

茨城県原子力安全対策委員会
東海第二発電所
安全性検討ワーキングチーム(第21回)
ご説明資料

委員からの指摘事項等を踏まえた論点及び 県民意見を踏まえた論点への説明

2022年7月29日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐ は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

防潮堤等の具体的な構造や設計情報，耐津波強度に係る評価及びその他の設計上の考慮について（地下水への影響，津波の繰り返しの襲来や漂流物，「黒い津波」に関する設計上の考慮等を含む）

【説明概要】

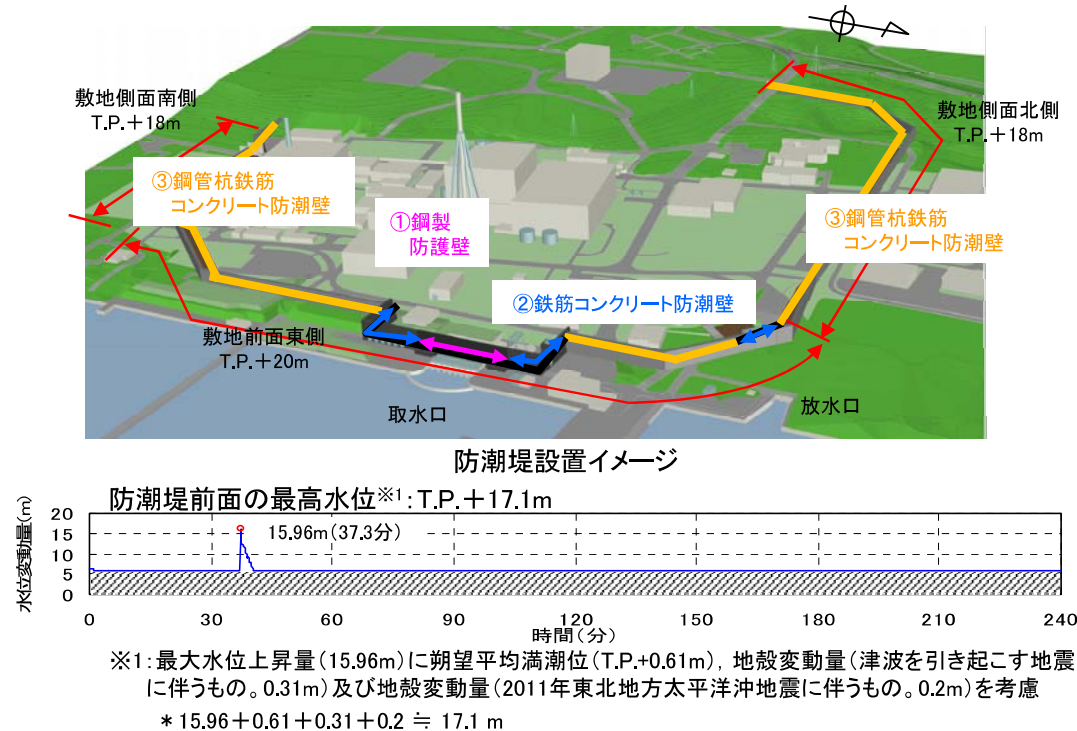
- ・ 防潮堤等の具体的な構造や設計情報を記載した。（1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報）
- ・ 防潮堤の耐津波強度に係る評価及びその他の設計上の考慮を明確にし，構造部材が津波時（津波の繰り返しの襲来や漂流物の衝突荷重を含む）及び余震との重畳時（強制的な液状化地盤を保守的に考慮）においても，許容限界（短期許容応力度）を満たしていることを確認した。（2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価）
- ・ 地下水位は観測結果から観測孔高さより0.74～13.67mの低い位置にあることを確認している。しかしながら，将来の防潮堤設置による地下水位上昇の可能性を踏まえ，地下水位を地表面に設定した設計としている。（2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価（3/9））
- ・ 東海第二発電所敷地の海岸地形は入り込んだ湾ではないこと，敷地前面の海底堆積物の大半は砂であること，発電所の港内は定期的に浚渫（しゅんせつ）を行い，堆積物を除去していること等から，黒い津波が発生する条件には該当しないことを確認した。（3. 東海第二発電所の津波発生状況（2011年3月11日））
- ・ 防潮堤の高さは，基準津波の高さより裕度を持った高さとしている。また，基準津波が回り込まないような範囲で設置する。（4. 防潮堤の高さ及び設置範囲）
- ・ 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の鋼管杭設置工事は，十分な作業エリアを確保して施工を行い，複数のパーティで同時並行作業も実施可能であることを確認している。（5. 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の施工）
- ・ 防潮堤内の排水は，観測記録の日最大降水量を上回るように雨水を排水できる設備としている。防潮堤の地下部を横断する場所には構内排水路逆流防止設備を設置している。（6. 防潮堤内の排水）

1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(1／8)

第10回ワーキングチーム
資料2-2 再掲



○ 地上部から敷地への津波の流入を防止するため、敷地を取り囲む形で防潮堤を設置



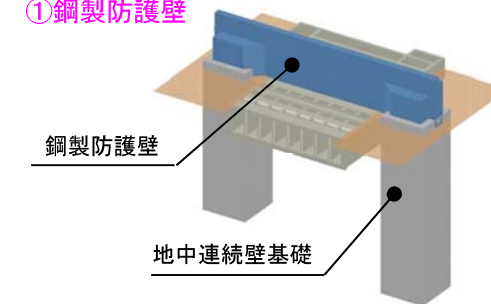
防潮堤前面の最高水位の時刻歴波形

敷地区分毎の入力津波高さ防潮堤高さ

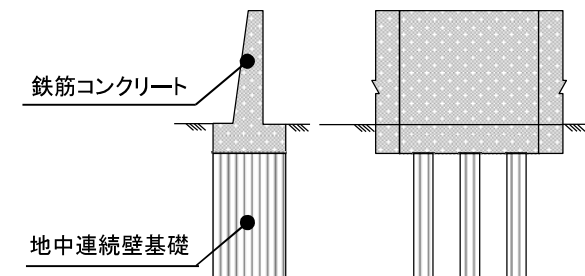
敷地区分	基準津波による防潮堤前面最高水位等(参考)	㊦. 津波高さの数値シミュレーション(地盤沈下の有無, 防波堤の有無を考慮し, 最も高い値を選定)	㊧. 入力津波高さの策定(㊦. に潮位のばらつき0.18m等を考慮)	防潮堤高さ(㊧. に対し余裕があることを確認)
敷地側面北側	T.P.+11.7m	T.P.+15.2m	T.P.+15.4m	T.P.+18m
敷地前面東側	T.P.+17.1m	T.P.+17.7m	T.P.+17.9m	T.P.+20m
敷地側面南側	T.P.+15.4m	T.P.+16.6m	T.P.+16.8m	T.P.+18m

論点No.32-2

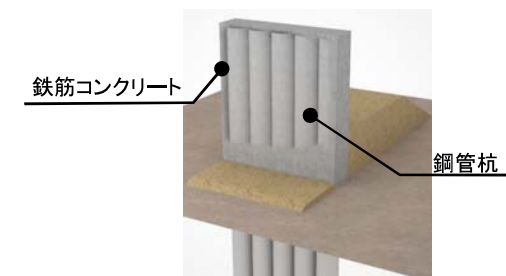
①鋼製防護壁



②鉄筋コンクリート防潮壁



③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



防潮堤の構造イメージ

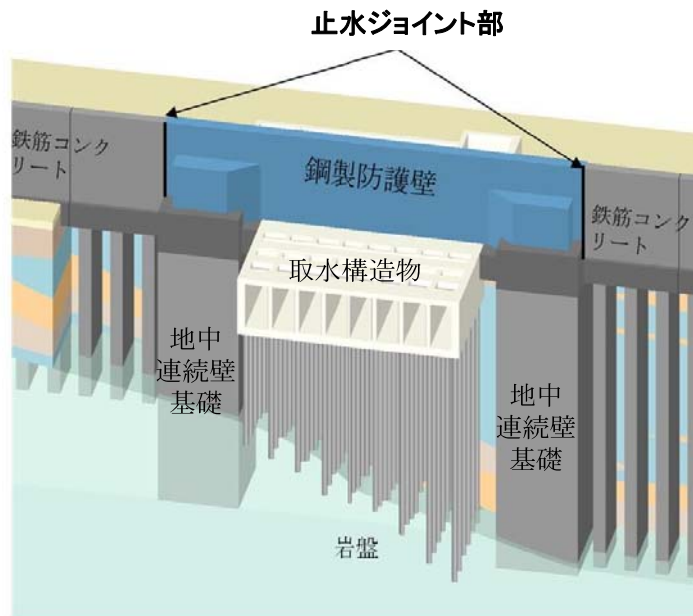
1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(2/8)

第13回ワーキングチーム
資料1-3 再掲

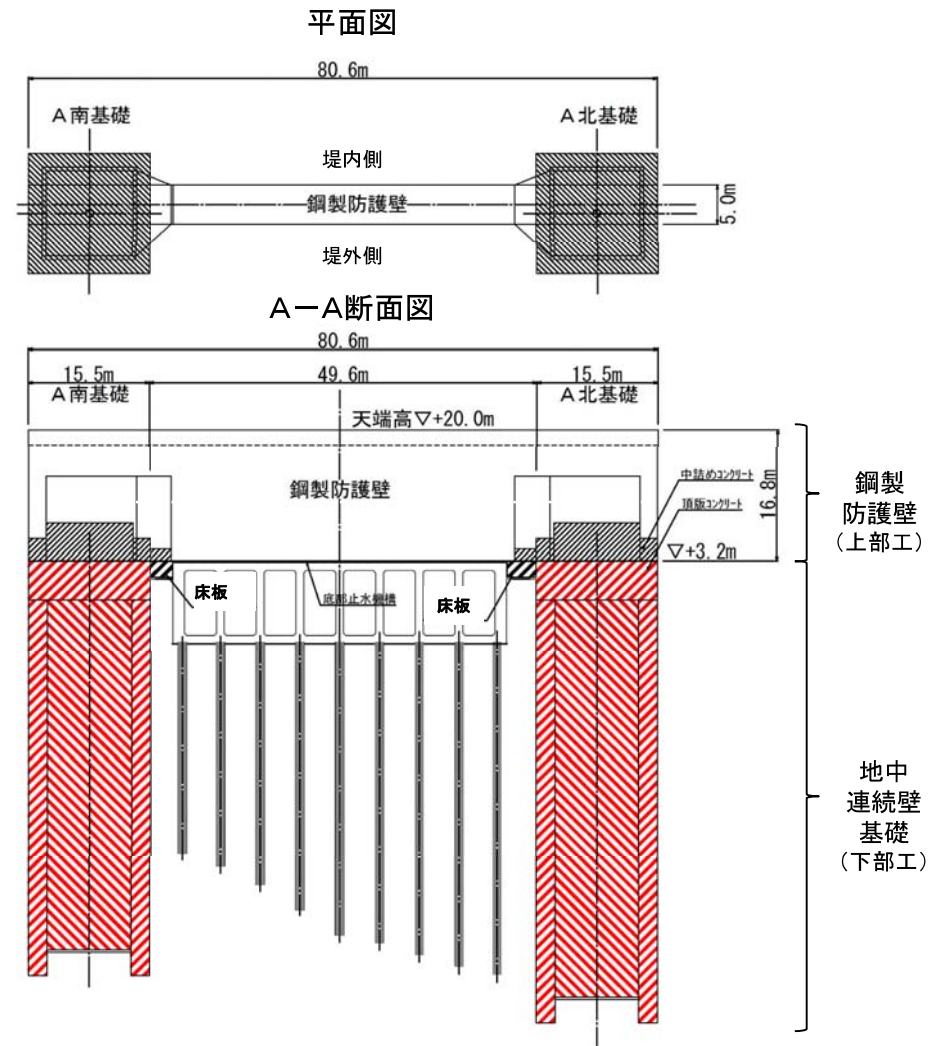


① 鋼製防護壁の構造

- 鋼製防護壁は、幅約81 m、高さ約17 m、奥行き約5 mの鋼製の構造物であり、幅約50 mの取水構造物を横断して設置する。
- 鋼製防護壁は鉛直及び水平方向に配置された鋼板で構成される鋼殻構造であり、施工性を考慮して分割したブロックの集合体として全体を構成する。
- 基礎部は、南北両側に配置した地中連続壁基礎にて構成され、津波荷重等を受ける鋼製防護壁を支持する。
- 鋼製防護壁と取水路の隙間には、止水機構を設置し、津波の流入を防止する。



構造概要図(イメージ図)



論点No.32-3

1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(3/8)

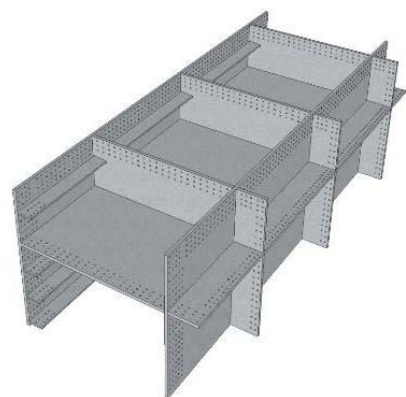
第13回ワーキングチーム
資料1-3 再掲



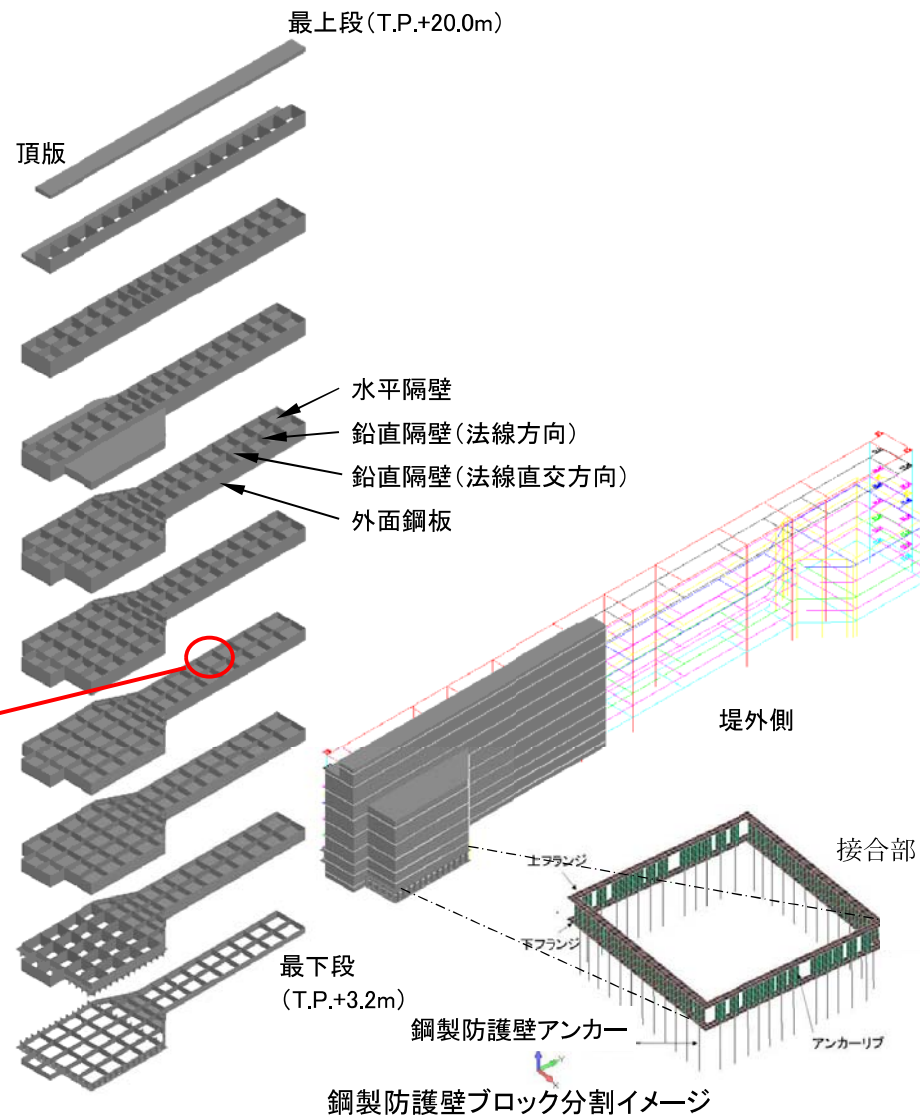
① 鋼製防護壁の構造

ブロック分割イメージ

- 下端標高T.P.+3.2mから天端標高T.P.+20.0mまでを10層に分割し、頂版、外面鋼板、水平隔壁ならびに鉛直隔壁で構成される。
- 各層は下に示すブロックが複数結合されている。
- ブロック同士は、添接板と高力ボルトを用いた摩擦接合により結合する。
- 鋼製防護壁の拡幅部最下層にはアンカーボルトを設置し、上部工からの荷重を地中連続壁基礎に伝達する。
- 添接板部には止水材(シール材)を施し、より安全性の高い止水性を確保する。



ブロックのイメージ図



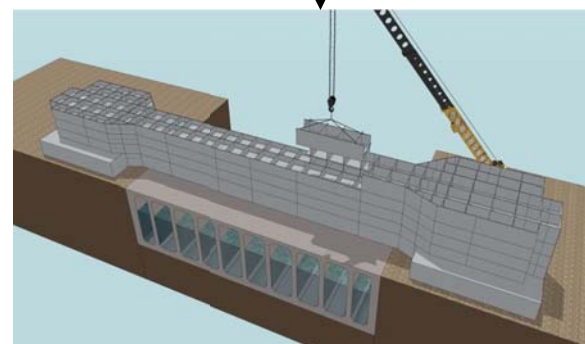
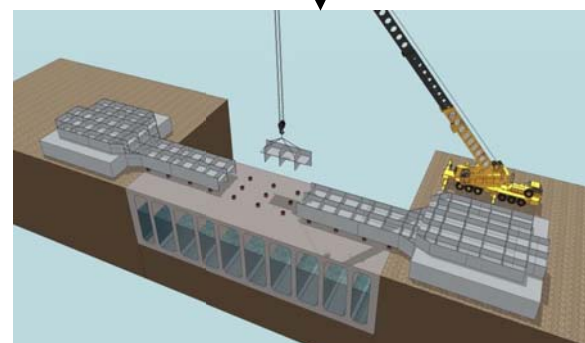
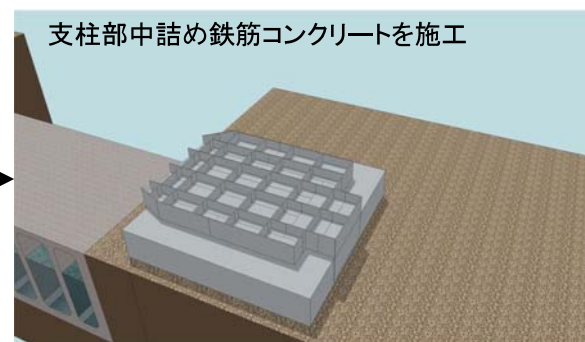
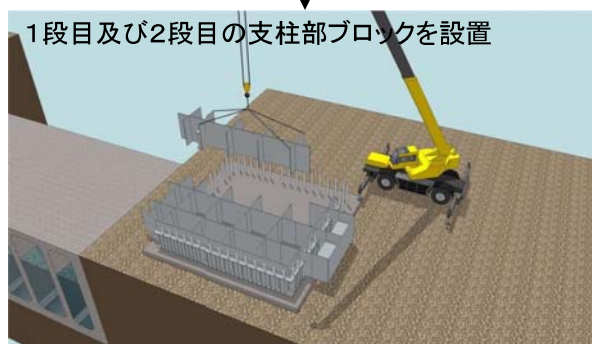
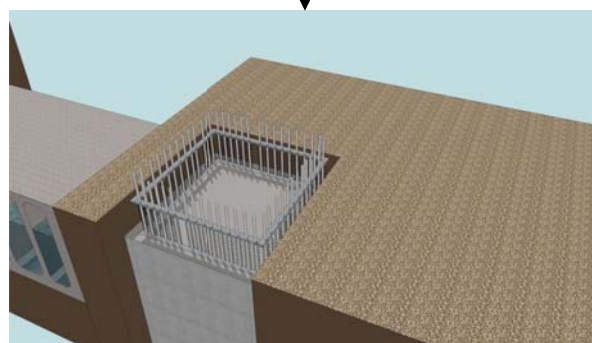
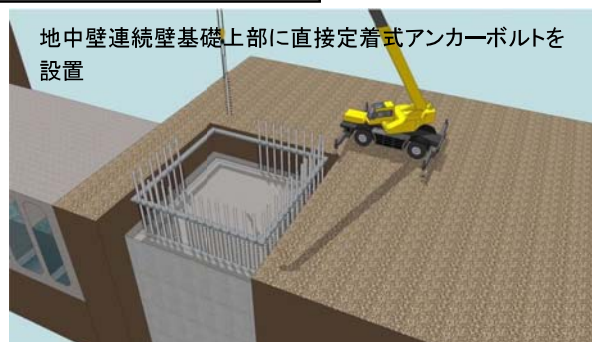
論点No.32-4

1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(4/8)

第13回ワーキングチーム
資料1-3 修正



① 鋼製防護壁の構造 施工ステップ図



論点No.32-5 *鋼製防護壁施工後に取水路との隙間の止水を図る <別紙1参照>

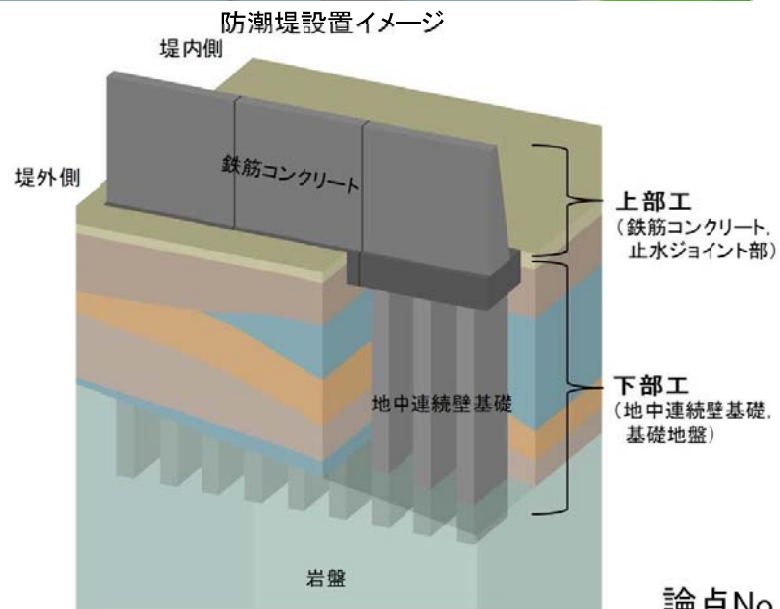
1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(5/8)

第13回ワーキングチーム
資料1-3 再掲

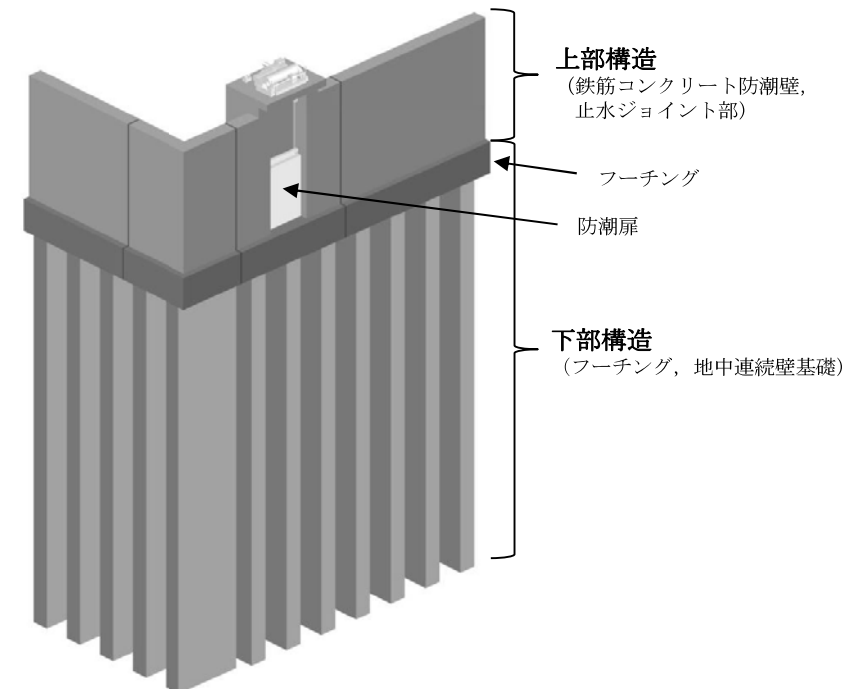


② 鉄筋コンクリート防潮壁(取水口)

- 鉄筋コンクリート製の地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築する。
- 防潮壁及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とする。
- 防潮壁間には、地震時や津波時の変形量に追随し、津波の浸水を防止する止水ジョイントを設置する。



論点No.32-6



取水口北側エリアイメージ

1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(6/8)

第13回ワーキングチーム
資料1-3 再掲

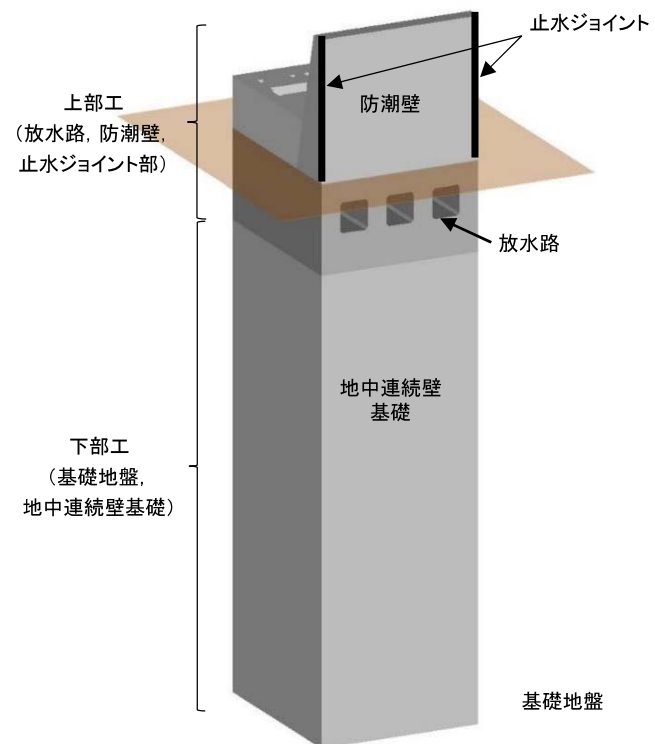
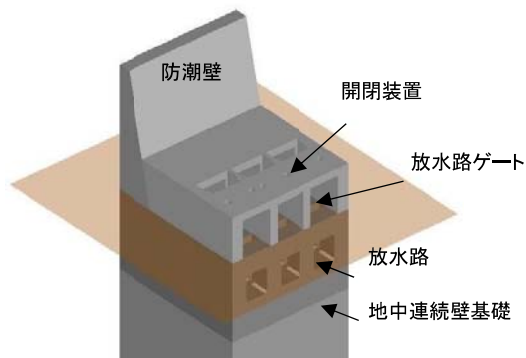


② 鉄筋コンクリート防潮壁(放水口)

- 鉄筋コンクリート製の放水路及び地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築する。
- 防潮壁、放水路及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とする。
- 防潮壁直下に構築する放水路はカルバート構造であり、敷地内への津波の浸水を防止するために、放水路ゲートを設置する。
- 防潮壁間には、地震時や津波時の変形量に追随し、津波の浸水を防止する止水ジョイントを設置する。



防潮堤設置イメージ

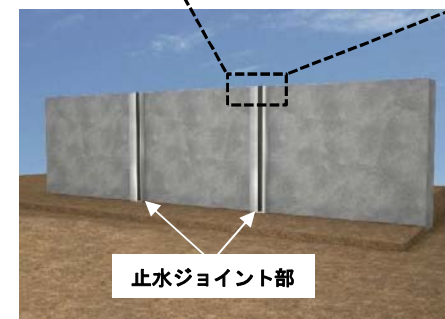
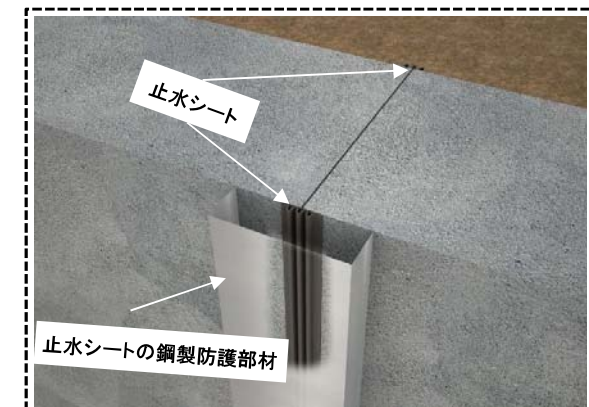
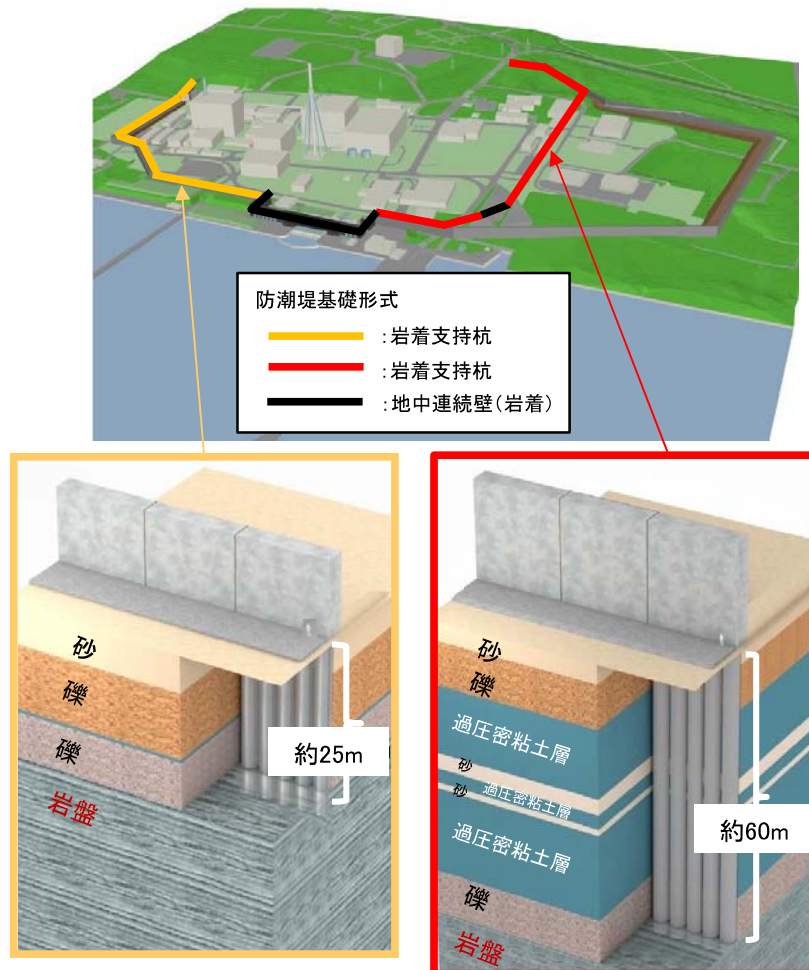


論点No.32-7

1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(7/8)

③ 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

- 鋼管杭を地震・津波荷重に耐える構造躯体とし、杭間から津波の浸水を防止する観点で鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とする。
- 支持形式については、岩盤に支持させる岩着支持杭形式とする。
- 防潮壁間には、地震時や津波時の変形量に追随し、津波の浸水を防止する止水ジョイントを設置する。



止水ジョイント部イメージ

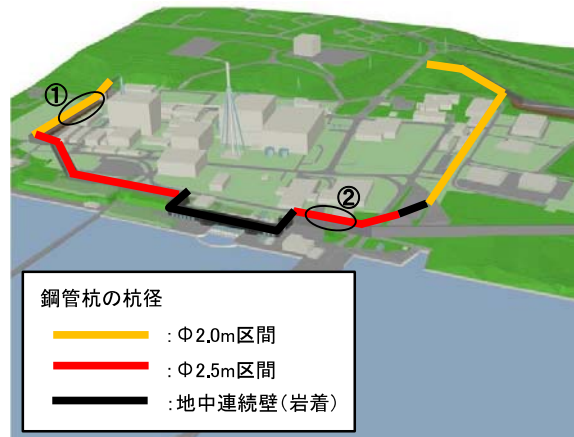
1. 防潮堤等の具体的な構造や設計情報(8／8)

第13回ワーキングチーム
資料1-3 再掲

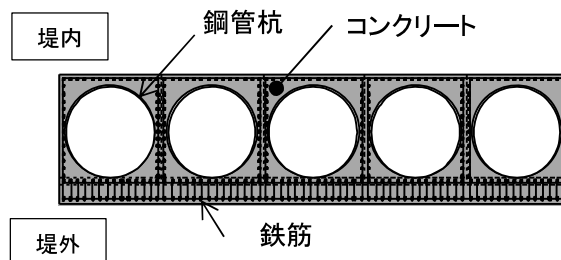


③ 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

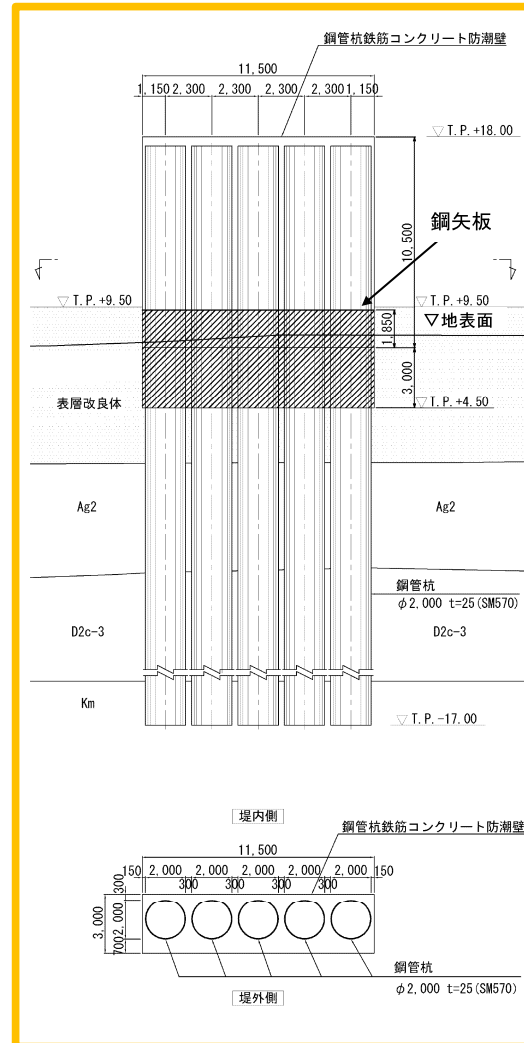
○ 鋼管杭の杭径は、地震・津波荷重に応じてΦ2.0m区間及びΦ2.5m区間として区分する。



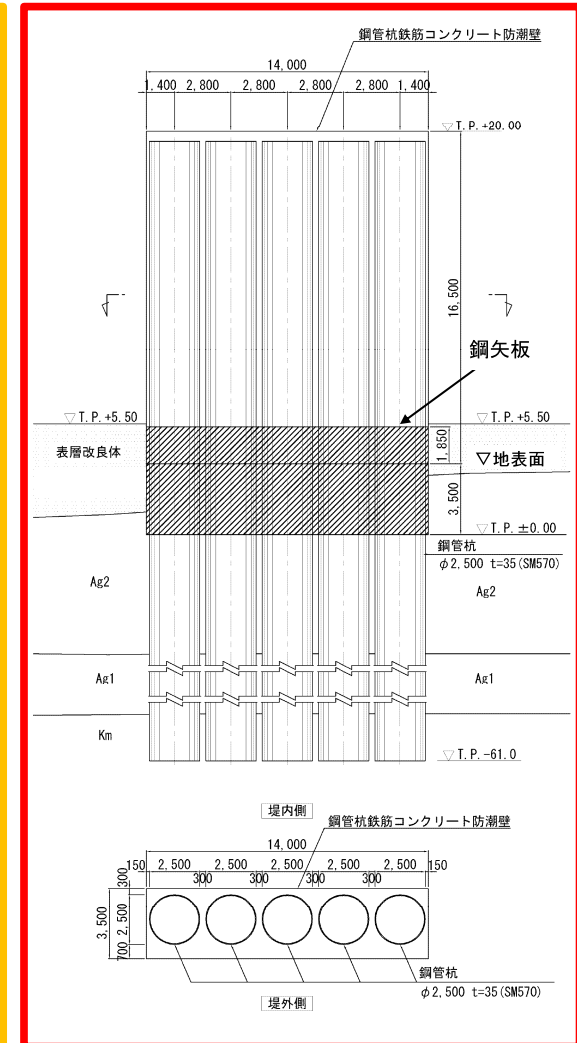
	杭径Φ2.0m	杭径Φ2.5m
杭の間隔	2.3m	2.8m
防潮壁サイズ	11.5m×3.0m	14.0m×3.5m
防潮堤天端	T.P.+18.0m	T.P.+20.0m



上部構造の配筋イメージ図



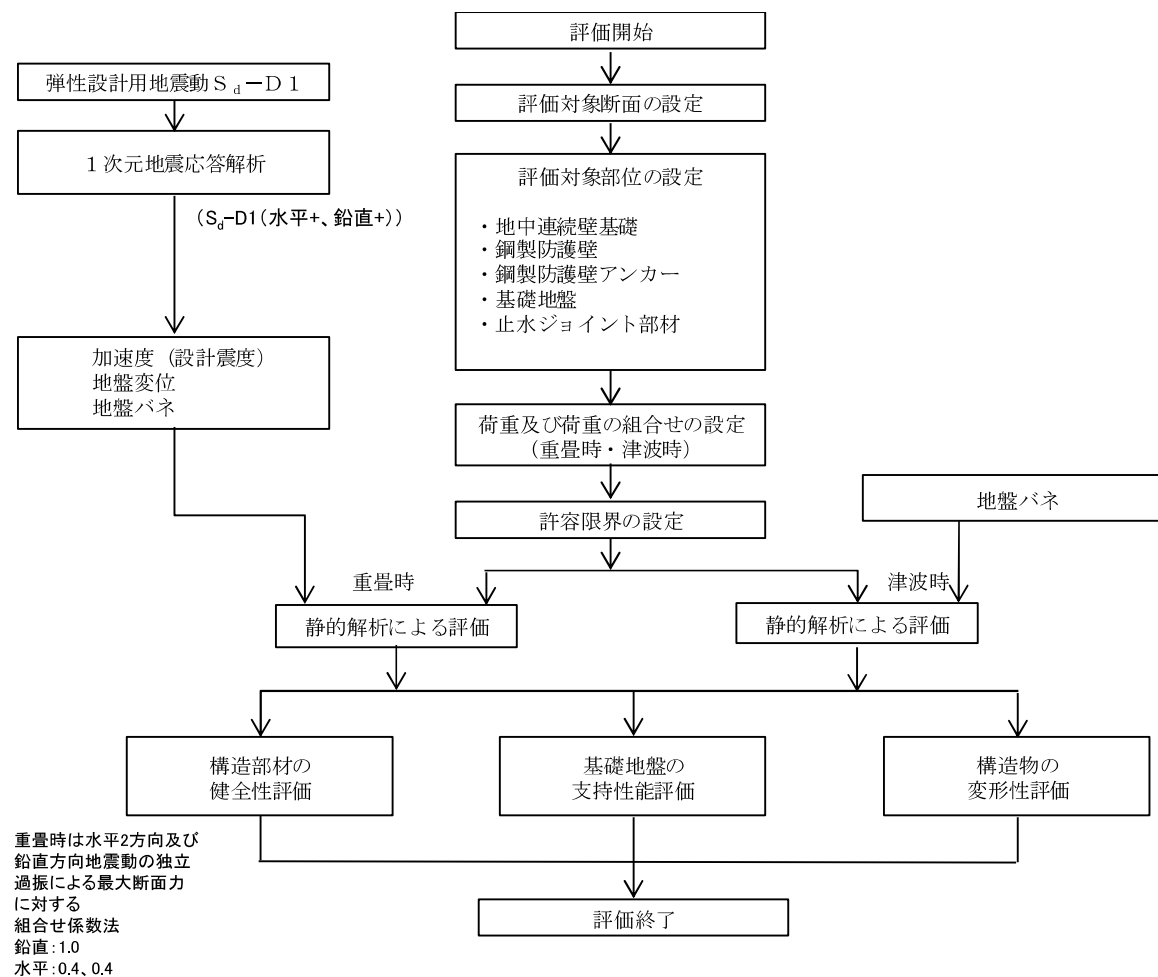
① 構造図(Φ2.0m区間)
論点No.32-9



② 構造図(Φ2.5m区間)

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(1/9)

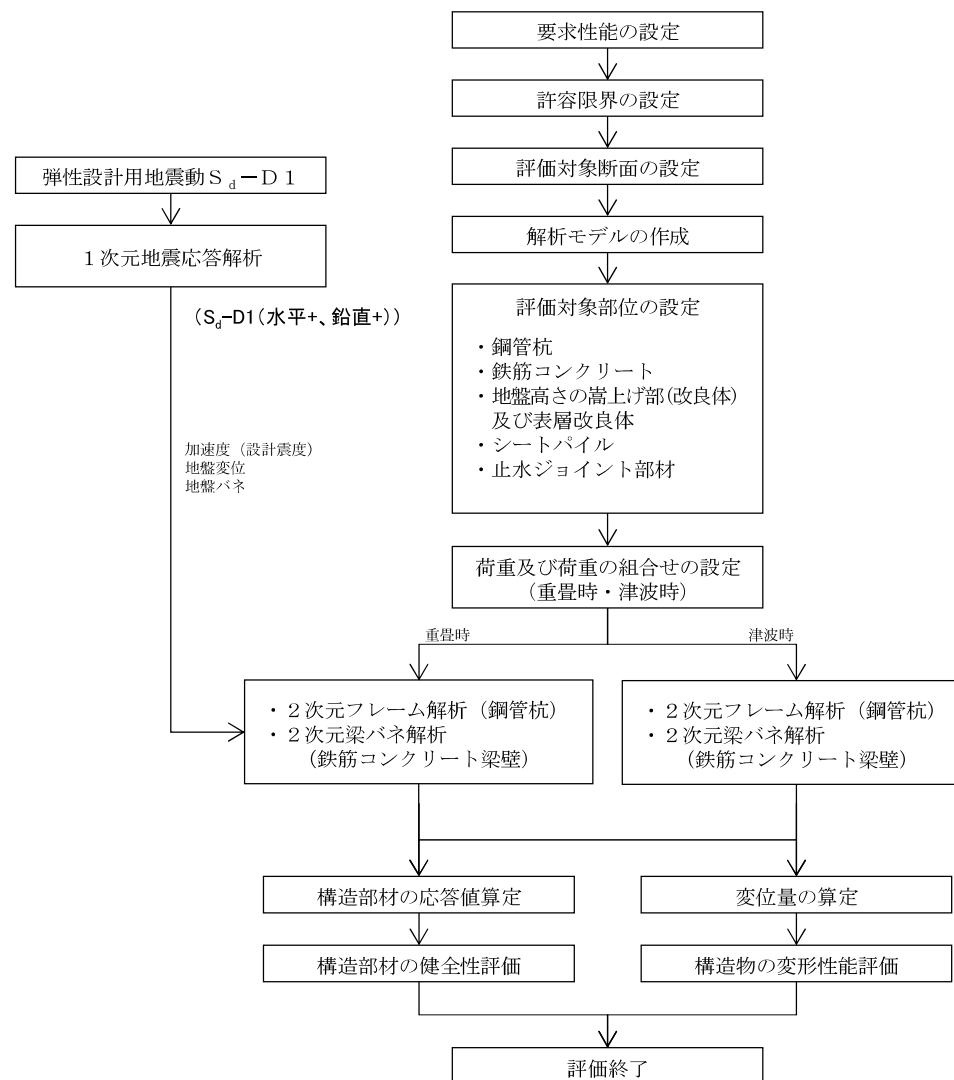
○鋼製防護壁の耐津波強度に係る評価フローを以下に示す。



鋼製防護壁の評価フロー
論点No.32-10

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(2／9)

○鋼管杭防潮堤の耐津波強度に係る評価フローを以下に示す。

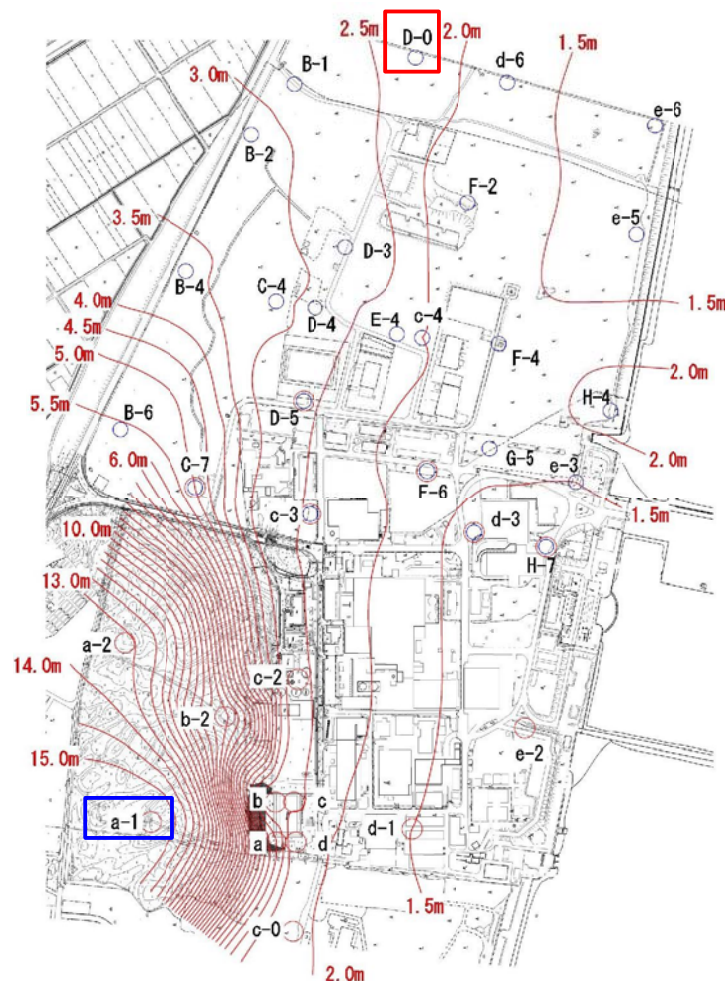


鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の詳細設計フロー
論点No.32-11

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(3/9)

○耐震設計における地下水位設定

地下水位は観測結果より観測孔高さより0.74～13.67mの低い位置にあることを確認している。しかしながら、将来の防潮堤設置による地下水位上昇の可能性を踏まえ、地下水位を地表面に設定した設計としている。



観測孔名	計測期間	観測孔高さ (T.P. + m)	観測最高地下水位 (T.P. + m)	観測孔高さと観測最高地下水位との差	観測最高地下水位 計測時期
a	1995～1999	12.33	3.49	8.84	1998年10月8日
b	1995～1999	11.21	2.52	8.69	1998年9月25日
c	1995～1999	11.18	2.53	8.65	1998年9月22日
d	1995～1999	8.31	2.28	6.03	1998年9月22日
a-1	1995～1999, 2004～2009	29.09	15.42	13.67	2006年8月7日
a-2	2004～2009	22.61	13.60	9.01	2006年7月28日
b-2	2004～2009	15.57	9.06	6.51	2006年7月30日
c-0	1995～1999, 2004～2009	8.92	2.05	6.87	1998年9月19日
c-2	1995～1999, 2004～2017	11.32	2.58	8.74	2012年7月7日
c-3	2004～2017	8.24	2.49	5.75	2012年7月7日
c-4	2004～2017	7.97	2.00	5.97	2012年6月25日
d-1	1995～1999, 2004～2009	8.12	1.50	6.62	1998年9月18日
d-3	2004～2017	8.38	1.44	6.94	2013年10月27日
d-6	2004～2017	5.35	1.58	3.77	2013年10月28日
e-2	2004～2017	8.06	1.38	6.68	2006年10月8日
e-3	2004～2017	4.66	1.50	3.16	2013年10月16日
e-5	2004～2017	8.01	1.30	6.71	2013年10月21日
e-6	2004～2017	6.34	1.26	5.08	2013年10月21日
B-1	2005～2017	5.98	2.90	3.08	2006年7月30日
B-2	2005～2017	8.20	3.09	5.11	2006年7月30日
B-4	2005～2017	9.31	3.56	5.75	2006年7月31日
B-6	2005～2017	15.39	5.51	9.88	2006年8月17日
C-4	2005～2017	5.82	3.17	2.65	2012年6月27日
C-7	2005～2017	12.04	4.99	7.05	2006年8月18日
D-0	2006～2017	3.11	2.37	0.74	2012年6月22日
D-3	2005～2017	3.97	2.88	1.09	2006年10月7日
D-4	2006～2017	8.16	2.76	5.40	2012年6月25日
D-5	2006～2017	7.95	2.54	5.41	2012年7月16日
E-4	2006～2017	8.08	2.26	5.82	2012年6月25日
F-2	2005～2015	12.06	1.74	10.32	2013年10月30日
F-4	2005～2017	7.05	1.55	5.50	2013年10月27日
F-6	2005～2017	7.99	1.77	6.22	2012年6月24日
G-5	2005～2017	7.99	1.53	6.46	2013年10月27日
H-4	2006～2017	7.27	2.13	5.14	2013年10月16日
H-7	2005～2017	8.23	1.33	6.90	2013年10月27日

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(4/9)

○荷重の組合せは、重畳時及び津波時を評価している。

【重畳時】

- ・津波による最大荷重(最大波高時における波力)と余震による最大荷重の組合せを考慮する。

【津波時】

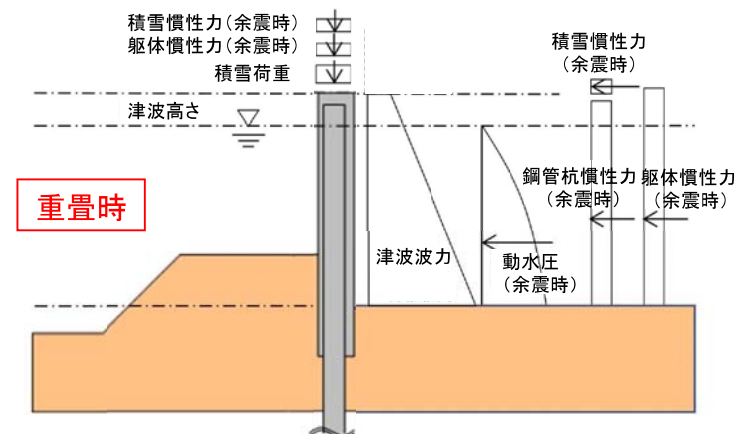
- ・津波による最大荷重(最大波高時における波力)と漂流物による最大荷重(最大流速時における衝突荷重)の組合せを考慮する。

荷重の組合せの考え方

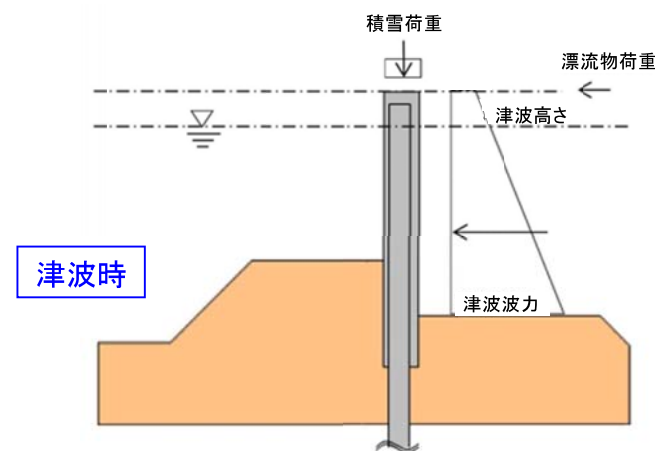
組合せ	津波荷重	余震荷重	漂流物荷重	備考
重畳時	波力 (最大波高)	慣性力+動水圧 (最大加速度)	—	最大荷重の組合せ ※右図(1)参照
津波時	波力 (最大波高)	—	漂流物荷重 (最大流速)	最大荷重の組合せ ※右図(2)参照

* 津波荷重は、波力を考慮した荷重とする。

このため波力が安全側に大きくなるように、「(津波高さ/2)×3」の高さに相当する水圧を津波荷重として考慮する。



図(1) 津波荷重+余震荷重による構造物に作用する水平力のイメージ図
(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)



図(2) 津波荷重+漂流物荷重による構造物に作用する水平力のイメージ図
(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(5/9)

○防潮堤は、地震、津波後においても使用できること及び津波の繰返しの襲来に対しても安全性を確保できるよう、
許容応力度内の設計を行っている。

鋼製防護壁の評価

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	地中連続壁基礎 (中実鉄筋コンクリート(ジベル鉄筋含む))	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護壁 (スタッド含む)	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護壁アンカー (アンカーボルト、頂版鉄筋コンクリート、中詰め鉄筋コンクリート)	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	地中連続壁基礎 (中実鉄筋コンクリート(ジベル鉄筋含む))	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護壁 (スタッド含む)	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護壁アンカー (アンカーボルト、頂版鉄筋コンクリート、中詰め鉄筋コンクリート)	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量*

鉄筋コンクリート防潮壁の評価

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート防潮壁	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		フーチング	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地中連続壁基礎	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート防潮壁	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地中連続壁基礎	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量*

注記 * :原子力安全上、問題となる浸水はさせない
(水が滲む程度は許容)

注記 * :原子力安全上、問題となる浸水はさせない
(水が滲む程度は許容)

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(6／9)

鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の評価

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること。	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認する。	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認する。	極限支持力
止水性を損なわないこと。	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認する。	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認する。	極限支持力
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認する。	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量*

注記 * : 原子力安全上、問題となる浸水はさせない
(水が滲む程度は許容)

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮堤の評価

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鋼管杭	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鉄筋コンクリート	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地盤高さの嵩上げ部(改良体)及び表層改良体	せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度
		シートパイル	せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鋼管杭	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鉄筋コンクリート	曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地盤高さの嵩上げ部(改良体)及び表層改良体	せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度
		シートパイル	せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量*

注記 * : 原子力安全上、問題となる浸水はさせない
(水が滲む程度は許容)

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(7/9)

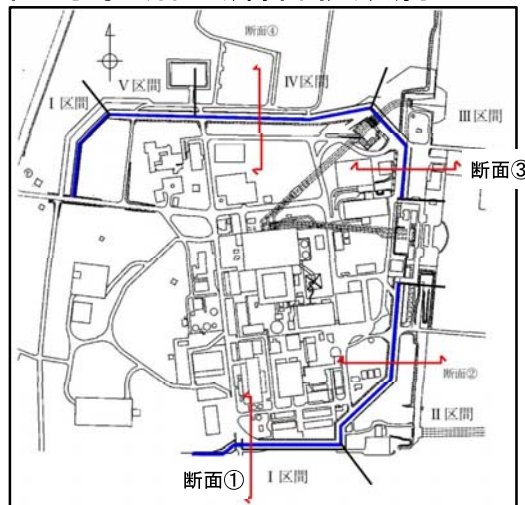
防潮堤の耐津波強度に係る評価及びその他の設計上の考慮を明確にし、構造部材が津波時(津波の繰り返しの襲来や漂流物の衝突荷重を含む)及び余震との重畳時においても、許容限界(短期許容応力度)を満たしていることを確認している。

評価箇所	評価結果(照査値最大となる項目を記載)					
	評価項目	評価部位	応力分類	発生値	許容限界	照査値※
鋼製防護壁	津波時 (敷地に遡上する津波時)	地中連続壁	せん断力	174627(kN)	264489(kN)	0.67
	重畳時 (敷地に遡上する津波時)	地中連続壁	曲げ引張応力	445(N/mm ²)	478.5(N/mm ²)	0.93
鉄筋コンクリート防潮壁	津波時 (敷地に遡上する津波時)	フーチング	せん断力	3246(kN)	4790(kN)	0.68
	重畳時 (敷地に遡上する津波時)	地中連続壁	曲げ引張応力	423.9(N/mm ²)	478.5(N/mm ²)	0.89
鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)	津波時 (敷地に遡上する津波時)	防潮壁	曲げ引張応力	352.3(N/mm ²)	478.5(N/mm ²)	0.74
	重畳時 (敷地に遡上する津波時)	防潮壁	曲げ引張応力	253.4(N/mm ²)	478.5(N/mm ²)	0.53
鋼管杭鉄筋コンクリート 防潮壁	津波時 (敷地に遡上する津波時)	鉄筋コンクリート壁	曲げ引張応力	428(N/mm ²)	478.5(N/mm ²)	0.90
	重畳時 (敷地に遡上する津波時)	鋼管杭	曲げ応力	352(N/mm ²)	433.5(N/mm ²)	0.82

