4.2－2 表に示す。ここで，回帰直線の傾きは，内部水あり・なしの試験について，異なる加速度での試験ケースごとの最大加速度及び最大荷重を同一のグラフにプロットした結果として得られる。このときの荷重－加速度関係を第 4.2－8 図に示す。

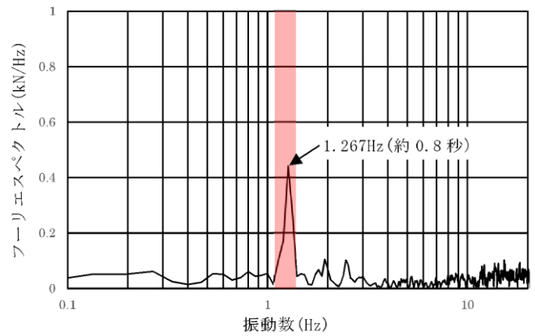
第 4.2－2 表 振動試験結果から算出した有効質量比

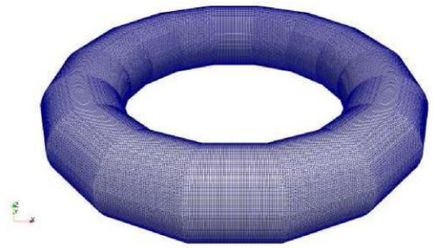
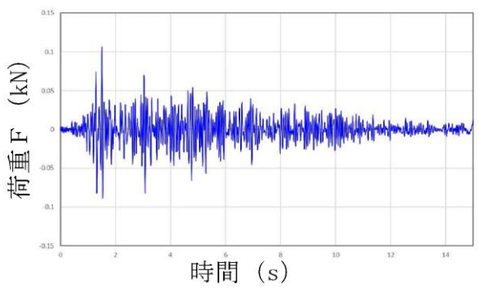
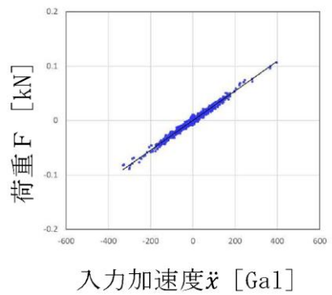
入力地震波	有効質量比
ランダム波Ａ	0.18
ランダム波Ｂ	0.20



第 4.2－8 図 振動試験における最大加速度と最大荷重の関係
（ランダム波Ａ）

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉において参照する振動試験では，複数の加速度振幅を考慮した結果として有効質量比を算出している）

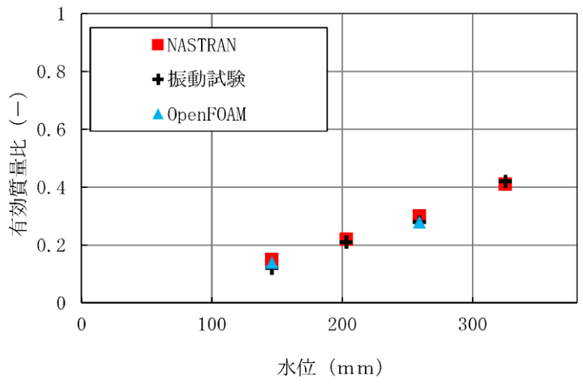
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 第 4.2-13 図　計測荷重のフーリエスペクトル（低水位，入力倍率 1.0 倍）		・参照する振動試験の相違 （島根２号炉で参照する振動試験では，スロッシング周期帯の加速度成分を含む模擬地震波を入力波に適用していることから，出力荷重においてスロッシングの有無を確認していない）

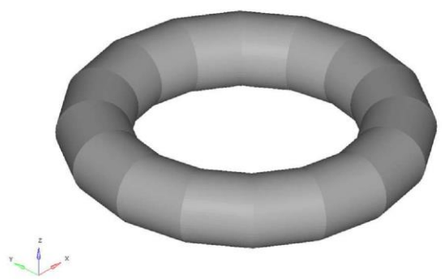
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.3 流体解析による有効質量比の算出 円環形状容器の内部水の有効質量算出に NASTRAN を用いることの妥当性を検証するため，第 4.2 項の振動試験に加えて，汎用流体解析コード OpenFOAM により有効質量比を算出する。 4.3.1 解析モデル 振動試験にて用いた試験体をもとに作成した流体解析モデルを第 4.3-1 図に示す。  第 4.3-1 図　流体解析モデル（試験体解析モデル） 4.3.2 解析条件 流体解析に用いる入力波は，振動試験で計測された試験体への入力波（架台上で計測された加速度時刻歴波）とする。水位は，代表として低水位及び高水位とする。 4.3.3 解析結果及び有効質量比の確認 1.0 倍入力，低水位の解析条件に対して流体解析により算出した荷重時刻歴を第 4.3-2 図に，入力加速度に対する荷重をプロットしたものを第 4.3-3 図に示す。また，第 4.3-3 図の入力加速度と荷重の関係から回帰直線の傾きを求め，内部水の有効質量比を算出した結果を第 4.3-1 表に示す。 なお，有効質量比の算出においては，荷重時刻歴波形について 2Hz のハイパスフィルター処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いている。  第 4.3-2 図　荷重時刻歴  第 4.3-3 図　入力加速度と荷重の関係		・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う

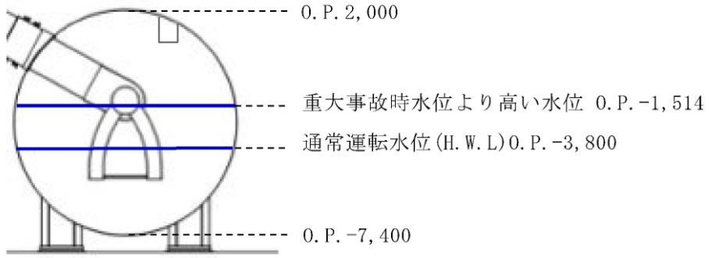
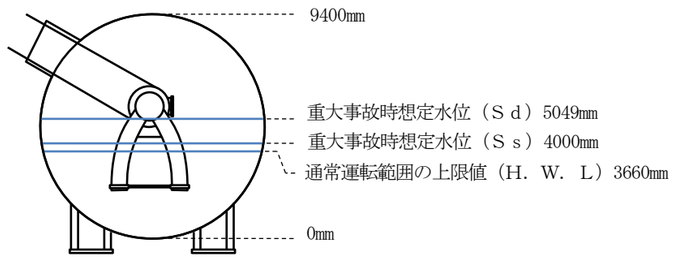
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

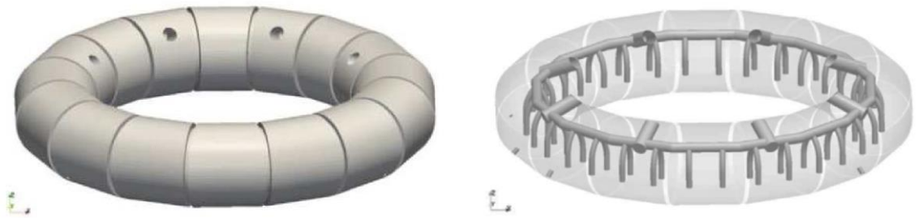
第 4.3-1 表　OpenFOAM により算出した有効質量比

水位	有効質量比[-]
低（146mm）	0.14
高（259mm）	0.28

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.4 妥当性検証 第 4.1 項～第 4.3 項に示した NASTRAN，振動試験及び OpenFOAM により算出した有効質量比を整理して第 4.4-1 表及び第 4.4-1 図に示す。 入力波の特性に関係なく，容器の形状及び水位により有効質量比が定まる NASTRAN により算出した有効質量比に対し（参考資料３ 参照），内部水の流動を直接考慮した振動試験及び OpenFOAM から算出した有効質量比が同等であることを確認したことから，NASTRAN により算出される有効質量比は妥当であると考えられる。 また，有効質量比は，振動試験の結果から再現性があり，ばらつきがほとんどないことを確認した。	4.3　妥当性検証 第 4.1 項～第 4.2 項に示したＮＡＳＴＲＡＮ，振動試験により算出した有効質量比を整理して第 4.3－1 表に示す。 入力波の特性に関係なく，容器の形状及び水位により有効質量比が定まるＮＡＳＴＲＡＮにより算出した有効質量比に対し（参考資料３参照），内部水の流動を直接考慮した振動試験から算出した有効質量比が同等であることを確認したことから，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量比は妥当であると考えられる。	・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う
第 4.4-1 表　各方法による有効質量比の評価結果 水位 / NASTRAN / 振動試験* / OpenFOAM 低（146mm） / 0.15 / 0.12 / 0.14 中（203mm） / 0.22 / 0.21 / ― 高（259mm） / 0.30 / 0.28 / 0.28 高高（325mm） / 0.41 / 0.42 / ― ＊　入力倍率 1.0 倍ケースの値	第 4.3－1 表　各方法による有効質量比の評価結果 項　目 / ＮＡＳＴＲＡＮ / 振動試験 / ランダム波Ａ / ランダム波Ｂ 有効質量比 / 0.21 / 0.18 / 0.20	・参照する振動試験の相違（島根２号炉で参照する振動試験では，代表水位で試験を実施している）
 第 4.4-1 図　各手法の有効質量比の評価結果		

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5. 耐震評価に用いる有効質量の設定 第４項で妥当性を確認した NASTRAN を用いて，女川２号炉のサプレッションチェンバ内部水の有効質量を算出する。また，実機の内部構造物による内部水の流動影響を確認するため，第 4.3 項同様 OpenFOAM により算出した有効質量比と比較し，妥当性を確認する。	5.　耐震評価に用いる有効質量の設定 第４項で妥当性を確認したＮＡＳＴＲＡＮを用いて，島根２号炉のサプレッションチェンバ内部水の有効質量を算出する。また，実機の内部構造物による内部水の流動影響を確認するため，Ｆｌｕｅｎｔにより算出した有効質量比と比較し，妥当性を確認する。	・適用する流体解析コードの相違
5.1 実機の有効質量比の算出 5.1.1 NASTRAN の実機解析モデル NASTRAN の実機解析モデルを第 5.1-1 図に示す。 女川２号炉の実機解析モデルは，サプレッションチェンバ（強め輪を含む）の寸法，剛性を模擬したシェル要素とし，内部水の水位を設定する。なお，本解析モデルは，サプレッションチェンバの内部水の有効質量の算出に用いるものであり，ボックスサポートは模擬していない。 内部水の水位は，第 5.1-2 図に示すとおり，通常運転水位及び重大事故時水位より高い水位（真空破壊装置下端水位）の２ケースとする。 なお，重大事故時水位は，重大事故後の状態で弾性設計用地震動 Sd 及び基準地震動 Ss による地震力と組み合わせる水位である。	5.1　実機の有効質量比の算出 5.1.1　ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析モデル ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析モデルを第 5.1－1 図に示す。島根２号炉の実機解析モデルは，サプレッションチェンバ（強め輪を含む）の寸法，剛性を模擬したシェル要素とし，内部水の水位を設定する。本解析モデルは，サプレッションチェンバの内部水の有効質量の算出に用いるものであり，サプレッションチェンバサポートは模擬していない。また，内部水の密度は 1000kg/m³として，実際の内部水温度を考慮した密度に対して大きい値を適用し，有効質量が保守的に算出される条件を適用する。 内部水の水位は，第 5.1－2 図に示すとおり，通常運転範囲の上限値（Ｈ．Ｗ．Ｌ），重大事故時想定水位（Ｓｓ）及び重大事故時想定水位（Ｓｄ）の３ケースとする。重大事故時想定水位（Ｓｓ）は重大事故後２×10^{-1}年（約 70 日）以降で基準地震動Ｓｓと組み合わせる水位を表しており，重大事故時想定水位（Ｓｄ）は重大事故後 10^{-2}～２×10^{-1}年（約 3.5～70 日）で弾性設計用地震動Ｓｄと組み合わせる水位を表している。 なお，通常運転時におけるサプレッションチェンバの耐震評価においては，保守的な水位条件として重大事故時水位を適用する。なお，水位によりサプレッションチェンバの固有周期が変動するため，詳細設計段階においては，耐震評価に用いる床応答スペクトルと固有周期の関係に配慮し，地震荷重を算出する。	・島根２号炉では重大事故時水位における有効質量比を算出する ・耐震評価に適用する水位条件の相違
 第 5.1-1 図　NASTRAN の実機解析モデル	 第 5.1－1 図　ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析モデル	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 第 5.1-2 図　解析水位ケース	 第 5.1－2 図　解析水位ケース	・耐震評価に適用する水位条件の相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5.1.2 OpenFOAM の実機解析モデル OpenFOAM における女川２号炉の実機解析モデルは，主要な内部構造物をモデル化し，水位条件は，NASTRAN と同じである（第 5.1-3 図）。また，入力地震動は，基準地震動 Ss の特徴を踏まえ，スロッシングの固有周期帯の応答加速度が比較的大きく，継続時間が長い Ss－D1，スロッシングの固有周期帯の応答加速度が比較的大きく，設備の固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－D2 及びスロッシングの固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－F2 を用いた（別紙３，参考資料 10 参照）。  a．外観　　b．内部構造物 第 5.1-3 図　OpenFOAM の実機解析モデル	5.1.2　Ｆｌｕｅｎｔの実機解析モデル Ｆｌｕｅｎｔにおける島根２号炉の実機解析モデルは，主要な内部構造物をモデル化する（第 5.1－3 図参照）。水位条件はサプレッションチェンバの耐震評価において最も厳しい条件となる，重大事故時に基準地震動Ｓｓと組み合わせる水位（重大事故時想定水位（Ｓｓ））とする。また，入力地震動は，基準地震動Ｓｓの特徴を踏まえ，スロッシングの固有周期帯の応答加速度及び設備の固有周期帯の応答加速度が大きいＳｓ－Ｄを用いる（別紙３，参考資料９参照）。  a．外観　　b．内部構造物 第 5.1－3 図　Ｆｌｕｅｎｔの実機解析モデル	・適用する流体解析コードの相違 ・有効質量比の確認対象とする水位条件の相違 ・適用する流体解析コードの相違
5.1.3 解析結果 NASTRAN 及び OpenFOAM による女川２号炉の実機サプレッションチェンバ内部水の有効質量比の算出結果を第 5.1-1 表に示す。有効質量比は，水位が同条件の場合には，地震動によらず一定であり，各水位において NASTRAN により算出した有効質量比の方がやや大きい値となっている。この差異は，有効質量比の算出において，容器の形状と水位から一義的に求まる（内部水の流動を考慮しない）NASTRAN に対し，OpenFOAM では内部水の流動が考慮されることから，液面変動による効果によりこの様な傾向となるものと推定される。 また，本傾向は，第 4.4 項に示す NASTRAN の妥当性検証における NASTRAN の有効質量比と振動試験及び OpenFOAM の有効質量比の比較結果と整合している。 なお，NASTRAN による実機解析モデルの有効質量比に対する試験体解析モデルの有効質量比の差は，強め輪の有無によるものであり，内部水の断面積に対する強め輪の面積の割合が大きいほど，大きくなると考えられる。そのため，重大事故時水位より高い水位に対して通常運転水位の試験体解析モデルに対する実機解析モデルの有効質量比の増加割合が大きくなると考えられる。	5.1.3　解析結果 ＮＡＳＴＲＡＮ及びＦｌｕｅｎｔによる島根２号炉の実機サプレッションチェンバ内部水の有効質量比の算出結果を第 5.1－1 表に示す。なお，Ｆｌｕｅｎｔの解析結果を用いた有効質量の算出では，サプレッションチェンバ壁面に加わる荷重と入力加速度の時々刻々の関係をグラフ上にプロットした結果の回帰直線の傾きとして有効質量が得られる（第 5.1－4 図参照）。ここで，第 5.1－4 図における荷重は 0.4Hz のハイパスフィルタ処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いている。スロッシング荷重による有効質量比への影響は参考資料２に示す。 ＮＡＳＴＲＡＮにより算出した有効質量比は流体解析から得られる有効質量比と同程度の値となっている。なお，円環形状容器においてＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量比は，重大事故時想定水位（Ｓｄ）を上回る水位の高い条件においても妥当な結果が得られることが確認されている[1]。	・適用する流体解析コードの相違 ・島根２号炉における流体解析結果はＮＡＳＴＲＡＮと同程度の結果が得られている

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 5.1-1 表　女川２号炉の実機有効質量比算出結果

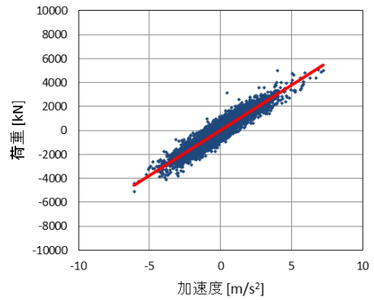
水位	実機解析モデル				試験体解析モデル
	NASTRAN	OpenFOAM			NASTRAN
		Ss-D1	Ss-D2	Ss-F2	
通常運転水位(H.W.L)	0.22	0.17	0.17	0.17	0.15
重大事故時水位*	0.32	0.28	0.28	0.28	0.30

＊　重大事故時水位より高い水位

第 5.1－1 表　島根２号炉の実機有効質量比算出結果

水位	実機解析モデル注1	
	ＮＡＳＴＲＡＮ	Ｆｌｕｅｎｔ
通常運転範囲の上限値（H．W．L）	0.22	－
重大事故時想定水位（Ｓｓ）	0.23	0.23
重大事故時想定水位（Ｓｄ）	0.28	－

注１　実際の内部水温度を考慮した密度に対して大きい値を適用し，有効質量が保守的に算出される条件を適用する。



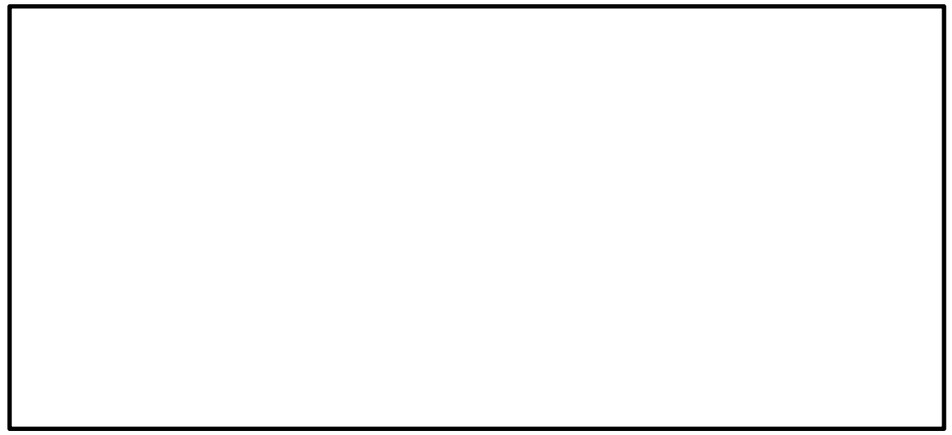
第 5.1－4 図　荷重と加速度の関係

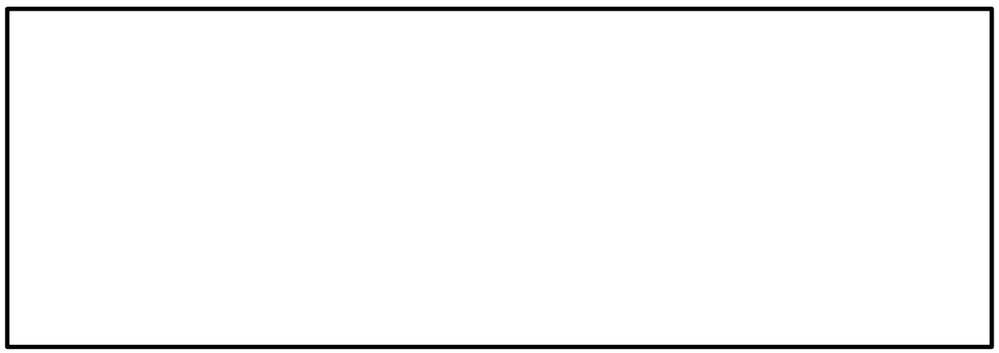
[1] 竹内正孝，尾西重信，飯田純，熊谷信昭，豊田幸宏，高畠大輔，永坂英明：地震時におけるトーラス型容器内部水の有効質量の評価，日本機械学会 2016 年度年次大会講演論文集，No16-1

・有効質量比の確認ケースの相違

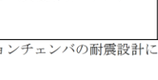
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5.2 実機評価に適用する有効質量 女川２号炉の実機評価に適用する有効質量の設定に当たり，NASTRAN により算出される有効質量比に対する解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえ，NASTRAN により算出される有効質量に係る保守性を検討する。 試験体モデルに対しては，第 4.4-1 表のとおり，NASTRAN，振動試験及び OpenFOAM により算出した有効質量比は同等であり，おおむね NASTRAN の値が保守的な傾向を示す。また，有効質量比は，振動試験の結果から，再現性があり，ほとんどばらつきがなく算出できることを確認した。 実機解析モデルに対しては，第 5.1-1 表のとおり，NASTRAN により算出される有効質量比は，内部水の流動による有効質量比の低減が反映されないため，OpenFOAM により算出される有効質量比よりも保守的な値となっている。 また，容器構造設計指針・同解説に記載されている球形タンク及び円筒タンクの有効質量比に対して，NASTRAN を用いて有効質量比の確認解析を実施したところ，いずれのタンクに対しても有効質量比がほぼ一致している，又は NASTRAN の値が保守的な傾向となっている（参考資料４参照）。 したがって，女川２号炉の地震応答解析に考慮する有効質量は，NASTRAN により算出される有効質量比が，他評価手法及び容器構造設計指針に対して一致もしくはおおむね保守的な傾向（有効質量比が大きくなる）を示すことから，NASTRAN により算出される有効質量を適用する。 なお，評価手法の違い（NASTRAN と OpenFOAM）による有効質量比の差異によって，サプレッションチェンバの固有周期が変動するため，工認段階においては，耐震評価に用いる床応答スペクトルとの関係にも配慮し，地震荷重を算出する。	5.2　実機評価に適用する有効質量 島根２号炉の実機評価に適用する有効質量の設定にあたり，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量比に対する解析プログラム間の値の差異や試験結果との差異等を踏まえ，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量に係る保守性を検討する。 試験体モデルに対しては，第 4.3－1 表のとおり，ＮＡＳＴＲＡＮ及び振動試験により算出した有効質量比は同等であり，概ねＮＡＳＴＲＡＮの値が保守的な傾向を示す。また，実機解析モデルに対する有効質量比は，第 5.1－1 表のとおり，ＮＡＳＴＲＡＮと流体解析の算出結果が同等の値として得られている。 また，容器構造設計指針・同解説に記載されている球形タンク及び円筒タンクの有効質量比に対して，ＮＡＳＴＲＡＮを用いて有効質量比の確認解析を実施したところ，いずれのタンクに対しても有効質量比がほぼ一致している，又はＮＡＳＴＲＡＮの値が保守的な傾向となっている（参考資料４参照）。 したがって，島根２号炉の地震応答解析に考慮する有効質量は，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量比が，他評価手法及び容器構造設計指針に対して一致もしくはおおむね保守的な傾向（有効質量比が大きくなる）を示すことから，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量を適用する。なお，評価手法の違い（ＮＡＳＴＲＡＮとＦｌｕｅｎｔ）による有効質量比の差異によって，サプレッションチェンバの固有周期が変動するため，詳細設計段階においては，耐震評価に用いる床応答スペクトルとの関係にも配慮し，地震荷重を算出する。	・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う ・島根２号炉における流体解析結果はＮＡＳＴＲＡＮと同程度の結果が得られている ・適用する流体解析コードの相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
6. 今回工認の地震応答解析 女川２号炉サプレッションチェンバの地震応答解析モデル（動的地震力）を第 6-1 図及び第 6-2 図に示す。 今回工認では，重大事故時のサプレッションチェンバの水位上昇に伴う内部水の質量増加を踏まえ，より詳細な地震応答解析を実施するため，他の設備を含め適用実績が豊富なはり要素による３次元解析モデルを構築し，動的解析（スペクトルモーダル解析等）により地震荷重を算出する（参考資料７参照）。 解析モデルの設定に当たっては，サプレッションチェンバの各部材（サプレッションチェンバシェル，ボックスサポート）に対する剛性，質量等を適切に反映したはり要素でモデル化し，サプレッションチェンバシェルとボックスサポートは，剛体要素で結合させる。ボックスサポート下端の構造（半径方向に熱伸びを考慮した構造）であることを踏まえ，地震応答解析モデルのボックスサポートの下端位置の境界条件を，ボックスサポートの周方向を固定，半径方向に自由としている。 水平方向の地震応答解析においては，サプレッションチェンバ内部水について第 5.1.1 項に示した NASTRAN（実機解析モデル）により，容器（各要素）の内面圧力（水平方向の圧力及び鉛直方向の圧力）から各方向の有効質量を算定し，NASTRAN の機能である Guyan 縮約法を用いて，容器（各要素）の有効質量をサプレッションチェンバシェル（はり要素による３次元解析モデル）の各質点に縮約し，付加する。この Guyan 縮約法により各質点に縮約した有効質量は，各方向の並進質量及び回転質量で構成され，このうち回転質量は，水平方向の圧力及び鉛直方向の圧力による回転モーメントが適切に考慮されるものである（別紙５参照）。 また，水平方向の地震荷重に考慮するスロッシング荷重は，流体解析により個別評価する（別紙３参照）。 以上の既工認からの変更点に対して，実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点を抽出し，この相違点に対する設計反映事項を第 6-1 表のとおり整理し，得られた結果を今回工認における評価に反映する。 鉛直方向の地震応答解析は，既工認同様，サプレッションチェンバの内部水全体を剛体として扱う。この場合，サプレッションチェンバの内部水は，動的解析モデルの質点に全質量を考慮する。 なお，静的地震力（3Ci，Cv）に対するサプレッションチェンバの静的解析においては，既工認同様，サプレッションチェンバの内部水全体を剛体として扱う。 この場合，サプレッションチェンバが円環形状のため，外側の容積が大きいことから，内部水の重心位置は外側にオフセットした位置に設定される。地震応答解析モデル（静的地震力）を第 6-3 図及び第 6-4 図に示す。	6.　今回工認の地震応答解析 今回工認におけるサプレッションチェンバの地震応答解析は，既工認と同様に３次元はりモデルを用いた動的解析（スペクトルモーダル解析等）を適用する。解析モデルの設定に当たっては，サプレッションチェンバの各部材（サプレッションチェンバシェル，サプレッションチェンバサポート）に対する剛性，質量等を適切に反映したはり要素でモデル化し，サプレッションチェンバシェルとサプレッションチェンバサポートは，剛体要素で結合させる。サプレッションチェンバサポート下端の構造（半径方向に熱伸びを考慮した構造）を踏まえ，地震応答解析モデルのサプレッションチェンバサポートの下端位置の境界条件を，サプレッションチェンバサポートの周方向を固定，半径方向を自由とする。 水平方向の地震応答解析においては，サプレッションチェンバ内部水について第 5.1.1 項に示したＮＡＳＴＲＡＮ（実機解析モデル）により容器（各要素）の内面圧力（水平方向の圧力及び鉛直方向の圧力）から各方向の有効質量を算定し，ＮＡＳＴＲＡＮの機能であるＧｕｙａｎ縮約法を用いて，容器（各要素）の有効質量をサプレッションチェンバシェル（はり要素による３次元解析モデル）の各節点に縮約し，付加する。このＧｕｙａｎ縮約法により各質点に縮約した有効質量は，各方向の並進質量及び回転質量で構成され，このうち回転質量は，水平方向の圧力及び鉛直方向の圧力による回転モーメントが適切に考慮されるものである（別紙４参照）。島根２号炉のサプレッションチェンバの動的解析モデル（水平）を第６－１図及び第６－２図に示す。 また，水平方向の地震荷重に考慮するスロッシング荷重は，流体解析により個別評価する（別紙３参照）。 サプレッションチェンバの解析手法に関して実機と解析モデルの相違点及びこの相違点に対する設計反映事項を第６－１表に整理し，得られた結果を今回工認における評価に反映する。 鉛直方向の地震応答解析は，既工認同様，サプレッションチェンバの内部水全体を剛体として扱う。この場合，サプレッションチェンバの内部水は，動的解析モデルの質点に全質量を考慮する。 なお，静的地震力（３Ｃｉ，Ｃｖ）によるサプレッションチェンバの静的解析においては，既工認同様，サプレッションチェンバの内部水全体を剛体として扱う。この場合，サプレッションチェンバが円環形状のため，外側の容積が大きいことから，内部水の重心位置は外側にオフセットした位置に設定される。サプレッションチェンバ静的解析モデルを第６－３図及び第６－４図に示す。	・島根２号炉では既工認においてサプレッションチェンバの応答解析にスペクトルモーダル解析を適用している

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 第 6-1 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル全体図 （動的地震力）  第 6-2 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル断面概略図 （動的地震力）	 第 6－1 図　サプレッションチェンバ動的解析モデル（水平）全体図  第 6－2 図　サプレッションチェンバ動的解析モデル（水平）断面概略図	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 第 6-3 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル全体図 （静的地震力）  第 6-4 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル断面概略図 （静的地震力）	 第 6－3 図　サプレッションチェンバ静的解析モデル全体図  第 6－4 図　サプレッションチェンバ静的解析モデル断面概略図	

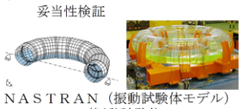
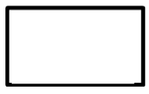
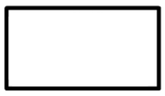
第 6-1 表 実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点を踏まえた設計反映事項

既工認からの変更点	実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点						設計への反映事項
	寸法・形状			水位	流動	地震動	
		内部構造物					
		強め輪	左記以外				
① 有効質量の適用 ①-1 円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証  NASTRAN （振動試験体モデル）	**相違あり** 縮小モデルで実施 有効質量への**影響なし**：容器の形状及び水位により定まる（「4.4 妥当性検証」参照）	**相違あり** 強め輪なし 有効質量への**影響なし**：実機解析で強め輪をモデル化（「5.1.1 NASTRANの実機解析モデル」参照）	**相違あり** 内部構造物なし 有効質量への**影響なし**：実機解析（OpenFOAM）で内部構造物の有無による影響がないことを確認（「別紙3 4.3.3.3 内部構造物による影響」参照）	**相違あり** 設計で想定される水位よりも高い水位まで実施 有効質量への**影響なし**：実機解析で水位をモデル化（「5.1.1 NASTRANの実機解析モデル」参照）	**相違あり** 考慮しない 有効質量への**影響有り（保守的）**：流動を考慮できる振動試験及びOpenFOAMよりも保守的に算出（「4.4 妥当性検証」参照）	**相違あり** 考慮しない 有効質量への**影響なし**：加速度振幅，周期特性の違い，鉛直地震動による影響を確認（「参考資料3 有効質量比に対する入力地震動の影響について」及び「別紙3 4.3.3.1 鉛直方向地震動による影響」参照）	➢ 実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点に対する検討結果から，NASTRANにより算出される有効質量は，保守的に算出されるため，地震応答解析には，NASTRANにより算出される有効質量を適用し，地震荷重を算出する ➢ 有効質量が保守的に算出されることを踏まえると，サプレッションチェンバの固有周期が変動することが考えられるため，地震応答解析に用いる床応答スペクトルとの関係にも配慮する
①-2 耐震評価で用いる有効質量の設定  NASTRAN （実機解析モデル）	相違なし	相違なし	**相違あり** 内部構造物なし 有効質量への**影響なし**：OpenFOAMで内部構造物の有無による影響がないことを確認（「別紙3 4.3.3.3 内部構造物による影響」参照）	**相違あり** DB：通常運転水位 SA：重大事故時水位よりも高く設定 有効質量への**影響有り（保守的）**：重大事故時水位よりも保守的に算出（「4.4 妥当性検証」及び「5.1.3 解析結果」参照）	**相違あり** 考慮しない 有効質量への**影響有り（保守的）**：流動を考慮できるOpenFOAMよりも保守的に算出（「5.1.3 解析結果」参照）	**相違あり** 考慮しない 有効質量への**影響なし**：地震動の違いによる影響がないことを確認（「5.1.3 解析結果」参照）	
② 地震応答解析手法の変更  NASTRAN （実機解析モデル）	相違なし	**相違あり** 強め輪なし 地震応答解析への**影響なし**：強め輪の効果・質量を考慮しサプレッションチェンバシェル部をモデル化（「参考資料7」参照）	**相違あり** 内部構造物なし 地震応答解析への**影響なし**：ベント管（ベントヘッダ，ダウンカマ含む）は，ベント管ベローズを介して接続されており，地震応答に与える影響は軽微であることを確認。それ以外の内部構造物は，質量として考慮（「参考資料8」参照）	**相違あり** Guyan縮約法を用いて有効質量を縮約しモデル化 地震応答解析への**影響なし**：振動試験の再現解析等により，Guyan縮約法を用いた地震応答解析モデルは妥当であることを確認（「別紙5 サプレッションチェンバ内部水の地震応答解析モデルへの設定方法について」参照）	**相違あり** 考慮しない 地震応答解析への**影響なし**：水平方向の地震荷重に考慮するスロッシング荷重は，OpenFOAMにより個別に算出（「6. 今回工認の地震応答解析」及び「別紙3 サプレッションチェンバ内部水のスロッシング荷重について」参照）	相違なし	➢ 地震応答解析への反映事項はない ➢ 地震応答解析では流動を考慮しないため，水平方向の地震荷重に考慮するスロッシング荷重をOpenFOAMにより個別に算出する
③ スロッシング荷重の個別評価  OpenFOAM （実機解析モデル）	相違なし	相違なし	相違なし	**相違あり** DB：通常運転水位 SA：重大事故時水位よりも高く設定 スロッシング荷重への**影響有り（保守的）**：重大事故時水位よりも保守的に算出（「別紙3 4.3.2 スロッシング荷重算定結果」参照）	相違なし	**相違あり** 水平1方向＋鉛直方向 スロッシング荷重への**影響有り（保守的）**：水平1方向＋鉛直方向によるスロッシング荷重の$\sqrt{2}$倍は，水平2方向＋鉛直方向のスロッシング荷重よりも保守的に算出（「別紙3 4.3.3 スロッシング荷重及び有効質量に与える各種影響検討」参照）	➢ 実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点に対する検討結果から，OpenFOAMにより算出されるスロッシング荷重は，水平1方向＋鉛直方向のスロッシング荷重の$\sqrt{2}$倍の荷重を考慮することにより保守的に評価する

＊サプレッションチェンバの耐震設計については，４条だけでなく，３９条にも該当するため，重大事故時の設計条件も考慮。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）

第６－１表　実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点を踏まえた設計反映事項

項目	実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点						設計への反映事項
	寸法・形状			水位	流動	地震動	
		内部構造物					
		強め輪	左記以外				
① 有効質量の適用 ①-1 円環形状容器の有効質量算出の妥当性検証  ＮＡＳＴＲＡＮ（振動試験体モデル）／振動試験体	**相違あり** （縮小モデルで実施） 有効質量への**影響なし** （容器の形状及び水位により定まる）	相違なし	**相違あり** （内部構造物なし） 有効質量への**影響なし** （実機では内部構造物を考慮（「5.1.1 ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析モデル」参照））	**相違あり** （通常運転範囲の上限値相当の水位で実施） 有効質量への**影響なし** （実機解析で水位をモデル化（5.1.1 ＮＡＳＴＲＡＮの実機解析モデル」参照））	**相違なし** （振動試験で流動を考慮）	**相違あり** （試験用地震波を適用） 有効質量への**影響なし** （異なる地震波により同程度の結果が得られることを確認（「参考資料３」参照））	➢ 実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点に対する検討結果から，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量は適切に算出されるため，地震応答解析には，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量を適用し，地震荷重を算出する。 ➢ 有効質量によりサプレッションチェンバの固有周期が変動することが考えられるため，地震応答解析に用いる床応答スペクトルとの関係にも配慮する。
①-2 耐震評価で用いる有効質量の設定  ＮＡＳＴＲＡＮ（実機解析モデル）	相違なし	相違なし	相違なし	**相違あり** （重大事故時想定水位を適用） 有効質量への**影響あり（保守的）** （通常運転範囲の上限値よりも保守的な条件を設定）	**相違あり** （考慮しない） 有効質量への**影響なし** （流体解析（Ｆｌｕｅｎｔ）と同程度であることを確認）	**相違あり** （考慮しない） 有効質量への**影響なし** （流体解析（Ｆｌｕｅｎｔ）と同程度であることを確認（「5.1.3 解析結果」参照））	
② 地震応答解析手法 ＮＡＳＴＲＡＮ（実機解析モデル）	相違なし	相違なし	**相違あり** （内部構造物なし） 地震応答解析への**影響なし** （ベント系はベント管ベローズを介して接続されており，地震応答に与える影響は軽微であることを確認。それ以外の内部構造物は質量として考慮。（「参考資料８」参照））	**相違あり** （Ｇｕｙａｎ縮約法を用いて有効質量をモデル化） 地震応答解析への**影響なし** （Ｇｕｙａｎ縮約法を用いた地震応答解析モデルは妥当であることを確認。（「別紙４」参照））	**相違あり** （考慮しない） 地震応答解析への**影響なし** （水平方向の地震荷重に考慮するスロッシング荷重はＦｌｕｅｎｔにより個別に算出（「6. 今回工認の評価手法」及び「別紙３」参照））	相違なし	➢ 地震応答解析への反映事項はない。 ➢ 地震応答解析では流動を考慮しないため，水平方向の地震荷重に考慮するスロッシング荷重をＦｌｕｅｎｔにより個別に算出する。
③ スロッシング荷重の個別評価  Ｆｌｕｅｎｔ（実機解析モデル）	相違なし	相違なし	相違なし	**相違あり** （重大事故時想定水位として設定） スロッシング荷重への**影響あり（保守的）** （通常運転範囲の上限値よりも保守的に算出（「別紙３ 4.3.2 スロッシング荷重算定方法」参照））	相違なし	**相違あり** （水平１方向＋鉛直方向） スロッシング荷重への**影響あり（保守的）** （水平２方向入力による影響が軽微であることを確認（「別紙３ 4.3.3 スロッシング荷重及び有効質量に与える各種影響検討」参照））	➢ 実機と今回評価に用いる解析モデルの相違点に対する検討結果から，Ｆｌｕｅｎｔにより算出されるスロッシング荷重は，水平１方向＋鉛直方向のスロッシング荷重の$\sqrt{2}$倍の荷重を考慮することにより保守的に評価する。

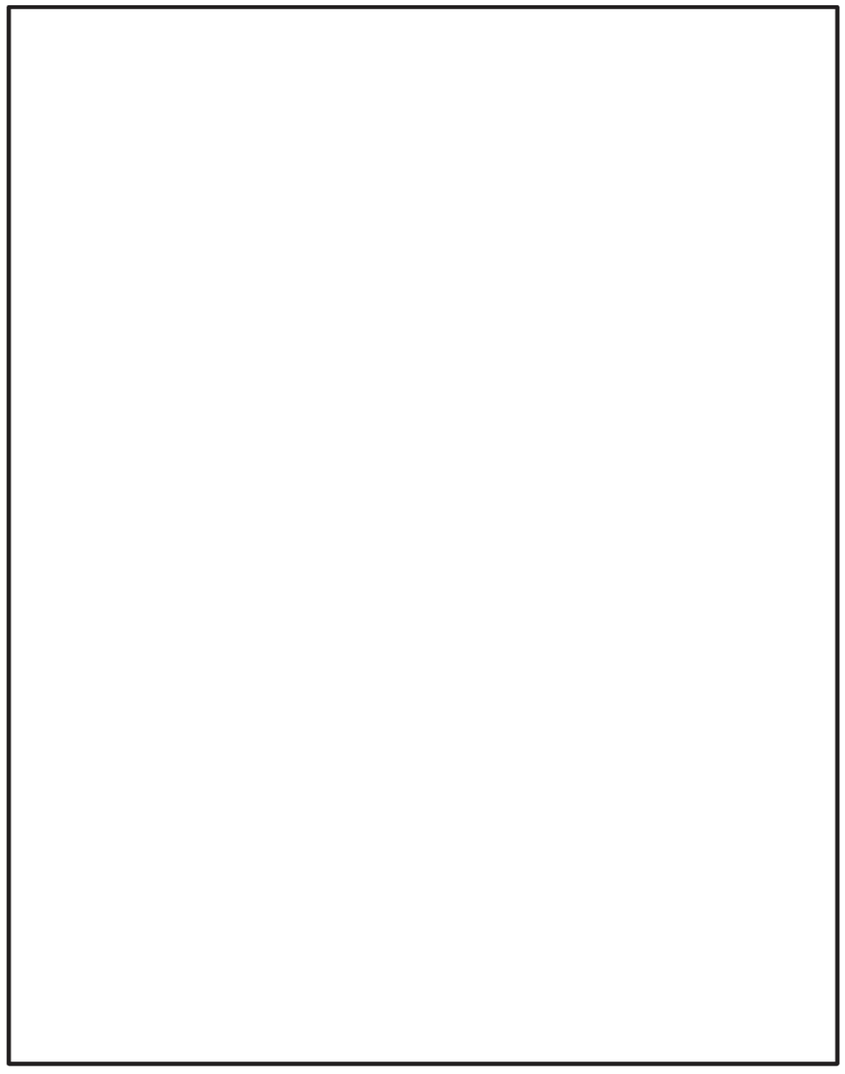
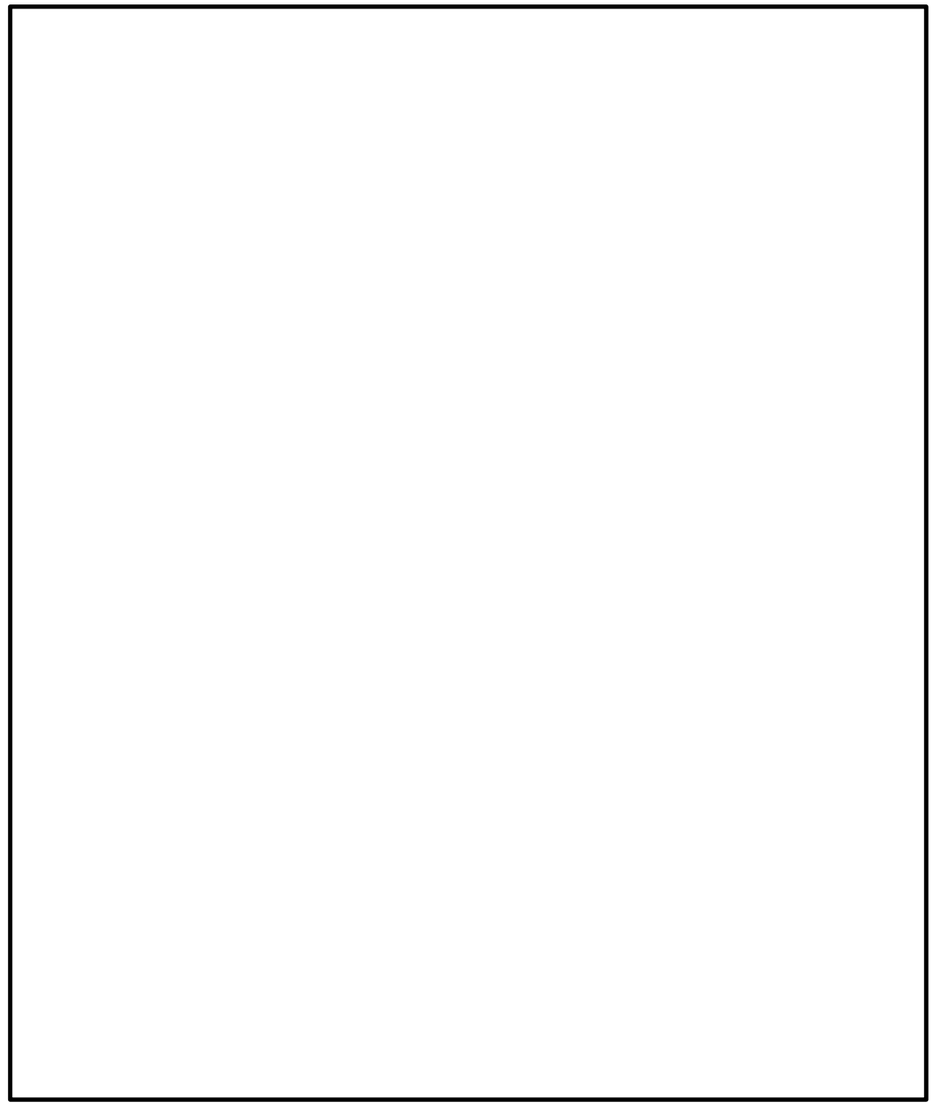
※サプレッションチェンバの耐震設計については４条だけではなく３９条にも該当するため，重大事故時の設計条件も考慮

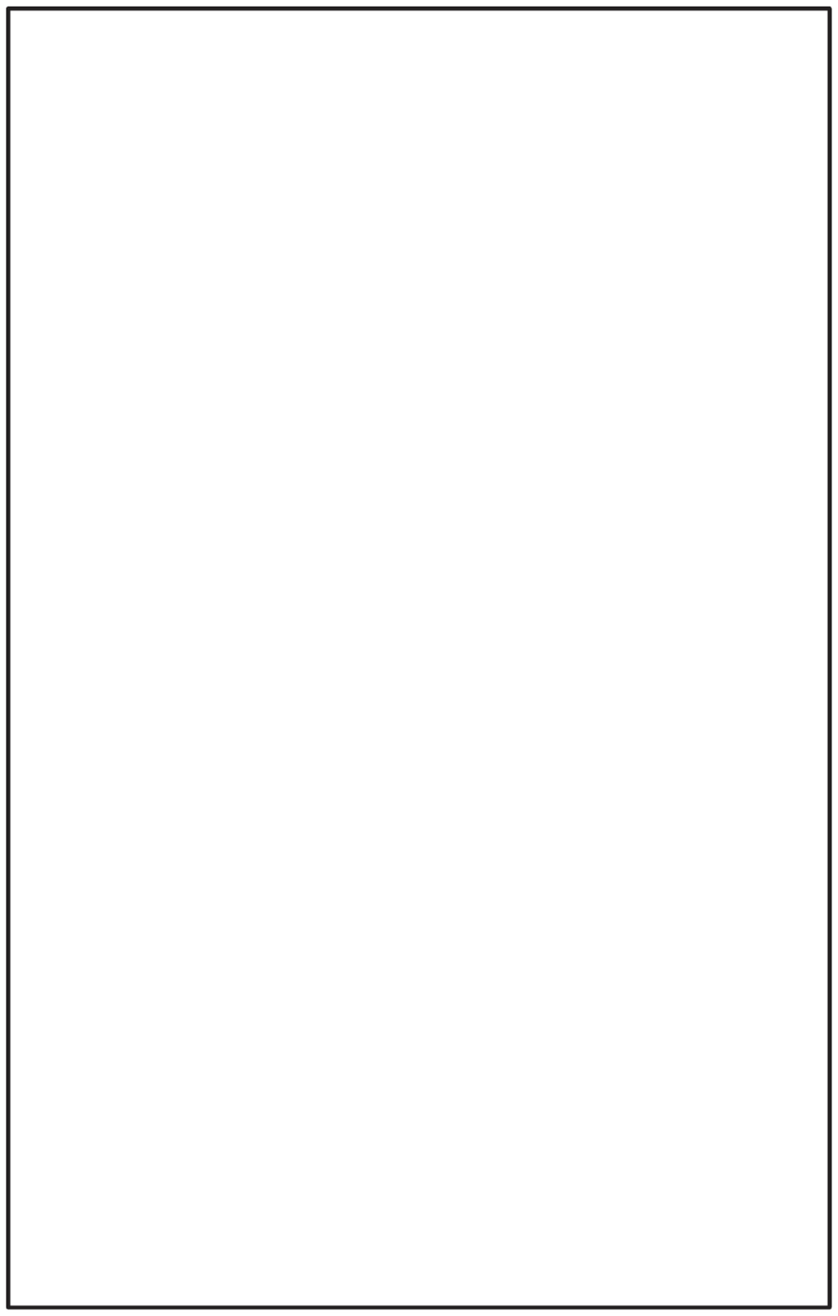
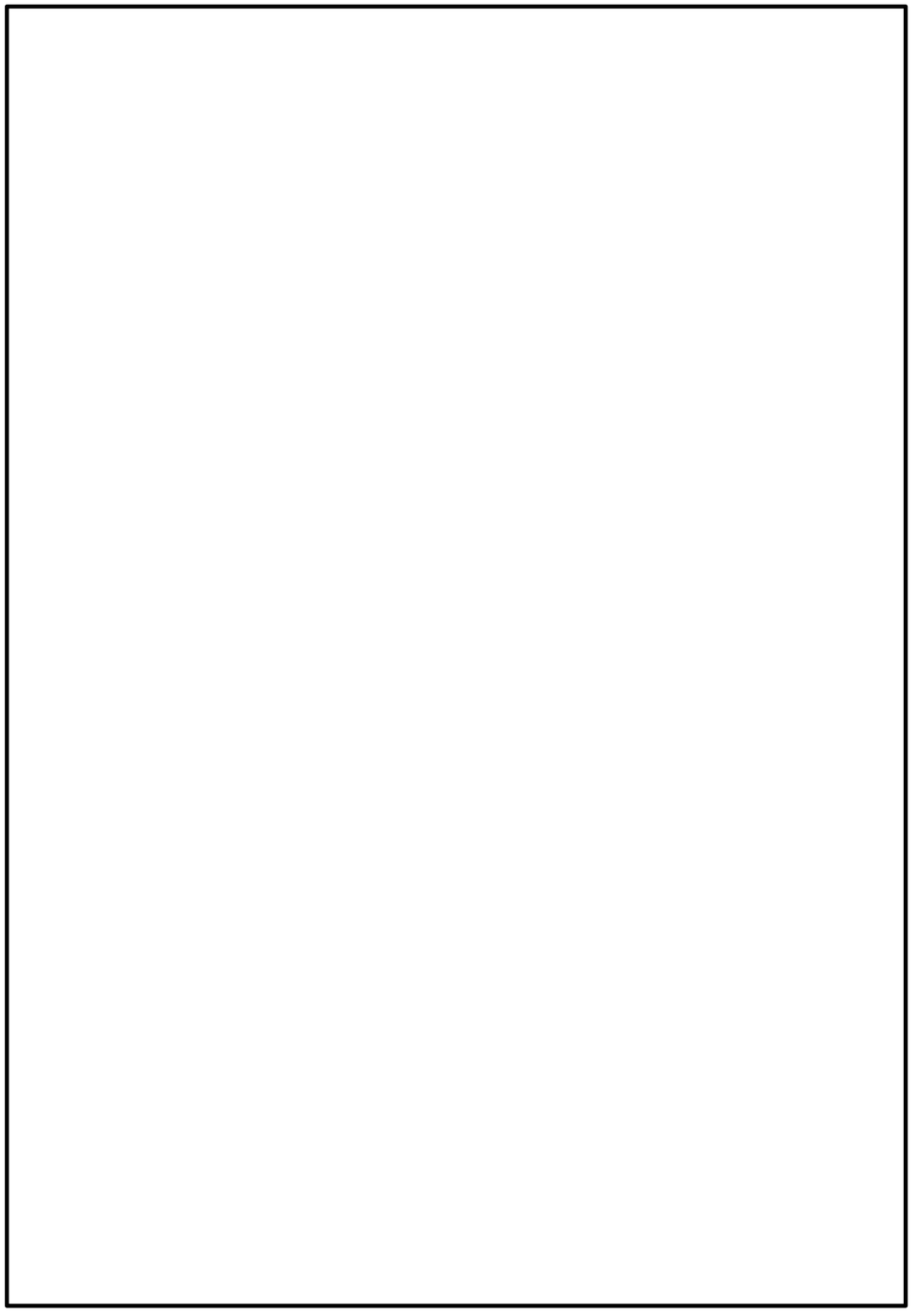
島根原子力発電所　２号炉

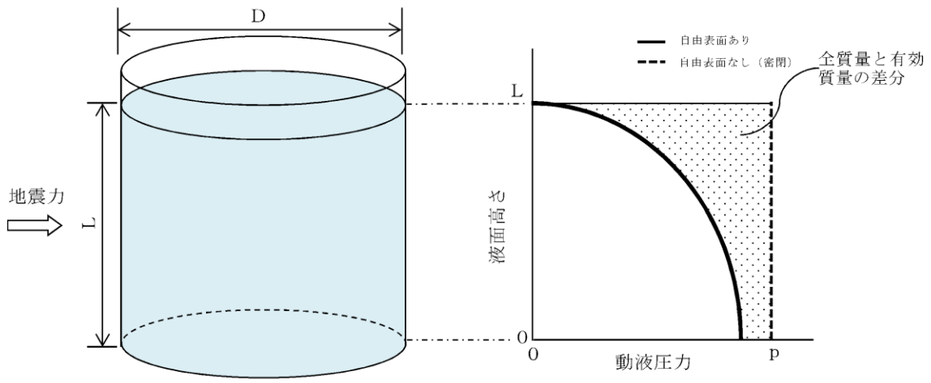
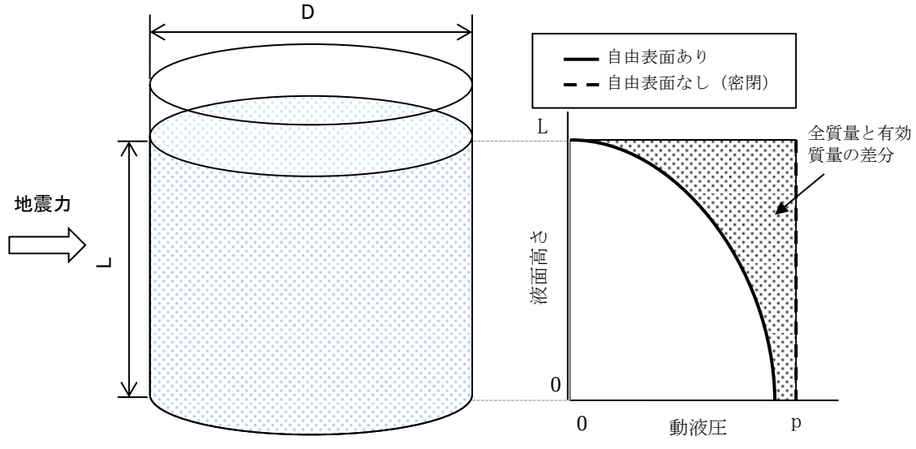
備考

・振動試験体及び加振波の相違
・島根２号炉ではＮＡＳＴＲＡＮの解析モデルで内部構造物を考慮する

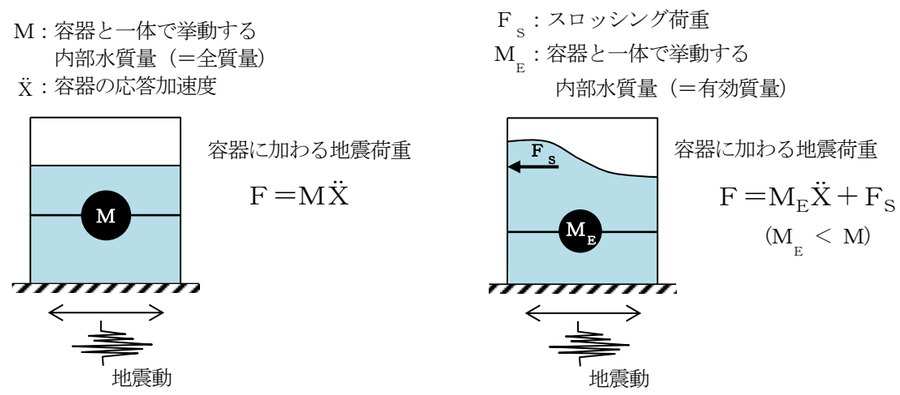
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
7. まとめ 女川２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価について，容器の内部水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される内部水は，その全質量でなく，一部の質量（有効質量）であることを踏まえ，サプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用することの妥当性を確認した。 具体的には，サプレッションチェンバの内部水の有効質量は，汎用構造解析プログラム NASTRAN を用いて算出するため，実機を縮小模擬した試験体を用いた振動試験及び汎用流体解析コード OpenFOAM による流体解析から算出される有効質量，また，実機解析モデルに対する流体解析から算出される有効質量，さらには，容器構造設計指針・同解析の球形タンク等の有効質量比と比較・検証した結果，NASTRAN により算出される有効質量が試験及び他の評価手法と同等もしくはおおむね保守的な傾向を示すことを確認した。 以上のことから，女川２号炉の今回工認においては，サプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用した耐震評価を実施する。 サプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用することに伴い，より詳細な地震応答解析を実施するため，水平方向の地震応答解析は，３次元はりモデルを用いた動的解析（スペクトルモーダル解析等）を実施する。 また，サプレッションチェンバの評価に用いるスロッシング荷重は，流体解析により個別評価する。	7.　まとめ 島根２号炉のサプレッションチェンバの耐震評価について，容器の内部水が自由表面を有する場合，実際に地震荷重として付加される内部水は，その全質量でなく，一部の質量（有効質量）であることを踏まえ，サプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用することの妥当性を確認した。 具体的には，サプレッションチェンバの内部水の有効質量は，汎用構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮを用いて算出するため，試験体を用いた振動試験から算出される有効質量，また，実機解析モデルに対する流体解析から算出される有効質量，さらには容器構造設計指針・同解説の球形タンク等の有効質量と比較・検証した結果，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量が他の評価手法と同等もしくは概ね保守的な傾向を示すことを確認した。 以上のことから，島根２号炉の今回工認においては，サプレッションチェンバの内部水に対して有効質量を適用した耐震評価を実施する。 また，サプレッションチェンバの評価に用いるスロッシング荷重は，流体解析により個別評価する。	・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う ・島根２号炉では既工認においてサプレッションチェンバの応答解析にスペクトルモーダル解析を適用している

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙１ 規格類における有効質量の適用例 1. 概要 有効質量の考え方は，他産業の耐震設計において一般的に取り入れられている。その一例として「容器構造設計指針・同解説（日本建築学会)」における球形タンク及び円筒タンクの設計への適用例を示す。 （球形タンクへの適用例） 	別紙１ 規格類における有効質量の適用例 1.　概要 有効質量の考え方は，他産業の耐震設計において一般的に取り入れられている。その一例として「容器構造設計指針・同解説（日本建築学会)」における球形タンク及び円筒タンクの設計への適用例を示す。 （球形タンクへの適用例） 	

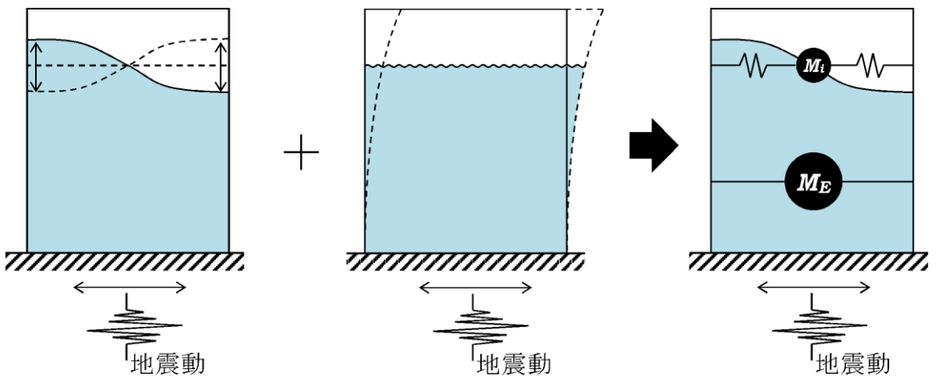
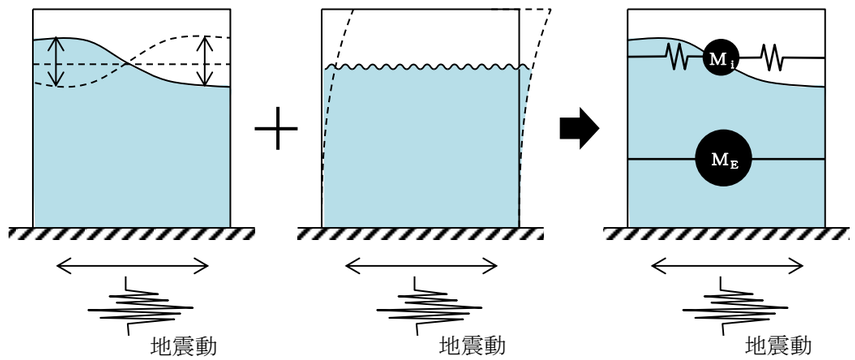
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
（円筒タンクへの適用例） 	（円筒タンクへの適用例） 	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙２ 有効質量の概要 容器内で内容液が自由表面を有する場合，容器の振動方向に対する実際に地震荷重として付加される質量は，全質量とは異なった値となることが知られている。円筒タンクを例に有効質量の概要を説明する。 別紙 2-1 図のように，直径Ｄの円筒タンクに液面高さＬの水が入っているとする。通常，容器内の水は自由表面を有しており，このタンクに水平方向に単位加速度を与えた場合の側板における動液圧力は，別紙 2-2 図に示すように自由表面において０であり，深さ方向に二次曲線的な分布を生じる。一方，容器内を満水とし自由表面を無くした場合には，水全体が一体となって動くため，側板の動液圧力は高さ方向に一定となる。このように，自由表面を有する場合に側板に作用する地震荷重は，自由表面がない場合（水全体が一体に動く場合）の地震荷重に対して小さくなる。 荷重評価において，自由表面を有する内容液の加速度に対する実際に地震荷重として付加される質量を有効質量という。ここで，水の全質量に対する有効質量の比を有効質量比という。  別紙 2-1 図　円筒タンクの内容液（イメージ） 別紙 2-2 図　加速度に対する側板の動液圧分布	別紙２ 有効質量の概要 容器の振動方向に地震荷重として付加される荷重は，内部水を剛体として扱う場合の荷重よりも小さいことが知られており，このときのみかけの質量は有効質量（又は付加質量，仮想質量等）と呼ばれている。ここでは，円筒タンクを例に有効質量の概要を説明する。 第１図のように，直径Ｄの円筒タンクに液面高さＬの水が入っているとする。通常，容器内の水は自由表面を有しており，このタンクに水平方向に単位加速度を与えた場合の側板における動液圧力は，第２図に示すように自由表面において０であり，深さ方向に二次曲線的な分布を生じる。一方，容器内を満水とし自由表面を無くした場合には，水全体が一体となって動くため，側板の動液圧力は高さ方向に一定となる。このように，自由表面を有する場合に側板に作用する地震荷重は，自由表面がない場合（水全体が一体に動く場合）の地震荷重に対して小さくなる。円筒タンクに加わる地震荷重のイメージを第３図に示す。 荷重評価において，自由表面を有する内容液の加速度に対する実際に地震荷重として付加される質量を有効質量という。また，水の全質量に対する有効質量の比を有効質量比という。  第１図　円筒タンクの内容液（イメージ） 第２図　加速度に対する側板の動液圧分布	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



第３図　円筒タンクに加わる地震荷重のイメージ

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙３ サプレッションチェンバ内部水のスロッシング荷重について 1. 概要 耐震評価における構造物の内部水の考え方としては，たて置円筒容器などでハウスナーの手法が一般的に採用されている。 本資料では，ハウスナーの手法[1]の考え方を用いてサプレッションチェンバの内部水の扱いについて説明する。 また，汎用流体解析コード OpenFOAM を用いたスロッシング荷重の算定方法について説明する。 2. ハウスナーの手法による内部水の考え方 たて置円筒容器の内部水の地震時の挙動の概念について，別紙 3-1 図に示す。 水平方向の地震動に対する内部水の挙動としては，液面表面が揺れるスロッシングモードと内部水が容器と一体となって振動するモードの２つのモードが組み合わされる。 ハウスナーの手法では，容器と一体となって振動するモードとして付加される質量M_E（有効質量）を剛体として，スロッシングモードとして付加される質量M_i とスロッシングの固有周期を考慮したバネを容器に結合した解析モデルにて，耐震評価を行い容器と一体となって振動するモード及びスロッシングモードによる荷重を計算する。  a．スロッシングモード　b．容器と一体となって振動するモード　c．ハウスナーの手法によるモデル化 別紙 3-1 図　たて置円筒容器の内部水の地震時の挙動の概念	別紙３ サプレッションチェンバ内部水のスロッシング荷重について 1.　概要 耐震評価における構造物の内部水の考え方としては，たて置円筒容器などでハウスナーの手法が一般的に採用されている。 本資料では，ハウスナーの手法[1]の考え方を用いてサプレッションチェンバの内部水の扱いについて説明する。 また，汎用流体解析コードＦｌｕｅｎｔを用いたスロッシング荷重の算定方法について説明する。 2.　ハウスナーの手法による内部水の考え方 たて置円筒容器の内部水の地震時の挙動の概念について，第 2－1 図に示す。 水平方向の地震動に対する内部水の挙動としては，液面表面が揺れるスロッシングモードと内部水が容器と一体となって振動するモードの２つのモードが組み合わされる。 ハウスナーの手法では，容器と一体となって振動するモードとして付加される質量M_E（有効質量）を剛体として，スロッシングモードとして付加される質量M_iとスロッシングの固有周期を考慮したバネを容器に結合した解析モデルにて，耐震評価を行い容器と一体となって振動するモード及びスロッシングモードによる荷重を計算する。  a．スロッシングモード　b．容器と一体となって振動するモード　c．ハウスナーの手法によるモデル化 第 2－1 図　たて置円筒容器の内部水の地震時の挙動の概念	・適用する流体解析コードの相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3. サプレッションチェンバの内部水の扱い 地震時のサプレッションチェンバに対する荷重を算出する場合のサプレッションチェンバの内部水の扱いについて，水平方向及び鉛直方向に分けて説明する。 水平方向の地震動によるサプレッションチェンバに対する地震荷重は，容器と一体となって振動するモードによる荷重及びスロッシングモードによる荷重に分けて評価する。 容器と一体となって振動するモードによる荷重は，汎用構造解析プログラム NASTRAN から算出される有効質量を用いて，地震応答解析モデルに付加質量M_Eとして設定し，はりモデルを用いたスペクトルモーダル解析により算出する。ここで，この地震応答解析モデルでは，スロッシングモードとして付加される質量M_iとバネは考慮しない。 一方，スロッシングモードによる荷重は，前述の地震応答解析とは別に，実機サプレッションチェンバの内部構造物及び内部水の全質量（水位）を考慮し，汎用流体解析コード OpenFOAM により算出する。ここで，OpenFOAM を用いて地震時の内部水によるサプレッションチェンバに対する荷重を算出する場合，スロッシングモードによる荷重及び容器と一体となって振動するモードによる荷重の総和Ｆとして算出される。このため，荷重の総和Ｆから容器と一体となって振動するモードによる荷重を差し引くことでスロッシング荷重を算出する。 鉛直方向の地震動によるサプレッションチェンバに対する地震荷重は，地震応答解析モデル上，内部水の全質量を考慮し，はりモデルを用いて算出する。	3.　サプレッションチェンバの内部水の扱い 地震時のサプレッションチェンバに対する荷重を算出する場合のサプレッションチェンバの内部水の扱いについて，水平方向及び鉛直方向に分けて説明する。 水平方向の地震動によるサプレッションチェンバに対する地震荷重は，容器と一体となって振動するモードによる荷重及びスロッシングモードによる荷重に分けて評価する。 容器と一体となって振動するモードによる荷重は，汎用構造解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮから算出される有効質量を用いて，地震応答解析モデルに付加質量M_Eとして設定し，はりモデルを用いた動的解析（スペクトルモーダル解析等）により算出する。ここで，この地震応答解析モデルでは，スロッシングモードとして付加される質量M_iとバネは考慮しない。 一方，スロッシングモードによる荷重は，前述の地震応答解析とは別に，実機サプレッションチェンバの内部構造物及び内部水の全質量（水位）を考慮し，汎用流体解析コードＦｌｕｅｎｔにより算出する。ここで，Ｆｌｕｅｎｔを用いて地震時の内部水によるサプレッションチェンバに対する荷重を算出する場合，スロッシングモードによる荷重及び容器と一体となって振動するモードによる荷重の総和Ｆとして算出される。このため，荷重の総和Ｆから容器と一体となって振動するモードによる荷重を差し引くことでスロッシング荷重を算出する。 鉛直方向の地震動によるサプレッションチェンバに対する地震荷重は，地震応答解析モデル上，内部水の全質量を考慮し，はりモデルを用いて算出する。	・適用する流体解析コードの相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4. 実機スロッシング荷重の算定方法 OpenFOAM を用いたスロッシング荷重の算出方法について，通常運転時及び重大事故時における算出例を説明する。 4.1 解析モデル 解析モデルを別紙 3-2 図に，解析諸元を別紙 3-1 表に示す。	4.　実機スロッシング荷重の算定方法 Ｆｌｕｅｎｔを用いたスロッシング荷重の算出方法について，重大事故時における算出例を説明する。 4.1　解析モデル 解析モデルを第 4.1－1 図に，解析諸元を第 4.1－1 表に示す。	・適用する流体解析コードの相違



別紙 3-2 図　解析モデル図

別紙 3-1 表　解析諸元

格子数	約 140 万
格子幅	約 0.5cm～45cm



第 4.1－1 図　流体解析モデル

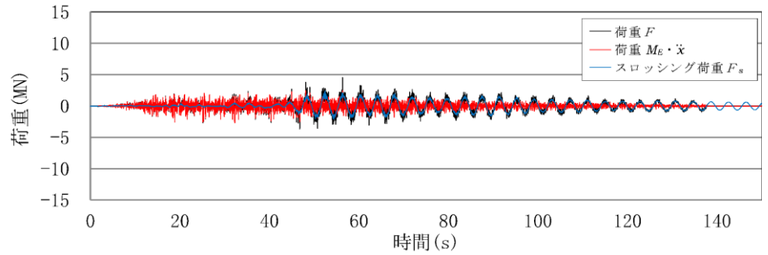
第 4.1－1 表　解析諸元

格子数	
格子幅	

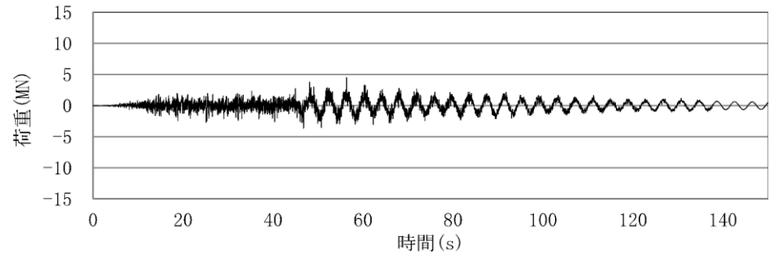
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.2 解析条件 解析条件を別紙 3-2 表に示す。 別紙 3-2 表　解析条件 モデル化範囲：サプレッションチェンバ内 水位：通常運転水位（H.W.L：O.P.-3,800） 重大事故時水位より高い水位（真空破壊装置下端水位：O.P.-1,514） 評価用地震動：基準地震動 Ss（水平方向と鉛直方向）*に対する 原子炉建屋 O.P.-8,100 における建屋床応答 解析コード：OpenFOAM Ver.4.1（汎用流体解析コード） VOF 法を用いた流体解析 その他：内部構造物のモデル化範囲：強め輪，ベントヘッダ，ダウンカマ，T-クエンチャ及びその配管，ECCS ストレーナ取付配管 ＊ 地震動の特徴を考慮し，スロッシングの固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－F2，スロッシングの固有周期帯の応答加速度が大きく，継続時間が長い Ss－D1，及び設備の固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－D2 を用いて検討する。	4.2　解析条件 解析条件を第 4.2－1 表に示す。 第 4.2－1 表　解析条件 モデル化範囲：サプレッションチェンバ内 水位：重大事故時想定水位（Ｓｓ）（4000mm） 評価用地震動：基準地震動Ｓｓ（水平方向と鉛直方向）[注1]に対する原子炉建物EL.1300mmにおける建物床応答 解析コード：Ｆｌｕｅｎｔ Ver.18.2（汎用流体解析コード） ＶＯＦ法を用いた流体解析 その他：内部構造物のモデル化範囲：ベントヘッダ，ダウンカマ，クエンチャ，ＥＣＣＳストレーナ 注１　地震動の特徴を考慮し，スロッシングの固有周期帯の応答加速度及び設備の固有周期帯の応答加速度が大きいＳｓ－Ｄを用いて検討する。	・適用する流体解析コードの相違 ・島根２号炉ではサプレッションチェンバの本評価における最大水位について確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.3 スロッシング荷重算定 4.3.1 スロッシング荷重算定方法 OpenFOAM で算出される荷重 F は，スロッシングモードによる荷重 F_S 及び容器と一体となって振動するモードによる荷重 $M_E \cdot \ddot{x}$ の和であることから，スロッシングモードによる荷重 F_S は，下式で表される。 $F_S = F - M_E \cdot \ddot{x}$ ここで， M_E ：有効質量 $\ddot{x}$ ：入力加速度 なお，有効質量の算出においては，荷重時刻歴波形について 0.4Hz のハイパスフィルター処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いている。	4.3　スロッシング荷重算定 4.3.1　スロッシング荷重算定方法 Ｆｌｕｅｎｔで算出される荷重Ｆは，スロッシングモードによる荷重F_s及び容器と一体となって振動するモードによる荷重$M_E \cdot \ddot{x}$の和であることから，スロッシングモードによる荷重F_sは，下式で表される。 $F_S = F - M_E \cdot \ddot{x}$ ここで， M_E：有効質量 $\ddot{x}$　：入力加速度 なお，有効質量の算出においては，荷重時刻歴波形について 0.4Ｈｚのハイパスフィルター処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いている。	・適用する流体解析コードの相違
4.3.2 スロッシング荷重算定結果 OpenFOAM で算定した荷重 F，容器と一体となって振動するモードによる荷重 $M_E \cdot \ddot{x}$，スロッシングモードによる荷重 F_S の荷重時刻歴を別紙 3-3～8 図に，スロッシングモードによる最大荷重及びスロッシングモードによる荷重算定における有効質量比を別紙 3-3 表に，OpenFOAM で算出した荷重 F のフーリエスペクトル（Ss－D1，通常運転水位及び重大事故時水位より高い水位）を別紙 3－9～10 図に，フーリエスペクトルから求めたスロッシングの固有周期を別紙 3-4 表に示す。また，スロッシング解析結果例（Ss－D1，重大事故時水位より高い水位，最大荷重発生時刻付近（52 秒時点））を別紙 3-11 図に示す。 有効質量比は，水位が同条件の場合には，地震動によらず一定である。 また，サプレッションチェンバの地震荷重（9.163×10^7 (N)（暫定値，重大事故時水より高い水位，Ss－F3））に対するスロッシングモードによる荷重の最大値（2.91×10^6(N)（暫定値，重大事故時水位より高い水位，Ss－D1））の比率は約 3%であり，スロッシングモードによる荷重は小さい。	4.3.2　スロッシング荷重算定結果 Ｆｌｕｅｎｔで算定した荷重Ｆ，容器と一体となって振動するモードによる荷重$M_E \cdot \ddot{x}$，スロッシングモードによる荷重Ｆｓの荷重時刻歴を第 4.3－1 図に，スロッシングモードによる最大荷重及びスロッシングモードによる荷重算定における有効質量比を第 4.3－1 表に，Ｆｌｕｅｎｔで算出した荷重Ｆのフーリエスペクトル（Ｓｓ－Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ））を第 4.3－2 図に，フーリエスペクトルから求めたスロッシングの固有周期を第 4.3－2 表に示す。また，スロッシング解析結果例（Ｓｓ－Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ），最大荷重発生時刻付近（12 秒時点））を第 4.3－3 図に示す。 なお，サプレッションチェンバの時刻歴応答解析結果による地震荷重（5.396×10^7（N）（暫定値，重大事故時想定水位（Ｓｓ），Ｓｓ－Ｄ））に対するスロッシングモードによる荷重の最大値（5.36×10^6（N）　（暫定値，重大事故時想定水位（Ｓｓ），Ｓｓ－Ｄ））の比率は約 10%である。サプレッションチェンバの耐震評価では，拡幅をした床応答スペクトルによるスペクトルモーダル解析による地震荷重を適用することから，スロッシングモードによる荷重の影響は更に小さくなると考えられる。	・適用する流体解析コードの相違 ・適用する流体解析コードの相違 ・島根２号炉ではサプレッションチェンバの本評価における最大水位について確認を行う ・島根２号炉では耐震評価及びスロッシング荷重への影響が大きい地震動として単一の地震動に対して流体解析を実施している ・島根２号炉ではサプレッションチェンバの耐震評価において最も厳しい条件での水位について確認を行う

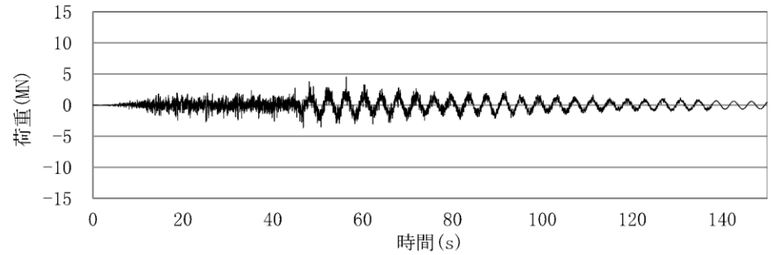
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



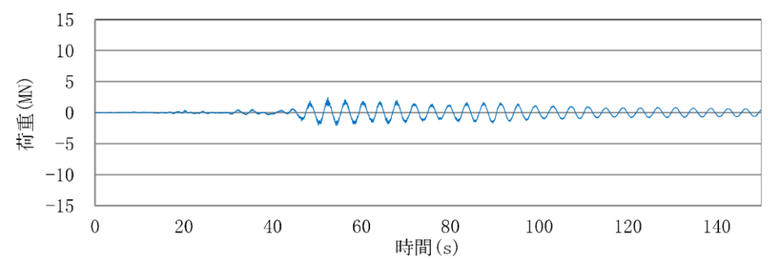
（ａ）各荷重の重ねがき



（ｂ）荷重Ｆ

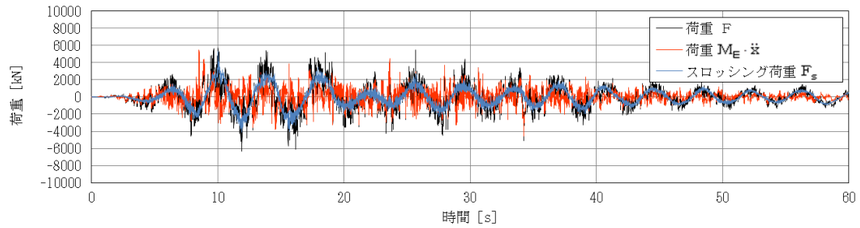


（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$

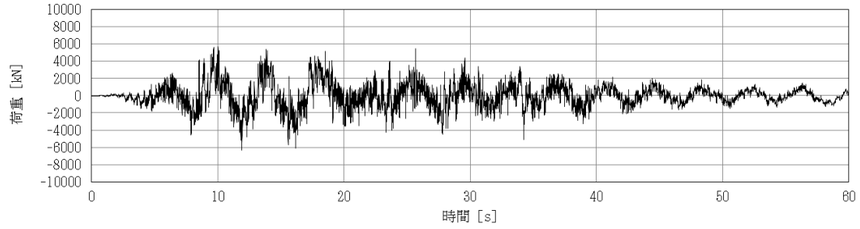


（ｄ）スロッシング荷重F_s

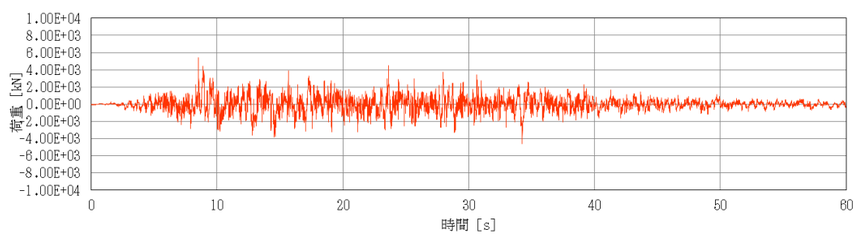
別紙 3-3 図　各モードの荷重時刻歴(Ss－D1，通常運転水位)



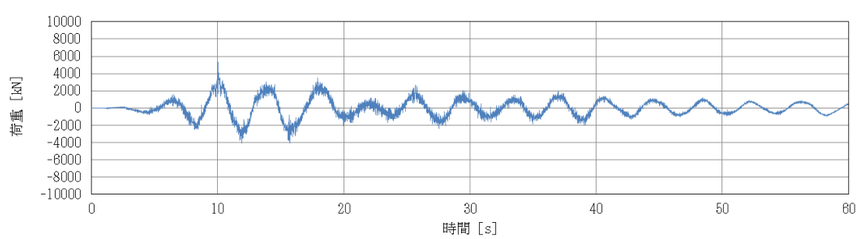
（ａ）各荷重の重ね書き



（ｂ）荷重Ｆ



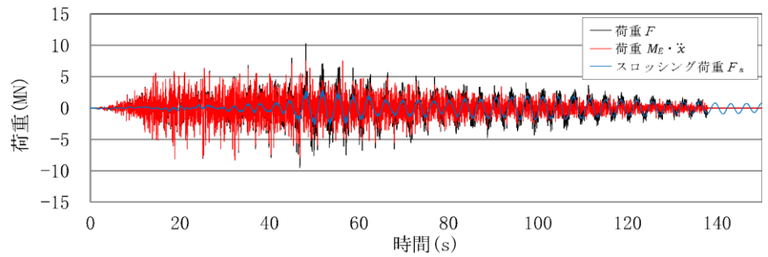
（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$



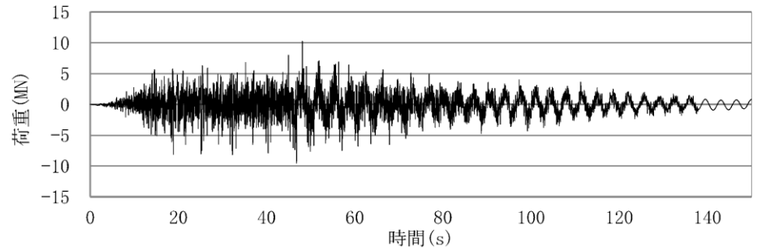
（ｄ）スロッシング荷重F_s

第 4.3－1 図　各モードの荷重時刻歴（Ｓｓ－Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ））

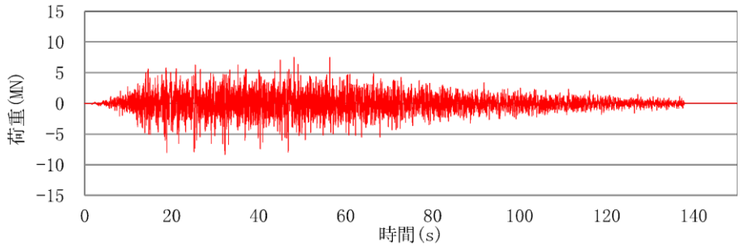
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



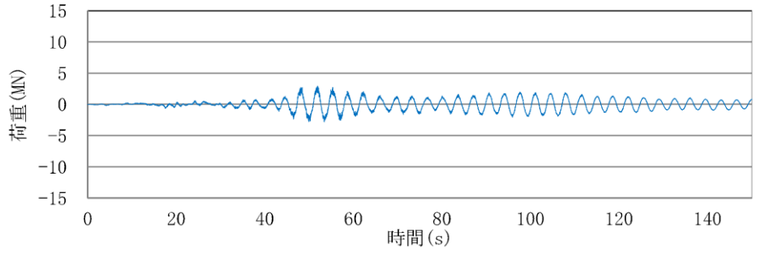
（ａ）各荷重の重ねがき



（ｂ）荷重Ｆ



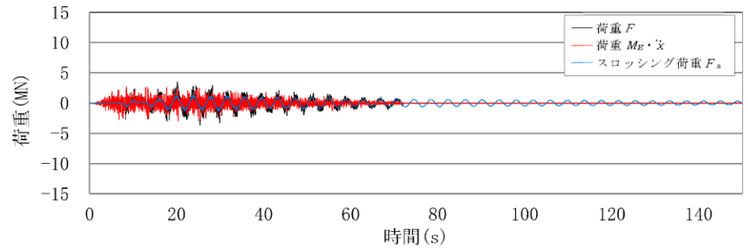
（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$



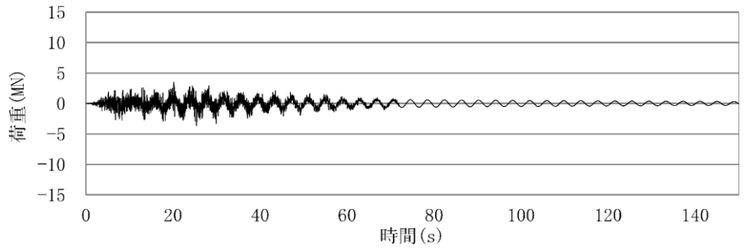
（ｄ）スロッシング荷重F_s

別紙 3-4 図　各モードの荷重時刻歴(Ss－D1，重大事故時水位より高い水位)

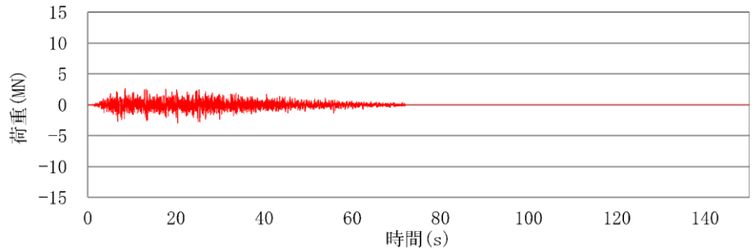
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



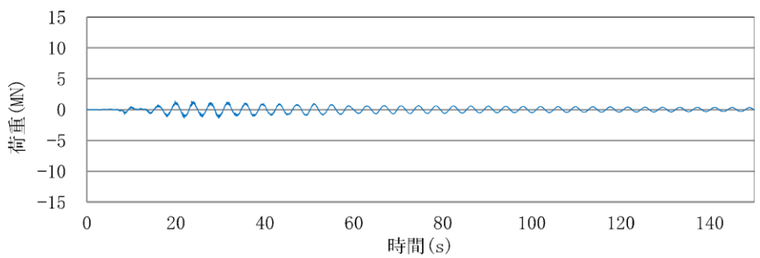
（ａ）各荷重の重ねがき



（ｂ）荷重Ｆ



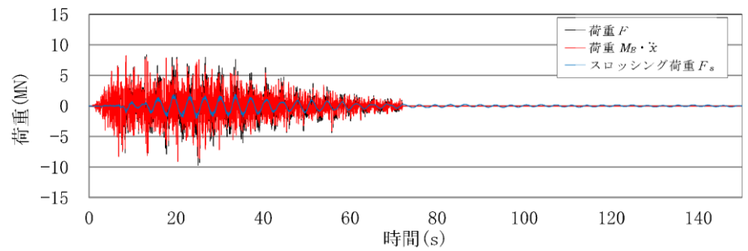
（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$



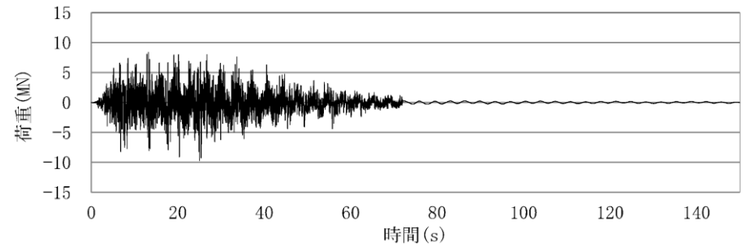
（ｄ）スロッシング荷重F_s

別紙 3-5 図　各モードの荷重時刻歴(Ss－D2，通常運転水位)

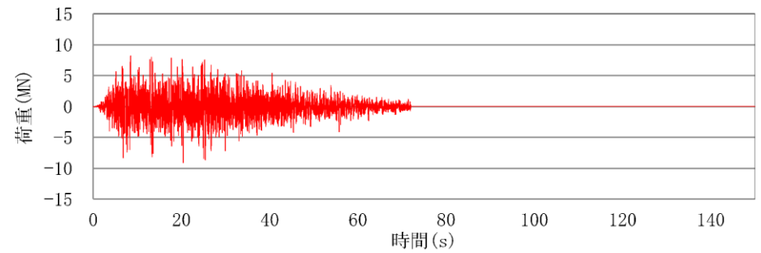
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



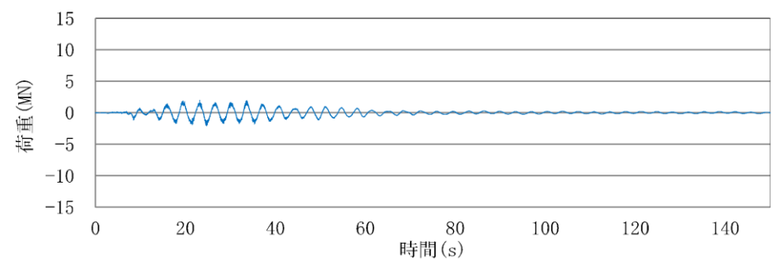
（ａ）各荷重の重ねがき



（ｂ）荷重Ｆ



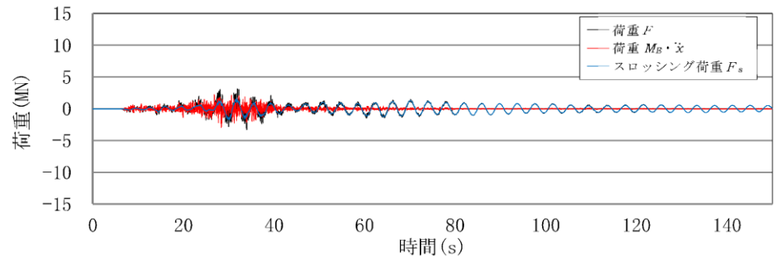
（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$



