

中国電力資料

【説明順】

- ・論点項目<16>
耐震重要度分類を決めた判定基準, 重要設備の抽出範囲は適切か
- ・論点項目<17>
重要設備以外の設備の損傷による重要設備への影響は考慮されているか
- ・論点項目<18>
新たに設置する制震装置は島根原発に適用できるのか
- ・論点項目<19>
繰り返し地震や, 事故が発生した後に起きる地震は考慮されているか
- ・論点項目<20>
地震に伴う地面の液状化による重要設備への影響は考慮されているか
- ・論点項目<21>
新たに設置する地下水位低下設備の機能及び耐震性は考慮されているか
- ・論点項目<29>
原子力発電所敷地で想定する竜巻風速の設定根拠は何か
- ・論点項目<30>
竜巻による重要設備への影響は考慮されているか

・論点項目<16>

耐震重要度分類を決めた判定基準，重要設備の
抽出範囲は適切か

耐震重要度分類

「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」及びその解釈を踏まえ、地震により生ずるおそれがある安全機能の喪失及びそれに起因する放射線による公衆への影響の程度に応じ、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス又はCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

耐震重要度分類	該当する施設
Sクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系 ・使用済燃料を貯蔵するための施設 ・原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設 ・原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 ・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 ・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設 ・放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設 ・津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備 ・敷地における津波監視機能を有する施設
Bクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設 ・放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。） ・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設 ・使用済燃料を冷却するための施設 ・放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設
Cクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

当初申請でCクラスとしていた施設を含めて、当初申請における施設の耐震重要度分類の変更は取り止めた。

これに伴い、地震時のタービン系配管の破損に伴う被ばく低減対策として地震時にMSIVを閉止するインターロックを設置することとしていたが、当該インターロックの設置についても取り止めた。

上記の方針とした理由を以下に示す。

<施設の耐震重要度分類の変更を取り止める理由>

- 施設の耐震重要度分類の変更については、平成28年5月26日及び平成28年7月12日の審査会合にて審議いただいたが、発電用原子炉施設の耐震重要度分類に関しては検討課題が多く、多岐に亘る議論を要すると判断し、島根2号炉の新規制基準適合性審査においては、当初申請の施設の耐震重要度分類の変更は取り止めることとした。

<地震大によるMSIV閉止インターロックを取り止める理由>

- 本インターロックは、従来のMSIV閉止インターロックが作動しない程度のタービン系配管等の破損が生じ、運転員の誤操作等によりMSIVの手動閉止が遅れた場合の被ばく低減に有効であるが、タービン系配管等をBクラス設備として耐震補強することとしたため、地震時の配管破損に伴う被ばくリスクは低減する。
- 本インターロックの取り止めにより、タービン系配管等が破損していない場合、タービン系設備による冷却機能の使用が容易となる。

・論点項目<17>

重要設備以外の設備の損傷による重要設備への
影響は考慮されているか

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抽出方法の策定過程について示す。

【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抽出方法の策定過程】

STEP1 別記2に基づく整理

別記2の記載事項を基に，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抽出にあたって検討すべき項目を整理する。

STEP2 地震による原子力発電所の被害情報の確認

原子力発電所の被害情報を抽出し，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。

STEP3 検討項目ごとの抽出方法の策定

各検討項目について，下位クラス施設の損傷形態や上位クラス施設へ及ぼす影響を考慮して検討事象を選定し，下位クラス施設の抽出方法を策定する。

STEP1 別記2に基づく整理

別記2の記載事項を確認し、以下4つの事項を基に、具体的な検討事象を整理することとした。

- 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
- 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
- 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
- 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

実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記2

耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計すること。この波及的影響の評価に当たっては、敷地全体を俯瞰した調査・検討の内容等を含めて、事象選定及び影響評価の結果の妥当性を示すとともに、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用すること。

なお、上記の「耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわない」とは、少なくとも次に示す事項について、耐震重要施設の安全機能への影響が無いことを確認すること。

- ・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
- ・耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響
- ・建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響
- ・建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

STEP2 地震による原子力発電所の被害情報の確認

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）に登録された地震を対象に原子力発電所の被害情報を抽出した。

被害情報の整理の結果、地震被害の発生要因は以下のⅠ～Ⅵに分類された。Ⅰ～Ⅴの要因は波及的影響評価における検討事項①～④に分類されており、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。

- 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）

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

番号	波及的影響評価における検討事項		地震被害発生要因
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	地盤の不等沈下による影響	Ⅰ
		建物間の相対変位による影響	Ⅱ
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	接続部における相互影響	Ⅱ, Ⅲ
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	施設の損傷, 転倒, 落下等による影響	Ⅲ, Ⅴ
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	施設の損傷, 転倒, 落下等による影響	Ⅰ, Ⅲ
		周辺斜面の崩壊による影響	Ⅳ

STEP3 検討項目ごとの抽出方法の策定

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

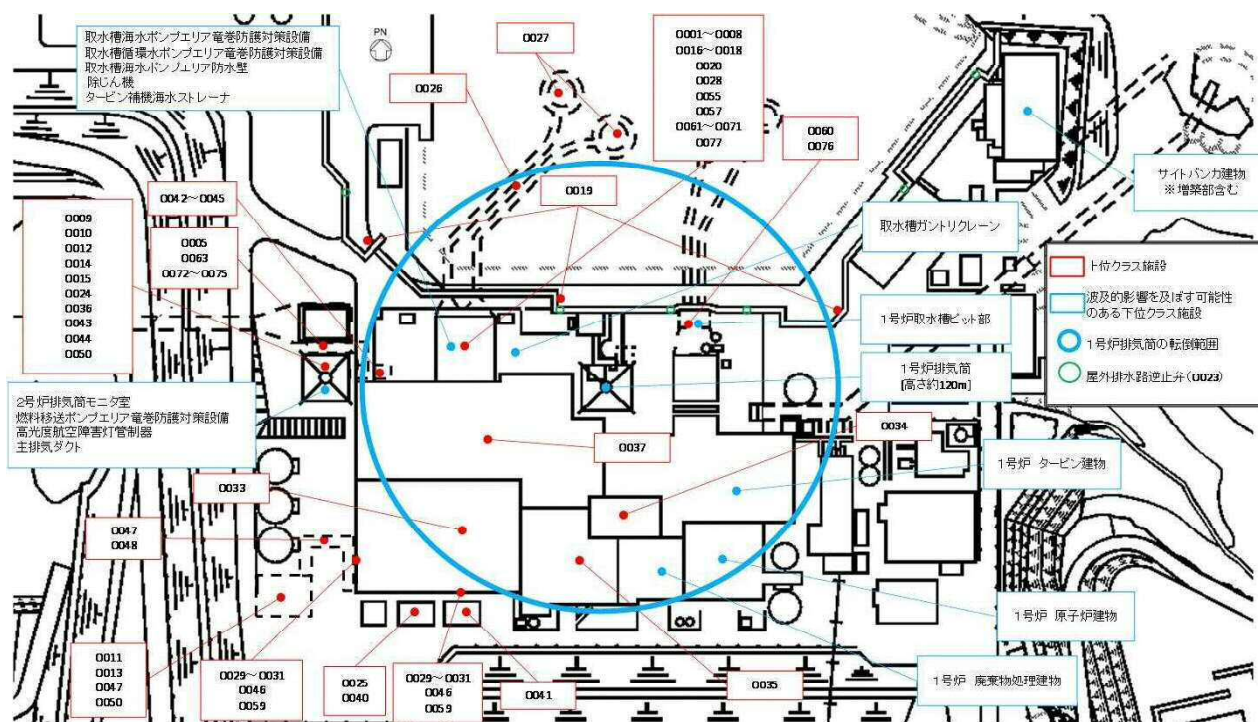
(1)地盤の不等沈下による影響

a. 具体的な検討事象

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

b. 下位クラス施設の抽出方法

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。



下位クラス施設の抽出の具体例（1号炉排気筒）

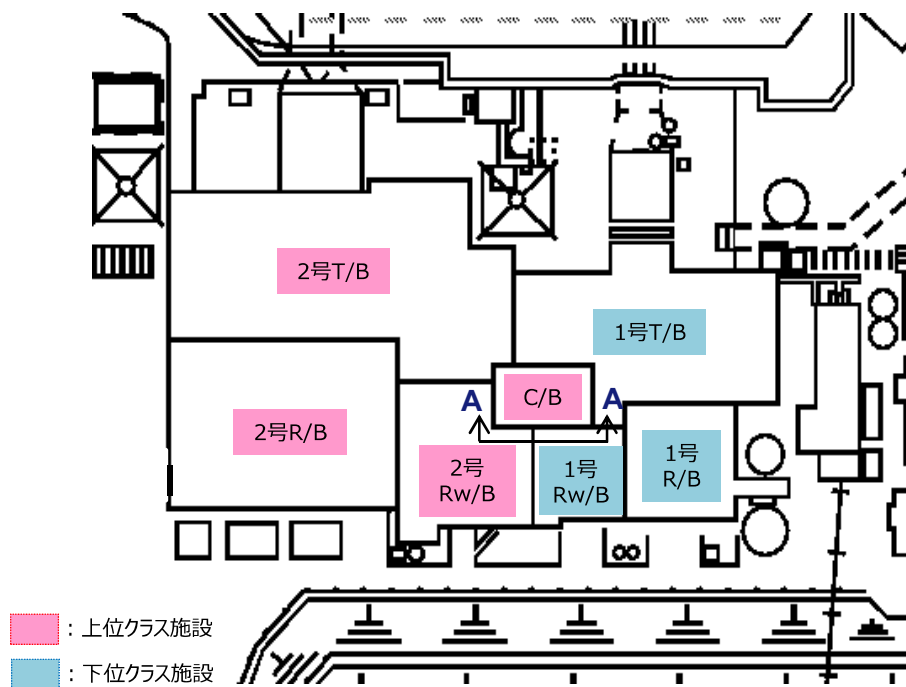
(2)建物の相対変位による影響

a. 具体的な検討事象

上位クラス施設と下位クラス施設の建物の相対変位による隣接した上位クラス施設への衝突

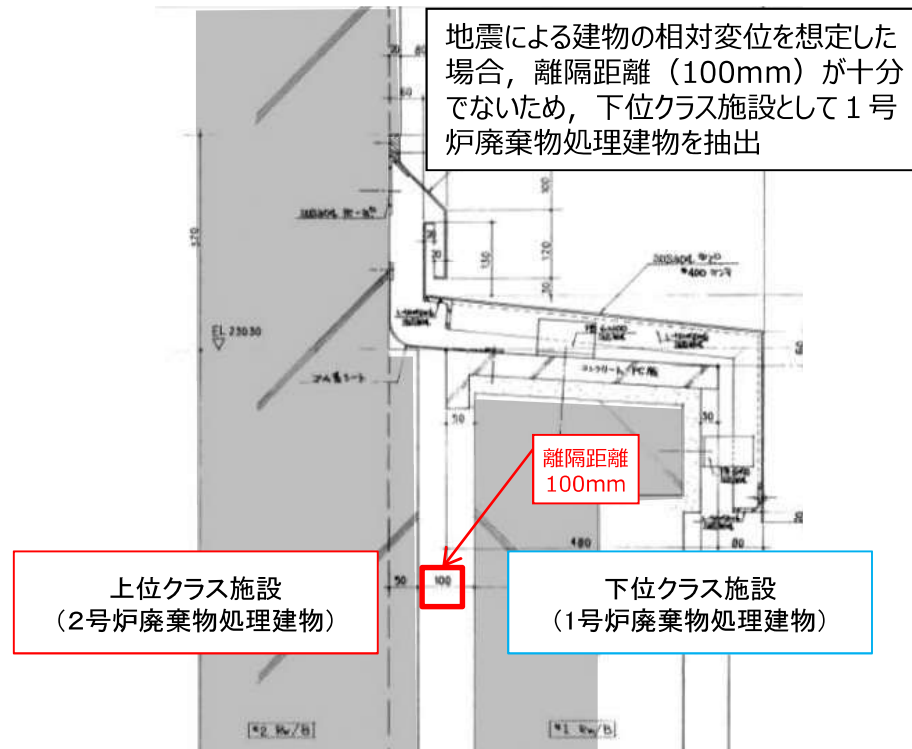
b. 下位クラス施設の抽出方法

地震による建物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。



■ : 上位クラス施設
■ : 下位クラス施設

主要建物の配置図



A-A断面図

下位クラス施設の抽出の具体例 (2号炉本館周辺)

