

資料 2 - 3

泊発電所 3 号炉審査資料	
資料番号	DB05-9 r. 3. 4
提出年月日	令和6年1月29日

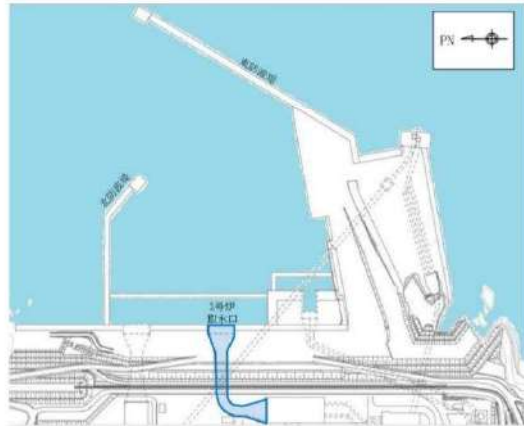
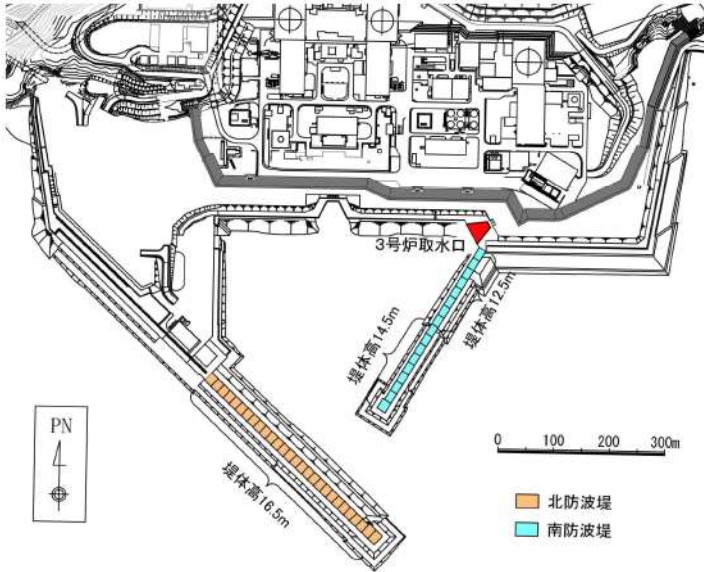
泊発電所 3 号炉

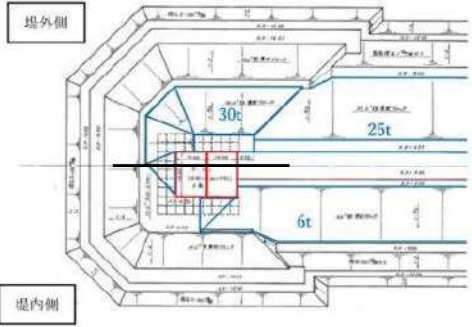
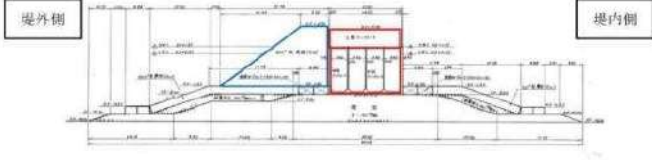
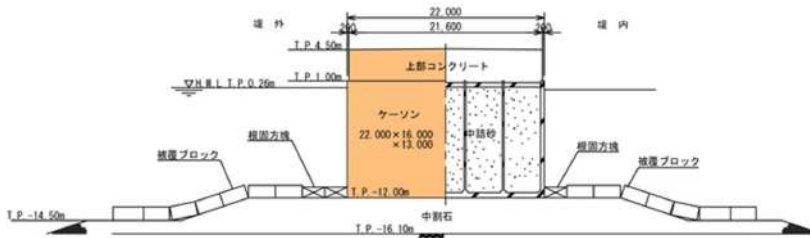
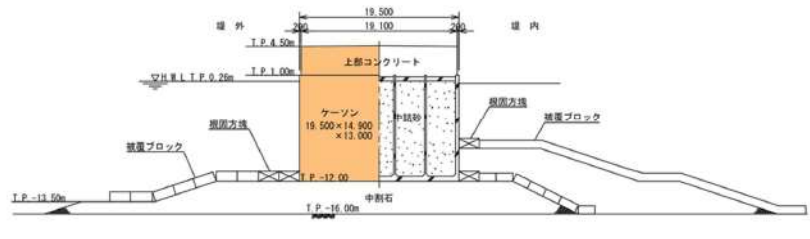
設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)
比較表

