

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料11]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 14</p> <p>浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例</p> <p><u>14.1 水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置位置並びに施工例</u></p>		<p style="text-align: right;">添付資料 11</p> <p>浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例</p> <p>1. はじめに <u>浸水防護重点化範囲の境界については，浸水を防止するため浸水防止設備を設置している。</u> <u>浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア），取水槽海水ポンプエリア，取水槽循環水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備（水密扉及び貫通部止水処置）については，内郭防護として整理する。</u></p> <p>2. 浸水対策の位置 <u>(1) タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）</u> <u>タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に対する浸水対策については，タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）との境界における浸水対策及びタービン建物（復水器を設置するエリア）と海域との境界における対策があることから，以下にそれぞれの内容について示す。</u></p> <p>a. <u>タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）との境界における浸水対策</u> <u>浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図1，表1）。</u></p>	<p>・資料構成の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は，浸水防護重点化範囲毎に分けて記載</p>

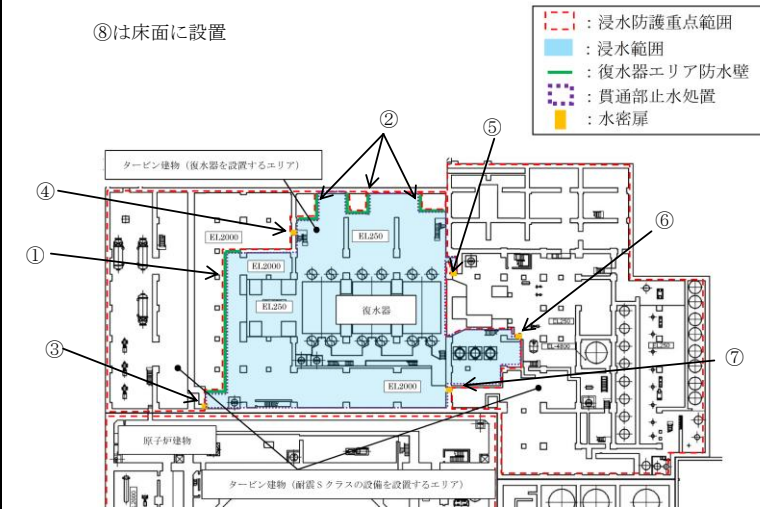


図1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の
浸水対策の概要（タービン建物（復水器を設置するエリア）
との境界）

表1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の
浸水対策設備リスト（タービン建物（復水器を設置するエリア）
との境界）

番号	設置高さ	名称	種類	寸法	
				縦	横
①	EL2.0m	復水器エリア防水壁	防水壁	設計中	
②	EL0.25m		防水壁		
③	EL2.0m	復水器エリア水密扉	水密扉		
④	EL2.0m		水密扉		
⑤	EL2.0m		水密扉		
⑥	EL2.0m		水密扉		
⑦	EL2.0m		水密扉		
⑧	EL2.0m	床ドレン逆止弁	逆止弁		

添付第14-1表 水密扉, ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに仕様 (6号炉)

番号	種類	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	循環水配管, 電解鉄イオン供給装置 水密扉1	2,180	995
T2-2	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	循環水配管, 電解鉄イオン供給装置 水密扉2	2,160	1,060
T2-3	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.2)	タービン建屋地下2階 北西階段室 水密扉	2,040	960
T2-4	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	建屋間連絡水密扉 (原子炉建屋地下3階~タービン建屋地下2階)	2,020	855
T2-5	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	建屋間連絡水密扉 (タービン建屋地下2階~廃棄物処理建屋地下3階)	2,120	1,805
T2-6	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-1.1)	計装用圧縮空気系・所内用空気圧縮系空気圧縮機室 水密扉	2,590	1,875
T2-7	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-1.1)	タービン建屋地下中2階 南西階段室 水密扉	2,040	960
T2-8	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-1.1)	タービン建屋地下中2階 北西階段室 水密扉	1,940	905
T2-9	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-1.1)	建屋間連絡水密扉 (タービン建屋地下中2階~廃棄物処理建屋地下2階)	2,090	1,210
T2-10	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	循環水ポンプ室 水密扉2	2,060	1,060
T2-11	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	循環水ポンプ室 水密扉1	2,060	1,060
T2-12	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	タービン建屋地下1階 北西階段室 水密扉	2,040	960
T2-13	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	建屋間連絡水密扉 (原子炉建屋地下1階~タービン建屋地下1階)	3,034	3,734
T2-14	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	タービン建屋地下1階 南西階段室 水密扉	2,040	960
T2-15	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	タービン建屋地下1階 南階段室 水密扉	1,990	905
T2-16	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	タービン補機冷却海水系配管室 水密扉	1,990	905
①	ダクト閉止板	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 ダクト閉止板1	650	1,500
②	ダクト閉止板	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 ダクト閉止板2	1,400	1,500
(1)	止水ハッチ	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 止水ハッチ	4,940	3,680

b. タービン建物 (耐震 S クラスの設備を設置するエリア) と海域との境界における浸水対策

浸水防護重点化範囲であるタービン建物 (耐震 S クラスの設備を設置するエリア) への浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置, 浸水防止設備リストを示す (図2, 表2)。

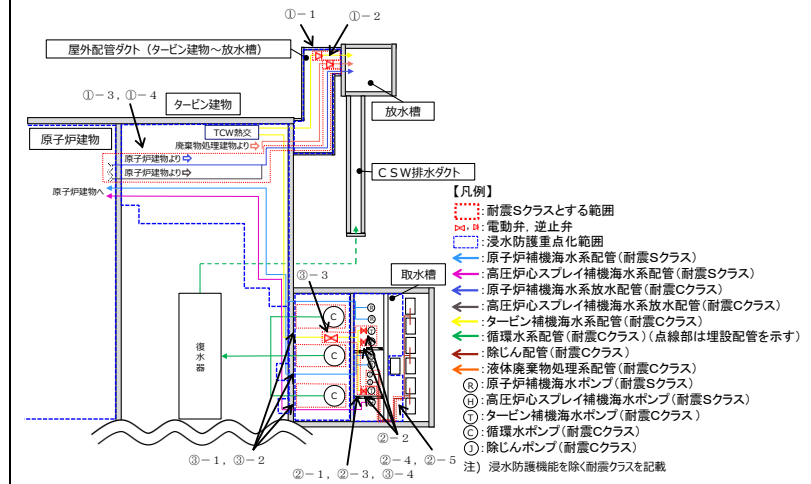


図2 浸水対策の概要

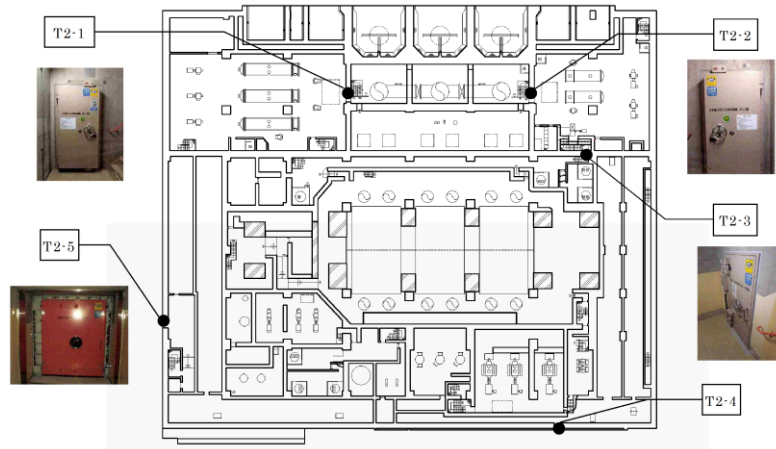
表2 タービン建物 (耐震 S クラスの設備を設置するエリア) の浸水対策設備リスト (海域との境界)

番号	設置高さ*	名称	種類	寸法	
				縦	横
①-1	EL.4.7m (屋外配管ダクト)	タービン補機海水系配管 逆止弁	逆止弁	φ750	
①-2	EL.2.7m (屋外配管ダクト)	液体廃棄物処理系配管 逆止弁	逆止弁	φ80	
①-3	-	原子炉補機海水系配管	配管	-	
①-4	-	高压炉心スプレイ補機 海水系配管	配管	-	

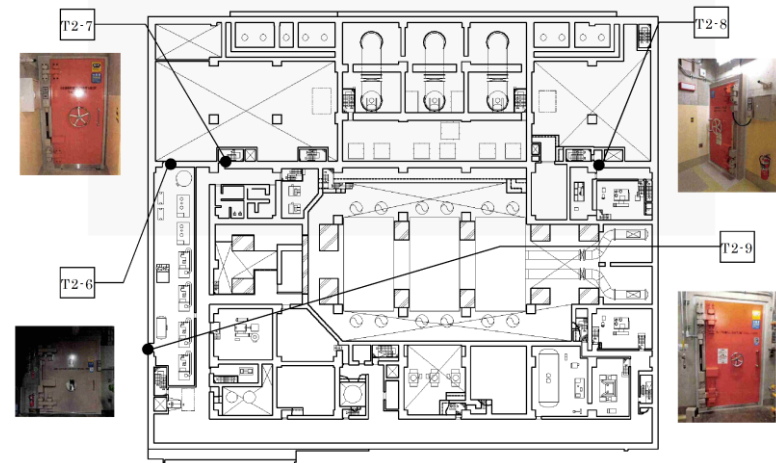
* 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

(2) 取水槽海水ポンプエリア

浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置, 浸水防止設備リストを示す (図2, 表3)。



添付第 14-1-1 図 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置
位置並びに施工例
(6号炉 タービン建屋地下2階)



添付第 14-1-2 図 水密扉，ダクト閉止板及び止水ハッチの設置
位置並びに施工例
(6号炉 タービン建屋地下中2階)

表 3 取水槽海水ポンプエリアの浸水対策設備リスト

番号	設置 高さ*	名称	種類	寸法	
				縦	横
②-1	EL1. 1m	タービン補機海水ポンプ	ポンプ	-	
②-2	EL4. 1m	タービン補機海水ポンプ 出口弁	電動弁	φ550	
②-3	-	タービン補機海水系配管	配管	-	
②-4	EL4. 0m	除じんポンプ	ポンプ	-	
②-5	-	除じん系配管	配管	-	

※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

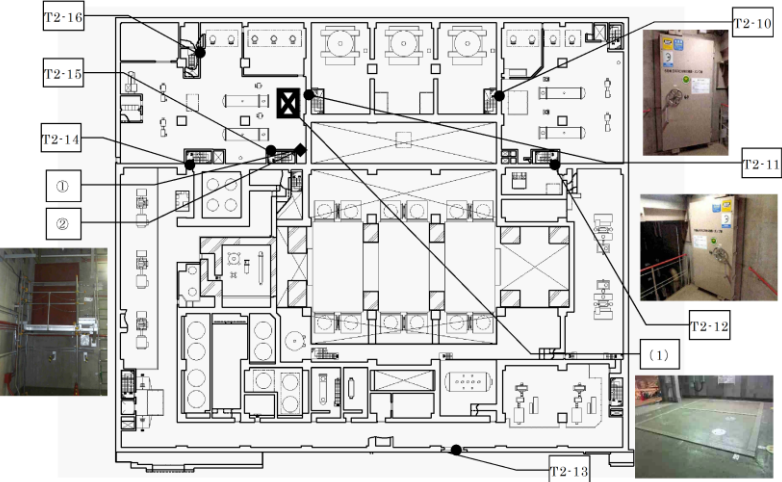
(3) 取水槽循環水ポンプエリア

浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す(図2，表4)。

表 4 取水槽海水ポンプエリアの浸水対策設備リスト

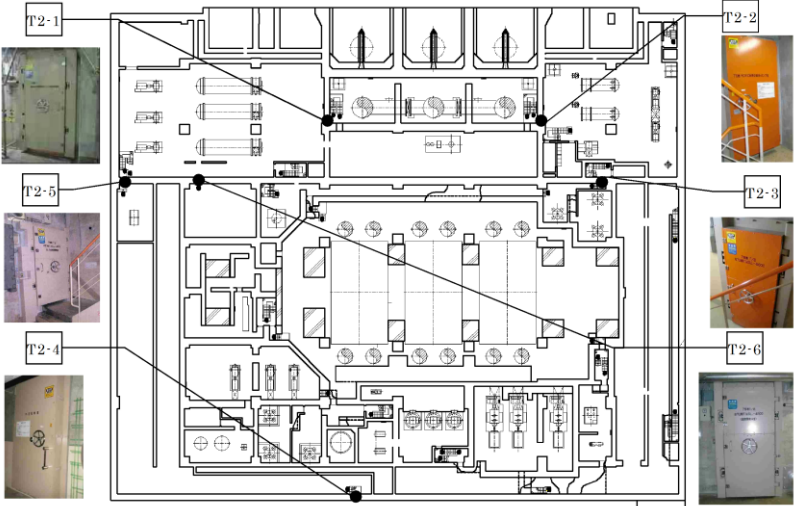
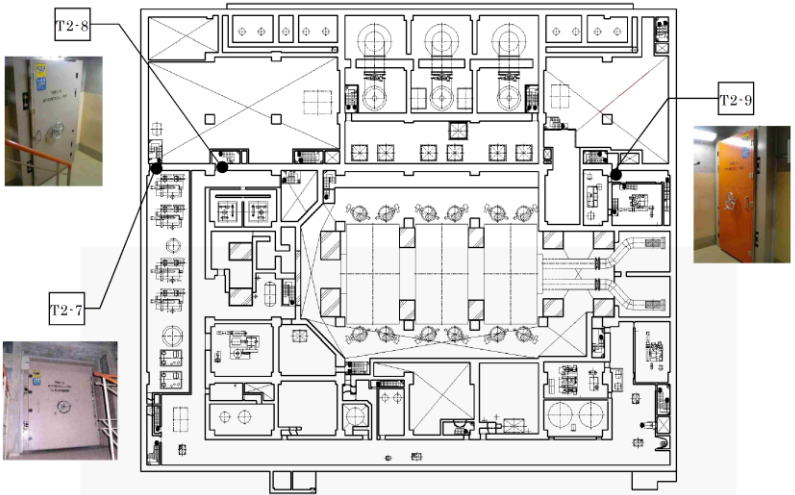
番号	設置 高さ*	名称	種類	寸法	
				縦	横
③-1	EL1. 1m	循環水ポンプ	ポンプ	-	
③-2	-	循環水系配管	配管	-	
③-3	EL4. 0m	タービン補機海水系配管 第二出口弁	電動弁	φ750	
③-4	-	タービン補機海水系配管	配管	-	

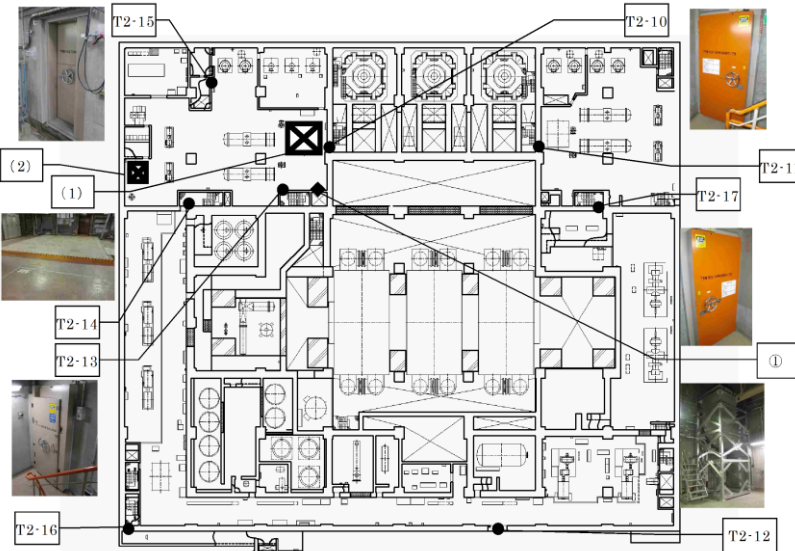
※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="154 793 914 911">添付第 14-1-3 図 水密扉, ダクト閉止板及び止水ハッチの設置 位置並びに施工例 (6号炉 タービン建屋地下1階)</p>			

添付第14-2表 水密扉、ダクト閉止板及び止水ハッチの設置位置並びに仕様 (7号炉)

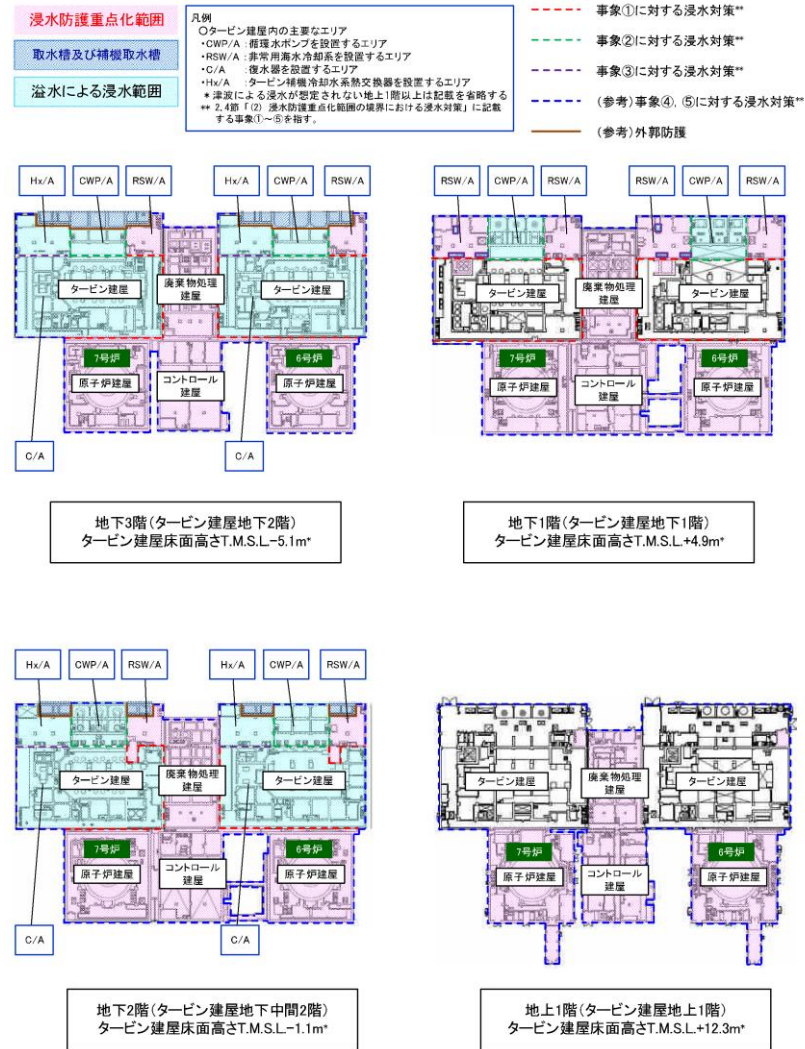
番号	種類	建屋	設置フロア (T.M.S.L.m)	名称	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	循環水配管、電解鉄イオン供給装置 水密扉1	2,180	995
T2-2	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	循環水配管、電解鉄イオン供給装置 水密扉2	2,160	1,060
T2-3	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン建屋地下2階 北西階段室 水密扉	2,180	995
T2-4	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	建屋間連絡水密扉 (原子炉建屋地下3階~タービン建屋地下2階)	2,160	1,060
T2-5	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系 熱交換器・ポンプ室 水密扉1	1,950	995
T2-6	水密扉	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系 熱交換器・ポンプ室 水密扉2	2,180	995
T2-7	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-1.1)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室 水密扉3	1,860	1,530
T2-8	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-1.1)	タービン建屋地下中2階 南西階段室 水密扉	2,180	995
T2-9	水密扉	タービン建屋	地下中2階 (-0.5)	タービン建屋地下中2階 北西階段室 水密扉	2,180	995
T2-10	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	循環水ポンプモータ室 水密扉1	2,160	1,060
T2-11	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	循環水ポンプモータ室 水密扉2	2,160	1,060
T2-12	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	建屋間連絡水密扉 (原子炉建屋地下1階~タービン建屋地下1階)	2,520	3,020
T2-13	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	タービン建屋地下1階 南階段室 水密扉	2,080	875
T2-14	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	タービン建屋地下1階 南西階段室 水密扉	2,180	995
T2-15	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 水密扉	2,180	820
T2-16	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	タービン建屋地下1階 南東3階段室 水密扉	1,960	760
T2-17	水密扉	タービン建屋	地下1階 (+4.9)	タービン建屋地下1階 北西階段室 水密扉	2,180	995
①	浸水防止ダクト	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 浸水防止ダクト	1,800	1,500
(1)	止水ハッチ	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 止水ハッチ1	4,200	5,200
(2)	止水ハッチ	タービン建屋	地下1階 (+3.5)	原子炉補機冷却系 B系 熱交換器・ポンプ室 止水ハッチ2	2,200	1,700

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="163 745 905 871">添付第 14-2-1 図 水密扉、浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置位置並びに施工例 (7号炉 タービン建屋地下2階)</p>  <p data-bbox="163 1417 905 1543">添付第 14-2-2 図 水密扉、浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置位置並びに施工例 (7号炉 タービン建屋地下中2階)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="148 787 920 913">添付第14-2-3 図 水密扉, 浸水防止ダクト及び止水ハッチの設置 位置並びに施工例 (7号炉 タービン建屋地下1階)</p>			

14.2 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲及び施工例

(1) 実施範囲



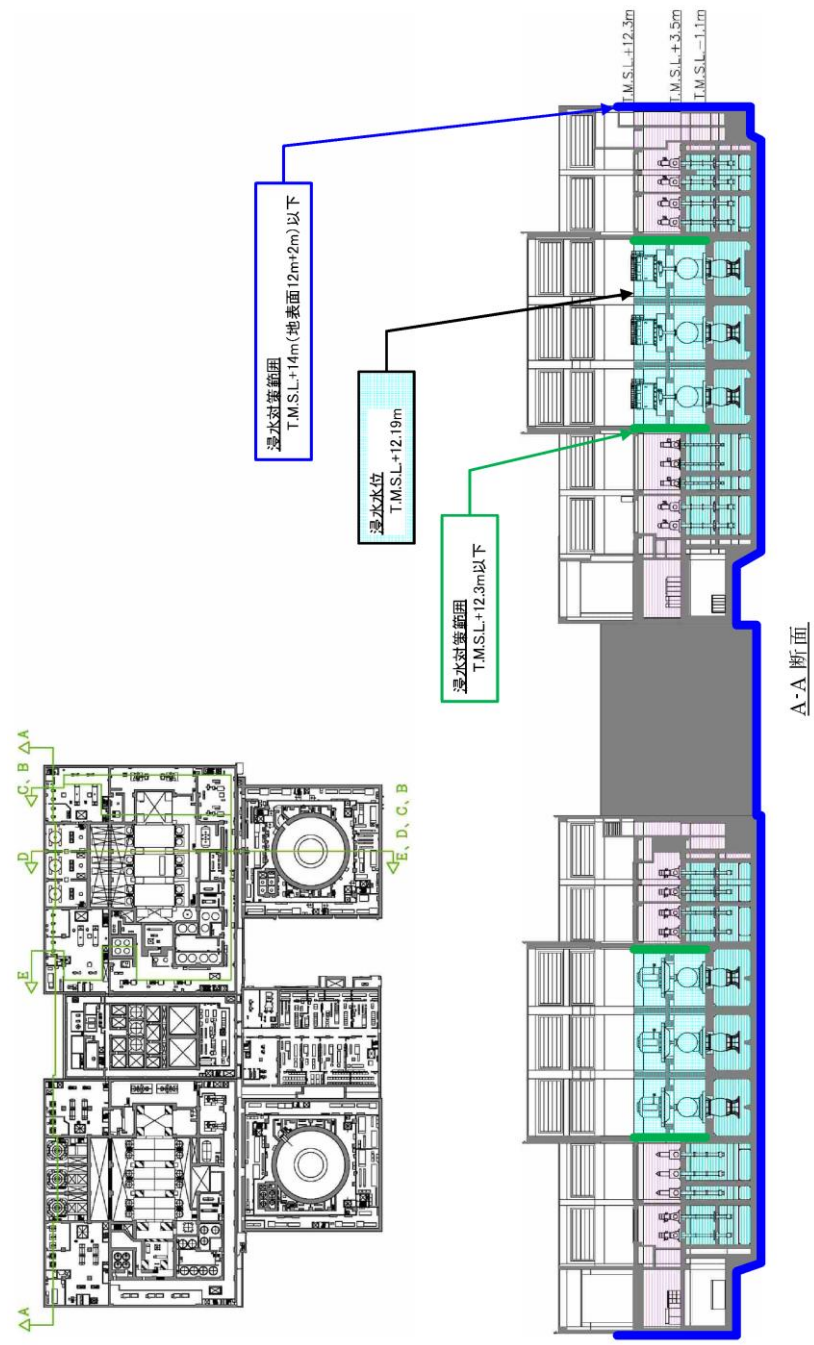
添付第 14-3 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (横断面)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 14-4 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲
 (6号炉縦断面) (1/2)

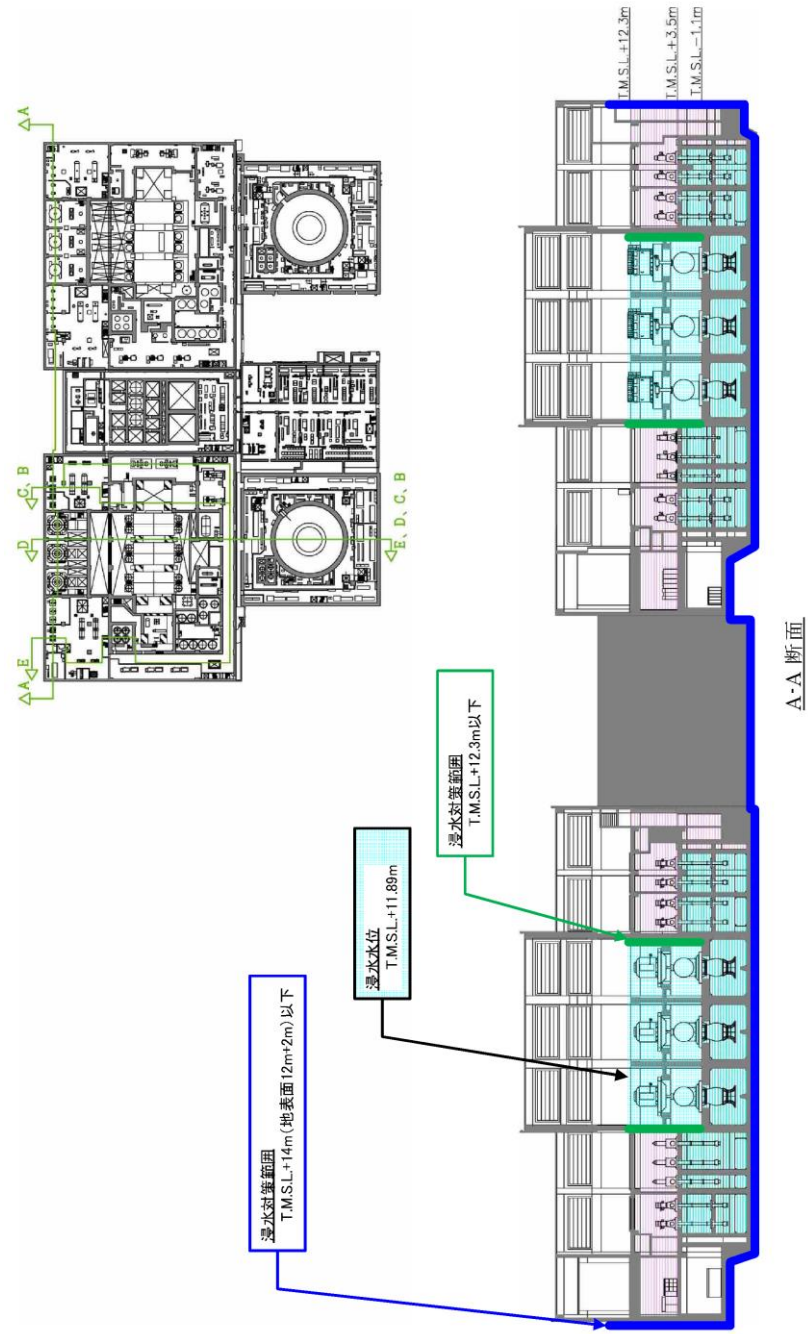
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>添付第 14-4 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (6号炉縦断面) (2/2)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 14-5 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止器具の実施範囲
(7号炉縦断面) (1/2)

<p>柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>
<p>添付第 14-5 図 貫通部止水処置及び床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲 (7号炉縦断面) (2/2)</p>			

(2) 施工例

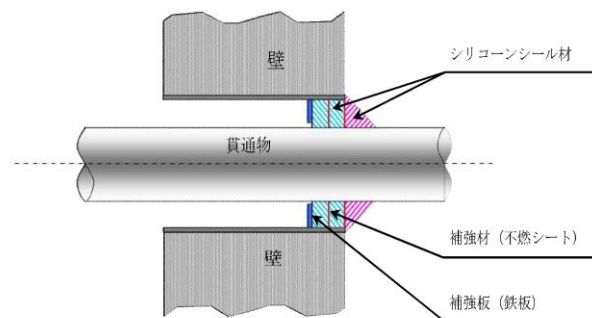
1. 止水構造	充てん構造 (シリコンシール材)
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管
施工状況	



【施工前】

【施工後】

構造図, 補足情報



添付第 14-6 図 充てん構造施工例 (1/4)

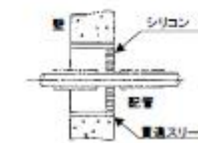
3. 貫通部止水処置の施工例





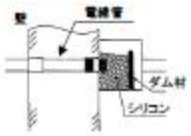
浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策として実施する貫通部止水処置の施工例を以下に示す。

施工例①
シリコンシール



施工状況



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<table border="1" data-bbox="154 268 914 367"> <tr> <td>1. 止水構造</td> <td>充てん構造 (シリコンシール材 2)</td> </tr> <tr> <td>2. 浸水経路, 浸水口の種類</td> <td>壁貫通口</td> </tr> <tr> <td>3. 貫通物</td> <td>ケーブルトレイ</td> </tr> </table> <p data-bbox="489 373 578 399">施工状況</p> <div data-bbox="409 436 658 625">  <p data-bbox="489 630 578 655">【施工前】</p> </div> <div data-bbox="243 655 825 844">  <p data-bbox="489 848 578 873">【施工後】</p> </div> <p data-bbox="451 890 617 915">構造図, 補足情報</p> <div data-bbox="451 928 890 953" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div>	1. 止水構造	充てん構造 (シリコンシール材 2)	2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口	3. 貫通物	ケーブルトレイ		<p data-bbox="2062 310 2181 336">施工例②</p> <p data-bbox="2062 340 2181 365">シリコンシール</p> <div data-bbox="1786 373 2457 688"> <p data-bbox="1786 487 1816 571" style="writing-mode: vertical-rl;">施工前</p>  </div> <div data-bbox="1786 697 2457 1003"> <p data-bbox="1786 802 1816 886" style="writing-mode: vertical-rl;">施工後</p>  </div> <p data-bbox="2083 1003 2172 1029">施工状況</p> <div data-bbox="2024 1054 2202 1180">  </div>	
1. 止水構造	充てん構造 (シリコンシール材 2)								
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口								
3. 貫通物	ケーブルトレイ								
<p>添付第 14-6 図 充てん構造施工例 (2/4)</p>									

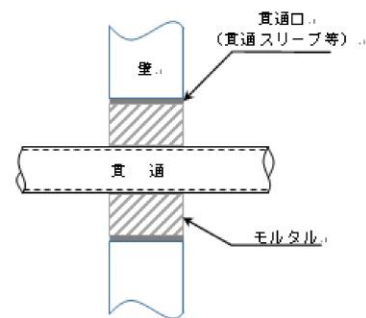
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="160 275 463 302">1. 止水構造</td> <td data-bbox="463 275 911 302">充てん構造 (シリコーンシール材 3)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 302 463 329">2. 浸水経路, 浸水口の種類</td> <td data-bbox="463 302 911 329">壁貫通口</td> </tr> <tr> <td data-bbox="160 329 463 357">3. 貫通物</td> <td data-bbox="463 329 911 357">ケーブル</td> </tr> </table> <p data-bbox="492 373 575 401">施工状況</p> <div data-bbox="195 501 875 747"> </div> <p data-bbox="305 751 388 779">【施工前】</p> <p data-bbox="676 751 759 779">【施工後】</p> <p data-bbox="448 888 614 915">構造図, 補足情報</p> <div data-bbox="160 919 605 947"> <p>黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div>	1. 止水構造	充てん構造 (シリコーンシール材 3)	2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口	3. 貫通物	ケーブル			
1. 止水構造	充てん構造 (シリコーンシール材 3)								
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口								
3. 貫通物	ケーブル								
<p data-bbox="278 1373 789 1400">添付第 14-6 図 充てん構造施工例 (3/4)</p>									

1. 止水構造	充てん構造 (モルタル)
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管

施工状況



構造図, 補足情報



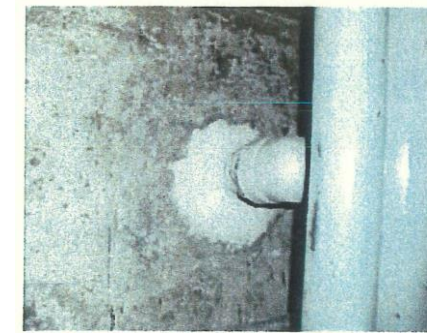
添付第14-6図 充てん構造施工例 (4/4)

施工例③
モルタル

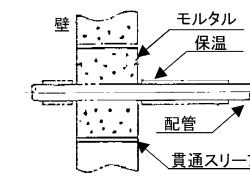
施工前



施工後

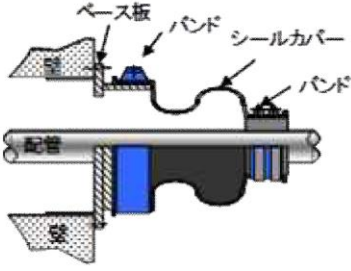
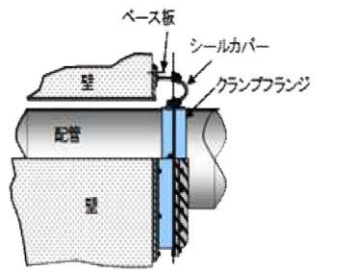
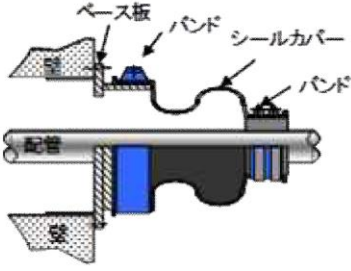
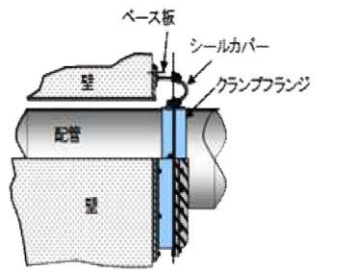
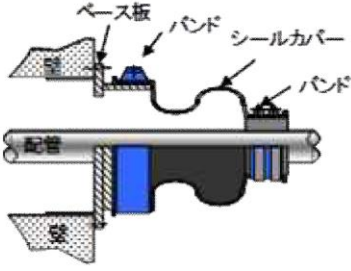
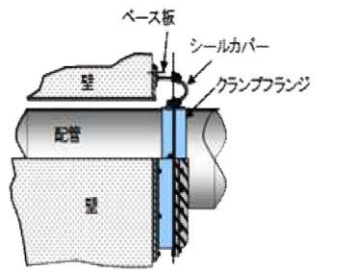


施工状況



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<table border="1" data-bbox="163 262 905 357"> <tr> <td>1. 止水構造</td> <td>閉止構造 (閉止キャップ)</td> </tr> <tr> <td>2. 浸水経路, 浸水口の種類</td> <td>壁貫通口</td> </tr> <tr> <td>3. 貫通物</td> <td>なし (予備電線管)</td> </tr> </table> <p data-bbox="489 361 578 388">施工状況</p> <div data-bbox="192 499 875 745"> </div> <p data-bbox="296 760 400 787">【施工前】</p> <p data-bbox="667 760 771 787">【施工後】</p> <p data-bbox="445 865 608 892">構造図, 補足情報</p> <div data-bbox="163 898 608 934" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div> <p data-bbox="281 1327 771 1365">添付第 14-7 図 閉止構造施工例 (1/2)</p>	1. 止水構造	閉止構造 (閉止キャップ)	2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口	3. 貫通物	なし (予備電線管)			
1. 止水構造	閉止構造 (閉止キャップ)								
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口								
3. 貫通物	なし (予備電線管)								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<table border="1" data-bbox="160 275 917 373"> <tr> <td>1. 止水構造</td> <td>閉止構造</td> </tr> <tr> <td>2. 浸水経路, 浸水口の種類</td> <td>壁貫通口</td> </tr> <tr> <td>3. 貫通物</td> <td>なし (予備スリーブ)</td> </tr> </table> <p data-bbox="498 380 596 401">施工状況</p>  <p data-bbox="457 884 638 905">構造図, 補足情報</p>  <p data-bbox="290 1373 774 1409">添付第 14-7 図 閉止構造施工例 (2/2)</p>	1. 止水構造	閉止構造	2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口	3. 貫通物	なし (予備スリーブ)			
1. 止水構造	閉止構造								
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口								
3. 貫通物	なし (予備スリーブ)								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
<table border="1"> <tr> <td>1. 止水構造</td> <td>ブーツ構造 1</td> </tr> <tr> <td>2. 浸水経路, 浸水口の種類</td> <td>壁貫通口</td> </tr> <tr> <td>3. 貫通物</td> <td>配管 (常温)</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">施工状況</p> <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">小口径配管</td> <td style="text-align: center;">大口径配管</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">【施工前】</td> <td style="text-align: center;">【施工前】</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">【施工後】</td> <td style="text-align: center;">【施工後】</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">構造図, 補足情報</p> <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>ベース板 バンド シールカバー バンド 配管 壁</p> <p>小口径配管</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>ベース板 シールカバー フランジ 配管 壁</p> <p>大口径配管</p> </td> </tr> </table>	1. 止水構造	ブーツ構造 1	2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口	3. 貫通物	配管 (常温)	小口径配管	大口径配管			【施工前】	【施工前】			【施工後】	【施工後】	 <p>ベース板 バンド シールカバー バンド 配管 壁</p> <p>小口径配管</p>	 <p>ベース板 シールカバー フランジ 配管 壁</p> <p>大口径配管</p>			
1. 止水構造	ブーツ構造 1																				
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口																				
3. 貫通物	配管 (常温)																				
小口径配管	大口径配管																				
																					
【施工前】	【施工前】																				
																					
【施工後】	【施工後】																				
 <p>ベース板 バンド シールカバー バンド 配管 壁</p> <p>小口径配管</p>	 <p>ベース板 シールカバー フランジ 配管 壁</p> <p>大口径配管</p>																				
添付第 14-8 図 ブーツ構造施工例 (1/2)																					