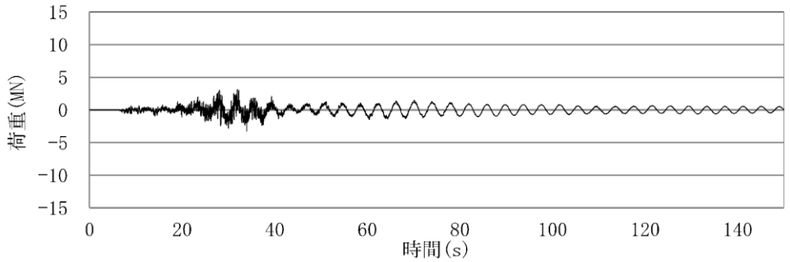
（ｄ）スロッシング荷重F_s

別紙 3-6 図　各モードの荷重時刻歴(Ss－D2，重大事故時水位より高い水位)

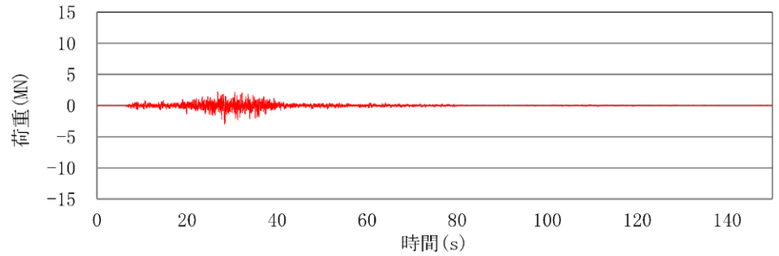
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



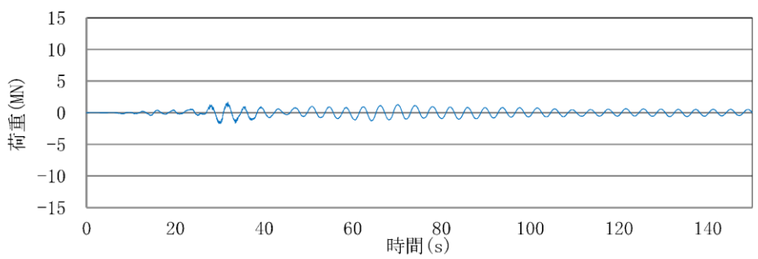
（ａ）各荷重の重ねがき



（ｂ）荷重Ｆ



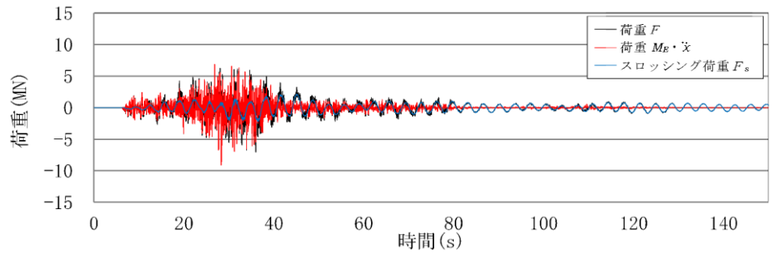
（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$



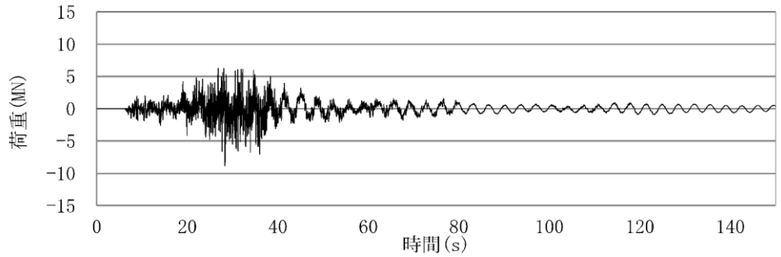
（ｄ）スロッシング荷重F_s

別紙 3-7 図　各モードの荷重時刻歴(Ss－F2，通常運転水位)

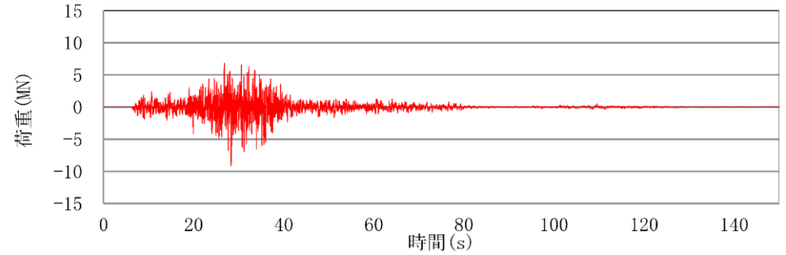
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



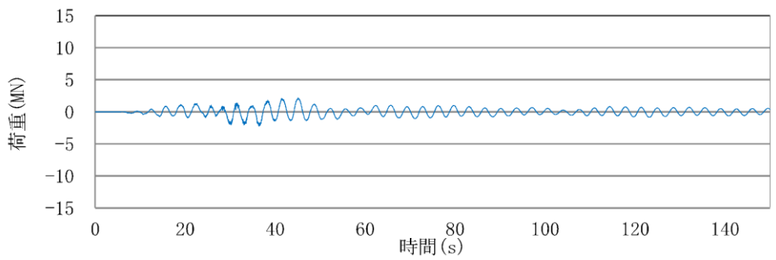
（ａ）各荷重の重ねがき



（ｂ）荷重Ｆ



（ｃ）荷重$M_E \cdot \ddot{x}$



（ｄ）スロッシング荷重F_s

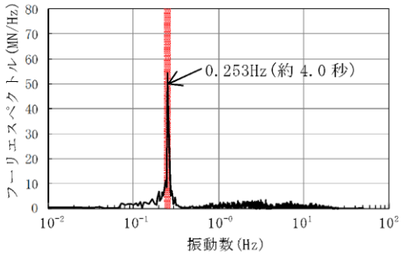
別紙 3-8 図　各モードの荷重時刻歴(Ss－F2，重大事故時水位より高い水位)

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

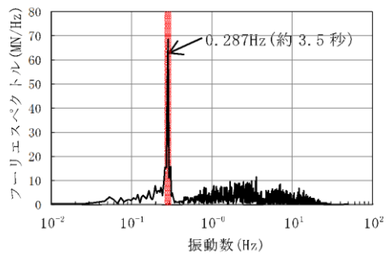
別紙 3-3 表　スロッシングモードによる最大荷重及び
スロッシング荷重算定における有効質量比

地震動	水位条件	最大荷重（MN）*	有効質量比
Ss－D1	通常運転水位	2.42	0.17
Ss－D2		1.39	0.17
Ss－F2		1.71	0.17
Ss－D1	重大事故時水位より高い水位	2.91	0.28
Ss－D2		2.06	0.28
Ss－F2		2.24	0.28

＊スロッシング最大荷重は，地震波に依存することから，今後作成する建屋応答に対するスロッシング荷重を確認する必要があるため暫定値



別紙 3-9 図　フーリエスペクトル
（Ss－D1，通常運転水位）



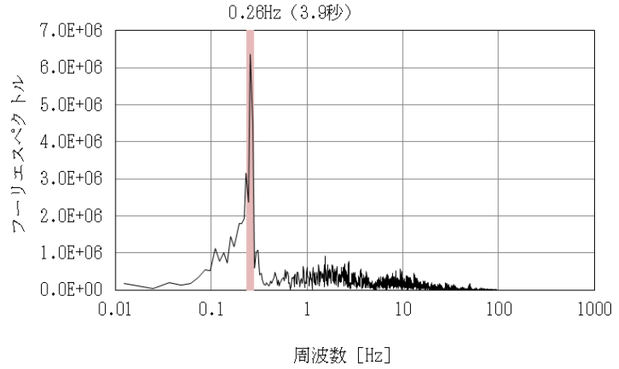
別紙 3-10 図　フーリエスペクトル
（Ss－D1，重大事故時水位より高い水位）

別紙 3-4 表　スロッシングの固有周期

水位条件	固有周期（s）
通常運転水位	約 4.0 秒
重大事故時水位より高い水位	約 3.5 秒

第 4.3－1 表　スロッシングモードによる最大荷重及び
スロッシング荷重算定における有効質量比

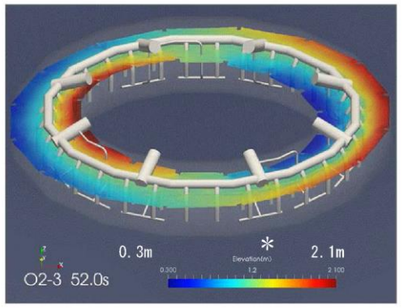
地震動	水位条件	最大荷重［kN］	有効質量比
Ｓｓ－Ｄ	重大事故時想定水位（Ｓｓ）	5，363	0.23



第 4.3－2 図　フーリエスペクトル（Ｓｓ-Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ））

第 4.3－2 表 スロッシングの固有周期

水位条件	固有周期［s］
重大事故時想定水位（Ｓｓ）	約 3.9 秒

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 ＊ 色の違いは，水面高さの違いを表す。 また，高さは，サプレッションチェンバシェル中心位置を 0mとしたものを表しており，初期水位は，約 1.2mである。 別紙 3-11 表　スロッシング解析結果例 （Ss－D1，重大事故時水位より高い水位，最大荷重発生時刻付近） 参考文献［1］：Housner，G.W.：Nuclear Reactors And Earthquakes，TID Rep.7024，1963.	 注：　色の違いは，水面高さの違いを表す。 また，高さは初期水位を０ｍとしたものを表している。 第 4.3－3 図　スロッシング解析結果例 （Ｓｓ－Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ），最大荷重発生時刻付近） 参考文献［１］：Housner，　G. W.：Nuclear Reactors And Earthquakes，　TID Rep. 7024，　1963.	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.3.3 スロッシング荷重及び有効質量に与える各種影響検討 サプレッションチェンバ内部水によるスロッシング荷重は，サプレッションチェンバの主要な内部構造物を考慮した実機解析モデルを用いて，水平１方向＋鉛直方向の地震動を入力した解析結果から算定している。 上記解析条件に対して，鉛直方向地震動による影響，水平２方向入力による影響及び内部構造物による影響を検討し，スロッシング荷重及び有効質量に与える影響について検討を行う。	4.3.3　スロッシング荷重及び有効質量に与える影響検討 サプレッションチェンバ内部水によるスロッシング荷重は，サプレッションチェンバの主要な内部構造物を考慮した実機解析モデルを用いて，水平１方向＋鉛直方向の地震動を入力した解析結果から算定している。 上記解析条件に対して水平２方向入力による影響を検討し，スロッシング荷重及び有効質量に与える影響について検討を行う。	・鉛直方向地震動及び内部構造物については流体解析において既に考慮している ・鉛直方向地震動については流体解析において既に考慮している

4.3.3.1 鉛直方向地震動による影響

(1) 影響検討方針

鉛直方向地震動によるスロッシング荷重への影響について，地震動の入力条件を水平１方向＋鉛直方向及び水平１方向のみとした場合のスロッシング荷重を比較し，確認する。

入力地震動は，スロッシング荷重が最大となる Ss－D1 を用いる。また，水位条件は，スロッシング荷重が最大となる重大事故時水位より高い水位を用いる。解析条件を別紙 3-5 表に示す。

別紙 3-5 表　解析条件（鉛直方向地震動）

項目	基本ケース	影響検討ケース
解析コード	OpenFOAM	同左
解析モデル	実機解析モデル	同左
入力波	Ss－D1	同左
地震動の 入力方向	水平１方向 ＋鉛直方向	水平１方向
水位	重大事故時水位より 高い水位	同左

(2) 影響検討結果

評価結果を別紙 3-6 表に示す。評価結果から，スロッシング最大荷重は，基本ケースの方が 1 割程度大きく算出されているが，鉛直方向地震動の影響は小さいことを確認した。

また，基本ケースと影響検討ケースの有効質量比は，一致しており，鉛直方向の地震動による有効質量比への影響はないことを確認した。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙 3-6 表　評価結果（鉛直方向地震動） 検討ケース / ①基本ケース / ②影響検討ケース / ①/② スロッシング最大荷重（MN）＊ / 2.91 / 2.70 / 1.08 有効質量比 / 0.28 / 0.28 / 1.00 ＊スロッシング最大荷重は，地震波に依存することから，今後作成する建屋応答に対するスロッシング荷重を確認する必要があるため暫定値		・鉛直方向地震動については流体解析において既に考慮している

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

4.3.3.2 水平２方向入力による影響

(1)影響検討方針

水平２方向入力によるスロッシング荷重への影響について，地震動の入力条件を水平１方向＋鉛直方向及び水平２方向＋鉛直方向とした場合のスロッシング荷重を比較し，確認する。

入力地震動は，スロッシング荷重が最大となる Ss-D1 を用いる。また，水位条件は，スロッシング荷重が最大となる重大事故時水位より高い水位を用いる。

解析条件を別紙 3-7 表に示す。

別紙 3-7 表　解析条件（水平２方向入力）

項目	基本ケース	影響検討ケース
解析コード	OpenFOAM	同左
解析モデル	実機解析モデル	同左
入力波	Ss－D1	NS 方向：Ss－D1 EW 方向：位相特性の異なる Ss－D1*
地震動の 入力方向	水平１方向 ＋鉛直方向	水平２方向 ＋鉛直方向
水位	重大事故時水位より 高い水位	同左

＊位相特性の異なる Ss－D1 の作成方針等については，添付資料 11 参照

（１）影響検討方針

水平２方向入力によるスロッシング荷重への影響について，地震動の入力条件を水平１方向＋鉛直方向及び水平２方向＋鉛直方向とした場合のスロッシング荷重を比較し，確認する。

入力地震動は，スロッシング荷重が最大となるＳｓ－Ｄを用いる。また，水位条件は，スロッシング荷重が最大となる重大事故時想定水位（Ｓｓ）を用いる。

解析条件を第 4.3－3 表に示す。

第 4.3－3 表　解析条件（水平２方向入力）

項目	基本ケース	影響検討ケース
解析コード	Ｆｌｕｅｎｔ	同左
解析モデル	実機解析モデル	同左
入力波	Ｓｓ－Ｄ	ＮＳ方向：Ｓｓ－Ｄ ＥＷ方向：位相特性の異なる Ｓｓ－Ｄ[注1]
地震動の 入力方向	水平１方向 ＋鉛直方向	水平２方向 ＋鉛直方向
水位	重大事故時想定水位（Ｓｓ）	同左

注１　位相特性の異なるＳｓ－Ｄの作成方針等については参考資料 10 参照

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

(2)影響検討結果

評価結果を別紙 3-8 表，最大荷重発生時刻付近（52 秒時点）の変位コンター図を別紙 3-12 図に示す。

水平２方向入力によるスロッシング荷重の影響について，基本ケース（合成荷重：水平１方向入力の最大荷重値の√２倍）に比べ，影響検討ケース（水平２方向入力の荷重時刻歴の最大値）は，やや小さいことを確認した。これは，水平２方向入力の影響により，スロッシング荷重が周方向へ分散していること及びＥＷ方向地震動の位相特性によるものと考えられる。また，水平２方向の入力方法を位相反転させた場合の影響は，サプレッションチェンバが円環形状（対称形状）であることから，スロッシング荷重への影響はないと考えられる。

よって，サプレッションチェンバのスロッシング荷重評価は，基本ケースのとおり，入力地震動を水平１方向＋鉛直方向とすることで保守的になることを確認した。

有効質量比は，基本ケースと影響検討ケースで一致しており，水平２方向入力による有効質量比への影響はないことを確認した。

なお，基本ケース及び影響検討ケースに対するスロッシング最大荷重発生時刻付近の変位コンター図は，ほぼ同様な分布，波高であり，大きな差異がないことを確認した。

別紙 3-8 表　評価結果（水平２方向入力）

検討ケース		①基本ケース（水平１方向入力）	②影響検討ケース（水平２方向入力）	①/②
スロッシング最大荷重(MN)*1	NS	2.91	2.88*2	1.01
	EW	－	2.76*2	1.05
	合成荷重	4.12*3	3.23*4	1.28
有効質量比	NS	0.28	0.28	1.00
	EW		0.28	1.00

＊1　スロッシング最大荷重は，地震波に依存することから，今後作成する建屋応答に対するスロッシング荷重を確認する必要があるため暫定値

＊2　１方向成分（ＮＳ若しくはＥＷ）のみに着目した場合の最大荷重

＊3　基本ケースの最大荷重の√２倍の荷重

＊4　時刻歴合成（$\sqrt{NS^2+EW^2}$）の最大荷重

（２）影響検討結果

評価結果を第 4.3－4 表，最大荷重発生時刻付近（12 秒）の変位コンター図を第 4.3－4 図に示す。

水平２方向入力によるスロッシング荷重の影響について，基本ケース（合成荷重：水平１方向入力の最大荷重値の√２倍）に比べ，影響検討ケース（水平２方向入力の時刻歴荷重の最大値）は，小さいことを確認した。これは，水平２方向入力の影響により，スロッシング荷重が周方向へ分散していること及びＥＷ方向地震動の位相特性によるものと考えられる。また，水平２方向の入力波を位相反転させた場合の影響は，サプレッションチェンバが円環形状（対称形状）であることから，スロッシング荷重への影響はないと考えられる。

よって，サプレッションチェンバのスロッシング荷重評価は基本ケースのとおり，入力地震動を水平１方向＋鉛直方向とすることで保守的になることを確認した。また，有効質量比は基本ケースと影響検討ケースで一致しており，水平２方向入力による有効質量比への影響はないことを確認した。

なお，基本ケース及び影響検討ケースに対するスロッシング最大荷重発生時刻付近の変位コンター図はほぼ同様な分布，波高であり，大きな差異がないことを確認した。

第 4.3－4 表　評価結果（水平２方向入力）

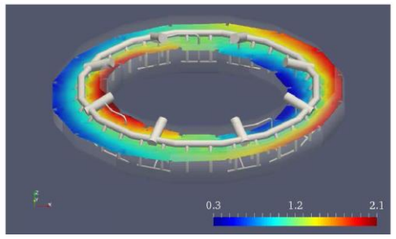
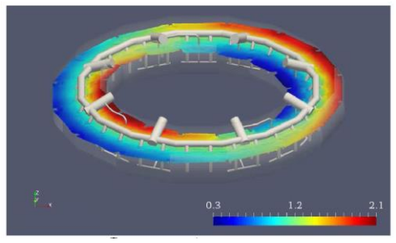
検討ケース		①基本ケース（水平１方向入力）	②影響検討ケース（水平２方向入力）	①／②
スロッシング最大荷重注1 (kN)	ＮＳ	5，363	5，364 注2	1.00
	ＥＷ	－	3，699 注2	1.45
	合成荷重	7，584 注3	5，372 注4	1.41
有効質量比	ＮＳ	0.23	0.23	1.00
	ＥＷ		0.23	1.00

注１　スロッシング最大荷重は地震波に依存することから，今後作成する建物応答に対するスロッシング荷重を確認する必要があるため暫定値

注２　１方向成分（ＮＳ又はＥＷ）のみに着目した場合の最大荷重

注３　基本ケースの最大荷重の√２倍の荷重

注４　各方向に加わるスロッシング荷重を時刻毎に合成（$\sqrt{NS^2+EW^2}$）した値の最大値

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 ①基本ケース （最大荷重発生時刻付近（52 秒時点））  ②影響検討ケース （最大荷重発生時刻付近（52 秒時点）） ＊ 色の違いは，水面高さの違いを表す。 また，高さは，サプレッションチェンバシェル中心位置を 0m としたものを表しており，初期水位は，約 1.2m である。 別紙 3-12 図　変位コンター図	 ①基本ケース （最大荷重発生時刻（12 秒）付近）  ②影響検討ケース （最大荷重発生時刻（12 秒）付近） 注　色の違いは，水面高さの違いを表す。また，高さは初期水位を０ｍとしたものを表している。 第 4.3－4 図　変位コンター図	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

4.3.3.3 内部構造物による影響

(1)影響検討方針

内部構造物によるスロッシング荷重への影響について，解析モデルを主要な内部構造物までモデル化及び容器（強め輪を含む）のみをモデル化した場合のスロッシング荷重を比較し，確認する。入力地震動は，スロッシング荷重が最大となるSs－D1 とし，水平１方向＋鉛直方向に入力する。また，水位条件は，スロッシング荷重が最大となる重大事故時水位より高い水位を用いる。解析条件を別紙 3-9 表に示す。

別紙 3-9 表　解析条件（内部構造物）

項目	基本ケース	影響確認ケース
解析コード	OpenFOAM	同左
解析モデル	実機解析モデル	容器（強め輪を含む）のみモデル化
入力波	Ss－D1	同左
地震動の入力方向	水平１方向＋鉛直方向	同左
水位	重大事故時水位より高い水位	同左

(2)影響検討結果

評価結果を別紙 3-10 表に示す。評価結果から，スロッシング最大荷重は，基本ケースが影響確認ケースよりもやや小さく算出されることを確認した。これは，内部構造物によりスロッシングが抑制されることによるものと考えられる。

また，基本ケースと影響検討ケースの有効質量比は，一致しており，内部構造物による有効質量比への影響はないことを確認した。

別紙 3-10 表　評価結果（内部構造物）

検討ケース	①基本ケース	②影響検討ケース	①/②
スロッシング最大荷重（MN）*	2.91	3.06	0.95
有効質量比	0.28	0.28	1.00

＊スロッシング最大荷重は，地震波に依存することから，今後作成する建屋応答に対するスロッシング荷重を確認する必要があるため暫定値

・内部構造物については流体解析において既に考慮している

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

別紙４

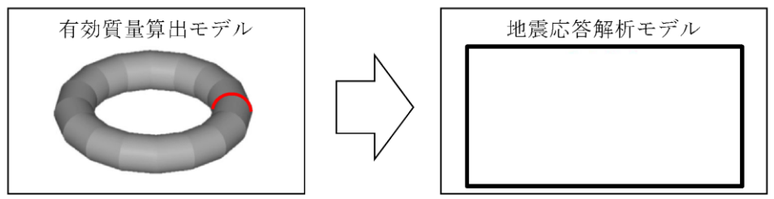
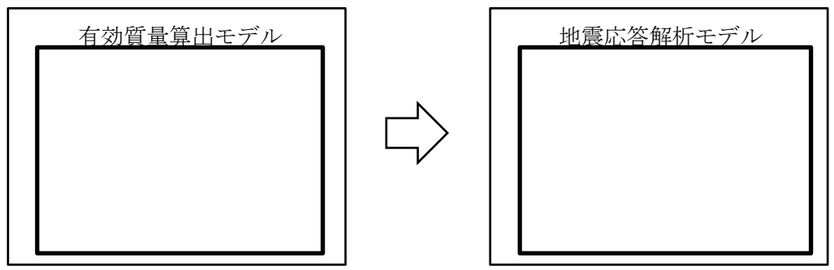
振動試験の全データ

振動試験は同条件で３回以上の試験を実施している。別紙 4-1 表に振動試験の全試験回における有効質量比を示す。同条件での有効質量比について，ばらつきはほとんどなく，高い再現性があることを確認した。

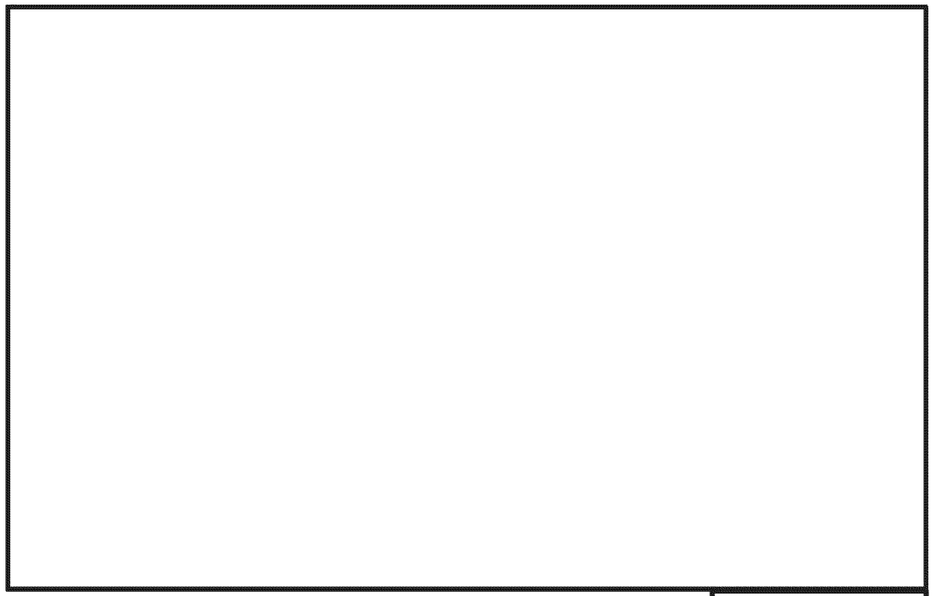
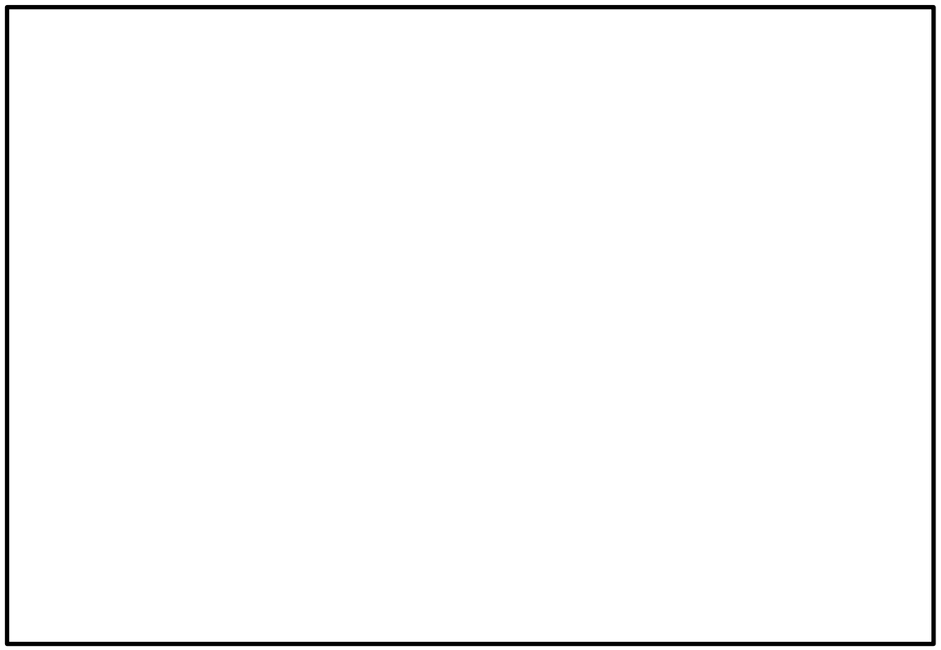
別紙 4-1 表　振動試験の全試験回における有効質量比

水位	入力倍率	試験回				平均	標準偏差
		１回目	２回目	３回目	４回目		
低	0.5 倍	0.1367	0.1494	0.1469	0.1353	0.1421	0.0061
	1.0 倍	0.1554	0.1014	0.1187	0.0940	0.1174	0.0237
	1.5 倍	0.1447	0.1431	0.1118	0.1429	0.1356	0.0138
中	0.5 倍	0.2018	0.1902	0.1947	0.2021	0.1972	0.0050
	1.0 倍	0.2103	0.2155	0.1973	－	0.2077	0.0077
	1.5 倍	0.2124	0.2179	0.2045	0.2010	0.2090	0.0066
高	0.5 倍	0.2877	0.2852	0.2812	－	0.2847	0.0027
	1.0 倍	0.2815	0.2823	0.2852	0.2845	0.2834	0.0015
	1.5 倍	0.2859	0.2865	0.2818	0.2918	0.2865	0.0035
高高	0.5 倍	0.4030	0.4075	0.4098	0.4070	0.4068	0.0025
	1.0 倍	0.4165	0.4171	0.4236	－	0.4191	0.0032
	1.5 倍	0.4113	0.4125	0.4201	0.4093	0.4133	0.0041

・島根２号炉において参照する振動試験の全データは参考資料１に示す

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙５ サプレッションチェンバ内部水の地震応答解析モデルへの設定方法について 1. 概要 第６項に示した女川２号炉のサプレッションチェンバ地震応答解析モデル（はり要素を用いた３次元多質点モデル）における内部水の有効質量は，第 5.1.1 項に示した NASTRAN（シェル要素を用いた実機解析モデル）により算出される各要素の有効質量及びその位置（高さ）を考慮し，地震応答解析モデルの各質点に縮約して設定する。 本資料では，その設定方法の考え方について説明する。 2. 縮約 縮約とは，膨大な数のデータを扱う有限要素法などの解析において，行列の大きさ（次元）を小さくする解析上のテクニックであり，その手法として，Guyan の縮約法（Guyan’s Reduction）が広く一般的に使われている。 サプレッションチェンバの内部水に対する有効質量を地震応答解析モデルに設定するに当たり，この手法を用いて，NASTRAN により算出されるサプレッションチェンバシェルの各要素の有効質量及びその位置（高さ）を，地震応答解析モデルの各質点に縮約する（別紙 5-1 図参照）。  別紙 5-1 図 有効質量の縮約	別紙４ サプレッションチェンバ内部水の地震応答解析モデルへの設定方法について 1.　概要 本文第６項に示した島根２号炉のサプレッションチェンバの地震応答解析モデル（はり要素を用いた３次元多質点モデル）では，本文第 5.1.1 項に示したＮＡＳＴＲＡＮ（シェル要素を用いた実機解析モデル）により算出される各要素の有効質量及びその位置（高さ）を考慮し，地震応答解析モデルの各質点に内部水の有効質量を縮約して設定する。 本資料では，その設定方法の考え方について説明する。 2.　縮約 縮約とは，膨大な数のデータを扱う有限要素法などの解析において，行列の大きさ（次元）を小さくする解析上のテクニックであり，その手法として，Ｇｕｙａｎの縮約法（Guyan’s Reduction）が広く一般的に使われている。 サプレッションチェンバの内部水に対する有効質量を地震応答解析モデルに設定するにあたり，この手法を用いて，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出されるサプレッションチェンバシェルの各要素の有効質量及びその位置（高さ）を，地震応答解析モデルの各質点に縮約する（第２－１図参照）。  第２－１図　有効質量の縮約	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3. 地震応答解析モデルへの設定方法 3.1 地震応答解析モデルへの設定方法の考え方 NASTRAN により算出されるサプレッションチェンバシェルの各要素の有効質量及びその位置（高さ）を，地震応答解析モデルのサプレッションチェンバの各質点に設定する方法（Guyan の縮約法）のイメージを別紙 5-2 図に示す。 ① NASTRAN から算出されるサプレッションチェンバの内部水の有効質量 NASTRAN ではサプレッションチェンバシェルの各要素に対する内部水の有効質量が算出されており，解析モデルの一断面を考えた場合，有効質量算出モデルの１要素における有効質量 m_i は，水平方向及び鉛直方向の有効質量（m_{xi}，m_{zi}）に分解できる。 なお，水平方向の有効質量 m_{xi} をサプレッションチェンバ全体に積分するとサプレッションチェンバの内部水に対する有効質量と一致し，また，鉛直方向の有効質量 m_{zi} をサプレッションチェンバ全体に積分した場合，サプレッションチェンバシェルの底面圧力による荷重と一致する。 ② 地震応答解析モデルのはり要素（１質点）への縮約（１要素の有効質量） 上記①で示した水平方向及び鉛直方向の有効質量（m_{xi}，m_{zi}），その位置（高さ）を考慮し，それらが地震応答解析モデルのはり要素（１質点）における慣性力及び回転慣性力が等価となるように，並進質量（m_x，m_z）及び回転質量（Rm_x，Rm_z）を設定する。 なお，回転質量 Rm_z は，サプレッションチェンバシェルの底面圧力によるモーメントとして考慮される。 ③ 地震応答解析モデルのはり要素（１質点）への縮約（全要素の有効質量） NASTRAN により算出されるサプレッションチェンバシェル全要素の有効質量に対して，上記②の考え方を３次元の位置関係を考慮して展開し，地震応答解析モデルのはり要素（１質点）における並進質量（m_x，m_y，m_z）及び回転質量（Rm_x，Rm_y，Rm_z）に縮約する。 ④ 地震応答解析モデル（全質点）における有効質量の設定 地震応答解析モデルにおけるはり要素の全質点に対して，上記③の考え方を展開し，並進質量（m_x，m_y，m_z）及び回転質量（Rm_x，Rm_y，Rm_z）が設定される。	3.　地震応答解析モデルへの設定方法 3.1　地震応答解析モデルへの設定方法の考え方 ＮＡＳＴＲＡＮにより算出されるサプレッションチェンバシェルの各要素の有効質量及びその位置（高さ）を，地震応答解析モデルのサプレッションチェンバシェルの各質点に設定する方法（Ｇｕｙａｎの縮約法）のイメージを第 3.1－1 図に示す。 ①　ＮＡＳＴＲＡＮから算出されるサプレッションチェンバの内部水の有効質量 ＮＡＳＴＲＡＮではサプレッションチェンバシェルの各要素に対する内部水の有効質量が算出されており，解析モデルの一断面を考えた場合，有効質量算出モデルの１要素における有効質量ｍｉは，水平方向及び鉛直方向の有効質量（ｍｘｉ，ｍｚｉ）に分解できる。 なお，水平方向の有効質量ｍｘｉ をサプレッションチェンバ全体に積分するとサプレッションチェンバの内部水に対する有効質量と一致し，また，鉛直方向の有効質量ｍｚｉ をサプレッションチェンバ全体に積分した場合，サプレッションチェンバシェルの底面圧力による荷重と一致する。 ② 地震応答解析モデルのはり要素（１箇所の質点）への縮約（１要素の有効質量） 上記①で示した水平方向及び鉛直方向の有効質量（ｍｘｉ，ｍｚｉ），その位置（高さ）を考慮し，それらが地震応答解析モデルのはり要素（１箇所の質点）における慣性力及び回転慣性力が等価となるように，並進質量（ｍｘ，ｍｚ）及び回転質量（Ｒｍｘ，Ｒｍｚ）を設定する。 なお，回転質量Ｒｍｚは，サプレッションチェンバの底面圧力によるモーメントとして考慮される。 ③ 地震応答解析モデルのはり要素（１箇所の質点）への縮約（全要素の有効質量） ＮＡＳＴＲＡＮにより算出されるサプレッションチェンバシェル全要素の有効質量に対して，上記②の考え方を３次元の位置関係を考慮して展開し，地震応答解析モデルのはり要素（１箇所の質点）における並進質量（ｍｘ，ｍｙ，ｍｚ）及び回転質量（Ｒｍｘ，Ｒｍｙ，Ｒｍｚ）に縮約する。 ④ 地震応答解析モデル（全質点）における有効質量の設定 地震応答解析モデルにおけるはり要素の全質点に対して，上記③の考え方を展開し，並進質量（ｍｘ，ｍｙ，ｍｚ）及び回転質量（Ｒｍｘ，Ｒｍｙ，Ｒｍｚ）が設定される。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 別紙 5-2 図　Guyan の縮約法のイメージ	 第 3.1－1 図　Ｇｕｙａｎの縮約法のイメージ	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3.2 地震応答解析モデルへ設定する有効質量 今回工認に用いるサプレッションチェンバの地震応答解析モデルを別紙 5-3 図に示す。また，重大事故時水位条件で水平(Ｘ 方向)及び鉛直(Ｚ 方向)方向の地震応答解析モデルの各質点位置に縮約される有効質量を別紙 5-1 表及び別紙 5-2 表に示し，今回工認に用いるサプレッションチェンバの地震応答解析モデルに設定する有効質量（並進質量及び回転質量）が有する意味合いを以下に示す。	3.2　地震応答解析モデルへ設定する有効質量 今回工認に用いるサプレッションチェンバの地震応答解析モデルを第 3.2－1 図に示す。また，重大事故時想定水位（Ｓｓ）条件で水平方向（Ｙ方向）加振時及び鉛直方向（Ｚ方向）加振時の地震応答解析モデルの各質点位置に縮約される有効質量を第 3.2－1 表及び第 3.2－2 表に示し，今回工認に用いるサプレッションチェンバの地震応答解析モデルに設定する有効質量（並進質量及び回転質量）が有する意味合いを以下に示す。	
(1)並進質量 ・Ｘ方向の各質点の並進質量 m_x の合計値 [redacted] kg は，サプレッションチェンバ内部水の有効質量を表し，Ｚ方向の各質点の並進質量 m_z の合計値 [redacted] kg は，サプレッションチェンバ内部水の全質量を表すことから，有効質量比は，0.32（＝ [redacted] ）となる。 ・この有効質量比は，まとめ資料本文第 5.1-1 表における NASTRAN による実機解析モデル（重大事故時水位）の有効質量比 0.32 と一致する。 ・Ｘ方向の並進質量 m_x は，Ｘ軸方向（質点 1,17）がＹ軸方向(質点 9,25)よりも質量が集中する傾向があり，流体解析コード OpenFOAM による圧力分布（参考資料７参考 7-3 図参照）とも整合している。 ・Ｘ方向の並進質量 m_y, m_z 及びＺ方向の並進質量 m_x, m_y は，サプレッションチェンバの容器形状（軸対称）に応じた分布となっており，それぞれの合計値は０となる。	（１）並進質量 ・Ｙ方向加振時の各質点の並進質量 m_y の合計値 [redacted] kg は，サプレッションチェンバ内部水の有効質量を表し，Ｚ方向加振時の各質点の並進質量 m_z の合計値 [redacted] kg は，サプレッションチェンバ内部水の全質量を表すことから，有効質量比は 0.23（＝ [redacted] ）となる。 ・この有効質量比は，本文第 5.1－1 表におけるＮＡＳＴＲＡＮによる実機解析モデル（重大事故時想定水位（Ｓｓ））の有効質量比 0.23 と一致する。 ・Ｙ方向加振時の並進質量 m_y は，Ｙ軸方向（質点 1，33）がＸ軸方向（質点 17）よりも質量が集中する傾向があり，流体解析コードＦｌｕｅｎｔによる圧力分布（参考資料７第３図参照）とも整合している。 ・Ｙ方向加振時の並進質量 m_x，m_z 及びＺ方向加振時の並進質量 m_y は，サプレッションチェンバの容器形状（軸対称）に応じた分布となっており，それぞれの合計値は０となる。	・適用する流体解析コードの相違
	・Ｚ方向加振時の並進質量 m_x について合計値は０でないが，これは解析モデルが半周モデルであることに起因しており，全周モデルとした場合には，Ｙ軸に対して対照な挙動を示すため，並進質量 m_x の合計値は０となる。	・島根２号炉サプレッションチェンバでは対称性を考慮し，地震応答解析モデルに半周モデルを適用している
(2) 回転質量 ・Ｘ方向の各質点の回転質量 Rm_y は，サプレッションチェンバの容器内面に加わる圧力（各シェル要素のＸ方向成分及びＺ方向成分）を各質点位置にオフセットした場合の等価な回転慣性力を表している。 ・各質点での回転質量 Rm_y は，サプレッションチェンバの容器中心位置（はりモデルの質点位置）を基準としているため，回転質量が正の場合は容器中心位置よりも高い位置に，回転質量が負の場合は容器中心位置よりも低い位置に内部水の等価高さがあるとみなすことができる（円筒容器に対する検討結果は，「4.1.2 妥当性確認結果」参照）。 ・今回の地震応答解析モデルにおけるＸ方向の各質点位置の回転質量の合計値は正であるため，サプレッションチェンバ内部水の有効質量の等価高さは，容器中心位置よりも高い位置にあることを表している。	（２）回転質量 ・Ｙ方向加振時の各質点の回転質量 Rm_x は，サプレッションチェンバの容器内面に加わる圧力（各シェル要素のＹ方向成分及びＺ方向成分）を各質点位置にオフセットした場合の等価な回転慣性力を表している。 ・各質点での回転質量 Rm_x は，サプレッションチェンバの容器中心位置（はりモデルの質点位置）を基準としており，回転質量が正の場合は容器中心位置よりも低い位置に，回転質量が負の場合は容器中心位置よりも高い位置に内部水の等価高さがあると見なすことができる。 ・今回の地震応答解析モデルにおけるＹ方向加振時の各質点位置の回転質量の合計値は正であるため，サプレッションチェンバ内部水の有効質量の等価高さは，容器中心位置よりも低い位置にあることを表している。	・座標系の取り方の違いによる符号の相違 ・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う ・解析モデルの水位の相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）		備考
・Ｘ方向の有効質量（並進質量 m_x）の合計値 [redacted] kg とＸ方向の回転質量 Rm_y の合計値 [redacted] kg・m から，サプレッションチェンバ内部水全体を簡便に一質点とした場合の等価高さは，サプレッションチェンバの容器中心位置（はりモデルの質点位置）から約 [redacted] m 高い位置にあると算出される。 ・これは，内部水の重心位置（容器中心位置から下方に約 [redacted] m の位置）よりも高く，Housner 理論による底面圧力を考慮した円筒容器の評価式における容器水位に対する容器半径が比較的大きい場合の傾向とも整合する。 ・Ｘ方向の回転質量 Rm_y，Rm_z 及び Z 方向の回転質量 Rm_x，Rm_y，Rm_z は，隣り合う質点の関係として回転質量の増減が現れるが，これは質点位置の容器形状の違い（直管部：偶数の質点，接続部：奇数の質点）によるものであり，容器形状が軸対称であるため，それぞれの合計値は，ほぼ０となる。	・Ｙ方向加振時の有効質量（並進質量 m_y）の合計値 [redacted] kg とＹ方向の回転質量 Rm_x の合計値 [redacted] kg・m から，サプレッションチェンバ内部水全体を簡便に一質点とした場合の等価高さは，サプレッションチェンバの容器中心位置（はりモデルの質点位置）から約 [redacted] m（＝ [redacted] ）低い位置にあると算出される。これは，内部水の重心位置（容器中心位置から下方に約 2.4m の位置）よりも高く，Housner 理論による底面圧力を考慮した円筒容器の評価式における容器水位に対する容器半径が比較的大きい場合の傾向とも整合する。 ・Ｙ方向加振時の回転質量 Rm_y 及びＺ方向の回転質量 Rm_x，Rm_z は，隣り合う質点の関係として回転質量の増減が表れるが，これは質点位置の容器形状の違いによるものであり，容器形状が軸対称であるため，それぞれの合計値は０となる。 ・Ｙ方向加振時の回転質量 Rm_z，Ｚ方向の回転質量 Rm_y のそれぞれの合計値は０でないが，Ｚ方向の並進質量 m_x と同様に解析モデルが半周モデルであることに起因している。	・解析モデルの水位の相違 ・島根２号炉サプレッションチェンバでは対称性を考慮し，地震応答解析モデルに半周モデルを適用している
[redacted] 別紙 5-3 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル	[redacted] 第 3.2－1 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

別紙 5-1 表　縮約した有効質量（重大事故時水位，Ｘ方向）

質点番号	並進質量			回転質量		
	m_x ($\times 10^3$ kg)	m_z ($\times 10^3$ kg)	m_y ($\times 10^3$ kg)	Rm_x ($\times 10^3$ kg・m)	Rm_z ($\times 10^3$ kg・m)	Rm_y ($\times 10^3$ kg・m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
合計						

第 3.2－1 表　縮約した有効質量

（重大事故時想定水位（Ｓｓ），Ｙ方向（水平）加振時）

節点番号	並進質量			回転質量		
	m_x ($\times 10^3$kg)	m_y ($\times 10^3$kg)	m_z ($\times 10^3$kg)	Rm_x ($\times 10^3$kg･m)	Rm_y ($\times 10^3$kg･m)	Rm_z ($\times 10^3$kg･m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
合計						

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

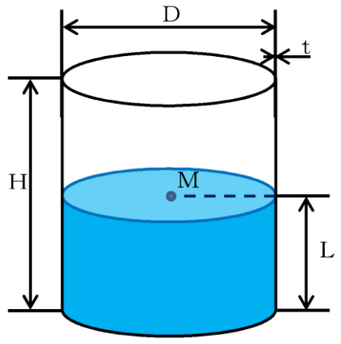
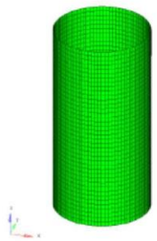
別紙 5-2 表 縮約した有効質量（重大事故時水位，Ｚ方向）

質点番号	並進質量			回転質量		
	m_x ($\times 10^3$ kg)	m_z ($\times 10^3$ kg)	m_y ($\times 10^3$ kg)	Rm_x ($\times 10^3$ kg・m)	Rm_z ($\times 10^3$ kg・m)	Rm_y ($\times 10^3$ kg・m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
合計						

第 3.2－2 表　縮約した有効質量

（重大事故時想定水位（Ｓｓ），Ｚ方向（鉛直）加振時）

節点番号	並進質量			回転質量		
	m_x ($\times 10^3$kg)	m_y ($\times 10^3$kg)	m_z ($\times 10^3$kg)	Rm_x ($\times 10^3$kg･m)	Rm_y ($\times 10^3$kg･m)	Rm_z ($\times 10^3$kg･m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
合計						

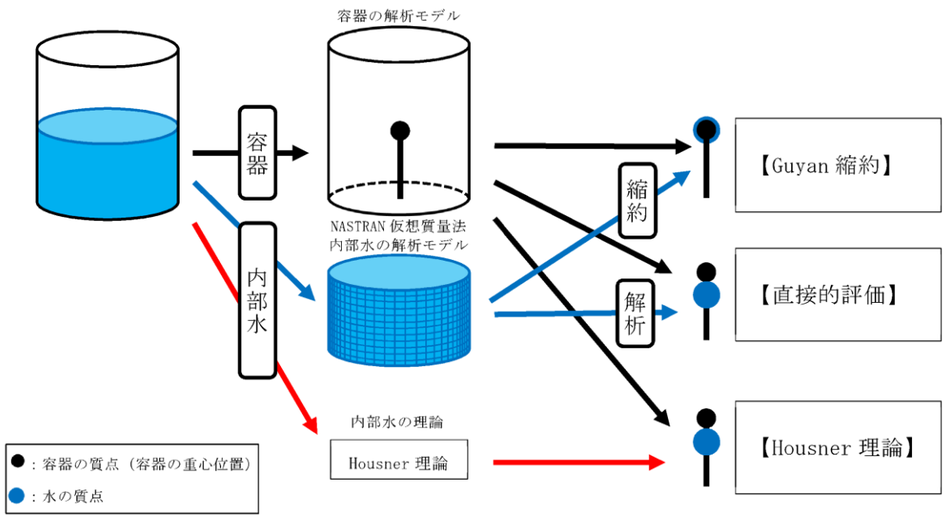
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4. Guyan の縮約法の妥当性確認 4.1 自由表面を有する円筒容器評価モデルを用いた妥当性確認 4.1.1 妥当性確認方針 NASTRAN による Guyan の縮約法の妥当性確認にあたっては，計算を簡単にするため，自由表面を有する円筒容器評価モデル（１質点系）（質量位置の上下方向のオフセットの検討）として，NASTRAN の Guyan の縮約法（容器の重心位置に縮約）と FEM から直接的に求めた質点位置（有効質量に対する等価高さ）における有効質量，地震荷重及び回転質量を比較する。 また，参考として，Housner 理論による方法で求めた有効質量及び地震荷重も比較する。ここで，上記３つの手法による水平反力及び回転モーメントは，NASTRAN を用いて水平 1G 負荷による静的解析で算出している。 (1) 評価モデル 評価モデルを別紙 5-4 図，評価モデルの諸元を別紙 5-3 表に示す  別紙 5-4 図　評価モデル 別紙 5-3 表　評価モデルの諸元 部位 / 寸法 容器直径 D / 1000mm 容器板厚 t / 50mm 容器高さ H / 2000mm 容器重心高さ M / 1000mm 水位 L / 1000mm 水の密度 ρ / 10^{-6}kg/mm^3 (2) 解析モデル NASTRAN の評価に用いる解析モデルを別紙 5-5 図に示す。  別紙 5-5 図　NASTRAN 解析モデル		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(3) 検討条件 検討条件を別紙 5-4 表，検討モデルのイメージを別紙 5-6 図に示す。		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

別紙 5-4 表　検討条件

検討条件	検討モデル	
	容器のモデル化	内部水のモデル化
Guyan 縮約	１質点系モデル	Guyan の縮約法により容器の質点位置に有効質量を付加
直接的評価	１質点系モデル	FEM から直接的に求めた等価高さに有効質量を付加
Housner 理論	１質点系モデル	Housner 理論に基づく有効質量に対する等価高さ*に有効質量を付加

＊Housner 理論による底面圧力を考慮した評価式を用いて等価高さを算出



別紙 5-6 図　妥当性確認に用いる検討モデルのイメージ

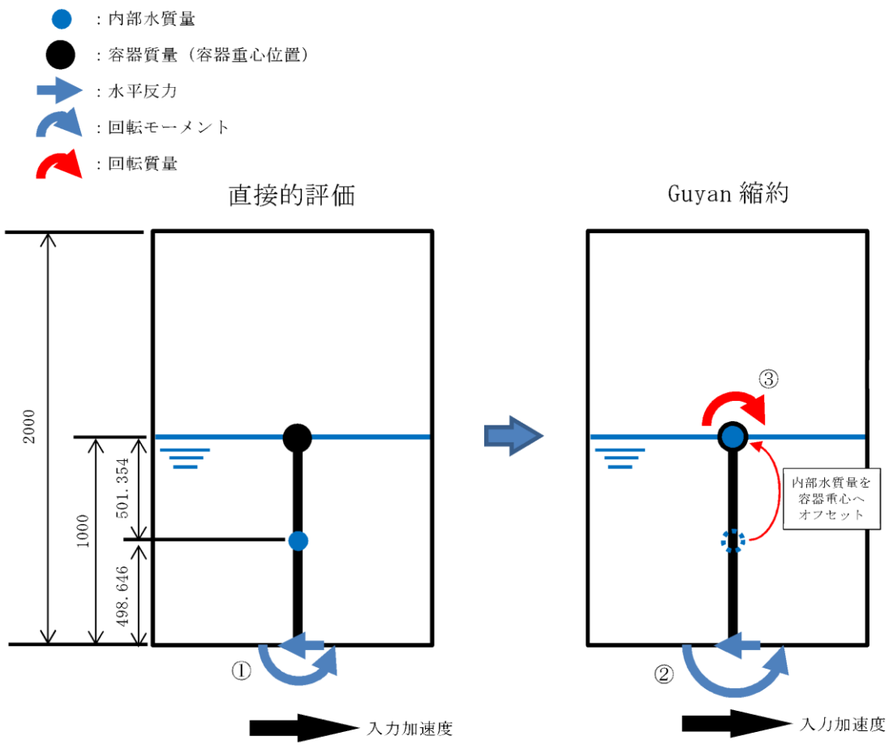
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.1.2 妥当性確認結果 NASTRAN の Guyan の縮約法と直接的評価による単位加速度 1G に対する有効質量，地震荷重及び回転質量を別紙 5-5 表，有効質量に対する水平反力等のイメージを別紙 5-7 図に示す。比較結果から NASTRAN の Guyan の縮約法と直接的評価の有効質量，地震荷重及び回転質量は一致しており，NASTRAN の Guyan の縮約法が妥当であることを確認した。なお，本評価モデルでの回転質量は，内部水の有効質量を等価高さから容器重心高さにオフセットしたため，負の回転質量となるが，容器重心位置よりも内部水の有効質量の等価高さが高い場合は，正の回転質量となる。 なお，Housner 理論による有効質量及び地震荷重も NASTRAN の Guyan の縮約法による有効質量及び地震荷重とほぼ一致していることを確認した。		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

別紙 5-5 表　Guyan による縮約法の妥当性確認結果

	有効質量 (kg)	等価高さ (mm)	地震荷重（1G）		回転質量 (kg・m)
			水平反力 (N)	回転モーメント (N・mm)	
Guyan 縮約	603.591	－	3.010×10^{4}	2.714×10^{7}	-302.613*1
直接的評価	603.591	498.646	3.010×10^{4}	2.714×10^{7}	-302.613*2
Housner 理論	614.000	506.000	3.021×10^{4}	2.723×10^{7}	－

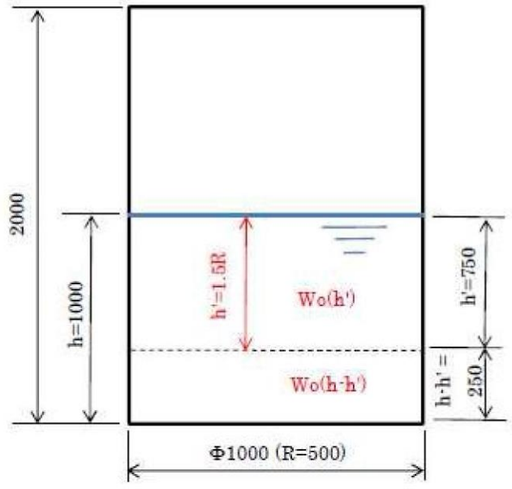
＊1 Guyan の縮約法後の水の質量マトリクスにおける回転質量の値

＊2 直接的評価から求めた有効質量及び等価高さにより算定（別紙 5-7 図参照）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 別紙 5-7 図　有効質量に対する水平反力等のイメージ 〈回転質量の算出〉 直接的評価による有効質量及び等価高さから回転質量を算出し，Guyan 縮約から求めた回転質量と比較する。 ① 直接的評価による有効質量及び等価高さから容器底部での回転モーメントを算出。 603.591×0.498646×9.80665＝2,951.588(N・m) ②直接的評価による有効質量を容器重心位置（Guyan 縮約による内部水質量の縮約位置）にオフセットし，容器底部での回転モーメントを算出。 603.591×1　　×9.80665＝5,919.206(N・m) ③①と②の回転モーメントの差を重力加速度で除した値が回転質量となる。 （2,951.588 － 5,919.206）／ 9.80665 ＝ -302.613（kg・m） 上記回転質量-302.613（kg・m）は，Guyan 縮約から求めた回転質量-302.613（kg・m）と一致するため，内部水を Guyan の縮約によりはりモデルへ縮約する手法は，妥当である。		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
〈補足〉 **Housner 理論による水の有効質量及び等価高さ** Housner の論文[1]による手法を用いて，円筒タンクに対する水の有効質量及び等価高さについて算出する。 (1) 評価モデル 評価諸元を表１，円筒タンクの概要図を図１ に示す。 Housner[1]の論文（6.5）の評価条件から，h/R=1000/500=2>1.5 であるため h’＝1.5R とおき，h’より浅い部分と深い部分に分けて計算を行う。 表１　評価諸元 ＊　水の密度は 1×10^{-6} kg/mm ^{3} とする。 図１　円筒タンク概要図 参考文献［1］：Housner, G.W.：Nuclear Reactors And Earthquakes, TID Rep.7024, 1963.		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

	記号	値	単位
タンク半径	R	500	mm
タンク底面から液面までの高さ	h	1000	mm
1.5R（水面～h’）	h’	750	mm
h’より深い部分の高さ (h’～底面)	h-h’	250	mm
高さ h’の流体質量	$Wo\left(h^{'}\right)$	589 （π×R^2×h’）×水密度＊	kg



女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(2) 有効質量の算出 以下①～③式により，有効質量 Wo（a11）を算出する。なお，タンク重量は含まないものとする。 $Wo\left(h'\right)=\dfrac{\tanh\left(\sqrt{3}\dfrac{R}{h'}\right)}{\left(\sqrt{3}\dfrac{R}{h'}\right)}Wh'$ ① ＝418 kg $Wo\left(h-h'\right)=\pi\times R^{2}\times(h-h')\times\rho$ ② ＝196 kg $Wo(all)=Wo\left(h'\right)+Wo(h-h')$ ③ ＝418＋196 ＝614 kg (3) 等価高さの算出 以下④～⑤式により，等価高さ ho（a11）を算出する。 $ho\left(h'\right)=\left(h-h'\right)+\dfrac{h'}{8}\left\{\dfrac{4}{\dfrac{\tanh\left(\sqrt{3}\dfrac{R}{h'}\right)}{\left(\sqrt{3}\dfrac{R}{h'}\right)}}-1\right\}$ ④ ＝685 mm $ho\left(h-h'\right)=\dfrac{h-h'}{2}$ ⑤ ＝125 mm $ho(all)=\dfrac{Wo\left(h'\right)\times ho\left(h'\right)+Wo(h-h')\times ho\left(h-h'\right)}{Wo(all)}$ ⑥ $=\dfrac{418\times 685+196\times 125}{614}$ ＝506 mm		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(4) 算出結果 (2)，(3)の算出結果を表 2 に示す。 表 2　Housner の式で算出した水の有効質量及び等価高さ 記号 / 値 / 単位 水の有効質量 / Wo(all) / 614 / kg 水の等価高さ / ho(all) / 506 / mm		・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4.2 振動試験データを用いた妥当性確認 4.2.1 妥当性確認方針 サプレッションチェンバの地震応答解析モデルにおいては，内部水の等価高さを適切に考慮するため，NASTRAN の機能である Guyan 縮約法により算出される有効質量を３次元はりモデルの質点位置に設定しており，NASTRAN の Guyan 縮約法を用いて縮約した水平方向の有効質量については，「3. 地震応答解析モデルへの設定方法」にて，Guyan 縮約法を適用していない NASTRAN（３次元シェルモデル）から算出した水平方向の有効質量と同等であることを確認している。 また，「4.1 自由表面を有する円筒容器評価モデルを用いた妥当性確認」にて，円筒容器における Guyan 縮約法を用いて縮約した質量（有効質量及び回転質量）及びそれによる地震荷重について，３次元シェルモデル及び理論的に求めた質量（有効質量及び回転質量）及び地震荷重と同等であることを確認している。 ここで，円筒容器等をモデル化する手法として用いられる Housner 理論における円筒容器等の評価式では，有効質量及び等価高さを以下のとおり算定している。 ① 有効質量は，水平方向の加速度による内部水から受ける容器側面圧力（水平方向の圧力）から算定 ② 等価高さは，上記①の有効質量と容器側面圧力（水平方向の圧力）による回転モーメントから算定 ③ 容器半径に対して水位が低い場合の等価高さは，上記②に加えて，底面圧力（鉛直方向の圧力）よる回転モーメントから算定される高さを加算 上記③における等価高さの取り扱い及び「3.2 地震応答解析モデルへ設定する有効質量」における等価高さが内部水の重心位置よりも高いことを考慮すると，サプレッションチェンバ内部水から受ける容器側面圧力（水平方向の圧力）に加えて底面圧力（鉛直方向の圧力）を把握することは重要である。 今回工認に用いる地震応答解析モデルでは，NASTRAN を用いて容器（各要素）の内面圧力（水平方向の圧力，鉛直方向の圧力）から各方向の有効質量を算定しており，これらは Guyan 縮約法を用いてサプレッションチェンバのはりモデルの質点位置に縮約される。このため，鉛直方向の圧力に着目して，振動試験を模擬した NASTRAN（３次元シェルモデル）の鉛直荷重を確認し，振動試験の鉛直荷重との比較により NASTRAN による鉛直方向の圧力の妥当性を確認する。また，円環形状容器に対する Guyan 縮約法の妥当性も確認するため，振動試験を模擬した NASTRAN（３次元はりモデル：Guyan 縮約法を適用）による鉛直荷重を確認し，NASTRAN(３次元シェルモデル)及び振動試験の鉛直荷重と比較する。なお，本検討の目的について，別紙 5-6 表のとおり整理した。	4.　応答解析モデルの妥当性確認 4.1　妥当性確認方針 サプレッションチェンバの地震応答解析モデルにおいては，内部水の等価高さを適切に考慮するため，ＮＡＳＴＲＡＮの機能であるＧｕｙａｎ縮約法により算出される有効質量を３次元はりモデルの質点位置に設定しており，ＮＡＳＴＲＡＮのＧｕｙａｎ縮約法を用いて縮約した水平方向の有効質量については，「3.　地震応答解析モデルへの設定方法」にて，Ｇｕｙａｎ縮約法を適用していないＮＡＳＴＲＡＮ（３次元シェルモデル）から算出した水平方向の有効質量と同等であることを確認している。 ここで，円筒容器等をモデル化する手法として用いられるＨｏｕｓｎｅｒ理論における円筒容器等の評価式では，有効質量及び等価高さを以下のとおり算定している。 ① 有効質量は水平方向の加速度による内部水から受ける容器側面圧力（水平方向の圧力）から算定 ② 等価高さは上記①の有効質量と容器側面圧力（水平方向の圧力）による回転モーメントから算定 ③ 容器半径に対して水位が低い場合の等価高さは上記②に加えて，底面圧力（鉛直方向の圧力）による回転モーメントから算定される高さを加算 上記③における等価高さの取り扱い及び「3.2　地震応答解析モデルへ設定する有効質量」における等価高さが内部水の重心位置よりも高いことを考慮すると，サプレッションチェンバ内部水から受ける容器側面圧力（水平方向の圧力）に加えて底面圧力（鉛直方向の圧力）を把握することは重要である。 今回工認に用いる地震応答解析モデルでは，ＮＡＳＴＲＡＮを用いて容器（各要素）の内面圧力（水平方向の圧力，鉛直方向の圧力）から各方向の有効質量を算定しており，これらはＧｕｙａｎ縮約法を用いてサプレッションチェンバのはりモデルの質点位置に縮約される。このため，以下の検討によりサプレッションチェンバの応答解析モデルの妥当性の確認を行う。 ① 鉛直方向圧力の妥当性確認 ＮＡＳＴＲＡＮ（３次元シェルモデル）により算出される鉛直方向の有効質量比と，Ｆｌｕｅｎｔによる流体解析結果から得られる流体解析結果から算出される鉛直方向の有効質量比との比較により，ＮＡＳＴＲＡＮの有効質量算出モデルにおける鉛直方向圧力の妥当性の確認を行う。 ② Ｇｕｙａｎ縮約法の妥当性確認 サプレッションチェンバ実機解析モデルにおいて，Ｇｕｙａｎ縮約法を適用（３次元はりモデル），非適用（３次元シェル＋はりモデル）の解析モデルにより得られる応答加速度を比較し，サプレッションチェンバにおけるＧｕｙａｎ縮約法の妥当性の確認を行う。	・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う ・島根２号炉では実機解析モデルを用いて内部水のモデル化の妥当性確認を行う ・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

別紙 5-6 表　本検討の目的

比較対象	３次元シェルモデル/振動試験	３次元シェルモデル/３次元はりモデル	３次元はりモデル/振動試験
検討目的	鉛直方向の圧力の妥当性確認	Guyan 縮約法の妥当性確認	鉛直方向の圧力及び Guyan 縮約法の妥当性確認

本検討の目的を第 4.1－1 表に示す。

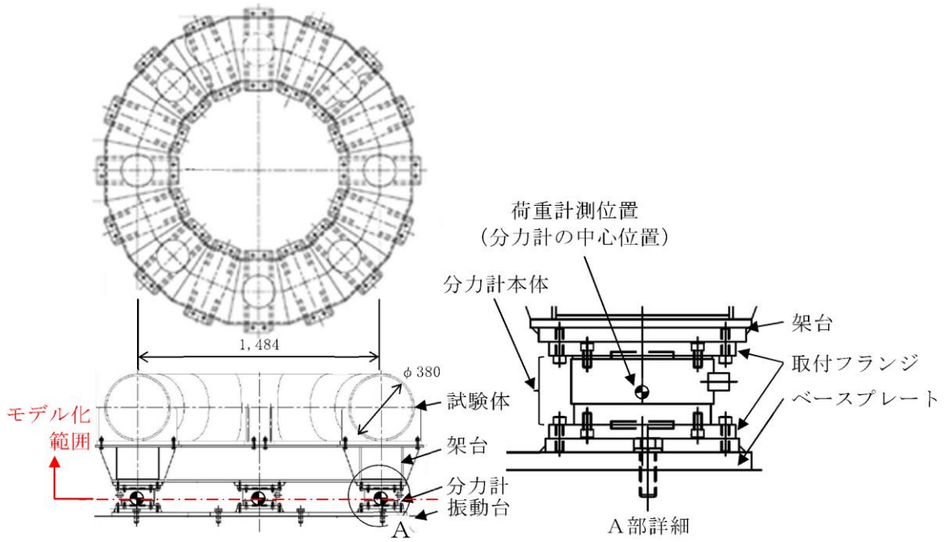
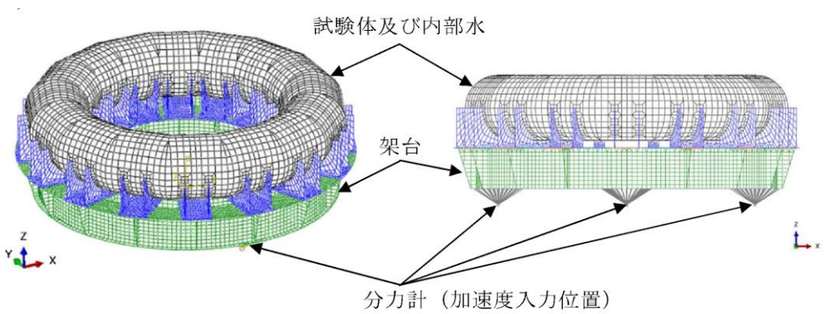
第 4.1－1 表　検討の目的

比較対象	３次元シェルモデル[注1]／流体解析モデル	３次元シェル＋はりモデル[注2]／３次元はりモデル[注3]
確認項目	鉛直方向の有効質量比	応答加速度・荷重
検討目的	鉛直方向の圧力の妥当性確認	Ｇｕｙａｎ縮約法の妥当性確認

注１　ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量算出モデル

注２　ＮＡＳＴＲＡＮで算定した有効質量をシェル要素とし，サプレッションチェンバの構造部分をはりモデルとした応答解析モデル

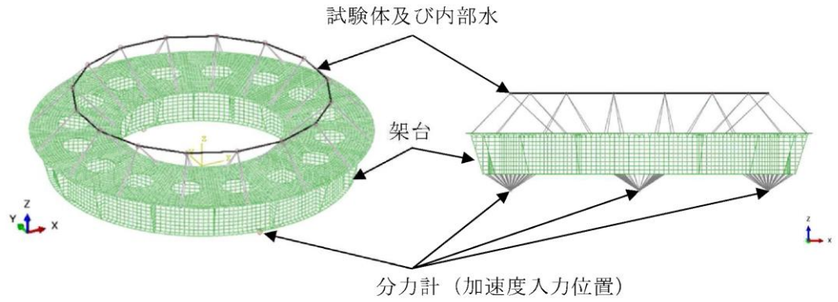
注３　ＮＡＳＴＲＡＮで算定した有効質量をＧｕｙａｎ縮約法により試験体のはり要素に付加した応答解析モデル（今回工認におけるサプレッションチェンバの地震応答解析モデル）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(1) 解析モデル 振動試験データを用いた検討を行うため，解析モデルは，実機を縮小模擬した振動試験体とし（別紙 5-8 図），３次元シェルおよび３次元はりにてモデル化した。振動試験体のモデル化に当たっては，振動試験体及び架台は，設計図面をベースとしてモデル化を行い，減衰定数は，JEAG4601 に記載の溶接構造物に対する設計用減衰定数１％を適用した。  別紙 5-8 図　モデル化範囲 ① ３次元シェルモデル NASTRAN で算定した有効質量を試験体のシェル要素に付加した３次元シェルモデル  別紙 5-9 図　３次元シェルモデル	4.1.1　鉛直方向圧力の妥当性確認 （１）解析条件 妥当性確認において適用する水位は，３次元シェルモデル及び流体解析モデル共に重大事故時想定水位（Ｓｓ）とする。その他の解析条件は本文「5.　耐震評価に用いる有効質量の設定」と同様とする。解析モデルを第 4.1－1 図及び第 4.1－2 図に示す。  第 4.1－1 図　３次元シェルモデル（ＮＡＳＴＲＡＮ） （本文第 5.1－1 図の再掲）  ａ．外観　　ｂ．内部構造物 第 4.1－2 図　流体解析モデル（Ｆｌｕｅｎｔ） （本文第 5.1－3 図の再掲） （２）解析結果 実機サプレッションチェンバの鉛直方向の有効質量比の算出結果を第 4.1－2 表に示す。３次元シェルモデル及び流体解析モデルにより算出した有効質量比はほぼ一致しており，ＮＡＳＴＲＡＮによる鉛直方向圧力は適切である。 第 4.1－2 表　鉛直方向の有効質量比算出結果 | | ３次元シェルモデル（ＮＡＳＴＲＡＮ） | 流体解析モデル（Ｆｌｕｅｎｔ） | |---|---|---| | 鉛直方向の有効質量比 | 0.98 | 0.99 |	・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）

② ３次元はりモデル

NASTRAN で算定した有効質量を Guyan 縮約法を用いて試験体のはり要素に付加した３次元はりモデル（今回工認におけるサプレッションチェンバの地震応答解析モデル設定と同様）



別紙 5-10 図　３次元はりモデル

(2) 解析条件

地震応答解析条件を別紙 5-7 表に示す。

別紙 5-7 表　解析条件

項目		内容	
解析モデル		３次元シェルモデル	３次元はりモデル
モデル	試験体	シェル要素	はり要素
	架台	シェル要素	
	分力計	剛体要素 荷重計測位置（分力計の中心位置）～架台	
内部水の有効質量の算定方法		NASTRAN の仮想質量法により有効質量を算定	
内部水の有効質量のモデル化		試験体のシェル要素に付加	Guyan 縮約法を用いて試験体のはり要素に付加
減衰定数		１％（振動試験体，架台）	
境界条件		試験体と架台，架台と分力計：剛結合	
水位		高水位	
入力加速度		架台上の加速度時刻歴 水平方向：0°,180° 鉛直方向：0°,90°，180°，270°	
加速度入力位置		分力計の荷重計測位置（４箇所）	
解析コード		NASTRAN	

島根原子力発電所　２号炉

4.1.2　Ｇｕｙａｎ縮約法の妥当性確認

（１）解析モデル

応答解析結果の比較を行う解析モデルを以下に示す。

① ３次元シェル＋はりモデル

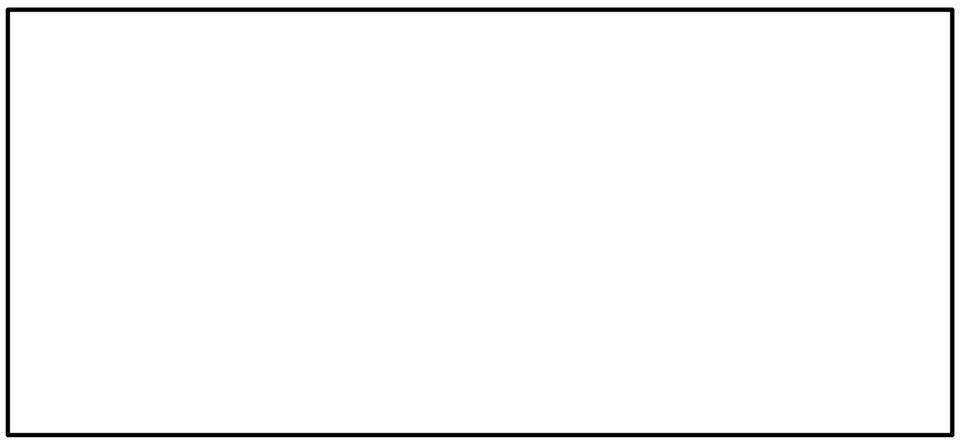
ＮＡＳＴＲＡＮで算定した有効質量をシェル要素とし，サプレッションチェンバの構造部分をはりモデルとした３次元シェル＋はりモデル（第 4.1－3 図参照）



第 4.1－3 図　３次元シェル＋はりモデル

② ３次元はりモデル

ＮＡＳＴＲＡＮで算定した有効質量をＧｕｙａｎ縮約法により試験体のはり要素に付加した３次元はりモデル（今回工認におけるサプレッションチェンバの地震応答解析モデル）（第 4.1－4 図参照）



第 4.1－4 図　３次元はりモデル

備考

・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）

(3) 入力加速度及び荷重比較対象

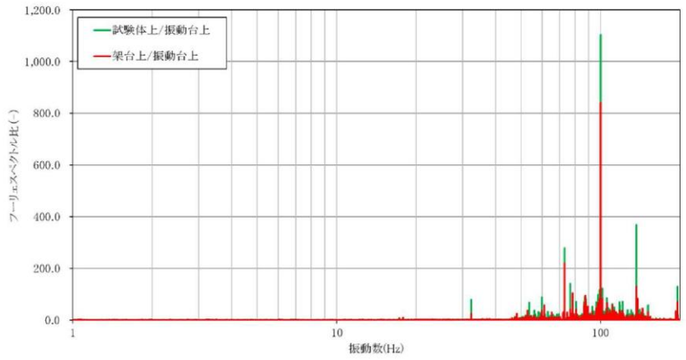
荷重計測位置よりも低い位置である振動台上で計測された加速度を用いて地震応答解析を行った結果，振動試験における試験体上で計測された加速度よりも地震応答解析での試験体上の加速度が小さいことを確認した。また，振動試験で計測した最大加速度及び加速度フーリエスペクトル比は，振動台上から架台上，試験台上へ地震動が伝達するに従い増加しており，振動台上から架台上までの増加が大きい（別紙 5-8 表，別紙 5-11 図）。この要因は，分力計の剛性に起因する共振（100Hz 付近）等による影響と考えられる。

今回の検討では，容器の内部水による底面圧力（鉛直方向の圧力）の妥当性確認を目的としているため，簡便な扱いとして，分力計のモデル化は行わず，分力計による応答増幅が含まれる架台上で計測された水平及び鉛直方向の加速度を用いて多入力時刻歴応答解析を行う。なお，多入力時刻歴応答解析とすることで，鉛直方向のロッキング成分が模擬される。

地震応答解析における荷重の比較対象は，水平方向（Ｘ方向）の加振に伴う内部水の有効質量による鉛直荷重は，加振直交方向（Ｙ方向）を軸として，加振方向（Ｘ方向）に設置された分力計に作用するため，加振方向の分力計の荷重とした（別紙 5-12 図）。

別紙 5-8 表　最大加速度の比較

最大加速度(Gal)			最大加速度比 (-)	
振動台上	架台上	試験体上	架台上 /振動台上	試験体上 /振動台上
433	469	483	1.08	1.12



別紙 5-11 図　各計測位置における計測加速度のフーリエスペクトル比

島根原子力発電所　２号炉

（２）解析条件

地震応答解析条件を第 4.1－3 表に示す。

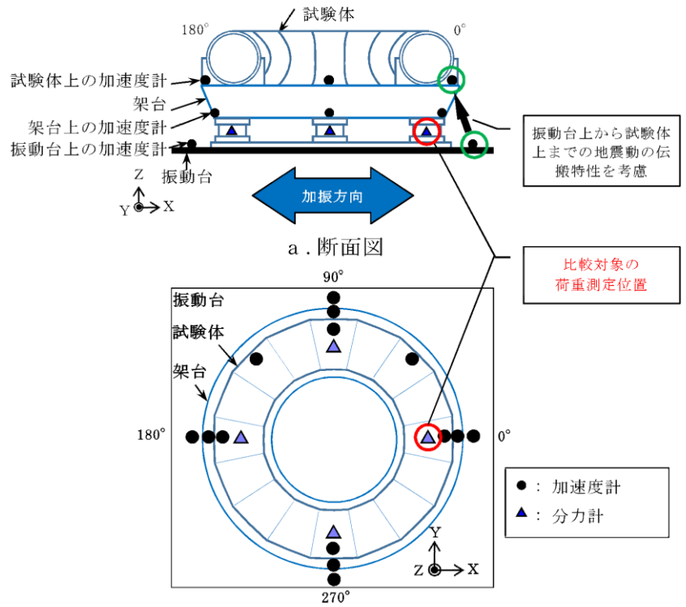
第 4.1－3 表　解析条件

項目		内容[注2]	
解析モデル		３次元シェル＋はりモデル	３次元はりモデル[注1]
モデル	内部水	シェル要素	質点に縮約
	鋼材部分	はりモデル	
内部水の有効質量の算定方法		ＮＡＳＴＲＡＮにより有効質量を算定	
内部水の有効質量のモデル化		シェル要素として付加	Ｇｕｙａｎ縮約法を用いて試験体のはり要素に付加
水位条件		重大事故時想定水位（Ｓｓ）	
入力地震動		Ｓｓ－Ｄ （ＮＳ方向，ＥＷ方向，鉛直方向）	
解析コード		ＮＡＳＴＲＡＮ	

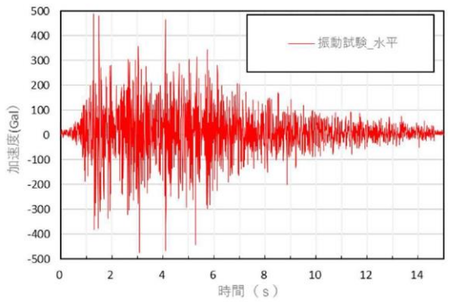
注１　耐震評価用の応答解析モデル
注２　記載していない内容については耐震評価用の応答解析と同様

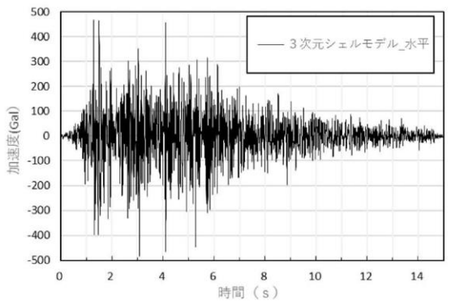
備考

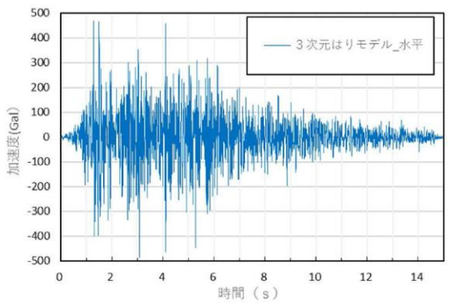
・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

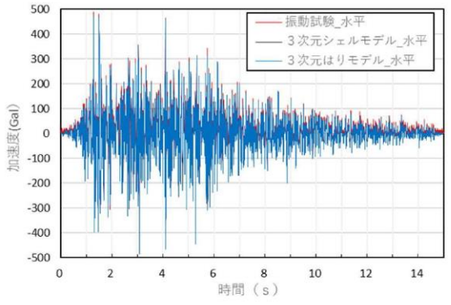
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 a．断面図 b．平面図 別紙 5-12 図　荷重の比較位置 4.2.2 解析結果 (1) 試験体上の加速度時刻歴 振動試験で計測された試験体上の加速度時刻歴，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルによる試験体上の水平加速度時刻歴及び鉛直加速度時刻歴の比較を別紙5-13図及び別紙5-14図に示す。 比較の結果，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルにて解析した試験体上の加速度時刻歴は，振動試験で計測された試験体上の加速度時刻歴とおおむね一致していることを確認した。	（３）入力加速度及び比較項目 ３次元シェル＋はりモデル及び３次元はりモデルにおいて，加速度はＮＳ方向，ＥＷ方向及び鉛直方向の各方向に入力し，３方向入力を組み合わせた応答加速度及び荷重を算出する。加速度及び荷重の比較項目は以下の通りとする。 ① 加速度 各方向の時刻歴応答加速度及び最大応答加速度の比較を行う。応答加速度の比較位置を第 4.1－5 図に示す。  第 4.1－5 図　応答加速度の比較位置 ② 荷重 サプレッションチェンバサポート基部に生じる最大荷重の比較を行う。比較対象とする荷重を第 4.1－6 図に示す。なお，サプレッションチェンバサポートは半径方向にスライドする構造であるため，半径方向に有意な荷重は生じない。また，荷重の比較位置を第 4.1－7 図に示す。  第 4.1－6 図　荷重の比較項目	・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）









別紙 5-13 図　試験体上の水平加速度時刻歴（Ｘ方向）の比較

島根原子力発電所　２号炉



第 4.1－7 図　荷重の比較位置

（４）解析結果

① 加速度

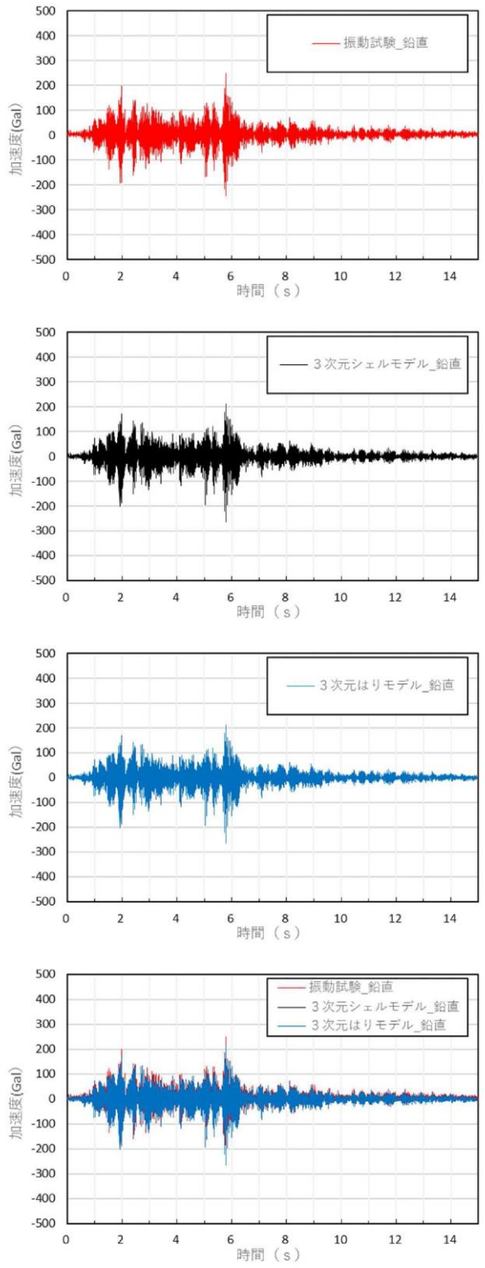
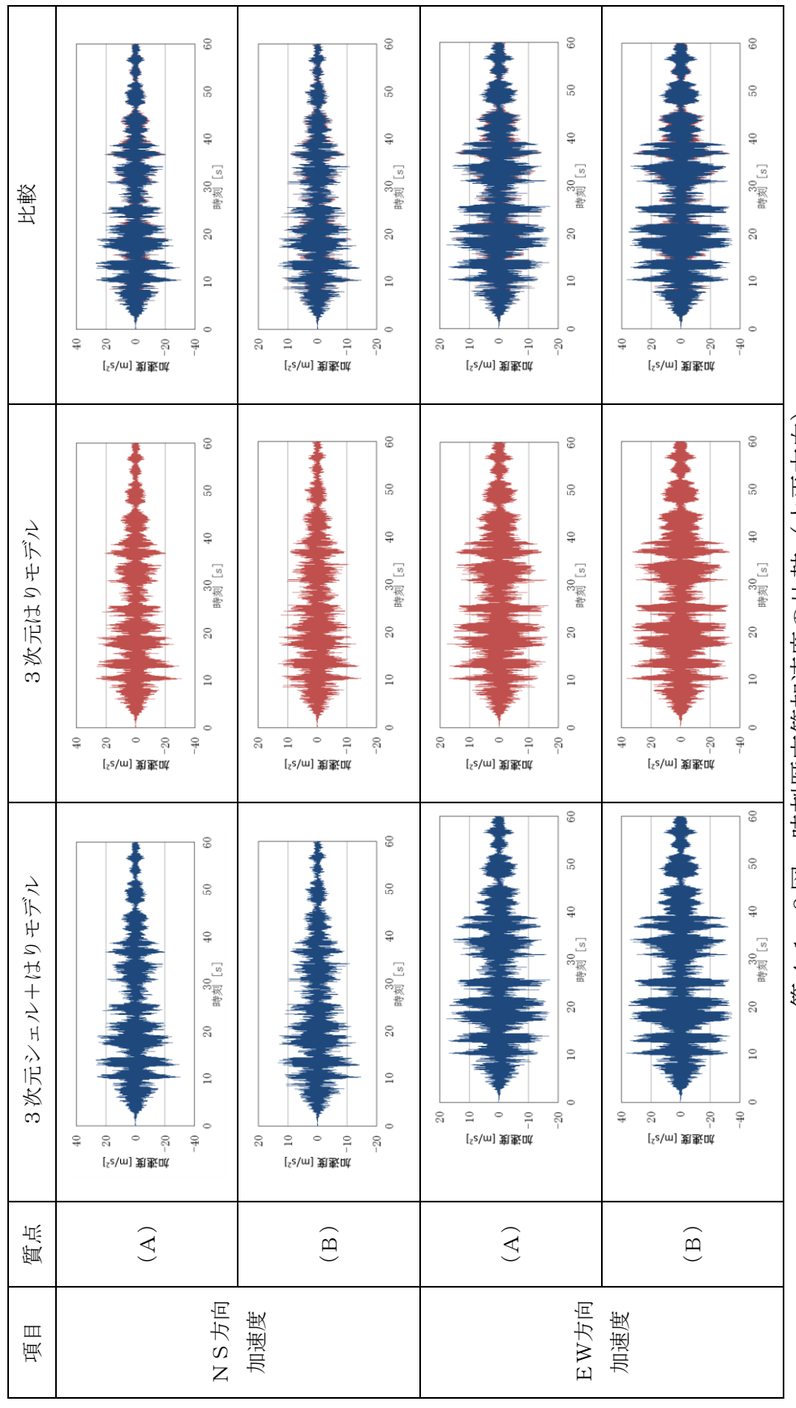
応答加速度の最大値の比較結果を第 4.1－4 表に，時刻歴応答加速度の比較結果を第 4.1－8 図及び第 4.1－9 図に示す。第 4.1－4 表において，最大加速度は３次元シェルモデル及び３次元はりモデルにおいて，概ね一致する結果が得られている。また，第 4.1－8 図及び第 4.1－9 図において，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルの時刻歴応答加速度はよく一致している。

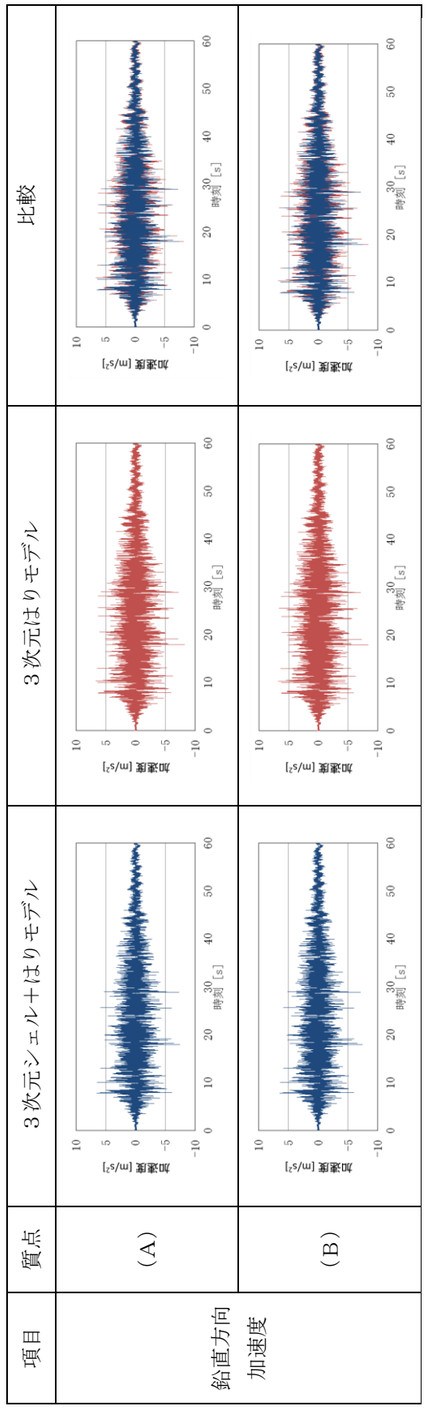
第 4.1－4 表　最大応答加速度の比較

項目	節点	最大加速度　(m/s^2)		加速度比 (①／②)
		①３次元 シェル＋はり モデル	②３次元 はりモデル	
ＮＳ方向 加速度	（A）	30.3	30.8	0.98
	（B）	14.6	14.8	0.99
ＥＷ方向 加速度	（A）	17.7	17.6	1.01
	（B）	36.4	36.5	1.00
鉛直方向 加速度	（A）	7.4	8.2	0.90
	（B）	7.4	8.4	0.88