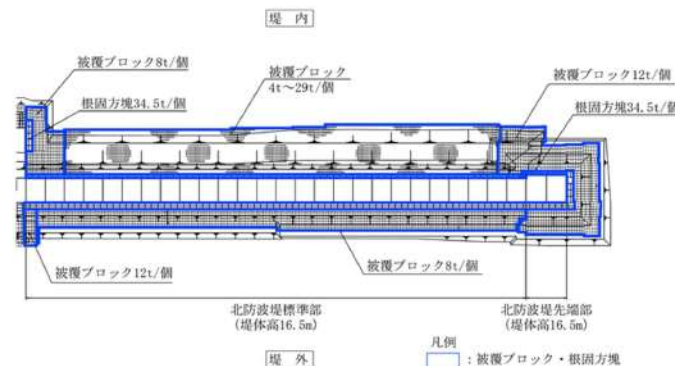
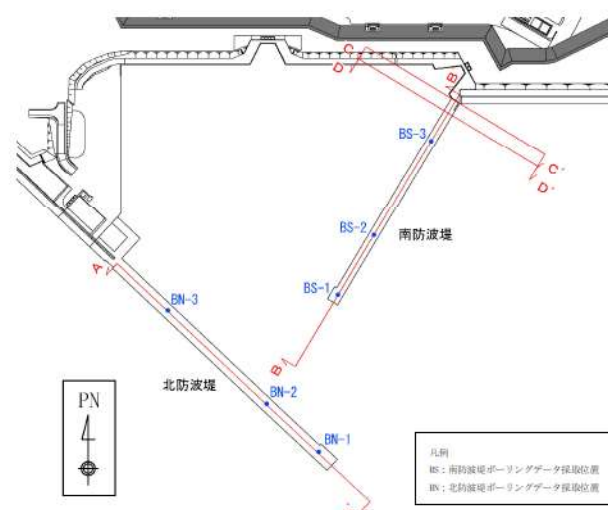
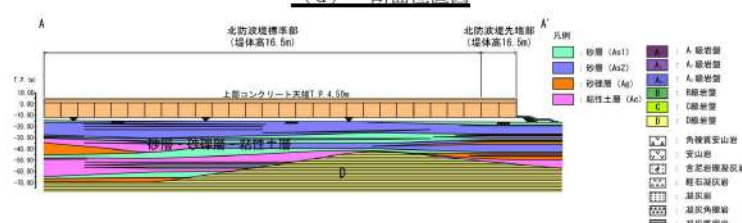
第5条 津波による損傷の防止

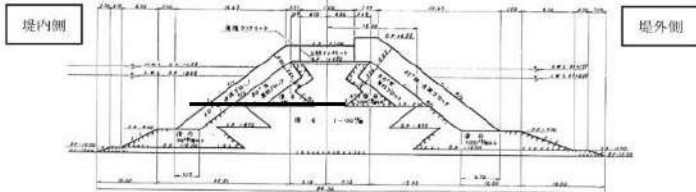
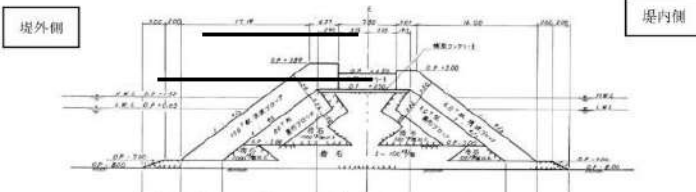
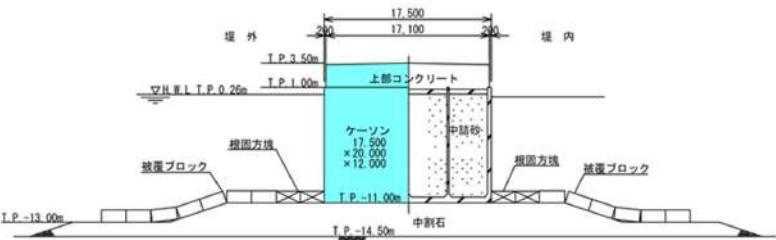
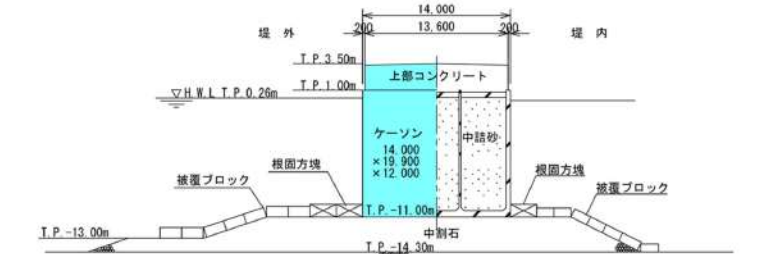
令和 6 年 1 月
北海道電力株式会社

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉 添付資料16	泊発電所3号炉 添付資料17	備考
<p>津波の流況を踏まえた防波堤の取水口到達可能性評価について</p> <p>1. はじめに 津波の流況を踏まえた漂流物の取水口到達可能性については、「別添1 2.5(2)e. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する通水性確保」にて評価している。このうち、防波堤については、津波影響軽減施設としての設計は行っていないことも踏まえ、地震や津波波力、津波時の越流による洗堀により横転・滑落等が生じる可能性が考えられること、<u>損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、漂流・滑動が生じる可能性を検討し、取水口への到達可能性について評価した。</u></p> <p>2. 防波堤の被災メカニズム (1) 防波堤構造 防波堤の構造として、防波堤と取水口の配置を図1に、東防波堤堤頭部のケーソン堤の構造を表1、図2に、消波ブロック被覆堤の構造を表2、図3に示す。</p>  <p>図1 防波堤と取水口の配置</p>	<p>津波の流況を踏まえた防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価について</p> <p>1. はじめに 津波の流況を踏まえた漂流物の取水口及び閉塞到達可能性については、「別添1 2.5(2)e. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」にて評価している。このうち、防波堤については、津波影響軽減施設としての設計は行っていないことも踏まえ、地震及び津波時の越流による洗堀による損傷状態を考慮した上で、津波波力を受けることにより、<u>漂流、滑動及び転倒が生じる可能性を検討し、取水口への到達及び閉塞及び閉塞可能性について評価した。</u></p> <p>2. 防波堤の被災メカニズム (1) 防波堤構造 防波堤の構造として、防波堤と3号炉取水口の配置を図1に、北防波堤の構造を表1及び図2に、南防波堤の構造を表2及び図3に示す。</p>  <p>図1 防波堤と3号炉取水口の配置</p>	<p>【女川】 水理模型実験の条件に合わせて記載を変更</p> <p>泊と女川の防波堤、取水口の名称の相違 泊：防波堤 女川：ケーソン堤、消波ブロック被覆堤</p> <p>泊と女川の各施設の配置の相違</p>