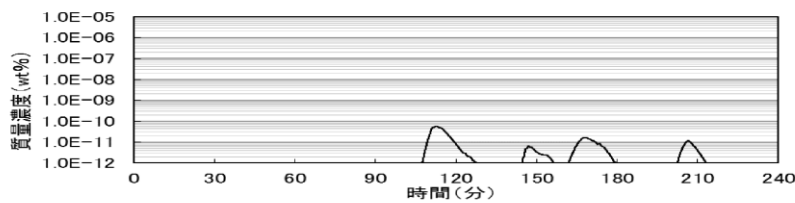
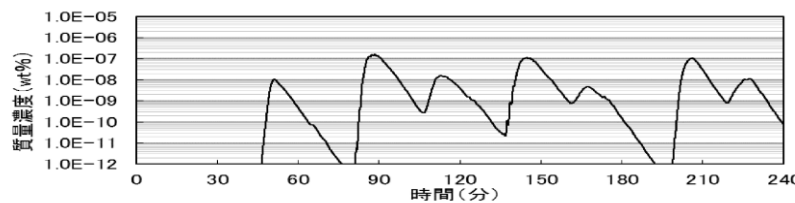
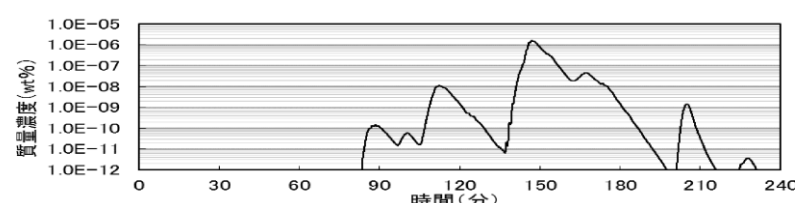
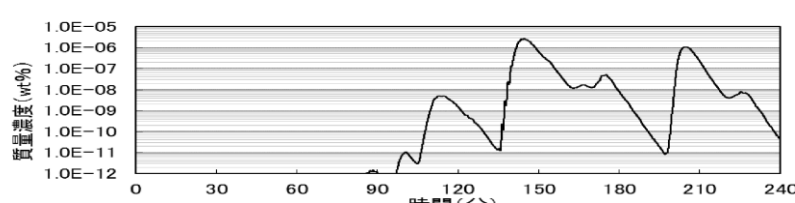
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<table border="1" data-bbox="160 264 911 365"> <tr> <td>1. 止水構造</td> <td>ブーツ構造 2</td> </tr> <tr> <td>2. 浸水経路, 浸水口の種類</td> <td>壁貫通口</td> </tr> <tr> <td>3. 貫通物</td> <td>配管 (高温)</td> </tr> </table> <p data-bbox="498 369 581 394">施工状況</p> <div data-bbox="172 453 911 718"> </div> <p data-bbox="308 730 391 756">【施工前】</p> <p data-bbox="694 730 777 756">【施工後】</p> <p data-bbox="457 890 617 915">構造図, 補足情報</p> <div data-bbox="338 940 863 1306"> </div>	1. 止水構造	ブーツ構造 2	2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口	3. 貫通物	配管 (高温)			
1. 止水構造	ブーツ構造 2								
2. 浸水経路, 浸水口の種類	壁貫通口								
3. 貫通物	配管 (高温)								
<p data-bbox="278 1373 783 1402">添付第 14-8 図 <u>ブーツ構造施工例 (2/2)</u></p>									

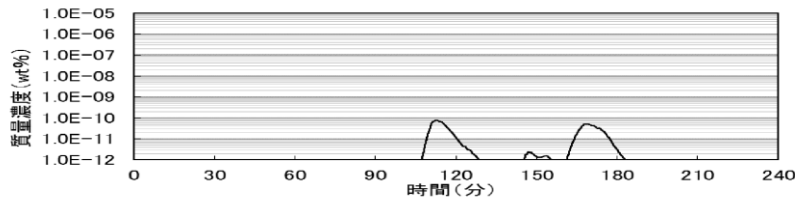
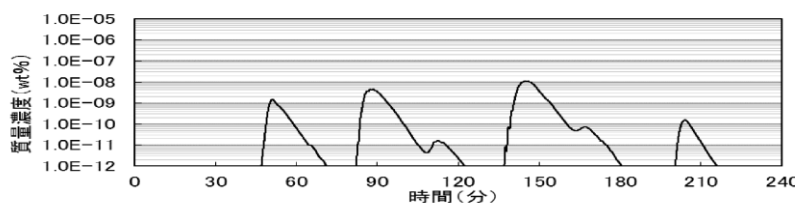
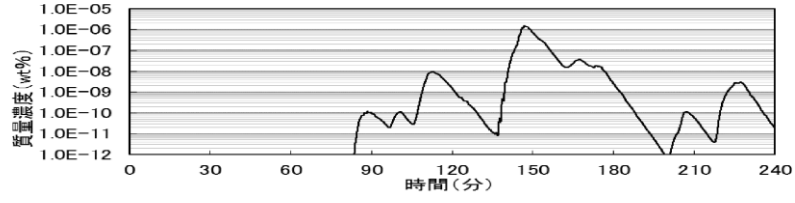
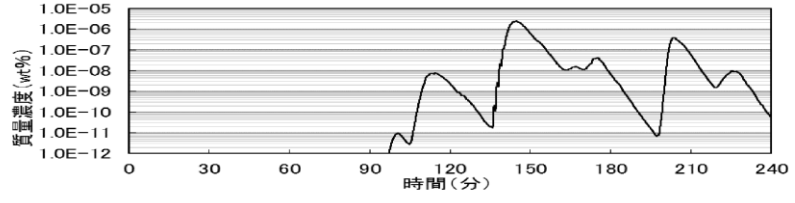
実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料14]

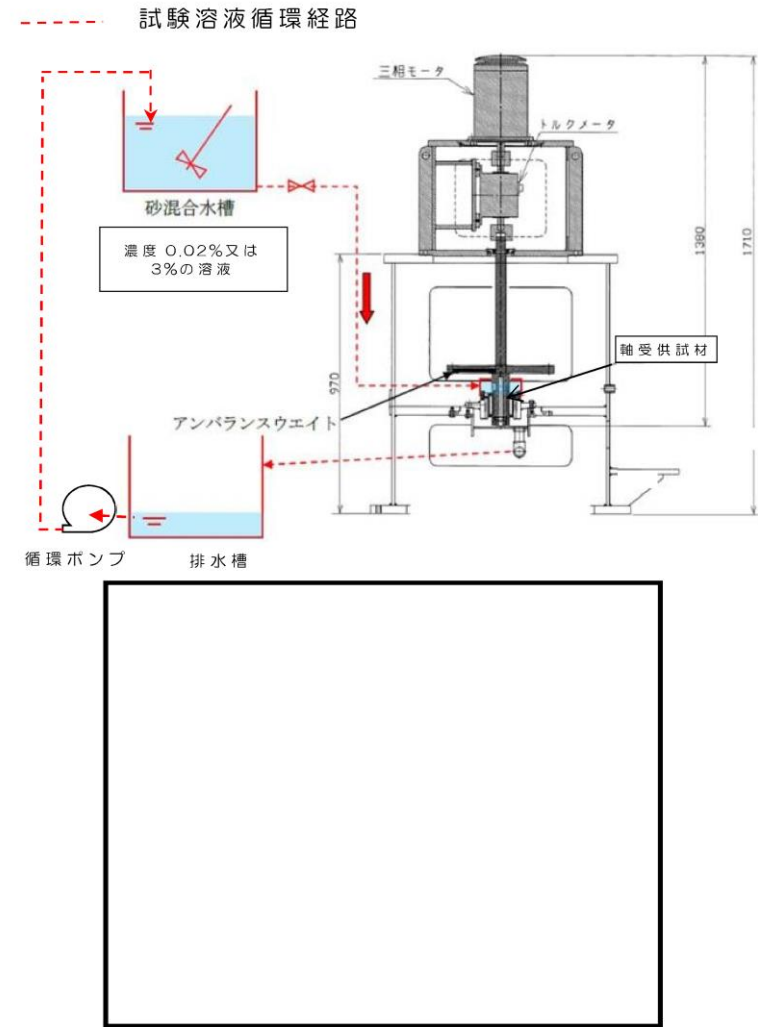
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料19</p> <p style="text-align: center;">海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>19.1 はじめに</p> <p>基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施し、解析により得られた海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度を基に、海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性について評価する。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料14</p> <p style="text-align: center;">非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>1. 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>東海第二発電所の非常用海水ポンプは、海水取水時に海水中に含まれる浮遊砂を吸い込み、軸受隙間に入り込む可能性を考慮し、砂が混入してもこれを排出することで機能維持可能な設計としている（第1図）。また、これまでの運転実績から、浮遊砂混入によるトラブルは発生していない。</p> <p>しかしながら、津波発生時は、津波により海底の砂が巻き上げられ、通常よりも浮遊砂環境が厳しくなる可能性があることから、既設のデバメタル軸受については、浮遊砂に対する耐性の高い複合軸受に取り替える計画とし、試験装置を用い、高濃度の浮遊砂濃度を模擬した試験を実施し、非常用海水ポンプ軸受の耐性を評価する。</p> <div data-bbox="943 1035 1670 1619" data-label="Diagram"> <p>第1図は、非常用海水ポンプの断面図と軸受の構成図を示しています。左側の断面図には、吐出方向（右向き）と吸込方向（左向き）が示されています。右側の軸受図には、3つの軸受が示されています。上部2つは「デバメタル軸受（気中部）」で、複合軸受*に取替え予定（*ゴム-デバメタルのハイブリッドタイプ）と記載されています。下部1つは「ゴム軸受（水中部）」と記載されています。各軸受には「異物逃し溝」が設けられており、その深さは約3.7mmと約7.0mmと示されています。</p> </div> <p style="text-align: center;">第1図 非常用海水ポンプ断面図、軸受図</p>	<p style="text-align: right;">添付資料14</p> <p style="text-align: center;">海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>1. はじめに</p> <p>海水ポンプは、取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水とともにポンプ軸受に混入したとしても、図1に示すとおり、軸受に設けられた異物排出溝（溝深さ約3.5mm）から連続排出される構造となっているため、取水機能は維持できる設計となっている。これまでの運転実績においても、浮遊砂混入による軸受損傷は発生していないが、ここでは、発電所周辺の細かな砂（粒径0.3mm程度）が軸受に混入した場合の軸受の耐性について評価する。</p> <div data-bbox="1765 1003 2463 1606" data-label="Diagram"> <p>図1は、海水ポンプの軸受構造図を示しています。左側の縦断面図には、吐出方向（右向き）と吸込方向（左向き）が示されています。右側の横断面図には、「スリーブ」が軸受の周囲に設けられており、その深さは「異物排出溝 約3.5mm」と示されています。また、「テフロン軸受断面図」として、軸受の断面が示されています。図中の赤い枠で囲った軸受は「テフロン軸受」と説明されています。</p> </div> <p style="text-align: center;">図1 海水ポンプ軸受構造図</p>	<p style="text-align: center;">備考</p> <p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は浮遊砂に対する耐性の高いテフロン軸受を使用しており、取替えは計画していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																											
<p><u>19.2 取水路における砂移動解析方法</u> <u>取水路における砂移動解析については、「1.4 入力津波の設定」における取水路の管路解析、及び「2.5 (2) a. 砂の移動・堆積に対する通水性確保」における砂の移動・堆積の数値シミュレーションの解析結果を用いて、「高橋ほか (1999) の手法」 [1] に基づく砂移動解析を実施し、浮遊砂濃度を算出する。</u> <u>砂移動解析の入力条件を添付第19-1 表に示す。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>添付第 19-1 表 砂移動解析の入力条件</u></p> <table border="1" data-bbox="157 703 884 997"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>入力値</th> <th>設定根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均粒径 [mm]</td> <td>0.27</td> <td>敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果</td> </tr> <tr> <td>空隙率</td> <td>0.4</td> <td>高橋ほか (1992)</td> </tr> <tr> <td>砂の密度 [kg/m³]</td> <td>2,690</td> <td>敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果</td> </tr> <tr> <td>浮遊砂体積濃度上限値 [%]</td> <td>1</td> <td>高橋ほか (1999)</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>19.3 取水路における砂移動解析結果</u> <u>基準津波の波源および防波堤有無の各ケースにおいて、海水ポンプ取水地点における浮遊砂濃度時刻歴を示す。6号炉を添付第19-1 図～添付第19-4図に、7号炉を添付第19-5 図～添付第19-8 図に示す。</u> <u>浮遊砂濃度が最も高い値を示すのは、6号炉および7号炉ともに、基準津波2 (防波堤なし) のケース (6号炉：添付第19-4 図、7号炉：添付第19-8図) で地震発生から約140 分経過した時点で、浮遊砂濃度は1×10⁻⁵wt%以下であった。</u></p> <table border="1" data-bbox="148 1554 896 1669"> <tbody> <tr> <td>波源</td> <td colspan="3">基準津波 1, 2</td> </tr> <tr> <td>砂移動モデル</td> <td colspan="3">高橋ほか (1999)</td> </tr> <tr> <td>算出点</td> <td>海水ポンプ取水地点</td> <td>浮遊砂体積濃度上限値</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table>	項目	入力値	設定根拠	平均粒径 [mm]	0.27	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果	空隙率	0.4	高橋ほか (1992)	砂の密度 [kg/m ³]	2,690	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果	浮遊砂体積濃度上限値 [%]	1	高橋ほか (1999)	波源	基準津波 1, 2			砂移動モデル	高橋ほか (1999)			算出点	海水ポンプ取水地点	浮遊砂体積濃度上限値	1%			<p>・資料構成の相違 【柏崎 6/7】 砂移動解析の方法及び結果については、「3. 砂濃度評価」に記載</p>
項目	入力値	設定根拠																												
平均粒径 [mm]	0.27	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果																												
空隙率	0.4	高橋ほか (1992)																												
砂の密度 [kg/m ³]	2,690	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果																												
浮遊砂体積濃度上限値 [%]	1	高橋ほか (1999)																												
波源	基準津波 1, 2																													
砂移動モデル	高橋ほか (1999)																													
算出点	海水ポンプ取水地点	浮遊砂体積濃度上限値	1%																											

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 19-1 図 6 号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)</p>  <p>添付第 19-2 図 6 号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)</p>  <p>添付第 19-3 図 6 号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)</p>  <p>添付第 19-4 図 6 号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 19-5 図 7 号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)</p>  <p>添付第 19-6 図 7 号炉 基準津波 1 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)</p>  <p>添付第 19-7 図 7 号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤あり)</p>  <p>添付第 19-8 図 7 号炉 基準津波 2 浮遊砂濃度時刻歴 (防波堤なし)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																									
	<p>2. 軸受摩耗試験</p> <p>試験装置に、<u>軸受供試材を取り付けて一定時間運転し、運転前後の供試材寸法測定により摩耗量を求めた。試験溶液の砂濃度は、通常運転時模擬濃度 0.02[wt%]及び高濃度 3[wt%]を設定し、試験時間を通して、連続的にこの濃度の溶液が軸受に供給される試験系統とした。</u></p> <p>試験装置の概略構成図を第2図に示す。</p>	<p>2. 軸受摩耗試験</p> <p>(1) 試験方法</p> <p>試験ピット内に粒径 0.3mm 程度の砂を入れ、<u>実機海水ポンプを用い軸受の摩耗量を測定した。試験における砂濃度は、島根2号炉の取水槽位置における砂濃度を包絡し、また、濃度の違いによる摩耗の傾向を把握するため2点設定した。試験条件を表1に、海水ポンプ軸受摩耗試験装置の概要を図2に示す。</u></p> <p style="text-align: center;">表1 試験条件</p> <table border="1" data-bbox="1730 716 2478 982"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th colspan="2">試験条件</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">砂濃度</td> <td>1回目</td> <td>0.016wt%</td> <td rowspan="2">島根2号炉取水槽位置における砂濃度を包絡し、傾向把握のため2点設定。</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>0.100wt%</td> </tr> <tr> <td>吐出量</td> <td colspan="2">2040m³/h</td> <td>ポンプの定格流量。</td> </tr> <tr> <td>砂仕様</td> <td colspan="2">宇部珪砂(6号)</td> <td>発電所周辺の細かな砂(粒径0.3mm程度)が多く含まれる砂を採用。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">試験時間</td> <td>1回目</td> <td>2時間</td> <td>試験時間: 2時間2分(122分)</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>2時間</td> <td>試験時間: 2時間22分(142分)</td> </tr> </tbody> </table>	項目	試験条件		備考	砂濃度	1回目	0.016wt%	島根2号炉取水槽位置における砂濃度を包絡し、傾向把握のため2点設定。	2回目	0.100wt%	吐出量	2040m ³ /h		ポンプの定格流量。	砂仕様	宇部珪砂(6号)		発電所周辺の細かな砂(粒径0.3mm程度)が多く含まれる砂を採用。	試験時間	1回目	2時間	試験時間: 2時間2分(122分)	2回目	2時間	試験時間: 2時間22分(142分)	<p>・評価内容の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、軸受の砂耐性について、試験により確認</p> <p>・試験内容の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、実機海水ポンプを用いた試験を実施</p>
項目	試験条件		備考																									
砂濃度	1回目	0.016wt%	島根2号炉取水槽位置における砂濃度を包絡し、傾向把握のため2点設定。																									
	2回目	0.100wt%																										
吐出量	2040m ³ /h		ポンプの定格流量。																									
砂仕様	宇部珪砂(6号)		発電所周辺の細かな砂(粒径0.3mm程度)が多く含まれる砂を採用。																									
試験時間	1回目	2時間	試験時間: 2時間2分(122分)																									
	2回目	2時間	試験時間: 2時間22分(142分)																									



第2図 試験装置概略図

軸受供試材は、既設のゴム軸受（水中部）と、複合軸受（デバメタル軸受（気中部）から取替を計画している軸受※）の供試材を用いた。第1表に、軸受摩耗試験条件を示す。

※以下のとおり東海第二発電所と類似環境で運用される同型式の海水ポンプに採用実績がある。また、良好な運転実績（軸受に起因する不具合なし）がある。

- A原子力発電所 a号炉
- A原子力発電所 b号炉
- B原子力発電所 a号炉

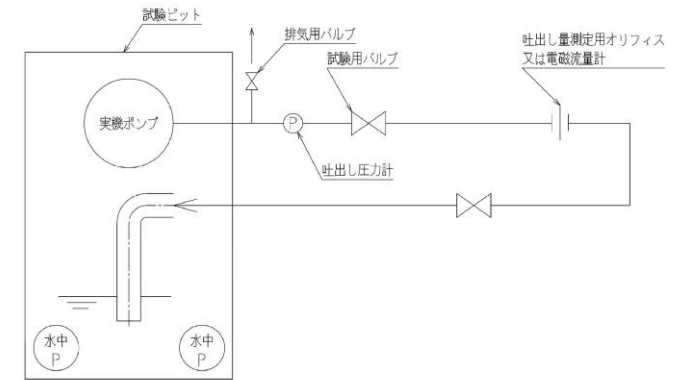


図2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置概要

・試験内容の相違
【東海第二】
 島根2号炉は、実機海水ポンプを用いた試験を実施

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
	<p><u>B原子力発電所 b号炉</u> <u>B原子力発電所 c号炉</u> <u>B原子力発電所 d号炉</u> <u>C原子力発電所 a号炉</u></p> <p style="text-align: center;"><u>第1表 軸受摩耗試験条件</u></p> <table border="1" data-bbox="943 531 1679 814"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>試験条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回転数 [m/s]</td> <td>試験装置：5(実機：9.4*¹)</td> </tr> <tr> <td>面圧 [kPa]</td> <td>3.7*²</td> </tr> <tr> <td>砂粒径 [mm]</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>軸受供試材材料</td> <td>ゴム，複合型</td> </tr> <tr> <td>試験時間[hr]</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：試験時摩耗量に9.4/5を乗じて実機周速に補正 *2：回転体アンバランスによる実機の振れ回りを再現した荷重</p> <p><u>軸受摩耗試験結果から，寿命評価式(①式)を用いて比摩耗量 K₁ を算出した結果を以下に示す。</u></p> $T_1 = \frac{\sigma}{PVK_1} \dots \textcircled{1} \quad (\text{機械工学便覧参照})$ <p><u>K₁：比摩耗量[mm²/kgf]</u> <u>σ：摩耗量[mm]</u> <u>P：軸受面圧[kgf/mm²]</u> <u>V：周速[mm/s]</u> <u>T₁：摩耗量σに至るまでの時間[s]</u></p> <p><u>【ゴム軸受】</u> <u>0.02[wt%]濃度時の比摩耗量 K₁ (ω₀) 2.74×10⁻⁷[mm²/kgf]</u> <u>3[wt%]濃度時の比摩耗量 K₁ (ω) 4.65×10⁻⁶[mm²/kgf]</u></p> <p><u>【複合軸受】</u> <u>0.02[wt%]濃度時の比摩耗量 K₁ (ω₀) 9.41×10⁻⁷[mm²/kgf]</u> <u>3[wt%]濃度時の比摩耗量 K₁ (ω) 5.76×10⁻⁶[mm²/kgf]</u></p>	項目	試験条件	回転数 [m/s]	試験装置：5(実機：9.4* ¹)	面圧 [kPa]	3.7* ²	砂粒径 [mm]	0.15	軸受供試材材料	ゴム，複合型	試験時間[hr]	5	<p>(2) 試験結果</p> <p><u>砂濃度 0.016wt%及び 0.1wt%における実機海水ポンプの軸受摩耗結果から1時間あたりの摩耗量を算出した。試験結果より確認された軸受の1時間当たりの摩耗量を表2に，濃度と摩耗量の関係を図3に示す。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>表2 試験における軸受の摩耗量</u></p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>・評価内容の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は，実機海水ポンプを用いた試験を実施したことから，試験摩耗量を評価に使用</p>
項目	試験条件														
回転数 [m/s]	試験装置：5(実機：9.4* ¹)														
面圧 [kPa]	3.7* ²														
砂粒径 [mm]	0.15														
軸受供試材材料	ゴム，複合型														
試験時間[hr]	5														

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
	<p><u>K1ω0: 0.02[wt%]における比摩耗量</u> <u>K1ω :3 [wt%]における比摩耗量</u></p>	<div data-bbox="1724 352 2484 842" style="border: 1px solid black; height: 233px; width: 256px; margin-bottom: 10px;"></div> <p style="text-align: center;"><u>図3 試験における濃度(wt%)と摩耗量(mm)の関係</u></p> <p><u>3. 砂濃度評価</u> <u>島根2号炉の取水槽位置の砂濃度は表3に示す条件にて解析を実施し算出している。取水槽位置での砂濃度は図4に示すとおりであり、取水槽で砂濃度の変化が見られる12000秒から砂濃度が下降傾向を示す19800秒間の平均砂濃度 0.25×10^{-3} wt% を評価に用いることとする。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>表3 基準津波による砂移動の解析条件</u></p> <table border="1" data-bbox="1724 1472 2484 1570"> <tr> <td>波源</td> <td colspan="3">鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波</td> </tr> <tr> <td>砂移動モデル</td> <td colspan="3">高橋ほか(1999)の手法による検討結果</td> </tr> <tr> <td>算出点</td> <td>取水槽位置</td> <td>浮遊砂体積濃度上限値</td> <td>1%</td> </tr> </table>	波源	鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波			砂移動モデル	高橋ほか(1999)の手法による検討結果			算出点	取水槽位置	浮遊砂体積濃度上限値	1%	<p>・評価条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 基準津波の違いによる評価条件の相違</p>
波源	鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波														
砂移動モデル	高橋ほか(1999)の手法による検討結果														
算出点	取水槽位置	浮遊砂体積濃度上限値	1%												

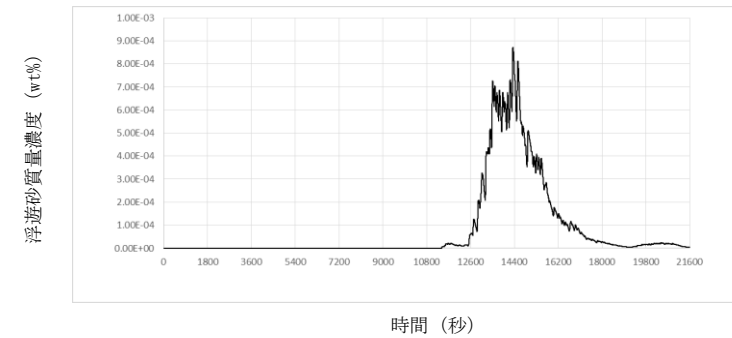


図4 基準津波1 (防波堤有り, 循環水ポンプ停止) による砂濃度の評価結果

3. 軸受寿命評価 (0.02[wt%], 3[wt%])

試験時, 基準津波時の浮遊砂濃度 (評価点) が未知であったことから, 通常時を模擬した浮遊砂濃度 0.02[wt%]と, 基準津波時に予想される高濃度を包絡すると予想される濃度 3[wt%]で摩耗量を実測し, 比摩耗量の評価及び軸受寿命を算出した。

第2表 比摩耗量と軸受寿命(0.02[wt%], 3[wt%])

0.02wt%試験実測値						
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)
ゴム軸受/ 0.02%	0.0171	0.00037	9400	2.73145E-07	1.012	1065263.158
複合軸受/ 0.02%	0.0589	0.00037	9400	9.40834E-07	1.012	309269.9491
3wt%試験実測値						
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)
ゴム軸受/ 3%	0.5814	0.00037	9400	4.64347E-06	1.012	62662.5387
複合軸受/ 3%	0.7201	0.00037	9400	5.75123E-06	1.012	50592.9732

摩耗量 (平均) : 軸受試験前と試験後の寸法差の平均
 面圧 : 実機を模擬した面圧
 周速 : 実機周速
 比摩耗量 : ①式にて算出
 許容隙間 : 設計許容隙間
 軸受寿命 : 初期隙間が許容隙間に至るまでの時間

・評価内容の相違
 【東海第二】
 島根2号炉は, 実機海水ポンプを用いた試験を実施したことから, 試験摩耗量を評価に使用

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>4. 軸受寿命評価(0.48[wt%])</p> <p>基準津波時の砂移動解析結果から、非常用海水ポンプ室近傍の浮遊砂濃度は、0.18[vol%]との結果が得られたことから、砂の密度 2.72[g/cm³]を乗じて重量濃度 0.48[wt%]に換算した上で、比摩耗量の式 (2) を参考に、0.02 [wt%] と 3 [wt%] の試験結果から、浮遊砂濃度 0.48[wt%]における比摩耗量を算出した。</p> <p>なお、比摩耗量の式 (2) は公開文献「立軸ポンプセラミックス軸受に関する研究」*から引用している。この公開文献では、200~3000ppm のスラリー濃度の軸受摩耗量を測定しており、比摩耗量とスラリー濃度との間には相関関係があると結論づけられており、この知見を参考とした。</p> $\frac{\omega}{\omega_0} = \left[\frac{C\omega}{C_0} \right]^{0.9} \dots \textcircled{2}$ <p>*出典：立軸ポンプセラミックス軸受に関する研究，湧川ほか（日本機械学会論文集（B編）53巻491号（昭62-7）、pp.2094~2098</p> <p>②式を参考とし、0.02[wt%]の比摩耗量と3[wt%]の比摩耗量の2点間が線形近似できると評価し、以下の式にて0.48[wt%]におけるゴム軸受と複合軸受の比摩耗量を算出した。</p> <p>【ゴム軸受】</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div> <p>比摩耗量 $k=1.64748 \times 10^{-6} [\text{mm}^2/\text{kgf}] \dots \textcircled{3}$</p>	<p>4. 軸受耐性評価結果</p> <p>(1) 軸受評価方法</p> <p>軸受評価の方法については、砂濃度 0.016wt%及び 0.1wt%の試験で求められた濃度と摩耗量の関係から、砂濃度が低いときに摩耗量は低くなる傾向にある。島根2号炉の取水槽位置の砂濃度は、0.25×10^{-3}wt%であるため、砂濃度 0.016wt%の試験で確認された摩耗量より低くなると考えられるが、ここでは保守的に、試験結果から得られた 0.016wt%の砂濃度における摩耗量 を用いることとする。評価に用いる摩耗量を図5に示す。</p> <div style="border: 1px solid black; height: 250px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center; color: red;">図5 評価に用いる摩耗量</p> <p>(2) 軸受評価結果</p> <p>隙間管理値に達するまでの許容寸法 に対し、1時間あたりの摩耗量を とすると、運転可能時間は約 82 時間と評価される。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 評価内容の相違 【東海第二】 島根2号炉は、実機海水ポンプを用いた試験を実施したことから、試験摩耗量を評価に使用

【複合軸受】



比摩耗量 $k = 2.9662 \times 10^{-6} [\text{mm}^2 / \text{kgf}] \cdots \textcircled{4}$

③及び④を元に寿命評価した結果、隙間許容値に至るまでの運転時間は、第3表のとおり、ゴム軸受で約49時間、複合軸受で約27時間と評価した。

第3表 比摩耗量と軸受寿命(0.48wt%)

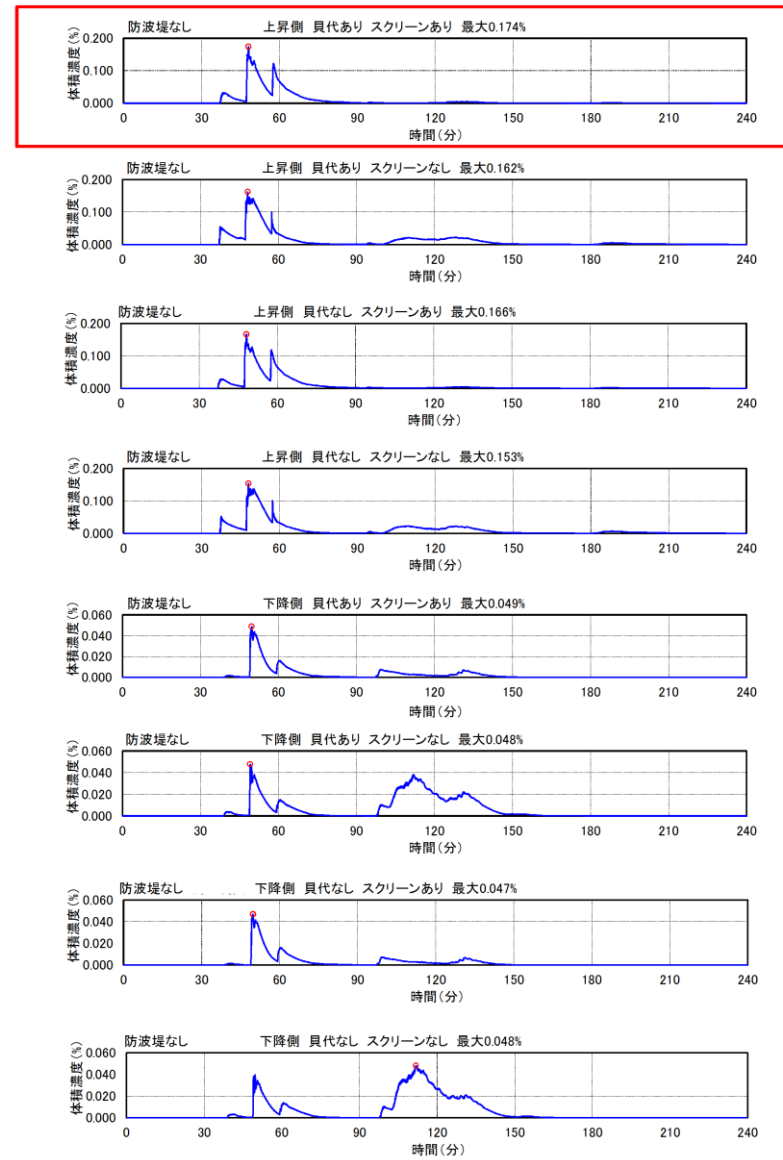
0.48wt% (評価濃度)における寿命評価							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm ²]	周速[mm/s]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 0.48	-	0.00037	9400	1.64748E-06	1.012	176616.1197	49.06003324
複合軸受/ 0.48	-	0.00037	9400	2.9662E-06	1.012	98095.94829	27.24887453

浮遊砂濃度と比摩耗量との相関関係を第3図及び第4図に示す。



第3図 浮遊砂濃度と比摩耗量との相関図 (ゴム軸受)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="961 285 1659 716" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="982 743 1638 779">第4図 浮遊砂濃度と比摩耗量との相関図 (複合軸受)</p> <p data-bbox="931 835 1347 867">5. 浮遊砂濃度のピーク時間の評価</p> <p data-bbox="982 882 1694 1050">基準津波時の砂移動計算結果から得られた砂濃度の時刻歴グラフを第5図に、取水口及び取水構造物 (取水路及び取水ピット) の配置を第6図に示す。また、砂移動計算の諸条件を第4表に、その他の解析条件を第5表に示す。</p> <p data-bbox="982 1060 1694 1228">非常用海水ポンプが設置される全水路の計算結果から、最も高い砂濃度を示すE水路のケースを想定しても、基準津波時の浮遊砂濃度のピークは数分で収束し、軸受摩耗試験で設定したような連続5時間の高濃度の状態は認められない。</p>		<p data-bbox="2516 835 2795 1045">・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は、浮遊砂の評価について「3. 砂濃度評価」に記載</p>



第5図 浮遊砂濃度時刻歴グラフ

(E水路水位上昇時 (防波堤なし, 貝代考慮, スクリーンあり))

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
	<div data-bbox="931 262 1685 1344" style="border: 2px solid black; height: 515px; width: 254px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="931 1375 1685 1407" style="text-align: center;">第6図 取水口及び取水構造物（取水路及び取水ピット）配置図</p> <p data-bbox="1142 1459 1484 1491" style="text-align: center;">第4表 砂移動計算の諸条件</p> <table border="1" data-bbox="943 1522 1673 1837"> <thead> <tr> <th></th> <th>設定値</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>砂移動モデル</td> <td>高橋ほか(1999)によるモデル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>マンシングの粗度係数</td> <td>0.03[m^{-1/3}・s]</td> <td>土木学会(2002)より</td> </tr> <tr> <td>浮遊砂体積濃度上限値</td> <td>1,3,5[vol%] うち, 1[vol%]が最もよく砂移動を再現していると確認できたことから, 上限濃度1%時の解析結果を採用</td> <td></td> </tr> <tr> <td>砂の粒径</td> <td>0.15[mm]</td> <td>底質調査より設定</td> </tr> <tr> <td>砂粒の密度</td> <td>2.72[g/cm³]</td> <td>底質調査より設定</td> </tr> </tbody> </table>		設定値	備考	砂移動モデル	高橋ほか(1999)によるモデル		マンシングの粗度係数	0.03[m ^{-1/3} ・s]	土木学会(2002)より	浮遊砂体積濃度上限値	1,3,5[vol%] うち, 1[vol%]が最もよく砂移動を再現していると確認できたことから, 上限濃度1%時の解析結果を採用		砂の粒径	0.15[mm]	底質調査より設定	砂粒の密度	2.72[g/cm ³]	底質調査より設定		
	設定値	備考																			
砂移動モデル	高橋ほか(1999)によるモデル																				
マンシングの粗度係数	0.03[m ^{-1/3} ・s]	土木学会(2002)より																			
浮遊砂体積濃度上限値	1,3,5[vol%] うち, 1[vol%]が最もよく砂移動を再現していると確認できたことから, 上限濃度1%時の解析結果を採用																				
砂の粒径	0.15[mm]	底質調査より設定																			
砂粒の密度	2.72[g/cm ³]	底質調査より設定																			

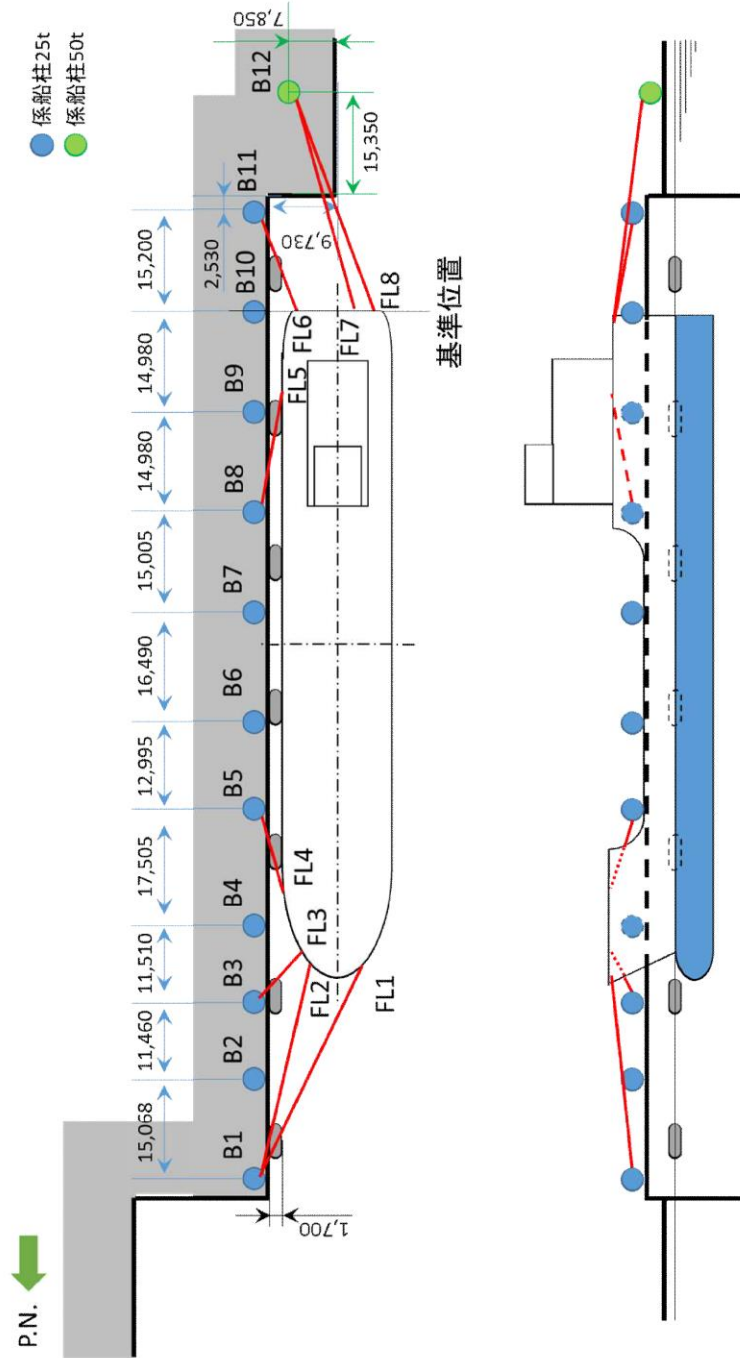
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<p>19.4 海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性評価</p> <p><u>基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析によって得られた海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度は、6号炉および7号炉ともに1×10^{-5}wt%以下であった。</u></p> <p><u>浮遊砂濃度1×10^{-5}wt%は、原子炉補機冷却海水ポンプ(1台:流量$1,800\text{m}^3/\text{h}$)が海水とともに取水する浮遊砂量は$3\text{g}/\text{min}$程度と微量であることを示す。また、取水された多くの海水は、軸受摺動面隙間より断面積比で約60倍ある揚水管内側流路を通過することを踏まえると、軸受摺動面に混入する浮遊砂量は$3\text{g}/\text{min}$よりさらに減少することが見込まれることから、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響はないと評価する。</u></p> <p>参考文献 <u>[1]: 「掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発」, 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔・海岸工学論文集, 46, 606-610, 1999.</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>第5表 その他の解析条件</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>評価条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>海水取水流量$[\text{m}^3/\text{hr}]$</td> <td>2549.4*</td> </tr> <tr> <td>その他の考慮事項</td> <td>防波堤の有無, スクリーンの有無, 貝代の有無</td> </tr> </tbody> </table> <p>*非常用海水ポンプ全台運転, 循環水ポンプ及び補機冷却系海水系ポンプ停止時の流量</p> <p>6. 総合評価</p> <p><u>東海第二発電所の非常用海水ポンプの軸受は、基準津波時に海水中に含まれる浮遊砂(中央粒径0.15mm)が混入しても、砂排出溝(約$3.7\text{mm} \sim 7.0\text{mm}$)によりこれを排出することで機能維持可能である。</u></p> <p><u>また、基準津波に伴い巻き上げられた浮遊砂が軸受に巻き込まれたとしても、ポンピット近傍が高濃度の浮遊砂の状態にある時間は数分で収束することから、試験結果から得られた運転可能時間で十分包絡でき、非常用海水ポンプの軸受は機能維持可能である。</u></p>	項目	評価条件	海水取水流量 $[\text{m}^3/\text{hr}]$	2549.4*	その他の考慮事項	防波堤の有無, スクリーンの有無, 貝代の有無	<p>5. まとめ</p> <p><u>津波襲来による浮遊砂濃度が上昇する時間は長くても3時間程度であり、津波襲来時に海水ポンプ軸受部に浮遊砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題はない。</u></p>	<p>・評価内容の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、実機海水ポンプを用いた試験を実施</p>
項目	評価条件								
海水取水流量 $[\text{m}^3/\text{hr}]$	2549.4*								
その他の考慮事項	防波堤の有無, スクリーンの有無, 貝代の有無								