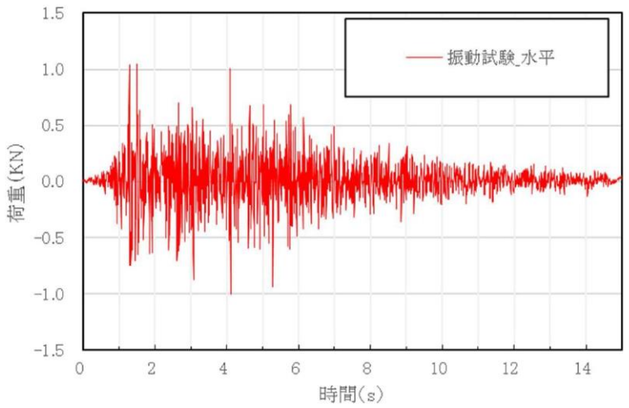
備考

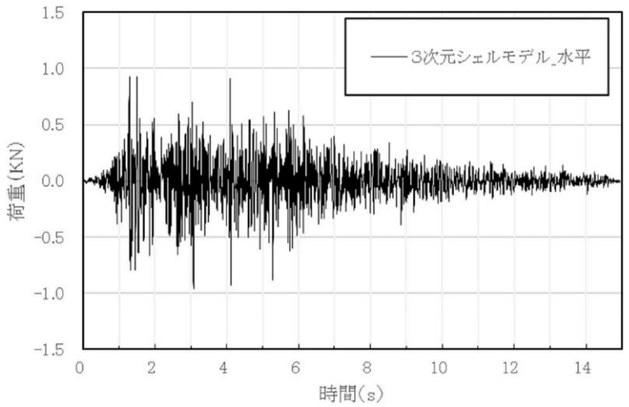
・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

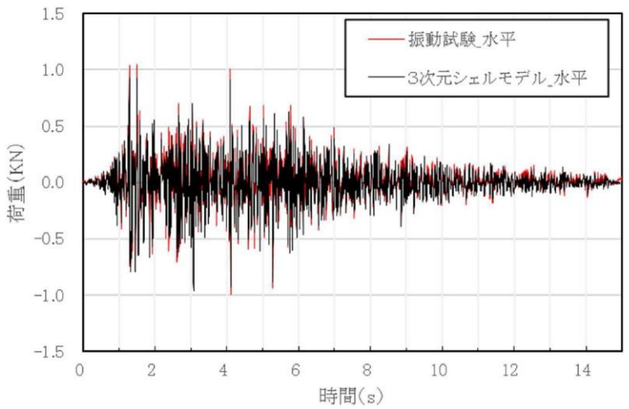
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
		・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う
別紙 5-14 図　試験体上の鉛直加速度時刻歴（Z 方向）の比較	第4.1－8図　時刻歴応答加速度の比較（水平方向）	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(2) 荷重時刻歴 NASTRAN で算定した有効質量を試験体のシェル要素に付加した３次元シェルモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴，振動試験で計測された水平及び鉛直荷重時刻歴の比較結果を別紙 5-15 図と別紙 5-16 図に示す。 ３次元シェルモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴は，振動試験で計測された水平及び鉛直荷重時刻歴とおおむね一致している。 ３次元シェルモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴，NASTRAN で算定した有効質量を Guyan 縮約法を用いて試験体のはり要素に付加した３次元はりモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴の比較結果を別紙 5-17 図と別紙 5-18 図に示す。 ３次元シェルモデルと３次元はりモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴の解析結果は，よく一致している。 ３次元はりモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴，振動試験で計測された水平及び鉛直荷重時刻歴の比較結果を別紙 5-19 図と別紙 5-20 図に示す。 ３次元はりモデルによる水平及び鉛直荷重時刻歴の解析結果は，３次元シェルモデルと同様に振動試験で得られた水平及び鉛直荷重時刻歴とおおむね一致している。	 第 4.1－9 図　時刻歴応答加速度の比較（鉛直方向）	・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）







別紙 5-15 図　水平荷重時刻歴（X方向）の比較
（振動試験，３次元シェルモデル）

島根原子力発電所　２号炉

② 荷重

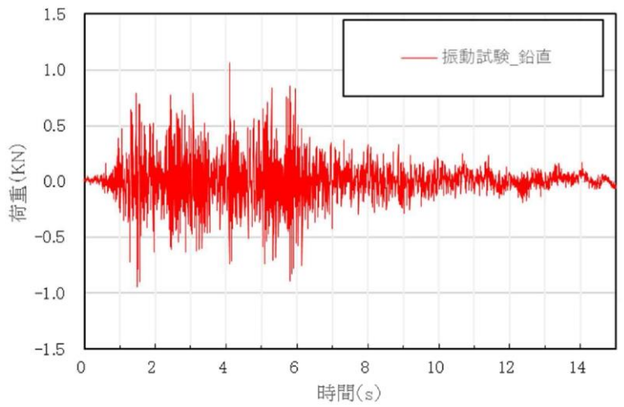
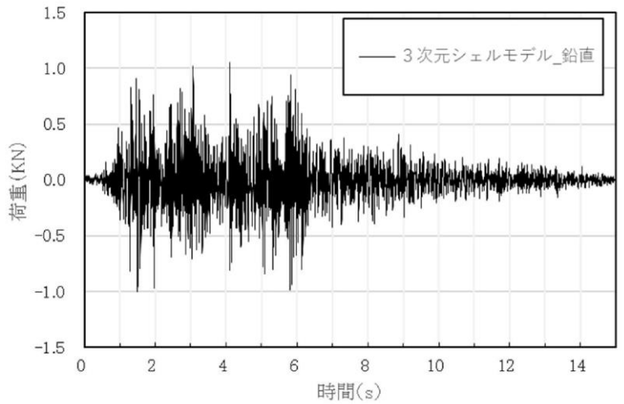
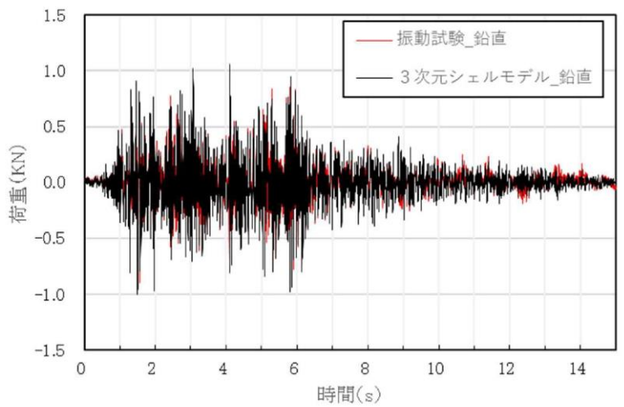
最大荷重の比較結果を第 4.1-5 表に示す。第 4.1-5 表に示す通り，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルの最大荷重は概ね一致している。

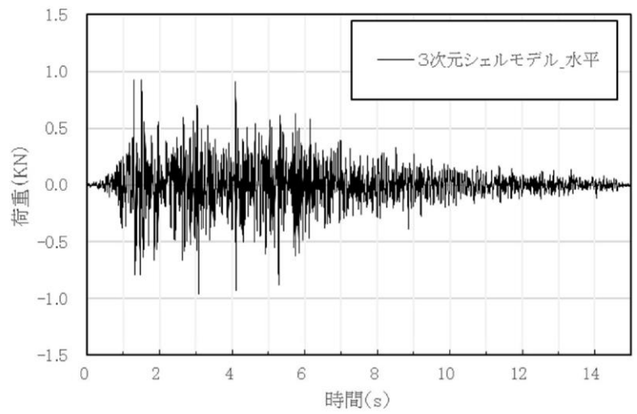
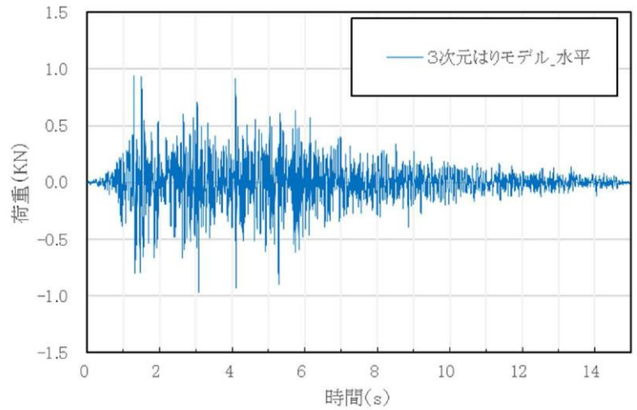
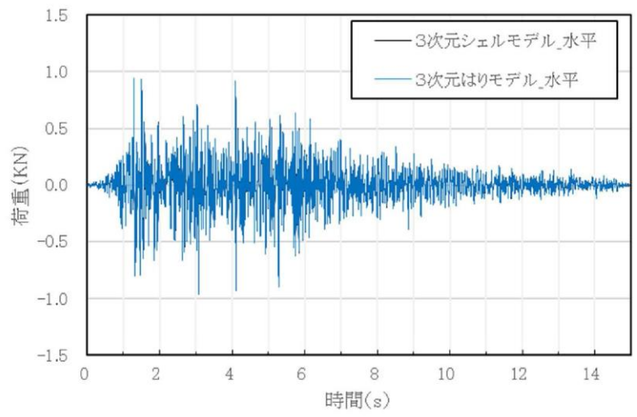
第 4.1-5 表　最大荷重の比較

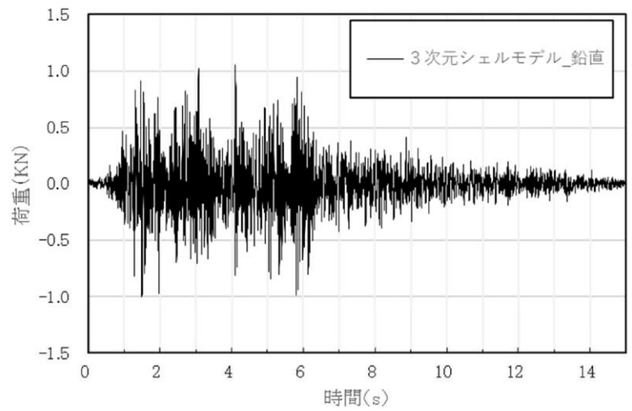
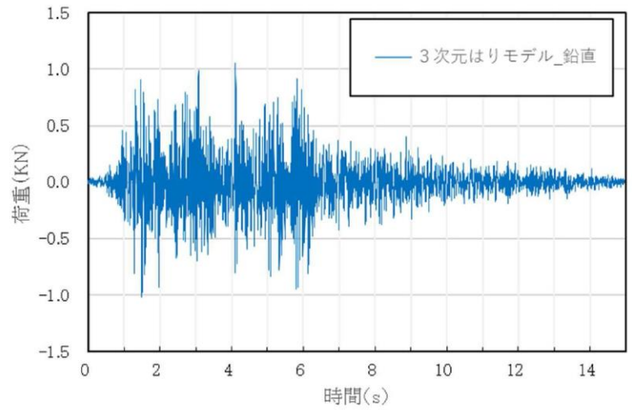
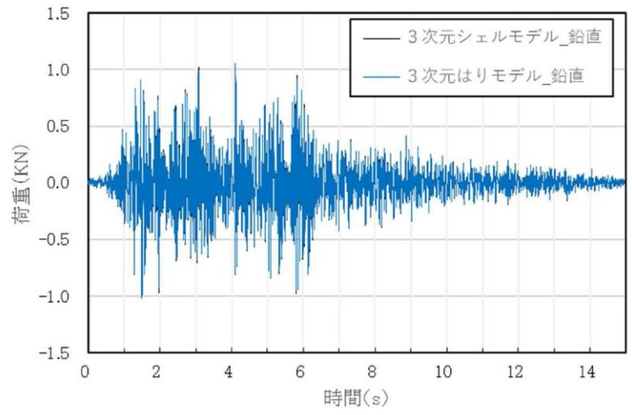
項目	節点	①３次元シェル＋はりモデル	②３次元はりモデル	荷重比（①／②）
周方向反力（kN）	（a）	4.00E+03	4.06E+03	0.98
	（b）	2.58E+03	2.63E+03	0.98
	（c）	3.45E+03	3.51E+03	0.98
	（d）	2.23E+03	2.27E+03	0.98
鉛直方向反力（kN）	（a）	1.01E+03	1.04E+03	0.98
	（b）	1.50E+03	1.58E+03	0.95
	（c）	1.06E+03	1.08E+03	0.98
	（d）	1.68E+03	1.77E+03	0.95
半径軸回りモーメント（N･m）	（a）	4.55E+06	4.62E+06	0.98
	（b）	3.21E+06	3.26E+06	0.98
	（c）	3.92E+06	3.98E+06	0.98
	（d）	2.77E+06	2.82E+06	0.98
接線軸回りモーメント（N･m）	（a）	5.76E+04	5.52E+04	1.04
	（b）	5.76E+04	5.52E+04	1.04
	（c）	6.71E+04	6.42E+04	1.05
	（d）	6.71E+04	6.42E+04	1.05
鉛直軸回りモーメント（N･m）	（a）	1.82E+05	1.85E+05	0.98
	（b）	1.82E+05	1.85E+05	0.98
	（c）	1.57E+05	1.59E+05	0.98
	（d）	1.57E+05	1.59E+05	0.98

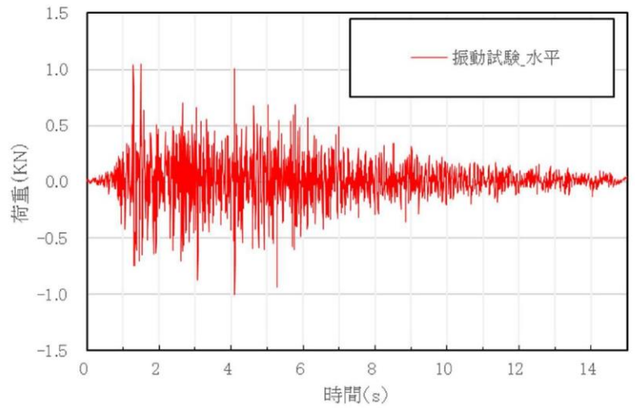
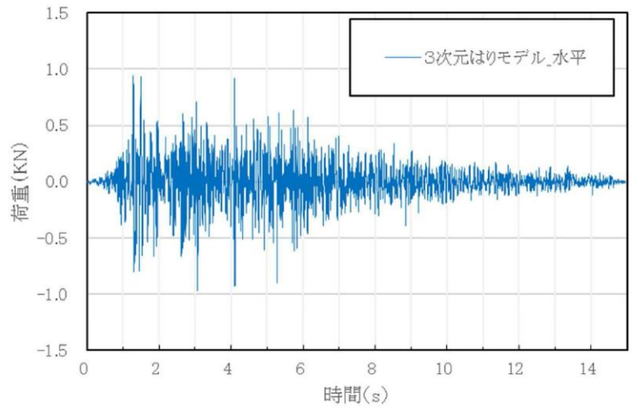
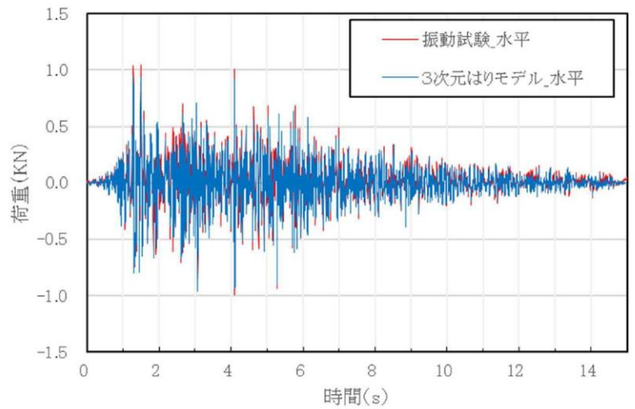
備考

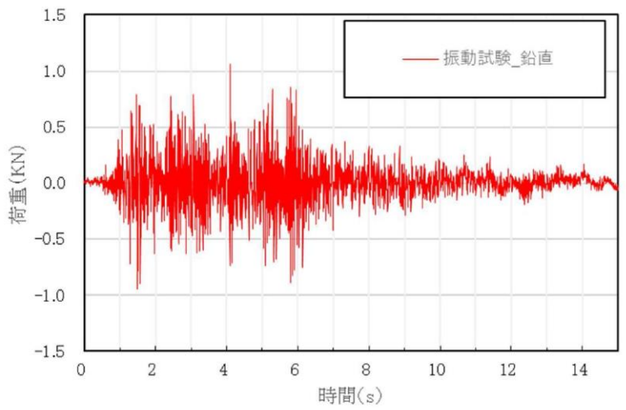
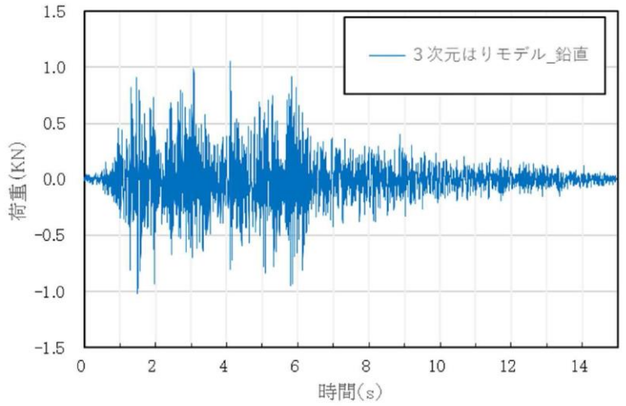
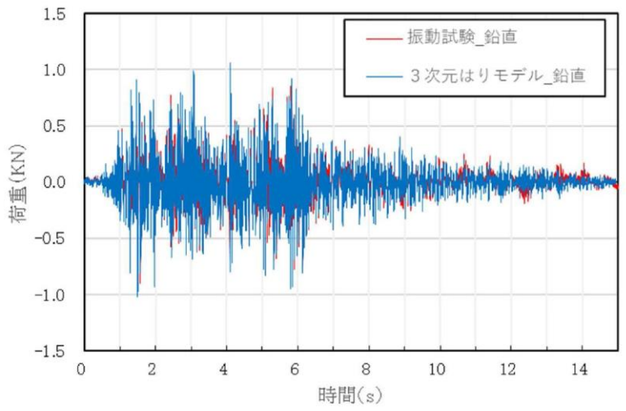
・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
   別紙 5-16 図　鉛直荷重時刻歴（Ｚ方向）の比較 （振動試験，３次元シェルモデル）		・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
   別紙 5-17 図　水平荷重時刻歴（X方向）の比較 （３次元シェルモデル，３次元はりモデル）		・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
   別紙 5-18 図　鉛直荷重時刻歴（Z 方向）の比較 （３次元シェルモデル，３次元はりモデル）		・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

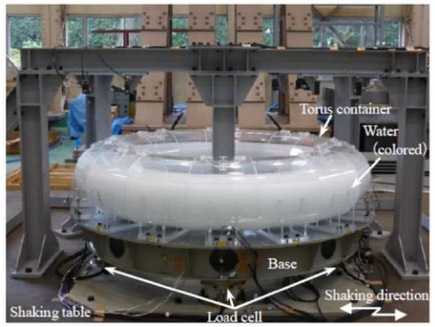
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
   別紙 5-19 図　水平荷重時刻歴（X方向）の比較 （振動試験，３次元はりモデル）		・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
   別紙 5-20 図　鉛直荷重時刻歴（Ｚ方向）の比較 （振動試験，３次元はりモデル）		・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

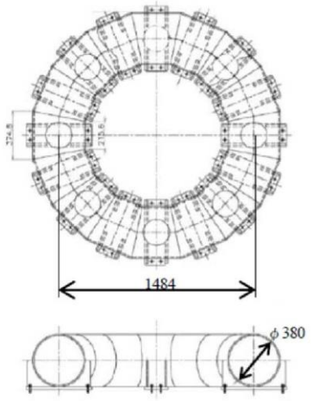
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(3) 最大荷重 振動試験で計測された水平荷重及び鉛直荷重の最大値，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルによる水平荷重及び鉛直荷重の最大値の比較結果を別紙 5-9 表に示す。 振動試験で計測された荷重の最大値に対して３次元シェルモデル及び３次元はりモデルによる荷重の最大値は，水平及び鉛直方向ともにおおむね一致している。また，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルによる荷重の最大値は，水平及び鉛直方向ともによく一致している。 ここで，水平方向の荷重の最大値について，地震応答解析（３次元シェルモデル及び３次元はりモデル）が振動試験よりも僅かに小さくなった要因は，振動試験ではスロッシング荷重も含んでいることに対して，地震応答解析はスロッシング荷重を含まず，有効質量による地震荷重のみを評価するためと考えられる。なお，実機の耐震評価では，個別にスロッシング荷重を算出し，地震応答解析に考慮するため，これは実機の耐震評価に影響を与えるものではない。 別紙 5-9 表 最大荷重の比較 <table><tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td rowspan="2">①振動試験</td><td rowspan="2">②３次元シェルモデル</td><td rowspan="2">③３次元はりモデル</td><td colspan="3">荷重比</td></tr><tr><td>②／①</td><td>③／①</td><td>③／②</td></tr><tr><td rowspan="2">最大荷重(kN)</td><td>水平方向（X 方向）</td><td>1.05</td><td>0.97</td><td>0.97</td><td>0.92</td><td>0.92</td><td>1.00</td></tr><tr><td>鉛直方向（Z 方向）</td><td>1.07</td><td>1.06</td><td>1.06</td><td>0.99</td><td>0.99</td><td>1.00</td></tr></table> 4.2.3 妥当性確認結果 4.2.2 の解析結果から，振動試験と３次元シェルモデルの荷重時刻歴がよく一致しており，最大荷重もおおむね一致していることから，NASTRAN による鉛直方向の圧力は，妥当であることを確認した。また，３次元シェルモデルと３次元はりモデルの荷重時刻歴及び最大荷重がよく一致していることから，サプレッションチェンバに対する耐震評価における NASTRAN の Guyan 縮約法は，妥当であることを確認した。さらに，振動試験と３次元はりモデルの荷重時刻歴がよく一致しており，最大荷重もおおむね一致していることからも，NASTRAN による鉛直方向の圧力及び Guyan 縮約法は，妥当であることを確認した。	4.1.3　妥当性確認結果 4.1.1 より，ＮＡＳＴＲＡＮの３次元シェルモデルによる解析結果において，内部水の流動を考慮した流体解析モデルと同等の有効質量比が得られていることから，ＮＡＳＴＲＡＮにおいて鉛直方向における内部水のモデル化は妥当であることを確認した。 また，4.1.2 より，３次元シェルモデル及び３次元はりモデルにおいて，最大応答加速度と最大荷重が概ね一致しており，時刻歴応答加速度についてもよく一致した結果が得られていることから，Ｇｕｙａｎ縮約法は妥当であることを確認した。	・島根２号炉において参照する振動試験では鉛直方向荷重を計測していないことから，異なる条件で実施した解析結果の比較により妥当性確認を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料１	参考資料１	
地震時における<u>トーラス型</u>容器内部水の有効質量に係る研究の概要について	地震時における<u>円環形状</u>容器内部水の有効質量に係る研究の概要について	
1. 概要 本研究では，<u>トーラス型</u>容器に対し，<u>内部水の水位が有効質量に及ぼす影響や高加速度入力における有効質量を把握するとともに</u> NASTRAN による有効質量評価の妥当性を確認することを目的としている。そのため，<u>実機の縮小模型による振動試験，汎用流体解析コード OpenFOAM による数値流体計算</u>を実施した。	1.　概要 本研究では，<u>円環形状</u>容器に対しＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量評価の妥当性を確認することを目的とする。そのため，<u>サプレッションチェンバを縮小模擬した試験体による振動試験</u>を実施した。	・参照する振動試験の相違 （島根２号炉で参照する振動試験では，代表水位に対して有効質量算出手法の妥当性確認を行っている）
2. 研究計画 2.1 研究時期 <u>平成２６年度～平成２９年度</u>	2.　研究計画 2.1　研究時期 <u>平成１４年度</u>	・参照する振動試験の相違
2.2 研究体制 本研究は，下記の体制及び役割分担で実施した。 体制：役割分担 東北電力株式会社：研究の計画策定 中部電力株式会社：研究の実施 振動試験実施状況の確認 試験結果及び解析結果の確認 一般財団法人　電力中央研究所：振動試験の実施 OpenFOAM による有効質量の解析 解析会社：NASTRAN による有効質量の解析 なお，プラントメーカーは，研究内容全体に係るレビュー協力	2.2　研究体制 本研究は，下記の体制及び役割分担で実施した。 体制：役割分担 中国電力株式会社：研究の計画策定 研究の実施 振動試験実施状況の確認 振動試験結果及び解析結果の確認 株式会社日立製作所：振動試験の実施 ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量の解析	
2.3 研究実施場所 本研究における振動試験は，<u>電力中央研究所</u>の振動台で実施した。	2.3　研究実施場所 本研究における振動試験は，<u>日立製作所機械研究所</u>の振動台で実施した。	・参照する振動試験の相違
3. 振動試験による有効質量評価 3.1 試験体 <u>実機の縮小試験体</u>を製作し振動試験を実施した。試験の状況を<u>参考 1-1 図</u>に示す。試験体は実機と同様に 16 個の円筒を円環形に繋いだ形状とし，寸法は実機の<u>約 1/25 となるように，</u>円環の直径 <u>1,484mm，</u>断面の内径 <u>380mm</u>とした。材質は内部水の挙動を確認するため透明のアクリル製とした。試験体の形状及び寸法を<u>参考 1-2 図</u>に示す。<u>振動台上には</u>試験体を支持する架台を設け，<u>架台の脚部には水平・鉛直方向の荷重を測定するため，分力計を 90° 間隔で４体設置した。なお，別途実施した事前の数値計算により容器や架台には，内容水の挙動や荷重に影響を及ぼすような変形が発生しないことを確認している。</u>	3.　振動試験による有効質量評価 3.1　試験体 <u>島根１号炉サプレッションチェンバを縮小模擬した試験体</u>を製作し振動試験を実施した。試験の状況を<u>第 3.1－1 図</u>に示す。試験体は実機と同様に 16 個の円筒を円環形に繋いだ形状とし，寸法は実機<u>サプレッションチェンバ</u>の <u>1/20 程度である</u>円環の直径 <u>1，464mm</u>，断面の内径 <u>400mm</u>とした。材質は内部水の挙動を確認するため透明のアクリル製とした。試験体の形状及び寸法を<u>第 3.1－2 図</u>に示す。<u>試験装置は，振動台の上に</u>試験体を支持する架台を設け，<u>その上に試験体を設置した。振動台と架台の間には加振方向に２本のリニアガイドを並行に配置し，試験体及び架台が加振方向に移動できる構造とした。試験体及び架台はロードセルを介して振動台に固定されるため，試験体及び架台の振動応答による水平方向反力はロードセルで確認することができる。</u>	・参照する振動試験の相違 （島根２号炉では島根１号炉を円環形状容器の代表とした振動試験を参照する） ・参照する振動試験の相違 （試験体の構造が異なる）

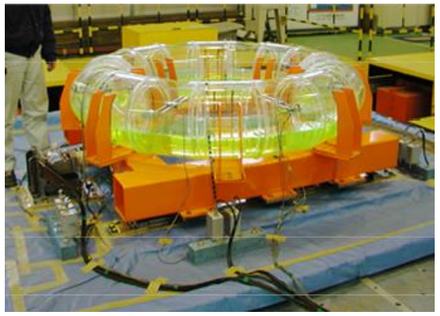
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
主な計測項目は，振動台上，架台上及び試験体上の加速度，架台を含めた試験体の荷重，架台の変位である。参考 1-1 表に計測項目，参考 1-3 図に計器配置を示す。	主な計測項目は，振動台上，架台上及び試験体上の加速度，架台を含めた試験体の荷重である。第 3.1－1 表に計測項目，第 3.1－3 図に計器配置を示す。	・参照する振動試験の相違 （計測項目が異なる）



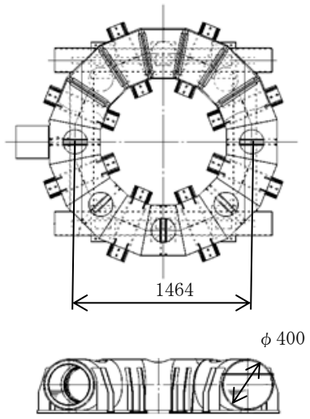
参考 1-1 図　試験装置



参考 1-2 図　トーラス型容器



第 3.1－1 図　試験装置



第 3.1－2 図　円環形状容器

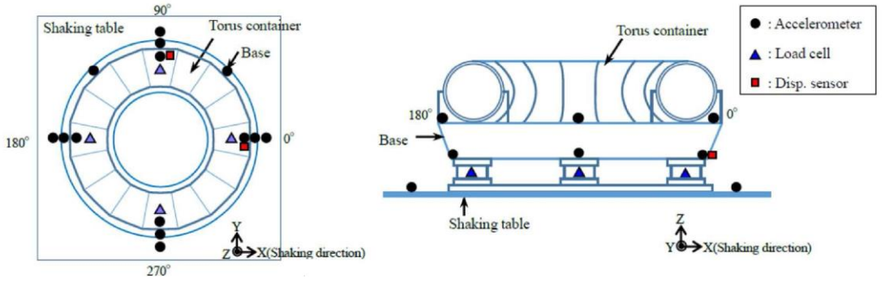
参考 1-1 表　計測項目

Items	Instruments	Placement
Load	Load cell	Under the base, 90°pitch
Acceleration	Accelerometer	Shaking table, Base, Torus container, etc.
Displacement	Displacement sensor	Base,0°and 90°

第 3.1－1 表　計測項目

計測項目	計測機器	位置	計測チャンネル数（設置位置）
反力	ロードセル	振動台－架台間	X成分
加速度	加速度計	振動台上	X成分：２（90°，270°） Y成分：２（0°，180°） Z成分：４（0°，90°，180°，270°）
		架台上	X成分：２（90°，270°） Y成分：２（0°，180°） Z成分：４（0°，90°，180°，270°）
		試験体上	X成分：２（90°，270°） Y成分：２（0°，180°） Z成分：４（0°，90°，180°，270°）

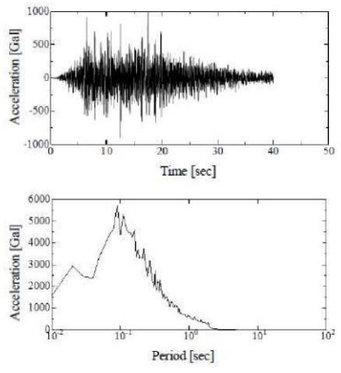
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



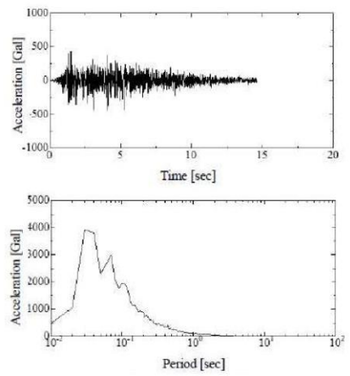
参考 1-3 図　計測機器設置位置

3.2 試験条件

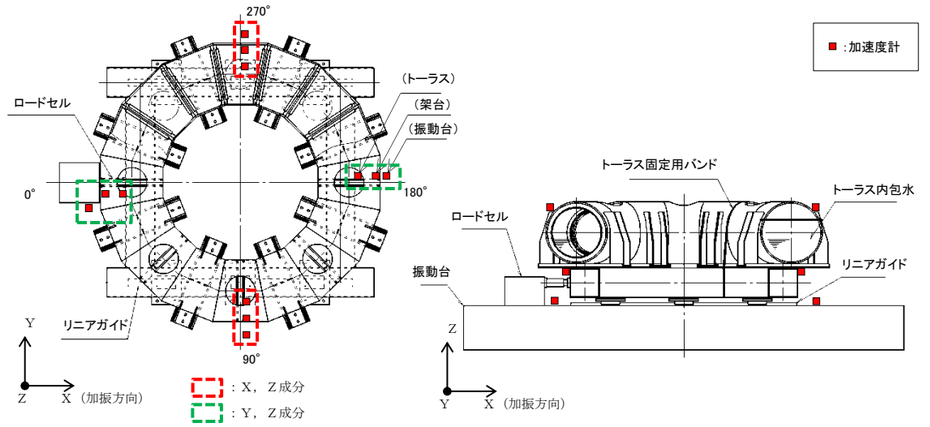
加振波は，長周期成分及び短周期成分とも加速度レベルが大きい地震波Ａ及び短周期成分が相対的に卓越し長周期成分が小さい地震波Ｂの２ 種類の人工地震波を用いる。参考 1-4 図及び参考 1-5 図に各地震波の時刻歴波形及び加速度応答スペクトル（減衰 0.5%）を示す。試験では参考 1-4 図及び参考 1-5 図の地震波の 0.5 倍，1.0 倍及び 1.5 倍で加振を行った。加振は水平１ 方向とする。水位は，内部水なし及び低水位（水位 164mm 又は 146mm），中水位（水位 218mm 又は 203mm），高水位（水位 273mm 又は 259mm）及び高高水位（水位 315mm 又は 325mm）の５ケースとする。表２に試験ケースを示す。



参考 1-4 図　入力地震



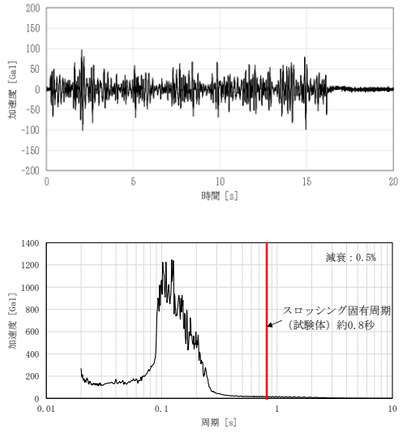
参考 1-5 図　入力地震



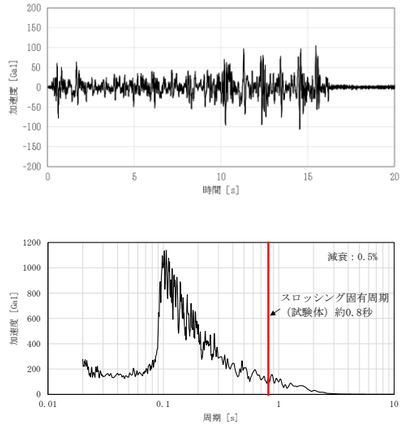
第 3.1－3 図　計測機器設置位置

3.2　試験条件

加振波は，スロッシング周期帯に加速度成分を含まないランダム波Ａ及びスロッシング周期帯に加速度成分を含むランダム波Ｂの模擬地震波を用いる。第 3.2－1 図及び第 3.2－2 図に各地震波の時刻歴波形及び加速度応答スペクトル（減衰 0.5%）を示す。試験では第 3.2－1 図及び第 3.2－2 図の地震波の１倍，２倍，３倍及び４倍で加振を行った。加振は水平１方向とする。水位は，内部水なし及び内部水あり（Ｈ．Ｗ．Ｌ相当）の２ケースとする。第 3.2－1 表に試験ケースを示す。



第 3.2－1 図　ランダム波Ａ



第 3.2－2 図　ランダム波Ｂ

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉で参照する振動試験では，有効質量の確認のために設定した模擬地震波を入力波とする）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 1-2 表　試験条件

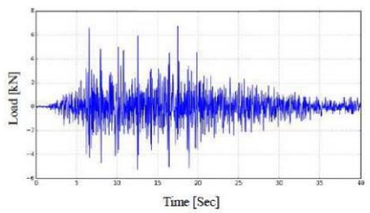
Input wave	Input magnification	Water level*1
Seismic wave-A	×0.5	Empty
		Low(164mm)
	×1.0	Middle(218mm)
	×1.5	High(273mm)
		Very high(315mm)

Input wave	Input magnification	Water level*1
Seismic wave-B	×0.5	Empty
		Low(146mm)
	×1.0	Middle(203mm)
	×1.5	High(259mm)
		Very high(325mm)

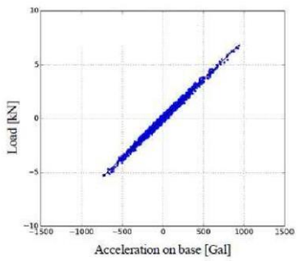
*1 Water level from the bottom of the torus container.

3.3 試験結果に基づく有効質量評価

地震波Ａ，入力倍率 1.0 倍，低水位の試験ケースにおいて計測された荷重の時刻歴波形を参考 1-6 図に，時々刻々の荷重を架台上の計測加速度，すなわち試験体への入力加速度との関係でプロットしたものを参考 1-7 図に示す。



参考 1-6 図　計測荷重の時刻歴波形
（地震波Ａ×1.0，低水位）



参考 1-7 図　計測荷重と架台上の計測加速度の関係
（地震波Ａ×1.0，低水位）

一般的にスロッシングの固有振動数（0.24～0.39Hz）は低く，本研究で対象とするような容器支持部に作用する地震荷重への寄与は小さいと考えられるため，内容水荷重 F [N]と架台上の計測加速度 $\ddot{x}$ [m/s2]との関係は式(1)で表される。

$$F = (M + M_E)\ddot{x} \quad (1)$$

ここに，M [kg]は架台を含む容器の質量 M_E [kg]は水の有効質量である。式(1)のとおり，質量は加速度に対する荷重の比として表されることから，参考 1-7 図に示す回帰直線の傾きが架台，容器及び有効質量の総和となる。従って，回帰曲線の傾きから架台及び容器の総質量を引いたものが水の有効質量となり，水の全質量に対する比として有効質量比が算出できる。ただし，本研究では，内部水無しの条件における試験結果を用いて，上記と同様の方法で式(1)より架台及び容器の総質量を算出している。

第 3.2－1 表　試験条件

入力地震波	加速度［Gal］	内部水
ランダム波Ａ	100 200 300 400	なし
		あり（220kg）
ランダム波Ｂ	100 200 300 400	なし
		あり（220kg）

3.3　試験結果に基づく有効質量評価

ランダム波Ａ（100Gal，内部水あり）の試験ケースにおいて計測された荷重の時刻歴波形を第 3.3－1 図に示す。

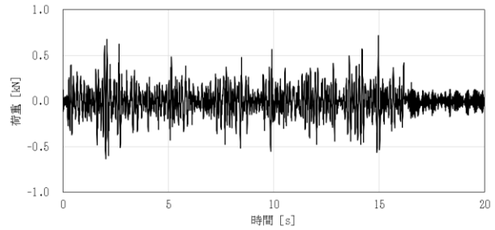
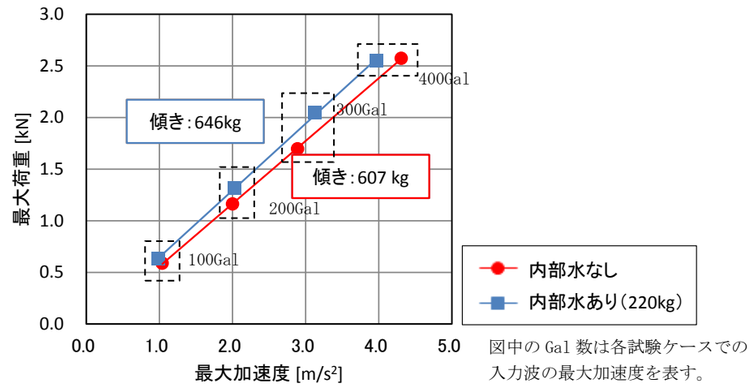
一般的にスロッシングの固有振動数は低く，本研究で対象とするような容器支持部に作用する地震荷重への寄与は小さいと考えられるため，内容水荷重Ｆ[N]と架台上の計測加速度 $\ddot{x}$ [m/s²]との関係は以下の式で表される。

$$F = (M + M_E)\ddot{x} \quad （1）$$

ここに，M[kg]は架台を含む容器の質量，ME[kg]は水の有効質量である。式（1）のとおり，質量は加速度に対する荷重の比として表される。

第 3.3－2 図にランダム波Ａにおける試験ケースごとの最大加速度と最大荷重の関係を示す。第 3.3－2 図における内部水ありのケースの回帰直線の傾きから架台及び容器の総質量を引いたものが水の有効質量となり，水の全質量に対する比として有効質量比が算出できる。ただし，本研究では，内部水なしの条件における試験結果を用いて，上記と同様の方法で式（1）より架台及び容器の総質量を算出している。

・参照する振動試験の相違
（有効質量比の算出手法が異なる）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
全試験ケースで得られた水の有効質量比を参考 1-3 表に示す。なお，参考 1-3 表には 2Hz ハイパスフィルターによりスロッシング成分をカットした結果も併せて示す。入力倍率による有効質量比の差は，水位変化による差に比べて小さいことを確認した。また，スロッシング成分除去前後で有効質量比はほぼ同じ値であり，上述のように地震波Ａ及びＢに対してはスロッシングが有効質量比に与える影響は無視できるほど小さいことを確認した。	ランダム波Ａ及びランダム波Ｂによる試験結果から得られた有効質量比を第 3.3－1 表に示す。加振波の違い及びスロッシング周期の加速度成分の有無による有効質量比の相違は小さいことを確認した。  第 3.3－1 図　計測荷重の時刻歴波形（ランダム波Ａ，100Gal，内部水あり）  図中の Gal 数は各試験ケースでの入力波の最大加速度を表す。 第 3.3－2 図　振動試験における最大加速度と最大荷重の関係（ランダム波Ａ）（本文第 4.2－8 図の再掲） 第 3.3－1 表　振動試験から得られた水の有効質量比 入力地震波 / 有効質量比 ランダム波Ａ / 0.18 ランダム波Ｂ / 0.20	・参照する振動試験の相違（試験ケースが異なる）

参考 1-3 表　振動試験から得られた水の有効質量比

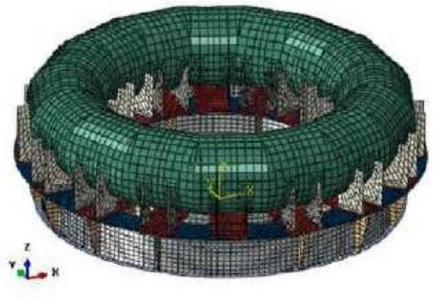
Input wave	Water level*1	Non-filtered			2Hz High-pass filtered*1		
		×0.5	×1.0	×1.5	×0.5	×1.0	×1.5
Seismic wave-A	Low(164mm)	0.14	0.16	0.17	0.14	0.16	0.17
	Middle(218mm)	0.21	0.22	0.23	0.21	0.23	0.23
	High(273mm)	0.30	0.31	0.31	0.30	0.31	0.31
	Very high(315mm)	0.38	0.39	0.40	0.38	0.39	0.40
Seismic wave-B	Low(146mm)	0.14	0.12	0.14	0.14	0.12	0.14
	Middle(203mm)	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21
	High(259mm)	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29
	Very high(325mm)	0.41	0.42	0.41	0.41	0.42	0.41

*1 High-pass filtered 2Hz to remove the force due to the sloshing

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）

4. NASTRAN による有効質量評価

汎用構造解析ソフト NASTRAN では，容器形状と水位が既知であれば，仮想質量法により有効質量が算出できる。そのため，振動試験や煩雑な数値計算を実施することなく，式(1)より効率的に容器に作用する地震荷重を推定することができる。本研究では，振動試験の各条件に対し，NASTRAN の仮想質量法により有効質量比を算出し，実験結果と比較し，その妥当性を検証する。なお，本方法は流体を非圧縮性のポテンシャル流れと仮定することにより構造物に接する流体の振動質量を求める方法であり，自由表面の重力影響は考慮されない。解析モデルを参考 1-8 図に，解析結果を有効質量比として参考 1-4 表に整理する。



参考 1-8 図　構造解析モデル

5. OpenFOAM による有効質量評価

前章で示した NASTRAN では，流体を仮想質量として考慮するものであり，スロッシング等の流体の運動は考慮されない。そのため，本章では，オープンソースソフトウェア OpenFOAM による数値流体計算により，流体の運動を考慮した上で，有効質量を算出する。計算に用いる入力波は，振動試験における架台上の計測加速度時刻歴とし，水位は代表として低水位及び高水位とした。なお，有効質量の算出方法は，振動試験結果の整理と同様の方法としている。OpenFOAM による解析結果を有効質量比として参考 1-4 表に整理する。

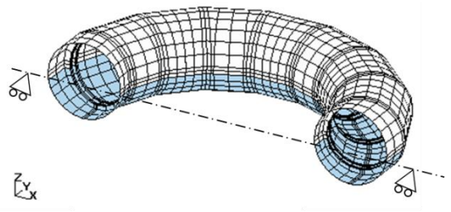
6. 妥当性検証

縮小試験体による振動試験，NASTRAN 及び OpenFOAM のそれぞれで得られた有効質量比を参考 1-4 表及び参考 1-9 図に整理する。NASTRAN による有効質量比は，いずれの水位においても振動試験や OpenFOAM の結果とよく一致しており，NASTRAN により算出される有効質量は妥当であることが確認された。さらに，水位の増加に伴って有効質量比が増加する傾向を確認した。

島根原子力発電所　２号炉

4.　ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量評価

汎用構造解析ソフトＮＡＳＴＲＡＮでは，容器形状と水位が既知であれば，仮想質量法により有効質量が算出できる。そのため，振動試験や煩雑な数値計算を実施することなく，式（1）より効率的に容器に作用する地震荷重を推定することができる。本研究では，振動試験と同様の解析モデルに対しＮＡＳＴＲＡＮの仮想質量法により有効質量比を算出した結果を実験結果と比較し，その妥当性を検証する。なお，本方法は流体を非圧縮性のポテンシャル流れと仮定することにより構造物に接する流体の振動質量を求める方法であり，自由表面の重力影響は考慮されない。解析モデルを第 4－1 図に，解析結果を有効質量比として第 4－1 表に整理する。



第 4－1 図　構造解析モデル

第 4－1 表　ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比の算出結果

項目	算出結果
有効質量比	0.21

5.　妥当性検証

島根１号炉サプレッションチェンバに対する振動試験，ＮＡＳＴＲＡＮのそれぞれで得られた有効質量比を第 5－1 表に整理する。ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比は，振動試験の結果と同等の結果が得られており，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量は妥当であることが確認された。

第 5－1 表　各方法による有効質量比の評価結果

項　目	ＮＡＳＴＲＡＮ	振動試験	
		ランダム波Ａ	ランダム波Ｂ
有効質量比	0.21	0.18	0.20

備考

・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉で参照する振動試験では，島根１号炉を円環形状容器の代表とした振動試験を実施している）

・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉で参照する振動試験では，代表水位で試験を実施している）

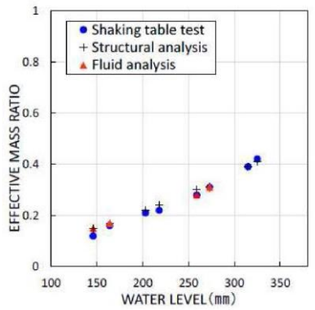
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 1-4 表　トーラス型容器の水の有効質量比

Input wave	Water level*1	Shaking table test*2	Structural analysis (NASTRAN)	Fluid analysis (OpenFOAM)
Seismic wave-A	Low(164mm)	0.16	0.17	0.17
	Middle(218mm)	0.22	0.24	
	High(273mm)	0.31	0.31	0.31
	Very high(315mm)	0.39	0.39	
Seismic wave-B	Low(146mm)	0.12	0.15	0.15
	Middle(203mm)	0.21	0.22	
	High(259mm)	0.28	0.30	0.28
	Very high(325mm)	0.42	0.41	

*1 Water level from the bottom of the torus container.

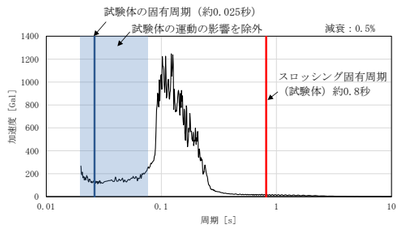
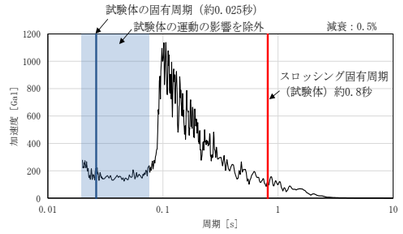
*2 Input wave magnification 1.0



参考 1-9 図　各水位における有効質量比

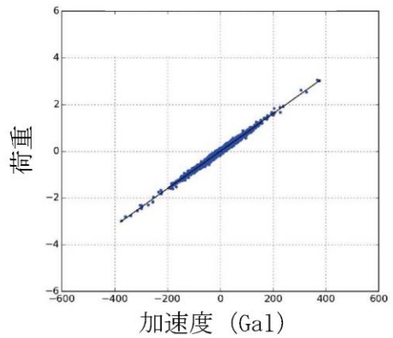
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
7. 結論 トーラス型容器に対し，内部水の水位が有効質量に及ぼす影響や高加速度入力に対する有効質量の把握を目的に，振動試験及び汎用構造解析ソフト NASTRAN 並びにオープンソースソフトウェア OpenFOAM により有効質量を評価し比較を行った。その結果，水位に対する有効質量比の関係が確認された。また，NASTRAN による有効質量算出の妥当性が確認できた。 8. 学会発表実績 本研究結果については，日本機械学会 2016 年度年次大会にて学会発表している。 なお，本参考資料の 3.～7.については，以下の論文データを引用したものである。 地震時におけるトーラス型容器内部水の有効質量の評価，竹内 正孝，尾西 重信，飯田 純，熊谷 信昭，豊田 幸宏，高畠 大輔，永坂 英明，日本機械学会 2016 年度年次大会講演論文集，No16-1	6. 結論 円環形状容器における有効質量の把握を目的に，振動試験及び汎用構造解析ソフトＮＡＳＴＲＡＮにより有効質量を評価し比較を行った。その結果，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量算出の妥当性が確認できた。 7. 学会発表実績 本研究結果については，日本機械学会 2008 年度年次大会にて学会発表している[1]。 ［1］丸山 直伴，田村 伊知郎，福士 直己，大坂 雅昭，鈴木 彩子，鈴木 学：トーラス形容器における内部水の地震時荷重評価，日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集，2008.7 巻	・参照する振動試験の相違 （島根２号炉で参照する振動試験では，代表水位に対して有効質量算出手法の妥当性確認を行っている） ・島根２号炉では実機に対してのみ流体解析による有効質量の算出を行う

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
＜補足＞ 常温下での振動試験の妥当性について 今回実施した振動試験については，以下の検討を踏まえ，常温下で実施している。 ① サプレッションチェンバの耐震評価において考慮する運転状態（重大事故時の荷重の組合せについては，「重大事故等対処設備について（補足説明資料）39 条地震による損傷の防止 39-4 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について」にて説明） ・サプレッションチェンバの耐震評価は，設計基準事故時及び重大事故時ともに，事故の発生確率，継続時間及び地震の年超過確率を踏まえ，地震荷重と事故時の荷重の組合せを考慮するため，今回実施した振動試験の温度条件（水温）は，基準地震動 Ss と荷重の組合せが必要となる運転状態を考慮 ・設計基準事故時は，基準地震動 Ss との組合せは不要であるため，温度条件は通常運転状態（飽和温度以下） ・重大事故時は，事象発生後 2×10^{-1} 年以降の荷重と基準地震動 Ss との組合せとなるため，温度条件は飽和温度以下（沸騰状態ではない） ② 水温による有効質量比への影響 ・有効質量に関連する内部水の質量は，密度の関数であり，水温が飽和温度以下では温度変化に対する影響は小さい なお，サプレッションチェンバの耐震評価における地震応答解析及び応力評価に用いる部材温度は，運転状態を考慮した温度条件を用いる。	＜補足１＞　常温下での振動試験の妥当性について 今回実施した振動試験については，以下の検討を踏まえ，常温下で実施している。 ① サプレッションチェンバの耐震評価において考慮する運転状態（重大事故時の荷重の組合せについては，「重大事故等対処設備について（補足説明資料）39 条 地震による損傷の防止 39-4 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について」にて説明） ・サプレッションチェンバの耐震評価は，設計基準事故時及び重大事故時ともに，事故の発生確率，継続時間及び地震の年超過確率を踏まえ，地震荷重と事故時の荷重の組合せを考慮するため，今回実施した振動試験の温度条件（水温）は，基準地震動Ｓｓと荷重の組合せが必要となる運転状態を考慮 ・設計基準事故時における温度条件は通常運転状態（飽和温度以下） ・重大事故時は，事象発生後 2×10^{-1} 年以降の荷重と基準地震動Ｓｓとの組合せとなるため，温度条件は飽和温度以下（沸騰状態ではない） ② 水温による有効質量比への影響 ・有効質量に関連する内部水の質量は密度の関数であり，水温が飽和温度以下では温度変化に対する影響は小さい なお，サプレッションチェンバの耐震評価における地震応答解析及び応力評価に用いる部材温度は，運転状態を考慮した温度条件を用いる。	

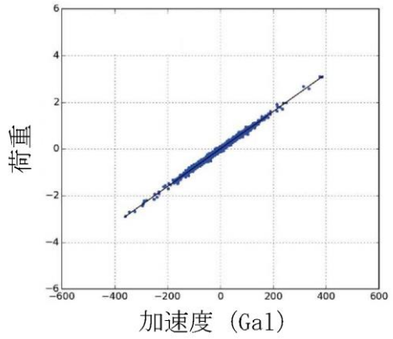
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
	＜補足２＞　振動試験における加振波について 振動試験において，以下の条件を考慮して加振波を設定している。 ①スロッシング荷重の考慮 スロッシング荷重による内部水の有効質量への影響を確認するため，スロッシング周期（約 0.8 秒）帯に加速度成分を含む加振波（ランダム波Ｂ）とスロッシング周期帯に加速度成分を含まない加振波（ランダム波Ａ）を適用する。 ②試験体の運動の影響 有効質量は内部水ありの場合と内部水なしの場合での振動試験結果から得られる荷重－加速度関係の回帰直線の傾きの差から算出する。このため，有効質量比を精度良く算出するには，試験体の運動により加わる荷重を相対的に小さくする必要があることから，試験体の固有周期（約 0.025 秒）及びこの周辺の短周期の加速度成分が小さい加振波を適用する。 ③周波数成分の影響 加振波の周波数特性は内部水の有効質量に影響しない[1][2]ことから，ランダム波を適用する。 以上の条件を踏まえ，ランダム波Ａでは 0.1～0.2 秒，ランダム波Ｂでは 0.1～2 秒の周期成分を一定としたフーリエスペクトルから模擬地震波を作成する。作成した模擬地震波の応答加速度スペクトルを第１図に示す。   ランダム波Ａ　　ランダム波Ｂ 第１図　入力波の応答加速度スペクトル ［１］Housner, G. W.：Nuclear Reactors And Earthquakes, TID Rep. 7024, 1963. ［２］容器構造設計指針・同解説（日本建築学会）	・参照する振動試験の相違 （島根２号炉で参照する振動試験では，有効質量の確認のために設定した模擬地震波を入力波とする）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料２ 有効質量比に対するスロッシング影響について 1. 概要 有効質量比に対するスロッシング影響の有無を確認するため，振動試験で得られた荷重時刻歴（スロッシング周期成分を含む）及びスロッシング周期成分を取り除いた荷重時刻歴に対する有効質量比を算定し，比較・検討した。 2. 検討内容 試験体のスロッシング周期は，固有値の解析結果及び正弦波掃引試験により，1.3Hz～1.8Hz（試験体内部の水位により異なる）である。このため，振動試験で得られた荷重時刻歴に対して，2Hz のハイパスフィルター処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いた荷重時刻歴を求め，本文第 4.2.4 項の方法にて，有効質量比を算定した。 また，各水位条件についての有効質量比に対するスロッシングの影響を検討した。 3. 検討結果 スロッシング周期成分有り及びスロッシング周期成分無しの荷重時刻歴に対する加速度と荷重の関係を参考 2-1 図及び有効質量比の比較結果を参考 2-1 表に示す。 各水位条件について，スロッシング周期成分有り及びスロッシング周期成分無しの有効質量比に違いはなく，有効質量比に対するスロッシングの影響はほぼない。	参考資料２ 有効質量比に対するスロッシング影響について 1. 概要 有効質量比に対するスロッシング影響の有無を確認するため，流体解析で得られた荷重時刻歴（スロッシング周期成分を含む）及びスロッシング周期成分を取り除いた荷重時刻歴に対する有効質量比を算定し，比較・検討した。 2. 検討内容 流体解析におけるスロッシング周期は入力加速度と荷重のフーリエスペクトルの関係より 0.26Ｈｚ（重大事故時想定水位（Ｓｓ））として得られている。このため，流体解析で得られた荷重時刻歴に対して，0.4Hz のハイパスフィルタ処理を行い，スロッシング周期成分を取り除いた荷重時刻歴を求め，本文第 5.1 項の方法にて，有効質量比を算定した。 3. 検討結果 スロッシング周期成分あり及びスロッシング周期成分なしの荷重時刻歴に対する加速度と荷重の関係図を第 3－1 図及び有効質量比の比較結果を第 3－1 表に示す。 スロッシング周期成分あり及びスロッシング周期成分なしの有効質量比に違いはなく，有効質量比に対するスロッシングの影響はほぼない。	・島根２号炉では流体解析結果により有効質量比に対するスロッシング影響の有無を確認する ・島根２号炉では流体解析結果により有効質量比に対するスロッシング影響の有無を確認する

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



(a)水位高，入力倍率 1.0 倍，
スロッシング周期成分有り

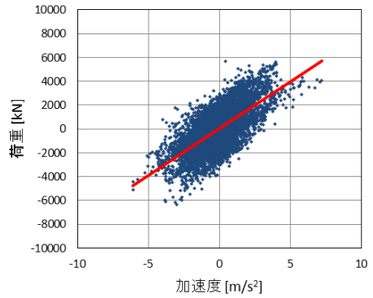


(b)水位高，入力倍率 1.0 倍，
スロッシング周期成分無し

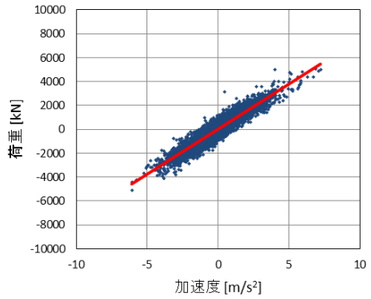
参考 2-1 図　荷重と加速度の関係

参考 2-1 表　有効質量比の比較結果

水位	振動試験	
	スロッシング周期成分有り	スロッシング周期成分無し （2Hz ハイパスフィルタ）
低（164mm）	0.12	0.12
中（218mm）	0.21	0.21
高（273mm）	0.28	0.28
高高（315mm）	0.42	0.42



（ａ）スロッシング周期成分あり



（ｂ）スロッシング周期成分なし

第 3－1 図　荷重と加速度の関係

第 3－1 表　有効質量比の比較結果

水位	流体解析	
	スロッシング周期成分あり	スロッシング周期成分なし （0.4Ｈｚハイパスフィルタ）
重大事故時想定水位（Ｓｓ）	0.23	0.23

<table>
<tr><th>女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）</th><th>島根原子力発電所　２号炉</th><th>備考</th></tr>
<tr><td>

参考資料３

有効質量比に対する入力地震動の影響について

1. 概要

サプレッションチェンバの地震荷重算出に当たり，サプレッションチェンバの内部水の有効質量を NASTRAN により算出することの妥当性を検証するため，実機を縮小模擬した試験体を用いた振動試験を実施しており，両者の有効質量比が同等であることを確認している。

本資料では，振動試験に用いた入力地震動に対して，加速度振幅及び周期特性の違いによる有効質量への影響を考察する。

2. 振動試験の入力地震動

振動台への入力波は，本文第 4.2.3 項のとおり，女川２号炉のサプレッションチェンバ設置床における基準地震動 Ss 相当*の応答加速度時刻歴波を用いて，試験体と実機の相似則で時間軸を圧縮したものであり，振動台の加振限界振動数以上の成分をフィルタ処理したものである。
また，振動試験では，上記の入力波を 0.5 倍，1.0 倍，1.5 倍した加速度時刻歴波形を用いて試験を行い，その試験結果から有効質量比を算出している。
＊平成 25 年 12 月設置変更許可申請時の基準地震動 Ss（Ss－2）

3. 有効質量比に対する入力地震動の影響検討

3.1 加速度振幅の違い

女川２号炉の基準地震動 Ss 相当の入力波に対して，入力倍率を変化させて振動試験を実施した結果，各水位条件での有効質量比は，参考 3-1 表に示すとおり，入力波の入力倍率によらず，ほぼ一致している。
この結果は，振動試験に用いた入力地震動の加速度振幅の違いが有効質量に対して影響がないことを示すものである。

参考 3-1 表　振動試験から算出した有効質量比（本文第 4.2-3 表の再掲）

水位	入力倍率		
	0.5 倍	1.0 倍	1.5 倍
低（146mm）	0.14	0.12	0.14
中（203mm）	0.20	0.21	0.21
高（259mm）	0.28	0.28	0.28
高高（325mm）	0.41	0.42	0.41

</td><td>

参考資料３

有効質量比に対する入力地震動の影響について

1. 概要

サプレッションチェンバの地震荷重算出に当たり，サプレッションチェンバの内部水の有効質量をＮＡＳＴＲＡＮにより算出することの妥当性を検証するため，島根１号炉サプレッションチェンバに対して，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量の算出及び試験体を用いた振動試験を実施しており，両者の有効質量比が同等であることを確認している。

本資料では，振動試験に用いた入力地震動に対して，周期特性の違いによる有効質量への影響を考察する。

2. 振動試験の入力地震動

振動台への入力波は，スロッシング成分を含まないランダム波Ａ及びスロッシング成分を含むランダム波Ｂの人工地震波を用いた。

また，振動試験では，上記地震波の１倍，２倍，３倍及び４倍で加振を行った。

3. 有効質量比に対する入力地震動の影響検討

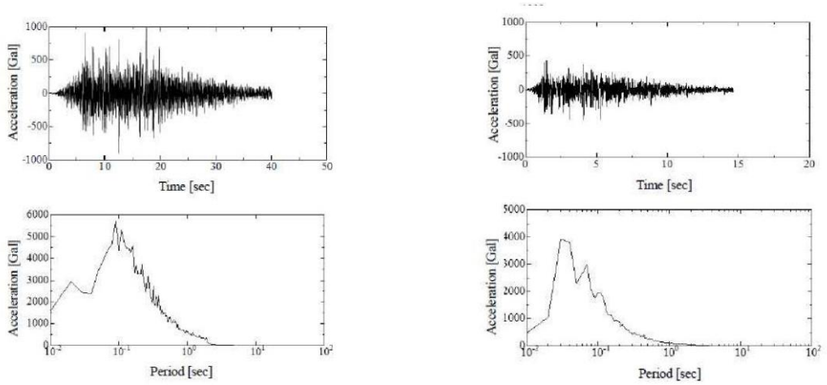
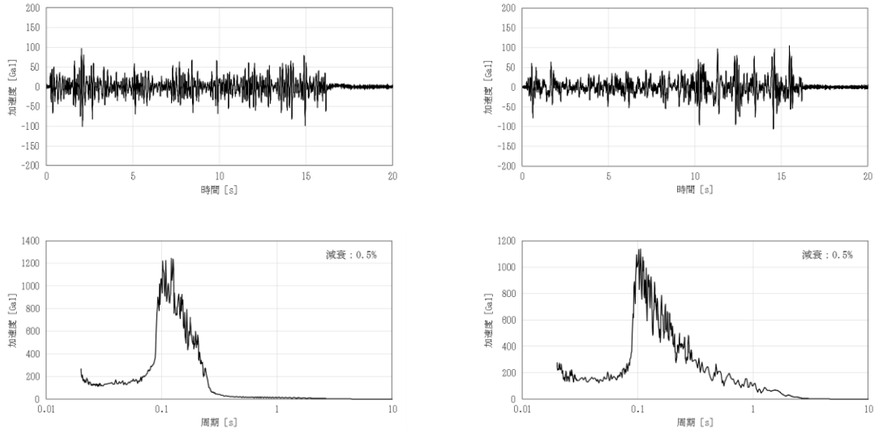
</td><td>

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉で参照する振動試験では，島根１号炉を円環形状容器の代表とした振動試験を実施している）

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉で参照する振動試験では，有効質量の確認のために設定した模擬地震波を入力波とする）

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉において参照する振動試験では，複数の加速度振幅を考慮した結果として有効質量比を算出している）

</td></tr>
</table>

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3.2 周期特性の違い 振動試験においては，女川２号炉の基準地震動 Ss 相当（入力地震波Ｂ）を入力地震動とした試験に加えて，参考 3-1 図に示す周期特性の異なる地震動（入力地震波Ａ）を用いた試験を実施している（参考資料１　参照）。 また，振動試験では，女川２号炉の基準地震動 Ss 相当に対する試験と同様，周期特性の異なる地震動（入力地震波Ａ）の入力倍率を 0.5 倍，1.0 倍，1.5 倍と変化させて，各水位条件に対する振動試験を実施している。 周期特性の異なる地震動（入力地震波Ａ）に対する振動試験から算出された有効質量比を，女川２号炉の基準地震動 Ss 相当に対する有効質量比と合わせて，参考 3-2 表及び参考 3-2 図に示す。 振動試験から算出した周期特性の異なる地震動（入力地震波Ａ）に対する有効質量比は，女川２号炉の基準地震動 Ss 相当と同様，水位増加に伴って増加する傾向があり，入力波の入力倍率によらず，各水位条件でほぼ一致している。 また，女川２号炉の基準地震動 Ss 相当及び周期特性の異なる地震動（入力地震動Ａ）に対する有効質量比について，水位が近接している条件（低水位，中水位，高水位，高高水位）での有効質量比は，ほぼ同等であることが分かる。これは，有効質量は，入力地震動の周期特性によらず，評価対象とする容器の形状及び容器内の水位に依存していることを示すものと考えられる。  （１）入力地震波Ａ　（２）基準地震動 Ss 相当 参考 3-1 図　振動試験に用いた地震動比較 （参考資料１　参考 1-4 図，参考 1-5 図の再掲）	3.1　周期特性の違い ランダム波Ａ及びランダム波Ｂの入力加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを第 3.1－1 図に示す。また，これらの周期特性の異なる地震波に対する振動試験から算出された有効質量比を第 3.1－1 表に示す。 ランダム波Ａ及びランダム波Ｂによる振動試験結果より算出した有効質量比は同程度であり，有効質量は入力地震動の周期特性によらず，評価対象とする容器の形状に依存していることを示すものと考えられる。  （１）ランダム波Ａ　（２）ランダム波Ｂ 第 3.1－1 図　振動試験に用いた地震動比較 （参考資料１　第 3.2－1 図，第 3.2－2 図の再掲） 第 3.1－1 表　振動試験から得られた水の有効質量比 （参考資料１　第 3.3－1 表の再掲） 入力地震波 / 有効質量比 ランダム波Ａ / 0.18 ランダム波Ｂ / 0.20	・参照する振動試験の相違 （島根２号炉において参照する振動試験では，複数の加速度振幅を考慮した結果として有効質量比を算出している）

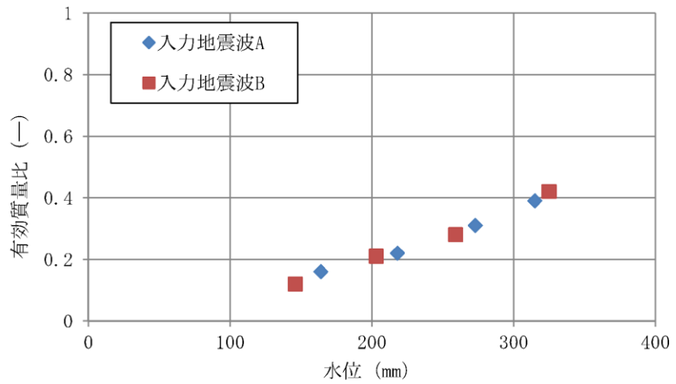
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 3-2 表　入力地震動の加速度振幅及び周期特性の違いによる有効質量への影響

（参考資料１　参考 1-3 表の再掲）

Input wave	Water level*1	Non-filtered			2Hz High-pass filtered*1		
		×0.5	×1.0	×1.5	×0.5	×1.0	×1.5
Seismic wave-A	Low(164mm)	0.14	0.16	0.17	0.14	0.16	0.17
	Middle(218mm)	0.21	0.22	0.23	0.21	0.23	0.23
	High(273mm)	0.30	0.31	0.31	0.30	0.31	0.31
	Very high(315mm)	0.38	0.39	0.40	0.38	0.39	0.40
Seismic wave-B	Low(146mm)	0.14	0.12	0.14	0.14	0.12	0.14
	Middle(203mm)	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21
	High(259mm)	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29
	Very high(325mm)	0.41	0.42	0.41	0.41	0.42	0.41

*1 High-pass filtered 2Hz to remove the force due to the sloshing



参考 3-2 図　入力地震動の加速度振幅及び周期特性の違いによる有効質量への影響

4. 考察

上記のとおり，振動試験に用いた入力地震動に対する加速度振幅及び周期特性の違いによる有効質量への影響について，今回実施した振動試験結果を用いて検討した結果，入力地震動の加速度振幅及び周期特性の違いによる影響がないことを確認した。

なお，今回の検討結果は，NASTRAN により算出される有効質量が評価対象とする容器形状及び容器内水位を与えられれば，地震動を用いることなく，有効質量を算出できるという特徴とも整合しているものと考えられる。

4. 考察

上記のとおり，振動試験に用いた入力地震動に対する周期特性の違いによる有効質量への影響について，今回実施した振動試験結果を用いて検討した結果，入力地震動の周期特性の違いによる影響が小さいことを確認した。

なお，今回の検討結果は，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量が評価対象とする容器形状及び容器内水位を与えられれば，地震動を用いることなく，有効質量を算出できるという特徴とも整合している。

・参照する振動試験の相違
（島根２号炉において参照する振動試験では，複数の加速度振幅を考慮した結果として有効質量比を算出している）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考資料４

規格基準における有効質量比との比較について

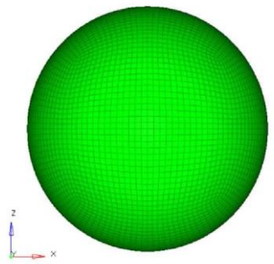
1. はじめに

本資料は，NASTRAN による有効質量比算出の妥当性を確認するため，容器構造設計指針・同解説（2010 年３月改訂版）（以下「容器指針」という。）に記載されている球形タンク及び円筒タンクの有効質量比と NASTRAN による有効質量比の算出結果の比較検討を行う。

2. 解析結果

(1) 球形タンク

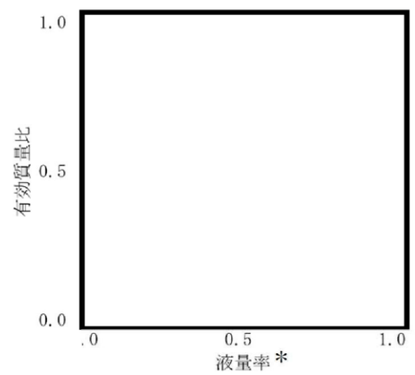
NASTRAN の解析モデルを参考 4-1 図，解析モデル諸元を参考 4-1 表，NASTRAN による有効質量比の算出結果及び容器指針における球形タンクの有効質量比を参考 4-2 図に示す。



参考 4-1 表　球形タンク解析モデル諸元

半径	0.5m
メッシュ数	約 5400

参考 4-1 図　球形タンク解析モデル



＊液量率
＝液体の体積／球形タンクの容積

参考 4-2 図　球形タンクの有効質量

参考資料４

規格基準における有効質量比との比較について

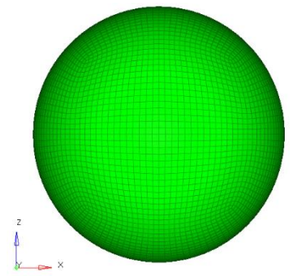
1.　はじめに

本資料は，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比算定の妥当性を確認するため，容器構造設計指針・同解説（2010 年３月改訂版）（以下「容器指針」という。）に記載されている球形タンク及び円筒タンクの有効質量比とＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比の算定結果の比較検討を行う。

2.　解析結果

（１）　球形タンク

ＮＡＳＴＲＡＮの解析モデルを第１図，解析モデル諸元を第１表，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比の算定結果及び容器指針における球形タンクの有効質量比を第２図に示す。



第１表　球形タンク解析モデル諸元

半径	0.5m
メッシュ数	約 5400

第１図　球形タンク解析モデル



注１　液量率 ＝ 液体の体積
／球形タンクの容積

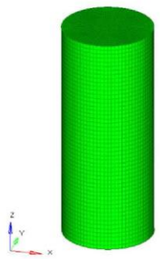
注２　容器指針の有効質量比は試験により得られている。

第２図　球形タンクの有効質量比

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

(2) 円筒タンク

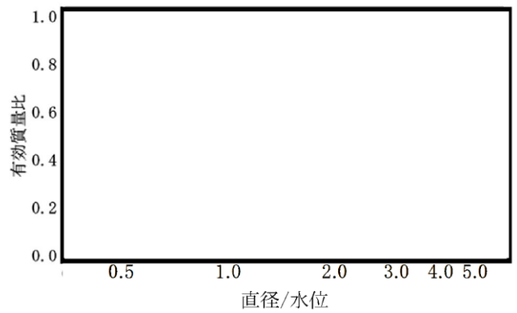
NASTRAN の解析モデルを参考 4-3 図，解析モデル諸元を参考 4-2 表，NASTRAN による有効質量比算出結果及び容器指針における円筒タンクの有効質量比を参考 4-4 図に示す。



参考 4-2 表　円筒タンク解析モデル諸元

半径	0.5m
高さ	2.5m
メッシュ数	約 6400

参考 4-3 図　円筒タンク解析モデル



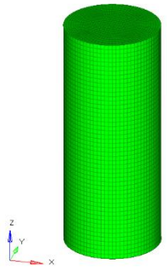
参考 4-4 図　円筒タンクの有効質量比

4. 検討結果

図２，４の比較結果から，NASTRAN による有効質量比算出結果と容器指針における有効質量比がほぼ一致しており，NASTRAN による有効質量比算出は妥当であることを確認した。

（２）円筒タンク

ＮＡＳＴＲＡＮの解析モデルを第３図，解析モデル諸元を第２表，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比算定結果及び容器指針における円筒タンクの有効質量比を第４図に示す。



第２表　円筒タンク解析モデル諸元

半径	0.5m
高さ	2.5m
メッシュ数	約 6400

第３図　円筒タンク解析モデル



第４図　円筒タンクの有効質量比

3.　検討結果

第２図及び第４図の比較結果から，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比算出結果と容器指針における有効質量比がほぼ一致しており，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量比算出は妥当であることを確認した。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料５ 計算機コードの概要について 1. はじめに 本資料は，「サプレッションチェンバの内部水質量の考え方の変更について」において用いた汎用解析プログラム NASTRAN 及び汎用流体解析コード OpenFOAM の解析コードについて説明するものである。 2. 使用した解析コードの概要 (1) NASTRAN NASTRAN は，サプレッションチェンバの構造をモデル化し，構造表面（接水面）における流体－構造の運動方程式を解析する。 (2) OpenFOAM OpenFOAM は，サプレッションチェンバ内の空間をモデル化し，流体の流れを VOF（Volume Of Fluid）法により解析する。	参考資料５ 計算機コードの概要について 1. はじめに 本資料は，「サプレッションチェンバの内部水質量の考え方の変更について」において用いた汎用解析プログラムＮＡＳＴＲＡＮ及び汎用流体解析コードＦｌｕｅｎｔの解析コードについて説明するものである。 2. 使用した解析コードの概要 (1) ＮＡＳＴＲＡＮ ＮＡＳＴＲＡＮはサプレッションチェンバの構造をモデル化し，構造表面（接水面）における流体－構造の運動方程式を解析する。 (2) Ｆｌｕｅｎｔ Ｆｌｕｅｎｔは，サプレッションチェンバ内の空間をモデル化し，流体の流れをＶＯＦ（Volume Of Fluid）法により解析する。	・適用する流体解析コードの相違 ・適用する流体解析コードの相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
（1） NASTRAN		

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

解析コードの概要

コード名	MSC NASTRAN
開発機関	MSC.Software Corporation
開発時期	1971 年
使用したバージョン	2012，2016
使用目的	３次元有限要素法（シェル要素）による 有効質量の算定
コードの概要	有限要素法を用いた MSC NASTRAN は，世界で圧倒的シェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。その誕生は 1965 年，現在の米国 MSC.Software Corporation の前身である米国 The MacNeal-schwendler Corporation の創設者，マクニール博士とシュウェンドラー博士が，当時 NASA（The National Aeronautics and Space Administration）で行われていた，航空機の機体強度をコンピュータ上で解析することをテーマとした「有限要素法プログラム作成プロジェクト」に参画したことに始まる。そこで作成されたプログラム Nastran(NASA Structural Analysis Program)と命名され，1971 年に The MacNeal-Schwendler Corporation から MSC NASTRAN として一般商業用にリリースされた。 以来，数多くの研究機関や企業において，航空宇宙，自動車，造船，機械，建築，土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。また各分野からの高度な技術的要求とコンピュータの発展に対応するために，常にプログラムの改善と機能拡張を続けている。
検証と妥当性の確認	［検証］ 本解析コードの検証は以下のとおり実施済みである。 ・ サプレッションチェンバの模擬試験体による振動試験により算定された有効質量比と NASTRAN による３次元有限要素法（シェル要素）及び仮想質量法（Virtual Mass Method）により算定された有効質量比が一致することを確認している。 ・ 本コードの適用条件について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 ［妥当性確認］ 本コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。

（1）ＮＡＳＴＲＡＮ

解析コードの概要

コード名	MSC NASTRAN
開発機関	MSC.Software Corporation
開発時期	1971年
使用したバージョン	2005，2013
使用目的	3 次元有限要素法（シェル要素）による 有効質量の算定
コードの概要	有限要素法を用いたＭＳＣ　ＮＡＳＴＲＡＮは，世界で圧倒的シェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。その誕生は1965年，現在の米国MSC.SoftwareCorporationの前身である米国The MacNealschwendlerCorporation の創設者，マクニール博士とシュウェンドラー博士が，当時ＮＡＳＡ（The National Aeronautics and Space Administration）で行われていた，航空機の機体強度をコンピュータ上で解析することをテーマとした「有限要素法プログラム作成プロジェクト」に参画したことに始まる。そこで作成されたプログラムNastran（NASA Structural Analysis Program）と命名され，1971 年にThe MacNeal-Schwendler Corporation からＭＳＣＮＡＳＴＲＡＮとして一般商業用にリリースされた。 以来，数多くの研究機関や企業において，航空宇宙，自動車，造船，機械，建築，土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。また各分野からの高度な技術的要求とコンピュータの発展に対応するために，常にプログラムの改善と機能拡張を続けている。
検証と妥当性の確認	［検証］ 本解析コードの検証は以下のとおり実施済みである。 ・ サプレッションチェンバの模擬試験体による振動試験により算定された有効質量比とＮＡＳＴＲＡＮによる３次元有限要素法（シェル要素）及び付加質量法（Virtual Mass Method）により算定された有効質量比が一致することを確認している。 ・ 本コードの適用条件について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 ［妥当性確認］ 本コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。

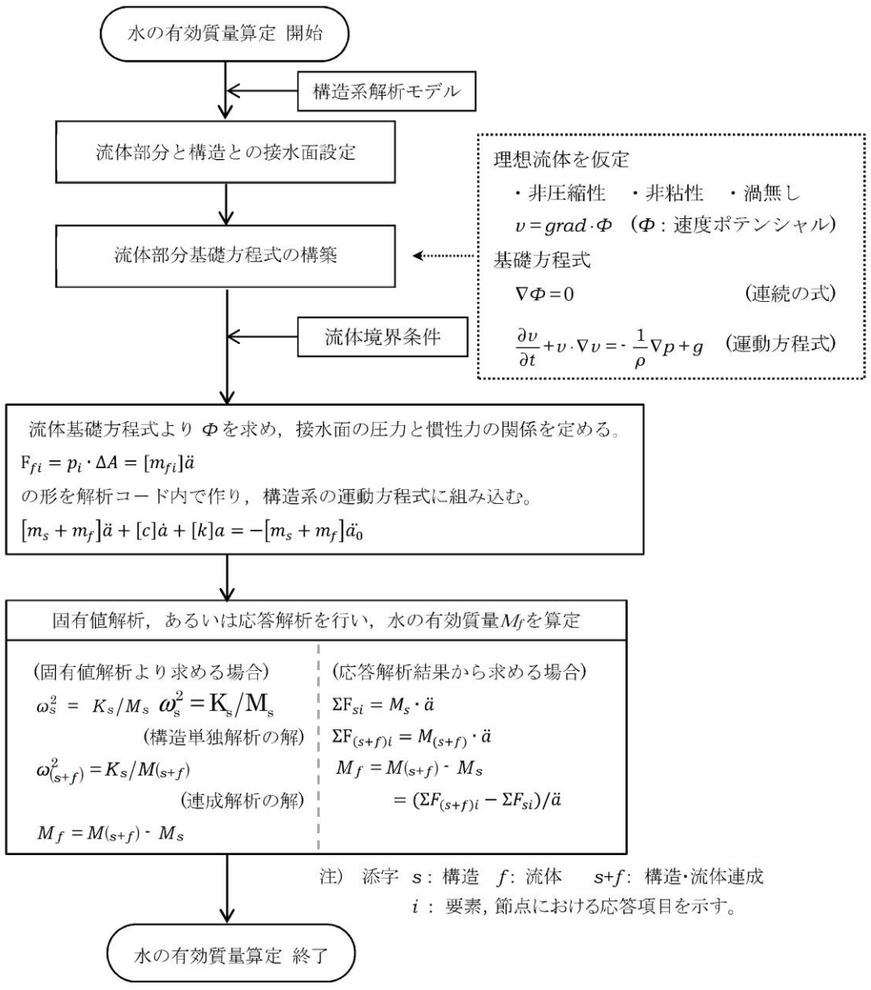
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）		島根原子力発電所　２号炉		備考
	・ 本解析コードは，航空宇宙，自動車，造船，機械，建築，土木などの様々な分野における使用実績を有しており，妥当性は十分に確認されている。 ・ 検証の体系と今回の解析体系とが同等であることから，検証の結果をもって，解析の妥当性が確認できる。 ・ 開発機関が提示するマニュアルにより，３次元有限要素法（シェル要素）及び仮想質量法（Virtual Mass Method）による有効質量算定に本解析コードが適用できることを確認している。	検証と妥当性の確認	・ 本解析コードは，航空宇宙，自動車，造船，機械，建築，土木などの様々な分野における使用実績を有しており，妥当性は十分に確認されている。 ・ 検証の体系と今回の解析体系とが同等であることから，検証の結果をもって，解析の妥当性が確認できる。 ・ 開発機関が提示するマニュアルにより，３次元有限要素法（シェル要素）及び付加質量法（Virtual Mass Method）による有効質量算定に本解析コードが適用できることを確認している。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
1. 概要 有限要素法を用いた MSC NASTRAN は，世界で圧倒的シェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。その誕生は 1965 年，現在の米国 MSC.SoftwareCorporation の前身である米国 The MacNeal-schwendler Corporation の創設者，マクニール博士とシュウェンドラー博士が，当時 NASA（The National Aeronautics andSpace Administration）で行われていた，航空機の機体強度をコンピュータ上で解析することをテーマとした「有限要素法プログラム作成プロジェクト」に参画したことに始まる。そこで作成されたプログラム Nastran(NASA Structural Analysis Program)と命名され，1971 年に The MacNeal-Schwendler Corporation から MSC NASTRAN として一般商業用にリリースされた。 以来，数多くの研究機関や企業において，航空宇宙，自動車，造船，機械，建築，土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。また，各分野からの高度な技術的要求とコンピュータの発展に対応するために，常にプログラムの改善と機能拡張を続けている。	1.　概要 有限要素法を用いたＭＳＣ　ＮＡＳＴＲＡＮは，世界で圧倒的シェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。その誕生は 1965 年，現在の米国 MSC.Software Corporation の前身である米国 The MacNeal-Schwendler Corporation の創設者，マクニール博士とシュウェンドラー博士が，当時 NASA（The National Aeronautics and Space Administration）で行われていた，航空機の機体強度をコンピュータ上で解析することをテーマとした「有限要素法プログラム作成プロジェクト」に参画したことに始まる。そこで作成されたプログラム Nastran（NASA Structural Analysis Program）と命名され，1971 年に The MacNeal-Schwendler Corporation から MSCNASTRAN として一般商業用にリリースされた。以来，数多くの研究機関や企業において，航空宇宙，自動車，造船，機械，建築，土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。また，各分野からの高度な技術的要求とコンピュータの発展に対応するために，常にプログラムの改善と機能拡張を続けている。	
2. 本コードの特徴 NASTRAN は，MSC.Software Corporation により開発保守されている汎用構造解析コードである。原子力発電所の機器の応力評価で用いられる有限要素法による応力評価に加え，流体の入ったタンク構造や没水タービン等，接流体表面を持つ構造の振動解析で一般に広く用いられている。 また，解析における縮約処理は，膨大な数のデータを扱う有限要素法などの解析において，行列の大きさ（次元）を小さくする解析上のテクニックであり，その手法として，Guyan の縮約法（Guyan’s Reduction）が広く一般的に使われており，NASTRAN の機能として整備されている。	2.　本コードの特徴 ＮＡＳＴＲＡＮは，MSC.Software Corporation により開発保守されている汎用構造解析コードである。原子力発電所の機器の応力評価で用いられる有限要素法による応力評価に加え，流体の入ったタンク構造や没水タービン等，接流体表面を持つ構造の振動解析で一般に広く用いられている。 また，解析における縮約処理は，膨大な数のデータを扱う有限要素法などの解析において，行列の大きさ（次元）を小さくする解析上のテクニックであり，その手法として，Ｇｕｙａｎの縮約法（Guyan’s Reduction）が広く一般的に使われており，ＮＡＳＴＲＡＮの機能として整備されている。	
3. 解析理論 3.1 仮想質量法（Virtual Mass Method） 3.1.1 理論式 本コードのうち，流体の入ったタンク構造や没水タービン等，接流体表面を持つ構造の振動解析で用いる仮想質量法の解析理論について述べる。 振動時の容器壁面に作用する圧力は，流体解析によって求められる。サプレッションチェンバのような複雑な形状に対しては，数値解析に依存することとなる。ここで使用される代表的な方法は，「速度ポテンシャル法」及び「非圧縮性粘性流体解析（Navier-Stokes 方程式と連続式）」等による流体解析法がある。NASTRAN 仮想質量法では，前者の理想流体（非圧縮性，非粘性，渦無し）を仮定した速度ポテンシャル法に沿う考え方が採用されている。 基礎式は，次のように連続の式及び運動方程式からなる。	3.　解析理論 本コードのうち，流体の入ったタンク構造や没水タービン等，接流体表面を持つ構造の振動解析で用いる仮想質量法の解析理論について述べる。 振動時に容器壁面に作用する圧力は，流体解析によって求められる。サプレッションチェンバのような複雑な形状に対しては，数値解析に依存することとなる。ＮＡＳＴＲＡＮ仮想質量法では，前者の理想流体（非圧縮性，非粘性，渦無し）を仮定した速度ポテンシャル法に沿う考え方が採用されている。 同解析コードでは，構造体の接水面に設定した節点において，構造体の振動により発生する流体圧力と流速を算定し，接水面における流体圧力と加速度の関係式を構造体の運動方程式に流体項を加えることで，構造体と流体の運動方程式が構築される。固有値解析あるいは応答解析を実施して，振動質量を求め，これから構造体の振動質量を差し引くことで，流体の振動質量すなわち流体の有効質量が算定される。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
$$\nabla \cdot F = 0 \quad (1)$$ $$\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v = -\frac{1}{\rho}\nabla p + g \quad (2)$$ ここで，t は時間，Φ，v，p，g はそれぞれ流体の速度ポテンシャル，速度ベクトル，圧力，重力加速度ベクトルである。 同解析コードでは，構造体の接水面に設定した節点において，構造体の振動により発生する流体圧力と流速を算定し，接水面における流体圧力と加速度の関係式を構造体の運動方程式に流体項を加えることで，構造体と流体の運動方程式が構築される。固有値解析あるいは応答解析を実施して，振動質量を求め，これから構造体の振動質量を差し引くことで，流体の振動質量すなわち流体の有効質量が算定される。		

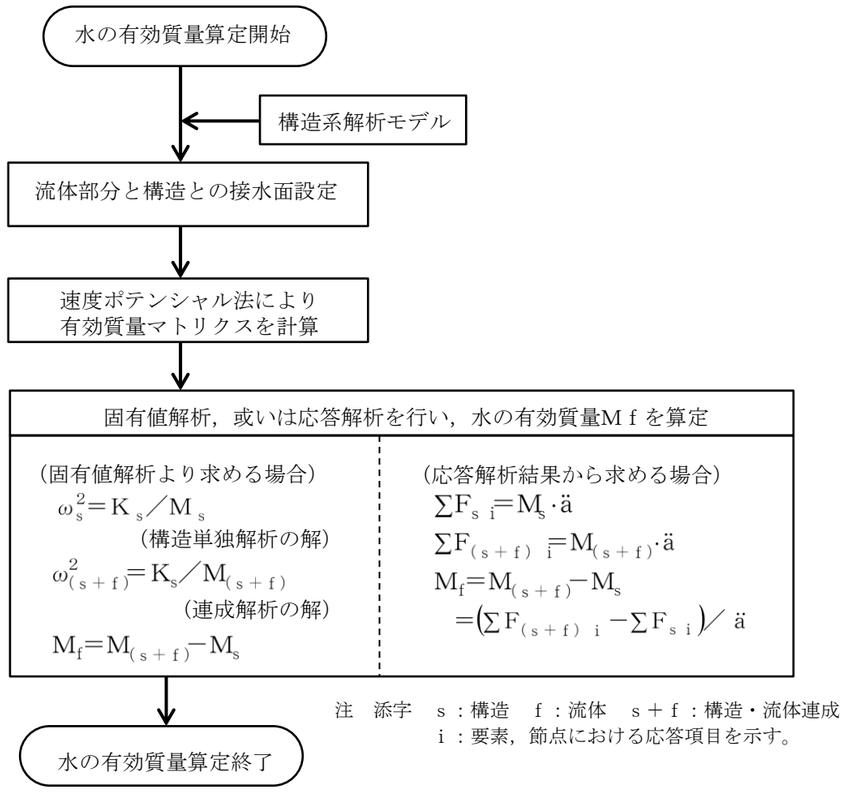
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