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																								
<p style="text-align: center;">表1 ケーソン堤構造</p> <table border="1" data-bbox="107 223 822 545"> <thead> <tr> <th>構造物</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン（直立部）</td> <td>北防波堤、東防波堤 各2函 15m(B)×10m(L)×9.5m(H)：3,000t以上/函</td> </tr> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>14.5m(B)×3.5m(H)：約100t/m</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>堤外側：25t, 30t（東防波堤）, 15t（北防波堤） 堤内側：6t（東・北防波堤）</td> </tr> <tr> <td>被覆石</td> <td>500kg/個以上</td> </tr> <tr> <td>捨石（基礎マウンド）</td> <td>5～100kg/個</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">(a) 東防波堤堤頭部平面図</p>  <p style="text-align: center;">(b) 東防波堤堤頭部断面図</p> <p style="text-align: center;">図2 ケーソン堤構造</p>	構造物	仕様	ケーソン（直立部）	北防波堤、東防波堤 各2函 15m(B)×10m(L)×9.5m(H)：3,000t以上/函	上部コンクリート	14.5m(B)×3.5m(H)：約100t/m	消波ブロック	堤外側：25t, 30t（東防波堤）, 15t（北防波堤） 堤内側：6t（東・北防波堤）	被覆石	500kg/個以上	捨石（基礎マウンド）	5～100kg/個	<p style="text-align: center;">表1 北防波堤構造</p> <table border="1" data-bbox="1019 183 1747 673"> <thead> <tr> <th>構造物</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン</td> <td>【先端部】計2函 ・22.0m (B)×16.0m (L)×13.0m (H)：9,700t[※]以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m³として算出 【標準部】計26函 ・19.5m (B)×14.9m (L)×13.0m (H)：8,000t[※]以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m³として算出</td> </tr> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>【先端部】 21.6m (B)×3.5m (H)：2,900t以上 【標準部】 19.1m (B)×3.5m (H)：2,400t以上</td> </tr> <tr> <td>根固方塊</td> <td>34.5t/個</td> </tr> <tr> <td>被覆ブロック</td> <td>4～29t/個</td> </tr> <tr> <td>中割石（基礎マウンド）</td> <td>30～300kg/個</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">(a) 北防波堤先端部断面図</p>  <p style="text-align: center;">(b) 北防波堤標準部断面図</p>	構造物	仕様	ケーソン	【先端部】計2函 ・22.0m (B)×16.0m (L)×13.0m (H)：9,700t [※] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出 【標準部】計26函 ・19.5m (B)×14.9m (L)×13.0m (H)：8,000t [※] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出	上部コンクリート	【先端部】 21.6m (B)×3.5m (H)：2,900t以上 【標準部】 19.1m (B)×3.5m (H)：2,400t以上	根固方塊	34.5t/個	被覆ブロック	4～29t/個	中割石（基礎マウンド）	30～300kg/個	<p>泊と女川の防波堤の構造の相違</p> <p>泊は同一防波堤で複数の断面形状となるため</p> <p>泊と女川の構造の相違</p> <p>各防波堤の地質情報を追加したた</p>
構造物	仕様																									
ケーソン（直立部）	北防波堤、東防波堤 各2函 15m(B)×10m(L)×9.5m(H)：3,000t以上/函																									
上部コンクリート	14.5m(B)×3.5m(H)：約100t/m																									
消波ブロック	堤外側：25t, 30t（東防波堤）, 15t（北防波堤） 堤内側：6t（東・北防波堤）																									
被覆石	500kg/個以上																									
捨石（基礎マウンド）	5～100kg/個																									
構造物	仕様																									
ケーソン	【先端部】計2函 ・22.0m (B)×16.0m (L)×13.0m (H)：9,700t [※] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出 【標準部】計26函 ・19.5m (B)×14.9m (L)×13.0m (H)：8,000t [※] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出																									
上部コンクリート	【先端部】 21.6m (B)×3.5m (H)：2,900t以上 【標準部】 19.1m (B)×3.5m (H)：2,400t以上																									
根固方塊	34.5t/個																									
被覆ブロック	4～29t/個																									
中割石（基礎マウンド）	30～300kg/個																									

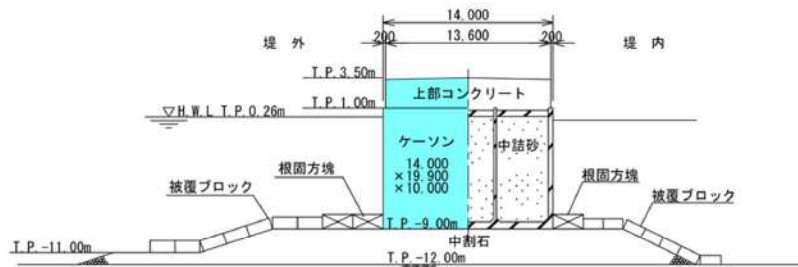
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: center;">場内</p>  <p style="text-align: center;">(c) 北防波堤平面図</p>  <p style="text-align: center;">(d) 断面位置図</p>  <p style="text-align: center;">(e) 北防波堤地質断面図 (A-A'断面)</p> <p style="text-align: center;">図2 北防波堤構造</p>	<p>備考 め、位置図と断面図を追加</p>