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

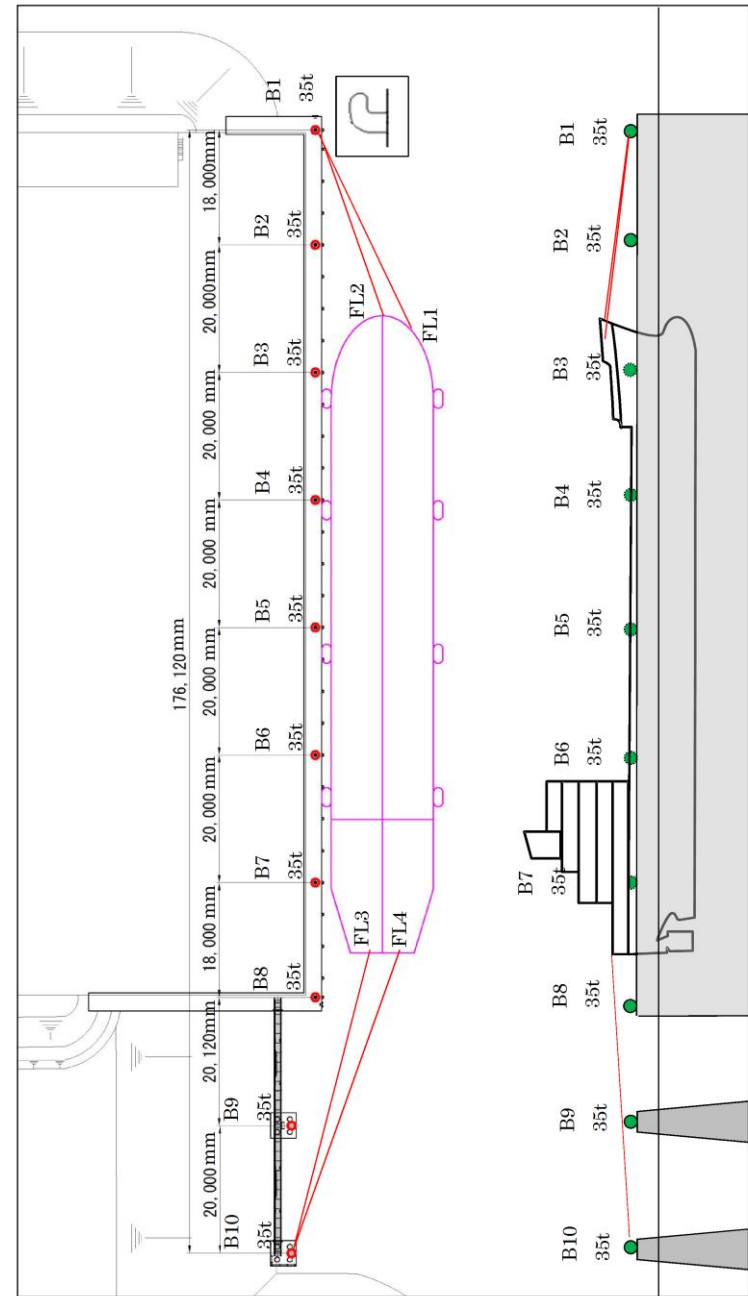
まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料16]

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: center;">添付資料21</p> <p style="text-align: center;">燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>21.1 概要</p> <p>燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波警報等発令時、原則、緊急退避するが、津波流向及び物揚場と取水口との位置関係を踏まえ、短時間に津波が襲来する場合を考慮し、係留索の耐力について評価を実施する。</p> <p>係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。</p> <p>本書では、輸送船が備えている係留索の係留力及び津波による流圧力を石油会社国際海事評議会OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）刊行“Mooring Equipment Guidelines”の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。なお、同書は船舶の係留方法・係留設備に関わる要求事項を規定するものであり、流圧力の評価については大型タンカーを主たる適用対象とするものであるが、輸送船は大型タンカーと同じ1軸船であり、水線下の形状が類似しているため、同評価を輸送船に適用することは可能と考える。</p>	<p style="text-align: center;">添付資料19</p> <p style="text-align: center;">燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>1. 概要</p> <p>燃料等輸送船（以下「輸送船」という。）は、津波警報等発令時は、原則として緊急退避するが、極めて短時間に津波が襲来する場合を考慮し、津波の流向及び物揚岸壁（以下「岸壁」という。）と取水口の位置関係を踏まえ、係留索の耐力について評価を実施する。</p> <p>係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。</p> <p>今回、輸送船が備えている係留索の係留力及び流圧力について、石油会社国際海事評議会 OCIMF（Oil Companies International Marine Forum）の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。</p>	<p style="text-align: center;">添付資料16</p> <p style="text-align: center;">燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>1. 概要</p> <p>燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留することとなる。そのため、ここでは、係留索の耐力について評価を実施する。また、耐津波設計における係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について別紙に示す。</p> <p>係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。</p> <p>本書では、輸送船が備えている係留索の係留力及び津波による流圧力を石油会社国際海事評議会 OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）刊行“Mooring Equipment Guidelines”の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。なお、同書は船舶の係留方法・係留設備に関わる要求事項を規定するものであり、流圧力の評価については大型タンカーを主たる適用対象とするものであるが、輸送船は大型タンカーと同じ1軸船であり、水線下の形状が類似しているため、同評価を輸送船に適用することは可能と考える。</p>	<p>備考</p> <p>・記載内容の相違</p> <p>【柏崎6/7、東海第二】</p> <p>島根2号炉は、係船柱及び係船環の必要性等について記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																				
<p>21.2 評価</p> <p>(1) 輸送船, 係留索, 係船柱</p> <p>輸送船, 係留索, 係船柱の仕様を添付第21-1表に, 配置を添付第21-1図に示す。</p> <p>添付第21-1表 輸送船, 係留索, 係船柱の仕様</p> <table border="1" data-bbox="157 1161 923 1619"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">輸送船</td> <td>総トン数</td> <td>約5,000トン</td> </tr> <tr> <td>載貨重量トン</td> <td>約3,000トン</td> </tr> <tr> <td>喫水</td> <td>約5m</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>100.0m (垂線間長: 94.4m)</td> </tr> <tr> <td>型幅</td> <td>16.5m</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(添付第21-1図参照)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係留索</td> <td>直径</td> <td>60mm (ノミナル値)</td> </tr> <tr> <td>素材種別</td> <td>Polyethylene Rope Grade 1</td> </tr> <tr> <td>破断荷重</td> <td>279kN (キロニュートン) =28.5tonf</td> </tr> <tr> <td></td> <td>係船機プレーキ力</td> <td>28.5tonf×0.7≒20.0tonf</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係船柱</td> <td>ビット数, 位置</td> <td>(添付第21-1図参照)</td> </tr> <tr> <td>係留状態</td> <td>(添付第21-1図参照)</td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>25t, 50t</td> </tr> </tbody> </table>	項目	仕様	輸送船	総トン数	約5,000トン	載貨重量トン	約3,000トン	喫水	約5m	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)	型幅	16.5m	形状	(添付第21-1図参照)	係留索	直径	60mm (ノミナル値)	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf		係船機プレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf	係船柱	ビット数, 位置	(添付第21-1図参照)	係留状態	(添付第21-1図参照)	強度	25t, 50t	<p>なお, 岸壁については, 基準地震動S_sに対して, 必要な対策工を実施し, 当初の位置及び高さ確保すること(添付資料18参照), また, 津波に対して, 緊急退避可能時間(本文第2.5-26図参照)を考慮すると, 基準津波及び早く到達する敷地周辺の海域活断層を波源とした津波の到達(第2表)までに輸送船は退避可能であることから, 本係留索の耐力評価に影響を及ぼさない。</p> <p>2. 評価</p> <p>(1) 輸送船, 係留索, 係留柱</p> <p>輸送船, 係留索, 係留柱の仕様を第1表に, 配置を第1図に示す。</p> <p>第1表 輸送船, 係留索, 係留柱の仕様</p> <table border="1" data-bbox="982 1167 1670 1749"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">輸送船</td> <td>総トン数</td> <td>約5,000t</td> </tr> <tr> <td>載貨重量トン</td> <td>約3,000t</td> </tr> <tr> <td>喫水</td> <td>約5m</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>100.0m (垂線間長: 94.4m)</td> </tr> <tr> <td>型幅</td> <td>16.5m</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係留索</td> <td>直径</td> <td>60mm (ノミナル値)</td> </tr> <tr> <td>素材種別</td> <td>Polyethylene Rope Grade 1</td> </tr> <tr> <td>破断荷重</td> <td>279kN (≒28.5tonf)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>係船機プレーキ力</td> <td>28.5tonf×0.7≒20.0tonf</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">係留柱</td> <td>形状</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td>ビット数, 位置</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td>係留状態</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>35.0tonf</td> </tr> </tbody> </table>	項目	仕様	輸送船	総トン数	約5,000t	載貨重量トン	約3,000t	喫水	約5m	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)	型幅	16.5m	形状	(第1図参照)	係留索	直径	60mm (ノミナル値)	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1	破断荷重	279kN (≒28.5tonf)		係船機プレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf	係留柱	形状	(第1図参照)	ビット数, 位置	(第1図参照)	係留状態	(第1図参照)	強度	35.0tonf	<p>なお, 荷揚場については, 岩着構造であり, 基準地震動S_sに対して損傷することはなく, 本係留索の耐力評価に影響を及ぼさない(添付資料38参照)。</p> <p>2. 評価</p> <p>(1) 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様</p> <p>輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様を表1に, 輸送船の配置例及び係船柱, 係船環の位置を図1に示す。</p> <p>表1 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様</p> <table border="1" data-bbox="1754 1152 2487 1644"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">輸送船</td> <td>総トン数</td> <td>約5,000トン</td> </tr> <tr> <td>載貨重量トン</td> <td>約3,000t</td> </tr> <tr> <td>喫水</td> <td>約5m</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>100.0m (垂線間長: 94.4m)</td> </tr> <tr> <td>型幅</td> <td>16.5m</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係留索</td> <td>直径</td> <td>60mm (ノミナル値)</td> </tr> <tr> <td>素材種別</td> <td>Polyethylene Rope Grade 1</td> </tr> <tr> <td>破断荷重</td> <td>279kN (キロニュートン) =28.5tonf</td> </tr> <tr> <td></td> <td>係船機プレーキ力</td> <td>28.5tonf×0.7≒20.0tonf</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">係船柱及び係船環</td> <td>形状</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td>ビット数, 位置</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td>係留状態</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>25t</td> </tr> </tbody> </table>	項目	仕様	輸送船	総トン数	約5,000トン	載貨重量トン	約3,000t	喫水	約5m	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)	型幅	16.5m	形状	(図1参照)	係留索	直径	60mm (ノミナル値)	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf		係船機プレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf	係船柱及び係船環	形状	(図1参照)	ビット数, 位置	(図1参照)	係留状態	(図1参照)	強度	25t	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉の荷揚場は基準地震動S_sに対して損傷しない</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では海域活断層から想定される地震による津波に対して, 緊急退避を想定しない</p> <p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>設備構成及び係船柱強度の相違</p>
項目	仕様																																																																																																						
輸送船	総トン数	約5,000トン																																																																																																					
	載貨重量トン	約3,000トン																																																																																																					
	喫水	約5m																																																																																																					
	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)																																																																																																					
	型幅	16.5m																																																																																																					
	形状	(添付第21-1図参照)																																																																																																					
係留索	直径	60mm (ノミナル値)																																																																																																					
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1																																																																																																					
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf																																																																																																					
	係船機プレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf																																																																																																					
係船柱	ビット数, 位置	(添付第21-1図参照)																																																																																																					
	係留状態	(添付第21-1図参照)																																																																																																					
	強度	25t, 50t																																																																																																					
項目	仕様																																																																																																						
輸送船	総トン数	約5,000t																																																																																																					
	載貨重量トン	約3,000t																																																																																																					
	喫水	約5m																																																																																																					
	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)																																																																																																					
	型幅	16.5m																																																																																																					
	形状	(第1図参照)																																																																																																					
係留索	直径	60mm (ノミナル値)																																																																																																					
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1																																																																																																					
	破断荷重	279kN (≒28.5tonf)																																																																																																					
	係船機プレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf																																																																																																					
係留柱	形状	(第1図参照)																																																																																																					
	ビット数, 位置	(第1図参照)																																																																																																					
	係留状態	(第1図参照)																																																																																																					
	強度	35.0tonf																																																																																																					
項目	仕様																																																																																																						
輸送船	総トン数	約5,000トン																																																																																																					
	載貨重量トン	約3,000t																																																																																																					
	喫水	約5m																																																																																																					
	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)																																																																																																					
	型幅	16.5m																																																																																																					
	形状	(図1参照)																																																																																																					
係留索	直径	60mm (ノミナル値)																																																																																																					
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1																																																																																																					
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf																																																																																																					
	係船機プレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf																																																																																																					
係船柱及び係船環	形状	(図1参照)																																																																																																					
	ビット数, 位置	(図1参照)																																																																																																					
	係留状態	(図1参照)																																																																																																					
	強度	25t																																																																																																					



添付第 21-1 図 輸送船, 係留索, 係船柱の配置



第 1 図 輸送船, 係留索, 係留柱の配置

※接岸時には通常 6 本以上で係留する。本評価においては、保守的に鋼船規則上の最低本数 (4 本) を仮定

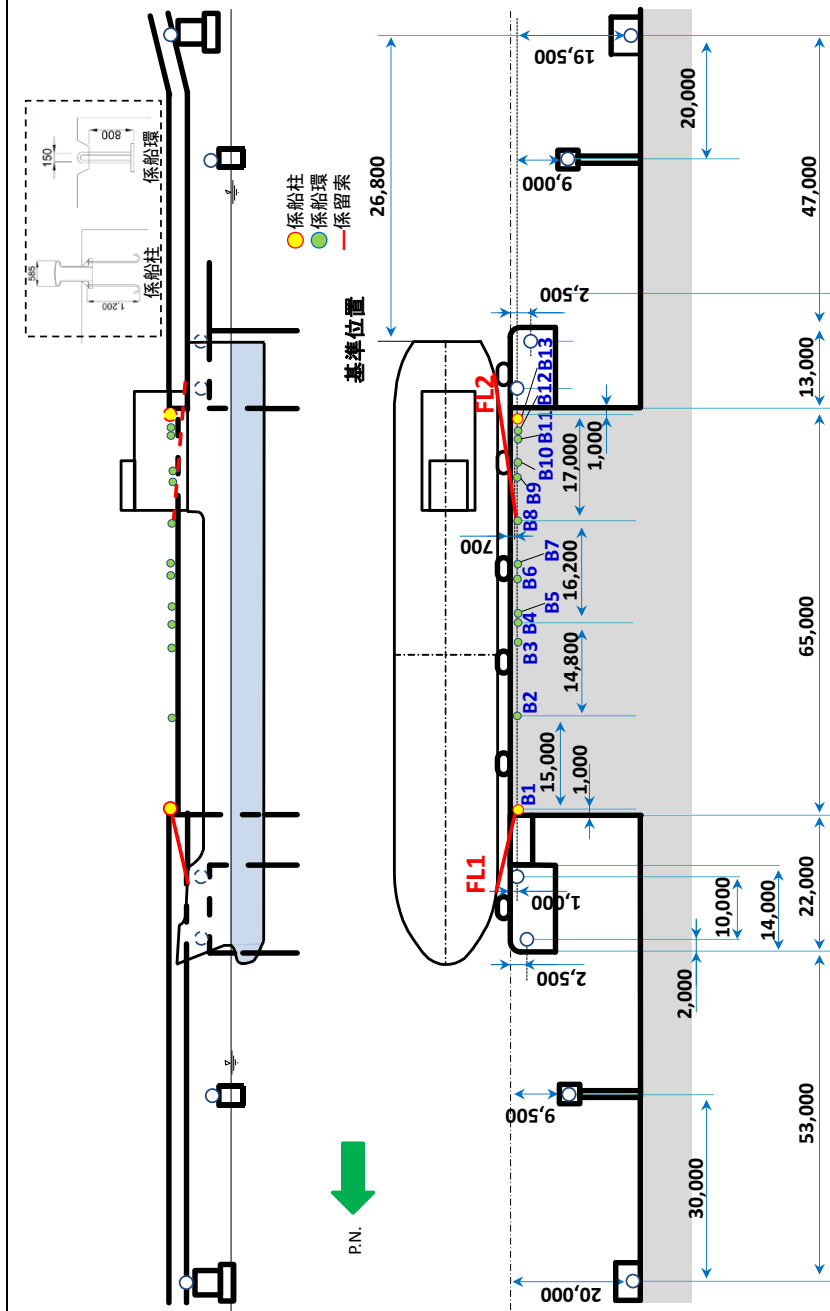
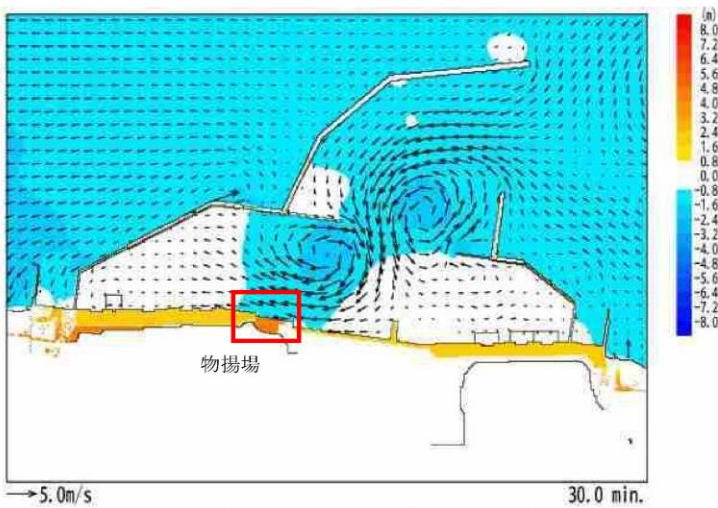
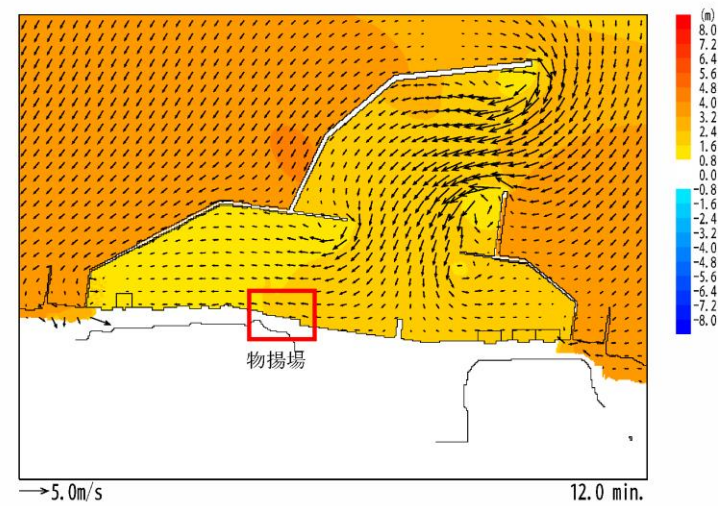


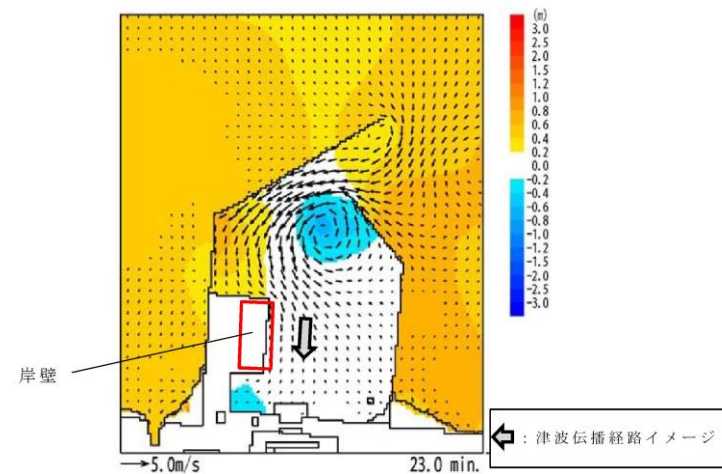
図 1 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の配置

・設備の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
荷揚場設備の配置等の相違

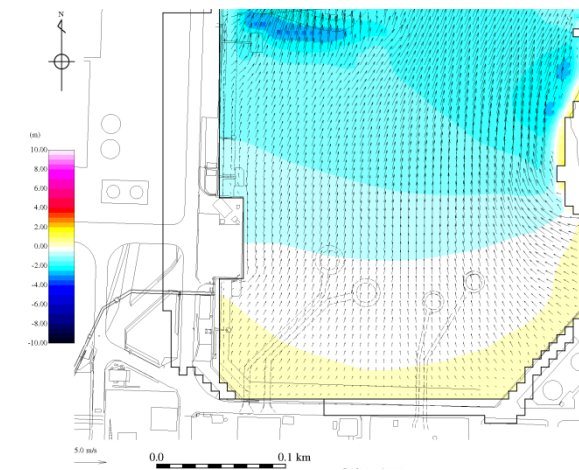
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考															
<p>基準津波3による物揚場近傍の流向は、添付第21-2図に例示するとおり物揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し、輸送船は物揚場（コンクリート製）と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。</p>	<p>第2表 各海域活断層の津波高さと到達時間の関係（取水口前面）</p> <table border="1" data-bbox="958 310 1694 491"> <thead> <tr> <th>海域活断層名</th> <th>最高水位 (T.P. m)</th> <th>到達時刻 (分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F1～塩ノ平</td> <td>+1.7</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>F3～F4</td> <td>+1.2</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>F8</td> <td>+1.9</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>F16</td> <td>+2.0</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p>評価対象津波の流向は、第3図に例示するとおり岸壁に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対して、輸送船は岸壁と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向それぞれの流圧力に対する係留索の耐力について実施する。</p>	海域活断層名	最高水位 (T.P. m)	到達時刻 (分)	F1～塩ノ平	+1.7	32	F3～F4	+1.2	43	F8	+1.9	24	F16	+2.0	25	<p>海域活断層から想定される地震による津波による荷揚場近傍の流向は、図2に例示するとおり、荷揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し、輸送船は荷揚場と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。</p>	<p>・評価条件の相違 【東海第二】 東海第二では、基準津波到達までに緊急退避が可能であることから、敷地に早く襲来する津波を津波高さも考慮し選定</p>
海域活断層名	最高水位 (T.P. m)	到達時刻 (分)																
F1～塩ノ平	+1.7	32																
F3～F4	+1.2	43																
F8	+1.9	24																
F16	+2.0	25																



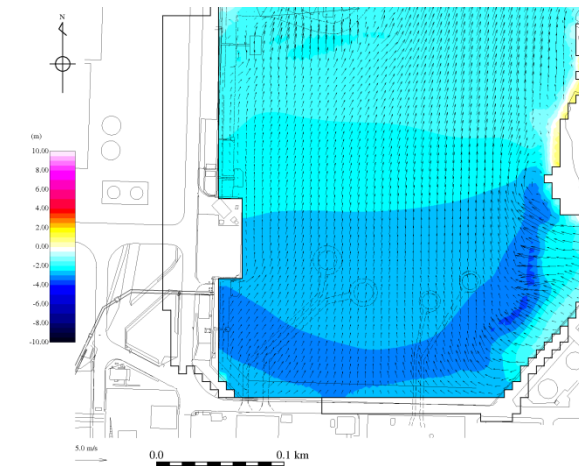
添付第 21-2 図 基準津波 3 の流向



第 3 図 評価対象津波の流向

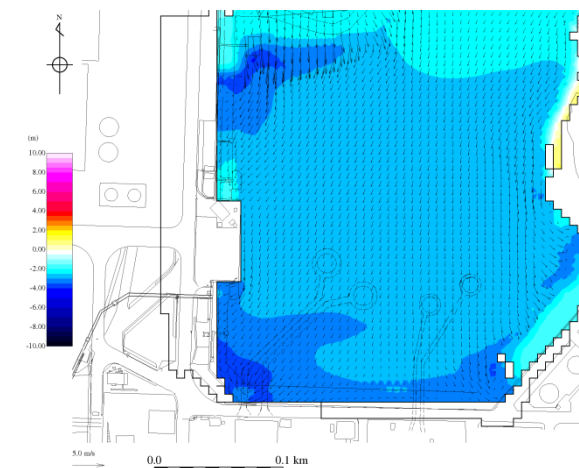


(地震発生後 5 分 50 秒後)



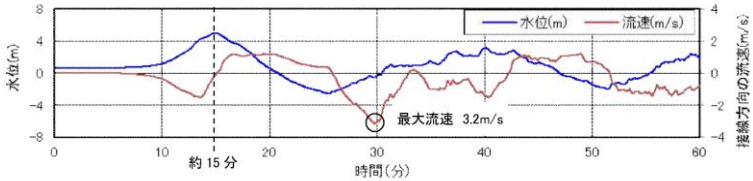
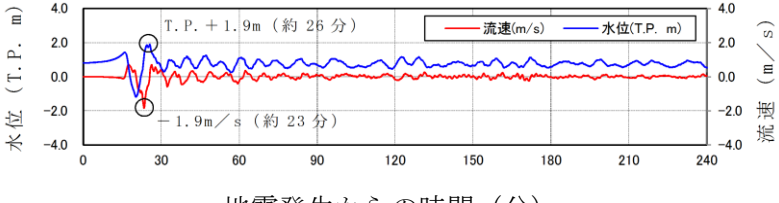
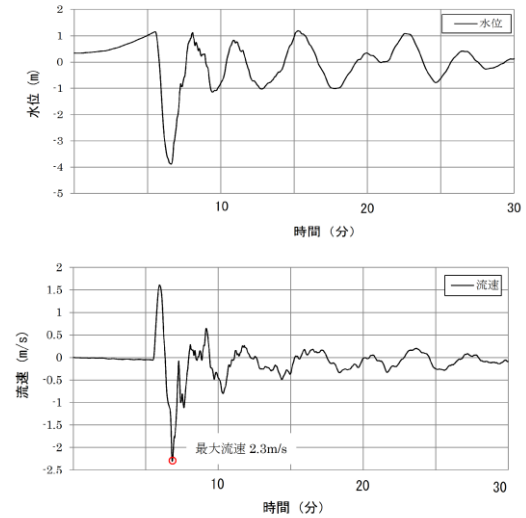
(地震発生後 6 分 10 秒後)

図 2-1 基準津波 4 の流向



(地震発生後 6 分 50 秒後)

図 2-2 基準津波 4 の流向

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>一方、<u>基準津波3</u>の物揚場位置における水位及び接線方向成分の流速は、添付第21-3-1図のとおりとなる。</p> <p>添付第21-3-1図に示すとおり地震発生後15分で第一波の最高点に達する。その後、引き波が発生し、流速は地震発生後30分に最大の3.2m/sに達する。</p> <p>緊急退避時間との関係から、津波が最大流速に到達する前に輸送船は退避できると考えられるものの(別添1本文第2.5-19図参照)、今回は係留により対応することを仮定し、最大流速3.2m/sで生じる流圧力に対する係留力を評価する。</p>  <p>添付第21-3-1図 基準津波3の水位・流速 (物揚場前面)</p>	<p>評価対象津波の岸壁位置における水位及び接線方向成分の流速を第4図に示す。</p>  <p>第4図 評価対象津波の水位及び流速 (岸壁)</p>	<p>一方、<u>海域活断層から想定される地震による津波</u>の荷揚場位置における水位及び接線方向成分の流速は、図3-1のとおりとなる。</p> <p>図3-1に示すとおり、地震発生後、押し波が5分程度継続した後、引き波に転じ約6分で第一波の最低点に達し、流速は第一波の最低点と同時刻に最大の2.3m/sに達する。</p>  <p>図3-1 基準津波4の流速 (荷揚場近傍)</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価条件の相違【柏崎6/7】 ・資料構成の相違【東海第二】 東海第二は評価条件を図の後に記載 ・評価条件の相違【柏崎6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>なお、地震等により防波堤の損傷を想定した場合（防波堤なしの条件）でも、接線方向成分の流速は、添付第21-3-2 図に示すとおり防波堤健全時（添付第21-3-1 図）よりも小さいため、流速条件は健全状態における流速に包含される。</p>  <p>添付第21-3-2 図 防波堤損傷時における基準津波3の流速 (物揚場前面)</p>	<p>第4 図に示すとおり評価対象津波は地震発生後約 17 分で第一波の最高点に到達後、引き波が発生し、地震発生後約 26 分の第二波で最高津波高さ T.P. +1.9m に達する。流速は地震発生後約 23 分に最大 1.9m/s に達する。</p> <p>緊急退避可能時間（本文 第 2.5-26 図参照）を考慮すると、輸送船は最大流速到達前に退避可能であるものの、今回は係留による対応を仮定し、最大流速 1.9m/s で生じる流圧力に対する係留力を評価する。また、係留力の評価に当たっては、第4 図に示す押し波高さ T.P. +1.9m（朔望平均満潮位（T.P. + 0.61m）及び 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動（0.2m 沈下）考慮済み）に上昇側潮位のばらつき（+0.18m）を考慮した最高水位 T.P. +2.1m で評価する。</p>	<p>なお、図3-1に示した津波の流速は、防波堤の損傷を想定した場合における流速であり、防波堤の損傷を想定しない場合（防波堤健全の条件）でも、接線方向成分の流速は、図3-2に示すとおり、流速条件は防波堤損傷状態における流速と同程度である。</p>  <p>図3-2 防波堤健全時における基準津波4の流速 (荷揚場近傍)</p>	<p>・評価条件の相違 【東海第二】 島根2号炉では、防波堤有無による評価条件への影響について記載</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は評価条件を図の前に記載 ・評価条件の相違 【東海第二】</p>

(3) 係留力
係留力の計算方法を添付第21-2表に、計算結果を添付第21-3表、添付第21-4図及び添付第21-5図に示す。

添付第21-2表 係留力の計算方法¹⁾

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R_x : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f, 後方は添字 a) T : 係留索1本に掛けることができる最大張力 [tonf] β : 係留索水平角 (物揚場平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角 [deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (物揚場平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力)</p>	

参考文献
1) 日本タンカー協会 : 係留設備に関する指針 第2版, pp.167, 2002.

(3) 係留力
係留力の計算方法を第3表に、計算結果を第4表、第5図及び第6図に示す。

第3表 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R_x : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f, 後方は添字 a) T : 係留索1本に掛けることができる最大張力 [tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角 [deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力又は後方係留力)</p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

(3)係留力
係留力の計算方法を表2に、計算結果を表3、図4、5に示す。

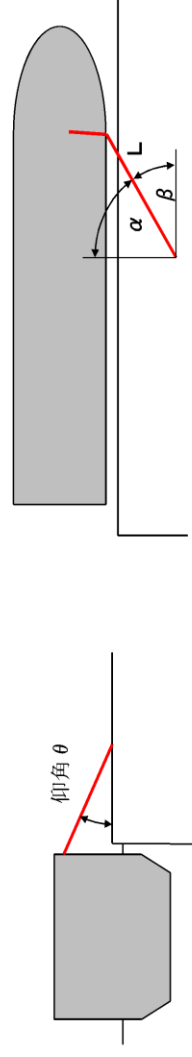
表2 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R_x : 前後係留力[tonf] (前方は添字 f, 後報は添字 a) T : 係留索1本に掛けることができる最大張力[tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角[deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 (岸壁平行線となす角度) [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力)</p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

添付第21-3表 係留力(添付第21-1図)の計算結果

フェア リーダ	索種類	係船柱	係船索長さ[m]		係留角		索張力 T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]			
			船外		θ	β			Bitt Load	合計	係船柱強度	
FL1	Line1	B1	36.9		5.1	-24.3	20.0	-6.91	7.31	15.96	25	
FL2	Line2	B1	34.2		5.5	-10.4	20.0	-8.60	8.65	20.00	25	
FL3	Line3	B3	10.5		18.1	-31.8	20.0	-16.16	20.00	20.00	25	
FL4	Line4	B5	13.7		13.7	11.9	20.0	19.01	20.00	20.00	25	
FL5	Line5	B8	25.0		6.8	7.3	20.0	-19.70	20.00	20.00	25	
FL6	Line6	B11	16.6		10.3	21.0	20.0	18.37	20.00	20.00	25	
FL7	Line7	B12	34.8		8.2	15.9	20.0	10.56	10.90	21.39	50	
FL8	Line8	B12	35.8		8.0	21.0	20.0	9.70	10.49			
								38.62				
								前後(+) 計				
								57.63				
								前後(-) 計				
								-51.37				



第4表 係留力(第1図)の計算結果

フェア リーダ	係留索	係留柱	係留索長さ		係留角		索張力 T (tonf)	係留力 前後 (tonf)	Bitt Performance		
			船外 (m)		θ (deg)	β (deg)			Bitt Load (tonf)	合計 (tonf)	係留柱強度 (tonf)
FL1	Line1	B1	36.1		11.3	23.4	17.9	-16.14	17.93	35	
FL2	Line2	B1	31.8		12.8	17.9	17.9	-16.17	17.06		
FL3	Line3	B10	49.1		7.9	-14.3	17.6	16.94	17.64	35	
FL4	Line4	B10	50.4		7.7	-19.4	17.6	15.46	17.36		
								32.40			
								前後(+) 計			
								32.40			
								前後(-) 計			
								-32.31			

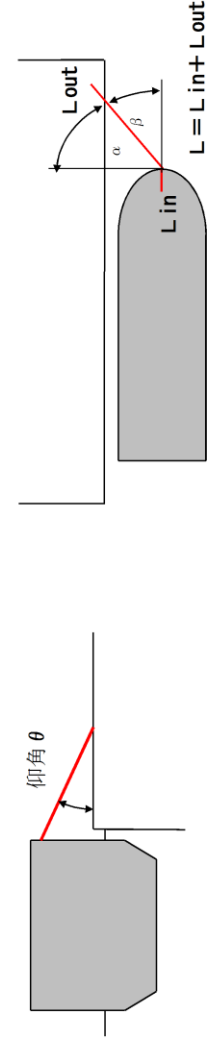
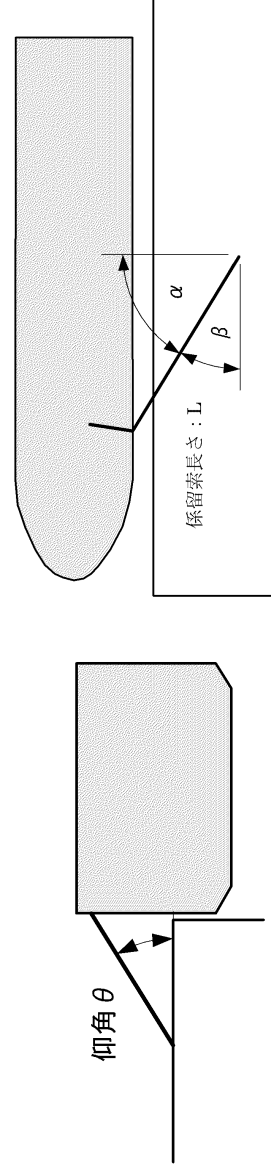
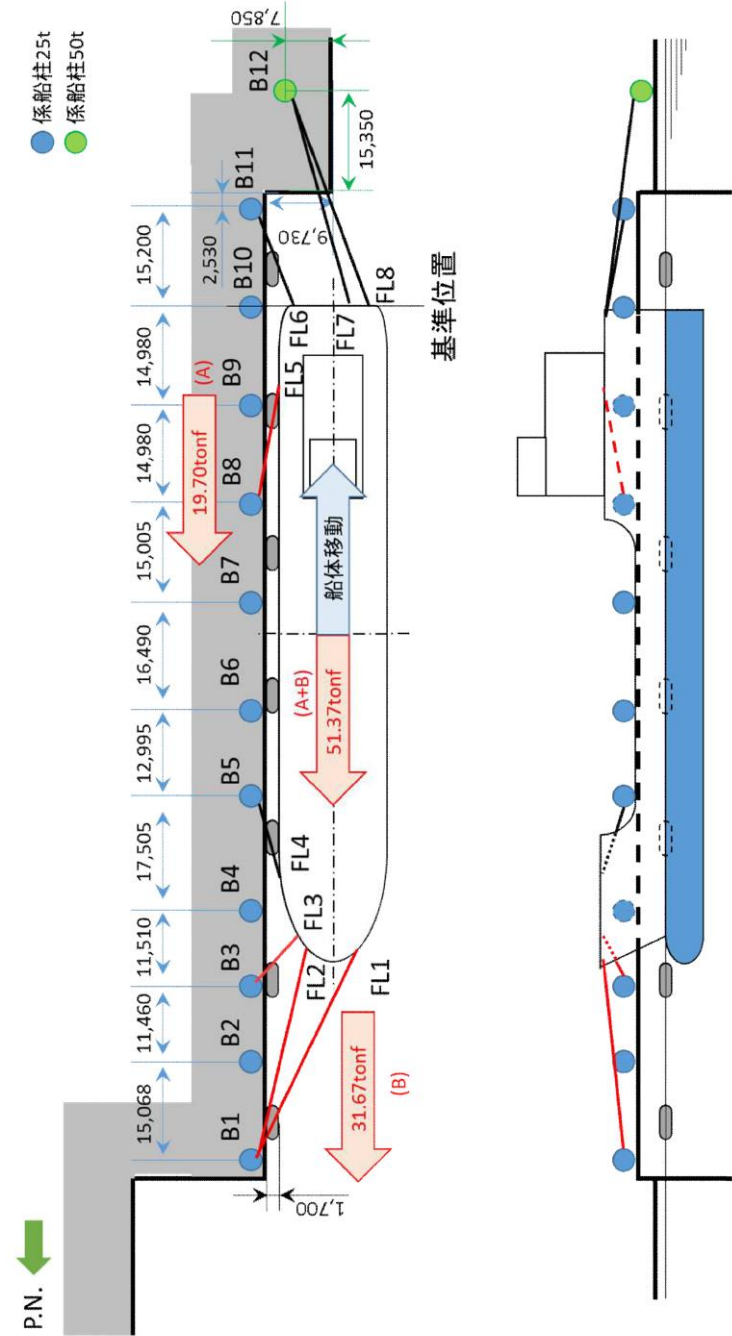


表3 係留力(図1)の計算結果

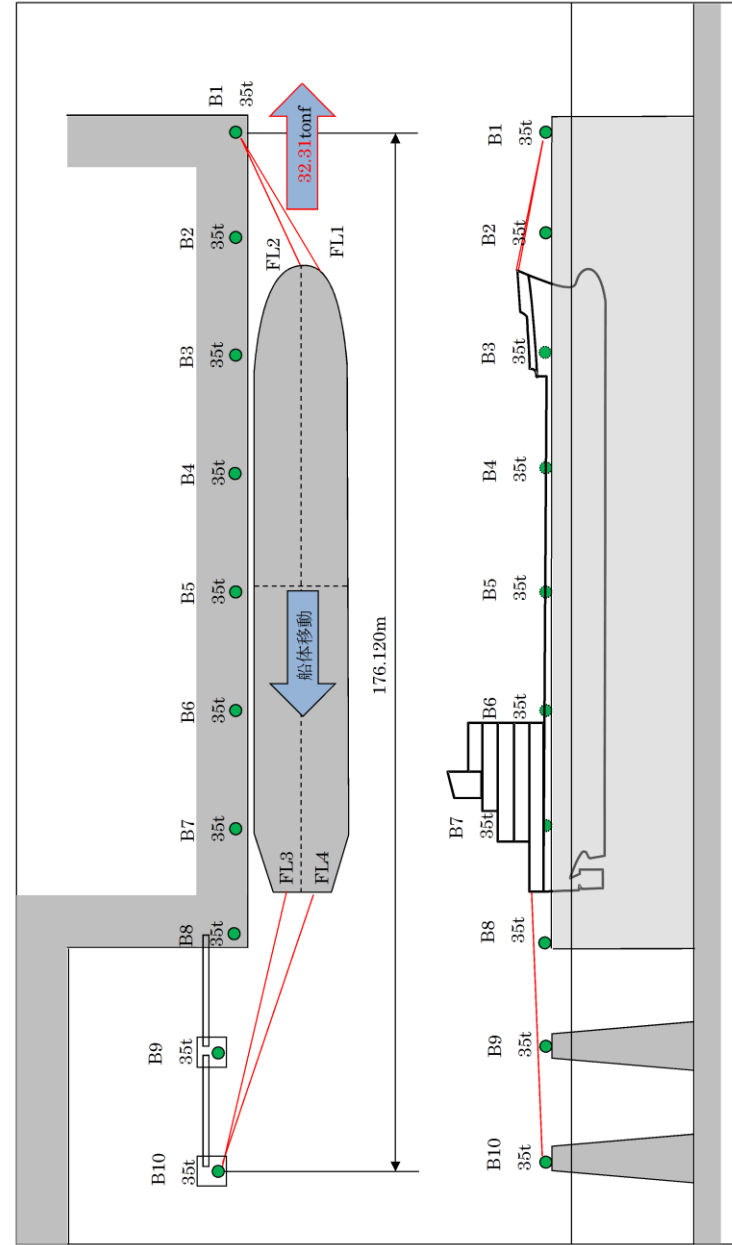
フェア リーダ	索種類	係船柱	係留索長さ[m]		係留角		索張力 T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]	
			船外		θ	β			Bitt Load	合計
FL1	Line1	B1	13.1		4.8	-14.5	20.0	19.3	20.0	25.0
FL2	Line2	B8	21.6		2.4	8.9	20.0	19.7	20.0	25.0