3.1.2 解析フローチャート



参考 5-1 図　NASTRAN 仮想質量法を用いたサプレッションチェンバ内部水の有効質量算定手順

4.　解析フローチャート



第１図　ＮＡＳＴＲＡＮ仮想質量法を用いたサプレッションチェンバ内部水の有効質量算定手順

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3.2 Guyan 縮約法 本コードのうち，Guyan 縮約法の解析理論について述べる。 動的問題に対する基礎方程式は，縮約を行う前に u_f セットに対して組み立てられる。縮約を行う前の標準マトリクス方程式は次式の形になる $$\begin{bmatrix}\bar{M}_{aa} & M_{ao}\\ M_{oa} & M_{oo}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\ddot{u}_a\\ \ddot{u}_o\end{Bmatrix}+\begin{bmatrix}\bar{B}_{aa} & B_{ao}\\ B_{oa} & B_{oo}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\dot{u}_a\\ \dot{u}_o\end{Bmatrix}+\begin{bmatrix}\bar{K}_{aa} & K_{ao}\\ K_{oa} & K_{oo}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u_a\\ u_o\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}\bar{P}_a\\ P_o\end{Bmatrix} \quad (1)$$ ここで u_a，$\dot{u}_a$，$\ddot{u}_a$ ： 解析セットに残される変位，速度，加速度自由度 u_o，$\dot{u}_o$，$\ddot{u}_o$ ： 消去セットに入れて消去される変位，速度，加速度自由度 $\bar{P}_a$，P_o ： 作用荷重 フリーボディ運動は解析セットに含めなければならない。そうしなければ，K_{oo}が特異になってしまう。バーを付けた量（$\bar{P}$など）は縮約の対象にならない量を示す。 静的問題では，質量と減衰効果を無視して，式(1)下段の分割行を解いて u_o を計算することができる。 $$\{u_o\}=-[K_{oo}^{-1}]([K_{oa}]\{u_a\}+\{P_o\}) \quad (2)$$ 式(2)の右辺は，Guyan マトリクス G_o と静的補正変位 u_o^o の 2 つの部分に分解して，次式で表すことができる。 $$[G_o]=-[K_{oo}^{-1}][K_{oa}] \quad (3)$$ $$\{u_o^o\}=[K_{oo}^{-1}]\{P_o\} \quad (4)$$ 式(2)から式(4)を式(1)上段の分割行に代入すれば厳密な静的救解の系が得られ，次式の形に縮約された静解析方程式になる。 $$[K_{aa}]\{u_a\}=\{P_a\} \quad (5)$$ $$\{u_o\}=[G_o]\{u_a\}+\{u_o^o\} \quad (6)$$ ここで $$[K_{aa}]=[\bar{K}_{aa}]+[K_{ao}][G_o] \quad (7)$$ $$\{P_a\}=\{\bar{P}_a\}+[G_o^T]\{P_o\} \quad (8)$$ これに対して，動解析では，ベクトル $\ddot{u}_o$ と $\dot{u}_o$ を近似することによって系の次数を小さくすることができる。静的マトリクス方程式から出発して縮約を行うのがよい。式(6)から次式の変換を定義する。 $$\{u_f\}=\begin{Bmatrix}u_a\\ u_o\end{Bmatrix}=[H_f]\{u_f'\} \quad (9)$$	5.　Ｇｕｙａｎ縮約法 本コードのうち，Ｇｕｙａｎ縮約法の解析理論について述べる。 動的問題に対する基礎方程式は，縮約を行う前にu_fセットに対して組み立てられる。縮約を行う前の標準マトリクス方程式は次式の形になる $$\begin{bmatrix}\overline{M}_{a\,a} & M_{a\,0}\\ M_{0\,a} & M_{0\,0}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\ddot{u}_a\\ \ddot{u}_0\end{Bmatrix}+\begin{bmatrix}\overline{B}_{a\,a} & B_{a\,0}\\ B_{0\,a} & B_{0\,0}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\dot{u}_a\\ \dot{u}_0\end{Bmatrix}+\begin{bmatrix}\overline{K}_{a\,a} & K_{a\,0}\\ K_{0\,a} & K_{0\,0}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u_a\\ u_0\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}\overline{P}_a\\ P_0\end{Bmatrix} \quad （1）$$ ここで u_a，$\dot{u}_a$，$\ddot{u}_a$ ：解析セットに残される変位，速度，加速度自由度 u_0，$\dot{u}_0$，$\ddot{u}_0$ ：消去セットに入れて消去される変位，速度，加速度自由度 $\overline{P}_a$，P_0 ：作用荷重 フリーボディ運動は解析セットに含めなければならない。そうしなければ，$K_{0\,0}$が特異になってしまう。バーを付けた量（$\overline{P}$など）は縮約の対象にならない量を示す。 静的問題では，質量と減衰効果を無視して，式（1）下段の分割行を解いてu_0を計算することができる。 $$\{u_0\}=-[K_{0\,0}^{-1}]([K_{0\,a}]\{u_a\}-\{P_0\}) \quad （2）$$ 式（2）の右辺は，ＧｕｙａｎマトリクスG_0と静的補正変位u_0^0の２つの部分に分解して，次式で表すことができる。 $$[G_0]=-[K_{0\,0}^{-1}][K_{0\,a}] \quad （3）$$ $$\{u_0^0\}=[K_{0\,0}^{-1}]\{P_0\} \quad （4）$$ 式（2）から式（4）を式（1）上段の分割行に代入すれば厳密な静的救解の系が得られ，次式の形に縮約された静解析方程式になる。 $$[K_{a\,a}]\{u_a\}=\{P_a\} \quad （5）$$ $$\{u_0\}=[G_0]\{u_a\}+\{u_0^0\} \quad （6）$$ ここで $$[K_{a\,a}]=[\overline{K}_{a\,a}]+[K_{a\,0}][G_0] \quad （7）$$ $$\{P_a\}=\{\overline{P}_a\}+[G_0^T]\{P_0\} \quad （8）$$ これに対して，動解析では，ベクトル$\ddot{u}_0$と$\dot{u}_0$を近似することによって系の次数を小さくすることができる。静的マトリクス方程式から出発して縮約を行うのがよい。式（6）から次式の変換を定義する。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
ここで， $$\{u_f'\} = \begin{Bmatrix} u_a \\ u_o^o \end{Bmatrix} \quad (10)$$ $$[H_f] = \begin{bmatrix} I & 0 \\ G_o & I \end{bmatrix} \quad (11)$$ ここで，$\boldsymbol{u_o^o}$ は，静的変位形状に対する変位増分である。式(1)で表される系は，精度を落とすことなく新しい座標系に変換することができる。変換された系における剛性マトリクスは次式の形になる。 $$[K_{ff}'] = \begin{bmatrix} I & G_o^T \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_{aa} & K_{ao} \\ K_{oa} & K_{oo} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ G_o & I \end{bmatrix} \quad (12)$$ マトリクスの乗算を行い，式(3)を代入すると，次式が得られる。 $$[K_{ff}'] = \begin{bmatrix} K_{aa} & 0 \\ 0 & K_{oo} \end{bmatrix} \quad (13)$$ 剛性マトリクス内の連成は解除されたが，質量と減衰マトリクスは最初の系より連成が増える結果になる。減衰マトリクスは質量マトリクスと同じ形であるから，ここでは減衰マトリクスを省略して考える。厳密な変換系は次式の形になる。 $$\begin{bmatrix} M_{aa}' & M_{ao}' \\ M_{pa}' & M_{oo}' \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_a \\ \ddot{u}_o \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{aa} & 0 \\ 0 & K_{oo} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_a \\ u_o \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_a \\ P_o \end{Bmatrix} \quad (14)$$ ここで， $$[M_{aa}'] = [M_{aa}] + [M_{ao}]\ [G_o] + [G_o]^T [M_{oa} + M_{oo} G_o] \quad (15)$$ $$[M_{ao}'] = [M_{oa}'^T] = [M_{ao}] + [G_o^T M_{oo}] \quad (16)$$ $$[M_{oo}'] = [M_{oo}] \quad (17)$$ B_{ff}' の減衰マトリクス成分は，質量マトリクス分割と同じ形で表すことができる。 マトリクスが対称変換でなくても，上記と同じ変換を得る方法を次に紹介する。まず，式(1)～(8)から，縮約される加速度の影響を以下の式で見積もる。 $$\{\ddot{u}_o\} \cong [G_o]\{\ddot{u}_a\} \quad (18)$$ 式(18)を式(1)下段の分割行に代入して u_o に関して解くと，以下の近似式が得られる。 $$\{u_o\} = [K_{oo}^{-1}](\{P_o\} - [K_{oa}]\{u_a\} - [M_{oa} + M_{oo} G_o]\{\ddot{u}_a\}) \quad (19)$$ K_{oa} に関する式(3)及び質量項に関する式(16)を式(19)に代入すると，次式が得られる。 $$\{u_o\} \cong [G_o]\{u_a\} + K_{oo}^{-1}[\{P_o\} - [M_{oa}']\{\ddot{u}_a\}] \quad (20)$$ 式(18)と式(20)を式(1)上段の分割行に代入すると，次式が得られる。	$$\{u_f\} = \begin{Bmatrix} u_a \\ u_0 \end{Bmatrix} = [H_f]\{u_f'\} \quad (9)$$ ここで， $$\{u_f'\} = \begin{Bmatrix} u_a \\ u_0^0 \end{Bmatrix} \quad (10)$$ $$[H_f] = \begin{bmatrix} I & 0 \\ G_0 & I \end{bmatrix} \quad (11)$$ ここで，u_0^0は静的変位形状に対する変位増分である。式（１）で表される系は，精度を落とすことなく新しい座標系に変換することができる。変換された系における剛性マトリクスは次式の形になる。 $$[K_{f\,f}'] = \begin{bmatrix} I & G_0^T \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_{a\,a} & K_{a\,0} \\ K_{0\,a} & K_{0\,0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ G_0 & I \end{bmatrix} \quad (12)$$ マトリクスの乗算を行い，式（３）を代入すると，次式が得られる。 $$[K_{f\,f}'] = \begin{bmatrix} K_{a\,a} & 0 \\ 0 & K_{0\,0} \end{bmatrix} \quad (13)$$ 剛性マトリクス内の連成は解除されたが，質量と減衰マトリクスは最初の系より連成が増える結果になる。減衰マトリクスは質量マトリクスと同じ形であるから，ここでは減衰マトリクスを省略して考える。厳密な変換系は次式の形になる。 $$\begin{bmatrix} M_{a\,a}' & M_{a\,0}' \\ M_{0\,a}' & M_{0\,0}' \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_a \\ \ddot{u}_0 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{a\,a} & 0 \\ 0 & K_{0\,0} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_a \\ u_0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_a \\ P_0 \end{Bmatrix} \quad (14)$$ ここで， $$[M_{a\,a}'] = [M_{a\,a}] + [M_{a\,0}][G_0] + [G_0]^T [M_{0\,a} + M_{0\,0} G_0] \quad (15)$$ $$[M_{a\,0}'] = [M_{0\,a}'^T] = [M_{a\,0}] + [G_0^T M_{0\,0}] \quad (16)$$ $$[M_{0\,0}'] = [M_{0\,0}] \quad (17)$$ $B_{f\,f}'$の減衰マトリクス成分は，質量マトリクス分割と同じ形で表すことができる。マトリクスが対称変換でなくても，上記と同じ変換を得る方法を次に紹介する。まず，式（１）～（８）から，縮約される加速度の影響を以下の式で見積もる。 $$\{\ddot{u}_0\} \cong [G_0]\{\ddot{u}_a\} \quad (18)$$ 式（18）を式（１）下段の分割行に代入してu_0に関して解くと，以下の近似式が得られる。	

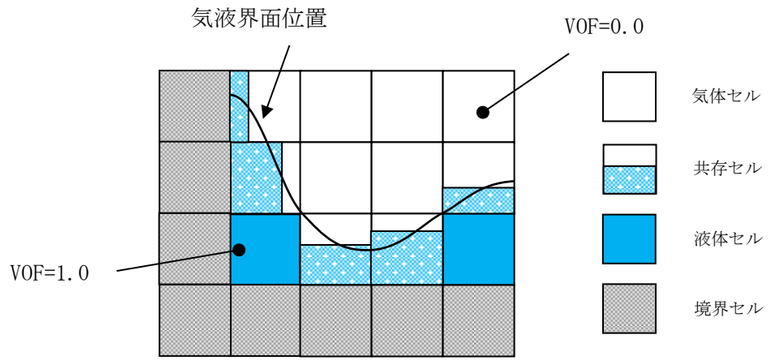
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
$[\bar{M}_{aa}+M_{ao}G_o]\{\ddot{u}_a\}+[\bar{K}_{aa}+K_{ao}G_o]\{u_a\}-[K_{ao}K_{oo}^{-1}][M_{oa}+M_{oo}G_o]\{\ddot{u}_a\}$ $=\{\bar{P}_a\}-[K_{ao}][K_{oo}^{-1}]\{P_o\}$ (21) 項を整理すると，式(14)～式(17)と同じ結果が得られる。 上記の縮約手順から，Guyan 変換の特長がわかる。 ・近似が導入されるのは加速度成分のみである（式(18)）。 ・縮約した系の剛性成分は厳密な内容である。 ・式(14)及び式(20)で定義される内部変位はほとんど等しい。	$\{u_0\}=[K_{00}^{-1}](\{P_0\}-[K_{0a}]\{u_a\}-[M_{0a}+M_{00}G_0]\{\ddot{u}_a\})$ (19) K_{0a}に関する式（３）及び質量項に関する式（16）を式（19）に代入すると，次式が得られる。 $\{u_0\}\cong[G_0]\{u_a\}+K_{00}^{-1}[\{P_0\}-[M'_{0a}]\{\ddot{u}_a\}]$ (20) 式（18）と式（20）を式（１）上段の分割行に代入すると，次式が得られる。 $[\overline{M}_{aa}+M_{a0}G_0]\{\ddot{u}_a\}+[\overline{K}_{aa}+K_{a0}G_0]\{u_a\}$ $-[K_{a0}K_{00}^{-1}][M_{0a}+M_{00}G_0]\{\ddot{u}_a\}=\{\overline{P_0}\}-[K_{a0}][K_{00}^{-1}]\{P_0\}$ (21) 項を整理すると，式（14）～式（17）と同じ結果が得られる。 上記の縮約手順から，Ｇｕｙａｎ変換の特長がわかる。 ・近似が導入されるのは加速度成分のみである（式（18））。 ・縮約した系の剛性成分は厳密な内容である。 ・式（14）及び式（20）で定義される内部変位はほとんど等しい。	

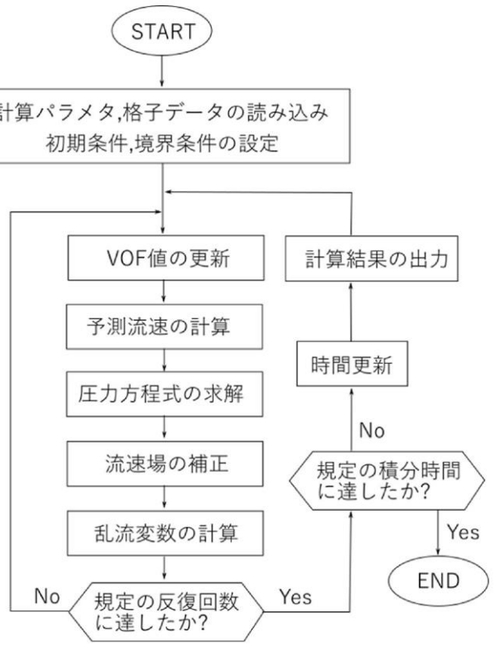
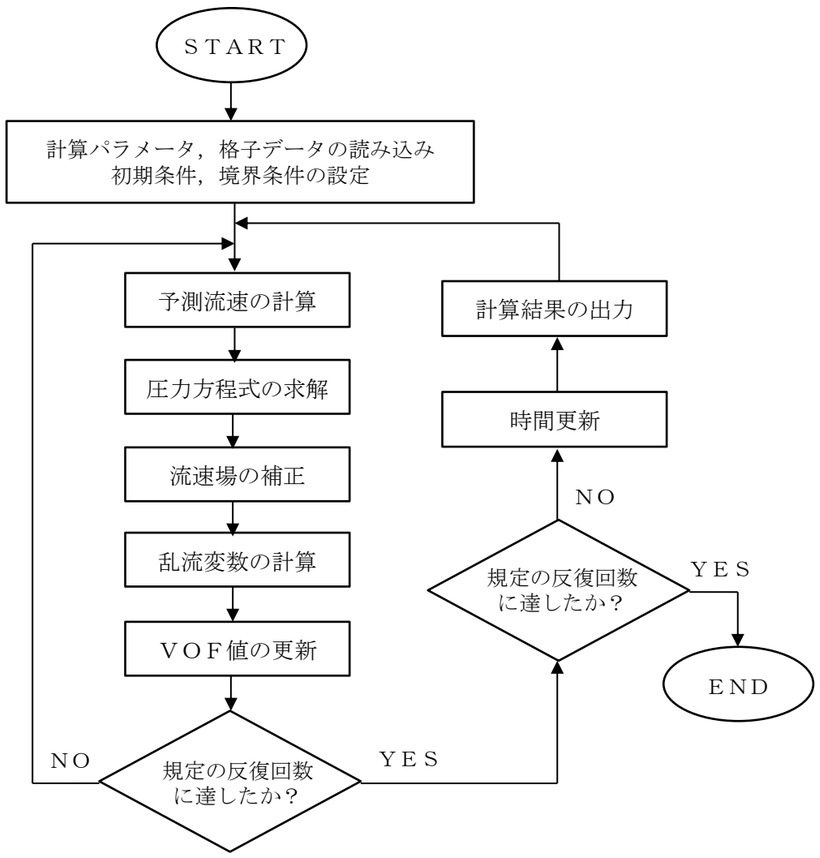
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
（2）OpenFOAM		・適用する流体解析コードの相違

<table>
<tr>
<th>女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）</th>
<th>島根原子力発電所　２号炉</th>
<th>備考</th>
</tr>
<tr>
<td>
解析コード：OpenFOAM
<table>
<tr><td>コード名</td><td>OpenFOAM</td></tr>
<tr><td>開発機関</td><td>OpenCFD Ltd</td></tr>
<tr><td>開発時期</td><td>2004 年</td></tr>
<tr><td>使用したバージョン</td><td>2.3，4.1</td></tr>
<tr><td>使用目的</td><td>流体解析によるスロッシング荷重算定</td></tr>
<tr><td>コードの概要</td><td>OpenFOAM は，偏微分方程式を数値的に解くためのライブラリとソルバー群からなるオープンソースコードである。特に流体計算のためのソルバーが充実しており，汎用流体解析コードとして使用されることが多い。基礎式は有限体積法で離散化されており各種物理量の保存特性が良く，数値安定性に優れている。加えて，非構造格子の採用による複雑境界の取り扱いが可能であることから，実用解析に向いている。世界規模のユーザーズコミュニティーがあり，多様な科学的・工学的分野での使用実績がある。</td></tr>
<tr><td>検証と妥当性の確認</td><td>本コードは機械，土木，建築及び気象を含めたさまざまな分野・業界で使用されている。
[検証]
本コードの検証は以下のとおり実施済みである。
・サプレッションチェンバの模擬試験体による振動試験により算定された有効質量比と OpenFOAM により算定された有効質量比が一致することを確認している。
・流体力学分野における典型的な事象について，解析結果が理論解及び実験結果と一致することを確認している。
・本コードの適用条件について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。
[妥当性確認]
本コードの妥当性確認の内容は以下のとおりである。
・本コードは機械，土木，建築及び気象を含めたさまざまな分野で使用された実績があり，妥当性は十分に確認されている。
・開発機関が提示するマニュアルにより，今回のスロッシング解析に，本コードが適用できることを確認している。
・検証の体系と今回の解析体系とが同等であることから，検証の結果をもって，解析の妥当性が確認できる。</td></tr>
</table>
</td>
<td>
（２）Ｆｌｕｅｎｔ

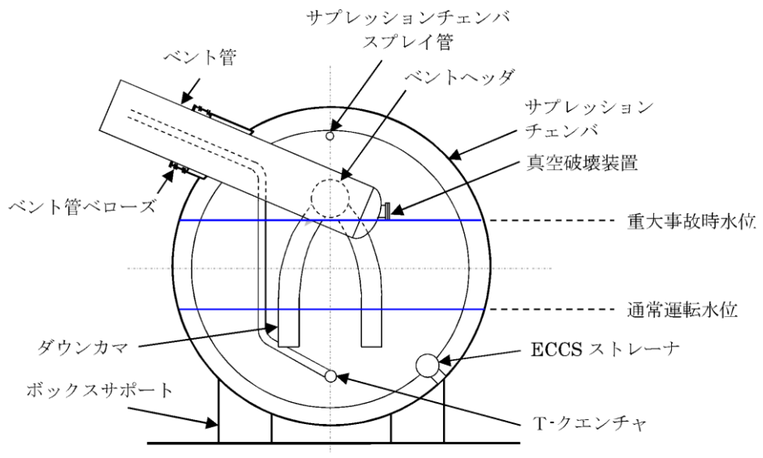
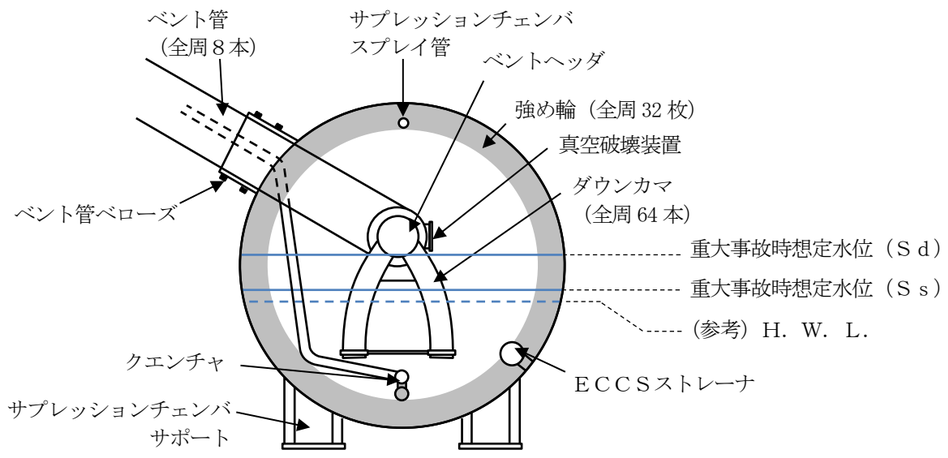
解析コードの概要
<table>
<tr><td>コード名</td><td>Fluent</td></tr>
<tr><td>開発機関</td><td>ANSYS，　Inc</td></tr>
<tr><td>開発時期</td><td>2017 年（初版開発時期 1983 年）</td></tr>
<tr><td>使用したバージョン</td><td>Ver.18.2.0</td></tr>
<tr><td>コードの概要</td><td>ANSYS Fluentは汎用熱流体解析コードであり，数値流体力学解析の初心者からエキスパートまで，幅広い要求に応える使いやすさと多くの機能を備える。有限体積法をベースとした非構造格子に対応するソルバを搭載しており，VOF（Volume of Fluid）法を用いて溢水を伴う大波高現象の解析を実施することが可能である。VOF法はスロッシング解析における精度の高い手法であり，複雑な容器形状や流体の非線形現象を考慮する場合に有効である。</td></tr>
<tr><td>検証と妥当性の確認</td><td>[検証]
・本解析コードは有限体積法を用いた汎用流体解析プログラムであり，数多くの研究機関や企業において，様々な分野の流体解析に広く利用されていることを確認している。
・流体力学分野における典型的な事象について，解析結果が理論解及び実験結果と一致することを確認している。
・本解析コードの製品開発，テスト，メンテナンス，サポートの各プロセスは，United States Nuclear Regulatory Commission（アメリカ合衆国原子力規制委員会）の品質要件を満たしている。
[妥当性確認]
・本解析コードは，航空宇宙，自動車，化学などの様々な分野における使用実績を有しており，妥当性は十分に確認されている。
・２次元スロッシング問題の解析結果と実験結果とを比較し，よく一致することを確認している。</td></tr>
</table>
</td>
<td>・適用する流体解析コードの相違</td>
</tr>
</table>

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
1. 概要 OpenFOAM は，偏微分方程式を数値的に解くためのライブラリとソルバー群からなるオープンソースコードである。特に流体計算のためのソルバーが充実しており，汎用流体解析コードとして使用されることが多い。基礎式は有限体積法で離散化されており各種物理量の保存特性が良く，数値安定性に優れている。加えて，非構造格子の採用による複雑境界の取り扱いが可能であることから，実用解析に向いている。 世界規模のユーザーズコミュニティーがあり，多様な科学的・工学的分野での使用実績がある。 2. 本コードの特徴 1) 本コードの主な解析機能は，以下のとおり ・非圧縮性・圧縮性流れの定常・非定常解析 ・ニュートン・非ニュートン流体の取り扱い ・熱・物質の輸送，化学反応，燃焼，粒子追跡 ・単相流，多相流，熱物理的状態変化，自由表面流 ・層流・乱流，音響，固体力学，電磁気学 2) ソースコードが公開されており，世界規模のユーザー・開発者のコミュニティがある 3) ソースコードは，オブジェクト指向で設計されており可読性・保守性に優れている 4) 非構造格子の採用による複雑境界の表現と格子細分化が可能である 5) MPI(Message Passing Interface)による並列処理に対応している 3. 解析理論 複数ある OpenFOAM ソルバーのうち，VOF(Volume Of Fluid) 法による非圧縮性の気液二相流ソルバーである interFoam の解析理論について述べる。 基礎式はアンサンブル平均を施した Navier-Stokes 方程式であり，次のように連続の式（質量保存式）(1)と運動量保存式(2)からなる。 $$\nabla \cdot U = 0 \qquad (1)$$ $$\frac{\partial \rho U}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U U) = -\nabla p + \nabla \cdot (2\mu S + \tau) + \rho g + \rho f \qquad (2)$$ ここで，t は時間，U，p，ρ，μはそれぞれ流体の速度ベクトル，圧力，密度，粘性係数を意味し，Ｓとτはそれぞれ歪み速度テンソルとレイノルズ応力を表す。g は重力加速度ベクトルであり，f は体積力としての外力である。また，気液界面を追跡するために，VOF 値と呼ばれる液相の体積割合αの輸送方程式を考える。 $$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha U) = 0 \qquad (3)$$	1.　概要 ANSYS Fluent は汎用熱流体解析コードであり，数値流体力学解析の初心者からエキスパートまで，幅広い要求に応える使いやすさと多くの機能を備える。有限体積法をベースとした非構造格子に対応するソルバを搭載しており，ＶＯＦ（Volume of Fluid）法を用いて溢水を伴う大波高現象の解析を実施することが可能である。ＶＯＦ法はスロッシング解析における精度の高い手法であり，複雑な容器形状や流体の非線形現象を考慮する場合に有効である。 2. 本コードの特徴 １）本コードの主な解析機能をつぎに列挙する ・非圧縮性・圧縮性流れの定常・非定常解析 ・ニュートン・非ニュートン流体の取り扱い ・熱・物質の輸送，化学反応，燃焼，粒子追跡 ・単相流，多相流，熱物理的状態変化，自由表面流 ・層流・乱流，音響 ２）　非構造格子の採用による複雑境界の表現と格子細分化が可能である ３）ＭＰＩ（Message Passing Interface）による並列処理に対応している 3.　解析理論 (1)　ＶＯＦ法について ＶＯＦは下式に示すように計算格子（セル）における流体の割合を示すスカラー量である。スロッシング解析では水を 100%含む計算セルをＶＯＦ＝1.0，水が存在せず 100%空気の計算セルをＶＯＦ＝0.0 としている。ＶＯＦの計算セルの例を第 1 図に示す。 $$\alpha_1 = \frac{V_1}{V} \qquad (1)$$ α_1　：ＶＯＦ値 V_1　：流体体積 Ｖ　：計算セル体積	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
そして，流体の密度と粘性係数は VOF 値を用いてそれぞれ次式で与える。 $\rho = \alpha\rho_l + (1 - \alpha)\rho_g$ (4) $\mu = \alpha\mu_l + (1 - \alpha)\mu_g$ (5) ただし，下付き添え字の l，g はそれぞれ液相，気相を意味する。	 第１図　ＶＯＦ計算セルの例 (2)　基礎方程式 ＶＯＦに対して下記の輸送方程式を解く。 $\frac{\partial \alpha_1}{\partial t} + \frac{\partial \alpha_1 u_i}{\partial x_i} = 0$ （２） ただし，u_i は i 方向（ｉ＝１，２，３）の流速を意味する。 式（２）の u_i は式（３）の質量保存式，式（４）の運動量保存式より計算する。 $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho\, u_i}{\partial x_i} = 0$ （３） $\frac{\partial \rho\, u_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho\, u_i u_j}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\tau_{i\ j} + K_i$ （４） ただし，ρ，p，$\tau_{i\ j}$，K_i はそれぞれ密度，圧力，粘性応力テンソル，外力を意味する。 式（３）及び式（４）で用いる密度 ρ は式（５）により計算する。 $\rho = \alpha_1\rho_1 + (1 - \alpha_1)\ \rho_g$ （５） ただし，ρ_1，ρ_g はそれぞれ水密度，空気密度を意味する。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4. 解析フローチャート 支配方程式である式(1)から式(5)は，コロケート格子を用いた有限体積法で離散化され，数値的に解かれる。流速と圧力の連成手法には非定常解を得るための予測子-修正子手法の一種であるPISO 法が用いられる。 気液二相流ソルバーinterFoam の計算アルゴリズムを参考 5-2 図に示す。  参考 5-2 図　計算アルゴリズム	4.　解析フローチャート 支配方程式である式（１）から式（５）は，コロケート格子を用いた有限体積法で離散化され，数値的に解かれる。流速と圧力の連成手法には非定常解を得るための予測子-修正子手法の一種であるＰＩＳＯ法が用いられる。 Ｆｌｕｅｎｔソルバーの計算アルゴリズムを第２図に示す。  第２図　計算アルゴリズム	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料６ 有効質量を適用する設備について 1. 概要 女川２号炉の今回工認においては，サプレッションチェンバ内部水に対して有効質量を適用して水平方向の地震荷重を算出することから，これに関連して，耐震評価上の扱いとして有効質量を適用する設備及びスロッシング影響を検討する設備を整理する。 2. 対象設備の整理 対象設備の整理に当たっては，サプレッションチェンバに関連する設備を抽出し，抽出された設備に対して，有効質量適用の有無及びスロッシング影響検討の要否を整理する。サプレッションチェンバの断面概要図を参考 6-1 図に示す。 3. 有効質量適用の有無 有効質量を適用する設備とは，抽出された設備に対する応力評価等において，サプレッションチェンバ内部水に対して有効質量を適用して算出された水平方向の地震荷重を用いる設備とする。なお，有効質量の適用により発生応力が低減すると考えられる。 4. スロッシング影響検討の要否 サプレッションチェンバ内部水に対する有効質量の適用に伴い，スロッシング荷重を個別評価するため，抽出された設備の設置位置，水位条件及び流動解析によるスロッシング挙動を考慮して，スロッシング影響検討の要否を判断する。 また，スロッシング影響検討の要否は，抽出された設備の応力評価に加えて，機能要求（圧力抑制機能，蒸気凝縮機能）の観点からも確認するとともに，機能要求時の地震との組合せ，設備の構造的特徴を踏まえて判断する。 なお，既工認では，サプレッションチェンバ内部水全体を剛体としているため，水平方向の地震荷重にスロッシング荷重が包含される。 5. 整理結果 整理結果を参考 6-1 表に示す。 有効質量を適用する設備は，サプレッションチェンバ及びボックスサポートであると整理した。 また，スロッシング影響を検討する設備は，サプレッションチェンバ，ボックスサポート，ダウンカマ，ベントヘッダ，ベント管，ECCS ストレーナ及び T-クエンチャであると整理した。	参考資料６ 有効質量を適用する設備について 1. 概要 島根２号炉の今回工認においては，サプレッションチェンバ内部水に対して有効質量を適用して水平方向の地震荷重を算出することから，これに関連して，耐震評価上の扱いとして有効質量を適用する設備及びスロッシング影響を検討する設備を整理する。 2. 対象設備の整理 対象設備の整理に当たっては，サプレッションチェンバに関連する設備を抽出し，抽出された設備に対して，有効質量適用の有無及びスロッシング影響検討の要否を整理する。サプレッションチェンバの断面概要図を第１図に示す。 3. 有効質量適用の有無 有効質量を適用する設備とは，抽出された設備に対する応力評価等において，サプレッションチェンバ内部水に対して有効質量を適用して算出された水平方向の地震荷重を用いる設備とする。なお，有効質量の適用により発生応力が低減すると考えられる。 4. スロッシング影響検討の要否 サプレッションチェンバ内部水に対する有効質量の適用に伴い，スロッシング荷重を個別評価するため，抽出された設備の設置位置，水位条件及び流動解析によるスロッシング挙動を考慮して，スロッシング影響検討の要否を判断する。 また，スロッシング影響検討の要否は，抽出された設備の応力評価に加えて，機能要求（圧力抑制機能，蒸気凝縮機能）の観点からも確認するとともに，機能要求時の地震との組合せ，設備の構造的特徴を踏まえて判断する。 なお，既工認では，サプレッションチェンバ内部水全体を剛体としているため，水平方向の地震荷重にスロッシング荷重が包含される。 5. 整理結果 サプレッションチェンバ内部水によるスロッシング影響検討要否の整理結果を第 1 表に示す。有効質量を適用する設備は，サプレッションチェンバ，サプレッションチェンバサポート，サプレッションチェンバスプレイ管及びＥＣＣＳストレーナとした。また，スロッシング影響を検討する設備は，サプレッションチェンバ，サプレッションチェンバサポート，ダウンカマ，ベントヘッダ，ベント管，ＥＣＣＳストレーナ及びクエンチャとした。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
なお，ベント管ベローズは，今回工認で適用するサプレッションチェンバの地震応答解析から算出される変位を用いるため，有効質量を適用し，スロッシング影響を検討する設備と整理した。 ここで，スロッシング影響を検討するサプレッションチェンバの内部構造物のうち表面積が大きく，スロッシング荷重が大きいと考えられるダウンカマ（SA 時水位よりも高い水位）を代表として，水平１方向及び水平２方向入力によるスロッシング荷重を比較し，その影響について確認した結果を参考 6-2 表に，スロッシング荷重の入力方向及び応力評価部位を参考 6-2 図に示す。 確認の結果，水平２方向入力によるスロッシング荷重は，水平１方向入力によるスロッシング荷重（水平１方向荷重の√２倍の荷重）よりも小さく，設計基準事故時に想定されるダウンカマに対するチャギング荷重と同程度であり，構造成立性に大きな影響を与えるものではない。	なお，ベント管ベローズは，今回工認で適用するサプレッションチェンバの地震応答解析から算出される変位を用いるため，有効質量を適用し，スロッシング影響を検討する設備とした。 スロッシング影響を検討するサプレッションチェンバの内部構造物のうち，表面積が大きく，スロッシング荷重が大きいと考えられるダウンカマを代表として選定し，スロッシング荷重の影響を確認する。水平１方向及び水平２方向入力によるスロッシング荷重（重大事故時想定水位（Ｓｓ），Ｓｓ－Ｄ）を第２表に，スロッシング荷重の入力方向及び応力評価部位を第２図に示す。 確認の結果，水平２方向入力によるスロッシング荷重は，水平１方向入力によるスロッシング荷重（水平１方向荷重の√２倍の荷重）よりも小さく，設計基準事故に想定されるダウンカマに対するチャギング荷重よりも小さいため，構造成立性に大きな影響を与えるものではない。	
6. その他 既工認における主なタンクへの有効質量等の適用実績を参考 6-3 表に示す。	6. その他 島根２号炉の既工認において，内部水を有する主なタンクで有効質量を適用した設備は無い。タンクにおける内部水質量の整理結果を第３表に示す。	・既工認における有効質量の適用実績の相違
 参考 6-1 図　サプレッションチェンバ断面概要図	 第１図　サプレッションチェンバ断面概要図	

参考 6-1 表 有効質量適用の有無及びスロッシングの影響検討の要否の整理結果

対象設備	評価項目	耐震クラス	重大事故等対処設備の設備分類	有効質量を適用する設備（○：適用，－：非適用）		スロッシング影響検討の要否（○：要，－：否）		スロッシングの影響検討しない理由
				DB	SA	DB	SA	
サプレッションチェンバ	応力評価	S	常設重大事故防止設備（設計基準拡張） 常設重大事故緩和設備	○	○	○	○	
ボックスサポート	応力評価	S	常設重大事故防止設備（設計基準拡張） 常設重大事故緩和設備	○	○	○	○	
真空破壊装置	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	－	○＊1	水位条件から DB 時のスロッシング影響は考えられない
ダウンカマ	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	○＊1	○＊1	
	圧力抑制機能					－＊2	－＊3	＊2，＊3
ベントヘッダ	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	－	○＊1	水位条件から DB 時のスロッシング影響は考えられない
ベント管	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	－	○＊1	水位条件から DB 時のスロッシング影響は考えられない
サプレッションチェンバスプレイ管	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故防止設備（設計基準拡張） 常設重大事故緩和設備	－	－	－	－	水位条件から DB/SA 時のスロッシング影響は考えられない
ECCS ストレーナ	応力評価	S	常設重大事故防止設備（設計基準拡張） 常設重大事故緩和設備	－	－	－	－	ストレーナは，メッシュ構造であり，スロッシング荷重による影響が軽微と考えられる
T-クエンチャ	応力評価	B	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	○＊1	○＊1	
	蒸気凝縮機能					○	－＊3	＊3
ベント管ベローズ	応力評価（疲労評価）	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	○	○	○	○	

＊1 当該設備が受けるスロッシング荷重は，流体解析から算出

＊2 機能要求時(運転状態Ⅳ(S))において，独立事象として地震との組合せの発生確率が 10^{-7}/年以下となるため，地震時の圧力抑制機能の検討が不要

＊3 機能要求時(運転状態Ⅴ(S))において，独立事象として地震との組合せの発生確率が 10^{-8}/年以下となるため，地震時の圧力抑制機能及び蒸気凝縮機能の検討が不要

第１表　有効質量を適用する設備及びスロッシングの影響範囲を検討する設備

対象設備	評価	耐震クラス	重大事故等対処設備の設備分類[注4]	有効質量を適用する設備（○：適用，－：非適用）		スロッシング影響検討の要否（○：要，－：否）		スロッシングの影響検討しない理由
				ＳＡ[注5]（Ｓｓ）	ＳＡ[注6]（Ｓｄ）	ＳＡ[注5]（Ｓｓ）	ＳＡ[注6]（Ｓｄ）	
サプレッションチェンバ	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	○	○	○	○	
サプレッションチェンバサポート	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	○	○	○	○	
真空破壊装置	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	－	○[注1]	水位条件からＳＡ（Ｓｓ）でスロッシングの影響はない。
ダウンカマ	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	○[注1]	○[注1]	
	圧力抑制機能					－[注2，注3]	－[注3]	注２，注３
ベントヘッダ	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	－	○[注1]	水位条件からＳＡ（Ｓｓ）でスロッシングの影響はない。
ベント管	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	－	○[注1]	水位条件からＳＡ（Ｓｓ）でスロッシングの影響はない。
サプレッションチェンバスプレイ管	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	○	○	－	－	水位条件からスロッシング影響は考えられない。
ＥＣＣＳストレーナ	応力評価	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故防止設備（設計基準拡張） 常設重大事故緩和設備	○	○	－	－	ストレーナはメッシュ構造であり，スロッシング荷重による影響が軽微と考えられる。
クエンチャ	応力評価	B	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	－	－	○[注1]	○[注1]	
	蒸気凝縮機能					○	－[注3]	注３
ベント管ベローズ	応力評価（疲労評価）	S	常設耐震重要重大事故防止設備 常設重大事故緩和設備	○	○	○	○	

注１ 当該設備が受けるスロッシング荷重は，流体解析から算出

注２ 機能要求時(運転状態Ⅳ(S))において，独立事象として地震との組合せの発生確率が 10^{-7}/年以下となるため，地震時の圧力抑制機能の検討が不要

注３ 機能要求時(運転状態Ⅴ(S))において，独立事象として地震との組合せの発生確率が 10^{-8}/年以下となるため，地震時の圧力抑制機能及び蒸気凝縮機能の検討が不要

注４ 詳細設計段階で変更となる可能性がある

注５ 重大事故後 2×10^{-1}年以降で基準地震動Ｓｓと組み合わせる条件（通常運転時の耐震評価にも適用）

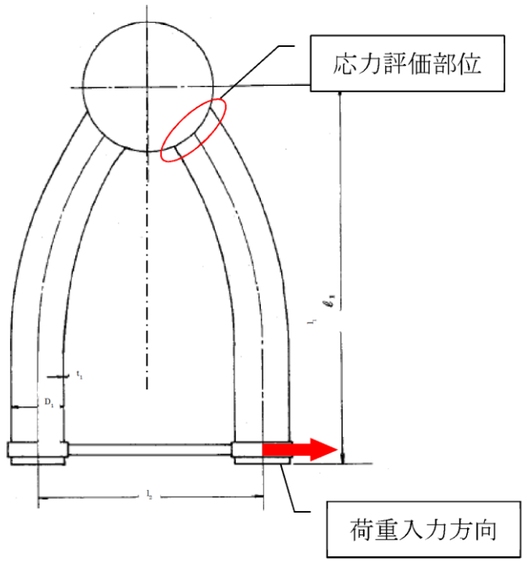
注６ 重大事故後 10^{-2}～2×10^{-1}年で弾性設計用地震動Ｓｄと組み合わせる条件

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 6-2 表　内部構造物に対する水平２方向入力によるスロッシング荷重への影響

対象構造物	水位条件	入力方向	荷重（kN）（水平１方向）	荷重（kN）（水平２方向）	チャギング荷重（kN）
ダウンカマ	SA 時水位より高い水位	水平１方向＋鉛直方向	5.29	7.48(SRSS)	7.69*
		水平２方向＋鉛直方向	－	7.10	

＊ ダウンカマの応力評価の結果，応力強さは 72MPa であり，許容応力 380MPa を下回る。

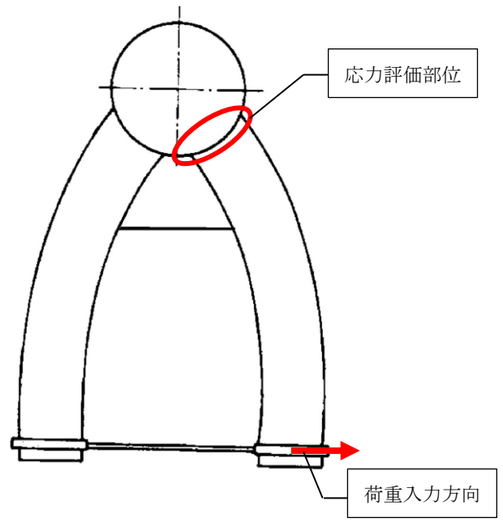


参考 6-2 図　荷重入力方向及び応力評価部位

第 2 表　内部構造物に対する水平２方向入力による
スロッシング荷重への影響

対象構造物	水位条件	入力方向	荷重（kN）（水平１方向）	荷重（kN）（水平２方向）	チャギング荷重（kN）
ダウンカマ	重大事故時想定水位（Ｓｓ）	水平１方向＋鉛直方向[注1]	7.41	10.49（ＳＲＳＳ）	18.4
		水平２方向＋鉛直方向[注2]	－	9.78	

注１　Ｓｓ－Ｄ
注２　ＮＳ方向，鉛直方向：Ｓｓ－Ｄ，ＥＷ方向：位相特性の異なるＳｓ－Ｄ（位相特性の異なるＳｓ－Ｄの作成方針等については参考資料 10 参照）



第 2 図　荷重入力方向及び応力評価部位

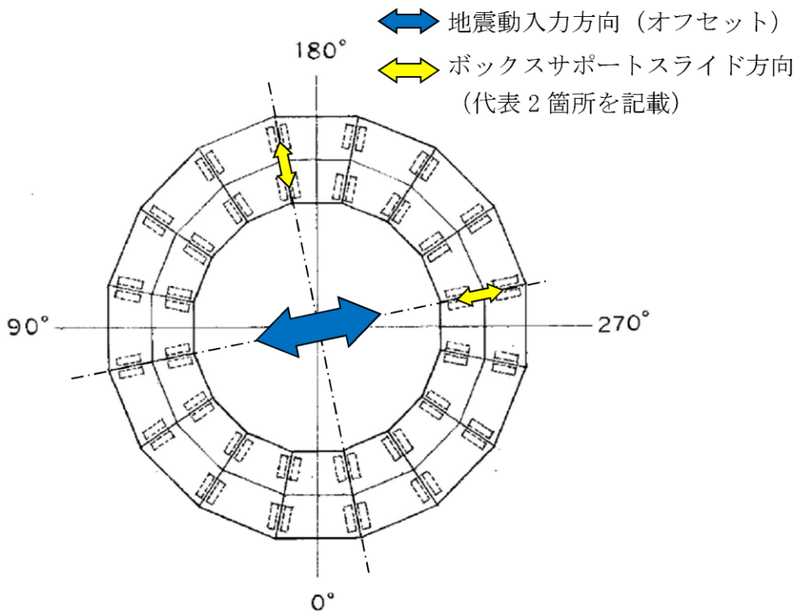
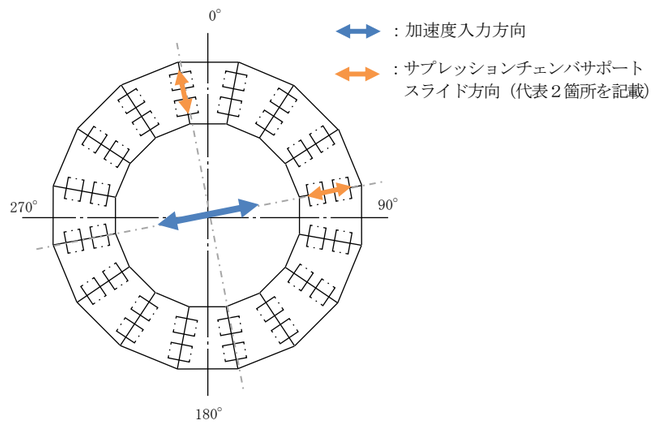
参考6-3 表 既工認における主なタンクへの有効質量等の適用実績

対象設備	評価	耐震クラス	容器の形状	有効質量の適用実績（○：適用，－：非適用）	スロッシング影響の検討実績（○：対象，－：対象外）	備考
ほう酸水注入系貯蔵タンク	応力評価	S	平底たて置円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮
非常用ディーゼル発電設備燃料デイタンク	応力評価	S	スカート支持たて置円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料デイタンク	応力評価	S	スカート支持たて置円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮
復水貯蔵タンク	応力評価	B	平底たて置円筒形容器	○	○*	ハウスナーの手法による内部水の考え方を地震応答解析に適用

＊ スロッシングによる波高が屋根に影響を与えないことを検討している。

第3表 既工認における主なタンクへの有効質量等の適用実績

対象設備	評価	耐震クラス	容器の形状	有効質量の適用実績（○：適用，－：非適用）	スロッシング影響の検討実績（○：対象，－：対象外）	備考
ほう酸水貯蔵タンク	応力評価	S	平底たて置き円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮
非常用ディーゼル発電機燃料デイタンク	応力評価	S	横置き円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイタンク	応力評価	S	横置き円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮
復水貯蔵タンク	応力評価	B	平底たて置き円筒形容器	－	－	内部水の全質量を考慮

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料７ サプレッションチェンバ・ボックスサポートの耐震評価について 1. 概要 女川２号炉の今回工認におけるサプレッションチェンバ及びボックスサポートの耐震評価について，サプレッションチェンバに対する水平方向の地震応答解析における地震動の入力方向，地震応答解析モデルに用いるはりモデル，スペクトルモーダル解析並びにサプレッションチェンバの応力評価に用いる解析モデル及び応力評価の考え方を説明する。 2. 地震応答解析における地震動の入力方向 サプレッションチェンバは，16 セグメントの円筒容器を繋ぎ合わせた円環形状であり，各セグメントの継ぎ目に２箇所ずつ全 32 箇所のボックスサポートが設けられており，参考 7-1 図のとおり，プラント方位に対してオフセットした配列となっている。 また，ボックスサポートは，径方向にスライドし，周方向に固定される構造となっているため，サプレッションチェンバに対する水平方向の地震応答解析における地震動の入力方向の配慮として，ボックスサポートに最大の荷重が加わるようにオフセットする。なお，この地震動の入力方向は，既工認と同様である。  参考 7-1 図 サプレッションチェンバへの地震荷重入力方向	参考資料７ サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート の耐震評価について 1. 概要 島根２号炉の今回工認におけるサプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートの耐震評価について，サプレッションチェンバに対する水平方向の地震応答解析における地震動の入力方向，地震応答解析モデルに用いるはりモデル，スペクトルモーダル解析並びにサプレッションチェンバの応力評価に用いる解析モデル及び応力評価の考え方を説明する。 2. 地震応答解析における地震動の入力方向 サプレッションチェンバは 16 セグメントの円筒容器を繋ぎ合わせた円環形状容器である。各セグメントの継ぎ目に２箇所ずつ全 32 箇所のサポートが設けられており，第１図のとおり，プラント方位に対してオフセットした配列となっている。 また，サポートは，径方向にスライドし，周方向に固定される構造となっているため，サプレッションチェンバに対する水平方向の地震応答解析における地震動の入力方向の配慮として，サポートに最大の荷重が加わるようにオフセットする。なお，既工認ではプラント方位に沿った水平方向入力を行っており，今回工認において地震動の入力方向を見直している。  第１図　サプレッションチェンバへの地震荷重入力方向	・既工認における解析条件の相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3. 地震応答解析モデル 3.1 地震応答解析モデルのモデル化の考え方 サプレッションチェンバの耐震設計においては，内部水及び容器の振動モードを考慮し，流体解析によるスロッシング評価及び３次元はりモデルによる地震応答解析を実施する。 ここで，内部水を有する容器に対する既往知見＊として，特に薄肉円筒容器（たて置円筒容器）については，バルジング（ビーム振動及びオーバル振動と分類）が生じることが知られていることから，サプレッションチェンバの耐震設計では，ビーム振動については，３次元はりモデルを用いた地震応答解析により地震荷重を評価し，オーバル振動については，強め輪によりサプレッションチェンバの変形を防止する設計である(参考 7-1 表，参考 7-2 図参照)。 また，サプレッションチェンバ内部水の流動による局部的な圧力については，汎用流体解析コード OpenFOAM による流動解析の結果，局部的な圧力は，10kPa 程度であり，サプレッションチェンバの設計圧力（427kPa)及び SA 耐性条件（854kPa）と比較し，十分に小さく，部分的であるため，サプレッションチェンバの地震応答解析へ与える影響はない（参考 7-3 図，参考 7-4 図参照)。サプレッションチェンバ内部の圧力分布については，NASTRAN により算出される有効質量分布と同様であり，NASTRAN による有効質量は，Guyan 縮約法により，サプレッションチェンバのはりモデルへ適切に反映される。 したがって，サプレッションチェンバの耐震評価は，強め輪の効果により小円断面（1 セグメントの断面）のオーバル振動が抑制されること，流動によるサプレッションチェンバ内面の局部的な圧力が設計圧力等よりも十分に小さく，部分的であることを踏まえると，サプレッションチェンバに有効質量を考慮したはりモデルは，ビーム振動及び大円（円環）の変形を模擬できることから，サプレッションチェンバ各部の地震荷重を算出するのに適した地震応答解析モデルと考える。 ＊ 振動試験による円筒形貯水タンクの耐震性評価―動液圧分布の入力加速度依存性について―，INSS JOURNAL，Vol.11，pp.117-128(2004)	3.　地震応答解析モデル 3.1　地震応答解析モデルのモデル化の考え方 サプレッションチェンバの耐震設計においては，内部水及び容器の振動モードを考慮し，流体解析によるスロッシング評価及び３次元はりモデルによる地震応答解析を実施する。 ここで，内部水を有する容器に対する既往知見[1]として，特に薄肉円筒容器（縦置き）については，バルジング（ビーム振動及びオーバル振動と分類）が生じることが知られていることから，サプレッションチェンバの耐震設計では，ビーム振動については，３次元はりモデルを用いた地震応答解析により地震荷重を評価し，オーバル振動については，強め輪によりサプレッションチェンバの変形を防止する設計として考慮する（第１表，第２図参照)。 また，サプレッションチェンバ内部水の流動による局部的な圧力については，汎用流体解析コードＦｌｕｅｎｔによる流動解析の結果，局部的な圧力は 3kPa 程度であり，サプレッションチェンバの設計圧力（427kPa）及びＳＡ耐性条件（853kPa）と比較して小さく部分的であるため，サプレッションチェンバの地震応答解析へ与える影響はない（第３図，第４図参照)。サプレッションチェンバ内部の圧力分布については，ＮＡＳＴＲＡＮにより算出される有効質量分布と同様であり，ＮＡＳＴＲＡＮによる有効質量は，Ｇｕｙａｎ縮約法により，サプレッションチェンバのはりモデルへ適切に反映される。 したがって，サプレッションチェンバの耐震評価は，強め輪の効果により小円断面（１セグメントの断面）のオーバル振動が抑制されること，流動によるサプレッションチェンバ内面の局部的な圧力が設計圧力等よりも小さく部分的であることを踏まえると，サプレッションチェンバに有効質量を考慮したはりモデルは，ビーム振動及び大円（円環）の変形を模擬できることから，サプレッションチェンバ各部の地震荷重を算出するのに適した地震応答解析モデルと考える。 [1] 振動試験による円筒形貯水タンクの耐震性評価－動液圧分布の入力加速度依存性について－，INSS JOURNAL，Vol.11，pp.117-128 (2004)	・適用する流体解析コードの相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）

参考 7-1 表　振動モードに対するサプレッションチェンバの耐震設計

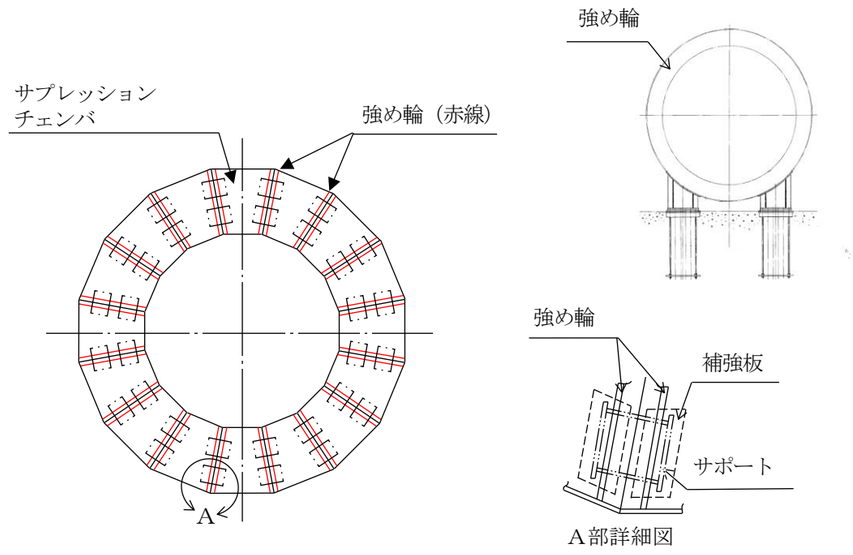
振動モード（既往知見※に基づく定義）		振動の特徴	サプレッションチェンバの耐震設計
スロッシング		大きな液面変動を伴い揺動	汎用流体解析コード OpenFOAM により算出したスロッシング荷重を考慮
バルジング	ビーム振動	タンクがあたかも梁のように振動	NASTRAN により算出した有効質量を考慮した３次元はりモデルによる地震荷重を考慮
	オーバル振動	タンク壁面が花びら状に変形する振動	S/C 内部に強め輪（合計 64 枚）を取り付け（参考 7-2 図参照），サプレッションチェンバの変形を防止（サプレッションチェンバのオーバル振動を抑制）

参考 7-2 図　サプレッションチェンバ断面図

島根原子力発電所　２号炉

第１表　振動モードに対するサプレッションチェンバの耐震設計

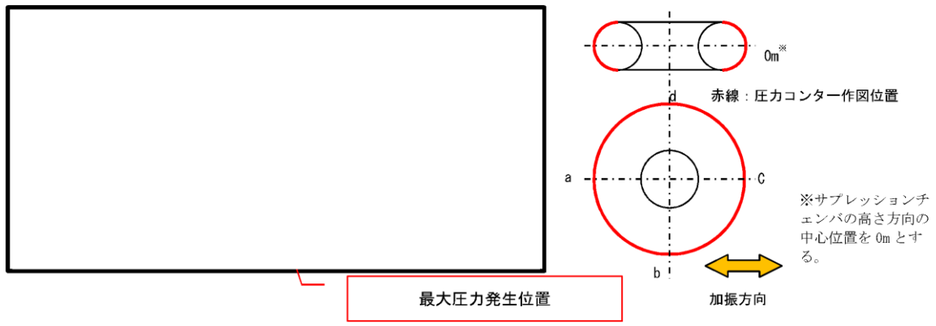
振動モード（文献[１]に基づく定義）		振動の特徴	サプレッションチェンバの耐震設計
スロッシング		大きな液面変動を伴い揺動	汎用流体解析コードＦｌｕｅｎｔにより算出したスロッシング荷重を考慮
バルジング	ビーム振動	タンクがあたかも梁のように振動	ＮＡＳＴＲＡＮにより算出した有効質量を考慮した３次元はりモデルによる地震荷重を考慮
	オーバル振動	タンク壁面が花びら状に変形する振動	サプレッションチェンバ内部に強め輪（合計 32 枚）を取り付け（第２図参照），サプレッションチェンバの変形を防止（オーバル振動を抑制）



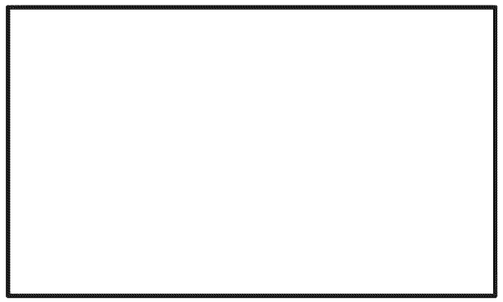
第２図　サプレッションチェンバ断面図

備考

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



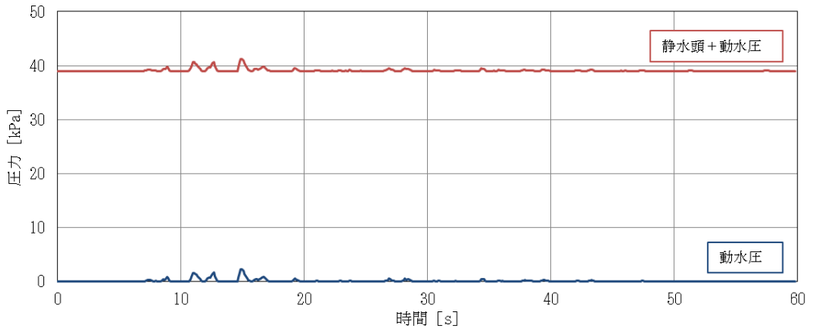
参考 7-3 図　サプレッションチェンバの圧力コンター図
（SA 水位より高い水位，Ss－D1（水平方向））



参考 7-4 図　最大圧力発生位置の圧力時刻歴
（SA 水位より高い水位，Ss－D1（水平方向））

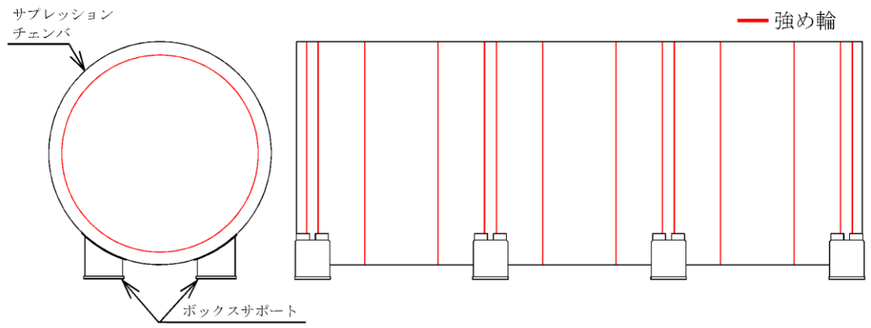
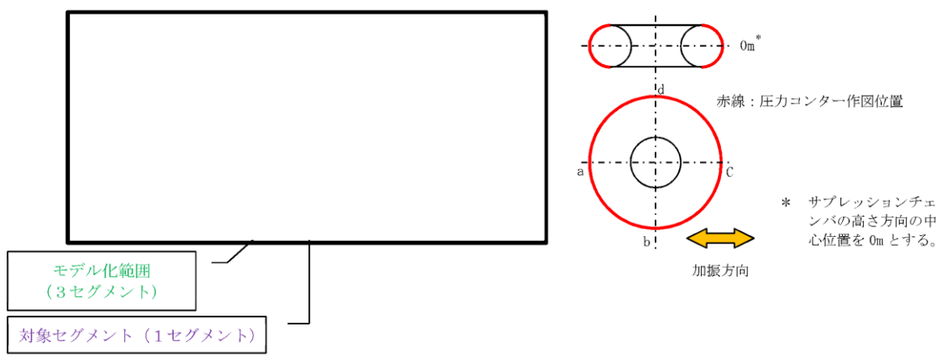


第 3 図　サプレッションチェンバの圧力コンター図
（Ｓｓ－Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ））

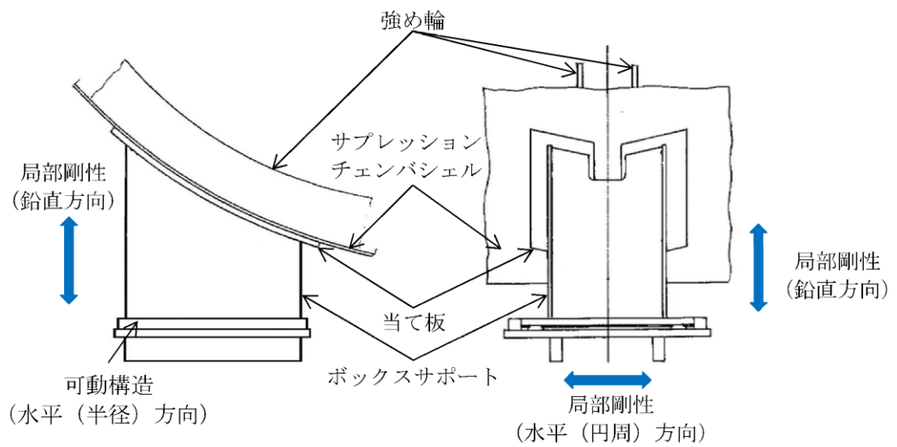
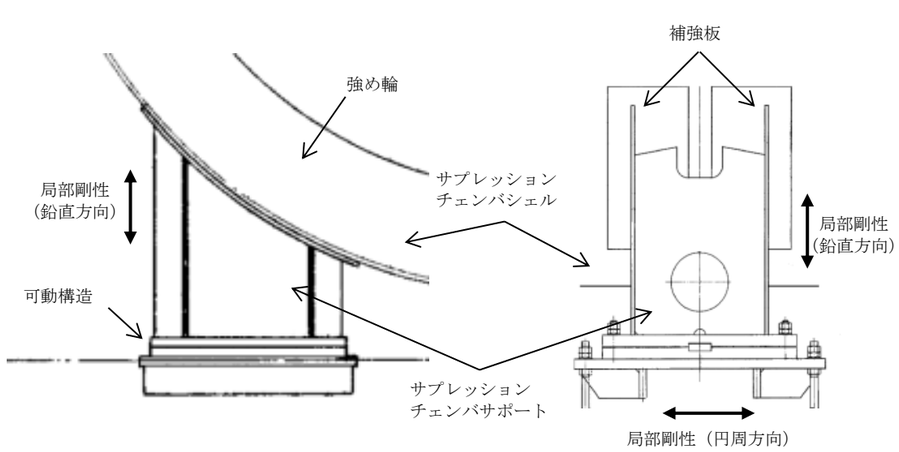


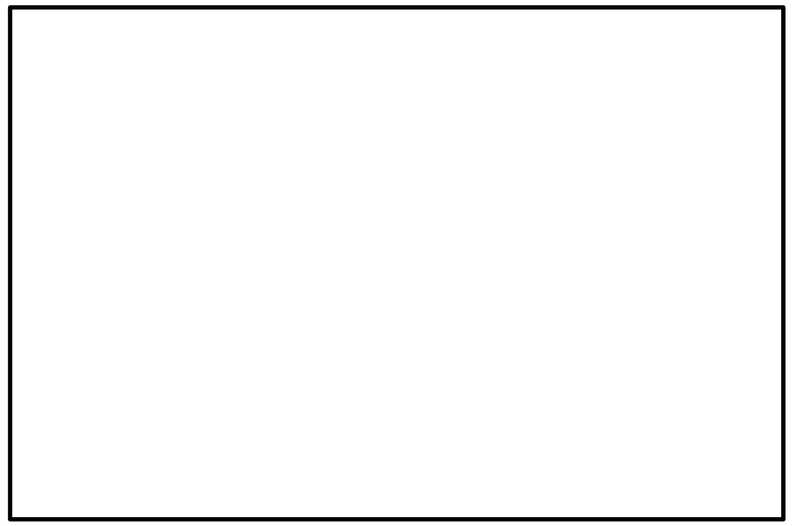
第 4 図　最大圧力発生位置の圧力時刻歴
（Ｓｓ－Ｄ，重大事故時想定水位（Ｓｓ））

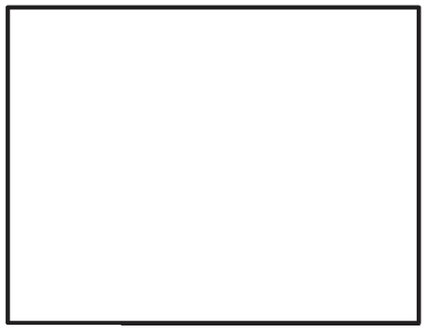
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3.2 地震応答解析モデルの詳細設計段階における妥当性確認方針 3.2.1 バルジングに対する影響検討 サプレッションチェンバの容器構造（トーラス形状）及び内部水を有することを踏まえ，バルジングによるサプレッションチェンバへの影響を解析的に分析し，地震応答解析に３次元はりモデルを適用することの妥当性を確認する。 バルジングによる複雑な挙動を適切に把握するためには，段階的な検討が必要なため，まずは実機のサプレッションチェンバの一部（３セグメント（参考 7-5 図参照））を３次元シェル（横置円筒形状）でモデル化して応答解析を行い，サプレッションチェンバの振動モード，強め輪の効果及び内部水の影響を定量的に確認する。検討モデル及び検討ケースを参考 7-6 図及び参考 7-2 表に示す。なお，汎用流体解析コード OpenFOAM で算出した圧力コンター図（参考 7-7 図参照）によれば，地震時のサプレッションチェンバ内部水の圧力分布は各セグメントの範囲で極端な圧力変動を起こしていないため，１セグメントの内部水の圧力による振動影響を考慮することで，サプレッションチェンバ全体のオーバル振動の傾向を把握することが可能と考える。これを踏まえて，影響検討に用いるモデル化範囲は，対象の１セグメントに加えて両側セグメントを合わせた３セグメントとし，モデル境界部の影響を排除する。 また，上記の検討結果を踏まえ，より詳細な検討が必要となった場合は，次の段階として，サプレッションチェンバ全体をモデル化した検討を行う。	3.2　地震応答解析モデルの詳細設計段階における妥当性確認方針 3.2.1　バルジングに対する影響検討 サプレッションチェンバの容器構造（トーラス形状）及び内部水を有することを踏まえ，バルジングによるサプレッションチェンバへの影響を解析的に分析し，地震応答解析に３次元はりモデルを適用することの妥当性を確認する方針とする。	・妥当性確認については詳細設計段階で示す

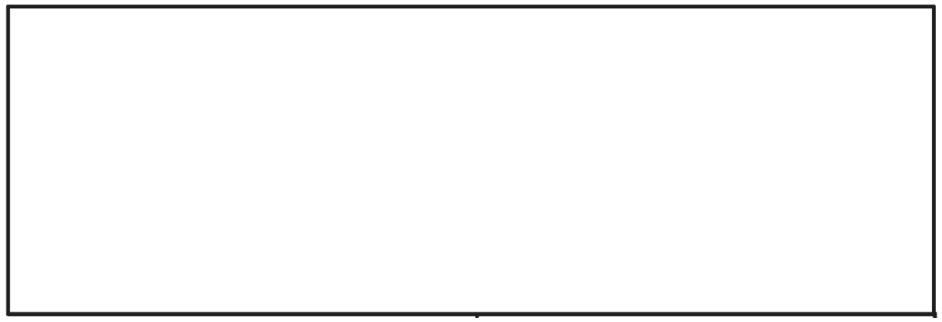
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 参考 7-5 図　サプレッションチェンバ断面図（平面）  （a）　断面図　　（b）　側面図 参考 7-6 図　解析モデル  参考 7-7 図　サプレッションチェンバの圧力コンター図 （SA 水位より高い水位，Ss－D1（水平方向））		・妥当性確認については詳細設計段階で示す

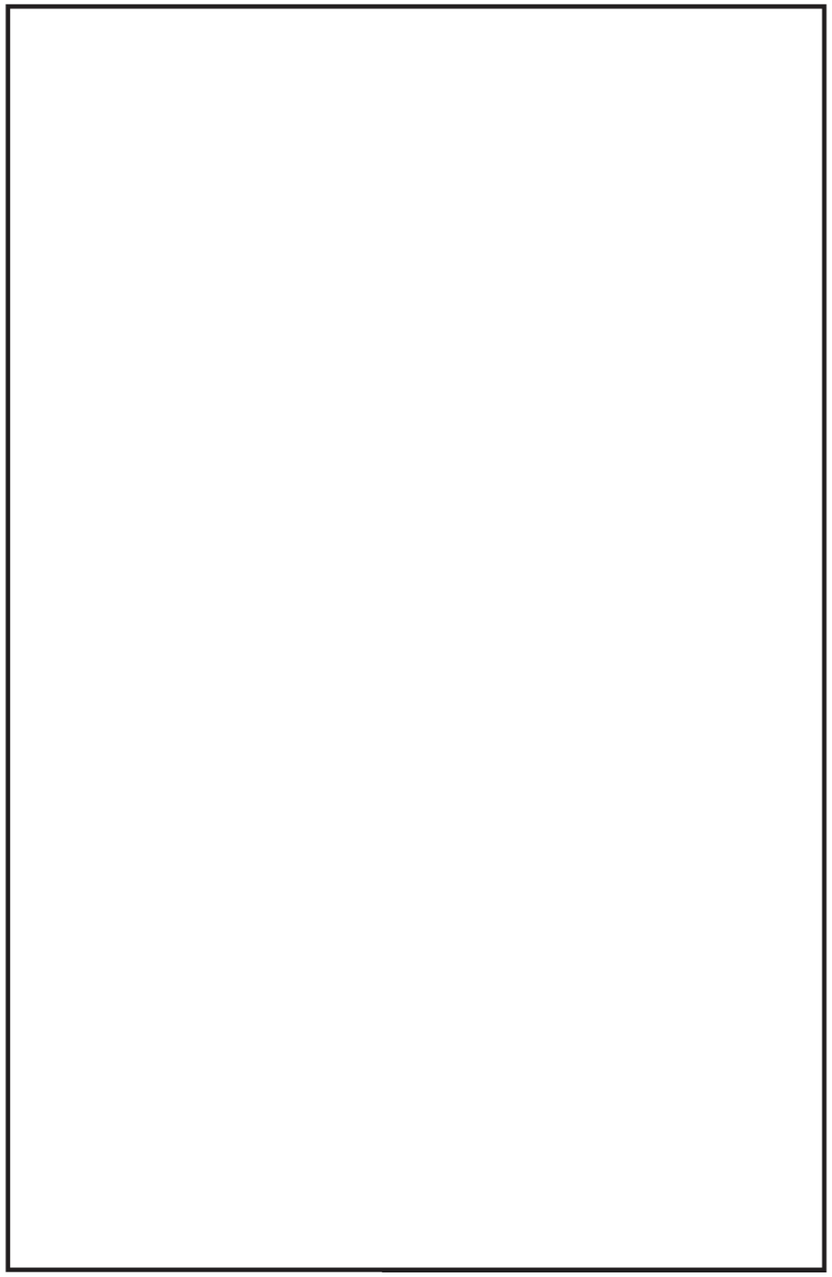
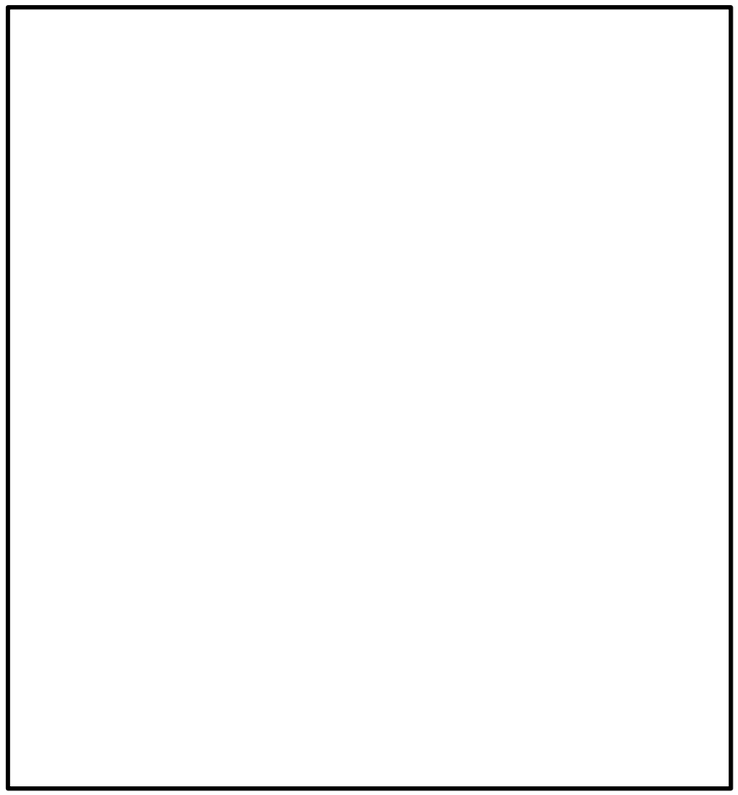
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考 7-2 表　バルジングに対する影響検討 検討ケース：1 モデル化条件：サプレッションチェンバシェル：３セグメントを横置円筒形容器として３次元シェルモデルでモデル化／ボックスサポート：実機模擬／強め輪：なし／内部水：なし 解析方法：・応答解析 → NASTRAN ・内部水のモデル化 → NASTRAN の仮想質量法 検討内容：横置円筒形容器の振動モードを確認する 検討ケース：2 モデル化条件：サプレッションチェンバシェル：３セグメントを横置円筒形容器として３次元シェルモデルでモデル化／ボックスサポート：実機模擬／強め輪：実機模擬／内部水：なし 解析方法：・応答解析 → NASTRAN ・内部水のモデル化 → NASTRAN の仮想質量法 検討内容：ケース１との比較により，強め輪の効果を確認する 検討ケース：3 モデル化条件：サプレッションチェンバシェル：３セグメントを横置円筒形容器として３次元シェルモデルでモデル化／ボックスサポート：実機模擬／強め輪：なし／内部水：考慮 解析方法：・応答解析 → NASTRAN ・内部水のモデル化 → NASTRAN の仮想質量法 検討内容：ケース１との比較により，内部水の影響を確認する 検討ケース：4 モデル化条件：サプレッションチェンバシェル：３セグメントを横置円筒形容器として３次元シェルモデルでモデル化／ボックスサポート：実機模擬／強め輪：実機模擬／内部水：考慮 解析方法：・応答解析 → NASTRAN ・内部水のモデル化 → NASTRAN の仮想質量法 検討内容：サプレッションチェンバの振動モード，強め輪の効果及び内部水の影響を確認する		・妥当性確認については詳細設計段階で示す

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
3.2.2 ボックスサポート付け根部の局部変形の影響 ボックスサポートとサプレッションチェンバの接合部（以下「ボックスサポート付け根部」という。）におけるサプレッションチェンバシェルの局部変形を防止するため，ボックスサポートは当て板を介してサプレッションチェンバシェルに取り付けられている。また，サプレッションチェンバシェルの変形を防止するため，内部に強め輪が取り付けられている。そのため，ボックスサポート付け根部の剛性は高く（参考 7-8 図参照），サプレッションチェンバの地震応答解析に用いる３次元はりモデルにおいては，ボックスサポート付け根部を剛体としている。 本検討では，ボックスサポート付け根部のサプレッションチェンバシェルの局部剛性を考慮した応答解析を行い，サプレッションチェンバシェルの局部変形による影響を定量的に確認することによって３次元はりモデルの妥当性を確認する方針とする（参考 7-9 図参照）。 なお，ボックスサポートは水平（半径）方向に可動する構造であり，ボックスサポート付け根部の水平（半径）方向の剛性は，地震応答解析へ影響を与えるものではないため，剛構造とする。  参考 7-8 図　ボックスサポート構造図	3.2.2　サプレッションチェンバサポート付け根部の局部変形の影響 サプレッションチェンバサポートとサプレッションチェンバの接合部（以下「サプレッションチェンバサポート付け根部」という。）におけるサプレッションチェンバシェルの局部変形を防止するため，サプレッションチェンバサポートは補強板を介してサプレッションチェンバシェルに取り付けられている。また，サプレッションチェンバシェルの変形を防止するため，内部に強め輪が取り付けられている。このため，サプレッションチェンバサポート付け根部の剛性は高く（第５図参照），サプレッションチェンバの地震応答解析に用いる３次元はりモデルにおいては，サプレッションチェンバサポート付け根部を剛体としている。 本検討では，サプレッションチェンバサポート付け根部のサプレッションチェンバシェルの局部剛性を考慮した応答解析を行い，サプレッションチェンバシェルの局部変形による影響を定量的に確認することによって３次元はりモデルの妥当性を確認する方針とする（第６図参照）。 なお，サプレッションチェンバサポートは水平（半径）方向に可動する構造であり，サプレッションチェンバサポート付け根部の水平（半径）方向の剛性は，地震応答解析へ影響を与えるものではないため，剛構造とする。  第５図　サプレッションチェンバサポート構造図	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 参考 7-9 図　サプレッションチェンバの地震応答解析モデル	 第 6 図　サプレッションチェンバ地震応答解析モデル	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
4. スペクトルモーダル解析について 今回工認では，重大事故時のサプレッションチェンバの水位上昇に伴う内部水の質量増加を踏まえ，より詳細な地震応答解析を実施するため，他の設備を含め適用実績が豊富なはり要素による３次元解析モデルを構築し，動的解析（スペクトルモーダル解析等）により地震荷重を算出する。 解析モデルの設定に当たっては，サプレッションチェンバの各部材（サプレッションチェンバシェル，ボックスサポート）に対する剛性，質量等を適切に反映したはり要素でモデル化し，サプレッションチェンバシェルとボックスサポートは，剛体要素で結合させている。 設定した地震応答解析モデル及び設備の固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－F3 の床応答スペクトル（参考 7-10 図）を用いてスペクトルモーダル解析を行い，参考 7-11 図に示す水平地震入力方向及び水平地震入力直角方向のサプレッションチェンバ位置，ボックスサポート上部（内側）及びボックスサポート上部（外側）でのサプレッションチェンバの水平方向の応答加速度を参考 7-3 表に示す。また，サプレッションチェンバの振動モード図の代表例を参考 7-12 図に示す。 サプレッションチェンバの地震応答解析に３次元はりモデルを用いて動的解析を行う方針としているが，動的解析に当たっては，高次モードを考慮したスペクトルモーダル解析を行い，高振動数の影響について確認を行う。  （暫定値） 参考 7-10 図　サプレッションチェンバ設置床の応答加速度スペクトル（拡幅有り）	4.　スペクトルモーダル解析について サプレッションチェンバの地震応答解析では，既工認と同様に動的解析（スペクトルモーダル解析等）により地震荷重を算出する。 解析モデルの設定に当たっては，サプレッションチェンバの各部材（サプレッションチェンバシェル，サプレッションチェンバサポート）に対する剛性，質量等を適切に反映したはり要素でモデル化し，サプレッションチェンバシェルとサプレッションチェンバサポートは，剛体要素で結合させている。サプレッションチェンバの振動モード図の代表例を第 7 図に示す。 サプレッションチェンバの地震応答解析に３次元はりモデルを用いて動的解析を行う方針としているが，動的解析に当たっては，高次モードを考慮したスペクトルモーダル解析を行い，高振動数の影響について確認を行う。	・島根２号炉では既工認においてサプレッションチェンバの応答解析にスペクトルモーダル解析を適用している ・サプレッションチェンバの地震応答解析結果は詳細設計段階で示す ・サプレッションチェンバの地震応答解析結果は詳細設計段階で示す

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 参考 7-11 図　サプレッションチェンバの応答加速度算定位置 参考 7-3 表　サプレッションチェンバの応答加速度 加速度算定位置 | 加速度（G） 水平地震入力方向算定位置 | サプレッションチェンバ位置 | 2.68 水平地震入力方向算定位置 | ボックスサポート上部（内側） | 2.65 水平地震入力方向算定位置 | ボックスサポート上部（外側） | 2.65 水平地震入力直角方向算定位置 | サプレッションチェンバ位置 | 1.00 水平地震入力直角方向算定位置 | ボックスサポート上部（内側） | 0.49 水平地震入力直角方向算定位置 | ボックスサポート上部（外側） | 0.34		・サプレッションチェンバの地震応答解析結果は詳細設計段階で示す

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 参考 7-12 図　振動モード図の代表例（重大事故時水位より高い水位）	 第 7 図　振動モード図の代表例（重大事故時想定水位（Ｓｓ））	

<table>
<tr>
<th>女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）</th>
<th>島根原子力発電所　２号炉</th>
<th>備考</th>
</tr>
<tr>
<td>5. 応力評価に用いる解析モデル
サプレッションチェンバの応力評価については，既工認同様，サプレッションチェンバの 1/16（22.5°）の範囲を対象とし，構造不連続部（ボックスサポート取付部，胴エビ継手部）を適切に評価できるようにシェル要素で３次元 FEM 解析モデルを設定する。
また，サプレッションチェンバの地震応答解析結果から得られる各荷重を３次元 FEM 解析モデルに入力し，既工認同様，各部位の応力評価を実施する。
なお，各荷重の入力条件及び境界条件を以下に示す。

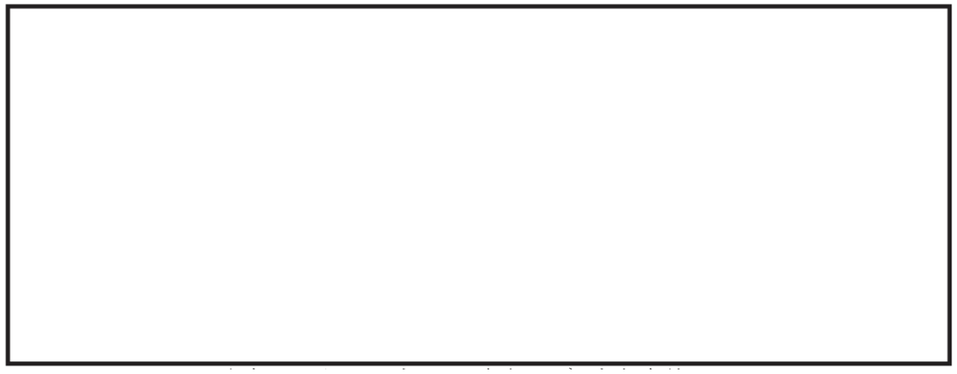
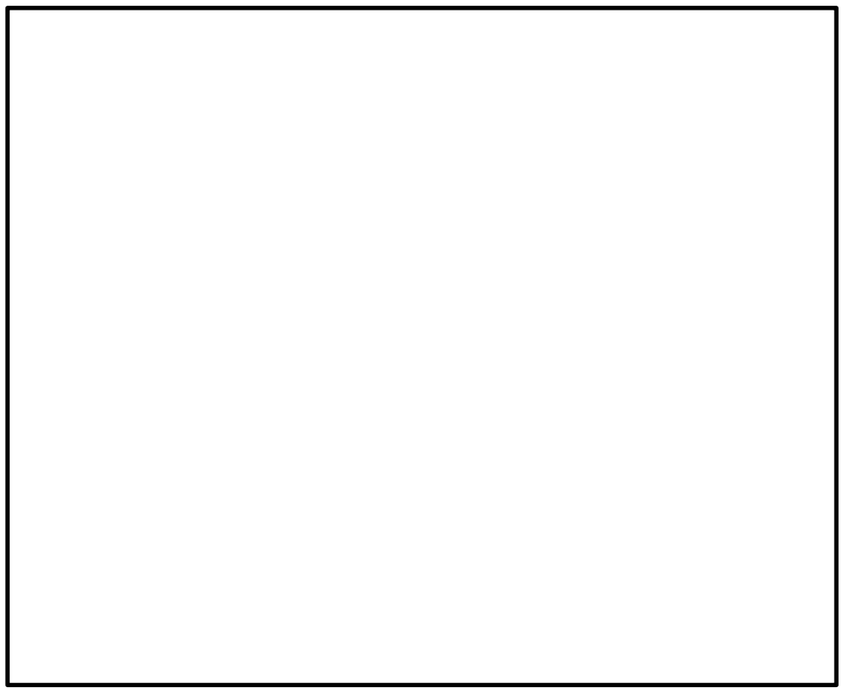
①水平方向の地震動による荷重：サプレッションチェンバシェル及びボックスサポートの変位，回転
②自重（死荷重），鉛直方向の地震動による荷重：ボックスサポートの反力
③自重（死荷重），鉛直方向の地震動による荷重に対する境界条件：鉛直方向にサプレッションチェンバシェルの中心を固定

ここで，サプレッションチェンバの地震応答解析における荷重の抽出位置を参考 7-13 図に，３次元 FEM 解析モデルの解析条件を参考 7-14 図に示す。</td>
<td>5. 応力評価に用いる解析モデル
サプレッションチェンバの応力評価については，既工認と同様に，サプレッションチェンバの 1/16（22.5°）の範囲を対象とし，構造不連続部（サプレッションチェンバサポート取付部，エビ継部）を適切に評価できるようにシェル要素で３次元ＦＥＭ解析モデルを設定する。
また，サプレッションチェンバの地震応答解析結果から得られる各荷重を３次元ＦＥＭ解析モデルに入力し，各部位の応力評価を実施する。
各荷重の入力条件及び境界条件を以下に示す。

<table>
<tr><th>項　目</th><th>内　容</th></tr>
<tr><td>水平方向の地震動による荷重</td><td>サプレッションチェンバシェル及びサプレッションチェンバサポートの変位，回転</td></tr>
<tr><td>自重（死荷重），鉛直方向の地震動による荷重</td><td>サプレッションチェンバサポートの反力</td></tr>
<tr><td>自重（死荷重），鉛直方向の地震動による荷重に対する境界条件</td><td>鉛直方向にサプレッションチェンバシェルの中心を固定</td></tr>
</table>

ここで，サプレッションチェンバの地震応答解析における荷重及び変位の抽出位置を第８図に，３次元ＦＥＭ解析モデルの解析条件を第９図に示す。
なお，既工認ではサプレッションチェンバサポートに加わる荷重を用いて，サプレッションチェンバサポート取付部に加わる応力を３次元ＦＥＭ解析モデルにより評価しているが，エビ継部の応力評価を精緻に行うため，今回工認ではエビ継部を評価部位に含む３次元ＦＥＭ解析モデルに見直しを行う。</td>
<td>・既工認における解析条件の相違