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																						
<p style="text-align: center;">表2 消波ブロック被覆堤構造</p> <table border="1" data-bbox="107 199 853 443"> <thead> <tr> <th>構造物</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>東防波堤：9.0m (B) × 2.5m (H)：約50t/m 北防波堤：7.5m (B) × 2.0m (H)：約30t/m</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>堤外側：25t (東防波堤), 15t (北防波堤) 堤内側：6t (東防波堤), 4t, 6t, 8t (北防波堤)</td> </tr> <tr> <td>捨石 (基礎マウンド)</td> <td>5~100kg/個</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">(a) 東防波堤標準断面図</p>  <p style="text-align: center;">(b) 北防波堤標準断面図</p> <p style="text-align: center;">図3 消波ブロック被覆堤構造</p>	構造物	仕様	上部コンクリート	東防波堤：9.0m (B) × 2.5m (H)：約50t/m 北防波堤：7.5m (B) × 2.0m (H)：約30t/m	消波ブロック	堤外側：25t (東防波堤), 15t (北防波堤) 堤内側：6t (東防波堤), 4t, 6t, 8t (北防波堤)	捨石 (基礎マウンド)	5~100kg/個	<p style="text-align: center;">表2 南防波堤構造</p> <table border="1" data-bbox="1025 183 1742 790"> <thead> <tr> <th>構造物</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン</td> <td>【先端部】計1函 ・17.5m (B) × 20.0m (L) × 12.0m (H)：8,800t[*]以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m³として算出 【標準部および基部】計16函 ・堤体高14.5m 計8函 14.0m (B) × 19.9m (L) × 12.0m (H)：7,000t[*]以上 ・堤体高12.5m 計8函 (基部含む) 14.0m (B) × 19.9m (L) × 10.0m (H)：5,900t[*]以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m³として算出</td> </tr> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>【先端部】 17.1m (B) × 2.5m (H)：2,100t 以上 【標準部および基部】 13.6m (B) × 2.5m (H)：1,600t 以上</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>32~40t/個</td> </tr> <tr> <td>根固方塊</td> <td>34.5t/個</td> </tr> <tr> <td>被覆ブロック</td> <td>2~8t/個</td> </tr> <tr> <td>中割石 (基礎マウンド)</td> <td>30~300kg/個</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">(a) 南防波堤先端部断面図</p>  <p style="text-align: center;">(b) 南防波堤標準断面図 (堤体高14.5m)</p>	構造物	仕様	ケーソン	【先端部】計1函 ・17.5m (B) × 20.0m (L) × 12.0m (H)：8,800t [*] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出 【標準部および基部】計16函 ・堤体高14.5m 計8函 14.0m (B) × 19.9m (L) × 12.0m (H)：7,000t [*] 以上 ・堤体高12.5m 計8函 (基部含む) 14.0m (B) × 19.9m (L) × 10.0m (H)：5,900t [*] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出	上部コンクリート	【先端部】 17.1m (B) × 2.5m (H)：2,100t 以上 【標準部および基部】 13.6m (B) × 2.5m (H)：1,600t 以上	消波ブロック	32~40t/個	根固方塊	34.5t/個	被覆ブロック	2~8t/個	中割石 (基礎マウンド)	30~300kg/個	<p>泊と女川の防波堤の構造の相違</p> <p>泊は同一防波堤で複数の断面形状となるため</p>
構造物	仕様																							
上部コンクリート	東防波堤：9.0m (B) × 2.5m (H)：約50t/m 北防波堤：7.5m (B) × 2.0m (H)：約30t/m																							
消波ブロック	堤外側：25t (東防波堤), 15t (北防波堤) 堤内側：6t (東防波堤), 4t, 6t, 8t (北防波堤)																							
捨石 (基礎マウンド)	5~100kg/個																							
構造物	仕様																							
ケーソン	【先端部】計1函 ・17.5m (B) × 20.0m (L) × 12.0m (H)：8,800t [*] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出 【標準部および基部】計16函 ・堤体高14.5m 計8函 14.0m (B) × 19.9m (L) × 12.0m (H)：7,000t [*] 以上 ・堤体高12.5m 計8函 (基部含む) 14.0m (B) × 19.9m (L) × 10.0m (H)：5,900t [*] 以上 ※中詰砂の単位体積重量は2t/m ³ として算出																							
上部コンクリート	【先端部】 17.1m (B) × 2.5m (H)：2,100t 以上 【標準部および基部】 13.6m (B) × 2.5m (H)：1,600t 以上																							
消波ブロック	32~40t/個																							
根固方塊	34.5t/個																							
被覆ブロック	2~8t/個																							
中割石 (基礎マウンド)	30~300kg/個																							

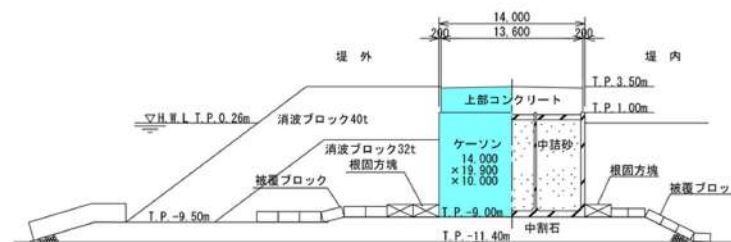
女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