備考
・評価結果の相違
【柏崎6/7, 東海第二】
評価条件, 荷揚場配置
等による評価結果の相
違



添付第 21-4 図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力



第 5 図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

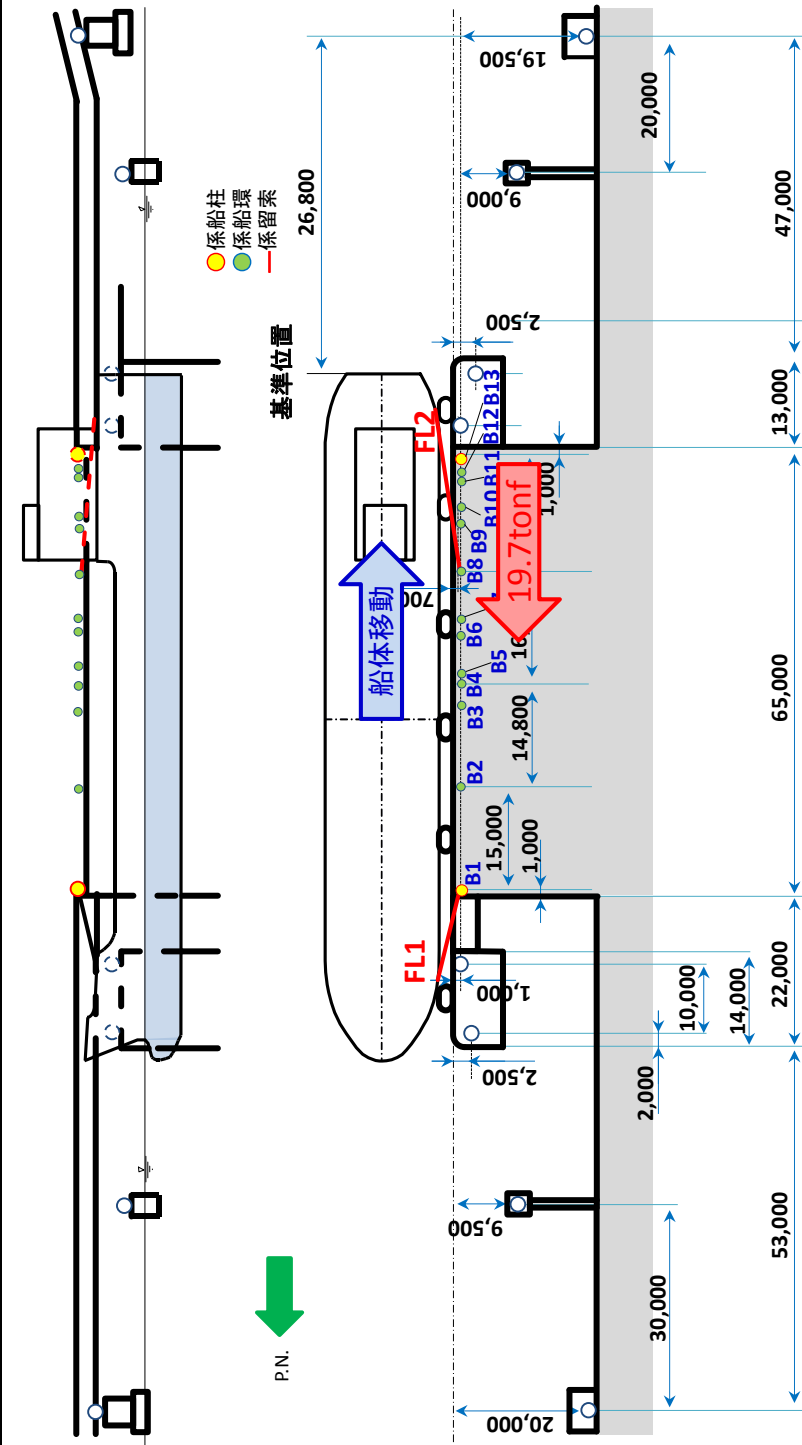
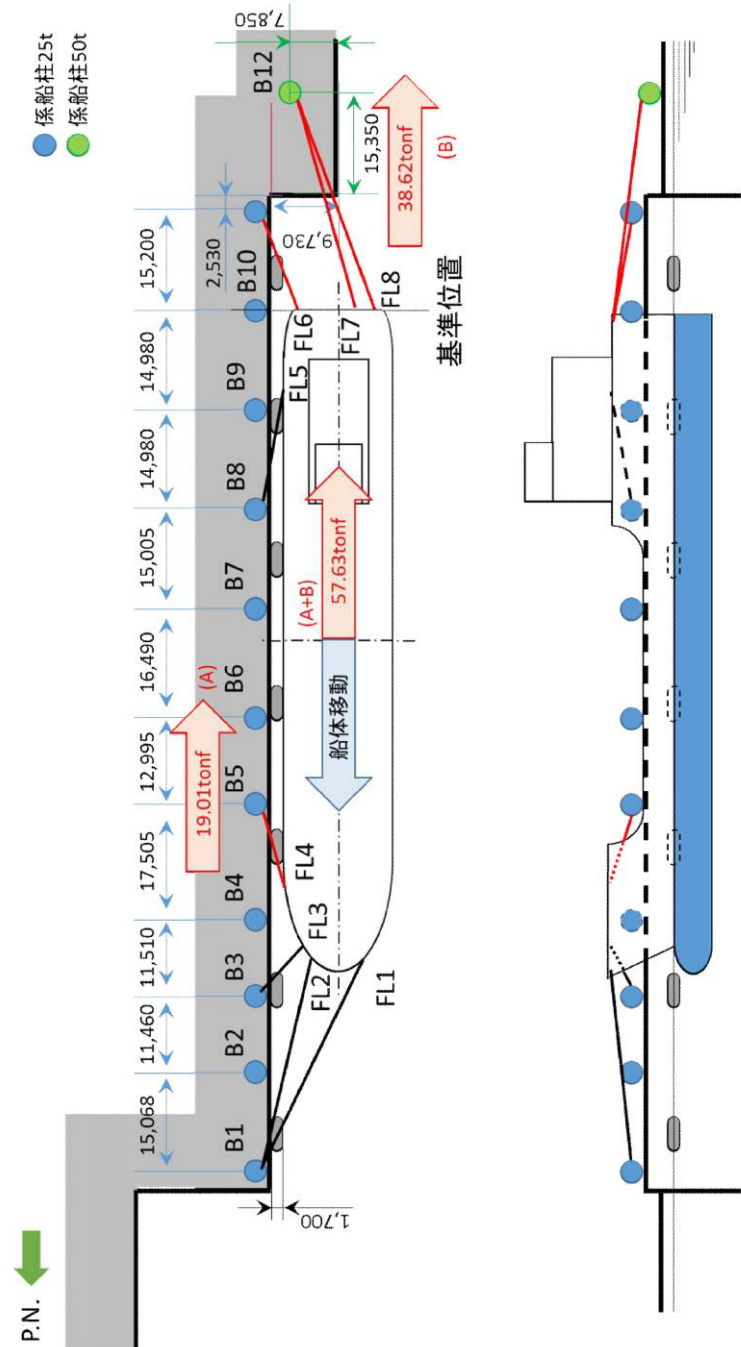
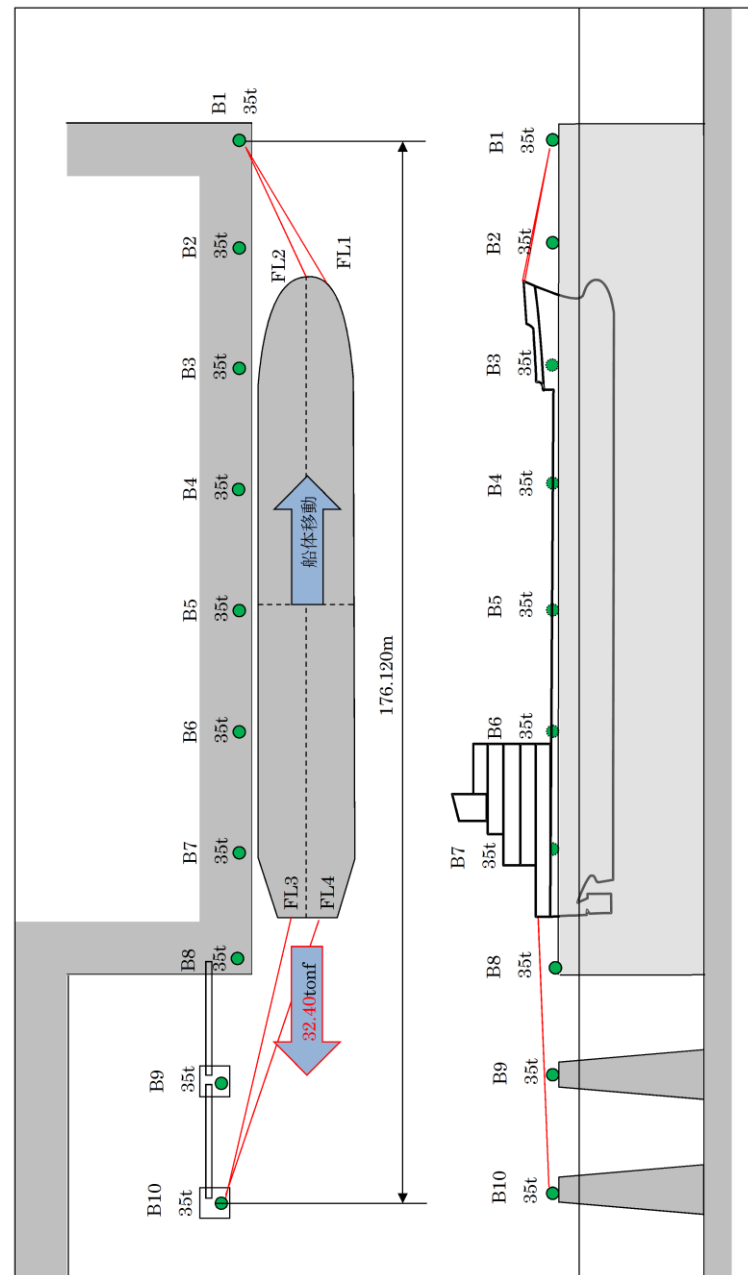


図 4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

・評価結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
津波条件, 荷揚場配置
等による評価結果の相違



添付第 21-5 図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力



第 6 図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

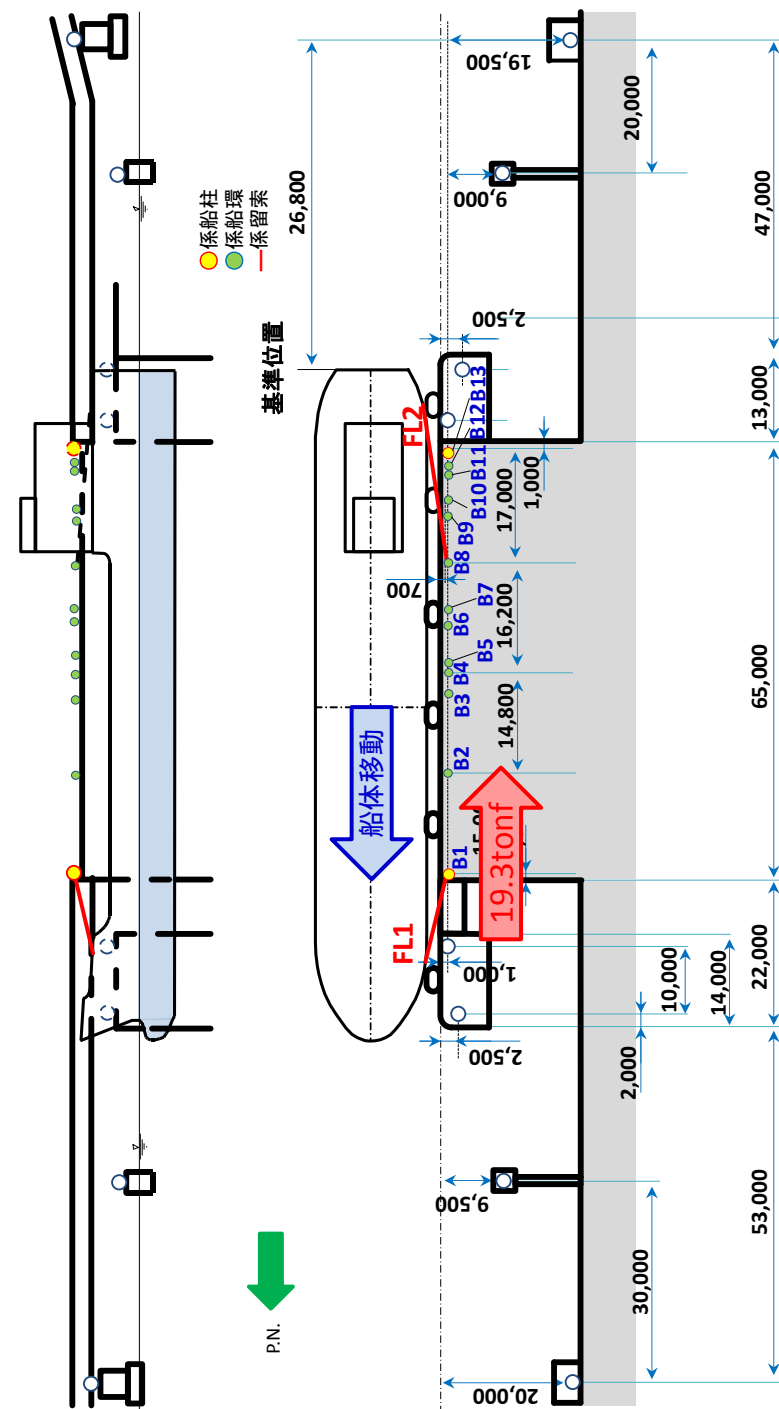


図 5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

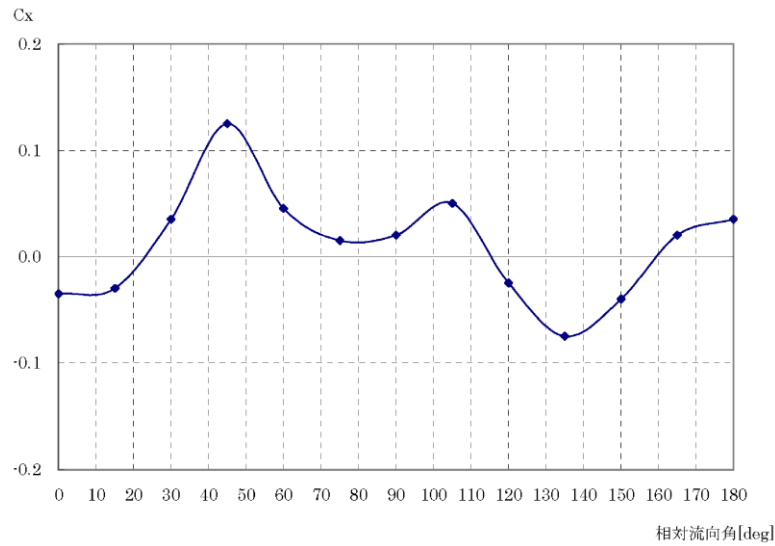
・評価結果の相違
 【柏崎 6/7, 東海第二】
 津波条件, 荷揚場配置
 等による評価結果の相違

(4) 流圧力

流圧力の計算方法を添付第21-4表に、係留力との比較結果を添付第21-6図に示す。

添付第21-4表 流圧力の計算方法¹⁾

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p>F_{xc} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{xc} : 縦方向流圧力係数 V_c : 流速 [m/s] L_{pp} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_c : 水密度 [kgf・sec²/m⁴] (=104.7kgf・sec²/m⁴)</p>
---	---



参考文献

1) OCIMF : Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition, pp.178, pp.187, pp.202, 2008.

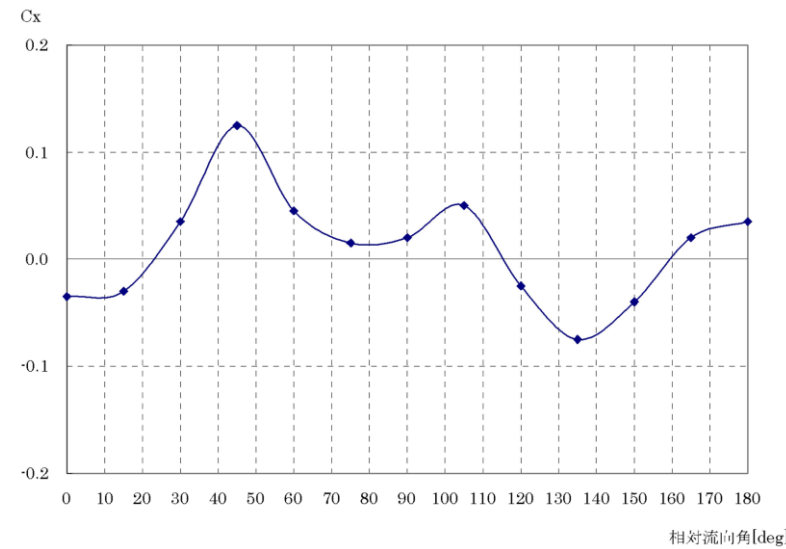
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を第5表に示す。計算結果について、前項で求めた係留力と比較した結果を第7図に示す。

第5表 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p>F_{xc} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{xc} : 縦方向流圧力係数 V_c : 流速 [m/s] L_{pp} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_c : 水密度 [kgf・s²/m⁴] (=104.5kgf・s²/m⁴)</p>
---	---

(出典 : VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)



(出典 : VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数 [C X]

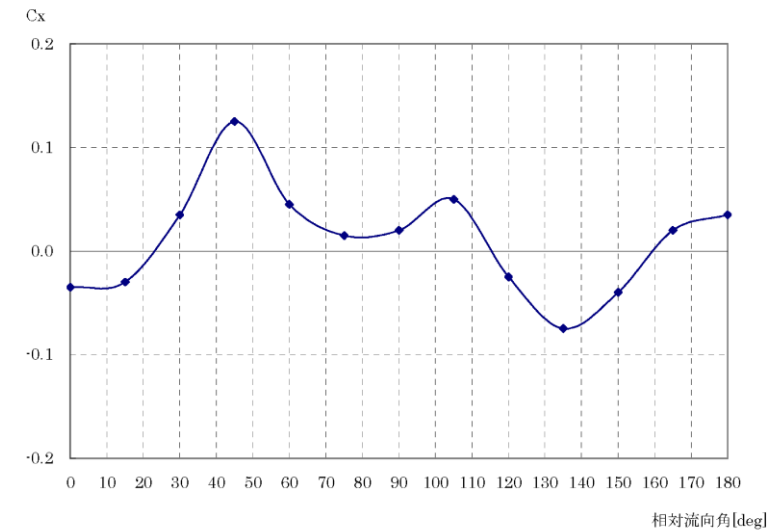
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を表4に示す。計算結果について、前項で求めた係留力との比較結果を図6に示す。

表4 流圧力の計算方法

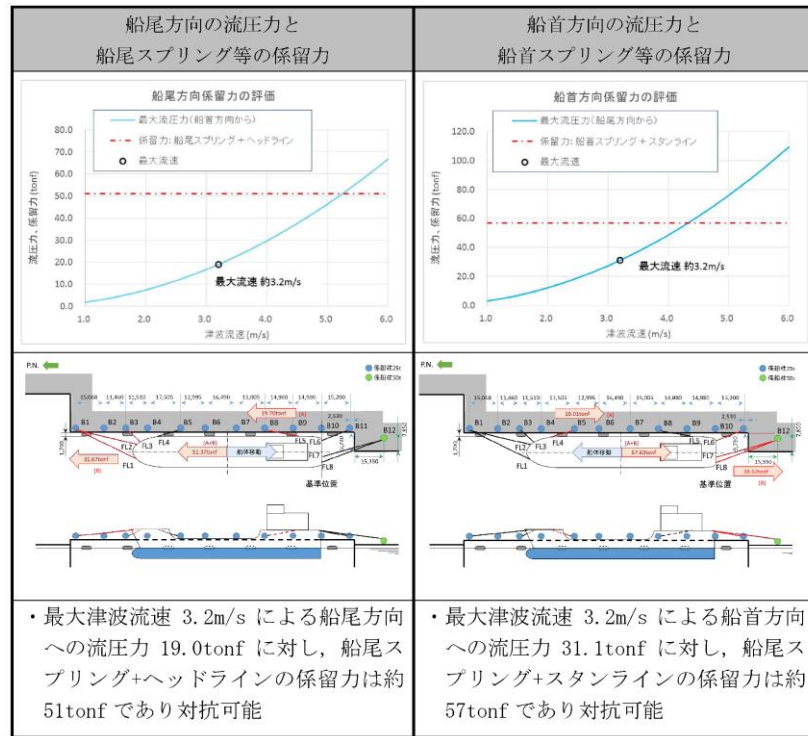
<p>【流圧力計算式】</p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p>F_{xc} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{xc} : 縦方向流圧力係数 V_c : 流速 [m/s] L_{pp} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_c : 水密度 [kg・sec²/m⁴] (=104.5 sec²/m⁴)</p>
---	---

(出典 : 係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

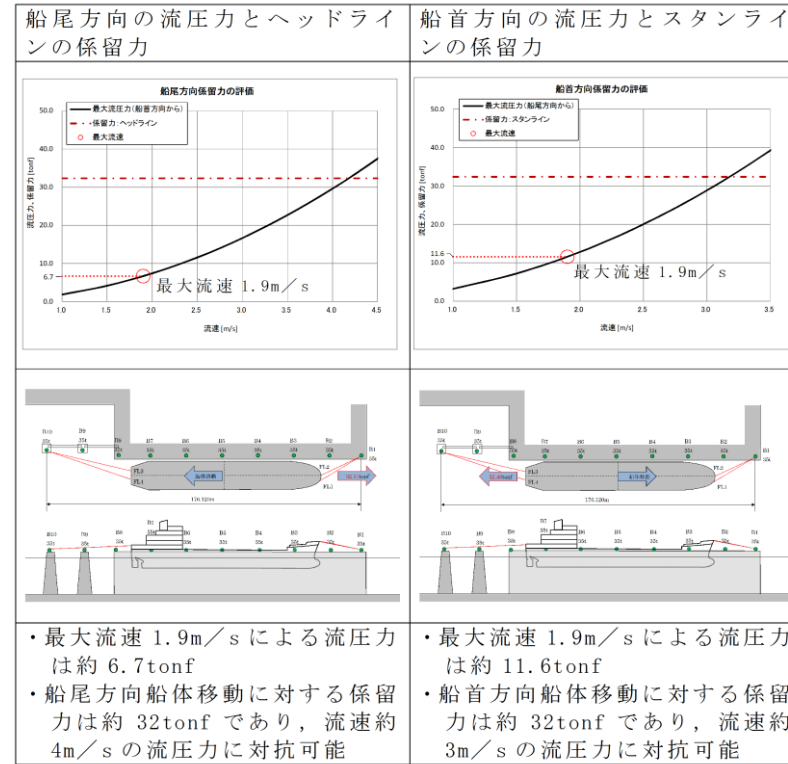


(出典 : VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数 [Cx]



添付第21-6 図 流圧力と係留力の比較



第7図 流圧力と係留力比較

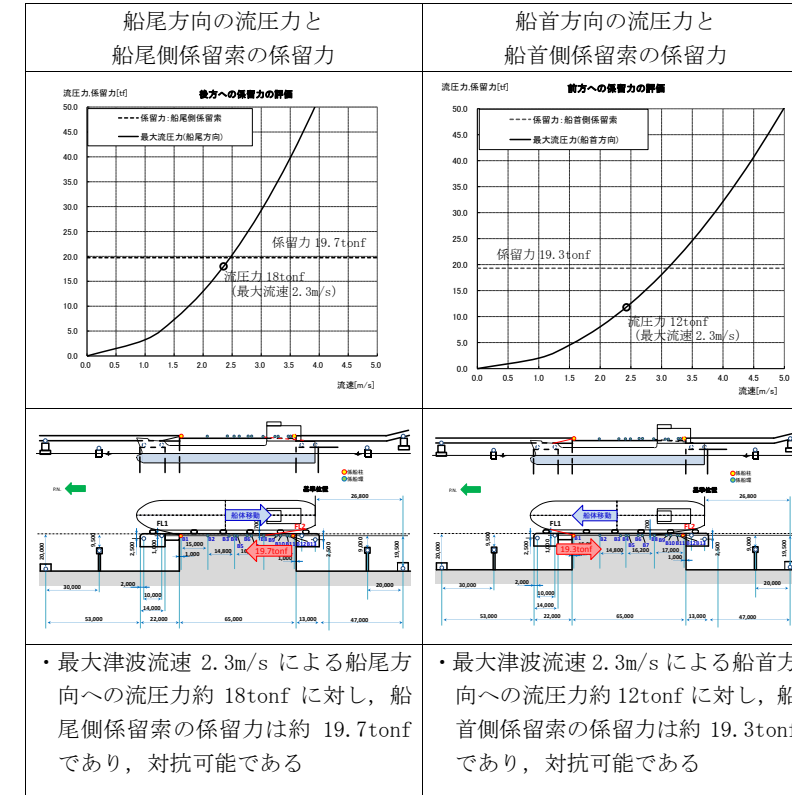


図6 流圧力と係留力の比較

・評価結果の相違
【柏崎6/7, 東海第二】
津波条件, 荷揚場配置等による評価結果の相違

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>21.3 結論</p> <p>津波(最大流速3.2m/s:添付第21-3図参照)による流圧力に対し、係留力(約51tonf, 約57tonf)が上回ることを確認した。</p> <p>したがって、津波に対し、輸送船が係留によって対応すると仮定した場合においても係留力により物揚場に留まり続けることができる。</p>	<p>3. 結論</p> <p>評価対象津波(最大流速1.9m/s:第4図参照)による流圧力に対し、係留力(約32tonf)が上回ることを確認した。</p> <p>従って、早い津波に対し、輸送船が係留によって対応すると仮定した場合においても、係留力により岸壁に留まり続けることができる。</p>	<p>3. 結論</p> <p>船首側及び船尾側の係留索各1本で評価した場合は、津波(最大流速2.3m/s)による流圧力に対し、係留力(約19.7tonf, 約19.3tonf)が上回ることを確認したが、津波による流圧力に対する係留力の余裕は小さいことから、係留に当たっては、安全率を確保できるように、船首側及び船尾側の係留索を、それぞれ2本以上使用して係留することとする。</p>	<p>・記載内容及び評価結果の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉は、津波による流圧力に対する係留力の余裕は小さいことから、安全率を確保できるように、船首・船尾スプリングを、それぞれ2本以上使用して係留することを記載</p> <p>津波条件, 荷揚場配置等による評価結果の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙</p> <p><u>耐津波設計における係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について</u></p> <p>1. 概要 燃料等輸送船は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留する。 ここでは、係留索が機能しない場合、燃料等輸送船は輪谷湾内を漂流し、取水口へ到達する可能性があるため、取水口への到達可能性評価を踏まえ、係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性等について示す。</p> <p>2. 係船柱及び係船環の必要性について 燃料等輸送船が係留索がない状態において取水口上部に漂流した場合、基準津波4の取水口における最低水位 EL-4.2m に対して、喫水高さは3m～5m であることから、取水口（上端 EL-9.0m）に到達する可能性がある。</p> <p>3. 係船柱及び係船環の位置付けについて 係留索を固定する係船柱及び係船環について、漂流防止装置と位置付け設計を行う。</p> <p>4. 漂流防止装置の評価方針について 海域活断層に想定される地震による津波の襲来に伴い、荷揚場に係留された燃料等輸送船を漂流させないため、荷揚場の係船柱及び係船環を漂流防止装置として設計する。</p> <p>【規制基準における要求事項等】 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合は、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設、浸水防止設備への影響防止措置を施すこと。</p>	<p>・記載内容の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、係船柱及び係船環の必要性等について記載</p>

係船柱及び係船環の配置を図1に、荷揚護岸の断面図を図2に、構造概要を表1に示す。

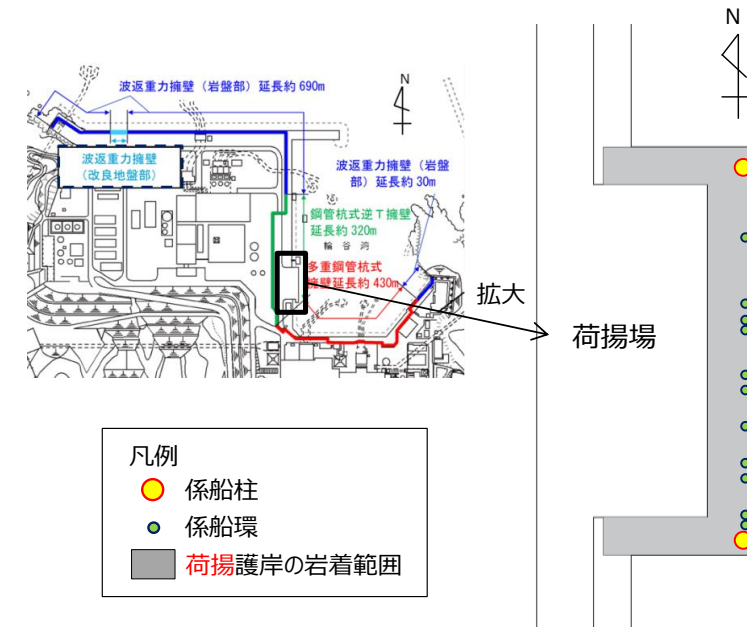


図1 係船柱及び係船環配置図

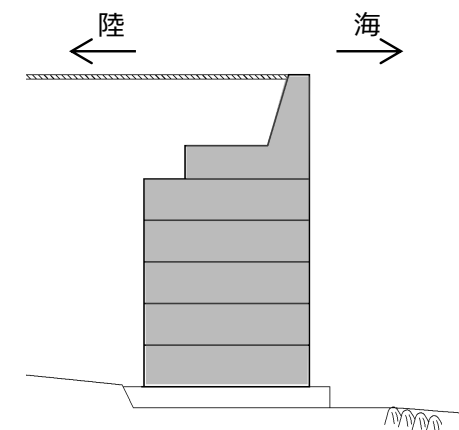


図2 荷揚護岸の断面図

表1 係船柱及び係船環の構造概要

名称	係船柱	係船環
構造		
基数	2基	11基
設計けん引耐力	25t	

漂流防止装置とする係船柱及び係船環は、海域活断層に想定される地震による津波の流れにより作用する燃料等輸送船の係留力に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。また、基準地震動 S_s に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。

係船柱及び係船環の基礎（アンカー）となる荷揚護岸は、係船柱及び係船環の支持機能を損なうおそれのないよう、安定性を確保する。

係船柱、係船環及び荷揚護岸の要求機能と評価方針を表2に示す。

表 2 係船柱, 係船環及び荷揚護岸の要求機能と評価方針

構造部位	係船柱		係船環		荷揚護岸
	係留機能				支持機能
要求機能	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動Ssに対し, 漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれないよう, 構造強度を有すること。 ・海域活断層に想定される地震による津波の流れにより作用する燃料等輸送船の引張荷重(係留力)に対し, 漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれないよう, 構造強度を有すること。 ・終局状態に至らないこと。 				
性能目標	・係船柱本体	・アンカーボルト	・アンカーボルト定着部	・係船環定着部	・荷揚護岸
照査部位	・係船柱本体	・アンカーボルト	・アンカーボルト定着部	・係船環定着部	・荷揚護岸
照査項目	曲げ及びせん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊	せん断破壊	残留変形量
許容限界	・短期許容応力度				
留意事項	・燃料等輸送船の浸水深に応じた浮力, 燃料等輸送船の形状及び津波の速度に応じた波圧を荷重として考慮する。				
荷重組合せ	係船柱及び係船環の設計においては, 常時荷重, 地震荷重及び係留力を適切に組合せて設計を行う。なお, 海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上しないことから, 津波荷重は考慮しない。 荷揚護岸の設計においては, 海域活断層に想定される地震による津波が到達する。したがって, 津波荷重を考慮する必要があるが, 安定性の観点では津波荷重と漂流物衝突荷重は係留力と逆方向に作用するため, 考慮しない設計とする。 ・常時荷重 + 地震荷重 ・常時荷重 + 係留力 + 余震荷重				

評価方針

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料27]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">添付資料 27</p> <p style="text-align: center;"><u>津波流入防止対策について</u></p> <p>1. 概要 内郭防護においては、海域と接続する低耐震クラス（浸水防止機能を除く）の機器及び配管が地震により損傷して保有水が溢水するとともに、損傷箇所を介して津波が流入する事象を想定する。 ここでは、地震による配管損傷後に津波が襲来した場合の浸水防護重点化範囲への直接的な津波の流入に対する対策について説明する。</p> <p>2. 海域と接続する配管 海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管が設置される浸水防護重点化範囲としてタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽循環水ポンプエリア及び取水槽海水ポンプエリアがある。 浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽循環水ポンプエリア及び取水槽海水ポンプエリアに設置される海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管を表1、図1に示す。なお、海域と接続する機器及び配管については、外郭防護1の「取水路・放水路等の経路からの津波の流入防止」において耐震Sクラスの機器及び配管も含め特定しており、それらの機器及び配管と同じである。 これらの機器及び配管については、地震により損傷した場合には、その後襲来する津波が、損傷箇所を介し浸水防護重点化範囲内に直接流入することから、基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持する等の設計とする。</p>	<p>・評価条件の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は、浸水防護重点化範囲内に海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管を設置することによる流入防止対策を説明</p>

表1 海域と接続する基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を保持する等の設計とする機器及び配管

海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管を設置する浸水防護重点化範囲	左記に設置する低耐震クラスの機器及び配管	耐震クラス*
タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	タービン補機海水系配管	Cクラス
	原子炉補機海水系配管(放水配管)	Cクラス
	高圧炉心スプレイ補機海水系配管(放水配管)	Cクラス
	液体廃棄物処理系配管	Cクラス
取水槽循環水ポンプエリア	循環水ポンプ及び配管	Cクラス
	タービン補機海水系配管	Cクラス
取水槽海水ポンプエリア	タービン補機海水ポンプ及び配管	Cクラス
	除じんポンプ及び配管	Cクラス

※ 浸水防止機能を除く

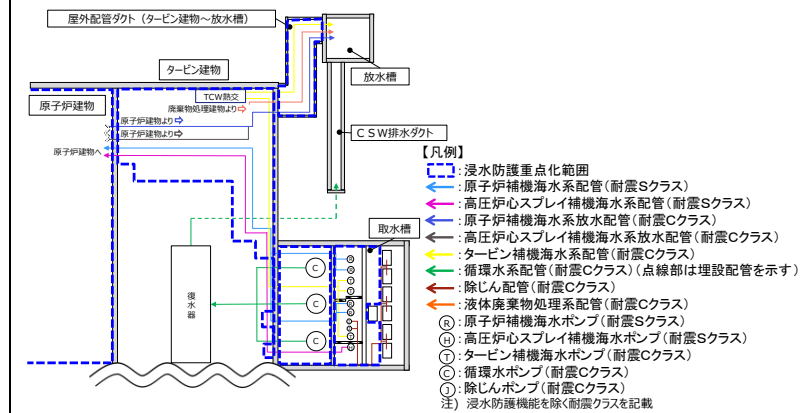


図1 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管の設置概要

3. 津波流入防止対策

循環水系は、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とし、津波の流入を防止する。

タービン補機海水系は、インターロックによりポンプ出口弁を閉止するとともに、出口側配管の逆止弁により津波の流

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>入を防止する(図3参照)。海域活断層に想定される地震による津波襲来に係る時系列を図4に、日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列を図5に示す。</p> <p>また、インターロックによるポンプ出口弁の閉止については、津波襲来前に確実に閉止するため、多重化・多様化を図る。</p> <p>液体廃棄物処理系については、出口側配管の逆止弁により津波の流入を防止する。</p> <p>原子炉補機海水系配管(放水配管)及び高圧炉心スプレイ補機海水系配管(放水配管)については、基準地震動S_sによる地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とし、津波の流入を防止する。</p> <p>除じん系については、基準地震動S_sによる地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とし、津波の流入を防止する。</p> <p>この結果、浸水防護重点化範囲であるタービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、取水槽循環水ポンプエリア、取水槽海水ポンプエリアにおいて、循環水系、原子炉補機海水系、高圧炉心スプレイ補機海水系及び除じん系の機器及び配管は地震により破損することなく、タービン補機海水系、液体廃棄物処理系については、地震により配管が損傷した後に、津波が襲来した場合でも、タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、取水槽循環水ポンプエリア及び取水槽海水ポンプエリアに流入しない。対策及び取・放水路からの流入防止結果を表2に、対策概要図を図2に示す。</p>	

表2 海域と接続する基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持する等の設計とする配管に対する対策

浸水防護重点化範囲	機器・配管	対策	流入防止結果	
			取水路	放水路
タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	タービン補機海水系配管	・インターロックによる電動弁閉止 ・逆止弁閉止	○ (インターロックによる隔離)	○ (逆止弁による隔離)
	液体廃棄物処理系配管	・逆止弁閉止	— (接続なし)	○ (逆止弁による隔離)
	原子炉補機海水系配管(放水配管)	・基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持	○ (バウンダリ機能を保持)	○ (バウンダリ機能を保持)
	高圧炉心スプレイ補機海水系配管(放水配管)	・基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持	○ (バウンダリ機能を保持)	○ (バウンダリ機能を保持)
取水槽循環水ポンプエリア	循環水ポンプ及び配管	・基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持	○ (バウンダリ機能を保持)	○ (バウンダリ機能を保持)
	タービン補機海水系配管	・インターロックによる電動弁閉止 ・逆止弁閉止	○ (インターロックによる隔離)	○ (逆止弁による隔離)
取水槽海水ポンプエリア	タービン補機海水ポンプ及び配管	・基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持 ・逆止弁閉止	○ (バウンダリ機能を保持)	○ (逆止弁による隔離)
	除じんポンプ及び配管	・基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持	○ (バウンダリ機能を保持)	— (接続なし)