・既工認における解析条件の相違</td>
</tr>
</table>

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 参考 7-13 図　地震応答解析における荷重抽出位置	 第 8 図　地震応答解析における荷重抽出位置	
 参考 7-14 図　３次元 FEM 解析モデル解析条件	 第 9 図　３次元ＦＥM解析モデル解析条件	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
6. 応力評価の考え方 6.1 応力評価における要求事項 サプレッションチェンバ及びボックスサポートは，実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。），設計・建設規格 JSME NC1 2005/2007（以下「JSME」という。）及び原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601・補-1984，JEAG4601-1987（以下「JEAG4601」という。）に基づき，強度評価及び耐震評価を行う必要がある。 6.2 原子炉格納容器及びその支持構造物の要求事項 技術基準規則において，原子炉格納容器及びその支持構造物の構造及び強度は，設計上定める条件において，全体的な変形を弾性域に抑えることが求められている。 また，原子炉格納容器及びその支持構造物の耐震性については，JEAG4601 において，地震力と他の荷重を組み合わせた場合には，原則として過大な変形がないようにすることが求められている。 6.3 原子炉格納容器及びその支持構造物の評価方針 原子炉格納容器に対する地震荷重との組合せ評価は，JEAG4601 に従い，以下の項目に対して行う。 ①一次応力評価 ②一次＋二次応力評価 ③一次＋二次＋ピーク応力評価（疲れ解析） ただし，一次＋二次＋ピーク応力評価（疲れ解析）は，JSME PVB-3140(6)の要求を満足する場合，評価を省略することができる。 なお，一次＋二次応力評価が 3Sm を超える場合は，評価対象部位の応力集中係数を用いた一次＋二次＋ピーク応力評価又はソリッド要素を用いた３次元 FEM 解析による疲れ解析を行う。 原子炉格納容器の支持構造物に対する地震荷重との組合せ評価は，JEAG4601 上，一次応力，一次＋二次応力に対する要求であり，一次＋二次応力＋ピーク応力との組合せは要求されていない。	6.　応力評価の考え方 6.1　応力評価における要求事項 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートは，実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。），設計・建設規格ＪＳＭＥ　ＮＣ１ 2005/2007（以下「ＪＳＭＥ」という。）及び原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ４６０１・補－1984，ＪＥＡＧ４６０１－1987（以下「ＪＥＡＧ４６０１」という。）に基づき，強度評価及び耐震評価を行う必要がある。 6.2　原子炉格納容器及びその支持構造物の要求事項 技術基準規則において，原子炉格納容器及びその支持構造物の構造及び強度は，設計上定める条件において，全体的な変形を弾性域に抑えることが求められている。 また，原子炉格納容器及びその支持構造物の耐震性については，ＪＥＡＧ４６０１において，地震力と他の荷重を組み合わせた場合には，原則として過大な変形がないようにすることが求められている。 6.3 原子炉格納容器及びその支持構造物の評価方針 原子炉格納容器に対する地震荷重と他の荷重を組み合わせた評価は，ＪＥＡＧ４６０１に従い，以下の項目に対して行う。 ①一次応力評価 ②一次＋二次応力評価 ③一次＋二次＋ピーク応力評価（疲れ解析） ただし，一次＋二次＋ピーク応力評価（疲れ解析）は，ＪＳＭＥ PVB-3140（6）の要求を満足する場合，評価を省略することができる。 なお，一次＋二次応力評価が３Ｓｍを超える場合は，評価対象部位の応力集中係数を用いた一次＋二次＋ピーク応力評価又はソリッド要素を用いた３次元ＦＥＭ解析による疲れ解析を行う。 原子炉格納容器の支持構造物に対する地震荷重との組合せ評価は，ＪＥＡＧ４６０１上，一次応力，一次＋二次応力に対する要求であり，一次＋二次応力＋ピーク応力との組合せは要求されていない。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

別添１

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（抜粋）

第十七条　設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、次に定めるところによらなければならない。この場合において、第一号から第七号まで及び第十五号の規定については、使用前に適用されるものとする。

十二　原子炉格納容器（コンクリート製原子炉格納容器を除く。）及び原子炉格納容器支持構造物の構造及び強度は、次に定めるところによること。
イ　原子炉格納容器（ロに掲げる部分を除く。）にあっては、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ロ　原子炉格納容器のうち著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分にあっては、第八号イ、ハ、ニ及びホのクラス１容器の規定を準用する。
ハ　原子炉格納容器支持構造物にあっては、第八号ロ、ハ及びニのクラス１支持構造物の規定を準用する。
ニ　原子炉格納容器のうち著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分並びに原子炉格納容器支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、進行性変形による破壊が生じないこと。
ホ　原子炉格納容器の伸縮継手にあっては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。
ヘ　原子炉格納容器のうち著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分並びに原子炉格納容器支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、疲労破壊が生じないこと。
ト　原子炉格納容器にあっては、設計上定める条件並びに運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳにおいて、座屈が生じないこと。
チ　原子炉格納容器支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳにおいて、座屈が生じないこと。

八　クラス１機器及びクラス１支持構造物の構造及び強度は、次に定めるところによること。
イ　クラス１機器にあっては、最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態（以下「設計上定める条件」という。）において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ロ　クラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ハ　クラス１容器（オメガシールその他のシールを除く。）、クラス１管、クラス１弁及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅲにおいて、全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局部的な塑性変形はこの限りでない。
ニ　クラス１容器（オメガシールその他のシールを除く。）、クラス１管及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅳにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じないこと。
ホ　クラス１容器（ボルトその他の固定用金具、オメガシールその他のシールを除く。）にあっては、試験状態において、全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局部的な塑性変形はこの限りでない。
ヘ　クラス１容器（ボルトその他の固定用金具を除く。）、クラス１管、クラス１弁（弁箱に限る。）及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、進行性変形が生じないこと。
ト　クラス１容器、クラス１管、クラス１弁（弁箱に限る。）及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱにおいて、疲労破壊が生じないこと。
チ　クラス１容器（胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のものに限る。）にあっては、運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳ並びに試験状態において、座屈が生じないこと。
リ　クラス１管にあっては、設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
ヌ　クラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳにおいて、座屈が生じないこと。
ル　ロ、ハ、ニ、ヘ、ト及びヌにかかわらず、クラス１支持構造物であって、クラス１容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス１容器の損壊を生じさせるおそれがあるものにあっては、クラス１容器の規定に準ずること。

第五十五条　重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ若しくは弁又はこれらの支持構造物の材料及び構造は、次に定めるところによらなければならない。この場合において、第一号から第三号まで及び第七号の規定については、使用前に適用されるものとする。

五　重大事故等クラス２機器及び重大事故等クラス２支持構造物の構造及び強度は、次に定めるところによること。ただし、次に掲げる性能と同等以上の性能を有する場合は、この限りでない。
イ　重大事故等クラス２機器にあっては、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ロ　重大事故等クラス２機器に属する伸縮継手にあっては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。
ハ　重大事故等クラス２管（伸縮継手を除く。）にあっては、設計上定める条件において、疲労破壊が生じないこと。
ニ　重大事故等クラス２容器及び重大事故等クラス２管にあっては、設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
ホ　重大事故等クラス２支持構造物であって、重大事故等クラス２機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス２機器に損壊を生じさせるおそれがあるものにあっては、設計上定める条件において、延性破断及び座屈が生じないこと。

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（抜粋）

第十七条
　設計基準対象施設(圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン(発電用のものに限る。)、発電機、変圧器及び遮断器を除く。)に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、次に定めるところによらなければならない。この場合において、第一号から第七号まで及び第十五号の規定については、使用前に適用されるものとする。

八　クラス１機器及びクラス１支持構造物の構造及び強度は、次に定めるところによること。
イ　クラス１機器にあっては、最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態(以下「設計上定める条件」という。)において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ロ　クラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態ⅠⅠにおいて、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ハ　クラス１容器(オメガシールその他のシールを除く。)、クラス１管、クラス１弁及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態ⅠⅠⅠにおいて、全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局部的な塑性変形はこの限りでない。
ニ　クラス１容器(オメガシールその他のシールを除く。)、クラス１管及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態ⅠⅤにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じないこと。
ホ　クラス１容器(ボルトその他の固定用金具、オメガシールその他のシールを除く。)にあっては、試験状態において、全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局部的な塑性変形はこの限りでない。
ヘ　クラス１容器(ボルトその他の固定用金具を除く。)、クラス１管、クラス１弁(弁箱に限る。)及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態ⅠⅠにおいて、進行性変形が生じないこと。
ト　クラス１容器、クラス１管、クラス１弁(弁箱に限る。)及びクラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態ⅠⅠにおいて、疲労破壊が生じないこと。
チ　クラス１容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のものに限る。)にあっては、運転状態Ⅰ、運転状態ⅠⅠ、運転状態ⅠⅠⅠ及び運転状態ⅠⅤ並びに試験状態において、座屈が生じないこと。
リ　クラス１管にあっては、設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
ヌ　クラス１支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ、運転状態ⅠⅠ、運転状態ⅠⅠⅠ及び運転状態ⅠⅤにおいて、座屈が生じないこと。
ル　ロ、ハ、ニ、ヘ、ト及びヌにかかわらず、クラス１支持構造物であって、クラス１容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス１容器の損壊を生じさせるおそれがあるものにあっては、クラス１容器の規定に準ずること。

十二　原子炉格納容器(コンクリート製原子炉格納容器を除く。)及び原子炉格納容器支持構造物の構造及び強度は、次に定めるところによること。
イ　原子炉格納容器(ロに掲げる部分を除く。)にあっては、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ロ　原子炉格納容器のうち著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分にあっては、第八号イ、ハ、ニ及びホのクラス１容器の規定を準用する。
ハ　原子炉格納容器支持構造物にあっては、第八号ロ、ハ及びニのクラス１支持構造物の規定を準用する。
ニ　原子炉格納容器のうち著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分並びに原子炉格納容器支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態ⅠⅠにおいて、進行性変形による破壊が生じないこと。
ホ　原子炉格納容器の伸縮継手にあっては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。
ヘ　原子炉格納容器のうち著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分並びに原子炉格納容器支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ及び運転状態ⅠⅠにおいて、疲労破壊が生じないこと。
ト　原子炉格納容器にあっては、設計上定める条件並びに運転状態ⅠⅠⅠ及び運転状態ⅠⅤにおいて、座屈が生じないこと。
チ　原子炉格納容器支持構造物にあっては、運転状態Ⅰ、運転状態ⅠⅠ、運転状態ⅠⅠⅠ及び運転状態ⅠⅤにおいて、座屈が生じないこと。

第五十五条
　重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ若しくは弁又はこれらの支持構造物の材料及び構造は、次に定めるところによらなければならない。この場合において、第一号から第三号まで及び第七号の規定については、使用前に適用されるものとする。

五　重大事故等クラス２機器及び重大事故等クラス２支持構造物の構造及び強度は、次に定めるところによること。ただし、次に掲げる性能と同等以上の性能を有する場合は、この限りでない。
イ　重大事故等クラス２機器にあっては、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
ロ　重大事故等クラス２機器に属する伸縮継手にあっては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。
ハ　重大事故等クラス２管(伸縮継手を除く。)にあっては、設計上定める条件において、疲労破壊が生じないこと。
ニ　重大事故等クラス２容器及び重大事故等クラス２管にあっては、設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
ホ　重大事故等クラス２支持構造物であって、重大事故等クラス２機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス２機器に損壊を生じさせるおそれがあるものにあっては、設計上定める条件において、延性破断及び座屈が生じないこと。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別添２ JEAG4601-1987 **6.1.3　荷重の組合せと許容限界** 荷重の組合せと許容限界についての原則を以下に示すが，詳細は参考文献[6.1.1-1),6.2.1-1)]を参照のこと。 (1)　荷重の組合せ a．地震動によって引き起こされるおそれのある事象については，その荷重を組合せる。 b．地震動によって引き起こされるおそれのない事象については，その事象の発生確率と荷重の継続時間及び地震の発生確率を考え，同時に発生する確率が高い場合にはその組合せを考慮するものとする。 (2)　許容限界 a．As クラス (a)　基準地震動 S_1 又は静的震度による地震力と他の荷重とを組合せた場合には，原則として弾性状態にあるようにする。 (b)　基準地震動 S_2 による地震力と他の荷重とを組合せた場合には，原則として過大な変形がないようにする。 b．A クラス 上記 a．(a)と同じ c．B 及び C クラス 静的震度による地震力と他の荷重と組合せた場合には，原則として弾性状態にあるようにする。	ＪＥＡＧ４６０１－1987 **6.1.3　荷重の組合せと許容限界** 荷重の組合せと許容限界についての原則を以下に示すが，詳細は参考文献[6.1.1-1),6.2.1-1)]を参照のこと。 (1)　荷重の組合せ a．地震動によって引き起こされるおそれのある事象については，その荷重を組合せる。 b．地震動によって引き起こされるおそれのない事象については，その事象の発生確率と荷重の継続時間及び地震の発生確率を考え，同時に発生する確率が高い場合にはその組合せを考慮するものとする。 (2)　許容限界 a．As クラス (a)　基準地震動 S_1 又は静的震度による地震力と他の荷重とを組合せた場合には，原則として弾性状態にあるようにする。 (b)　基準地震動 S_2 による地震力と他の荷重とを組合せた場合には，原則として過大な変形がないようにする。 b．A クラス 上記 a．(a)と同じ c．B 及び C クラス 静的震度による地震力と他の荷重と組合せた場合には，原則として弾性状態にあるようにする。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

＜第２種容器に対する評価＞

2.1.2　第２種容器の許容応力

第２種容器の許容応力を次に示す。

許容応力状態＼応力分類	１次一般膜応力	１次膜応力＋１次曲げ応力	１次＋２次応力	１次＋２次＋ピーク応力	特別な応力限界	
					純せん断応力	支圧応力
設計条件	S	1.5 S	—	—	—	—
I_A	—	—	(1) 3 S	(2) 運転状態Ⅰ及びⅡにおける荷重の組合せについて疲れ解析を行い疲れ累積係数が 1.0 以下であること。	(6) 0.6 S	(7)(8) S_y (1.5 S_y)
II_A	—	—			(6) 0.6 S	(7)(8) S_y (1.5 S_y)
III_A	S_y と 2/3 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値	—	—	(6) 0.6 S	(7)(8) S_y (1.5 S_y)
IV_A	構造上の連続な部分は 0.6 S_u，不連続な部分は S_y と 0.6 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，構造上の連続な部分は 2 S と 0.6 S_u の小さい方，不連続な部分は 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値	—	—	—	—
III_A S	S_y と 0.6 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値	(3) 3 S（S_1 又は S_2 地震動のみによる応力振幅について評価する。）	(4)(5) S_1 又は S_2 地震動のみによる疲れ解析を行い疲れ累積係数を求め，運転状態Ⅰ，Ⅱにおける疲れ累積係数との和が 1.0 以下であること。	0.6 S	(8) S_y (1.5 S_y)
IV_A S	構造上の連続な部分は 0.6 S_u，不連続な部分は S_y と 0.6 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，構造上の連続な部分は 2 S と 0.6 S_u の小さい方，不連続な部分は 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値			0.4 S_u	(8) S_u (1.5 S_u)

JEAG4601・補－1984

＜第２種容器に対する評価＞

2.1.2　第２種容器の許容応力

第２種容器の許容応力を次に示す。

許容応力状態＼応力分類	１次一般膜応力	１次膜応力＋１次曲げ応力	１次＋２次応力	１次＋２次＋ピーク応力	特別な応力限界	
					純せん断応力	支圧応力
設計条件	S	1.5 S	—	—	—	—
I_A	—	—	(1) 3 S	(2) 運転状態Ⅰ及びⅡにおける荷重の組合せについて疲れ解析を行い疲れ累積係数が 1.0 以下であること。	(6) 0.6 S	(7)(8) S_y (1.5 S_y)
II_A	—	—			(6) 0.6 S	(7)(8) S_y (1.5 S_y)
III_A	S_y と 2/3 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値	—	—	(6) 0.6 S	(7)(8) S_y (1.5 S_y)
IV_A	構造上の連続な部分は 0.6 S_u，不連続な部分は S_y と 0.6 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，構造上の連続な部分は 2 S と 0.6 S_u の小さい方，不連続な部分は 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値	—	—	—	—
III_A S	S_y と 0.6 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値	(3) 3 S（S_1 又は S_2 地震動のみによる応力振幅について評価する。）	(4)(5) S_1 又は S_2 地震動のみによる疲れ解析を行い疲れ累積係数を求め，運転状態Ⅰ，Ⅱにおける疲れ累積係数との和が 1.0 以下であること。	0.6 S	(8) S_y (1.5 S_y)
IV_A S	構造上の連続な部分は 0.6 S_u，不連続な部分は S_y と 0.6 S_u の小さい方。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，構造上の連続な部分は 2 S と 0.6 S_u の小さい方，不連続な部分は 1.2 S とする。	左欄の 1.5 倍の値			0.4 S_u	(8) S_u (1.5 S_u)

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
注：(1)　３Ｓを超えるときは，告示第14条の弾塑性解析を用いることができる。（S_mをＳと読替える。） (2)　告示第13条第１項第三号を満たすときは疲れ解析を行うことを要しない。（S_mをＳと読替える。） (3)　３Ｓを超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合告示第14条（同条第三号を除く。また，S_mはＳに読替える。）の弾塑性解析を用いることができる。 (4)　告示第13条第１項第３号ヘを満たすときは，疲れ解析を行うことを要しない。 ただし，ヘ項の〝応力の全振幅〟は〝S_1又はS_2地震動による応力の全振幅〟と読替える。 (5)　運転状態Ⅰ，Ⅱにおいて，疲れ解析を要しない場合は，地震動のみによる疲れ累積係数が1.0以下であること。 (6)　告示第13条第１項第一号チによる。 (7)　告示第13条第１項第一号リによる。 (8)　（　）内は，支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値	注：(1)　３S_mを超えるときは，告示第14条の弾塑性解析を用いることができる。 (2)　告示第13条第１項第三号を満たすときは，疲れ解析を行うことを要しない。 (3)　三軸引張りの場合には，別に主応力の総和が4.8 S_mを超えないことを検討する。 (4)　３S_mを超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合告示第14条（同条第３号を除く）の弾塑性解析を用いることができる。 (5)　告示第13条第１項第三号ヘを満たすときは，疲れ解析を行うことを要しない。 ただし，ヘ項の〝応力の全振幅〟は〝S_1又はS_2地震動による応力の全振幅〟と読替える。 (6)　運転状態Ⅰ，Ⅱにおいて疲れ解析を要しない場合は，地震動のみによる疲れ累積係数が1.0以下であること。 (7)　告示第13条第１項第一号チによる。 (8)　告示第13条第１項第一号リによる。 (9)　（　）内は，支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。 (10)　オメガシール及びキャノピシールにあっては，$Ⅲ_A$Ｓ，$Ⅳ_A$Ｓについて１次一般膜応力及び地震動のみによる１次＋２次応力の評価を行う。ただし，１次一般膜応力は，告示第13条第１項第四号による。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

2.8.2　第２種支持構造物の許容応力

2.8.1 の(2)，(3)及び(4)の規定を準用する。

2.8.3　第３種支持構造物の許容応力

2.8.1 の(2)，(3)及び(4)の規定を準用する。

許容応力状態＼応力分類	1 次 応 力					1 次 ＋ 2 次 応 力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
設計条件	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I_A	f_t	f_s	f_c	f_b	f_P	$3f_t$	$3f_s$(1)	$3f_b$	$1.5f_P$(3)	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$(3)
II_A	f_t	f_s	f_c	f_b	f_P	$3f_t$	$3f_s$(1)	$3f_b$	$1.5f_P$(3)	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$(3)
III_A	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_P$	—	—	—	—	—
IV_A	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$1.5f_c^*$	$1.5f_b^*$	$1.5f_P^*$	—	—	—	—	—
III_AS	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_P$	$3f_t$	$3f_s$(1)	$3f_b$(2)	$1.5f_P$(4)	$1.5f_b$(2)(4)
IV_AS	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$1.5f_c^*$	$1.5f_b^*$	$1.5f_P^*$	（S_1 又は S_2 地震動のみによる応力振幅について評価する）			$1.5f_P^*$(4)	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$

注：(1)　すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して $1.5f_s$ とする。
(2)　告示第88条第３項第一号イ(ニ)により求めた f_b とすること。
(3)　応力の最大圧縮値について評価する。
(4)　自重，熱膨張等により常時作用する荷重に，地震動による荷重を重ね合せて得られる応力の圧縮最大値について評価を行うこと。
(5)　鋼構造設計規準（日本建築学会（1970 年度制定））等の幅厚比の制限を満足すること。
(6)　上記応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行うこと。
(7)　耐圧部に溶接等により直接取付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては耐圧部と同じ許容応力とする。

2.8.2　第２種支持構造物の許容応力

2.8.1 の(2)，(3)及び(4)の規定を準用する。

2.8.3　第３種支持構造物の許容応力

2.8.1 の(2)，(3)及び(4)の規定を準用する。

許容応力状態＼応力分類	1 次 応 力					1 次 ＋ 2 次 応 力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
設計条件	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I_A	f_t	f_s	f_c	f_b	f_P	$3f_t$	$3f_s$(1)	$3f_b$	$1.5f_P$(3)	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$(3)
II_A	f_t	f_s	f_c	f_b	f_P	$3f_t$	$3f_s$(1)	$3f_b$	$1.5f_P$(3)	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$(3)
III_A	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_P$	—	—	—	—	—
IV_A	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$1.5f_c^*$	$1.5f_b^*$	$1.5f_P^*$	—	—	—	—	—
III_AS	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_P$	$3f_t$	$3f_s$(1)	$3f_b$(2)	$1.5f_P$(4)	$1.5f_b$(2)(4)
IV_AS	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$1.5f_c^*$	$1.5f_b^*$	$1.5f_P^*$	（S_1 又は S_2 地震動のみによる応力振幅について評価する）			$1.5f_P^*$(4)	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$

注：(1)　すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して $1.5f_s$ とする。
(2)　告示第88条第３項第一号イ(ニ)により求めた f_b とすること。
(3)　応力の最大圧縮値について評価する。
(4)　自重，熱膨張等により常時作用する荷重に，地震動による荷重を重ね合せて得られる応力の圧縮最大値について評価を行うこと。
(5)　鋼構造設計規準（日本建築学会（1970 年度制定））等の幅厚比の制限を満足すること。
(6)　上記応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行うこと。
(7)　耐圧部に溶接等により直接取付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては耐圧部と同じ許容応力とする。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

別添３

設計・建設規格 JSME NC1 2005/2007（抜粋）

PVB-3140　疲労解析不要の条件

PVB-3114 および PVB-3122 の場合において、繰返し荷重が次の(1)から(6)に適合する場合は、疲労解析を行うことを要しない。

(6)　機械的荷重により生じる応力の全振幅：$\Delta\sigma$

$$\Delta\sigma \leqq S \qquad \text{(PVB-59)}$$

S：添付 4-2　3.1 または 3.2 において、荷重変動回数を許容繰返し回数とした場合に、これに対応する繰返しピーク応力強さの値（MPa）。この場合において、荷重変動回数は、添付 4-2　3.1 においては 10^6、添付 4-2　3.2 においては 10^{11} を許容繰返し回数とした場合に、これに対応する繰返しピーク応力強さの値を超える応力を生じる荷重変動回数をとるものとし、その値が添付 4-2　3.1 において 10^6 を超える場合は、10^6 とし、添付 4-2　3.2 において 10^{11} を超える場合は、10^{11} とすることができる。

（解説 PVB-3140）疲労解析不要の条件

PVB-3140 は、疲労解析を要しない条件について定めたものである。

大きな変動荷重が作用しないため低サイクル疲労破壊のおそれのない容器に対しては解説表 PVB-3140-1 に示す圧力、熱荷重および機械的荷重の変動範囲が解説表 PVB-3140-1 の条件式を満足する場合は、疲労解析を行うことを要しない。

PVB-3140 の規定の考え方を具体的に解説すると、次のとおりである。

解説表 PVB-3140-1 の(1)では、応力サイクルによって生じる応力の変動が一次応力と二次応力の和の許容値を満足していると仮定すると、当該応力変動値としては、最大値 $3S_m$ となる。さらに応力集中係数を K とするならば、ピーク応力の変動は $3KS_m$ となる。この応力サイクルが疲労に対して安全であるためには、その回数 N が $3KS_m$ の応力に対して許される繰返し回数 N' よりも小さくなる必要がある。すなわち、

設計・建設規格ＪＳＭＥ　ＮＣ１　2005/2007（抜粋）

PVB-3140　疲労解析不要の条件

PVB-3114 および PVB-3122 の場合において、繰返し荷重が次の(1)から(6)に適合する場合は、疲労解析を行うことを要しない。

(6)　機械的荷重により生じる応力の全振幅：$\Delta\sigma$

$$\Delta\sigma \leqq S \qquad \text{(PVB-59)}$$

S：添付 4-2　3.1 または 3.2 において、荷重変動回数を許容繰返し回数とした場合に、これに対応する繰返しピーク応力強さの値（MPa）。この場合において、荷重変動回数は、添付 4-2　3.1 においては 10^6、添付 4-2　3.2 においては 10^{11} を許容繰返し回数とした場合に、これに対応する繰返しピーク応力強さの値を超える応力を生じる荷重変動回数をとるものとし、その値が添付 4-2　3.1 において 10^6 を超える場合は、10^6 とし、添付 4-2　3.2 において 10^{11} を超える場合は、10^{11} とすることができる。

（解説 PVB-3140）疲労解析不要の条件

PVB-3140 は、疲労解析を要しない条件について定めたものである。

大きな変動荷重が作用しないため低サイクル疲労破壊のおそれのない容器に対しては解説表 PVB-3140-1 に示す圧力、熱荷重および機械的荷重の変動範囲が解説表 PVB-3140-1 の条件式を満足する場合は、疲労解析を行うことを要しない。

PVB-3140 の規定の考え方を具体的に解説すると、次のとおりである。

解説表 PVB-3140-1 の(1)では、応力サイクルによって生じる応力の変動が一次応力と二次応力の和の許容値を満足していると仮定すると、当該応力変動値としては、最大値 $3S_m$ となる。さらに応力集中係数を K とするならば、ピーク応力の変動は $3KS_m$ となる。この応力サイクルが疲労に対して安全であるためには、その回数 N が $3KS_m$ の応力に対して許される繰返し回数 N' よりも小さくなる必要がある。すなわち、

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

解説表 PVB-3140-1 05

PVB-3140	荷　　重	回数	ピーク応力強さの概算値	条件式
(1)	大気圧→運転圧力→大気圧	N1	$S=\frac{1}{2}K3S_m$	$S<S_a(N1)$
(2)	a. 圧力変動（ΔP）	—	$S=\frac{1}{2}K\frac{\Delta P}{p}3S_m$	$S<S_a(10^6)$*1
	b. 上記のうち*1 の制限を満足しないもの	N2	同　上	$S<S_a(N2)$
(3)	起動→定常運転→停止での温度差（ΔT）	N3	$S=\frac{1}{2}K2E\alpha\Delta T$	$S<S_a(N3)$
(4)	運転時の温度差変動（ΔT）	—	$S=\frac{1}{2}K2E\alpha\Delta T$	$S<S_a(10^6)$
(5)	a. 異種材結合部の温度変動（T）	—	$S=\frac{1}{2}K2T\ (E_1\alpha_1-E_2\alpha_2)$	$S<S_a(10^6)$*2
	b. 上記のうち*2 の制限を満足しないもの	N5	同　上	$S<S_a(N5)$
(6)	機械的荷重の変動	—	$S=\frac{1}{2}K\alpha$（計算値） 計算による二次応力	$S<S_a(10^6)$

K：応力集中係数=2.0

（注）応力集中係数を 2 と仮定したうえでピーク応力強さを概算し、その 1/2 を繰返しピーク応力強さ（S）として、所定の回数の許容繰返しピーク強さ（S_a）よりも小さくなれば合格とする。（10^6 回に対する S_a よりも小さい応力振幅しか生じない荷重変動は無視される。）

PVB-3130　疲労強度減少係数の規定

(1)　疲労解析に使用する疲労強度減少係数および応力集中係数は、理論的または実験的に求めたものでなければならない。

(2)　表 PVB-3130-1 の左欄に掲げる容器の部分(材料の最小引張強さが 690 MPa を超えるボルトを除く)の疲労強度減少係数または応力集中係数は、(1)の規定にかかわらず、表 PVB-3130-1 の右欄に掲げる値とすることができる。

表 PVB-3130-1　疲労強度減少係数

容器の部分	疲労強度減少係数または応力集中係数
局部的な構造上の不連続部	5
ボルトのねじ部	4
容器のラグ、ブラケット等の取付物（強め材、支持構造物および炉心支持構造物を除く）を取り付けるすみ肉溶接部	4

解説表 PVB-3140-1 05

PVB-3140	荷　　重	回数	ピーク応力強さの概算値	条件式
(1)	大気圧→運転圧力→大気圧	N1	$S=\frac{1}{2}K3S_m$	$S<S_a(N1)$
(2)	a. 圧力変動（ΔP）	—	$S=\frac{1}{2}K\frac{\Delta P}{p}3S_m$	$S<S_a(10^6)$*1
	b. 上記のうち*1 の制限を満足しないもの	N2	同　上	$S<S_a(N2)$
(3)	起動→定常運転→停止での温度差（ΔT）	N3	$S=\frac{1}{2}K2E\alpha\Delta T$	$S<S_a(N3)$
(4)	運転時の温度差変動（ΔT）	—	$S=\frac{1}{2}K2E\alpha\Delta T$	$S<S_a(10^6)$
(5)	a. 異種材結合部の温度変動（T）	—	$S=\frac{1}{2}K2T\ (E_1\alpha_1-E_2\alpha_2)$	$S<S_a(10^6)$*2
	b. 上記のうち*2 の制限を満足しないもの	N5	同　上	$S<S_a(N5)$
(6)	機械的荷重の変動	—	$S=\frac{1}{2}K\alpha$（計算値） 計算による二次応力	$S<S_a(10^6)$

K：応力集中係数=2.0

（注）応力集中係数を 2 と仮定したうえでピーク応力強さを概算し、その 1/2 を繰返しピーク応力強さ（S）として、所定の回数の許容繰返しピーク強さ（S_a）よりも小さくなれば合格とする。（10^6 回に対する S_a よりも小さい応力振幅しか生じない荷重変動は無視される。）

PVB-3130　疲労強度減少係数の規定

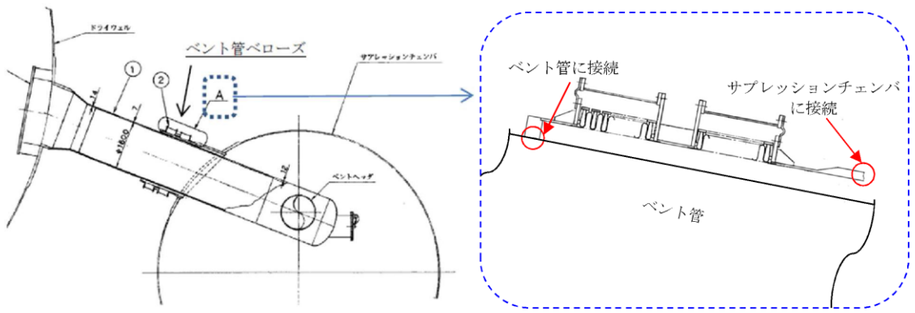
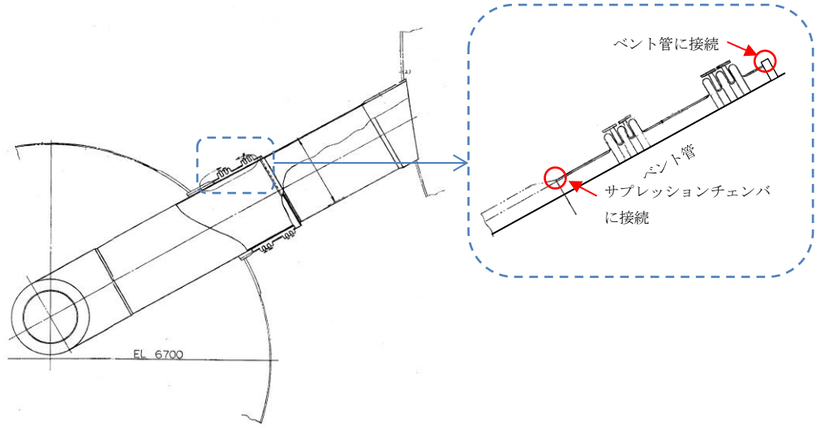
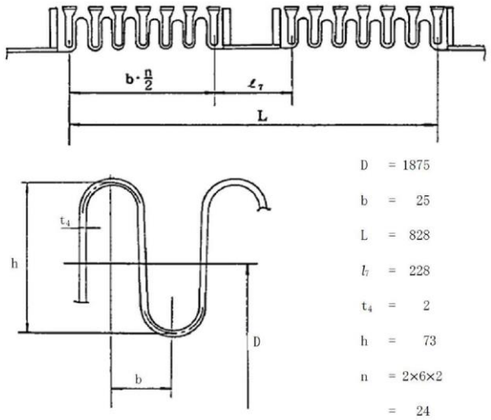
(1)　疲労解析に使用する疲労強度減少係数および応力集中係数は、理論的または実験的に求めたものでなければならない。

(2)　表 PVB-3130-1 の左欄に掲げる容器の部分(材料の最小引張強さが 690 MPa を超えるボルトを除く)の疲労強度減少係数または応力集中係数は、(1)の規定にかかわらず、表 PVB-3130-1 の右欄に掲げる値とすることができる。

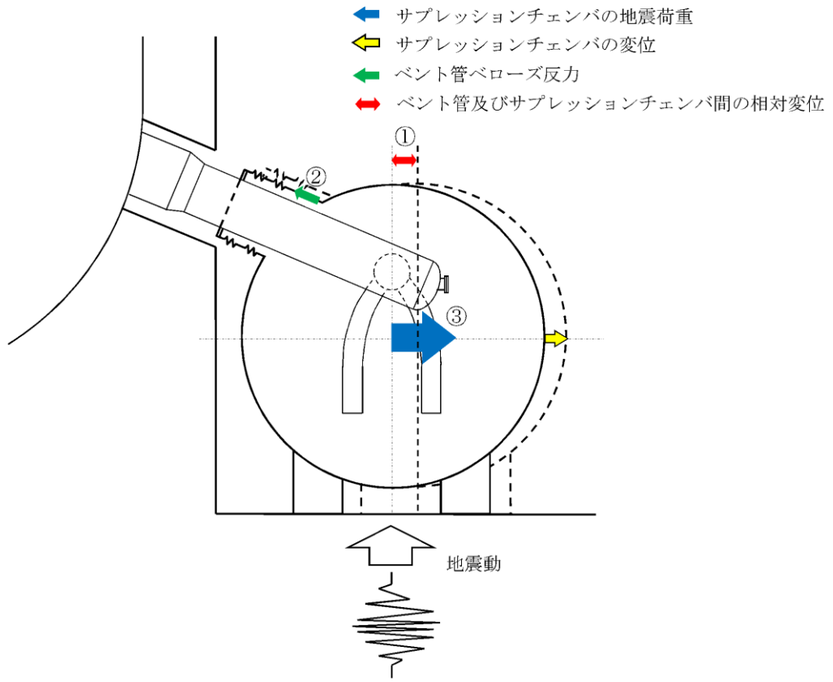
表 PVB-3130-1　疲労強度減少係数

容器の部分	疲労強度減少係数または応力集中係数
局部的な構造上の不連続部	5
ボルトのねじ部	4
容器のラグ、ブラケット等の取付物（強め材、支持構造物および炉心支持構造物を除く）を取り付けるすみ肉溶接部	4

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料８ 原子炉建屋基礎版上における地震応答を用いる妥当性について 1. 概要 サプレッションチェンバは，ドライウェルとベント管を介して接続されるが，ベント管に設けられたベント管ベローズ（材質：オーステナイト系ステンレス鋼（SUS316L））により相対変位を吸収する構造となっているため，サプレッションチェンバの耐震評価に当たっては，ドライウェルの地震応答と切り離し，原子炉建屋基礎版上における地震応答を用いている。 本資料では，ベント管ベローズの構造及びサプレッションチェンバへの地震応答への影響を確認し，上記扱いの妥当性について確認する。 2. ベント管ベローズの構造 ベント管ベローズは，参考 8-1 図に示すとおり，サプレッションチェンバとベント管の熱膨張による相対変位や地震相対変位を吸収できる構造となっている。 また，地震相対変位によるサプレッションチェンバへの反力は，ベント管ベローズのばね定数と地震相対変位により算定することができる。サプレッションチェンバの荷重伝達イメージを参考 8-2 図に示す。 3. サプレッションチェンバの地震応答への影響 サプレッションチェンバとベント管の地震相対変位，ベント管ベローズの反力，サプレッションチェンバの地震荷重及びそれらの比率を参考 8-1 表に示す。評価用地震動は，基準地震動 Ss の特徴を踏まえ，設備の固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－F3 を用いた（参考資料 10 参照）。地震相対変位によるベント管ベローズの反力は，サプレッションチェンバの地震荷重に対して１％程度と軽微であり，サプレッションチェンバの地震応答解析に原子炉建屋基礎版上における地震応答を用いることは，妥当と考えられる。 なお，オーステナイト系ステンレス鋼のひずみ速度に関する知見としてひずみ速度が 1sec^{-1} 以下となるものについては，ひずみ速度が耐力や設計引張強さに影響がないものとされている[1]。ベント管ベローズのひずみ速度は，$1.2\times10^{-2}sec^{-1}$ 程度＊であり，上記知見を踏まえると，材料物性への影響がないと推定されるため，剛性に対しても同様に影響がないものと考えられる。 ＊ 地震応答解析モデルの固有周期 T に対するサプレッションチェンバの最大ひずみ量 ε の比（ε /T）からひずみ速度（sec^{-1}）を算出 参考文献[1]:Hiroe Kobayashi et al., Strain Rate of Pipe Elbow at Seismic Event and Its Effect on Dynamic Strain Aging, ASME Pressure Vessels and Piping Conference, July26-30, 2009	参考資料８ 原子炉建物基礎版上における地震応答を用いる妥当性について 1.　概要 サプレッションチェンバは，ドライウェルとベント管を介して接続されるが，ベント管に設けられたベント管ベローズ（材質：オーステナイト系ステンレス鋼（ＳＵＳ３０４））により相対変位を吸収する構造となっているため，サプレッションチェンバの耐震評価に当たっては，ドライウェルの地震応答と切り離し，原子炉建物基礎版上における地震応答を用いている。 本資料では，ベント管ベローズの構造及びサプレッションチェンバへの地震応答への影響を確認し，上記扱いの妥当性について確認する。 2.　ベント管ベローズの構造 ベント管ベローズは，第１図に示すとおり，サプレッションチェンバとベント管の熱膨張による相対変位や地震相対変位を吸収できる構造となっている。 また，地震相対変位によるサプレッションチェンバへの反力は，ベント管ベローズのばね定数と地震相対変位により算定することができる。サプレッションチェンバの荷重伝達イメージを第２図に示す。 3.　サプレッションチェンバの地震応答への影響 サプレッションチェンバとベント管の地震相対変位，ベント管ベローズの反力，サプレッションチェンバの地震荷重及びそれらの比率を第１表に示す。評価用地震動は，基準地震動Ｓｓの特徴を踏まえ，設備の固有周期帯の応答加速度が大きいＳｓ－Ｄを用いた（参考資料９参照）。地震相対変位によるベント管ベローズの反力は，サプレッションチェンバの地震荷重に対して 0.3％程度と軽微であり，サプレッションチェンバの地震応答解析に原子炉建物基礎版上における地震応答を用いることは，妥当と考えられる。 なお，オーステナイト系ステンレス鋼のひずみ速度に関する知見としてひずみ速度が１sec^{-1} 以下となるものについては，ひずみ速度が耐力や設計引張強さに影響がないものとされている[1]。ベント管ベローズのひずみ速度は，1.0×10^{-2} sec^{-1} 程度注１であり，上記知見を踏まえると，材料物性への影響がないと推定されるため，剛性に対しても同様に影響がないものと考えられる。 注１ 地震応答解析モデルの固有周期 T に対するサプレッションチェンバの最大ひずみ量 ε の比（ε /T）からひずみ速度（sec^{-1}）を算出 参考文献[1]:Hiroe Kobayashi et al.,　Strain Rate of Pipe Elbow at Seismic Event and Its Effect on Dynamic Strain Aging,　ASME Pressure Vessels and Piping Conference,　July 26-30, 2009	・ベント管ベローズの材質の相違

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 a. ベント管ベローズの構造概要	 a. ベント管ベローズの構造概要	
 D = 1875 b = 25 L = 828 ℓ7 = 228 t4 = 2 h = 73 n = 2×6×2 = 24 b. ベント管ベローズの主要寸法	b. ベント管ベローズの主要寸法	
参考 8-1 図　ベント管ベローズの構造	第 1 図　ベント管ベローズの構造	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

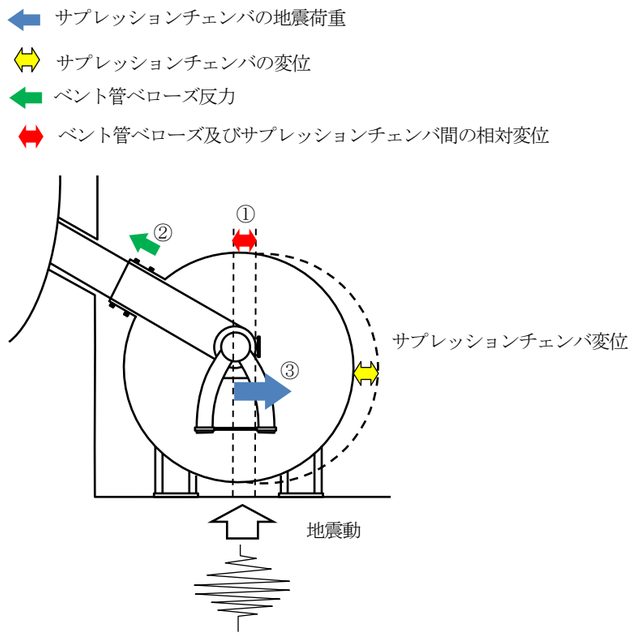


参考 8-2 図　サプレッションチェンバの荷重伝達イメージ

参考 8-1 表　相対変位による影響評価結果

項目＊	評価値
①　地震相対変位	24.24 ｍｍ
②　地震相対変位による ベント管ベローズの反力	1.180×10^{5} (N)
③　サプレッションチェンバ の地震荷重	9.163×10^{7} (N)
比率（②／③）	1%

＊ 項目の①～③は，図２の番号に対応する　　（暫定値）

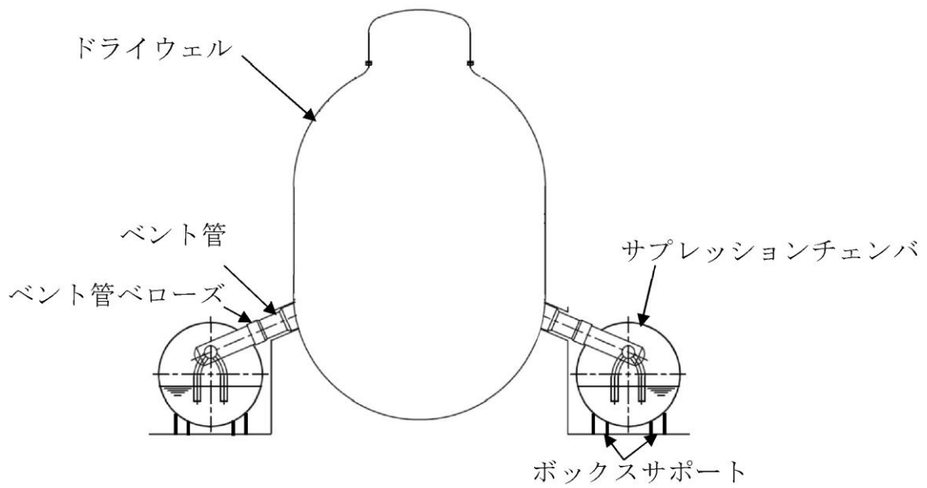


第２図　サプレッションチェンバの荷重伝達イメージ

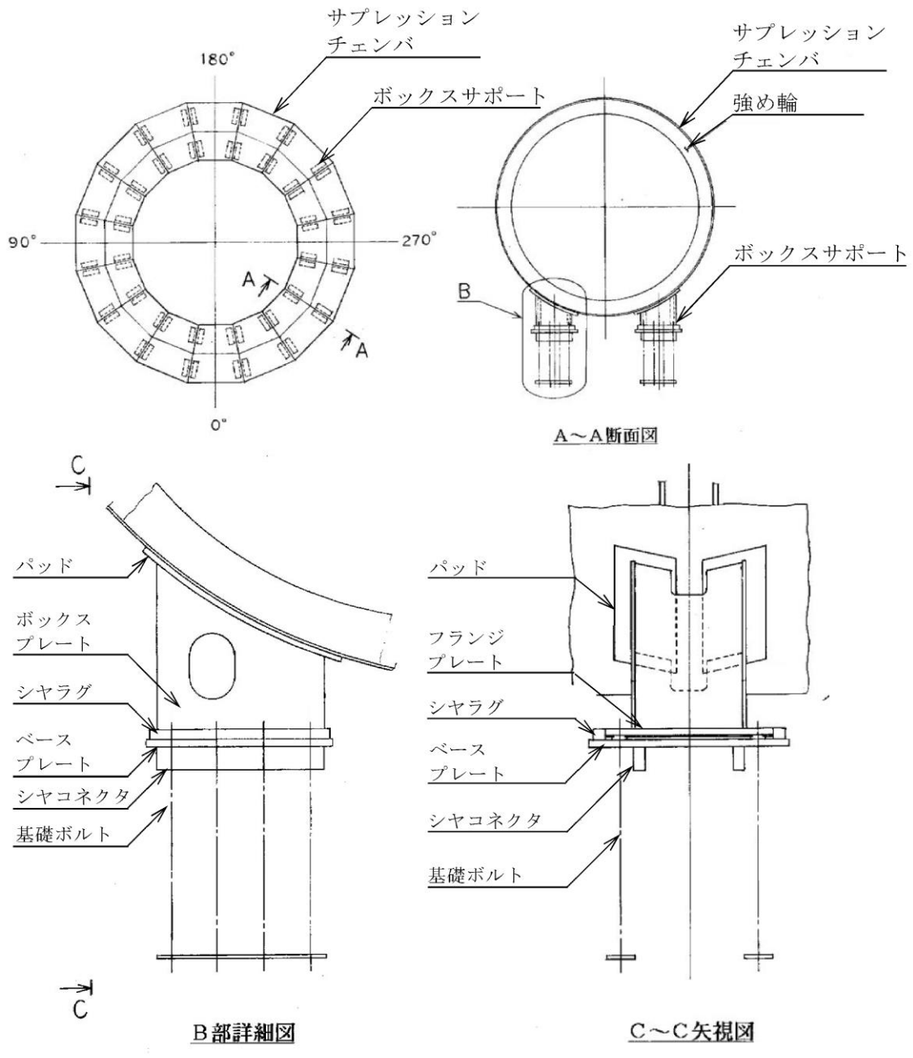
第１表　相対変位による影響評価結果

項目[注1]	評価値
①地震相対変位	75 ｍｍ[注2]
②地震相対変位による ベント管ベローズの反力	1.424×10^{5} N[注2]
③サプレッションチェンバ の地震荷重	5.396×10^{7} N[注3]
比率（②／③）	0.3 %

注１　項目の①～③は，第２図の番号に対応する
注２　基準地震動Ｓｓに対して保守的な条件として算出
注３　時刻歴応答解析により得られる地震荷重

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料９ 機器・配管系設備の既工認からの構造変更について （ボックスサポート） 1. 耐震補強工事の概要 1.1 工事の目的 女川２号炉のサプレッションチェンバの地震荷重に対する耐震性を向上させることを目的に，ボックスサポートの外周面に補強リブ等を追加し，基礎埋設部にシヤコネクタを新たに設置する。 1.2 既設構造 原子炉格納容器全体概要図を参考 9-1 図に，ボックスサポート構造図（補強前）を参考 9-2 図に示す。 サプレッションチェンバは，16 セグメントの円筒を繋ぎ合わせた円環形状容器であり，各セグメントの継ぎ目に２箇所ずつ設けられた全 32 箇所の支持脚（以下「ボックスサポート」という。）により，原子炉建屋基礎版上に自立している。 また，サプレッションチェンバとドライウェルは，ベント管を介して接続されるが，ベント管に設けられたベント管ベローズにより相対変位を吸収する構造となっている。 ボックスサポートは，半径方向に対してサプレッションチェンバの熱膨張による可動を許容し，周方向に対してサプレッションチェンバの地震荷重を原子炉建屋基礎版に伝達させる構造である。  参考 9-1 図　原子炉格納容器全体概要図		・島根２号炉サプレッションチェンバにおいて構造変更は行わない

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



参考 9-2 図　ボックスサポート構造図（補強前）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

1.3 耐震補強構造

ボックスサポートの補強前後の比較表を参考 9-1 表に，補強後の詳細構造図を参考 9-3 図に示す。

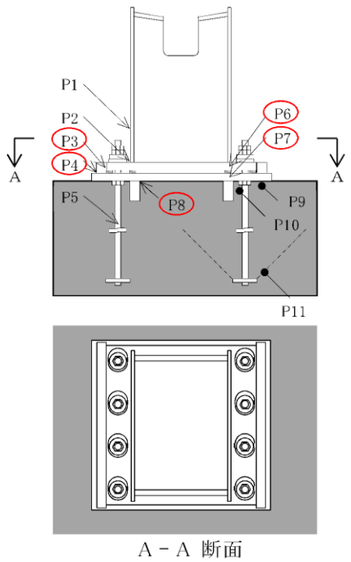
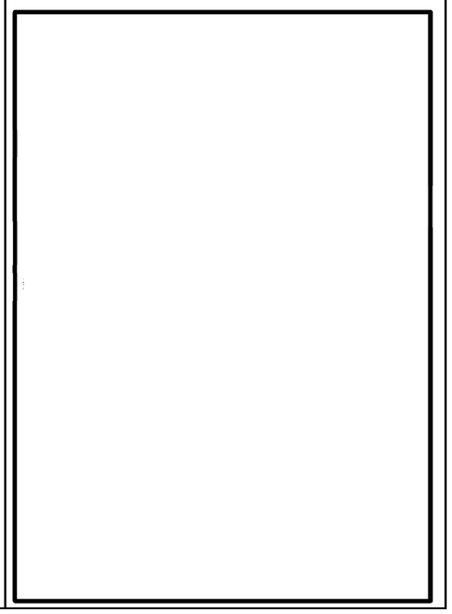
耐震補強は，ボックスサポートの応力評価点 P3，P4 及び P8 の応力低減を目的として，ベースプレートの外側（周方向）に新設ベースプレート，新設シヤコネクタ及び新設シヤラグを追加する。

サプレッションチェンバからの地震荷重は，既設ボックスサポートの既設シヤラグ及びベースプレート端部から新設シヤコネクタ及び新設ベースプレートへ荷重伝達し，さらに新設シヤコネクタから原子炉建屋基礎版へ荷重伝達する構造となる。

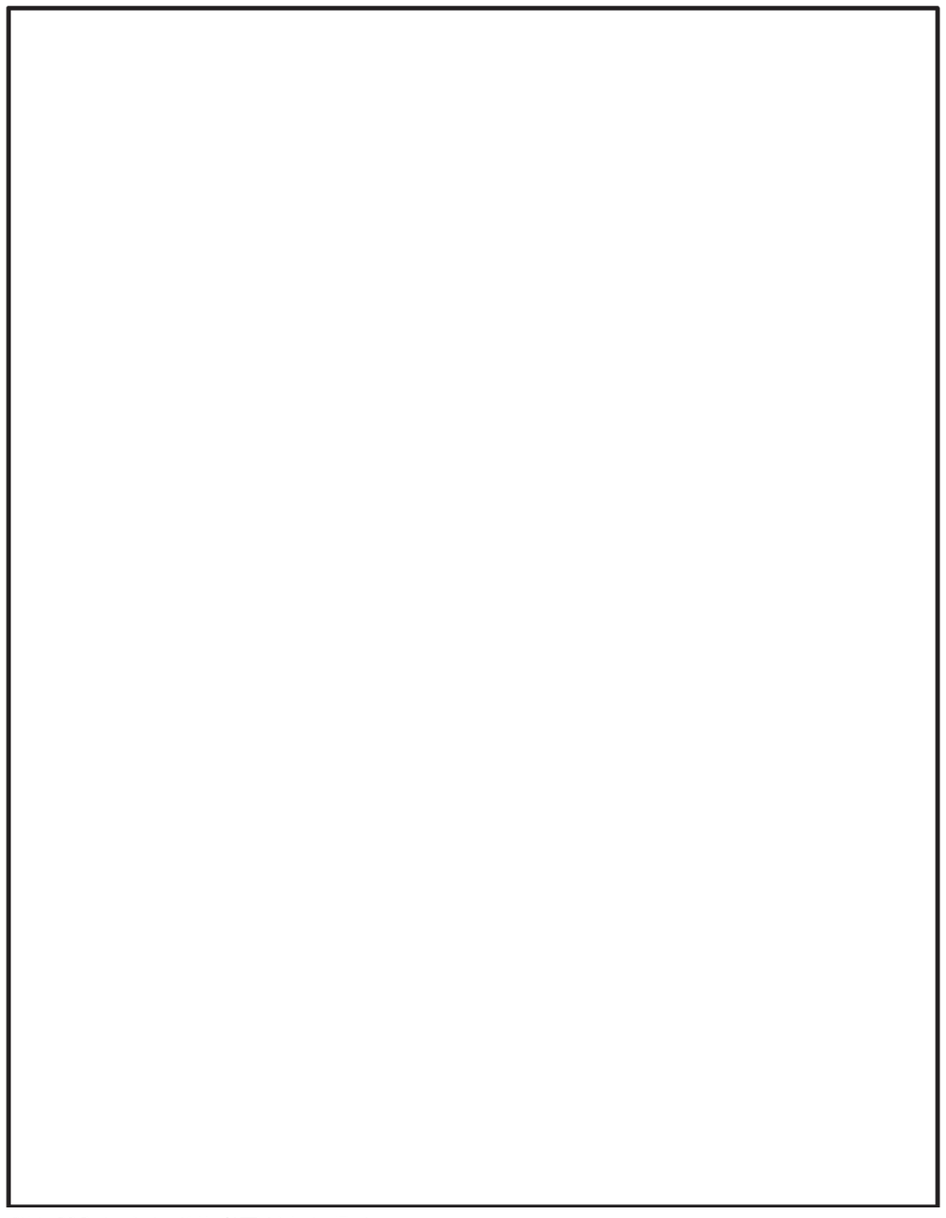
また，ボックスサポートの応力評価点 P6，P7 の応力低減を目的として，ボックスサポートのボックスプレートに追加リブ（片側５枚）を据付け，曲げ剛性を向上させる。

これらの対策を実施することによりボックスサポートの耐震性を向上させる。

参考 9-1 表　補強前後比較表

	補強前	補強後
概略構造	○：補強が必要な部位 ＊P1～P11 は既工認における応力評価点  	□：補強部材 

詳細設計により形状変更があり得る。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 詳細設計により形状変更があり得る。 参考 9-3 図　ボックスサポート詳細構造図（補強後）		

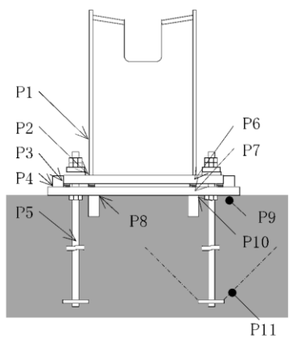
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
2. 構造変更を踏まえた応力評価点の検討 耐震補強工事としてボックスサポートに補強部材を追加するため，各部材の断面性能及び地震荷重の伝達経路を踏まえ，今回工認におけるボックスサポートの応力評価点について検討する。なお，サプレッションチェンバ本体の応力評価点は，既工認から３次元 FEM 解析モデルを用いた応力評価を実施し，高い応力発生点に対して評価しており，今回工認においても同様に高い応力発生点を評価する。 また，参考として，各応力評価点における応力比（許容応力に対する発生応力：暫定値）を確認する。 2.1 今回工認における応力評価点 2.1.1 ボックスサポートの応力評価点 既工認及び今回工認における応力評価点を参考 9-2 表に，応力評価点位置を参考 9-3 表に示す。応力評価点 P1～P7，P9 及び P11 については，各部材の断面性能を考慮し，既工認と同様に，応力評価を実施する。また，応力評価点 P6（フランジプレート：ボックスプレート取付部）については，追加リブによる拘束効果を考慮し，新たに P6’（フランジプレート：追加リブ取付部）を設定する。 応力評価点 P8 及び P10 については，保守的な扱いとして，既設シヤコネクタによる荷重分担は期待せず，新設シヤコネクタのみで荷重を受けるものとして，応力評価を実施する。 応力評価点 P2’及び P12（パッド取付部）については，サプレッションチェンバとボックスサポートの取付部として，新たに設定する。なお，既工認においては，この応力評価点に対して P2（ボックスプレート取付部）を代表評価点としていた。		

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 9-2 表　ボックスサポートの応力評価点

応力評価点		評価対象		発生応力の低減に寄与する補強部材
		既工認	今回工認	
P1	ボックスプレート	○	○	追加リブ
P2	ボックスプレート取付部	○	○	追加リブ
P2’	ボックスプレート取付部	－	○	追加リブ
P3	フランジプレートとシヤラグ接触部	○	○	新設シヤラグ
P4	シヤラグ取付部	○	○	新設シヤラグ
P5	基礎ボルト	○	○	
P6	フランジプレート	○	○	追加リブ
P6’	フランジプレート	－	○	
P7	ベースプレート	○	○	追加リブ
P8	シヤコネクタ取付部	○	○	新設シヤコネクタ
P9	コンクリート（ベースプレート下面）	○	○	
P10	コンクリート（シヤコネクタ側面）	○	○	新設シヤコネクタ
P11	コンクリート	○	○	
P12	パッド取付部	－	○	

参考 9-3 表　応力評価点位置

既工認	今回工認
	：補強部材

詳細設計により形状変更があり得る。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

2.1.2 サプレッションチェンバの応力評価点

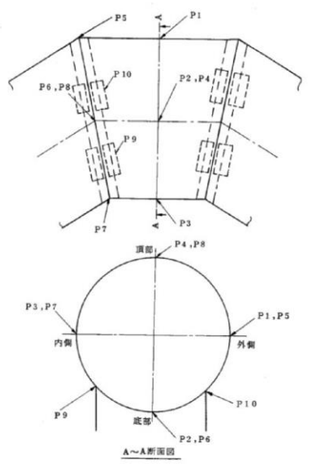
既工認及び今回工認における応力評価点を参考 9-4 表に，応力評価点位置を参考 9-5 表に示す。また，補強を考慮した３次元 FEM 解析モデルを用いた応力コンター図（暫定値）を参考 9-4 図に示す。評価用地震動は，基準地震動 Ss の特徴を踏まえ，設備の固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－F3 を用いた（参考資料 10 参照）。参考 9-4 図を踏まえると，ボックスサポートに補強部材を追加した場合の応力コンターは，既工認時に設定した応力評価点にて，応力が卓越する部位を捉えていることから今回工認の応力評価点も既工認同様とする。

参考 9-4 表　サプレッションチェンバの応力評価点

応力評価点		評価対象	
		既工認	今回工認
P1	胴中央部外側	○	○
P2	胴中央部底部	○	○
P3	胴中央部内側	○	○
P4	胴中央部頂部	○	○
P5	胴エビ継手部外側	○	○
P6	胴エビ継手部底部	○	○
P7	胴エビ継手部内側	○	○
P8	胴エビ継手部頂部	○	○
P9	内側ボックスサポート取付部	○	○
P10	外側ボックスサポート取付部	○	○

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 9-5 表　応力評価点位置

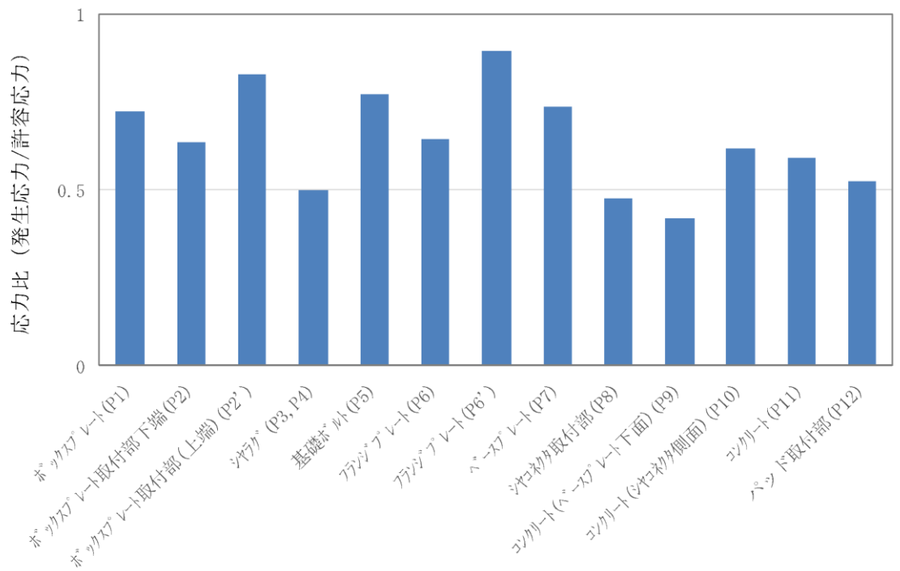
既工認	今回工認
	同左



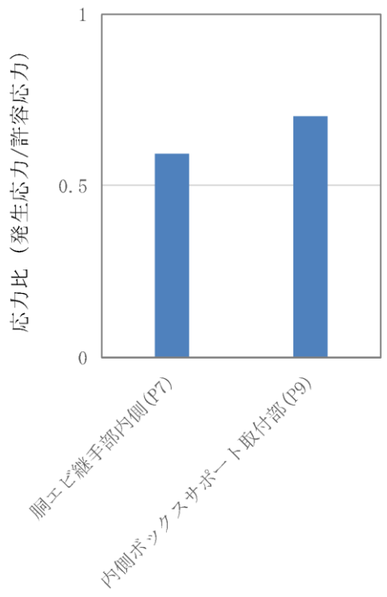
参考 9-4 図　サプレッションチェンバの応力コンター図（暫定値）
（重大事故時水位より高い水位，基準地震動 Ss－F3 による評価結果）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
2.2 各応力評価点の応力比 今回工認における耐震評価の見通しとして，ボックスサポートに対する耐震補強工事及びサプレッションチェンバ内部水に対する有効質量の適用を考慮し，ボックスサポートの各応力評価点における応力比（許容応力に対する発生応力の比）を評価した結果（暫定値）を参考 9-5 図に，サプレッションチェンバの代表点（評価上厳しいと考えられるボックスサポート取付部）における応力比を評価した結果（暫定値）を参考 9-6 図に示す。評価用地震動は，基準地震動 Ss の特徴を踏まえ，設備の固有周期帯の応答加速度が大きい Ss－F3 を用いた。 各応力評価点における応力比の評価結果（暫定値）は，いずれも 1 未満であり，ボックスサポート及びサプレッションチェンバの耐震性が確保できるものと考えられる。なお，詳細評価結果については，工認段階で説明する。		

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



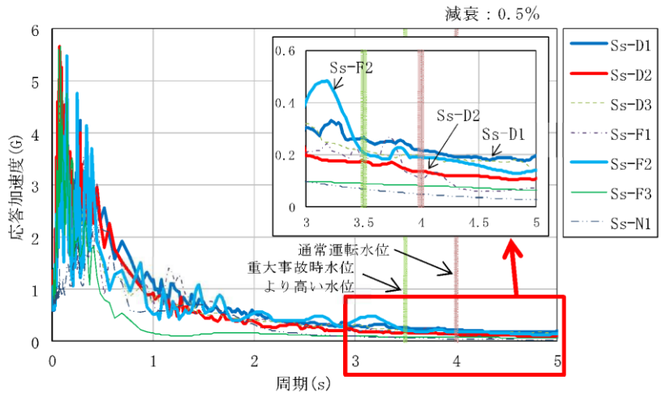
参考 9-5 図　ボックスサポートの各応力評価点における応力比の評価結果（暫定値）
（重大事故時水位より高い水位，基準地震動 Ss－F3 による評価結果）



参考 9-6 図　サプレッションチェンバの代表点における応力比の評価結果（暫定値）
（重大事故時水位より高い水位，基準地震動 Ss－F3 による評価結果）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料 10 評価に用いた地震動の応答加速度スペクトルについて サプレッションチェンバ設置床の応答加速度スペクトルについて，参考 10-1，2 図に示す。参考 10-1 図は，流体解析が時刻歴応答解析であることを踏まえ，拡幅処理を行っていない応答加速度スペクトルを示し，スロッシングの固有周期（通常運転水位，重大事故時水位より高い水位）を記載した。参考 10-2 図は，構造解析（地震応答解析）がスペクトルモーダル解析であることを踏まえ，±10%の拡幅処理した応答加速度スペクトルを示し，サプレッションチェンバの地震応答解析モデル（重大事故時水位より高い水位）の固有周期を記載した。	参考資料 9 評価に用いた地震動の応答加速度スペクトルについて サプレッションチェンバ設置床において，拡幅処理を行っていない応答加速度スペクトル（減衰定数 0.5%（ＪＥＡＧ４６０１における「液体の揺動」の減衰定数））を第１図に，±10%の拡幅処理した応答加速度スペクトル（減衰定数 1.0%（ＪＥＡＧ４６０１における「溶接構造物」の減衰定数））を第２図に示す。スロッシング荷重の算出には加速度時刻歴を用いるため，サプレッションチェンバにおけるスロッシング周期（重大事故時想定水位（Ｓｓ））を第１図に示す。サプレッションチェンバの耐震評価には拡幅処理した床応答スペクトルを用いるため，サプレッションチェンバの地震応答解析モデル（重大事故時想定水位（Ｓｓ））の固有周期を第２図に示す。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

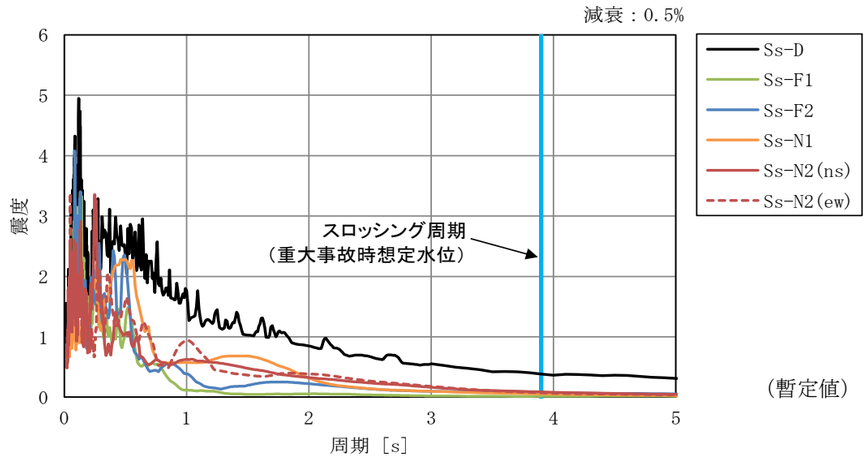


（暫定値）

参考 10-1 図　サプレッションチェンバ設置床の応答加速度スペクトル（拡幅無し）

（暫定値）

参考 10-2 図　サプレッションチェンバ設置床の応答加速度スペクトル（拡幅有り）



（暫定値）

第１図　サプレッションチェンバ設置床の応答加速度スペクトル
（ＮＳ方向，拡幅なし）

第２図　サプレッションチェンバ設置床の応答加速度スペクトル
（ＮＳ方向，拡幅あり）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料 11 方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針 1. 概要 水平２方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う際にサプレッションチェンバのスロッシング解析にはスロッシング荷重が大きく算定される Ss－D1 を代表波として用いている。この際，水平１方向には，Ss－D1 を用いるが，その直交方向には Ss－D1 とは位相特性の異なる模擬地震波を用いている。 ここでは，Ss－D1 の直交方向の模擬地震波について示す。 2. 位相特性の異なる模擬地震波の作成方法 Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波は，Ss－D1 と同条件のコントロールポイント及び振幅包絡線の経時変化を用いて，Ss－D1 とは異なる乱数の位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成する。応答スペクトルのコントロールポイントを参考 11-1 表に，振幅包絡線の経時変化を参考 11-2 表に示す。 Ss－D1 及び Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波の応答スペクトルをそれぞれ参考 11-1 図及び参考 11-2 図に，加速度時刻歴波形を参考 11-3 図及び参考 11-4 図に示す。また，それぞれの地震波を２方向入力した場合のオービットを参考 11-5 図に示す。なお，目標とする応答スペクトル値に対する，Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波の SI 比は 1.0 以上，応答スペクトル比は 0.85 以上である。応答スペクトル比を参考 11-6 図に示す。 参考 11-1～4 図に示すように，Ss－D1 と新たに作成した Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波はほぼ同じ応答スペクトル及び時刻歴波形をしている。また，参考 11-5 図に示すとおり，オービットは偏りがない。 3. スロッシング解析に用いる入力波 スロッシング解析に用いる入力波は，Ss－D1 及び Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波を用いて，建屋応答解析を実施し，得られた応答加速度時刻歴を用いている。 応答加速度時刻歴波形を参考 11-7 図及び参考 11-8 図に，それぞれの地震波を２方向入力した場合の建屋応答加速度のオービットを参考 11-9 図に，床応答加速度スペクトルを参考 11-10 図に示す。	参考資料 10 スロッシング解析に用いる模擬地震波について 1. 概要 水平２方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う際にサプレッションチェンバのスロッシング解析にはスロッシング荷重が大きく算定されるＳｓ－Ｄを代表波として用いる。この際，水平１方向にはＳｓ－Ｄを用いるが，その直交方向にはＳｓ－Ｄとは位相特性の異なる模擬地震波を用いるため，Ｓｓ－Ｄの直交方向の模擬地震波を以下に示す。 なお，位相特性の異なる模擬地震波の作成方法は「別紙-10　水平２方向及び鉛直方向地震力の適切な組合せに関する検討について」に示す。 2.　スロッシング解析に用いる入力波 スロッシング解析に用いる入力波は，Ｓｓ－Ｄ及びＳｓ－Ｄと位相特性の異なる模擬地震波を用いて，建物応答解析を実施し，得られた応答加速度時刻歴を用いている。 応答加速度時刻歴波形を第１図及び第２図に，それぞれの地震波を２方向入力した場合の建物応答加速度のオービットを第３図に，床応答加速度スペクトルを第４図に示す。第３図に示すとおり，オービットには偏りがなく，第４図に示すとおり，スロッシング周期帯における位相特性の異なる模擬地震波の応答加速度はＳｓ－Ｄと同等である。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

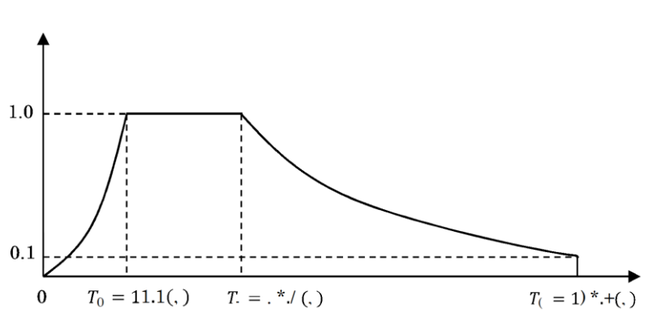
参考 11-1 表　応答スペクトルのコントロールポイント

応答スペクトル		コントロールポイント			
		T_A	T_B	T_C	T_D
Ss-D1	周期（s）	0.02	0.072	0.51	5
	速度（cm/s）	2.0372	26.5	88.4	88.4

注：T_A～T_D 周期（s）

参考 11-2 表　振幅包絡線の経時的変化

種別	継続時間（s）	振幅包絡線の経時的変化（s）		
		T_b	T_c	T_d
Ss-D1	137.9	16.6	47.5	137.9



M=8.3，Xeq=132km として評価

$T_b = 10^{0.5M-2.93}$

$T_c - T_b = 10^{0.3M-1.0}$

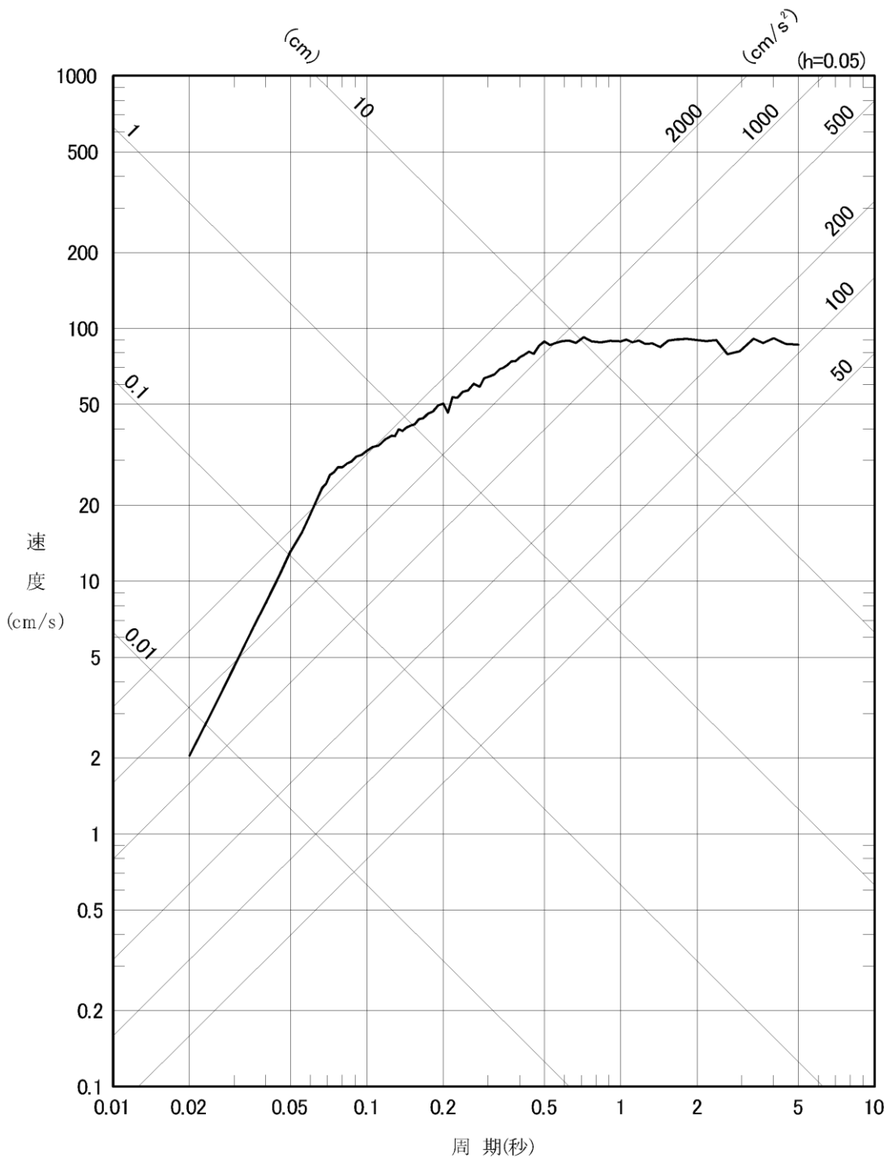
$T_d - T_c = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$

$E(T) = (T/T_b)^2$　　$(0 < T \leqq T_b)$

$E(T) = 1$　　$(T_b < T \leqq T_c)$

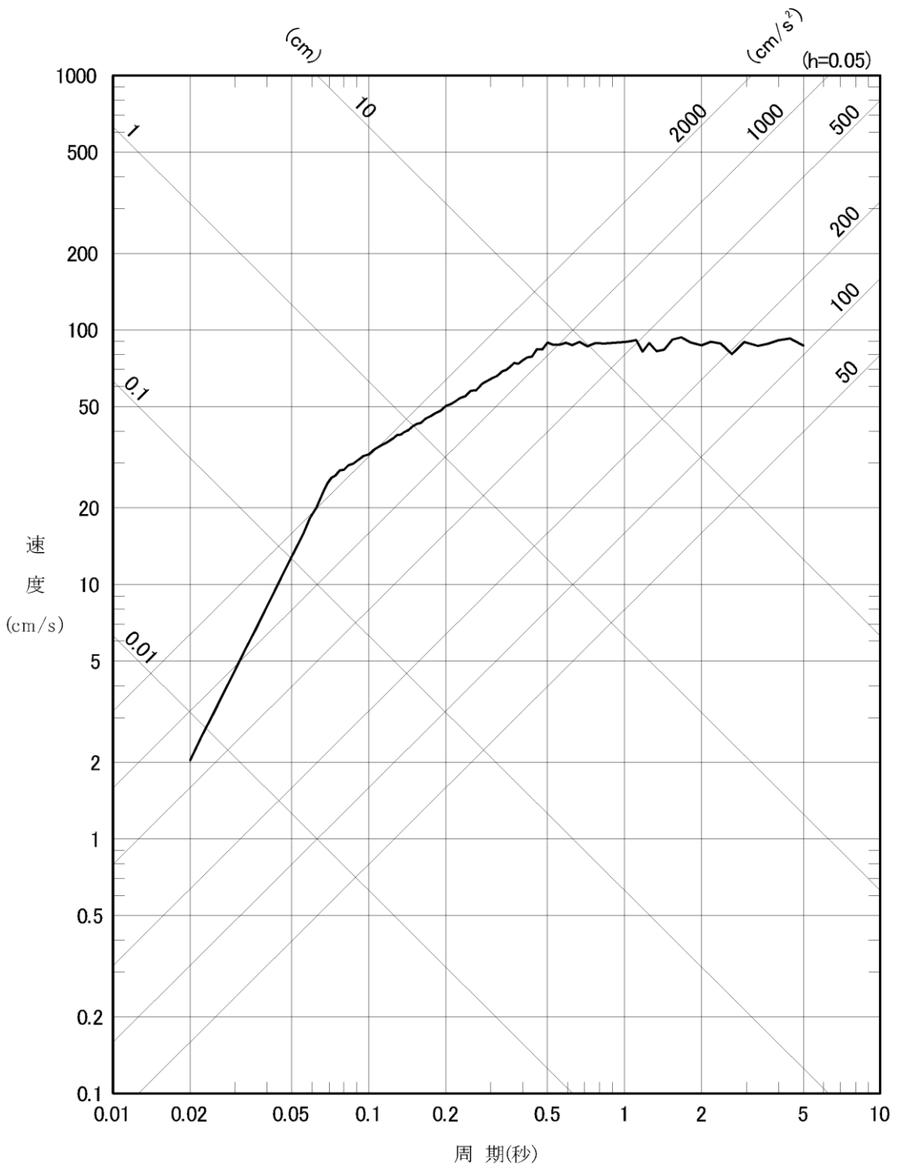
$E(T) = e^{\frac{\ln 0.1}{\%\&-T_c}(T-T_c)}$　　$(T_c < T \leqq T_d)$

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



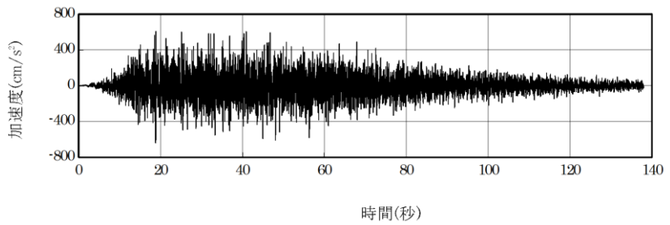
参考 11-1 図　Ss－D1 の応答スペクトル

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

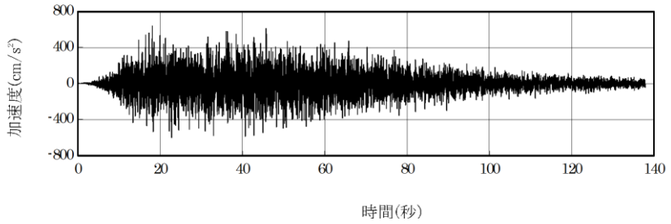


参考 11-2 図　Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波の応答スペクトル

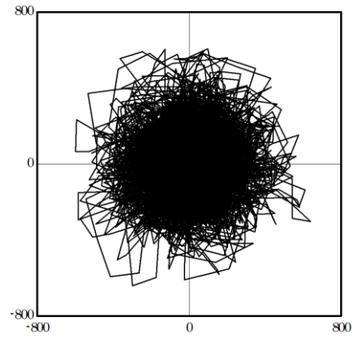
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



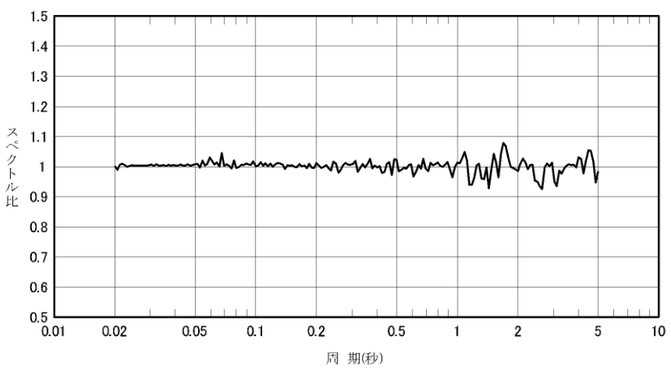
参考 11-3 図　Ss－D1 の加速度時刻歴波形



参考 11-4 図　Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形

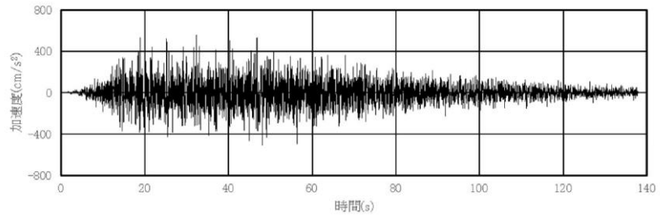


参考 11-5 図　Ss－D1 のオービット
（位相が異なる地震波を２方向入力した場合）

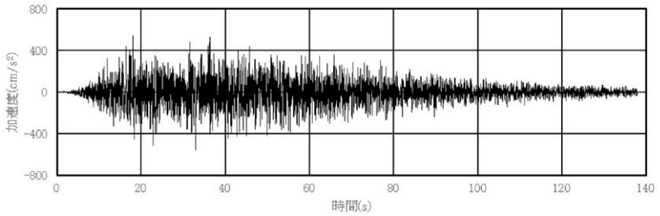


参考 11-6 図　Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波の応答スペクトル比

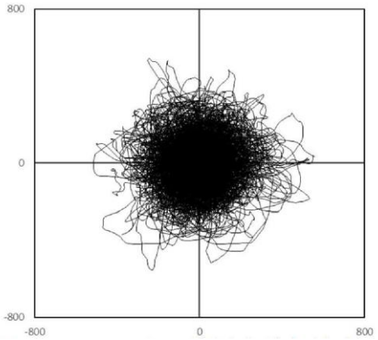
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



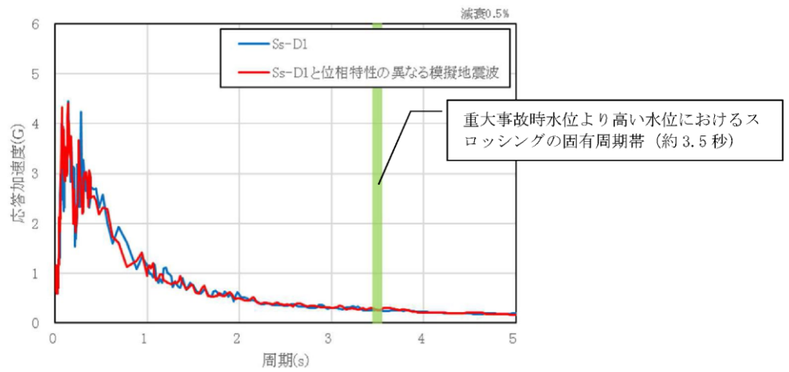
参考 11-7 図　Ss－D1 の応答加速度時刻歴波形（暫定値）



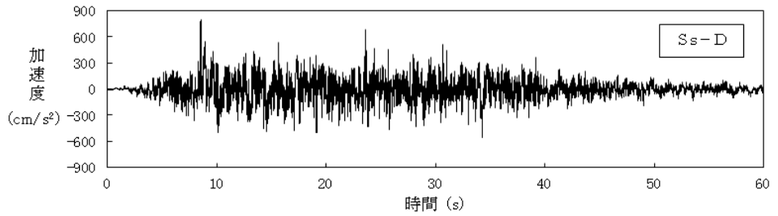
参考 11-8 図　Ss－D1 と位相特性の異なる模擬地震波の応答加速度時刻歴波形（暫定値）



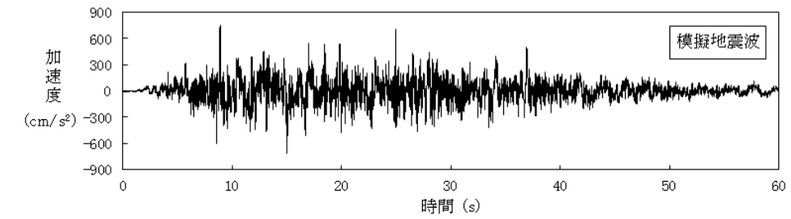
参考 11-9 図　Ss－D1 による建屋応答加速度のオービット
（位相が異なる地震波を２方向入力した場合）



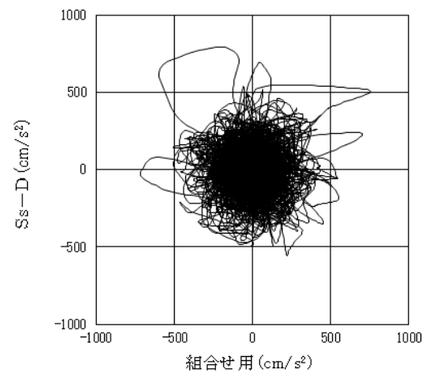
参考 11-10 図　床応答加速度スペクトル（暫定値）



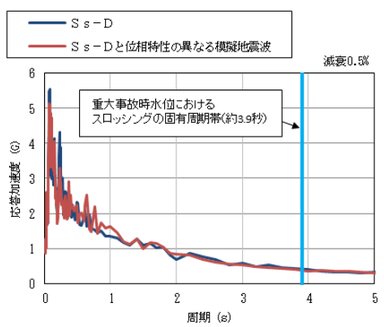
第１図　Ｓｓ－Ｄの応答加速度時刻歴波形（暫定値）



第２図　Ｓｓ－Ｄと位相特性の異なる模擬地震波の応答加速度時刻歴波形（暫定値）



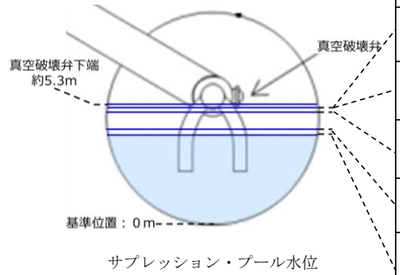
第３図　Ｓｓ－Ｄによる建物応答加速度のオービット
（位相が異なる地震波を２方向入力した場合）



第４図　床応答加速度スペクトル（暫定値）

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
参考資料 12 サプレッションチェンバの水位条件について サプレッションチェンバの水位及び振動試験水位との対応関係について参考 12-1 図に示す。なお，重大事故時におけるサプレッションチェンバの水位条件の考え方*については，参考 12-1 表に示す。 ＊「重大事故対処設備について (補足説明資料) 39 条 地震による損傷の防止 39-4 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について 添付資料 9」より引用	参考資料 11 サプレッションチェンバの重大事故時水位について サプレッションチェンバの重大事故時水位及び水位条件等の考え方を第 1 図及び第 1 表に示す（「重大事故等対処設備について 補足説明資料 39 条地震による損傷の防止 39－4 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について 添付資料８」より引用）。	

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



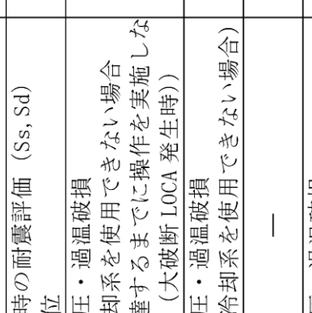
サプレッション・プール水位

サプレッション・プール水位と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4,580m³	ダウンカマ取付け部下端位置	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4,550m³	—	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：２Pdに到達）
約4.9m	約4,410m³	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3,390m³	—	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3,010m³	通常運転範囲の上限値（H.W.L）	—

※1　SA時の耐震評価にてSsと組み合わせるサプレッション・プール水位を約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サプレッション・プール水位を約3.7mから約5.05mに変更

第１図　重大事故時のサプレッション・プール水位と耐震評価に用いる水位との関係



水位	位置	事故シーケンス等	試験条件
約 7.8m	—	—	高高水位 (325mm)
約 6.4m	真空破壊装置 上端位置	重大事故等時の耐震評価（Ss，Sd）に用いる水位	高水位 (259mm*)
約 5.9m	真空破壊装置 下端位置		—
約 5.8m	—	格納容器過圧・過温破損 代替循環冷却系を使用できない場合 （2Pdに到達するまでに操作を実施しなかった場合（大破断 LOCA 発生時））	—
約 5.5m	真空破壊装置 下端位置−0.4m	格納容器過圧・過温破損 （代替循環冷却系を使用できない場合）	—
約 5.0m	—		中水位 (203mm)
5m 以下	—	格納容器過圧・過温破損 （代替循環冷却系を使用する場合）	—
3.6m （参考）	通常運転水位 (H.W.L)	通常運転時の耐震評価（Ss，Sd）に用いる水位	低水位 (146mm)

＊ 6.4m/9.4m×380mm（試験体直径）≒259mm

参考 12-1 図　サプレッションチェンバの水位及び振動試験水位との対応関係

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考 12-1 表　重大事故時におけるサプレッションチェンバの水位条件の考え方

	事故シーケンスと選定の考え方	水位条件の考え方
サプレッションチェンバ	格納容器過圧・過温破損 （全事故シーケンスのうち，格納容器水位が最も厳しくなる事故シーケンスを選定）	重大事故時のサプレッションチェンバのモデル化においては，耐震評価上，水位が高い方が地震時の応答が大きくなる傾向があることから，重大事故時におけるサプレッションチェンバの水位としては，以下の事故シーケンスを考慮し，真空破壊装置下端位置（約 5.9m）を用いる。 ・格納容器過圧・過温破損「代替循環冷却系を使用できない場合（2Pd に到達するまでに操作を実施しなかった場合（大破断 LOCA 発生時））」で約 5.8m