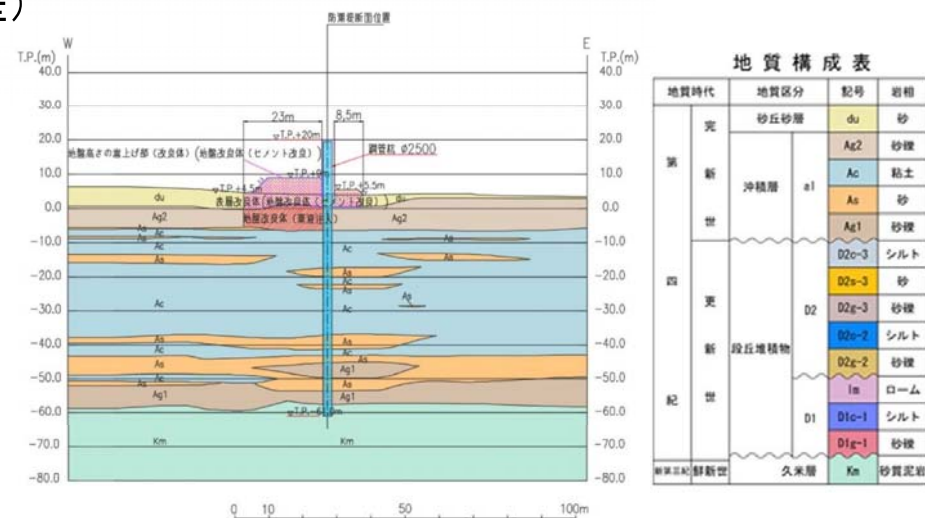
※ 照査値＝発生値／許容限界
(1.0以下であれば許容限界以下(弾性範囲内)でOK)

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(8/9)

➤ 評価対象断面(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)



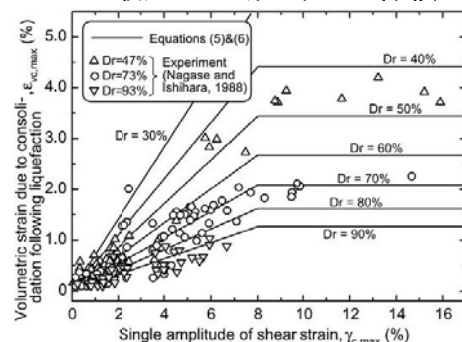
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置



強度評価対象断面図(断面③)

➤ 地盤沈下の考慮

津波時及び重畳時は、地震によって地盤が沈下した状態を想定することで安全側の検討を実施した。堤内側及び堤外側の地盤沈下は、地下水位を地表面に設定した有効応力解析モデルを用いて地震による残留沈下量を算定し、Ishiharaほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係を用いて地震後の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量を算定する。



$$\varepsilon_{vc,max} = 1.5 \exp(-0.025 D_{r,ini}) \gamma_{c,max} \quad \text{if } \gamma_{c,max} \leq 8\%$$

$$\varepsilon_{vc,max} = 12.0 \exp(-0.025 D_{r,ini}) \quad \text{if } \gamma_{c,max} > 8\%$$

注記 D_r : 相対密度を示す



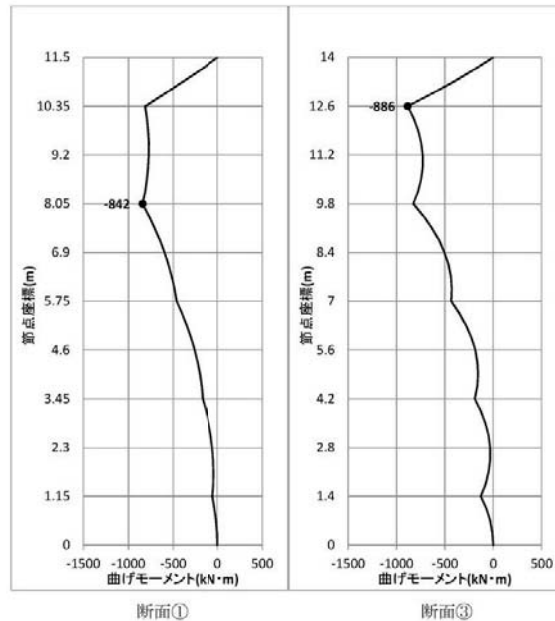
沈下量は保守的に設定した。
堤外側1.5m沈下
堤内側1.0m沈下

砂の体積ひずみと最大せん断ひずみの関係

2. 防潮堤の耐津波強度に係る評価(9/9)



➤ 評価結果

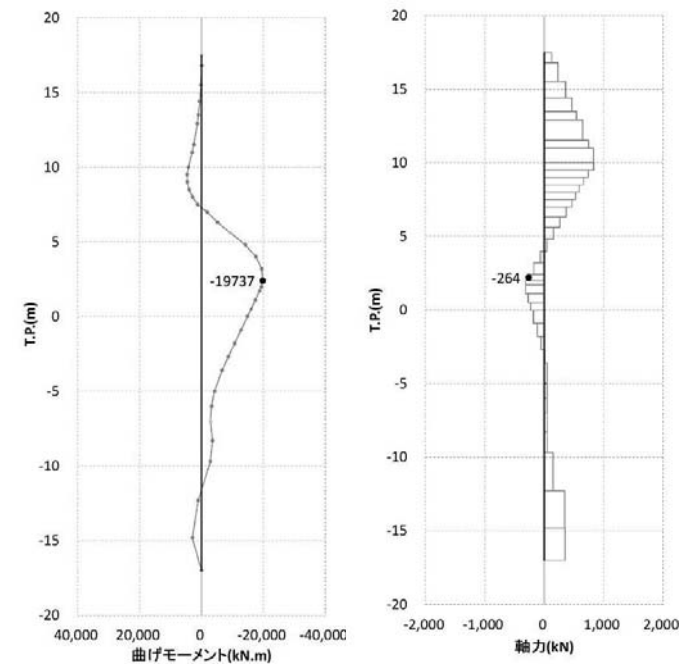


注記：節点距離は鉄筋コンクリート壁の横幅方向の位置を示す。
論点No.32-9参照

	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm ²)	曲げ 引張応力 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)		曲げ 圧縮応力 照査値	曲げ 引張応力 照査値
					曲げ圧縮	曲げ引張		
断面①	-842	0	13	288	21	435	0.62	0.67
断面③	-886	0	14	303	21	435	0.67	0.70

※ 照査値＝発生応力／短期許容応力度
(1.0以下であれば許容限界以下(弾性範囲内)でOK)

鉄筋コンクリート壁曲げ軸力に対する照査結果(断面③: 津波時)



注記：鋼管杭の長さ方向の応力を示す。論点No.32-9参照

	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
地盤バネ4	19737	-264	274	382.5	0.72

※ 照査値＝発生応力／短期許容応力度
(1.0以下であれば許容限界以下(弾性範囲内)でOK)

鋼管杭曲げ軸力に対する照査結果(断面①: 重畳時)

- ・鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造部材が津波時(漂流物の衝突荷重を含む)及び余震時の重畳時においても許容限界(短期許容応力度)を満たすことを確認した。
- ・したがって、杭及び鉄筋コンクリート部材は弾性範囲内での挙動でとどまることから、津波の繰り返しの襲来に対しても問題ないことを確認した。

論点No.32-18

3. 東海第二発電所の津波発生状況(2011年3月11日)(1/2)



黒い津波の発生メカニズム

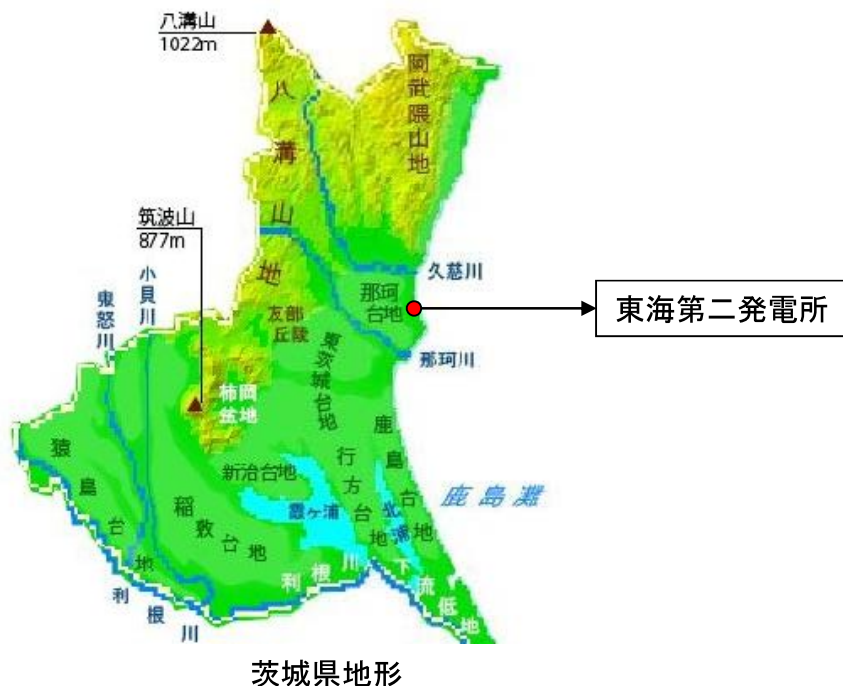
- 陸側に入り込んだ湾のある地形では、海水の流れも緩く、河川から流入された土砂と有機物が海底に堆積されていく。
- 陸側に入り込んだ湾のある地形に津波遡上があると、波の力は行き場を失う。海底を掘り下げ、堆積しているヘドロを巻き上げる。
- ヘドロを巻き込んだ津波は、比重が高い。さらに摩擦抵抗により、後ろからの津波が乗り上げる。
- その結果、波が立ち上がり、威力を増すとされている。

3. 東海第二発電所の津波発生状況(2011年3月11日)(2/2)



東海第二発電所では、黒い津波が発生する条件に該当していないことを確認した。

- 海岸の地形は、陸側に入り込んだ湾ではなく、外海の太平洋に面している。
- 敷地前面の海底は調査結果から、堆積物の大半は砂であることを確認している。
- 海水の流れが緩くなる発電所の港内は定期的(2回/年程度以上)に浚渫(しゅんせつ)を行い、表層50cm程度の堆積物を除去している。



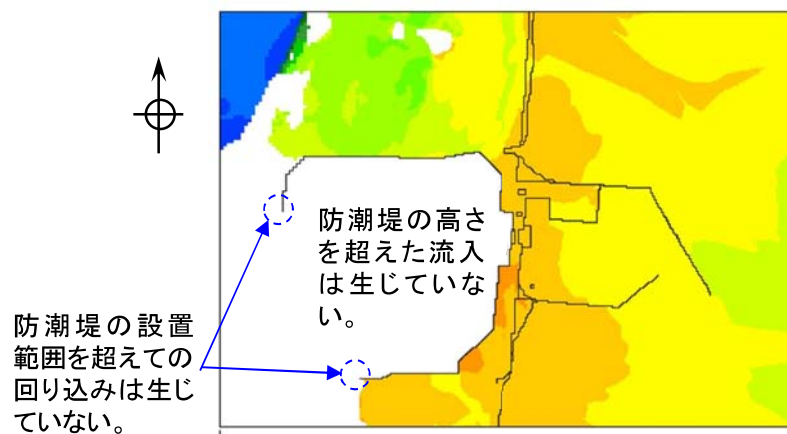
[参考]

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震時の東海第二発電所の敷地に津波の遡上を監視カメラで普通の海水であったことを確認している。ヘドロを巻き込んだ黒い津波ではなかった。

4. 防潮堤の高さ及び設置範囲(1／2)

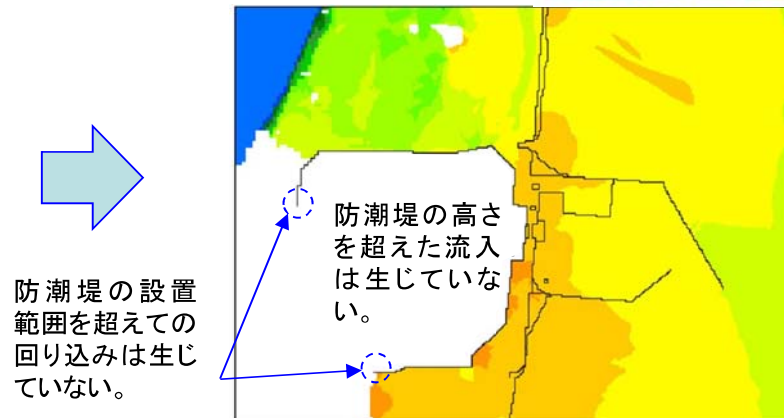
防潮堤の高さは、基準津波の高さより裕度を持った高さとしている。
また、基準津波が回り込まないような範囲で防潮堤を設置する。

- ・地震によって生じる広域的な地盤の沈降を考慮して津波の解析を実施し、津波が防潮堤高さを超えないこと、回り込みがないことを確認している。
- ・さらに、地震による液状化によって生じる地盤沈下も考慮して津波の解析を実施し、津波が防潮堤高さを超えないこと、回り込みがないことを確認している。
- ・防潮堤の高さは、基準津波の高さに裕度を考慮して、基準津波の高さより裕度を持った高さとしている。



広域的な地盤の沈降を考慮した解析結果

広域的な地盤の沈降(0.51mの沈降)*¹を考慮して津波の解析を実施した結果、津波は防潮堤の高さを超えず、西側の防潮堤がない箇所からの回り込みもなく、防潮堤の内側には流入しない。
(着色部分が津波の浸水範囲)



広域的な地盤の沈降と液状化による地盤沈下を考慮した解析結果

さらに、液状化によって地盤沈下(0.5～1.5mの沈下)*²が生じたことを考慮して津波の解析を実施した結果、津波は防潮堤の高さを超えず、西側の防潮堤がない箇所からの回り込みもなく、防潮堤の内側には流入しない。
(着色部分が津波の浸水範囲)

* 1 別紙3参照
* 2 別紙4参照

基準津波の高さと防潮堤の高さの関係

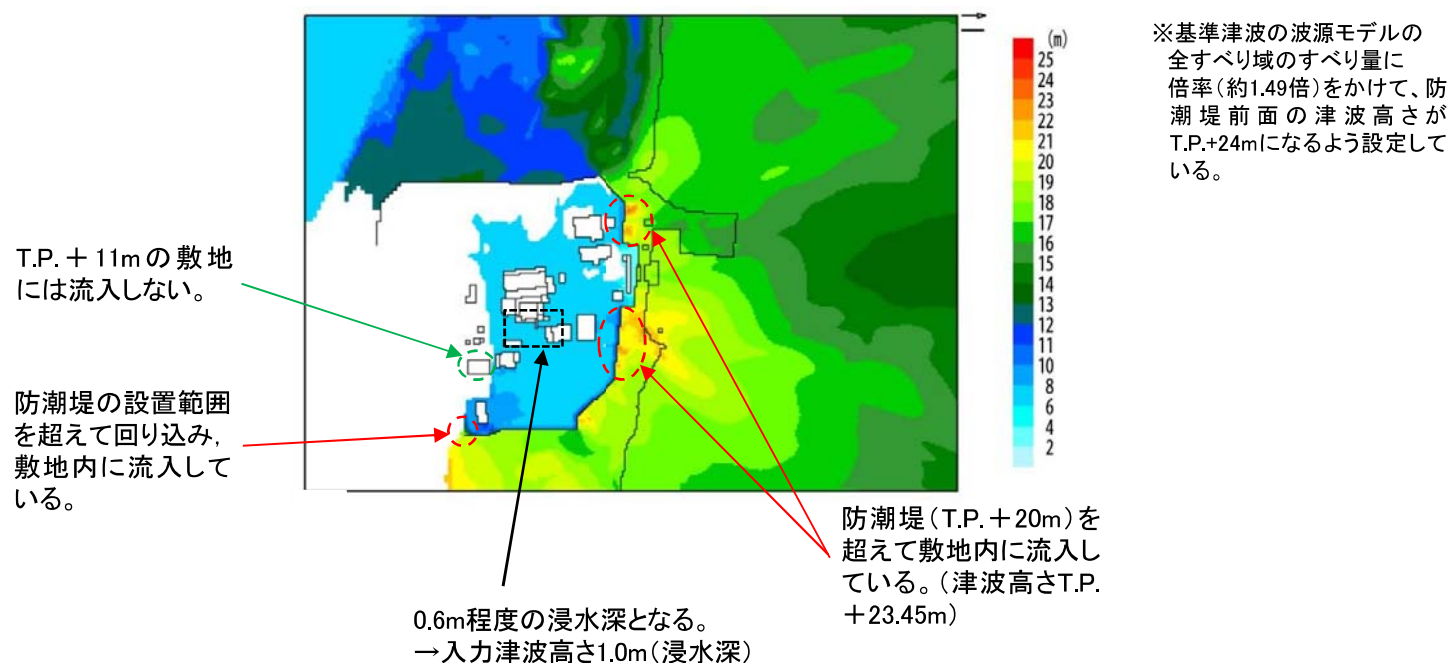
防潮堤の区画	各区画での最大津波高さ	防潮堤高さ
北側	T.P.+12.0m	T.P.+18m
東側	T.P.+17.7m	T.P.+20m
南側	T.P.+16.6m	T.P.+18m

防潮堤の高さは、基準津波の高さを超えるように設定されている。(1.4m～6.0mの裕度を持って設定されている。)

4. 防潮堤の高さ及び設置範囲(2/2)

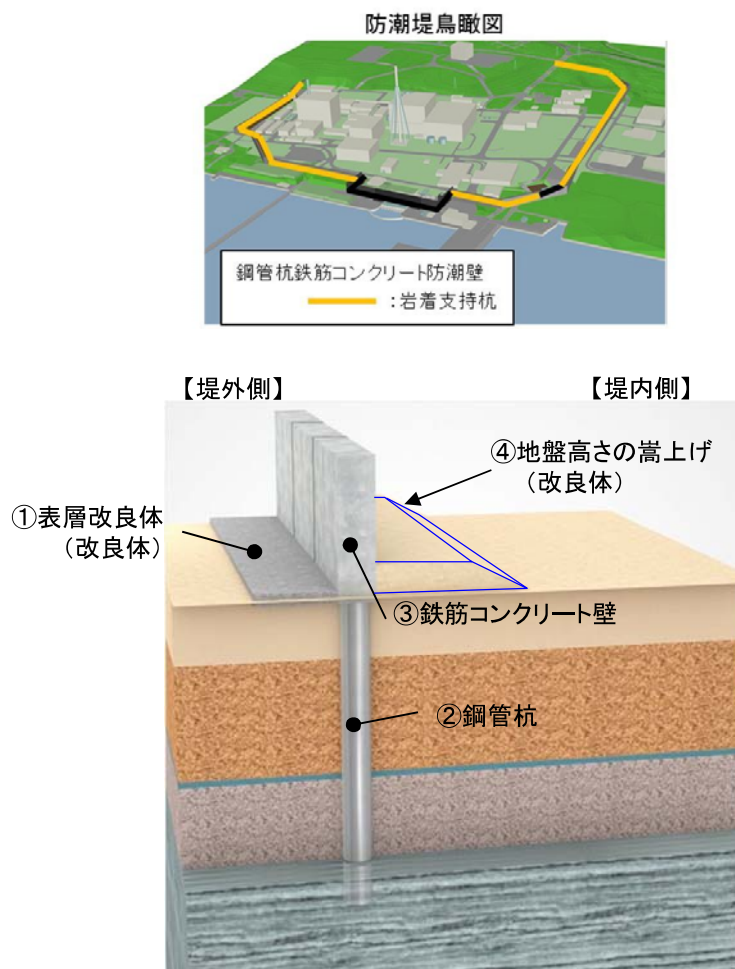
敷地に遡上する津波※は、確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意になる津波として、防潮堤を越流させる事象を想定している。

- 敷地に遡上する津波は、防潮堤を越えて敷地に流入する。
- 敷地に遡上する津波は、敷地南側から回り込み、敷地に流入する。
- 津波の防潮堤内側への越流及び回り込みにより、T.P.+8m以下の敷地に浸水して、重大事故等対処施設が設置される箇所(原子炉建屋南側)で0.6m程度の浸水深となる。
- 防潮堤内側に流入した津波に対して、津波が到達しない箇所に設備を設置するか、水密扉の設置等により建屋への流入を防止するといった対策をし、敷地に遡上する津波から防護している。

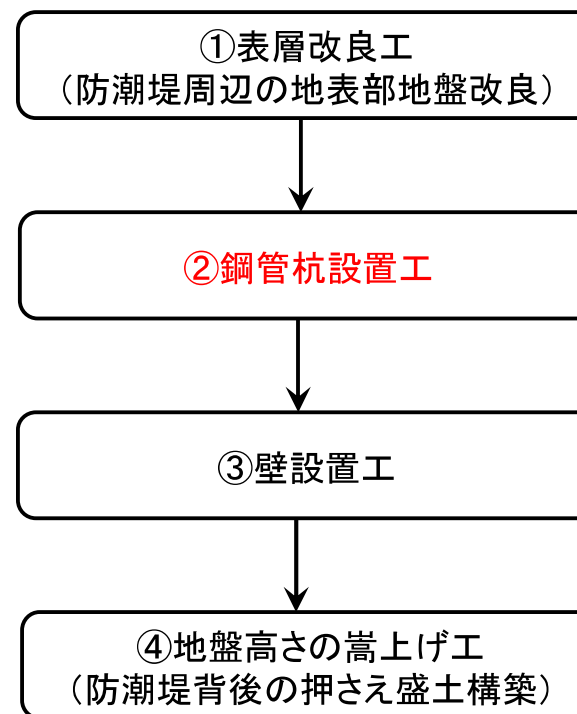


5. 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の施工(1/2)

- 施工は、作業フローの通り、大きくは4つに区分される。
- ②鋼管杭設置工は、長尺の鋼管杭の置き場の確保や、複数の大型重機を用いた工事となることから最も大きな作業エリアを必要とする。



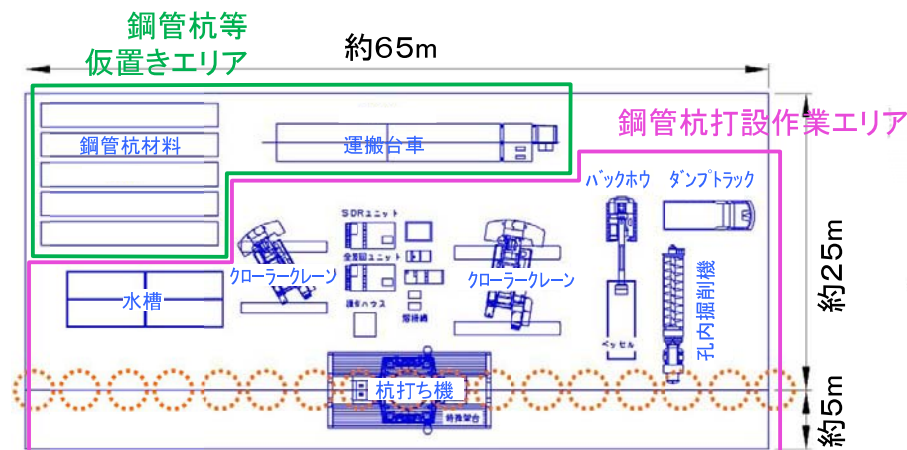
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の概念図



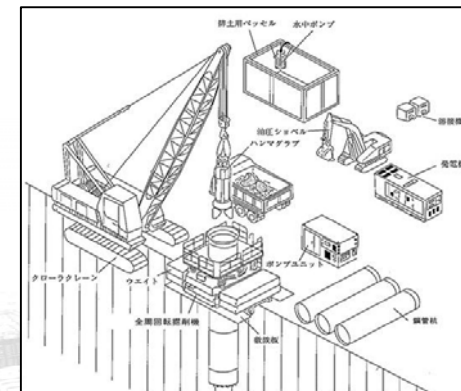
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の作業フロー

5. 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の施工(2/2)

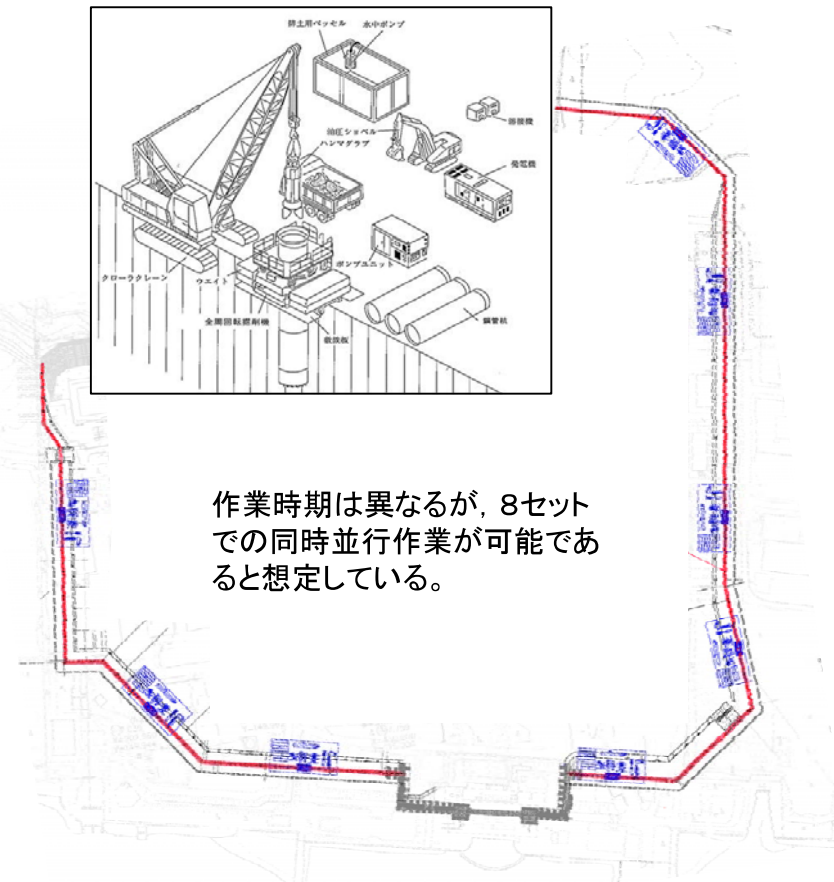
- ②鋼管杭設置工の作業は、杭打ち機、クローラークレーン等の重機が必要となる。材料置き場を含め約2,000m² (約65m×約30m)の作業エリアが必要となる。
- 約2,000m²作業エリアを1セットの標準型として、8セットによる同時並行作業を行っても実施可能であることを確認している。
- なお、必要な作業エリアを十分確保した工事を行うとともに、当社監理員は工事全体のエリア調整を適宜行い、定期的なパトロールを行うなど、安全性の高い工事計画に取り組んでいく。



鋼管杭設置工の必要作業エリア図(1セット)



作業時期は異なるが、8セット
での同時並行作業が可能であ
ると想定している。



鋼管杭設置工の同時並行作業想定図

6. 防潮堤内の排水(1/2)

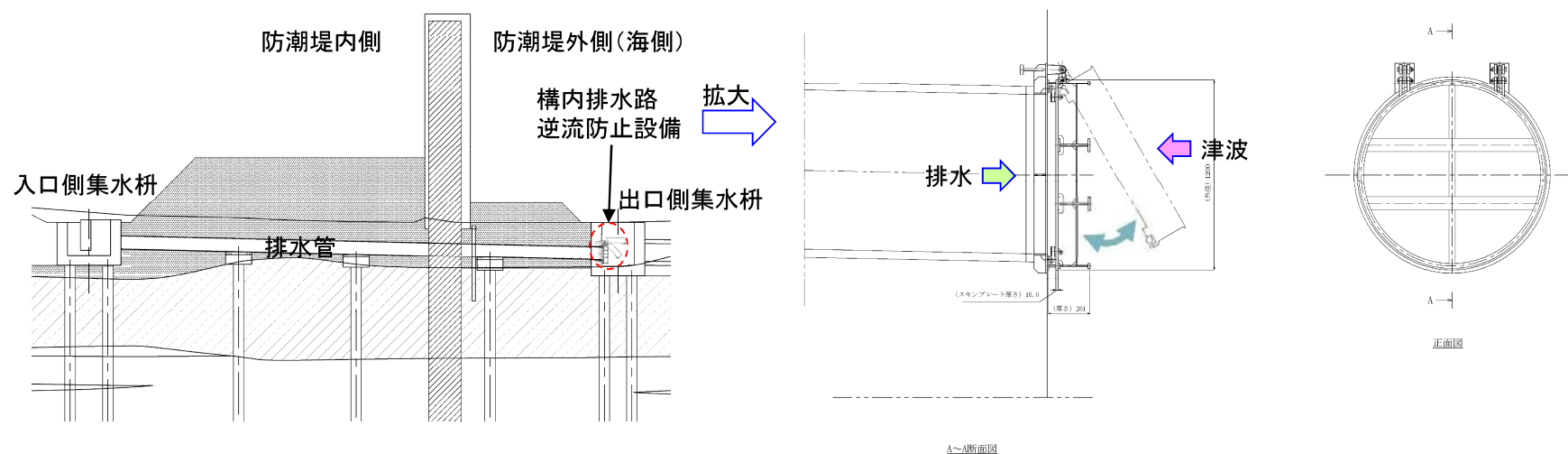
- ・防潮堤内の雨水を排水するために、放水路に接続される場所(1箇所)及び防潮堤の地下部を横断する場所(9箇所)に、排水路を設置している。
- ・排水路は、水戸地方気象台の観測記録の日最大降水量81.7mm/hを上回るように、127.5mm/hの雨水を排水できる設備としている。
- ・防潮堤の地下部を横断する場所には構内排水路逆流防止設備を設置している。



論点No.32-25

6. 防潮堤内の排水(2/2)

- 防潮堤内の雨水は、入口側集水枡に集められ、防潮堤下部に埋設された排水管により防潮堤外に導かれ、出口側集水枡を経由して、海に排水している。
- 出口側集水枡には、防潮堤内の入口側集水枡に溜まった雨水等の水圧で開、防潮堤外の津波の水圧で閉となる構造の構内排水路逆流防止設備を設置し、排水路から津波が流入することを防止している。
- 津波が襲来した場合には、構内排水路逆流防止設備が閉となり排水できない状況となる。しかし、津波は押し波と引き波が繰り返されることから閉となるのは一時的な状況であり、日最大降水量81.7mm/hに対して降水量127.5mm/hを排水できるよう余裕を持った設計であるため、十分な雨水の排水性は確保できる。



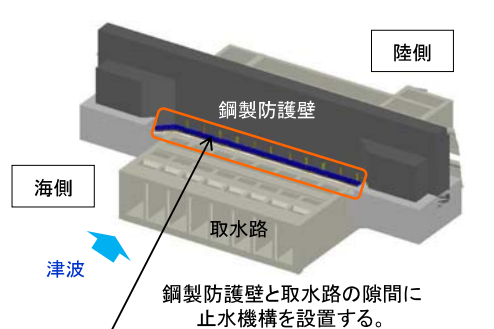
＜別紙1＞ 鋼製防護壁と取水路の隙間の止水について

■ 鋼製防護壁と取水路の隙間の止水について

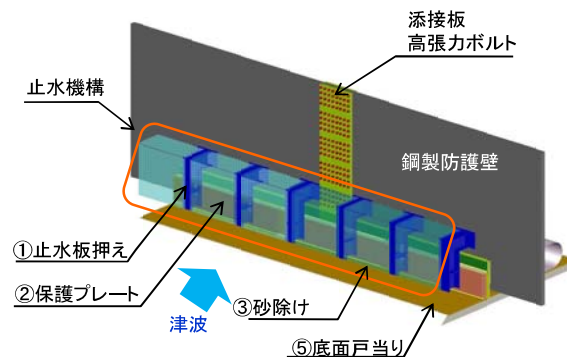
鋼製防護壁と取水路の隙間に止水機構を設置することにより、津波の流入を防止する。

止水機構は、止水板を可動できる構造とし、地震時の鋼製防護壁と取水路の相対変位に追従できる構造としている。また、シートジョイントは、余長をもって設置し、地震時の鋼製防護壁と取水路の相対変位を吸収できる構造とする。

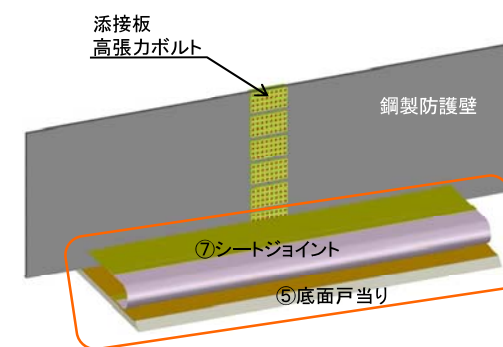
止水板に水密ゴムを取付け、水密ゴムを介して側面戸当り及び底面戸当りとシールすることにより、水密性を確保する。



止水機構の設置状況



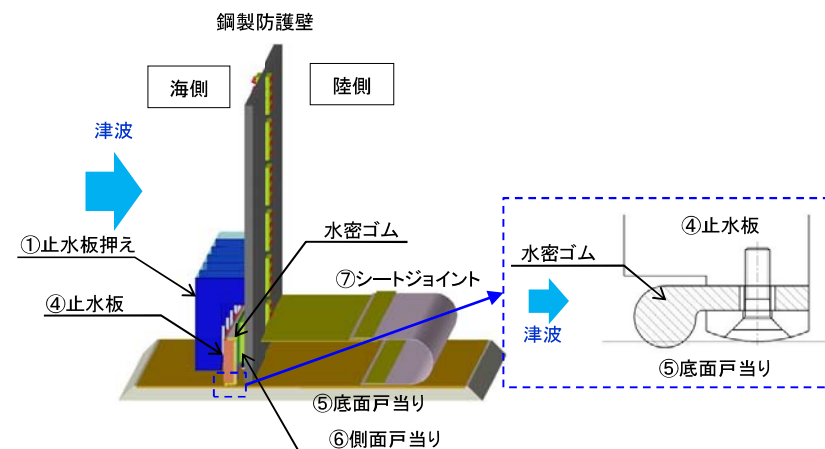
海側から見た止水機構の構造



陸側から見た止水機構の構造

止水機構を構成する主要部材とその機能

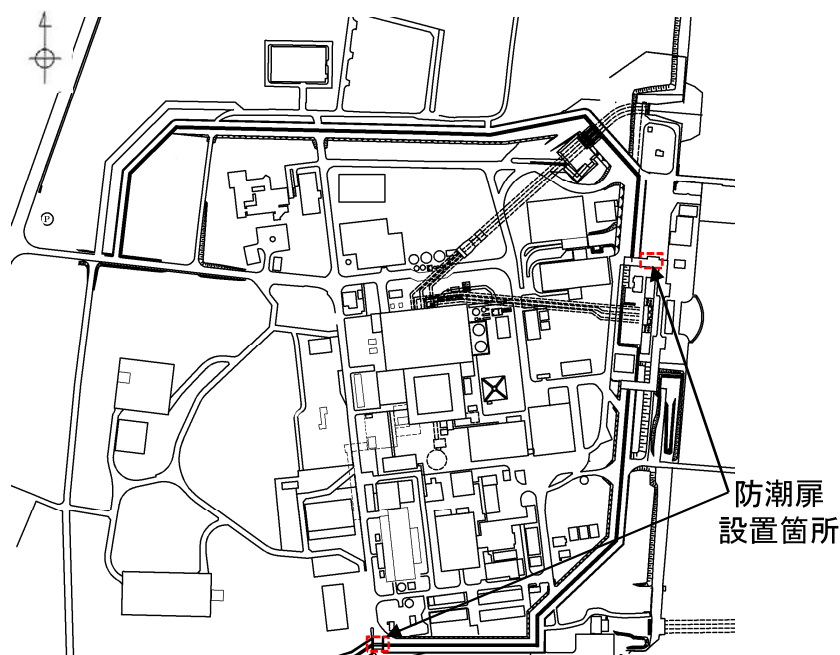
部材名称	機能
①止水板押え	・止水板を支持する。 ・漂流物等から止水板を防護する。
②保護プレート	・漂流物等から止水板を防護する。 ・止水板への異物混入を防止する。
③砂除け	・底面戸当り面への砂等の異物混入を防止する。
④止水板	・鋼製防護壁と取水路の隙間を塞いで浸水を防止する。 ・底面及び側面の戸当りに面する部位に水密ゴムを設置し、シール性を確保する。
⑤底面戸当り	・止水板と取水路とのシール性を確保する。 ・床部（取水路）より100mm高上げし異物混入を防止する
⑥側面戸当り	・止水板と鋼製防護壁とのシール性を確保する。
⑦シートジョイント	・止水板からの微少な漏えいを保持する。 ・陸側からの異物混入を防止する。



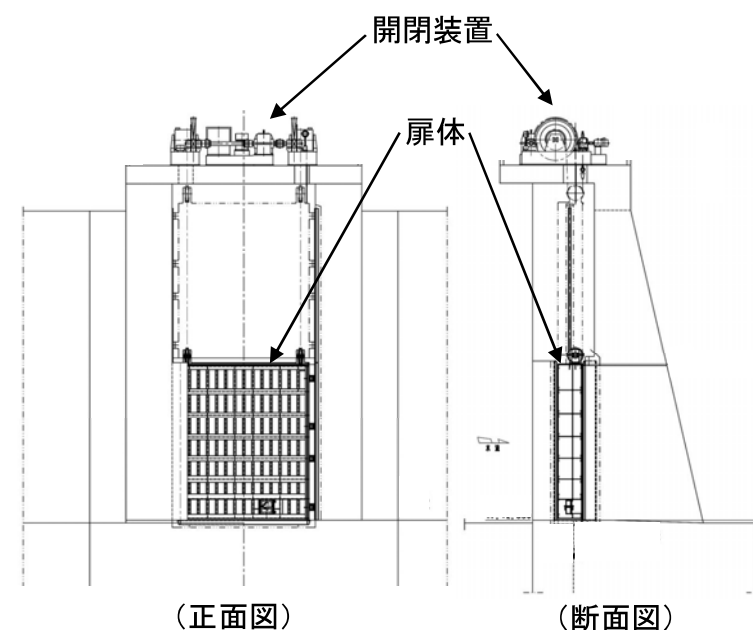
断面方向から見た止水機構の構造

＜別紙2＞ 防潮扉の概要及び運用について(1/2)

- 取水口エリア及び南側の防潮堤に防潮扉を設置する。(2箇所)
- 防潮扉は、頂部に設置する開閉装置により、扉体を上下にスライドさせることによって開閉する構造となっている。
(上昇時:開, 下降時:閉)
- 防潮扉は、**通常時は閉運用**とするが、以下に示す事象では開閉する場合がある。
 - 開閉試験時(1回／年程度)
 - 災害発生時(火災, 人身災害, 隣接事業所との災害協力等)
 - 重大事故等時(海上モニタリングの実施に伴う小型船舶の運搬時)
 - その他発電所長が必要と認めた時
- 防潮扉の開閉は、予め定められた手順, 体制に基づき, 確実に実施する。



防潮扉設置位置図



防潮扉構造概要図(閉止の状態)

＜別紙2＞ 防潮扉の概要及び運用について(2／2)



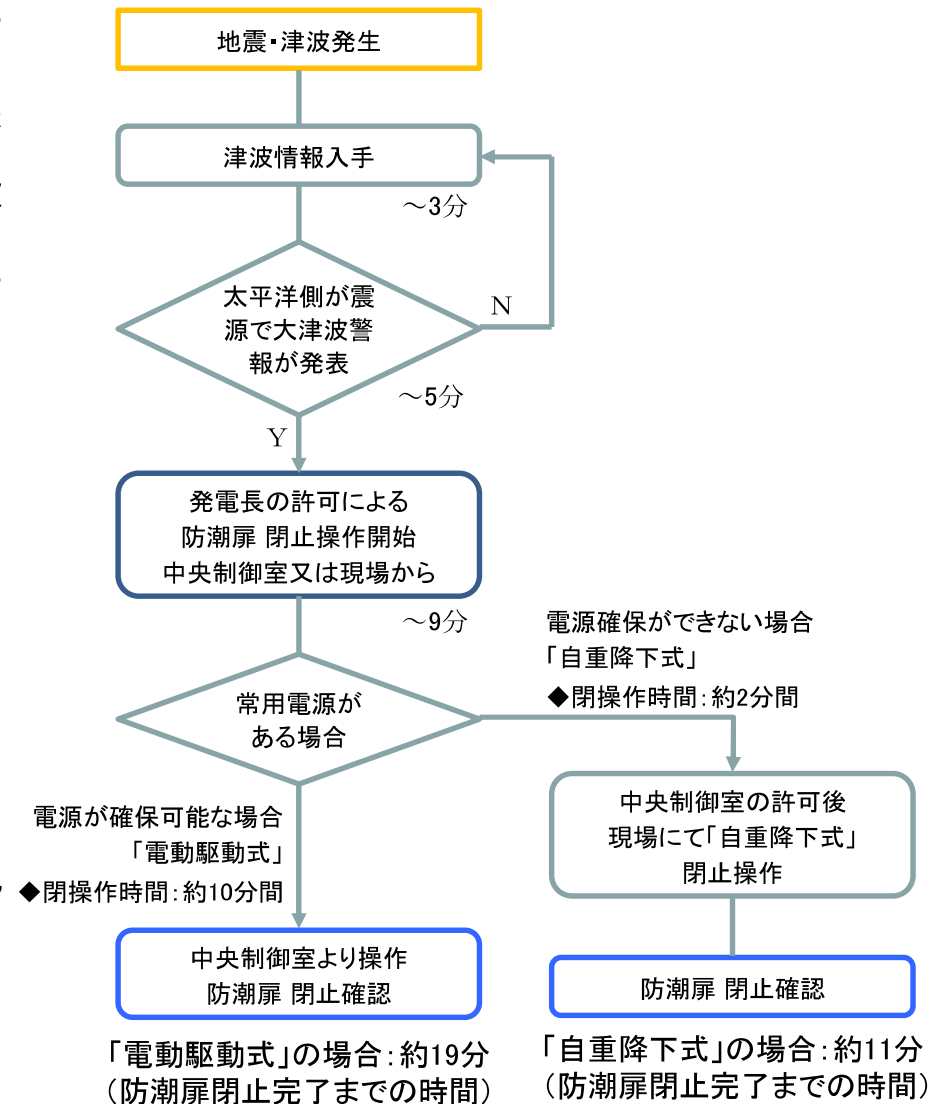
- 防潮扉は、大津波警報が発表された場合には、ただちに閉操作を実施する運用とする。
- 防潮扉の閉操作は、現場の安全性が確保されていることを確認のうえ、中央制御室から電動駆動方式*¹により閉止するが、常用電源が喪失した場合には、現場にて自重降下式*²により閉止する。
- 基準津波が**約37分後に発電所に到達**することに対して、電動駆動式の場合は**約19分**、自重降下式の場合は**約11分**で閉止することが**可能**となっている。

* 1 電動駆動式

開閉装置のブレーキを解除し、電動機の駆動力により扉体を閉止するもの。ブレーキの解除及び電動機の駆動に電源が必要となる。

* 2 自重降下式

開閉装置のブレーキを解除し、扉体の自重により、扉体を降下させ閉止するもの。扉体の自重によって閉止する構造のため、駆動用の電源は不要である。また、現場に設置する無停電電源装置により、ブレーキを解除することが可能な仕組みとなっている。



防潮扉の閉止操作フロー及び閉止時間

＜別紙3＞ 遡上解析において考慮する地殻変動量について

○津波の遡上解析においては、広域的な地盤の沈降として、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動と基準津波の起因となる地震に伴う地殻変動を考慮している。

- ・2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動は、地震の発生に伴う地殻変動に加えて、その後の余効変動を考慮して、0.2mの沈降としている。
- ・基準津波の起因となる地震に伴う地殻変動として、0.31mの沈降を考慮している。

➢2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動については以下のとおり、0.2mの沈降と設定している。

- ・2011年東北太平洋沖地震の前後で、0.3m程度沈下している。
- ・地震後、余効変動により回復傾向が続いている。
- ・遡上解析の実施に当たり、地震後から解析を実施する時点(2017年)までの余効変動を考慮した変動量として0.2m程度の沈降を考慮している。
- ・発電所内のGPS測量結果の0.2m沈降とも一致している。
- ・なお、遡上解析を実施した2017年以降も回復傾向は続いていることから、解析結果は地殻の実際の状態に対して保守的な扱いとなっている。

➢基準津波の起因となる地震に伴う地殻変動については、基準津波の波源モデルを踏まえて、Mansinha and Smylie(1971)の方法により算定し、0.31mの沈降と設定している。

発電所周辺の電子基準点(日立)の高さ変動量

観測局名	所在地	高さの変動量 [cm]								
		本震前後 (※1)	本震翌日から 1年後までの 累積 (※2)	本震1年後から 2年後までの 累積 (※2)	本震2年後から 3年後までの 累積 (※2)	本震3年後から 4年後までの 累積 (※2)	本震4年後から 5年後までの 累積 (※2)	本震5年後から 6年後までの 累積 (※2)	本震翌日から 6年間の 累積 (※3)	本震前から 6年間の 累積 (※4)
日立	茨城県日立市金沢町	-31	4	2	2	1	1	2	12	-19

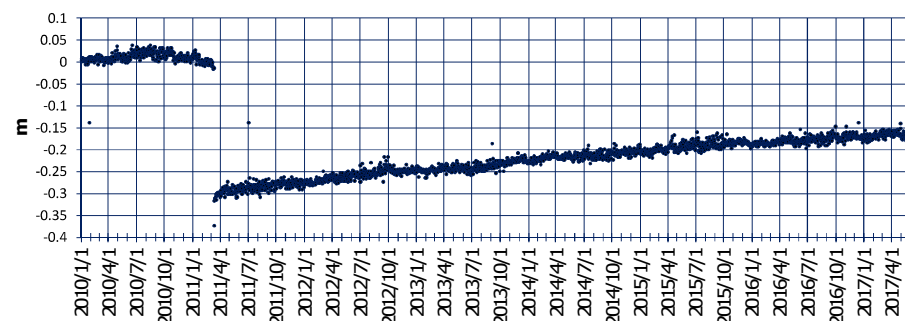
国土地理院(2017)

(※1) 2011年3月10日と2011年3月12日の比較

(※2) 「本震翌日、1、2、3、4年後から1、2、3、4、5年後までの累積」は、2011年、2012年、2013年、2014年、2015年3月と2012年、2013年、2014年、2015年、2016年3月をそれぞれ比較したもの、「本震5年後から6年後までの累積」は2016年2月と2017年2月を比較したもの

(※3) 2011年3月12日と2017年2月の比較

(※4) 2011年2月と2017年2月の比較



※2011年2月の平均値をゼロとしている。

国土地理院(2017)

発電所周辺の電子基準点(日立)の鉛直変動の推移

＜別紙4＞ 遡上解析において考慮する沈下量について

津波の遡上解析においては、地震の発生に伴う液状化によって、0.5m～1.5mの地盤沈下が生じることを考慮して解析を実施している。



- 地震を起因として、地盤が液状化することを仮定し、液状化に伴って地盤沈下する量を評価した。
- 評価結果より、解析における沈下量を以下のとおり設定する。
 - 海岸線近傍は1.5mの沈下を設定する。
 - 敷地北側は1.0mの沈下を設定する。
 - 敷地南側は0.5mの沈下を設定する。

:0.5mの沈下を仮定する範囲
 :1.0mの沈下を仮定する範囲
 :1.5mの沈下を仮定する範囲

解析において考慮する沈下量

【論点No.32】

防潮堤等の具体的な構造や設計情報，耐津波強度に係る評価及びその他の設計上の考慮について（地下水への影響，津波の繰り返しの襲来や漂流物，「黒い津波」に関する設計上の考慮等を含む）

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.24

見直し後の防潮堤の構造は具体的にどのようなものか。幅何mかの壁をつなげる構造か。また，控え壁は設けないのか。

P.2-9

No.25

鋼製の防護壁について，幅が相当あるので，水圧が相当かかり変形したりすると思うが，詳細な設計情報がないので，構造，厚さ，ディメンジョン関係が分かるように説明すること。

P.2-9

No.26

津波と漂流物とが同時に来たときに，鉄筋コンクリートの防潮壁と鋼製の防護壁とは両方とも概ね弾性範囲内にあったということか。

P.10-18

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.882

② 安全規制委員会審査の概要について

a) 資料27, 28

「耐津波設計方針」

～敷地を取り囲むよう津波防護施設・・・を設置～(資料27 の図にも参照されている)

とあるがこれが山側から海側に流れる地下水の遮蔽壁となり、地下水の水位が上昇して、地震時の地盤液状化と相まって、内部溢水につながらないか、心配である。

論点No.34参照

この懸念に対し、どのような調査・解析シミュレーションをしているのか、また、敷地内及び付近の地下水脈及び地下水の挙動の調査内容を開示してほしい。

論点No.34参照

No.1017

Q2:資料(27)耐津波設計方針 関連資料(42)(82)

防潮壁については、海からの津波侵入防止効果の一面のみ説明されている。壁の追加設置で、現地はお椀のような構造になる。雨水が溜まりやすくなる。壁の追設に伴い、防潮と排水という一見矛盾する問題が出てくる。仮に、台風大雨時の大地震、带状降雨時の大地震を想定した場合、

- ・津波の圧力で構内排水路の逆流防止設備は閉じた状態となる。
- ・敷地内雨水は排出先が無くなり、敷地内の浸水レベルは上昇する。
- ・降雨量に比例して、敷地内浸水レベルは、より高くなると予想される。

P.25,26

大雨を想定した排水機能、能力が必要と思われる。 関連:Q10

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.200

まず、私は、福島の大惨事事故が、津波の被害がなければ起きなかったんじゃないかと思います。したがって、東海も津波に対して完璧な対策をまずお願いしたいと思ひまして。

27ページの防潮堤をぐるっと囲む絵がありましたね。ここで海側と反対側の山側が防潮堤が切れているんですが、ここは敷地的に高くなるからいいよと、そういうことですか。宮城とか福島の津波のテレビの画面を見ますと、奥に入っていた津波が、戻るときにかなりのエネルギーで建物とかああいうものを壊しているんですね。だから、東海の場合も、津波が奥に入ったときに、戻す津波は構内に全部入ってしまうんじゃないかと。したがって、防潮堤をぐるっと取り囲むように、城の城壁のようにぐるっと取り囲むようにされたらいいんじゃないかと。

P.21,22

その他の防潮堤の高さは、推定が8.7メートルで、大体2倍ぐらいの、ものづくりの考え方とすれば、安全率2でつくられているようで、これでいいんじゃないかと思ひます。

ただし、津波は、海面が横にそっくり押し寄せてくる力ですから、防潮堤の厚みに対する強度を十分もたせて、その辺の検討をお願いします。

P.10-18

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1149

2. 地盤の悪さと津波対策としての防潮堤(壁)

東海第二原発の問題点のひとつは、地盤が悪く、津波の影響を受けやすい太平洋に面していて海拔も低い敷地で、今後建設するという海拔20m(敷地高8mを引くと地上12m高さ)の「防潮堤(壁, といった方が適切)」の建設でも、最大60mの深さまで鋼管杭を入れながら、その液状化が問題となるというほどの地盤の問題です。

3.11の際、敷地内の液状化も見られたようだし、そもそも地盤自体が20cm沈降し、水平には1.2mも移動したわけですし、原発建屋本体は地下深くに構築したコンクリートの人工岩盤の上に載っていて、一種の浮かんでいる状態で持ちこたえているのかもしれません。

しかし、今回の防潮堤(壁)建設は、本当に液状化に耐えられるのかどうか、一部でも損壊または機能を喪失したら、そもそも津波に弱い東海第二原発そのものがやられるというリスクをもつのではないのでしょうか。 論点No.34参照

浜岡原発では22mの防潮堤をすでに建設していますが、あの屏風のような壁でも、海岸線からは離れたところに位置していて、その間に海岸砂丘のような波よけが自然に出来ているのとは違って、東海第二は前面に小規模な港湾があるものの、そこから取水していることを含めて、港の防波堤を超えて直接ぶち当たる津波を受け止める防潮堤(壁)としては、極めて危険な位置関係にあります。

P.10-18

No.1150

また、今回建設しようとしている直径2mほどの鋼管杭を連続して作り、それにコンクリートを巻き付けて厚さ2.4mほどの、まさに壁を1400m近くも作るというのですが、敷地の絶対的狭さの中で、完全な工事が可能なのか、検証されてもないという不安があります。 P.23,24

また、津波の衝撃力に関して、いわゆる海底汚泥などを含んだ「黒い津波」の威力が、正確に検討されているのか、も問題です。 P.19,20

津波襲来時の作業員の対応と避難との関係について

【説明概要】

発電所への津波襲来を覚知した場合、人命確保を最優先として、発電所内への避難指示等を行う。

発電所の非常時対応に直接関係しない作業員等は、所外の高所に避難して安全を確保する。また、運転員を含む発電所の災害対策要員等は、水密化された建屋内や所内の津波が到達しない高所等に移動することで、発電所が津波で被災した際にも迅速な対応が行えるよう備える。

- 発電所に津波が襲来する恐れを覚知した場合、**人命を最優先として避難活動**を行う。
この際に、**発電所の非常時対応業務への関係の有無**に応じて、避難及び移動先を分ける。

① 発電所の非常時対応に関係しない、所外からの来訪者や見学者及び一般作業者等

⇒ 発電所外の高所の避難場所に避難して安全を確保する。

② 発電所の非常時の対応を担う、運転員を含む災害対策要員

⇒ ②-1 運転員は、出入口を水密化した原子炉建屋内の**高所の中央制御室に移動***

⇒ ②-2 運転員以外の災害対策要員は、津波が到達しない**高所に設置された緊急時対策所**に移動*

*災害対策要員はこれらの場所で**津波や発電所の状況を監視・把握し、発電所が津波で被災した際に迅速な対応が行える**よう備える。



論点No.38-2

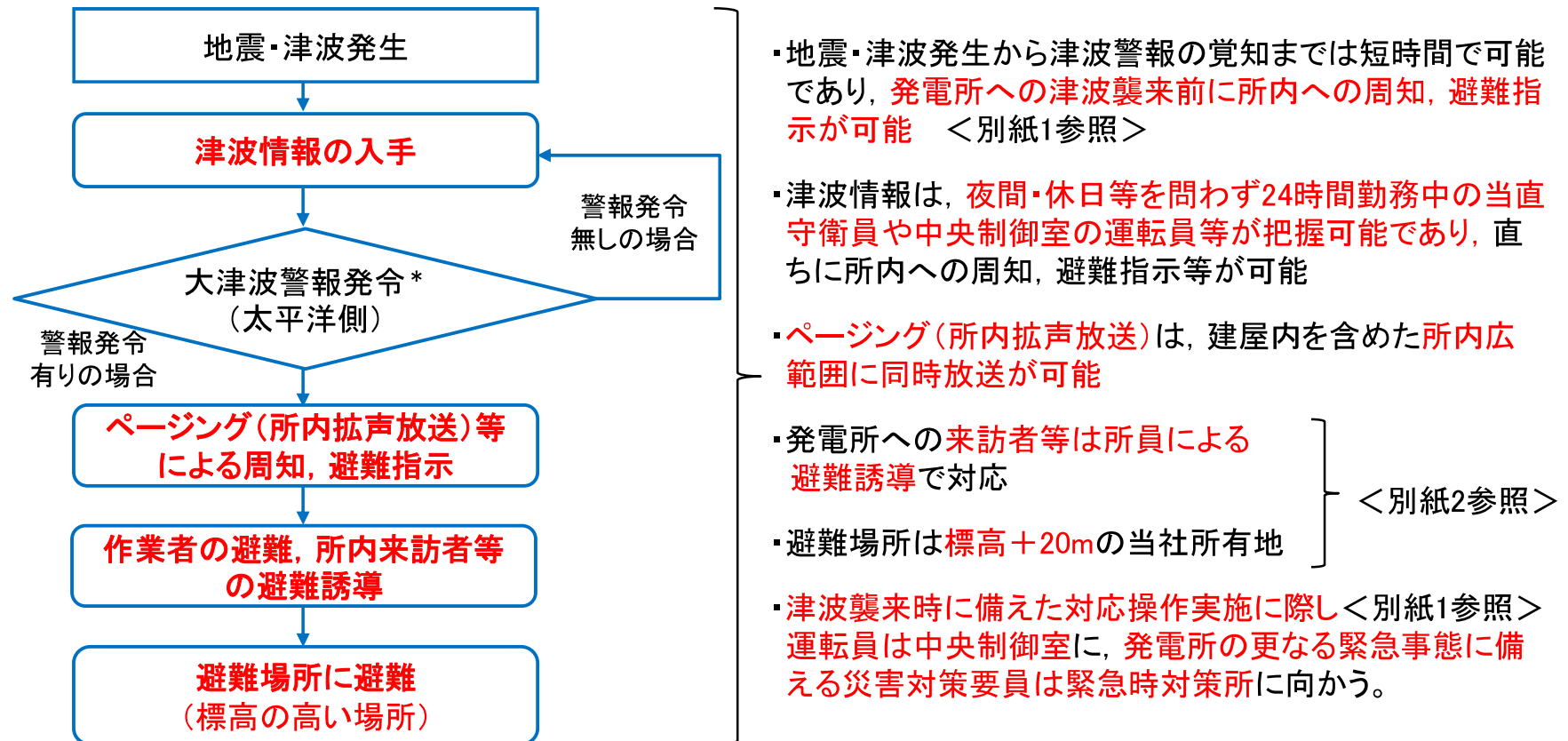
東海第二発電所における津波襲来時対応(具体的な避難・移動方法)



- 発電所に津波が襲来する恐れを覚知した場合の避難対応フローは以下のとおりとし、人命を最優先として避難活動等を行う。

- ① 発電所に襲来する可能性がある**津波情報を覚知し所内に周知，避難指示を出す。**
- ② **所内の作業員等は，高所の避難場所に避難し，安全を確保する。**

(津波襲来時の発電所運用対策を別紙1に，2011年東北地方太平洋沖地震時の対応状況を別紙2に示す。)