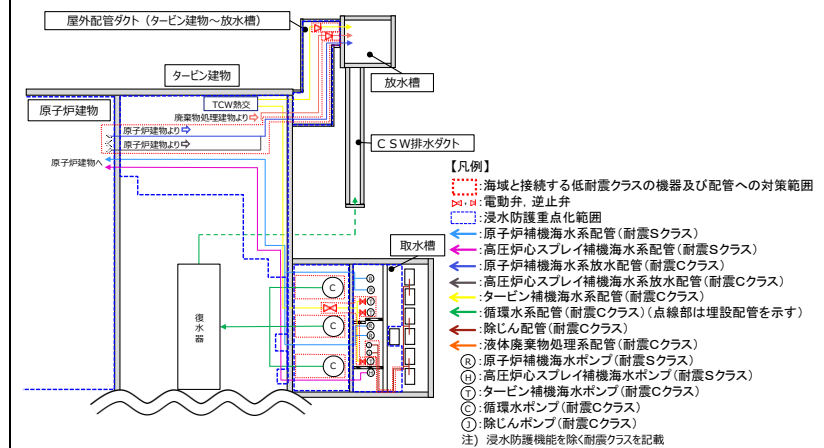


図2 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管への対策概要図

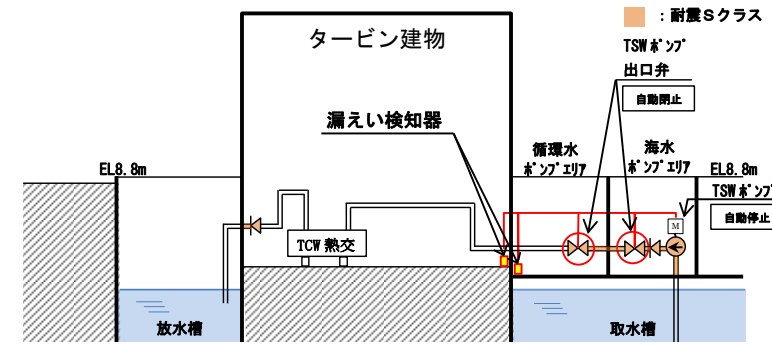


図3 タービン補機海水系 インターロック概要図

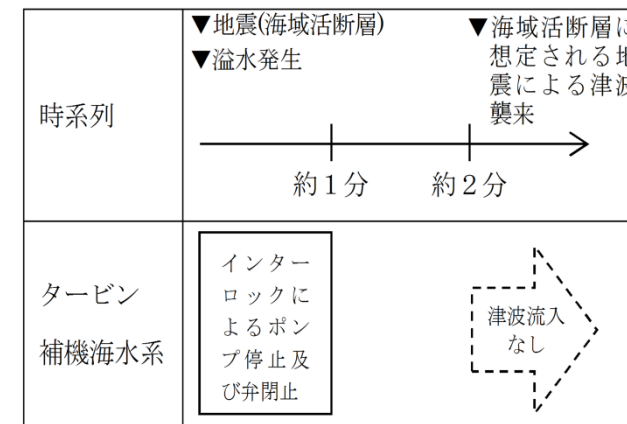


図4 海域活断層に想定する地震による津波襲来に係る時系列

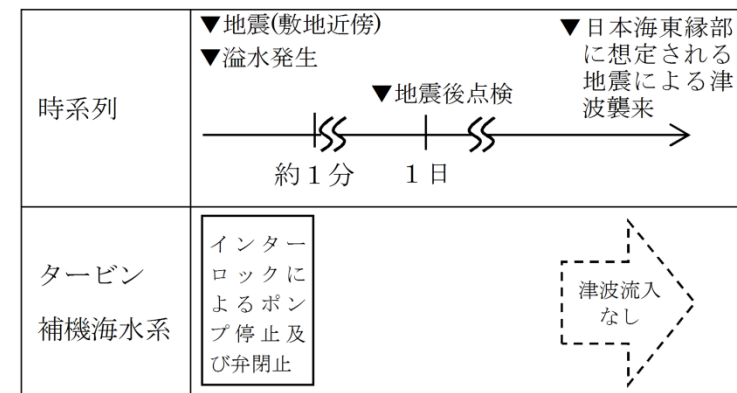


図5 日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料28]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">添付資料28</p> <p><u>タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について</u></p> <p>1. 概要</p> <p>耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画として、原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）並びに非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設する区画があり、これらの範囲を浸水防護重点化範囲と設定している。</p> <p>このうち、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアについては、海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管であるタービン補機海水系等を設置しており、地震時には配管等の破損による保有水の溢水及び破損箇所を介した津波の流入を想定する範囲となる。</p> <p>そのため、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備について、地震・津波時の浸水状況を考慮した浸水に対して、同区画に設置される津波防護対象設備の浸水による機能喪失要因の網羅的な抽出を踏まえ、浸水による影響がないことを確認する。タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備を表1に、その配置を図1に示す。</p> <p>なお、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの配管に、電動弁等の浸水により機能喪失する設備は設置していない。</p>	<p>・設備の配置条件の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉はタービン建物等に非常用海水系配管等の津波防護対象設備を設置していることによる影響評価を実施</p>

表1 タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備

設置区画	設備	
タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	原子炉補機海水系	配管・手動弁
		ケーブル
	高圧炉心スプレイ補機海水系	配管・手動弁
		ケーブル
	非常用ディーゼル発電機系	配管・手動弁
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系	配管・手動弁	
	ケーブル	
非常用ガス処理系	配管・手動弁	
取水槽循環水ポンプエリア	原子炉補機海水系	配管・手動弁(ストレーナ含む)
		ケーブル
	高圧炉心スプレイ補機海水系	配管・手動弁(ストレーナ含む)
		ケーブル

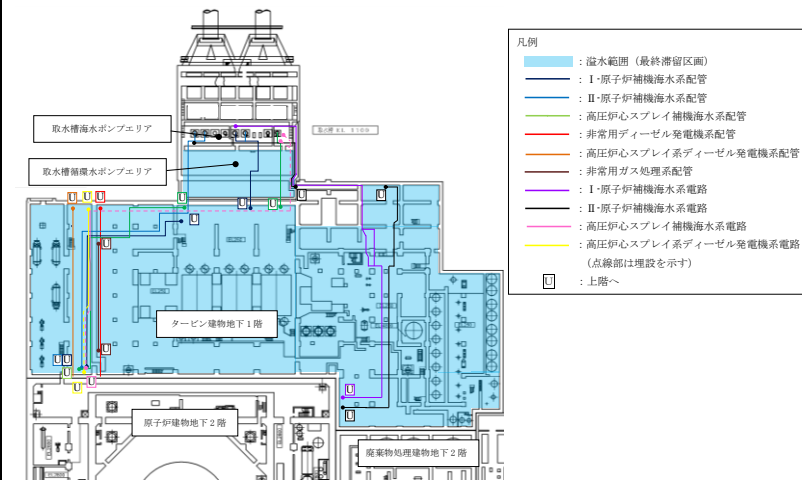


図1 タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備の配置

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																													
		<p>2. 耐震Sクラスの設備に対する浸水による機能喪失要因</p> <p>抽出された耐震Sクラスの設備の浸水による影響有無を評価するため、機能喪失要因を抽出した。</p> <p>タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアにおける地震・津波時の浸水状況を踏まえた範囲に設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水による機能喪失要因を表2に示す。津波流入により生じる漂流物による配管等の損傷の可能性については、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに津波を流入させない対策(添付資料27参照)を実施することから、当該エリアに津波の流入はなく、漂流物は生じない。</p> <p>表2 耐震Sクラスの設備に対する浸水による機能喪失要因</p> <table border="1" data-bbox="1736 835 2487 1598"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設備</th> <th rowspan="2">設置区画</th> <th rowspan="2">系統</th> <th colspan="2">機能喪失要因</th> </tr> <tr> <th>水圧による損傷</th> <th>電気接続部の没水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">配管・手動弁 (ストレーナ含む)</td> <td rowspan="4">タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)</td> <td>原子炉補機海水系</td> <td rowspan="6">地震・津波時の浸水による水頭圧(外圧)により、配管の構造的損傷の可能性はある。</td> <td rowspan="6">-</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機海水系</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機系</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系</td> </tr> <tr> <td>取水槽循環水ポンプエリア</td> <td>原子炉補機海水系</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機海水系</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ケーブル</td> <td rowspan="3">タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)</td> <td>原子炉補機海水系</td> <td rowspan="4">地震・津波時の浸水による水頭圧(外圧)により、ケーブルの構造的損傷の可能性はある。</td> <td rowspan="4">地震・津波時の浸水が電気接続部に接することで、機能喪失する可能性がある。</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機海水系</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機</td> </tr> <tr> <td>取水槽循環水ポンプエリア</td> <td>原子炉補機海水系</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機海水系</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 機能喪失要因に対する評価</p> <p>地震・津波時の浸水状況を踏まえ、抽出された機能喪失要因に対する評価を実施した。</p>	設備	設置区画	系統	機能喪失要因		水圧による損傷	電気接続部の没水	配管・手動弁 (ストレーナ含む)	タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	原子炉補機海水系	地震・津波時の浸水による水頭圧(外圧)により、配管の構造的損傷の可能性はある。	-	高圧炉心スプレイ補機海水系	非常用ガス処理系	非常用ディーゼル発電機系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系	取水槽循環水ポンプエリア	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ補機海水系	ケーブル	タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	原子炉補機海水系	地震・津波時の浸水による水頭圧(外圧)により、ケーブルの構造的損傷の可能性はある。	地震・津波時の浸水が電気接続部に接することで、機能喪失する可能性がある。	高圧炉心スプレイ補機海水系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	取水槽循環水ポンプエリア	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ補機海水系	
設備	設置区画	系統				機能喪失要因																										
			水圧による損傷	電気接続部の没水																												
配管・手動弁 (ストレーナ含む)	タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	原子炉補機海水系	地震・津波時の浸水による水頭圧(外圧)により、配管の構造的損傷の可能性はある。	-																												
		高圧炉心スプレイ補機海水系																														
		非常用ガス処理系																														
		非常用ディーゼル発電機系																														
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系																															
	取水槽循環水ポンプエリア	原子炉補機海水系																														
高圧炉心スプレイ補機海水系																																
ケーブル	タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)	原子炉補機海水系	地震・津波時の浸水による水頭圧(外圧)により、ケーブルの構造的損傷の可能性はある。	地震・津波時の浸水が電気接続部に接することで、機能喪失する可能性がある。																												
		高圧炉心スプレイ補機海水系																														
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機																														
	取水槽循環水ポンプエリア	原子炉補機海水系																														
高圧炉心スプレイ補機海水系																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(1) 水圧による損傷に対する評価及びケーブルの電気接続部の没水に対する評価</p> <p>タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に設置される耐震Sクラスの設備の水圧による損傷に対する評価及びケーブルの電気接続部に対する評価については、「第9条 溢水による損傷の防止等 9.3 タービン建物に設置されている防護対象設備について」において説明しており、地震・津波時の浸水による水圧に対して機能喪失しないこと、また電気接続部がないことを確認している。同様に、取水槽循環水ポンプエリアに設置される耐震Sクラスの設備の水圧による損傷に対する評価については、「第9条 溢水による損傷の防止等 添付資料1 機能喪失判定の考え方と選定された溢水防護対象設備について」において説明しており、地震・津波時の浸水による水圧に対して機能喪失しないことを確認している。具体的な内容を図2、図3に示す。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																						
		<p>(2) 配管及びケーブルの溢水影響について</p> <p>a. 評価条件について</p> <p>9.1 項及び 9.2 項の評価より、タービン建物における最大の溢水水位 EL5.8m に相当する水頭圧を外圧条件とした。</p> <p>b. 評価結果</p> <p>(a) 配管 没水時の外圧に対する健全性評価の例を表 9-14 に示す。なお、弁は配管に比べ肉厚であるため、配管の評価に包含される。配管の製造最小厚さから外圧に対する許容圧力を算出し、没水時の外圧に対する健全性を確認した。</p> <p>(b) ケーブル ケーブルはシース（難燃性特殊耐熱ビニル）で覆った構造であり、非常時の環境条件（静水圧換算：18m 以上）を考慮した設計であるため、没水時の外圧により機能喪失しない。また、海水に対する影響については、海水による浸水試験（試験時間：200 時間）を実施し、外観及び絶縁抵抗に影響がないことを確認している。なお、没水するケーブルについては溢水により機能を喪失する接続部（端子部）がないことを確認した。</p> <p style="text-align: center;">表 9-14 タービン建物に敷設される配管の外圧に対する許容圧力</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>系統</th> <th>原子炉補機海水系配管</th> <th>高圧炉心スプレイ補機海水系配管</th> <th>非常用ディーゼル発電機系配管</th> <th>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系配管</th> <th>非常用ガス処理系配管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外径 Do[mm]</td> <td>711.2</td> <td>267.4</td> <td>60.5</td> <td>60.5</td> <td>406.4</td> </tr> <tr> <td>板厚 t[mm]</td> <td>9.5</td> <td>9.3</td> <td>5.5</td> <td>5.5</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>製造上最小厚さ t_s[mm]</td> <td>8.5</td> <td>8.13</td> <td>4.81</td> <td>4.81</td> <td>8.31</td> </tr> <tr> <td>付録材料図表 Part7 により定まる値 B</td> <td>9.7</td> <td>55</td> <td>110</td> <td>110</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>材質</td> <td>SM41C</td> <td>STPT42</td> <td>STPT42</td> <td>STPT42</td> <td>STPT42</td> </tr> <tr> <td>水頭圧[MPa]</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>許容圧力 [MPa]*</td> <td>0.15</td> <td>2.22</td> <td>11.6</td> <td>11.6</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td>許容圧力 > 水頭圧判定</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」 「PPC-3411 直管 (2) 外圧を受ける直管」を準用した以下の式を用い、製造上の最小厚さから許容圧力を算定した値</p> $t_s = \frac{3P_e D_o}{4B}$ <p style="text-align: right;"> P_e: 許容圧力 [MPa] t_s: 製造上の最小厚さ [mm] D_o: 管の外径 [mm] B: 付録材料図表 Part7 により定まる値 9 条一別添 1-9-19 </p> <p>図 2 タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に設置される耐震 S クラスの設備の水圧による損傷に対する評価及びケーブルの電気接続部に対する評価</p>	系統	原子炉補機海水系配管	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	非常用ディーゼル発電機系配管	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系配管	非常用ガス処理系配管	外径 Do[mm]	711.2	267.4	60.5	60.5	406.4	板厚 t[mm]	9.5	9.3	5.5	5.5	9.5	製造上最小厚さ t_s [mm]	8.5	8.13	4.81	4.81	8.31	付録材料図表 Part7 により定まる値 B	9.7	55	110	110	34	材質	SM41C	STPT42	STPT42	STPT42	STPT42	水頭圧[MPa]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	許容圧力 [MPa]*	0.15	2.22	11.6	11.6	0.92	許容圧力 > 水頭圧判定	○	○	○	○	○	
系統	原子炉補機海水系配管	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	非常用ディーゼル発電機系配管	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系配管	非常用ガス処理系配管																																																				
外径 Do[mm]	711.2	267.4	60.5	60.5	406.4																																																				
板厚 t[mm]	9.5	9.3	5.5	5.5	9.5																																																				
製造上最小厚さ t_s [mm]	8.5	8.13	4.81	4.81	8.31																																																				
付録材料図表 Part7 により定まる値 B	9.7	55	110	110	34																																																				
材質	SM41C	STPT42	STPT42	STPT42	STPT42																																																				
水頭圧[MPa]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06																																																				
許容圧力 [MPa]*	0.15	2.22	11.6	11.6	0.92																																																				
許容圧力 > 水頭圧判定	○	○	○	○	○																																																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																				
		<p>2.3 溢水影響評価の対象外とする理由 (1) 「①溢水により機能を喪失しない」による対象外 溢水により機能を喪失しないとした防護対象設備について、没水時の健全性を評価した。表 2-4 に示すように、各建物の最大階高（当該床から上階床までの階高のうち最大となる値）に相当する水頭圧を外圧条件とした。</p> <p style="text-align: center;">表 2-4 各建物の外圧条件</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>建物</th> <th>水頭圧[m]</th> <th>最大階高</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉建物</td> <td>8</td> <td>3 階～4 階</td> </tr> <tr> <td>廃棄物処理建物</td> <td>7</td> <td>2 階～3 階</td> </tr> <tr> <td>取水槽</td> <td>10</td> <td>床～防水壁天端</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. 配管及び弁 配管及び弁の没水時の外圧に対する健全性評価の例を表 2-5 に示す。 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」に基づき算出した機器の外圧に対する許容圧力が溢水水位による外圧を上回るため、健全性を維持できる。なお、弁は配管に比べ肉厚であるため、配管の評価に含まれる。</p> <p style="text-align: center;">表 2-5 配管の没水時の外圧による影響評価結果（代表例）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>建物</th> <th>原子炉建物</th> <th>廃棄物処理建物</th> <th>取水槽</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>代表配管*1</td> <td>700A-RSW-7A</td> <td>200A-RCW-61A</td> <td>700A-RSW-2A</td> </tr> <tr> <td>外径 Do [mm]</td> <td>711.2</td> <td>216.3</td> <td>711.2</td> </tr> <tr> <td>板厚 t [mm]</td> <td>9.5</td> <td>8.2</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>製造上最小厚さ ts [mm]</td> <td>8.5</td> <td>7.17</td> <td>8.5</td> </tr> <tr> <td>付録材料図表 Part7 により定まる値 B</td> <td>15.9</td> <td>89.5</td> <td>16.6</td> </tr> <tr> <td>材質</td> <td>SM41C</td> <td>STPT42</td> <td>SM41C</td> </tr> <tr> <td>許容圧力 [MPa]**2</td> <td>0.15</td> <td>3.95</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>水頭圧 [MPa]</td> <td>0.08</td> <td>0.07</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>許容圧力 > 水頭圧判定</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1 評価を実施するにあたり、各建物の対象配管のうち、保守的に外径(Do)/板厚(t)が最大となる配管を代表として選定した。なお、評価では内圧は大気圧とした。 *2 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007) PPC-3411 直管 (2) 外圧を受ける直管」を準用した以下の式を用い、製造上最小厚さから許容圧力を算定した値</p> $t_s = \frac{3P_e D_o}{4B}$ <p style="margin-left: 200px;"> P_e: 許容圧力 [MPa] t_s: 製造上の最小厚さ [mm] D_o: 管の外径 [mm] B: 付録材料図表 Part7 により定まる値 </p> <p style="text-align: center;">9条-別添1-添付1-24</p>	建物	水頭圧[m]	最大階高	原子炉建物	8	3 階～4 階	廃棄物処理建物	7	2 階～3 階	取水槽	10	床～防水壁天端	建物	原子炉建物	廃棄物処理建物	取水槽	代表配管*1	700A-RSW-7A	200A-RCW-61A	700A-RSW-2A	外径 Do [mm]	711.2	216.3	711.2	板厚 t [mm]	9.5	8.2	9.5	製造上最小厚さ ts [mm]	8.5	7.17	8.5	付録材料図表 Part7 により定まる値 B	15.9	89.5	16.6	材質	SM41C	STPT42	SM41C	許容圧力 [MPa]**2	0.15	3.95	0.15	水頭圧 [MPa]	0.08	0.07	0.10	許容圧力 > 水頭圧判定	○	○	○	
建物	水頭圧[m]	最大階高																																																					
原子炉建物	8	3 階～4 階																																																					
廃棄物処理建物	7	2 階～3 階																																																					
取水槽	10	床～防水壁天端																																																					
建物	原子炉建物	廃棄物処理建物	取水槽																																																				
代表配管*1	700A-RSW-7A	200A-RCW-61A	700A-RSW-2A																																																				
外径 Do [mm]	711.2	216.3	711.2																																																				
板厚 t [mm]	9.5	8.2	9.5																																																				
製造上最小厚さ ts [mm]	8.5	7.17	8.5																																																				
付録材料図表 Part7 により定まる値 B	15.9	89.5	16.6																																																				
材質	SM41C	STPT42	SM41C																																																				
許容圧力 [MPa]**2	0.15	3.95	0.15																																																				
水頭圧 [MPa]	0.08	0.07	0.10																																																				
許容圧力 > 水頭圧判定	○	○	○																																																				
		<p>図3 取水槽循環水ポンプエリアに設置される耐震Sクラスの設備の水圧による損傷に対する評価</p>																																																					

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料35]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉 添付資料35	備考
		<p><u>荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について</u></p> <p>1. 概要 荷揚場では、使用済燃料輸送に係る作業や低レベル放射性廃棄物（LLW）の輸送に係る作業等を定期的実施することから、荷揚場作業中の地震または津波の発生を想定し、荷揚場作業に用いる車両・資機材が津波により漂流物となるか評価する。</p> <p>2. 評価する基準津波と地震影響 島根原子力発電所において想定する基準津波のうち、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上しないことから、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して評価を実施する。</p> <p>評価にあたっては、日本海東縁部に想定される地震による津波については、波源が敷地から離れており地震による敷地への影響はないが、敷地近傍の震源による地震が発生した後に、独立した事象として日本海東縁部に想定される地震による津波が発生し、襲来することも想定し、「(1) 荷揚場作業中に津波が発生する場合」と「(2) 地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合」を評価する。</p>	<p>・資料構成の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について資料を作成</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																										
		<p>3. 荷揚場作業に係る車両・資機材</p> <p>定期的を実施する荷揚場作業に係る車両・資機材を表1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 荷揚場作業に係る車両・資機材</p> <table border="1" data-bbox="1745 436 2496 785"> <thead> <tr> <th>作業項目</th> <th>作業頻度</th> <th>種類</th> <th>名称</th> <th>個数</th> <th>質量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">①使用済燃料輸送作業</td> <td rowspan="2">2回/年程度</td> <td>車両</td> <td>輸送車両</td> <td>2</td> <td>約32t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>使用済燃料キャスク</td> <td>2</td> <td>約93t</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業</td> <td rowspan="3">2回/年程度</td> <td>車両</td> <td>輸送車両</td> <td>4</td> <td>約11t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>フォークリフト</td> <td>2</td> <td>約17t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>LLW輸送容器</td> <td>10*</td> <td>約1t</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">③デリッククレーン点検作業</td> <td rowspan="4">1回/年程度</td> <td>車両</td> <td>トラック</td> <td>1</td> <td>約5t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>ラフタークレーン</td> <td>1</td> <td>約39t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>トレーラー</td> <td>1</td> <td>約21t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>発電機</td> <td>1</td> <td>約8t</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④防舷材設置作業</td> <td rowspan="2">大型船舶入港の都度</td> <td>車両</td> <td>ラフタークレーン</td> <td>2</td> <td>約25t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>トラック</td> <td>1</td> <td>約5t</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">※うち8個は輸送車両に積載</p> <p>4. 評価内容</p> <p>(1) 荷揚場作業中に津波が発生する場合</p> <p>荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生した場合、地震発生後に発電所へ津波が到達するまでの時間は約110分である。この間に、荷揚場作業に用いている車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。</p> <p>各荷揚場作業において、荷揚場に仮置きする資機材とその個数及び車両等への積載時間を以下に、また退避に要する時間を表2に示す。各荷揚場作業における、仮置き資機材の車両等への積載時間、車両退避時間(約10分)、防波扉の開放・閉止時間(開放・閉止各約10分(電動))から求まる退避時間は、津波到達時間(地震発生後約110分)より短く、車両・資機材の退避は可能である。</p> <p>① 使用済燃料輸送作業</p> <p>荷揚場に仮置きする使用済燃料キャスクは、デリッククレーンを用い使用済燃料輸送車両に積載して退避する手順としている。</p> <p>【仮置き資機材と積載時間】</p> <p>使用済燃料キャスク個数：2個</p> <p>輸送車両への積載時間：15分/個</p>	作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量	①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約32t	資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t	②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約11t	車両	フォークリフト	2	約17t	資機材	LLW輸送容器	10*	約1t	③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約5t	車両	ラフタークレーン	1	約39t	車両	トレーラー	1	約21t	資機材	発電機	1	約8t	④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t	車両	トラック	1	約5t	
作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量																																																								
①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約32t																																																								
		資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t																																																								
②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約11t																																																								
		車両	フォークリフト	2	約17t																																																								
		資機材	LLW輸送容器	10*	約1t																																																								
③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約5t																																																								
		車両	ラフタークレーン	1	約39t																																																								
		車両	トレーラー	1	約21t																																																								
		資機材	発電機	1	約8t																																																								
④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t																																																								
		車両	トラック	1	約5t																																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																
		<p>② LLW 荷役作業 荷揚場に仮置きする LLW 輸送容器は、輸送船のクレーンを用い、輸送船に積載し退避する手順としている。 【仮置き資機材と積載時間】 LLW 輸送容器個数：2 個 輸送船への積載時間：5 分/2 個※ ※：LLW 輸送容器は 2 個ずつ輸送船へ積載</p> <p>③ デリッククレーン点検作業 荷揚場に仮置きする発電機は、ラフタークレーンを用いトラックに積載して退避する手順としている。 【仮置き資機材と積載時間】 発電機個数：1 個 トラックへの積載時間：10 分/個</p> <p>④ 防舷材設置作業 防舷材については、「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」において、漂流物として抽出し取水性へ影響を与えないことを確認している。また、作業に伴う車両については、退避する手順としている。</p> <p style="text-align: center;">表 2 退避に要する時間</p> <table border="1" data-bbox="1745 1243 2487 1486"> <thead> <tr> <th>作業項目</th> <th>防波扉開</th> <th>資機材の積載</th> <th>車両退避</th> <th>防波扉閉</th> <th>合計</th> <th>評価結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①使用済燃料輸送作業</td> <td></td> <td>約 30 分</td> <td></td> <td></td> <td>約 50 分</td> <td rowspan="4">○ (約 110 分までに退避可能)</td> </tr> <tr> <td>②LLW (低レベル放射性廃棄物) 搬出作業</td> <td>約 10 分*1</td> <td>約 5 分*2</td> <td>約 10 分</td> <td>約 10 分</td> <td>約 20 分</td> </tr> <tr> <td>③デリッククレーン点検作業</td> <td></td> <td>約 10 分</td> <td></td> <td></td> <td>約 30 分</td> </tr> <tr> <td>④防舷材設置作業</td> <td></td> <td>—</td> <td></td> <td></td> <td>約 20 分</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 資機材の積載、車両退避と同時に防波扉の開作業を実施するため、合計には含まない。 ※2 輸送船へ積載するため、合計には含まない。</p> <p>(2) 荷揚場作業中に地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合 敷地近傍の震源による地震が発生した後に、独立した事象として日本海東縁部に想定される地震による津波が発生することを想定する。 荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生した場合、</p>	作業項目	防波扉開	資機材の積載	車両退避	防波扉閉	合計	評価結果	①使用済燃料輸送作業		約 30 分			約 50 分	○ (約 110 分までに退避可能)	②LLW (低レベル放射性廃棄物) 搬出作業	約 10 分*1	約 5 分*2	約 10 分	約 10 分	約 20 分	③デリッククレーン点検作業		約 10 分			約 30 分	④防舷材設置作業		—			約 20 分	
作業項目	防波扉開	資機材の積載	車両退避	防波扉閉	合計	評価結果																													
①使用済燃料輸送作業		約 30 分			約 50 分	○ (約 110 分までに退避可能)																													
②LLW (低レベル放射性廃棄物) 搬出作業	約 10 分*1	約 5 分*2	約 10 分	約 10 分	約 20 分																														
③デリッククレーン点検作業		約 10 分			約 30 分																														
④防舷材設置作業		—			約 20 分																														

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																									
		<p>荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが、地震により荷揚場の沈下や車両の故障等が生じた場合においても、荷揚場の復旧や車両の牽引等により、津波襲来までに車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。</p> <p>a. 地震による影響</p> <p>荷揚場作業中に地震が発生する場合の車両・資機材の退避への影響及びこれらへの対応のための退避作業について整理した結果を、表3に示す。</p> <p>表3 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業</p> <table border="1" data-bbox="1825 745 2410 1155"> <thead> <tr> <th colspan="2">地震による荷揚場への影響</th> <th>車両・資機材の退避への影響</th> <th>退避作業</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">荷揚場退避ルートへの影響</td> <td>荷揚場沈降</td> <td>退避ルートに段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。</td> <td>①※ 荷揚場復旧(別紙1)(段差解消)</td> </tr> <tr> <td>荷揚場常設設備の倒壊</td> <td>荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。</td> <td>②※ 倒壊物の撤去</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">資機材への影響</td> <td>荷揚場常設設備の倒壊</td> <td>荷揚場常設設備が倒壊し、資機材に干渉することで、車両への積込みができない可能性がある。</td> <td>③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)</td> </tr> <tr> <td>資機材の転倒</td> <td>資機材が転倒する可能性がある。</td> <td>④※ 車両に積込み退避を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">車両への影響</td> <td>荷揚場常設設備の倒壊</td> <td>荷揚場常設設備が倒壊し、車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。</td> <td>③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)</td> </tr> <tr> <td>車両の故障</td> <td>油漏れ等で自走不可になる可能性がある。</td> <td>⑤※ 牽引による退避を実施</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 図1のフローの番号と整合</p> <p>b. 車両・資機材の退避</p> <p>地震発生後に、荷揚場からの車両・資機材を退避させる作業手順を図1に示す。また、以下の(a)～(d)に、各荷揚場各作業における車両・資機材の退避に係る具体的な作業内容及び退避時間を示す。</p> <div data-bbox="1869 1417 2344 1806"> <pre> graph TD A[地震発生] --> B[①荷揚場復旧] B --> C[②倒壊物の撤去] C --> D[③倒壊物の干渉回避] D --> E[④資機材の車両積込] E --> F[⑤車両退避] F --> G[作業完了] </pre> <p>①荷揚場復旧(段差解消)作業により、退避ルートの確保及び荷揚場への必要資機材の搬入を可能とする。</p> <p>②倒壊物の撤去作業により、退避ルートの確保及び荷揚場への必要資機材の配置を可能とする。</p> <p>③倒壊物の干渉回避作業により、資機材の車両への積込作業を可能とする。また、牽引による車両退避を可能とする。</p> <p>④資機材の車両積込作業により、資機材の退避を可能とする。</p> <p>⑤車両退避作業により、車両及び資機材の退避を実施する。</p> </div> <p>図1 荷揚場からの車両・資機材の退避作業手順</p>	地震による荷揚場への影響		車両・資機材の退避への影響	退避作業	荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	退避ルートに段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①※ 荷揚場復旧(別紙1)(段差解消)	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②※ 倒壊物の撤去	資機材への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、資機材に干渉することで、車両への積込みができない可能性がある。	③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)	資機材の転倒	資機材が転倒する可能性がある。	④※ 車両に積込み退避を実施	車両への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤※ 牽引による退避を実施	
地震による荷揚場への影響		車両・資機材の退避への影響	退避作業																									
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	退避ルートに段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①※ 荷揚場復旧(別紙1)(段差解消)																									
	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②※ 倒壊物の撤去																									
資機材への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、資機材に干渉することで、車両への積込みができない可能性がある。	③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)																									
	資機材の転倒	資機材が転倒する可能性がある。	④※ 車両に積込み退避を実施																									
車両への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)																									
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤※ 牽引による退避を実施																									

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																			
		<p>(a) 使用済燃料輸送作業</p> <p>使用済燃料輸送作業中には、荷揚場に使用済燃料輸送車両、使用済燃料輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。</p> <p>使用済燃料輸送作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避への影響、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表4に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図2に、退避作業に係る時系列を図3に示す。</p> <p>表4 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業 (使用済燃料輸送作業)</p> <table border="1" data-bbox="1765 787 2478 1449"> <thead> <tr> <th>地震による荷揚場への影響</th> <th>退避への影響</th> <th>退避作業の内容</th> <th>退避作業に必要な資機材等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>荷揚場退避ルートへの影響</td> <td>荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉</td> <td>① 高さが増えることにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。</td> <td>・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。</td> <td>・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ</td> </tr> <tr> <td>資機材への影響</td> <td>荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒</td> <td>③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。</td> <td>・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。</td> <td>・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両</td> </tr> <tr> <td>車両への影響</td> <td>荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障</td> <td>③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。</td> <td>・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。</td> <td>・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材</td> </tr> </tbody> </table>	地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等	荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉	① 高さが増えることにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ	資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両	車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材	
地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等																			
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉	① 高さが増えることにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ																		
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両																		
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材																		

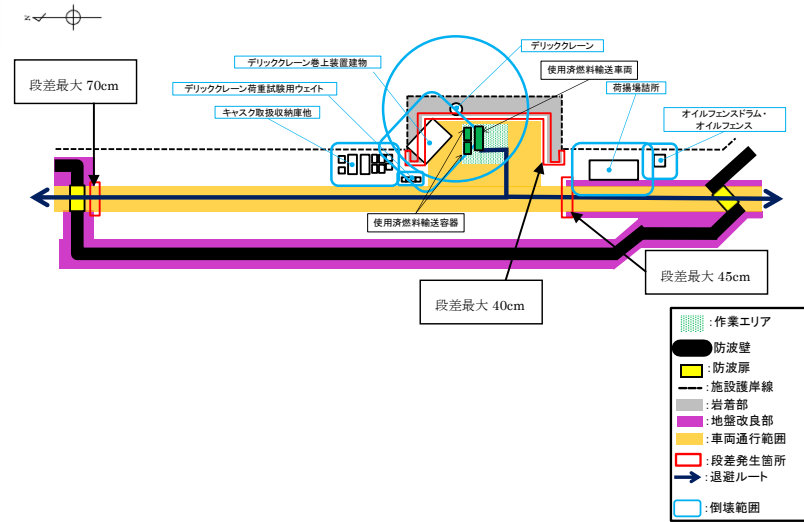


図2 使用済燃料輸送作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧 作業車両移動 砕石積込 砕石運搬 砕石敷設等	6	■			
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6			■	
④ 資機材積込 作業車両移動 玉かけ 積込等	3				■
⑤ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図3 退避作業に係る時系列 (使用済燃料輸送作業)

(b) LLW 搬出作業

LLW 搬出作業中には、荷揚場に LLW 輸送車両、LLW 輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

LLW 搬出作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避に影響を及ぼす事象、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表5に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図4に、退避作業に係る時系列を図5に示す。

表5 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業 (LLW 搬出作業)

地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	① ・碎石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ
	荷揚場常設設備の転倒による干渉 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	② ・倒壊物の撤去作業を実施する。	・ホイールローダ
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 荷揚場常設設備が倒壊し、LLW 輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。	③ ・荷揚場常設設備の撤去（切断、撤去等）により、LLW 輸送容器への玉かけ作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	資機材の転倒 LLW 輸送容器が転倒する可能性がある。	④ ・LLW 輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・LLW 輸送車両または代替可能な運搬車両
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 荷揚場常設設備が倒壊し、LLW 輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	⑤ ・荷揚場常設設備の撤去（切断、撤去等）により、LLW 車両の牽引作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	車両の故障 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑥ ・牽引により退避を実施する。	・牽引車両 ・牽引資機材

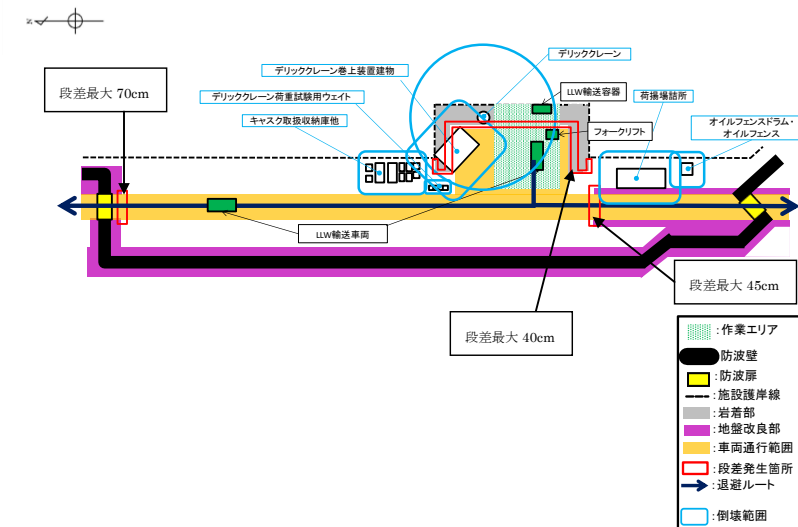


図4 LLW 搬出作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
①段差復旧 作業車両移動 碎石積込 碎石運搬 碎石敷設等	6	■			
②倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6			■	
④資機材積込 玉かけ 積込等	3				■
⑤車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図5 退避作業に係る時系列 (LLW 搬出作業)

(c) デリッククレーン点検作業

デリッククレーン点検作業中には、荷揚場に発電機、トラック、ラフタークレーンがある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

デリッククレーン点検作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避に影響を及ぼす事象、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表6に示す。また、荷揚場作業と退避ルート概要図を図6に、退避作業に係る時系列を図7に示す。

表6 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業 (デリッククレーン点検作業)

地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	① 段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	・碎石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。
	荷揚場常設設備の転倒による干渉	② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・倒壊物の撤去作業を実施する。
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、発電機に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。	・荷揚場常設設備の撤去(切断、撤去等)により、発電機への玉かけ作業を可能とする。
	資機材の転倒	④ 発電機が転倒する可能性がある。	・トラックに横込み退避を実施する。
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、トラック、ラフタークレーンに干渉することで、牽引できない可能性がある。	・荷揚場常設設備の撤去(切断、撤去等)により、トラック、ラフタークレーンの牽引作業を可能とする。
	車両の故障	⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・牽引により退避を実施する。

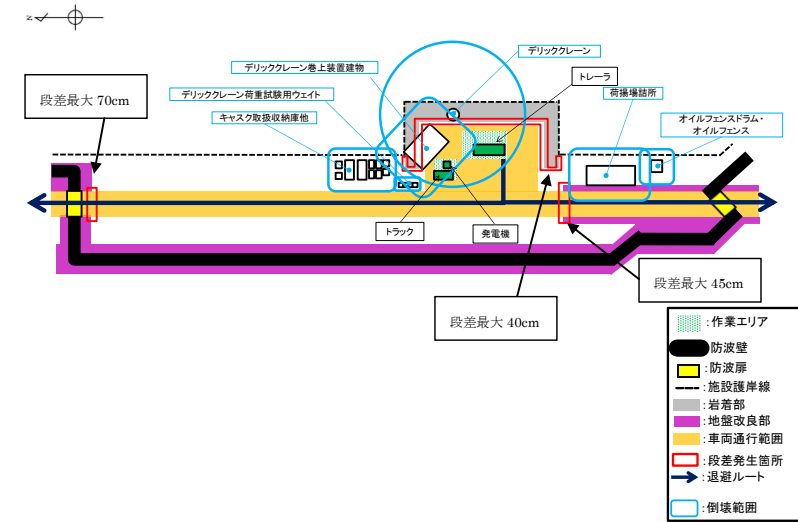


図6 デリッククレーン点検作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
①段差復旧 作業車両移動 砕石積込 砕石運搬 砕石敷設等	6	■			
②倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
④資機材積込 玉かけ 積込等	3			■	
⑤車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図7 退避作業に係る時系列 (デリッククレーン点検作業)

(d) 防舷材設置作業

防舷材設置作業中には、荷揚場にラフタークレーン、トラックがある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

防舷材設置作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避に影響を及ぼす事象、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表7に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図8に、退避作業に係る時系列を図9に示す。

表7 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業
(防舷材設置作業)

地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	① 砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ
荷揚場常設設備の転倒による干渉	荷揚場常設設備の転倒範囲は退避ルートには到達しない。	② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ホイールローダ
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 荷揚場常設設備が倒壊し、トラック、ラフタークレーンに干渉することで、牽引できない可能性がある。	③ 荷揚場常設設備の撤去(切断、撤去等)により、トラック、ラフタークレーンの牽引作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	④ 牽引により退避を実施する。	・牽引車両 ・牽引資機材

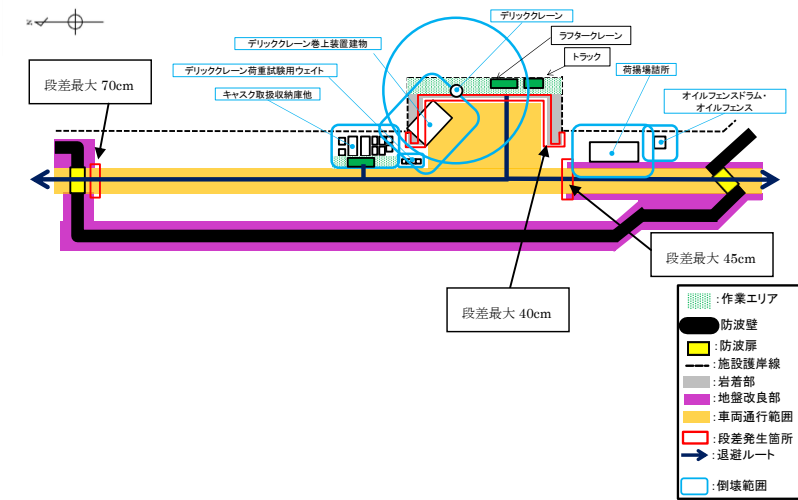


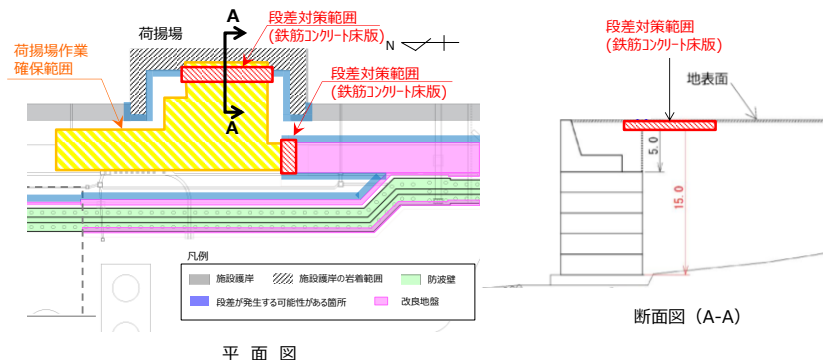
図8 防舷材設置作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