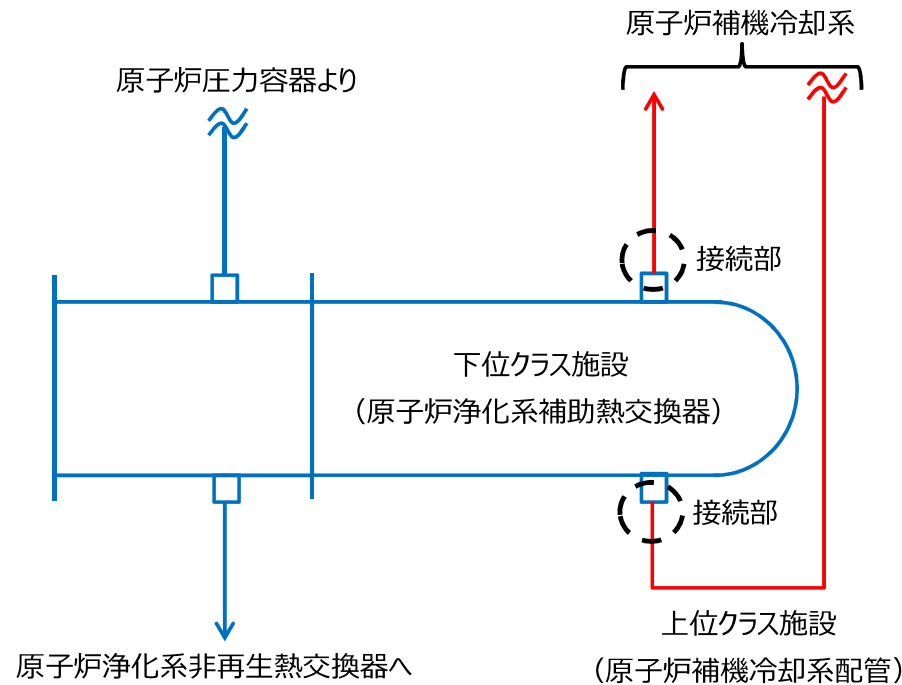
② 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

a. 具体的な検討事象

- ・接続する下位クラス施設の損傷と隔離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

b. 下位クラス施設の抽出方法

- ・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。



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）

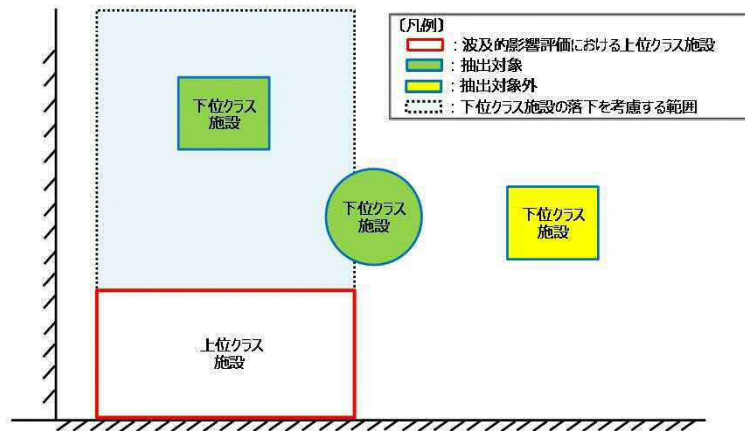
③,④ 建物内及び屋外における下位クラス施設の損傷, 転倒, 落下等による上位クラス施設への影響

a. 具体的な検討事象

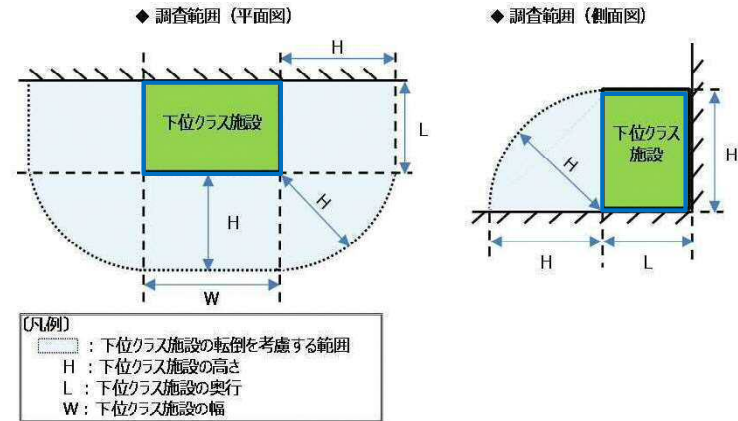
- ・ 下位クラス施設の落下に伴う上位クラス施設への衝突
- ・ 下位クラス施設の転倒に伴う上位クラス施設への衝突
- ・ 可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災
- ・ 水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水

b. 下位クラス施設の抽出方法

- ・ 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し, 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ない下位クラス施設を抽出する。
- ・ 下位クラス施設の損傷に伴う火災及び溢水については, 別途影響評価を実施する。



下位クラス施設の落下を想定した抽出方法



下位クラス施設の転倒を想定した抽出方法

・論点項目<18>

新たに設置する制震装置は島根原発に適用できるのか

単軸粘性ダンパを設置した取水槽ガントリークレーンの構造成立性の確認

- 単軸粘性ダンパは，取水槽ガントリークレーンのガーダと脚の間に設置する。
- 単軸粘性ダンパを設置する取水槽ガントリークレーンの地震応答解析を行い，ダンパ及び取付部を含めて構造成立性を確認した。脚において裕度が小さい部位が存在するが，当該部位は断面の補強を計画しており，詳細設計を反映して，追加の補強を検討する。



取水槽ガントリークレーンの外観（ダンパ設置前）



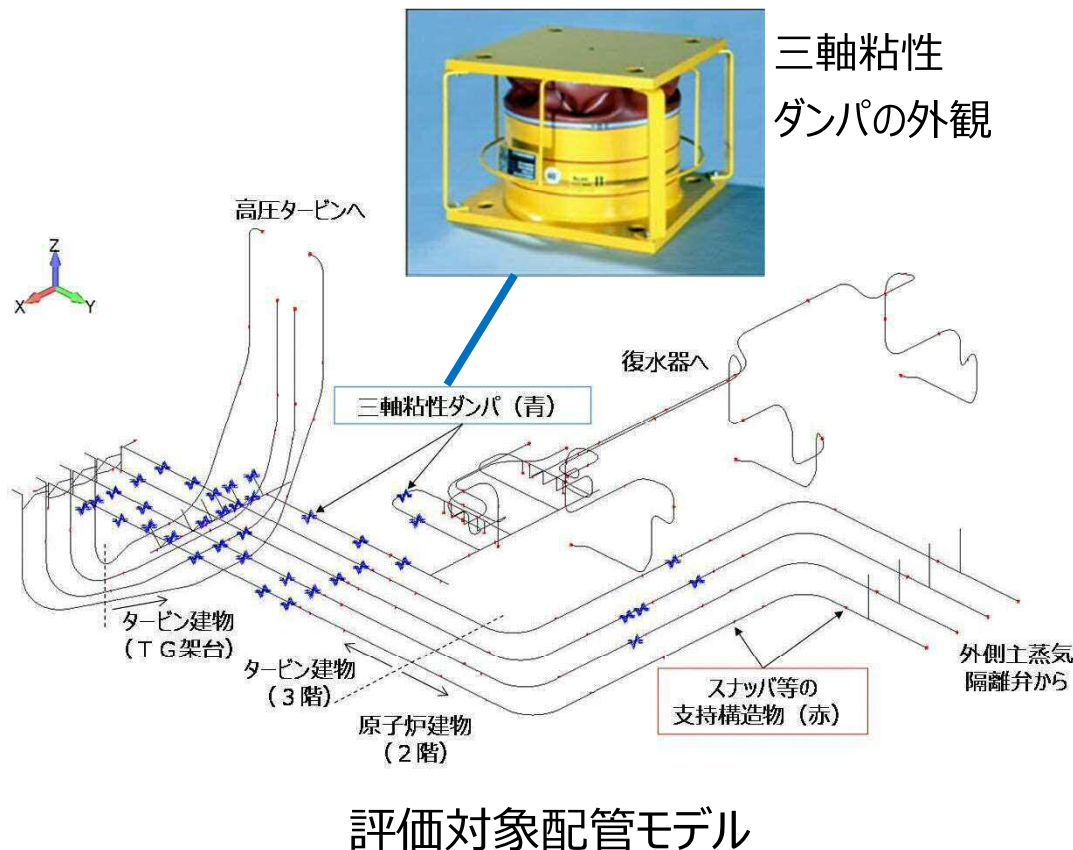
単軸粘性ダンパの外観（橋梁への設置例）

構造強度評価結果（概要）

評価部位		評価項目	発生値	許容限界
取水槽 ガントリー クレーン 本体	ガーダ	曲げ応力	111 (MPa)	280 (MPa)
	脚	組合せ応力 (垂直+せん断)	253 (MPa)	280 (MPa)
		組合せ応力 (曲げ+圧縮)	0.93 (-)	1 (-)
単軸粘性 ダンパ	本体	変位	41 (mm)	100 (mm)
		荷重	261 (kN)	300 (kN)
	ブレース	圧縮応力	18 (MPa)	74 (MPa)
	クレビス部 (ピン)	組合せ応力 (垂直+せん断)	309 (MPa)	651 (MPa)

三軸粘性ダンパを設置した配管系の構造成立性の確認

- 三軸粘性ダンパを37箇所設置する予定である主蒸気系配管の構造成立性を確認するため、以下に示す配管系の地震応答解析を実施した。
- ダンパ及び取付部を含めて配管系の構造成立性を確認した。



構造強度評価結果 (概要)

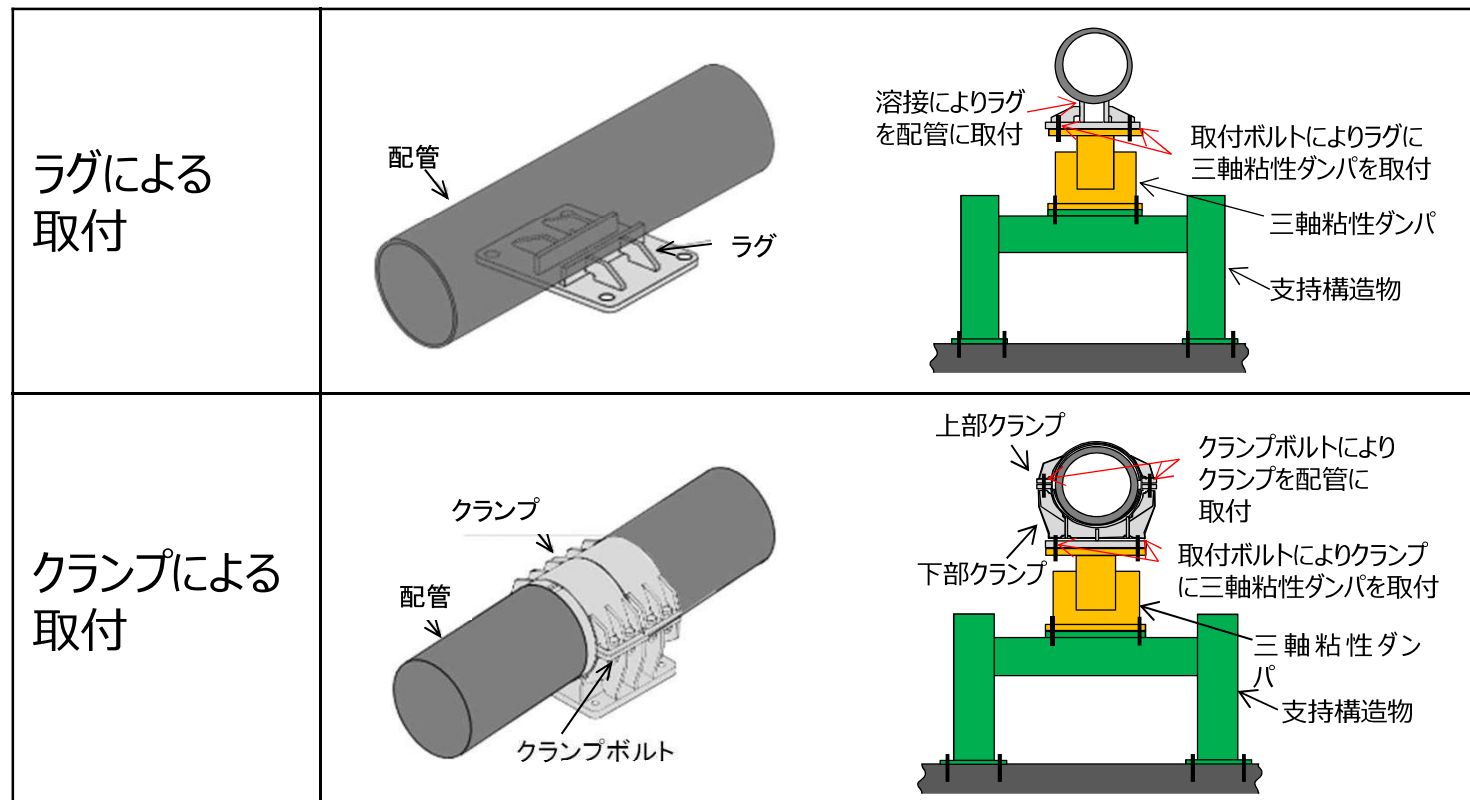
配管		
評価項目	発生値	許容限界
一次応力	122(MPa)	377(MPa)
一次+二次応力	163(MPa)	406(MPa)

取付部 (クランプ)		
評価項目	発生値	許容限界
最大荷重	水平	117(kN)
	鉛直	36(kN)
		156(kN)
		140(kN)

三軸粘性ダンパ		
評価項目	発生値	許容限界
最大荷重	水平	117(kN)
	鉛直	36(kN)
		350(kN)
		140(kN)