第１表　重大事故時を考慮した地震応答解析モデルの水位条件等の考え方

	条件	事故シーケンスと選定の考え方	条件設定の考え方
ＰＣＶ	水位 （質量）	格納容器過圧・過温破損（全事故シーケンスのうち，格納容器水位が最も厳しくなる事故シーケンスを選定）	重大事故時の原子炉格納容器のモデル化においては，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があることから，重大事故時におけるサプレッション・プール水位としては，以下の事故シーケンスを考慮し，ダウンカマ取付け部下端位置（約 5.05m）を用いる。 ・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）（２Pd に到達するまでに操作を実施しなかった場合（大破断ＬＯＣＡ発生時））で約 5.03m 重大事故時におけるドライウェルの水位としては，ドライウェル床面＋約１ｍ（ベント開口下端位置）の水位が形成されることの影響を検討する。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

参考資料 12

サプレッションチェンバの内部水に有効質量を考慮する水位条件の変更について

１．概要

新規制基準を踏まえたサプレッションチェンバの耐震評価において，内部水の有効質量を考慮する水位条件を申請当初から変更する。本資料では，変更前後における考え方を整理する。

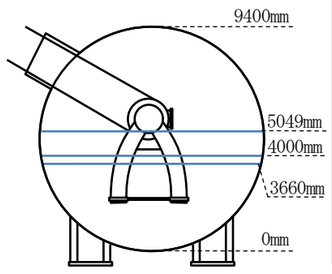
２．変更前の有効質量適用の考え方

サプレッションチェンバの弾性設計用地震動Ｓｄによる通常運転時及び重大事故時の耐震評価では，内部水の全質量を考慮した場合においても耐震性を満足する。このため，サプレッションチェンバにおける弾性設計用地震動Ｓｄによる重大事故後の耐震評価においては，既工認による耐震評価と同様に，内部水の有効質量を考慮しないこととしていた。

３．変更後の有効質量適用の考え方

設計における一貫性を考慮し，サプレッションチェンバにおける耐震評価では水位条件（通常運転時及び重大事故時）及び地震動によらず，内部水の有効質量を考慮する。

変更前後における有効質量を考慮する水位条件を第１図に示す。



	水位	耐震評価	有効質量の適用[注1]
変更前	5049㎜	重大事故時の耐震評価（Ｓｄ）	×
	4000㎜	重大事故時の耐震評価（Ｓｓ）	○
	3660㎜	通常運転時の耐震評価（Ｓｓ，Ｓｄ）	○
変更後	5049	重大事故時の耐震評価	○
	5049	通常運転時の耐震評価（Ｓｓ，Ｓｄ）	○

注１　○：有効質量を適用，×：有効質量を適用しない

第１図　有効質量を考慮する水位条件

・島根２号炉では有効質量を適用する水位条件の見直しを行ったため，変更前後における考え方を整理している

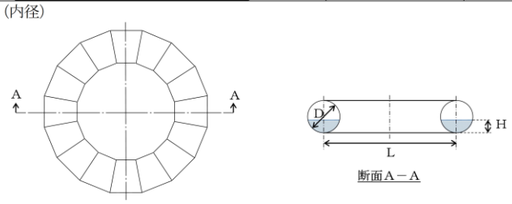
女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
	参考資料 13 先行プラントとの有効質量比の比較 １．概要 島根２号炉における検討で得られた有効質量比について，先行プラントとの比較により妥当性を確認する。 ２．有効質量比の比較 先行プラント及び島根２号炉における検討で得られた水位と有効質量比の関係を第 1 表及び第１図に示す。 有効質量比は，強め輪がない場合と比較して，強め輪がある場合に大きい傾向がある。これは，強め輪が流体の運動を阻害するため，強め輪がある場合に容器が流体から受ける反力が大きくなるためであると考えられる。また，島根２号炉の検討に用いた試験体は島根１号炉の縮小試験体であることから，容器寸法の違いによる差が生じている。 強め輪の模擬や寸法の相違等により，有効質量比の算出結果にばらつきはあるが，先行プラント及び島根２号炉において同等の条件による検討で得られた有効質量比は同程度の結果が得られている。	・島根２号炉では先行プラントとの比較により，有効質量の妥当性を確認している

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第１表　有効質量比の比較

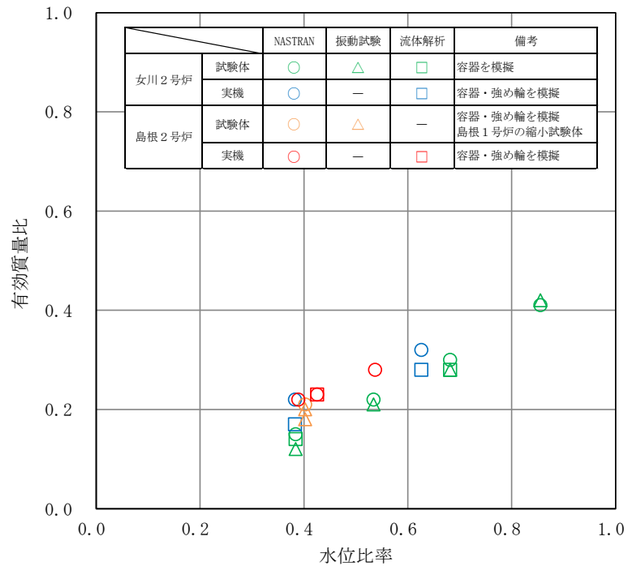
プラント	対象	諸元					振動試験及び流体解析の入力波	有効質量比［-］		
		強め輪	直径 L ［mm］	内径 D ［mm］	水位 H ［mm］	水位[注1] 比率 ［-］		NASTRAN	振動試験	流体解析
女川２号炉	試験体	無	1,484	380	146	0.38	基準地震動Ｓｓ相当の時刻歴波	0.15	0.12	0.14
					203	0.53		0.22	0.21	－
					259	0.68		0.30	0.28	0.28
					325	0.86		0.41	0.42	－
	実機	有	37,860	9,400	3,600	0.38	Ｓｓ－Ｄ１，Ｓｓ－Ｄ２，Ｓｓ－Ｆ２	0.22	－	0.17
					5,886	0.63		0.32	－	0.28
島根２号炉	試験体	有	1,464	400	161	0.40	ランダム波Ａ	0.21	0.18	－
							ランダム波Ｂ		0.20	
	実機	有				0.39	Ｓｓ－Ｄ	0.22	－	－
						0.43		0.23	－	0.23
						0.54		0.28	－	－

注１　（水位比率）＝（水位）／（内径）



注：他サイトの情報に係る記載内容については，公開資料を基に弊社の責任において記載したものです。

女川原子力発電所　２号炉　（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考



第１図　水位と有効質量比の関係

注：他サイトの情報に係る記載内容については，公開資料を基に弊社の責任において記載したものです。

実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
波線・・記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表　〔第４条　地震による損傷の防止　別紙－９〕

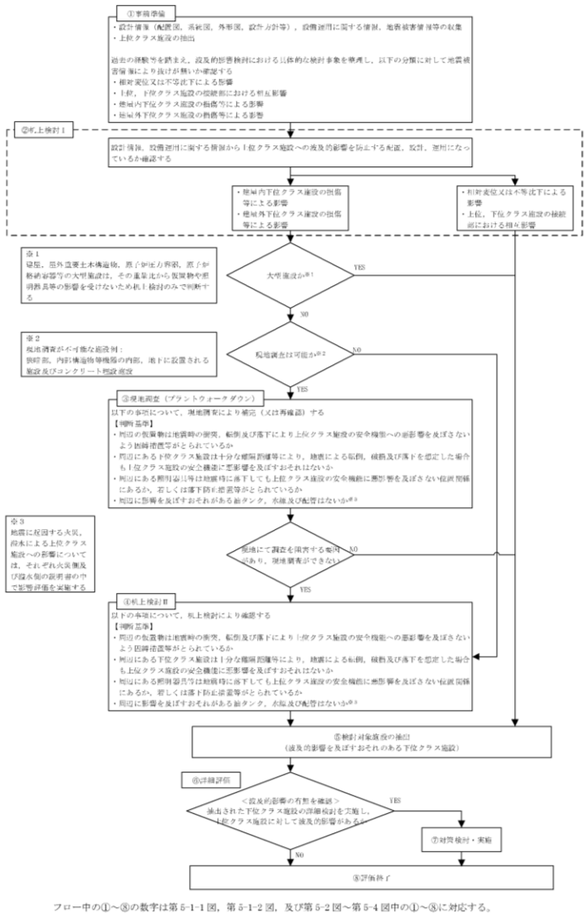
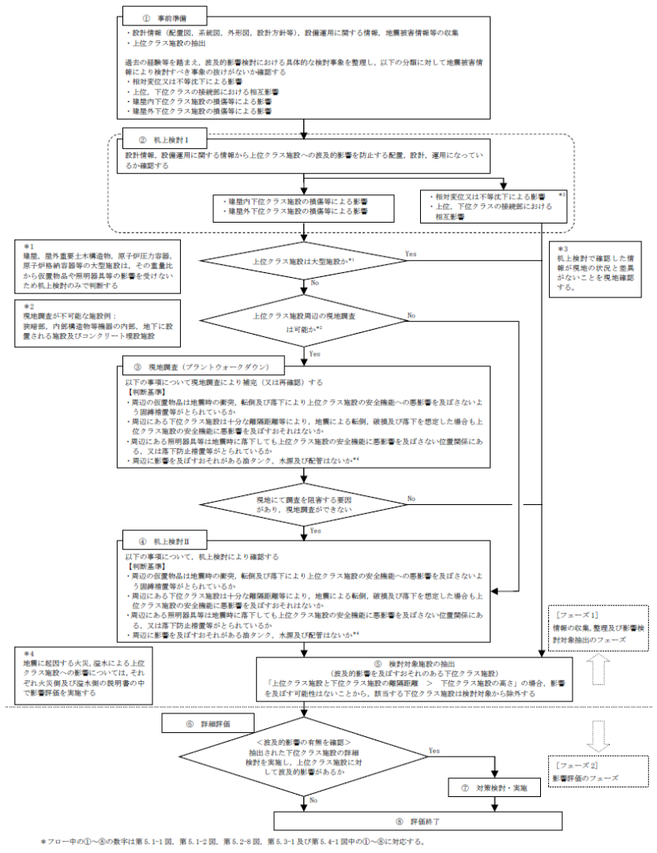
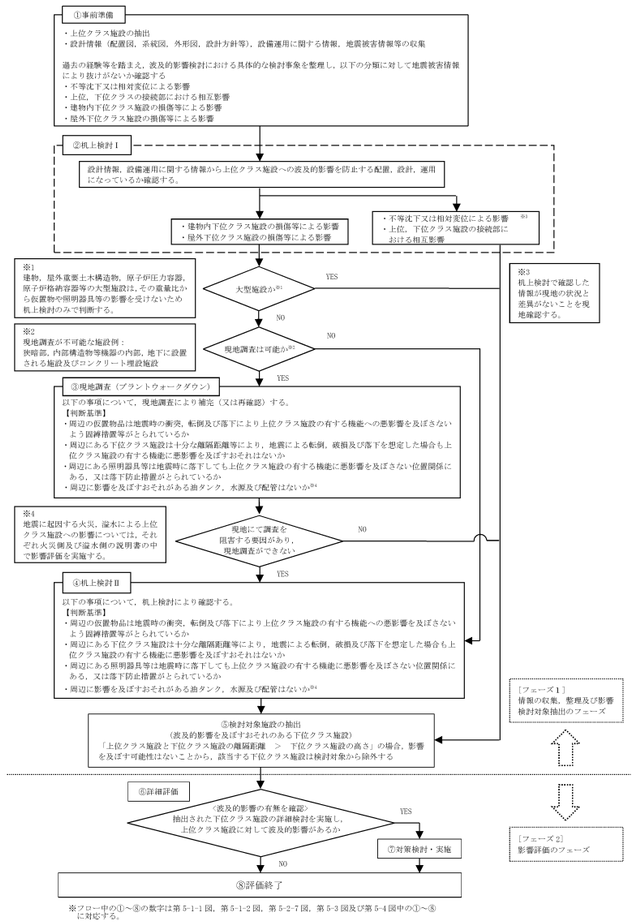
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
別紙－８　下位クラス施設の波及的影響の検討について	別紙－２　上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討	別紙－９　下位クラス施設の波及的影響の検討について	
目 次	目 次	目　次	
1. 概要	1. 概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1	1. 概要	
2. 波及的影響に関する評価方針	2. 波及的影響に関する評価方針 ・・・・・・・・・・・・・・ 2	2. 波及的影響に関する評価方針	
2.1 基本方針	2.1 基本方針 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2	2.1 基本方針	
2.2 下位クラス施設の抽出方法	2.2 下位クラス施設の抽出方法 ・・・・・・・・・・・・・・・ 4	2.2 下位クラス施設の抽出方法	
2.3 影響評価方法	2.3 影響評価方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5	2.3 影響評価方法	
2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方	2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方 ・・・・・・・・ 5	2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方	
3. 事象検討	3. 事象検討 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7	3. 事象検討	
3.1 別記2 に記載された事項に基づく事象検討	3.1 別記２ に記載された事項に基づく事象検討 ・・・・・・・・ 7	3.1 別記２に記載された事項に基づく事象検討	
3.2 地震被害事例に基づく事象の検討	3.2 地震被害事例に基づく事象の検討 ・・・・・・・・・・・・ 7	3.2 地震被害事例に基づく事象の検討	
	3.2.1 被害事例とその要因の整理 ・・・・・・・・・・・・・ 7		
	3.2.2 追加考慮すべき事象の検討 ・・・・・・・・・・・・・ 8		
3.3 津波，火災，溢水による影響評価	3.3 津波，火災及び溢水による影響評価 ・・・・・・・・・・・ 9	3.3 津波，火災，溢水による影響評価	
3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価	3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価 ・・・・・・・・・・・・・ 10	3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価	
	3.5 液状化による影響評価・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10	3.5 液状化による影響評価	・記載の充実 【柏崎 6/7】 島根２号炉では液状化による影響評価を記載
4. 上位クラス施設の確認	4. 上位クラス施設の確認 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11	4. 上位クラス施設の確認	
5. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法	5. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法 ・・・・・・・・ 22	5. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法	
5.1 相対変位又は不等沈下による影響	5.1 相対変位又は不等沈下による影響 ・・・・・・・・・・・・ 22	5.1 不等沈下又は相対変位による影響	
5.2 接続部における相互影響	5.2 接続部における相互影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 26	5.2 接続部における相互影響	
5.3 建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響	5.3 建屋内における施設の損傷，転倒，落下等による影響 ・・・・・・・・・ 35	5.3 建物内における損傷，転倒，落下等による影響	
5.4 建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響	5.4 建屋外における施設の損傷，転倒，落下等による影響 ・・ 37	5.4 屋外における損傷，転倒，落下等による影響	
6. 下位クラス施設の検討結果	6. 下位クラス施設の検討結果 ・・・・・・・・・・・・・・・ 39	6. 下位クラス施設の検討結果	
6.1 相対変位又は不等沈下による影響検討結果	6.1 相対変位又は不等沈下による影響検討結果 ・・・・・・・ 39	6.1 不等沈下又は相対変位による影響検討結果	
	6.1.1 抽出手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39		
	6.1.2 下位クラス施設の抽出結果 ・・・・・・・・・・・・・ 39		
	6.1.3 影響評価方針 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39		
6.2 接続部における相互影響検討結果	6.2 接続部における相互影響検討結果 ・・・・・・・・・・・・ 47	6.2 接続部における相互影響検討結果	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
	6.2.1 抽出手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47 6.2.2 接続部の抽出結果及び影響評価対象の選定結果 ・・・・ 47 6.2.3 影響評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47		
6.3 建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果	6.3 建屋内における施設の損傷，転倒，落下等による影響検討結果 ・・・・ 67 6.3.1 抽出手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67 6.3.2 下位クラス施設の抽出結果 ・・・・・・・・・・・・・ 67 6.3.3 耐震評価方針 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67	6.3 建物内における損傷，転倒，落下等による影響検討結果	
6.4 建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果	6.4 建屋外における施設の損傷，転倒，落下等による影響検討結果 ・・・・ 117 6.4.1 抽出手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 117 6.4.2 下位クラス施設の抽出結果 ・・・・・・・・・・・・・ 117 6.4.3 耐震評価方針 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 117	6.4 屋外における損傷，転倒，落下等による影響検討結果	
添 付 資 料 添付資料1-1 波及的影響評価に係る現地調査の実施要領 添付資料1-2 波及的影響評価に係る現地調査記録 添付資料2 海水ポンプ用天井クレーンの上位クラス施設への波及的影響評価について 添付資料3-1 原子力発電所における地震被害事例の要因整理 添付資料3-2 福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理 添付資料4 周辺斜面の崩落等による施設への影響について 添付資料5 上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の支持地盤について 添付資料6 設置予定施設に対する波及的影響評価手法について	添 付 資 料 添付資料１－１ 波及的影響評価に係る現地調査の実施要領 添付資料１－２ 波及的影響評価に係る現地調査記録 添付資料 2－1 原子力発電所における地震被害事例の要因整理 添付資料 2－2 東北地方太平洋沖地震時の女川原子力発電所における地震被害事例の要因整理 添付資料３ 周辺斜面の崩壊等による上位クラス施設への影響 添付資料 ４ 上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の支持地盤について 添付資料 ５ 設置予定施設及び撤去予定施設に対する波及的影響評価の考え方について	添付資料１－１　波及的影響評価に係る現地調査の実施要領 添付資料１－２　波及的影響評価に係る現地調査記録 添付資料２　原子力発電所における地震被害事例の要因整理 添付資料３　周辺斜面の崩壊等による施設への影響について 添付資料４　上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の支持地盤について 添付資料５　設置予定施設及び撤去予定施設に対する波及的影響評価手法について 添付資料６　防波壁に対するサイトバンカ建物の波及的影響評価について	・対象施設の相違 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，波及的影響を及ぼす下位クラス施設として，ガントリクレーンを抽出している ・確認対象の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，福島第二，女川原子力発電所の情報もＮＵＣＩＡにより確認している ・対象施設の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，サイトバンカ建物（増築部）の波及的影響評価方針を記載

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
	添付資料 6 原子炉補機冷却海水系通水機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について		・対象施設の相違 【女川 2】 島根２号炉では，参考資料 9 にて記載
	添付資料 7 防潮堤・防潮壁への下位クラス施設の波及的影響の検討について		・対象施設の相違 【女川 2】 島根２号炉では，参考資料 10 にて記載
参考資料1-1 上位クラス電路に対する下位クラス施設からの波及的影響の検討について		参考資料１　上位クラス電路に対する下位クラス施設からの波及的影響の検討について	
参考資料1-2 上位クラス計装配管に対する下位クラス施設からの波及的影響（損傷・転倒・落下）の検討について			
参考資料1-3 廃棄物処理建屋内上位クラス施設に接続されている電路ルートについて			・対象施設の相違 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物から下位クラス施設に渡って敷設されている上位クラス電路なし
参考資料1-4 第一ガスタービン発電機に接続されている電路ルートについて			
	参考資料１ 原子炉建屋の大物搬入口について		
参考資料2 上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管の閉塞影響について	参考資料２ 下位クラス配管の損傷形態の検討について	参考資料２　下位クラス配管の損傷形態の検討について	
参考資料3 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所関連施設の波及的影響検討について		参考資料３　建物開口部竜巻防護対策設備の波及的影響評価における対応方針について	・対象施設の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，建物開口部竜巻防護対策設備に対する対応方針を記載 ・対象施設の相違 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，緊急時対策所に対して，他の屋外設置の上位クラス施設と同様の評価を実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
		参考資料４　　島根２号炉の特徴を踏まえた波及的影響評価について 参考資料５　　島根２号炉排気筒廻りの波及的影響評価について 参考資料６　　原子炉建物の大物搬入口について 参考資料７　　小規模建物を含めた上位クラス施設周辺の建物について 参考資料８　　１号炉取水槽流路縮小工について 参考資料９　　原子炉補機海水系等の通水機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について 参考資料 10　　防波壁への下位クラス施設の波及的影響の検討について	・対象施設の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉の特徴を踏まえた評価を記載 ・対象施設の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉排気筒廻りの評価を記載 ・記載の相違 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，原子炉建物の大物搬入口について記載 ・記載の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，小規模建物を含めた上位クラス施設周辺の建物について記載 ・記載の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根１号炉取水槽流路縮小工の構造を記載 ・記載の充実 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，原子炉補機海水系等の通水機能への下位クラス施設の波及的影響の検討を記載 ・記載の充実 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，防波壁への下位クラス施設の波及的影響の検討を記載

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
1．概要 柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉の設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のS クラスに属する施設，その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物（以下「S クラス施設等」という。）が下位クラス施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないことについて，また，柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉の重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設（以下「重要SA 施設」という。），下位クラス施設の波及的影響によって，重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないことについて，設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，評価を実施する。 ここで，S クラス施設等と重要SA 施設を合わせて「上位クラス施設」と定義し，S クラス施設等の安全機能と重要SA 施設の重大事故等に対処するために必要な機能を合わせて「上位クラス施設の有する機能」と定義する。また，上位クラス施設に対する波及的影響の検討対象とする「下位クラス施設」とは，上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む）をいう。	1．概要 設計基準対象施設のうち耐震重要度分類Ｓクラスに属する施設，その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物（以下「Ｓクラス施設等」という。）が下位クラス施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないことについて，また，重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設（以下「重要 SA 施設」という。）が下位クラス施設の波及的影響によって，重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないことについて，設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，評価を実施する。 ここで，Ｓクラス施設等と重要 SA 施設を合わせて「上位クラス施設」と定義し，Ｓクラス施設等の安全機能と重要 SA 施設の重大事故等に対処するために必要な機能を合わせて「上位クラス施設の機能」と定義する。また，上位クラス施設に対する波及的影響の検討対象とする「下位クラス施設」とは，上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等を含む）をいう。 本資料では，設置許可段階で整理した波及的影響評価対象施設の抽出結果を示すものであり，対象施設の耐震性評価を含む波及的影響評価については工事計画認可申請において提示する。なお，工事計画認可申請段階において，設置，撤去予定の施設の状況も踏まえ，施設の抽出結果について再度整理する。	1．概要 島根原子力発電所２号炉の設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のＳクラスに属する施設，その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物（以下「Ｓクラス施設等」という。）が，下位クラス施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないことについて，また，島根原子力発電所２号炉の重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設（以下「重要ＳＡ施設」という。）が，下位クラス施設の波及的影響によって，重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないことについて，設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，評価を実施する。 ここで，Ｓクラス施設等と重要ＳＡ施設を合わせて「上位クラス施設」と定義し，Ｓクラス施設等の安全機能と重要ＳＡ施設の重大事故等に対処するために必要な機能を合わせて「上位クラス施設の有する機能」と定義する。また，上位クラス施設に対する波及的影響の検討対象とする「下位クラス施設」とは，上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む）をいう。 本資料では，設置許可段階で整理した波及的影響評価対象施設の抽出結果を示すものであり，対象施設の基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価については，詳細設計段階において提示する。なお，詳細設計段階において，設置，撤去予定の施設の状況も踏まえ，施設の抽出結果について再度整理する。	
2．波及的影響に関する評価方針 2.1 基本方針 波及的影響評価は以下に示す方針に基づき実施する。 (1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の別記2（以下「別記2」という。）に記載された4 つの事項を基に，検討すべき事象を整理する。また，原子力発電所の地震被害情報を基に，別記2 の4 つの事項以外に検討すべき事象の有無を確認する。 (2) (1)で整理した検討事項を基に，上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 (3) (2)で抽出された下位クラス施設について，配置，設計，運	2．波及的影響に関する評価方針 2.1 基本方針 波及的影響評価は以下に示す方針に基づき実施する。 (1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の別記 2（以下「別記 2」という。）に記載された 4 つの事項を基に，検討すべき事象を整理する。また，原子力発電所の地震被害情報を基に，別記 2 の 4 つの事項以外に検討すべき事象の有無を確認する。 (2) (1)で整理した検討事項を基に，上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 (3) (2)で抽出された下位クラス施設について，配置，設計，運	2．波及的影響に関する評価方針 2.1 基本方針 波及的影響評価は以下に示す方針に基づき実施する。 (1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の別記 2（以下「別記 2」という。）に記載された４つの事項を基に，検討すべき事象を整理する。また，原子力発電所の地震被害情報を基に，別記 2 の４つの事項以外に検討すべき事象の有無を確認する。 (2) (1)で整理した検討事項を基に，上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 (3) (2)で抽出された下位クラス施設について，配置，設計，運	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
用上の観点から上位クラス施設への影響評価を実施する。 また，波及影響評価に係る検討フローを第2-1 図に示す。	用上の観点から上位クラス施設への影響評価を実施する。 また，波及的影響評価に係る検討フローを第 2.1-1 図に示す。	用上の観点から上位クラス施設への影響評価を実施する。 また，波及的影響評価に係る検討フローを第 2-1 図に示す。	
 	 	 	
第2-1図　波及的影響に係る検討フロー	第 2.1-1 図 波及的影響評価に係る検討フロー	第 2-1 図　波及的影響評価に係る検討フロー	
2.2 下位クラス施設の抽出方法 上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出は，設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討により実施する。	2.2 下位クラス施設の抽出方法 上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出は，設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討により実施する。	2.2 下位クラス施設の抽出方法 上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出は，設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討により実施する。また，施設の配置，構成等の特徴を考慮することとし，大型の下位クラス施設と上位クラス施設が物理的に分離されずに設置される等，上位クラス施設の安全機能への影響の確認において配慮を要する場合は，その特徴に留意して調査・	・記載の充実 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉の特徴を踏まえた波及的影響評価方針を記載している

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(1) 机上検討Ⅰ 柏崎刈羽原子力発電所配置図，機器配置図，系統図等の設計図書類を用いて，建屋外及び建屋内の上位クラス施設を抽出し，その配置状況を確認する。 次に設計図書類を用いて，上位クラス施設周辺に位置する下位クラス施設，又は上位クラス施設に接続されている下位クラス施設のうち，波及的影響を及ぼすおそれのあるものを抽出する。	(1) 事前準備及び机上検討Ⅰ［第 2.1-1 図 ①，②］ 女川原子力発電所２号炉の屋外配置図，機器配置図等の設計図書類を用いて，建屋外及び建屋内の上位クラス施設を抽出し，その配置状況の情報を整理する。配置状況確認結果を踏まえ，検討事象ごとに，以下に示す考え方を踏まえて波及的影響を及ぼすおそれのある施設を抽出する。 a. 検討事象が「建屋内下位クラス施設の損傷等による影響」又は「建屋外下位クラス施設の損傷等による影響」の場合 ➢ 上位クラス施設が大型施設であれば，重量比から仮置物品等の影響を受けないことから，本項目(1)で調査した設計図書類の情報によって波及的影響を及ぼすおそれのある施設を抽出する。 ➢ 上位クラス施設が大型施設ではない場合には，現地調査が困難な場合を除き下記(2)及び(3)に示す情報の補完作業を実施する。 b. 検討事象が「相対変位又は不等沈下による影響」又は「上位，下位クラスの接続部における相互影響」の場合 ➢ 「相対変位又は不等沈下による影響」については，建屋外の大型施設が評価対象となることから，本項目(1)で調査した設計図書類の情報によって波及的影響を及ぼすおそれのある施設を抽出する。 ➢ 「上位，下位クラスの接続部における相互影響」については，系統図等の設計図書類で網羅的に確認が可能であることから，本項目(1)で調査した設計図書類の情報によって波及的影響を及ぼすおそれのある施設を抽出する。	検討を実施する。 (1) 事前準備及び机上検討Ⅰ［第 2-1 図の①②］ 島根原子力発電所構内配置図，機器配置図，系統図等の設計図書類を用いて，屋外及び建物内の上位クラス施設を抽出し，その配置状況を確認する。 次に設計図書類を用いて，上位クラス施設周辺に位置する下位クラス施設，又は上位クラス施設に接続されている下位クラス施設のうち，波及的影響を及ぼすおそれのあるものを抽出する。	
(2) 現地調査 机上検討で抽出された下位クラス施設の詳細な設置状況又は配置状況を確認すること，また，設計図書類では判別出来ない仮設設備，資機材等が影響防止対策を施工していない状態で上位クラス施設周辺に配置されていないことを確認することを目的として，建屋内外の上位クラス施設を対象として現地調査を実施する。 現地調査の実施要領を添付資料1-1 に示す。また，現地調査記	(2) 現地調査（プラントウォークダウン）［第 2.1-1 図 ③］ 机上検討Ⅰで抽出された下位クラス施設の詳細な設置状況又は配置状況を確認すること及び設計図書類では判別出来ない仮設設備又は資機材等が影響防止対策を施工していない状態で上位クラス施設周辺に配置されていないことを確認することを目的として，建屋内外の上位クラス施設を対象として現地調査を実施する。 現地調査の実施要領を添付資料 1-1 に示す。また，現地調査記	(2) 現地調査（プラントウォークダウン）［第 2-1 図③］ 机上検討Ⅰで抽出された下位クラス施設の詳細な設置状況又は配置状況を確認すること，また，設計図書類では判別できない仮設設備，資機材等が影響防止対策を施工していない状態で上位クラス施設周辺に配置されていないことを確認することを目的として，建物内外の上位クラス施設を対象として現地調査を実施する。 現地調査の実施要領を添付資料 1-1 に示す。また，現地調査記	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
録の例を添付資料1-2 に示す。	録の例を添付資料 1-2 に示す。 なお，現地調査における確認項目や判断基準についても添付資料 1-1 の実施要領に示す。	録の例を添付資料 1-2 に示す。	
(3) 机上検討Ⅱ 現地調査を実施する必要があると判断したものの，現地調査を実施できない上位クラス施設については現地調査と同様の判断基準で机上検討を実施する。	(3) 机上検討Ⅱ［第 2.1-1 図 ④］ 現地調査を実施する必要があると判断したものの，現地調査を実施できない上位クラス施設については，現地調査と同様の判断基準で机上検討を実施する。	(3) 机上検討Ⅱ［第 2-1 図④］ 現地調査を実施する必要があると判断したものの，現地調査を実施できない上位クラス施設については現地調査と同等の判断基準で机上検討を実施する。	
	(4) 検討対象施設の抽出［第 2.1-1 図 ⑤］ 上記(1)～(3)において抽出された情報を用いて，上位クラス施設へ地震時に波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 なお，上位クラス施設と下位クラス施設の離隔距離が下位クラス施設の高さを超える場合は，「下位クラス施設の損傷等による影響」，「相対変位又は不等沈下による影響」のいずれの検討事象においても影響がないものと考えられることから，該当する下位クラス施設は検討対象から除外する。	(4) 検討対象施設の抽出［第 2-1 図⑤］ 上記 (1) ～ (3) において抽出された情報を用いて，上位クラス施設へ地震時に波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 なお，上位クラス施設と下位クラス施設の離隔距離が下位クラス施設の高さを超える場合は，「下位クラス施設の損傷等による影響」，「不等沈下又は相対変位による影響」のいずれの検討事象においても影響がないものと考えられることから，該当する下位クラス施設は検討対象から除外する。	
2.3 影響評価方法 波及的影響を及ぼすおそれがあるとして抽出された下位クラス施設について，影響評価により上位クラス施設の機能を損なわないことを確認する。 影響評価において，抽出された下位クラス施設が耐震性を有していることの確認によって上位クラス施設の機能を損なわないことを確認する場合，適用する地震動は，基準地震動Ss とする。	2.3 影響評価方法［第 2.1-1 図 ⑥，⑦，⑧］ 波及的影響を及ぼすおそれがあるとして抽出された下位クラス施設については，詳細評価を実施し，上位クラス施設の機能を損なわないことにより，その影響を確認する。 詳細評価において，抽出された下位クラス施設が耐震性を有していることの確認によって上位クラス施設の機能を損なわないことを確認する場合，適用する地震動は上位クラス施設の設計に用いる基準地震動 Ss とし，上位クラス施設への波及的影響が否定できない場合には，影響を防止するための対策を検討し，実施することで評価を完了とする。	2.3 影響評価方法［第 2-1 図⑥⑦⑧］ 波及的影響を及ぼすおそれがあるとして抽出された下位クラス施設について，影響評価により上位クラス施設の有する機能を損なわないことを確認する。 影響評価において，抽出された下位クラス施設が耐震性を有していることの確認によって上位クラス施設の有する機能を損なわないことを確認する場合，適用する地震動は，基準地震動Ｓｓとする。	
2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方 プラントの運転状態としては，通常運転時，事故対処時，定期検査時があり，各運転状態において要求される上位クラス施設の機能を考慮して波及的影響評価を実施する。 通常運転時は，ほぼ全ての上位クラス施設が供用状態（運転又	2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方 プラントの運転状態としては，通常運転時，事故対処時及び定期検査時があり，各運転状態において要求される上位クラス施設の機能を考慮して波及的影響評価を実施する。 通常運転時は，ほぼ全ての上位クラス施設が供用状態（運転又	2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方 プラントの運転状態としては，通常運転時，事故対処時，定期検査時があり，各運転状態において要求される上位クラス施設の有する機能を考慮して波及的影響評価を実施する。 通常運転時は，ほぼ全ての上位クラス施設が供用状態（運転又	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
は待機状態）にあり，下位クラス施設の波及的影響も考慮した上で，基準地震動Ssに対して安全機能を損なわないことを確認する。また，事故対処時においても，通常運転時と同様である。 定期検査時は，工程に伴い，上位クラス施設の供用状態は除外され，系統隔離される。その状態では当該施設の安全機能は期待しないことから，波及的影響評価の対象から除外する。なお，定期検査時においても補機冷却系統や電源系統等，一部の系統は供用状態にあるため，これらの施設については波及的影響評価の対象となる。例として，海水ポンプ用天井クレーンの上位クラス施設への波及的影響評価について添付資料2 に示す。また，定期検査時の燃料取替床レイダウンエリアの資機材による使用済燃料貯蔵プール及び開放された原子炉に対する影響評価は「燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設について（KK67-0075 改03）」（平成28年1 月15 日ヒアリング実施）の検討により，影響がないことを確認している。 上記より，通常運転時において要求される上位クラス施設の機能を考慮した波及的影響評価に事故対処時及び定期検査時の評価は包含される。	は待機状態）にあり，下位クラス施設の波及的影響も考慮した上で，基準地震動 Ss に対して安全機能を損なわないことを確認する。また，事故対処時においても，通常運転時と同様である。 定期検査時は，その工程に伴い，上位クラス施設は供用状態から除外され，系統も隔離される。その状態では当該施設の安全機能には期待しないことから，波及的影響評価の対象から除外する。また，定期検査時においても補機冷却系統や電源系等，一部の系統は供用状態にあるため，これらの施設については波及的影響評価の対象となる。例として，定期検査時のオペレーションフロアレイダウンエリアの資機材による使用済燃料プール及び開放された原子炉に対する影響評価は，「第 16 条 燃料体等の取扱い施設及び貯蔵施設」の適合性評価として実施しており，影響がないことを確認している。 上記のことから，事故対処時及び定期検査時の評価は，通常運転時において要求される上位クラス施設の機能を考慮した波及的影響評価に包含される。	は待機状態）にあり，下位クラス施設の波及的影響も考慮した上で，基準地震動Ｓｓに対して安全機能を損なわないことを確認する。また，事故対処時においても，通常運転時と同様である。 定期検査時は，その工程に伴い，上位クラス施設は供用状態から除外され，系統も隔離される。その状態では当該施設の安全機能には期待しないことから，波及的影響評価の対象から除外する。なお，定期検査時においても補機冷却系統や電源系統等，一部の系統は供用状態にあるため，これらの施設については波及的影響評価の対象となる。 また，定期検査時の燃料取替階の資機材による燃料プール及び開放された原子炉に対する影響評価は「設計基準対象施設について　第 16 条：燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設」の検討により，影響がないことを確認している。 上記のことから，事故対処時及び定期検査時の評価は，通常運転時において要求される上位クラス施設の有する機能を考慮した波及的影響評価に包含される。	・設備の相違 【柏崎 6/7】 島根２号炉では，波及的影響を及ぼす下位クラス施設として，ガントリクレーンを抽出している
3. 事象検討 3.1 別記2 に記載された事項に基づく事象検討 別記2 に記載された4 つの事項を基に，具体的な検討事象を整理する。 ① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響 (1) 地盤の不等沈下による影響 ・地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊に伴う隣接した上位クラス施設への衝突 (2) 建屋の相対変位による影響 ・上位クラス施設と下位クラス施設の建屋の相対変位による隣接した上位クラス施設への衝突 ② 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響 ・機器・配管系において接続する下位クラス施設の損傷と隔離に	3. 事象検討 3.1 別記 2 に記載された事項に基づく事象検討 別記 2 に記載された 4 つの事項を基に，具体的な検討事象を整理する。 ① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響 (1) 地盤の不等沈下による影響 ・地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊に伴う隣接した上位クラス施設への衝突 (2) 建屋間の相対変位による影響 ・上位クラス施設と下位クラス施設の建屋間の相対変位による隣接した上位クラス施設への衝突 ② 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響 ・機器・配管系において接続する下位クラス施設の損傷又は隔離	3. 事象検討 3.1 別記 2 に記載された事項に基づく事象検討 別記 2 に記載された 4 つの事項を基に，具体的な検討事象を整理する。 ①　設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響 (1) 地盤の不等沈下による影響 ・　地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊に伴う隣接した上位クラス施設への衝突 (2) 建物間の相対変位による影響 ・　上位クラス施設と下位クラス施設の建物間の相対変位による隣接した上位クラス施設への衝突 ②　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響 ・機器・配管系において接続する下位クラス施設の損傷又は隔離	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
伴う上位クラス施設側の系統のプロセス変化 ・電気計装設備において接続する下位クラス施設の損傷に伴う電気回路，信号伝送回路を介した悪影響 ③ 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響 ・下位クラス施設の転倒，落下，倒壊に伴う上位クラス施設への衝突 ・可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災 ・水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水 ④ 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響 (1) 施設の損傷，転倒及び落下等による影響 ・下位クラス施設の転倒，落下，倒壊に伴う上位クラス施設への衝突 ・可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災 ・水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水 (2) 周辺斜面の崩壊による影響 ・周辺斜面の崩壊による土塊の衝突 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討 3.2.1 被害事例とその要因の整理 別記2 に記載された事項の他に考慮すべき事項がないかを確認するため，原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）から，同公開ライブラリに登録された以下の地震を対象に，原子力発電所の被害情報を抽出した。また，福島第二原子力発電所の不適合情報から地震による被害情報を抽出した。 これまでの被害事例において，下位クラス施設の破損等による波及的影響を含めて上位クラス施設の安全機能が損なわれる事象は確認されていないため，被害事例は全て上位クラス施設以外のものとなるが，これらの地震被害の発生要因（原因）を整理し，3.1 項で検討した波及的影響の具体的な検討事象に加えるべき	に伴う上位クラス施設側の系統のプロセス変化 ・下位クラス機器・配管系の損傷に伴う機械的荷重の影響 ・電気計装設備において接続する下位クラス施設の損傷に伴う電気回路及び信号伝送回路を介した悪影響 ③ 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響 ・下位クラス施設の転倒，落下及び倒壊に伴う上位クラス施設への衝突 ・可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災 ・水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水 ④ 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響 (1) 施設の損傷，転倒，落下等による影響 ・下位クラス施設の転倒，落下及び倒壊に伴う上位クラス施設への衝突 ・可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災 ・水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水 (2) 周辺斜面の崩壊による影響 ・周辺斜面の崩壊による土塊の衝突 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討 3.2.1 被害事例とその要因の整理 別記 2 に記載された事項のほかに考慮すべき事項がないかを確認するため，原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）から，同公開ライブラリに登録された以下の地震を対象に，原子力発電所の被害情報を抽出した。また，女川原子力発電所の不適合情報から地震による被害情報を抽出した。 これまでの被害事例において，下位クラス施設の破損等による波及的影響を含めて上位クラス施設の安全機能が損なわれる事象は確認されていないため，被害事例は全て上位クラス施設以外のものとなるが，これらの地震被害の発生要因（原因）を整理し，3.1 項で検討した波及的影響の具体的な検討事象に加えるべき	に伴う上位クラス施設側の系統のプロセス変化 ・下位クラス機器・配管系の損傷に伴う機械的荷重の影響 ・　電気計装設備において接続する下位クラス施設の損傷に伴う電気回路，信号伝送回路を介した悪影響 ③　建物内における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響 ・　下位クラス施設の損傷，転倒及び落下に伴う上位クラス施設への衝突 ・　可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災 ・　水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水 ④　屋外における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響 (1) 施設の損傷，転倒，落下等による影響 ・　下位クラス施設の損傷，転倒及び落下に伴う上位クラス施設への衝突 ・　可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災 ・　水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水 (2) 周辺斜面の崩壊による影響 ・　周辺斜面の崩壊による土塊の衝突 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討 3.2.1 被害事例とその要因の整理 別記２に記載された事項の他に考慮すべき事項がないか確認するため，原子力施設情報公開ライブラリ（ＮＵＣＩＡ：ニューシア）から，同公開ライブラリに登録された以下の地震を対象に原子力発電所の被害情報を抽出した。 これまでの被害事例において，下位クラス施設の破損等による波及的影響を含めて上位クラス施設の安全機能が損なわれる事象は確認されていないため，被害事例は全て上位クラス施設以外のものとなるが，これらの地震被害の発生要因（原因）を整理し，3.1 項で検討した波及的影響の具体的な検討事象に加えるべき新	・確認対象の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，福島第二原子力発電所，女川原子力発電所の情報もＮＵＣＩＡにより確認している

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
新たな被害要因が無いかを検討した。 被害事例とその要因を整理した結果を添付資料3-1 及び3-2 に示す。 （対象とした情報） (1) 添付資料3-1 ・宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成17 年8 月） ・能登半島地震（志賀原子力発電所：平成19 年3 月） ・新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成19 年7 月） ・駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成21 年8 月） ・東北地方太平洋沖地震（女川，東海第二原子力発電所※：平成23 年3月） ※NUCIA 最終報告を対象とした。 (2) 添付資料3-2 ・東北地方太平洋沖地震(福島第二原子力発電所:平成23 年3 月)	新たな被害要因がないかを検討した。 被害事例とその要因を整理した結果を添付資料 2-1 及び 2-2 に示す。 （対象とした情報） (1) 添付資料 2-1 ・宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成 17 年 8 月） ・能登半島地震（志賀原子力発電所：平成 19 年 3 月） ・新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成 19 年 7 月） ・駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成 21 年 8 月） ・東北地方太平洋沖地震（東海第二発電所，福島第二原子力発電所：平成 23 年 3 月*1） ＊1 NUCIA 最終報告を対象とした（福島第二は一部中間報告を対象）。 (2) 添付資料 2-2 ・東北地方太平洋沖地震（女川原子力発電所：平成 23 年 3 月*2） ＊2 不適合情報は合計 662 件と多数であるため，これまで当社ホームページや NUCIA 等で公表している件名について抜粋して添付資料 2-2 に示す。事象検討としては 662 件全件について実施しており下記のⅠ～Ⅵに分類されることを確認している。	たな被害要因がないかを検討した。 被害事例とその要因を整理した結果を添付資料２に示す。 （対象とした情報） ・ 宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成 17 年 8 月） ・ 能登半島地震（志賀原子力発電所：平成 19 年 3 月） ・ 新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成 19 年 7 月） ・ 駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成 21 年 8 月） ・ 東北地方太平洋沖地震（福島第二原子力発電所，女川原子力発電所，東海第二発電所，福島第一原子力発電所：平成 23 年 3 月）※ ※ＮＵＣＩＡ最終報告を対象とした（福島第二は一部中間報告を対象）。	・確認対象の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，福島第二原子力発電所，女川原子力発電所の情報もＮＵＣＩＡにより確認している
添付資料3-1 及び3-2 の整理の結果，地震被害の発生要因は以下のⅠ～Ⅵに分類された。 ［地震被害発生要因］ Ⅰ：地盤の不等沈下による損傷 Ⅱ：建屋間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩壊 Ⅴ：使用済燃料プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等） 3.2.2 追加考慮すべき事象の検討 上記Ⅰ～Ⅵの要因が3.1 項で整理した①～④の検討事項の対象となっているかを第3-1 表に整理した。 第3-1 表に示す通り，Ⅰ～Ⅴの要因は①～④の検討事項に分類	添付資料 2-1 及び 2-2 の整理の結果，地震被害の発生要因は以下のⅠ～Ⅵに分類された。 ［地震被害発生要因］ Ⅰ：地盤の不等沈下（液状化による影響を含む）による損傷 Ⅱ：建屋間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩壊 Ⅴ：使用済燃料プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等） 3.2.2 追加考慮すべき事象の検討 上記Ⅰ～Ⅵの要因が 3.1 項で整理した①～④の検討事項の対象となっているかを第 3.2-1 表に整理した。 第 3.2-1 表に示すとおり，Ⅰ～Ⅴの要因は①～④の検討事項に	添付資料２の整理の結果，地震被害の発生要因は以下のⅠ～Ⅵに分類された。 ［地震被害発生要因］ Ⅰ：地盤の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩壊 Ⅴ：燃料プール等のスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等） 3.2.2 追加考慮すべき事象の検討 上記Ⅰ～Ⅵの要因が 3.1 項で整理した①～④の検討事項の対象となっているかを第 3-1 表に整理した。 第 3-1 表に示すとおり，Ⅰ～Ⅴの要因は①～④の検討事項に分	

<table>
<tr>
<th>柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）</th>
<th>女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）</th>
<th>島根原子力発電所　２号炉</th>
<th>備考</th>
</tr>
<tr>
<td>されており，いずれの検討事項にも分類されなかった要因は，「Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）」であった。
　要因Ⅵについては，地震の揺れによる警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等の要因，並びに地震に起因する津波，火災，溢水による要因である。このうち警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等については施設の損傷を伴わない要因であることから，波及的影響の観点で考慮すべき検討事項には当たらないと判断した。また，津波，火災，溢水による影響については，3.3 項に示す通り別途影響評価を実施していることから，ここでは検討の対象外とする。

　以上のことから，波及的影響評価における検討事項①～④について，地震による原子力発電所の被害情報から確認された被害要因を踏まえても，特に追加すべき事項がないことが確認された。

第3-1表　地震被害事例の要因と検討事象の整理
<table><tr><th>番号</th><th colspan="2">波及的影響評価における検討事項</th><th>地震被害発生要因</th></tr><tr><td rowspan="2">①</td><td rowspan="2">設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響</td><td>地盤の不等沈下による影響</td><td>Ⅰ</td></tr><tr><td>建屋間の相対変位による影響</td><td>Ⅱ</td></tr><tr><td>②</td><td>上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響</td><td>接続部における相互影響</td><td>Ⅱ，Ⅲ</td></tr><tr><td>③</td><td>建物内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響</td><td>施設の損傷，転倒及び落下等による影響</td><td>Ⅲ，Ⅴ</td></tr><tr><td rowspan="2">④</td><td rowspan="2">建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響</td><td>施設の損傷，転倒及び落下等による影響</td><td>Ⅰ，Ⅲ</td></tr><tr><td>周辺斜面の崩壊による影響</td><td>Ⅳ</td></tr></table>
3.3 津波，火災，溢水による影響評価
　地震に起因する津波，火災，溢水による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設への影響については，それぞれ津波側，火災側及び溢水側の説明書の中で影響評価を実施する。</td>
<td>分類されており，いずれの検討事項にも分類されなかった要因は，「Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）」であった。
　要因Ⅵについては，地震の揺れによる警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等の要因並びに地震に起因する津波，火災及び溢水による要因である。このうち警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等については，施設の損傷を伴わない要因であることから，波及的影響の観点で考慮すべき検討事項には当たらないと判断した。また，津波，火災及び溢水による影響については，3.3 項に示すとおり別途影響評価を実施していることから，ここでは検討の対象外とする。

　以上のことから，波及的影響評価における検討事項①～④について，地震による原子力発電所の被害情報から確認された発生要因を踏まえても，特に追加すべき事項がないことが確認された。

第 3.2-1 表 地震被害事例の要因と検討事象の整理
<table><tr><th>番号</th><th colspan="2">波及的影響評価における検討事項</th><th>地震被害発生要因</th></tr><tr><td rowspan="2">①</td><td rowspan="2">設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響</td><td>地盤の不等沈下による影響</td><td>Ⅰ</td></tr><tr><td>建屋間の相対変位による影響</td><td>Ⅱ</td></tr><tr><td>②</td><td>上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響</td><td>接続部における相互影響</td><td>Ⅱ，Ⅲ</td></tr><tr><td>③</td><td>建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響</td><td>施設の損傷，転倒，落下等による影響</td><td>Ⅲ，Ⅴ</td></tr><tr><td rowspan="2">④</td><td rowspan="2">建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響</td><td>施設の損傷，転倒，落下等による影響</td><td>Ⅰ，Ⅲ</td></tr><tr><td>周辺斜面の崩壊による影響</td><td>Ⅳ</td></tr></table>
3.3 津波，火災及び溢水による影響評価
　地震に起因する津波，火災及び溢水による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設への影響については，それぞれ津波側，火災側及び溢水側の説明書で影響評価を実施する。</td>
<td>類されており，いずれの検討事項にも分類されなかった要因は，「Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）」であった。
　要因Ⅵについては，地震の揺れによる警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等の要因，並びに地震に起因する津波，火災，溢水による要因である。このうち警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等については施設の損傷を伴わない要因であることから，波及的影響の観点で考慮すべき検討事項には当たらないと判断した。また，津波，火災，溢水による影響については，3.3 項に示すとおり別途影響評価を実施していることから，ここでは検討の対象外とする。

　以上のことから，波及的影響評価における検討事項①～④について，地震による原子力発電所の被害情報から確認された発生要因を踏まえても，特に追加すべき事項がないことが確認された。

第 3-1 表　地震被害の発生要因と波及的影響評価における検討事項の整理
<table><tr><th>番号</th><th colspan="2">波及的影響評価における検討事項</th><th>地震被害発生要因</th></tr><tr><td rowspan="2">①</td><td rowspan="2">設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響</td><td>地盤の不等沈下による影響</td><td>Ⅰ</td></tr><tr><td>建物間の相対変位による影響</td><td>Ⅱ</td></tr><tr><td>②</td><td>上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響</td><td>接続部における相互影響</td><td>Ⅱ，Ⅲ</td></tr><tr><td>③</td><td>建物内における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響</td><td>施設の損傷，転倒，落下等による影響</td><td>Ⅲ，Ⅴ</td></tr><tr><td rowspan="2">④</td><td rowspan="2">屋外における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等による上位クラス施設への影響</td><td>施設の損傷，転倒，落下等による影響</td><td>Ⅰ，Ⅲ</td></tr><tr><td>周辺斜面の崩壊による影響</td><td>Ⅳ</td></tr></table>
3.3 津波，火災，溢水による影響評価
　地震に起因する津波，火災，溢水による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設への影響については，それぞれ津波側，火災側及び溢水側の説明書の中で影響評価を実施する。</td>
<td></td>
</tr>
</table>

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
津波の影響評価では，必要な津波防護対策（S クラス）を講じることにより，基準津波に対して施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを評価している。火災の影響評価では，地震による損傷の有無に関わらず，可燃物を内包している機器・配管系の全てが火災源となることを想定して，施設の安全機能への影響評価を実施している。また，溢水の影響評価では，水又は蒸気を内包している下位クラスの機器・配管系について，基準地震動Ss に対する耐震性を確認できないものが溢水源となることを想定して，施設の安全機能への影響評価を実施することから，地震に起因する津波，火災，溢水による波及的影響については，これらの影響評価に包絡される。	津波の影響評価では，必要な津波防護対策（Ｓクラス）を講じることにより，基準津波に対して施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計としている。火災の影響評価では，地震による損傷の有無に関わらず，可燃物を内包している機器・配管系の全てが火災源となることを想定して施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響評価を実施している。また，溢水の影響評価では，水又は蒸気を内包している下位クラスの機器・配管系について，基準地震動 Ss に対する耐震性を確認できないものが溢水源となることを想定して施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響評価を実施することから，地震に起因する津波，火災及び溢水による波及的影響については，これらの影響評価に包絡される。	津波の影響評価では，必要な津波防護対策（Ｓクラス）を講じることにより，基準津波に対して施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを評価している。火災の影響評価では，地震による損傷の有無に関わらず，可燃物を内包している機器・配管系の全てが火災源となることを想定して，施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響評価を実施している。また，溢水の影響評価では，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して耐震性を確認できない水又は蒸気を内包している下位クラス施設の機器・配管系が溢水源となることを想定して，施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響評価を実施することから，地震に起因する津波，火災，溢水による波及的影響については，これらの影響評価に包絡される。	
3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価 上位クラス施設については，基準地震動Ss による地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。具体的には「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015」及び「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術」，「宅地防災マニュアルの解説」を参考に，個々の斜面高を踏まえて対象斜面を抽出する。 上記に基づく対象斜面の抽出とその耐震安全性評価については，「柏崎刈羽原子力発電所6 号炉及び7 号炉 原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性について」に記載しており，上位クラス施設の機能に対して影響ないことを確認している。 また，上位クラス施設への波及的影響をおよぼすおそれのある下位クラス施設について，周辺斜面の崩壊による影響が無いことを確認している。確認内容について添付資料4 に示す。	3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価 上位クラス施設については，基準地震動 Ss による地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。具体的には「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」，「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術」及び「宅地防災マニュアルの解説」を参考に，個々の斜面高さを踏まえて対象斜面を抽出する。 上記に基づく対象斜面の抽出とその耐震安全性評価については，「女川原子力発電所２号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」に記載しており，上位クラス施設の機能に対して影響がないことを確認している。 また，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設については，周辺斜面の崩壊による影響が無いことを確認した。確認方針，状況について添付資料３ に示す。 3.5 液状化による影響評価 液状化による影響のうち不等沈下については，検討事項①に含まれるが，その他の被害想定として，浮き上がり及び側方流動に	3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価 上位クラス施設については，基準地震動Ｓｓによる地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。具体的には「原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ4601-2015」，「土木学会（2009）：　原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術＜技術資料＞，土木学会原子力土木委員会，2009」及び「宅地防災マニュアルの解説：　宅地防災マニュアルの解説[第二次改訂版][Ⅱ]，[編集]宅地防災研究会，2007」を参考に，個々の斜面高さを踏まえて対象斜面を抽出する。 上記に基づく対象斜面の抽出とその安定性評価については，「島根原子力発電所２号炉　原子炉建物等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」に記載しており，上位クラス施設が有する機能に対して影響を及ぼさないことを確認している。確認内容について添付資料3 に示す。 また，上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の周辺斜面については，上位クラス施設の周辺斜面に包含されており，周辺斜面の崩壊による影響が無いことを確認している。 3.5 液状化による影響評価 液状化による影響のうち不等沈下については，検討事項①に含まれるが，その他の被害想定として，浮き上がり及び側方流動に	・記載の充実 【柏崎 6/7】 島根２号炉では液状化による影響評価を記載

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
	よる影響を確認する。 上位クラス施設への液状化による影響については，「別紙-17 液状化影響の検討方針について」に基づき，各施設の設計において必要に応じて考慮する。 また，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設については，敷地内の地下水位を適切に反映した上で，基準地震動 Ss に対して浮き上がり及び側方流動による変位によって，上位クラス施設への影響がないことを 6.4 項で確認する。	よる影響を確認する。 上位クラス施設への液状化による影響については，「別紙-11 液状化影響の検討方針について」に基づき，各施設の設計において必要に応じて考慮する。 また，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設については，敷地内の地下水位を適切に反映した上で，基準地震動Ｓｓに対して浮き上がり及び側方流動による変位によって，上位クラス施設への影響がないことを 6.4 項で確認する。	
4. 上位クラス施設の確認 波及的影響評価を実施するに当たって，防護対象となる上位クラス施設は以下のとおりとする。 (1) 設計基準対象施設のうち，耐震重要度分類のS クラスに属する施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。） (2) (1)の間接支持構造物である建物・構築物 (3) 屋外重要土木構造物 (4) 重大事故等対処施設のうち，常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備 (5) (4)が設置される常設重大事故等対処施設（間接支持構造物である建物・構築物） なお，(2) 及び (5) に示した建物・構築物においては，基準地震動Ss により生じる地震力に対して，必要な機能が維持されることについて，工事計画認可申請書に計算書を添付する。 建屋外の上位クラス施設一覧を第4-1-1 表～第4-1-3 表に建屋内の上位クラス施設一覧を第4-2-1 表～第4-2-3 表に示す。表中では，原子炉建屋をR/B，タービン建屋をT/B，コントロール建屋をC/B，及び廃棄物処理建屋をRw/Bと表記する。	4. 上位クラス施設の確認 波及的影響評価を実施するに当たって，防護対象となる上位クラス施設は以下のとおりとする。 (1) 設計基準対象施設のうち，耐震Ｓクラス施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。） (2) (1)の間接支持構造物である建物・構築物 (3) 屋外重要土木構造物 (4) 重大事故等対処施設のうち，常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備 (5) (4)が設置される常設重大事故等対処施設（間接支持構造物である建物・構築物） 建屋外の上位クラス施設一覧を第 4-1 表に，建屋内の上位クラス施設一覧を第 4-2 表に示す。表中では，原子炉建屋を R/B，制御建屋を C/B と表記する。また，設置場所に記載している番号は第 6.3-1 図に示すエリア番号と対応している。	4. 上位クラス施設の確認 波及的影響評価を実施するに当たって，防護対象となる上位クラス施設は以下のとおりとする。 (1) 設計基準対象施設のうち，耐震重要度分類のＳクラスに属する施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。） (2) (1)の間接支持構造物である建物・構築物 (3) 屋外重要土木構造物 (4) 重大事故等対処施設のうち，常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備 (5) (4)が設置される常設重大事故等対処施設（間接支持構造物である建物・構築物） なお，(2)及び(5)に示した建物・構築物においては，基準地震動Ｓｓにより生じる地震力に対して，必要な機能が維持されることについて，詳細設計段階において計算書を添付する。 屋外の上位クラス施設一覧を第 4-1 表に，建物内の上位クラス施設一覧を第 4-2 表に示す（第 4-1 表の整理番号は第 6-1-1 図及び第 6-1-2 図の番号に，第 4-2 表の整理番号，エリアは第 6-3-1 図の整理番号，エリアに対応）。なお，表中では原子炉建物をＲ／Ｂ，タービン建物をＴ／Ｂ，廃棄物処理建物をＲｗ／Ｂ，制御室建物をＣ／Ｂ，緊急時対策所をＥ／Ｂ，ガスタービン発電機建物をＧＴ／Ｂ，低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽をＦＬ／Ｈ，第１ベントフィルタ格納槽をＦＶ／Ｈと表記する。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）

第4-1-1表　柏崎刈羽原子力発電所6号炉　建屋外上位クラス施設一覧表

整理番号	建屋外上位クラス施設	区分
K6-0001	非常用ディーゼル発電設備 軽油タンク	Sｸﾗｽ SA 施設
K6-0002	非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	Sｸﾗｽ
K6-0003	非常用ディーゼル発電設備 燃料油系配管	Sｸﾗｽ
K6-0004	非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ出口逆止弁	Sｸﾗｽ
K6-0005	格納容器圧力逃がし装置 フィルタ装置	SA 施設
K6-0006	格納容器圧力逃がし装置 よう素フィルタ	SA 施設
K6-0007	格納容器圧力逃がし装置 ドレン移送ポンプ	SA 施設
K6-0008	格納容器圧力逃がし装置 ドレンタンク	SA 施設
K6-0009	格納容器圧力逃がし装置 ラプチャーディスク	SA 施設
K6-0010	復水補給水系配管	SA 施設
K6-0011	燃料プール冷却浄化系配管	SA 施設
K6-0012	格納容器圧力逃がし装置配管	SA 施設
K6-0013	格納容器圧力逃がし装置放射線モニタ盤	SA 施設
K6-0014	原子炉建屋	Sｸﾗｽ施設及びSA 施設間接支持構造物
K6-0015	タービン建屋	Sｸﾗｽ施設及びSA 施設間接支持構造物
K6-0016	主排気筒	Sｸﾗｽ施設及びSA 施設間接支持構造物
K6-0017	格納容器圧力逃がし装置基礎	SA 施設間接支持構造物
K6-0018	海水貯留堰	Sｸﾗｽ 屋外重要土木構造物 SA 施設
K6-0019	スクリーン室	屋外重要土木構造物 SA 施設
K6-0020	取水路	屋外重要土木構造物 SA 施設
K6-0021	補機冷却用海水取水路	屋外重要土木構造物
K6-0022	軽油タンク基礎	屋外重要土木構造物 (Sｸﾗｽ施設及びSA 施設間接支持構造物)
K6-0023	燃料移送系配管ダクト	屋外重要土木構造物 (Sｸﾗｽ施設間接支持構造物)
K6-0024	原子炉補機冷却水系配管	SA 施設
K6-0025	非常用ガス処理系配管	Sｸﾗｽ SA 施設
K6-0026	無線連絡設備	SA 施設
K6-0027	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置水位	SA 施設
K6-0028	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置金属フィルタ差圧	SA 施設
K6-0029	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置スクラバ水 pH	SA 施設

女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）

第 4-1 表 女川２号炉 建屋外上位クラス施設一覧表（1/2）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分
0001	原子炉補機冷却海水ポンプ	Sクラス SA施設
0002	原子炉補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設
0003	RSWポンプ吐出逆止弁	Sクラス SA施設
0004	RSWポンプ吐出弁	Sクラス SA施設
0005	RSWポンプ吐出連絡管止め弁	Sクラス SA施設
0006	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	Sクラス SA施設
0007	高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ	Sクラス SA施設
0008	高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設
0009	HPSWポンプ吐出逆止弁	Sクラス SA施設
0010	HPSWポンプ吐出弁	Sクラス SA施設
0011	非常用ガス処理系配管	Sクラス SA施設
0012	復水補給水系配管	SA施設
0013	原子炉補機冷却水系配管	Sクラス SA施設
0014	残留熱除去系配管	Sクラス SA施設
0015	原子炉格納容器フィルタベント系配管	SA施設
0016	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	SA施設
0017	ガスタービン発電設備燃料移送系配管	SA施設
0018	復水貯蔵タンク	SA施設
0019	復水貯蔵タンク水位計器架台	Sクラス SA施設
0020	RSWポンプ出口圧力計器架台	Sクラス
0021	HPSWポンプ出口圧力計器架台	Sクラス
0022	排気筒	Sクラス SA施設
0023	防潮堤	Sクラス
0024	防潮壁	Sクラス
0025	逆流防止設備	Sクラス
0026	水密扉	Sクラス
0027	浸水防止蓋	Sクラス
0028	逆止弁付ファンネル	Sクラス
0029	貫通部止水処置	Sクラス
0030	津波監視カメラ	Sクラス
0031	取水ピット水位計	Sクラス
0032	原子炉建屋*	Sクラス 間接支持構造物 SA施設
0033	制御建屋	間接支持構造物
0034	海水ポンプ室	屋外重要土木構造物 間接支持構造物 SA施設
0035	軽油タンク室	屋外重要土木構造物 間接支持構造物
0036	復水貯蔵タンク基礎	SA施設間接支持構造物
0037	軽油タンク連絡ダクト	屋外重要土木構造物 間接支持構造物
0038	排気筒連絡ダクト	屋外重要土木構造物 間接支持構造物
0039	原子炉機器冷却海水配管ダクト	屋外重要土木構造物 間接支持構造物
0040	緊急用電気品建屋	SA施設間接支持構造物
0041	ガスタービン発電設備軽油タンク室	SA施設間接支持構造物
0042	緊急時対策建屋	SA施設間接支持構造物
0043	取水口	屋外重要土木構造物 SA施設
0044	取水路	屋外重要土木構造物 SA施設
0045	3号炉海水熱交換器建屋	間接支持構造物
0046	復水貯蔵タンク外部注水入口弁	SA施設
0047	トランシーバ屋外アンテナ	SA施設
0048	衛星電話屋外アンテナ	SA施設
0049	無線通信装置	SA施設
0050	取放水路流路縮小工	Sクラス
0051	浸水防止壁	Sクラス
0052	揚水井戸	間接支持構造物

＊　原子炉建屋大物搬入口を含む二次格納施設の考え方については参考資料１に詳細を示す。

島根原子力発電所　２号炉

第 4-1 表　島根原子力発電所２号炉　屋外上位クラス施設一覧表（1/3）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分
0001	原子炉補機海水ポンプ（A），(C)	Sクラス
0002	原子炉補機海水ポンプ（B），(D)	Sクラス
0003	原子炉補機海水ストレーナ（A）	Sクラス
0004	原子炉補機海水ストレーナ（B）	Sクラス
0005	原子炉補機海水系配管 原子炉補機海水系配管（放水配管）	Sクラス
0006	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	Sクラス
0007	高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ	Sクラス
0008	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	Sクラス
0009	非常用ガス処理系排気管	Sクラス/SA施設
0010	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス
0011	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス
0012	A-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス
0013	B-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス
0014	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス
0015	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス
0016	取水槽水位計	Sクラス
0017	欠番	
0018	取水槽床ドレン逆止弁	Sクラス
0019	防波壁通路防波扉	Sクラス
0020	取水槽除じん機エリア防水壁	Sクラス
0021	欠番	
0022	防波壁	Sクラス Sクラス施設間接支持構造物
0023	屋外排水路逆止弁	Sクラス
0024	津波監視カメラ（排気筒） 津波監視カメラ（防波壁東） 津波監視カメラ（防波壁西）	Sクラス
0025	圧力開放板	SA施設
0026	取水管	屋外重要土木構造物 SA施設
0027	取水口	屋外重要土木構造物 SA施設
0028	取水槽	屋外重要土木構造物 SA施設
0029	低圧原子炉代替注水系配管（接続口）	SA施設

備考

・対象施設の相違
【柏崎 6/7，女川 2】
Ｓクラス，SA 施設（常設耐震／防止，常設／緩和）及びこれらの間接支持構造物を上位クラス施設とする考え方は同一であるが，抽出される施設はプラント固有の結果となるため，以降の比較は省略し，変更箇所のあるページのみ記載する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-1 表　島根原子力発電所 2 号炉　屋外上位クラス施設一覧表（2/3）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分
0030	格納容器代替スプレイ系配管（接続口）	SA施設
0031	ペデスタル代替注水系配管（接続口）	SA施設
0032	ガスタービン発電機用軽油タンク	SA施設
0033	2号炉原子炉建物（原子炉棟含む）	Sクラス SA施設 Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物
0034	制御室建物	Sクラス SA施設 Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物
0035	2号炉廃棄物処理建物	Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物
0036	2号炉排気筒	Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物
0037	2号炉タービン建物	Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物
0038	緊急時対策所	SA施設
0039	ガスタービン発電機建物	SA施設間接支持構造物
0040	第１ベントフィルタ格納槽	SA施設間接支持構造物
0041	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	SA施設間接支持構造物
0042	屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）	屋外重要土木構造物 SA施設間接支持構造物
0043	A-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス
0044	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス
0045	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設
0046	格納容器フィルタベント系配管（接続口）	SA施設
0047	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス
0048	屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）	屋外重要土木構造物
0049	欠番	
0050	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク基礎	屋外重要土木構造物
0051	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設
0052	屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）	SA施設間接支持構造物
0053	ガスタービン発電機用軽油タンク基礎	SA施設間接支持構造物
0054	緊急時対策所用燃料地下タンク	SA施設
0055	取水槽除じん機エリア水密扉	Sクラス
0056	欠番	
0057	貫通部止水処置	Sクラス

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-1 表　島根原子力発電所２号炉　屋外上位クラス施設一覧表（3/3）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分
0058	緊急時対策所発電機接続プラグ盤	SA施設
0059	高圧発電機車接続プラグ収納箱	SA施設
0060	１号炉取水槽流路縮小工	Sクラス
0061	タービン補機海水ポンプ（A）	Sクラス
0062	タービン補機海水ポンプ（B），（C）	Sクラス
0063	タービン補機海水系配管（ポンプ出口～第二出口弁） タービン補機海水系配管（逆止弁下流）	Sクラス
0064	タービン補機海水ポンプ出口弁(MV247-1A)	Sクラス
0065	タービン補機海水ポンプ出口弁(MV247-1B,C)	Sクラス
0066	タービン補機海水ポンプ第二出口弁	Sクラス
0067	循環水ポンプ（A），（B），（C）	Sクラス
0068	循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）	Sクラス
0069	欠番	
0070	除じんポンプ（A），（B）	Sクラス
0071	除じん系配管（ポンプ入口配管，ポンプ出口～取水槽海水ポンプエリア境界壁）	Sクラス
0072	屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	屋外重要土木構造物
0073	タービン補機海水系逆止弁	Sクラス
0074	液体廃棄物処理系配管（逆止弁下流）	Sクラス
0075	液体廃棄物処理系逆止弁	Sクラス
0076	１号炉取水槽北側壁	Sクラス施設間接支持構造物
0077	取水槽漏えい検知器	Sクラス
0078	第１ベントフィルタ格納槽遮蔽	SA施設
0079	配管遮蔽	SA施設

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-2 表　島根原子力発電所 2 号炉　建物内上位クラス施設一覧表（1/11）

整理番号	建物内上位クラス施設	区分	設置建物	エリア
E001	燃料集合体	Sクラス	R/B	PCV内
E002	炉心支持構造物	Sクラス	R/B	PCV内
E003	原子炉圧力容器	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E004	原子炉圧力容器支持構造物	Sクラス	R/B	PCV内
E005	原子炉圧力容器付属構造物	Sクラス	R/B	PCV内
E006	原子炉圧力容器内部構造物	Sクラス	R/B	PCV内
E007	燃料プール	Sクラス/SA施設	R/B	R-M2F-102N
E008	キャスク置場	Sクラス	R/B	R-M2F-100N
E009	使用済燃料貯蔵ラック	Sクラス/SA施設	R/B	R-M2F-102N
E010	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	Sクラス/SA施設	R/B	R-M2F-102N
E011	燃料プール冷却系熱交換器	SA施設	R/B	R-3F-09N
E012	燃料プール冷却ポンプ	SA施設	R/B	R-M2F-12N
E013	スキマ・サージ・タンク	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
E014	原子炉再循環ポンプ	Sクラス	R/B	PCV内
E015	逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E016	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E017	残留熱除去系熱交換器(A)	Sクラス/SA施設	R/B	R-2F-09N R-1F-05N
E018	残留熱除去系熱交換器(B)	Sクラス/SA施設	R/B	R-2F-10N R-1F-11N
E019	残留熱除去ポンプ(A)	Sクラス	R/B	R-B2F-02N
E020	残留熱除去ポンプ(B)	Sクラス	R/B	R-B2F-15N
E021	残留熱除去ポンプ(C)	Sクラス	R/B	R-B2F-03N
E022	A-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス	R/B	S/C内
E023	B-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス/SA施設	R/B	S/C内
E024	C-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス/SA施設	R/B	S/C内
E025	高圧炉心スプレイポンプ	Sクラス	R/B	R-B2F-10N
E026	高圧炉心スプレイ系ストレーナ	Sクラス	R/B	S/C内
E027	低圧炉心スプレイポンプ	Sクラス	R/B	R-B2F-09N
E028	低圧炉心スプレイ系ストレーナ	Sクラス	R/B	S/C内
E029	高圧原子炉代替注水ポンプ	SA施設	R/B	R-B2F-03N
E030	低圧原子炉代替注水ポンプ	SA施設	FL/H	Y-S1-02
E031	低圧原子炉代替注水槽	SA施設	FL/H	Y-S1-01
E032	原子炉隔離時冷却ポンプ	Sクラス	R/B	R-B2F-01N
E033	原子炉隔離時冷却系ストレーナ	Sクラス	R/B	S/C内
E034	原子炉補機冷却系熱交換器（A1～A3）	Sクラス	R/B	R-1F-14N
E035	原子炉補機冷却系熱交換器（B1～B3）	Sクラス	R/B	R-1F-15N
E036	原子炉補機冷却水ポンプ(A),(C)	Sクラス	R/B	R-1F-14N
E037	原子炉補機冷却水ポンプ(B),(D)	Sクラス	R/B	R-1F-15N
E038	原子炉補機冷却系サージタンク	Sクラス/SA施設	R/B	R-4F-01-1N
E039	制御棒	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E040	制御棒駆動機構	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E041	制御棒駆動水圧設備　水圧制御ユニット	Sクラス/SA施設	R/B	R-2F-24N R-2F-25N
E042	ほう酸水注入ポンプ	Sクラス/SA施設	R/B	R-3F-07N
E043	ほう酸水貯蔵タンク	Sクラス/SA施設	R/B	R-3F-07N
E044	中央制御室送風機	Sクラス/SA施設	Rw/B	Rw-2F-02N
E045	中央制御室非常用再循環送風機	Sクラス/SA施設	Rw/B	Rw-2F-01N

・対象施設の相違
【柏崎 6/7，女川 2】
Ｓクラス，SA 施設（常設耐震／防止，常設／緩和）及びこれらの間接支持構造物を上位クラス施設とする考え方は同一であるが，抽出される施設はプラント固有の結果となるため，以降の比較は省略し，変更箇所のあるページのみ記載する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-2 表　島根原子力発電所 2 号炉　建物内上位クラス施設一覧表（2/11）

整理番号	建物内上位クラス施設	区分	設置建物	エリア
E046	中央制御室非常用再循環処理装置フィルタ	Sクラス/SA施設	Rw/B	Rw-2F-01N
E047	中央制御室遮蔽	Sクラス/SA施設	C/B	C-4F-01N
E048	中央制御室待避室遮蔽	SA施設	C/B	C-4F-01N
E049	原子炉格納容器	Sクラス/SA施設	R/B	PCV
E050	機器搬出入口	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E051	所員用エアロック	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E052	真空破壊装置	Sクラス/SA施設	R/B	S/C
E053	ダウンカマ	Sクラス/SA施設	R/B	S/C
E054	サプレッション・チェンバ	Sクラス/SA施設	R/B	S/C
E055	ベントヘッダ	Sクラス/SA施設	R/B	S/C
E056	原子炉建物機器搬出入口	Sクラス/SA施設	R/B	R-1F-16N
E057	A-ドライウェルスプレイ管	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E058	B-ドライウェルスプレイ管	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
E059	サプレッション・チェンバスプレイ管	Sクラス	R/B	S/C
E060	非常用ガス処理系排気ファン	Sクラス/SA施設	R/B	R-3F-04N
E061	非常用ガス処理系前置ガス処理装置	Sクラス/SA施設	R/B	R-3F-04N
E062	非常用ガス処理系後置ガス処理装置	Sクラス/SA施設	R/B	R-3F-04N
E063	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	Sクラス	R/B	R-3F-04N
E064	可燃性ガス濃度制御系再結合装置加熱器	Sクラス	R/B	R-3F-04N
E065	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	Sクラス	R/B	R-3F-04N
E066	可燃性ガス濃度制御系再結合装置再結合器	Sクラス	R/B	R-3F-04N
E067	可燃性ガス濃度制御系再結合装置冷却器	Sクラス	R/B	R-3F-04N
E068	静的触媒式水素処理装置	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
E069	第１ベントフィルタスクラバ容器	SA施設	FV/H	Y-S2-03
E070	第１ベントフィルタ銀ゼオライト容器	SA施設	FV/H	Y-S2-04
E071	非常用ディーゼル発電設備　ディーゼル機関（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
E072	非常用ディーゼル発電設備　ディーゼル機関（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
E073	非常用ディーゼル発電設備　調速装置（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
E074	非常用ディーゼル発電設備　調速装置（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
E075	非常用ディーゼル発電設備　非常調速装置（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
E076	非常用ディーゼル発電設備　非常調速装置（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
E077	非常用ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
E078	非常用ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
E079	非常用ディーゼル発電設備　空気だめ（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
E080	非常用ディーゼル発電設備　空気だめ（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
E081	A-ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	R-B1F-04N
E082	B-ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	R-B1F-05N
E083	非常用ディーゼル発電設備　発電機（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
E084	非常用ディーゼル発電設備　発電機（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
E085	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　ディーゼル機関	Sクラス	R/B	R-B2F-07N
E086	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　調速装置	Sクラス	R/B	R-B2F-07N
E087	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　非常調速装置	Sクラス	R/B	R-B2F-07N
E088	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ	Sクラス	R/B	R-B2F-07N
E089	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　空気だめ	Sクラス	R/B	R-B2F-07N
E090	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	R-B1F-06N

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-2 表　島根原子力発電所 2 号炉　建物内上位クラス施設一覧表（3/11）

整理番号	建物内上位クラス施設	区分	設置建物	エリア
E091	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　発電機	Sクラス	R/B	R-B2F-07N
E092	高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	Sクラス	R/B	R-B2F-12N
E093	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	Sクラス	R/B	R-B2F-12N
E094	ガスタービン発電機　ガスタービン機関	SA施設	GT/B	—
E095	ガスタービン発電機　調速装置	SA施設	GT/B	—
E096	ガスタービン発電機　非常調速装置	SA施設	GT/B	—
E097	ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	SA施設	GT/B	—
E098	ガスタービン発電機用サービスタンク	SA施設	GT/B	—
E099	ガスタービン発電機	SA施設	GT/B	—
E100	コリウムシールド	SA施設	R/B	PCV内
E101	欠番			
E102	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン	Sクラス	R/B	R-B2F-01N
E103	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
E104	欠番			
E105	緊急時対策所遮蔽	SA施設	E/B	—
E106	遠隔手動弁操作機構（MV217-4）	SA施設	R/B	R-2F-21N
E107	遠隔手動弁操作機構（MV217-5）	SA施設	R/B	R-1F-14N
E108	遠隔手動弁操作機構（MV217-18）	SA施設	R/B	R-3F-14N
E109	遠隔手動弁操作機構（MV217-23）	SA施設	R/B	R-3F-14N
E110	残留熱代替除去ポンプ	SA施設	R/B	R-B2F-16N
E111	欠番			
E112	計装用無停電交流電源装置（A）	Sクラス	Rw/B	Rw-1F-10N
E113	計装用無停電交流電源装置（B）	Sクラス	Rw/B	Rw-MB1F-05N
E114	原子炉建物エアロック	Sクラス/SA施設	R/B	R-B1F-26N R-B1F-27N R-1F-19N R-1F-28N R-M2F-24N R-4F-02N
E115	燃料プール監視カメラ（SA）	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
E116	燃料プール監視カメラ用冷却設備	SA施設	R/B	R-3F-14N R-3F-19N
E117	貫通部止水処置	Sクラス	R/B，T/B	※1
E118	タービン建物防水壁	Sクラス	T/B	※1
E119	タービン建物水密扉	Sクラス	T/B	※1

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-2 表　島根原子力発電所 2 号炉　建物内上位クラス施設一覧表（4/11）

整理番号	建物内上位クラス施設	区分	設置建物	エリア
P001	燃料プール冷却系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P002	原子炉再循環系配管	Sクラス	R/B	—
P003	主蒸気系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P004	給水系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P005	残留熱除去系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P006	高圧炉心スプレイ系配管	Sクラス	R/B	—
P007	低圧炉心スプレイ系配管	Sクラス	R/B	—
P008	低圧原子炉代替注水系配管	SA施設	R/B	—
P009	原子炉隔離時冷却系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P010	原子炉補機冷却系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P011	原子炉補機海水系配管 原子炉補機海水系配管（放水配管）	Sクラス	R/B，T/B	—
P012	原子炉補機代替冷却系配管	SA施設	R/B	—
P013	原子炉浄化系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P014	制御棒駆動水圧系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P015	ほう酸水注入系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P016	逃がし安全弁窒素ガス供給系配管	SA施設	R/B	—
P017	液体廃棄物処理系配管	Sクラス	R/B	—
P018	中央制御室換気系ダクト	Sクラス/SA施設	Rw/B，C/B	—
P019	緊急時対策所空気浄化装置配管	SA施設	E/B	—
P020	緊急時対策所正圧化装置配管	SA施設	E/B	—
P021	原子炉格納容器配管貫通部	Sクラス/SA施設	R/B	—
P022	格納容器代替スプレイ系配管	SA施設	R/B	—
P023	ペデスタル代替注水系配管	SA施設	R/B	—
P024	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設	R/B，T/B	—
P025	可燃性ガス濃度制御系配管	Sクラス	R/B	—
P026	窒素ガス制御系配管	Sクラス/SA施設	R/B	—
P027	格納容器フィルタベント系配管	SA施設	R/B，FV/H	—
P028	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B，T/B	—
P029	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備配管	Sクラス	R/B	—
P030	高圧炉心スプレイ補機冷却系配管	Sクラス	R/B	—
P031	高圧炉心スプレイ補機海水系配管 高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）	Sクラス	R/B，T/B	—
P032	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設	GT/B	—
P033	高圧原子炉代替注水系配管	SA施設	R/B	—
P034	原子炉格納容器電気配線貫通部	Sクラス/SA施設	R/B	—
P035	中央制御室待避室正圧化装置配管	SA施設	C/B	—
P036	非常用ディーゼル発電設備配管（A）	Sクラス	R/B	—
P037	非常用ディーゼル発電設備配管（B）	Sクラス	R/B	—
P038	A-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B，T/B	—
P039	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B	—
P040	残留熱代替除去系配管	SA施設	R/B	—
P041	窒素ガス代替注入系配管	SA施設	R/B	—
P042	燃料プールスプレイ系配管	SA施設	R/B	—

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 4-2 表　島根原子力発電所 2 号炉　建物内上位クラス施設一覧表（5/11）

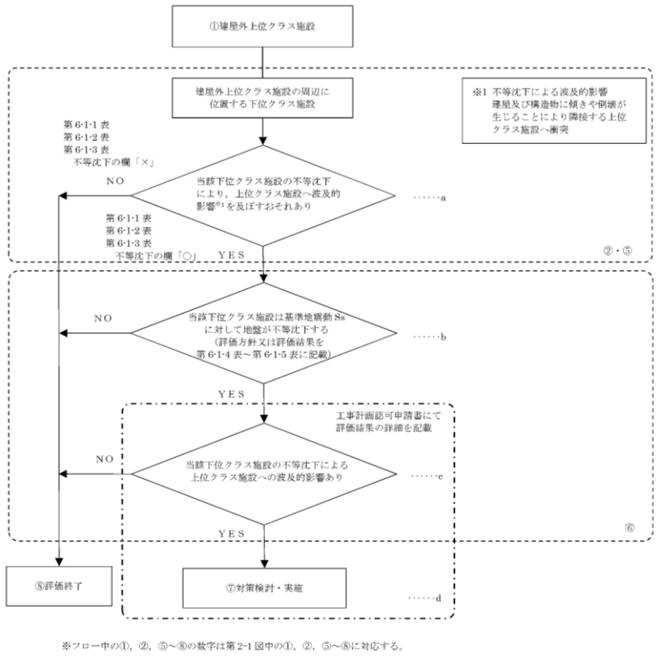
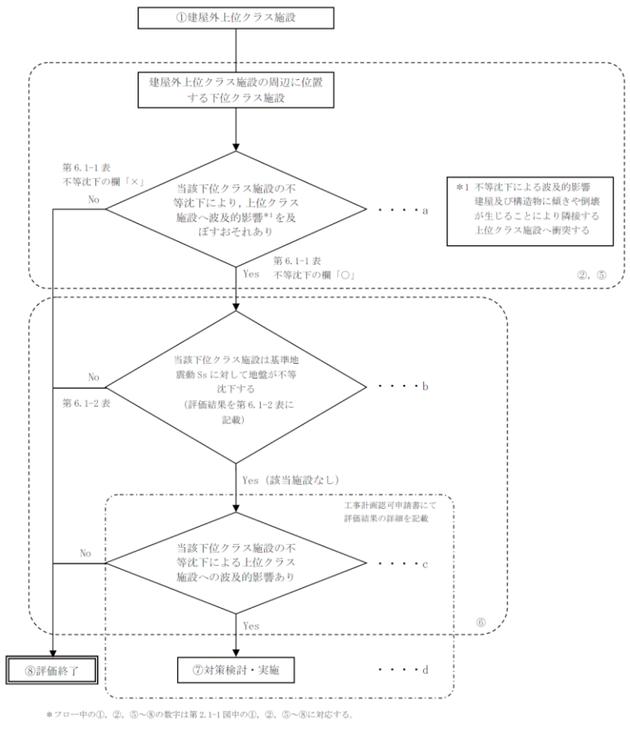
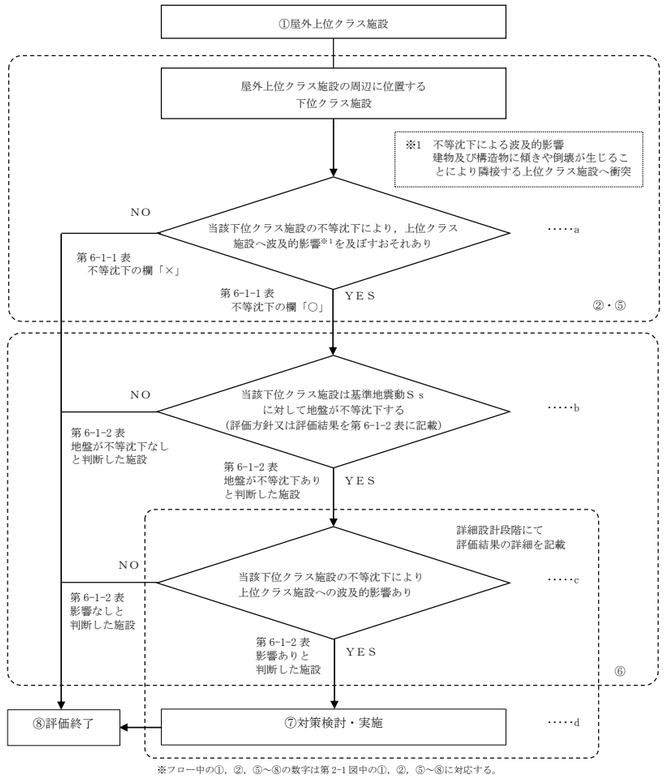
整理番号	建物内上位クラス施設	区分	設置建物	エリア
V001	A-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1A）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V002	B-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1B）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V003	C-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1C）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V004	D-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1D）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V005	E-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1E）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V006	F-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1F）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V007	G-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1G）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V008	H-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1H）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V009	J-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1J）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V010	K-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1K）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V011	L-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1L）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V012	M-主蒸気逃がし安全弁（RV202-1M）	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
V013	A-主蒸気内側隔離弁（AV202-1A）	Sクラス	R/B	PCV内
V014	B-主蒸気内側隔離弁（AV202-1B）	Sクラス	R/B	PCV内
V015	C-主蒸気内側隔離弁（AV202-1C）	Sクラス	R/B	PCV内
V016	D-主蒸気内側隔離弁（AV202-1D）	Sクラス	R/B	PCV内
V017	A-主蒸気外側隔離弁（AV202-2A）	Sクラス	R/B	R-1F-26N
V018	B-主蒸気外側隔離弁（AV202-2B）	Sクラス	R/B	R-1F-26N
V019	C-主蒸気外側隔離弁（AV202-2C）	Sクラス	R/B	R-1F-26N
V020	D-主蒸気外側隔離弁（AV202-2D）	Sクラス	R/B	R-1F-26N
V021	A-原子炉給水外側隔離逆止弁（AV204-101A）	Sクラス	R/B	R-1F-09N
V022	B-原子炉給水外側隔離逆止弁（AV204-101B）	Sクラス	R/B	R-1F-09N
V023	A-原子炉給水内側隔離逆止弁（V204-101A）	Sクラス	R/B	PCV内
V024	B-原子炉給水内側隔離逆止弁（V204-101B）	Sクラス	R/B	PCV内
V025	CRD入口スクラム弁（AV212-126）	Sクラス/SA施設	R/B	R-2F-24N R-2F-25N
V026	CRD出口スクラム弁（AV212-127）	Sクラス/SA施設	R/B	R-2F-24N R-2F-25N
V027	CUW入口内側隔離弁（MV213-3）	Sクラス	R/B	PCV内
V028	CUW入口外側隔離弁（MV213-4）	Sクラス	R/B	R-1F-07-1N
V029	RCW常用補機冷却水A-入口切替弁（MV214-1A）	Sクラス	R/B	R-B1F-11N
V030	RCW常用補機冷却水B-入口切替弁（MV214-1B）	Sクラス	R/B	R-B1F-11N
V031	RCW A-RHR熱交冷却水出口弁（MV214-7A）	Sクラス	R/B	R-2F-09N
V032	RCW B-RHR熱交冷却水出口弁（MV214-7B）	Sクラス	R/B	R-2F-10N
V033	RCW A1-DG冷却水出口弁（MV214-12A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
V034	RCW B1-DG冷却水出口弁（MV214-12B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
V035	RCW A2-DG冷却水出口弁（MV214-13A）	Sクラス	R/B	R-B2F-04N
V036	RCW B2-DG冷却水出口弁（MV214-13B）	Sクラス	R/B	R-B2F-06N
V037	HPAC注水弁（MV2B1-4）	SA施設	R/B	R-B2F-31N
V038	HPACタービン蒸気入口弁（MV221-34）	SA施設	R/B	R-B2F-01N
V039	外気取入量調整用ダンパ（MV264-1）	SA施設	Rw/B	Rw-2F-01N
V040	N2ドライウェル入口隔離弁（AV217-2）	Sクラス	R/B	R-B2F-31N
V041	N2トーラス入口隔離弁（AV217-3）	Sクラス	R/B	R-B2F-31N
V042	NGC N2ドライウェル出口隔離弁（MV217-4）	Sクラス/SA施設	R/B	R-2F-15N
V043	NGC N2トーラス出口隔離弁（MV217-5）	Sクラス/SA施設	R/B	R-B2F-31N
V044	N2補給隔離弁（AV217-7）	Sクラス	R/B	R-B2F-31N
V045	N2補給ドライウェル入口隔離弁（AV217-8A）	Sクラス	R/B	R-B2F-31N