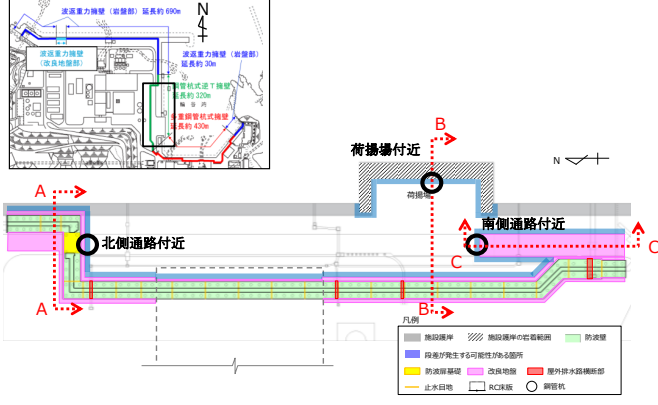
作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧 作業車両移動 砕石積込 砕石運搬 砕石敷設等	6	■			
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6			■	
④ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図9 退避作業に係る時系列(防舷材設置作業)

c. 地震発生後の車両・資機材の退避の実現性

各荷揚場作業において退避に要する時間は、いずれも24時

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>間程度であり、必要資機材の手配に1週間を要すると仮定すると、荷揚場作業に係る車両・資機材は10日間程度で退避可能である。従って、荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生した場合、荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが、独立事象である日本海東縁部に想定される地震による津波が襲来するまでの間に、荷揚場の復旧や車両の牽引等による退避が可能である。なお、更なる地震発生後の車両・資機材の退避の実現性を高める対策として、地震による段差が生じないように荷揚場作業エリアと退避ルートに鉄筋コンクリート床版による段差対策を講じる(図10参照)。</p>  <p style="text-align: center;">図10 段差対策範囲</p> <p>5. まとめ</p> <p>荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、津波が到達するまでに荷揚場作業に係る車両・資機材の退避が可能である。また、荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生する場合は、独立事象である日本海東縁部に想定される地震による津波が襲来するまでに、荷揚場作業に係る車両・資機材の退避が可能である。</p> <p>荷揚場作業を実施する場合には、その都度、作業に必要な車両・資機材が、津波または地震が発生する場合に退避可能であるか確認することから、荷揚場作業に用いる車両・資機材が津波により漂流物となることはない。</p> <p>なお、仮にこれらの車両・資機材が漂流物となった場合においても、水面上を漂流するものは深層取水方式の取水口に到達することなく、港湾内に沈むものは海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することなく、取水口の通水性への影響を及ぼすことはない。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙1</p> <p style="text-align: center;">地震による荷揚場への影響と復旧作業について</p> <p>1. 概要</p> <p>地震による荷揚場への影響として、荷揚場沈下に伴う段差が発生する。地震による段差復旧については、「「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について」のうち「添付資料1.0.2 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ついて」において試験を実施している。地震により段差が発生した場合でも同様な復旧作業が可能であり、ここでは、地震による荷揚場への影響と復旧作業について示す。</p> <p>2. 地震による荷揚場への影響について</p> <p>荷揚場は海側の施設護岸下部を岩着構造としており、沈下しない範囲もあるが、その西側や荷揚場道路付近は埋戻土（掘削ズリ）により敷地造成していることから、地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部との境界部に不等沈下に伴う段差が発生する可能性がある。ここで、荷揚場付近で段差が発生する可能性がある箇所を図1に示す。</p> <p>ここで、埋戻土（掘削ズリ）の沈下量を計算した結果、荷揚場付近の沈下しない範囲との段差は北側通路付近で最大約70cm、南側通路付近で最大約45cm、荷揚場付近で最大約40cmとなる。</p>  <p>図1 荷揚場付近の沈下により段差が発生する可能性がある箇所</p>	

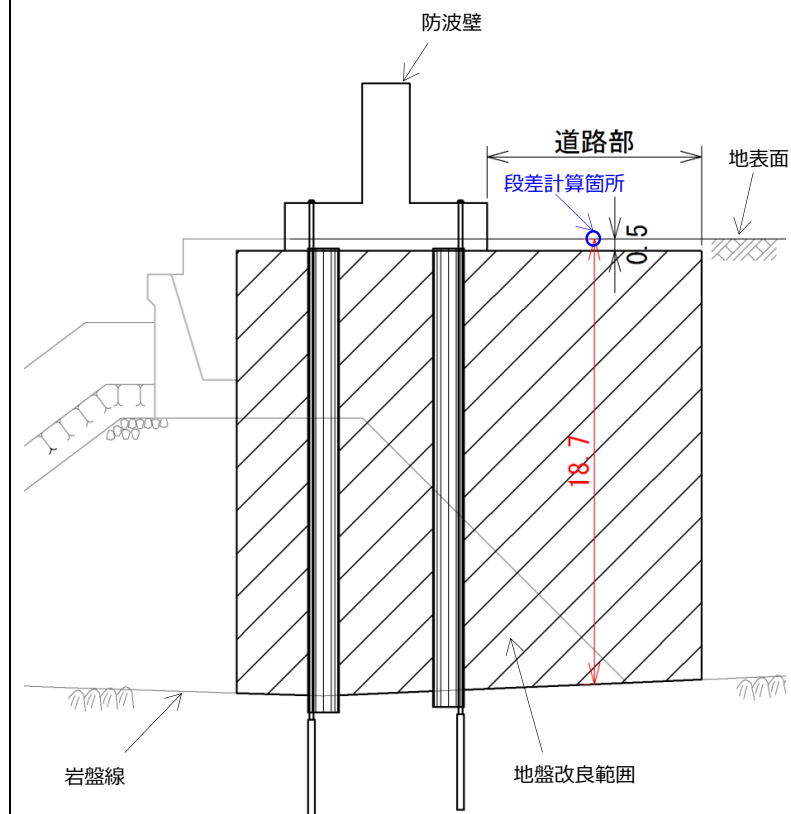
3. 段差高の計算方法について

埋戻土（掘削ズリ）の沈下量については、液状化及び揺すり込みに伴う沈下量として、保守的にばらつきを考慮した相対密度から求まる沈下率（3.5%）を用い、埋戻土（掘削ズリ）の層厚×3.5%で算出する。

段差高は、道路部における埋戻土（掘削ズリ）の層厚から地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部の層厚を引いた差に3.5%を乗じて算出する。

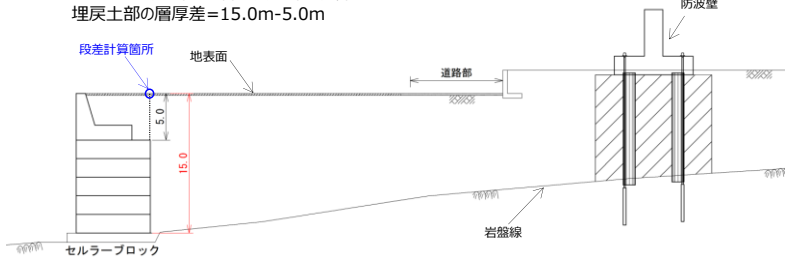
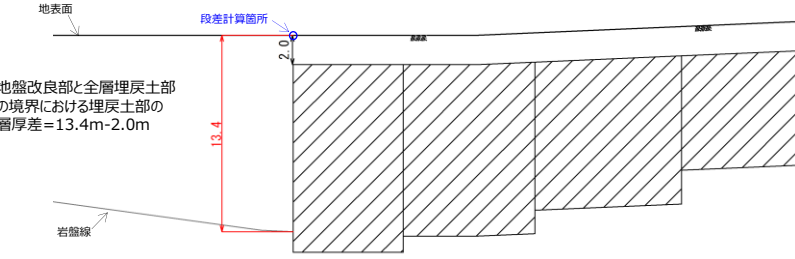
表1 各断面における埋戻土層厚および段差評価一覧表


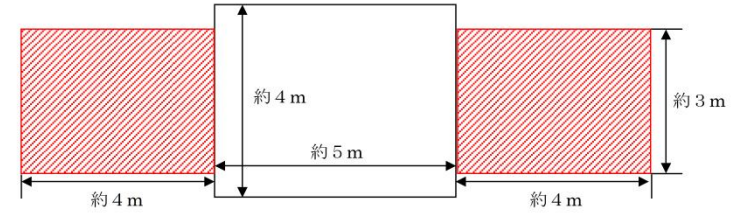

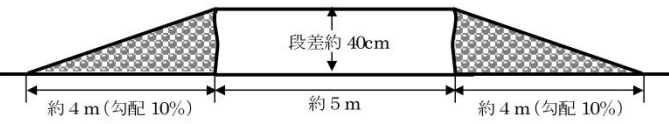

箇所	境界部における埋戻土の層厚差 (m)	段差高さ (cm) =埋戻土層厚 × 3.5%	評価値 (cm)
北側通路付近	18.2	64	70
南側通路付近	11.4	40	45
荷揚場付近	10.0	35	40



地盤改良部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=18.7m-0.5m

図2 北側通路付近断面図 (A-A 断面)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1810 294 2136 346">セルラーブロック部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=15.0m-5.0m</p>  <p data-bbox="1884 567 2359 598">図3 南側通路付近断面図 (B-B断面)</p> <p data-bbox="1736 861 1929 924">地盤改良部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=13.4m-2.0m</p>  <p data-bbox="1884 1060 2329 1092">図4 荷揚場付近断面図 (C-C断面)</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>4. 段差復旧作業について</p> <p>地震により段差が発生した場合でも、砕石の敷設により段差復旧が可能である。</p> <p>段差復旧作業について、「添付資料 1.0.2 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ついて」のうち「別紙(9) 構内道路補修作業の検証について」の内容を抜粋して示す。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p>(2) 段差復旧</p> <p>a. 概要</p> <p>島根原子力発電所に「段差復旧」用として配備している砕石を用いてホイールローダにより、第4図、第5図、第6図のとおり、砕石を用いて、1箇所40cmの段差を復旧した際の作業時間を作業員A、B及びCそれぞれ1回計測した。</p> <p>凡例：  段差解消後の路面</p>  <p>第4図 段差解消平面図 (概要)</p> <p>凡例：  砕石</p>  <p>第5図 段差解消断面図 (概要)</p>  <p>第6図 段差復旧状況</p> <p>b. 測定結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業員A：19分44秒 ・作業員B：19分27秒 ・作業員C：18分33秒 <p>【評価値】20分 (上り, 下り 計2箇所)</p> <p style="text-align: center;">1.0.2-234 243</p> </div>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1736 283 2504 1459" style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p data-bbox="1816 331 2407 384">測定結果より、段差緩和対策を行うものの、万一、段差が発生した場合においても、約10分/箇所で作業を実施できることを確認した。</p> <p data-bbox="2059 1381 2145 1430">1.0.2-233 242</p> </div>	

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料37]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">添付資料 37</p> <p style="text-align: center;"><u>津波発生時の運用対応について</u></p> <p>1. 概要 設置許可基準規則第5条「津波による損傷の防止」に基づき、敷地等への浸水防止として防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉（以下「防波扉」という。）の設置、襲来する津波を監視するため津波監視設備を設置している。ここでは、上記設備に係る運用に加え、大津波警報発令時の原子炉停止操作及び循環水ポンプの停止等の津波発生時のプラント操作に係る対応を示す。</p> <p>2. 津波発生時の対応について 津波発生時の対応については、表1に示すとおり、気象庁が発令する「島根県 出雲・石見」区域の津波注意報、津波警報又は大津波警報及び津波の襲来状況に基づき実施することとし、以下に示す（1）～（3）に区分し、それぞれの対応について示す。また、地震・津波発生時に想定されるプラント対応フローを図1に示す。</p> <p>（1）津波注意報、津波警報又は大津波警報発令時（津波襲来前） （2）津波襲来時 （3）津波襲来後</p>	<p>・資料構成の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は津波発生時の運用対応について資料を作成</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
		<p>表1 気象庁から発令される津波警報・注意報の種類と津波高さの関係</p> <table border="1" data-bbox="1774 348 2463 630"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>津波予想高さ</th> <th>発令警報</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">大津波警報</td> <td>津波高さ 10m 超</td> <td>津波の高さ 10m 超</td> </tr> <tr> <td>津波高さ 5m 超～10m 以下</td> <td>津波の高さ 10m</td> </tr> <tr> <td>津波高さ 3m 超～5m 以下</td> <td>津波の高さ 5m</td> </tr> <tr> <td>津波警報</td> <td>津波高さ 1m 超～3m 以下</td> <td>津波の高さ 3m</td> </tr> <tr> <td>津波注意報</td> <td>津波高さ 0.2m 以上～1m 以下</td> <td>津波の高さ 1m</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 津波注意報, 津波警報又は大津波警報発令時(津波襲来前) 地震発生後, 津波注意報, 津波警報又は大津波警報が発令された場合は, 速やかに湾岸及び取水槽廻りから待避するよう所内通信連絡設備(警報装置を含む。)により発電所内に周知し, 所員は高台(EL11.9m以上)に待避を行う運用としている。ただし, 漂流物発生防止に係る対応を実施する場合は, 対応実施後に退避を行う。また, 津波に関する情報(津波到達予想時刻, 津波規模, 津波監視カメラによる津波の状況等)を確認し作業安全が確認されるまでは, 湾岸及び取水槽廻りでの作業は実施しないこととしている。</p> <p>さらに, 大津波警報の場合は, 緊急時警戒体制を発令し, 緊急時対策要員を非常招集することにより, 速やかに重大事故等に対処できる体制を整える。</p> <p>これらの他, 発令される警報の種類(津波注意報, 津波警報又は大津波警報)に応じ, 津波に対する対応を以下のとおり実施する。</p> <p>a. 津波監視に係る対応 気象庁から発信される津波情報も含め, 津波に関する情報を収集するとともに, 津波監視カメラによる津波襲来状況の監視を強化する。</p> <p>b. 原子炉の停止に係る対応 大津波警報が発令された場合は, 原子炉の停止操作及び冷却操作を開始する。ただし, 地震により原子炉が自動停止する場合を除く。</p>	種類	津波予想高さ	発令警報	大津波警報	津波高さ 10m 超	津波の高さ 10m 超	津波高さ 5m 超～10m 以下	津波の高さ 10m	津波高さ 3m 超～5m 以下	津波の高さ 5m	津波警報	津波高さ 1m 超～3m 以下	津波の高さ 3m	津波注意報	津波高さ 0.2m 以上～1m 以下	津波の高さ 1m	
種類	津波予想高さ	発令警報																	
大津波警報	津波高さ 10m 超	津波の高さ 10m 超																	
	津波高さ 5m 超～10m 以下	津波の高さ 10m																	
	津波高さ 3m 超～5m 以下	津波の高さ 5m																	
津波警報	津波高さ 1m 超～3m 以下	津波の高さ 3m																	
津波注意報	津波高さ 0.2m 以上～1m 以下	津波の高さ 1m																	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>c. 海水ポンプの取水性に係る対応</p> <p>大津波警報が発令された場合は、原則として※¹、津波到達前に気象庁より発表される第一波の到達予想時刻の5分前※²までに循環水ポンプを停止する。</p> <p>※1 大津波警報が発令された場合は、循環水ポンプ停止操作を実施するが、海域活断層から想定される地震による津波は敷地に到達するまでの時間が短く、循環水ポンプ停止前に襲来する可能性がある。なお、海域活断層から想定される地震による津波に対しては、循環水ポンプ運転時においても取水槽水位が非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位を下回らないことを確認している。</p> <p>※2 日本海東縁部に想定される地震による津波では、2号炉取水槽における水位変動は地震発生後約120分以降から始まるが、水位変動が大きくなる(4mを超える)時間はその約30分以降であることから、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位(EL-8.3m)付近まで水位が低下するまで十分余裕がある。</p> <p>d. 防波扉の閉止操作及び漂流物発生防止に係る対応</p> <p>防波扉は、常時閉運用としており、開放時には現場ブザー音により注意喚起されること及び中央制御室にて開閉状態が確認できる。作業等で開放する場合においても、速やかに閉止できるよう、あらかじめ人員を確保することとしている(添付資料39参照)。</p> <p>一方、荷揚場(防波壁外)で作業を実施している場合は、作業を中断し、原則として※³、燃料等輸送船の緊急離岸及び陸側作業に係る車両等の緊急退避を実施し、防波扉の閉止操作を実施する。</p> <p>※3 燃料等輸送船の緊急離岸や陸側作業に係る車両等の緊急退避については、作業完了までに津波が到達する可能性がある場合は実施しない。防波扉については、人員の安全を優先し、可能な範囲で扉の閉止操作を実施する。なお、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上することなく、陸側作業に係る車両等は漂流物になることはない。また、燃料等輸送船は荷揚場に係留</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>されており漂流物となることはない。</p> <p>(2) 津波襲来時</p> <p>a. 津波の監視に係る対応 津波監視カメラによる津波襲来状況の監視を継続するとともに、取水槽水位計による取水槽水位の監視を強化する。</p> <p>b. 原子炉の停止に係る対応 取水槽水位が「取水槽水位低」(EL-2.0m)まで低下した場合は、原子炉を手動停止し、原子炉の冷却操作を開始する。</p> <p>c. 海水ポンプの取水性に係る対応 取水槽水位が「取水槽水位低低」(EL-3.0m)まで低下した場合は、循環水ポンプを停止する。</p> <p>d. 大型送水ポンプ車の取水性に係る対応 重大事故時に海水を取水する大型送水ポンプ車は、基準津波により想定される引き波最大水位に対しても取水可能であることを確認している。</p> <p>(3) 津波襲来後 津波注意報、津波警報又は大津波警報解除後、巡視点検等により取水口を設置する輪谷湾内に漂流物が確認される場合には、必要に応じて漂流物を撤去する。</p>	

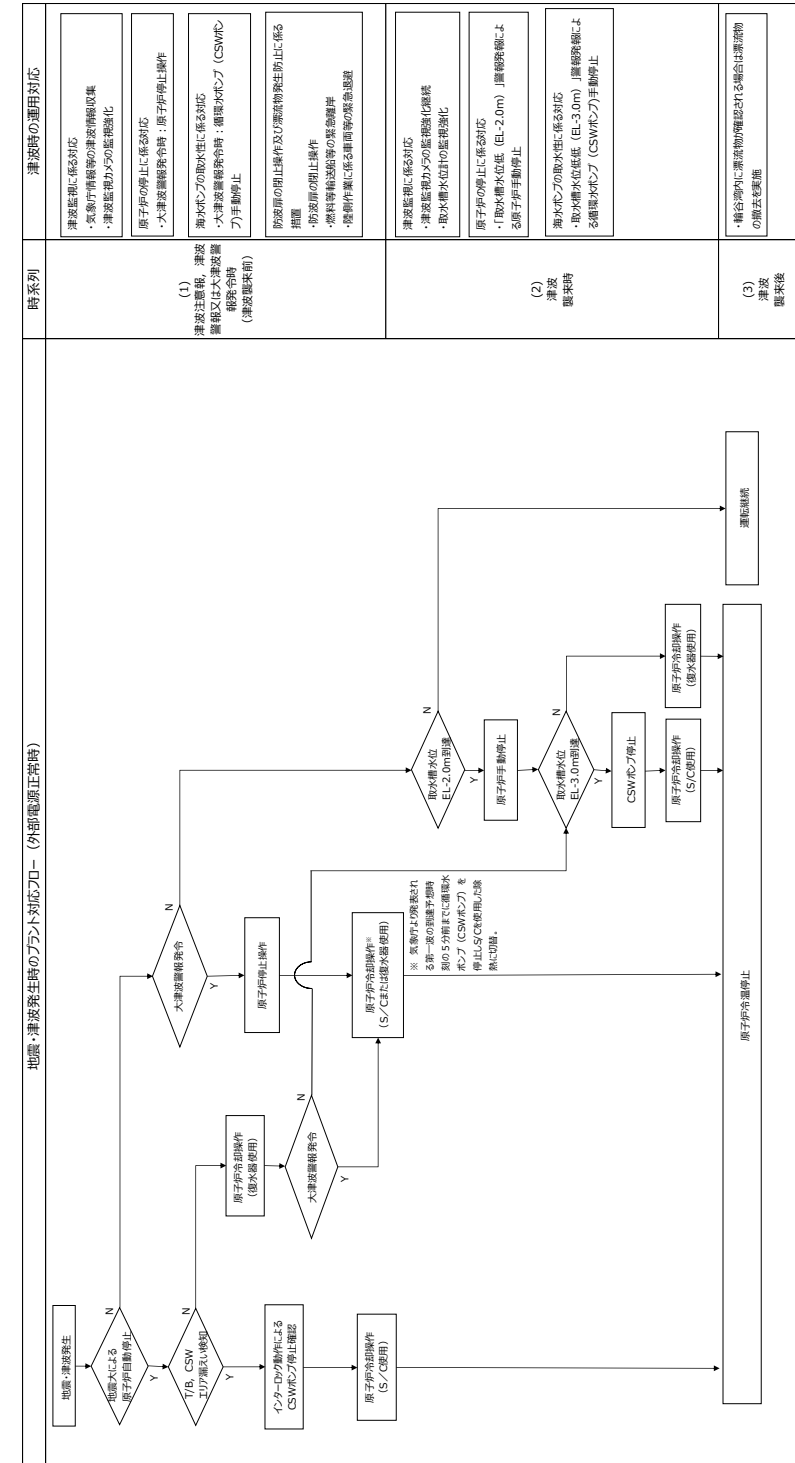


図1-1 地震・津波発生時のプラント対応フロー (外部電源正常時)

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報発生時 (津波発生前)	<ul style="list-style-type: none"> 津波警報に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・気象庁情報等の津波情報収集 ・津波監視カメラの監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：原子炉停止操作
(2) 津波観測時	<ul style="list-style-type: none"> 海水槽の取水性に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・津波監視カメラの監視強化継続 ・取水槽水位計の監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・「取水槽水位低 (EL-2.0m)」警報発生による原子炉自動停止 海水槽の取水性に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・取水槽水位低 (EL-3.0m)」警報発生による遠水駆使 (CSWRC) 自動停止
(3) 津波観測後	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送管内に異状物が確認される場合は異状物の撤去を要する

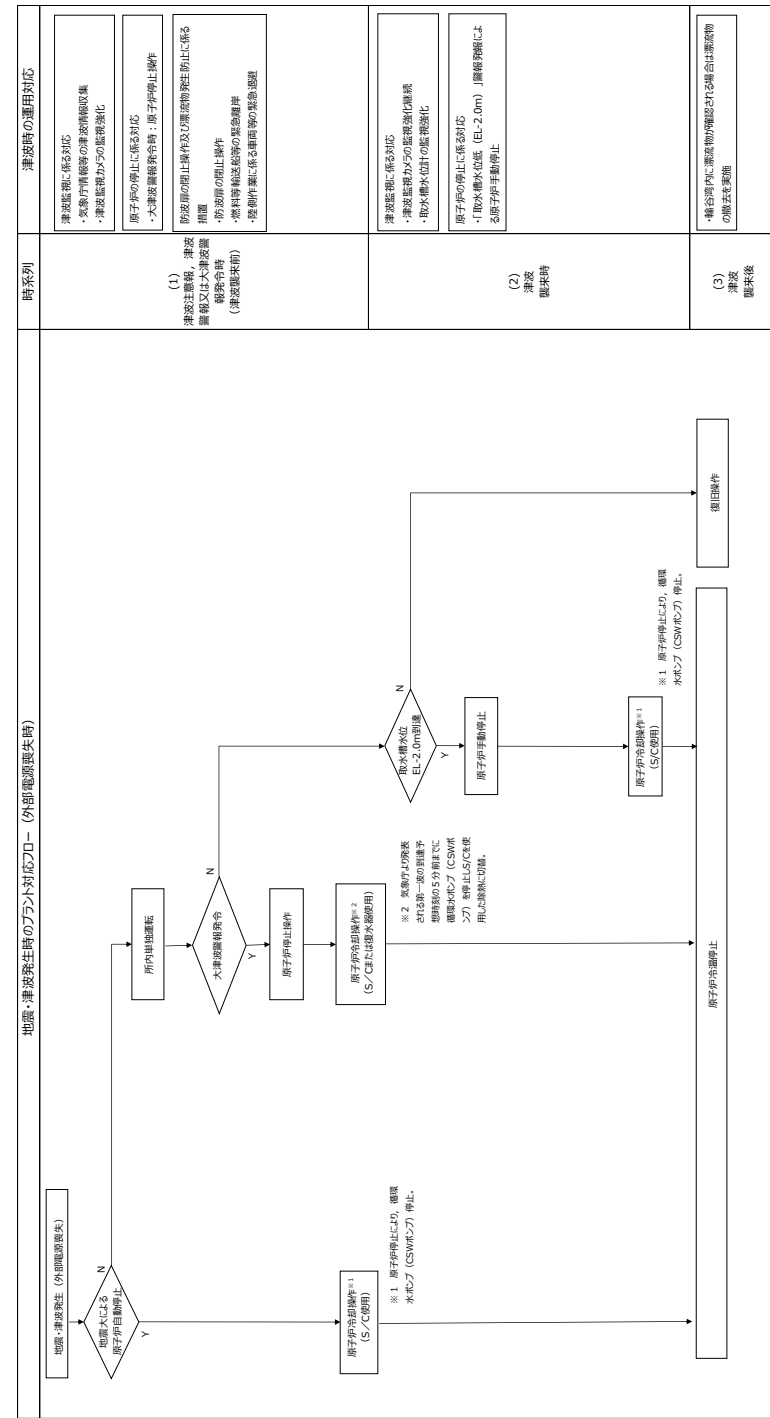


図1-2 地震・津波発生時のプラント対応フロー (外部電源喪失時)

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報又は大津波警報発生時 (津波警報発生)	<ul style="list-style-type: none"> 津波警報に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉自動操作の津波警報発生 ・津波警報発生時の監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：原子炉停止操作 取水機水位の停止操作及び循環水ポンプ停止に係る運用 <ul style="list-style-type: none"> ・取水機水位の停止操作 ・循環水ポンプ停止時の監視強化 ・燃料棒束の緊急処置
(2) 津波警報発生時	<ul style="list-style-type: none"> 津波警報に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・津波警報発生時の監視強化 ・取水機水位の監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・取水機水位 (EL-2.0m) 超過警報による原子炉自動停止
(3) 津波警報発生後	<ul style="list-style-type: none"> ・構内管内に滞留物の確認は滞留物の除去を要する

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

まとめ資料比較表〔5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料38〕

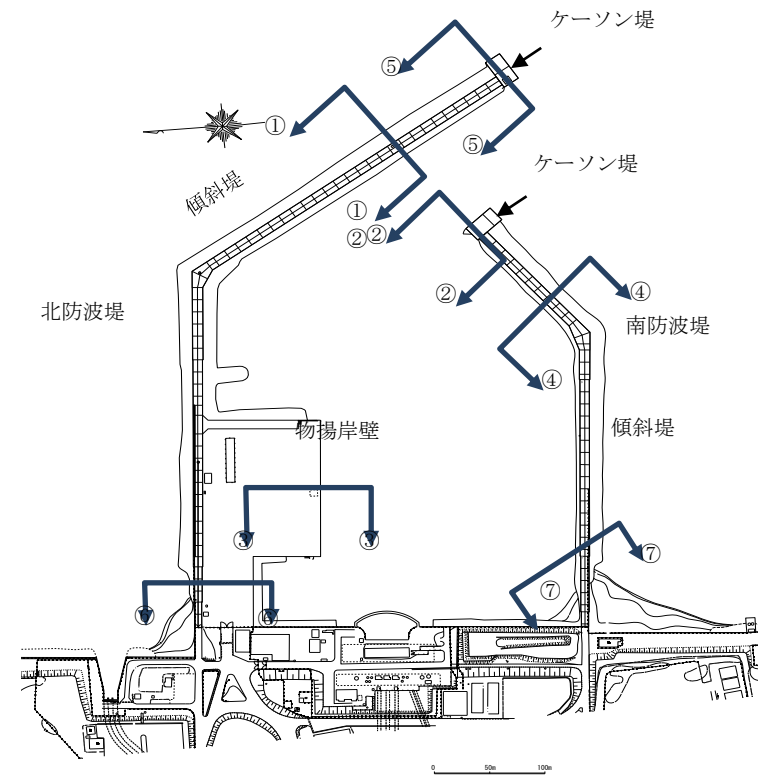
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 18</p> <p style="text-align: center;">地震後の防波堤の津波による影響評価について</p> <p style="text-align: center;">目 次</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>防波堤の施設概要</u> 2. <u>防波堤の漂流物化に係る検討方針</u> 3. <u>地震時評価</u> <ol style="list-style-type: none"> (1) <u>解析方法</u> (2) <u>荷重及び荷重の組合せ</u> (3) <u>入力地震動</u> (4) <u>解析モデル</u> (5) <u>使用材料及び材料の物性値</u> (6) <u>評価結果</u> (7) <u>基準地震動 S_s による防波堤への影響評価のまとめ</u> 4. <u>津波時評価</u> <ol style="list-style-type: none"> (1) <u>評価方法</u> (2) <u>傾斜堤の津波時安定性</u> (3) <u>ケーソン堤の津波時安定性</u> (4) <u>防波堤漂流物の重要施設への到達の可能性評価</u> (5) <u>取水施設における取水機能の成立性</u> (6) <u>津波による防波堤損壊の影響評価のまとめ</u> 	<p style="text-align: right;">添付資料 38</p> <p style="text-align: center;">地震後の荷揚場の津波による影響評価について</p> <p><u>発電所の構内（港湾内）にある港湾施設として、2号炉取水口の西方に荷揚場があり、この他に、発電所港湾の境界を形成する防波堤がある。</u></p> <p><u>防波堤については、耐震性を有していないことから漂流物評価としているため、本資料では地震後の荷揚場の津波による影響評価について検討する。</u></p>	<p>・対象施設の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場について記載している。</p>

1. 防波堤の施設概要

東海第二発電所の防波堤は、傾斜堤、ケーソン堤及び物揚岸壁からなる。傾斜堤は捨石や消波ブロック類からなり、上端には上部工を設置し道路として使用している。ケーソン堤は傾斜堤の先端部に2函ずつ設置されている。また、物揚岸壁は北側の防波堤にあり、港内側は控え杭式鋼管矢板の岸壁からなる。平面図及び構造断面図を第1図～第8図に、東海港深浅図を第9図に示す。

評価を行う断面は、構造形式の異なる傾斜堤、ケーソン堤、物揚岸壁の3断面を選定した。傾斜堤の評価位置は、水深が深い北防波堤先端付近とし、また、大型船舶の緊急離岸のための航路も考慮し、航路幅が最も狭隘となる断面①-①を選定した。ケーソン堤の評価断面は、同様に緊急離岸航路を考慮し南防波堤ケーソン堤断面②-②とした。

物揚岸壁の評価断面は、構造や水深が一樣なため、大型船舶が接岸する中央位置の断面③-③とした。

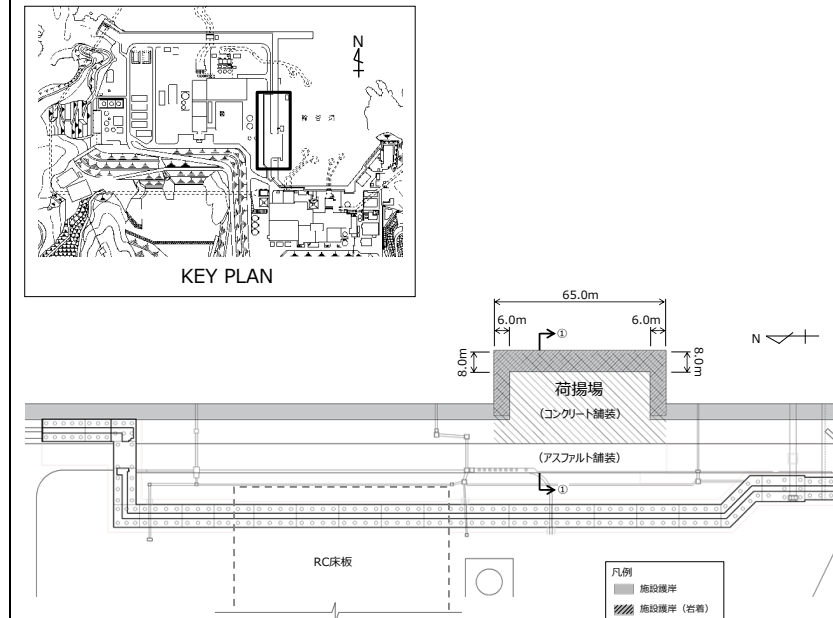


第1図 港湾施設平面図

1. 荷揚場の施設概要

島根原子力発電所の荷揚場は岩盤上に設置され、背後に埋戻土(掘削ズリ)が分布している。荷揚場は、基礎コンクリート、セルラーブロック及び上部工からなる。平面図及び構造断面図を第1図～第2図に示す。

評価を行う断面は、構造が概ね一樣なため、代表断面①-①とした。

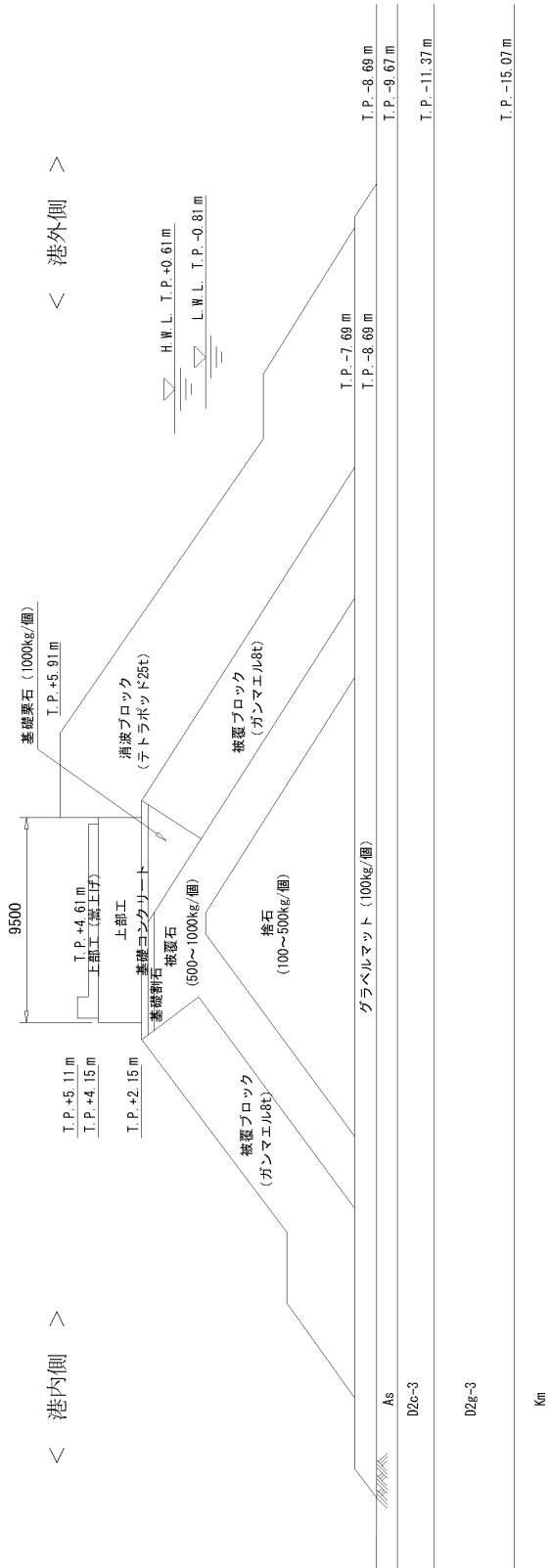


第1図 荷揚場平面図

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。

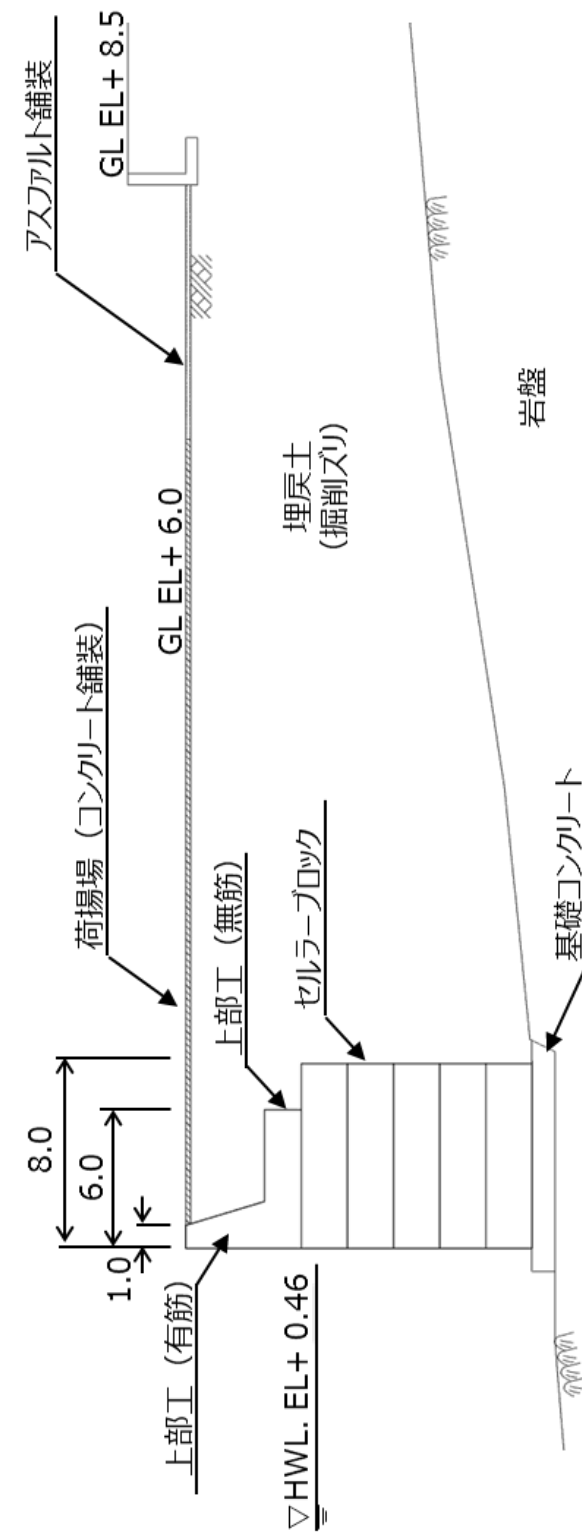
・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。



第2図 北側防波堤傾斜堤断面 (①-①)

(単位: mm)



第2図 荷揚場断面 (①-①)

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場断面を記載している。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(単位：mm)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>
<p>第3図 南側防波堤ケーソン堤断面 (②-②)</p>			

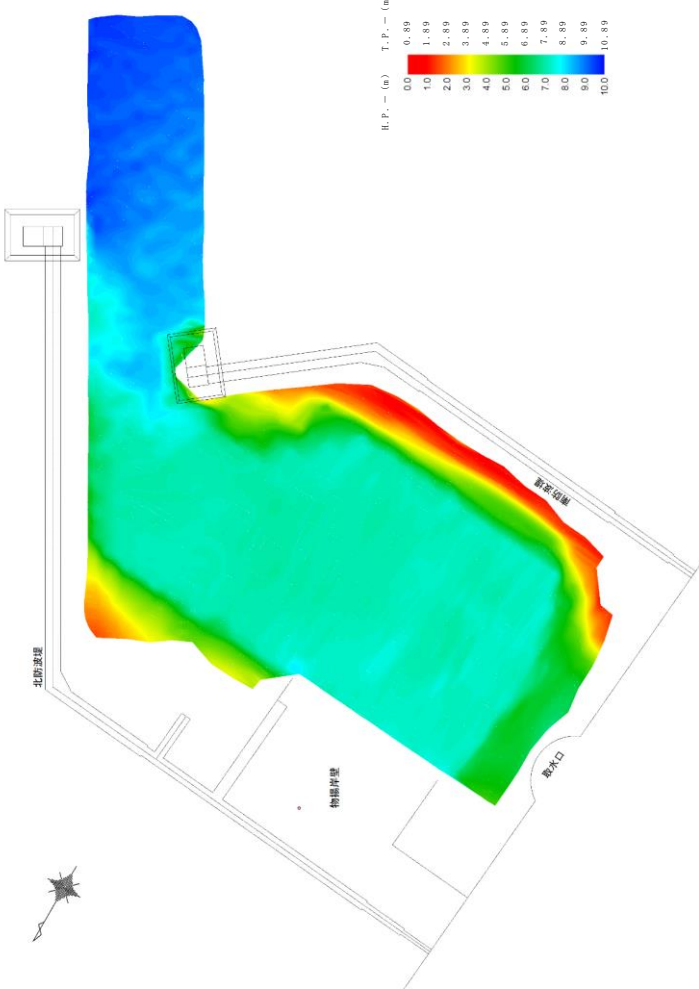
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">第4図 物揚岸壁断面 (③-③)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>第5図 南側防波堤傾斜堤断面 (④-④)</p>		<p>・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(単位：mm)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(単位 : mm)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>
<p>第7図 物揚岸壁進入路断面 (⑥-⑥)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>第8図 南防波堤陸側断面 (⑦-⑦)</p> <p>(単位: mm)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="1032 1329 1617 1360">第9図 東海港深浅図 (2016年12月12日測量)</p>		<p data-bbox="2531 254 2813 464">・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