三軸粘性ダンパの配置成立性および海外実績等

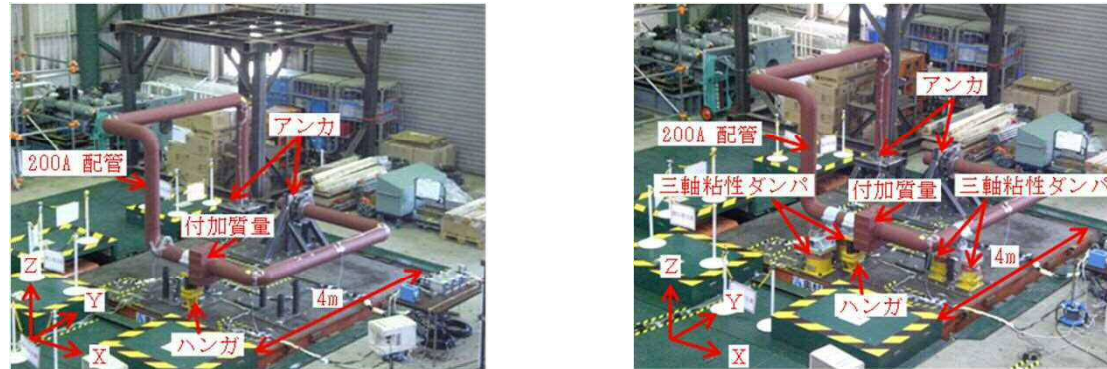
- 三軸粘性ダンパは、配管への取付方法としてラグ又はクランプを選択可能であり、配管の上部及び下部のいずれの位置にも設置することができる。設置スペース、干渉物、施工性等を考慮して現場状況に応じた取付が可能であり、配置計画の成立性に問題はない。
- 三軸粘性ダンパは、原子力発電所に用いることができる制震装置としてASME Boiler and Pressure Vessel Code に記載されており、海外の原子力発電所において振動対策及び地震対策として設置実績がある。



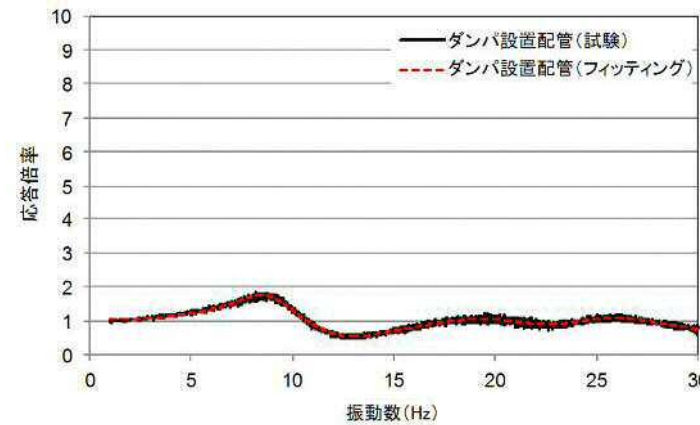
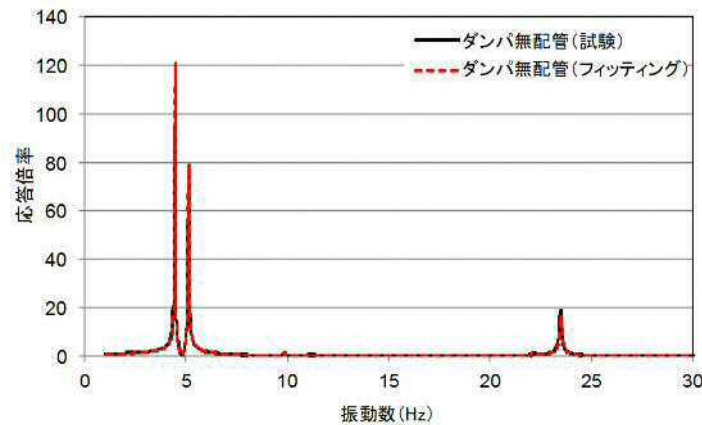
三軸粘性ダンパの取付方法

三軸粘性ダンパを設置した配管系の加振試験

- 配管系に三軸粘性ダンパを設置した場合の効果を検証するため、三軸粘性ダンパを設置した配管系と設置しない配管系の2種類の試験体を用いて加振試験を実施した。
- 三軸粘性ダンパを設置することにより、配管系の地震応答低減に有効であることが確認された。



配管系試験体（左：ダンパなし，右：ダンパ設置）



代表エルボ部での振動伝達特性（左：ダンパなし，右：ダンパ設置）

単軸粘性ダンパ及び三軸粘性ダンパの適用性・減衰性能に係る検討項目の整理

- 単軸粘性ダンパ及び三軸粘性ダンパの性能試験及びモデル化にあたって、減衰性能への影響の検討を要する項目を「免震構造の審査手引きの提案（平成26年1月）独立行政法人原子力安全基盤機構」を参照して抽出した。
- 単軸粘性ダンパ及び三軸粘性ダンパの適用性・減衰性能について、必要な検討項目が網羅されており、耐震評価方法として妥当であることを以下のとおり確認した。
 - ✓ 既工認実績のある制震装置との差異に着目し、機器・配管系への適用性や減衰性能への影響の観点から検討を要する項目を整理した結果、追加の検討項目は抽出されず、必要な検討が行われていることを確認した。
 - ✓ 制震装置を設置する場合の耐震評価方法について、原子炉施設の耐震設計の体系及び新規制基準適合性審査の実績を踏まえて重点的に検討すべき事項を抽出し、耐震評価方法において考慮していることを確認するため、「耐震設計に係る工認審査ガイド（最終改正 平成29年11月15日、原規技発第1711152号）」に基づき、耐震評価方法の設定にあたって必要な検討を実施していることを確認した。

・論点項目<19>

繰り返し地震や、事故が発生した後に起きる地震は
考慮されているか

Sクラス施設の弾性設計用地震動 S_d による耐震設計

- 安全機能を有するSクラスの施設の耐震設計において、基準地震動 S_s に対する安全機能保持を確実にするために弾性設計用地震動 S_d を設定し、 S_d による地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。
- これにより S_d 相当の地震が繰り返し起きてもSクラス施設の安全機能を損なわないことを確認している。

島根原子力発電所2号炉耐震設計の基本方針について
第701回審査会合（平成31年4月9日）資料1-1-1より抜粋

- ✓ Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）は、基準地震動 S_s による地震力に対して、安全機能が保持できるように設計するとともに、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性範囲で耐えられる設計とする。

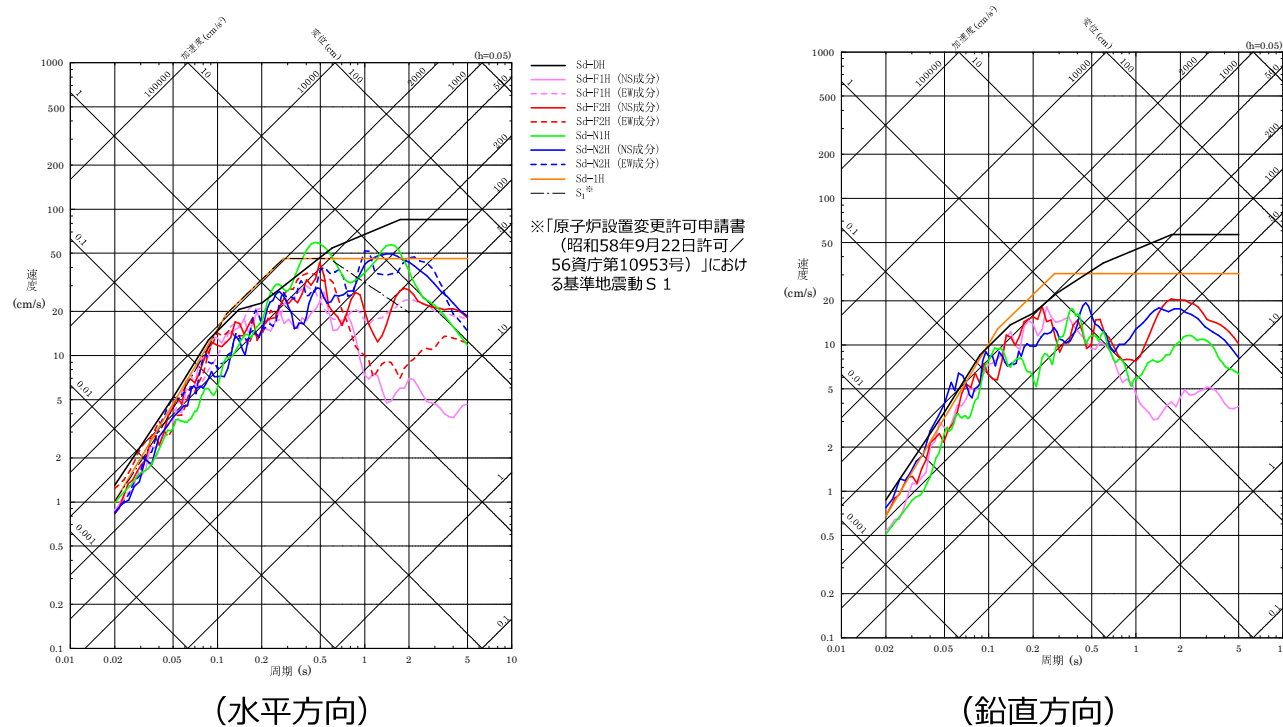
弾性設計用地震動 S d の設定

- 弾性設計用地震動 S d は、設置許可基準規則及び審査ガイドの要求事項に従って、基準地震動 S s との応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないよう基準地震動 S s に係数0.5を乗じて設定する。

なお、係数0.5は、工学的判断として、発電用原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が0.5程度であるという知見を踏まえて設定した。

【S d - D, F 1, F 2, N 1, N 2】

- また、基準地震動 S 1 の果たしてきた役割を踏まえ、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日 原子力安全委員会決定、平成13年3月29日 一部改訂）」における基準地震動 S 1 の応答スペクトルを概ね下回らないよう配慮した地震動も S d として設定する。【S d - 1】

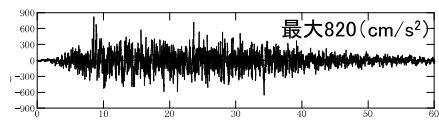
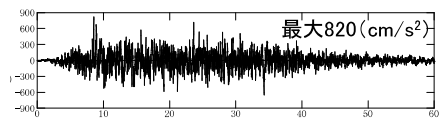
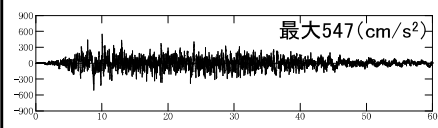
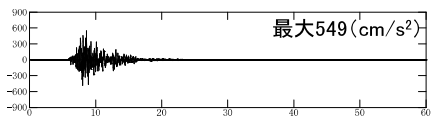
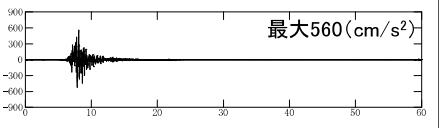
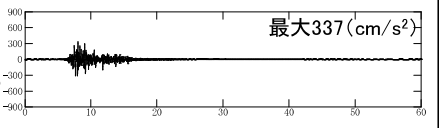
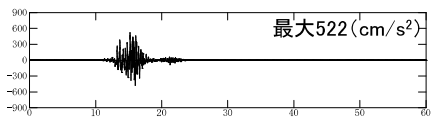
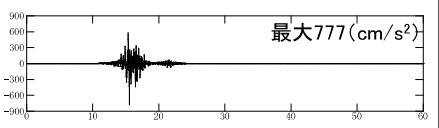
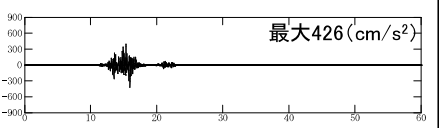
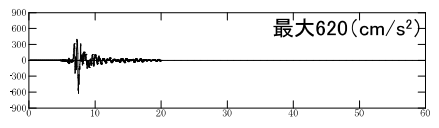
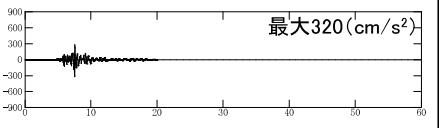
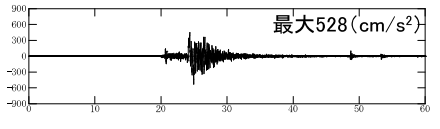
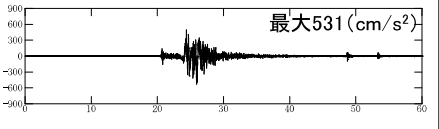
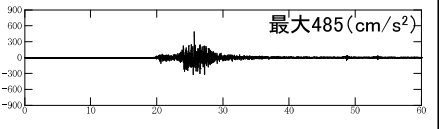


弾性設計用地震動 S d の応答スペクトル

繰り返し地震に対する基準地震動 S_s の保守性 (1)