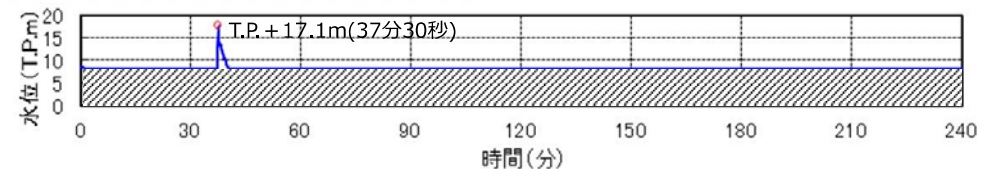
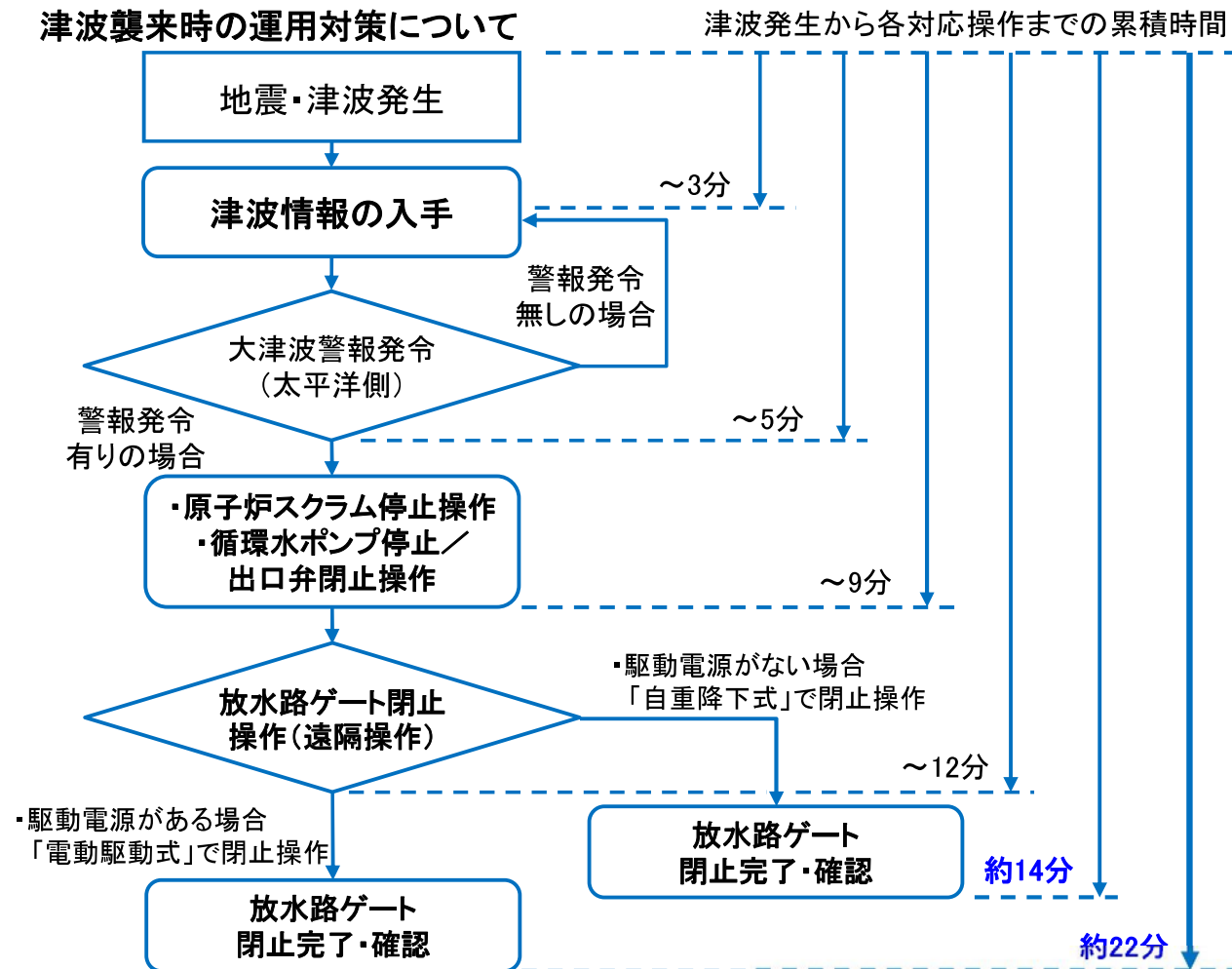


* 大津波警報は，予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合に出される。

<別紙1> 発電所への基準津波襲来時の運用対策

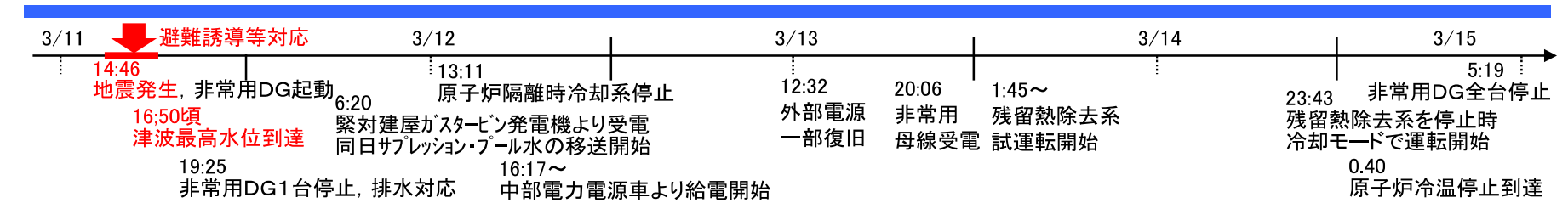


津波襲来時の運用対策について



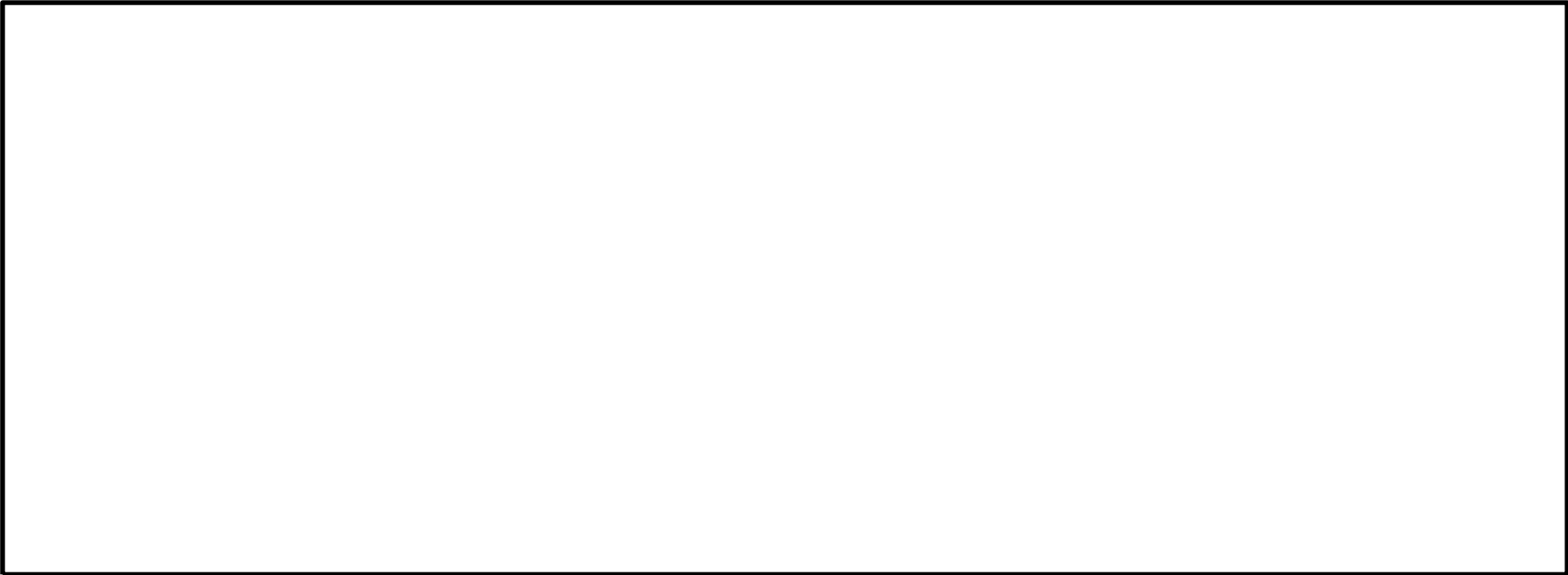
論点No.38-4 基準津波による防潮堤前面での津波高さの変化

<別紙2> 2011年東北地方太平洋沖地震発生時の人員の安全確保に係る運営状況



○地震発生直後の避難誘導等の発電所運営状況。発電所内には一般見学者含め1,000名以上が滞在していたが、プラント自動停止時の対応と並行して、人命最優先で地震と津波警報を受けた避難活動を混乱なく実施

- ①中央制御室 : 原子炉停止時対応操作, ページング(所内放送)で地震・津波避難指示, 地震時現場パトロール
 - ②事務本館・緊急時対策室 : 発電所本部体制の確立, 避難指示等決定・連絡, 国・自治体等への通報実施, 所員の一部避難
 - ③建屋内現場・屋外現場 : 合計約500名の作業員の避難実施
 - ④協力会社棟 : 約300名の社員の避難実施
 - ⑤原子力館・現場見学 : 一般見学者の避難実施
- 地震後の屋外への退避及び大津波警報を受けた高所への避難指示・避難誘導実施



地震発生直後の発電所内の避難活動状況 論点No.38-5

【論点No.38】

津波襲来時の作業員の対応と避難との関係について

【委員からの指摘事項等】

No.32

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

基準津波のような大津波が襲来するような場合に、作業員の対処と避難をどのように考えているか。

P.2-5

津波の襲来情報等を得るための潮位計及びその運用について

【説明概要】

津波監視設備である津波・構内監視カメラ, 潮位計及び取水ピット水位計と公的機関の津波情報を適切に利用することで, 中央制御室にて津波の襲来状況を把握できるとともに, 襲来した津波による影響の把握も可能となっている。

襲来する津波の監視と対応について(1/4)

- 津波の襲来の状況は、中央制御室にて津波・構内監視カメラと公的機関の津波情報により把握
 - 沖合からの津波襲来の様子は原子炉建屋屋上及び防潮堤上部の津波・構内監視カメラで監視可能
 - 原子炉建屋屋上は標高+64m, 防潮堤上部は標高+18m及び標高+20mと高所であり、広く見渡すことが可能。高所からの監視のため発電所の沖合(水平線)約28km先まで視界に収めることができる。
 - 津波・構内監視カメラの映像は中央制御室で確認することができ、津波・構内監視カメラは、可視光方式と赤外線方式が使用できるため、昼夜を問わず監視可能
 - 公的機関(気象庁等)からの津波情報(津波警報・注意報の種類, 津波の高さ予想等)は、中央制御室でFAXで受信, またはパソコン及び電話にて確認し、津波襲来を予測可能
 - 気象庁から大津波警報が発表された場合、発電所構内への避難指示と共に、原子炉停止操作開始
 - 公的機関の津波情報と津波・監視カメラにより、早期に津波襲来の状況把握が中央制御室にて可能

津波・構内監視カメラの主な仕様

	津波・構内監視カメラ
外 観	
カメラ構成	可視光及び赤外線
ズーム	デジタルズーム4倍
遠隔可動	水平可動: 360° (連続), 垂直可動: ±90°
夜間監視	可能 (赤外線カメラ)
耐震設計	Sクラス
供給電源	所内常設直流電源設備
風荷重	設計竜巻を考慮した荷重にて設計
積雪荷重, 堆積量	積雪を考慮した荷重及び設置高さにて設計
降下火砕物荷重, 堆積量	降下火砕物を考慮した荷重及び設置高さにて設計
台 数	原子炉建屋屋上3台, 防潮堤上部4台



監視カメラの視界のイメージ

襲来する津波の監視と対応について(2/4)



●襲来した津波による影響は、津波・構内監視カメラ、潮位計及び取水ピット水位計により把握できる。

- ・発電所に襲来した津波の高さは、取水口付近に設置された潮位計により計測可能
- ・引き波の状況は潮位計で示される水位で把握可能であり、非常用海水ポンプの取水性も取水ピット水位計で把握可能
- ・襲来の予測が難しい海底地すべりや斜面崩壊等による地震を伴わない津波については、発電所周囲に同津波を引き起こす可能性のある地形は認められないと評価
- ・仮にこれらの地震に起因しない津波が発生したことを想定しても、東海第二では、津波高さが小さく、発電所の安全性へ影響を及ぼさないと評価していることから、地震に起因しない津波の発生を察知するのに有効な沖合の潮位計の必要性は小さく、津波監視設備及び外部機関(気象庁)からの津波警報※の発表で津波の襲来を察知して対応することが可能

※気象庁からの津波警報は、地震に起因する津波に対する警報となる。

- ・太平洋側で大津波警報が発表された場合には予め原子炉を手動停止。

仮に警報がない場合でも、引き波で取水ピット水位が循環水ポンプの取水可能下限水位(T.P.-1.59m:設計値)まで低下した場合等、原子炉の運転継続に支障がある場合も原子炉を手動停止

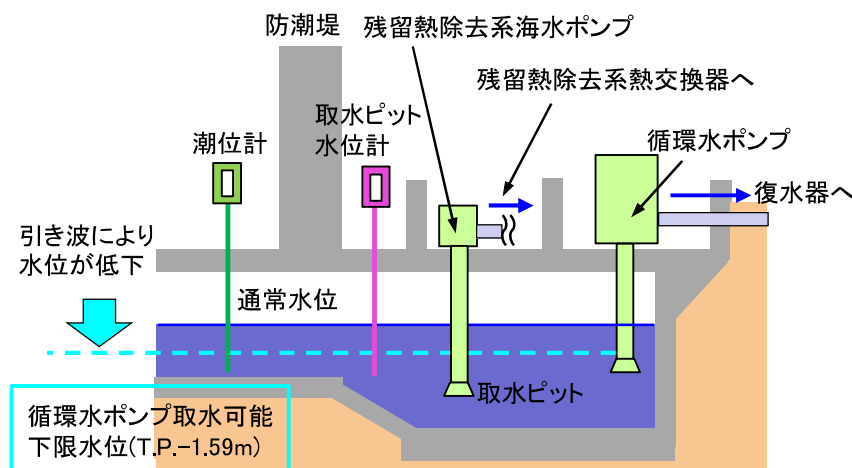


監視カメラ及び潮位計等の構内配置図

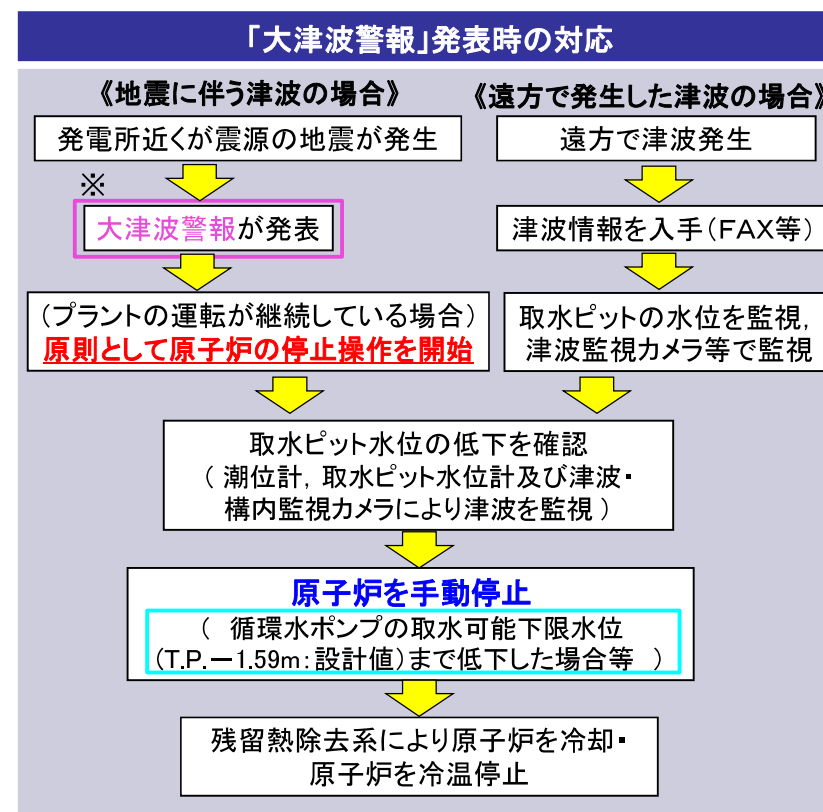
襲来する津波の監視と対応について (3/4)

● 津波による原子炉停止までの流れ

- ・自然災害等の影響によりプラントの原子炉安全に影響を及ぼす可能性がある事象(以下「前兆事象」という。)について、前兆事象として把握できるか、重大事故等を引き起こす可能性があるかを考慮し、設備の安全機能の維持及び事故の未然防止対策をあらかじめ検討しておき、前兆事象を確認した時点で事前の対応ができる体制及び手順を整備する。
- ・津波の規模と発電所への影響として、引き波による除熱機能喪失のリスクがあること、また、発電所近くが震源の場合、発生した津波の波高を確認する時間的余裕がないことや発電所遠方の津波では、波高等の予測精度が低下する可能性があること等を考慮し、「大津波警報」発表時の右図のフローに示す対応を実施する。



取水口断面図



※ 襲来する津波の監視と対応について (4/4)「津波警報・注意報の種類について」参照

襲来する津波の監視と対応について (4/4)

● 津波警報と津波予報区

・気象庁が定めている津波予報区のうち、発電所を含む地域である「茨城県」区域に対し、発表基準に従い気象庁から大津波警報が発表された場合には、以下の対応を行う。

- 発電所構内に避難指示を行う。
- 原則として原子炉停止操作を開始する。

ただし、以下の場合を除く。

- ① 大津波警報が誤報であった場合
- ② 発電所から遠方で発生した地震に伴う津波であって、津波が到達するまでの間に大津波警報が解除又は見直された場合。

津波警報・注意報の種類について

種類	発表基準	発表される津波の高さ (数値(津波の高さ予想の区分))
大津波警報	予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合	10m超 (10m<予想高さ)
		10m (5m<予想高さ≤10m)
		5m (3m<予想高さ≤5m)
津波警報	予想される津波の高さが高いところで1mを超え、3m以下の場合	3m (1m<予想高さ≤3m)
津波注意報	予想される津波の高さが高いところで0.2m以上、1m以下の場合であって、津波による災害のおそれがある場合。	1m (0.2m<予想高さ≤1m)

出典：気象庁ホームページ「津波警報・注意報、津波情報、津波予報について」

気象庁が定める津波予報区



出典：気象庁ホームページ「津波予報区について」

【論点No.39】

津波の襲来情報等を得るための潮位計及びその運用について

【委員からの指摘事項等】

No.33

潮位計が取水ピットの前に設置されているが、中央制御室においてどの程度の高さの津波が来ているかという判断をするときに、もっと離れたところから、どんなものが来ているかという調査をする必要があるのではないか。

P.2,3

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

①発電所で防護対策を講じる対象とする津波の評価におけるPRA手法の活用について

【説明概要】

防潮堤耐力や敷地内浸水時の影響範囲から設定した津波区分ごとの炉心損傷頻度を評価した上で、防潮堤高さを超える津波が襲来した場合の対策を実施している。(対策の詳細は②・③参照)

②多重防護の観点での津波対策について

(外郭防護・内郭防護, 津波発生年の超過確率, 敷地に遡上する津波に係る想定及び対策等を含む)

【説明概要】

基準津波に対しては、敷地内への流入を防ぐために防潮堤(高さT.P.+20m)の設置等の対策を講じる。また、不確かさへの備えとして防潮堤高さを超える津波の発生を想定し、敷地内への浸水を前提に原子炉建屋・重大事故対処設備の水密対策等を実施する。

③防潮堤を越えて敷地に遡上する津波襲来時の具体的な対応について

【説明概要】

敷地に遡上する津波に対しては、津波PRA結果を踏まえ、津波区分ごとに以下の対策を実施する。

(1)防潮堤前面の津波高さ:T.P.+20m～24m

原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施すことにより、常設及び可搬型の重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする手順・設備・体制を整備

(2)防潮堤前面の津波高さ:T.P.+24m超

高所に配置した可搬型設備を活用した大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備

④防潮堤を越えて敷地に遡上する津波等に対する電源の防護対策等について(溢水対策を含む)

【説明概要】

③の対策の一貫として、常設代替電源設備・可搬型代替電源設備は敷地に遡上する津波が到達しない箇所に設置又は保管する等、電源設備は位置的分散や多様性を図った設計とすることにより、共通要因故障の防止を図っている。

① 津波PRAについて(1/2)

➤ 防潮堤高さを超える津波が襲来した場合の対策を検討するために津波PRA手法を活用する

・津波PRAの条件について

- ・設計基準事故対処設備による対応を基本とし、これまでに整備したAM策、緊急安全対策(水密化を含む)及び重大事故等対処設備は考慮しない(防潮堤は考慮、敷地遡上津波への対応は考慮しない)
- ・防潮堤耐力・敷地内浸水時の影響範囲を踏まえ津波区分を設定(下図参考)

- ① T.P.+20m(防潮堤前面)未満の津波は、敷地内に浸水しないため、津波PRAの対象外
- ② T.P.+24mまでの津波に対して、敷地内浸水時の影響範囲を考慮して津波区分を設定
- ③ T.P.+24mを超える津波に対して、必ず防潮堤が損傷すると仮定
(T.P.+24mまでの津波で防潮堤の止水機能が保持されることを確認している)

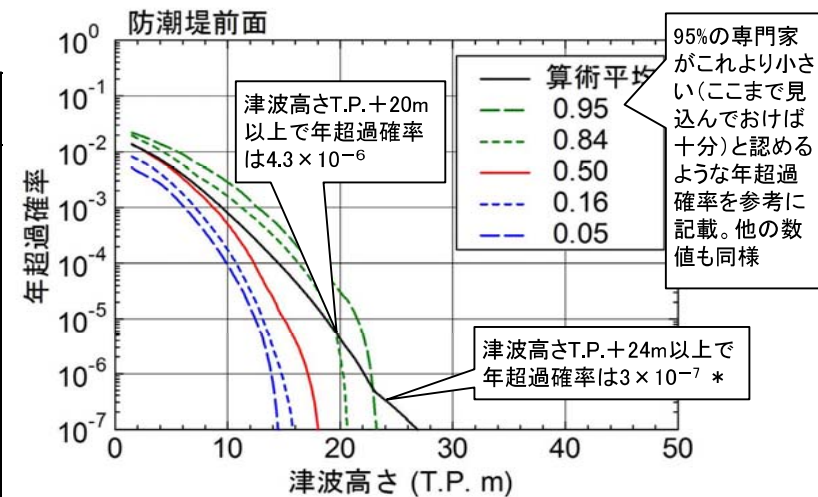
津波区分1: T.P.+20m~+22m※
津波区分2: T.P.+22m※~+24m
津波区分3: T.P.+24m~

※防潮堤を越流した津波がT.P.+8mの原子炉建屋に到達するかどうかで②を分割

津波 (津波高さ)	防潮堤損傷 (T.P.+24m~)	原子炉建屋内浸水 (T.P.+22m~+24m)	最終ヒートシンク喪失 (T.P.+20m~+22m)	発生する起因事象
			発生なし	① 最終ヒートシンク喪失 (T.P.+22m~+24m)
		発生なし	発生	
	発生なし	発生	発生	
	発生			原子炉建屋内浸水による 複数の緩和機能喪失※ (最終ヒートシンク喪失) (T.P.+22m~+24m)
				防潮堤損傷※ (T.P.+24m~)

※炉心損傷直結のためイベントツリーは展開しない。

津波PRAにおける階層イベントツリー



評価に用いる平均津波ハザード曲線

* 算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

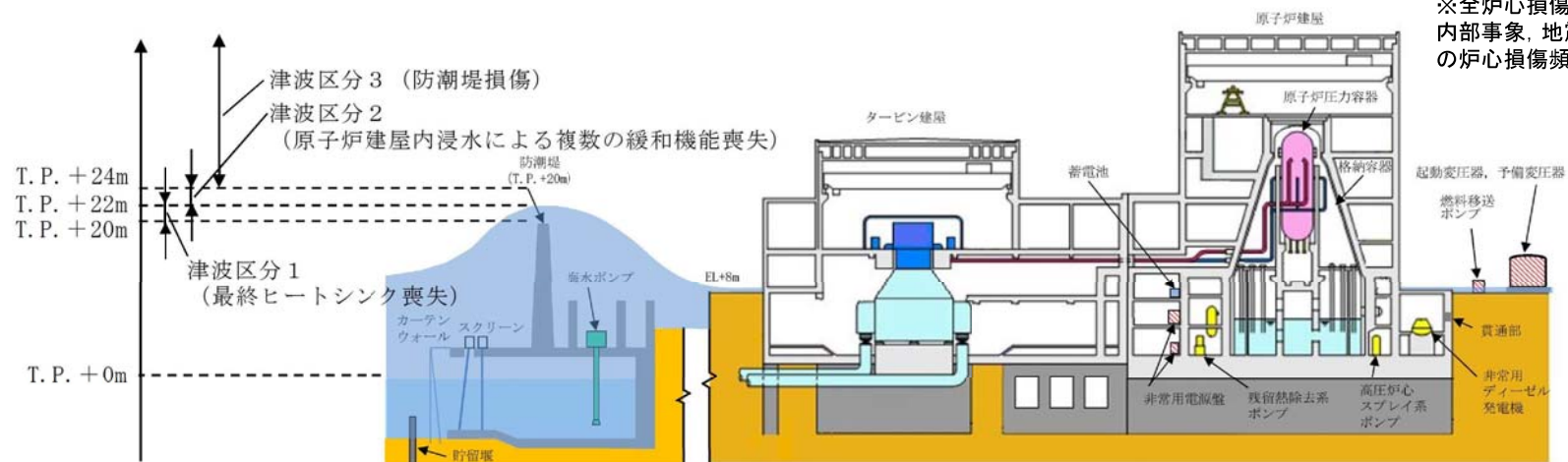
① 津波PRAについて(2/2)

➤ 津波PRAの結果を踏まえ、津波区分ごとの津波防護対策を実施(対策は②・③参照)

- ・T.P.+20m～+24m(津波区分1, 津波区分2):全炉心損傷頻度に占める割合が有意
- ・T.P.+24m～(津波区分3):全炉心損傷頻度に占める割合が1%未満と小さい

PRAの結果概要			
炉心損傷頻度 (／年)			
内部事象	地震	津波	全炉心損傷頻度
6.1E-05	1.0E-05	4.3E-06	7.5E-05

津波区分	津波高さ	津波による影響を受ける建屋・機器	起回事象	
津波区分1	T. P. +20m～T. P. +22m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失	・ 最終ヒートシンク喪失	炉心損傷頻度 $\text{約} 4 \times 10^{-6} \text{／年}$ (全炉心損傷頻度※ の約5.3%)
津波区分2	T. P. +22m～T. P. +24m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器, 予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	
津波区分3	T. P. +24m～	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器, 予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 ・ 防潮堤損傷	・ 防潮堤損傷	炉心損傷頻度 $\text{約} 3 \times 10^{-7} \text{／年}$ (全炉心損傷頻度※ の約0.4%)



※全炉心損傷頻度とは、内部事象、地震及び津波の炉心損傷頻度の合計

プラントの設備配置の概略図(津波浸水イメージ)

* 本評価では重大事故等対処設備がない前提で評価している。

②・③多重防護の観点での津波対策



➤ 敷地に遡上する津波の襲来も想定した上で以下のとおり多重的な津波対策を実施する

1. 基準津波(防潮堤前面の津波高さ:T.P.+17.1m)

決定論的考え方に基づき、発電所の供用期間中に発電所の安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがある津波(基準津波)を敷地内に流入させない対策を図ることで発電所の安全施設の機能を維持する

2. 敷地に遡上する津波(基準津波を超える規模の津波)

(1)防潮堤を越流し、浸水が発生する規模の津波(防潮堤の健全性は維持)

(防潮堤前面の津波高さ:T.P.+20m~24m)

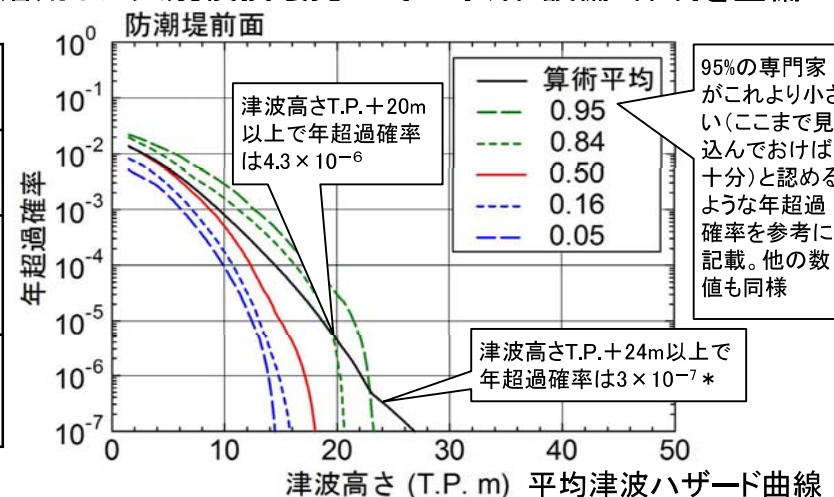
全炉心損傷頻度への寄与が比較的大きいこと、津波による影響の程度が特定できることを考慮し、原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施すことにより、常設及び可搬型の重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする手順・設備・体制を整備

(2)防潮堤が損傷する可能性のある津波高さ(防潮堤前面の津波高さ:T.P.+24m~)

防潮堤が損傷する規模の津波が発生する可能性は低いものの、そのような津波が発電所に襲来することも想定し、防潮堤損傷を前提として、高所に配置した可搬型設備を活用した大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備

	津波高さ	津波PRA結果※ (炉心損傷頻度)	対策
1.	~T.P.+20m	津波PRAの 対象外	敷地内に浸水しないための対策を実施
2. (1)	T.P.+20m ~24m	4×10^{-6} /年	敷地内に浸水することを前提に、原子炉建屋・重大事故対処設備の水密対策等を実施
2. (2)	T.P.+24m~	3×10^{-7} /年	防潮堤損傷を前提に大規模損壊の対応

※ 防潮堤以外の津波防護対策を考慮しない評価結果のため、敷地に遡上した場合には必ず炉心損傷に至ると評価 (炉心損傷頻度=年超過確率)



* 算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

②・③多重防護の観点での津波対策(基準津波に対する対策)



第10回ワーキングチーム
資料2-2再掲

基準津波に対する発電所の安全施設の防護方針と適合方策

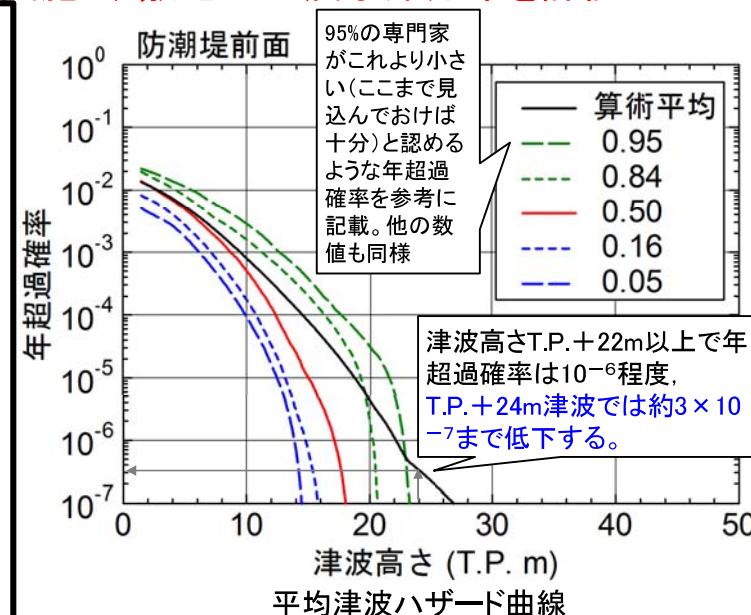
	安全施設の防護方針		防護方針への適合方策※
①	敷地への流入防止 【外郭防護1】	Sクラスに属する施設の設置された敷地に基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させないこと。 また、取水路及び放水路等の経路から流入させないこと。	基準津波による遡上波が敷地に到達、流入することを防止するため、敷地を取り囲む形で防潮堤を設置する。 また、取水路、放水路等の経路からの津波の流入を防止するため、以下の対策を講じる。 ・放水路に放水路ゲートの設置 ・取水路や放水路ゲート回りの開口部、SA用海水ピットの開口部等への浸水防止蓋の設置 ・非常用海水ポンプのグランド dren 排出口等への逆止弁の設置 ・構内排水路への逆流防止設備の設置 ・その他、貫通部止水処置等
②	漏水による安全機能への影響 【外郭防護2】	取水・放水施設及び地下部等において、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。	海水ポンプ室を浸水想定範囲に設定し、浸水の可能性のある経路に対して浸水防止対策を講じることにより防水区画化する。また、浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。
③	津波防護の多重化 【内郭防護】	上記のほか、Sクラスに属する設備は、 <u>浸水防護をすることにより津波による影響から隔離すること。</u>	津波から防護する設備を内包する建屋及び区画に対して、地震による溢水影響も考慮した上で、 <u>浸水対策(原子炉建屋地下部の貫通部止水処置等)を実施する。</u>
④	水位低下による安全機能への影響防止	水位変動に伴う <u>取水性低下による重要な安全機能への影響を防止すること。</u>	引き波による取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプの取水性を保持するため、 <u>取水口前面に貯留堰を設置する。</u>
⑤	津波監視設備の設置	津波の襲来状況を監視するために <u>津波監視設備を設置すること。</u>	津波の襲来状況を監視するため、原子炉建屋屋上T.P.+64m、防潮堤上部T.P.+18m及びT.P.+20mに <u>津波・構内監視カメラ</u> 、取水ピットに <u>取水ピット水位計</u> 、取水路に <u>潮位計</u> を設置する。

※: 重大事故等対処施設に対しても、設計基準対象施設に対する要求事項に準じて、同様の適合方策を実施する。

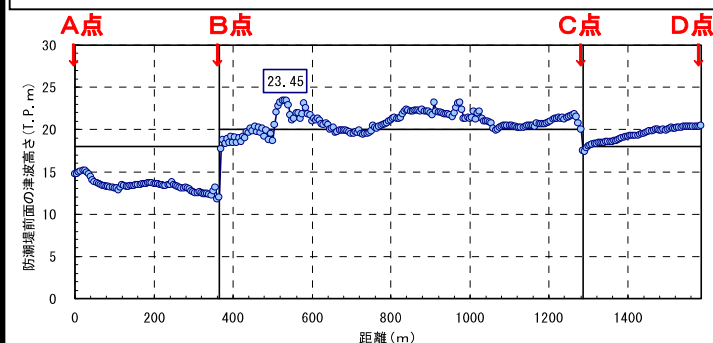
②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+20m~24m])



➤T.P.+24m(防潮堤前面)の津波高さを想定した遡上解析を実施し、敷地内の浸水深分布を評価



基準津波を超え敷地に遡上する津波の高さとしては、年超過確率が十分小さくなるT.P.+24m(防潮堤前面)までの津波高さを想定し、津波遡上解析を実施した。



防潮堤前面における敷地遡上津波の高さ

※T.P.+24mの津波は、基準津波の波源モデルの全すべり域のすべり量を調整することにより発生させている。津波高さ(T.P.+24m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す。

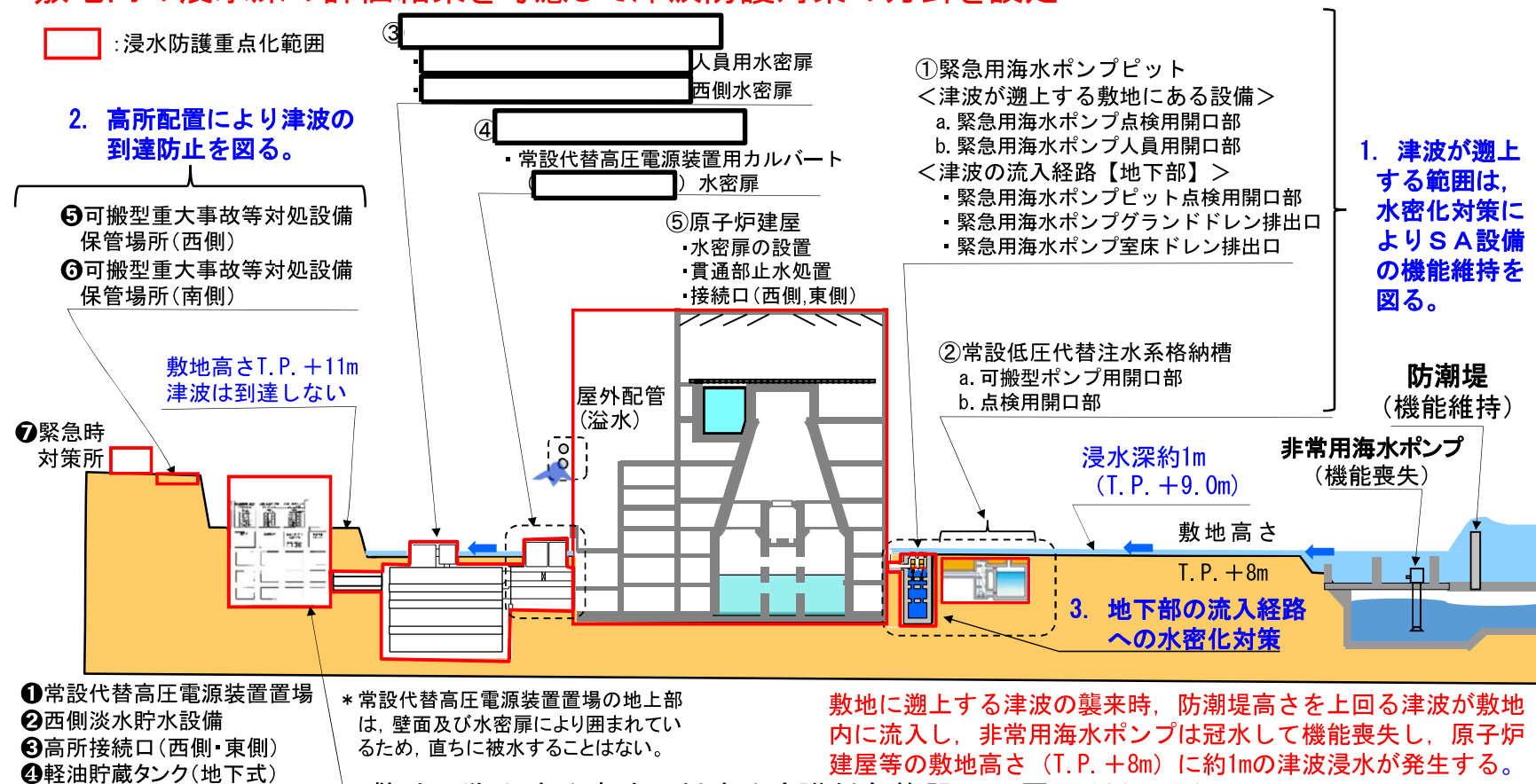
敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布

論点No.43,44,45,48-7

②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+20m~24m])



➤敷地内の浸水深の評価結果を考慮して津波防護対策の方針を設定



敷地に遡上する津波に対する防護対象施設の配置図(断面図)

【敷地に遡上する津波の到達範囲に応じて防護対象施設の防護方策を策定】

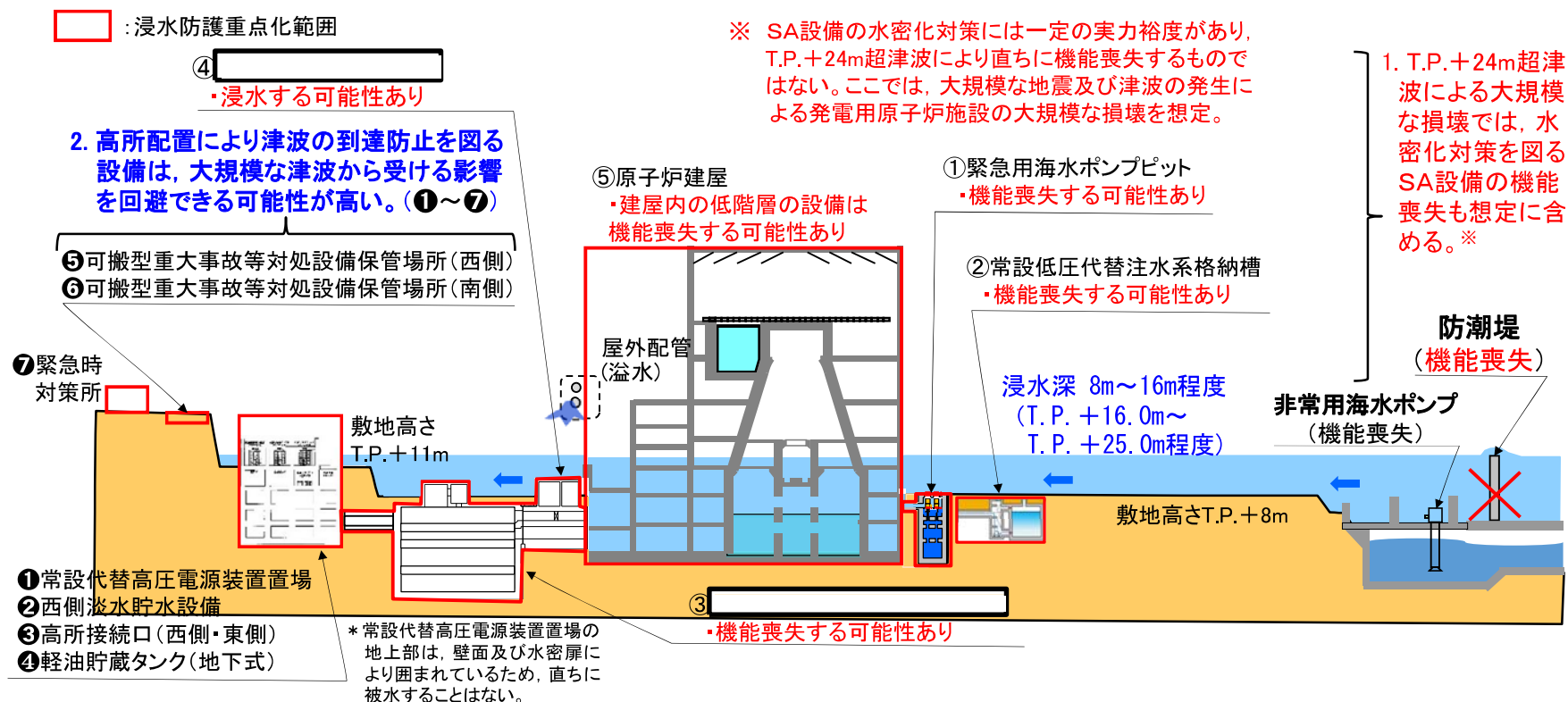
配置区分	高さ	対策方針	対象設備
1. 津波が遡上する敷地にある設備	T.P.+8m	浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉の設置等	図の①~⑤
2. 遡上する津波より高所にある設備	T.P.+11m~	高所配置による津波の到達防止	図の①~⑦
3. 津波の流入経路【地下部】	T.P.+8m以下	浸水防止蓋, 逆止弁の設置等	図の①【地下部】

②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+24m超])



➤ T.P.+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対しても、対応のために必要な手順や体制等を整備

- ✓ 防潮堤損傷を前提とした大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備
- ✓ 放水砲を用いた原子炉建屋への放水及び原子炉建屋外側ブローアウトパネル開口部から使用済燃料プールへの注水並びに可搬型計測器を用いた現場でのパラメータ監視等、可搬型重大事故等対処設備を用いた多様性・柔軟性を有する手順書を整備
- ✓ 可搬型重大事故等対処設備は、T.P.+24m超津波による浸水の被害を受けないよう高台に保管
- ✓ 初動の事故対応を行う39名の要員は、発電所構内に分散して待機させ、同時に全ての要員が被災することがない体制を整備
(要員の中に被災者が発生した場合でも、代替りの要員が到着するまでの間、継続して事故対応が行えるよう体制を整備)



津波区分3のT.P.+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対する対応例
論点No.43,44,45,48-9

②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+24m超])

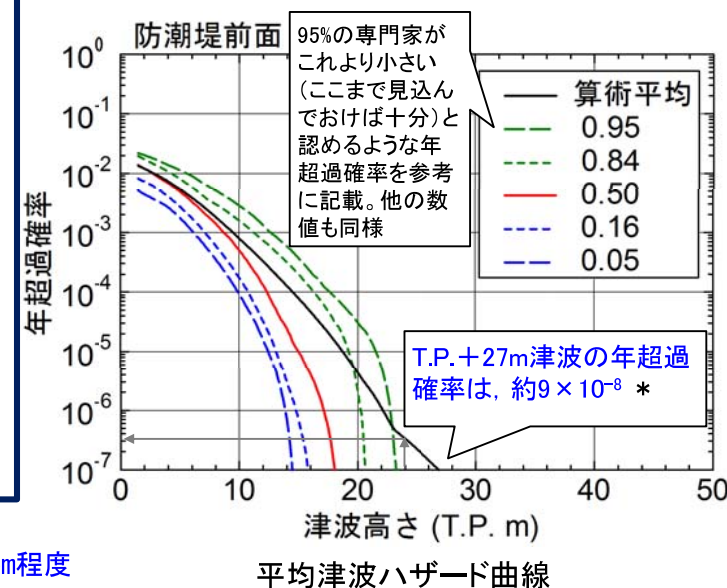


防潮堤損傷時における敷地内への浸水状況の一例について確認するためのケーススタディを実施

(津波高さT.P.+27mを想定)

防潮堤が損傷した場合でも、津波の浸水抑制効果については、ある程度期待できると考えられるが、保守的に防潮堤はないと仮定

本ケースにおいても可搬型重大事故等対処設備の保管場所は浸水しないため津波静定後には設備の活用が可能



防潮堤が損傷する津波を想定したケーススタディ
(防潮堤なし, T.P.+27m津波※を想定)

浸水深
8m~16m程度

※T.P.+27mの津波は、基準津波の波源モデルの全すべり域のすべり量を調整することにより発生させている。津波高さ(T.P.+27m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す。

論点No.43,44,45,48-10

* 算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

④電源設備の設置場所・位置的分散及び多様性



- 常設代替電源設備・可搬型代替電源設備は敷地に遡上する津波が到達しない箇所に設置又は保管する等、**電源設備は位置的分散や多様性を図った設計とすることにより、共通要因故障の防止を図っている。**

用途	設備名称	位置的分散				多様性
		種別	設置場所※	設置高さ	敷地に遡上する津波に対する防護方策	電源の冷却方式
交流	非常用ディーゼル発電機 (HPCS系含む)	常設	⑤ (付属棟)	T.P.+0.7m	水密化対策	水冷 (非常用海水ポンプ冠水により機能喪失)
	常設代替高圧電源装置	常設	①	T.P.+11m	高所配置	空冷
交流／ 直流	可搬型代替低圧電源車	可搬型	⑤⑥	T.P.約+23m T.P.約+25m	高所配置	空冷
直流	125V系蓄電池2A系	常設	⑤ (付属棟)	T.P.+10.5m	水密化対策	—
	125V系蓄電池2B系			T.P.+8.2m	水密化対策	—
	125V系蓄電池HPCS系			T.P.+10.5m	水密化対策	—
	緊急用125V系蓄電池	常設	⑤ (廃棄物処理棟)	T.P.+8.2m T.P.+10.5m	水密化対策	—
	可搬型整流器	可搬型	⑤⑥	T.P.約+23m T.P.約+25m	高所配置	空冷

※数字は8, 9ページの図に対応

：設計基準事故等対処設備／重大事故等対処設備

：重大事故等対処設備

敷地に遡上する津波に対する対応方針

- 敷地に遡上する津波の襲来時は、敷地内への浸水により屋外作業が制限されることを踏まえ、重大事故等対処設備の対応方針について以下のとおりとする。

- ✓ ①津波防護を考慮した常設設備による対応を基本とする。

屋外作業を要せずに最終ヒートシンクへ熱を輸送するための常設設備として、緊急用海水系を設置し、これらの設備を敷地に遡上する津波に対して防護する。

- ✓ ②可搬型重大事故等対処設備による対応も可能とする。

不測の事態により、上記の常設設備が一定期間は使用できない場合も想定し、可搬型設備による対応を確実にするため、津波の影響がない高所に注水用の接続口及び水源を設置する。

- * 漂流物の考慮: 敷地に遡上する津波では、敷地内に津波が流入することから(原子炉建屋付近の浸水深さ1m)、敷地内の漂流物として、車両(1.5t)を遡上範囲の重大事故等対処施設に対する衝突荷重において考慮する。

①津波防護を考慮した常設設備による対応

緊急用海水系の配置による対応

＜配置場所＞

原子炉建屋東側

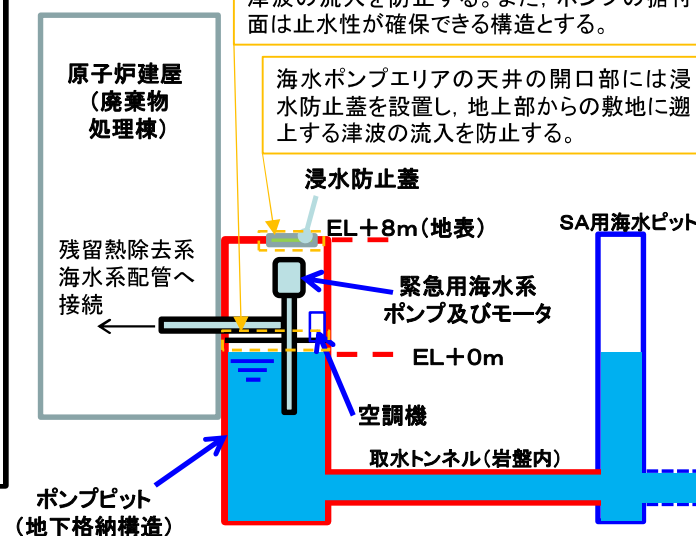
- ・ポンプピット(緊急用海水系ポンプを含む)を建屋近傍に設置
- ・ポンプピットは、SA用海水ピットと取水トンネル(岩盤内設置)により接続し、海水を供給

＜ポンプピット構造＞

- ・地下格納槽構造とし、敷地に遡上する津波漂流物等から防護
- ・ポンプ排熱のため、海水ポンプエリアに空調機を設置
- ・海水ポンプ室への津波の流入を防止するため、流入経路に対して浸水防護対策を実施

海水ポンプエリアの床の開口部には、浸水防止蓋及び逆止弁を設置し、ポンプピットからの津波の流入を防止する。また、ポンプの据付面は止水性が確保できる構造とする。

海水ポンプエリアの天井の開口部には浸水防止蓋を設置し、地上部からの敷地に遡上する津波の流入を防止する。



論点No.43,44,45,48-13

①津波防護を考慮した常設設備による対応

緊急用海水系の系統概略図

【緊急用海水系の機能】

<系統構成>

①残留熱除去系海水系機能喪失時の代替海水供給機能

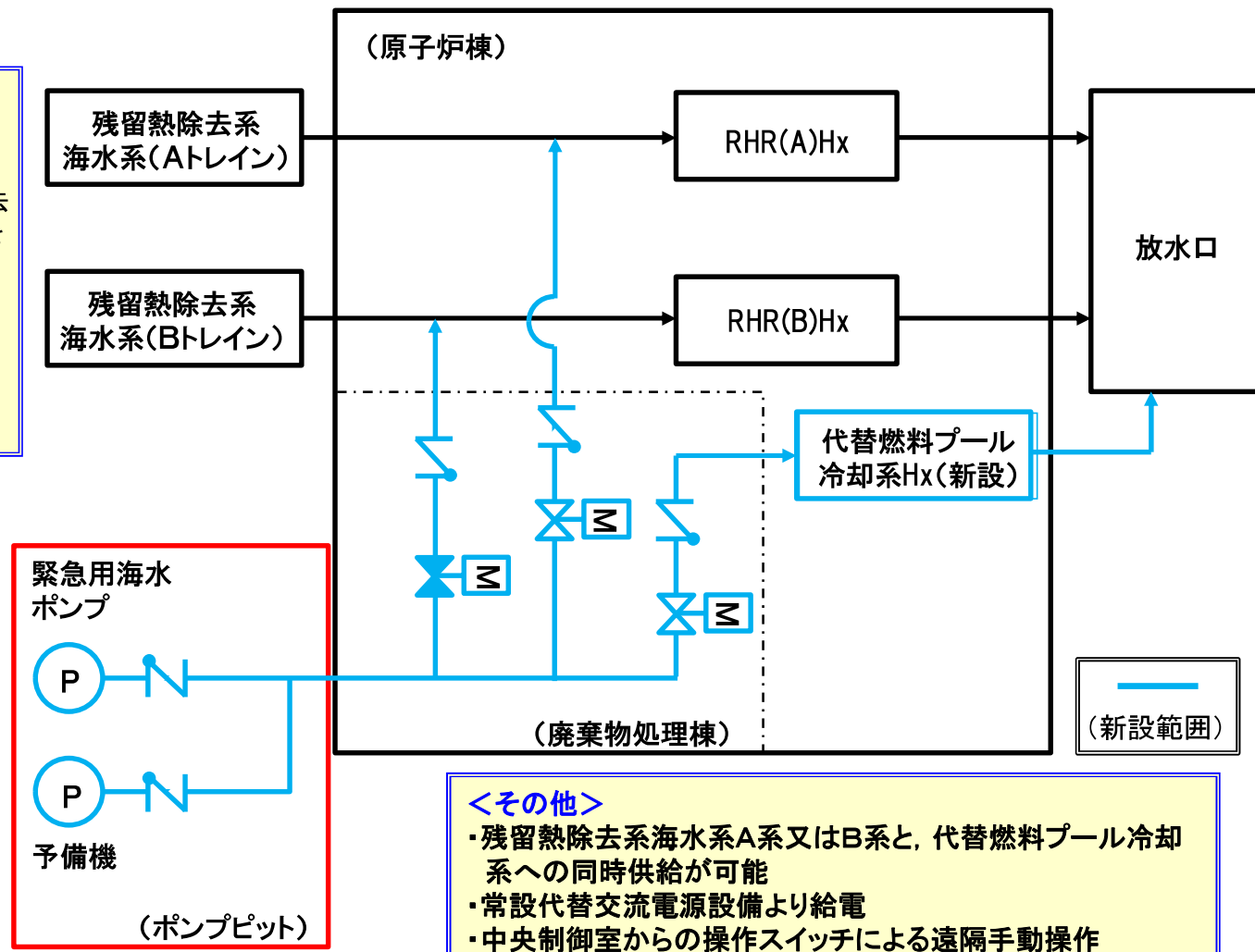
可搬型設備と同様に、残留熱除去系海水系機能喪失時に崩壊熱等を最終ヒートシンクへ移送する機能

②代替燃料プール冷却系(熱交換器)への海水供給機能

新設する代替燃料プール冷却系への冷却海水供給機能

<容量>

- ・敷地に遡上する津波の発生時に格納容器ベントを行わず、除熱可能な容量を確保
- ・既設燃料プール冷却浄化系と同等の除熱容量を確保

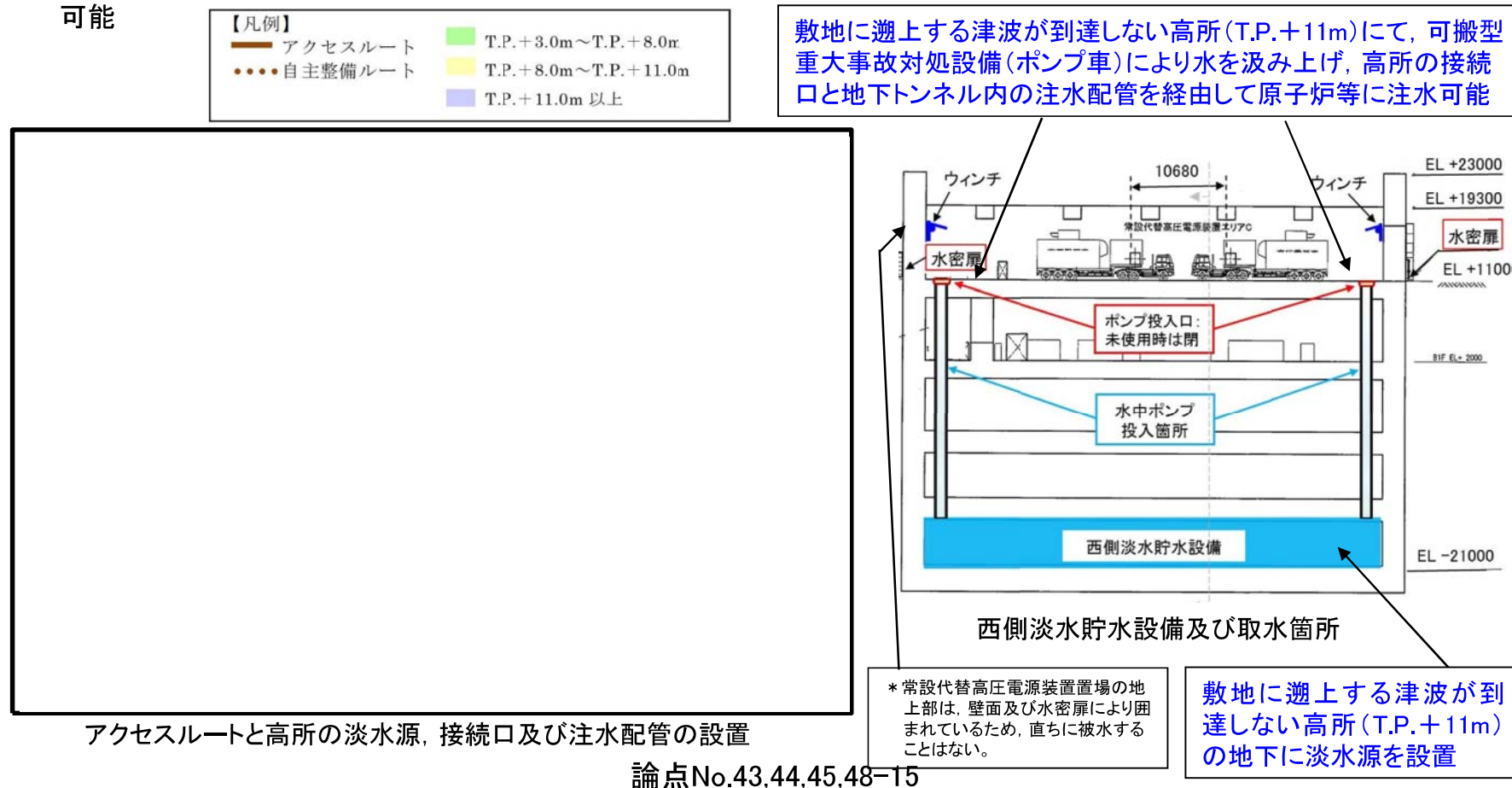


<その他>

- ・残留熱除去系海水系A系又はB系と、代替燃料プール冷却系への同時供給が可能
- ・常設代替交流電源設備より給電
- ・中央制御室からの操作スイッチによる遠隔手動操作