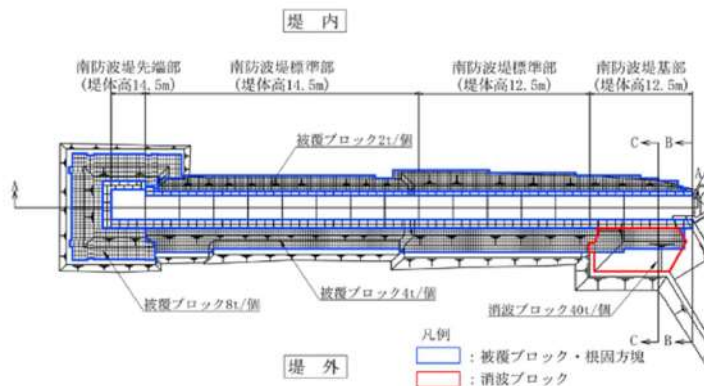
備考



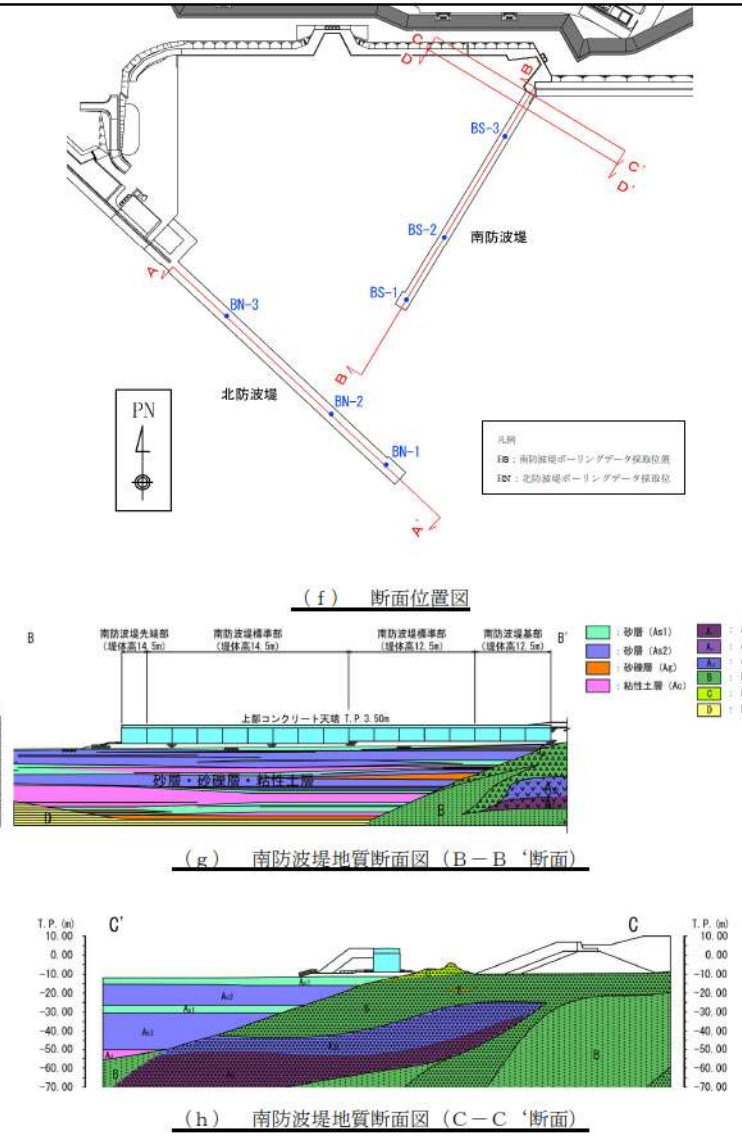
(c) 南防波堤標準部断面図 (堤体高 12.5m)



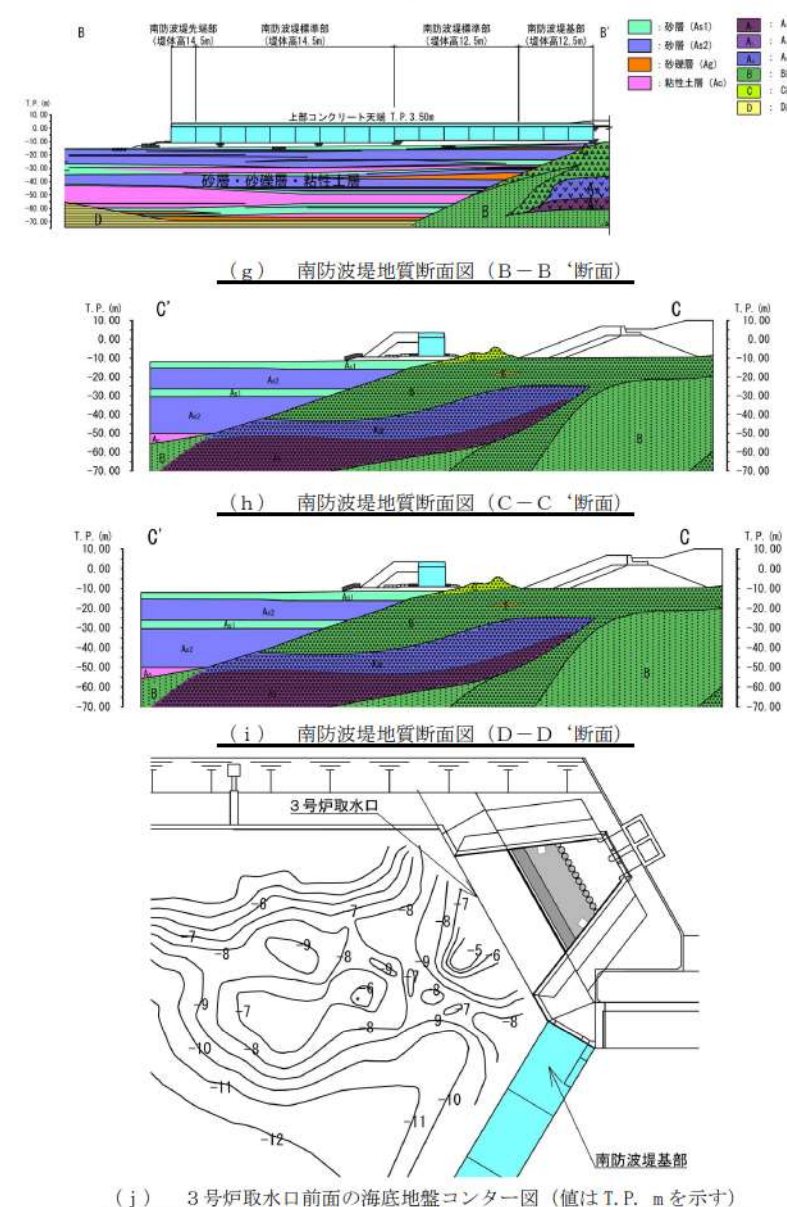
(d) 南防波堤基部断面図 (堤体高 12.5m)