- 応答スペクトル手法に基づき策定した基準地震動 $S_s - D$ は、継続時間を60秒で設定している。一方、震源が敷地に近い宍道断層による地震の断層モデル手法を用いた地震動評価に基づき策定した基準地震動 $S_s - F_1$, F_2 , 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 $S_s - N_1$, N_2 の継続時間は最大でも約20秒程度である。
- したがって、 $S_s - D$ は他の基準地震動 S_s の複数回分に相当する継続時間となっており、地震の繰り返しを考慮しても一定の保守性を有する。

基準地震動 S s の加速度時刻歴波形

基準地震動		水平方向 (NS成分)	水平方向 (EW成分)	鉛直方向
S s - D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 〔応答スペクトル手法による基準地震動〕			
S s - F 1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 断層モデル手法による基準地震動 〔穴道断層による地震の中越中地震の短周期レベルの不確かさ破壊開始点5〕			
S s - F 2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 断層モデル手法による基準地震動 〔穴道断層による地震の中越中地震の短周期レベルの不確かさ破壊開始点6〕			
S s - N 1	震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 〔2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の検討結果に保守性を考慮した地震動〕			
S s - N 2	震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 〔2000年鳥取県西部地震の賀祥ダム(監査廊)の観測記録〕			

※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形 [縦軸：加速度 (cm/s²) , 横軸：時間 (s)]

地震による荷重と運転時，事故時荷重との組合せの方針（1）

地震による荷重は，通常運転時，運転時の異常な過渡変化時及び事故時の荷重並びに設計上考慮すべき自然条件の荷重と適切に組み合わせて評価する。なお，この組合せの考え方はJEAG4601・補-1984に従う。

1. 設計基準対象施設

a. 建物・構築物

(a) Sクラス

- Ⅰ. 地震力と常時作用している荷重及び運転時（通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重とを組み合わせる。
- Ⅱ. 常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力を組み合わせる。

(b) B, Cクラス

常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。

b. 機器・配管系

(a) Sクラス

- Ⅰ. 通常運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
- Ⅱ. 運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
- Ⅲ. 運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても，いったん事故が発生した場合，長時間継続する事象による荷重はその事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ適切な地震力と組み合わせる。

(b) B, Cクラス

通常運転時の状態で施設に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重と動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。

2. 重大事故等対処施設

a. 建物・構築物

(a) 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物

イ. 常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

ロ. 常時作用している荷重，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれがある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

ハ. 常時作用している荷重，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれがない事象による荷重は，その事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ，適切な地震力(基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震力)と組み合わせる。

(b) 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設
常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

地震による荷重と運転時，事故時荷重との組合せの方針（3）

b. 機器・配管系

- (a) 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設
 - イ. 通常運転時の状態で作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
 - ロ. 運転時の異常な過渡変化時の状態，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
 - ハ. 運転時の異常な過渡変化時の状態，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれがない事象による荷重は，その事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ，適切な地震力（基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震力）と組み合わせる。
- (b) 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設
通常運転時の状態又は運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重と動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

S A施設の耐震設計における重大事故と地震の組合せ（1）

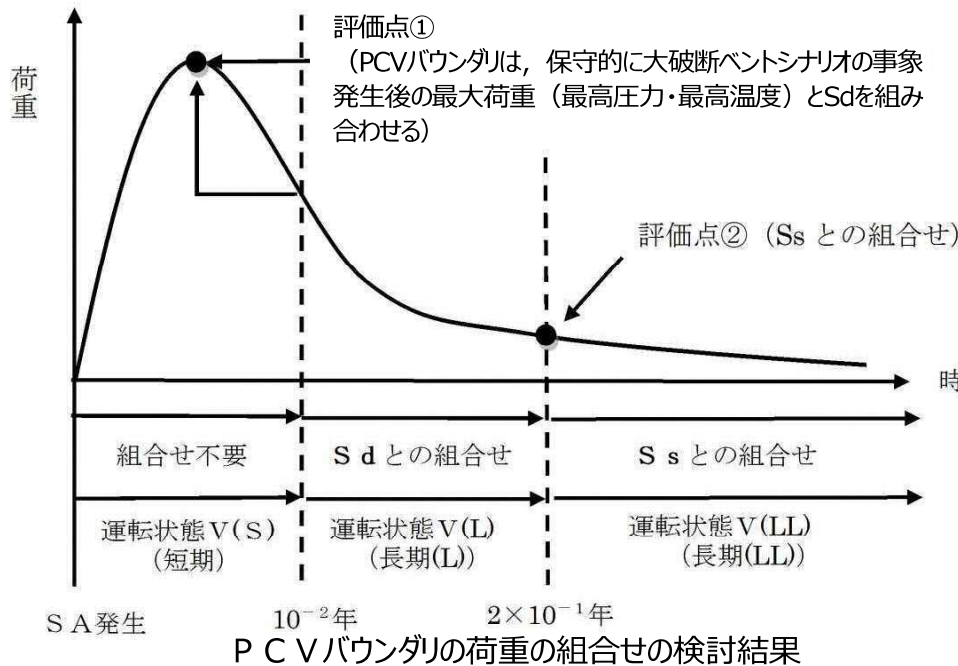
- 従来の運転状態Ⅰ～Ⅳに加え，S A時の運転状態として，運転状態V(S)，運転状態V(L)及び運転状態V(LL)を定義する。
- 基準地震動Ss相当の地震に対して，運転状態Vは地震によって引き起こされるおそれのない「地震の独立事象」として扱い，運転状態Vと地震力とを組み合わせる。
- 重大事故等対処施設を原子炉格納容器バウンダリを構成する設備（以下「PCVバウンダリ」という。），原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する設備（以下「RPVバウンダリ」という。）及びそれ以外の全般施設（建物・構築物を含む）に分類し，施設分類毎に，S A事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し，SA時の運転状態と地震の組合せを検討する。
- 施設分類のうちPCVバウンダリでは，S A事象発生以降の最大荷重（圧力，温度）と弾性設計用地震動Sdを組み合わせる。
- 格納容器（サプレッション・チェンバを含む）内の水位条件としては，格納容器内の保有水量が最大となる状態を組み合わせることとし，状態の継続時間を考慮して，Sdと組み合わせる水位条件を設定する。

重大事故と地震の組合せの検討結果（原子炉格納容器バウンダリを構成する設備の例）

事故シーケンス	重大事故等の発生確率	地震動の発生確率		荷重の組合せを考慮する判断目安	組合せの目安となる継続時間
		弾性設計用地震動 S d	基準地震動 S s		
全ての S A	10 ⁻⁴ /炉年※1	弾性設計用地震動 S d	10 ⁻² /年以下※2	10 ⁻⁸ /炉年以上	10 ⁻² 年以上
		基準地震動 S s	5×10 ⁻⁴ /年以下※2		2×10 ⁻¹ 年以上

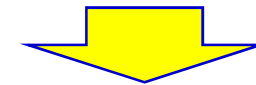
※1：原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について」に記載されている炉心損傷頻度の性能目標値を踏まえ、重大事故等の発生確率を10⁻⁴/炉年とした。

※2：J E A G 4 6 0 1・補-1984に記載されている地震動S₂, S₁の発生確率を S s , S d に読み替えた。



【P C VバウンダリのSAの発生確率，地震動の超過確率に関する考察】

- ・SAの発生確率は，個別プラントの炉心損傷頻度を用いず，炉心損傷頻度の性能目標値である10⁻⁴/炉年を適用している。
- ・地震ハザード解析結果から得られる年超過確率を参照し，地震動の年超過確率としてJ E A G 4 6 0 1・補-1984に記載の発生確率を用いている。



事象の進展によっては，SA発生後における最大荷重の発生タイミングが遅くなる可能性があることから，SA発生後の最大荷重とSdによる地震力を組み合わせる。

- ・SA短期荷重と地震動との組合せは不要
- ・SA発生後の最大荷重とSdの組合せを考慮
- ・SA長期荷重(LL)とSsの組合せを考慮

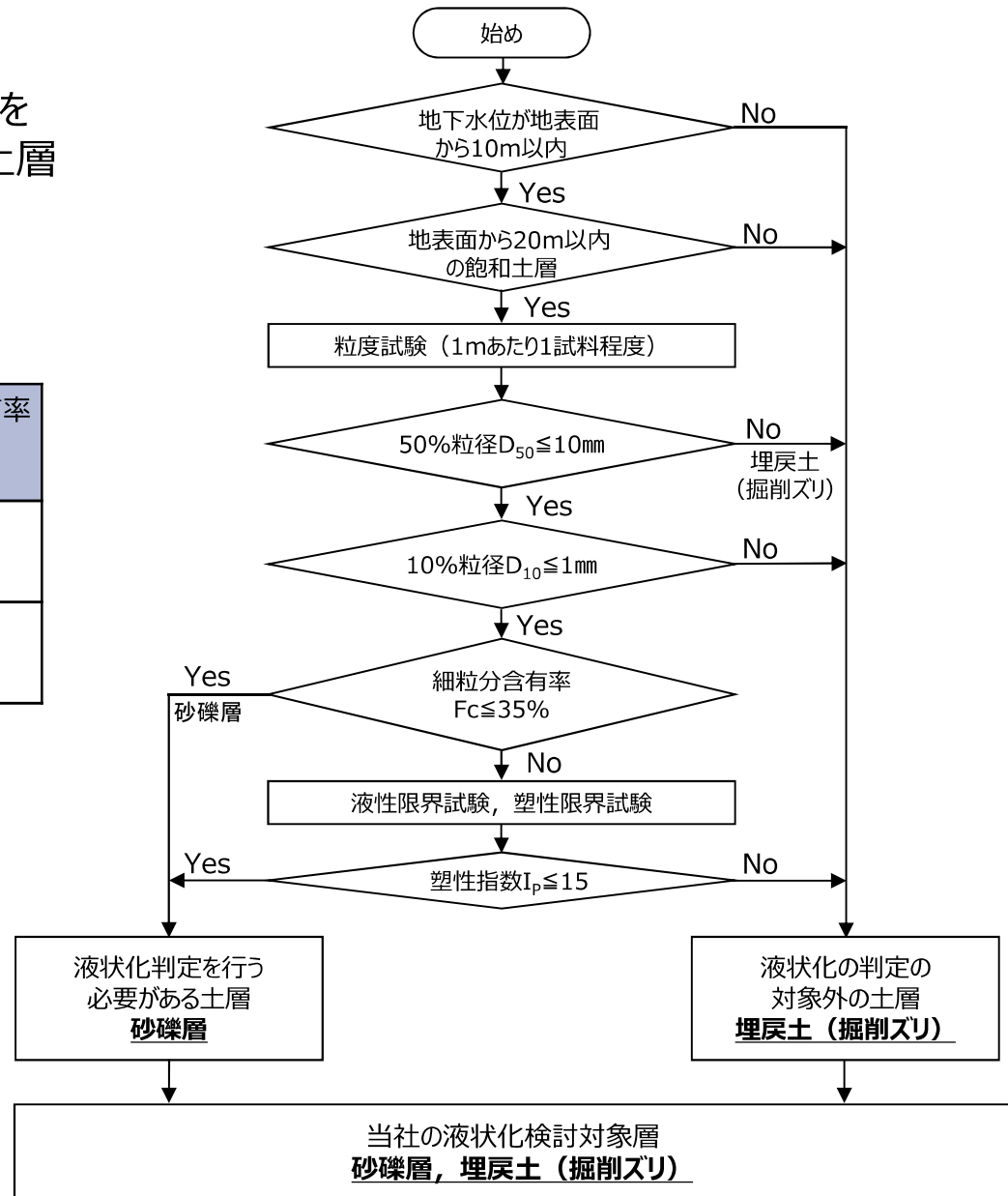
・論点項目<20>

地震に伴う地面の液状化による重要設備への
影響は考慮されているか

1. 液状化評価対象層の抽出結果(道路橋示方書)

- 道路橋示方書に基づき液状化評価対象層を抽出した。液状化の判定を行う必要がある土層は砂礫層のみである。

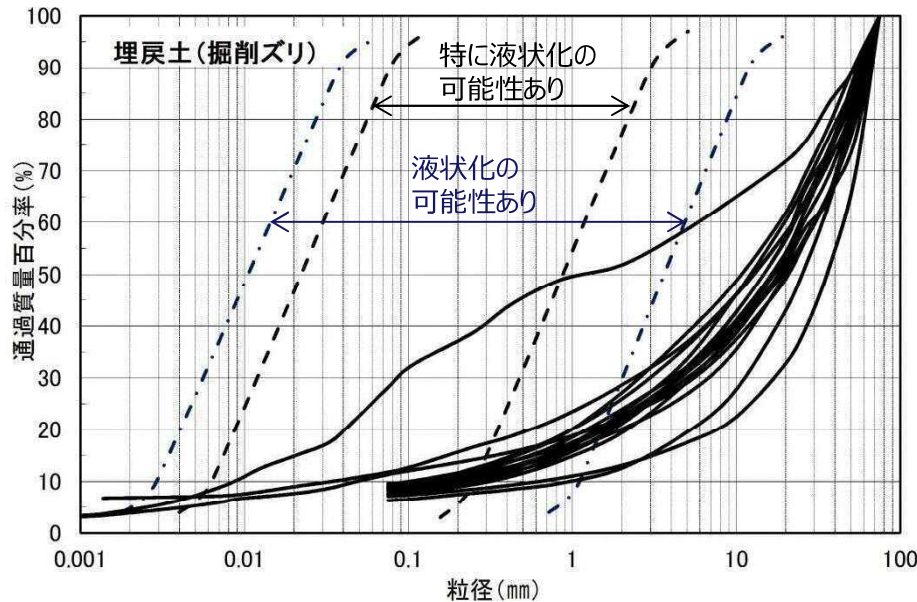
地層名	50%粒径 (平均) (mm)	10%粒径 (平均) (mm)	細粒分含有率 (平均) (%)
埋戻土 (掘削スリ)	16.5	-	-
砂礫層	9.1	0.0651	15.6