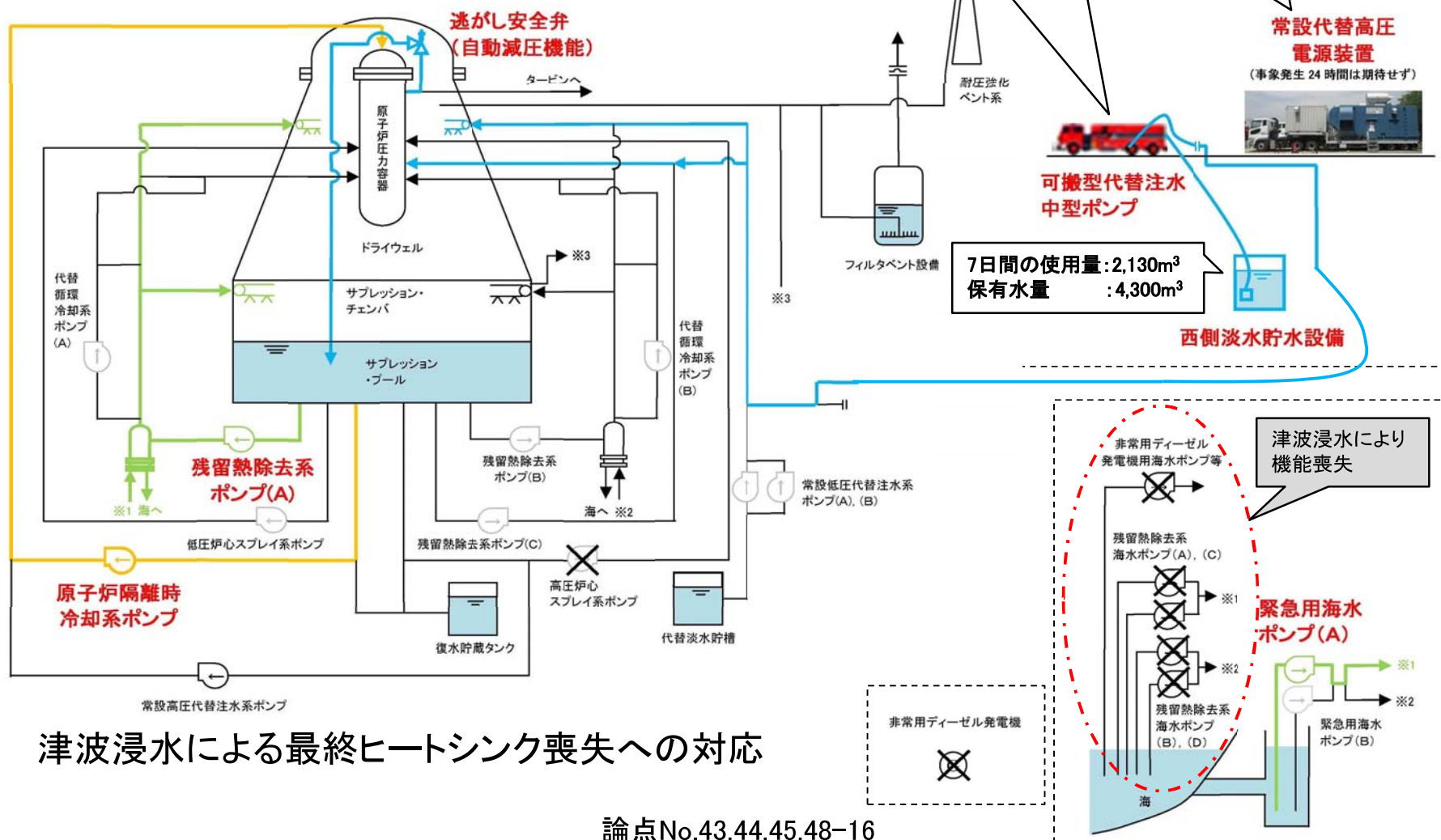
②可搬型重大事故等対処設備による対応

- 敷地に遡上する津波の影響を受けない常設代替高圧電源装置置場(T.P.+11m)の地下に西側淡水貯水設備を設置し、またT.P.+11mの高さの高所接続口を東西に複数設置
- 可搬型重大事故等対処設備(可搬型代替注水中型ポンプ)を用いて、西側淡水貯水設備の水を汲み上げ高所接続口から地下トンネル内に敷設する注水配管を經由し原子炉等に注水することで、津波の影響を受けない高所にて対応作業が可能



②可搬型重大事故等対処設備による対応

概略系統図

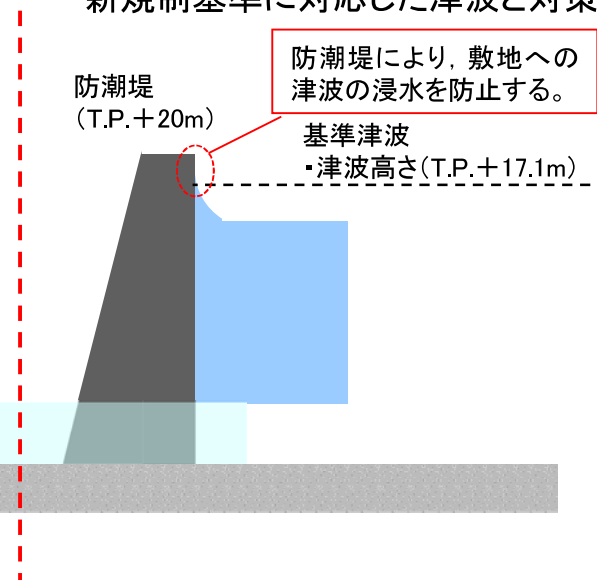


津波浸水による最終ヒートシンク喪失への対応

 ぎんぎん

-

新規制基準に対応した津波と対策



論点No.43,44,45,48-17

【論点No.43】

防潮堤を越えて敷地に遡上する津波等に対する電源の防護対策等について(溢水対策を含む)

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.36

津波によって機能喪失しないという観点について、電源に関して、常設代替交流電源設備や常設代替直流電源設備の防護方法として、防護壁及び地下設置では多様性が担保できないのではないか。

P.11

No.37

常設代替交流電源設備や常設代替直流電源設備に係る敷地に遡上する津波対策に関し、津波防護壁がT.P.+26mとなっていることへの考え方は。

P.11

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.124

津波による全電源喪失～水密扉以外の部分からの浸水懸念

No.412

P.8

津波の影響による電源喪失。

P.11

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.787

例えば福島第一で発生した事故のシーケンスに沿って考察してみると:

① 直流電源系統(蓄電池および制御盤など)の設置場所(原子炉複合建屋内?)と、設置場所の浸水(溢水)対策、蓄電池の充電または交換の手順など

P.11

【論点No.44】

防潮堤を越えて敷地に遡上する津波襲来時の具体的な対応について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.38

基準津波を超える津波の防護対策について、実施の内容や困難性は決まっているのか。

P.5,7-9

No.39

敷地に遡上する津波対策について、防潮堤を乗り越えて水が入ってきた場合、敷地の中で1m程度水深が上がってしまうということだが、1m水が張っているときに、可搬型の設備はどうになってしまうのか。

P.8

【論点No.45】

発電所で防護対策を講じる対象とする津波の評価におけるPRA手法の活用について

【委員からの指摘事項等】

No.40

「確率論的評価を用いた津波PRA結果に基づき、基準津波を上回り、防潮堤高さ(T.P.+20m)を超える津波(T.P.+24m(無限鉛直壁))に対して発電所の防護を行う。」という文章について、どういうことを意味しているのか、説明すること。

P. 3-5

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

【論点No.48】

多重防護の観点での津波対策について

(外郭防護・内郭防護, 津波発生年の超過確率, 敷地に遡上する津波に係る想定及び対策等を含む)

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.202

だから、津波を絶対構内に入れないようにすれば福島のようにならないと。我々も避難する必要はないと考えています。

まず、構内に津波を絶対に入れないようにすることが第一条件、それから、万一入っても、非常用の設備は全部その防潮堤の高さよりも高い位置に必ず置くということ、非常用の電源、ポンプその他。

それから、冷却水を外部から求めるとは思いますけれども、津波の瓦礫が発電所周辺にかなり散乱してしまうものですから、簡単に車で持ってくるようなことにできないと思います。だから、冷却水の周辺の低いところにダムみたいなものをつくって、そこから耐震性のある給水設備を構内に引くようなことも考えたらいんじゃないかと思います。非常用の電源は高いところに移すと。

門の外に消防ポンプを置いてありますけれども、あれも大きな津波が来たらそっくり持っていかれちゃうのではないかと思います。だから、あれも高いところに逃げておく必要があると思います。

以上です。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.786

原子力発電所の安全には、深層防護の考え方が重要であり、防潮堤の設置もさることながら、それを越える津波によって、福島第一原子力発電所と同様な厳しい条件下に置かれた場合の安全シナリオが必要と考えます。この視点からは、福島第一で事故を経験したBWR(マークI型原子炉格納容器のBWR-3型、BWR-4型)とは異なる東海第二原子力発電所(マークII型の複合型原子炉建屋でBWR-5型)については、福島第一で指摘された多くの技術的課題の個々について、東海第二ではどのように対策されているかの検証を実施し、その結果を公表して頂きたいをお願いします。 P. 5-9

No.1112

・3.11の時には、防波堤を越えた津波によって電源を失い、あわや大事故と言う寸前だったと聞いている。直前になされた防波堤工事でふさぎ切れていなかった隙間から波がどっと押し寄せたとも。古い施設であることから津波による被害に対して防潮堤を高くするなどの対策よりもっと厳しい対応をもとめるべきではないでしょうか。 論点No42参照

No.44

全体的に判断の基準となった閾値やその根拠が示されておらず、なっとく感を得にくい。例えば、津波+24m以上は確率が小さいから除外したと説明があったが、確率が小さいとは何をもって言っているのか、なぜそれが無視できると言っているのか、統計的な妥当性を示した方が良い。 P.3-5

No.227

津波が24mhを超えると侵水してしまうことが不安に思いました。何をもって「重大事故を漏れなく検討したか？」漏れなくを裏付けるのは何だったのか疑問に思いました。 P.3-5

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.363

津波の発生想定

津波の発生想定値で、24mを超える津波は想定していない、という点について質問したかった。東日本大震災では、30mを超えた場所もあったときいたので、なぜなのか、規制の強化を要望したい、と感じた P.3-5,8,9

No.480

審査内容がこれだけの範囲で必要十分条件クリアのように話してましたが、例えば、つなみの24M以上の対応とか、

No.801

P.5,8,9

3つ目は、防潮堤の高さと長さについて、高さが最大24mとは何か根拠があるのか、示して欲しい。24m以上の津波が来たらどうするのか。 P.3,5

No.860

2月7日にひたちなか市文化会館で開催された「東海第2発電所に関する審査の概要」の説明会に参加しました。その説明内容、質疑における回答には失望しました。

このような人たちが規制庁の名のもとに原子力発電の安全管理に携わっている実態に愕然としました。ただ決められた検査項目を施設が満たしているかだけのチェックのみを行っており、設備の安全を担保するものではないとの趣旨の●●安全管理調査官の発言には唖然としました。本題の科学的・技術的な意見は数えきれないほどありますが、下記2点に絞って述べたいと思います。是非、文書による回答をお願いします。

1. リスクマネジメントの考え方について

説明会で使用したパワポ39に「残りのT.P+24mを超える区分については、頻度等の観点により除外」とありますが、リスクは危害の発生確率とその危害の重大さとの組合せで管理するものであることを考慮すると、危害の重大さが極めて高い原発事故のような事象では頻度が低いからとの理由で除外するという考え方は根本的に間違っていると思います P.3-5

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1007

基準津波の想定について、審査概要によりますと、3つの区分①T.P.+20mからT.P.+22m、②T.P.+22mからT.P.+24m、③T.P.+24mを超える区分に分類されています。多くの方があらゆる”想定外”の事故に懸念を示されていると思いますが、私はこの津波の高さの想定外が起きた時の事を懸念してしまいます。津波の発生の想定について③のT.P.+24mを超える区分において、審査基準では頻度等の観点から除外と書かれています(東海第二発電所に関する審査の概要P39)岩手・宮城では30mを超える津波もあった、と聞きます。なぜ24mを超える区分が想定されないのか、専門的な話は分かりませんが、具体的な観点からの説明が欲しい所です。言いかえていえば、なぜ30mを超える津波が発生したのか?このような現象はもう起こらないのか?という事を納得した説明を示せるのか、という点を求めたい、と考えます。 P.5

No.1104

(津波による損傷の防止)

2011年3月、東日本大震災時の東海第二原発は、外部電源喪失、非常用電源3台のうち1台は水損して、綱渡りの冷温停止(3日半)でした。あと70センチ津波が高ければ危機状況であったと、当時の東海村村長の村上達也氏は語っています。(講演会、「東海村村長の脱原発論」集英社新書、2013)。原子力規制委員会の超過津波の設定は、過小と考えます。超過津波で防潮堤を越えて破壊される規模も不明確です。 P.3-5

No.1010

数々のデータで安全を強調し、茨城県沖から房総沖に設定するプレート間地震による津波が基準津波として策定されているとあっても自然は想定外の破壊力を持ち得ることは東日本大震災でも明らかです。 P.5

敷地に遡上する大規模な津波等を考慮した可搬型重大事故等対処設備の位置的分散の考え方及び外部機関との連携(外部機関の同時被災の観点を含む)について

【説明概要】

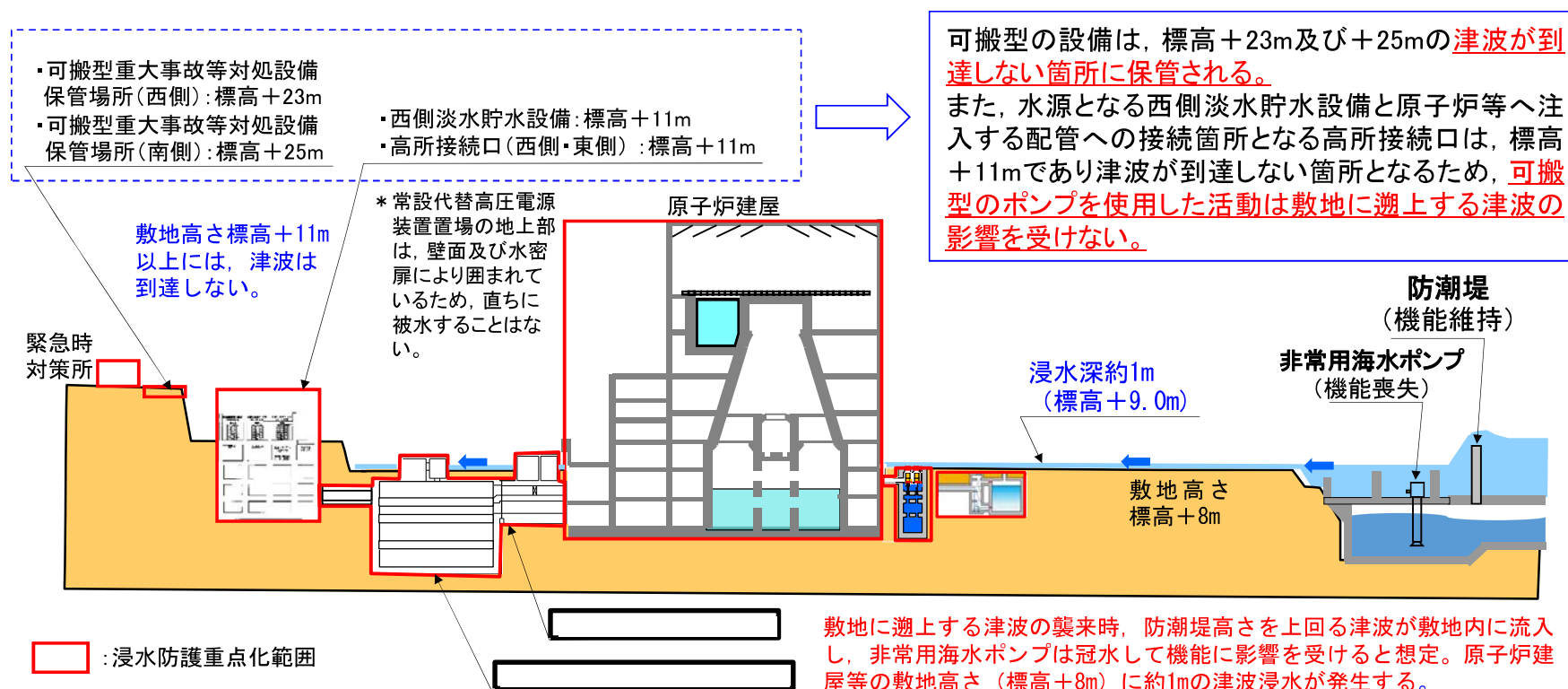
- 可搬型重大事故等対処設備は、敷地に遡上する津波(以下「敷地遡上津波」という。)が浸水しない場所に保管することで、敷地遡上津波の影響を受けない。
- 水密扉については、開放後の確実な閉止操作、中央制御室における閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を予め整備し管理する。仮に作業等で「開状態」であったとしても、津波発生時には速やかに閉とする運用とする。なお、最も大型の水密扉である原子炉建屋大物搬入口扉の閉操作においても、3分以内で実施可能

可搬型設備の保管及び活動箇所の高さと津波の高さの関係



- 可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、必要な活動を行うことが可能となっている。

- ・敷地に遡上する津波は、標高+8mの敷地で浸水深約1mであり、標高+11m以上の敷地には到達しない。
- ・可搬型設備の保管箇所は、津波が到達しない標高+23m及び標高+25mの箇所とする。
- ・可搬型設備を使用した原子炉の冷却等は、標高+11mの津波が到達しない箇所で、西側淡水貯水設備を水源とし、可搬型のポンプで高所接続口から注水することができる。



敷地に遡上する津波に対する防護対象施設の配置図（断面図）

論点No.46-2

可搬型設備の保管及び活動箇所と津波の浸水範囲の関係



- 可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、必要な活動を行うことが可能となっている。

- ・敷地に遡上する津波は、標高+8mの敷地には到達(浸水深0.5~1.5m程度)しているが、標高+11m以上の敷地には到達しない。
- ・可搬型設備の保管箇所及び活動箇所には、敷地に遡上する津波は到達していない。
- ・可搬型設備の保管箇所と活動箇所を結ぶアクセスルートには、敷地に遡上する津波は到達していない。

可搬型重大事故等対処
設備保管場所(西側)
【標高+23m】

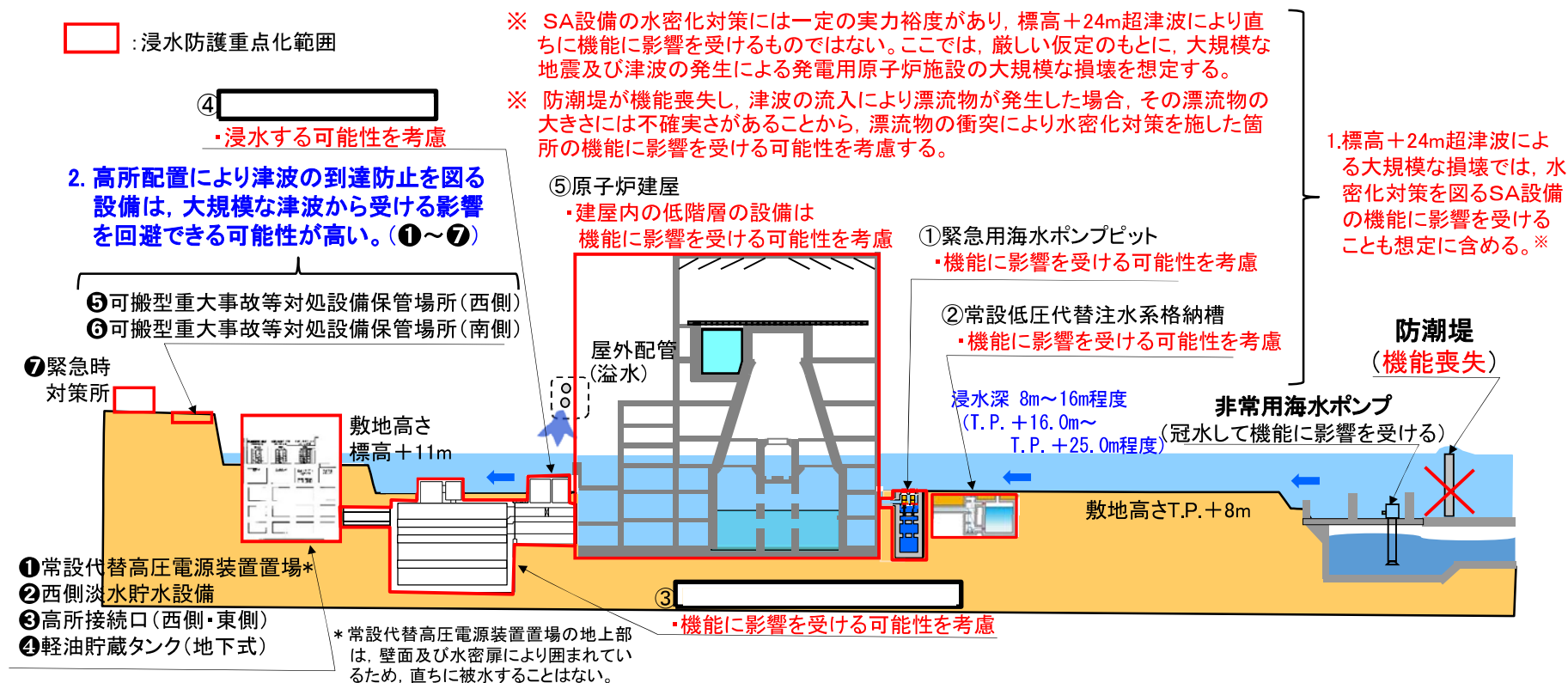
- ・可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)
- ・可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)
- ・西側淡水貯水設備及び高所接続口
- ・これらを結ぶアクセスルート

⇒いずれも津波が到達しない標高+11m以上の箇所となる。

可搬型重大事故等対処
設備保管場所(南側)
【標高+25m】

●標高+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対しても、対応のために必要な手順や体制等を整備

- ✓ 防潮堤損傷を前提とした大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備
- ✓ 放水砲を用いた原子炉建屋への放水及び原子炉建屋外側ブローアウトパネル開口部から使用済燃料プールへの注水並びに可搬型計測器を用いた現場でのパラメータ監視等、可搬型重大事故等対処設備を用いた多様性・柔軟性を有する手順書を整備
- ✓ 可搬型重大事故等対処設備は、標高+24m超津波による浸水の被害を受けないよう高台に保管
- ✓ 初動の事故対応を行う39名の要員は、発電所構内に分散して待機させ、同時に全ての要員が被災することがない体制を整備。また、要員の中に被災者が発生した場合でも、代替りの要員が到着するまでの間、継続して事故対応が行えるよう体制を整備



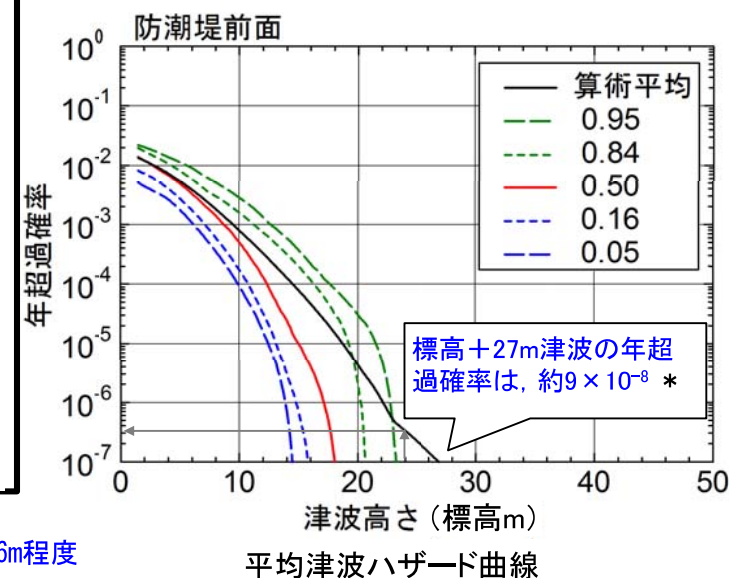
津波区分3の標高+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対する対応例
論点No.46-4

防潮堤損傷時における敷地内への浸水状況の一例について確認するためのケーススタディを実施

(津波高さ標高+27mを想定)

防潮堤が損傷した場合でも、津波の浸水抑制効果については、ある程度期待できると考えられるが、保守的に防潮堤はないと仮定

本ケースにおいて、可搬型重大事故等対処設備の保管場所は浸水しない



防潮堤が損傷する津波を想定したケーススタディ
(防潮堤なし、標高+27m津波※を想定)

浸水深
8m~16m程度

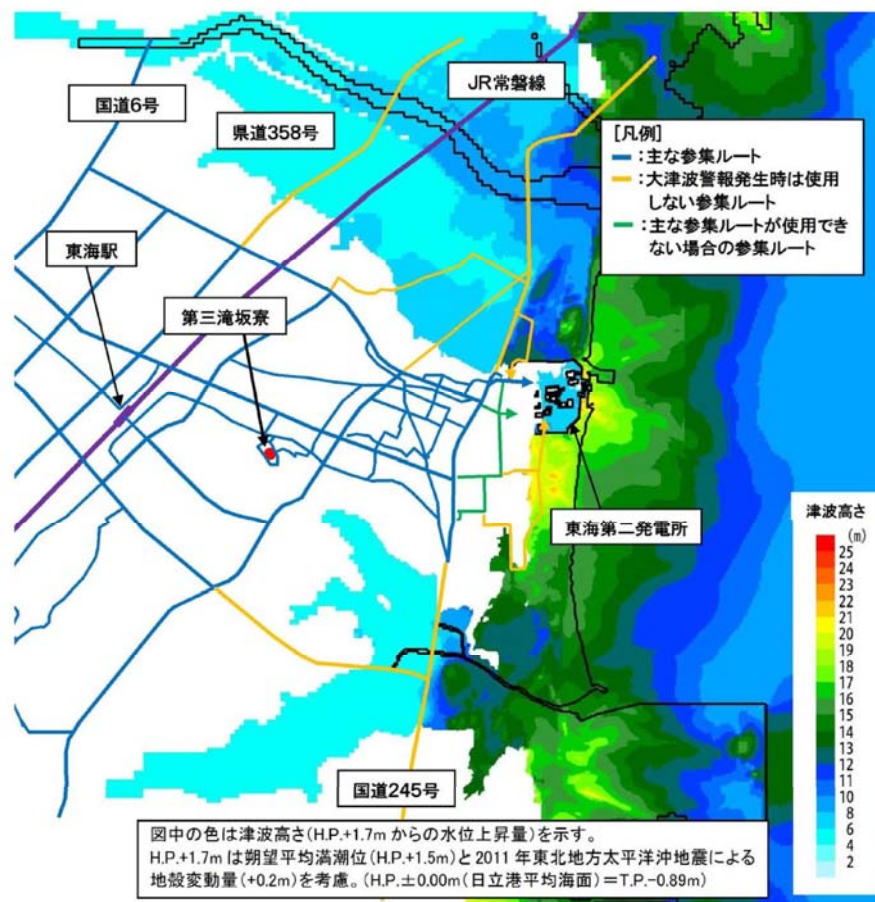
※T.P.+27mの津波は、基準津波の波源モデルの全すべり域のすべり量を調整することにより発生させている。津波高さ(T.P.+27m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す。

論点No.46-5

*算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

敷地遡上津波に対する対応概要(1/2)

- 敷地遡上津波によって発電所周辺に浸水する範囲が認められるが、東海村中心部から発電所の敷地まで、津波の影響がない範囲があり、津波の影響を避けたルートを選択することで、外部からも参集可能と評価している。



発電所周辺の遡上想定範囲
論点No.46-6

敷地遡上津波に対する対応概要(2/2)

- 敷地遡上津波によって発電所周辺に浸水する範囲が認められるが、東海村中心部から発電所の敷地まで、津波の影響がない範囲があり、津波の影響を避けたルートを選択することで、外部からも参集可能と評価している。
- 発電所外に原子力事業所災害対策支援拠点の候補地点をあらかじめ複数選定する。候補地点は標高の高い内陸部にも選定しており、津波の影響がないエリアを通行して発電所の災害対応を支援する。



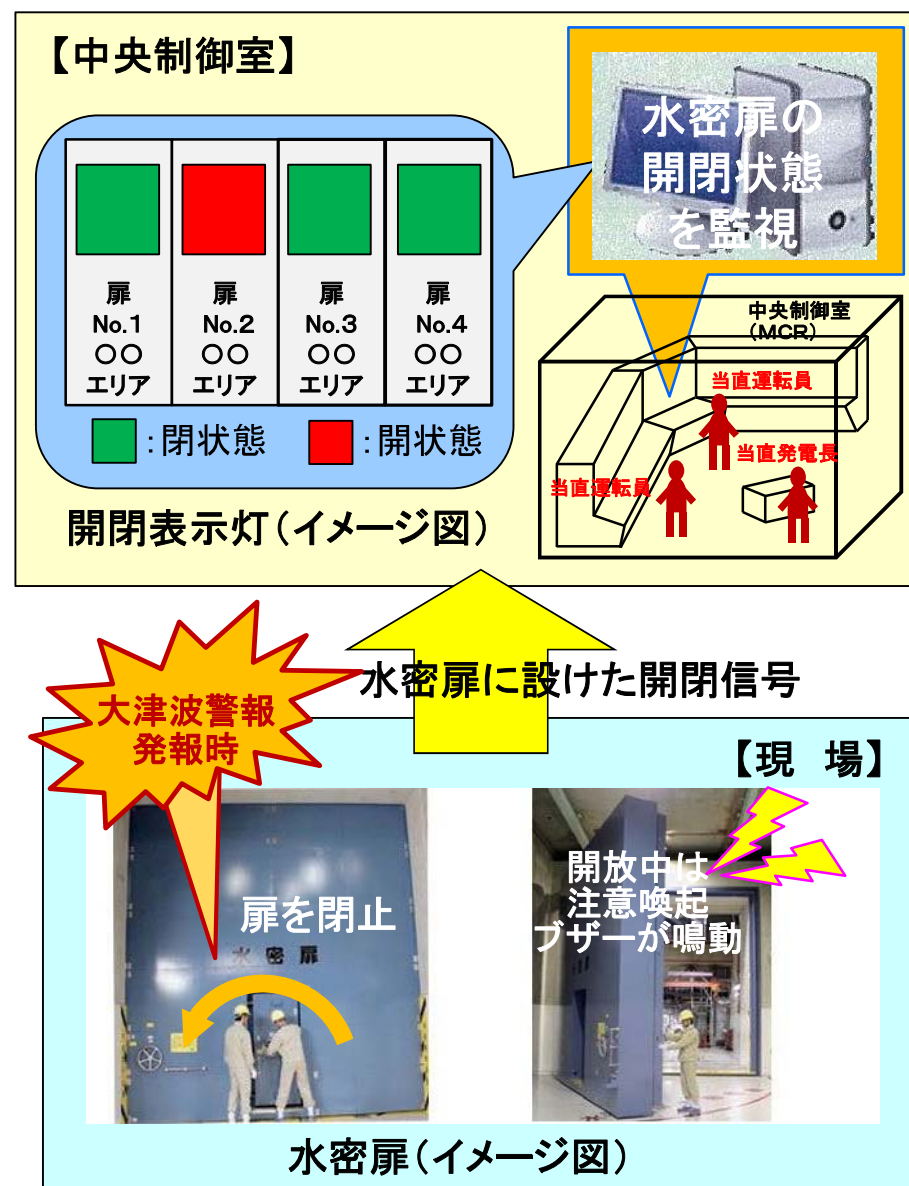
発電所周辺の遡上想定範囲



発電所及び原子力事業所災害対策支援拠点の候補地点の位置

水密扉の状況確認や閉操作等について

- 重要な区画との境界に設けた水密扉については、通常時から開閉状態を常時把握し、人及び荷物の扉通過時以外は常時閉止する運用管理を行う。
- 中央制御室に水密扉の開閉状態を監視することが可能な開閉表示灯を設置する。
- 水密扉を開放する場合には、中央制御室に連絡又は許可を受けた上で水密扉を開操作する。
- 水密扉の開状態が継続した場合には、現場において注意喚起のブザーが鳴動することで、注意喚起を促す。
- 水密扉の開放が継続された場合には、現場状況を確認し、扉を閉止する。
- 水密扉を開放中に大津波警報が発報された場合には、速やかに水密扉を閉止するのと合わせ、他の水密扉の開閉状態を確認し、開放状態の水密扉がある場合には速やかに閉止する。
- 最も大型の水密扉である原子炉建屋大物搬入口扉の閉操作においても、3分以内で実施可能



【論点No.46】

敷地に遡上する大規模な津波等を考慮した可搬型重大事故等対処設備の位置的分散の考え方及び外部機関との連携（外部機関の同時被災の観点を含む）について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.41

可搬型重大事故等対処設備保管場所というのが敷地内に2カ所示されているが、敷地も狭くて全体的に低い場所にあるということで、敷地の中だけでの対処ということで本当にいいのか。外部の機関とも連携した対策のあり方も考えたほうがいいのではないか。

P.2-7

No.42

敷地に遡上する規模の津波襲来時の運用対策に関し、水密扉の状況確認や閉操作等については、どのような対応フローとなるのか。また、それらも含めて、どの程度の時間で対応が完了するのか、具体的に説明すること。

P.8

敷地に遡上する津波や他の自然災害発生時におけるアクセスルートの確認方法について

【説明概要】

新規規制基準への対応として, 発電所に被害を与える外部事象(自然現象等)の発生に備えて, 当該自然現象等や発電所構内の状況把握のため, 監視カメラを原子炉建屋等の屋上に設置する。このカメラによる監視情報等を活用することで, 自然現象等による発電所構内の被災状況を把握することが可能である。

加えて, 東海第二発電所では, 敷地に遡上する津波を考慮した重大事故等対策が必要となることも踏まえて, 上記の手段に加えて, 監視手段の多様性を確保する観点から, カメラを搭載したドローンを飛行させて発電所構内を確認する手段を導入する。

外部事象発生時に中央制御室で外部の状況を把握する手段について

- ・監視カメラ : 外部事象(地震, 津波, 竜巻, 積雪, 落雷, 火山影響(降灰), 森林火災等)の状況及び発電所構内の状況
(津波監視カメラ及び構内監視カメラ)
- ・潮位計／取水ピット水位計 : 津波襲来時の海水面水位変動
- ・気象観測設備, 周辺モニタリング設備 : 風向, 風速, 大気温度, 雨量等, 外部放射線量率
- ・電話, FAX, パソコン : 公的機関からの地震, 津波, 竜巻, 雷・降雨予報, 天気図等

津波・構内監視カメラの主な仕様

津波・構内監視カメラ	
外 観	
カメラ構成	可視光及び赤外線
ズーム	デジタルズーム4倍
遠隔可動	水平可動: 360° (連続), 垂直可動: ±90°
夜間監視	可能 (赤外線カメラ)
耐震設計	Sクラス
供給電源	所内常設直流電源設備
風荷重	設計竜巻を考慮した荷重にて設計
積雪荷重, 堆積量	積雪を考慮した荷重及び設置高さにて設計
降下火砕物荷重, 堆積量	降下火砕物を考慮した荷重及び設置高さにて設計
台 数	原子炉建屋屋上3台, 防潮堤上部4台



監視カメラ等の構内配置図

<監視カメラ>

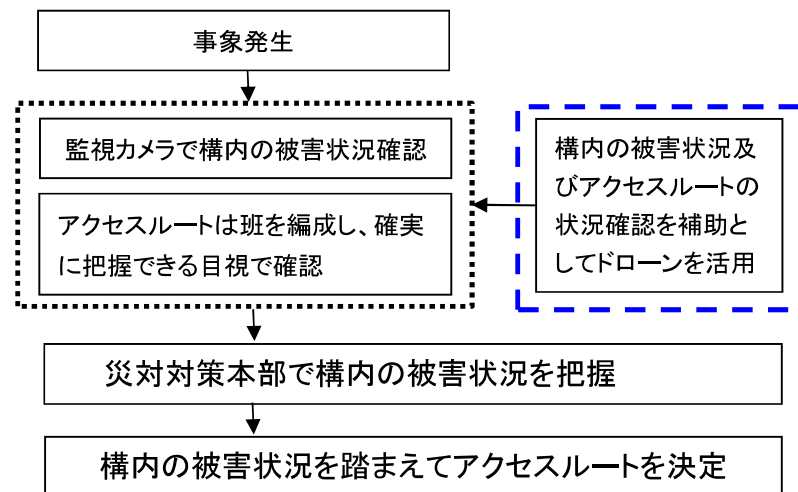
- ・原子炉建屋等の屋上に津波監視カメラ及び構内監視カメラを設置
- ・原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等の状況及び発電所構内の状況の監視に活用
- ・カメラは地震や風・雪による荷重に耐性を有し, 赤外線映像により夜間も監視可能な設計
- ・カメラは中央制御室より遠隔操作が可能で広範な可動域を有し, 視覚範囲は発電所前面海域及びほぼ構内全域をカバーする。

外部事象発生時の発電所構内の被災状況把握とアクセスルート決定の流れ(例)

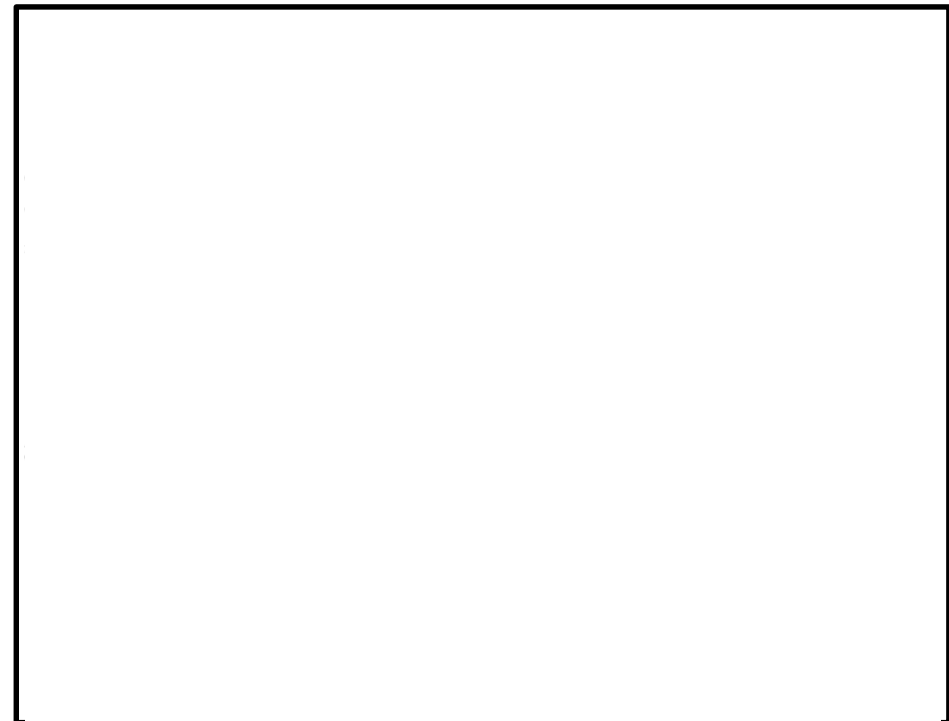
○ 事象発生後, 構内状況及び複数のアクセスルートの被災状況等を把握するため, 災害対策要員は監視カメラの監視映像の確認や目視による直接確認を行い, 緊急時対策所の災害対策本部に連絡する。

「ドローン*は上記確認の補助として用い, 構内の状況把握を行う。」

【アクセスルートの被害状況等の確認フロー】



*ドローンについては, 操作習熟の必要性, 落下による破損の恐れ, 夜間や強風等の悪天候時には利用が制限される等の不確かさがあることから, 自主対策設備の位置付けとする。



発電所構内及びアクセスルートの状況把握のイメージ

東海第二発電所のロケーションを踏まえ、今後具体的な機種選定、運用方法等を検討

【ドローンの機種の一例】



項 目	仕 様
対角寸法	約35cm
重量	約1.5kg
最高時速	70km/h
飛行時間	約28分
最大転送距離	約3km(障害物なし)
積載物	可視カメラ

【ドローンの運用方法(例)】

以下の計画等に基づき、ドローンを運用していく。

- ・ドローンの配備台数(予備機及び訓練機を含む)
、配備場所等の計画
- ・ドローンの設備点検の計画
- ・ドローンの操作訓練の計画*

*当社社員が美浜原子力緊急事態支援センターに研修に行き、ドローン飛行訓練に参加。要員の技術的能力の向上を図っている。



美浜原子力緊急事態支援センターでの飛行訓練の一例

＜備 考＞

※原子力施設内及び周辺は、『小型無人機等飛行禁止法』に基づき、ドローン等の小型無人機の飛行は禁止されている。

※但し、原子力施設の管理者の同意を得て、当該機を飛行させることは可能であるが、対象施設周辺地域を管轄する警察署を経由して都道府県公安委員会に通報することが求められている。

【論点No.47】

敷地に遡上する津波や他の自然災害発生時におけるアクセスルートの確認方法について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.47

津波が起こったときにどのように対処するのか記載しているが、現状確認をどのように行うのか。例えばアクセスルート
を確保するとあるが、実際に事故が起きたときに本当に確保されているのかどうか確認できるのか。今はドローンな
どもあるので、そういうものを活用してアクセスルートの確認をした上で行動するといった対応でないと、うまくいくかどう
か分からない。

P.2-4

常設及び可搬型の各冷却設備の容量，流量や台数並びに水源の容量等の考え方について

【説明概要】

シビアアクシデントに対応して設置／配備する常設及び可搬型のポンプや水源の容量は，緊急時に原子炉及び使用済燃料プール等の冷却に必要な十分な量の水を供給できる容量を備えるよう設定しており，更に，予備や代替手段等を確保している。

複数の用途で共通して使用する可搬型ポンプ車等の必要容量及び台数の考え方について

【説明概要】

事故後のプラント状態に応じて，同一のポンプを用いて複数個所への同時注水を行う場合も想定し，これらをすべて合わせた必要容量を有するポンプを2セット確保し，更に故障及び設備点検時のバックアップとして予備のポンプも確保している。

1. 常設ポンプの容量及び台数並びに水源の容量等の考え方



- シビアアクシデントに対応して設置する常設ポンプの容量と設定根拠は以下のとおり。いずれの設備も緊急時に原子炉及び使用済燃料プール等の冷却に必要な十分な量の水を供給できるポンプ容量を備えており、更に、予備や代替手段等を確保している。

第1表 常設の冷却設備の容量, 流量, 台数, 容量等の考え方

No.	設備名称	容量	台数, 予備	設定根拠
1	常設高圧代替注水系ポンプ	約136.7m ³ /h/台	1台*	原子炉停止後15分後に注水を確立した場合に炉心損傷を防止できる流量を確保 *全交流動力電源喪失時の原子炉高圧時の注水手段としては、既存設備の原子炉隔離時冷却系(RCIC)もある。
2	常設低圧代替注水系ポンプ	約200m ³ /h/台 (約400m ³ /h/2台)	2台*	・重大事故等対策の有効性評価で、事象発生後初期の原子炉への注水流量を最大378m ³ /hとしている。ポンプ2台運転においてこれを上回る容量を確保 ・別紙に示す各注水ケースを容量が上回ることを確認 *本ポンプ故障時等のバックアップとして、可搬型のポンプを複数確保している。
3	代替循環冷却系ポンプ	約250m ³ /h/台	2台(2系統)	重大事故等対策の有効性評価で期待している流量
4	代替燃料プール冷却系ポンプ	約124m ³ /h/台	1台*	使用済燃料プール内に貯蔵する使用済燃料から発生する崩壊熱を冷却するのに必要な容量(124m ³ /h)を確保 *仮に本ポンプが故障し、既存設備の残留熱除去系等も使えない場合は、注水による冷却が可能である。
5	緊急用海水ポンプ	約844m ³ /h/台	1台+予備1台	格納容器ベントを行うことなく格納容器からの除熱が可能 な流量として834m ³ /hが必要となることから、これを上回る容量を確保

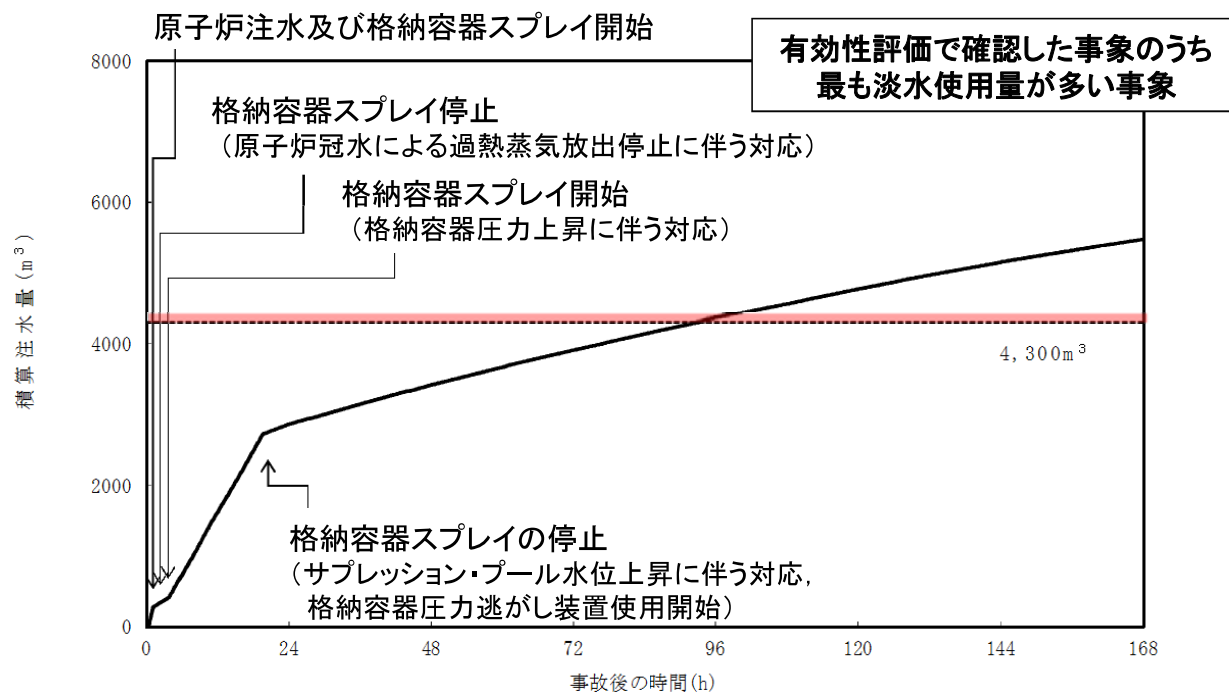
1. 常設ポンプの容量及び台数並びに水源の容量等の考え方



- シビアアクシデントに対応して設置する**水源の容量と設定根拠**は以下のとおり。**緊急時に原子炉及び使用済燃料プール等の冷却に必要な十分な量の水を供給できる容量**を備えている。

第2表 水源の容量等の考え方

No.	設備名称	容量	台数,予備	設定根拠
6	代替淡水貯槽	約5,000m ³	1基*	代替淡水貯槽への水の補給開始(事象発生後3日以内)までに必要な淡水量 4,300m³ を上回る容量 *7日間で約 5,490m³ を使用する。
7	西側淡水貯水設備	約5,000m ³	1基	代替淡水貯槽と同様の容量を確保



常設低圧代替注水系ポンプによる積算注水量

論点No.96,97-3

2. 可搬型のポンプの容量，台数等の考え方



- シビアアクシデントに対応して設置／配備する可搬型のポンプの容量と設定根拠は以下のとおり。いずれの設備も緊急時に原子炉及び使用済燃料プールに必要な十分な量の水を供給できる容量を備えており，更に，予備等を確保している。（注水用設備は必要容量分を2セット，放水用設備は1セット）
- 事故後のプラント状態に応じて，同一のポンプを用いて複数個所への同時注水を行う場合も想定し，これらをすべて合わせた必要容量を有するポンプを2セット確保し，更に故障及び設備点検時のバックアップとして予備のポンプも確保している。＜別紙参照＞

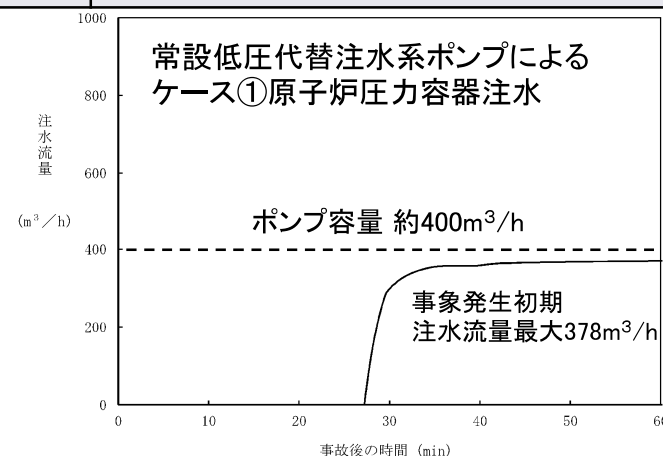
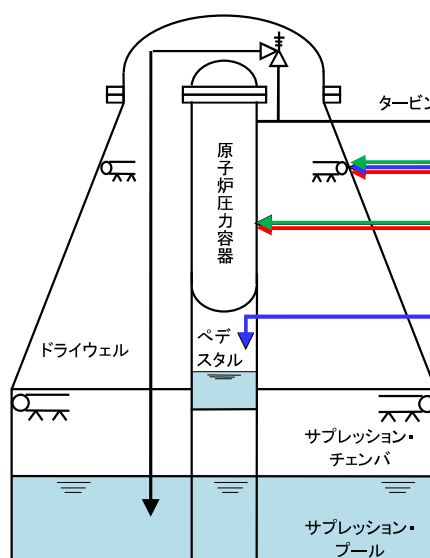
第3表 可搬型の冷却設備の容量，流量，台数等の考え方

No.	設備名称	容量	系統数,予備	設定根拠
8	可搬型代替注水 大型ポンプ(注水用)	約1,320m ³ /h/台	2台(1台×2セット) + 予備2台*	・最も注水量が多くなる，原子炉注水(50m³/h)，格納容器スプレイ(130m³/h)及び使用済燃料プールへの注水(16m³/h)を同時に実施可能な容量を確保(<u>合計196m³/h以上</u>) ・必要容量を有する設備を2セット，故障及び点検時のバックアップとして予備2台*
9	可搬型代替注水 中型ポンプ	約210m ³ /h/台 (2台のポンプを 直列接続)	4台(2台×2セット) + 予備1台	・最も注水量が多くなる，原子炉注水(50m³/h)，格納容器スプレイ(130m³/h)及び使用済燃料プールへの注水(16m³/h)を同時に実施可能な容量を確保(<u>合計196m³/h以上</u>) ・必要容量を有する設備を2セット，故障及び点検時のバックアップとして予備1台
10	可搬型代替注水 大型ポンプ(放水用)	約1,380m ³ /h/台	1台 + 予備1台*	原子炉建屋原子炉棟の屋上へ網羅的に放水するために必要となる容量を確保(<u>1,338m³/h以上</u>)

*注水用も放水用も大型ポンプの型式は同じであり，予備を共用している。（予備は注水用と放水用で合わせて2台）

有効性評価における常設低圧代替注水系ポンプを用いた注水ケース

ケース	原子炉 圧力容器	原子炉 格納容器	ペデス タル	使用済 燃料プール	備考
①	378m ³ /h	—	—	—	事象発生初期の注水段階の流量(最大378m ³ /h)
②	230m ³ /h	130m ³ /h	—	—	原子炉水位の回復, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制(合計360m ³ /h)
③	—	300m ³ /h	80m ³ /h	—	原子炉圧力容器破損後の格納容器スプレイ, ペデスタルの溶融炉心冷却(合計380m ³ /h)
④	50m ³ /h	130m ³ /h	—	114m ³ /h	原子炉水位回復後の水位維持, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制, 使用済燃料プールへの注水(合計294m ³ /h)



常設低圧代替注水系ポンプ容量:
約400m³/h(約200m³/h×2台)

論点No.96,97-5

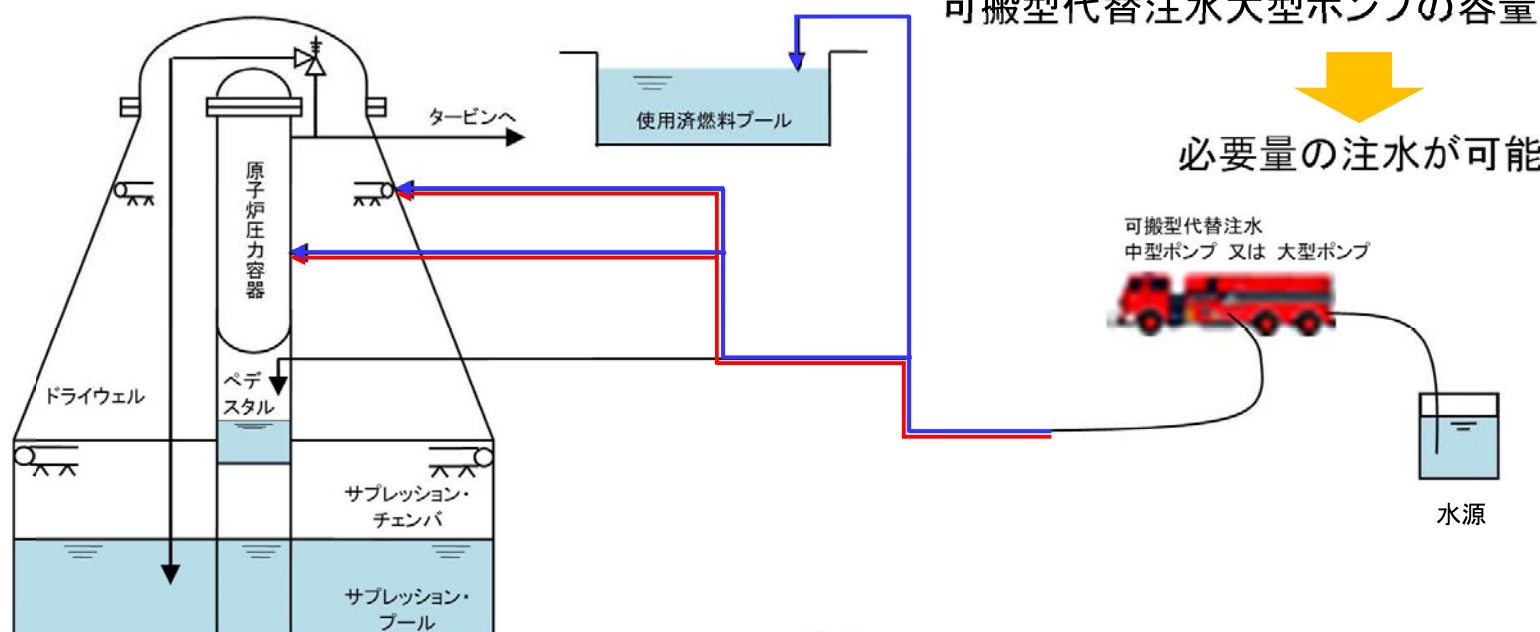
常設低圧代替注水系
ポンプ(A),(B)

代替淡水貯槽

必要量の注水が可能

有効性評価における可搬型代替注水中型ポンプ又は大型ポンプを用いた同時注水ケース

ケース	原子炉 圧力容器	原子炉 格納容器	ペDESTAL	使用済 燃料プール	備考
①	50m ³ /h	130m ³ /h	—	—	原子炉水位回復後の水位維持, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制 (合計180m ³ /h)
②	50m ³ /h	130m ³ /h	—	16m ³ /h	原子炉水位回復後の水位維持, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制, 使用済燃料プールへの注水 (合計196m ³ /h)



＜別紙2＞ 接続口の位置と可搬型設備により供給できる手段



接続口		可搬型設備により供給できる手段											
		注 水					冷 却		電 源		窒 素		
設置高さ	設置場所	低圧代替注水	代替格納容器スプレイ冷却	代替燃料プール注水系	格納容器下部注水系	格納容器頂部注水	代替燃料プール冷却系(海水系)	代替残留熱除去系海水系	可搬型代替低圧電源車	可搬型整流器	格納容器窒素ガス供給系(D/W)	格納容器窒素ガス供給系(S/C)	格納容器窒素ガス供給系(FCVS)
11m盤	高所東側接続口	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	高所西側接続口	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
8m盤	原子炉建屋東側接続口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
	原子炉建屋西側接続口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
可搬型設備		可搬型代替注水中型ポンプ 可搬型代替注水大型ポンプ					可搬型代替注水大型ポンプ		可搬型代替低圧電源車・可搬型整流器		可搬型窒素供給装置		