(e) 南防波堤平面図

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p>(f) 断面位置図</p> <p>(g) 南防波堤地質断面図 (B-B' 断面)</p> <p>(h) 南防波堤地質断面図 (C-C' 断面)</p>	備考

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<div data-bbox="996 151 1780 359"> </div> <p data-bbox="1176 375 1601 406">(i) 南防波堤地質断面図 (D-D'断面)</p> <div data-bbox="1041 446 1724 973"> </div> <p data-bbox="1064 981 1713 1013">(i) 3号炉取水口前面の海底地盤コンター図 (値はT.P. mを示す)</p> <p data-bbox="1288 1013 1489 1045">図3 南防波堤構造</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p>(g) 南防波堤地質断面図 (B-B' 断面)</p> <p>(h) 南防波堤地質断面図 (C-C' 断面)</p> <p>(i) 南防波堤地質断面図 (D-D' 断面)</p> <p>(j) 3号炉取水口前面の海底地盤コンター図 (値はT.P. mを示す)</p> <p>図3 南防波堤構造</p>	<p>泊と女川の構造の相違</p> <p>各防波堤の地質情報を追加したため、位置図と断面図を追加</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

(2) ケーソン堤の被災事例

東北地方太平洋沖地震及び津波によるケーソン堤被災の主な原因について、国土交通省港湾局(2015)¹⁾は、津波の波力による直立部の滑動、越流による港内側の基礎マウンドや海底地盤の洗掘による支持力の喪失、あるいはこれらの複合的な作用によるものとしている。

東北地方整備局港湾空港部(2011)²⁾では、数値シミュレーションに基づき津波波力を算出して断面照査を実施し、被災パターンを表3の4つに分類している。なお、下迫(2013)³⁾は、津波波力型について、「津波そのものの大きさよりも、防波堤の前面と背面の水位差がどれだけ大きくなるかが重要であり、防波堤法線に対して直角に近い角度の場合に水位差が大きくなりやすく被災を受けやすい。逆に言えば、非常に大きな津波でも、開口部等から港内にも津波が侵入し、水位差が大きくならない場合には、防波堤は移動しない。」としている。

表3 津波波力による防波堤の被災パターン²⁾

分類	被災の概要	主な被災原因	被災状況
崩壊	内外水位差等による浮力作用で、ケーソンの基礎が浮き上がり、基礎の掘削やケーソン内側のマウンドが地盤の沈下を受け、最終的に堤体の支持力が不足によりケーソンの傾斜、沈没したもの。	八戸港人工築防波堤(中央部)	
崩壊	内外水位差等による浮力作用により、ケーソンが不安定となり傾斜、転倒、支持力破壊が原因のもの。	八戸港人工築防波堤(中央部) 釜石港防波堤(北) 気仙沼港防波堤 特高津波防波堤	
傾斜	堤体前面の沈下により、基礎マウンドが沈下を受け、ケーソンの傾斜が生じたもの。	宮古港防波堤(南) 釜石港防波堤 八戸港中央防波堤 八戸港第二中央防波堤	
傾斜	第一次の津波時の津波力や潮流に準ずる形で、安全確保が図られていないが、二次津波による内外水位差により、ケーソンの傾斜、転倒、支持力破壊が生じたもの。	新田港防波堤	

(3) 消波ブロック被覆堤の被災事例

東北地方太平洋沖地震の地震及び津波による消波ブロック被覆堤の被災実績として、港湾技術研究所(2015)⁴⁾は図4、5に示す上部コンクリート、消波ブロックの倒壊や飛散が見られたとしている。

泊発電所3号炉

(2) 防波堤の被災事例

東北地方太平洋沖地震の地震及び津波による防波堤の被災の主な原因について、「防波堤の耐津波設計ガイドライン(平成27年12月一部改訂)(以下、「防波堤のガイドライン」という。)¹⁾では、津波の波力による直立部の滑動、越流による港内側の基礎マウンドや海底地盤の洗掘による支持力の喪失、あるいはこれらの複合的な作用によるものとしている。

「第3回 東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会(2011)」²⁾では、数値シミュレーションに基づき津波波力を算出して断面照査を実施し、被災パターンを表3の4つに分類している。なお、「東北地方太平洋沖地震津波による防波堤の被災(2013)」³⁾では、津波波力型について、「津波そのものの大きさよりも、防波堤の前面と背面の水位差がどれだけ大きくなるかが重要であり、防波堤法線に対して直角に近い角度の場合に水位差が大きくなりやすく被災を受けやすい。逆に言えば、非常に大きな津波でも、開口部等から港内にも津波が侵入し、水位差が大きくならない場合には、防波堤は移動しない。」としている。

表3 津波波力による防波堤の被災パターン²⁾

分類	被災の概要	主な被災原因	被災状況
崩壊	内外水位差等による浮力作用で、ケーソンの基礎が浮き上がり、基礎の掘削やケーソン内側のマウンドが地盤の沈下を受け、最終的に堤体の支持力が不足によりケーソンの傾斜、沈没したもの。	八戸港人工築防波堤(中央部)	
傾斜	内外水位差等による浮力作用により、ケーソンが不安定となり傾斜、転倒、支持力破壊が生じたもの。	八戸港人工築防波堤(中央部) 釜石港防波堤(北) 気仙沼港防波堤 特高津波防波堤	
傾斜	堤体前面の沈下により、基礎マウンドが沈下を受け、ケーソンの傾斜が生じたもの。	宮古港防波堤(南) 釜石港防波堤 八戸港中央防波堤 八戸港第二中央防波堤	
傾斜	第一次の津波時の津波力や潮流に準ずる形で、安全確保が図られていないが、二次津波による内外水位差により、ケーソンの傾斜、転倒、支持力破壊が生じたもの。	新田港防波堤	