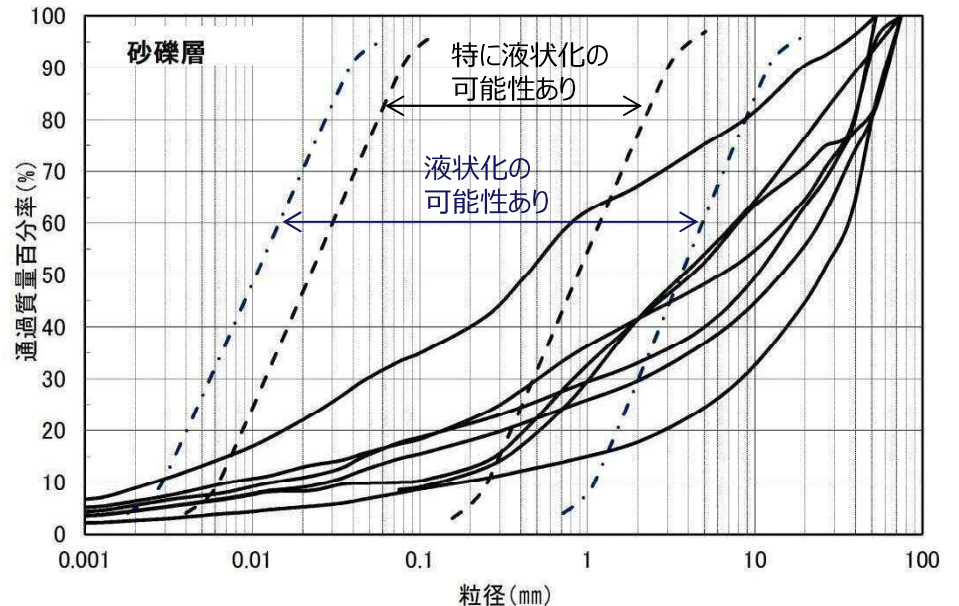
液状化評価の対象層の抽出結果
道路橋示方書・同解説 (V耐震設計編)
((社) 日本道路協会, H24.3)

1. 液状化評価対象層の抽出結果(港湾基準)

- 港湾基準に基づき液状化評価対象層を抽出した。粒径加積曲線が「液状化の可能性あり」の範囲内に含まれないため、液状化の判定を行う必要がある土層はない。



埋戻土(掘削ズリ)の粒度による液状化判定

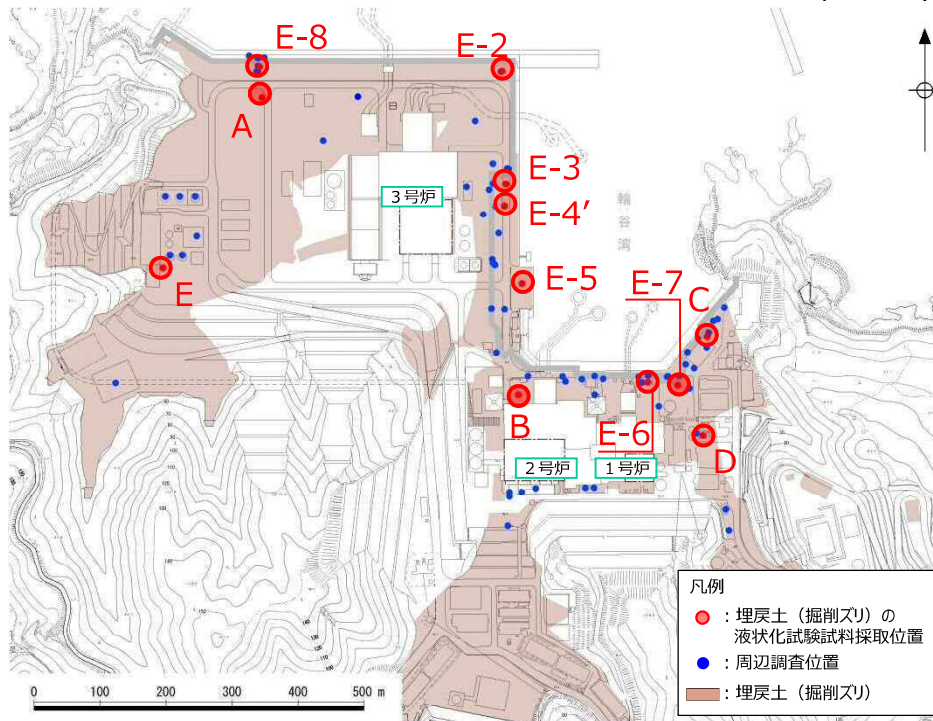


砂礫層の粒度による液状化判定

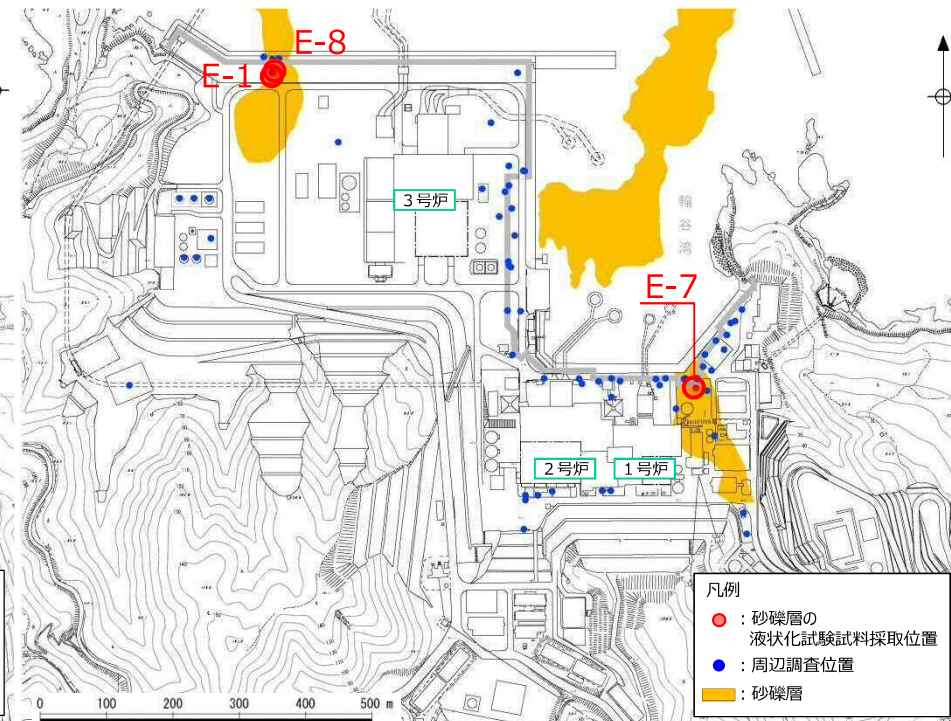
港湾の施設の技術上の基準・同解説
(社)日本港湾協会, H19

2. 液状化試験の実施

- 被覆層の分布状況，道路橋示方書及び港湾基準に基づく液状化評価対象層の抽出結果を踏まえ，保守的に埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層を液状化評価対象層とし，埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の分布状況から以下のとおり地点を選定し，試料を採取して液状化試験を実施する。
- 埋戻土（掘削ズリ）は3号炉西側から1,2号炉東側に広く分布している。このうち，地下水位以下で埋戻土（掘削ズリ）が厚く分布している護岸法線に沿った地点を広範囲に選定し，ロータリー式三重管サンプラーにより試料採取した（E-2～E-8）。なお，埋戻土（掘削ズリ）に対する液状化試験の位置及びデータ数について，代表性・網羅性の確保及び保守的な液状化強度の設定の観点から，これまで液状化試験データが得られていない位置を選定し，表層試料採取を追加実施した（A～E）。
- 砂礫層は局所的に分布していることから，分布箇所である3号炉北側西端及び1,2号炉北側東端の地点を選定し，ロータリー式三重管サンプラーにより試料採取した（E-1，E-7，E-8）。



液状化試験試料採取位置（埋戻土（掘削ズリ））



液状化試験試料採取位置（砂礫層）

3. 液状化試験結果

- 埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の液状化試験は、土の繰返し非排水三軸試験方法（JGS 0541）に準拠し実施した。液状化試験を行った試料の結果の一部を示す。
- 試験結果は過剰間隙水圧比が上昇・下降を繰返し、上昇時に1.0に近づき（0.95を上回り）、せん断ひずみは緩やかに上昇する。また、有効応力は保持している、若しくは減少するがせん断変形時の正のダイレイタンシー特性により回復した。一方、E-4'地点及びD地点では過剰間隙水圧比が0.95を上回らなかった。
- これらの状況から、埋戻土（掘削ズリ）は非液状化または繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）、砂礫層は繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）であると判断した。

液状化試験結果（埋戻土（掘削ズリ））

	E-2	E-3	E-4'	E-5	E-6	E-7	E-8	A	B	C	D	E
	埋戻土（掘削ズリ）											
試料番号	S2-10	S3-9-2※2	S4-6	S5-1	S6-3※2	S7-3①	S8-2※2	A①	B①	C②	D①	E①
過剰間隙水圧比95%を超えない。※1	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	○	×
有効応力がゼロまで低下しない。	×	○	○	○	×	○	×	×	×	×	○	×
液体状となり流動しない。（ひずみが急増しない。）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
正のダイレイタンシー特性によりせん断抵抗が作用する。（有効応力が回復する。）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現象の整理	サイクリックモビリティ	繰返し軟化	非液状化	繰返し軟化	サイクリックモビリティ	繰返し軟化	サイクリックモビリティ	サイクリックモビリティ	サイクリックモビリティ	サイクリックモビリティ	非液状化	サイクリックモビリティ

液状化試験結果（砂礫層）

	E-1	E-7	E-8
	砂礫層		
試料番号	S1-23-3②	S7-16②	S8-24①
過剰間隙水圧比95%を超えない。※1	×	×	×
有効応力がゼロまで低下しない。	○	×	×
液体状となり流動しない。（ひずみが急増しない。）	○	○	○
正のダイレイタンシー特性によりせん断抵抗が作用する。（有効応力が回復する。）	○	○	○
現象の整理	繰返し軟化	サイクリックモビリティ	サイクリックモビリティ

※1: JGS 0541-2009において過剰間隙水圧比0.95を液状化の目安としている。

※2: 供試体直径の1/5を超える礫を含む一部の供試体についても試験を実施し、液状化判定の参考とした。

【参考】用語の定義

- レベル2 地震動による液状化研究小委員会活動成果報告書（土木学会，H15）では，地盤の液状化及びそれに関連する事象の定義として，以下のように記載されている。

【液状化】

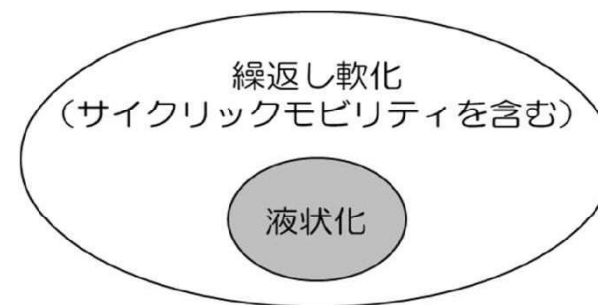
地震の繰返しせん断力などによって，飽和した砂や砂礫などの緩い非粘性土からなる地盤内での間隙水圧が上昇・蓄積し，有効応力がゼロまで低下し液体状となり，その後地盤の流動を伴う現象。

【サイクリックモビリティ】

繰返し载荷において土が「繰返し軟化」する過程で，限られたひずみ範囲ではせん断抵抗が小さくなっても，ひずみが大きく成長しようとする時，正のダイレイタンシー特性のためにせん断抵抗が急激に作用し，せん断ひずみの成長に歯止めがかかる現象。主に，密な砂や礫質土，過圧密粘土のように正のダイレイタンシー特性が著しい土において顕著に現れる。

【繰返し軟化】

繰返し载荷による間隙水圧上昇と剛性低下によりせん断ひずみが発生し，それが繰返し回数とともに徐々に増大するが，土の持つダイレイタンシー特性や粘性のためにひずみは有限の大きさにとどまり，大きなひずみ範囲にいたるまでの流動は起きない。