接続口の位置と可搬型設備等の移動経路図

【高所接続口(11m盤)の設置】

- 全交流電源喪失時の事象進展緩和のためには、可搬型設備を活用した速やかな原子炉注水や、格納容器冷却及び使用済燃料プールへの注水等が必要。
高所接続口を活用することで、可搬型設備による迅速な注水対応が可能。
- 高所接続口は敷地遡上津波の浸水範囲外にあり、津波襲来中でも可搬型設備の移動及び接続に支障はない。

【原子炉建屋接続口(8m盤)の設置】

- 原子炉建屋側の接続口は、上記の注水手段等に加えて、冷却用海水送水、電源供給及び窒素ガス供給手段を設置。これらは事象発生後、比較的時間余裕がある対応として必要となるもの。
- 敷地遡上津波時等に使用する場合、敷地浸水が排水後、ホイールローダにより障害物を除去し、接続口にアクセスする。(高所接続口を優先的に使用するため事故対応上支障はない)

論点No.96,97-7

<別紙3> 停止・冷却設備の概要

第8回ワーキングチーム
資料2-3 再掲



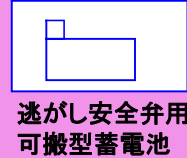
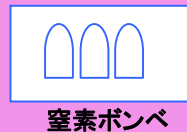
⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2) (次回以降にご説明)



① 原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

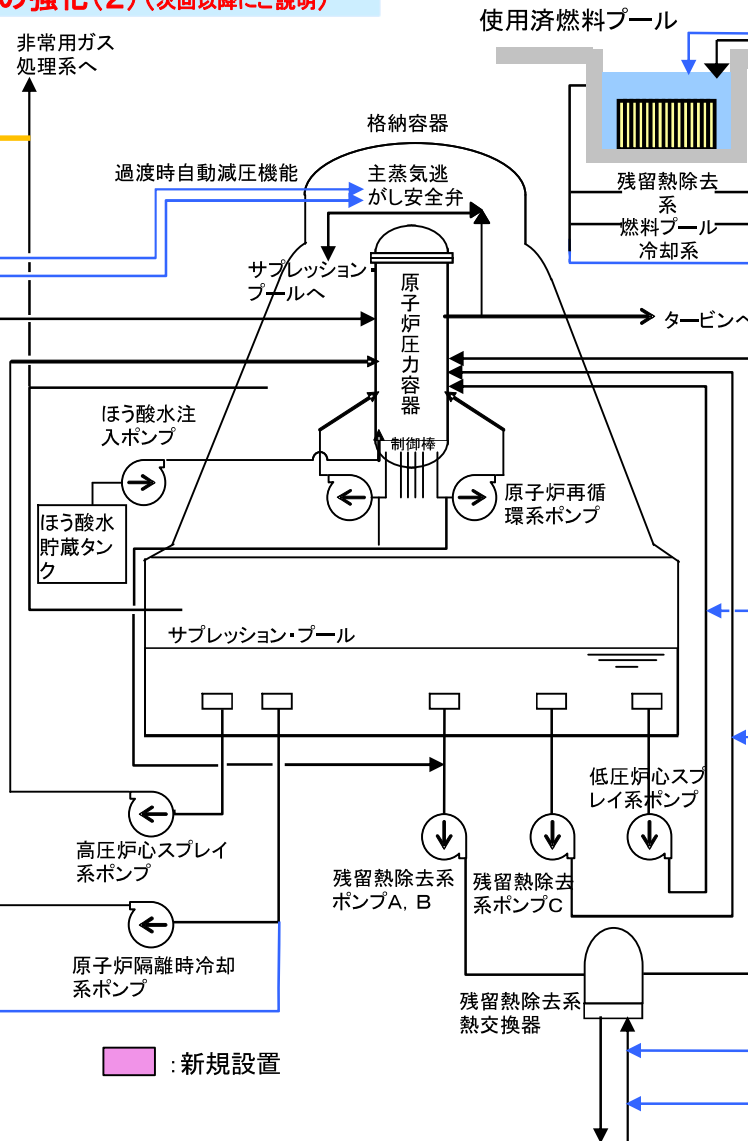
④ 減圧手段の強化



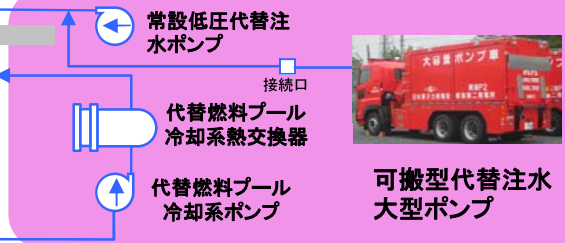
③ 高圧注水手段の強化



※1 125V系蓄電池, 緊急用125V蓄電池
※2 可搬型代替低圧電源車, 可搬型整流器



⑦ 使用済燃料プール冷却手段の強化



② 注水に必要な水源の強化



⑤ 低圧注水手段の強化



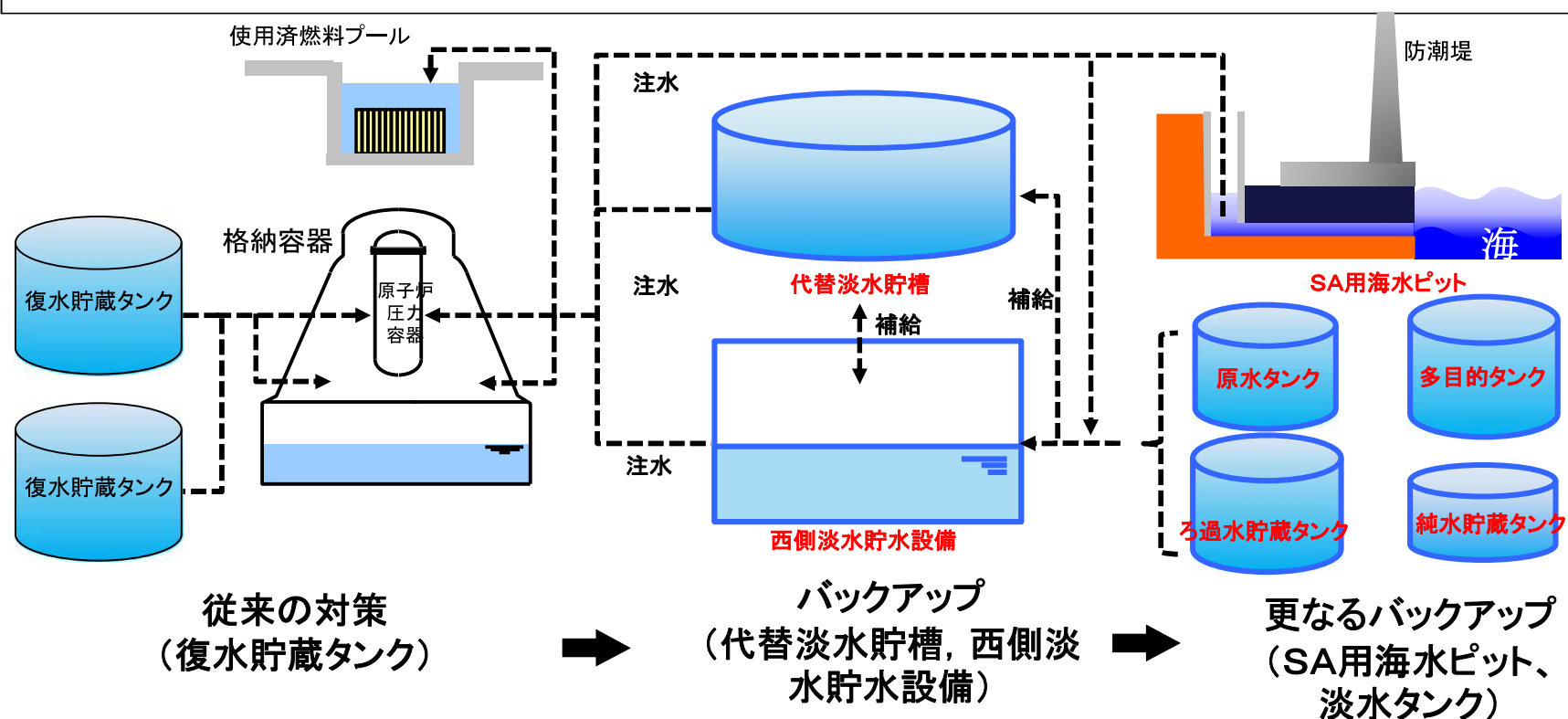
⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(1)



論点No.96,97-8

【代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットの新設】

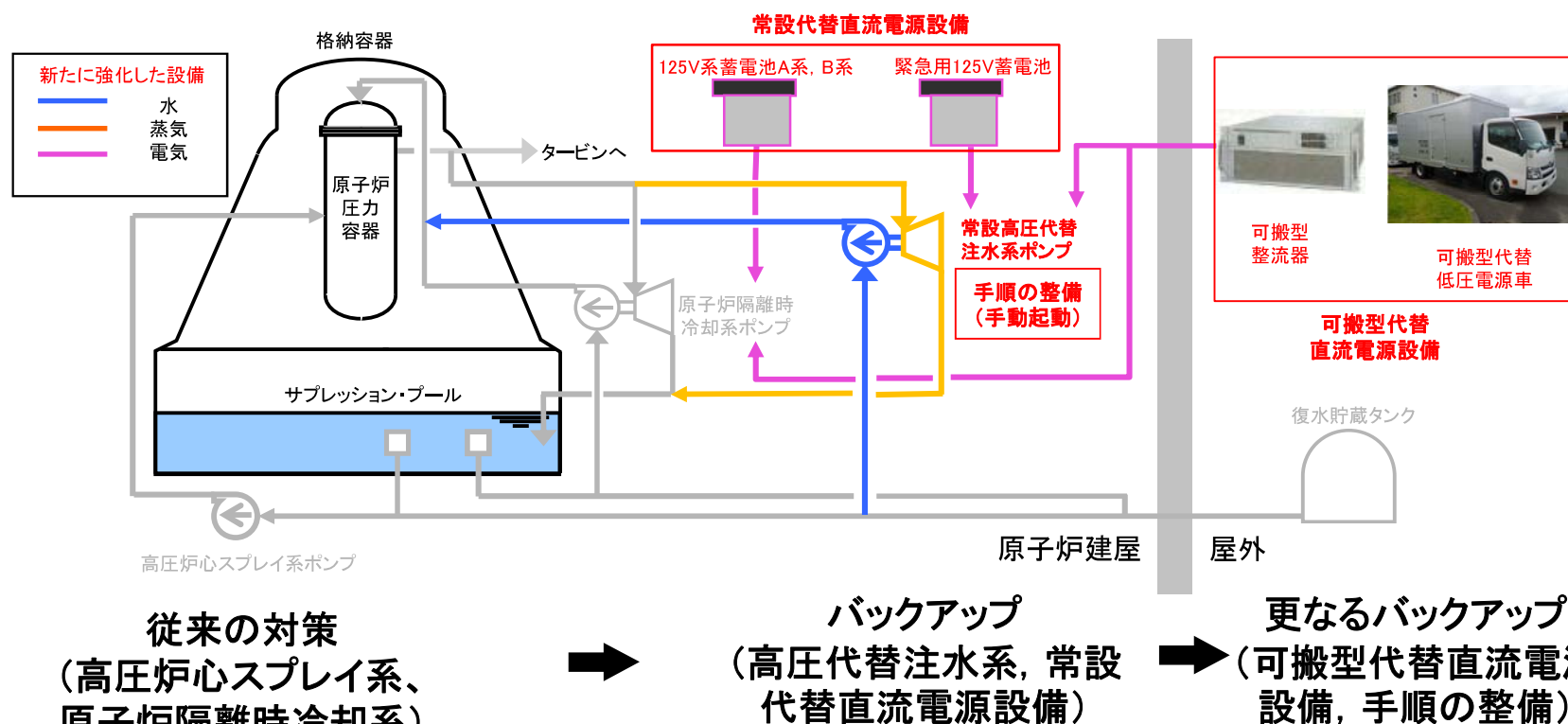
- 炉心の損傷を防ぐためには、炉心への注水等により、原子炉への注水を継続することが重要である。このため、注水用の水源を増強する。
- 地下式の代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットを設置することで、**竜巻や、敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても、確実に水源を確保可能**。また、既設の各種淡水タンクも利用可能。
- 代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備には、**原子炉及び使用済燃料プールに7日間の注水が可能**な量を確保する。



論点No.96,97-9

【高圧代替注水系の新設】

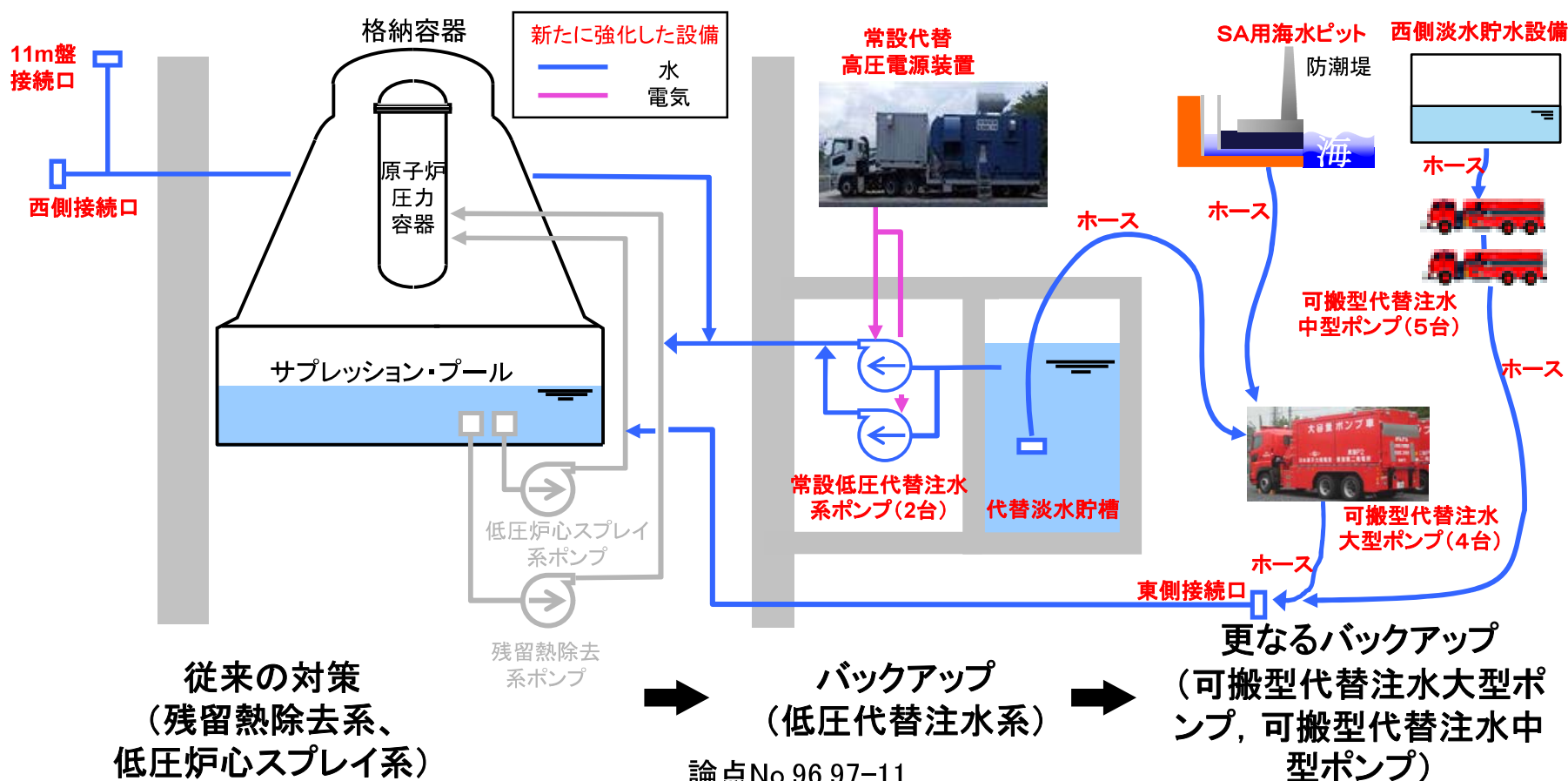
- 高圧の注水系は炉心からの崩壊熱が大きな原子炉の停止直後から、速やかに燃料を冷却することができるため、事故直後、第一に動作が求められる。
- 全交流動力電源が喪失し、さらに所内常設直流電源が喪失した場合でも、高圧代替注水系により、**必要な期間にわたって(高圧の)原子炉への注水が可能。**
- 高圧代替注水系は、**常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備から給電が可能。**また、**直流電源系統から電動弁への給電が喪失し、中央制御室からの遠隔操作ができなくなった場合でも、手動で運転が可能。**



論点No.96,97-10

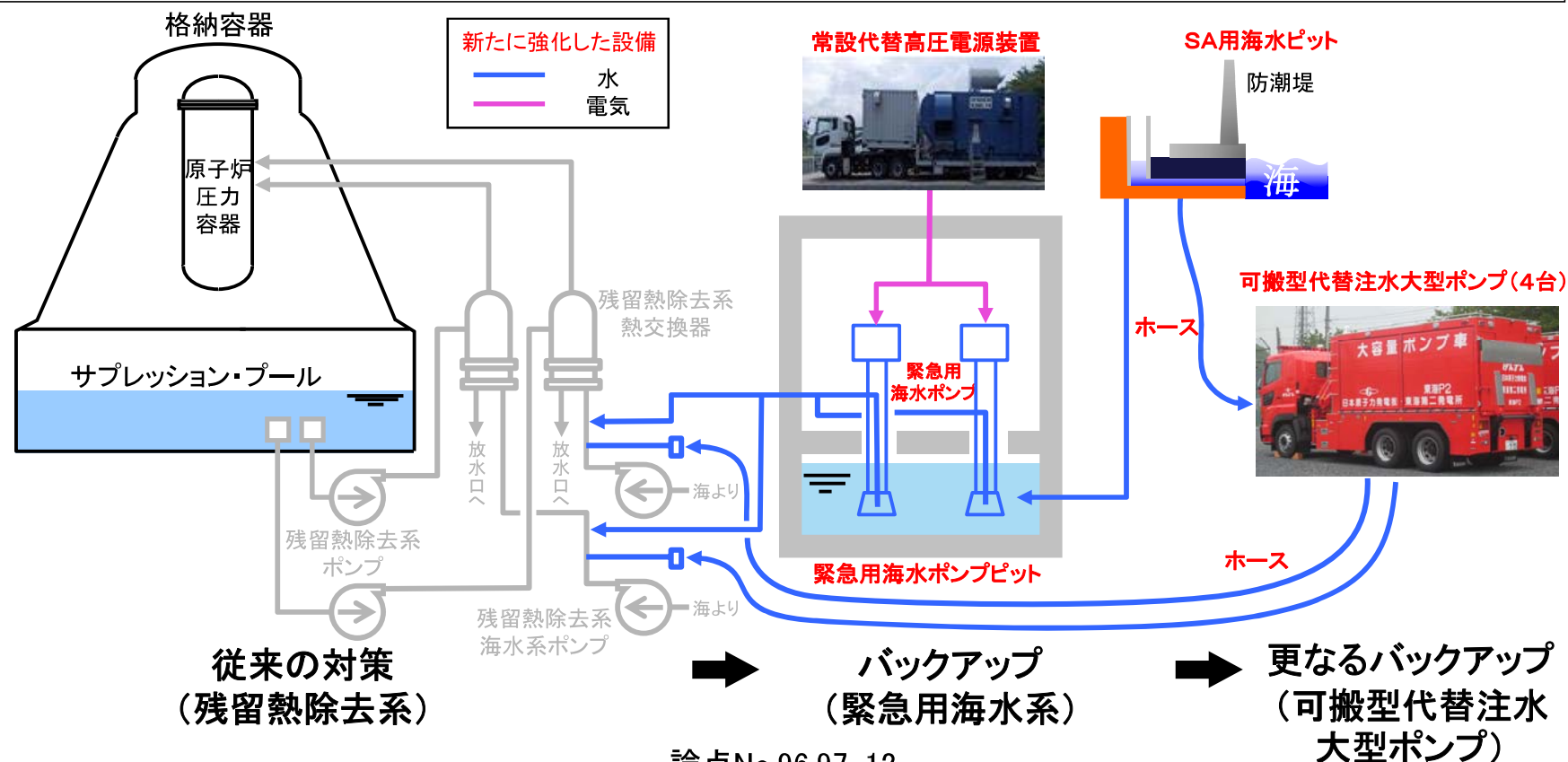
【低圧代替注水系の設置】

- 圧力容器の低圧の注水について対策を講じ、原子炉の確実な冷却を可能とする。
- 全交流動力電源が喪失した場合でも、**常設低圧代替注水系ポンプやディーゼル駆動の可搬型代替注水大型ポンプ又は可搬型代替注水中型ポンプ**を使用し、**代替淡水貯槽等の水（低圧の）原子炉に注水**することができるようにする。常設低圧代替注水系ポンプは、常設代替高圧電源装置からの給電により、7日間の運転が可能。



【緊急用海水系の設置】

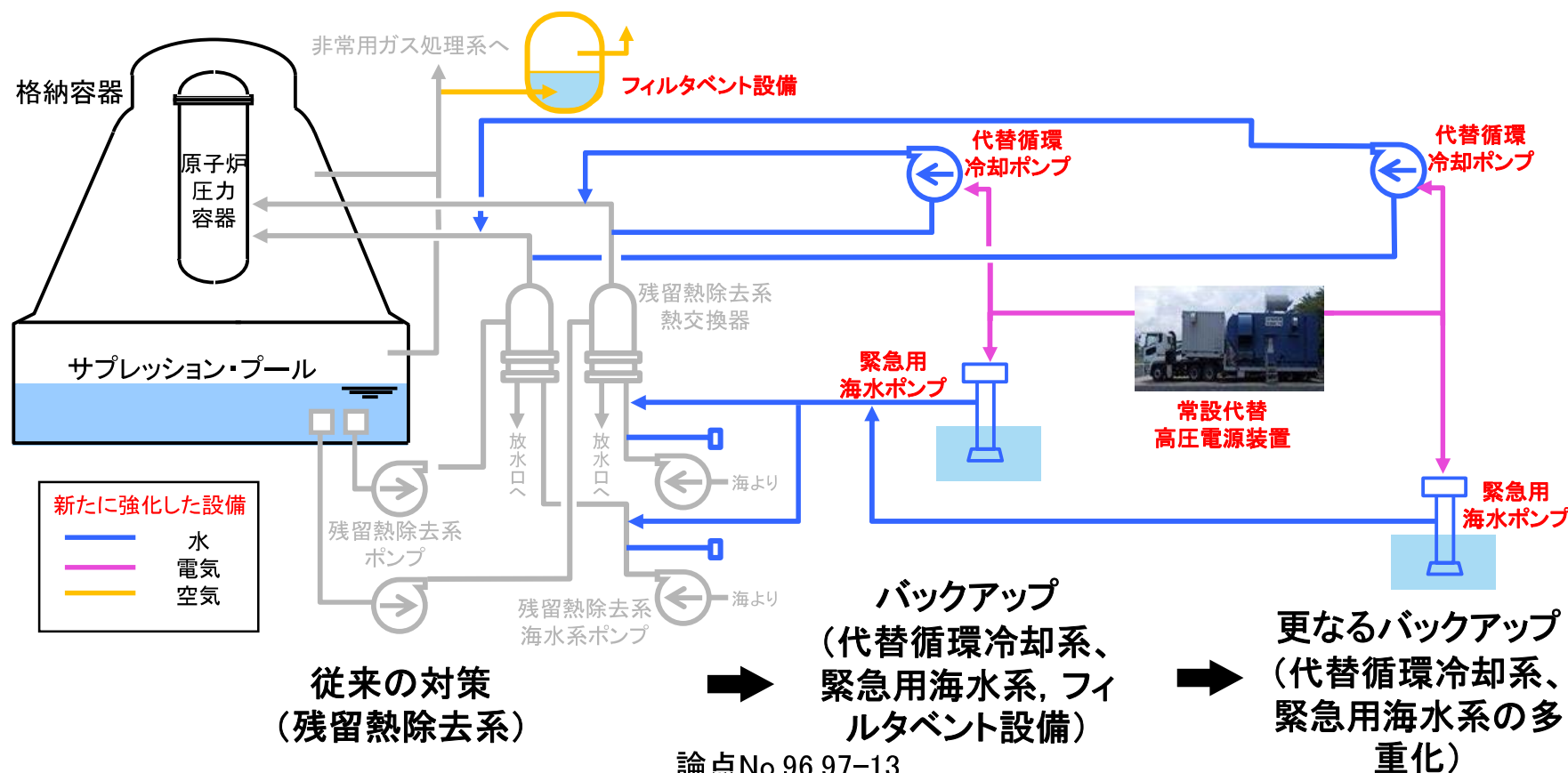
- 炉心から発生し、圧力容器や格納容器内に溜まっていく熱を最終的に外部(海)に逃がすための手段を増強する。
- 全交流動力電源が喪失した場合や、津波により残留熱除去系の海水ポンプが機能喪失した場合でも、**緊急用海水系により熱交換器に海水を送水し、圧力容器や格納容器内に溜まっていく熱の除去を行うことが可能。**
- 緊急用海水系は、**代替電源設備からの給電により、7日間の運転が可能。**



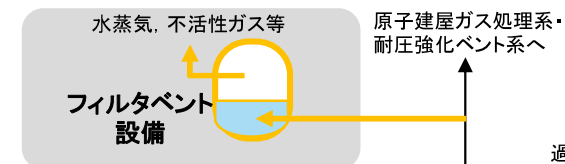
【代替循環冷却系及びフィルタベント設備の設置】

- 緊急用海水系に加え、代替循環冷却系を新設し最終ヒートシンク(海)による除熱機能を強化する。
- フィルタベント設備を新設し、最終ヒートシンク(大気)による除熱機能を強化する。
- 代替循環冷却系は、システムを多重化することで高い信頼性を有しており、格納容器ベントまでの時間をできる限り延ばすことが可能。

(詳細は次回以降に説明)



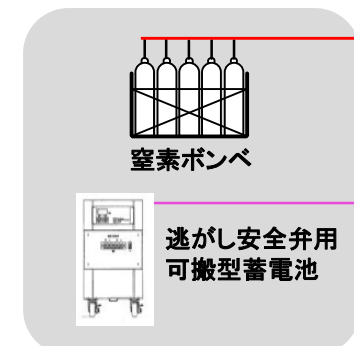
⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2)



① 原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

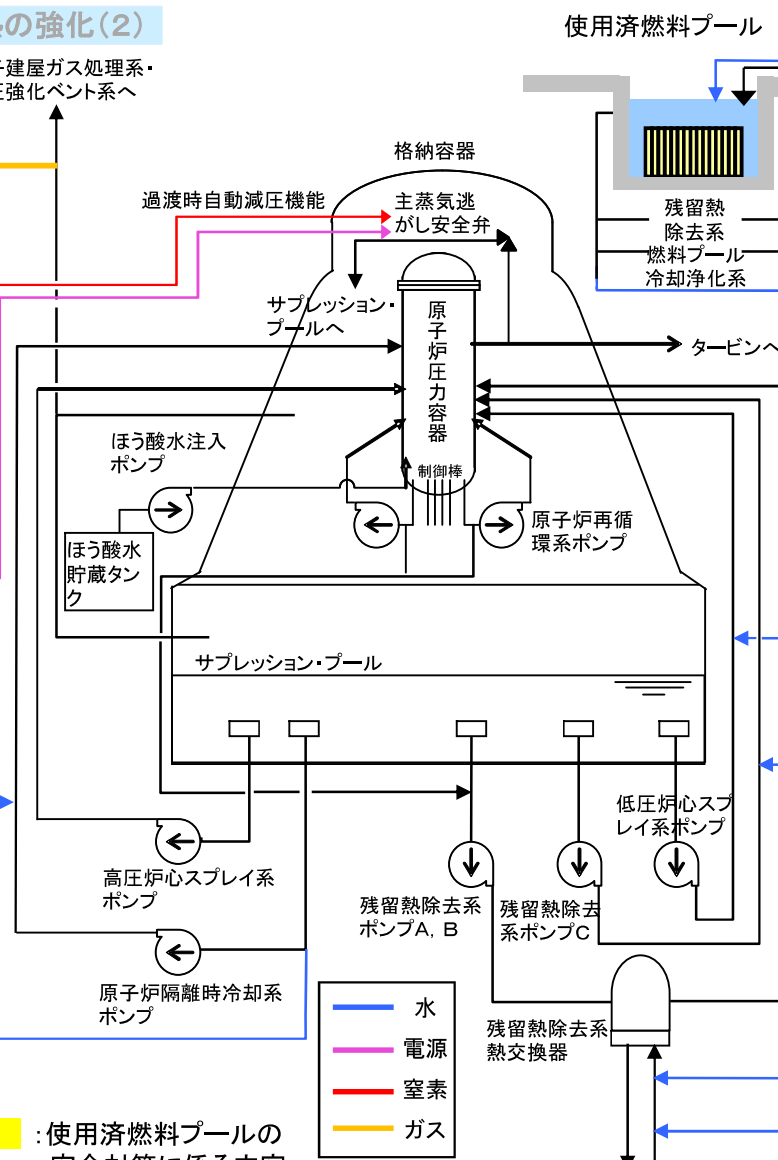
④ 減圧手段の強化



③ 高圧注水手段の強化



使用済燃料プールの安全対策に係る内容



⑦ 使用済燃料プールの冷却手段の強化



② 注水に必要な水源の強化



⑤ 低圧注水手段の強化

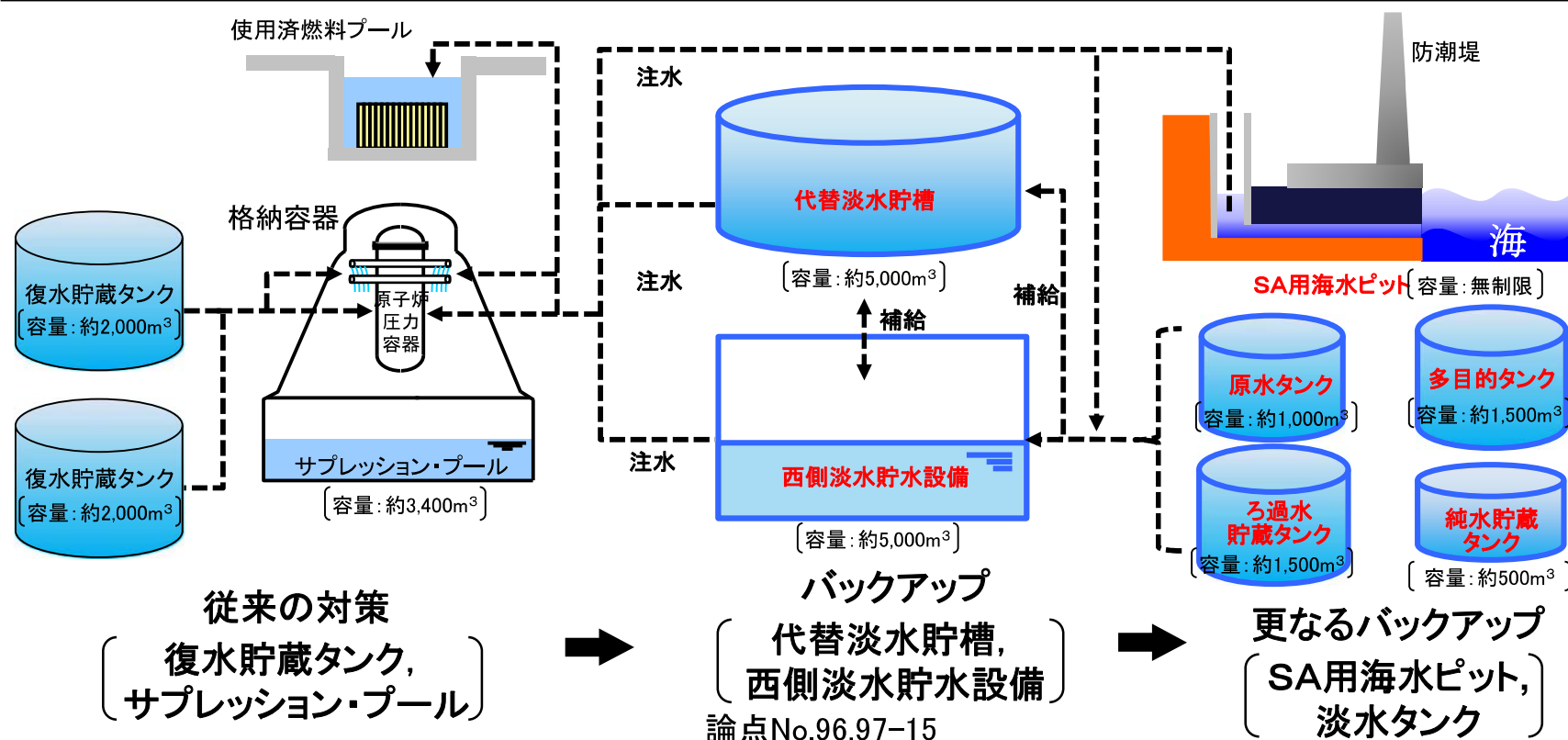


⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(1)



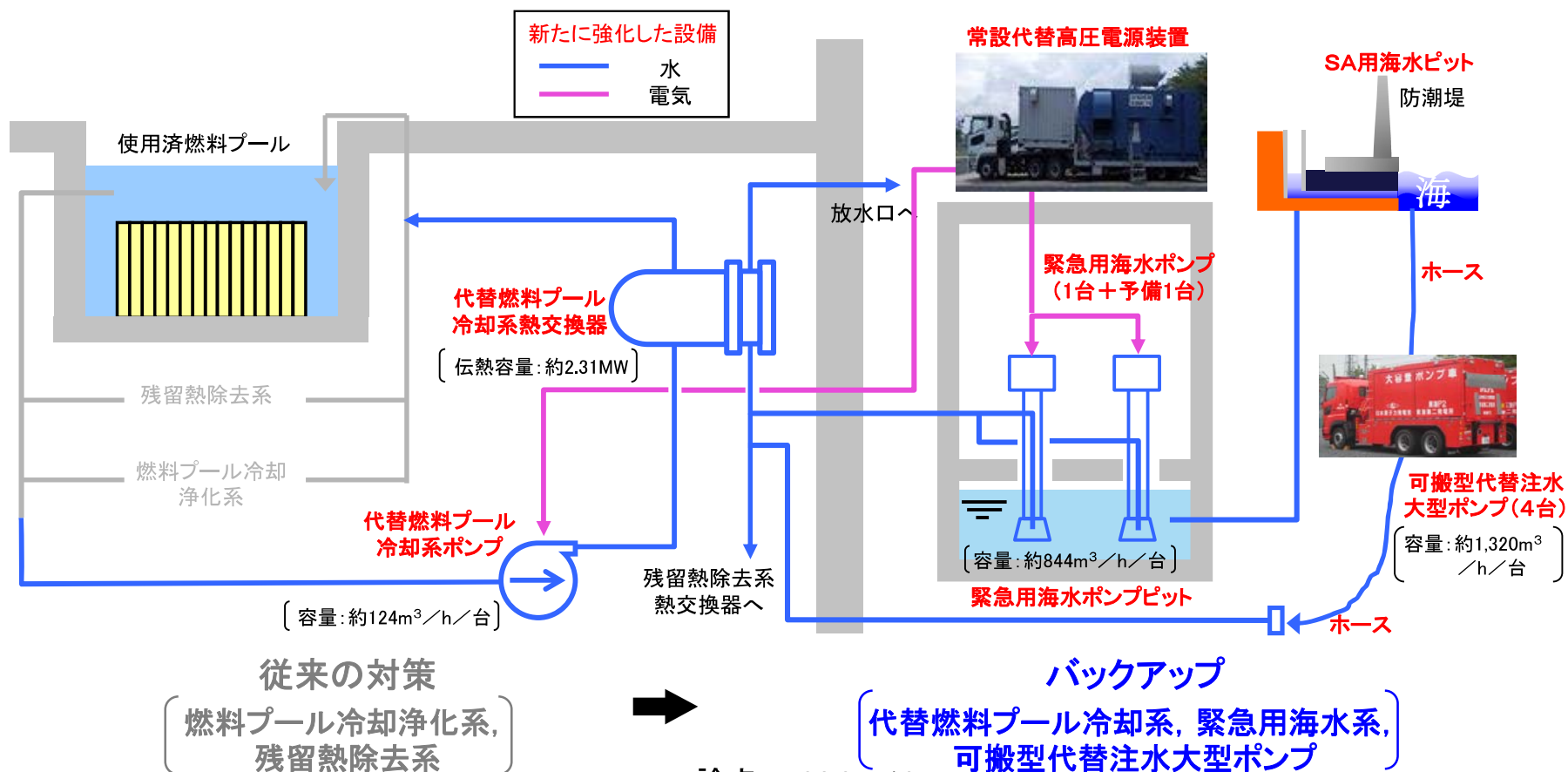
【代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットの新設】

- 使用済燃料の損傷を防ぐためには，使用済燃料プールの冷却停止時やプール水漏洩時において，**使用済燃料プールの水位確保が重要**。このため**注水用の水源を増強**
- 地下式の代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットを設置することで，**竜巻や，敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても，確実に水源を確保可能**。また，既存設備の各種淡水タンクも利用可能時には活用
- 代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備には，**原子炉及び使用済燃料プールに7日間の注水が可能**な量を確保



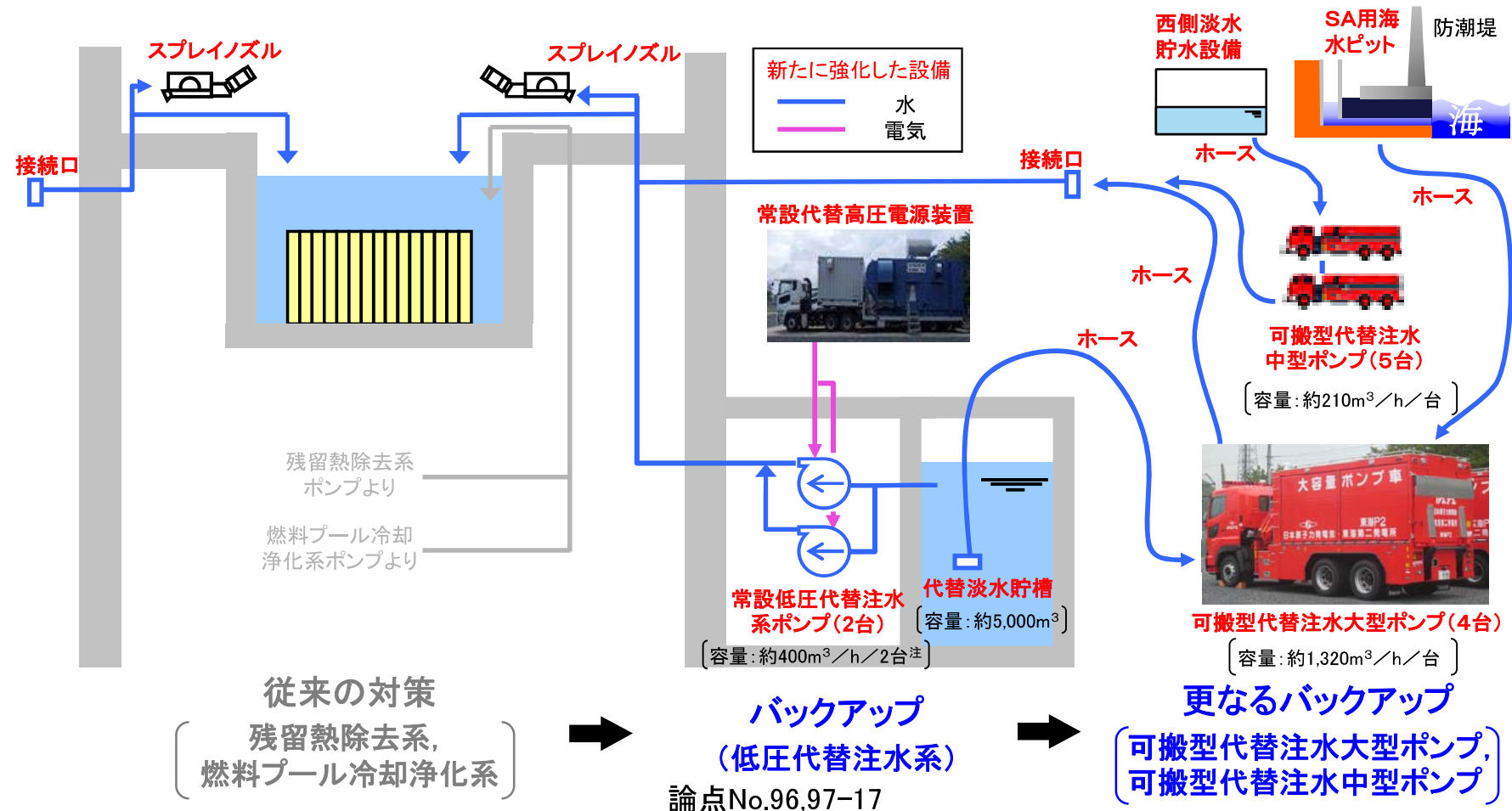
【代替燃料プール冷却系の設置】

- 使用済燃料プールの冷却機能が喪失し、プール内の燃料体を冷却できなくなる場合に備えて、新たに燃料プールを冷却するためのシステムを設置
- 既設の燃料プール冷却系及び残留熱除去系の両方の機能が喪失した場合でも、代替燃料プール冷却系により、使用済燃料プールの冷却が可能
- 代替燃料プール冷却系は、可搬型代替注水大型ポンプからも海水の供給が可能



【低圧代替注水系（常設、可搬）を設置】

- 使用済燃料プールへの注水機能の喪失や、使用済燃料プールからの水の漏えいその他の要因によりプール水位が低下した場合に備えて、注水手段を増強
- 常設低圧代替注水系ポンプ又は可搬型代替注水大型ポンプ等を使用し、代替淡水貯槽等の水を使用済燃料プールへ注水が可能



<別紙3> 格納容器内の冷却・閉じ込め設備の概要

第9回ワーキングチーム
資料3-2 再掲



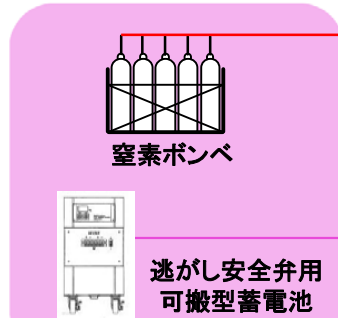
③ 最終ヒートシンクによる除熱の強化



原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

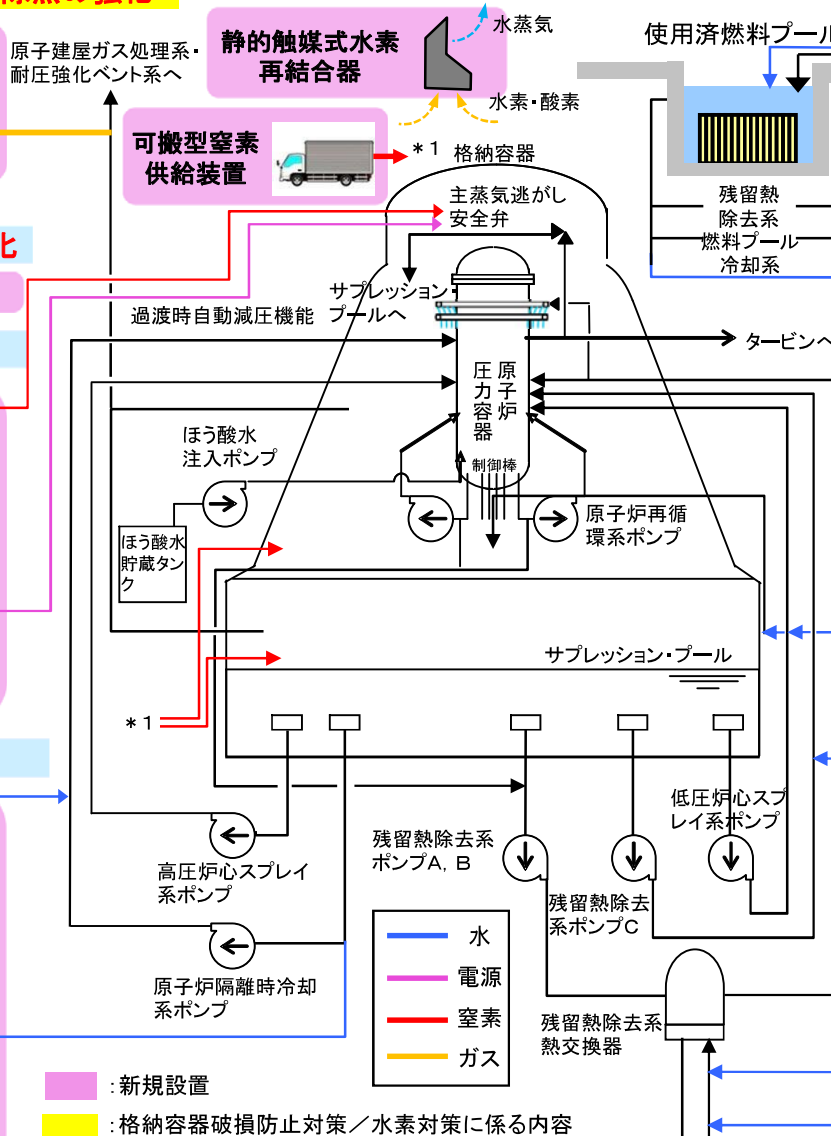
減圧手段の強化



高圧注水手段の強化



④ 格納容器内及び原子炉建屋内の水素対策



使用済燃料プール冷却手段の強化



① 注水に必要な水源の強化



② 低圧注水手段の強化



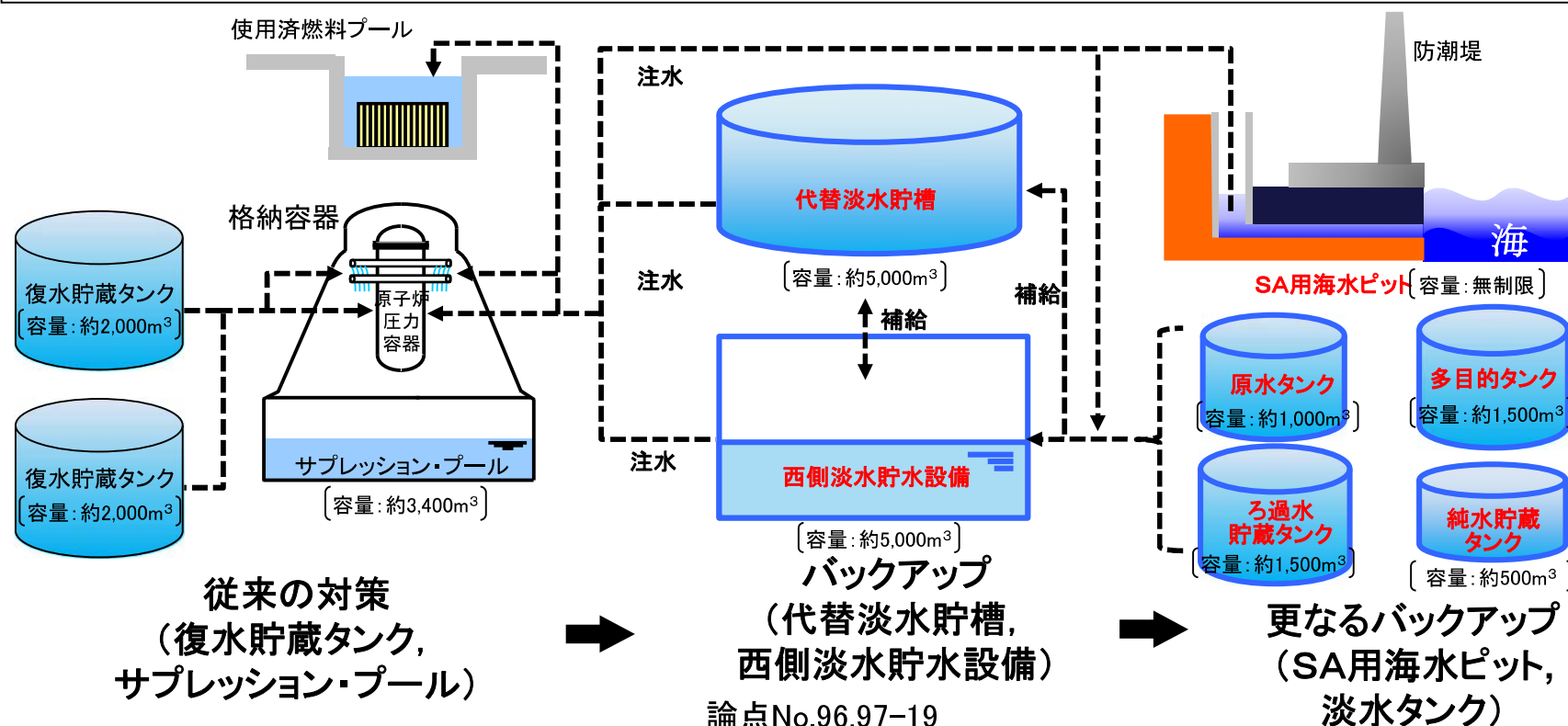
③ 最終ヒートシンクによる除熱の強化



論点No.96,97-18

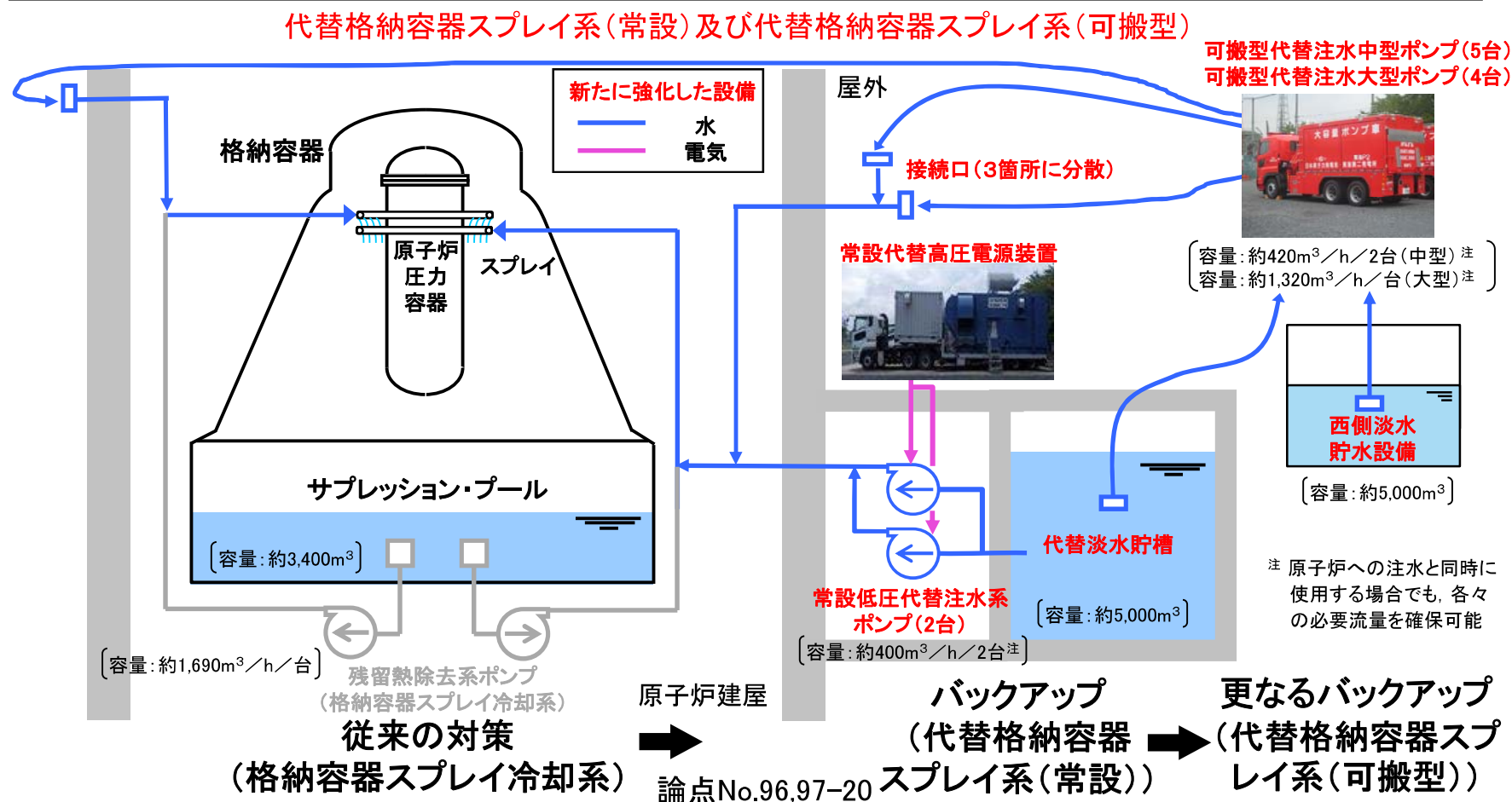
【代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットの新設】

- 格納容器内を冷却し，破損を防ぐためには，原子炉や格納容器への注水により，原子炉や格納容器内の圧力・温度の低下を継続的に図ることが重要。このため注水用の水源を増強する。
- 地下式の堅牢な代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットを設置することで，地震・竜巻や，敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても，確実に水源を確保可能。また，既設の各種淡水タンクも利用可能な場合には活用
- 代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備には，原子炉，格納容器及び使用済燃料プールへ7日間の注水が可能な量を確保する。



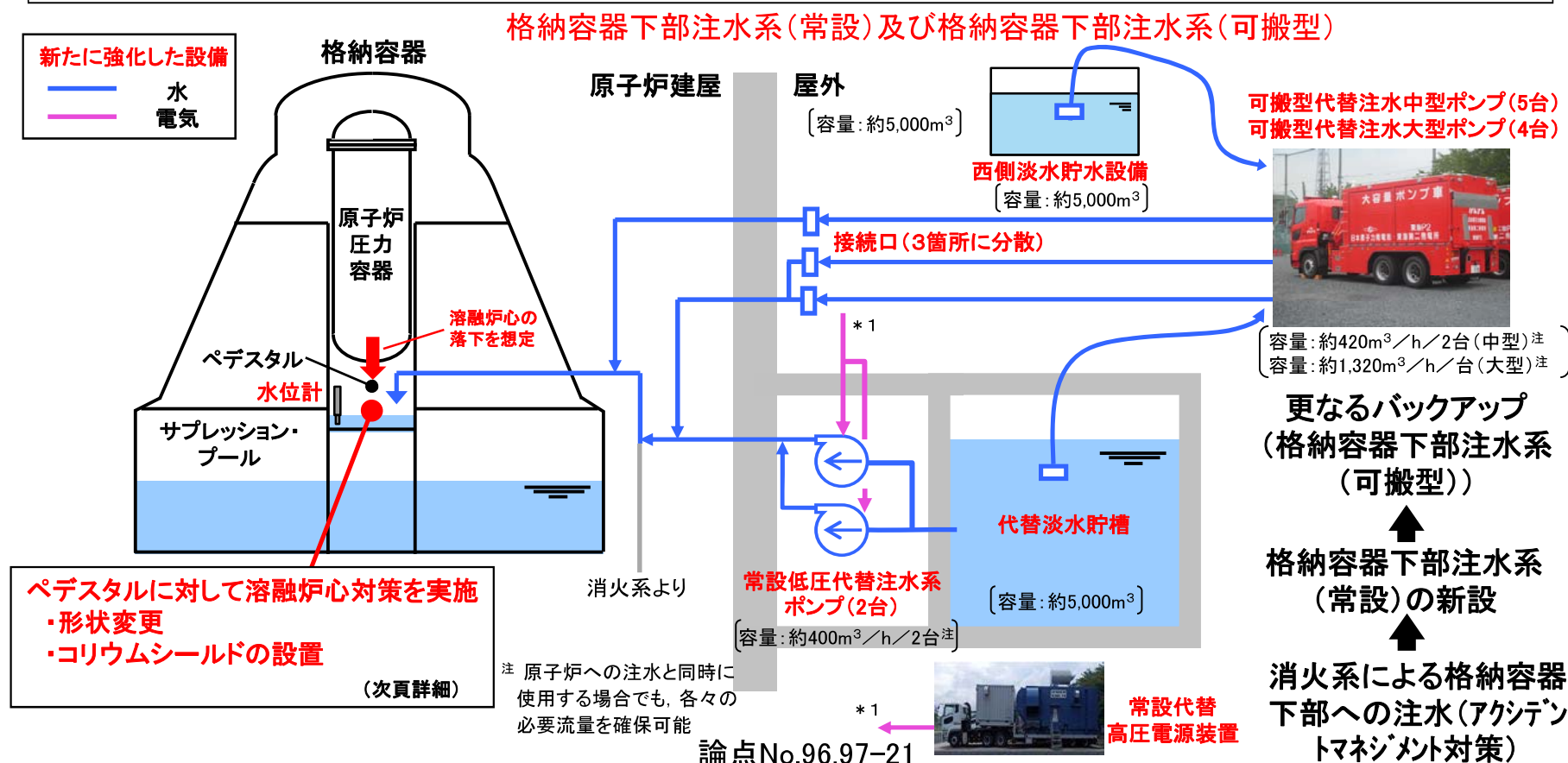
【代替格納容器スプレイ系の設置】

- 格納容器内の温度及び圧力を低下させる手段を増強する。
- 全交流動力電源が喪失した場合や、既存の残留熱除去系ポンプ（格納容器スプレイ冷却系）が機能喪失した場合でも、**代替格納容器スプレイ系（常設）**及び**代替格納容器スプレイ系（可搬型）**により、**代替淡水貯槽**等から格納容器内へスプレイ水の供給を継続し、格納容器内の蒸気凝縮を図ることで、**格納容器内の圧力・温度の上昇抑制を行うことが可能**