また、東北地方太平洋沖地震の地震及び津波による防波堤の被災実績として、「東北地方太平洋沖地震による港湾施設等被害報告(2015)」⁴⁾は図4に示す上部コンクリートの飛散が見られたとしている。

「東北地方太平洋沖地震津波による漁港施設(防波堤)被災状況とその原因について(2012、八木ら)」⁵⁾では、図5に示すように防波堤の移動距離が最大で150m程度となったことを確認している。

表4に津波による防波堤被災メカニズムを示す。
最大移動距離が150mとなった田老漁港は、津波による強い水平力が要因で被災したものと推定されており、直接的な津波力により施設の安定性が損なわれ被災(滑動、転倒)した「津波波力(水位差)型」の被災メカニズムに分類される。

備考

女川：ケーソン堤と消波ブロック被覆堤
泊：防波堤のみ

記載表現の相違

記載表現の相違

泊は取水口と防波堤の離隔距離が小さいため移動距離が大きくなった被災事例を参照

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

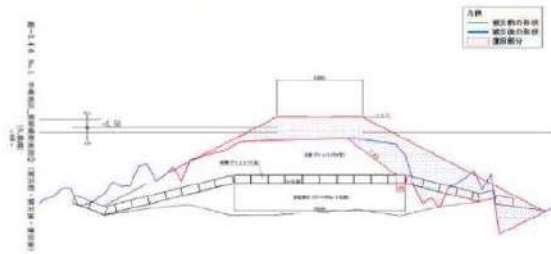


図4 久慈港半崎地区波除堤^①



外港地区 北防波堤
(平成28年2月16日、3月12日撮影)
調査プロット 飛散 (100m)

図5 仙台塩釜港 仙台港区 外港地区 北防波堤^①

泊発電所3号炉

表4 津波による防波堤被災メカニズム^②

分類	被災概要	主な被災漁港(被災数)
津波波力(水位差)型	内外水位・段波等の直接的な津波力により、施設の安定性が損なわれた被災(滑動、転倒)	三沢, 田老(2), 山田, 女川(2), 松川浦(2)
堤頭部洗掘型	堤頭部周辺の流れの影響で、基礎マウンドが洗掘され、施設の安定性が損なわれた被災	三沢
引波水位差型	津波波力・洗掘だけでは不安定までに至らない施設が引波時の内外水位差により施設の安定性が損なわれた被災(滑動、転倒)	女川(2)
越流洗掘型	越流に伴う渦等の影響で施設背後のマウンド・地盤が洗掘され、施設の安定性が損なわれた被災	大槌, 志津川



外港地区 南防波堤
(平成23年3月28日撮影)
上部工欠落

図4 仙台塩釜港 仙台港区 外港地区 南防波堤^①

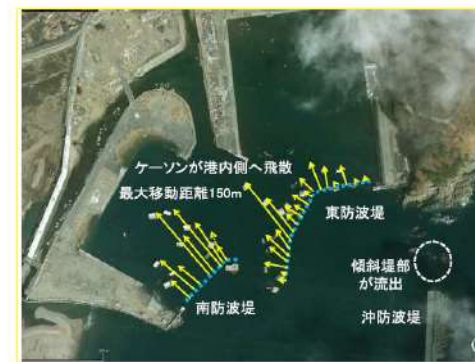
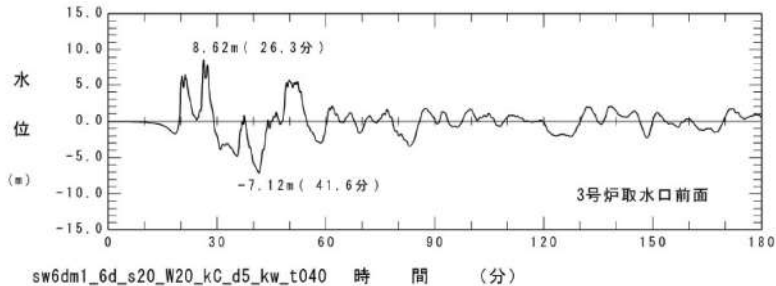