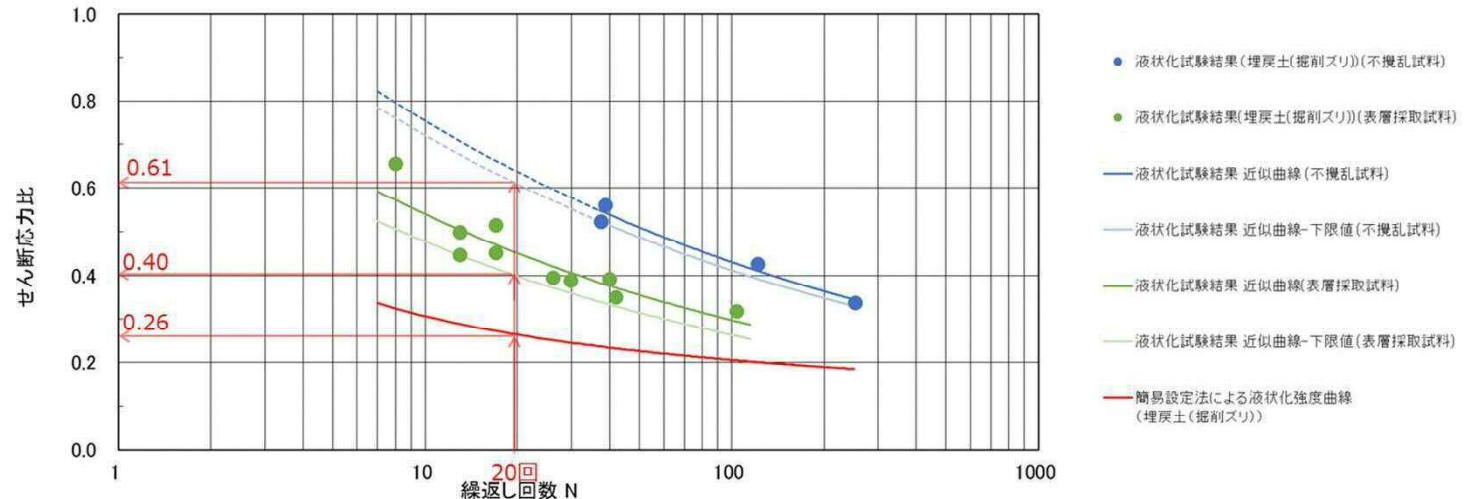
繰返し载荷による地盤の状態

4. 液状化強度特性の設定方針

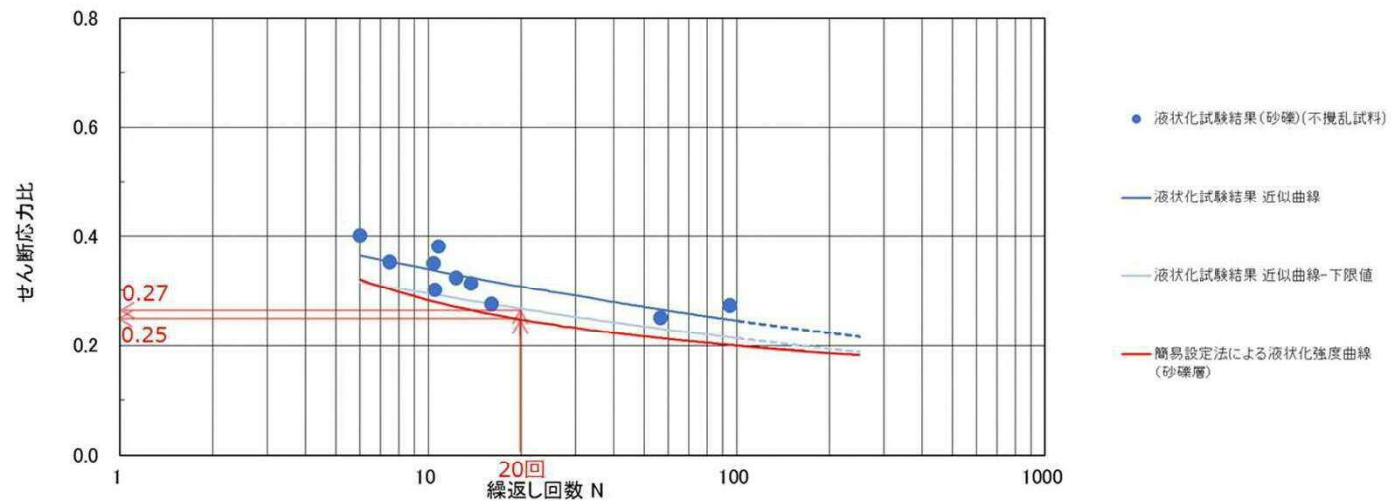
- 液状化試験結果より、液状化を示す土層はないが、繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）、若しくは非液状化となる土層（埋戻土（掘削ズリ）、砂礫層）については、念のため液状化強度特性を設定し、保守的に構造物への影響評価を実施する。
- 各土層での液状化強度特性は、液状化試験を踏まえ、港湾基準に基づく詳細な計算例をまとめた設計事例集に準拠し、有効応力解析（FLIP）の簡易設定法により設定する。（簡易設定法は、液状化強度比 R_L と相関が高いN値、有効上載圧及び細粒分含有率を用いて有効応力解析（FLIP）の解析理論に則った液状化強度特性を設定することができる。）
- 簡易設定法により設定された液状化強度特性は、液状化試験結果下限値の液状化強度特性よりも保守的であることを確認する。

5. 設計で使用する液状化強度曲線

■ 設計で使用する液状化強度曲線は，液状化試験結果よりも保守的に設定した。



簡易設定法及び液状化試験結果による液状化強度曲線の比較（埋戻土（掘削ズリ））



簡易設定法及び液状化試験結果による液状化強度曲線の比較（砂礫層）

6. 液状化検討対象施設の選定

■ 液状化検討対象施設を選定した結果（例）を以下に示す。

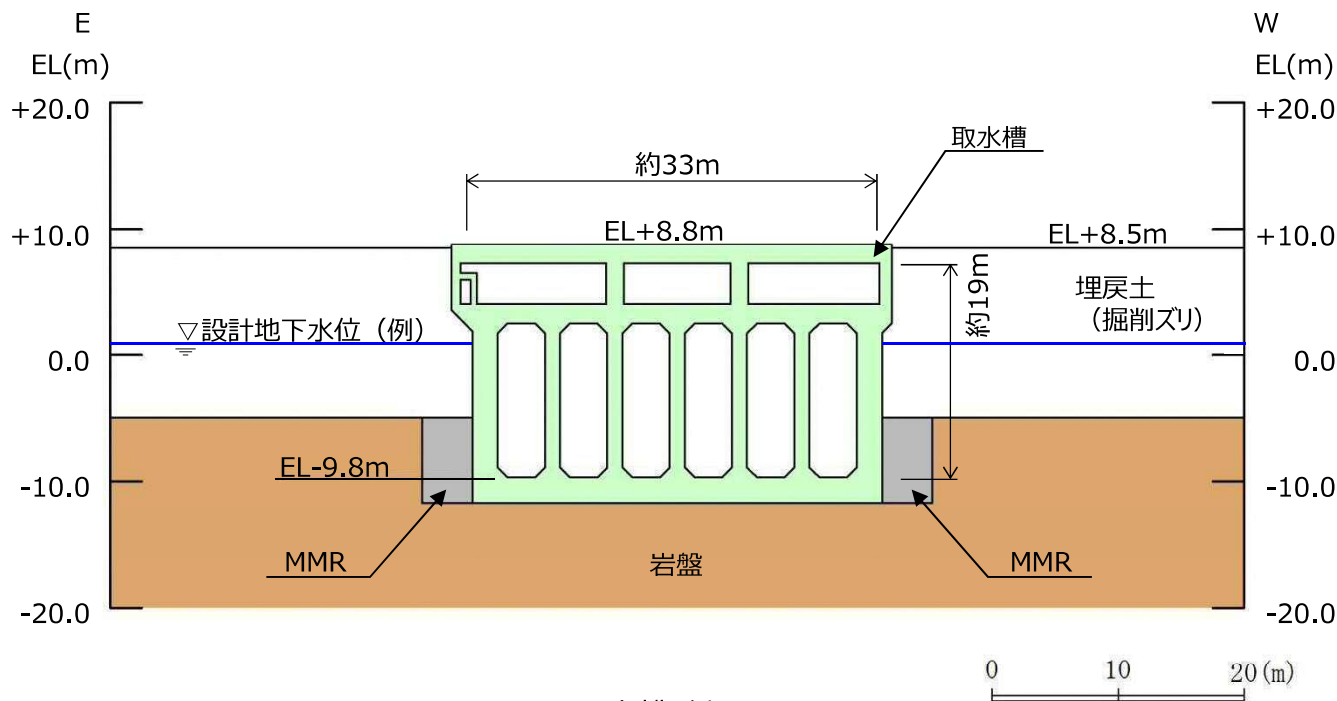
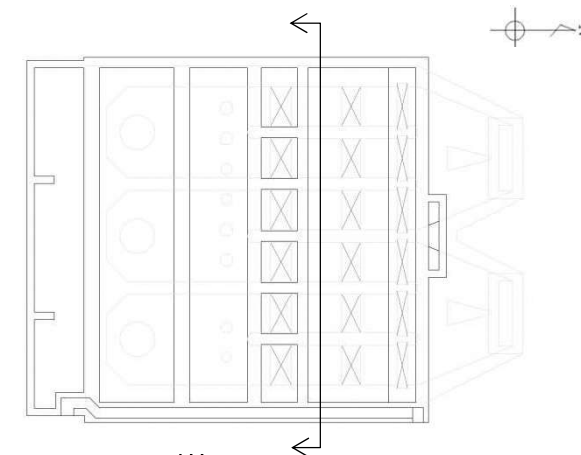
液状化検討対象施設の選定結果（例）

施設分類	施設名称	項目			液状化検討対象施設※ ○：対象 ×：対象外	
		①施設が岩盤中に設置されている	②施設周辺の地下水位が十分に低い			
設計基準対象施設	建物, 構築物	原子炉建物	No	Yes	設計条件保持のため地下水位低下設備を設置することから, 施設周辺の地下水位が十分に低い。	×
		タービン建物	No	Yes	設計条件保持のため地下水位低下設備を設置することから, 施設周辺の地下水位が十分に低い。	×
		廃棄物処理建物	No	Yes	設計条件保持のため地下水位低下設備を設置することから, 施設周辺の地下水位が十分に低い。	×
		制御室建物	No	Yes	設計条件保持のため地下水位低下設備を設置することから, 施設周辺の地下水位が十分に低い。	×
		排気筒	No	Yes	設計条件保持のため地下水位低下設備を設置することから, 施設周辺の地下水位が十分に低い。	×
	屋外重要土木構築物	取水槽	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		ディーゼル燃料貯蔵タンク基礎	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		屋外配管ダクト (ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
	津波防護施設	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		防波壁 (波返重力擁壁)	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		1号炉取水槽流路縮小工	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
		防波扉 (防波壁通路防波扉)	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
	重大事故等対処施設	第1ベントフィルタ格納槽	No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽		No	No	施設に接する高さに地下水位を設定する。	○	
緊急時対策所建物		No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設底版より低い。	×	
緊急時対策所用燃料地下タンク		No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設底版より低い。	×	
ガスタービン発電機建物		No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設底版より低い。	×	
ガスタービン発電機用軽油タンク基礎		No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設底版より低い。	×	
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)		No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設底版より低い。	×	

※ 詳細設計段階で実施する地下水位低下設備を考慮した浸透流解析の結果を踏まえ、改めて液状化検討対象施設の選定を行う。

【参考】液状化検討対象施設(例)

- 取水槽の設置状況を以下に示す。
- 取水槽は岩盤上に設置されており、周辺はMMR及び埋戻土（掘削ズリ）が分布している。



・論点項目<21>

新たに設置する地下水位低下設備の機能及び耐震性は考慮されているか

1. 地下水位低下設備の基準適合上の位置付け(1)

【既工認における地下水位設定の考え方】

- 原子炉建物等の主要建物直下及びその周囲には地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備（既設）※を設置しており、建物・構築物（原子炉建物等）については、揚圧力低減のため地下水位低下設備（既設）の機能に期待した地下水位を設定していた。
- 一方、屋外重要土木構造物（取水槽及び屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））は、施設護岸に近傍しており、施設護岸が基礎捨石上に設置された構造物であるため、地下水位を朔望平均満潮位H.W.L.（既工認時EL+0.3m）と設定していた。

【地下水位上昇の影響要因】

- 従来、地下水は山から海へ向かう一方向の流動場が形成されていたが、津波防護施設として防波壁の設置及び地盤改良を実施したことにより、地下水の流れが遮断される等、流動場が変化する可能性がある。
- 防波壁設置後の地下水位を観測した結果、1、2号機エリアの地下水位低下設備（既設）周辺及び高台の地下水位については、大きな変化がないものの、3号機北側施設護岸周辺（改良地盤）の地下水位は若干上昇する傾向が認められる。
- 以上を踏まえ、地下水位低下設備（既設）の有無による建物・構築物等への影響を検討し、基準適合上の位置付けを整理する。