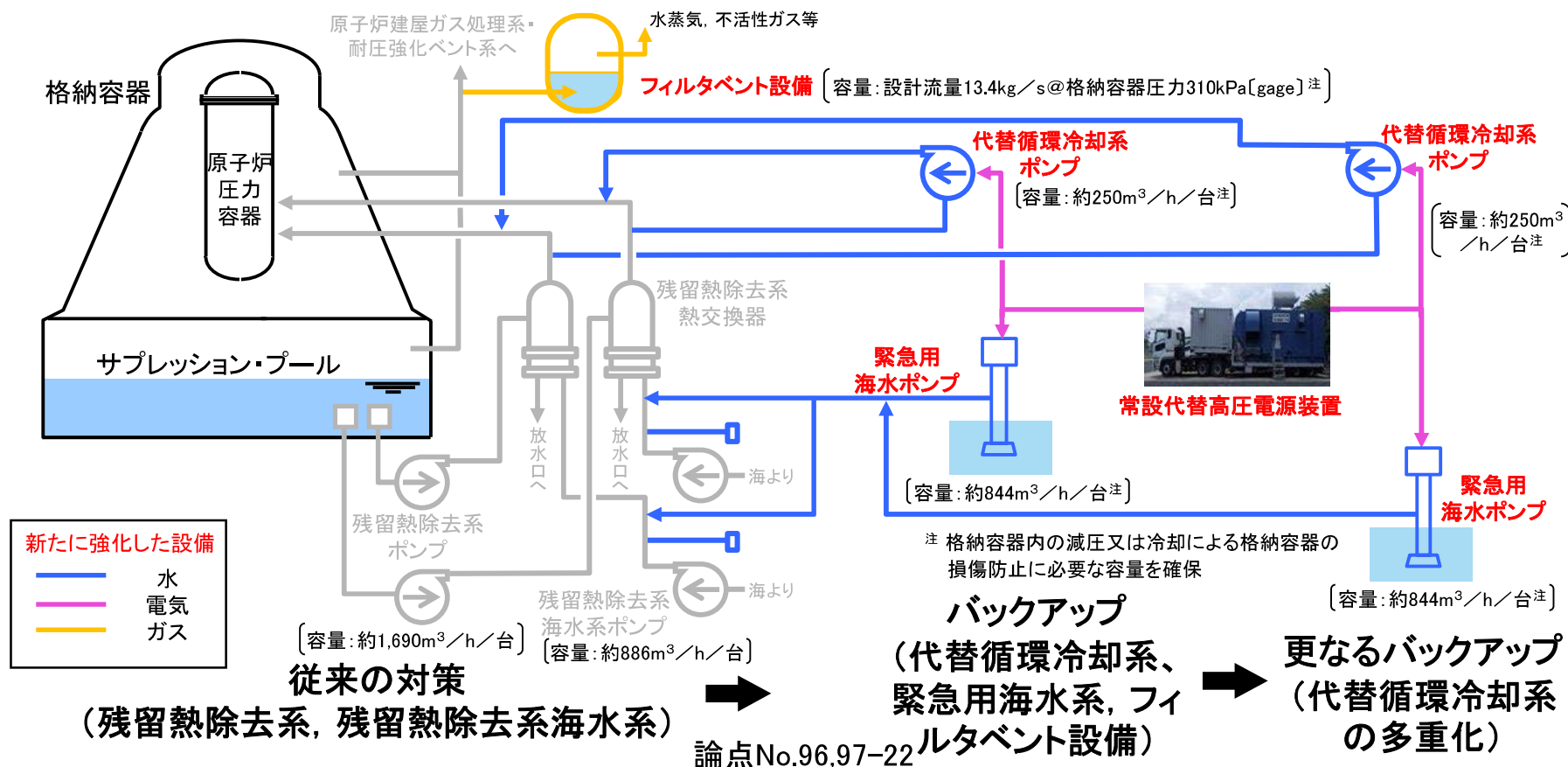
【溶融炉心を冷却する設備の設置】

- 炉心損傷が発生し、原子炉圧力容器を貫通して格納容器下部に落下した溶融炉心を冷却する設備を新設する。
- 常設低圧代替注水系ポンプを使用し、代替淡水貯槽の水を格納容器下部に注水する格納容器下部注水系(常設)を設置する。本設備は常設代替高圧電源装置からの給電が可能である。
- 更に可搬型代替注水大型ポンプを使用し、代替淡水貯槽等の水を格納容器下部に注水する格納容器下部注水系(可搬型)も設置する。
- 落下した溶融炉心を保持するため、原子炉圧力容器直下のペDESTAL形状を変更しコリウムシールドを設置



【代替循環冷却系及びフィルタベント設備の設置】

- 緊急用海水系に加え、**フィルタベント設備**及び**代替循環冷却系**を新設し、最終ヒートシンク(大気又は海)による除熱機能を強化する。
- **フィルタベント設備**を新設し、最終ヒートシンク(大気)による除熱機能を強化する。
- **代替循環冷却系**は、系統を**多重化**することで高い信頼性を有しており、**格納容器ベントまでの時間をできる限り延ばすことが可能**



＜別紙3＞ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2)

第9回ワーキングチーム
資料3-2 再掲



【代替循環冷却系による格納容器からの除熱】

- 代替循環冷却系はサプレッション・プールを水源として、残留熱除去系(A)及び(B)の一部を流路として活用
- 代替循環冷却系ポンプにより送水されたサプレッション・プール水は、残留熱除去系熱交換器(A)及び(B)で海水との熱交換により冷却され、原子炉圧力容器への注水や格納容器内にスプレイし、格納容器からの除熱を行う。
- 代替循環冷却系の作動により格納容器内の温度及び圧力を低下させ、また格納容器ベントに至るまでの時間を遅延させることで、放射性物質放出開始の遅延・放出量の低減を図る。また、代替循環冷却系は系統を多重化して離隔して設置することで高い信頼性を確保する。

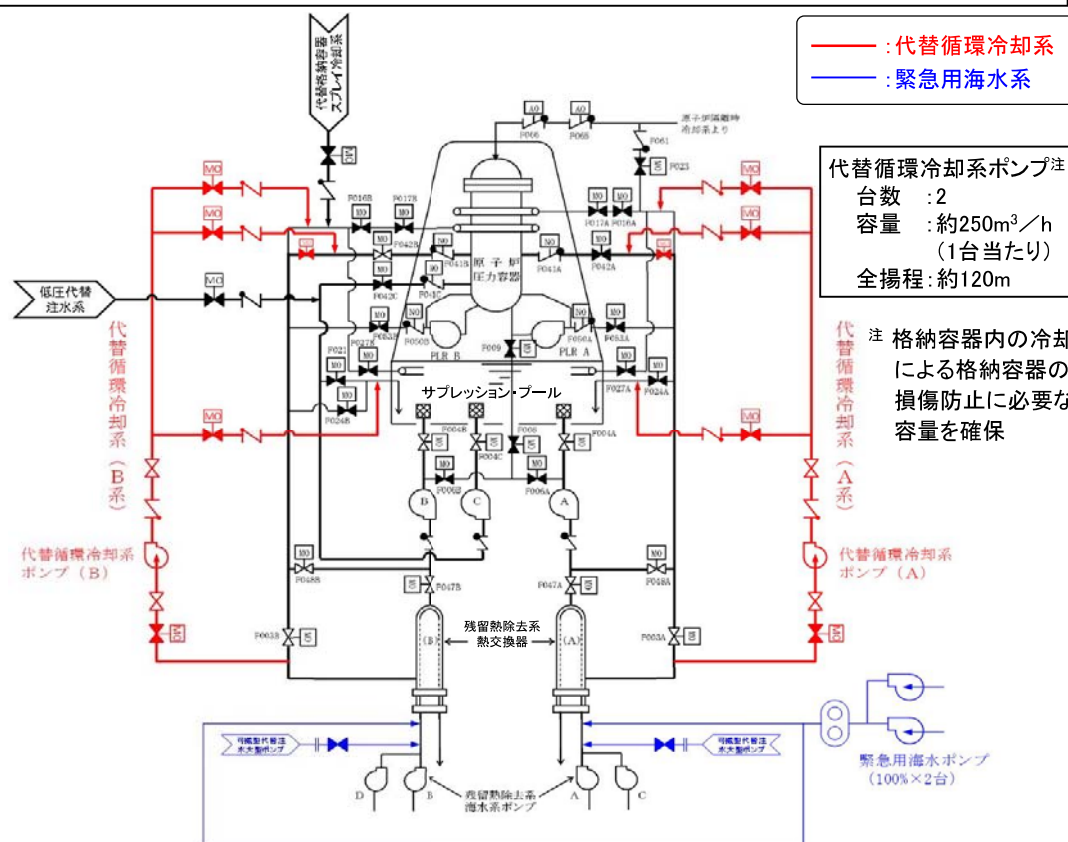
代替循環冷却系
ポンプ(B系)

代替循環冷却系
ポンプ(A系)



原子炉建屋原子炉棟地下2階

【代替循環冷却系ポンプ 配置図】



論点No.96,97-23 【代替循環冷却系 系統概要図】

【論点No.96】

常設及び可搬型の各冷却設備の容量、流量や台数並びに水源の容量等の考え方について

【委員からの指摘事項等】

No.85

P.2-4

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

いろいろな冷却設備や水源が追加されているが、これらの容量等についてはどのようなになっているか。必要量に対してどのぐらいの容量、流量を確保するのか、定量的に確認したい。また、可搬型のポンプ車等に関しても、容量等についてどのような考え方に基いているのか。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.484

電源水源の多重化。

論点No.78, 88参照

P.3

【論点No.97】

複数の用途で共通して使用する可搬型ポンプ車等の必要容量及び台数の考え方について

【委員からの指摘事項等】

No.86

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

可搬型のポンプ車について、格納容器への注水やペデスタルへの注水など複数の用途があるようだが、これは同時に必要になった場合を考えてバックアップを用意しているのか。

P.4-7

重大事故等対策における可搬型設備等使用時の動線の確認並びにアクセスルートの頑健性及び冗長性について

【説明概要】

- 重大事故等が発生した場合、事故収束を迅速に対応するため、屋外の可搬型重大事故等対処設備の保管場所から目的地まで運搬するアクセスルートの状況確認、取水箇所の状況確認及びホース敷設ルートの状況確認を行い、あわせて、屋外設備の被害状況の把握を行う。
- アクセスルートは、地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響を考慮し、可搬型設備の保管場所から設置場所及び接続場所までのアクセスルートを複数設定する。
- 確認された被害状況を元に、災害対策本部は必要な重大事故等対策に用いる可搬型重大事故等対処設備のアクセスルートを選定し、可搬型重大事故等対処設備を展開させる。
- 災害対策要員は、重大事故等時における事象の種類及び事象の進展に応じた的確かつ柔軟に対処できるように、アクセスルートの確認、使用するルートの選定、路面の復旧操作、可搬型設備の展開・運用等の対応についても、関連する教育及び実働での訓練を通じて、力量を確保していく。

1. 重大事故等発生時の発電所構内の道路の被害状況把握

➤ 想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備のアクセスルートとなる発電所構内の道路の被害状況を把握する。

- 重大事故等発生時においては、災害対策要員は、事務本館等での執務若しくは発電所構内に設けた待機場所に待機しており、招集連絡を受けた場合は、速やかに緊急時対策所又は中央制御室に参集する。
- 参集する経路上において、確認可能な範囲でアクセスルート及び常設重大事故等対処設備等の施設・設備の被害状況を把握する。
- 発電所構内の各所に設置した津波・構内監視カメラが活用可能であれば、状況確認に活用する。

津波・構内監視カメラは原子炉建屋屋上（E.L.約64m）及び防潮堤上部（E.L.18m）に中央制御室より遠隔操作が可能で広範な可動域を有する設置していることから、発電所構内の殆どの箇所を視野に収める。

- 把握した被害状況を元に、災害対策本部は必要な重大事故等対策に用いる可搬型重大事故等対処設備のアクセスルートを選定し、可搬型重大事故等対処設備を展開する。

要員が参集途上で被害状況を現認する施設・設備の例

- ・アクセスルート（参集する経路上の視認できる範囲で確認）
- ・南側・西側保管場所（可搬型重大事故等対処設備含む）
- ・常設代替高圧電源装置置場
- ・代替淡水貯槽
- ・可搬型設備接続口
（高所接続口、原子炉建屋西側接続口） 等



緊急時対策所までの参集ルート

津波・構内監視カメラ	
外 観	
カメラ構成	可視光及び赤外線
ズーム	デジタルズーム 4 倍
遠隔可動	水平可動：360°（連続）、垂直可動：±90°
夜間監視	可能（赤外線カメラ）
耐震設計	S クラス
供給電源	所内常設直流電源設備
風荷重	設計竜巻を考慮した荷重にて設計
積雪荷重、堆積量	積雪を考慮した荷重及び設置高さにて設計
降下火砕物荷重、堆積量	降下火砕物を考慮した荷重及び設置高さにて設計
台 数	原子炉建屋屋上 3 台、防潮堤上部 4 台

2. 自然災害，外部事象等への耐性を持つアクセスルートの確保



➤ アクセスルートは自然災害，外部事象等を考慮し，重大事故等発生時においても対応操作が確実に
行えるよう耐性を持ったルートを確保する。

- 可搬型重大事故等対処設備(可搬型設備)は，地震，津波その他の自然現象等の影響を考慮し，複数箇所に分散して保管
- 可搬型設備が展開するアクセスルートは，地震，津波その他の自然現象等の影響を考慮し，保管場所から接続場所等までのアクセスルートを複数※設定

※ 1. 複数設定するアクセスルートは以下の①，②2つの条件を満足するルート
① 基準津波の影響を受けないルート
② 基準地震動 S_s による被害の影響を受けないルート，重機による復旧が可能なルート又は人力によるホース・ケーブルが敷設可能なルート
2. 上記1. のアクセスルートのうち，基準地震動 S_s の影響を受けないアクセスルートのうち少なくとも1ルート設定する。
3. 上記2. のアクセスルートのうち，敷地遡上津波の影響を受けないアクセスルートを少なくとも1ルート設定

- 津波の影響については，基準津波の影響を受けないよう，防潮堤内にアクセスルートを設置
- 敷地に遡上する津波の影響を受けない高所に，基準地震動 S_s の影響を受けないアクセスルートを少なくとも1ルート確保し，可搬型設備の保管場所及び緊急時対策所等から接続場所までの移動・運搬が可能
- アクセスルートは，基準地震動 S_s により影響を受けない，若しくは重機等で障害物の撤去や道路段差の解消等の復旧をすることにより確保可能(別紙参照)
- 事象進展に応じた可搬型設備の運用の動線をシミュレートし錯綜しないことを確認。また今後の実働訓練を通じて実運用上も問題ないことを確認する。

発電所構内のアクセスルート図

敷地遡上津波時の最大浸水深分布図と高所接続口

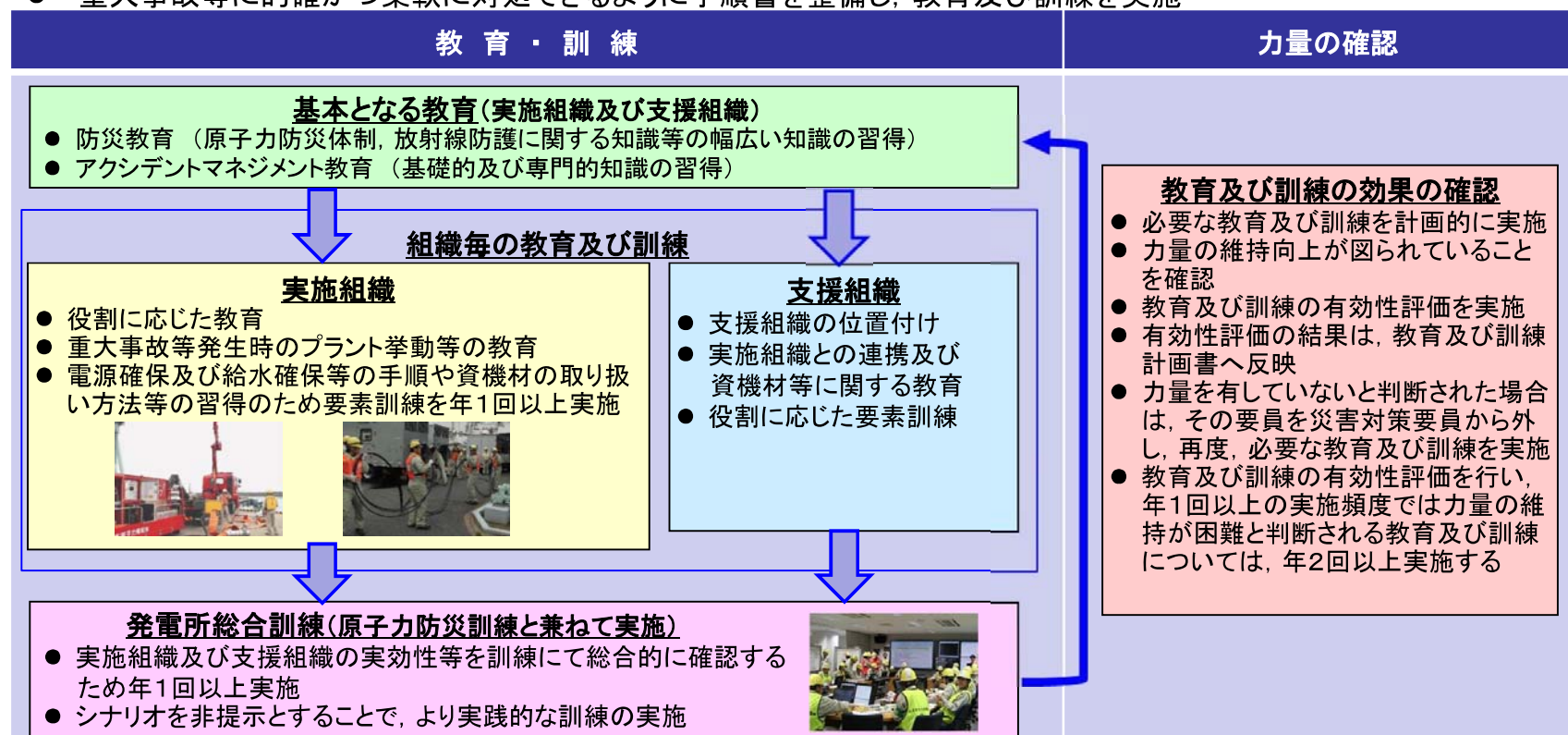
3. 災害対策要員の教育・訓練を通じた力量の確保



➤ 災害対策要員は、重大事故等時において、事象の種類及び事象の進展に応じた的確かつ柔軟に対処するために、必要な力量を確保するため、教育及び訓練を計画的に実施する。

➤ アクセスルートの確認、使用するルートの選定、路面の復旧操作、可搬型設備の展開・運用等の対応についても、関連する教育及び実働での訓練を通じて、力量を確保していく。

- 机上教育にてアクシデントマネジメントの概要を教育する。重大事故の現象に対する幅広い知識を付与
- 災害対策本部の体制に基づく各班(実施組織及び支援組織)の役割に応じて、重大事故等時の原子炉施設の挙動等の教育を実施する。また、これらの教育を踏まえ、対応操作を習熟することを目的に訓練を実施
- 必要な教育及び訓練は計画的に実施し、災害対策要員の力量の維持及び向上が図られていることを確認
- 重大事故等に的確かつ柔軟に対処できるように手順書を整備し、教育及び訓練を実施



論点No.109-4

○ 可搬型重大事故等対処設備保管場所及び アクセスルートに対する評価方法・結果

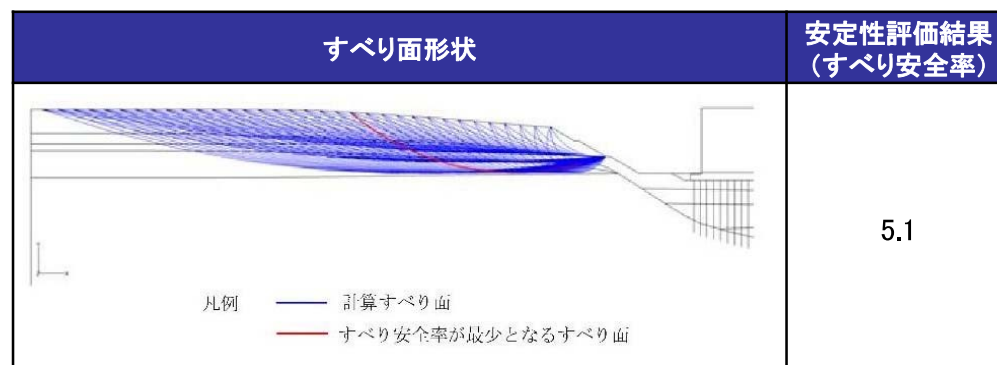
基準地震動Ssに対して地震時の被害要因及び懸念される被害事象を踏まえた影響評価を行い、可搬型重大事故等対処設備の保管及び通行に影響を与えないように、必要な箇所へ事前対策を実施する。

影響を与えるおそれのある被害要因	懸念される被害事象	評価方法及び評価結果 (可搬型重大事故等対処設備保管場所)	評価方法及び評価結果 (アクセスルート)
①周辺構造物倒壊 (建屋、送電鉄塔等)	倒壊物による可搬型重大事故等対処設備の損壊、通行不能	・保管場所周辺の構造物・タンクを対象とし、基準地震動Ss作用時において、保守的に倒壊するものと仮定し、構造物の高さ相当を考慮した倒壊影響範囲を設定し影響評価を行った。 ・評価の結果、 保管場所が倒壊影響範囲に含まれていないことを確認した。	・保管場所と同様にアクセスルート周辺の構造物が基準地震動Ssにより損壊し、アクセスルート上にがれきが発生、又は倒壊するものとしてアクセスルートへの影響評価を行った。 ・評価の結果、構造物等の損壊によるがれきの影響は受けるものの、 ホイールローダによる撤去又はがれき上へのホース、ケーブルの敷設によりアクセス性を確保できることを確認した。
②周辺タンク等の損壊	火災、溢水による可搬型重大事故等対処設備の損壊、通行不能		
③周辺斜面の崩壊	土砂流入による可搬型重大事故等対処設備の損壊、通行不能	保管場所及びアクセスルート周辺における斜面の形状及び高さ等を考慮して評価対象斜面を抽出し、すべり安定性評価に基づき、 周辺斜面の崩壊により土砂流入の影響を受けないこと、また、保管場所及びアクセスルートの敷地下斜面の安定性が確保されていることを確認した。	
④敷地下斜面のすべり	敷地下斜面のすべりによる可搬型重大事故等対処設備の損壊、通行不能		
⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜、液状化に伴う浮き上がり	不等沈下・傾斜、浮き上がりによる可搬型重大事故等対処設備の損壊、通行不能	・地下水位以深の飽和砂質地盤が液状化すると想定し、液状化及び揺すり込みにより算定した沈下量をもとに、保管場所に発生する地表面の段差量及び傾斜量を算定する。また、液状化による浮き上がり量を算定した。 ・算定された段差量が15 cm以上及び勾配が12 %以上（緊急車両が徐行により走行可能及び登坂可能な値）となる箇所に、対策として 路盤補強等の事前対策を実施することとし、可搬型重大事故等対処設備の通行性に影響がないことを確認した。	
⑥地盤支持力の不足	可搬型重大事故等対処設備の転倒	基準地震動Ssによる保管場所の地震時接地圧を評価し、 地盤の最大地盤反力度を下回ることを確認した。	—
⑦地中埋設構造物の損壊	陥没による可搬型重大事故等対処設備の損壊、通行不能	保管場所下部に地中埋設物がない事を確認した。 (基準地震動Ssにて耐震安全性を確認している設備を除く)	・アクセスルート下の地中埋設構造物のうち耐震性が十分ではないコンクリート構造物について保守的に損壊を想定し、その内空部の高さを損壊により道路に発生する段差量として算定した。 ・算定された段差量に基づき、⑤と同様の対策を実施することとし、 可搬型重大事故等対処設備の通行に影響を与えないことを確認した。

斜面の安定性評価結果

- 斜面の安定性評価は、急峻な斜面である使用済燃料乾式貯蔵建屋（以下「D/C」という。）の西側斜面を代表として実施し、下記のとおり、**基準地震動Ssに対して安定性に裕度があることを確認した。**
- 保管場所及びアクセスルート周辺の斜面について、D/C西側斜面と形状及び高さ等を比較することにより安定性を確認した。
- アクセスルート周辺の一部の斜面はD/C西側斜面より急斜面であるため**地震時に崩壊を想定し、ホイールローダによる復旧が可能なことを確認**すると共に、復旧に時間を要する箇所については地震時に使用しないこととした。

【D/C西側斜面のすべり安定性評価結果】



検索条件①(斜面法尻を起点としたすべり面)

法尻を起点にモデル範囲にて様々な
曲率半径のすべり面を無作為に検索



検索条件②(斜面小段を起点としたすべり面)

小段を起点にモデル範囲にて様々な
曲率半径のすべり面を無作為に検索



入力地震動毎に、すべり安全率が最小となるすべり面を抽出する。

すべり面の検索方針

【論点No.109】

重大事故等対策における可搬型設備等使用時の動線の確認並びにアクセスルートの頑健性及び冗長性について

【委員からの指摘事項等】

No.103

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

設備や機材が従来に比べ非常に増えており、保管場所から使用する場所まで搬送が必要になるケースが非常に多いと思うが、この際、アクセスルートが錯綜しないか、動線の確認を行っているか。

P.2-4

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.752

①大容量高圧電源車、他は仮置き場か恒久的置き場か。 「電源設備への対応について」参照 P.2-4

②東日本大地震3.11時に国道245号線陥没事象が発生しています。245国道が大幅な陥没による横断不能時(電線ケーブル切断、ホイールローダー車等)発生に対応するシュミレーションはされて、必要な資機材は供えられていますか。 「電源設備への対応について」参照 P.2-4

③これらの設備は今後、発電所構内への移設はしないのか。 「電源設備への対応について」参照 P.2-4

④国道を通行するに、常にこれらの設備が視野に入ると異常な恐怖感を持っています。囲いフェンス等の計画をお願いします。 「電源設備への対応について」参照 P.2-4

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1072

茨城県日立市民の●●です。

茨城県の募集に下記提出します

原子力規制庁の東海第二発電所に関する審査概要 2019年1月について記載内容を確認しました。福島第一原発での事故から得られた教訓を基礎とした安全対策は適切であり妥当と評価します。今後予想される地震動、津波に対する評価も保守的であり、根拠もほぼ納得できるものです。全体的には網羅的に検討がなされており、素人である私にも漏れはないとみえました。よって、現在提案されている追加の安全対策を進めることで再稼働に対しては疑義はありません。ただし、下記一点について参考に意見として述べます。

可搬型交流、直流電源車の待機場所について

可搬型交流・直流電源車は最後のバックアップとして構外から構内への移動によって電源供給地点へ接続すると理解しました。この電源車は常時高台に待機することで津波や洪水による浸水に対してもリスクを低減できると思いますのでご検討をお願いします。以上

「電源設備への対応について」参照

P.2-4

No.108

ヒートシンク喪失ということですね、電源喪失になった場合、高台にポンプ車とか電源車を配置することなんです
すが、これは、すごい地震になったとき、誰がその場所に電源車を取りにいくというか、そういうことができるんですか。
道路もずたずたになっているような状況で、そういうことは可能なんですか。沸騰型の原発というのは、稼働は無理で
はないかと自分は思っています。そこんとはどうなんですか。電源全く喪失してしまっって、それを誰が取りにいった、
高台ってどこなんですか。

P.2-4

「地震対策への対応について」参照

P.2-4

そこに行くまでの高台のところが絶対に崩落しないという根拠というのはあるんですか。

それはどのように確認したんですか。

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1013

そして可搬型重大事故等対処設備と称して事故の際国道245をはさんでポンプ車や電源車を運搬するとあり、いくつかのルートも確保してあるとありますが大丈夫でしょうか。

P.2-4

使用済燃料プールにおける重大事故等対策の有効性評価の保守性及び対策の冗長性について

【説明概要】

重大事故等対策の有効性評価では、常設低圧代替注水系ポンプによる注水の評価上考慮していないが、実際には本手段を使用し、事象発生から1時間以内に注水可能となる。また、注水手段としては有効性評価で用いたもの以外にも複数の代替手段を講じ、冗長性を確保している。

○使用済燃料プール水の漏えいの有効性評価では、配管の破断によりプール水の漏えいが発生、さらに冷却機能が喪失し、プール水が沸騰して水位の低下が継続することを想定している。

○この有効性評価の主な保守性(①)と重大事故等対策の冗長性(②)は以下のとおり。

- ①有効性評価では、事象発生後8時間で注水するが、実際には1時間以内に注水が可能
- ②有効性評価で用いた注水用ポンプ以外にも、複数の代替の注水手段を講じ、冗長性を確保



【①有効性評価の保守性】

- 実際には**常設低圧代替注水系ポンプ**を使用可能で、1時間以内に使用済燃料プールへの注水が可能
- 可搬型代替注水中型ポンプ**は有効性評価では8時間で注水開始するが、実際には約6.5時間で注水準備可能

操作項目	実施箇所・必要人数 【 】は他の作業後移動してきた要員			経過時間(時間)						
	当直運転員 (中央制御室)	当直運転員 (現場)	重大事故等対 応要員(現場)	2	4	6	8	10	12	14
状況判断	1人 A	—	—	10分						
常設代替高圧電源装置に よる受電	【1人】 A	—	—	4分						
常設低圧代替注水系ポン プによる使用済燃料プー ルへの注水操作	【1人】 A	—	—	15分						
可搬型代替注水大型ポン プによる使用済燃料プー ルスプレイ準備操作(可搬 型スプレイノズルの設置 等)	—	—	8人 a~h	200分						
可搬型代替注水中型ポン プによる使用済燃料プー ルへの注水	【1人】 A	—	【8人】 a~h			170分				
注水流量の調整(可搬型 代替注水中型ポンプ)	—	—	【2人】 a, b							
その他(注水機能回復, 燃料給油, 等)	—	2人 B, C	参集2人							
必要要員合計	1人	2人	8人+ 参集2人							

実際には常設低圧代替注水系ポン
プにより1時間以内に注水可能

評価上は8時間で注水開始の
想定としているが、**実際には
約6.5時間で注水準備可能**

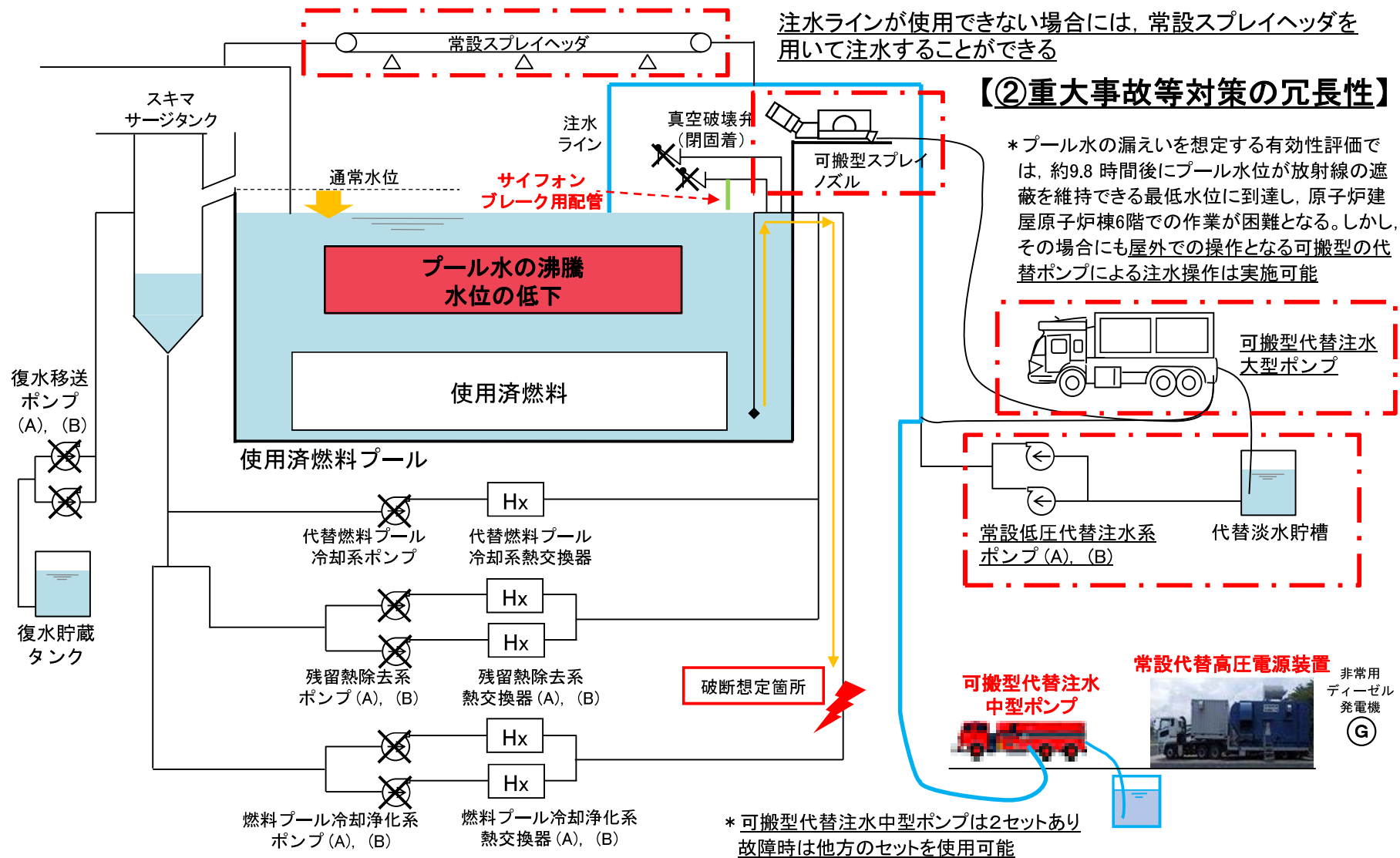
有効性評価上は
8時間で注水開始

適宜流量調整

適宜実施

この他、当直発電長1名、当直副発電長1名及び通報連絡等を行う4名の初動要員が必要

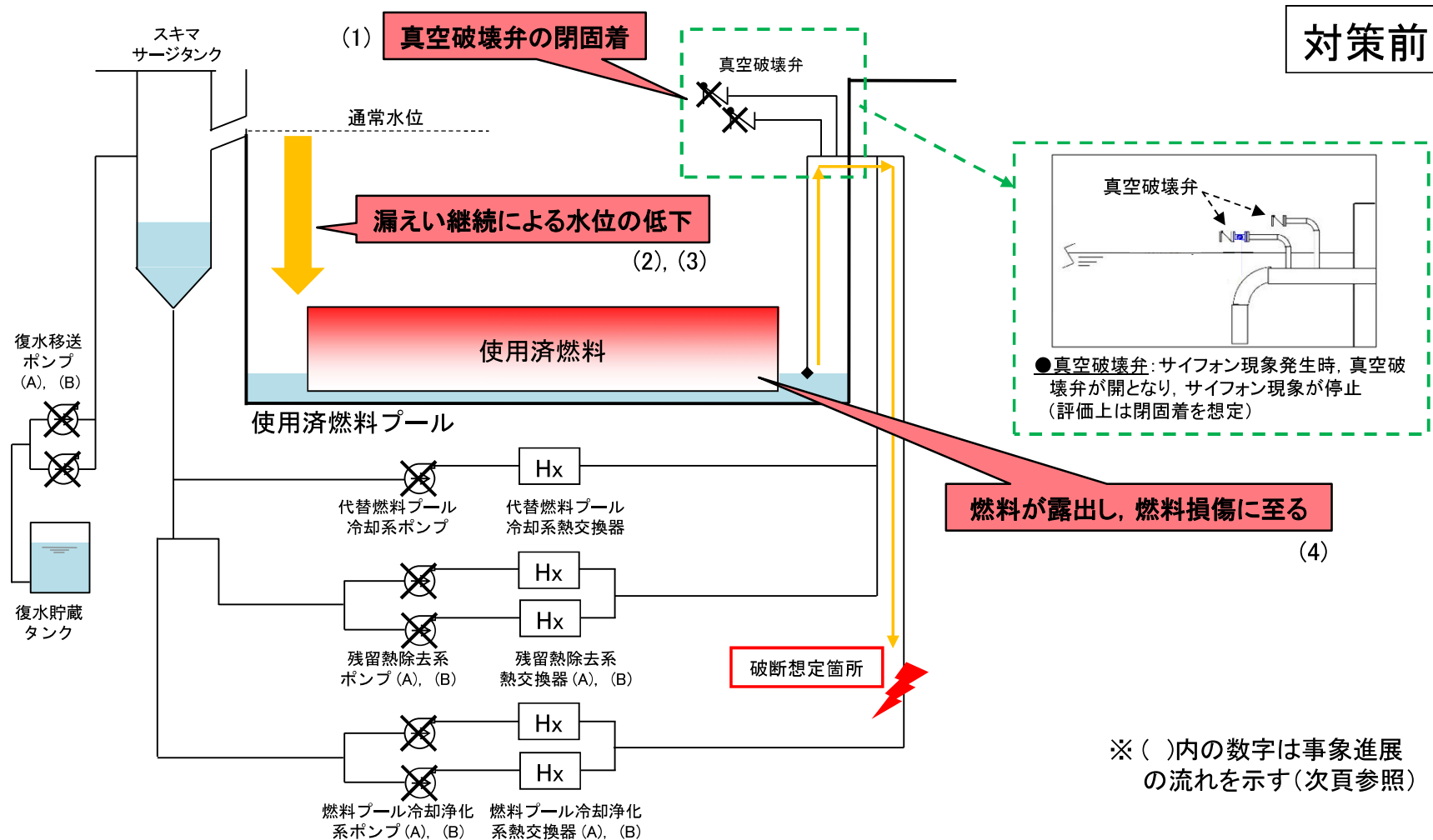
※可搬型代替注水中型ポンプの移動・接続や電源接続の訓練等により、**時間内に操作可能なことを確認**



実際には「評価上考慮しない設備」としている 可搬型代替注水中型ポンプ 枠内の重大事故等対処設備を用いて事象の収束が可能

【想定事故の特徴】

- 配管破断に伴うサイフォン現象等により、**使用済燃料プール水の漏えい**が発生する。
- さらに、**注水機能及び冷却機能の喪失**を想定すると、プール水位の低下が継続し、**燃料が露出して損傷**に至る。



【有効性評価の実施】

- 配管破断に伴う漏えいに加え、**注水機能及び冷却機能の喪失**も想定。
- サイフォンブレイク用配管**による漏えい停止、**可搬型代替注水中型ポンプ**による注水により**燃料損傷を防止**できることを確認。

従来の対策における事象進展	新たな対策を考慮した事象進展	備考
サイフォン現象による漏えい発生 (注水機能・冷却機能の喪失を想定) ↓ (1) 真空破壊弁閉固着を想定 ↓ (2) プール水の漏えい継続 ↓ (3) 使用済燃料プール水位の低下 ↓ (4) 燃料損傷	サイフォン現象による漏えい発生 (注水機能・冷却機能の喪失を想定) ↓ ① 真空破壊弁閉固着を想定 ↓ ② サイフォンブレイク用配管による漏えい停止 ↓ ③ プール水の沸騰 ↓ ④ 使用済燃料プール水位の低下 ↓ ⑤ 常設代替高圧電源装置からの給電による注水ラインの系統構成 ↓ ⑥ 可搬型代替注水中型ポンプによる使用済燃料プールへの注水(事象発生後約8時間) ↓ 使用済燃料プール水位の回復 ↓ 破断個所の隔離 ↓ 安定状態	●外部電源喪失時のみ必要な操作 (使用済燃料プールへの注水で使用する弁に給電が必要なため) ●可搬型代替注水中型ポンプは必要容量×2セットあり、故障時は他方のポンプを使用可能 ●常設低圧代替注水系ポンプによる注水も可能 ●可搬型代替注水大型ポンプによる注水も可能

【必要な操作時間及び要員数の積み上げ】

●事象発生2時間までに必要な初動要員は17名、2時間以降に必要な参集要員は2名

●発電所に常駐する初動要員37名及び2時間以内に参集可能な要員72名で**対応可能であることを確認**

操作項目	実施箇所・必要人数 【 】は他の作業後移動してきた要員			経過時間(時間)										
	当直運転員 (中央制御室)	当直運転員 (現場)	重大事故等対 応要員(現場)	2	4	6	8	10	12	14				
状況判断	1人 A	—	—	10分										
⑤ 常設代替高圧電源装置による受電	【1人】 A	—	—	4分										
⑥ 可搬型代替注水大型ポンプによる使用済燃料プールのスプレイ準備操作(可搬型スプレイノズルの設置等)	—	—	8人 a～h	200分										
⑥ 可搬型代替注水中型ポンプによる使用済燃料プールへの注水	【1人】 A	—	【8人】 a～h				170分							
⑥ 注水流量の調整(可搬型代替注水中型ポンプ)	—	—	【2人】 a, b											
その他(注水機能回復, 燃料給油, 等)	—	2人 B, C	参集2人											
必要要員合計	1人	2人	8人+ 参集2人											

評価上は8時間で注水開始の想定としているが、約6.5時間で準備可能であり、十分な時間余裕がある。

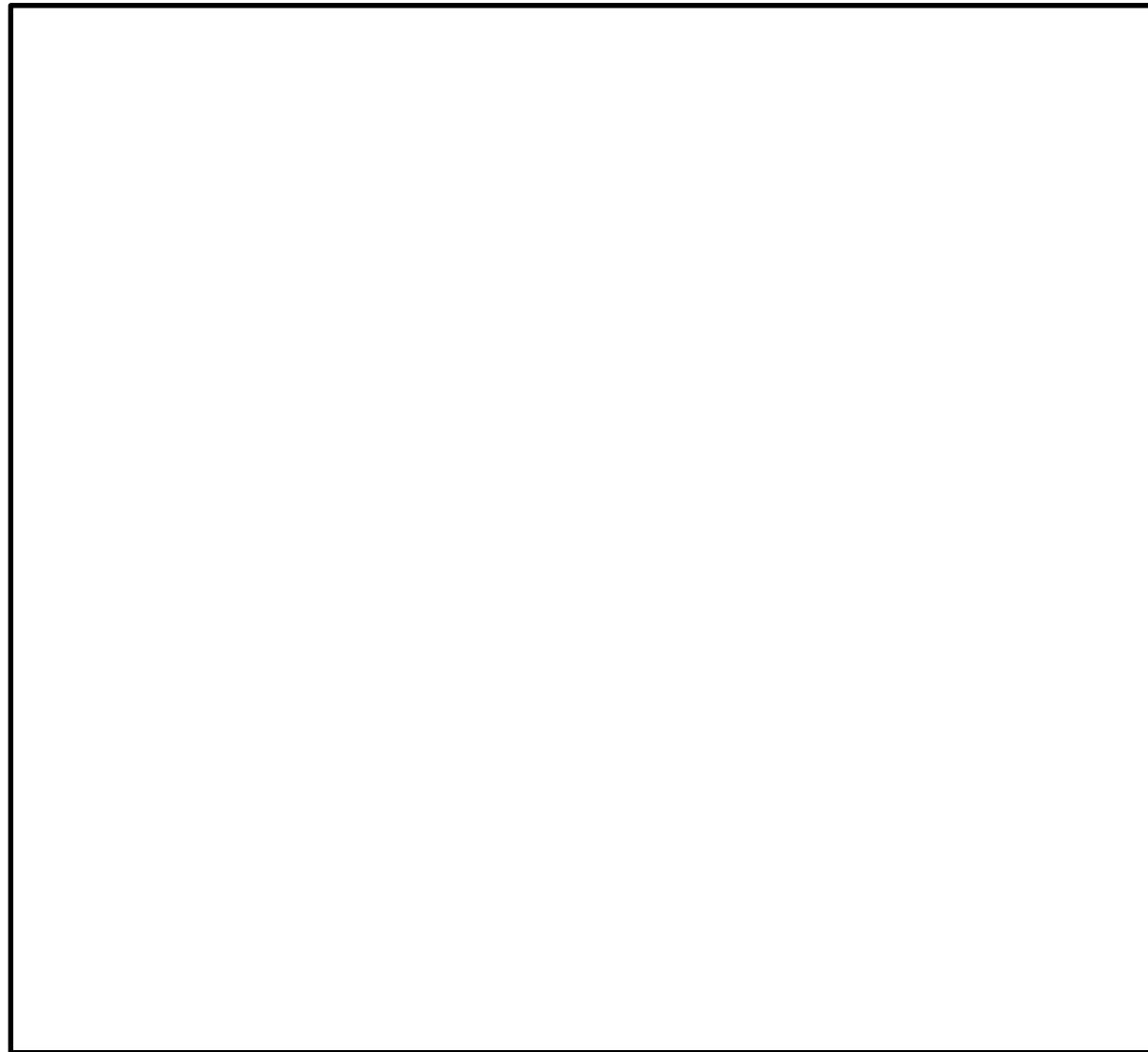
有効性評価上は8時間で注水開始

適宜流量調整

適宜実施

この他、当直発電長1名、当直副発電長1名及び通報連絡等を行う4名の初動要員が必要

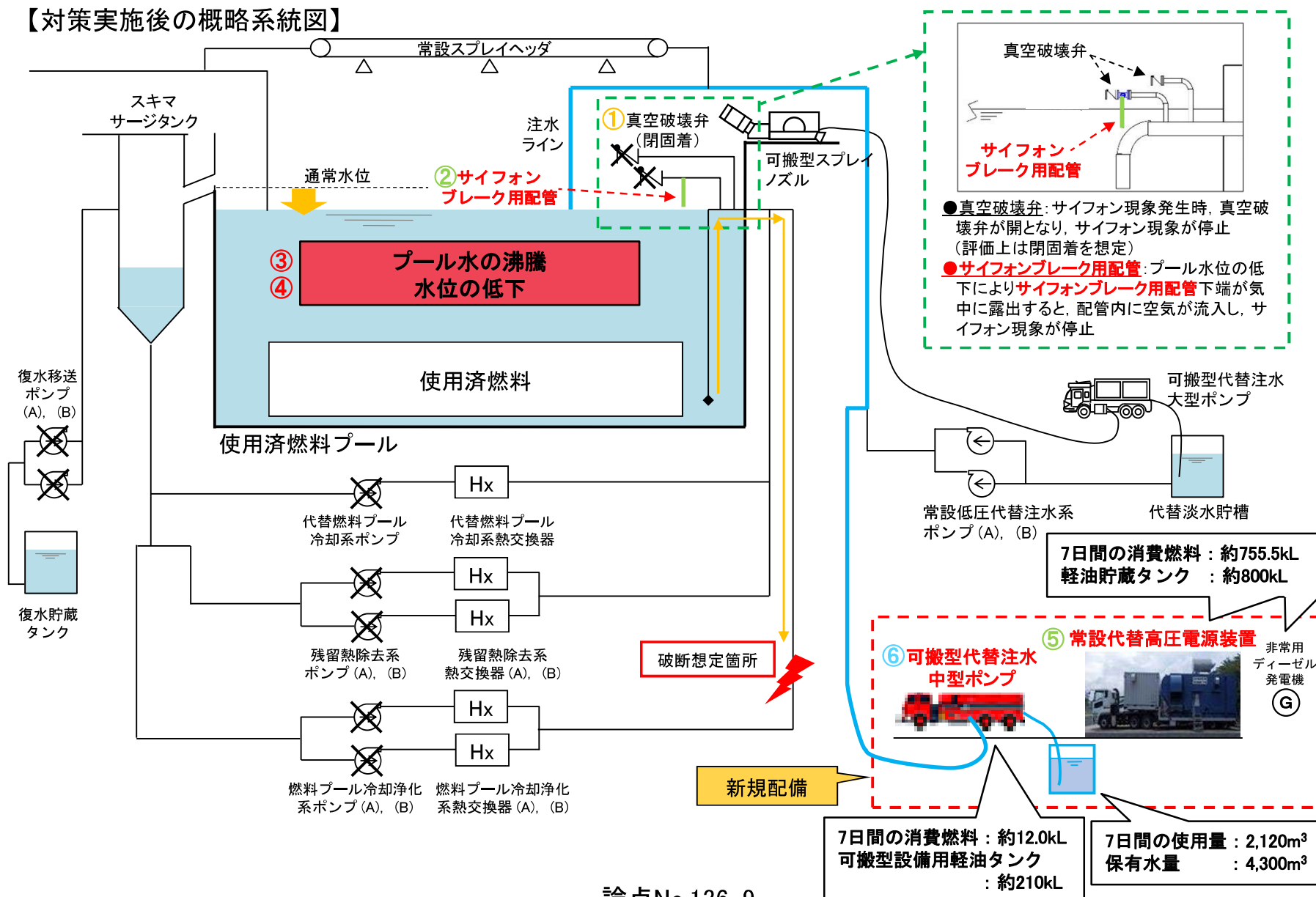
※可搬型代替注水中型ポンプの移動・接続や電源接続の訓練等により、
時間内に操作可能なことを確認



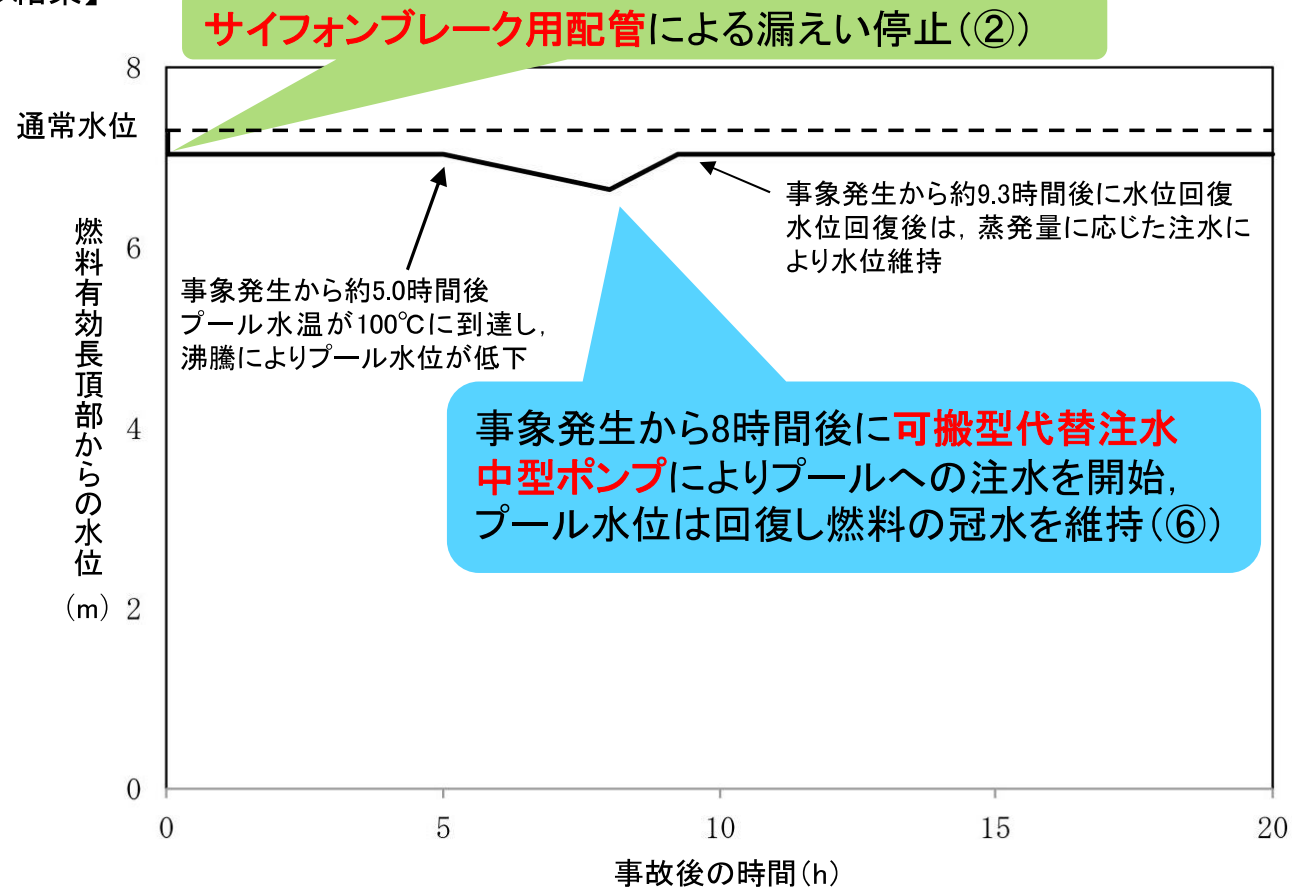
屋外作業における要員等の動線図

論点No.136-8

【対策実施後の概略系統図】



【有効性評価の結果】



評価結果

- 8時間後に注水開始することで、**燃料の冠水を維持**し、水位は回復する
- 蒸発分の注水を継続することで水位が維持される(安定状態)

【論点No.136】

使用済燃料プールにおける重大事故等対策の有効性評価の保守性及び対策の冗長性について

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1083

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

6. 使用済燃料貯蔵プールにおける燃料損傷防止対策について

規制委員会審査において、「想定事故1」として、使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、プール内の水温が上昇し、蒸発により水位が低下する場合において、燃料損傷防止対策(可搬型スプレイノズルの設置、ホースの敷設、重大事故等対応要員の移動及び準備等)に有効性があるかを確認するにあたり、

①水温が約5.1 時間後に100℃に到達し、水位が緩慢に低下し始める。

②事象発生から8 時間後、使用済燃料プールの水位は通常水位から約38cm 低下するが、放射線の遮蔽を維持できる最低水位は確保されており、この時点で使用済燃料プールへの代替注水を開始する。

③注水が遅れた場合でも、使用済燃料プールの水位が放射線の遮蔽を維持できる最低水位(通常水位から約86cm 低下)に到達するのは事象発生から約11 時間後であり、十分な時間余裕がある。

としているが、防止対策のいずれかに不具合が生じるなどして代替注水ができないか、もしくは想定した11時間を超える可能性を考慮し、それに代わる対策を講じるべき。5時間、8時間、11時間などという時間はあつという間に過ぎていく。

「想定事故2」についても同様と考える。

P.2-4

7. 格納容器の中に入っている圧力容器と異なり、燃料プールの使用済燃料は何ら容器に収められることなく水に遮蔽されただけの状態で原子炉建屋内に設置されており、その危険性に比して防護措置があまりにも不十分である。

P.2-4

「外部事象対策
について」参照

論点No.93参照

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

論点No.136-11

①東日本大震災の教訓・反省を踏まえた緊急時対応組織体制の検証について

【説明概要】

東北地方太平洋沖地震による発電所被災・対応状況及び福島第一原子力発電所事故の教訓と反省を踏まえ、発電所で重大事故等が発生した際に速やかに災害対策要員を招集し、災害対策本部体制を構築して事故収束活動に当たれるよう体制を整備している。これにより当時の地震・津波を上回る事象が発生しても速やかに対応が可能と判断している。

②東日本大震災時の非常招集の状況並びに一斉通報システムの信頼性及び連絡がつかない場合の対応等について

【説明概要】

2011年当時の地震は平日勤務時間中に発生し殆どの要員は所内に滞在。仮に地震の発生時刻が夜間・休日の場合でも、初動対応は当直運転員のみで対処可能。多重化した一斉通報システムで要員を招集するが、仮に招集ができない場合でも、大きな地震時は要員は自発的に発電所に参集する。

③大規模自然災害時等における災害対策本部要員等の緊急参集の実現性及び参集計画の保守性について

【説明概要】

村内の発電所までの主な経路は平坦で、河川と交わらず、津波の影響を受け難い標高20m以上の高さを有し、発電所に至る複数の経路を有することから、東北地方太平洋沖地震及び津波の被害を上回る地震や津波を想定した場合でも、2時間以内に徒歩で発電所まで参集できると判断している。

④東日本大震災被災時に、仮に非常用ディーゼル発電機が全台停止したとした場合の対応について

【説明概要】

原子炉隔離時冷却系で原子炉注水を継続し、緊急時対策室建屋のガスタービン発電機や外部支援の電源車により制御電源等を供給する。原子炉圧力低下以降はディーゼル消火ポンプや消防車より原子炉注水し、また、使用済燃料プールに注水を行う等の対応を図ることにより、炉心損傷及び燃料損傷の防止が可能であったと判断している。

⑤重大事故等対策に係る組織や体制（初動対応要員数等の見積もりを含む）の、東海第二発電所で想定されるあらゆる事故に対しての網羅性・代表性について

【説明概要】

発電所の体制は、様々な事故シナリオで必要な要員数を包含しており、加えて、がれき撤去や初期消火等の外乱に対応する要員も考慮している。更に、本体制で大規模な自然災害や航空機衝突等への対応も実施可能であることを確認している。

⑥東海発電所又は東海第二発電所に専従の災害対策本部要員数の考え方及び運用の柔軟性について

【説明概要】

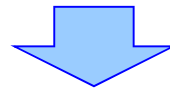
東海発電所及び東海第二発電所の災害対策本部は、同時発災時も並行して対処できるよう構成し、各発電所の専従要員はそれぞれの現場作業の内容に応じて必要な人数を確保している

○東海第二発電所では、2011年東北地方太平洋沖地震による発電所の被災・対応状況及び福島第一原子力発電所事故の教訓と反省を踏まえて、発電所で重大事故等が発生した場合に速やかに災害対策要員を招集し、災害対策本部体制を構築して事故収束活動に当たれるよう体制を整備している。
＜別紙1参照＞