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

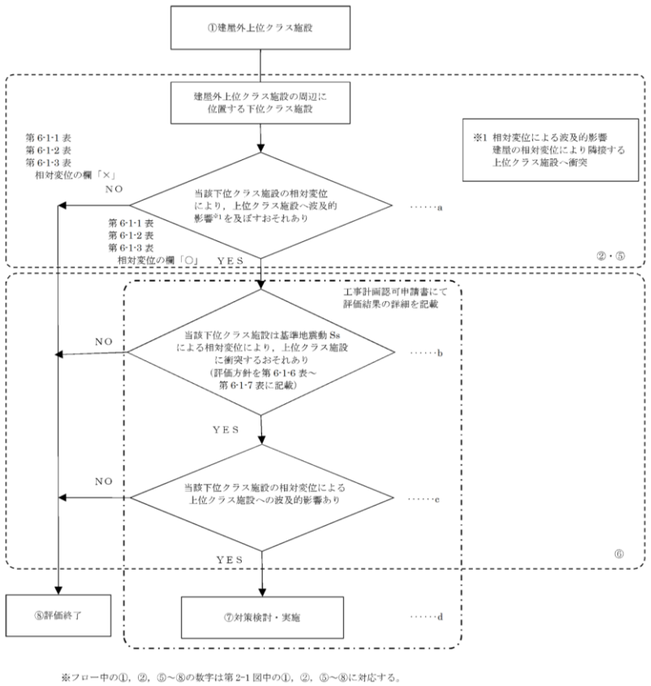
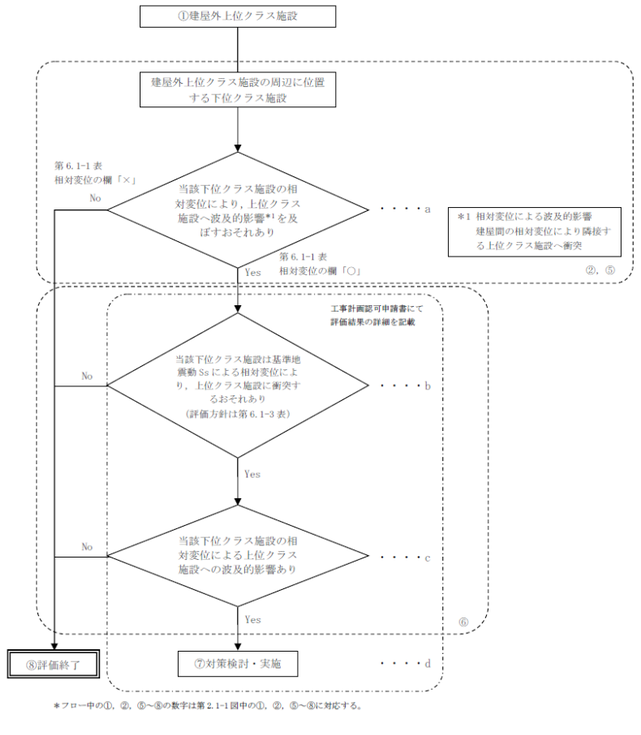
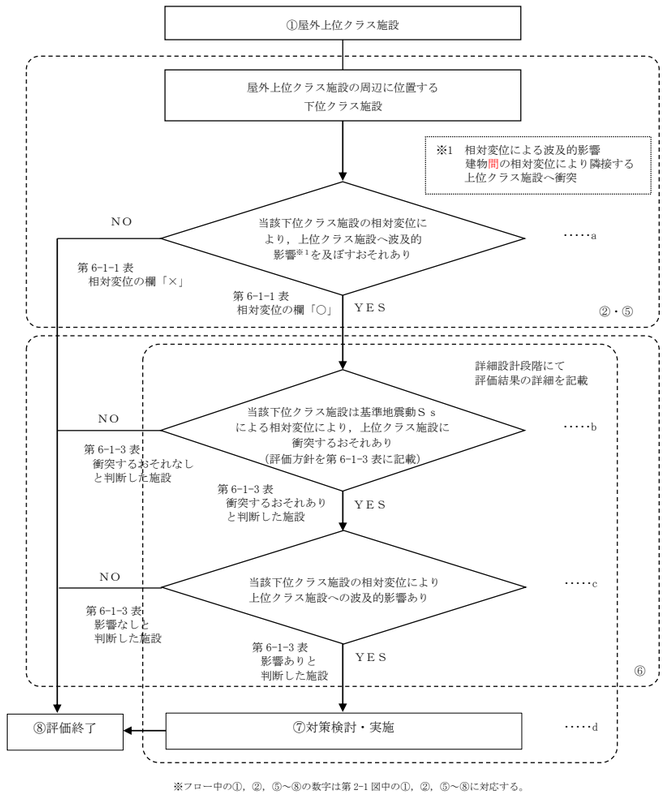
第 4-2 表　島根原子力発電所 2 号炉　建物内上位クラス施設一覧表（10/11）

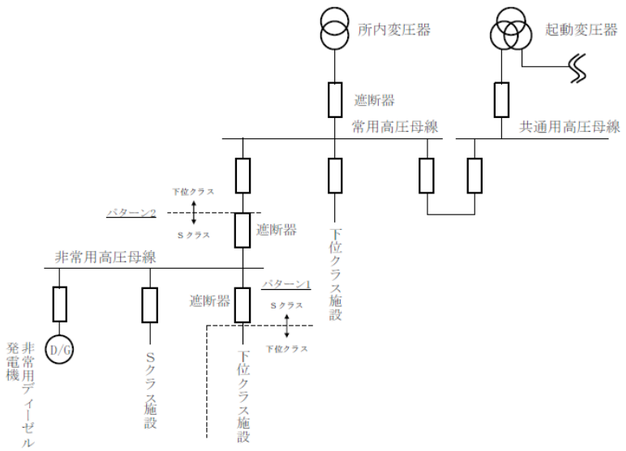
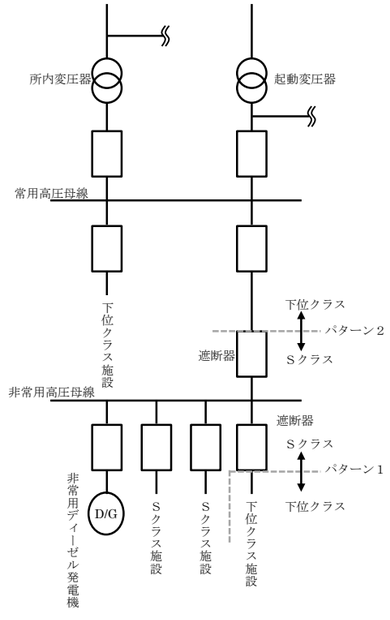
整理番号	建物内上位クラス施設	区分	設置建物	エリア
1001	燃料プール水位・温度（ＳＡ）	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
1002	燃料プール水位（ＳＡ）	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
1003	中性子源領域計装	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
1004	中間領域計装	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
1005	平均出力領域計装	Sクラス/SA施設	R/B	PCV内
1006	残留熱除去系熱交換器入口温度（A）	Sクラス	R/B	R-1F-30N
1007	残留熱除去系熱交換器入口温度（B）	Sクラス	R/B	R-1F-10N
1008	残留熱除去系熱交換器出口温度（A）	Sクラス/SA施設	R/B	R-1F-30N
1009	残留熱除去系熱交換器出口温度（B）	Sクラス/SA施設	R/B	R-1F-10N
1010	残留熱除去ポンプ出口流量（A）	Sクラス	R/B	R-B2F-02N
1011	残留熱除去ポンプ出口流量（B）	Sクラス	R/B	R-B2F-15N
1012	残留熱除去ポンプ出口流量（C）	Sクラス	R/B	R-B2F-03N
1013	原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	Sクラス	R/B	R-B2F-01N
1014	高圧炉心スプレイポンプ出口流量	Sクラス	R/B	R-B1F-09N
1015	低圧炉心スプレイポンプ出口流量	Sクラス	R/B	R-B2F-09N
1016	高圧原子炉代替注水流量	SA施設	R/B	R-B2F-03N
1017	代替注水流量（常設）	SA施設	FL/H	Y-S1-02
1018	原子炉圧力	Sクラス/SA施設	R/B	R-1F-22N
1019	原子炉水位（狭帯域）	Sクラス	R/B	R-1F-22N
1020	原子炉水位（広帯域）	Sクラス/SA施設	R/B	R-1F-22N
1021	欠　番			
1022	原子炉水位（燃料域）（A）	Sクラス/SA施設	R/B	R-B1F-07N
1023	原子炉水位（燃料域）（B）	Sクラス/SA施設	R/B	R-B1F-08N
1024	ドライウェル圧力（SA）	SA施設	R/B	R-M2F-25N R-3F-100N
1025	ドライウェル圧力	Sクラス	R/B	R-2F-24N R-2F-25N
1026	サプレッション・チェンバ圧力（SA）	SA施設	R/B	R-M2F-25N R-3F-100N
1027	サプレッション・チェンバ圧力	Sクラス	R/B	R-2F-24N R-2F-25N
1028	格納容器水素濃度（A）	Sクラス	R/B	R-3F-06N
1029	格納容器酸素濃度（A）	Sクラス	R/B	R-3F-06N
1030	ドライウェル温度（SA）	SA施設	R/B	PCV内
1031	ペデスタル温度（SA）	SA施設	R/B	PCV内
1032	サプレッション・チェンバ温度（SA）	SA施設	R/B	R-B2F-31N
1033	サプレッション・プール水温度（SA）	SA施設	R/B	R-B2F-31N
1034	格納容器水素濃度(SA)	SA施設	R/B	R-M2F-25N
1035	格納容器酸素濃度(SA)	SA施設	R/B	R-M2F-25N
1036	サプレッション・プール水位(SA)（A）	SA施設	R/B	R-B2F-09N
1037	サプレッション・プール水位(SA)（B）	SA施設	R/B	R-B2F-15N
1038	低圧原子炉代替注水槽水位	SA施設	FL/H	Y-S1-02
1039	原子炉建物水素濃度(H2E278-15)	SA施設	R/B	R-1F-20N
1040	原子炉建物水素濃度(H2E278-17)	SA施設	R/B	R-2F-12N
1041	原子炉建物水素濃度(H2E278-14)	SA施設	R/B	R-2F-13N
1042	原子炉建物水素濃度(H2E278-10C,D)	SA施設	R/B	R-4F-01-1N
1043	ドライウェル水位	SA施設	R/B	PCV内
1044	ペデスタル水位	SA施設	R/B	PCV内
1045	原子炉建物水素濃度(H2E278-16)	SA施設	R/B	R-1F-13N

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5.　下位クラス施設の抽出及び影響評価方法 3.項で整理した各検討事象を基に，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フローを作成し，当該フローに基づき，影響評価を実施する。なお，建屋外の波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出にあたっては，施設の設置地盤及び周辺地盤の液状化による影響を考慮する。	5.　下位クラス施設の抽出及び影響評価方法 3 項で整理した各検討事象を基に，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フローを作成し，当該フローに基づき影響評価を実施する。	5.　下位クラス施設の抽出及び影響評価方法 3.項で整理した各検討事象を基に，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フローを作成し，当該フローに基づき，影響評価を実施する。また，屋外の波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に当たっては，施設の設置地盤及び周辺地盤の液状化による影響を考慮する。なお，将来設置する上位クラス施設については，各項の検討が可能になった段階で波及的影響の検討を実施する（添付資料 5 参照）。	
5.1 相対変位又は不等沈下による影響 (1) 地盤の不等沈下による影響 第5-1-1 図のフローに従い，上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。	5.1 相対変位又は不等沈下による影響 (1) 地盤の不等沈下による影響 第 5.1-1 図のフローに従い，上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。	5.1 不等沈下又は相対変位による影響 (1) 地盤の不等沈下による影響 第 5-1-1 図のフローに従い，上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。	
a.　下位クラス施設の抽出 地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。	a.　下位クラス施設の抽出 地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても，上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。	a.　下位クラス施設の抽出 地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。	
b.　耐震性の確認 a.で抽出した下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して，基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により，不等沈下しないことを確認する。支持層が岩盤でなく更新統（古安田層）に設置されている場合や支持層に更新統（古安田層）と岩盤が混在する場合は，基準地震動Ss に対して，不等沈下が生じないことを確認する。	b.　耐震性の確認 a 項で抽出した下位クラス施設について，基準地震動 Ss に対して十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により，不等沈下しないことを確認する。	b.　耐震性の確認 a.で抽出した下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して，基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により，不等沈下しないことを確認する。	・地質が異なることによる相違 【柏崎 6/7】 柏崎 6/7 特有の地盤特性の記載
c.　不等沈下に伴う波及的影響の評価 b.で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設については，傾きや倒壊を想定し，これらによる上位クラス施設への影響を確認し，上位クラス施設の有する機能を損なわないこ	c.　不等沈下に伴う波及的影響の評価 b 項で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設については，傾きや倒壊を想定し，これらによる上位クラス施設への影響を確認し，上位クラス施設の機能を損なわないことを	c.　不等沈下に伴う波及的影響の評価 b.で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設については，傾きや倒壊を想定し，これらによる上位クラス施設への影響を確認し，上位クラス施設の有する機能を損なうおそれ	

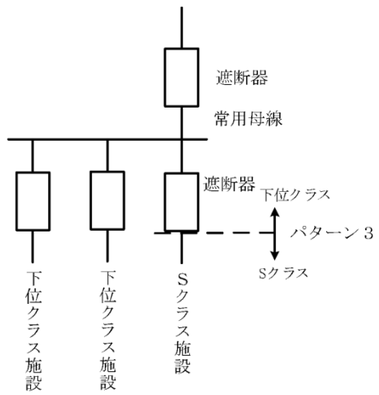
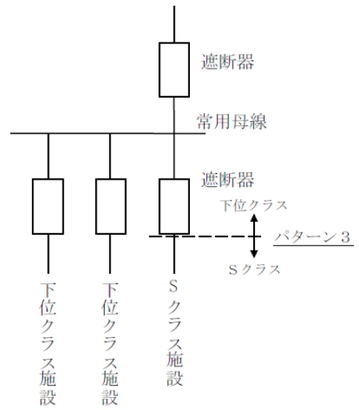
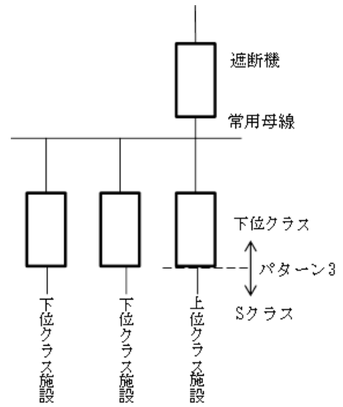
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
とを確認する。 d. 対策検討 c. で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い，不等沈下による下位クラス施設の波及的影響を防止する。	確認する。 d. 対策検討 c 項で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い，不等沈下による下位クラス施設の波及的影響を防止する。	がないことを確認する。 d. 対策検討 c. で上位クラス施設の有する機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い，不等沈下による下位クラス施設の波及的影響を防止する。	
 ※フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第2-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	 ＊フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第2.1-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	 ※フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第2-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	
第5-1-1図　不等沈下による建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5.1-1 図 不等沈下による建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5-1-1 図　不等沈下により屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	

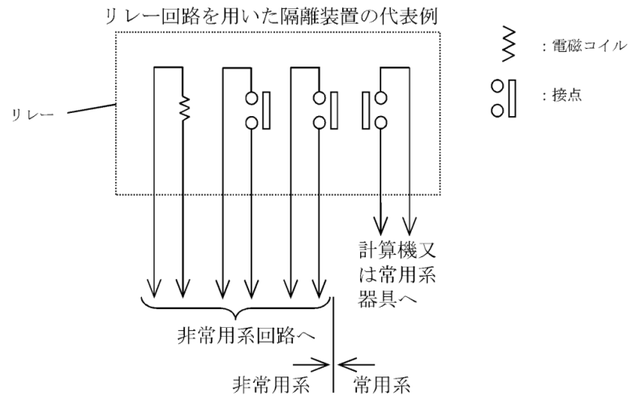
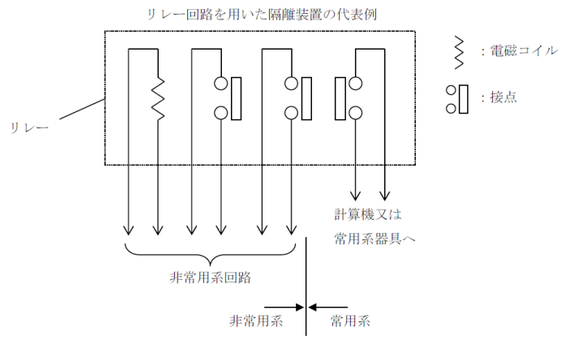
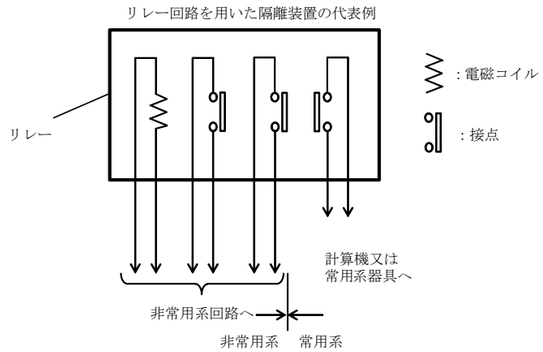
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
(2) 建屋間の相対変位による影響 第5-1-2 図のフローに従い，上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a. 下位クラス施設の抽出 地震による建屋の相対変位を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。 b. 耐震性の確認 a. で抽出した下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して，建屋の相対変位による上位クラス施設への衝突がないことを確認する。 c. 相対変位に伴う波及的影響の評価 b. で衝突のおそれが否定できない下位クラス施設について，衝突部分の接触状況を確認し，建屋全体又は局部評価を実施し，衝突に伴い，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。 d. 対策検討 c. で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，建屋の補強等を行い，建屋の相対変位等による下位クラス施設の波及的影響を防止する。	(2) 建屋間の相対変位による影響 第 5.1-2 図のフローに従い，上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a. 下位クラス施設の抽出 地震による建屋間の相対変位を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。 b. 耐震性の確認 a 項で抽出した下位クラス施設について，基準地震動 Ss に対して建屋間の相対変位による上位クラス施設への衝突がないことを確認する。 c. 相対変位に伴う波及的影響の評価 b 項で衝突のおそれが否定できない下位クラス施設について，衝突部分の接触状況を確認し，建屋全体又は局部評価を実施し，衝突に伴い，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。 d. 対策検討 c 項で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，建屋の補強等を行い，建屋間の相対変位等による下位クラス施設の波及的影響を防止する。	(2) 建物間の相対変位による影響 第 5-1-2 図のフローに従い，上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a. 下位クラス施設の抽出 地震による建物間の相対変位を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。 b. 耐震性の確認 a. で抽出した下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して，建物間の相対変位による上位クラス施設への衝突がないことを確認する。 c. 相対変位に伴う波及的影響の評価 b. で衝突のおそれが否定できない下位クラス施設について，衝突部分の接触状況を確認し，建物全体又は局部評価を実施し，衝突に伴い，上位クラス施設の有する機能を損なうおそれがないことを確認する。 d. 対策検討 c. で上位クラス施設の有する機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，建物の補強等を行い，建物間の相対変位等による下位クラス施設の波及的影響を防止する。	

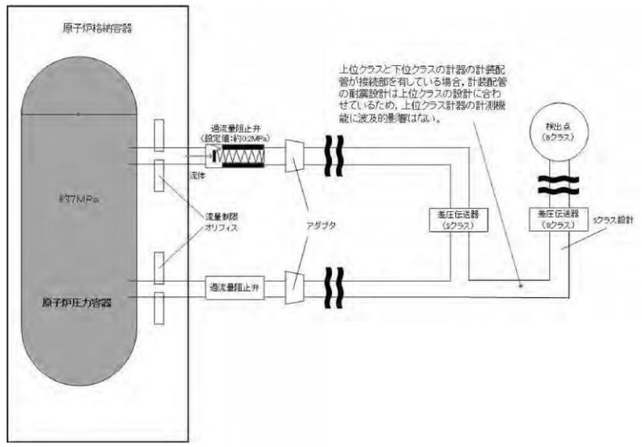
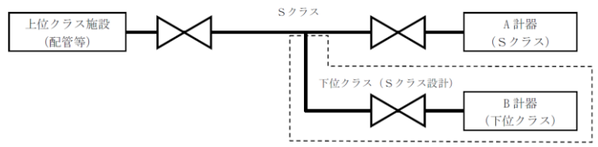
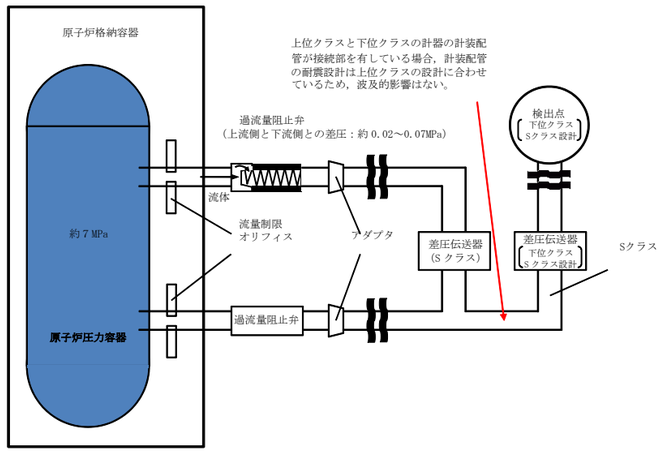
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 ※フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第 2-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	 ＊フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第 2.1-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	 ※フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第 2-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	
第5-1-2図　相対変位により建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5.1-2 図 相対変位による建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5-1-2 図　相対変位により屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	

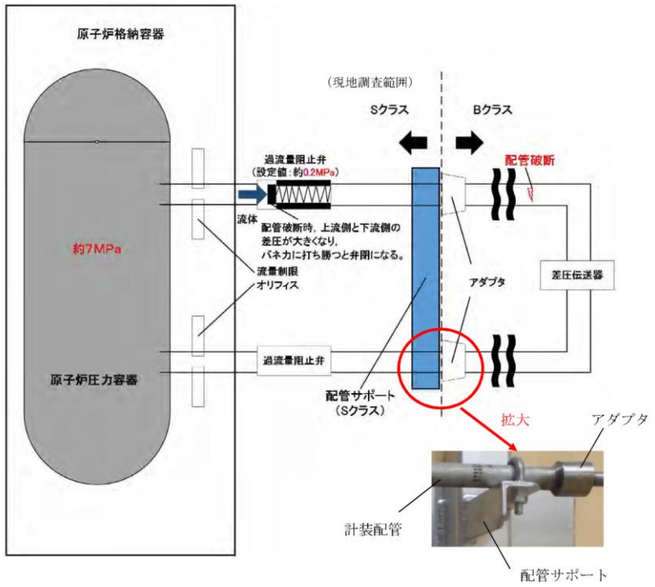
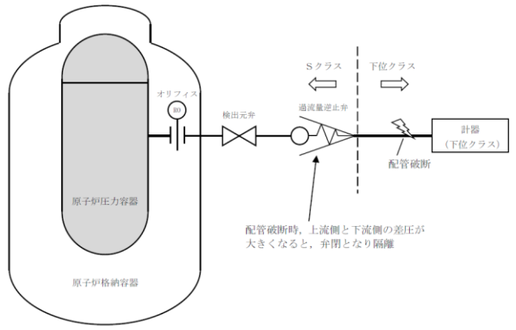
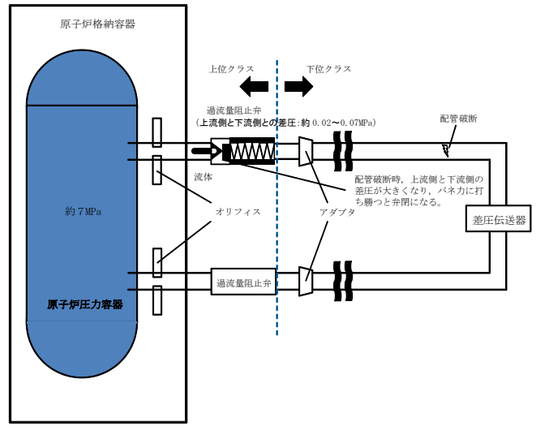
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5.2 接続部における相互影響 第5-2 図のフローに従い，上位クラス施設と接続する下位クラス施設を抽出し，波及的影響を検討する。 a. 接続部の影響検討を要する上位クラス施設の抽出 接続部の影響検討を要する上位クラス施設を抽出するため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮を確認する。設計上考慮をしている設備としては，電気設備，計測制御設備，格納容器貫通部，空気駆動弁（以下「AO 弁」という。）駆動用空気供給配管接続部及び弁グランド部漏えい検出配管接続部がある。 (a) 電気設備 受電系統について，上位クラス施設と下位クラス施設は基本的には系統的に分離した設計としているが，受電系統概念図にあるように一部の受電系統において上位クラス施設と下位クラス施設との接続がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続するパターンを下記のように整理した。 受電系統概念図	5.2 接続部における相互影響 第 5.2-8 図のフローに従い，上位クラス施設と接続する下位クラス施設を抽出し，波及的影響を検討する。 a. 接続部の抽出 上位クラス施設と下位クラス施設が接続する箇所を抽出する。ここで，電気設備，計測制御設備，格納容器貫通部，空気駆動弁（以下「AO 弁」という。）駆動用空気供給配管接続部及び弁グランド部漏えい検出配管接続部については，以下のとおり設計上の配慮がなされているため抽出の対象外とする。 (a) 電気設備 受電系統について，上位クラス施設と下位クラス施設は基本的に系統的に分離した設計としているが，第 5.2-1,2 図の受電系統概念図にあるように一部の受電系統においては上位クラス施設と下位クラス施設との接続がある。 このため，上位クラス施設と下位クラス施設と接続するパターンを下記のように整理した。  第 5.2-1 図 受電系統概念図（パターン１，２）	5.2 接続部における相互影響 第 5-2-8 図のフローに従い，上位クラス施設と接続する下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a. 接続部の影響検討を要する上位クラス施設の抽出 接続部の影響検討を要する上位クラス施設を抽出するため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮を確認する。上位クラス施設と下位クラス施設の接続を設計上考慮している設備としては，電気設備，計測制御設備，格納容器貫通部，空気駆動弁（以下「AO 弁」という。）駆動用空気供給配管接続部及び弁グランド部漏えい検出配管接続部がある。 (a) 電気設備 受電系統について，上位クラス施設と下位クラス施設は基本的には系統的に分離した設計としているが，第 5-2-1 図に示す受電系統概念図にあるように一部の受電系統において上位クラス施設と下位クラス施設との接続がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設が接続するパターンを下記のように整理した。  第 5-2-1 図　受電系統概念図	

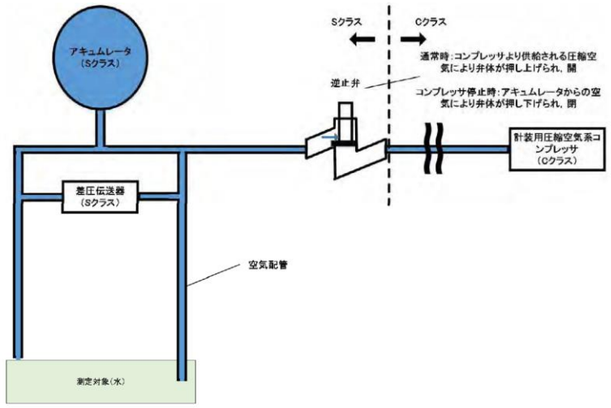
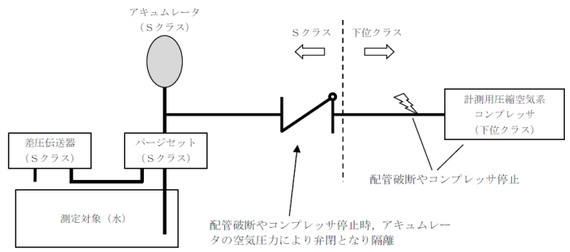
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
＜パターン１＞ 受電系統概念図のパターン１のように上位クラス施設と下位クラス施設が接続し，上位クラス施設から下位クラス施設に給電する場合，上位クラス施設と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合においても，上位クラス施設の遮断器が動作することで事故範囲を隔離し，上位クラス施設の機能に影響を与えない設計としている。 ＜パターン２＞ 受電系統概念図のパターン２のように上位クラス施設である非常用高圧母線と下位クラス施設が接続し，下位クラス施設から非常用高圧母線に給電する場合，上位クラス施設と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合には，上位クラス施設の遮断器が動作することにより事故範囲を隔離する。この際，非常用高圧母線が停電するが非常用ディーゼル発電機が自動起動し非常用高圧母線に給電するため，上位クラス施設である非常用高圧母線が機能喪失しない設計としている。 ＜パターン３＞ パターン１，２以外に考えられる上位クラス施設と下位クラス施設が接続する組合せとして，下図のように下位クラス施設から上位クラス施設に給電するパターンが挙げられる。この場合，下位クラス施設の故障により上位クラス施設が機能喪失することとなるが，６号及び７号炉においてはこのようなパターンのものはない。	［パターン１］ 第 5.2-1 図のパターン１に示すように上位クラスの電源盤と下位クラス施設が接続し，上位クラスの電源盤から下位クラス施設に給電する場合，上位クラスの電源盤と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合においても，上位クラスの電源盤の遮断器が動作することで事故範囲を隔離し，上位クラスの電源盤の機能に影響を与えない設計としている。 ［パターン２］ 第 5.2-1 図のパターン２のように上位クラス施設である非常用高圧母線と下位クラス施設が接続し，下位クラス施設から非常用高圧母線に給電する場合，上位クラスの電源盤と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合には，上位クラスの電源盤の遮断器が動作することにより事故範囲を隔離する。この際，非常用高圧母線が停電するが非常用ディーゼル発電機が自動起動し，非常用高圧母線に給電するため，上位クラス施設である非常用高圧母線が機能喪失しない設計としている。 ［パターン３］ パターン１，２以外に考えられる上位クラス施設と下位クラス施設が接続する組合せとして，第 5.2-2 図のように下位クラスの電源盤から上位クラス施設に給電するパターンが挙げられる。この場合，下位クラスの電源盤の故障により上位クラス施設が機能喪失することとなるが，女川２号炉においては本パターンのような系統はない。	＜パターン１＞ 第 5-2-1 図のパターン１のように上位クラスの電源盤と下位クラス施設が接続し，上位クラスの電源盤から下位クラス施設に給電する場合，上位クラスの電源盤と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合においても，上位クラスの電源盤の遮断器が動作することで事故範囲を隔離し，上位クラスの電源盤の有する機能に影響を与えない設計としている。 ＜パターン２＞ 第 5-2-1 図のパターン２のように上位クラス施設である非常用高圧母線と下位クラス施設が接続し，下位クラス施設から非常用高圧母線に給電する場合，上位クラスの電源盤と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合には，上位クラスの電源盤の遮断器が動作することにより事故範囲を隔離する。この際，非常用高圧母線が停電するが非常用ディーゼル発電機が自動起動し非常用高圧母線に給電するため，上位クラス施設である非常用高圧母線が機能喪失しない設計としている。 ＜パターン３＞ パターン１，２以外に考えられる上位クラス施設と下位クラス施設が接続する組合せとして，第 5-2-2 図のように下位クラスの電源盤から上位クラス施設に給電するパターンが挙げられる。この場合，下位クラスの電源盤の故障により上位クラス施設が機能喪失することになるが，島根原子力発電所２号炉においてはこのようなパターンのものはない。	

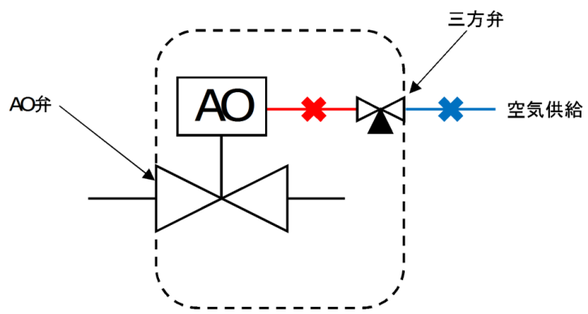
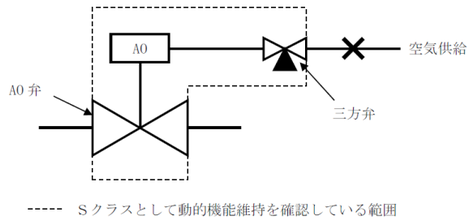
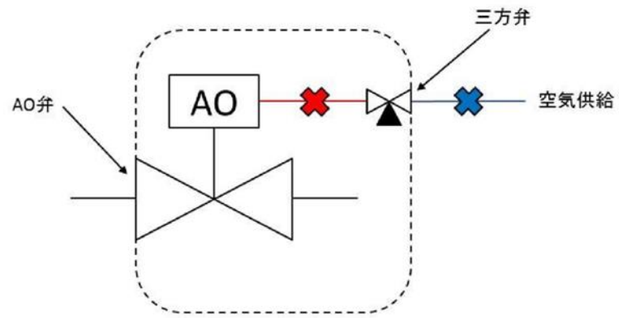
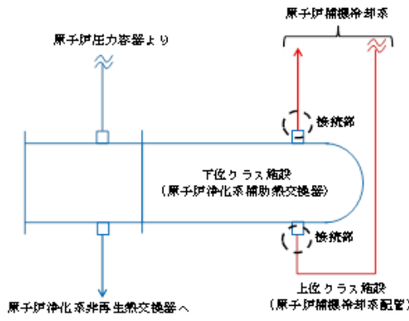
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 受電系統概念図（パターン１，２以外） 以上より，電気設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及することがない設計としている。 (b) 計測制御設備 計測制御設備について，非常用系（上位クラス施設）と常用系（下位クラス施設）は原則物理的に分離しているが，制御信号及び計装配管の一部に上位クラス施設と下位クラス施設との接続部がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続するパターンを下記のように整理した。 i)制御信号 制御信号について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として存在する可能性が考えられるパターンとして，下記の２つがある。 ①非常用系（上位クラス）から常用系（下位クラス）に伝送する ②常用系（下位クラス）から非常用系（上位クラス）に伝送する このうち，②のパターンは６号及び７号炉においては存在しない。①の信号を非常用系（上位クラス）から常用系（下位クラス）	 第 5.2-2 図 受電系統概念図（パターン３） 以上より，電気設備については，上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれがない設計としている。 (b) 計測制御設備 計測制御設備について，非常用系（上位クラス施設）と常用系（下位クラス施設）は原則物理的に分離しているが，制御信号及び計装配管の一部に上位クラス施設と下位クラス施設との接続部がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設と接続するパターンを下記のように整理した。 ｉ)制御信号 制御信号について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として下記のパターンが考えられる。 ①非常用系（上位クラス）から常用系（下位クラス）に伝送する ②常用系（下位クラス）から非常用系（上位クラス）に伝送する このうち，②のパターンについては女川２号炉において存在しない。	 第5-2-2図　受電系統概念図（パターン１，２以外） 以上より，電気設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれがない設計としている。 (b) 計測制御設備 計測制御設備について，非常用系（上位クラス施設）と常用系（下位クラス施設）は原則物理的に分離しているが，制御信号及び計装配管の一部に上位クラス施設と下位クラス施設の接続部がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設が接続するパターンを下記のように整理した。 ｉ）制御信号 制御信号について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部が存在する可能性が考えられるパターンとして，下記の２つがある。 ①非常用系（上位クラス）から常用系（下位クラス）に伝送する ②常用系（下位クラス）から非常用系（上位クラス）に伝送する このうち，②のパターンは島根原子力発電所２号炉においては存在しない。①の信号を非常用系（上位クラス）から常用系（下	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
に伝送するラインについては，信号伝送における分離概念図に示すとおり，フォトカプラやリレー回路などの隔離装置を介することにより，電気的に分離されており，常用系の故障が非常用系に波及することがない設計としている。  信号伝送における分離概念図 ii)計装配管 計装配管について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として存在する可能性が考えられるパターンとして，下記の３つがある。 ①上位クラスの機器に下位クラス計器の計装配管が接続されている ②下位クラスの機器に上位クラス計器の計装配管が接続されている ③上位クラス計器の常用時における計測のために，計装用圧縮空気系（下位クラス）が接続されている このうち，②のパターンは6 号及び7 号炉においては存在しない。①については，上位クラス計器と下位クラス計器の計装配管が接続されているパターンと上位クラスの機器（原子炉圧力容器）の計測装置として下位クラスの計器が接続されているパターンがあるため，それぞれパターン①-１，①-２と分類し，③につ	①については，信号伝送における第 5.2-3 図の分離概念図に示すとおり，フォトカプラやリレー回路などの隔離装置を介することにより，電気的に分離されており，常用系（下位クラス）の故障が非常用系（上位クラス）に波及することがない設計としている。  第 5.2-3 図 信号伝送における分離概念図 ⅱ)計装配管 計装配管について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として下記のパターンが考えられる。 ①上位クラスの機器に下位クラスの計器の計装配管が接続されている ②下位クラスの機器に上位クラスの計器の計装配管が接続されている ③上位クラスの計器の常用時における計測のために，計装用圧縮空気系（下位クラス）が接続されている このうち，②については女川２号炉において存在しない。①については，上位クラスの計器と下位クラスの計器が接続されているパターンと上位クラスの機器（原子炉圧力容器）の計測装置として下位クラスの機器が接続されているパターンがあるため，それぞれパターン①-１，①-２と分類し，③についてはパターン③	位クラス）に伝送するラインについては，第 5-2-3 図の信号伝送における分離概念図に示すとおり，フォトカプラやリレー回路などの隔離装置を介することにより，電気的に分離されており，常用系の故障が非常用系に波及することがない設計としている。  第 5-2-3 図　信号伝送における分離概念図 ⅱ）計装配管 計装配管について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部が存在する可能性が考えられるパターンとして，下記の３つがある。 ①上位クラスの機器に下位クラス計器の計装配管が接続されている ②下位クラスの機器に上位クラス計器の計装配管が接続されている ③上位クラス計器の常用時における計測のために，計装用圧縮空気系（下位クラス）が接続されている このうち，②，③のパターンは島根原子力発電所２号炉においては存在しない。①については，上位クラス計器と下位クラス計器の計装配管が接続されているパターンと上位クラスの機器（原子炉圧力容器）の計測装置として下位クラスの計器が接続されているパターンがあるため，それぞれパターン①－１，①－２と分	

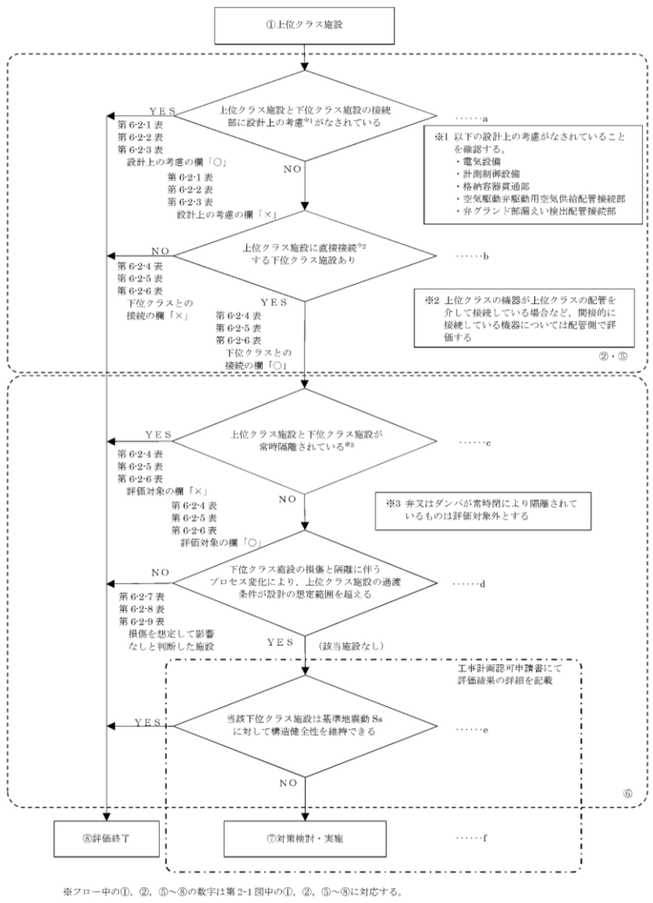
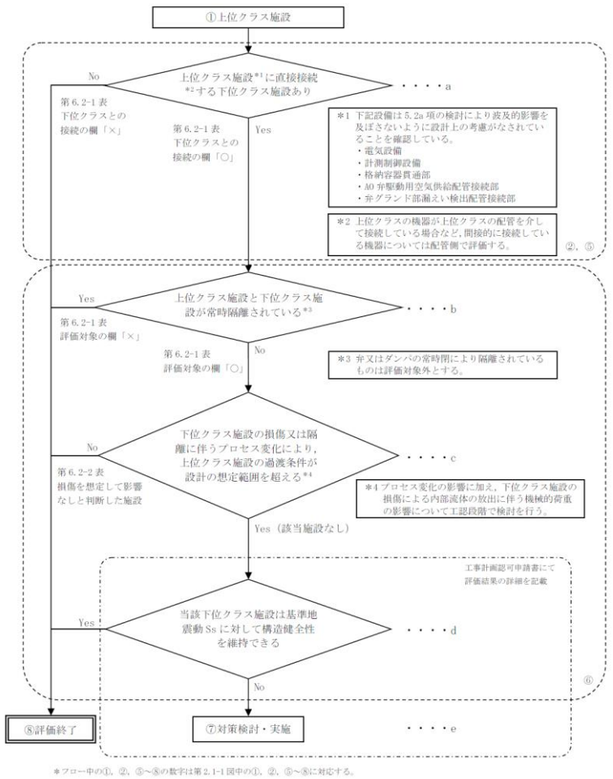
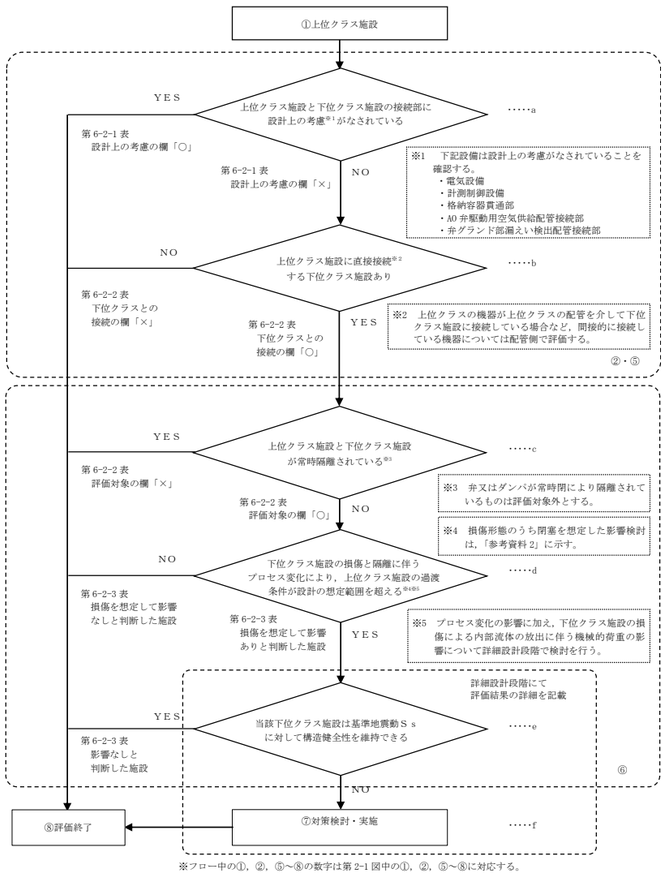
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
いてはパターン③と分類して下記の通り検討した。 ＜パターン①-１＞ 上位クラス計器と下位クラス計器の計装配管が接続部を有している場合，下記の概念図に示すとおり，計装配管の耐震設計は上位クラスの設計に合わせているため，計装配管が地震で損傷することにより，上位クラス計器の計測機能が波及的影響を受けることはない。  計装配管の耐震設計概念図 ＜パターン①-２＞ 原子炉圧力容器（上位クラス）に接続されている下位クラス計器については，原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図に示すとおり，アダプタの下流側は下位クラスの設計としている。ただし，原子炉圧力容器に接続されている計装配管には，原子炉格納容器内側に流量制限オリフィスを設けると共に，原子炉格納容器外側には過流量阻止弁を設置しており，万一，アダプタ～計器間が破損した場合においても，差圧大で瞬時に過流量阻止弁が閉となるため，原子炉一次冷却材の原子炉格納容器外への流出は殆どない。	と分類して下記のとおり整理した。 ［パターン①-１］ 上位クラスと下位クラスの計装配管が接続部を有している場合，第 5.2-4 図に示すとおり，計装配管の耐震設計は上位クラスの設計に合わせているため波及的影響はない。  第 5.2-4 図 計装配管の耐震設計概念図 ［パターン①-２］ 原子炉圧力容器（上位クラス）に接続されている下位クラスの計器については，第 5.2-5 図の原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図に示すとおり，過流量逆止弁の下流側は下位クラスの設計としている。ただし，原子炉圧力容器に接続されている計装配管には，原子炉格納容器内側に流量制限オリフィスを設けるとともに，原子炉格納容器外側には過流量逆止弁を設置しており，万一，下位クラス範囲で配管破断が発生した場合でも，差圧大で瞬時に過流量逆止弁が閉となるため，原子炉冷却材圧力バウンダリは隔離される。	類し，下記のとおり検討した。 ＜パターン①－１＞ 上位クラス計器と下位クラス計器の計装配管が接続部を有している場合，第 5-2-4 図に示すとおり，計装配管の耐震設計は上位クラスの設計に合わせているため，計装配管が地震で損傷することにより，上位クラス計器の計測機能が波及的影響を受けることはない。  第 5-2-4 図　計装配管の耐震設計概念図 ＜パターン①－２＞ 原子炉圧力容器（上位クラス）に接続されている下位クラス計器については，第 5-2-5 図の原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図に示すとおり，過流量阻止弁の下流側は下位クラスの設計としている。このため，原子炉圧力容器に接続されている計装配管には，原子炉格納容器内側に流量制限オリフィスを設けるとともに，原子炉格納容器外側には過流量阻止弁を設置しており，万一，過流量阻止弁の下流～計器間の計装配管が破損した場合においても，差圧大で瞬時に過流量阻止弁が閉となるため，原子炉冷却材の原子炉格納容器外への流出は極めて少量である。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図	 第 5.2-5 図 原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図	 第 5-2-5 図　原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図	・設備設計の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，パターン③はない
＜パターン③＞ 上位クラス計器の常用時における測定のために，計装用圧縮空気系（下位クラス）を使用している場合，計装用圧縮空気系の機能喪失時には逆止弁により計装用圧縮空気系との接続を隔離し，上位クラスのアキュムレータにより計測を継続するため，波及的影響はない。	［パターン③］ 上位クラスの計器の常用時における測定のために，計測用圧縮空気系（下位クラス）を使用している場合，第 5.2-6 図に示すとおり，計装用圧縮空気系の機能喪失時には逆止弁により計測用圧縮空気系との接続を隔離し，上位クラスのアキュムレータにより計測を継続するため，波及的影響はない。		

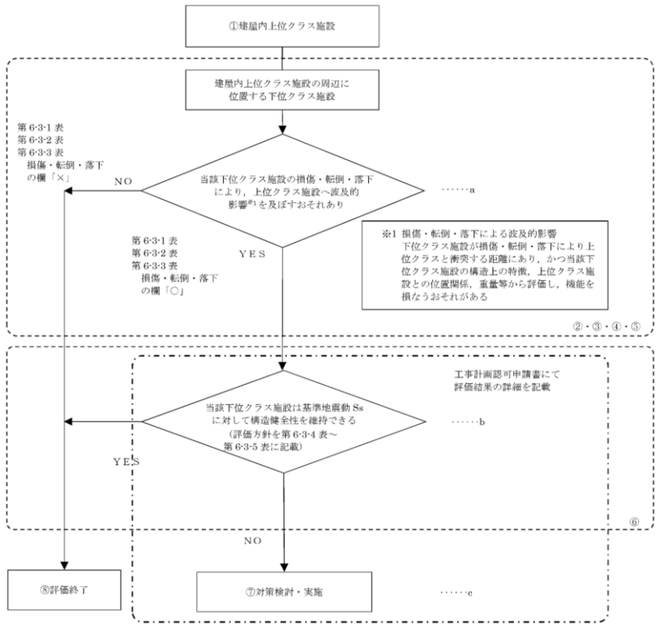
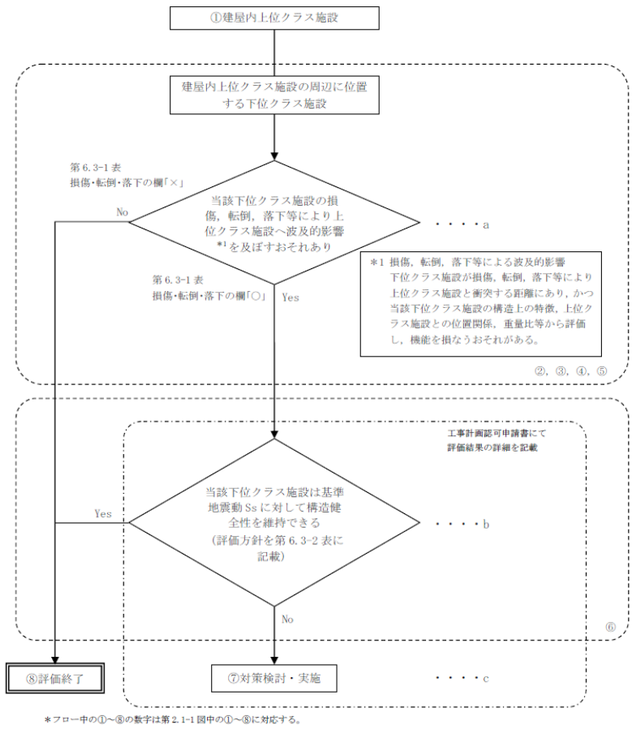
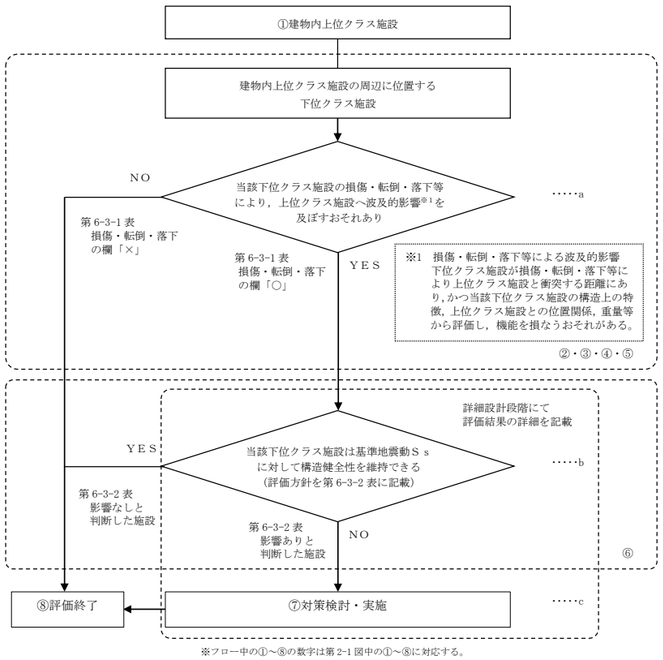
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 計装用圧縮空気系を上位クラス計器の計測に使用している例	 第 5.2-6 図　計装用圧縮空気系と上位クラスの計器との接続概念図		・設備設計の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，パターン③はない
以上より，計装制御設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及することがない設計としている。	以上より，計装設備については，上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれがない設計としている。	以上より，計測制御設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれがない設計としている。	
(c) 格納容器貫通部 格納容器貫通部については，前後の隔離弁を含めて上位クラス設計であり，接続する下位クラス配管が破損した場合においても隔離弁の健全性は保たれ，格納容器バウンダリとしての貫通部の機能に波及することがない設計としている。	(c) 原子炉格納容器貫通部 原子炉格納容器貫通部については，前後の隔離弁を含めて上位クラス施設として設計されており，接続する下位クラスの配管が破損した場合においても隔離弁の健全性は保たれ，原子炉格納容器バウンダリとしての貫通部の機能に波及的影響を及ぼすおそれがない設計としている。	(c) 格納容器貫通部 格納容器貫通部については，前後の隔離弁を含めて上位クラス設計であり，接続する下位クラス配管が破損した場合においても隔離弁の健全性は保たれ，格納容器バウンダリとしての貫通部の機能に波及的影響を及ぼすおそれがない設計としている。	
(d) AO 弁駆動用空気供給配管接続部 上位クラス配管に設置されるAO 弁駆動用の空気供給配管は上位クラス設計ではないが，仮に空気供給配管が破断した場合でも，AO 弁はフェイルセーフ側に動作するため，上位クラス施設の安全機能は喪失しないことから，抽出の対象外としている。なお，空気供給配管の供給側（下図青色部）で閉塞が発生したとしてもAO 弁はフェイルセーフ側に動作しないが，動作要求信号が発生すれば三方弁から支障なく排気されることからAO 弁の機能に影響を与えない。また，空気供給配管のAO 弁側（下図赤色部）についてはＳクラスのAO 弁とあわせて動的機能維持を確認している範囲であるためそもそも閉塞しないと考えられる。	(d) AO 弁駆動用空気供給配管接続部 上位クラスの配管に設置される AO 弁駆動用の空気供給配管は，上位クラス施設として設計されてはいないが，仮に空気供給配管が破損した場合でも，AO 弁はフェイルセーフ側に動作するため，上位クラス施設の安全機能は喪失しないことから，抽出の対象外としている。なお，空気供給配管の供給側で閉塞が発生したとしても AO 弁はフェイルセーフ側に動作しないが，動作要求信号が発生すれば，三方弁から支障なく排気されることから AO 弁の機能に影響を与えない。また，空気供給配管の AO 弁側についてはＳクラスの AO 弁とあわせて動的機能維持を確認している範囲であるため閉塞しない。	(d) AO 弁駆動用空気供給配管接続部 上位クラス配管に設置される AO 弁駆動用の空気供給配管は上位クラス設計ではないが，仮に空気供給配管が破損した場合でも，AO 弁はフェイルセーフ側に動作するため，上位クラス施設の有する機能は喪失しないことから，抽出の対象外としている。なお，空気供給配管の供給側（第 5-2-6 図青色部）で閉塞が発生したとしても AO 弁はフェイルセーフ側に動作しないが，動作要求信号が発生すれば三方弁から支障なく排気されることから AO 弁の機能に影響を与えない。また，空気供給配管の AO 弁側（第 5-2-6 図赤色部）についてはＳクラスの AO 弁とあわせて動的機能維持を確認している範囲であるためそもそも閉塞しない。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
 AO弁概念図 (e) 弁グランド部漏えい検出配管接続部 上位クラス配管に設置される弁のグランド部に接続されるグランドリーク検出ラインについては，上位クラス設計ではないが，仮にグランドリーク検出ラインが破損した場合でも，上位クラス施設である弁の機能に影響が無いことから，抽出の対象外としている。 b. 接続部の抽出 上位クラス施設と下位クラス施設が接続する箇所を抽出する。	 第 5.2-7 図 AO 弁概念図 (e) 弁グランド部漏えい検出配管接続部 上位クラスの配管に設置される弁のグランド部に接続される弁グランド部漏えい検出配管については，下位クラス施設であるが，仮に弁グランド部漏えい検出配管が破損した場合でも，上位クラス施設である弁の機能に影響がないことから抽出の対象外としている。	 －－－Sクラスとして動的機能維持を確認している範囲 第 5-2-6 図　ＡＯ弁概念図 (e) 弁グランド部漏えい検出配管接続部 上位クラス配管に設置される弁のグランド部に接続されるグランドリーク検出ラインについては，上位クラス設計ではないが，仮にグランドリーク検出ラインが破損した場合でも，上位クラス施設である弁の機能に影響がないことから，抽出の対象外としている。 b. 接続部の抽出 上位クラス施設と下位クラス施設が接続する箇所を抽出する。接続部による下位クラス施設の抽出の具体例を第 5-2-7 図に示す。  第 5-2-7 図　下位クラス施設の抽出の具体例（原子炉浄化系補助熱交換器）	

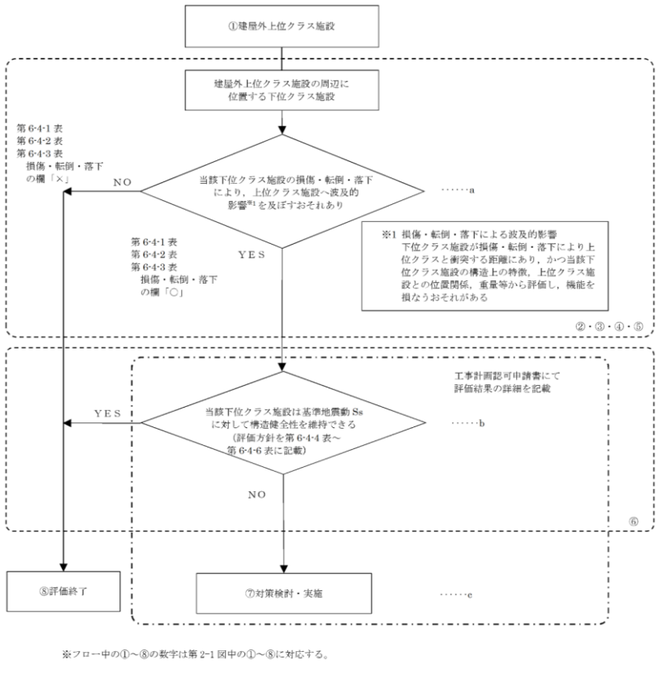
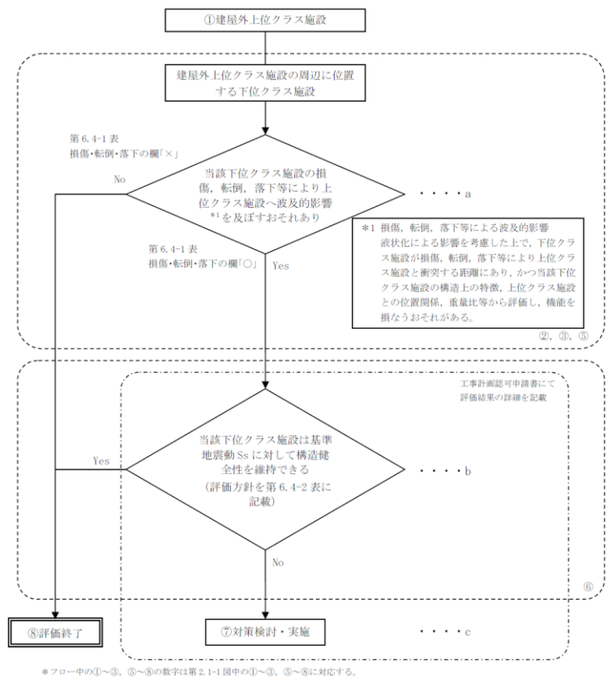
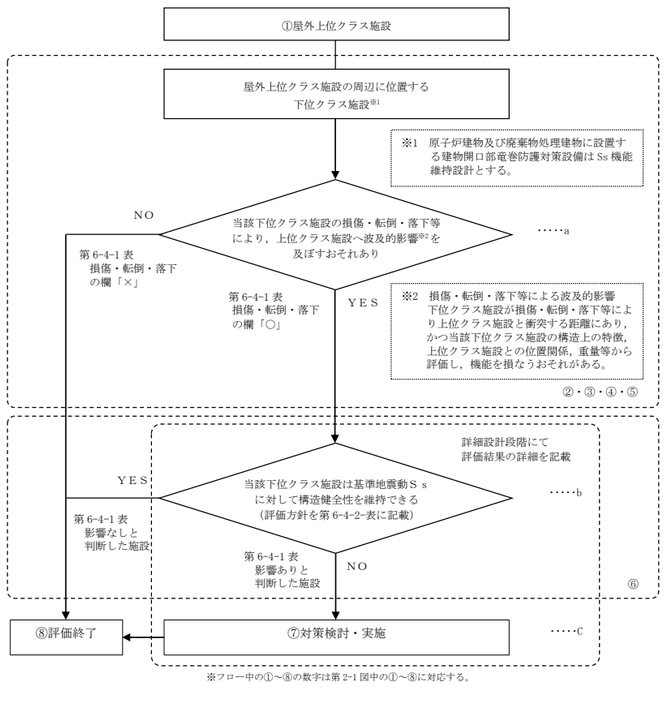
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
c．影響評価対象の選定 b.で抽出した接続部のうち，上位クラス設計の弁又はダンパにより常時閉隔離されているものは，接続する下位クラス配管が破損した場合においても健全性は確保されるため，評価対象外とする。	b．影響評価対象の選定 a 項で抽出された機器，配管系を影響評価対象とする。 ただし，a 項で抽出した接続部のうち，上位クラス施設として設計された弁又はダンパにより常時隔離されているものは，接続する下位クラスの配管が破損した場合においても健全性は確保されるため評価対象外とする。	c．影響評価対象の選定 b.で抽出した接続部のうち，上位クラス設計の弁又はダンパにより常時閉隔離されているものは，接続する下位クラス配管が破損した場合においても健全性は確保されるため，評価対象外とする。	
d．影響評価 c.で抽出した下位クラス施設について，下位クラス施設が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化により，上位クラス施設の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。ここで，下位クラス施設の損傷には破損と閉塞が考えられる。下位クラス施設の破損による上位クラス施設への影響は下位クラス施設が破損することを前提として考慮する。 一方，閉塞は配管等が軸直交方向の大きな荷重を受けることによって折れ曲がり，流路を完全に遮断することで発生するため，地震の慣性力のみでは発生しないと考えられるが，配管等周辺の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等の影響により閉塞することは否定できない。したがって，閉塞することにより上位クラス施設の機能に影響するベント配管については他の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による影響の有無を現地調査することによって確認する。	c．影響評価 b 項で抽出した下位クラス施設について，下位クラス施設が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化により，上位クラス施設の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。 なお，下位クラス配管の損傷形態として破損と閉塞が考えられるが，接続部の影響評価においては破損について検討する。 閉塞事象は配管が軸直交方向に大きな荷重を受けて折れ曲がり，流路を完全に遮断することで発生するが，地震荷重は交番荷重であることや材料のシェイクダウンを考慮すると，完全に閉塞が発生することは考え難い。また，周辺の下位クラス施設の損傷等の影響による閉塞については，周辺に損傷等により影響を及ぼす下位クラス施設がないことを確認しており検討対象外となる。さらに下位クラス施設が建屋間を渡って敷設されている場合には，相対変位や不等沈下による損傷等も考えられるが，女川２号炉では，建屋間を渡る下位クラス施設については全てバウンダリ弁を介して上位クラス施設と隔離していることから検討対象外となる。したがって，下位クラス配管の損傷形態としては破損を考慮するものである。下位クラス配管の損傷形態の検討については，参考資料２ に詳細を示す。 また，下位クラス施設の損傷に伴う上位クラス施設のプロセス変化とは別に，内部流体の外部への放出に伴う機械的荷重の発生が想定される。この荷重が上位クラス施設へ及ぼす影響について検討を行う。検討にあたっては，地震時の発生荷重等を踏まえる必要があるため，定量的な検討は工認段階で実施する。	d．影響評価 c.で抽出した下位クラス施設について，下位クラス施設が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化により，上位クラス施設の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。 なお，下位クラス配管の損傷形態として破損と閉塞が考えられる。 閉塞事象は配管が軸直交方向に大きな荷重を受けて折れ曲がり，流路を完全に遮断することで発生するが，地震荷重は交番荷重であることや材料のシェイクダウンを考慮すると，完全に閉塞が発生することは考え難い。ただし，建物間の相対変位や不等沈下，周辺の下位クラス施設の損傷等の影響による閉塞のおそれがあるため，参考資料２に検討内容を示す。 また，下位クラス施設の損傷に伴う上位クラス施設のプロセス変化とは別に，内部流体の外部への放出に伴う機械的荷重の発生が想定される。この荷重が上位クラス施設へ及ぼす影響について検討を行う。検討にあたっては，地震時の発生荷重等を踏まえる必要があるため，定量的な検討は詳細設計段階で実施する。	
e．耐震性の確認 d.で設計の想定範囲を超えるものについて，基準地震動Ss に対して，構造健全性が維持され，内部流体の内包機能等の必要な	d．耐震性の確認 c 項で設計の想定範囲を超えるものについて，基準地震動 Ss に対して，構造健全性が維持され内部流体の内包機能等の必要な	e．耐震性の確認 d.で設計の想定範囲を超えるものについて，基準地震動Ｓｓに対して，構造健全性が維持され，内部流体の内包機能等の必要な	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
機能を維持できることを確認する。 f．対策検討 e.で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して健全性を維持できるような構造の改造，接続部から上位クラス施設の配管・ダクト側に同じく健全性を維持できる隔離弁の設置等により，波及的影響を防止する。	機能を維持できることを確認する。 e．対策検討 d 項で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について，基準地震動 Ss に対して健全性を維持できる構造への改造，接続部から上位クラス施設の機器，配管側に同じく健全性を維持できる隔離弁の設置等により波及的影響を防止する。	機能を維持できることを確認する。 f．対策検討 e.で上位クラス施設の有する機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して健全性を維持できる構造への改造，接続部から上位クラス施設の配管・ダクト側に同じく健全性を維持できる隔離弁の設置等により，波及的影響を防止する。	
 ※フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第 2-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	 ＊フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第 2.1-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	 ※フロー中の①，②，⑤～⑧の数字は第 2-1 図中の①，②，⑤～⑧に対応する。	
第5-2図　上位クラス施設と接続する下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5.2-8 図　上位クラス施設と接続する下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5-2-8 図　上位クラス施設と接続する下位クラス施設の抽出及び評価フロー	

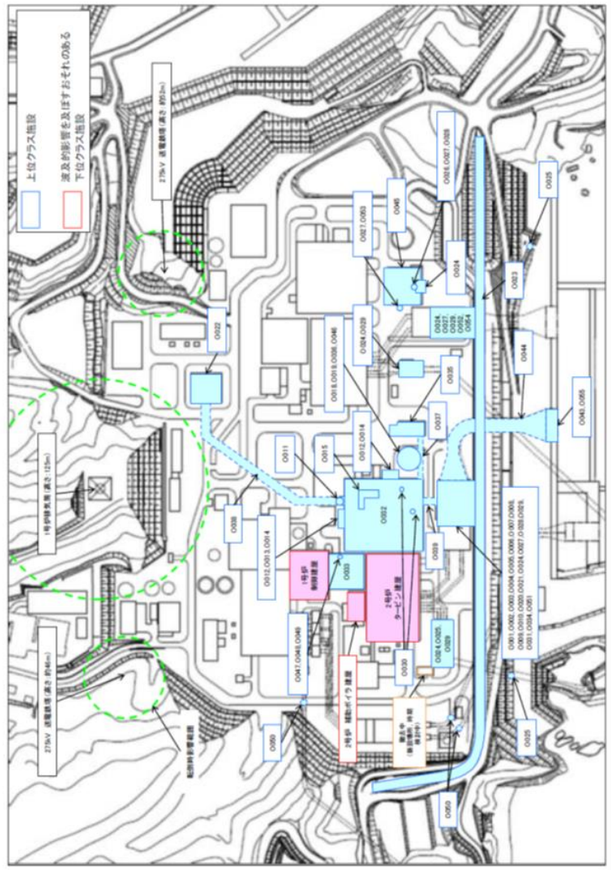
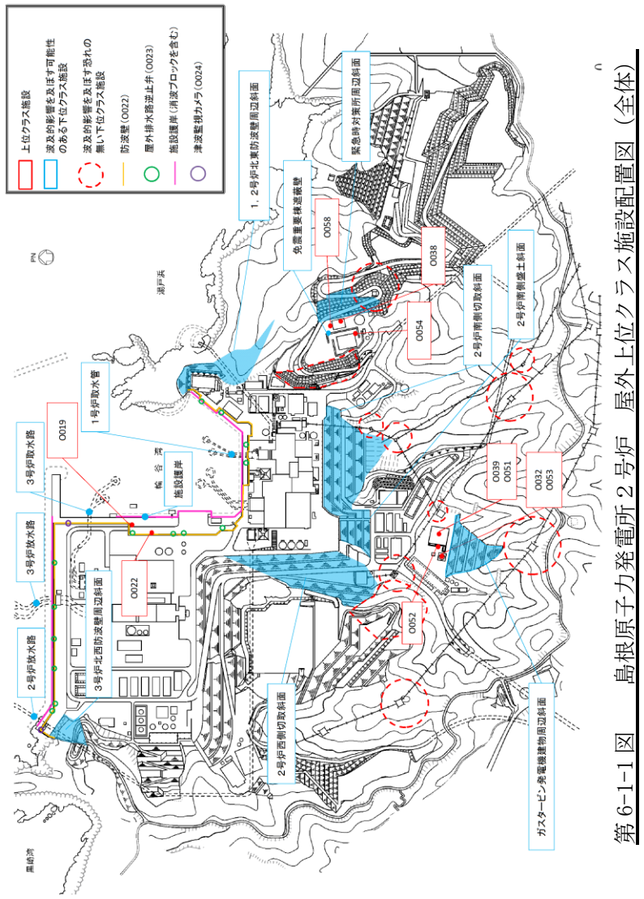
柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5.3 建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響 第5-3 図のフローに従い，建屋内の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a．下位クラス施設の抽出 下位クラス施設の抽出にあたって，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。 また，以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。 b．耐震性の確認 a. で損傷，転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して，損傷，転倒及び落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。 c．対策検討 b. で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して健全性を維持できるような構造の改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。	5.3 建屋内における施設の損傷，転倒，落下等による影響 第 5.3-1 図のフローに従い，建屋内の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a．下位クラス施設の抽出 下位クラス施設の抽出に当たっては，下位クラス施設の損傷，転倒，落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。 また，上述の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒，落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。 b．耐震性の確認 a 項で損傷，転倒，落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動 Ss に対して，損傷，転倒，落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。 c．対策検討 b 項で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動 Ss に対して健全性を維持できるような構造への改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。	5.3 建物内における損傷，転倒，落下等による影響 第 5-3 図のフローに従い，建物内の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a．下位クラス施設の抽出 下位クラス施設の抽出に当たって，下位クラス施設の損傷，転倒，落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。 以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒，落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の有する機能を損なうおそれがないことを確認する。 b．耐震性の確認 a. で損傷，転倒，落下等を想定した場合に上位クラス施設の有する機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して，損傷，転倒，落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。 c．対策検討 b. で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して健全性を維持できるような構造への改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
			
第5-3図　損傷，転倒及び落下により建屋内上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5.3-1 図 損傷，転倒，落下等により建屋内上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5-3 図　損傷，転倒，落下等により建物内上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
5.4 建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響 第5-4 図のフローに従い，建屋外の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a．下位クラス施設の抽出 下位クラス施設の抽出にあたって，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等を適切に実施していることを確認する。 また，以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。	5.4 建屋外における施設の損傷，転倒，落下等による影響 第 5.4-1 図のフローに従い，建屋外の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a．下位クラス施設の抽出 下位クラス施設の抽出に当たっては，施設の設置地盤及び周辺地盤の液状化（浮き上がり及び側方流動）による影響を考慮した上で，下位クラス施設の損傷，転倒，落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。 また，上述の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒，落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。	5.4 屋外における損傷，転倒，落下等による影響 第 5-4 図のフローに従い，屋外の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。 a．下位クラス施設の抽出 下位クラス施設の抽出に当たって，下位クラス施設の損傷，転倒，落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。 以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒，落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の有する機能を損なうおそれがないことを確認する。 また，原子炉建物及び廃棄物処理建物に設置する建物開口部竜巻防護対策設備については，比較的大型の鋼製構造物であり，地震により破損・脱落した場合，広範囲に波及的影響を及ぼすおそれがあるため，基準地震動Ｓｓに対して構造健全性を維持できる設計とする（参考資料 3 参照）。	・対象施設の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，建物開口部竜巻防護対策設備に対する対応方針を記載
b．耐震性の確認 a. で損傷，転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して，損傷，転倒及び落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。	b．耐震性の確認 a 項で損傷，転倒，落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について，地下水位を適切に設定した上で，基準地震動 Ss に対して，損傷，転倒，落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。	b．耐震性の確認 a. で損傷，転倒，落下等を想定した場合に上位クラス施設の有する機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して，損傷，転倒，落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。	
c．対策検討 b. で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動Ss に対して健全性を維持できるような構造の改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。	c．対策検討 b 項で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動 Ss に対して健全性を維持できるような構造への改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。	c．対策検討 b. で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動Ｓｓに対して健全性を維持できるような構造への改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
			・対象施設の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 島根２号炉では，建物開口部竜巻防護対策設備に対する対応方針を記載
第5-4図　損傷，転倒及び落下により建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5.4-1 図 損傷，転倒，落下等により建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	第 5-4 図　損傷，転倒，落下等により屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
6.　下位クラス施設の検討結果 5.項で示したフローに基づき，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 6.1 相対変位又は不等沈下による影響検討結果 6.1.1 抽出手順 (1) 地盤の不等沈下による影響 机上検討をもとに，上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物に対して，地盤の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。 (2) 建屋の相対変位による影響 机上検討をもとに，上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建屋に対して，建屋の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。 6.1.2 下位クラス施設の抽出結果 第5-1-1 図及び第5-1-2 図のフローのa に基づいて影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出した結果を第6-1-1 図～第6-1-4 図及び第6-1-1 表～第6-1-3 表に示す（配置図上の番号は第4-1-1 表～第4-1-3表の整理番号に該当する）。 6.1.3 影響評価方針 6.1.2 で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果または評価方針を第6-1-4 表～第6-1-7 表に示す。 上記方針に基づいた検討結果は工事計画認可申請書において確認し，必要に応じて不等沈下または相対変位による影響を評価（第5-1-1 図及び第5-1-2 図のフローのc に該当）する。	6.　下位クラス施設の検討結果 5 項で示したフローに基づき，上位クラス施設へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 6.1 相対変位又は不等沈下による影響検討結果 6.1.1 抽出手順 (1) 地盤の不等沈下による影響 机上検討を基に，上位クラス施設に対して，地盤の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 (2) 建屋間の相対変位による影響 机上検討を基に，上位クラス施設に対して，建屋間の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 6.1.2 下位クラス施設の抽出結果 第 5.1-1 図及び第 5.1-2 図のフローの a に基づいて，波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出した結果を第 6.1-1 図，第 6.1-2 図及び第 6.1-1 表に示す。 6.1.3 影響評価方針 6.1.2 で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果又は評価方針を第 6.1-2 表及び第 6.1-3 表に示す。 上記方針に基づいた検討結果は工事計画認可申請書において確認し，必要に応じて不等沈下又は相対変位による影響を評価する。これは第 5.1-1 図及び第 5.1-2 図のフローの c に該当する。	6.　下位クラス施設の検討結果 5.項で示したフローに基づき，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。 6.1 不等沈下又は相対変位による影響検討結果 6.1.1 抽出手順 (1) 地盤の不等沈下による影響 机上検討をもとに，上位クラス施設に対して，地盤の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。 (2) 建物間の相対変位による影響 机上検討をもとに，上位クラス施設に対して，建物間の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。 6.1.2 下位クラス施設の抽出結果 第 5-1-1 図及び第 5-1-2 図のフローの a に基づいて影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出した結果を第 6-1-1 図，第 6-1-2 図及び第 6-1-1 表に示す（配置図上の番号は第 4-1 表の整理番号に該当する）。 6.1.3 影響検討結果 (1) 地盤の不等沈下による影響 6.1.2 で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果について，第 6-1-2 表に示す。 (2) 建物間の相対変位による影響 6.1.2 で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価方針について，第 6-1-3 表に示す。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
第 6-1-1 図　柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉　建屋外上位クラス施設配置図 7 号炉分（第 6-1-2 図）については，省略する	 第 6.1-1 図 女川 2 号炉 相対変位又は不等沈下に係る建屋外上位クラス施設配置図	 第 6-1-1 図　島根原子力発電所 2 号炉　屋外上位クラス施設配置図（全体）	・設備配置の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 施設設備配置はプラント固有のため相違する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
第 6-1-3 図　柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉　建屋外上位クラス施設配置図	第 6.1-2 図 女川２号炉 相対変位又は不等沈下に係る建屋外上位クラス施設配置図（高台側）	第 6-1-2 図　島根原子力発電所２号炉　屋外上位クラス施設配置図（建物廻り）	・設備配置の相違 【柏崎 6/7，女川 2】 施設設備配置はプラント固有のため相違する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-1-4 図　柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉　建屋外上位クラス接続口配置図

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）

第6-1-1表　6号炉　建屋外上位クラス施設へ波及的影響（相対変位又は不等沈下）を及ぼすおそれのある下位クラス施設(1/2)

整理番号	建屋外上位クラス施設	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：有，×：無） 不等沈下	相対変位	備考
K6-0001	非常用ディーゼル発電設備軽油タンク	Sクラス SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0002	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	Sクラス	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0003	非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管	Sクラス	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0004	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ出口逆止弁	Sクラス	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0005	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0006	格納容器圧力逃がし装置よう素フィルタ	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0007	格納容器圧力逃がし装置ドレン移送ポンプ	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0008	格納容器圧力逃がし装置ドレンタンク	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0009	格納容器圧力逃がし装置ラプチャーディスク	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0010	復水補給水系配管	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0011	燃料プール冷却浄化系配管	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0012	格納容器圧力逃がし装置配管	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0013	格納容器圧力逃がし装置放射線モニタ盤	SA施設	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0014	原子炉建屋	Sクラス施設及びSA施設間接支持構造物	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0015	タービン建屋	Sクラス施設及びSA施設間接支持構造物	5号炉タービン建屋	○	×	
			5号炉主排気筒	○	×	
			6号炉 CO_2 ボンベ建屋	○	×	
			6号炉連絡通路	○	○	
K6-0016	主排気筒	Sクラス施設及びSA施設間接支持構造物	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0017	格納容器圧力逃がし装置基礎	SA施設間接支持構造物	5号炉主排気筒	○	×	
K6-0018	海水貯留堰	Sクラス 屋外重要土木構造物 SA施設	－	×	×	
K6-0019	スクリーン室	屋外重要土木構造物 SA施設	－	×	×	
K6-0020	取水路	屋外重要土木構造物 SA施設	－	×	×	

女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）

第 6.1-1 表 女川２号炉 建屋外上位クラス施設へ波及的影響（相対変位又は不等沈下）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（1/3）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし） 不等沈下	相対変位	備考
0001	原子炉補機冷却海水ポンプ	Sクラス SA施設	—	×	×	
0002	原子炉補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設	—	×	×	
0003	RSWポンプ吐出逆止弁	Sクラス SA施設	—	×	×	
0004	RSWポンプ吐出弁	Sクラス SA施設	—	×	×	
0005	RSWポンプ吐出連絡管止め弁	Sクラス SA施設	—	×	×	
0006	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	Sクラス SA施設	—	×	×	
0007	高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ	Sクラス SA施設	—	×	×	
0008	高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設	—	×	×	
0009	HPSWポンプ吐出逆止弁	Sクラス SA施設	—	×	×	
0010	HPSWポンプ吐出弁	Sクラス SA施設	—	×	×	
0011	非常用ガス処理系配管	Sクラス SA施設	—	×	×	
0012	復水補給水系配管	SA施設	—	×	×	
0013	原子炉補機冷却水系配管	Sクラス SA施設	—	×	×	
0014	残留熱除去系配管	Sクラス SA施設	—	×	×	
0015	原子炉格納容器フィルタベント系配管	SA施設	—	×	×	
0016	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	SA施設	—	×	×	
0017	ガスタービン発電設備燃料移送系配管	SA施設	—	×	×	
0018	復水貯蔵タンク	SA施設	—	×	×	
0019	復水貯蔵タンク水位計器架台	Sクラス SA施設	—	×	×	
0020	RSWポンプ出口圧力計器架台	Sクラス	—	×	×	
0021	HPSWポンプ出口圧力計器架台	Sクラス	—	×	×	
0022	排気筒	Sクラス SA施設	—	×	×	
0023	防潮堤	Sクラス	—	×	×	
0024	防潮壁	Sクラス	2号炉タービン建屋	○	×	
0025	逆流防止設備	Sクラス	2号炉タービン建屋	○	×	
0026	水密扉	Sクラス	—	×	×	

島根原子力発電所　２号炉

第 6-1-1 表　島根原子力発電所２号炉　屋外上位クラス施設へ波及的影響（不等沈下又は相対変位）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（1/4）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし） 不等沈下	相対変位	備考
0001	原子炉補機海水ポンプ（A），（C）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0002	原子炉補機海水ポンプ（B），（D）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0003	原子炉補機海水ストレーナ（A）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0004	原子炉補機海水ストレーナ（B）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0005	原子炉補機海水系配管	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0006	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0007	高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0008	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0009	非常用ガス処理系排気管	Sクラス/SA施設	—	×	×	
0010	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	—	×	×	
0011	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	—	×	×	
0012	A-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	—	×	×	
0013	B-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	—	×	×	
0014	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	—	×	×	
0015	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	—	×	×	
0016	取水槽水位計	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0017	欠番					
0018	取水槽床ドレン逆止弁	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0019	防波壁通路防波扉	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0020	取水槽除じん機エリア防水壁	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0021	欠番					
0022	防波壁	Sクラス Sクラス施設間接支持構造物	サイトバンカ建物	○	×	
			1号炉排気筒	○	×	
0023	屋外排水路逆止弁	Sクラス	—	×	×	
0024	津波監視カメラ（排気筒） 津波監視カメラ（防波壁東） 津波監視カメラ（防波壁西）	Sクラス	—	×	×	
0025	圧力開放板	SA施設	—	×	×	
0026	取水管	屋外重要土木構造物 SA施設	—	×	×	
0027	取水口	屋外重要土木構造物 SA施設	—	×	×	

備考

・対象施設の相違

【柏崎 6/7，女川 2】

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果及び評価方針について，第 6-1-2 表及び第 6-1-3 表で各社の比較を行うため，本表の比較は省略するが，変更箇所のあるページは記載する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-1-1 表　島根原子力発電所２号炉　屋外上位クラス施設へ波及的影響（不等沈下又は相対変位）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（2/4）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）		備考
				不等沈下	相対変位	
0028	取水槽	屋外重要土木構造物 SA施設	1号炉排気筒	○	×	
0029	低圧原子炉代替注水系配管（接続口）	SA施設	—	×	×	
0030	格納容器代替スプレイ系配管（接続口）	SA施設	—	×	×	
0031	ペデスタル代替注水系配管（接続口）	SA施設	—	×	×	
0032	ガスタービン発電機用軽油タンク	SA施設	—	×	×	
0033	2号炉原子炉建物（原子炉棟含む）	Sクラス SA施設 Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物	1号炉排気筒	○	×	
0034	制御室建物	Sクラス SA施設 Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物	1号炉原子炉建物	○	×	
			1号炉タービン建物	○	○	
			1号炉廃棄物処理建物	○	○	
			1号炉排気筒	○	×	
0035	2号炉廃棄物処理建物	Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物	1号炉廃棄物処理建物	○	○	
			1号炉排気筒	○	×	
0036	2号炉排気筒	Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物	2号炉排気筒モニタ室	×	○	
			燃料移送ポンプエリア竜巻防護対策設備	×	○	
0037	2号炉タービン建物	Sクラス施設間接支持構造物 SA施設間接支持構造物	1号炉タービン建物	○	○	
			1号炉排気筒	○	×	
0038	緊急時対策所	SA施設	免震重要棟遮蔽壁	○	×	
0039	ガスタービン発電機建物	SA施設間接支持構造物	—	×	×	
0040	第１ベントフィルタ格納槽	SA施設間接支持構造物	—	×	×	
0041	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	SA施設間接支持構造物	—	×	×	
0042	屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）	屋外重要土木構造物 SA施設間接支持構造物	—	×	×	
0043	A-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	—	×	×	
0044	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	—	×	×	
0045	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設	—	×	×	
0046	格納容器フィルタベント系配管（接続口）	SA施設	—	×	×	
0047	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	—	×	×	
0048	屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）	屋外重要土木構造物	—	×	×	
0049	欠番					

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-1-1 表　島根原子力発電所２号炉　屋外上位クラス施設へ波及的影響（不等沈下又は相対変位）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（3/4）

整理番号	屋外上位クラス施設	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）		備考
				不等沈下	相対変位	
0050	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク基礎	屋外重要土木構造物	—	×	×	
0051	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設	—	×	×	
0052	屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）	SA施設間接支持構造物	—	×	×	
0053	ガスタービン発電機用軽油タンク基礎	SA施設間接支持構造物	—	×	×	
0054	緊急時対策所用燃料地下タンク	SA施設	—	×	×	
0055	取水槽除じん機エリア水密扉	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0056	欠番					
0057	貫通部止水処置	Sクラス	※1	※1	※1	
0058	緊急時対策所発電機接続プラグ盤	SA施設	免震重要棟遮蔽壁	○	×	
0059	高圧発電機車接続プラグ収納箱	SA施設	—	×	×	
0060	1号炉取水槽流路縮小工	Sクラス	—	×	×	
0061	タービン補機海水ポンプ（A）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0062	タービン補機海水ポンプ（B），（C）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0063	タービン補機海水系配管（ポンプ出口～第二出口弁） タービン補機海水系配管（逆止弁下流）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0064	タービン補機海水ポンプ出口弁（MV247-1A）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0065	タービン補機海水ポンプ出口弁（MV247-1B，C）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0066	タービン補機海水ポンプ第二出口弁	Sクラス	※1	※1	※1	
0067	循環水ポンプ（A），（B），（C）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0068	循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0069	欠番					
0070	除じんポンプ（A），（B）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0071	除じん系配管（ポンプ入口配管，ポンプ出口～放水槽海水ポンプエリア境界壁）	Sクラス	1号炉排気筒	○	×	
0072	屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	屋外重要土木構造物	—	×	×	
0073	タービン補機海水系逆止弁	Sクラス	※1	※1	※1	
0074	液体廃棄物処理系配管（逆止弁下流）	Sクラス	—	×	×	
0075	液体廃棄物処理系逆止弁	Sクラス	※1	※1	※1	
0076	1号炉取水槽北側壁	Sクラス施設間接支持構造物	—	×	×	
0077	取水槽漏えい検知器	Sクラス	※1	※1	※1	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）

第 6-1-4 表　６号炉　建屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）（1/2）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価結果	備考
・非常用ディーゼル発電設備軽油タンク ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管 ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ出口逆止弁 ・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 ・格納容器圧力逃がし装置ようそフィルタ ・格納容器圧力逃がし装置ドレン移送ポンプ ・格納容器圧力逃がし装置ドレンタンク ・格納容器圧力逃がし装置ラプチャーディスク ・復水補給水系配管 ・燃料プール冷却浄化系配管 ・格納容器圧力逃がし装置配管 ・格納容器圧力逃がし装置放射線モニタ盤 ・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・主排気筒 ・格納容器圧力逃がし装置基礎 ・軽油タンク基礎 ・非常用ガス処理系配管 ・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置水位 ・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置金属フィルタ差圧 ・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置スクラバ水 pH	5 号炉主排気筒	5 号炉主排気筒は原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照

女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）

第 6.1-2 表　女川２号炉　建屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価結果	備考
防潮壁	２号炉タービン建屋	２号炉タービン建屋はマンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照
逆流防止設備	２号炉タービン建屋	２号炉タービン建屋はMMRを介して岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照
貫通部止水処置	２号炉タービン建屋	２号炉タービン建屋はMMRを介して岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照
原子炉建屋	２号炉タービン建屋	２号炉タービン建屋はMMRを介して原子炉建屋と連続した岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照
制御建屋	２号炉タービン建屋	２号炉タービン建屋はMMRを介して制御建屋と連続した岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照
	２号炉補助ボイラー建屋	２号炉補助ボイラー建屋はMMRを介して制御建屋と連続した岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照
	１号炉制御建屋	１号炉制御建屋はMMRを介して制御建屋と連続した岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４参照

島根原子力発電所　２号炉

第 6-1-2 表　屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）

屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針	備考
原子炉補機海水ポンプ（A），（C） 原子炉補機海水ポンプ（B），（D） 原子炉補機海水ストレーナ（A） 原子炉補機海水ストレーナ（B） 原子炉補機海水系配管 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ 高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ 高圧炉心スプレイ補機海水系配管 取水槽水位計 取水槽床ドレン逆止弁 防波壁通路防波扉 取水槽除じん機エリア防水壁 防波壁 取水槽 2号炉原子炉建物（原子炉棟含む） 制御室建物 2号炉廃棄物処理建物 2号炉タービン建物 取水槽除じん機エリア水密扉 タービン補機海水ポンプ（A） タービン補機海水ポンプ（B），（C） タービン補機海水系配管（ポンプ出口～第二出口弁） タービン補機海水ポンプ出口弁（MV247-1A） タービン補機海水ポンプ出口弁（MV247-1B，C） 循環水ポンプ（A），（B），（C） 循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁） 除じんポンプ（A），（B） 除じん系配管（ポンプ入口配管，ポンプ出口～取水槽海水ポンプエリア境界壁）	1号炉排気筒	一部マンメイドロックを介して堅固な岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４ 参照
防波壁	サイトバンカ建物	堅固な岩盤に直接支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４ 参照
制御室建物	1号炉原子炉建物	堅固な岩盤に直接支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４ 参照
制御室建物 2号炉タービン建物	1号炉タービン建物	一部マンメイドロックを介して堅固な岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４ 参照
制御室建物 2号炉廃棄物処理建物	1号炉廃棄物処理建物	堅固な岩盤に直接支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４ 参照
緊急時対策所 緊急時対策所発電機接続プラグ盤	免震重要棟遮蔽壁	堅固な岩盤に直接支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料４ 参照