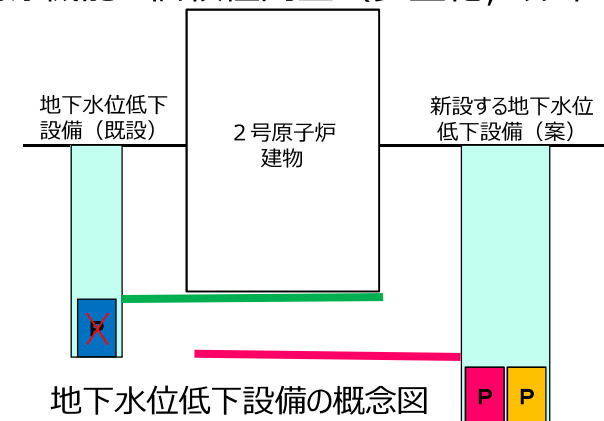
※地下水位低下設備（既設）は、集水機能（ドレーン：サブドレーン、集水管及び接続柵）、支持機能（揚水井戸：サブドレーンピット）、排水機能（揚水ポンプ及び配管）、監視制御機能（制御盤及び水位計）及び電源機能（電源）を有する設備である。

1. 地下水位低下設備の基準適合上の位置付け(2)

【地下水位低下設備の基準適合上の位置付け】

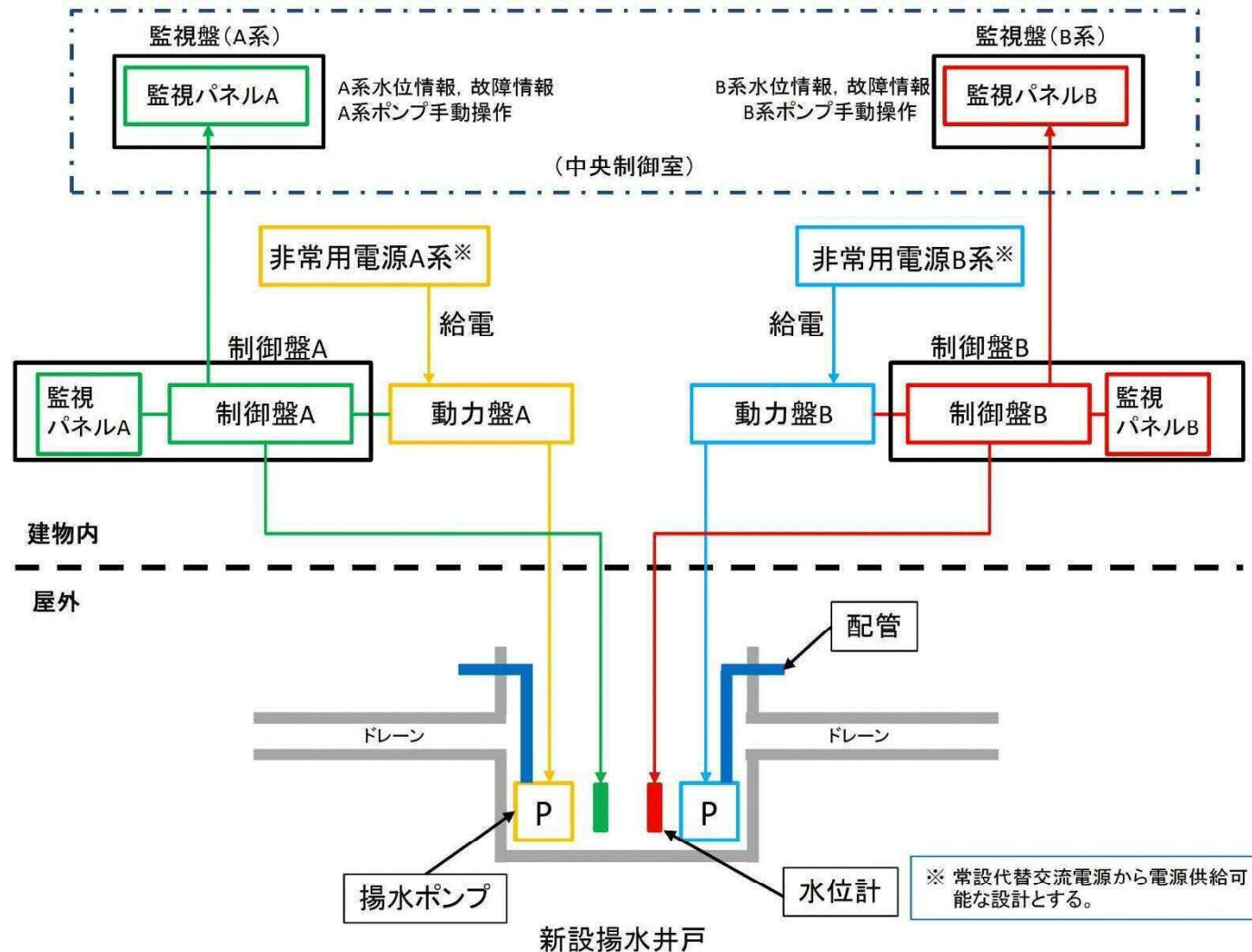
- 地下水位低下設備（既設）の有無による建物・構築物等への影響を検討した結果は以下のとおり。
 - 第3条第2項における液状化影響低減のため、地下水位低下設備（既設）の機能に期待する施設は、建物・構築物のうち原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒である。
 - 第4条（第39条）における揚圧力低減のため、地下水位低下設備（既設）の機能に期待する施設は、建物・構築物のうち原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒である。
 - 地下水位低下設備（既設）の機能に期待する基礎地盤・周辺斜面、屋外重要土木構造物、津波防護施設、重大事故等対処施設及び保管場所・アクセスルートはない。
- 一方で、地下水位低下設備（既設）については、ドレーン（サブドレーン、集水管及び接続柵）の直接的な確認ができない等から、保守管理性が低い設備である。
- 以上を踏まえ、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒に作用する揚圧力、及び液状化影響の低減を目的として、信頼性（耐久性・耐震性・保守管理性）を満足する地下水位低下設備※を新設する。
- また、設置許可基準規則第3条第2項及び第4条(第39条)への適合に当たり、原子炉建物等の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから、地下水位低下設備を設計基準対象施設（Cクラス：Ss機能維持）として位置付ける。
- なお、地下水位低下設備は安全施設に該当しないが、設備の重要性を考慮し、耐震性（Ss機能維持）を確保するとともに、故障要因等を整理した上で、排水機能、監視・制御機能及び電源機能の信頼性向上（多重化、非常用電源確保、復旧用可搬ポンプの準備等）を図る。

※地下水位低下設備は、地下水位低下設備（既設）のドレーンより低い位置で集水し、かつ地下水位低下設備（既設）から独立した設備とする。
 なお、配置及び構造については、詳細設計段階で確定する。



2. 地下水位低下設備の信頼性向上を考慮した設備構成(1)

- 地下水位低下設備の電源系, 監視・制御系の系統構成概要を下図に示す。井戸における揚水ポンプ, 水位計, 現場における監視・制御系, 中央制御室の監視盤及び非常用電源からの電源供給については信頼性の向上を考慮した設計とする。

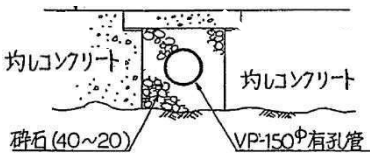
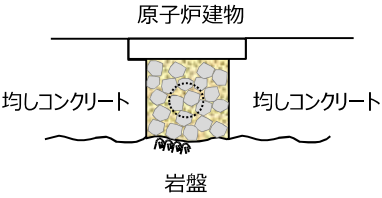

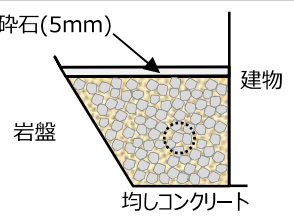
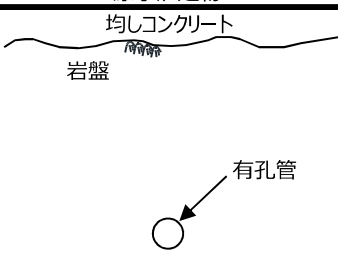


地下水位低下設備の系統構成概要図

2. 地下水位低下設備の信頼性向上を考慮した設備構成(2)

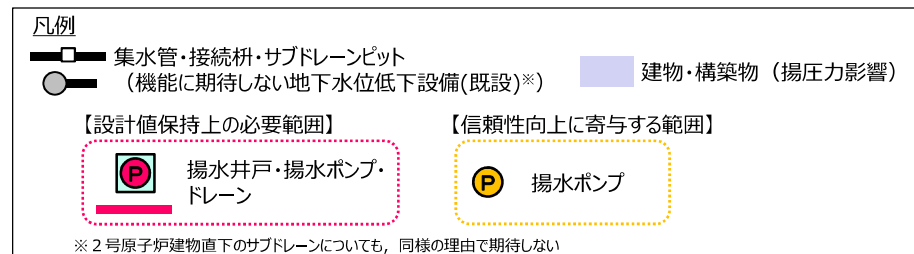
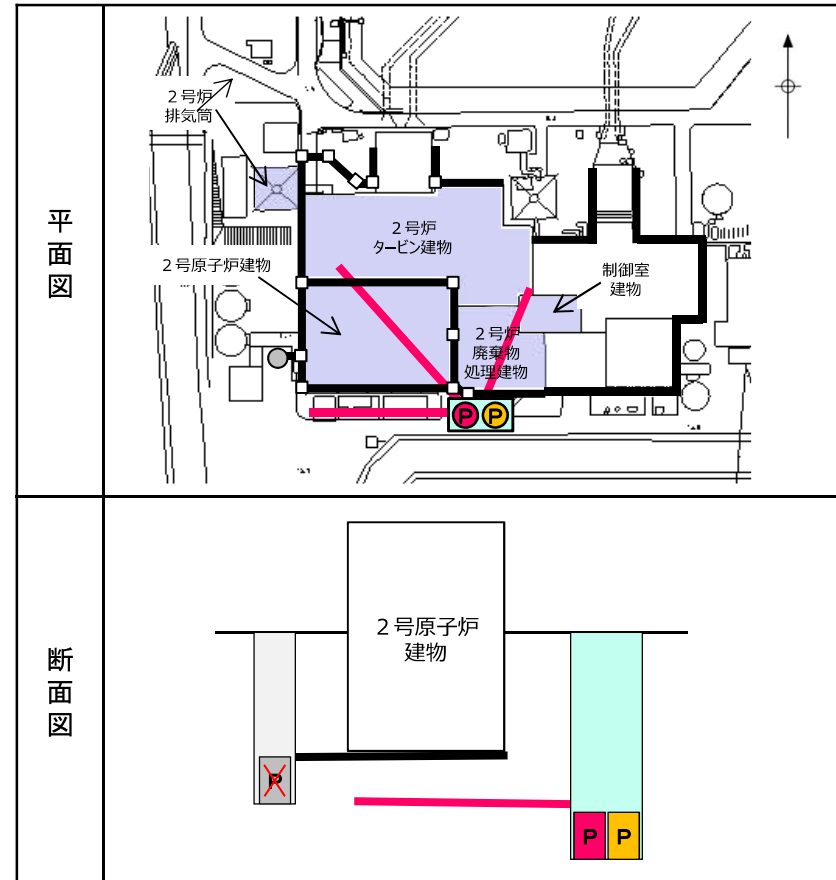
- ドレーンの状態に対応したパターンと各観点の評価の見通し,並びに浸透流解析上の取扱いについて整理した。
- 既設のドレーンは碎石及び土砂が流入して集水機能が低下した状態とする。また,新設のドレーンは,要求機能として通水性を確保するため,信頼性(耐久性・耐震性・保守管理性)を満足するものを設置する。

ドレーンの状態に対応したパターンと浸透流解析上の取扱い

ドレーンの種類	各観点に対する評価			浸透流解析上の扱い
	耐久性	耐震性	保守管理性	
<p>既設(サブドレーン)</p> 	○	△	×	<p>原子炉建物</p> 
<p>既設(集水管)</p> 		<p>既設のドレーンは岩盤や構造物に囲まれた範囲に設置していることから,基準地震動Ssに対して損傷しないと判断しているが,万が一,土砂による通水面積の減少が発生した場合,確実に土砂を除去できないとして評価する。</p>	<p>•直接的な確認ができない。 •万が一,土砂による通水面積の減少が発生した場合,確実に土砂を除去できない。</p>	<p>碎石(5mm)</p> 
<p>新設(ドレーン) (例:有孔管)</p>	○	○	○	<p>原子炉建物</p> 

2. 地下水位低下設備の信頼性向上を考慮した設備構成(3)

- 主要建物周辺に新たに設置する地下水位低下設備の配置例及び構成例を右図に示す。
- これは、早期に影響が現れる揚圧力影響(設置許可基準規則第4条)の低減に着目した建物・構築物(原子炉建物, タービン建物, 廃棄物処理建物, 制御室建物及び排気筒)に対し, 設置許可基準規則条文適合上必要な集・排水機能の範囲を示したものであり, 設計値保持上の必要範囲(■)と, 信頼性向上に寄与する範囲(■)にて構成される。
- また, 揚水ポンプの故障を想定し, 同等の排水能力を有する揚水ポンプを設置することにより多重化した。
- なお, 右図は揚圧力影響(設置許可基準規則第4条)の低減に着目した設備構成例であるが, 液状化, 揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないことを確認し, 機能に影響が及ぶ場合は適切な対策を講ずる設計とする。
- 詳細設計段階においては, 設計上の必要範囲が機能する場合の浸透流解析を実施し, 設計地下水位を設定する。
- なお, 地下水位低下設備は既設のドレーンより低い位置で集水し, かつ地下水位低下設備(既設)から独立した設備とする。揚水井戸及びドレーンの配置及び構造については, 詳細設計段階で確定する。