＜2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた発電所災害対策本部体制の主な強化内容＞

- ・組織を実施組織及び支援組織に分けて各班の機能及び指揮命令系統を明らかにした体制を構築。また、各班を統括する責任者を配置
- ・東海第二発電所及び東海発電所の各々に災害対策本部の体制を分け、専属で重大事故等の対応に当たる要員を確保
- ・災害対策本部の初動対応に当たる要員の待機場所を分散させ、地震等の自然災害及び重大事故等の発生時に対応可能な体制を整備
- ・災害対策本部を構成する要員（111人）のうち、発電所外から参集する災害対策要員が2時間以内に参集する体制を整備

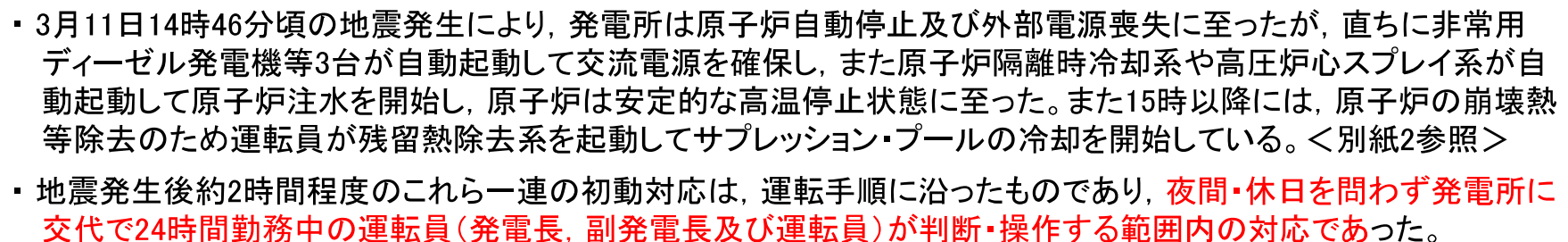
○これらの体制強化及び安全性向上の設備対策により、仮に、2011年東北地方太平洋沖地震を上回る被災を発電所が受けたとしても、速やかに災害対策本部体制を構築して事故収束活動に当たれるものと判断している。



○ここで、2011年東北地方太平洋沖地震時に東海第二発電所は地震及び津波により被災したものの、原子炉を安定的な冷却状態に移行させることができたが、仮に、2011年に発電所がより厳しい条件で被災したと仮定した場合に、当時の体制で発電所がどのように対応できたか以下に検討した。

げんてん

○2011年3月11日(金)14時46分頃発生した東北地方太平洋沖地震は平日勤務時間中で、殆どの災害対策要員は発電所内に滞在していたが、仮に地震発生時刻が夜間・休日の時間帯だった場合の発電所の対応を検討した。

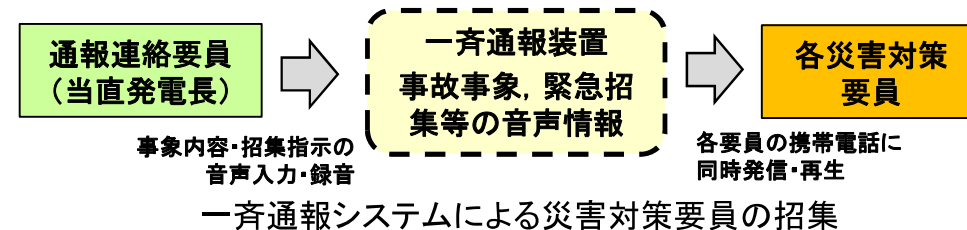


- このことから、仮に当時の地震が夜間・休日に生じ、発電所内に所長以下の災害対策要員が不在だったとしても、**発電所の初動対応は運転員により当時の対応と同様に適切に行われ、問題を生じることはなかったと判断している。**

(2) 東日本大震災被災時に非常招集の連絡がつかない場合の対応

○(1)の仮定のとおり東北地方太平洋沖地震が夜間・休日の時間帯に発生し、更に仮定を加えて、発電所の災害対策要員に非常招集の連絡ができない場合の対応を検討した。

- ・ 発電所で大きな地震や事故等の異常が生じた場合、当直中の発電長は災害対策要員等の発電所員に一齐通報システムを用いて事象内容や緊急招集等の連絡を行う。ここで一齐通報システムとは、録音した音声情報を同時に多数の相手(携帯電話)に発信できる装置であり、2011年当時から運用を行っていた。〈別紙3参照〉
- ・ 一齐通報システムで連絡を受けた災害対策要員等は、夜間・休日を問わず発電所に参集する。要員の多くは発電所が立地する東海村内及び近隣市在住であり、2時間以内に十分な数の要員が発電所に集まることが可能



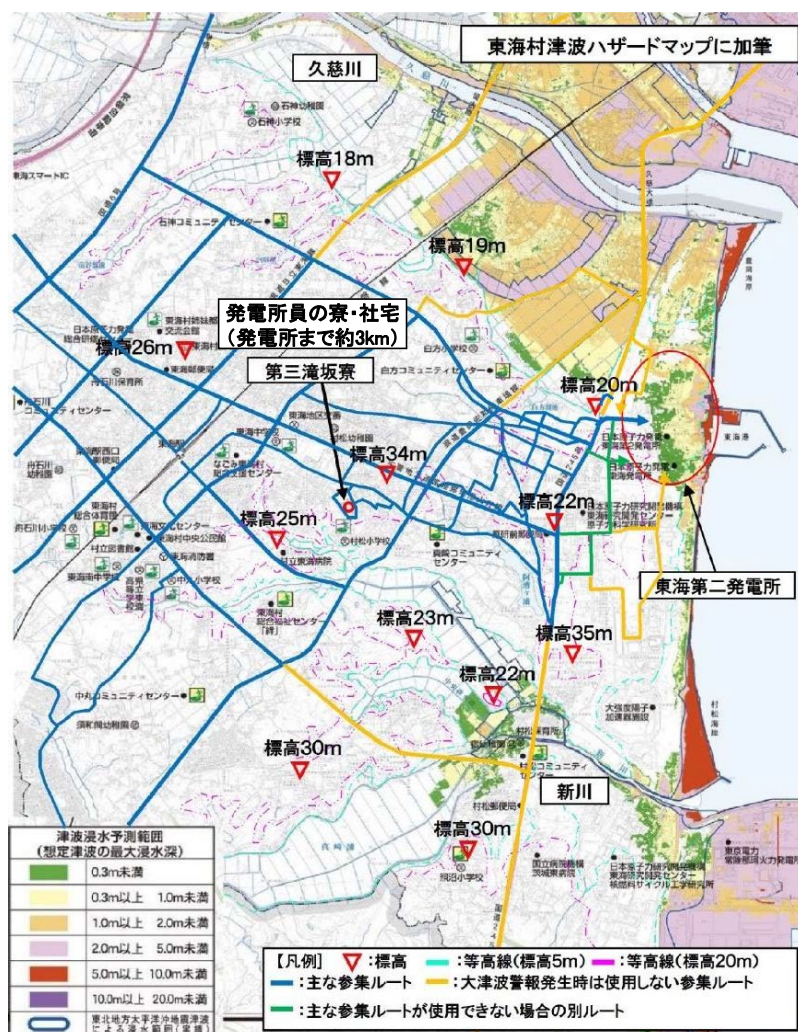
- ・ 一齐通報システムはバックアップ装置を備え多重性を有し、携帯電話ネットワークを利用(回線の一部は災害時優先通信の指定を受けている)携帯電話の基地局等は停電対策を施しており、停電時も直ちに発信・通話が不可能になるとは考え難いが、何らの理由で発電所からの情報発信ができないと仮定する。

- ・ このような場合でも、東海村内で稀な震度6弱の地震時は、発電所に何らかの異常が生じることが推定されることから、仮に連絡がなくとも要員は自発的に発電所に参集し応急対策を開始したと考えられる。
- ・ また、2011年以降に社内規程を改正し「震度6弱以上*の地震発生時は招集連絡がなくても要員は発電所に参集する」旨明文化している。

* 災害対応上は「震度6弱以上」と定めているが、災害まで至らない事故・トラブル事象対応として、「震度4以上」の地震発生時は要員の一部は発電所に参集することを定めている。

(3) 大規模自然災害時等における災害対策本部要員等の参集可能性

○(1)の仮定のとおり東北地方太平洋沖地震が夜間・休日の時間帯に発生し、発電所への要員参集が必要な状況において、更に仮定を加えて、東海村内及び近隣市が地震、津波により当時よりも大きな被害を受けた場合の災害対策要員の発電所参集への影響について検討した。



・災害対策要員の殆どが発電所が立地する東海村内及び近隣市在住であり、特に東海村中央付近にある発電所の寮・社宅は、発電所から約3kmの道程にあり、通常時は発電所まで車で10分間以内、**徒歩でも30～40分間で到達可能**である。

・村内の発電所までの**主な経路は平坦で、河川と交わらず、津波の影響を受け難い標高20m以上の高さを有し、また発電所に至るまで複数の経路**がある。



・これらより、震災時の地震・津波の被害をより拡大し、**道路が陥没・地割れ等で車両の通行ができず、かつ、より広いエリアが津波浸水を受けた場合でも、村内の要員は徒歩で高所の経路を参集することで、概ね2時間以内に発電所への到着が可能**だったと判断している。

・また、村外在住の要員については、徒歩等の場合は発電所参集まで更に時間を要する可能性があるが、初動を開始した災害対策本部要員に適宜合流・活動開始することで、対策本部は円滑な活動を継続できたと考える。

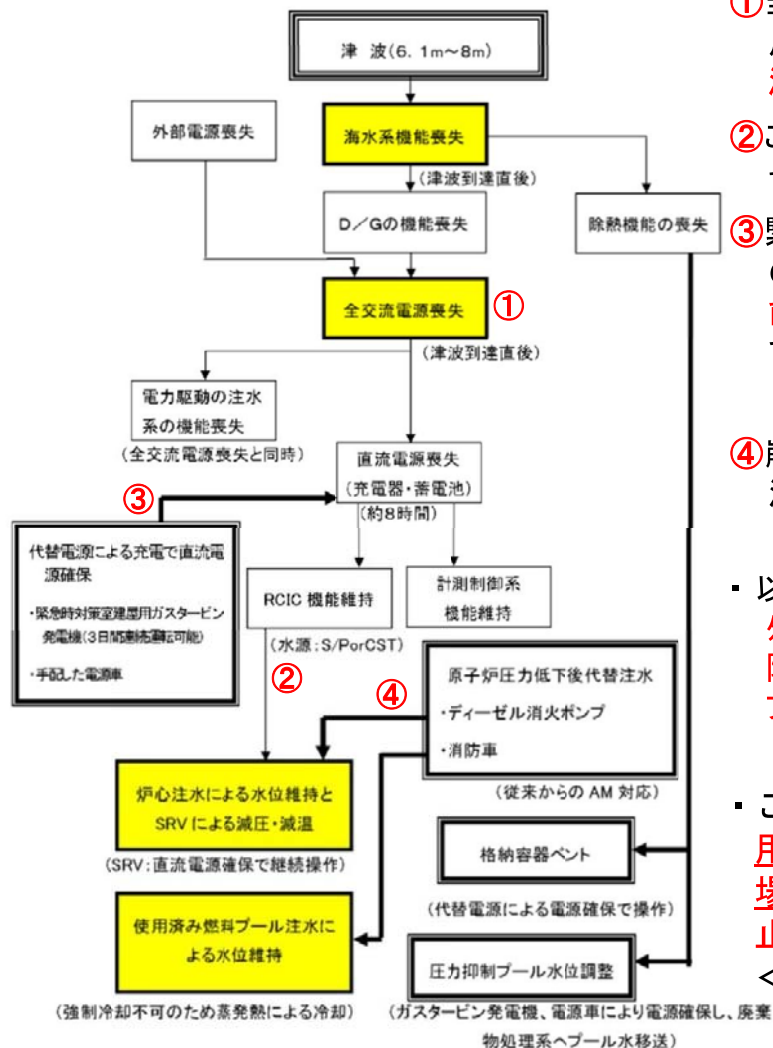
・なお、震災以降実施した対応として、発電所への進入経路が送電鉄塔倒壊や津波浸水で使えない場合も想定し、多方向からの複数の進入経路を確保している。＜別紙3参照＞

1. 東日本大震災の教訓・反省を踏まえた緊急時対応組織体制の検証 (5/5)



(4) 東日本大震災被災時に非常用ディーゼル発電機が全台停止した場合の対応

○東北地方太平洋沖地震時、東海第二発電所は非常用ディーゼル発電機の運転継続等により、事象終息まで交流電源を確保できた。ここで仮に、非常用ディーゼル発電機が全台停止した場合の発電所の対応策を検討した。



① 当時を上回る高い津波襲来に伴う冷却用海水ポンプの浸水等により、非常用ディーゼル発電機が全台停止した場合、発電所は一時的に交流動力電源喪失の状態に至る。

② この状況でも、原子炉から発生する蒸気でタービン駆動してポンプを作動させる原子炉隔離時冷却系(RCIC)により原子炉への注水は継続可能

③ 緊急時対策室建屋の屋上に非常用ガスタービン発電機を設置済みであり、この電源を融通し原子炉隔離時冷却系(RCIC)の制御電源等を3日間維持可能*。また、当日の夜半以降には外部支援として複数台の電源車が到着しており、これらの電源車からも交流・直流電源を供給可能

*以降の安全性向上対策にて、電源なしでRCICを運転できる手段を整備

④ 崩壊熱の減少に伴う原子炉圧力の低下以降は、従来より整備済の手段を活用しディーゼル消火ポンプや消防車から原子炉注水。使用済燃料プール蒸散分を補給し水位維持

・以降は外部支援の燃料補給等を受け注水を継続、外部電源復旧等を待ち、使用可能であれば残留熱除去系で原子炉・格納容器の除熱、使用済燃料プールの冷却を復旧

・これらの応急対応により、仮に非常用ディーゼル発電機が全台停止した場合でも、炉心及び燃料の損傷防止が可能であったと判断している。

<別紙4参照>

138,140,141,142,144,145-7



非常用ガスタービン発電機
(屋上設置)



緊急時
対策室建屋

2. 重大事故等対策に係る組織・体制の事故に対する網羅性・代表性



○東海第二発電所で整備する災害対策の組織・体制について、想定される様々な事故に対して網羅性・代表性を有する点について整理する。

- ・ 東海第二発電所には、災害対応に備えた初動対応要員が休日夜間を問わず24時間39名が常駐。事象発生後の非常招集により、2時間以内に111名の災害対策本部体制を確立
- ・ 発電所内に常駐する39名は、地震や自然災害等の影響と役割分担を考慮した待機場所に分散し、自然災害等の影響を受けても初動対応を円滑に行えるように配慮
- ・ 原子炉に被害を与える様々な事故シナリオを考慮し、初動対応の2時間の間に最も要員数を必要とするケース*で24名となり、初動要員はこれを十分上回る39名に設定
 - *「全交流動力電源喪失＋逃がし弁安全弁1弁開固着」により、事象初期に可搬型設備のポンプ車からの原子炉注水を必要とし、最も初動で要員を必要とする。
- ・ 上記の想定した事故シナリオに、更に、地震によるがれき散乱や火災発生等の外乱を加えても、初動要員39名の枠内でがれき撤去や初期消火活動が可能
- ・ また、上記の事故のシナリオ以外の、設計基準を超える地震・津波・竜巻等の大規模な自然災害や大型航空機の衝突等のテロリズムが生じた場合でも、初動の39名及び本体制の111名により、被災状況を把握し事象の緩和対応プロセスを実行可能

<別紙7,8参照>

2018年12月25日
第12回ワーキング
チーム説明



- ・ 以上のとおり、東海第二発電所で整備する災害対策の組織・体制は、想定される様々な事故に対して網羅性・代表性を有することを確認している。

論点No.138,140,141,142,144,145-8

3. 東海発電所及び東海第二発電所の災害対策本部要員数の考え方



○東海発電所と東海第二発電所は敷地が隣接しており、平常時の発電所の組織は実質的に一体で運用しているが、緊急時の災害対策本部の体制は両発電所で基本的に分ける運用としている。この扱いについて以下のとおり整理する。

- ・ 福島第一原子力発電所事故の教訓等を踏まえて、**両発電所が同時に発災した場合にも、遅滞なく同時並行で対処可能な体制を確立するのが目的**
- ・ 災害対策要員は、**東海発電所を72名、東海第二発電所を111名の体制**
- ・ 各発電所の専従要員はそれぞれの現場作業及び関連する指示・検討に従事。**兼務者は両発電所で共通して行う必要がある作業に従事**
- ・ 各発電所の専従要員は、**東海発電所が58名、東海第二発電所が97名としており、各発電所の状態に応じて重大事故等が発生した際に必要な要員数を確保***
- ・ **両発電所の兼務者14名は、両発電所の状況を総合的に判断する本部長及び対外的な発信と対応を行う要員が該当**

＜別紙6参照＞

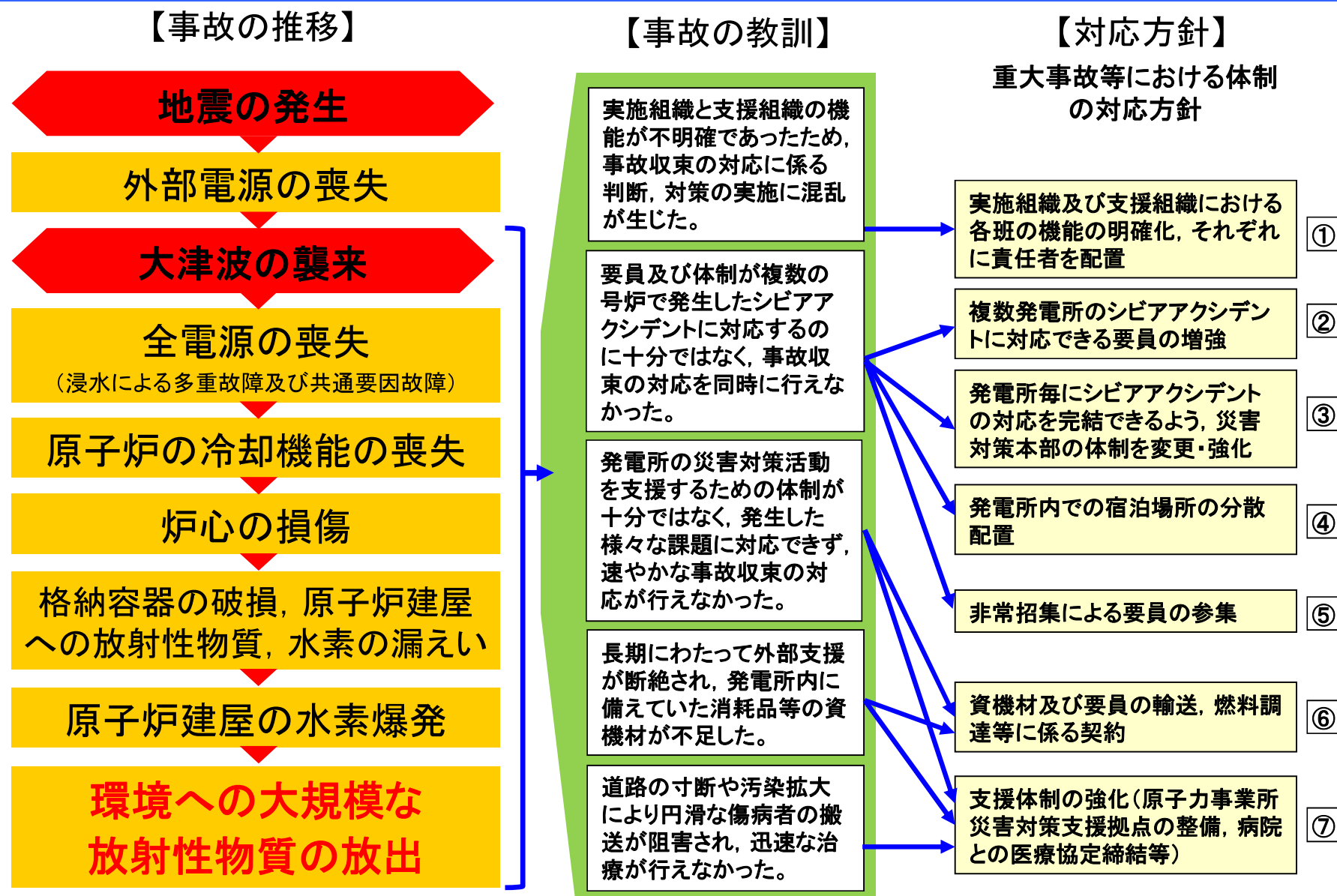
* 各発電所で必要な災害対策の内容から人数を積み上げ、更に余裕を確保した要員数としている。

- ・ 東海発電所は廃止措置中で燃料をすべて発電所外に搬出済みであり、電源喪失等の緊急時にも早急な原子炉の冷却等を行う必要がないことから、現場作業等に係る専従要員は初期消火活動を担う自衛消防隊を中心とし、東海第二発電所に比べて少ない人数で構成されている。
- ・ 東海発電所で対策本部を設置する事象としては、「廃止措置工事において発生した放射性物質(粉じん)を捕捉した高性能粒子フィルタの破損による敷地境界の線量率の上昇」、「事業所内外運搬で、輸送容器からの放射性物質の流出による放射線量の上昇」等が挙げられる。



- ・ 以上のとおり、**東海発電所及び東海第二発電所の災害対策本部は、同時発災時も並行対処できるよう構成し、特に各発電所の専従要員は各現場作業の内容に応じて必要な人数を確保している。**

論点No.138,140,141,142,144,145-9



<別紙1> 福島第一原子力発電所事故の教訓と対応（2／2）



➤福島第一原子力発電所事故で得られた教訓に対する新たな対策として、重大事故等が発生した場合の事故原因の除去、事故の拡大の防止に当たる体制を構築するための措置として、以下の対策を施す。

対応方針	従来の対策	新たな対策	備考
① 実施組織及び支援組織における各班の機能の明確化、それぞれに責任者を配置	役割毎に作業班を分けた体制を構築	- 実施組織と支援組織に分けた体制を構築 - 支援組織は、運営支援組織及び技術支援組織に分けて構築 - 機能毎に作業班を分け、各々を統括する責任者を明確化	新規
② 複数発電所のシビアアクシデントに対応できる要員の増強	災害対策本部は各々の発電所の重大事故等に対応できる体制を構築	災害対策本部の体制は、東海第二発電所と東海発電所の各々に分け、対応する要員を基本的に専属化	新規
③ 発電所毎にシビアアクシデントの対応を完結できるよう、災害対策本部の体制を変更・強化	災害対策本部は各々の発電所に対応できるよう、両発電所に共通する対応は兼務した体制を構築	災害対策本部の体制は、東海第二発電所と東海発電所の各々に分け、対応する要員を基本的に専属化	新規
④ 発電所内での宿泊場所の分散配置	発電所構内外に設けた宿泊待機場所に、連絡、水源確保対応、電源確保対応に係る要員が夜間は宿直	重大事故の初動対応に必要となる災害対策要員の待機場所を分散	新規
⑤ 非常招集による要員の参集	一斉通報システムを用いた非常招集に係る連絡体制を構築	地震及び津波等を考慮し、発電所構内への参集ルートを複数設定	新規
⑥ 資機材及び要員の輸送、燃料調達等に係る契約	- 社外組織による緊急時の資機材及び要員の支援体制を構築 - 燃料調達先と燃料確保に係る契約を締結	- 消耗品を含めた資機材及び要員について、社内及び社外の組織から支援する体制を強化 - 燃料調達先と預託による燃料確保の契約を締結 - 要員の輸送に係る契約を協力企業と締結	強化
⑦ 支援体制の強化（原子力事業所災害対策支援拠点の整備、病院との医療協定締結等）	社外組織による緊急時の資機材及び要員の支援体制を構築	- 発電所の災害対応を支援する災害対策支援拠点を複数箇所確保 - 災害対策要員等に汚染を伴う傷病者が発生した際に搬送可能な医療機関を確保	強化

＜別紙2＞ 東北地方太平洋沖地震発生時の初動対応（電源確保とプラント冷却）

○地震発生後のプラント冷却状態。原子炉自動停止後、主蒸気逃がし安全弁の開閉により原子炉の蒸気を圧力抑制プールに逃がし原子炉圧力を制御、ディーゼル発電機の自動起動により非常用電源を確保、原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系により原子炉に注水し原子炉水位の確保に成功

○残留熱除去系2系統を起動し、サプレッション・プールの冷却により原子炉の崩壊熱除去を開始

平成23年3月11日14時46分
東北地方太平洋沖地震発生

①原子炉自動停止
(制御棒全挿入に成功)

(14:48)

②主蒸気逃がし安全弁により
原子炉圧力を制御

(14:48)

③外部電源が喪失

(14:48)

④非常用DG*2台及び高圧炉心ス
プレイ系DG*で冷却用の非常用
電源確保

(14:48)

⑤原子炉隔離時冷却系ポンプ及び
高圧炉心スプレイ系ポンプで
原子炉注水し原子炉水位を確保

(14:48, 14:49)

⑥残留熱除去系2系統によるサブ
レッション・プールの冷却開始
(海水との熱交換による崩壊熱除去)

(15:01～, 16:40～)

⑤原子炉隔離時冷却系ポンプによる原子炉注水・水位確保

②主蒸気逃がし安全弁
で原子炉圧力制御

③外部電源喪失

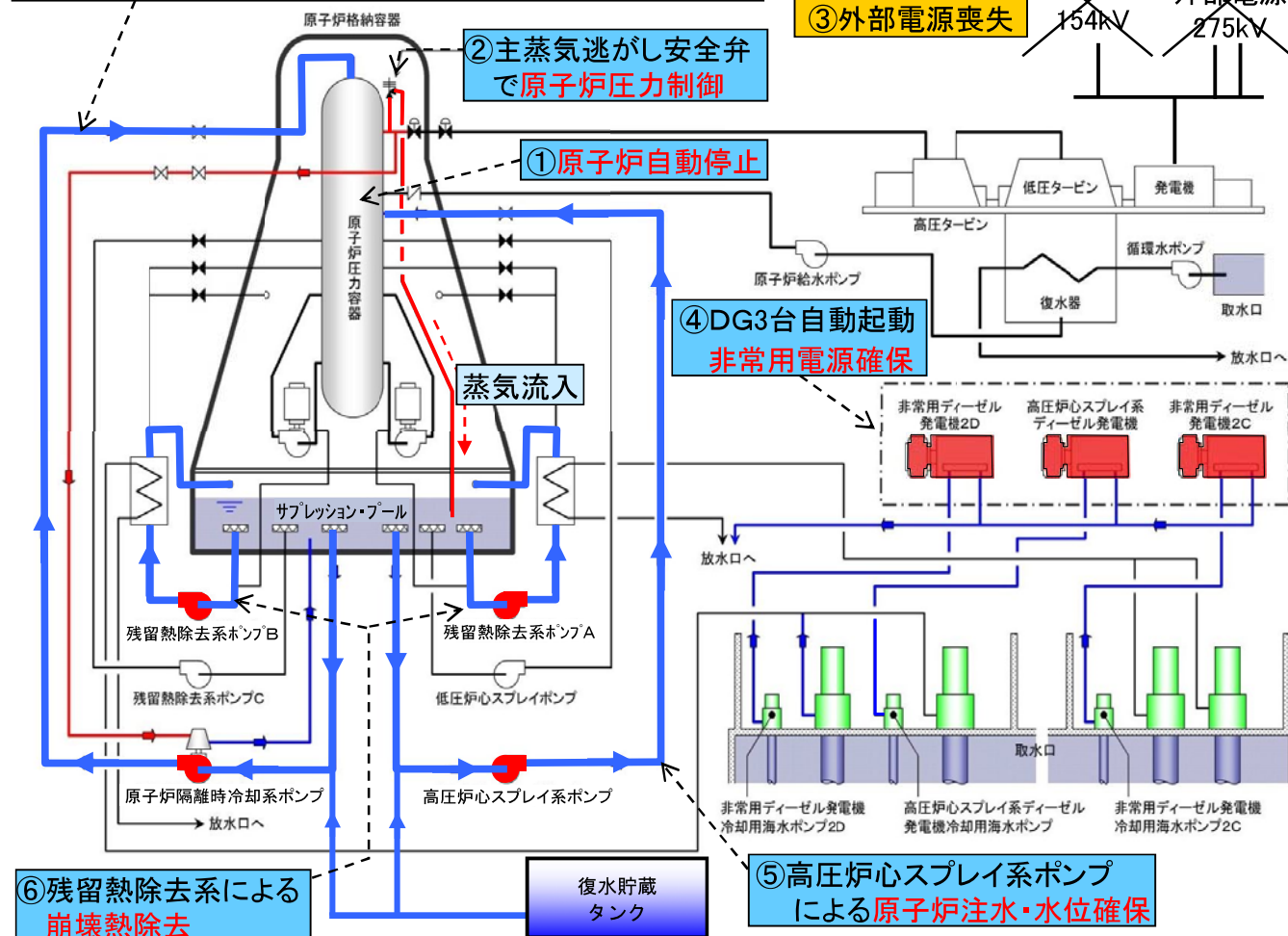
外部電源 154kV
外部電源 275kV

①原子炉自動停止

④DG3台自動起動
非常用電源確保

⑥残留熱除去系による
崩壊熱除去

⑤高圧炉心スプレイ系ポンプ
による原子炉注水・水位確保



論点No.138,140,141,142,144,145-12

* DG: ディーゼル発電機

＜別紙3＞ 災害対策要員の非常招集（1／3）



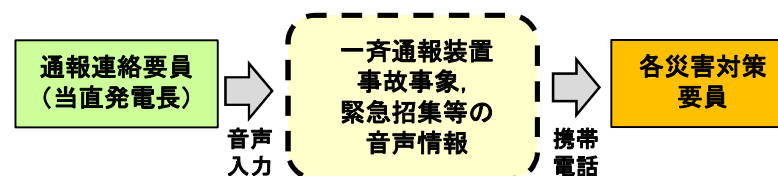
➤ 夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）においても、非常招集後2時間以内に参集し災害対策本部を確立できる体制を整備

- 災害対策本部を構成する要員は、夜間及び休日においても、一斉通報システムによる非常招集後2時間以内に緊急時対策所に参集し、災害対策本部を確立
- 非常招集により発電所構外から参集する要員72人については、拘束当番として確保
- 拘束当番者のうち、特に特定の力量を有する参集要員は、あらかじめ発電所近傍に待機させ参集の確実性を向上

* これらの対応により、比較的発電所の近傍に要員が偏在する運用となるが、仮に村内で特に大きな自然災害等が生じた場合、要員の一部が健康被害等を受け、参集性に悪影響を与える可能性が考えられる。その場合でも、発電所から遠隔地の滞在に比べて発電所近傍の滞在の方が、距離・経路・時間の観点で総合的に優越すると判断している。また、拘束当番、待機者の多くは、地震や竜巻に対する耐性が高い鉄筋コンクリートの建物内に滞在し、そのリスクを低減している。



一斉通報システムの概要



＜一斉通報システムによる災害対策要員の招集＞
通報連絡要員（又は当直発電長）は、一斉通報装置に事故故障の内容及び招集情報を音声入力し、各災害対策要員に発信する。携帯電話の回線の一部は災害時優先通信の指定を受けている。

居住地別の発電所員数

居住地	半径5km圏	半径5～10km圏	半径10km圏外
居住割合	52%	23%	25%

（平成28年7月時点）

- ・発電所外から参集する要員は、参集訓練実績及び各種ハザードを考慮し参集条件を保守的に設定し（徒歩移動速度：4km/h*），事象発生後2時間以内に参集できると評価

* 参集訓練実績での移動速度約5km/hに対して4km/hと想定

<別紙3> 災害対策要員の非常招集 (2/3)

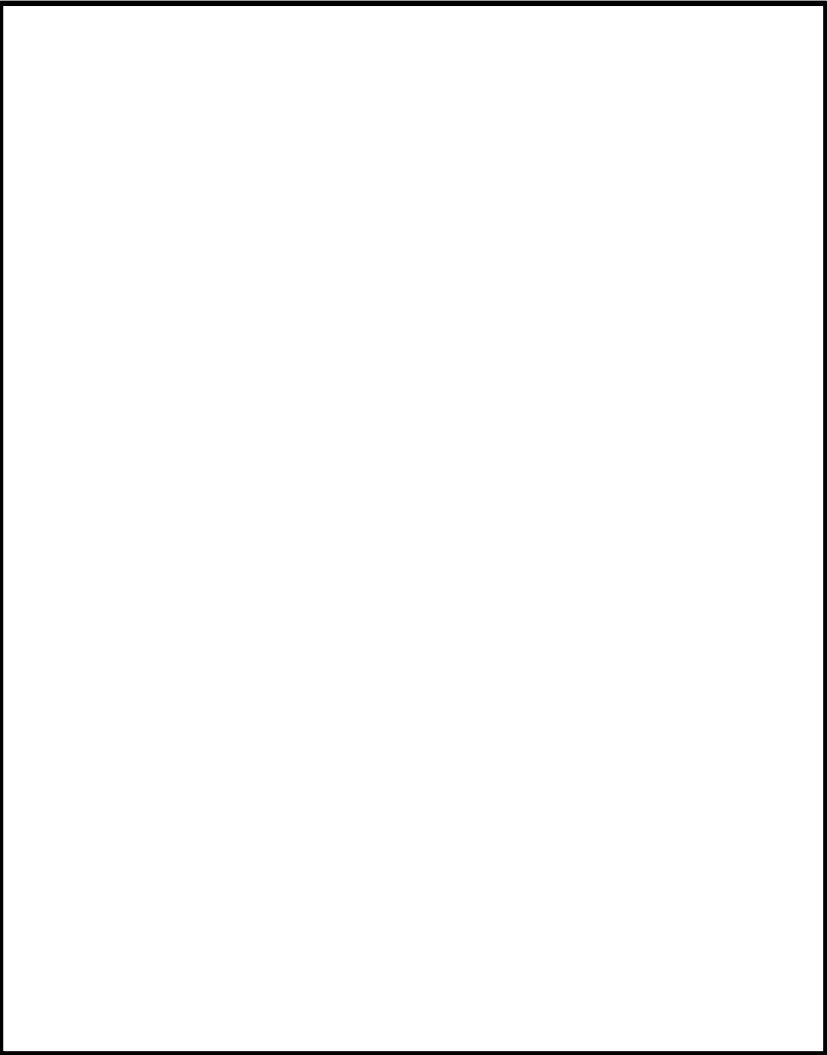


- 発電所構外より参集する災害対策要員の参集ルートは、地震及び津波の影響を考慮して設定
 - 発電所が立地する東海村は比較的平坦な土地であり、通行に支障となる地形的な要因の影響は少ないことから、通行可能な道路を状況に応じて選択して参集することが可能
 - 参集ルートは、津波による浸水を受けない高所を通行するルートを主な参集ルートとして設定
 - 大津波警報発生時は、津波の浸水が想定された道路は参集ルートとして使用しない



論点No.138,140,141,142,144,145-14

➤ 発電所構内への参集ルートは、敷地の特性を踏まえ、複数の参集ルートを設定することで、参集の確からしさを向上



- 発電所の参集には必ず国道245号線を通過するため、同国道の交通状態及び道路状態によりアクセス性に影響を受けないよう、通行距離を短くするとともに、各参集ルートの進入場所を離して複数設定
- 敷地入口近傍にある送電鉄塔の倒壊による障害を想定し、鉄塔が倒壊しても影響を受けない参集ルートを設定
- 敷地高さを踏まえ、津波による影響を受けずに緊急時対策所に参集できるルートを設定

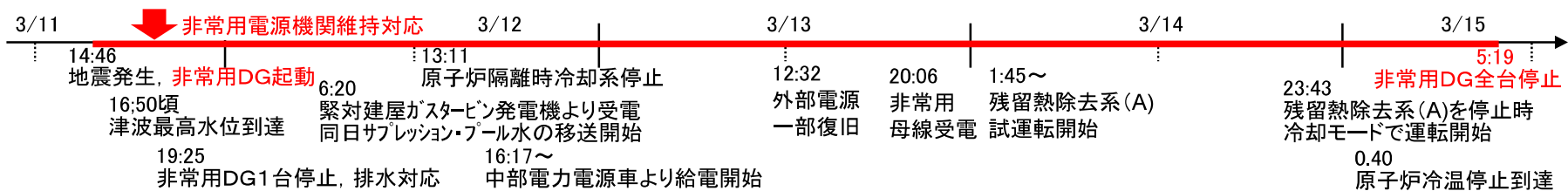


上記の考え方に基づき、以下の参集ルートを設定し、各参集ルートの状況を踏まえて安全に通行できるルートを選定する。

参集ルート	特 徴
正門ルート	通常、発電所に参集するルート
代替正門ルート	敷地入口の送電鉄塔が倒壊した場合の迂回ルート
北側ルート	敷地入口が通行できない場合の代替ルート
南側ルート	敷地入口及び北側ルートが通行できない場合に、隣接する他機関の敷地内を通行する代替ルート
西側ルート	津波の影響により他ルートが通行できない場合に、隣接する他機関の敷地内を通行する代替ルート①
南西側ルート	津波の影響により他ルートが通行できない場合に、隣接する他機関の敷地内を通行する代替ルート②

- 隣接する他機関とは、通行に係る運用及び参集ルートに影響する障害物の撤去等に係る運用について取り決めの締結を合意

<別紙4> 東北地方太平洋沖地震時の発電所の電源確保対策（1／4）



○外部電源喪失の長期化に対応した**非常用電源の機関の機能維持**に係る発電所運営状況

○非常用ディーゼル発電機の運転継続上必要なメンテナンス項目として、潤滑油の補給、潤滑油フィルタの切り替え等を**要員が直営で実施**、**非常用ディーゼル発電機*（非常用DG）を故障等で停止させることなく、外部電源復旧までの連続運転を達成**

*高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む

(1) 非常用DG 潤滑油補給

- ・1日2～3回の潤滑油補給を自営で実施
- ・潤滑油を屋外のドラム缶から一斗缶に移し替えて人力で移送、又は、停止した非常用DG(2C)の潤滑油を汲み上げて他の2台に活用

(2) 非常用DG 潤滑油フィルタ切替・清掃

- ・ディーゼル機関連続運転に伴い**スラッジ・汚れ等で潤滑油フィルタの差圧が上昇**
- ・非常用DG運転中の**予備フィルタへの切替手順を作成し直営で切替作業を実施**
(3/12 16:30 非常用DG(2D)フィルタ切替実施)
- ・外部電源受電後、**非常用DGを停止してからフィルタの清掃実施***

*フィルタ切替ハンドルによりディーゼル機関運転中の清掃も可能であったが、外部電源復旧の見通しがあったことから、慎重を期して機関停止後の清掃実施を判断

(3) 上記対応を可能とした発電所員の現場対応力

- ・非常用DGの所員担当者は、日頃から保守作業に立ち会い作業内容・方法を習得
- ・所員による直営工事で培われた発想に基づき、現場で誤らないよう写真付手順書を作成し、これに基づき慎重かつ確実に作業実施

論点No.138,140,141,142,144,145-16



発電機側



機関本体側

K1

非常用ディーゼル発電機



潤滑油タンク本体

潤滑油タンク

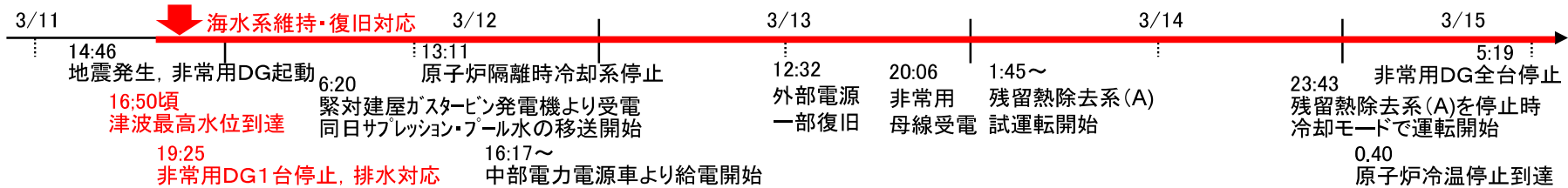


フィルタ本体

切替ハンドル

潤滑油フィルタ

<別紙4> 東北地方太平洋沖地震時の発電所の電源確保対策 (2/4)



○海水ポンプ津波浸水を踏まえた海水系維持・復旧に係る発電所運営状況

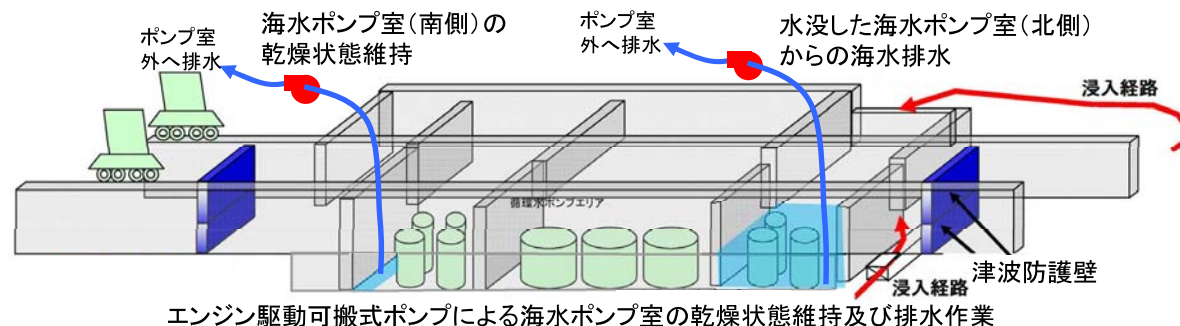
(1) 海水ポンプ室の状況確認

- ①中央制御室：19:20 非常用ディーゼル発電機冷却用海水ポンプ(DG用海水ポンプ)(2C)自動停止(過負荷トリップ)を確認
19:25 非常用ディーゼル発電機(2C)停止・・・非常用DG機関保護のため運転員が手動停止(運転手順どおり)
- ②発電所本部：20:00～21:00頃 現場確認のため海水ポンプ室エリアに要員を消防車帯同で派遣し、以下を確認
 - ・海水ポンプ室(北側 非常用DG2C側)：ポンプ室全体2m水没。DG用海水ポンプ電動機が冠水停止
 - ・海水ポンプ室(南側 非常用DG2D, DGHPCS側)：溝部30cm深さの溜り水*。全設備が乾燥状態・機能維持

(2) 海水ポンプの機能維持・復旧対応

発電所本部は、海水ポンプ室設備の機能維持・復旧を図るため、南側の海水ポンプのシールドレン水の排水*を優先事項として対応、次いで水没した北側の海水ポンプ室の応急復旧のための排水を判断・指示

- ・発電所内で運用していたエンジン駆動可搬式ポンプを排水に利用
- ・本ポンプの運転作業に精通した東海発電所廃止措置室員と発電所守衛が24時間体制で排水運転・状態監視
- ・これらの対応により、南側海水ポンプ室の乾燥・機能を維持し、水没した北側海水ポンプ室の排水を実行

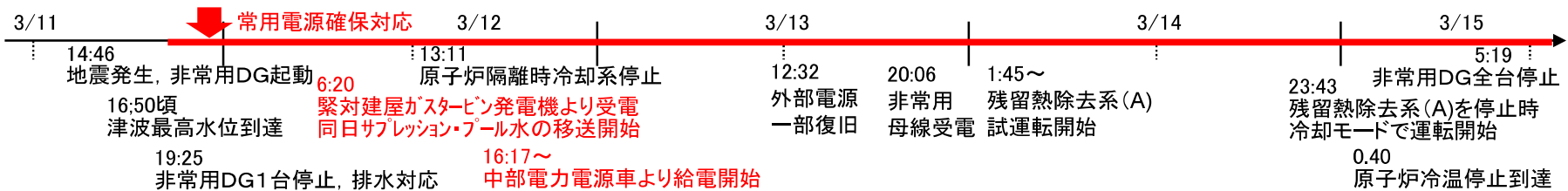


* 海水ポンプ運転時は回転軸シール部の潤滑・冷却のため海水を通水する。このシールドレン水は排水ポンプで海水ポンプ室外に移送されるが、外部電源喪失時は常用電源の排水ポンプが停止するため、外電喪失時に海水ポンプを長期間運転する場合はシールドレン水を別の手段でポンプ室外に移送する必要があった。

なお、これらを踏まえた新規制基準対策では、排水ポンプを要さずにシールドレン水を逆止弁を介して海水ポンプピットに直接排水する設計に変更している。

論点No.138,140,141,142,144,145-17

＜別紙4＞ 東北地方太平洋沖地震時の発電所の電源確保対策（3／4）



○外部電源復旧までの**常用電源確保**に係る発電所運営状況

○外部電源喪失及び海水ポンプ室への津波浸水後においても、原子炉安全に直接関わる非常用の電源として非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機により2系統を確保

○これらの非常用の電源に加えて、**外部電源の喪失が長期に渡る可能性を考慮し、別途、常用の電源を複数確保し、サプレッション・プール水を処理するための廃棄物処理施設の運転や通信設備の電源、発電所内に滞在する要員の居住性確保用に利用した。またそれらのバックアップとして予備電源を確保**

○これら常用電源は、発電所内設備の応用的な活用、他電力事業所及びプラントメーカーの派遣・支援活動を得て、地震発生の日までに予備含め複数電源を確保

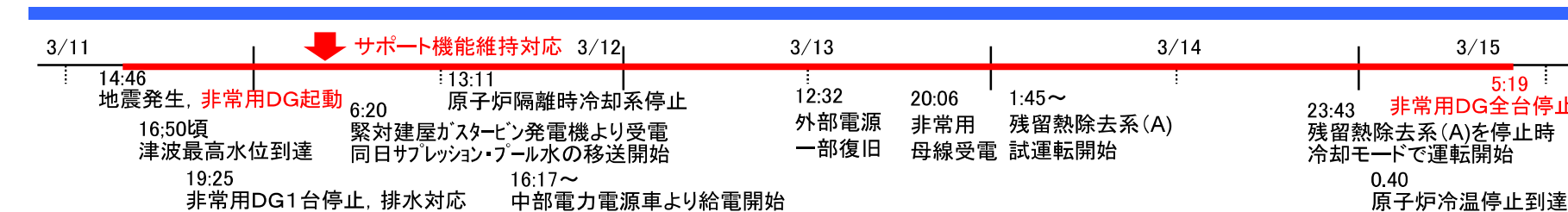
確保した常用電源／使用用途	容量・台数	備考
緊急時対策室建屋 非常用ガスタービン発電機	500kVA × 1台	仮設ケーブルで電源盤に接続して利用
廃棄物処理施設の運転及び通信設備の電源		
高圧電源車による電源確保	300kVA × 3台	中部電力松本営業所より3/12早朝到着
事務本館・協力会社棟の電源(ユーティリティー用)		
低圧電源積載車による電源確保	700kVA × 3台, 他	プラントメーカー手配で3/11深夜到着
予備として確保		
東海発電所(廃止措置中)非常用ディーゼル発電機	500kVA × 1台	非常用ディーゼル発電機は空冷式で利用可能
予備として確保		



緊急時対策室建屋
(当時施工中)*

* 緊急時対策室建屋は当時施工途中だったが、屋上の発電機及び電気系統は竣工しており、この電源系統をプラント側に仮設ケーブルで接続して電源供給
論点No.138,140,141,142,144,145-18

<別紙4> 東北地方太平洋沖地震時の発電所の電源確保対策（4／4）



○前項の常用電源以外のサポート機能の維持に係る発電所運営状況

○地震を起因とした外部電源喪失等への対応の長期化を前提として, 発電所本部及び本店は, 電源供給の検討, 発電機の燃料確保, 要員が発電所で活動するためのインフラ等に係る手配を実施
これらの対策で**発電所の長期的な安全確保対策を継続する物的・人的両面のリソースを確保**

①電気関係スタッフの発電所への派遣

- ・本店設計部門より電気関係担当者3名を**電源融通の検討要員として発電所に緊急的に派遣**
(3月12日朝に東京出発: 首都高速／常磐高速道を警察車両が先導して誘導)

②非常用電源の長期的な燃料確保(軽油)

- ・当時より非常用ディーゼル発電機3台の**燃料(軽油)は7日間連続運転可能な貯蔵量を保有**。地震発生当初は外部電源復旧時期が見通せなかったため, **長期的な燃料確保のため近隣の製油所等から緊急輸送を実施し燃料満量を維持**

- ・3月11日～14日で計10回受入
 - ・迅速かつ確実な輸送の為, 警察車両先導又はタンクローリーに緊急車両指定を取得

③インフラ関係の整備(要員の居住性, 勤務体制の確保)

- ・生活用水が断水したことから, 発電所に**仮設トイレを搬送して設置**
- ・発電所外からの**食料品・飲料等の確保及び配給**
- ・ガソリンが不足したため, **バスをチャーターして発電所員や協力会社社員の出退勤用巡回バスを運行**

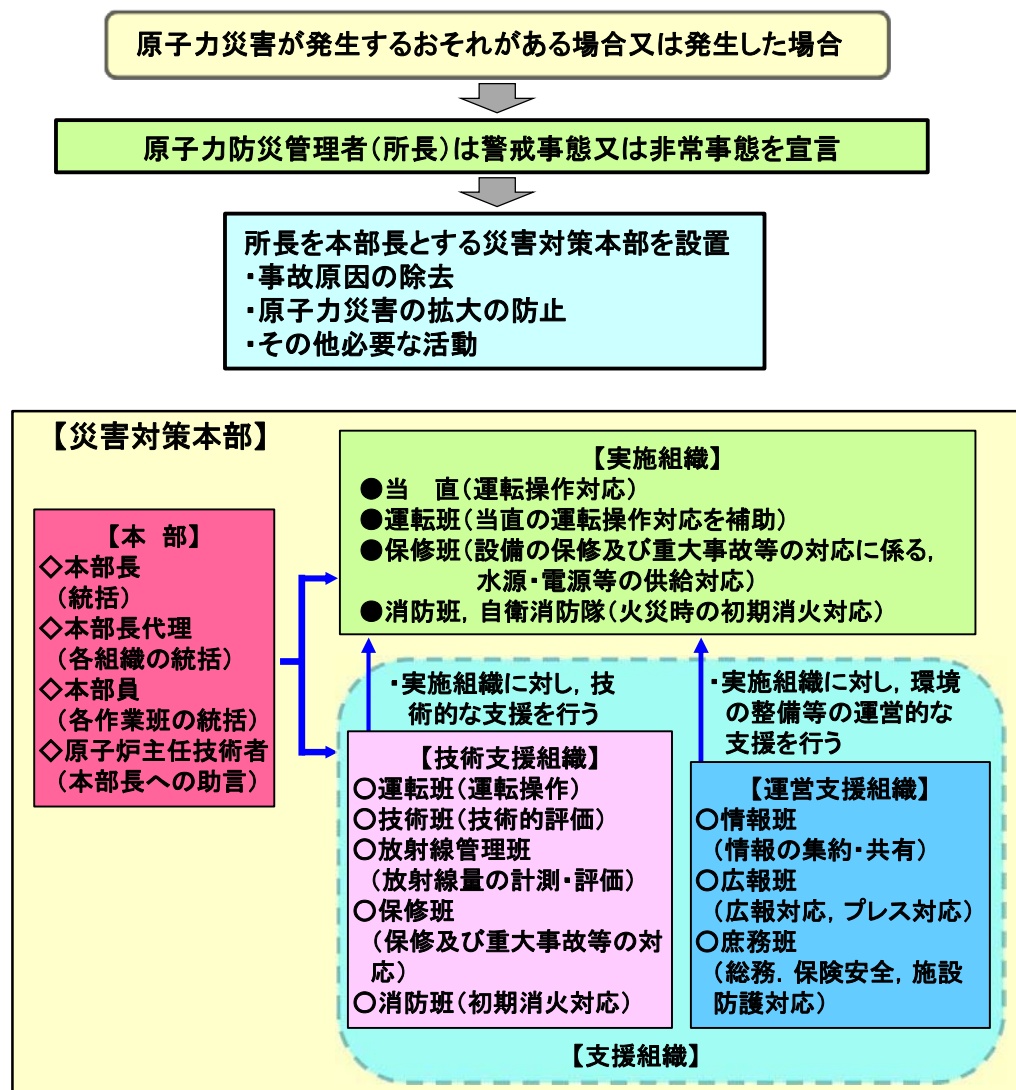


タンクローリーによる発電所への燃料受入状況
(平成23年当時の写真ではない)

<別紙5> 発電所災害対策本部の体制（1／2）



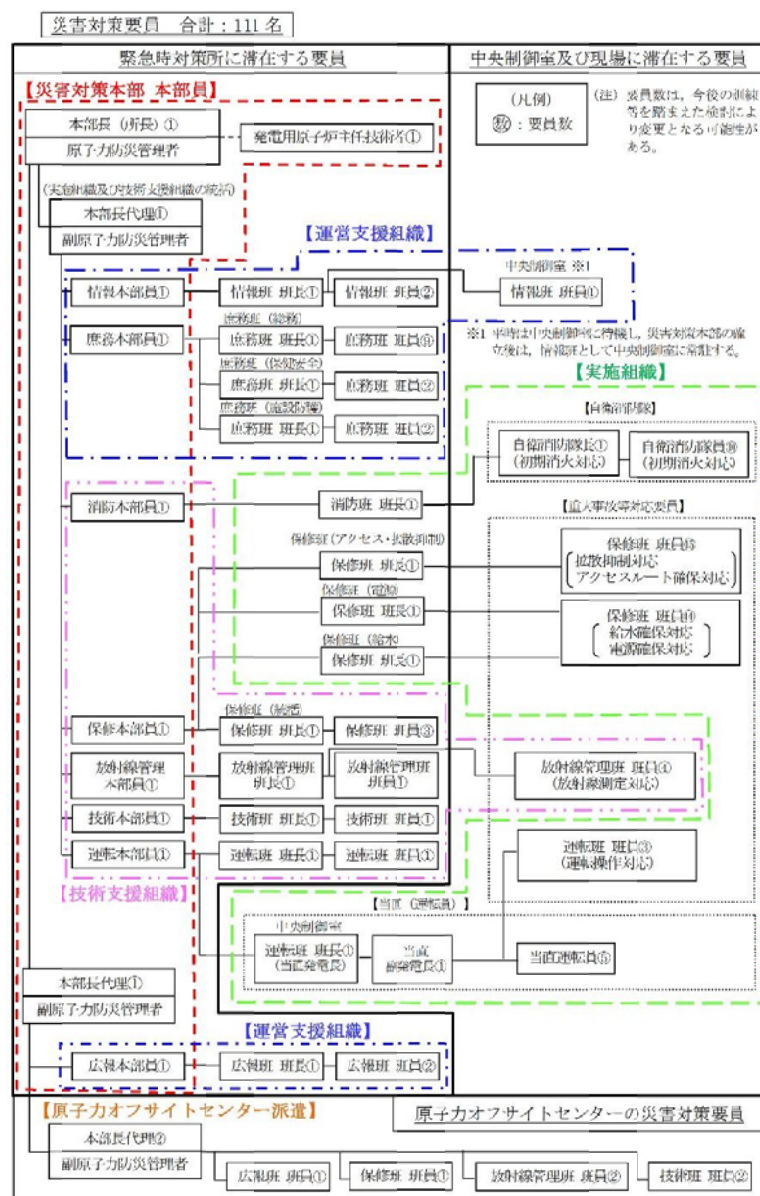
- 重大事故等対策を実施する組織を**実施組織**，実施組織を支援する**支援組織に分けて編成**
- 役割分担及び**責任者を明確化**し，効果的な重大事故等対策を実施し得る体制を整備



- 原子力防災管理者(所長)は，事象に応じて，警戒事態又は非常事態を宣言し，**所長を本部長とする災害対策本部を設置**
- 発電所の警戒事態又は非常事態の宣言を受け，本店は本店警戒事態又は本店非常事態を発令し，本店対策本部を設置
- 災害対策本部の構成
 - ◇ 本部
 - 実施組織，
 - 支援組織（技術支援組織，運営支援組織）

上記の実施及び支援の両組織に，**8つの作業班に振り分けて，指揮命令系統を明確化**

＜別紙5＞ 発電所災害対策本部の体制（2／2）



➤ 災害対策本部は、重大事故等対策を実施する実施組織及びその支援組織の役割分担及び責任者を定め、効果的な重大事故等対策を実施し得る体制を整備。

- 災害対策本部の体制は、所長を災害対策本部長とし、災害対策本部長代理、本部員及び発電用原子炉主任技術者で構成される「本部」と8つの作業班で構成する。これらの作業班は、機能毎に実施組織及び支援組織に区分され、さらに支援組織は技術支援組織と運営支援組織に区分する。
- 8つ作業班は、役割分担、対策の実施責任を有する班長を定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な重大事故対策を実施し得る体制を整備。

要 員	役 割
本部長	災害対策本部の統括・指揮
本部長代理	東海第二の統括、広報及びオフサイトセンター対応の統括
原子炉主任技術者	災害対策本部長への助言
情報班	事故に関する情報の収集・整理、社外機関との連絡調整
広報班	広報に関する関係機関との連絡・調整、報道機関対応
庶務班	災害対策本部の運営、要員・資機材等の調達、医療に関する措置、所内警備、待避誘導、社外関係機関への連絡
消防班	消火活動
保安班	不具合設備の応急復旧、給水・電源確保に伴う措置、可搬型設備の準備と操作、アクセスルート確保、放射性物質拡散抑制対応
放射線管理班	発電所内外の放射線・放射能の状況把握、被ばく管理、汚染拡大防止措置に関する対応と技術的助言
技術班	事故状況の把握・評価、プラント状態の進展予測・評価、事故拡大防止対策の検討及び技術的助言
運転班	プラント状況の把握、事故の影響緩和・拡大防止に係る運転上の技術的助言
当直	運転操作に関する指揮・命令・判断、事故の影響緩和・拡大防止に関する運転上の措置
オフサイトセンター派遣	関係機関との連絡・調整