2. 防波堤の漂流物化に係る検討方針
 基準地震動 S_s 及び基準津波により損傷した防波堤が漂流物化した場合、取水施設である取水口及びSA用海水ピット取水塔の取水機能並びに貯留堰の海水貯留機能に波及的影響を及ぼすこととなる。
 このため、防波堤の基準地震動 S_s 及び基準津波による耐性を確認するとともに、防波堤を構成する部材の漂流物化の可能性、取水施設への到着の有無について評価を行う。
 その結果、取水施設への到達が否定できない場合、漂流物化した防波堤の構成部材に対して、取水施設に期待される機能への影響を確認する。
防波堤の漂流物化に伴う波及的影響検討対象施設と想定される損傷モードについて第1表に、防波堤の漂流物化に係る波及的影響検討対象施設図を第10図に、波及的影響検討フローを第11図に示す。

第1表 波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

波及的影響検討対象施設	損傷モード
1. 取水口	・漂流物による閉塞 ・漂流物の堆積による取水量の減少
2. 貯留堰	・漂流物の衝突による損傷 ・漂流物の堆積による貯留容量の減少
3. SA用海水ピット取水塔	・漂流物の衝突による損傷 ・漂流物による閉塞 ・漂流物の堆積による取水量の減少

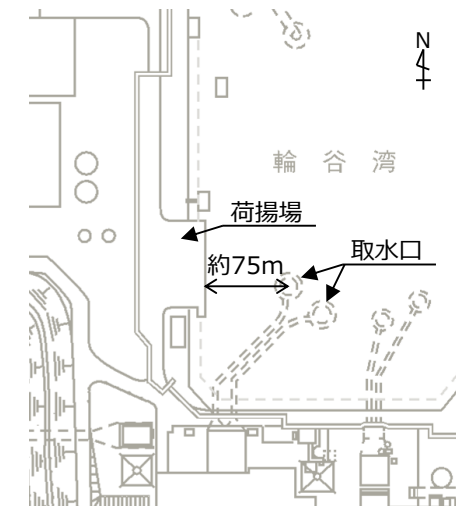


第10図 波及的影響検討対象施設図

2. 荷揚場の漂流物化に係る検討方針
 基準地震動 S_s 及び基準津波により損傷した荷揚場が漂流物化した場合、取水施設である取水口に波及的影響を及ぼすこととなる。
 このため、荷揚場の基準地震動 S_s 及び基準津波による耐性を確認するとともに、荷揚場を構成する部材の漂流物化の可能性、取水施設への到着の有無について評価を行う。
 その結果、取水施設への到達が否定できない場合、漂流物化した荷揚場の構成部材に対して、取水施設に期待される機能への影響を確認する。
荷揚場の漂流物化に伴う波及的影響検討対象施設と想定される損傷モードについて第1表に、荷揚場の漂流物化に係る波及的影響検討対象施設図を第3図に、波及的影響検討フローを第4図に示す。

第1表 波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

波及的影響検討対象施設	損傷モード
1. 取水口	・漂流物による閉塞 ・漂流物の堆積による取水量の減少

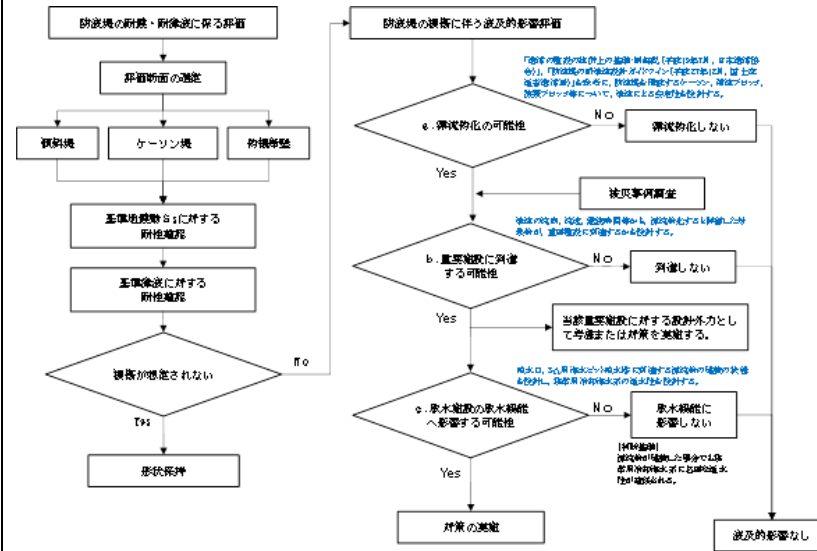


第3図 波及的影響検討対象施設図

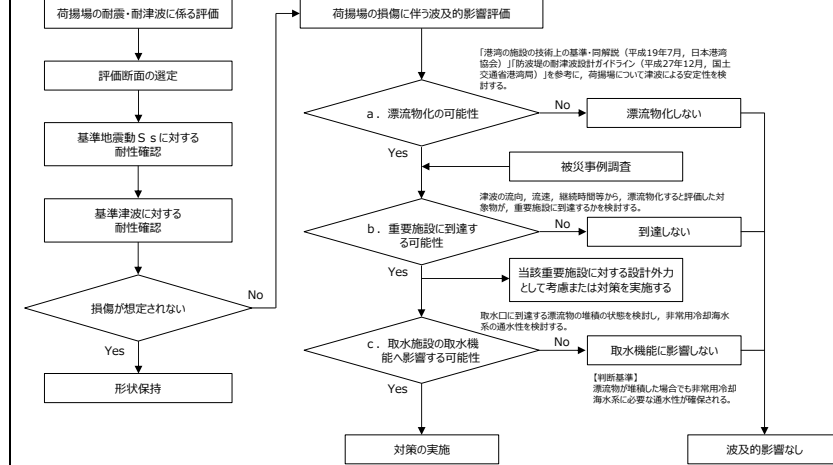
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の漂流物化について記載している。

・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は取水口を波及的影響検討対象施設としている。

・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の漂流物化について記載している。



第 11 図 防波堤の漂流物化による波及的影響検討フロー



第 4 図 荷揚場の漂流物化による波及的影響検討フロー

3. 地震時評価

(1) 解析方法

防波堤の基礎地盤には、液状化検討対象層が分布しているため、地震後の状態を確認する上で、二次元有効応力解析 (FLIP Ver. 7.3.0.2) を用いた地震応答解析を行う。

1) 構造部材

ケーソン及び上部工は、剛体として挙動するため線形弾性体としてモデル化する。

傾斜堤を構成する捨石、被覆石等の石材はマルチスプリング要素でモデル化し、傾斜堤の基礎部ではない消波ブロックは節点荷重でモデル化する。

物揚岸壁の鋼管矢板、鋼管杭は、バイリニア型の非線形はり要素でモデル化し、タイロッドは、引張り方向に抵抗し、圧縮方向には抵抗しないバイリニア型の非線形バネ要素とする。

2) 地盤

地盤の動的変形特性には、Hardin-Drnevich モデルを適用したマルチスプリング要素により、割線せん断剛性比と履歴減衰率のせん断ひずみ依存性を考慮する。

3. 地震時評価

(1) 解析方法

荷揚場の地盤には、液状化検討対象層が分布しているため、地震後の状態を確認する上で、二次元有効応力解析 (FLIP Ver. 7.1.9) を用いた地震応答解析を行う。

1) 構造部材

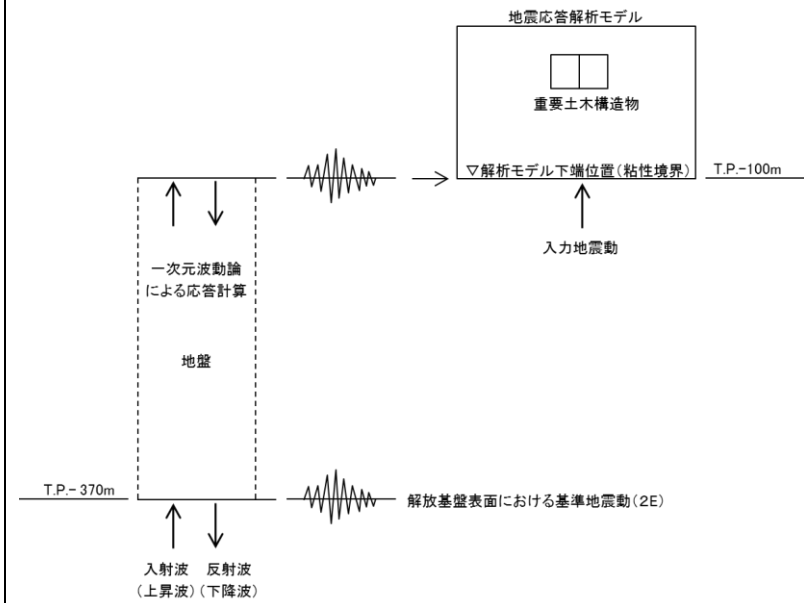
荷揚場の上部工、セルラーブロック、基礎コンクリートは線形平面要素でモデル化する。

2) 地盤

地盤の動的変形特性には、Hardin-Drnevich モデルを適用したマルチスプリング要素により、割線せん断剛性比と履歴減衰率のせん断ひずみ依存性を考慮する。

・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2号炉は荷揚場の漂流物化について記載している。
・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2号炉は荷揚場の解析方法について記載している。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考								
	<p>3) 減衰定数 減衰特性は、数値計算の安定のための Rayleigh 減衰と、地盤の履歴減衰を考慮する。</p> <p>(2) 荷重及び荷重の組合せ 荷重及び荷重の組合せは、以下の通り設定する。</p> <p>1) 荷重 地震応答解析において考慮する荷重を以下に示す。</p> <p>a. 常時荷重 常時荷重として、構造物及び海水の自重を考慮する。 <u>物揚岸壁については、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会，平成19年7月）」に準じて、 上載荷重（15kN/m²）を考慮する。</u></p> <p>b. 地震荷重 地震荷重として、基準地震動 S_s による地震力を考慮する。</p> <p>2) 荷重の組合せ 荷重の組合せを第2表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第2表 荷重の組合せ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>外力の状態</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時 (S_s)</td> <td>a + b</td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 入力地震動 地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価した地震波を用いる。 入力地震動算定の概念図を第12図に示す。</p>	外力の状態	荷重の組合せ	地震時 (S _s)	a + b	<p>3) 減衰定数 減衰特性は、数値計算の安定のための Rayleigh 減衰と、地盤の履歴減衰を考慮する。</p> <p>(2) 荷重及び荷重の組合せ 荷重及び荷重の組合せは、以下の通り設定する。</p> <p>1) 荷重 地震応答解析において考慮する荷重を以下に示す。</p> <p>a. 常時荷重 常時荷重として、構造物及び海水の自重を考慮する。</p> <p>b. 地震荷重 地震荷重として、基準地震動 S_s による地震力を考慮する。</p> <p>2) 荷重の組合せ 荷重の組合せを第2表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第2表 荷重の組合せ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>外力の状態</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時 (S_s)</td> <td>a + b</td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 入力地震動 地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価した地震波を用いる。 入力地震動算定の概念図を第5図に示す。</p>	外力の状態	荷重の組合せ	地震時 (S _s)	a + b	<p>・解析条件の相違 【東海第二】 島根2号炉では上載荷重を考慮していない。</p>
外力の状態	荷重の組合せ										
地震時 (S _s)	a + b										
外力の状態	荷重の組合せ										
地震時 (S _s)	a + b										



第12図 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを第13図及び第14図に示す。

1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離が十分長くなるよう広く設定する。

3) 境界条件

解析領域の側面及び底面には、エネルギーの逸散効果を評価するため、粘性境界を設ける。

3) 構造物のモデル化

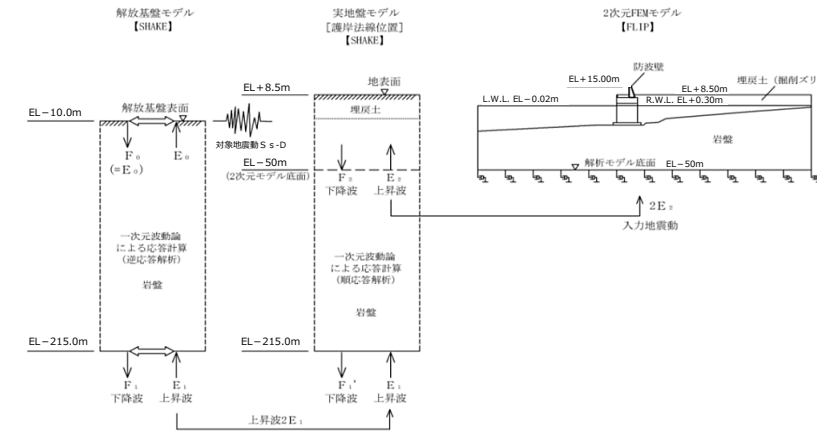
構造物のコンクリート部材は線形平面要素、鋼部材は非線形はり要素又は非線形バネ要素でモデル化する。また、傾斜堤の石材はマルチスプリング要素、消波ブロックは節点荷重でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

地盤は、地質区分に基づき、平面ひずみ要素でモデル化する。

5) ジョイント要素

構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることにより、構造物と地盤の剥離・すべりを考慮する。



第5図 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを第6図に示す。

1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離が十分長くなるよう広く設定する。

2) 境界条件

解析領域の側面及び底面には、エネルギーの逸散効果を評価するため、粘性境界を設ける。

3) 構造物のモデル化

構造物のコンクリート部材は線形平面要素でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

地質区分に基づき、岩盤は平面ひずみ要素、地盤はマルチスプリング要素でモデル化する。

5) ジョイント要素

構造物と地盤及び構造物と構造物の境界部にジョイント要素を設けることにより、構造物と地盤及び構造物と構造物の剥離・すべりを考慮する。

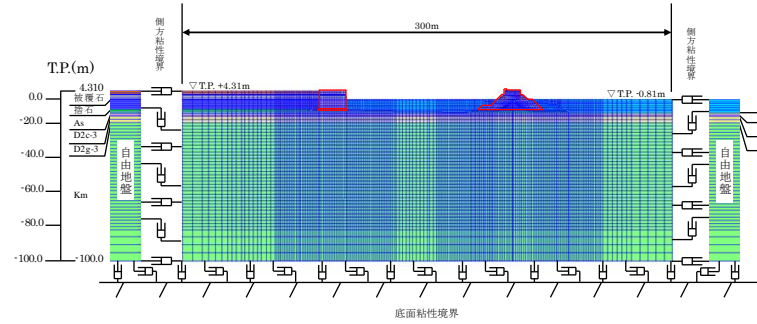
・解析条件の相違
【東海第二】
島根2号炉は解放基盤表面がEL-10.0mにある。

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の解析モデルについて記載している。

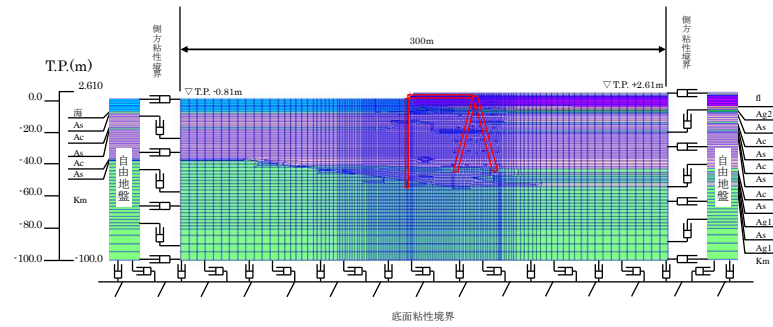
・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の解析モデルについて記載している。

6) 水位条件

海面の水位は、基準津波時の水位評価に用いた朔望平均干潮位 L. W. L. T. P. -0.81mとする。



第13図 地震応答解析モデル (傾斜堤, ケーソン堤断面)

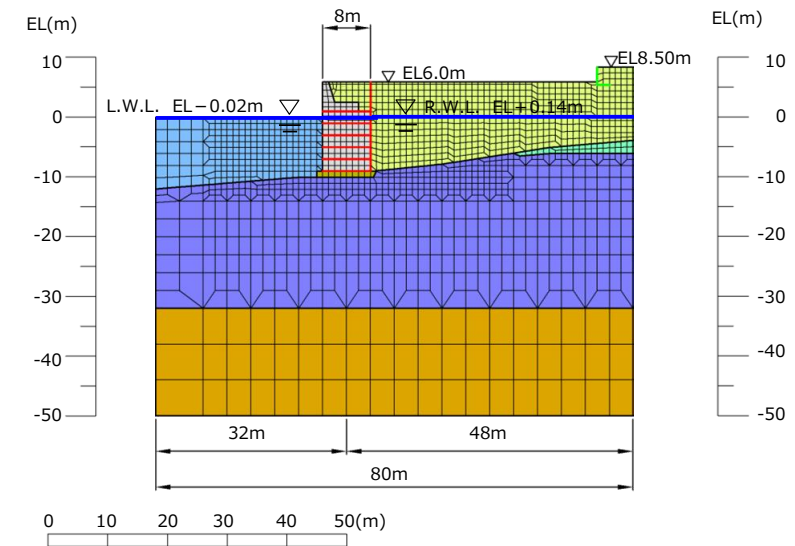


第14図 地震応答解析モデル (物揚岸壁断面)

6) 水位条件

水位は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (日本港湾協会, 平成 19 年 7 月)」に基づく残留水圧を考慮し、護岸より陸側の地下水位は残留水位 R. W. L. EL + 0.14mとし、護岸前面は朔望平均干潮位 L. W. L. EL - 0.02mとする。

■ : 岩盤 (第②速度層) ■ : 岩盤 (第④速度層) ■ : 岩盤 (第⑤速度層) — : ジョイント要素
■ : 埋戻土 (掘削スリ) ■ : 基礎コンクリート ■ : 施設護岸 — : L型擁壁



第6図 地震応答解析モデル (荷揚場断面)

・解析条件の相違
【東海第二】
 島根 2号炉は荷揚場の水位条件を港湾基準に基づき設定している。

・対象施設の相違
【東海第二】
 島根 2号炉は荷揚場の解析モデルについて記載している。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																	
	<p>(5) 使用材料及び材料の物性値</p> <p>1) 構造物の物性値</p> <p>使用材料を第3表に、材料の物性値を第4表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3表 使用材料</p> <table border="1" data-bbox="973 474 1673 663"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>部位</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">コンクリート</td> <td>上部工</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td>基礎</td> <td>設計基準強度 18.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ケーソン (海中)</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼材</td> <td>鋼管矢板, 控え工鋼管杭</td> <td>SKY490, SKK490</td> </tr> <tr> <td>タイロッド</td> <td>HT690</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第4表 材料の物性値</p> <table border="1" data-bbox="1009 873 1638 1083"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">部位</th> <th rowspan="2">単位体積重量 (kN/m³)</th> <th rowspan="2">ヤング係数 (kN/mm²)</th> <th colspan="2">ポアソン比</th> </tr> <tr> <th>飽和, 湿潤</th> <th>水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">コンクリート</td> <td>上部工</td> <td>24.0</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>基礎</td> <td>22.6</td> <td>22</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>21.8</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>21.8</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>根固方塊</td> <td>22.6</td> <td>22</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼材</td> <td>鋼管矢板, 控え工鋼管杭</td> <td>77.0</td> <td>200</td> <td>0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイロッド</td> <td>-</td> <td>200</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 地盤の物性値</p> <p>解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを第5表に示す。<u>液状化検討対象層である du 層, Ag2 層, As 層, Ag1 層及び D2g-3 層について液状化強度特性を設定する。液状化パラメータについては、液状化強度試験結果より設定する。</u></p> <p><u>試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を第15図に示す。なお、液状化強度特性が保守的に評価されるように、液状化強度試験値の平均-1σ の液状化強度特性を再現するように設定する。</u></p>	材料	部位	諸元	コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0N/mm ²	基礎	設計基準強度 18.0N/mm ²	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²		ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²	鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	SKY490, SKK490	タイロッド	HT690	材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比		飽和, 湿潤	水中	コンクリート	上部工	24.0	25	0.2		基礎	22.6	22	0.2		ケーソン (海中)	21.8	25	0.2		ケーソン (海中)	21.8	25	0.2			根固方塊	22.6	22	0.2		鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	77.0	200	0.3		タイロッド	-	200	-		<p>(5) 使用材料及び材料の物性値</p> <p>1) 構造物の物性値</p> <p>使用材料を第3表に、材料の物性値を第4表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3表 使用材料</p> <table border="1" data-bbox="1739 474 2499 768"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>部位</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">コンクリート</td> <td>上部工 (有筋)</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm²</td> </tr> <tr> <td>上部工 (無筋)</td> <td>設計基準強度 14.7N/mm²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">セルラーブロック</td> <td>気中</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm²</td> </tr> <tr> <td>水中</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm²</td> </tr> <tr> <td>基礎コンクリート</td> <td>設計基準強度 14.7N/mm²</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第4表 材料の物性値</p> <table border="1" data-bbox="1739 873 2499 1138"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="2">単位体積重量 (kN/m³)</th> <th rowspan="2">ヤング係数 (kN/mm²)</th> <th rowspan="2">ポアソン比</th> </tr> <tr> <th>飽和, 湿潤</th> <th>水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">コンクリート</td> <td>上部工 (有筋)</td> <td>24.0</td> <td>-</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>上部工 (無筋)</td> <td>22.6</td> <td>-</td> <td>20.4</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>セルラーブロック (コンクリート詰)</td> <td>23.0</td> <td>12.9</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>セルラーブロック (栗石詰)</td> <td>22.0</td> <td>11.9</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>基礎コンクリート</td> <td>22.6</td> <td>12.5</td> <td>20.4</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 地盤の物性値</p> <p>解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを第5表に示す。<u>地盤の物性値は、「島根原子力発電所2号炉設計基準対象施設について第4条：地震による損傷の防止 別紙-11液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定する。液状化の評価対象として取り扱う埋戻土 (掘削ズリ) 及び砂礫層の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、液状化試験結果 (繰返し非排水せん断試験結果) に基づき、地盤のばらつき等を考慮し、保守的に簡易設定法により設定した。設定した液状化強度曲線を第7図に示す。</u></p>	材料	部位	諸元	コンクリート	上部工 (有筋)	設計基準強度 20.6N/mm ²	上部工 (無筋)	設計基準強度 14.7N/mm ²	セルラーブロック	気中	設計基準強度 20.6N/mm ²	水中	設計基準強度 20.6N/mm ²	基礎コンクリート	設計基準強度 14.7N/mm ²	材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)		ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比	飽和, 湿潤	水中	コンクリート	上部工 (有筋)	24.0	-	23.3	0.2	上部工 (無筋)	22.6	-	20.4	0.2	セルラーブロック (コンクリート詰)	23.0	12.9	23.3	0.2	セルラーブロック (栗石詰)	22.0	11.9	23.3	0.2	基礎コンクリート	22.6	12.5	20.4	0.2	<p>・解析条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の使用材料の物性値を記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の地盤物性値について記載している。</p>
材料	部位	諸元																																																																																																																		
コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0N/mm ²																																																																																																																		
	基礎	設計基準強度 18.0N/mm ²																																																																																																																		
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²																																																																																																																		
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²																																																																																																																		
鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	SKY490, SKK490																																																																																																																		
	タイロッド	HT690																																																																																																																		
材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比																																																																																																																
				飽和, 湿潤	水中																																																																																																															
コンクリート	上部工	24.0	25	0.2																																																																																																																
	基礎	22.6	22	0.2																																																																																																																
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2																																																																																																																
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2																																																																																																																
	根固方塊	22.6	22	0.2																																																																																																																
鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	77.0	200	0.3																																																																																																																
	タイロッド	-	200	-																																																																																																																
材料	部位	諸元																																																																																																																		
コンクリート	上部工 (有筋)	設計基準強度 20.6N/mm ²																																																																																																																		
	上部工 (無筋)	設計基準強度 14.7N/mm ²																																																																																																																		
	セルラーブロック	気中	設計基準強度 20.6N/mm ²																																																																																																																	
		水中	設計基準強度 20.6N/mm ²																																																																																																																	
	基礎コンクリート	設計基準強度 14.7N/mm ²																																																																																																																		
材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)		ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比																																																																																																															
		飽和, 湿潤	水中																																																																																																																	
コンクリート	上部工 (有筋)	24.0	-	23.3	0.2																																																																																																															
	上部工 (無筋)	22.6	-	20.4	0.2																																																																																																															
	セルラーブロック (コンクリート詰)	23.0	12.9	23.3	0.2																																																																																																															
	セルラーブロック (栗石詰)	22.0	11.9	23.3	0.2																																																																																																															
	基礎コンクリート	22.6	12.5	20.4	0.2																																																																																																															

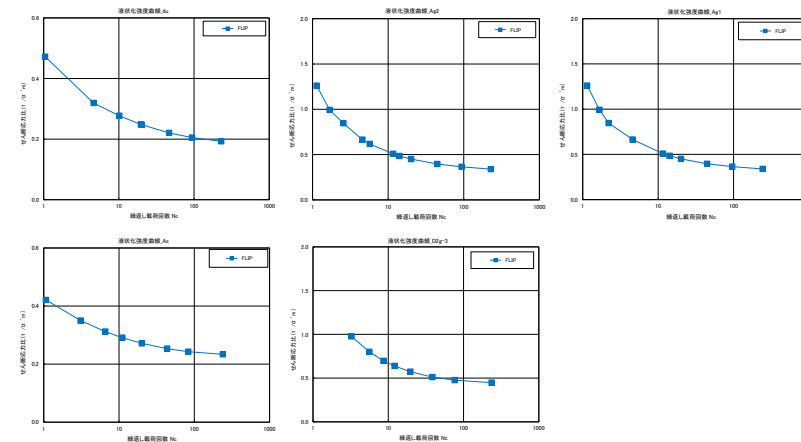
第 5 表 (1) 地盤の物性値と液状化パラメータ

名称	記号	単位	du	Ag2	Ac	As
単位体積質量	ρ	t/m ³	1.98	2.01	1.65	1.74
間隙率	n	—	0.43	0.40	0.61	0.55
基準せん断弾性係数	G_{hs}	kN/m ²	253,389	278,044	121,857	143,367
基準体積弾性係数	K_{hs}	kN/m ²	443,431	463,407	111,702	250,892
基準平均有効主応力	σ_{hs}^*	kN/m ²	358	497	480	378
拘束圧依存係数	mG,mK	—	0.50	0.50	0.50	0.50
ポアソン比	ν	—	0.26	0.25	0.10	0.26
内部摩擦角	ϕ	°	37.3	37.4	29.1	41.0
粘着力	c	kN/m ²	0	0	25	0
最大減衰定数	h_{hs}	—	0.220	0.233	0.200	0.216
液状化パラメータ	ϕp	°	34.8	34.9	—	38.3
	s1	—	0.047	0.028	—	0.046
	w1	—	6.5	56.5	—	6.9
	p1	—	1.26	9.00	—	1.00
	p2	—	0.80	0.60	—	0.75
	c1	—	2.00	3.40	—	2.27

第 5 表 (2) 地盤の物性値と液状化パラメータ

名称	記号	単位	Ag1	D2c-3	D2g-3	Km
単位体積質量	ρ	t/m ³	2.01	1.77	2.15	$1.72 - 1.03 \times 10^{-4} \times Z$
間隙率	n	—	0.40	0.52	0.30	0.54
基準せん断弾性係数	G_{hs}	kN/m ²	392,183	285,240	1,361,843	$\rho \times V_s^{1.7}$
基準体積弾性係数	K_{hs}	kN/m ²	653,638	414,277	2,383,225	$2(1 + \nu) / 3 / (1 - 2\nu) \times G_{hs}$
基準平均有効主応力	σ_{hs}^*	kN/m ²	814	696	1167	動的変形試験における有効土載圧と静ポアソン比より深度毎に設定
拘束圧依存係数	mG,mK	—	0.50	0.50	0.50	0.00
ポアソン比	ν	—	0.25	0.22	0.26	$0.16 + 0.00025 \times Z$
内部摩擦角	ϕ	°	37.4	35.6	44.4	$23.2 + 0.099 \times Z$
粘着力	c	kN/m ²	0	26	0	$358 - 6.03 \times Z$
最大減衰定数	h_{hs}	—	0.221	0.186	0.130	履歴減衰率のせん断ひずみ依存性試験データを最小二乗法回帰で再現する最大履歴減衰率を設定
液状化パラメータ	ϕp	°	34.9	—	41.4	—
	s1	—	0.029	—	0.030	—
	w1	—	51.6	—	45.2	—
	p1	—	12.0	—	8.00	—
	p2	—	0.60	—	0.60	—
	c1	—	3.35	—	3.82	—

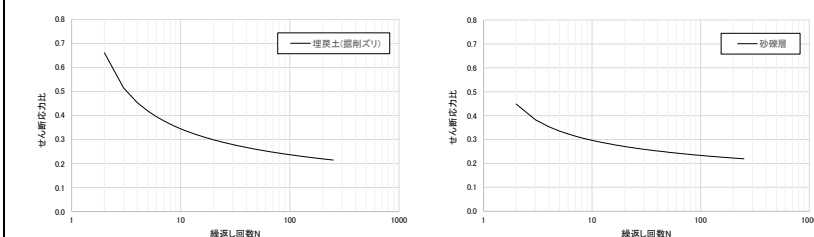
Z: 標高



第 15 図 液状化強度曲線

第 5 表 地盤の物性値と液状化パラメータ

材料種別	単位体積質量		含水率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化率 (%)	液状化パラメータ			
	標準	平均																標準	平均	標準	平均
地盤	砂層 (標準液状化)	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層 (平均液状化)	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層 (標準液状化)	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層 (平均液状化)	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
砂層 (標準液状化)	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
砂層 (平均液状化)	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2.15	1.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	



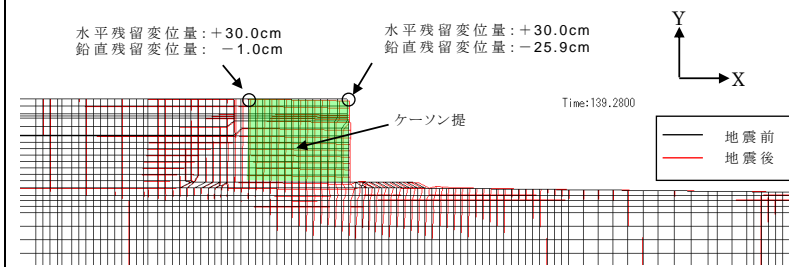
第 7 図 液状化強度曲線

・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2 号炉は荷揚場の地盤物性値について記載している。

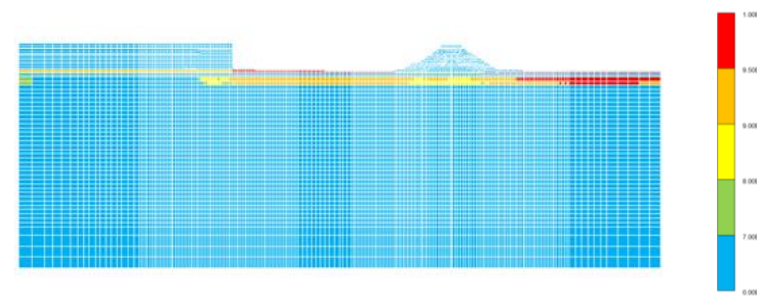
・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2 号炉は荷揚場の液状化強度曲線について記載している。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>3) ジョイント要素</p> <p>構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることを基本とし、境界部での剥離・すべりを考慮する。ジョイント要素の特性は法線方向、接線方向に分けて設定する。法線方向では、引張応力が生じた場合、剛性及び応力をゼロとして剥離を考慮する。接線方向では、構造物と地盤の境界部のせん断抵抗力以上のせん断応力が発生した場合、剛性をゼロとし、すべりを考慮する。静止摩擦力 τ_f は Mohr-Coulomb 式により規定する。</p> <p>4) 荷重の入力方法</p> <p>a. 常時荷重</p> <p>常時荷重である自重は、<u>鉄筋コンクリートや鋼管矢板等の単位体積重量を踏まえ、構造物の断面の大きさに応じて算定する。</u></p> <p>b. 地震荷重</p> <p>地震荷重は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を、一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価した地震波を用いて算定する。</p> <p>(6) 評価結果</p> <p>現状の<u>ケーソン堤、傾斜堤、物揚岸壁</u>に対する評価結果を示す。</p> <p>1) <u>ケーソン堤</u></p> <p><u>ケーソン堤は基準地震動 S_s 後に多少傾斜し、水平残留変位量は約 30cm、鉛直残留変位量は約 26cm である。</u></p> <p><u>したがって、基準地震動 S_s 後、津波襲来前のケーソン堤の状態としては、ほぼ当初の位置、高さを確保しているものと判断される。残留変位図を第 16 図、過剰間隙水圧比分布図を第 17 図に示す。</u></p>	<p>3) ジョイント要素</p> <p>構造物と地盤<u>及び構造物と構造物</u>の境界部にジョイント要素を設けることを基本とし、境界部での剥離・すべりを考慮する。ジョイント要素の特性は法線方向、接線方向に分けて設定する。法線方向では、引張応力が生じた場合、剛性及び応力をゼロとして剥離を考慮する。接線方向では、構造物と地盤の境界部のせん断抵抗力以上のせん断応力が発生した場合、剛性をゼロとし、すべりを考慮する。静止摩擦力 τ_f は Mohr-Coulomb 式により規定する。</p> <p>4) 荷重の入力方法</p> <p>a. 常時荷重</p> <p>常時荷重である自重は、<u>コンクリートの単位体積重量を踏まえ、構造物の断面の大きさに応じて算定する。</u></p> <p>b. 地震荷重</p> <p>地震荷重は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を、一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価した地震波を用いて算定する。</p> <p>(6) 評価結果</p> <p>現状の<u>荷揚場</u>に対する評価結果を示す。</p>	<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の解析条件について記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の荷重条件について記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の評価結果について記載している。</p>

・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の評価結果について記載している。



第16図 残留変位図 (ケーソン堤)

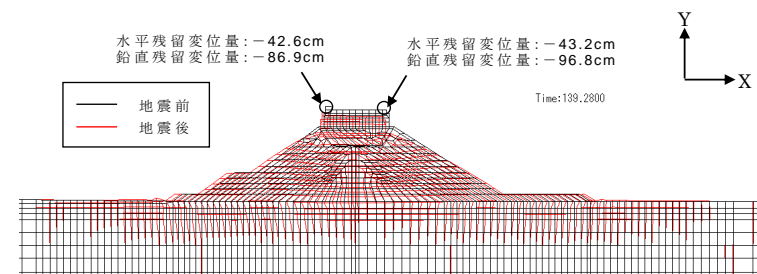


第17図 過剰間隙水圧比分布図

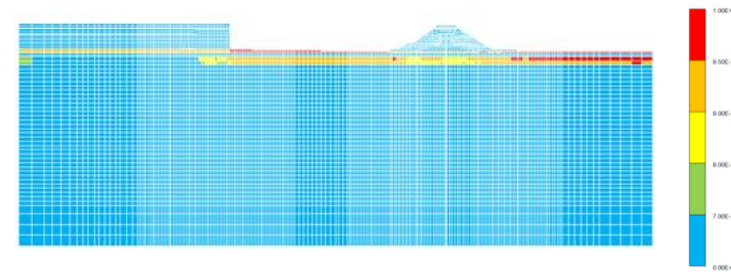
2) 傾斜堤

傾斜堤の基準地震動 S_s による水平残留変位量は約43cm, 鉛直残留変位量は堤外側で約97cmである。

したがって、基準地震動 S_s 後、津波襲来前の傾斜堤の状態としては、ほぼ当初の位置に存在するものの、傾斜堤天端高さとしては約1m低い状態にあると判断される。残留変位図を第18図、過剰間隙水圧比分布図を第19図に示す。



第18図 残留変位図 (傾斜堤)



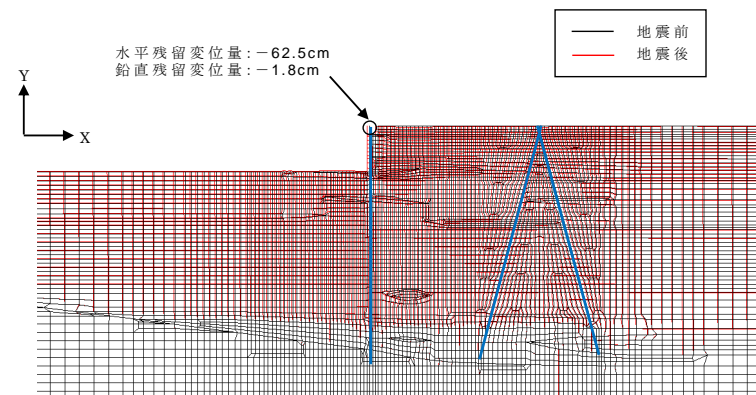
第19図 過剰間隙水圧比分布図

3) 物揚岸壁

a. 残留変位量

前面鋼管矢板は、基準地震動 S_s により多少前面に変形し、水平残留変位量は約 63cm、鉛直残留変位量は約 2cm である。

残留変位図を第 20 図、過剰間隙水圧比分布図を第 21 図に示す。



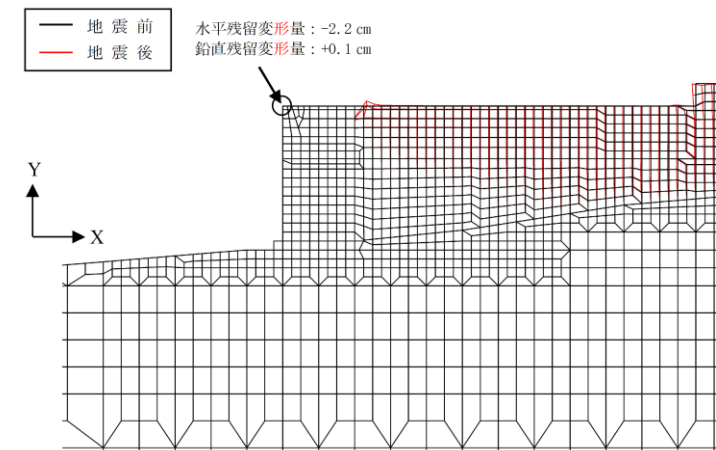
第20図 残留変位図 (物揚岸壁)

a. 最終変形量

荷揚場は、基準地震動 S_s によりほとんど変形せず、水平残留変形量は約 2.2cm、鉛直残留変形量は約 0.1cm である。

なお、地震時におけるセルラーブロックの海側及び陸側の最大変形量を確認したところ、いずれも変形量は軽微であり、また、当該時刻における埋戻土中間のジョイント要素に有意な剥離等は生じておらず、ジョイント要素が荷揚護岸の地震時挙動に悪影響を及ぼしていないことを確認した。

最終変形量図を第 8 図に、地震時におけるセルラーブロックの海側及び陸側の最大変形量図を第 9 図及び第 10 図に、過剰間隙水圧比分布図を第 11 図に示す。



第8図 最終変形量図

・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2号炉は荷揚場の最終変形量について記載している。

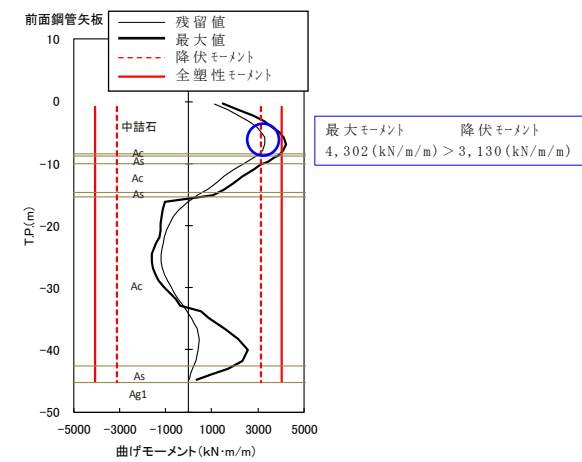
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1003 1402 1703 1646" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1130 1688 1519 1724" data-label="Caption"> <p>第 21 図 過剰間隙水圧比分布図</p> </div>	<div data-bbox="1783 275 2445 663" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1843 701 2386 737" data-label="Caption"> <p>第 9 図 最大変形量図 (最大変形時 (海側))</p> </div> <div data-bbox="1783 800 2445 1209" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1843 1247 2386 1283" data-label="Caption"> <p>第 10 図 最大変形量図 (最大変形時 (陸側))</p> </div> <div data-bbox="1804 1346 2415 1661" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1923 1688 2318 1724" data-label="Caption"> <p>第 11 図 過剰間隙水圧比分布図</p> </div>	<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の最終変形量に加え、最大変形量についても記載している。</p>

b. 照査結果

前面鋼管矢板の最大曲げモーメント分布図を第 22 図, タイロッドの軸方向伸び量時刻歴図を第 23 図, 控え工鋼管杭 (斜杭) の最大曲げモーメント図を第 24 図, 控え工鋼管杭 (斜杭) の最大曲げモーメント位置における軸力を考慮した合成照査図 (M-N 図) を第 25 図, 控え工鋼管杭 (斜杭) の最大軸力分布図を第 26 図, 支持力の照査結果を第 6 表に示す。