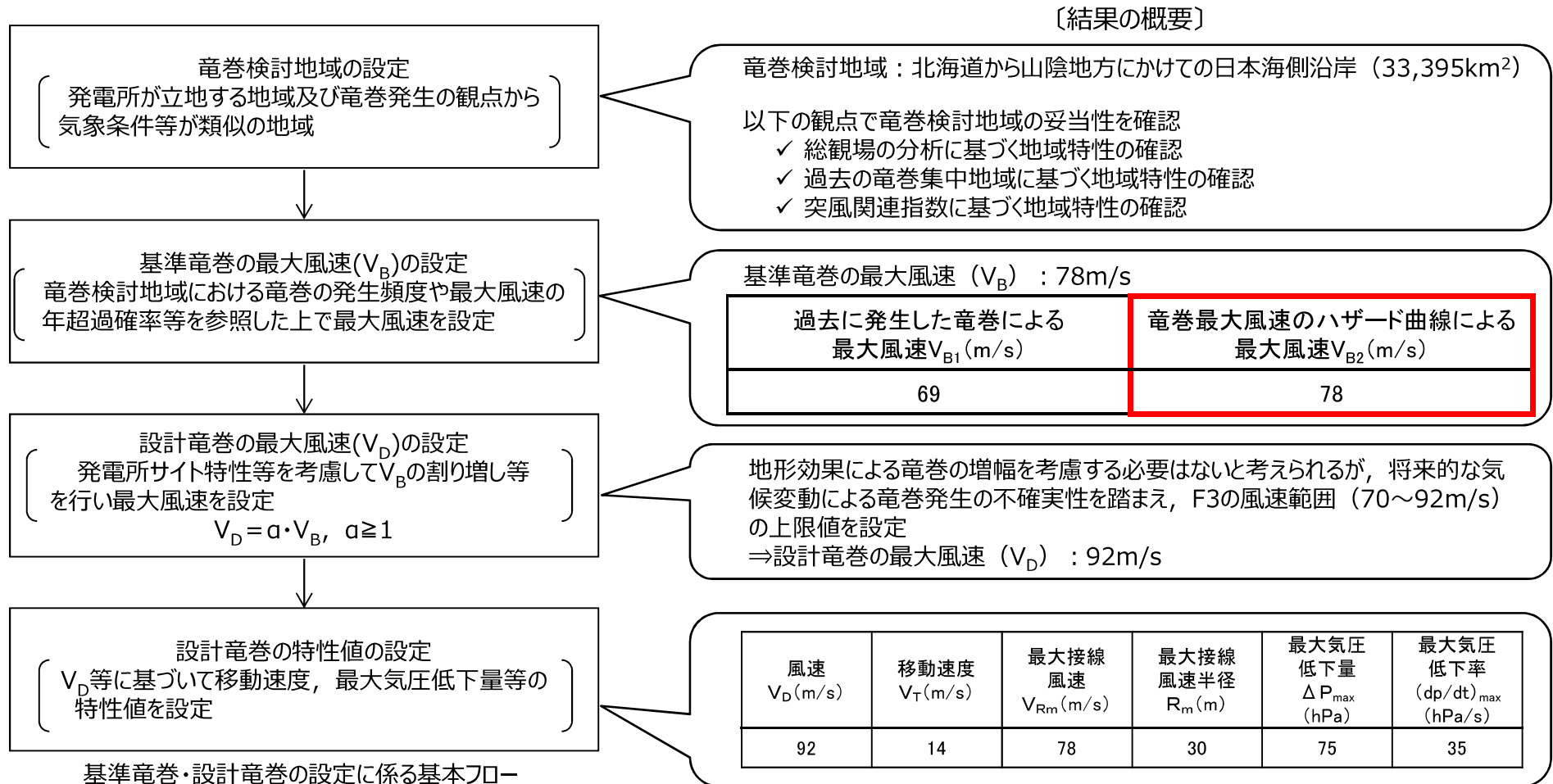


地下水位低下設備の配置例及び構成例

・論点項目<29>

原子力発電所敷地で想定する竜巻風速の
設定根拠は何か

基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー



- ※ 1 基準竜巻：設計対象施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、設計対象施設の安全性に影響を与えるおそれがある竜巻
- ※ 2 設計竜巻：原子力発電所が立地する地域の特長（地形効果による竜巻の増幅特性等）等を考慮して、科学的見地等から基準竜巻に対して最大風速の割り増し等を行った竜巻

基準竜巻の設定

●竜巻検討地域の設定

- ✓ 島根原子力発電所に対する竜巻検討地域について、ガイドを参考に、島根原子力発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で以下の検討を行い、日本海側沿岸（北海道から本州、各都道府県に含まれる島、離島を含む）の海岸線より海側5kmと陸側5kmの地域（面積：33,395km²）を竜巻検討地域に設定

- ①総観場の分析に基づく地域特性の確認
- ②過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認
- ③突風関連指数に基づく地域特性の確認

●過去に発生した竜巻による最大風速 V_{B1}

- ✓ 竜巻検討地域における過去最大竜巻は気象庁「竜巻等の突風データベース」によるとF2である
- ✓ F2における風速は50～69m/sであることから、風速範囲の上限値69m/sを V_{B1} と設定



竜巻検討地域における竜巻の観測記録（F1より大きい竜巻）

発生日時	発生場所	Fスケール※
1962年09月28日	北海道宗谷支庁東利尻町	(F2)
1971年10月17日	北海道留萌支庁羽幌町	(F2)
1974年10月03日	北海道檜山支庁奥尻郡奥尻町	(F1～F2)
1974年10月20日	北海道檜山支庁檜山郡上ノ国町	(F1～F2)
1975年05月31日	島根県簸川郡大社町	(F2)
1975年09月08日	北海道檜山支庁奥尻郡奥尻町	(F1～F2)
1979年11月02日	北海道渡島支庁松前郡松前町	(F2)
1989年03月16日	島根県簸川郡大社町	(F2)
1990年04月06日	石川県羽咋郡富来町	F2
1999年11月25日	秋田県八森町	(F1～F2)

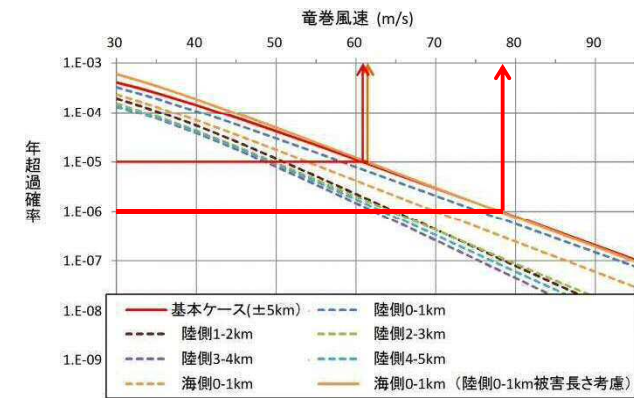
※ Fスケールは、ア)被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ)文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア)とイ)を区別し、イ)の場合には値を括弧で囲んでいる

基準竜巻・設計竜巻の設定

- 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{B2}
 - ✓ 竜巻検討地域全域及び竜巻検討地域を1kmごとに細分化（1km短冊）した場合のハザード曲線を算定した結果、 10^{-5} /年の風速値はそれぞれ61m/s、62m/sとなる
 - ✓ 竜巻ハザード曲線算出のためのデータの不確実性を踏まえ、参照する年超過確率を 10^{-5} から一桁下げた年超過確率 10^{-6} における風速とすると、陸側及び海側5km全域での評価、1km範囲ごとに細分化した評価ともに78m/sとなる
 - ✓ 以上より、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{B2} は78m/sと設定

- 基準竜巻の最大風速 V_B
 - ✓ V_{B1} 及び V_{B2} のうち、大きな風速を適用し78m/sを V_B と設定

- 設計竜巻の最大風速 V_D
 - ✓ 周辺地形や竜巻の移動方向を確認した結果、地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えられる
 - ✓ 一方、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、 V_B の値がF3の風速範囲（70～92m/s）にあることから設計竜巻の最大風速 V_D はF3の風速範囲の上限値92m/sと設定



竜巻最大風速のハザード評価

竜巻の最大風速の算定結果

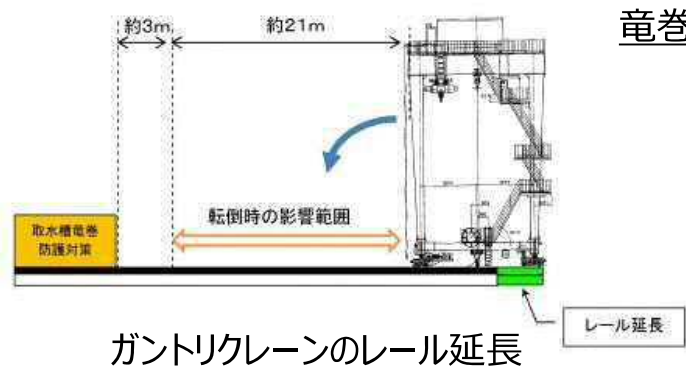
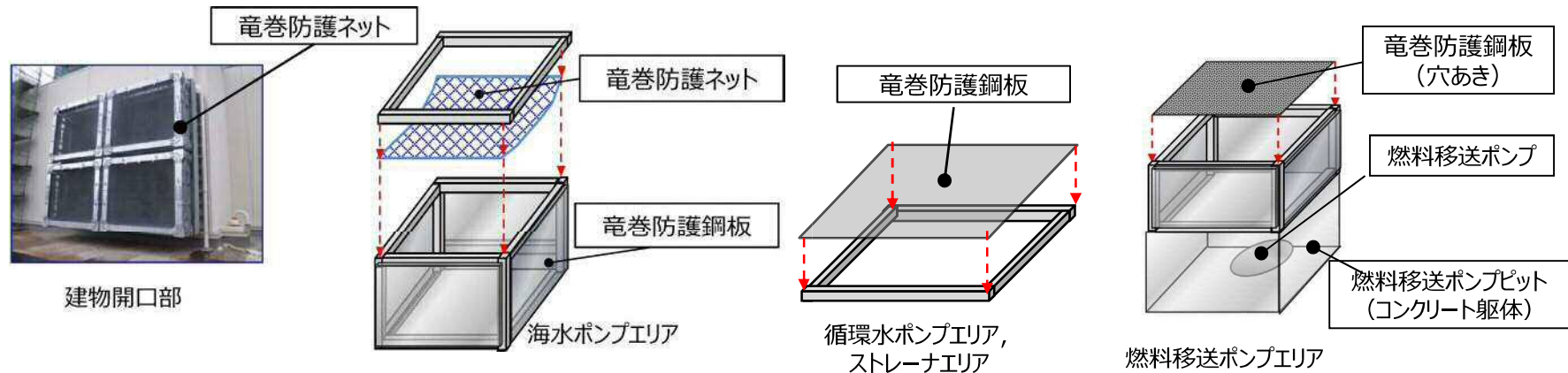
項目	最大風速
過去に発生した竜巻による最大風速 V_{B1}	69m/s
竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{B2}	78m/s
基準竜巻の最大風速 V_B	78m/s
設計竜巻の最大風速 V_D	92m/s

・論点項目<30>

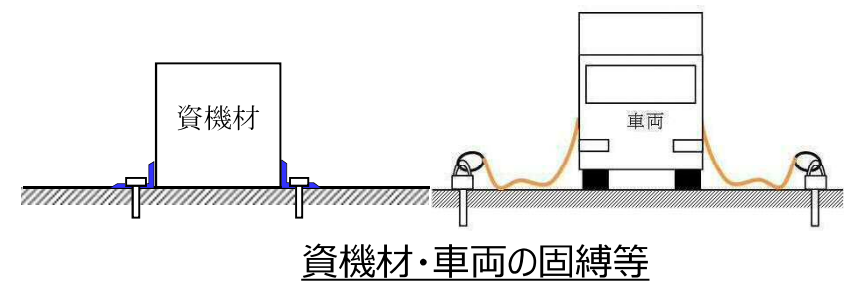
竜巻による重要設備への影響は考慮されているか

■ 竜巻防護対策として以下の対策を実施するため、竜巻による安全上重要な設備への影響はない。

- 建物開口部及び海水ポンプエリアへの竜巻防護ネット設置
- 海水ポンプエリア、循環水ポンプエリア、ストレナエリア及び燃料移送ポンプエリアへの竜巻防護鋼板設置
- 原子炉建物の扉を設計飛来物の貫通に耐え得る鋼製扉へリプレース
- ガントリクレーンのレール延長
- 設計飛来物より運動エネルギー及び貫通力が大きいもの（敷地内の資機材・車両等）に対する固縛等



竜巻防護ネット, 竜巻防護鋼板の設置



竜巻防護対策の概要図