<別紙6> 発電所毎の災害対策本部の構成（1／5）



- 災害対策本部の体制を東海第二発電所と東海発電所の各々に分け、**対応に当たる要員は基本的に別組織**とし、重大事故等が両発電所で**同時に発生しても対応可能な体制を整備**
- 重大事故等の対応に係わる現場作業を行う要員及びその要員に指示をする要員、また、専門的な現場作業又は検討を行う要員は、**各発電所の専従要員として整備**
 - 上記以外の両発電所に共通して行う必要がある作業に係る要員は、**兼務要員として整備**
 - 各班の作業等の内容を踏まえ、専従する要員と兼務する要員を**組み合わせて体制を確立**することで、迅速かつ確実に東海第二の重大事故等（東海発電所：事故）に対応可能
 - 重大事故等に対応するため、**災害対応に係る要員を増強**

	従前の 災害対策本部 の要員※	従前からの 要員数の 変化	重大事故等にも対応する 災害対策本部の要員		要 員	要員数
東海第二 発電所	57人	+54人	111人	←	東海第二発電所専従要員	97人
				←	東海第二発電所・東海発電所 兼務要員	14人
東海発電所	57人	+15人	72人	←	東海発電所専従要員	58人

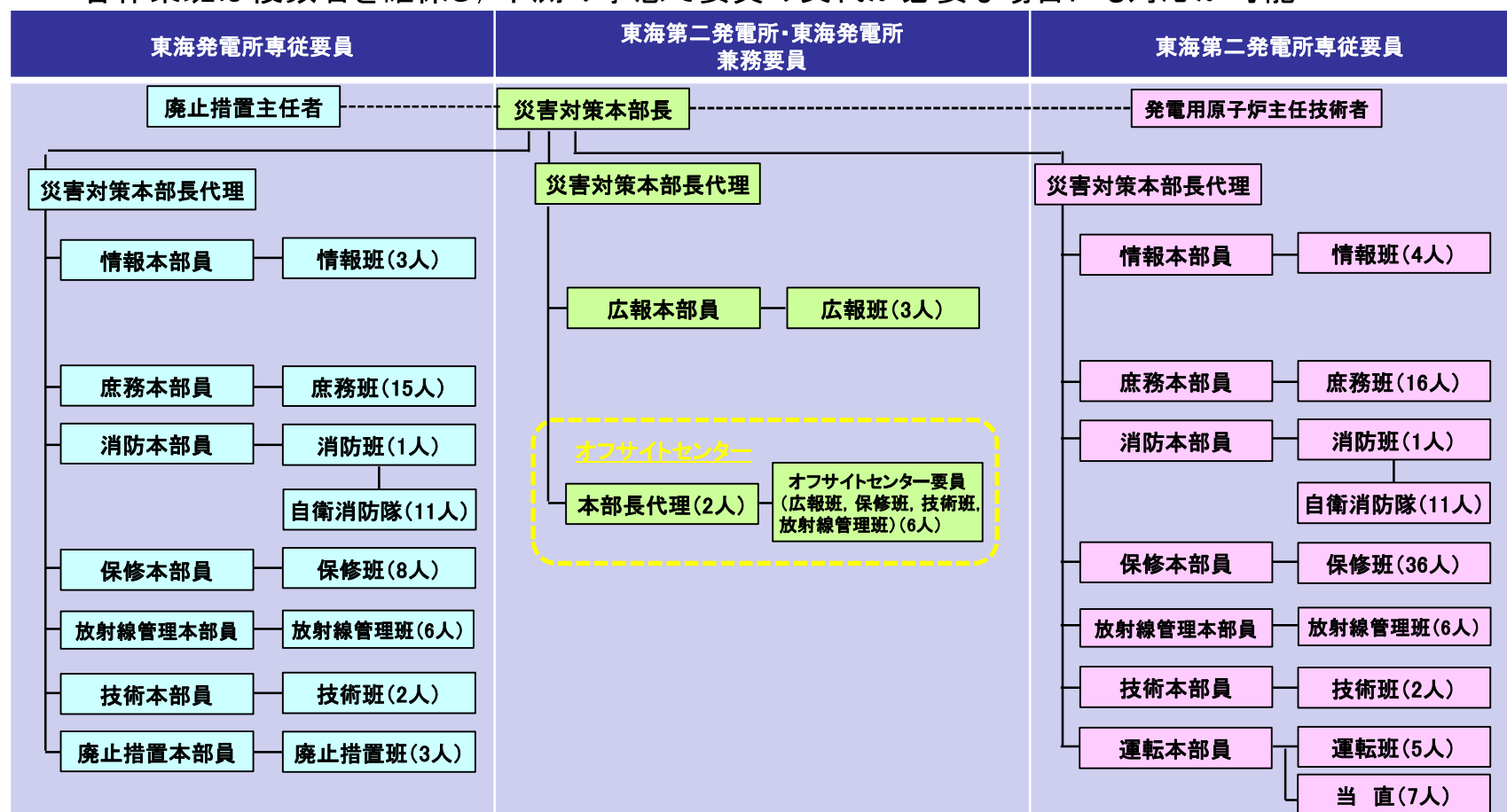
※ 従前の体制では東海第二発電所及び東海発電所を兼務した災害対策本部の体制としていた。

兼務する必要がある要員	対 象
両発電所の状況を総合的に把握し、対応の優先度を含めて指示を行う必要がある要員	本部長
両発電所の状況の対外的な発信及び対応等、両発電所の状況を迅速に説明及び回答（関連作業含む）することが求められる要員	本部長代理（兼務） 広報本部員及び広報班員 本部長代理（オフサイトセンター対応） オフサイトセンター要員

<別紙6> 発電所毎の災害対策本部の構成 (2/5)



- 災害対策本部は、発電所毎に重大事故等に対応する災害対策本部を構築し事故収束活動を実施
 - **災害対策本部長**は災害対策本部を統括管理
 - 各発電所に専従する**災害対策本部長代理**は、**実施組織及び支援組織を取り纏め**、これらに係わる本部員に**指揮命令**
 - 各作業班は役割分担及び班長を定め、**指揮命令系統を明確化**
 - 各作業班は複数名を確保し、不測の事態で要員の交代が必要な場合にも対応が可能



論点No.138,140,141,142,144,145-23

<別紙6> 発電所毎の災害対策本部の構成 (3/5)

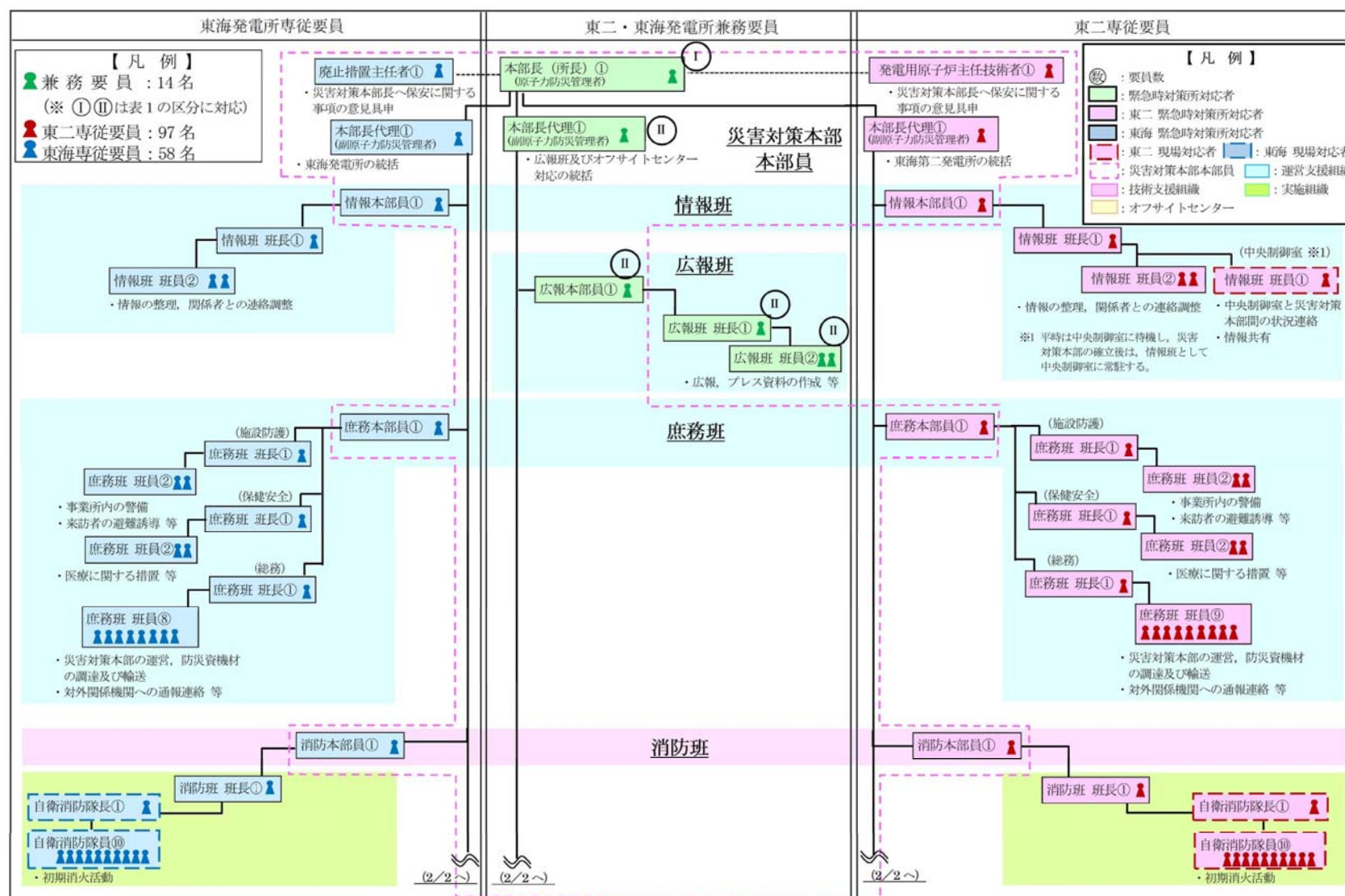


- 炉心損傷後の格納容器ベント実施に伴い放出される放射性のプルームが通過する前に、被ばく抑制のため災害対策要員を一時的に緊急時対策所又は原子力事業所災害対策支援拠点に退避させる体制を整備
- 炉心損傷後の格納容器ベントに伴う放射性のプルーム通過時においても、緊急時対策所、中央制御室待避室及び第二弁操作室で監視又は操作に必要な災害対策要員が待機
 - それ以外の災害対策要員は、プルームが通過する前に原子力事業所災害対策支援拠点に一時退避
 - プルームの通過が判断され次第、一時待避した災害対策要員を発電所に招集

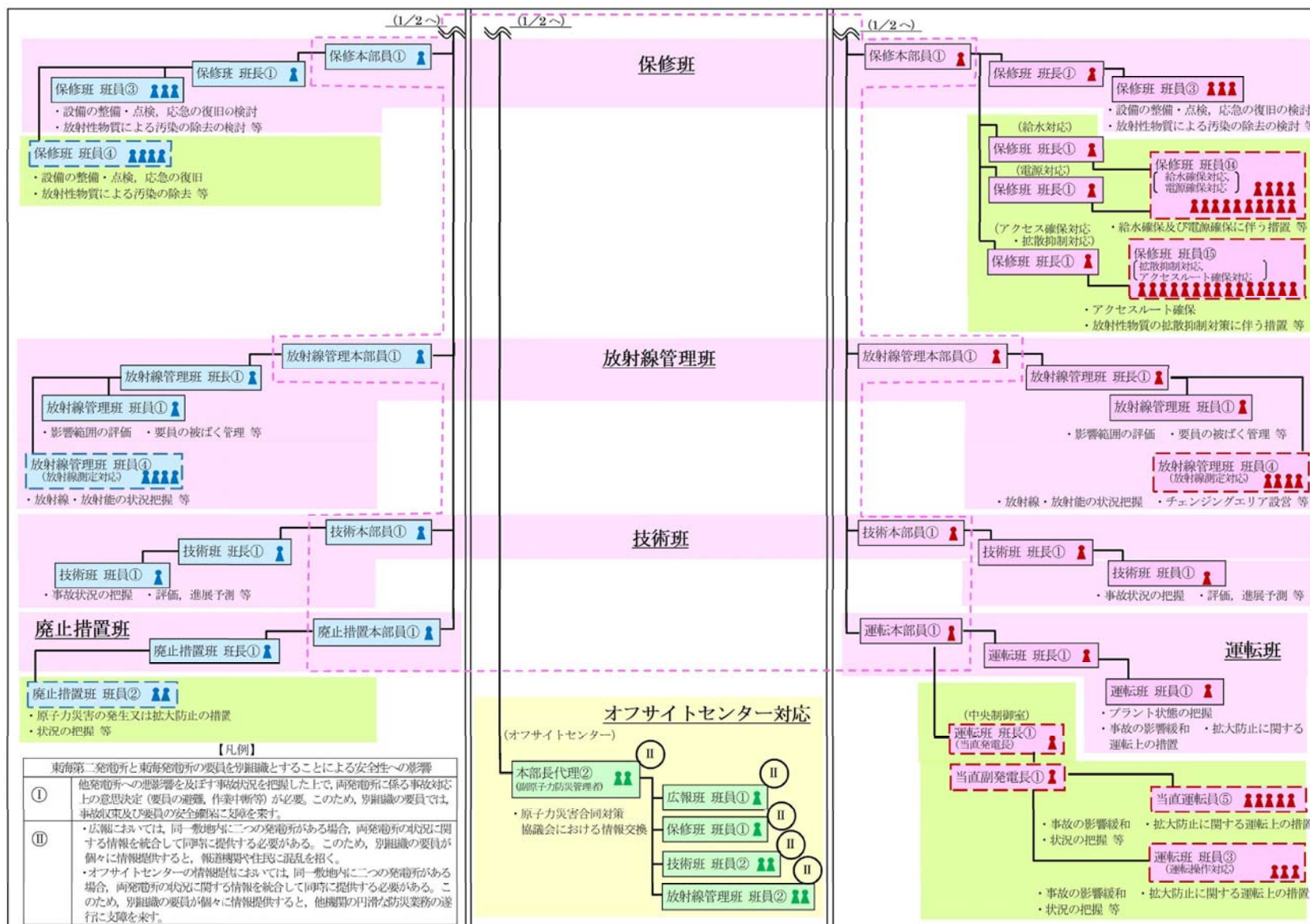
	事故発生, 拡大	炉心露出, 損傷, 溶融	プルーム通過中	プルーム通過後
進展状況		プルーム通過直前	格納容器ベント	プルーム通過後
中央制御室	当直(運転員), 運転班員, 情報班員 (11人)	当直(運転員) (7人)	【中央制御室待避室】 : 当直(運転員) (3人)	当直(運転員), 運転班員, 情報班員 (11人)
東海第二 現 場	保修班員, 放射線管理班員 (33人)	保修班員, 放射線管理班員 (14人)	【第二弁操作室】 : 運転班員 (3人)	保修班員, 放射線管理班員 (14人)
緊急時対策所	本部員, 運営支援組織, 技術支援組織, 実施組織 (48人)	緊急時対策所に待避	本部員, 運営支援組織, 技術支援組織, 実施組織 (66人)	本部員, 運営支援組織, 技術支援組織, 実施組織 (48人)
発電所内	自衛消防隊員 (11人)			自衛消防隊員 (11人)
発電所外		発電所外に待避	(プルーム通過時に緊急時対策所及び待避室に退避する要員以外の要員は発電所外に一時退避等)	
発電所外(OSC)	オフサイトセンター派遣者 (8人)			
人 数	発電所内 :103人 発電所外(OSC) : 8人	発電所内 :69人 発電所外一時退避:34人 発電所外(OSC) : 8人	発電所内 :72人 発電所外一時退避 :31人 発電所外(OSC) : 8人	発電所内 :84人 発電所外一次退避 :19人 発電所外(OSC) : 8人

論点No.138,140,141,142,144,145-24

<別紙6> 発電所毎の災害対策本部の構成 (4/5)



<別紙6> 発電所毎の災害対策本部の構成 (5/5)



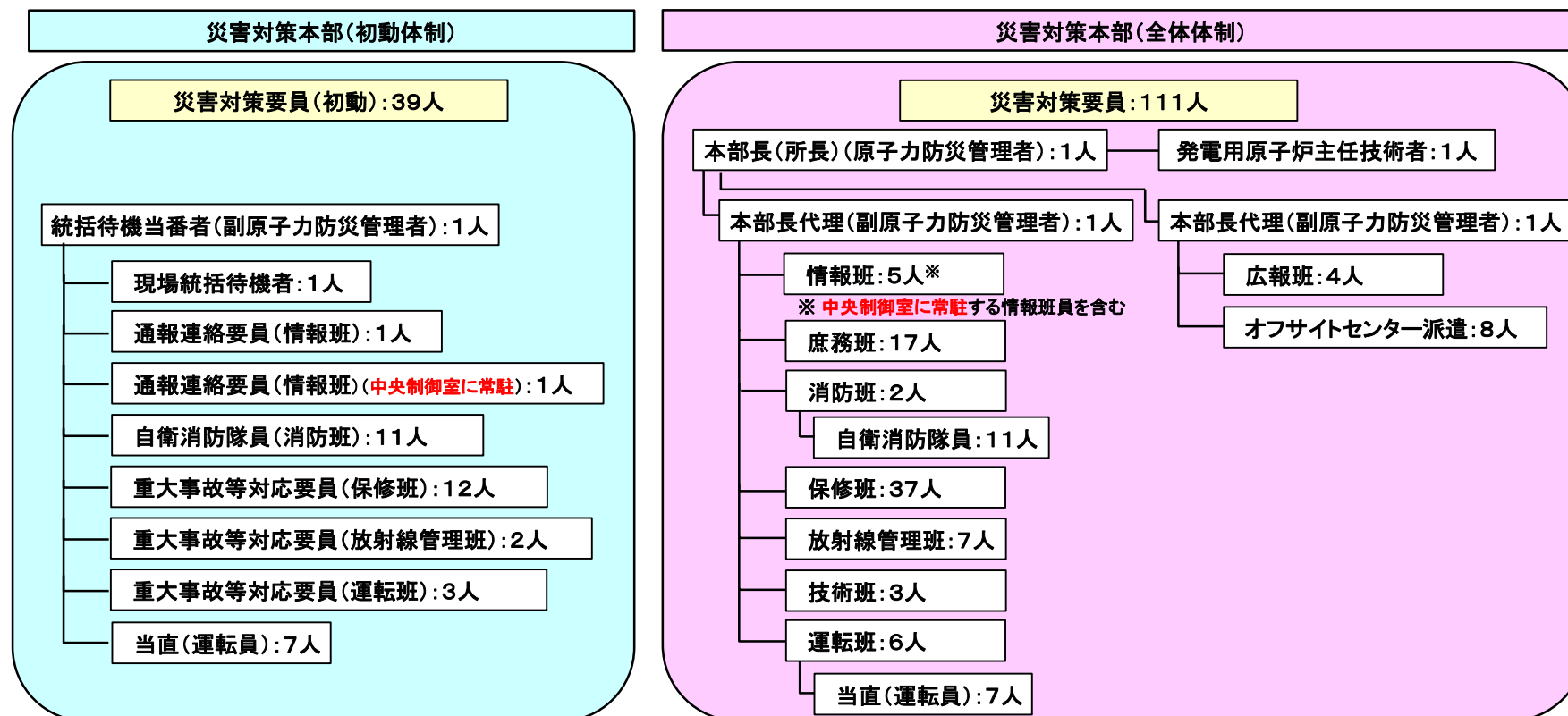
※ 東海発電所の専従要員については、今後見直すことがある。

論点No.138,140,141,142,144,145-26

<別紙7> 初動対応に当たる要員の配置 (1/4)



- 夜間及び休日(平日の勤務時間以外)においては、初動対応を担う要員が発電所構内に常駐する体制を整備
- 有効性評価の事故シーケンスグループ等の事象発生初期に必要な対応操作を行う要員を、**災害対策要員(初動)**として**発電所構内に常駐**
 - 災害対策要員(初動)以外の災害対策要員は、**非常招集**により**参集**して初動体制に加わることで、災害対策本部の体制は初動体制(39人)から**全体体制(111人)に移行**
 - 東日本大震災時の対応経験を踏まえ、**情報班員を中央制御室に待機**させ、事象発生初期から継続的にプラント状況や中央制御室の状況が随時災害対策本部に報告されるように体制を強化



論点No.138,140,141,142,144,145-27

＜別紙7＞ 初動対応に当たる要員の配置（2／4）



➤ 初動対応に最も多くの要員を必要とする事故シーケンスについても、対応可能な初動体制の要員を確保（初動体制の要員（39人）を発電所構内に常駐）

- 事故シーケンスグループ等のうち全交流電源喪失（TBP※1）は、炉心損傷防止のため、**事象発生後2時間までに必要となる要員数が最も多く（24人）**、かつ事象発生3時間後までの**早期に可搬型代替注水中型ポンプ**を用いた対応が必要な代表的な事故シーケンス

※1 TBP: 全交流動力電源喪失＋逃がし安全弁1弁閉鎖

各事故シーケンスグループ等において参集要員に求める主な対応と参集時間				
事故シーケンスグループ等	6	12	18	24
炉心損傷防止				
・全交流動力電源喪失（長期TBP） ・津波浸水による最終ヒートシンク喪失		▲（約8時間） 可搬型代替注水中型ポンプによる原子炉注水の流量調整 ▲（約8時間） 可搬型代替注水中型ポンプによる注水開始後の燃料補給 ▲（約13時間） 格納容器スプレいの系統構成及び流量調整		24
・全交流動力電源喪失（TBP）※3		▲（約3時間） 可搬型代替注水中型ポンプによる原子炉注水の流量調整 ▲（約3時間） 可搬型代替注水中型ポンプによる注水開始後の燃料補給 （約14時間）▲ 格納容器スプレいの系統構成及び流量調整		24
格納容器ベントを実施する事故シーケンスグループ ・TQUV ・TW（滞留熱除去系が故障した場合） ・LOCA		▲（約6時間以降） 可搬型代替注水中型ポンプによる水源補給実施に伴う燃料補給 （24時間以降）▲ 格納容器ベントの現場操作		18
格納容器破損防止				
格納容器ベントを実施する格納容器破損モード ・静的負荷（代替循環冷却系を使用できない場合）	格納容器ベントの現場操作待機		▲（約16時間） 可搬型代替注水中型ポンプによる水源補給実施に伴う燃料補給 （24時間以降）▲	20
格納容器ベントを実施しない格納容器破損モード ・静的負荷（代替循環冷却系を使用する場合） ・DCH ・FCI ・MCCI ・水素燃焼			▲（約24時間以降） 可搬型代替注水中型ポンプによる注水開始後の燃料補給	20
使用済燃料プール				
・想定事故1（冷却機能、注水機能喪失） ・想定事故2（プール水の小規模な喪失）		▲（約8時間） 可搬型代替注水中型ポンプによる注水開始後の燃料補給		17

※3 TBP他の略称については、補足説明にて解説

初動体制の要員	要員数※2	役割
当直要員	7人	運転操作
災害対策要員（指揮者等）（統括待機当番者、現場統括待機、情報班員）	3人	状況把握、通報連絡、対応指示
災害対策要員（指揮者等）（情報班員）	1人	通報連絡（中央制御室に常駐）
重大事故等対応要員（運転操作対応）	3人	運転操作（原子炉注水系統構成）
重大事故等対応要員（アクセスルート確保）	2人	がれき撤去（アクセスルート確保の対応がある場合に出勤）
重大事故等対応要員（給水確保）	8人	可搬型代替注水中型ポンプを用いた送水対応
重大事故等対応要員（電源確保）	2人	電源車を用いた電源復旧対応
重大事故等対応要員（放射線測定）	2人	放射線管理対応（緊急時対策所エリアモニタ設置、可搬型モニタリングポスト設置の対応がある場合に出勤）
自衛消防隊	11人	消火活動がある場合に備え待機

※2 有効性評価では、表中の枠囲みの要員を全交流電源喪失（TBP）の直接的な事故対応に必要な要員として評価。その他の要員は事象の状況により各々の役割の活動を行う。

- 初動体制の要員（**39人**）で、**がれき撤去**や**消火活動**等が必要となる場合でも対応可能
- 発電所構外より参集する災害対策要員に期待する操作は、最も早いものでも事象発生3時間後以降（給油対応）
- 非常招集から2時間以内に災害対策要員が参集するため、給油対応（早くて事象発生3時間後以降）を行う要員は確保可能

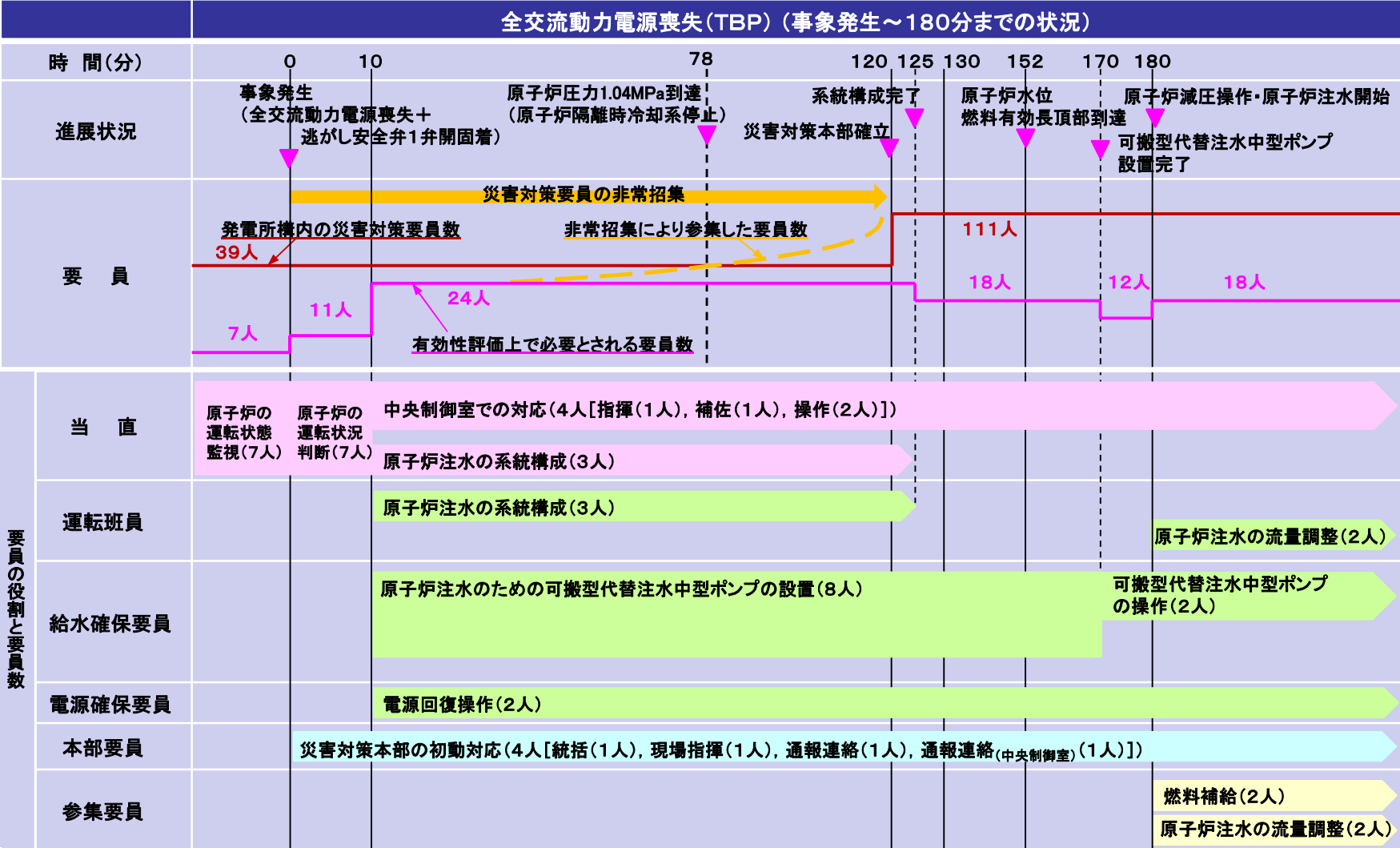
論点No.138,140,141,142,144,145-28

<別紙7> 初動対応に当たる要員の配置 (3/4)



- 有効性評価(全交流電源喪失(TBP※))の事故シーケンスで評価した事故収束に係る対応と必要な要員数は以下のとおり。事象発生3時間後までに初動体制の要員(39人)のみで可搬型ポンプによる原子炉注水を開始できることを確認

※ TBP:全交流動力電源喪失+逃がし安全弁1弁開固着

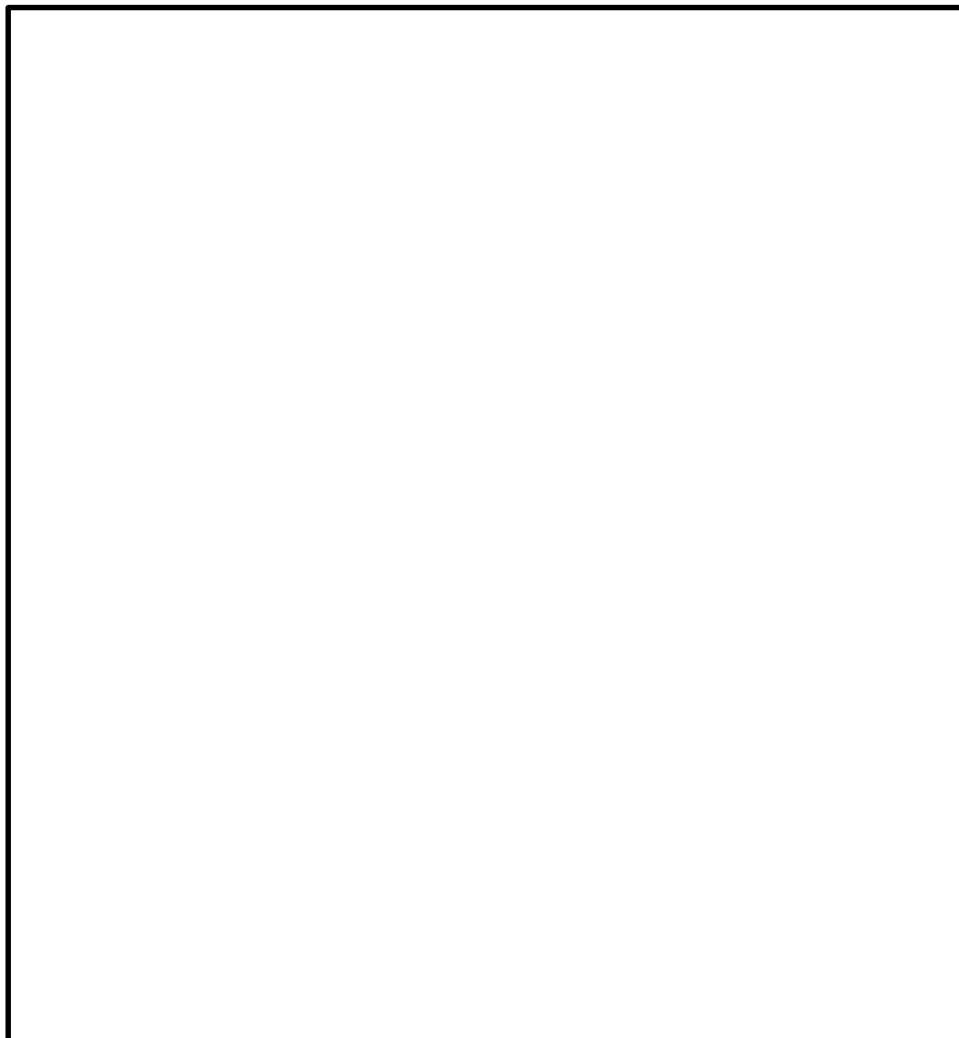


論点No.138,140,141,142,144,145-29

<別紙7> 初動対応に当たる要員の配置 (4/4)



- 災害対策要員(初動)の待機場所は、地震等の自然災害及び重大事故等を考慮し、発電所構内に分散して複数設置



【災害対策要員の待機場所】

- 平日の勤務時間中は、事務本館等で執務する災害対策要員が緊急時対策所に参集し災害対策本部が確立
- 夜間及び休日(平日の勤務時間以外)は、災害対策要員(初動)が免震機能を持つ建物や耐震を考慮した建物に待機し、招集の連絡を受け、速やかに緊急時対策所に参集し災害対策本部(初動体制)が確立
- 災害対策要員のうち、運転班の要員は、原則中央制御室に参集
- 地震等の自然現象及び重大事故等による影響を考慮し、災害対策要員(初動)が待機する場所を発電所構内に分散して複数設置
- 待機に当たっては、災害対策要員(初動)の各々の役割分担も考慮し、待機場所を分散

発電所構内の災害対策要員(初動)の待機場所

論点No.138,140,141,142,144,145-30

<別紙8> 事故シーケンスグループと対応要員の整理 (1/2)



- 有効性評価の事故シーケンスグループ等において、発電所内に常駐する初動対応要員(39人)で事象発生後2時間までの必要な対応操作が可能である。

	事故シーケンスグループ等	有効性評価上 必要な初動対応要員数		参集要員 (2時間以降)	
		2時間まで	2時間以降		
炉心の著しい損傷の防止	高圧・低圧注水機能喪失	18人	1人	5人	※1:長期TB : 外部電源喪失後、非常用DG2台が機能喪失した状態で、HPCS(高圧炉心スプレイ系)が機能喪失し、RCIC(原子炉隔離時冷却系)による原子炉注水継続中に蓄電池が枯渇しRCICが機能喪失 ※2:TBD : 外部電源喪失後、直流電源の故障による非常用DG2台の起動に失敗し、HPCS及びRCICが機能喪失 ※3:TBU : 外部電源喪失後、非常用DG2台が機能喪失した状態で、HPCS及びRCICが機能喪失 ※4:TBP : 外部電源喪失後、非常用DG2台が機能喪失した状態で、HPCSが機能喪失し、逃がし安全弁再閉鎖失敗によってRCICが機能喪失 ※5:LOCA : 原子炉冷却材喪失事故 ※6:インターフェイスシステムLOCA : 原子炉冷却系材圧力バウンダリと、それと直結した格納容器外の低圧系との隔離に失敗した場合に、原子炉冷却系の圧力が低圧系に付加されるために発生するLOCAをいう
	高圧注水・減圧機能喪失	10人	0人	0人	
	全交流動力電源喪失(長期TB※1)	24人	0人	6人	
	全交流動力電源喪失(TBD※2, TBU※3)	24人	0人	6人	
	全交流動力電源喪失(TBP※4)	24人	0人	6人	
	崩壊熱除去系機能喪失(取水機能が喪失した場合)	20人	0人	0人	
	崩壊熱除去系機能喪失(残留熱除去系が故障した場合)	18人	1人	5人	
	原子炉停止機能喪失	10人	0人	0人	
	LOCA※5時注水機能喪失	18人	1人	5人	
	格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA※6)	12人	0人	0人	
	津波浸水による最終ヒートシンク喪失	24人	0人	6人	

<別紙8> 事故シーケンスグループと対応要員の整理 (2/2)



	事故シーケンスグループ等	有効性評価上 必要な初動対応要員数		参集要員 (2時間以降)	
		2時間まで	2時間以降		
原子炉格納容器の破損の防止	雰囲気圧力温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)(代替循環冷却を使用する場合)	20人	0人	2人	※7: 溶融燃料-冷却材相互作用: 高温の溶融炉心が原子炉容器破損口からペDESTAL(ドライウェル部)放出され、の冷却材中に落下することで、水蒸気発生に伴う急激な圧力上昇又は水蒸気爆発が生じる事象 ※8: 溶融炉心・コンクリート相互作用: 溶融炉心がペDESTAL(ドライウェル部)に落下した場合、ペDESTALを構成している格納容器コンクリートとの相互作用が生じ、コンクリートが溶融侵食される事象 ※9: 想定事故1: 使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能喪失 ※10: 想定事故2: 使用済燃料プール内の水の小規模な喪失
	雰囲気圧力温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)(代替循環冷却を使用できない場合)	20人	1人	5人	
	高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱	20人	0人	2人	
	原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用※7	20人	0人	2人	
	水素燃焼	20人	0人	2人	
	溶融炉心・コンクリート相互作用※8	20人	0人	2人	
	事故シーケンスグループ等	必要要員数		参集要員 (2時間以降)	
破蔵使用 損槽内 の防止の燃料貯	想定事故1※9	17人		2人	
	想定事故2※10	17人		2人	
	事故シーケンスグループ等	必要要員数		参集要員 (2時間以降)	
燃料損傷 停止中 の防止の原子炉内の	崩壊熱除去機能喪失 (残留熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失)	12人		0人	
	全交流動力電源喪失	20人		0人	
	原子炉冷却材の流出	9人		0人	
	反応度の誤投入	-		-	

論点No.138,140,141,142,144,145-32

【論点No.138】

大規模自然災害時等における災害対策本部要員等の緊急参集の実現性及び参集計画の保守性について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.122

非常参集の前提として、非常にひどい状況が発電所内に生じているような事態が仮に自然災害等で起こったと想定すると、近くに住んでいる要員が全員健全な状況にあるかはわからない。例えば、地震の揺れによって家屋が損傷などして予定している要員が全員すぐには参集できる状況にあるかどうか。参集要員が、ある地域に集中した形の場合、何か問題点、弱点が生じないかという懸念があるが、どのように考えているか。

P.3,6,13-15

No.123

徒歩圏内で要員が事故の際に発電所に来ることについて、参集条件を保守的に設定とあるが、具体的にどのような保守性をもたせているのか。

P.3,6,13-15

No.124

実績から参集に必要な時間を2時間と見積もっているが、どの時点までにどれだけの要員が集る必要があるかの見積もりは行っているか。

P.3,6,13-15,31,32

No.125

職員の参集中に、余震や津波警報が出る可能性、また地割れなどによる参集経路不通の可能性等を考慮しても、参集計画は大丈夫か。

P.3,6,13-15

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.410

地震の時、たしか原発前の道路は陥没していたので緊急時に応援部隊などはたどりつけるのか

No.1022

P.3,6,13-15

Q7:資料(37)重大事故等への対策、手順及び体制の整備

P.3,6,13-15

大津波の場合、久慈川付近の浸水が想定される。日立方面から発電所への交通ルートは移動困難が予想される。要員確保先は、発電所近辺居住者だけが対象であろうか。また、連絡手段に電話や携帯電話を想定しているなら、通信混雑に伴う不通事態が予想される。民間設備は、非常時の信頼性を保証しないと見るべきだ。独自の連絡体制が求められる。手順書や体制は実効性、有効性が重要な確認事項だ。想定するリスクとその対策が見えず、不安が残る。

No.1027

P.3,5

今後、別資料(論点No.153)で説明

Q12:資料(49)対策要員による作業のための体制・手順など

1、民間通信設備による連絡手段は、信頼性上、非常時向けとしては馴染まない。通信混雑、設備不具合で連絡できない可能性がある。

P.3,5

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【論点No.140】

東日本大震災の教訓・反省を踏まえた緊急時対応組織体制の検証について

【委員からの指摘事項等】

No.127

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

東日本大震災は平日の昼間に発生したが、夜間や休日の場合に、前の体制でうまく対応できたかという点も検討したか。

P.3,4

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【論点No.141】

東日本大震災被災時に、仮に非常用ディーゼル発電機が全台停止したとした場合の対応について

【委員からの指摘事項等】

No.128

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

東日本大震災被災時に、仮に海水ポンプ室の南側も浸水し、DGが3台とも停止したとした場合に、当時はどんな対応が可能だったと考えられるか。

P.3,7

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【論点No.142】

東海発電所又は東海第二発電所に専従の災害対策本部要員数の考え方及び運用の柔軟性について

【委員からの指摘事項等】

No.129

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

東海発電所は廃止措置中であり、燃料棒が引き抜かれてなくなり、それほど多くの緊急時対応の要員は必要ないとする
れば、東海第二発電所に重点的に配分したほうがいいのではないか。

P.9

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【論点No.144】

東日本大震災時の非常招集の状況並びに一斉通報システムの信頼性及び連絡がつかない場合の対応等について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.131

非常招集時の一斉通報システムというのは、具体的にどのようなものか。東日本大震災のときは、東海村では携帯電話がなかなか繋がらなかったという事態が生じた。こうしたことへの対策はとっているか。

P.3,5

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1022

Q7:資料(37)重大事故等への対策, 手順及び体制の整備

P.3,6,13-15

大津波の場合、久慈川付近の浸水が想定される。日立方面から発電所への交通ルートは移動困難が予想される。要員確保先は、発電所近辺居住者だけが対象であろうか。また、連絡手段に電話や携帯電話を想定しているなら、通信混雑に伴う不通事態が予想される。民間設備は、非常時の信頼性を保証しないと見るべきだ。独自の連絡体制が求められる。手順書や体制は実効性、有効性が重要な確認事項だ。想定するリスクとその対策が見えず、不安が残る。

No.1027 P.3,5

今後、別資料(論点No.153)で説明

Q12:資料(49)対策要員による作業のための体制・手順など

1、民間通信設備による連絡手段は、信頼性上、非常時向けとしては馴染まない。通信混雑、設備不具合で連絡できない可能性がある。

P.3,5

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【論点No.145】

重大事故等対策に係る組織や体制（初動対応要員数等の見積もりを含む）の、東海第二発電所で想定されるあらゆる事故に対しての網羅性・代表性について

【委員からの指摘事項等】

No.132

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

初動に必要な要員数はTBPが最も厳しいとして見積もっているが、これはATWSやテロなど、より厳しいと思われるシナリオでもこの見積もりで十分か。

P.8

【県民意見（頂いたご意見・特に関心のある事項）】

No.807

○事業者の安全管理方針に関するご意見

・組織・体制を組むのはどんな組織でも出来ること。その組織がすべての事象を想定してどのように機能するのが全く見えない。各組織・体制の一人一人がどんな役割をもっているのかの行動計画を公表すること。さらにそれらが適正に履行されていることを公表すること。

P.8

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
（令和元年6月26日）資料3-1及び資料3-2に基づく

防潮堤を越えて敷地に遡上する津波の敷地内滞留時間等及び敷地内作業の成立性について

【説明概要】

可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、原子炉への注水等の必要な活動を行うことが可能となっている。

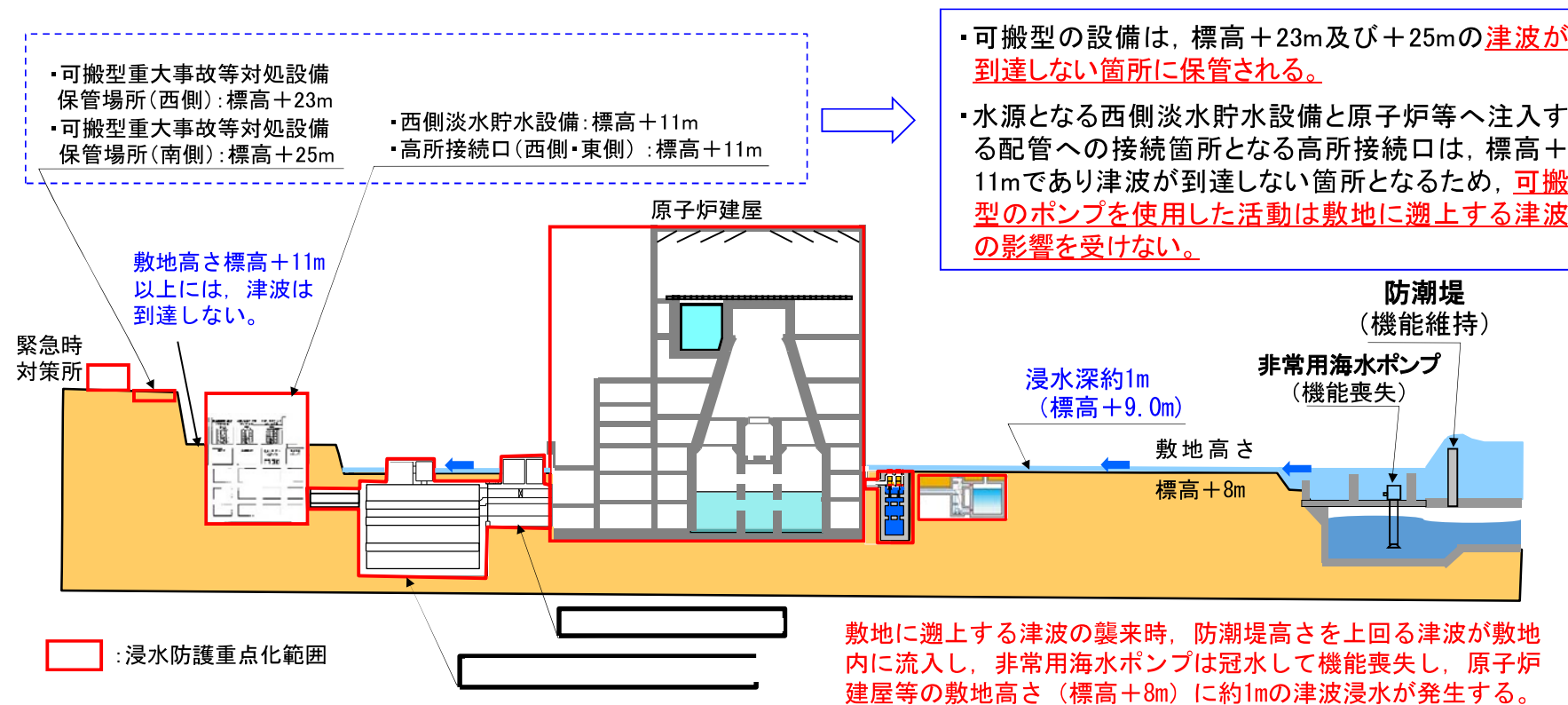
防潮堤の内側に浸水した津波は、構内排水路及び防潮堤に設置するフラップゲートから排水することができ、原子炉建屋周りの浸水を4時間未満で排水可能

可搬型設備の保管及び活動箇所の高さと津波の高さの関係



- 可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、原子炉への注水等の必要な活動を行うことが可能となっている。

- ・敷地に遡上する津波は、標高+8mの敷地で浸水深約1mであり、**標高+11m以上の敷地には到達しない。**
- ・**可搬型設備の保管箇所は、津波が到達しない標高+23m及び標高+25mの箇所とする。**
- ・可搬型設備を使用した原子炉の冷却等は、**標高+11mの津波が到達しない箇所で**、西側淡水貯水設備を水源とし、可搬型のポンプで高所接続口から**注水することができる。**



敷地に遡上する津波に対する防護対象施設の配置図（断面図）

論点No.225-2

可搬型設備の保管及び活動箇所と津波の浸水範囲の関係



- 可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、原子炉への注水等の必要な活動を行うことが可能となっている。

- ・敷地に遡上する津波は、標高+8mの敷地には到達(浸水深0.5~1.5m程度)しているが、**標高+11m以上の敷地には到達しない。**
- ・可搬型設備の**保管箇所及び活動箇所には、敷地に遡上する津波は到達していない。**
- ・可搬型設備の保管箇所と活動箇所を結ぶ**アクセスルートには、敷地に遡上する津波は到達していない。**
- ・防潮堤を越えて敷地に遡上した津波の影響を受けずに必要な活動を行うことは可能であるが、構内排水路及び防潮堤のフラップゲートから排水することができる。

可搬型重大事故等対処
設備保管場所(西側)
【標高+23m】

可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)、可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)、西側淡水貯水設備及び高所接続口とこれらを結ぶアクセスルートは、津波が到達しない標高+11m以上の箇所となる。

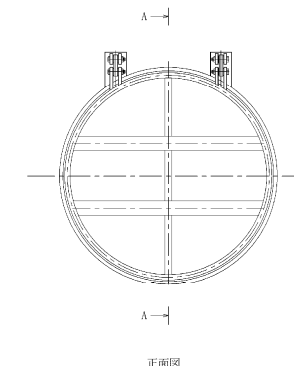
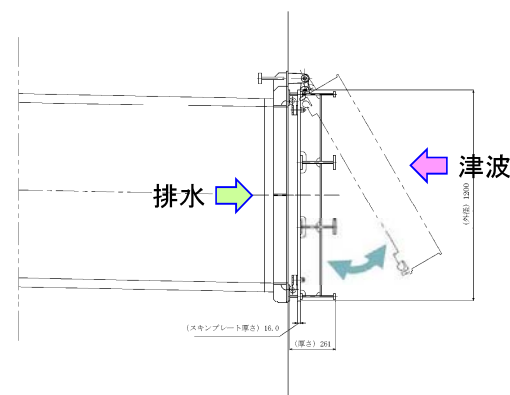
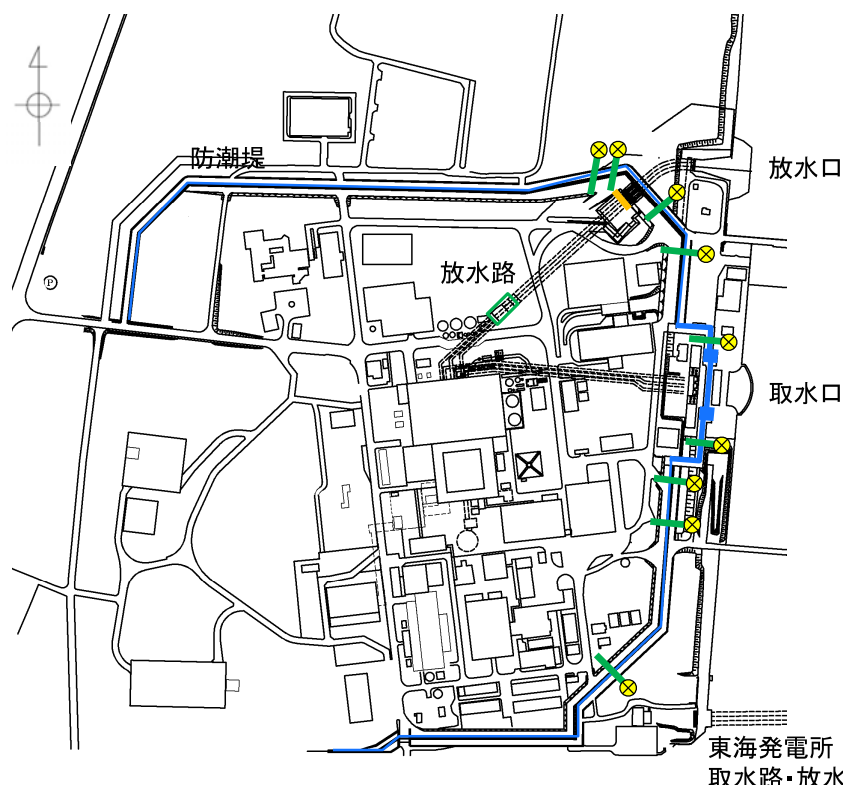
可搬型重大事故等対処
設備保管場所(南側)
【標高+25m】

防潮堤内への津波浸水時の構内排水路からの排水



●防潮堤を越えて敷地に浸水した津波は、雨水の構内排水路から排水が可能

- ・防潮堤内側の雨水を排水するために、放水路に接続される場所(1箇所)及び防潮堤の地下部を横断する場所(9箇所)に、構内排水路を設置する。この構内排水路によって、防潮堤の内側に浸水した津波を排水することができる。
- ・構内排水路は、水戸地方気象台の観測記録の日最大降水量81.7mm/hを上回り、127.5mm/hの雨水を排水できる設備であり、余裕を持った仕様となっている。
- ・なお、構内排水路からの津波の流入を防止するために、放水路に接続される場所には放水路ゲート、防潮堤の地下部を横断する場所には構内排水路逆流防止設備を設置する。



構内排水路逆流防止設備の構造*

- : 放水路に接続される排水路(接続箇所)
- : 防潮堤の地下部を横断する排水路
- : 放水路ゲート設置箇所
- ⊗ : 構内排水路逆流防止設備設置箇所

* 構内排水路逆流防止設備は動力源を要せず、津波の水圧により外部からは閉止され、津波が引いた以降は内部に浸水した水の水圧より開放され排水する機構である。

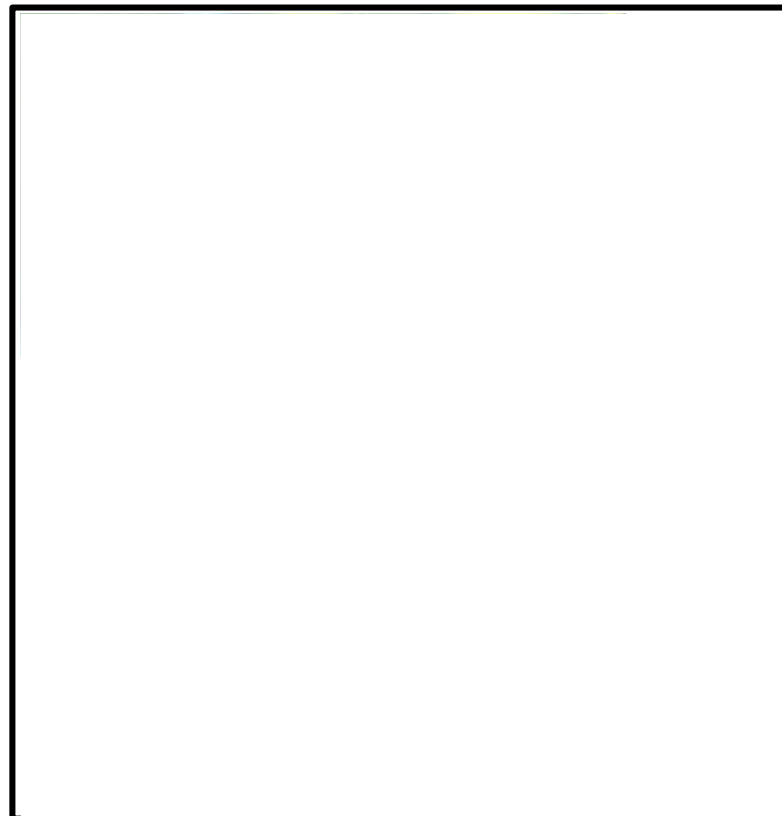
防潮堤内への津波浸水時の防潮堤フラップゲートからの排水



● 防潮堤を越えて敷地に浸水した津波は、防潮堤に設置するフラップゲートからも排水が可能

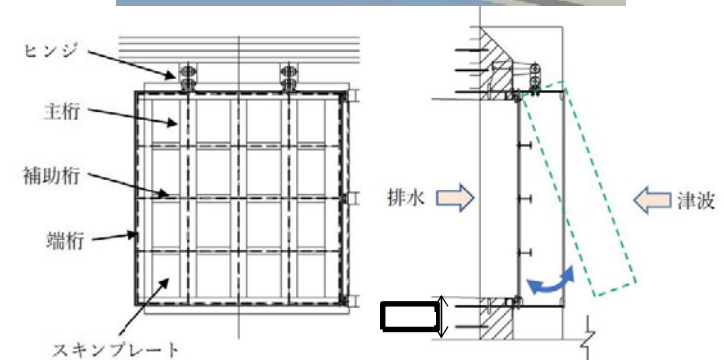
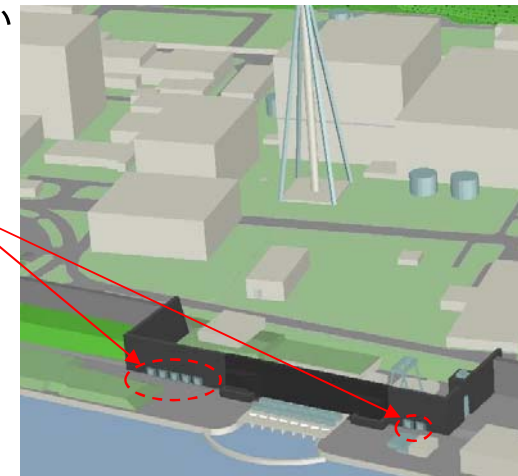
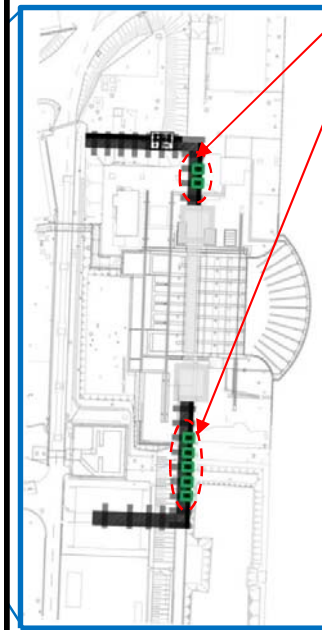
- ・ 取水路北側の防潮堤に2箇所、取水路南側の防潮堤に5箇所のフラップゲートを設置する。
- ・ フラップゲートは、防潮堤の内側に標高+18mの高さまで冠水した状態から、標高+11mまでの排水に約2.4時間、標高+11mから標高+8mまでの排水に約3.7時間となる排水容量*を確保する。これに対して、敷地に遡上する津波の標高+8mの浸水深はほぼ0.5m～1.5m程度（一部を除く。）であることから、原子炉建屋周りの浸水を4時間未満で排水することができる。

*この排水容量評価では構内排水路からの排水は考慮していない



防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）にフラップゲートを設置

- ・ 取水口北側：2箇所
- ・ 取水口南側：5箇所



フラップゲートの構造*

*フラップゲートは動力源を要せず、津波の水圧により外部からは閉止され、津波が引いた以降は内部に浸水した水の水圧より開放され排水する機構である。

0.5m～1.5m程度の浸水深となっている。

論点No.225-5

【論点No.225】

防潮堤を越えて敷地に遡上する津波の敷地内滞留時間等及び敷地内作業の成立性について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

P.4,5

防潮堤前面の 24mの津波を想定した際に、海水がどれぐらいの時間敷地内に滞留しているのか。一定量の砂が堆積している可能性が高いと思うが、可搬型のポンプ等の車両が水が浸かっているところで活動が可能なのか。

P.2,3