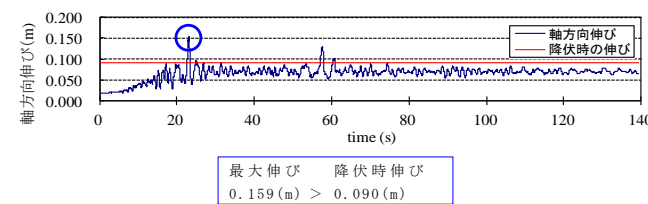
前面鋼管矢板は, 曲げに対して海底面付近で降伏モーメントを超過する。また, 前面鋼管矢板を支えるタイロッドは, 降伏時の伸びを超過する。さらに, 控え工鋼管杭 (斜杭) は, 作用軸力が地盤の極限支持力以下であるが, 最大曲げモーメント位置における軸力を考慮した合成照査において, 降伏モーメントを超過する。

① 前面鋼管矢板



第 22 図 前面鋼管矢板の最大曲げモーメント分布図

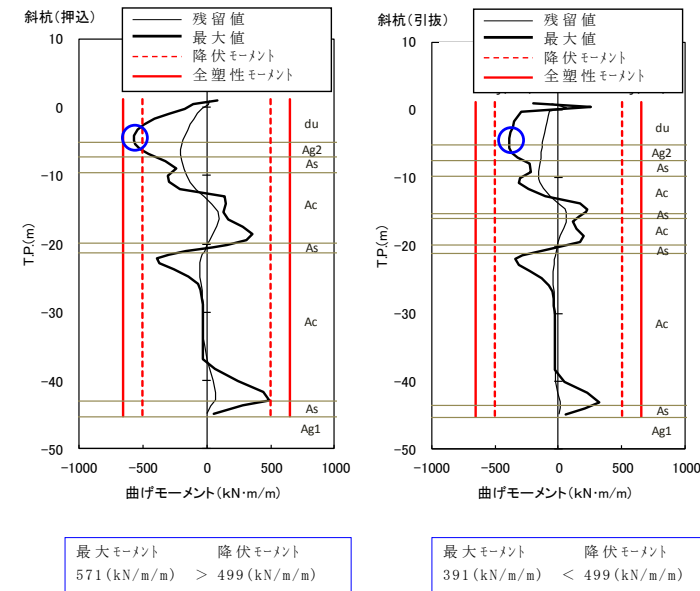
② タイロッド



第 23 図 タイロッドの軸方向伸び量時刻歴図

・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2 号炉は荷揚場の最終変形量について記載している。

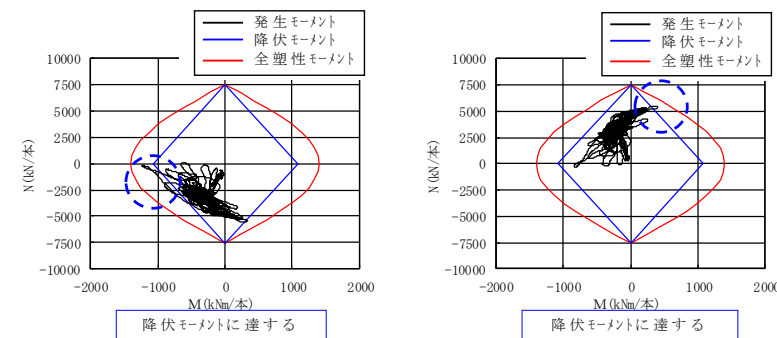
③ 控え工鋼管杭 (斜杭)



第 24 図 控え工鋼管杭 (斜杭) の最大曲げモーメント図

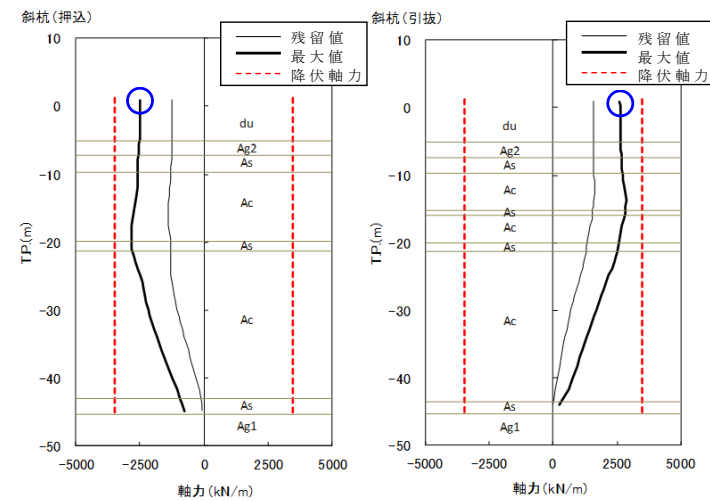
(押込杭)

(引抜杭)



第 25 図 控え工鋼管杭 (斜杭) のM-N図 (最大モーメント位置)

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の最終変形量について記載している。



支持力照査用軸力：
 $2,612 \text{ (kN/m)} \times 2.16 \text{ (m)}^{\ast 1} = 5,642 \text{ kN/本}$ 支持力照査用軸力：
 $2,608 \text{ (kN/m)} \times 2.16 \text{ (m)}^{\ast 1} = 5,633 \text{ kN/本}$

※1 控え工鋼管杭間隔

第 26 図 控え工鋼管杭（斜杭）の最大軸力分布図

第 6 表 控え工鋼管杭（斜杭）の支持力照査結果

	作用軸力 (kN/本)	極限支持力 ^{※2} (kN/本)	判定
押込杭	5,642	10,267	O.K
引抜杭	5,633	10,040	O.K

※2 極限支持力の算出：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編にて算定

c. 物揚岸壁の評価結果

基準地震動 S_s により、物揚岸壁の前面鋼管矢板は、曲げに対して全塑性モーメントに至り、降伏点を超過する。また、タイロッド並びに、控え工鋼管杭（斜杭）についても、降伏点を超過する。

したがって、物揚岸壁は、基準地震動 S_s に対して全ての構造部材が降伏点を超過し、健全性が確保されないことから耐震対策を実施すると共に、漂流物化しない設計方針とする。

b. 評価結果

荷揚場を構成する荷揚護岸の最終変形量の許容限界については、荷揚護岸自体が漂流物化せず、また、燃料等輸送船の漂流防止装置である係船柱等の支持性能を保持する観点から、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会、平成 19 年 7 月）」に基づき、1 m を許容限界値とする。

荷揚場は、基準地震動 S_s による地震応答解析から得られる最終変形量が許容限界値を超えないことを確認した。

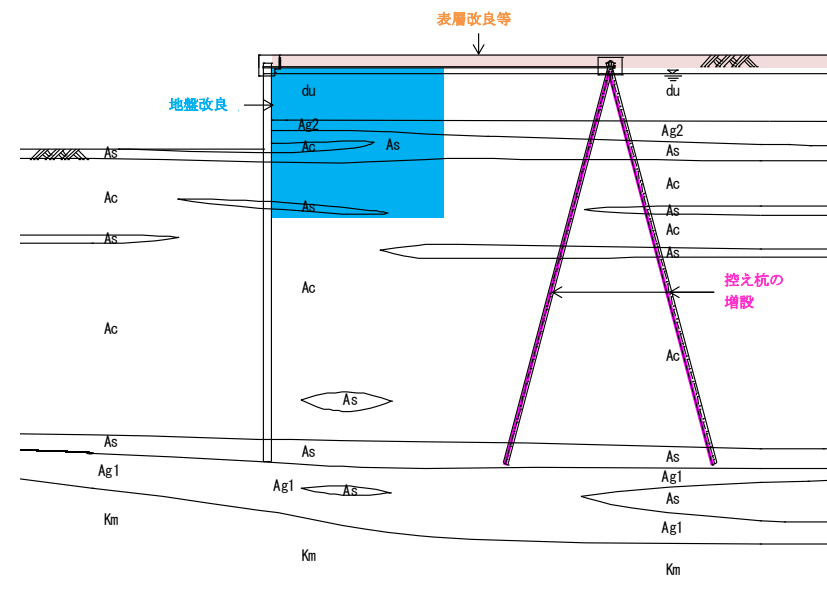
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根 2 号炉は荷揚場の評価結果について記載している。

・対象施設の相違
【東海第二】
 島根 2 号炉は荷揚場の影響評価について記載している。

d. 物揚岸壁対策の方針

物揚岸壁においては、前面鋼管矢板、タイロッド、並びに控え工鋼管杭の発生断面力を低減させるために、地盤改良、控え工の増設等による対策を検討し、基準地震動 S_s 後においても、物揚岸壁が健全な状態を維持するように設計する。

また、津波襲来時の越流による前面鋼管矢板背後地盤の洗掘防止に対しては、表層改良等により、津波襲来時の土砂流出等を防止する方針とする。物揚岸壁の対策工イメージを第27図に示す。



第27図 物揚岸壁の対策工イメージ図

(7) 基準地震動 S_s による防波堤への影響評価のまとめ

基準地震動 S_s が防波堤に及ぼす影響としては、主に傾斜堤の沈下であるが、地震後の残留変位量の評価結果から、大規模な損傷には至らないと考えられる。したがって、基準地震動 S_s 後に航路への影響はないものと考えられる。また、物揚岸壁においては、対策工を実施する方針とすることにより、物揚岸壁の健全性を維持することから、基準地震動 S_s による大型船舶の緊急離岸に関しては、影響はないものと判断される。

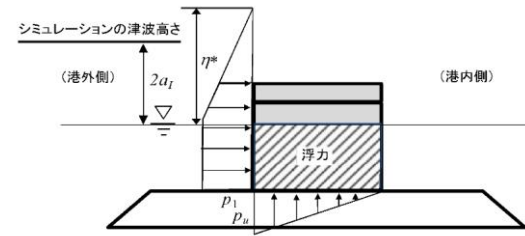
(7) 基準地震動 S_s による荷揚場への影響評価のまとめ

基準地震動 S_s が荷揚場に及ぼす影響としては、主に荷揚場の沈下であるが、地震後の最終変形量が許容限界を満足していることから、基準地震動 S_s による大型船舶の緊急離岸への影響はないものと判断される。

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>4. 津波時評価</p> <p>(1) 評価方法</p> <p><u>津波に対する防波堤の安定性を評価するにあたっては、防波堤を構成する各部材の重量や形状に対して、津波の水位や流速、波圧データに基づき評価を行う。</u></p> <p>1) 傾斜堤 (被覆材・ブロック類)</p> <p><u>傾斜堤の被覆材やブロック類の安定性検討としては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (日本港湾協会, 平成19年7月)」に準じて、イスバッシュ式^{※1}を用いて評価する。この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗掘を防止するための捨石質量として示したものであり、水の流れに対する被覆材の安定質量を求めるものである。</u></p> <p>※1 「<u>港湾の施設の技術上の基準・同解説 (日本港湾協会, 平成19年7月)</u>」のイスバッシュ式</p> $M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^6}{48g^3 (y_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3}$ <p>M : 捨石等の安定質量 (t) ρ_r : 捨石等の密度 (t/m^3) U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s) g : 重力加速度 (m/s^2) y : イスバッシュ (Isbash) の定数 (埋込まれた石は 1.20, 露出した石は 0.86) S_r : 捨石等の水に対する比重 θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 (°)</p> <p><u>なお、上式に用いるイスバッシュ係数は、各検討状態において設定するものとし、基準津波襲来時には、マウンド被覆材が露出した状態として 0.86 とする。また、基準津波襲来後の状態においては、海底表層の液状化による緩い状態の地盤面に落下し埋もれることから、イスバッシュ係数は 1.20 と設定する。</u></p> <p>2) ケーソン堤</p> <p><u>ケーソン堤については、「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (日本港湾協会, 平成19年7月)」の滑動、転倒^{※2}に基づく安定性の評価並びにイスバッシュ式による漂流物化の評価を行う。なお、津波波力は、「防波堤の耐津波設計ガイドライン (国土交通省, 平成27年12月)」の式^{※3}を用いる。</u></p>	<p>4. 津波時評価</p>	<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>※2 「<u>港湾の施設の技術上の基準・同解説</u> (日本港湾協会, 平成 19 年 7 月)」の滑動, 転倒照査式</p> <p>○堤体の滑動照査式</p> $f_d(W_d - P_{B_d} - P_{U_d}) \geq \gamma_a P_{H_d}$ <p>f: 壁体底面と基礎との摩擦係数 W: 堤体の重量 (kN/m) P_B: 浮力 (kN/m) P_U: 津波の揚圧力 (kN/m) P_H: 津波の水平波力 (kN/m) γ_a: 構造解析係数</p> <p>○堤体の転倒照査式</p> $a_1 W_d - a_2 P_{B_d} - a_3 P_{U_d} \geq \gamma_a a_4 P_{H_d}$ <p>W: 堤体の重量 (kN/m) P_B: 浮力 (kN/m) P_U: 津波の揚圧力 (kN/m) P_H: 津波の水平波力 (kN/m) $a_1 \sim a_4$: 各作用のアーム長 (m) γ_a: 構造解析係数</p> <p>※3 「<u>防波堤の耐津波設計ガイドライン</u> (国土交通省, 平成 27 年 12 月)」の津波波力算定式</p> $\eta^* = 3.0 a_I$ $p_1 = 3.0 \rho_0 g a_I$ $p_u = p_1$ <p>η^*: 静水面上の波圧作用高さ (m) a_I: 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m) $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³) p_1: 静水面における波圧強度 (kN/m²) p_u: 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m²)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2 号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>



(2) 傾斜堤の津波時安定性

1) 基準津波襲来時 (1 波目) での限界流速

イスバッシュ式を適用する防波堤マウンドの被覆材等の種類とその重量及び算定した限界流速について第7表に示す。なお、基準津波襲来時には、マウンド被覆材が露出した状態としてイスバッシュ係数は、0.86 とする。

第7表 被覆材等の安定性に係る限界流速 (1)

部位	規格	限界流速 (イスバッシュ式より算定)
ケーソン	5,000t/基 (防波堤堤頭部)	16.3m/s
上部工	600t/基 (傾斜堤部)	12.0m/s
被覆ブロック	32t 根固め方塊ブロック	7.2m/s
	30t 被覆ブロック	5.5m/s
	8t ガンマエル	2.5m/s
	5t ガンマエル	2.3m/s
	2t ガンマエル	2.0m/s
消波ブロック	16t テトラポット	2.8m/s
	25t テトラポット	3.7m/s
石類	基礎割石 100kg/個以下	1.1m/s
	基礎栗石 1000kg/個	1.9m/s
	被覆石 500~1000kg/個	1.7m/s
	グラベルマット等 100~500kg/個	1.3m/s

2) 基準津波襲来後 (2 波目以降) の限界流速

イスバッシュ式を適用する防波堤マウンドの被覆材等の種類とその重量及び算定した限界流速について第8表に示す。なお、基準津波襲来後の状態においては、海底表層の液状化による緩い状態の地盤面に落下し埋もれることから、イスバッシュ係数は、1.20 とする。

第8表 被覆材等の安定性に係る限界流速 (2)

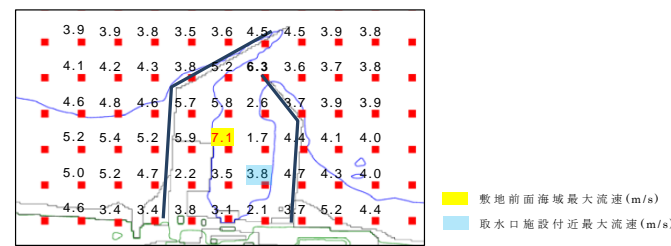
・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。

部位	規格	限界流速 (イソパッシュ式より算定)
ケーソン	5,000t/基 (防波堤堤頭部)	22.7m/s
上部工	600t/基 (傾斜堤部)	16.8m/s
被覆ブロック	32t 根固め方塊ブロック	10.1m/s
	30t 被覆ブロック	10.0m/s
	8t ガンマエル	8.0m/s
	5t ガンマエル	7.4m/s
消波ブロック	2t ガンマエル	6.4m/s
	16t テトラポット	8.9m/s
	25t テトラポット	9.6m/s
石類	基礎割石 100kg/個以下	3.6m/s
	基礎栗石 1000kg/個	6.2m/s
	被覆石 500~1000kg/個	5.5m/s
	グラベルマット等 100~500kg/個	4.1m/s

3) 敷地前面海域の流速

基準津波に対して、防波堤がある場合とない場合及び耐震評価結果から保守的に防波堤を1m沈下させた場合の3つのケースで津波シミュレーションを実施し流速を確認した。その結果、防波堤範囲における最大流速は、防波堤がある場合の約7.0m/sであることから、基準津波襲来時(1波目)においては、30t被覆ブロック以下の重量の被覆材については、安定性が確保されずに漂流物化する。一方、基準津波襲来後(2波目以降)においては、海底表層の液状化による緩い状態の地盤面に落下し埋もれることから、限界流速が増加するため、2t被覆ブロック以下の重量のマウンドの被覆材については、安定性が確保されずに漂流物化するものとする。

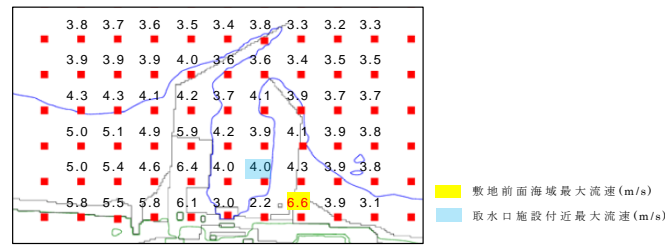
敷地前面海域における最大流速分布図を第28図～第30図、漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材について第9表及び第31図に示す。



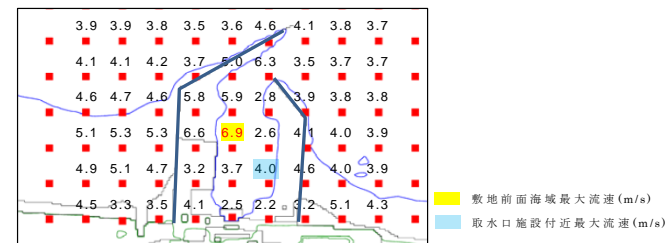
第28図 前面海域における最大流速分布図(防波堤あり)

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。

・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。



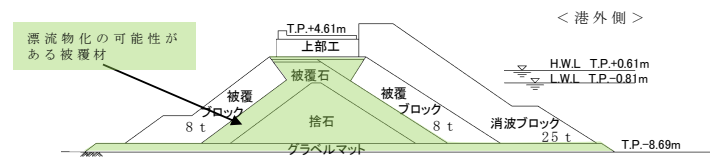
第29図 前面海域における最大流速分布図 (防波堤なし)



第30図 前面海域における最大流速分布図 (防波堤1m沈下)

第9表 漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材

部位	規格
被覆ブロック	2tガンマエル(北, 南側防波堤等の一部範囲)
石類	基礎割石 100kg/個以下
	基礎栗石 1000kg/個
	被覆石 500~1000kg/個
	グラベルマット等 100~500kg/個



第31図 漂流物化の可能性がある範囲図
 (二次元有効応力解析断面)

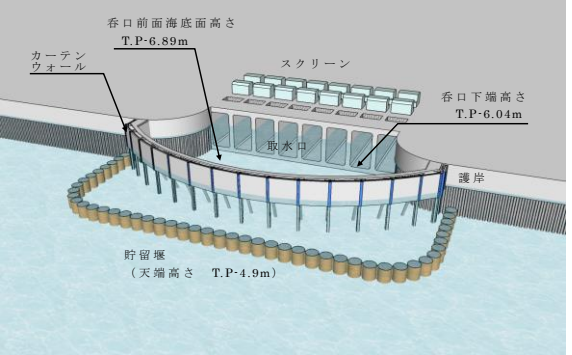
(3) ケーソン堤の津波時安定性

ケーソン堤における基準津波時の津波波力を「防波堤の耐津波設計ガイドライン(国土交通省, 平成27年12月)」の式

※3を用いて算定し, 「港湾の施設の技術上の基準・同解説(日本港湾協会, 平成19年7月)」※2に準じて, ケーソン堤の滑

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>動, 転倒照査を行った。</u></p> <p><u>ケーソン堤位置の最大津波高さは, 南防波堤で T.P. +13m 程度であり, 滑動, 転倒照査の結果, 安定性は確保されない結果となった。ケーソン堤照査図を第 32 図に示す。</u></p> <div data-bbox="1020 491 1626 722" data-label="Diagram"> </div> <p>第 32 図 ケーソン堤照査図</p> <p><u>また, イスバッシュ式による安定性の評価は, 第 7 表, 第 8 表に示す通り, 限界流速が最大流速を上回ることから, ケーソンは漂流物化しないものと判断される。</u></p> <p>※2 : 添付 18-32 ページで示した式。</p> <p>※3 : 添付 18-33 ページで示した式。</p> <p>(4) <u>防波堤漂流物の重要施設への到達の可能性評価</u></p> <p>1) <u>傾斜堤</u></p> <p><u>傾斜堤においては, 基準津波襲来後 (2 波目以降) に, 海底表層の液状化による緩い状態の地盤面に落下し埋もれることから, 限界流速が増加するため, 2t 被覆ブロック以下の重量のマウンドの被覆材については, 安定性が確保されずに漂流物化するものとする。</u></p> <p><u>しかし, 取水施設付近での最大流速は概ね 4m/s 程度であり限界流速を下回ることから, マウンドの被覆材が漂流物化したとしても, これらの施設へ到達する可能性は低いと考えられるが, 保守的に漂流物化する可能性があるものとして取り扱う。</u></p> <p>2) <u>ケーソン堤</u></p> <p><u>海域の沖合に 4 函設置されているケーソン堤は, 取水施設から直線距離にして 350m~550m 程度の離隔距離がある。ケーソン堤に関する既往の津波被災事例^{※4}を調査した結果, 津波による強い流れによって防波堤</u></p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>のマウンドが大きく洗掘・流出し、かつ津波による強い水平力が原因でケーソン堤が転倒し、場合によっては回転しながらの移動が推定されるとされている。また、津波によるケーソン堤の移動距離は、最大150m程度の事例（東北地方太平洋沖地震、田老漁港、1,000t級ケーソン）が報告されている。</u></p> <p><u>東海第二発電所のケーソン堤は、5,000t級の重量構造物であり、取水施設まで十分な離隔距離があること及びイスパッシュ式による評価では限界流速が最大津波流速を上回っているため、漂流物として取水施設までの到達を考慮しない。第33図に取水設備からの離隔距離図を示す。</u></p> <div data-bbox="1107 806 1555 1180" style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 178px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">第33図 取水設備からの離隔距離図</p> <p>※4 <u>水産総合研究センター 震災復興に向けた活動報告集1、平成24年3月、東日本大震災による漁港施設の地震・津波被害に関する調査報告（第1報）、独立行政法人水産総合研究センター</u></p> <p>3) <u>物揚岸壁</u></p> <p><u>物揚岸壁は、耐震性を確保する対策工及び岸壁背後地の洗掘防止対策工を実施することから、物揚岸壁構造部材並びに背後地の土砂の漂流物化はないものと考えられる。</u></p>	<p><u>入力津波が荷揚場に及ぼす影響としては、荷揚場の漂流物化が考えられる。</u></p> <p><u>荷揚場は、前述のとおり、基準地震動S_s後でも、ほぼ当初の位置及び高さ確保しており、荷揚場背後地はコンクリート舗装等の洗掘防止対策工を実施することから、荷揚場構造部材並びに背後地の土砂の漂流物化はないものと考えられる。</u></p>	<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(5) <u>取水施設における取水機能の成立性</u></p> <p>1) <u>取水口</u></p> <p><u>取水口周りの概念図を第34図に示す。</u></p> <p><u>取水口の呑口は8口あり、幅42.8m、高さ10.35m(1口当たりの内部寸法は幅4.1m、高さ8.35m)である。</u></p> <p><u>また、呑口下端高さはT.P. -6.04m、呑口前面海底面高さはT.P. -6.89mであり、取水口前面(カーテンウォール外側)には、天端高さT.P. -4.9mの貯留堰を設置する。</u></p> <p><u>仮にマウンドの被覆材が漂流物化し、取水口周りに到達したとしても貯留堰やカーテンウォールの鋼管杭等の存在、呑口前面海底面高さ(T.P. -6.89m)と呑口下端高さ(T.P. -6.04m)に約85cmの段差があることから、漂流物が取水口前面又は固定バースクリーンへ到達し難いことは明らかであるが、保守的にマウンドの被覆材が漂流物化し、取水口前面に堆積した場合の取水機能を検討する。</u></p> <p><u>マウンドの被覆材が貯留堰から固定式バースクリーンまで堆積したと仮定し、マウンドの被覆材(100kg/個の捨石程度)の透水係数を10^2cm/s^{**5}として算出される通水量は約$14\text{m}^3/\text{s}^{**6}$となる。ここで、マウンドの被覆材の石材は砂利より間隙が大きく、透水性は高いと考えられるが、保守側に砂利相当の透水係数を用いた。</u></p> <p><u>また、非常用ポンプ7台の必要取水量は、$1.2\text{m}^3/\text{s}^{**}$であり、被覆材の堆積を仮定した場合の通水量が上回ることから、取水機能が失われることはない。</u></p>  <p>第34図 取水口周りの概念図</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

※5 マウンドの被覆材の透水係数:

「水理公式集(土木学会) P375 表 1.1」より

表 1.1 透水係数の概略値と決定法^{*)}

k (cm/s)	10 ²	1.0	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸
土砂の種類	きれいな砂利	きれいな砂 きれいな砂利 まじりの砂	細砂, シルト, 砂とシルトの混合砂	難透水性土 粘 土		
決定法	揚水試験法, 定水位法, 実験公式			変水位法		

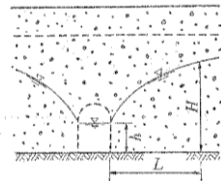
※6 捨石の堆積箇所における通水量:

「水理公式集(土木学会) P383 表 1.5」より

・集水暗きよの取水量公式

$$Q = \frac{k(H^2 - h^2) \cdot l}{L}$$

【解説】本式は単一線流の仮定より得られ Dupuit-Forchheimer の式と呼ばれている。



※左式は水路両面からの流入量のため、算出は 1/2 倍とする。

- ・捨石の透水係数 $k = 1 \times 10^2 \text{ cm/s}$
- ・静水面 = L.W.L. = T.P. - 0.81m
- ・※常時を想定, 水位が低い方が保守側
- ・水路床高 = T.P. - 6.89m
- ・ $H = (T.P. - 0.81\text{m}) - (T.P. - 6.89\text{m}) = 6.08\text{m}$
- ・ $h = (T.P. - 5.66\text{m}) - (T.P. - 6.89\text{m}) = 1.23\text{m}$
- ・ $l = 32.8\text{m}$
- ・水路幅 (スクリーン室幅 4.1m × 8箇所)
- ・ $L = 42.33\text{m}$
- ・流路長 (貯留堰 ~ スクリーンの距離)

$$Q = \frac{k \times (H^2 - h^2) \times l}{L} \times \frac{1}{2} = \frac{1 \times 10^2 \times 10^{-2} \times (6.08^2 - 1.23^2) \times 32.8}{42.33} \times \frac{1}{2} = 13.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

※7 非常用ポンプ必要取水量:

ポンプ名称	定格流量 (m ³ /h)	運転台数 (台)	取水量合計	
			(m ³ /h)	(m ³ /min)
残留熱除去系海水系ポンプ	886	4	3,544	59.07
非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	273	2	546	9.10
高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機用海水ポンプ	233	1	233	3.88
合計			4,323	72.05

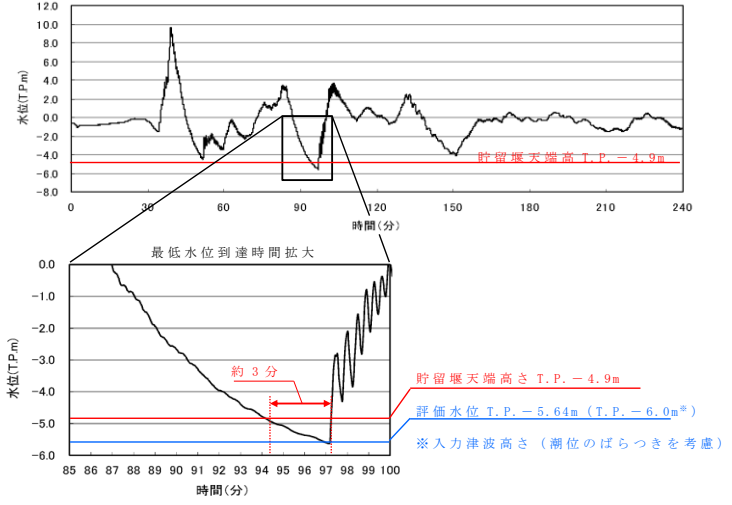
必要取水量: $72.05 \text{ m}^3/\text{min} = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$

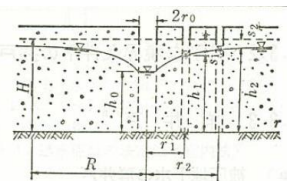
2) 貯留堰

貯留堰は、取水口の前面に設置されており、50t の漂流物の衝突荷重を考慮した設計としている。仮に最大重量の漂流物である 2t 被覆ブロックが衝突したとしても、損壊はしない。また、マウンドの被覆材が漂

・対象施設の相違
【東海第二】
島根 2 号炉は荷揚場の漂流化について記載している。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>流物化し、貯留堰を越えて貯留堰内に流入する可能性は低いと考えられるものの、保守的に貯留堰内に到達したものと仮定し、引き波時の貯留機能を検討する。</p> <p>被覆材が貯留堰からスクリーンまでの約40m範囲を埋めつくしたとしても、スクリーン内部の貯留量が約517m³ (第36図) であり、引き波時間約3分間の非常用ポンプ必要取水量約220m³ (≒72.05m³/min×3min) を確保することが出来る。</p> <p>貯留堰の有効容量平面図を第35図に、有効容量縦断面図を第36図に、貯留堰前面の引き波の継続時間を第37図に示す。</p> <div data-bbox="1009 777 1632 1365"> </div> <p style="text-align: center;">第35図 有効容量平面図</p> <div data-bbox="943 1459 1706 1680"> </div> <div data-bbox="949 1711 1632 1785"> <p>(面積×高さ) - (スロッシングによる溢水量) = (1,008.6m²×0.76m) - 249m³ ※ = 517m³</p> <p>有効容量算定範囲 高さ:0.76m (T.P.-4.9m)-(T.P.-5.66m)</p> </div> <p style="text-align: center;">第36図 有効容量縦断面図</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

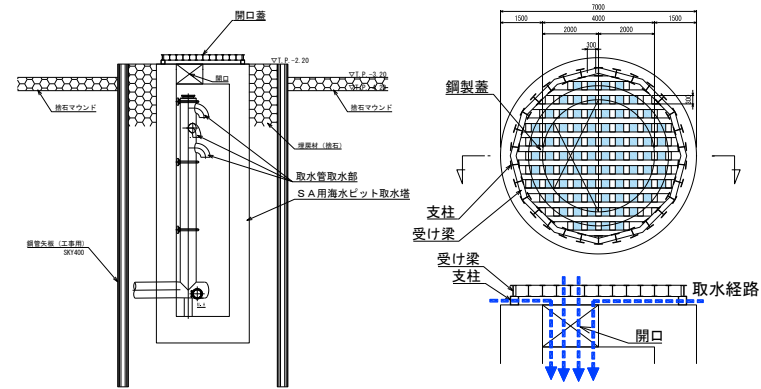
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>※8 スロッシングによる溢水量： 「貯留堰の設置位置及び天端高さの決定の考え方」から引用</p>  <p>第 37 図 引き波の継続時間</p> <p>3) SA用海水ピット取水塔</p> <p>SA用海水ピット取水塔の平面図を第 38 図, 断面図を第 39 図に示す。SA用海水ピット取水塔は、海底面からRC構造の立坑が1m程度突出した構造であり、立坑内には鋼製の通水管を設置している。</p> <p>当該取水塔は、50tの漂流物の衝突荷重を考慮した設計としている。仮に最大重量の漂流物である2t被覆ブロックが衝突したとしても、損壊しない。</p> <p>水塔上面には、漂流物の流入防止として取水塔の側壁上部に沿って円周上に約60cm間隔で設置する幅約30cm、高さ約30cmの支柱の上部に約30cm角の格子状の鋼材により開口を設けた蓋を設置するため、漂流物化した防波堤のマウンド被覆材のうち、100kg/個(形状：立方体1辺 約32cm~35cm)のものに対しても、進入を防止出来る。</p> <p>また、立坑内に設置する通水管の取水部は、ピット底部から約12m上方に、複数個設置し、その開口は下</p>		<p>・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>向きとすることでピット上部の格子蓋を通過した漂流物の直接的な侵入及び堆積物の進入を抑止している。</p> <p>更に、漂流物化するマウンド被覆材が、SA用海水ピット取水塔周辺を覆いつくしたとして、SA用海水ピットの取水機能を検討する。</p> <p>漂流物化したマウンドの被覆材が、SA用海水ピット取水塔を中心に円形に堆積したと仮定し、マウンドの被覆材(100kg/個の捨石程度)の透水係数を10^2cm/s^{*5}として算出される通水量は約$1.5\text{m}^3/\text{s}^{*9}$となる。</p> <p>ここで、マウンドの被覆材の石材は砂利より間隙が大きく、透水性は高いと考えられるが、保守側に砂利相当の透水係数を用いた。また、SA用海水ピット取水塔の必要取水量は$0.75\text{m}^3/\text{s}^{*30}$であり、マウンドの被覆材の堆積を仮定した場合の通水量が上回ることから、取水機能が失われることはない。SA用海水ピット取水塔部の漂流物堆積イメージ図を第40図に示す。</p> <p>※9 捨石の堆積箇所における通水量： 「水理公式集(土木学会) P378 表1.3」より</p> <p>・通常井戸の取水量公式</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> $Q = \frac{\pi k (H^2 - h_0^2)}{2.3 \log_{10}(R/r_0)}$ <p>平衡式(揚水試験)</p> $Q = \frac{\pi k (h_2^2 - h_1^2)}{2.3 \log_{10}(r_2/r_1)}$ <p>あるいは</p> $k = \frac{0.733 Q \log_{10}(r_2/r_1)}{(h_1 + h_2)(s_1 - s_2)}$ </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  <p>完全貫入井戸</p> </div> <div style="flex: 2; font-size: small;"> <p>【解説】本表A欄の解説を参照のこと。井底だけから流入する観測井を$r \geq 0.6H$の範囲に設ける場合には、観測井底を不透水層から$H/2$の高さの位置に設け、その水位を用いてもよい⁵⁾。</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・漂流物の透水係数 $k = 1 \times 10^2 \text{cm/s}$ ※捨石の透水係数 ・原地下水位 = T.P. - 0.81m ※水位が L.W.L.、漂流物が L.W.L.の高さまで堆積した状態を想定 ・水路床高 = T.P. - 2.20m ※SA用海水ピット取水塔の天端高さ ・$H = (\text{T.P.} - 0.81\text{m}) - (\text{T.P.} - 2.20\text{m}) = 1.39\text{m}$ ・$h_0 = (\text{T.P.} - 2.20\text{m}) - (\text{T.P.} - 2.20\text{m}) = 0.00\text{m}$ ・堆積範囲の半径 $R = 129\text{m}$ ※マウンドの被覆材が SA用海水ピット取水塔を中心に円形に堆積した状態を想定 ・取水口の半径 $r_0 = 2.85\text{m}$ (防護蓋の支柱の内側の半径) $Q = \frac{\pi \times k \times (H^2 - h_0^2)}{2.3 \times \log_{10}(R/r_0)} = \frac{\pi \times 1 \times 10^2 \times 10^{-2} \times (1.39^2 - 0^2)}{2.3 \times \log_{10}(129/2.85)} = 1.593\text{m}^3/\text{s}$ <p>※10 SA用海水ピット取水塔の必要取水量： $2,680\text{m}^3/h = 0.75\text{m}^3/\text{s}$</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

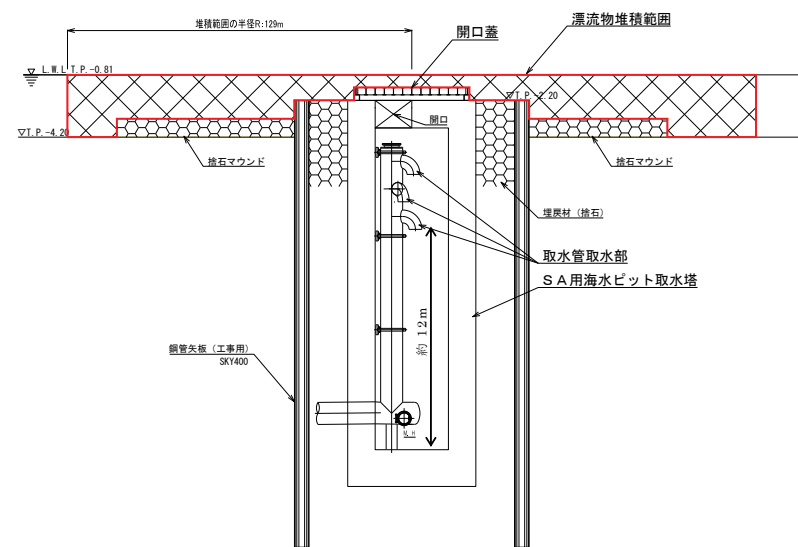
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。



第38図 SA用海水ピット取水塔の平面図



第39図 SA用海水ピット取水塔の断面図(案)



第40図 SA用海水ピット取水塔部漂流物堆積イメージ図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(6) <u>津波による防波堤損壊の影響評価のまとめ</u></p> <p><u>基準津波が防波堤に及ぼす影響としては、防波堤のマウンドの被覆材の漂流物化が考えられるが、取水施設周辺の流速が小さいことから取水施設へ到達する可能性は低いものと考えられる。</u></p> <p><u>防波堤損壊により漂流物化したマウンドの被覆材が取水施設に到達したとしても、各取水施設は漂流物の衝突に対して十分な耐力を確保している。また、仮にマウンドの被覆材が取水施設の周辺に堆積したとしても、マウンドの被覆材の透水性能が高いことから、取水施設は取水機能を満足する。したがって、防波堤損壊により取水施設が取水機能を失うことはないものと判断する。</u></p> <p><u>漂流物による各取水施設への影響評価結果を以下に示す。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>取水口において、堆積したマウンド被覆材の通水量約 14m³/s が、非常用ポンプ7台の必要取水量 1.2m³/s を上回るため、取水口の取水機能を満足する。</u> ・<u>貯留堰において、貯留堰からスクリーンまでの範囲をマウンド被覆材が埋めつくしたとしても、スクリーン内部の貯留量約 517m³により、引き波時間約3分間の非常用ポンプ必要取水量約 220m³を確保しており、引き波時の取水機能を満足する。</u> ・<u>SA用海水ピット取水塔において、堆積したマウンド被覆材の通水量約 1.5m³/s が、SA用海水ピット取水塔の必要取水量 0.75m³/s を上回るため、SA用海水ピット取水塔の取水機能を満足する。なお、SA用海水ピット取水塔内に堆積する砂については、定期的な点検を実施し、必要に応じて排砂することとする。</u> 	<p>5. <u>地震後の荷揚場の津波による影響評価のまとめ</u></p> <p><u>以上のことから、荷揚場は基準地震動 S s 並びに入力津波に対する耐性を有しており、荷揚場の損傷が想定されないことから、取水施設である取水口に波及的影響を及ぼす可能性は低いものと判断する。</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。 ・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の影響評価についてまとめを記載している。