備考

・対象施設の相違

【柏崎 6/7】

６号炉 CO_2 ボンベ建屋，５号炉連絡通路，６号炉連絡通路，６号及び７号炉サービス建屋，５号炉サービス建屋，５号炉格納容器圧力逃がし装置基礎：島根２号炉には当該施設なし

５号炉主排気モニタ建屋：島根２号炉排気筒モニタ室は排気筒基礎に支持されており，不等沈下は生じないため評価対象外

【女川 2】

２号炉タービン建屋：島根２号炉タービン建物は上位クラス施設である

２号炉補助ボイラー建屋：島根２号炉所内ボイラ室は上位クラス施設と離隔距離があるため波及的影響しない

１号炉制御建屋：島根２号炉には当該施設なし

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-1-4 表　６号炉　建屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）（2/2）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価結果	備考
・タービン建屋	５号炉タービン建屋	５号炉タービン建屋はタービン建屋と連続した岩盤に直接支持されており，不等沈下は生じない	本資料 添付資料５ 参照
	６号炉 CO_2 ボンベ建屋	６号炉 CO_2 ボンベ建屋はマンメイドロック（MMR）を介して岩盤に支持されており，不等沈下は生じない	本資料 添付資料５ 参照
	６号炉連絡通路	６号炉連絡通路はマンメイドロック（MMR）を介して岩盤に支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料５ 参照

第 6-1-5 表　6 号及び 7 号炉　建屋外施設の評価方針又は評価結果（地盤の不等沈下による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針又は評価結果	備考
・コントロール建屋	サービス建屋	サービス建屋は岩盤（一部が古安田層）に支持されているため，基準地震動 Ss に対して，不等沈下が生じないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認計算書 添付予定
・5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（5 号炉原子炉建屋）	5 号炉タービン建屋	5 号炉タービン建屋は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に直接支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
	5 号炉サービス建屋	5 号炉サービス建屋は地盤改良土を介して更新統（古安田層）に支持されているため，基準地震動 Ss に対して，不等沈下が生じないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認計算書 添付予定
	5 号炉主排気筒	5 号炉主排気筒は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
	5 号炉連絡通路	5 号炉連絡通路はマンメイドロック（MMR）を介して更新統（古安田層）に支持されているため，基準地震動 Ss に対して，不等沈下が生じないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認補足 説明資料に 記載予定
	5 号炉格納容器圧力逃がし装置基礎	5 号炉格納容器圧力逃がし装置基礎は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
	5 号炉主排気モニタ建屋	5 号炉主排気モニタ建屋は埋戻し土に支持されており，不等沈下による影響を受けるおそれがある。 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所に対して構造物の規模が小さく軽量であることから，倒壊により 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所に衝突したとしても影響は軽微であり，建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	本資料 添付資料 5 参照 工認補足 説明資料に 記載予定
・5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備	5 号炉主排気筒	5 号炉主排気筒は 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており，不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照

第6-1-6表　6号炉　建屋外施設の評価方針（建屋の相対変位による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価方針	備考
・タービン建屋	6号炉連絡通路はタービン建屋に対して構造物の規模が小さく堅牢であることから，倒壊によりタービン建屋に衝突したとしても影響は軽微であり，建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	工認補足説明資料に記載予定

第6-1-7表　6号及び7号炉　建屋外施設の評価方針（建屋の相対変位による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価方針	備考
・コントロール建屋 ・サービス建屋	コントロール建屋とサービス建屋の最小離隔は100mmとわずく，建屋間相対変位によって建屋同士が接触する可能性があるため，基準地震動Ssに対する地震応答解析により，影響を確認する。	工認計算書添付予定
	5号炉タービン建屋と5号炉原子炉建屋内緊急時対策所の最小離隔は100mmとわずく，建屋間相対変位によって建屋同士が接触する可能性があるため，基準地震動Ssに対する地震応答解析により，影響を確認する。	工認補足説明資料に記載予定
・5号炉原子炉建屋内緊急時対策所	5号炉連絡通路は5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に対して構造物の規模がわずく軽量であることから，倒壊により5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に衝突したとしても影響は軽微であり，建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	工認補足説明資料に記載予定
	5号炉主排気モニタ建屋は5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に対して構造物の規模がわずく軽量であることから，倒壊により5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に衝突したとしても影響は軽微であり，建屋の耐震性を損なうことはないことを確認する。	工認補足説明資料に記載予定

＊当該建屋は上位クラス施設であるが，2号炉原子炉建屋に近接していることを踏まえ相対変位の影響を確認する。

第6-1-3表　島根原子力発電所　2号炉

屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針	備考
制御室建物	1号炉タービン建物	制御室建物と1号炉タービン建物の最小離隔は50mmとわずく，建物間の相対変位によって建物同士が接触する可能性があるため，基準地震動Ssに対する構造強度性評価により，影響を確認する。	工認計算書添付予定
2号炉タービン建物		2号炉タービン建物と1号炉タービン建物の最小離隔は100mmとわずく，建物間の相対変位によって建物同士が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssに対する構造強度性評価により，影響を確認する。	工認計算書添付予定
制御室建物	1号炉廃棄物処理建物	制御室建物と1号炉廃棄物処理建物の最小離隔は50mmとわずく，建物間の相対変位によって建物同士が接触する可能性があるため，基準地震動Ssに対する構造強度性評価により，影響を確認する。	工認計算書添付予定
2号炉廃棄物処理建物		2号炉廃棄物処理建物と1号炉廃棄物処理建物の最小離隔は100mmとわずく，建物間の相対変位によって建物同士が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssに対する構造強度性評価により，影響を確認する。	工認計算書添付予定
2号炉排気筒	2号炉排気筒モニタ室	2号炉排気筒と2号炉排気筒モニタ室の最小離隔は100mmとわずく，建物・構築物間の相対変位によって建物・構築物が接触する可能性があるため，基準地震動Ssに対する構造強度性評価により，影響を確認する。	工認計算書添付予定
	燃料移送ポンプエリア電源設備対策設備	2号炉排気筒と燃料移送ポンプエリア電源設備との最小離隔は100mmとわずく，建物・構築物間の相対変位によって建物・構築物が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssに対する構造強度性評価により，影響を確認する。	工認計算書添付予定

備考

・対象施設の相違

【柏崎6/7】

5号炉連絡通路，6号炉連絡通路，6号及び7号炉サービス建屋：島根2号炉には当該施設なし

【女川2】

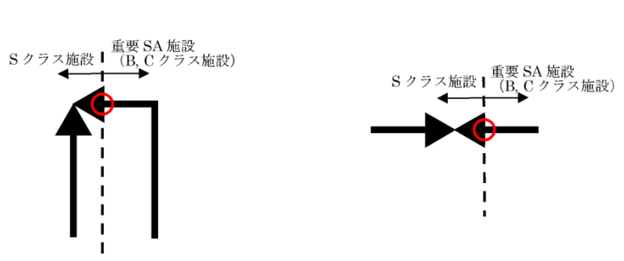
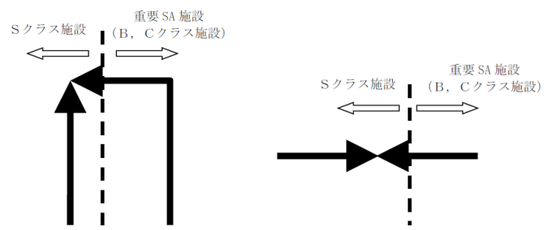
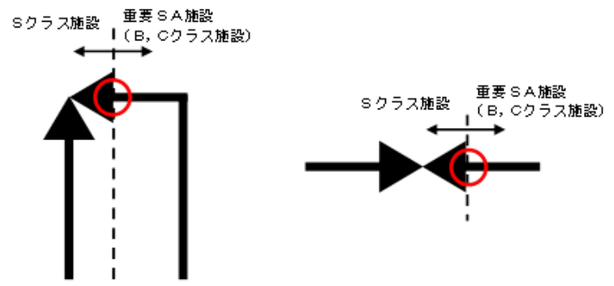
2号炉タービン建屋：島根2号炉タービン建物は上位クラス施設である

2号炉補助ボイラー建屋：島根2号炉所内ボイラ室は上位クラス施設と離隔距離があるため波及的影響しない

1号炉制御建屋：島根2号炉には当該施設なし

第6.1-3表　女川2号炉　建屋外施設の評価方針（相対変位による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針	備考
原子炉建屋	2号炉タービン建屋	原子炉建屋と2号炉タービン建屋との最小離隔距離は100mmであり，相対変位によって建屋同士が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssによる地震応答解析により影響を確認する。	工認計算書対象
	2号炉制御建屋*	原子炉建屋と2号炉制御建屋との最小離隔距離は100mmであり，相対変位によって建屋同士が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssによる地震応答解析により影響を確認する。	工認計算書対象
制御建屋	2号炉タービン建屋	制御建屋と2号炉タービン建屋との最小離隔距離は100mmであり，相対変位によって建屋同士が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssによる地震応答解析により影響を確認する。	工認計算書対象
	2号炉補助ボイラー建屋	制御建屋と2号炉補助ボイラー建屋との最小離隔距離は100mmであり，相対変位によって建屋同士が接触する可能性があるため，そのため，基準地震動Ssによる地震応答解析により影響を確認する。	工認計算書対象

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
6.2 接続部における相互影響検討結果 6.2.1 抽出手順 机上検討をもとに，上位クラス施設と接続する下位クラス施設のうち，下位クラス施設の損傷または隔離によるプロセス変化により上位クラス施設に影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設を抽出する。なお，S クラス施設等と重要SA 施設の接続部例のようなS クラス施設等と重要SA 施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。 接続部については，系統図等により網羅的に確認が可能であり，プラント建設時及び改造工事の際は，施工に伴う確認，系統図作成時における現場確認，使用前検査，試運転等から接続部が設計図書どおりであることを確認していることから，接続部の波及的影響については，机上検討により評価対象の抽出が可能である。  Sクラス施設等と重要SA施設の接続部例 6.2.2 接続部の抽出及び影響評価対象の選定結果 第5-2 図のフローのa，b 及びc に基づいて抽出された評価対象接続部について整理したものを第6-2-1 表～第6-2-6 表に示す。表中では，原子炉建屋をR/B，タービン建屋をT/B，コントロール建屋をC/B，及び廃棄物処理建屋をRw/Bと表記する。	6.2 接続部における相互影響検討結果 6.2.1 抽出手順 机上検討を基に，上位クラス施設と接続する下位クラス施設のうち，下位クラス施設の損傷又は隔離によるプロセス変化により，上位クラス施設に影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。なお，Ｓクラス施設等と重要 SA 施設との接続部は，第 6.2-1 図の接続部例に示すとおり上位クラス同士の接続であることから，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。 接続部については，系統図等により網羅的に確認が可能であり，プラント建設時及び改造工事の際は，施工に伴う確認，系統図作成時における現場確認，使用前検査，試運転等から接続部が設計図書どおりであることを確認していることから，接続部の波及的影響については，机上検討により評価対象の抽出が可能である。  第 6.2-1 図　Ｓクラス施設等と重要 SA 施設の接続部例 6.2.2 接続部の抽出結果及び影響評価対象の選定結果 第 5.2-8 図のフローの a 及び b に基づいて抽出された評価対象接続部について整理したものを第 6.2-1 表に示す。	6.2 接続部における相互影響検討結果 6.2.1 抽出手順 机上検討をもとに，上位クラス施設と接続する下位クラス施設のうち，下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化により上位クラス施設に影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。なお，Ｓクラス施設等と重要ＳＡ施設との接続部は，第6-2-1図の接続部例に示すとおり上位クラス施設同士の接続であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。 接続部については，系統図等により網羅的に確認が可能であり，プラント建設時及び改造工事の際は，施工に伴う確認，系統図作成時における現場確認，使用前検査，試運転等から接続部が設計図書どおりであることを確認していることから，接続部の波及的影響については，机上検討により評価対象の抽出が可能である。  第 6-2-1 図　Ｓクラス施設等と重要ＳＡ施設の接続部例 6.2.2 接続部の抽出及び影響評価対象の選定結果 第 5-2-7 図のフローの a，b 及び c に基づいて抽出された評価対象接続部について整理したものを第 6-2-1 表及び第 6-2-2 表に示す。表中では，原子炉建物をＲ／Ｂ，タービン建物をＴ／Ｂ，廃棄物処理建物をＲｗ／Ｂ，制御室建物をＣ／Ｂ，緊急時対策所をＥ／Ｂ，ガスタービン発電機建物をＧＴ／Ｂ，低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽をＦＬ／Ｈ，第１ベントフィルタ格納槽をＦＶ／Ｈと表記する。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
6.2.3 影響評価結果 6.2.2 で抽出した上位クラス施設と下位クラス施設との接続部について，第5-2 図のフローのd に基づいて影響評価を行った結果を第6-2-7 表～第6-2-9 表に示す。 影響評価を行った結果，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部が損傷することによって，上位クラスの機能に影響を及ぼすことはないことを確認した。なお，上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管は，現地調査の結果，その他の下位クラス施設による波及的影響を受けないことを確認した。	6.2.3 影響評価結果 6.2.2 項で抽出した上位クラス施設と下位クラス施設との接続部について，第 5.2-8 図のフローの c に基づいて影響評価を行った結果を第 6.2-2 表に示す。 影響評価を行った結果，上位クラス施設と接続する下位クラス施設が損傷することによって，上位クラスの機能に影響を及ぼすおそれがないことを確認した。	6.2.3 影響検討結果 6.2.2 で抽出した上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針について，第 6-2-3 表に示す。 また，上位クラス施設と隔離されずに接続されている下位クラス配管の評価結果及び評価方針について，参考資料 2 に示す。	

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）

第6-2-1表　柏崎刈羽原子力発電所6号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（1/11）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
K6-0001	非常用ディーゼル発電設備軽油タンク	Sクラス SA施設	建屋外	×	－	
K6-0002	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	Sクラス	建屋外	×	－	
K6-0003	非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管	Sクラス	建屋外	×	－	
K6-0005	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0006	格納容器圧力逃がし装置よう素フィルタ	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0007	格納容器圧力逃がし装置ドレン移送ポンプ	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0008	格納容器圧力逃がし装置ドレンタンク	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0009	格納容器圧力逃がし装置ラプチャーディスク	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0010	復水補給水系配管	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0011	燃料プール冷却浄化系配管	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0012	格納容器圧力逃がし装置配管	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0013	格納容器圧力逃がし装置放射線モニタ盤	SA施設	建屋外	○	(b)ⅰ	
K6-0024	原子炉補機冷却水系配管	SA施設	建屋外	×	－	
K6-0025	非常用ガス処理系配管	Sクラス SA施設	建屋外	×	－	
K6-0026	無線連絡設備	SA施設	建屋外	○	(b)ⅰ	
K6-0027	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置水位	SA施設	建屋外	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
K6-0028	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置金属フィルタ差圧	SA施設	建屋外	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
K6-0029	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置スクラバ水 pH	SA施設	建屋外	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	

※1　分類は 5.2 a の項目（(a)：電気設備　(b)ⅰ：制御信号　(b)ⅱ：計装配管　(c)：格納容器貫通部　(d)：AO 弁駆動用空気供給配管接続部　(e)：弁グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要だが，設計上の考慮がなされているものとして整理する。

女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）

第 6.2-1 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（1/9）

整理番号	上位クラス施設（機器・配管）	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象	接続配管等	備考
0001	原子炉補機冷却海水ポンプ	Sクラス SA施設	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0002	原子炉補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設	屋外	○	×	ろ過水系ライン	逆止弁を介して接続されている
					×	鉄イオン供給ライン	逆止弁を介して接続されている
					×	ドレンライン，ベントライン	通常閉の弁を介して接続されている
0003	RSWポンプ吐出逆止弁	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0004	RSWポンプ吐出弁	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0005	RSWポンプ吐出連絡管止め弁	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0006	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	Sクラス SA施設	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0007	高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設	屋外	○	×	ろ過水系ライン	逆止弁を介して接続されている
					×	ドレンライン，ベントライン	通常閉の弁を介して接続されている
0008	高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0009	HPSWポンプ吐出逆止弁	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0010	HPSWポンプ吐出弁	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0011	非常用ガス処理系配管	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0012	復水補給水系配管	SA施設	屋外	×	—		
0013	原子炉補機冷却海水系配管	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0014	残留熱除去系配管	Sクラス SA施設	屋外	×	—		
0015	原子炉格納容器フィルタベント系配管	SA施設	屋外	×	—		
0016	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	SA施設	屋外	×	—		
0017	ガスタービン発電設備燃料移送系配管	SA施設	屋外	○	×	ドレンライン，ベントライン	通常閉の弁を介して接続されている
					×	タイライン	通常閉の弁を介して接続されている
0018	復水貯蔵タンク	SA施設	屋外	○	○	オーバーフローライン	
					○	復水補給水戻りライン	
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されている

島根原子力発電所　２号炉

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（1/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
0001	原子炉補機海水ポンプ（A），(C)	Sクラス	屋外	×	－	
0002	原子炉補機海水ポンプ（B），(D)	Sクラス	屋外	×	－	
0003	原子炉補機海水ストレーナ（A）	Sクラス	屋外	×	－	
0004	原子炉補機海水ストレーナ（B）	Sクラス	屋外	×	－	
0005	原子炉補機海水系配管 原子炉補機海水系配管（放水配管）	Sクラス	屋外	×	－	
0006	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	Sクラス	屋外	×	－	
0007	高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ	Sクラス	屋外	×	－	
0008	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	Sクラス	屋外	×	－	
0009	非常用ガス処理系排気管	Sクラス/SA施設	屋外	×	－	
0010	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	屋外	×	－	
0011	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	屋外	×	－	
0012	A-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	屋外	×	－	
0013	B-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	屋外	×	－	
0014	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	屋外	×	－	
0015	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	屋外	×	－	
0016	散水槽水位計	Sクラス	屋外	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
0024	津波監視カメラ（排気筒） 津波監視カメラ（防波壁東） 津波監視カメラ（防波壁西）	Sクラス	屋外	○	(b)ⅰ	
0025	圧力開放板	SA施設	屋外	×	－	
0029	低圧原子炉代替注水系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	－	
0030	格納容器代替スプレイ系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	－	
0031	ペデスタル代替注水系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	－	
0032	ガスタービン発電機用軽油タンク	SA施設	屋外	×	－	
0043	A-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	屋外	×	－	
0044	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	屋外	×	－	
0045	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設	屋外	×	－	
0046	格納容器フィルタベント系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	－	
0047	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	屋外	×	－	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b）ⅰ：制御信号（b）ⅱ：計装配管（c）：格納容器貫通部（d）：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e）：弁グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

備考

・対象施設の相違
【柏崎 6/7，女川 2】
波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果及び評価方針について，第 6-2-3 表で各社の比較を行うため，本表の比較は省略するが，変更箇所のあるページは記載する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（2/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
0051	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設	屋外	×	－	
0054	緊急時対策所用燃料地下タンク	SA施設	屋外	×	－	
0058	緊急時対策所発電機接続プラグ盤	SA施設	屋外	○	(a)	
0059	高圧発電機車接続プラグ収納箱	SA施設	屋外	○	(a)	
0061	タービン補機海水ポンプ（A）	Sクラス	屋外	×	－	
0062	タービン補機海水ポンプ（B），(C)	Sクラス	屋外	×	－	
0063	タービン補機海水系配管（ポンプ出口～第二出口弁） タービン補機海水系配管（逆止弁下流）	Sクラス	屋外	×	－	
0067	循環水ポンプ（A），(B)，(C)	Sクラス	屋外	×	－	
0068	循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）	Sクラス	屋外	×	－	
0070	除じんポンプ（A），(B)	Sクラス	屋外	×	－	
0071	除じん系配管（ポンプ入口配管，ポンプ出口～取水槽海水ポンプエリア境界壁）	Sクラス	屋外	×	－	
0074	底体廃棄物処理系配管（逆止弁下流）	Sクラス	屋外	×	－	
0077	取水槽漏えい検知器	Sクラス	屋外	※2	※2	

※1　分類は5.2 a)の項目（(a)：電気設備（b) i：制御信号（b) ii：計装配管（c)：格納容器貫通部（d)：SA弁駆動用空気供給配管接続部（e)：※グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。
※2　詳細な設置状況を踏まえ評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（3/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
E001	燃料集合体	Sクラス	R/B	×	－	
E002	炉心支持構造物	Sクラス	R/B	×	－	
E003	原子炉圧力容器	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E004	原子炉圧力容器支持構造物	Sクラス	R/B	×	－	
E005	原子炉圧力容器付属構造物	Sクラス	R/B	×	－	
E006	原子炉圧力容器内部構造物	Sクラス	R/B	×	－	
E007	燃料プール	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E008	キャスク置場	Sクラス	R/B	×	－	
E009	使用済燃料貯蔵ラック	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E010	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E011	燃料プール冷却系熱交換器	SA施設	R/B	×	－	
E012	燃料プール冷却ポンプ	SA施設	R/B	×	－	
E013	スキマ・サージ・タンク	SA施設	R/B	×	－	
E014	原子炉再循環ポンプ	Sクラス	R/B	×	－	
E015	逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E016	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E017	残留熱除去系熱交換器(A)	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E018	残留熱除去系熱交換器(B)	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E019	残留熱除去ポンプ(A)	Sクラス	R/B	×	－	
E020	残留熱除去ポンプ(B)	Sクラス	R/B	×	－	
E021	残留熱除去ポンプ(C)	Sクラス	R/B	×	－	
E022	A-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	－	
E023	B-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E024	C-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E025	高圧炉心スプレイポンプ	Sクラス	R/B	×	－	
E026	高圧炉心スプレイ系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	－	
E027	低圧炉心スプレイポンプ	Sクラス	R/B	×	－	
E028	低圧炉心スプレイ系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	－	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b）ⅰ：制御信号（b）ⅱ：計装配管（c）：格納容器貫通部（d）：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e）：※グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。

※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（4/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
E029	高圧原子炉代替注水ポンプ	SA施設	R/B	×	－	
E030	低圧原子炉代替注水ポンプ	SA施設	FL/H	×	－	
E031	低圧原子炉代替注水槽	SA施設	FL/H	×	－	
E032	原子炉隔離時冷却ポンプ	Sクラス	R/B	×	－	
E033	原子炉隔離時冷却系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	－	
E034	原子炉補機冷却系熱交換器（A1～A3）	Sクラス	R/B	×	－	
E035	原子炉補機冷却系熱交換器（B1～B3）	Sクラス	R/B	×	－	
E036	原子炉補機冷却水ポンプ(A)，(C)	Sクラス	R/B	×	－	
E037	原子炉補機冷却水ポンプ(B)，(D)	Sクラス	R/B	×	－	
E038	原子炉補機冷却系サージタンク	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E039	制御棒	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E040	制御棒駆動機構	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E041	制御棒駆動水圧設備　水圧制御ユニット	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E042	ほう酸水注入ポンプ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E043	ほう酸水貯蔵タンク	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E044	中央制御室送風機	Sクラス/SA施設	Rw/B	×	－	
E045	中央制御室非常用再循環送風機	Sクラス/SA施設	Rw/B	×	－	
E046	中央制御室非常用再循環処理装置フィルタ	Sクラス/SA施設	Rw/B	×	－	
E047	中央制御室遮蔽	Sクラス/SA施設	C/B	×	－	
E048	中央制御室待避室遮蔽	SA施設	C/B	×	－	
E049	原子炉格納容器	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E050	機器搬出入口	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E051	所員用エアロック	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E052	真空破壊装置	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E053	ダウンカマ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E054	サプレッション・チェンバ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E055	ベントヘッダ	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E056	原子炉建物機器搬出入口	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b)ⅰ：制御信号（b)ⅱ：計装配管（c)：格納容器貫通部（d)：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e)：※グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（5/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
E057	A-ドライウェルスプレイ管	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E058	B-ドライウェルスプレイ管	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E059	サプレッション・チェンバスプレイ管	Sクラス	R/B	×	－	
E060	非常用ガス処理系排気ファン	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E061	非常用ガス処理系前置ガス処理装置	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E062	非常用ガス処理系後置ガス処理装置	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	
E063	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	Sクラス	R/B	×	－	
E064	可燃性ガス濃度制御系再結合装置加熱器	Sクラス	R/B	×	－	
E065	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	Sクラス	R/B	×	－	
E066	可燃性ガス濃度制御系再結合装置再結合器	Sクラス	R/B	×	－	
E067	可燃性ガス濃度制御系再結合装置冷却器	Sクラス	R/B	×	－	
E068	静的触媒式水素処理装置	SA施設	R/B	×	－	
E069	第１ベントフィルタスクラバ容器	SA施設	FV/H	×	－	
E070	第１ベントフィルタ銀ゼオライト容器	SA施設	FV/H	×	－	
E071	非常用ディーゼル発電設備　ディーゼル機関（A）	Sクラス	R/B	×	－	
E072	非常用ディーゼル発電設備　ディーゼル機関（B）	Sクラス	R/B	×	－	
E073	非常用ディーゼル発電設備　調速装置（A）	Sクラス	R/B	×	－	
E074	非常用ディーゼル発電設備　調速装置（B）	Sクラス	R/B	×	－	
E075	非常用ディーゼル発電設備　非常調速装置（A）	Sクラス	R/B	×	－	
E076	非常用ディーゼル発電設備　非常調速装置（B）	Sクラス	R/B	×	－	
E077	非常用ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ（A）	Sクラス	R/B	×	－	
E078	非常用ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ（B）	Sクラス	R/B	×	－	
E079	非常用ディーゼル発電設備　空気だめ（A）	Sクラス	R/B	×	－	
E080	非常用ディーゼル発電設備　空気だめ（B）	Sクラス	R/B	×	－	
E081	A-ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	×	－	
E082	B-ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	×	－	
E083	非常用ディーゼル発電設備　発電機（A）	Sクラス	R/B	×	－	
E084	非常用ディーゼル発電設備　発電機（B）	Sクラス	R/B	×	－	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b)ⅰ：制御信号（b)ⅱ：計装配管（c)：格納容器貫通部（d)：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e)：弁グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（6/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
E085	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　ディーゼル機関	Sクラス	R/B	×	－	
E086	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　調速装置	Sクラス	R/B	×	－	
E087	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　非常調速装置	Sクラス	R/B	×	－	
E088	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ	Sクラス	R/B	×	－	
E089	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　空気だめ	Sクラス	R/B	×	－	
E090	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	×	－	
E091	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備　発電機	Sクラス	R/B	×	－	
E092	高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	Sクラス	R/B	×	－	
E093	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	Sクラス	R/B	×	－	
E094	ガスタービン発電機　ガスタービン機関	SA施設	GT/B	×	－	
E095	ガスタービン発電機　調速装置	SA施設	GT/B	○	(b)ⅰ	
E096	ガスタービン発電機　非常調速装置	SA施設	GT/B	○	(b)ⅰ	
E097	ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	SA施設	GT/B	×	－	
E098	ガスタービン発電機用サービスタンク	SA施設	GT/B	×	－	
E099	ガスタービン発電機	SA施設	GT/B	×	－	
E100	コリウムシールド	SA施設	R/B	×	－	
E101	欠番					
E102	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン	Sクラス	R/B	×	－	
E103	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置	SA施設	R/B	×	－	
E104	欠番					
E105	緊急時対策所遮蔽	SA施設	E/B	×	－	
E106	遠隔手動弁操作機構（MV217-4）	SA施設	R/B	×	－	
E107	遠隔手動弁操作機構（MV217-5）	SA施設	R/B	×	－	
E108	遠隔手動弁操作機構（MV217-18）	SA施設	R/B	×	－	
E109	遠隔手動弁操作機構（MV217-23）	SA施設	R/B	×	－	
E110	残留熱代替除去ポンプ	SA施設	R/B	×	－	
E111	欠番					
E112	計装用無停電交流電源装置（A）	Sクラス	Rw/B	○	(a)	

※1　分類は5.2 a.の項目（(a)：電気設備（b）ⅰ：制御信号（b）ⅱ：計装配管（c）：格納容器貫通部（d）：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e）：非グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。

※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考
		第 6-2-1 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（9/17）	

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
P016	逃がし安全弁窒素ガス供給系配管	SA施設	R/B	○	(d)	
				×	－	
P017	液体廃棄物処理系配管	Sクラス	R/B	○	(c)	
				×	－	
P018	中央制御室換気系ダクト	Sクラス/SA施設	Rw/B，C/B	○	(d)	
				×	－	
P019	緊急時対策所空気浄化装置配管	SA施設	E/B	×	－	
P020	緊急時対策所正圧化装置配管	SA施設	E/B	×	－	
P021	原子炉格納容器配管貫通部	Sクラス/SA施設	R/B	○	(c)	
				×	－	
P022	格納容器代替スプレイ系配管	SA施設	R/B	×	－	
P023	ペデスタル代替注水系配管	SA施設	R/B	×	－	
P024	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設	R/B，T/B	○	(d)	
				×	－	
P025	可燃性ガス濃度制御系配管	Sクラス	R/B	×	－	
P026	窒素ガス制御系配管	Sクラス/SA施設	R/B	○	(c)，(d)	
				×	－	
P027	格納容器フィルタベント系配管	SA施設	R/B，FV/H	○	(c)，(d)	
				×	－	
P028	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B，T/B	×	－	
P029	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備配管	Sクラス	R/B	○	(d)	
				×	－	
P030	高圧炉心スプレイ補機冷却系配管	Sクラス	R/B	×	－	
P031	高圧炉心スプレイ補機海水系配管 高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）	Sクラス	R/B，T/B	×	－	
P032	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設	GT/B	×	－	
P033	高圧原子炉代替注水系配管	SA施設	R/B	○	(c)，(d)	
				×	－	
P034	原子炉格納容器電気配線貫通部	Sクラス/SA施設	R/B	×	－	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備 (b) i：制御信号 (b) ii：計装配管 (c)：格納容器貫通部 (d)：AO弁駆動用空気供給配管接続部 (e)：弁グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（10/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
P035	中央制御室待避室正圧化装置配管	SA施設	C/B	×	－	
P036	非常用ディーゼル発電設備配管（A）	Sクラス	R/B	○	(d)	
				×	－	
P037	非常用ディーゼル発電設備配管（B）	Sクラス	R/B	○	(d)	
				×	－	
P038	A-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B, T/B	×	－	
P039	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B	×	－	
P040	残留熱代替除去系配管	SA施設	R/B	○	(e)	
				×	－	
P041	窒素ガス代替注入系配管	SA施設	R/B	○	(e)	
				×	－	
P042	燃料プールスプレイ系配管	SA施設	R/B	×	－	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b）ⅰ：制御信号（b）ⅱ：計装配管（c）：格納容器貫通部（d）：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e）：弁グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。

※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（11/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
B001	安全設備制御盤（2-903）	Sクラス	C/B	○	(b)ⅰ	
B002	原子炉補機制御盤（2-904-1）	Sクラス/SA施設	C/B	○	(b)ⅰ	
B003	原子炉制御盤（2-905）	Sクラス	C/B	○	(b)ⅰ	
B004	A-起動領域モニタ盤（2-910A）	Sクラス	C/B	○	(b)ⅰ	
B005	B-起動領域モニタ盤（2-910B）	Sクラス	C/B	○	(b)ⅰ	
B006	出力領域モニタ盤（2-911）	Sクラス	C/B	○	(b)ⅰ	
B007	プロセス放射線モニタ盤（2-914）	Sクラス	C/B	○	(b)ⅰ	
B008	AM設備制御盤（2-974）	SA施設	C/B	○	(b)ⅰ	
B009	SⅠ-工学的安全施設トリップ設定器盤（2-976A）	Sクラス	Rw/B	○	(b)ⅰ	
B010	SⅡ-工学的安全施設トリップ設定器盤（2-976B）	Sクラス	Rw/B	○	(b)ⅰ	
B011	中央制御室外原子炉停止制御盤（2-2215-1）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
B012	中央制御室外原子炉停止制御盤（2-2215-2）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
B013	非常用高圧母線C系	Sクラス/SA施設	R/B	○	(a)	
B014	非常用高圧母線D系	Sクラス/SA施設	R/B	○	(a)	
B015	高圧炉心スプレイ系メタクラ盤(2HPCS-M/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B016	非常用ロードセンタ盤(2C-L/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B017	非常用ロードセンタ盤(2D-L/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B018	非常用コントロールセンタ盤(2C1-R/B-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B019	非常用コントロールセンタ盤(2C2-R/B-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B020	非常用コントロールセンタ盤(2C3-R/B-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B021	非常用コントロールセンタ盤(2D1-R/B-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B022	非常用コントロールセンタ盤(2D2-R/B-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B023	非常用コントロールセンタ盤(2D3-R/B-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B024	高圧炉心スプレイ系コントロールセンタ盤(2HPCS-C/C)	Sクラス	R/B	○	(a)	
B025	A-ディーゼル発電機制御盤（2-2220A1）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
B026	A-ディーゼル発電機自動電圧調整器盤（2-2220A2）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
B027	A-ディーゼル発電機整流器盤（2-2220A3）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
B028	A-ディーゼル発電機リアクトル盤（2-2220A4）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b)ⅰ：耐御信号（b)ⅱ：計装配管（c)：格納容器貫通部（d)：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e)：弁グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。

※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（13/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
B057	高圧炉心スプレイ系充電器	Sクラス	R/B	○	(a)	
B058	所内電気盤（2-908）	SA施設	C/B	○	(a)	
B059	緊急時対策所低圧母線盤	SA施設	E/B	○	(a)	
B060	重大事故操作盤	SA施設	Rw/B	○	(b)ⅰ	
B061	B1-115V系充電器（SA）	Sクラス／SA施設	Rw/B	○	(a)	
B062	B1-115V系蓄電池（SA）	Sクラス／SA施設	Rw/B	○	(a)	
B063	SRV用電源切替盤	SA施設	Rw/B	○	(a)	
B064	ＳＡ用115V系充電器	SA施設	Rw/B	○	(a)	
B065	ＳＡ用115V系蓄電池	SA施設	Rw/B	○	(a)	
B066	充電器電源切替盤	SA施設	Rw/B	○	(a)	
B067	230V系蓄電池（RCIC）	Sクラス/SA施設	Rw/B	○	(a)	
B068	ＳＡ２コントロールセンタ	SA施設	R/B	○	(a)	
B069	ＳＡ１コントロールセンタ	SA施設	FL/H	○	(a)	
B070	ＳＡロードセンタ	SA施設	FL/H	○	(a)	
B071	230V系直流盤（RCIC）	Sクラス／SA施設	Rw/B	○	(a)	
B072	緊急用メタクラ	SA施設	GT/B	○	(a)	
B073	ＳＡ電源切替盤（D系）	SA施設	R/B	○	(a)	
B074	ＳＡ電源切替盤（C系）	SA施設	R/B	○	(a)	
B075	メタクラ切替盤（C系）	SA施設	R/B	○	(a)	
B076	メタクラ切替盤（D系）	SA施設	R/B	○	(a)	
B077	230V系充電器（RCIC）	Sクラス／SA施設	Rw/B	○	(a)	
B078	A-115V系直流盤	Sクラス／SA施設	Rw/B	○	(a)	
B079	B-115V系直流盤	Sクラス／SA施設	Rw/B	○	(a)	
B080	B-115V系直流盤（SA）	Sクラス	Rw/B	○	(a)	
B081	計装用コントロールセンタ盤（A-計装-C/C）	SA施設	Rw/B	○	(a)	
B082	計装用コントロールセンタ盤（B-計装-C/C）	SA施設	Rw/B	○	(a)	
B083	非常用ディーゼルコントロールセンタ盤（2A-DG-C/C）	SA施設	R/B	○	(a)	
B084	非常用ディーゼルコントロールセンタ盤（2B-DG-C/C）	SA施設	R/B	○	(a)	

※1　分類は5.2 aの項目（(a)：電気設備（b）ⅰ：制御信号（b）ⅱ：計装配管（c）：格納容器貫通部（d）：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e）：非グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。

※2　詳細な設置状況を審査後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-1 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における設計上の考慮一覧表（15/17）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	設計上の考慮（有：○，無：×）	分類※1	備考
1001	燃料プール水位・温度（ＳＡ）	SA施設	R/B	○	(b)ⅰ	
1002	燃料プール水位（ＳＡ）	SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1003	中性子源領域計装	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ	
1004	中間領域計装	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ	
1005	平均出力領域計装	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ	
1006	残留熱除去系熱交換器入口温度（A）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
1007	残留熱除去系熱交換器入口温度（B）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	
1008	残留熱除去系熱交換器出口温度（A）	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ	
1009	残留熱除去系熱交換器出口温度（B）	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ	
1010	残留熱除去ポンプ出口流量（A）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1011	残留熱除去ポンプ出口流量（B）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1012	残留熱除去ポンプ出口流量（C）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1013	原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1014	高圧炉心スプレイポンプ出口流量	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1015	低圧炉心スプレイポンプ出口流量	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1016	高圧原子炉代替注水流量	SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1017	代替注水流量（常設）	SA施設	FL/H	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1018	原子炉圧力	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1019	原子炉水位（狭帯域）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1020	原子炉水位（広帯域）	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1021	欠　番					
1022	原子炉水位（燃料域）（A）	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1023	原子炉水位（燃料域）（B）	Sクラス/SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1024	ドライウェル圧力（SA）	SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1025	ドライウェル圧力	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1026	サプレッション・チェンバ圧力（SA）	SA施設	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1027	サプレッション・チェンバ圧力	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ，(b)ⅱ	
1028	格納容器水素濃度（A）	Sクラス	R/B	○	(b)ⅰ	

※1　分類は5.2 αの項目（(a)：電気設備（b)ⅰ：制御信号（b)ⅱ：計装配管（c)：格納容器貫通部（d)：AO弁駆動用空気供給配管接続部（e)：非グランド部漏えい検出配管接続部）に対応する。なお，電気設備及び計装設備のうち上位クラス施設同士の接続部は「接続部における相互影響」としては検討不要であるため，設計上の考慮がなされているものとする。

※2　詳細な設置状況を機器後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）

第6-2-4表　柏崎刈羽原子力発電所6号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（1/11）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備考
K6-0001	非常用ディーゼル発電設備 軽油タンク	Sクラス SA 施設	建屋外	○	○	大気開放ライン	
K6-0002	非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	Sクラス	建屋外	×	—		
K6-0003	非常用ディーゼル発電設備 燃料油系配管	Sクラス	建屋外	○	×	ドレンライン， ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	予備ノズル	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
K6-0005	格納容器圧力逃がし装置 フィルタ装置	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0006	格納容器圧力逃がし装置 よう素フィルタ	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0007	格納容器圧力逃がし装置 ドレン移送ポンプ	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0008	格納容器圧力逃がし装置 ドレンタンク	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0009	格納容器圧力逃がし装置 ラプチャーディスク	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0010	復水補給水系配管	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0011	燃料プール冷却浄化系配管	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0012	格納容器圧力逃がし装置配管	SA 施設	建屋外	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	N2パージライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
K6-0024	原子炉補機冷却水系配管	SA 施設	建屋外	×	—		
K6-0025	非常用ガス処理系配管	Sクラス SA 施設	建屋外	×	—		

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。

女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）

島根原子力発電所　２号炉

第 6-2-2 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（1/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備考
0001	原子炉補機海水ポンプ（A），(C)	Sクラス	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0002	原子炉補機海水ポンプ（B），(D)	Sクラス	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0003	原子炉補機海水ストレーナ（A）	Sクラス	屋外	×	—		
0004	原子炉補機海水ストレーナ（B）	Sクラス	屋外	×	—		
0005	原子炉補機海水系配管 原子炉補機海水系配管（放水配管）	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
0006	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	Sクラス	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0007	高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ	Sクラス	屋外	×	—		
0008	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
0009	非常用ガス処理系排気管	Sクラス/SA施設	屋外	×	—		
0010	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	屋外	○	○	ベントライン	
				○	○	ドレンライン	
				○	○	給油ライン	
0011	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	屋外	○	○	ベントライン	
				○	○	給油ライン	
0012	A-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	屋外	×	—		
0013	B-ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	屋外	×	—		
0014	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク	Sクラス	屋外	○	○	ベントライン	
				○	○	ドレンライン	
				○	○	給油ライン	
0015	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ	Sクラス	屋外	×	—		
0025	圧力開放板	SA施設	屋外	×	—		
0029	低圧原子炉代替注水系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	—		
0030	格納容器代替スプレイ系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	—		
0031	ペデスタル代替注水系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	—		
0032	ガスタービン発電機用軽油タンク	SA施設	屋外	○	○	ベントライン	
				○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
				○	○	給油ライン	
0043	A-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
0044	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
0045	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設	屋外	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
0046	格納容器フィルタベント系配管（接続口）	SA施設	屋外	×	—		
0047	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響と比較に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

備考

・対象施設の相違
【柏崎 6/7，女川 2】
波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果及び評価方針について，第 6-2-3 表で各社の比較を行うため，本表の比較は省略するが，変更箇所のあるページは記載する

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第 6-2-2 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（2/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○ 無：×）	評価対象（対象：○ 対象外：×）	接続配管等	備考
0051	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
0054	緊急時対策所用燃料地下タンク	SA施設	屋外	○	○	ベントライン	
				○	○	給油ライン	
0061	タービン補機海水ポンプ（A）	Sクラス	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0062	タービン補機海水ポンプ（B），（C）	Sクラス	屋外	○	○	グランドドレンライン	
0063	タービン補機海水系配管（ポンプ出口～第二出口弁） タービン補機海水系配管（逆止弁下流）	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
				○	○	取水ライン（第二出口弁下流）	
				○	×	取水ライン（逆止弁上流）	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
0067	循環水ポンプ（A），（B），（C）	Sクラス	屋外	×	―		
0068	循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）	Sクラス	屋外	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
				○	×	循環水系配管	上位クラス施設の要求機能は津波に対するバウンダリの保持であり，浸水防護重点化範囲外にある接続配管の破損による影響はないため評価対象外
0070	除じんポンプ（A），（B）	Sクラス	屋外	○	○	封水ライン	
0071	除じん系配管（ポンプ入口配管，ポンプ出口～取水槽海水ポンプエリア境界壁）	Sクラス	屋外	○	×	除じん系配管	上位クラス施設の要求機能は津波に対するバウンダリの保持であり，浸水防護重点化範囲外にある接続配管の破損による影響はないため評価対象外
0074	液体廃棄物処理系配管（逆止弁下流）	Sクラス	屋外	○	×	液体廃棄物処理系配管（逆止弁上流）	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
0077	取水槽潮えい検知器	Sクラス	屋外	※2	※2		

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（3/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備考
E001	燃料集合体	Sクラス	R/B	×	—		
E002	炉心支持構造物	Sクラス	R/B	×	—		
E003	原子炉圧力容器	Sクラス/SA施設	R/B	○	○	圧力容器リーク検出ライン	
E004	原子炉圧力容器支持構造物	Sクラス	R/B	×	—		
E005	原子炉圧力容器付属構造物	Sクラス	R/B	×	—		
E006	原子炉圧力容器内部構造物	Sクラス	R/B	×	—		
E007	燃料プール	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E008	キャスク置場	Sクラス	R/B	×	—		
E009	使用済燃料貯蔵ラック	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E010	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E011	燃料プール冷却系熱交換器	SA施設	R/B	×	—		
E012	燃料プール冷却ポンプ	SA施設	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E013	スキマ・サージ・タンク	SA施設	R/B	○	○	スカッパドレンライン	
				○	×	ＣＷＴ復水供給ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
E014	原子炉再循環ポンプ	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールリーク検知ライン	
				○	○	ブリードオフライン	
E015	逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E016	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E017	残留熱除去系熱交換器(A)	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E018	残留熱除去系熱交換器(B)	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E019	残留熱除去ポンプ(A)	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E020	残留熱除去ポンプ(B)	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E021	残留熱除去ポンプ(C)	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E022	A-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	—		
E023	B-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E024	C-残留熱除去系ストレーナ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E025	高圧炉心スプレイポンプ	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E026	高圧炉心スプレイ系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	—		
E027	低圧炉心スプレイポンプ	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E028	低圧炉心スプレイ系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	—		
E029	高圧原子炉代替注水ポンプ	SA施設	R/B	×	—		
E030	低圧原子炉代替注水ポンプ	SA施設	FL/H	×	—		

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（4/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備考
E031	低圧原子炉代替注水槽	SA施設	FL/H	○	○	低圧原子炉代替注水ポンプフルフローライン	
				○	○	ベントライン	
E032	原子炉隔離時冷却ポンプ	Sクラス	R/B	×	—		
E033	原子炉隔離時冷却系ストレーナ	Sクラス	R/B	×	—		
E034	原子炉補機冷却系熱交換器（A1～A3）	Sクラス	R/B	×	—		
E035	原子炉補機冷却系熱交換器（B1～B3）	Sクラス	R/B	×	—		
E036	原子炉補機冷却水ポンプ（A），（C）	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E037	原子炉補機冷却水ポンプ（B），（D）	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E038	原子炉補機冷却系サージタンク	Sクラス/SA施設	R/B	○	○	純水補給水ライン	
					○	ベントライン	
					○	オーバーフローライン	
E039	制御棒	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E040	制御棒駆動機構	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E041	制御棒駆動水圧設備　水圧制御ユニット	Sクラス/SA施設	R/B	○	×	制御棒駆動水圧系ライン	通常閉の弁及び逆止弁を介して接続されているため評価対象外
E042	ほう酸水注入ポンプ	Sクラス/SA施設	R/B	○	○	グランドドレンライン	
E043	ほう酸水貯蔵タンク	Sクラス/SA施設	R/B	○	○	ベントライン	
					○	攪拌用空気ライン	
E044	中央制御室送風機	Sクラス/SA施設	Rw/B	×	—		
E045	中央制御室非常用再循環送風機	Sクラス/SA施設	Rw/B	×	—		
E046	中央制御室非常用再循環処理装置フィルタ	Sクラス/SA施設	Rw/B	×	—		
E047	中央制御室遮蔽	Sクラス/SA施設	C/B	×	—		
E048	中央制御室待避室遮蔽	SA施設	C/B	×	—		
E049	原子炉格納容器	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E050	機器搬出入口	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E051	所員用エアロック	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E052	真空破壊装置	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E053	ダウンカマ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E054	サプレッション・チェンバ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E055	ベントヘッダ	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E056	原子炉建物機器搬出入口	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E057	A-ドライウェルスプレイ管	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
E058	B-ドライウェルスプレイ管	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（5/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○、無：×）	評価対象（対象：○、対象外：×）	接続配管等	備考
E059	サプレッション・チェンバスプレイ管	Sクラス	R/B	×	―		
E060	非常用ガス処理系排気ファン	Sクラス/SA施設	R/B	×	―		
E061	非常用ガス処理系前置ガス処理装置	Sクラス/SA施設	R/B	×	―		
E062	非常用ガス処理系後置ガス処理装置	Sクラス/SA施設	R/B	×	―		
E063	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	Sクラス	R/B	×	―		
E064	可燃性ガス濃度制御系再結合装置加熱器	Sクラス	R/B	×	―		
E065	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	Sクラス	R/B	×	―		
E066	可燃性ガス濃度制御系再結合装置再結合器	Sクラス	R/B	×	―		
E067	可燃性ガス濃度制御系再結合装置冷却器	Sクラス	R/B	×	―		
E068	静的触媒式水素処理装置	SA施設	R/B	×	―		
E069	第１ベントフィルタスクラバ容器	SA施設	FV/H	×	―		
E070	第１ベントフィルタ銀ゼオライト容器	SA施設	FV/H	×	―		
E071	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関（A）	Sクラス	R/B	○	○	ミストライン	
					○	油ドレンライン	
					○	排気ライン	
E072	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関（B）	Sクラス	R/B	○	○	ミストライン	
					○	油ドレンライン	
					○	排気ライン	
E073	非常用ディーゼル発電設備　調速装置（A）	Sクラス	R/B	×	―		
E074	非常用ディーゼル発電設備　調速装置（B）	Sクラス	R/B	×	―		
E075	非常用ディーゼル発電設備　非常調速装置（A）	Sクラス	R/B	×	―		
E076	非常用ディーゼル発電設備　非常調速装置（B）	Sクラス	R/B	×	―		
E077	非常用ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ（A）	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
				○	×	空気冷却器ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
E078	非常用ディーゼル発電設備　冷却水ポンプ（B）	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
				○	×	空気冷却器ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
E079	非常用ディーゼル発電設備　空気だめ（A）	Sクラス	R/B	×	―		
E080	非常用ディーゼル発電設備　空気だめ（B）	Sクラス	R/B	×	―		
E081	A-ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	○	○	ベントライン	
				○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
E082	B-ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	○	○	ベントライン	
				○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を評価設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（6/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備考
E083	非常用ディーゼル発電設備　発電機（A）	Sクラス	R/B	×	―		
E084	非常用ディーゼル発電設備　発電機（B）	Sクラス	R/B	×	―		
E085	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	Sクラス	R/B	○	○	ミストライン	
					○	油ドレンライン	
					○	排気ライン	
E086	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 調速装置	Sクラス	R/B	×	―		
E087	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 非常調速装置	Sクラス	R/B	×	―		
E088	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 冷却水ポンプ	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
				○	×	空気冷却器ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
E089	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 空気だめ	Sクラス	R/B	×	―		
E090	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料デイタンク	Sクラス	R/B	○	○	ベントライン	
				○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
E091	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 発電機	Sクラス	R/B	×	―		
E092	高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	Sクラス	R/B	×	―		
E093	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	Sクラス	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
E094	ガスタービン発電機　ガスタービン機関	SA施設	GT/B	×	―		
E097	ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	SA施設	GT/B	×	―		
E098	ガスタービン発電機用サービスタンク	SA施設	GT/B	○	○	ベントライン	
				○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
E099	ガスタービン発電機	SA施設	GT/B	×	―		
E100	コリウムシールド	SA施設	R/B	×	―		
E101	欠番						
E102	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン	Sクラス	R/B	×	―		
E103	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置	SA施設	R/B	×	―		
E104	欠番						
E105	緊急時対策所遮蔽	SA施設	R/B	×	―		
E106	遠隔手動弁操作機構（MV217-4）	SA施設	R/B	×	―		
E107	遠隔手動弁操作機構（MV217-5）	SA施設	R/B	×	―		
E108	遠隔手動弁操作機構（MV217-18）	SA施設	R/B	×	―		
E109	遠隔手動弁操作機構（MV217-23）	SA施設	R/B	×	―		
E110	残留熱代替除去ポンプ	SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
				○	○	メカニカルシールドレンライン	

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価と詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（11/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○ 無：×）	評価対象（対象：○ 対象外：×）	接続配管等	備考
P015	ほう酸水注入系配管	Sクラス/SA施設	R/B	○	×	注水テスト戻りライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	注水テスト出口ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	補給水ライン逆止ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	補給水入口ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P016	逃がし安全弁窒素ガス供給系配管	SA施設	R/B	○	×	窒素ガス供給ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	安全弁入口ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	主蒸気逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P017	液体廃棄物処理系配管	Sクラス	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P018	中央制御室換気系ダクト	Sクラス/SA施設	Rw/B，C/B	○	×	中央制御室外気処理装置入口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	中央制御室外気処理装置出口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					○	中央制御室加湿器取合い部	
					○	中央制御室空気調和装置温水入口ライン	
					○	中央制御室空気調和装置温水出口ライン	
P019	緊急時対策所空気浄化装置配管	SA施設	R/B	×	—		
P020	緊急時対策所正圧化装置配管	SA施設	R/B	○	○	緊急時対策所用空気ボンベ	
P021	原子炉格納容器配管貫通部	Sクラス/SA施設	R/B	×	—		
P022	格納容器代替スプレイ系配管	SA施設	R/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P023	ペデスタル代替注水系配管	SA施設	R/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P024	非常用ガス処理系配管	Sクラス/SA施設	R/B，T/B	○	×	除湿装置入口U シール水張ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	後置ガス処理装置出口U シール水張りライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	排気筒U シール水張ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P025	可燃性ガス濃度制御系配管	Sクラス	R/B	○	×	補給水入口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	N2供給ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	計装用空気供給ライン	
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

※1　Sクラス施設等と耐震SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（12/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○、無：×）	評価対象（対象：○、対象外：×）	接続配管等	備考
P026	窒素ガス制御系配管	Sクラス/SA施設	R/B	○	×	ＰＣＶ空気置換送風機バイパスライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	Ｎ２補給隔離弁ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＨＶＲ入口隔離ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	Ｎ２ドライウェル入口隔離ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	Ｎ２トーラス入口隔離ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	トーラス真空破壊隔離ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P027	格納容器フィルタベント系配管	SA施設	R/B，FV/H	○	×	サンプリングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P028	高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B，T/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P029	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備配管	Sクラス	R/B	○	×	ディーゼル空気だめ入口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ディーゼル始動用空気ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	潤滑油冷却器ベントＨＰＣＷライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水冷却器入口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水プリヒータ入口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水プリヒータ出口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	シリンダ油タンクベントライン	
					○	潤滑油サンプタンクベントライン	
					○	一次水膨張タンクベントライン	
					○	一次水膨張タンクオーバーフローライン	
					○	補給水ライン	
P030	高圧炉心スプレイ補機冷却系配管	Sクラス	R/B	○	○	サージタンクベントライン	
					○	サージタンクオーバーフローライン	
					○	サージタンク補給水ライン	
					○	サンプリングライン	
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P031	高圧炉心スプレイ補機海水系配管 高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）	Sクラス	R/B，T/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P032	ガスタービン発電機用燃料移送系配管	SA施設	GT/B	○	×	ガスタービン発電機用軽油タンク戻りライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	連絡ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（13/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続※1（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備考
P033	高圧原子炉代替注水系配管	SA施設	R/B	○	×	所内蒸気供給ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	建物内開放ライン	ラプチャーディスクを介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁及び逆止弁を介して接続されているため評価対象外
P034	原子炉格納容器電気配線貫通部	Sクラス/SA施設	R/B	×	―		
P035	中央制御室待避室正圧化装置配管	SA施設	C/B	○	○	安全弁大気開放ライン	
				○	○	中央制御室待避室用空気ボンベ	
P036	非常用ディーゼル発電設備配管（A）	Sクラス	R/B	○	×	ディーゼル空気だめ入口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ディーゼル始動用空気ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	潤滑油冷却器ベントＲＣＷライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水冷却器入口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水プリヒータ入口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水プリヒータ出口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	シリンダ油タンクベントライン	
					○	潤滑油サンプタンクベントライン	
					○	一次水膨張タンクベントライン	
					○	一次水膨張タンクオーバーフローライン	
					○	補給水ライン	
P037	非常用ディーゼル発電設備配管（B）	Sクラス	R/B	○	×	ディーゼル空気だめ入口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ディーゼル始動用空気ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	潤滑油冷却器ベントＲＣＷライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水冷却器入口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水プリヒータ入口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	１次水プリヒータ出口管ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	シリンダ油タンクベントライン	
					○	潤滑油サンプタンクベントライン	
					○	一次水膨張タンクベントライン	
					○	一次水膨張タンクオーバーフローライン	
					○	補給水ライン	
P038	↓ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B, T/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については，下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため，プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

第6-2-2表　島根原子力発電所2号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（14/15）

整理番号	上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続[※1]（有：○、無：×）	評価対象（対象：○、対象外：×）	接続配管等	備考
P039	B-ディーゼル燃料移送系配管	Sクラス	R/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P040	残留熱代替除去系配管	SA施設	R/B	○	×	テストタンク入口ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストタンク出口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	フラッシングライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	サンプリングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P041	窒素ガス代替注入系配管	SA施設	R/B	○	×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
P042	燃料プールスプレイ系配管	SA施設	R/B	○	×	ベント・ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

※1　Sクラス施設等と重要SA施設との接続部は上位クラス同士であるため、上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出しない。また、上位クラス施設と下位クラス施設との接続部については、下位クラス施設の損傷に伴う機械的荷重の影響が想定されるため、プロセス変化の影響とは別に機械的荷重に対する影響評価を詳細設計段階で実施する。
※2　詳細な設置状況を確認後評価実施

柏崎刈羽原子力発電所　6／7号炉　（2017.12.20 版）

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(1/10)

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
非常用ディーゼル発電設備 軽油タンク	大気開放ライン【C】	大気開放ラインはタンク上部（通常液位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の軽油が流出することはない）。 かつ，当該ラインが破損した場合でも，タンクのベント機能に影響を与えない。	—

女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（1/10）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
原子炉補機冷却海水ポンプ	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインとは，ポンプのグランド部（軸封部）から排出される少量の海水を排水するための，小口径のドレンラインであり，ポンプのバウンダリと直接接続しているものではない。したがって，グランドドレンラインが破損した場合でも，グランド部から排出するごく少量の海水が，破損した部分から漏出するだけであり，グランド部を含む上位クラス機能（ポンプ機能）に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	グランドドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，グランドドレンラインが破損した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
復水貯蔵タンク	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは復水貯蔵タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	復水補給水戻りライン【C】	復水補給水戻りラインは復水貯蔵タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
原子炉再循環ポンプ	シールキャビティ圧力制御流量ライン【B】	原子炉再循環ポンプは地震スクラム後には動作機能要求がなく，原子炉冷却材圧力バウンダリとしての機能のみが要求される。シールキャビティ圧力制御流量ラインが破損した場合でも，原子炉冷却材圧力バウンダリに影響を与えない。	—

島根原子力発電所　２号炉

第 6-2-3 表　島根原子力発電所２号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（1/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
原子炉補機海水ポンプ（A），（C）	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプグランド部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機海水ポンプ（B），（D）			—
高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプグランド部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
A-ディーゼル燃料貯蔵タンク 高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	ドレンライン【C】	ドレンラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	給油ライン【C】	給油ラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	給油ライン【C】	給油ラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
ガスタービン発電機用軽油タンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	給油ライン【C】	給油ラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
緊急時対策所用燃料地下タンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	給油ライン【C】	給油ラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
タービン補機海水ポンプ（A）	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプグランド部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（バウンダリ）の機能に影響を与えない。	—

備考

・対象施設の相違
【柏崎 6/7，女川 2】
施設構成の違いにより評価対象となる上位クラス施設に差異はあるが，評価結果の内容については同一であり，島根２号炉では構造健全性評価を実施する下位クラス施設も抽出している

柏崎刈羽原子力発電所　6／7号炉　(2017.12.20 版)

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(2/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
原子炉冷却材再循環ポンプ	原子炉補機冷却水系ライン【C】 冷却水ドレンライン【C】	原子炉冷却材再循環ポンプは地震スクラム後には動作機能要求がなく，原子炉圧力容器バウンダリとしての機能のみが要求される。原子炉補機冷却水系ライン及び冷却水ドレンラインが破損した場合でも，原子炉圧力容器バウンダリとしての機能に影響を与えない。	—
残留熱除去系ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】 ペデスタルドレンライン【C】	メカニカルシールドレンライン及びペデスタルドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
残留熱除去系封水ポンプ	ブラケットドレンライン【C】	ブラケットドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心注水系ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】 ペデスタルドレンライン【C】	メカニカルシールドレンライン及びペデスタルドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
原子炉隔離時冷却系ポンプ	ブラケットドレンライン【C】	ブラケットドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機冷却水ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—

女川原子力発電所　2 号炉 (2020.2.7 版)

第 6.2-2 表 女川 2 号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果 (2/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
主蒸気系配管	主蒸気ライン【B】	主蒸気第二隔離弁の下流側で地震によって主蒸気系配管が破断した場合，破断口から冷却材が外部に流出する。しかし，冷却材の流出流量は原子炉圧力容器ノズルに設置されている流量制限器により，破断した配管の本数に係わらず定格主蒸気流量の 200%に制限される。その際に，主蒸気流量大信号発生により主蒸気隔離弁が 5 秒で全閉し流出が停止する。流出流量 200%による事故解析は，設置許可の安全解析において実施されており，水位低下によって炉心が露出しないことを確認しているため，地震時に原子炉格納容器外で主蒸気系配管が破断した場合でもその影響が防止される設計となっている。	—
	主蒸気ドレンライン【C】	主蒸気ドレンライン第二隔離弁は主蒸気隔離弁の信号による同弁閉動作のインターロックを設置しているため，地震スクラム時には同弁で下位クラス側と隔離されることから，上位クラスの系統機能へ影響を与えない。	—
残留熱除去系ポンプ	ペデスタルドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ペデスタルドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—

島根原子力発電所　2 号炉

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（2/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
タービン補機海水ポンプ（B），(C)	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプグランド部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（バウンダリ）の機能に影響を与えない。	—
タービン補機海水系配管（ポンプ出口～第二出口弁）	取水ライン（第二出口弁下流）【C】	取水ライン（第二出口弁下流）が破損した場合でも，インターロックによりタービン補機海水ポンプ出口弁及び第二出口弁を閉止するため，上位クラス施設（バウンダリ）の機能に影響を与えない。	—
除じんポンプ（A），(B)	封水ライン【C】	封水ラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプグランド部へ封水を注水するものであるため，上位クラス施設（バウンダリ）の機能に影響を与えない。	—
原子炉圧力容器	圧力容器リーク検出ライン【C】	圧力容器リーク検出ラインが破損した場合でも，当該ラインの機能は圧力容器フランジからのドレンを検出器へ導くものであるため，上位クラス施設（原子炉圧力容器）の機能に影響を与えない。	—
燃料プール冷却ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
スキマ・サージ・タンク	スカッパドレンライン【B】	スカッパドレンラインが破損した場合でも，スキマサージタンク上部に接続されており，内包水がタンク外に漏洩することはないので，上位クラス施設（スキマ・サージ・タンク）の機能に影響を与えない。	—
原子炉再循環ポンプ	メカニカルシールリーク検知ライン【C】	メカニカルシールリーク検知ラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はメカニカルシールからのドレンを検出器へ導くものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
	プリードオフライン【C】	プリードオフラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はメカニカルシールからのシール水を排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
残留熱除去ポンプ(A)	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
残留熱除去ポンプ(B)			—
残留熱除去ポンプ(C)			—
高圧炉心スプレイポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
低圧炉心スプレイポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—

備考

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(3/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
原子炉補機冷却水系サージタンク	純水補給水ライン【C】	純水補給水ラインはタンク上部（通常水位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインはタンク上部（通常水位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。 かつ，当該ラインが破損した場合でも，タンクのベント機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインはタンク上部（通常水位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
原子炉補機冷却海水ポンプ	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構漏えい検出ライン【C】	漏えい検出ラインは制御棒駆動機構の動作機能とは無関係であり，かつ原子炉圧力容器バウンダリ外であることから破損した場合でも，上位クラス施設（制御棒駆動機構）の機能に影響を与えない。	—
ほう酸水注入系ポンプ	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果 (3/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】: 耐震クラス	評価結果	備考
高圧炉心スプレイ系ポンプ	ペデスタルドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ペデスタルドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系配管	燃料プール補給水ライン【B】	SA 運用時に当該配管の隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
低圧炉心スプレイ系ポンプ	ペデスタルドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ペデスタルドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
原子炉隔離時冷却系ポンプ	ブラケットドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ブラケットドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
原子炉隔離時冷却系配管	主復水器ライン【B】	RCIC 系統運用時に当該配管の隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
原子炉補機冷却水ポンプ	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
	ベアリングブラケットドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ベアリングブラケットドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（3/8）

低圧原子炉代替注水槽	低圧原子炉代替注水ポンプフルフローライン【C】	低圧原子炉代替注水ポンプフルフローラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（注水槽）の機能に影響を与えない。	—
	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（注水槽）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機冷却水ポンプ(A),(C)	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機冷却水ポンプ(B),(D)			—
原子炉補機冷却系サージタンク	純水補給水ライン【C】	純水補給水ラインが破損した場合でも，タンク上部に接続されているため必要水量を確保できるので，上位クラス施設（サージタンク）の機能に影響を与えない。	—
	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインが破損した場合でも，タンクの通常水位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
ほう酸水注入ポンプ	グランドドレンライン【C】	グランドドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプグランド部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
ほう酸水貯蔵タンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	撹拌用空気ライン【C】	撹拌用空気ラインが破損した場合でも，タンクの通常液位より上部に接続しているため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関（A),(B)	ミストライン【C】	ミストラインが破損した場合でも，オイルミストの排出機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	油ドレンライン【C】	油ドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はディーゼル機関から漏えいした油ドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	排気ライン【C】	排気ラインが破損した場合でも，排気機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(4/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
ほう酸水注入系貯蔵タンク	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインはタンク上部（通常水位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインはタンク上部（通常水位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。 かつ，当該ラインが破損した場合でも，タンクのベント機能に影響を与えない。	—
	純水補給水ライン【C】	純水補給水ラインはタンク上部（通常水位より上部）に接続しており，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	ミスト管【C】	ディーゼル機関本体のミスト管が破損してもオイルミストの排出機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	燃料油ドレン回収ライン【C】	燃料油ドレン回収ラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	吸気ドレンセパレータドレンライン【C】 吸気ドレンセパレータベントライン【C】	燃料油ドレンセパレータドレンライン及びベントラインが破損した場合でも，上位クラス施設（給気ドレンセパレータ（ディーゼル機関））の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備 空気圧縮機	アンローダー弁ドレンライン【C】	アンローダー弁ドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（空気圧縮機）の機能に影響を与えない。	—

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果 (4/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
原子炉補機冷却水サージタンク	補給水ライン【C】	補給水ラインは原子炉補機冷却水サージタンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは原子炉補機冷却水サージタンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインは原子炉補機冷却水サージタンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機冷却水系配管	常用系ライン【C】	下位クラスの損傷により系統水位が低下すると，系統水位低のインターロックによって隔離弁が閉動作し，下位クラス側と隔離されるため上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
	燃料プール補給水ポンプ軸受冷却ライン【B】	小口径配管のため，損傷しても影響は軽微であることから，上位クラス施設（原子炉補機冷却水系配管）への影響はない。	—
高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
	ベアリングブラケットドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ベアリングブラケットドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンク	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインは高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（4/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
非常用ディーゼル発電設備 冷却水ポンプ（A）	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備 冷却水ポンプ（B）			—
A-ディーゼル燃料デイタンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
B-ディーゼル燃料デイタンク			—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	ミストライン【C】	ミストラインが破損した場合でも，オイルミストの排出機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	油ドレンライン【C】	油ドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はディーゼル機関から漏えいした油ドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	排気ライン【C】	排気ラインが破損した場合でも，排気機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 冷却水ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料デイタンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
ガスタービン発電機用サービスタンク	ベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
残留熱代替除去ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，当該ラインの機能はポンプ軸シール部から漏えいしたドレンを排出するものであるため，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(5/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
非常用ディーゼル発電設備 燃料ディタンク	ミスト管【C】	ミスト管が破損してもオイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（燃料ディタンク）の機能に影響を与えない。	—
	燃料油ドレン回収ライン【C】	ドレン回収ラインはタンクの通常水位より上部に接続されていることから，破損した場合でも，タンクの機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の燃料油が流出することはない）。	—
非常用ディーゼル発電設備 清水膨張タンク	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，破損した場合でも，上位クラス施設の機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインは，破損してもベントの機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（清水膨張タンク）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備 潤滑油補給タンク	ミスト管【C】	ミスト管が破損してもオイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（潤滑油補給タンク）の機能に影響を与えない。	—

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果 (5/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】: 耐震クラス	評価結果	備考
制御棒駆動機構	制御棒引抜配管【B】	制御棒引抜配管は損傷した場合でも制御棒のスクラム機能に影響を及ぼすものではない。かつ，原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲でもないことから上位クラス施設（制御棒駆動機構）の機能に影響を与えない。	—
ほう酸水注入系ポンプ	グランドパッキンリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，グランドパッキンリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
ほう酸水注入系貯蔵タンク	補給水ライン【C】	補給水ラインはほう酸水注入系貯蔵タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインはほう酸水注入系貯蔵タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインはほう酸水注入系貯蔵タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
燃料プール冷却浄化系ポンプ	ブラケットドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，ブラケットドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
復水補給水系配管	制御棒駆動水圧系給水ライン【B】	SA 運用時に当該配管の隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
	試料採取系ライン【C】	SA 運用時に当該配管の隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
高圧窒素ガス供給系配管	常用系ライン【C】	下位クラスの損傷により常用系の圧力が低下すると，インターロックによって隔離弁が閉動作し下位クラス側と隔離されるため上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（5/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
燃料プール冷却系配管	ＦＰＣポンプ乙過脱塩装置分岐ライン【B】	ＦＰＣポンプ乙過脱塩装置分岐ラインが破損した場合でも，接続部であるMV-1は通常運転時「開」としてフィルタ・デミネに通水しているが，当該ラインの機能を期待するSA時にはMV-1を「閉」としてフィルタ・デミネをバイパスさせて運転するため，上位クラス施設（燃料プール冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	サンプリングライン【C】	サンプリングラインが破損した場合でも，小口径配管であり影響は軽微であることから，上位クラス施設（燃料プール冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	散水管ライナ貫通部【C】	散水管ライナ貫通部以降の配管が破損した場合でも，流出する水は燃料プール内であるため給水機能は喪失されないことから，上位クラス施設（燃料プール冷却系）の機能に影響を与えない。	—
主蒸気系配管	主蒸気外側隔離ライン【B】	主蒸気外側隔離弁の下流側で地震によって主蒸気系配管が破断した場合，破断口から冷却材が外部に流出する。しかし，冷却材の流出流量は原子炉圧力容器ノズルに設置されている流量制限器により，破断した配管の本数に係わず定格主蒸気流量の200%に制限される。その際に，主蒸気流量大信号発生により主蒸気隔離弁が5秒で全閉し流出が停止する。流出流量200%による事故解析は，設置許可の安全解析において実施されており，水位低下によって炉心が露出しないことを確認しているため，地震時に原子炉格納容器外で主蒸気系配管が破断した場合でも，その影響が防止される設計となっている。	—
原子炉隔離時冷却系配管	復水貯蔵タンク水供給ライン【C】	復水貯蔵タンク水供給ラインが破損した場合でも，水源をサプレッションチェンバに切り替えて原子炉隔離時冷却系に供給できるため，上位クラス施設（原子炉隔離時冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	駆動蒸気入口ドレンライン【B】	駆動蒸気入口ドレンラインが破損した場合でも，原子炉隔離時冷却系の起動時にはAV-205「閉」となり，接続される下位クラスの配管と隔離されるため，上位クラス施設（原子炉隔離時冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	ラプチャーディスクドレンライン【C】	ラプチャーディスクドレンラインが破損した場合でも，ラプチャーディスク（S-6）により隔離されているため，上位クラス施設（原子炉隔離時冷却系）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機冷却系配管	緊急遮断弁出口ライン【B】	緊急遮断弁出口ラインが破損して冷却水が流出した場合でも，サージタンク（T-1AまたはT-1B）の水位が低下することで，隔離弁（AV-1）に対しインターロック（閉信号）が作動するため，上位クラス施設（原子炉補機冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	燃料プール冷却系ポンプ室冷却機【C】	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，燃料プール冷却系ポンプ室冷却機は耐震性が確保されることを確認する。	工認計算書添付予定
	原子炉浄化系補助熱交換器【B】	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，原子炉浄化系補助熱交換器は耐震性が確保されることを確認する。	工認計算書添付予定
	サンプリングライン【C】	サンプリングラインが破損した場合でも，小口径配管であり影響は軽微であることから，上位クラス施設（原子炉補機冷却系）の機能に影響を与えない。	—

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(6/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
非常用ディーゼル発電設備 清水加熱器ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	清水加熱器ポンプのメカニカルシール部漏えい確認用ラインであり，配管が破損しても上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備 機関付清水ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	機関付清水ポンプのメカニカルシール部漏えい確認用ラインであり，配管が破損しても上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
換気空調補機非常用冷却水系ポンプ	ベースドレンライン【C】	ベースドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備区域給気処理装置	結露水ドレンライン【C】	結露水ドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（給気処理装置）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備非常用給気処理装置			
中央制御室給気処理装置			
コントロール建屋計測制御電源盤区域給気処理装置			
海水熱交換器エリア非常用給気処理装置			
非常用ディーゼル発電設備区域給気処理装置	換気空調補機常用冷却水系ライン【C】	冷却水ラインが損傷しても給気機能を損なうものではないことから，上位クラス施設（給気処理装置）の機能に影響を与えない。	—
コントロール建屋計測制御電源盤区域給気処理装置			
燃料プール冷却浄化系配管	試料採取系ライン【C】	小口径配管のため，損傷しても影響は軽微であることから上位クラス施設（燃料プール冷却浄化配管）への影響はない。	—
	燃料プール冷却浄化系 ろ過脱塩装置入口ライン【B】	ＳＡ運用時に当該配管の隔離弁を閉めるため，上位クラス施設（燃料プール冷却浄化系配管）への機能に影響を与えない。	—

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（6/10）

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
原子炉格納容器調気系配管	窒素ガス供給ライン【C】	下位クラスの損傷が発生した場合には，隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
非常用ディーゼル発電設備 非常用ディーゼル機関	吸気ライン【C】	当該配管が損傷した場合でもディーゼル機関への吸気は継続することから，下位クラス施設の損傷が上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	排気ライン【C】	当該配管が損傷した場合でもディーゼル機関の排気は継続することから，下位クラス施設の損傷が上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	燃料油ドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，燃料油ドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）へ影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管が損傷してもオイルミストの排出機能を損なうことはないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	潤滑油ドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，潤滑油ドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	吸気ドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，吸気ドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）へ影響を与えない。	—
	機関付清水ポンプシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，機関付清水ポンプシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）へ影響を与えない。	—

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（6/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
原子炉浄化系配管	原子炉浄化補助ポンプ入口ライン【B】	原子炉浄化補助ポンプ入口ラインが破損した場合でも，隔離機能を有する電動弁を介して接続しているため，上位クラス施設（原子炉浄化系）の機能に影響を与えない。	—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管	主蒸気逃がし安全弁用窒素ガスボンベ【C】	主蒸気逃がし安全弁用窒素ガスボンベは窒素ガスボンベラックに収容されており，ボンベラックは基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により耐震性を確保しているため，上位クラス施設（逃がし安全弁窒素ガス供給系）の機能に影響を与えない。	—
中央制御室換気系ダクト	中央制御室加湿器取合い部【C】	中央制御室加湿器取合い部が破損した場合でも，下流側に換気系の主要機器がないため，上位クラス機器（中央制御室換気系）の機能に影響を与えない。	—
	中央制御室空気調和装置温水入口ライン【C】	中央制御室空気調和装置温水入口ラインが破損した場合でも，空気調和装置の機能は喪失しないため，上位クラス施設（中央制御室換気系）の機能に影響を与えない。	—
	中央制御室空気調和装置温水出口ライン【C】	中央制御室空気調和装置温水出口ラインが破損した場所でも，空気調和装置の機能は喪失しないため，上位クラス機器（中央制御室換気系）の機能に影響を与えない。	—
緊急時対策所正圧化装置配管	緊急時対策所用空気ボンベ【C】	緊急時対策所用空気ボンベは空気ボンベカードルに収容されており，ボンベカードルは基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により耐震性を確保しているため，上位クラス施設（緊急時対策所換気空調系）の機能に影響を与えない。	—
可燃性ガス濃度制御系配管	計装用空気供給ライン【C】	計装用空気供給ラインが破損した場合でも，計装用空気が停止することにより系統内の圧力が低下することになるが，圧力低信号によりインターロックが作動し，下位クラス側配管が隔離され，バックアップボンベによりＮ２が供給されるため，上位クラス施設（可燃性ガス濃度制御系）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備配管	シリンダ油タンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	潤滑油サンプタンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	一次水膨張タンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	一次水膨張タンクオーバーフローライン【C】	オーバーフローラインはタンク上部に接続されており，破損しても必要水量を確保できるため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	補給水ライン【C】	補給水ラインはタンク上部に接続されており，破損しても必要水量を確保できるため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(7/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
主蒸気系配管	主蒸気ライン【B】	主蒸気外側隔離弁の下流側で主蒸気系配管が完全破断した場合，破断口からは，破断管及び主蒸気ヘッダを介した健全管より冷却材が外部に流出する。冷却材の流出量は原子炉圧力容器ノズルに設置されている流量制限器により，破断した配管の本数に係わらず定格主蒸気流量の200%に制限される。その際に，主蒸気流量大信号により主蒸気隔離弁が５秒で全閉し，流出は食い止められるが，事故解析においては，この間に流出した冷却水によって原子炉圧力容器内の水位が炉心頂部よりも低下することはない。このことから，波及的影響により主蒸気外側隔離弁の下流側の配管が破損した場合の影響は，原子炉格納容器外で主蒸気系配管が破断を想定した場合の安全解析結果に包絡される。	—
	主蒸気ドレンライン【B】	主蒸気ドレンラインが破損しても，ＭＳトンネル室内の漏えい検知により隔離弁で隔離できることから，上位の施設(主蒸気ドレン配管)の機能(原子炉圧力容器バウンダリ)に影響は与えない。	—
原子炉隔離時冷却系配管	蒸気ドレンライン【B】	原子炉隔離時冷却系ポンプ起動時は隔離弁が閉となるため，下位クラス施設が破損したとしても上位クラス施設（原子炉隔離時冷却系配管）の機能に影響を与えない。	—
	真空タンクドレンライン【C】	上流側第一隔離弁が通常閉であり，下位クラス施設が破損したとしても上位クラス施設（真空タンクドレンライン）の機能に影響を与えない。	—

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果 (7/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
非常用ディーゼル発電設備燃料デイタンク	燃料油ドレンユニットライン【C】	燃料油ドレンユニットラインは燃料デイタンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは燃料デイタンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管が損傷してもオイルミストの排出機能を損なうことはないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備清水膨張タンク	補給水ライン【C】	補給水ラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備清水加熱器ポンプ	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備潤滑油プライミングポンプ	オイルパンドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，オイルパンのドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設の機能に影響を与えない。	—

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（7/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管	サージタンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ補機冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	サージタンクオーバーフローライン【C】	オーバーフローラインはタンク上部に接続されており，破損しても必要水量を確保できるため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ補機冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	サージタンク補給水ライン【C】	補給水ラインはタンク上部に接続されており，破損しても必要水量を確保できるため，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ補機冷却系）の機能に影響を与えない。	—
	サンプリングライン【C】	サンプリングラインが破損した場合でも，小口径配管であり影響は軽微であることから，上位クラス施設（高圧炉心スプレイ補機冷却系）の機能に影響を与えない。	—
中央制御室待避室正圧化装置配管	安全弁大気開放ライン【C】	安全弁大気開放ラインが破損した場合でも，安全弁機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（中央制御室空気供給系）の機能に影響を与えない。	—
	中央制御室待避室用空気ボンベ【C】	中央制御室待避室用空気ボンベは空気ボンベラックに収容されており，ボンベラックは基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により耐震性を確保しているため，上位クラス施設（中央制御室空気供給系）の機能に影響を与えない。	—
非常用ディーゼル発電設備配管（A） 非常用ディーゼル発電設備配管（B）	シリンダ油タンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（非常用ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	潤滑油サンプタンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（非常用ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	一次水膨張タンクベントライン【C】	ベントラインが破損した場合でも，ベント機能の喪失にはならないため，上位クラス施設（非常用ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	一次水膨張タンクオーバーフローライン【C】	オーバーフローラインはタンク上部に接続されており，破損しても必要水量を確保できるため，上位クラス施設（非常用ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
	補給水ライン【C】	補給水ラインはタンク上部に接続されており，破損しても必要水量を確保できるため，上位クラス施設（非常用ディーゼル発電設備）の機能に影響を与えない。	—
取水槽漏えい検知器	※1	※1	—
タービン建物防水壁	※1	※1	—

柏崎刈羽原子力発電所　6／7号炉　（2017.12.20 版）

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(8/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
高圧炉心注水系配管	サプレッションプール浄化系ライン【B】	ＳＡ運用時に当該配管の隔離弁を閉めるため，下位クラス施設（サプレッションプール浄化ライン）が破損したとしても上位クラス施設（高圧炉心注水系配管）の機能に影響を与えない。	—
原子炉補機冷却水系配管	常用負荷ライン【C】	原子炉補機冷却水系サージタンクの“水位低”による信号により，下流側の弁（緊急遮断弁）により常用系と非常用系が分離できることから波及的影響は生じない。	—
	常用負荷戻りライン【C】	下流側の逆止弁により常用系と非常用系が分離できることから，下位クラス施設（原子炉補機冷却水配管（常用系））が損傷したとしても，上位クラス施設（原子炉補機冷却水系配管（非常用系））の機能に影響を与えない。	—
	サプレッションプール浄化系ポンプ軸受冷却ライン【B】	小口径配管のため，損傷しても影響は軽微であることから上位クラス施設（原子炉補機冷却水系配管）への影響はない。	—
原子炉補機冷却海水系配管	屋外放水ピットライン【C】	放水ピットに流出する配管が破損しても放水ピットに流れ出るだけであり，上位の機能（原子炉補機冷却海水系配管）に影響を与えない。	—
	原子炉補機冷却海水系ポンプケーシングベントライン【C】	ケーシングベントラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
	原子炉補機冷却海水系ポンプブローオフライン【C】	ブローオフラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—

女川原子力発電所　2 号炉（2020.2.7 版）

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果 (8/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
非常用ディーゼル発電設備潤滑油サンプタンク	給油ライン【C】	給油ラインは潤滑油サンプタンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管が損傷してもオイルミストの排出機能を損なうことはないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
発電用ディーゼル発電設備潤滑油フィルタ	ドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，オイルパンのドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	吸気ライン【C】	当該配管が損傷した場合でもディーゼル機関への吸気は継続することから，下位クラス施設の損傷が上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	排気ライン【C】	当該配管が損傷した場合でもディーゼル機関の排気は継続することから，下位クラス施設の損傷が上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	潤滑油補給ライン【C】	当該配管が損傷した場合でも，機関付潤滑油ポンプによってオイルパンからディーゼル機関へ潤滑油が補給されるため，下位クラス施設の損傷が上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	燃料油ドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，燃料油ドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）へ影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管が損傷してもオイルミストの排出機能を損なうことはないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）の機能に影響を与えない。	—
	吸気ドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，吸気ドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）へ影響を与えない。	—

島根原子力発電所　2 号炉

第 6-2-3 表　島根原子力発電所 2 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果及び評価方針（8/8）

上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果及び評価方針	備考
タービン建物漏えい検知器	※1	※1	—

※１　詳細な設置状況を確認後評価実施

備考

第6-2-7表　6号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(9/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
復水補給水系配管	復水補給水系ライン【B】	ＳＡ時に隔離弁を“閉”運用となることから，上位クラス施設（復水補給水系配管）の機能に影響を及ぼすことはない。	—
	制御棒駆動系供給ライン【B】	ＳＡ時に隔離弁を“閉”運用となることから，上位クラス施設（復水補給水系配管）の機能に影響を与えない。	—
	制御棒駆動系戻りライン【B】	制御棒駆動系戻りラインは，エレベーション的にそれ以上先まで系統水がいかないことから，上位クラス施設（復水補給水系配管）の機能に影響を与えない。	—
	試料採取系ライン【C】	ＳＡ時に当該サンプリングライン元弁は“閉”運用となることから，上位クラス施設（復水補給水系配管）の機能に影響を与えない。	—
	原子炉冷却材浄化系・燃料プール冷却浄化系ろ過脱塩器補給ライン【B】	ＳＡ時に隔離弁を“閉”運用となることから，上位クラス施設（復水補給水系配管）の機能に影響を与えない。	—
タンクベント処理系配管	タンクベント処理系ライン （二次格納施設バウンダリ）【C】	タンクベント処理系配管が破損しても，原子炉区域換気空調系隔離信号により隔離弁が“閉”となり，二次格納施設は隔離されるため，二次格納施設のバウンダリ機能に影響は与えない。	—
高圧窒素ガス供給系配管	窒素ガスボンベ接続ライン【-】	接続部より窒素ガスボンベ側については可搬式であり，可搬ボンベ接続前は“閉”運用であることから，上位クラス施設に影響はない。	—
非常用ディーゼル発電設備燃料油系・潤滑油系・始動空気及び吸排気系・冷却水系配管	排気ライン（建屋外）【C】	排気ラインが破損しても屋外に排気する機能を損なうものではないことから，上位クラス施設（非常用ディーゼル発電設備　始動空気及び吸排気系配管）の機能に影響を与えない。	—

柏崎刈羽原子力発電所　6／7号炉　(2017.12.20版)

第6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（9/10）

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	機関付清水ポンプシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，機関付清水ポンプシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ディーゼル機関）へ影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料デイタンク	燃料油ドレンユニットライン【C】	燃料ドレンユニットラインは燃料デイタンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは燃料デイタンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管が損傷してもオイルミストの排出機能を損なうことはないため，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備清水膨張タンク	補給水ライン【C】	補給水ラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【C】	オーバーフローラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	大気開放ライン【C】	大気開放ラインは清水膨張タンクの通常水位より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備清水加熱器ポンプ	メカニカルシールリークドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，メカニカルシールリークドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設（ポンプ）へ影響を与えない。	—
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備潤滑油プライミングポンプ	オイルパンドレンライン【C】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，オイルパンのドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設の機能に影響を与えない。	—

女川原子力発電所　２号炉　(2020.2.7版)

島根原子力発電所　２号炉

備考

第 6-2-7 表　6 号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果(10/10)

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
原子炉・タービン区域換気空調系ダクト・配管	原子炉建屋空調ダクト（二次格納施設バウンダリ）【C】	空調ダクトが破損しても隔離弁により二次格納施設は隔離されるため，二次格納施設バウンダリの機能に影響はない。	—
復水貯蔵槽	外部補給水ライン【B】	外部補給水ラインがタンクの通常水位より上部に接続されていることから，純水補給水ラインが破損した場合でも，上位クラス施設に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
	大気開放ライン【B】	大気開放ラインは，破損してもベントの機能を損なうことが無いことから，上位クラス施設（復水貯蔵槽）の機能に影響を与えない。	—
	オーバーフローライン【B】	オーバーフローラインは復水貯蔵槽の通常水位より上部に接続しており，破損した場合でも，上位クラス施設の機能に影響を及ぼすことはない（タンク内の水が流出することはない）。	—
復水移送ポンプ 燃料プール冷却浄化系ポンプ	メカニカルシールドレンライン【C】	メカニカルシールドレンラインが破損した場合でも，上位クラス施設（ポンプ）の機能に影響を与えない。	—
高圧代替注水系配管	タービン排気側蒸気ドレンライン【B】	タービン排気側のドレンであり，下位クラス施設が破損したとしても上位クラス施設（高圧代替注水系ポンプ）の機能に影響を与えない。	—

第 6.2-2 表 女川２号炉 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（10/10）

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備考
軽油タンク	給油ライン【C】	給油ラインは軽油タンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管は軽油タンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	燃料油戻りライン【C】	燃料油戻りラインは軽油タンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
原子炉棟換気空調系ダクト（二次格納施設バウンダリ）	換気空調系ダクト【C】	下位クラスの換気空調系ダクトが損傷した場合でも，隔離弁により二次格納施設が隔離されるため，バウンダリ機能に影響を与えない。	—
高圧代替注水系配管	主復水器ライン（蒸気）【B】	SA 運用時に当該配管の隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
	燃料プール補給水系ライン【B】	SA 運用時に当該配管の隔離弁を閉操作し隔離することから，上位クラスの系統機能へ影響を及ぼさない。	—
復水移送ポンプ	グランドドレンライン【B】	原子炉補機冷却海水ポンプと同様に，グランドドレンラインが損傷した場合でも，上位クラス機能に直接影響を及ぼさないため，上位クラス施設へ影響を与えない。	—
ガスタービン発電設備軽油タンク	給油ライン【C】	給油ラインは軽油タンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	ミスト管【C】	ミスト管は軽油タンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—
	燃料油戻りライン【C】	燃料油戻りラインは軽油タンクの通常油面より上部に接続しており，損傷した場合でも，上位クラス施設（タンク）の機能に影響を与えない。	—

柏崎刈羽原子力発電所　６／７号炉　（2017.12.20 版）	女川原子力発電所　２号炉（2020.2.7 版）	島根原子力発電所　２号炉	備考

７号炉分（第 6-2-8 表）については，省略する

第 6-2-9 表　６号及び７号炉　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果

建屋内上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備考
中央制御室待避室 空気ボンベ陽圧化装置配管	中央制御室待避室 空気ボンベ陽圧化装置(空気ボンベ)【-】	接続部より空気ボンベ側については可搬式であり，系統側圧力低下が確認されれば隔離してボンベを交換可能であることから，上位クラス施設（空気ボンベ陽圧化装置配管）の機能に影響はない。	—
5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）陽圧化装置配管	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）陽圧化装置（空気ボンベ）【-】	接続部より空気ボンベ側については可搬式であり，系統側圧力低下が確認されれば隔離してボンベを交換可能であることから，上位クラス施設（陽圧化装置配管）の機能に影響はない。	—
5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待避場所）陽圧化装置配管	5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待避場所）陽圧化装置（空気ボンベ）【-】	接続部より空気ボンベ側については可搬式であり，系統側圧力低下が確認されれば隔離してボンベを交換可能であることから，上位クラス施設（陽圧化装置配管）の機能に影響はない。	—