図5 田老漁港 東防波堤及び防波堤^②

備考

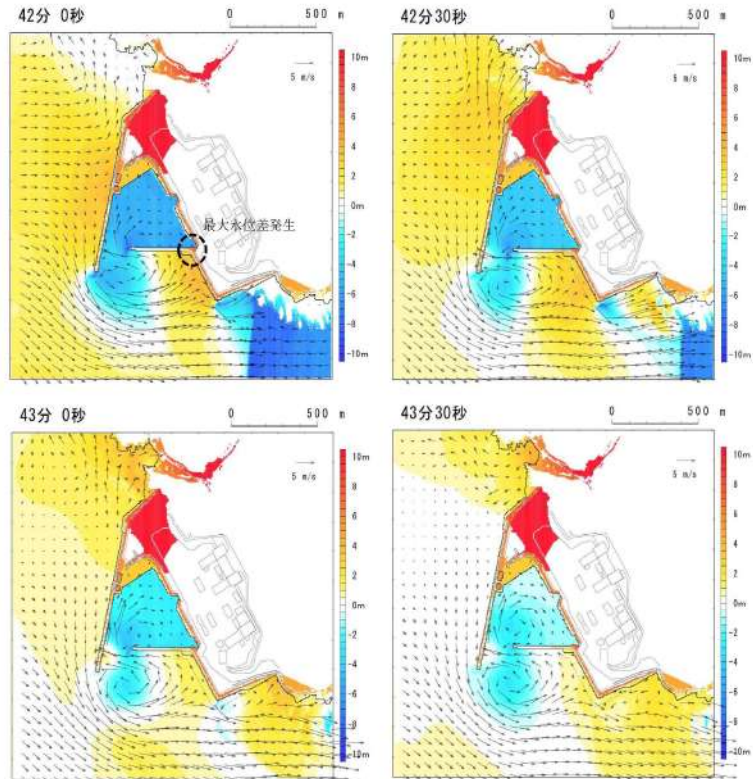
泊は取水口と防波堤の離隔距離が小さいため移動距離が大きくなった被災事例を参照

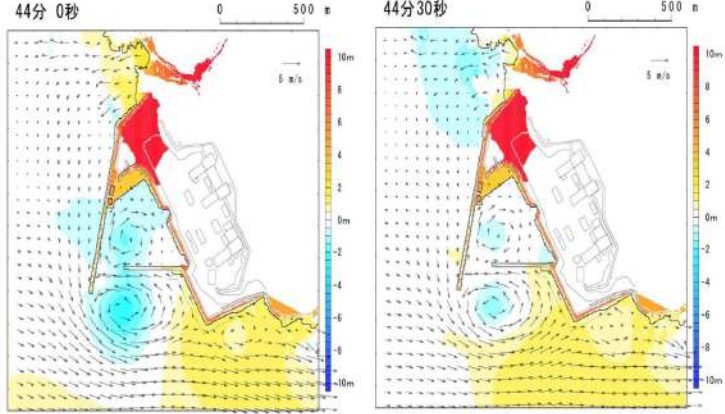
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																																																																				
	<p>(3) 津波時の流況</p> <p>東北地方太平洋沖地震の被災事例を踏まえると、防波堤が被災する可能性は否定できないため、3号炉取水口への到達及び閉塞可能性を評価するに当たり、泊発電所に想定する基準津波時の流況について整理する。</p> <p>表3のうち、越流洗掘型、津波波力型は堤内外水位差と直接的な津波の波力によるものが要因であると考えられるため、堤内外水位差が最大となる波源及び堤内外水位差最大時の水平波力と堤外水位最大時の水平波力を比較し、最大となる波源の流況を示す。3号炉取水口に対し北防波堤より南防波堤が近接していること及び北防波堤より南防波堤の重量が小さく津波波力の影響を受けることを踏まえ、南防波堤が健全な地形である防波堤損傷なし地形及び北防波堤損傷地形を対象とする。</p> <p>南防波堤における各波源の防波堤堤内外水位差最大時の水平波力を表5、堤外水位最大時の水平波力を表6に示す。</p> <p>各波源における最大堤内外水位差は「基準津波（波源A（防波堤損傷なし）」）で10.52mであるが、最大堤内外水位差発生時の堤外水位に着目すると、防波堤天端高さ（T.P.3.5m）以下であり防波堤を越流しない流況のため、ケーソンに作用する水平波力が比較的小さくなること及び防波堤の越流が要因である越流洗掘型による被災パターンの可能性が低くなると考えられることから、最大水位差発生時に津波が防波堤を越流している波源である「基準津波（波源I（防波堤損傷なし）」）の流況を図7に示す。</p> <p>各波源における最大水平波力は1,067kN/mである「基準津波（波源F、北防波堤損傷）」になることから流況を図8に示す。</p> <p>また、表3のうち、堤頭部洗掘型は流速が要因であると考えられるため、港湾内の最大流速を選定する。港湾内の「流速最大波源（波源K（防波堤損傷なし）」）の17.63m/sであったため、流況を図9に示す。</p> <p>3号炉取水口前面における水位を図6に示す。</p> <p>なお、水平波力の算出については、「防波堤のガイドライン」1)の津波波力の算定手順に従い、防波堤を越流するときは静水圧差による算定式を用い、越流しない場合は谷本式を用い算定した。</p> <p style="text-align: center;">表5 南防波堤における最大堤内外水位差一覧</p> <table border="1" data-bbox="958 981 1814 1436"> <thead> <tr> <th>基準津波</th> <th>抽出箇所</th> <th>堤外水位 (T.P.m)</th> <th>堤内水位 (T.P.m)</th> <th>堤内外水位差 (m)</th> <th>水平波力 (kN/m)</th> <th>越流の有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>波源A（防波堤損傷なし）</td> <td>基部</td> <td>2.38</td> <td>-8.15</td> <td>10.52</td> <td>685</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>波源B（防波堤損傷なし）</td> <td>基部</td> <td>8.84</td> <td>3.21</td> <td>5.63</td> <td>859</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源B（北防波堤損傷）</td> <td>基部</td> <td>5.23</td> <td>1.04</td> <td>4.18</td> <td>599</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源C（防波堤損傷なし）</td> <td>基部</td> <td>8.79</td> <td>3.66</td> <td>5.13</td> <td>802</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源D（防波堤損傷なし）</td> <td>基部</td> <td>5.15</td> <td>0.99</td> <td>4.16</td> <td>594</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源D（北防波堤損傷）</td> <td>基部</td> <td>5.19</td> <td>1.01</td> <td>4.18</td> <td>597</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源F（北防波堤損傷）</td> <td>標準部</td> <td>8.24</td> <td>2.07</td> <td>6.17</td> <td>1,067</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源H（北防波堤損傷）</td> <td>基部</td> <td>8.16</td> <td>3.72</td> <td>4.43</td> <td>710</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源I（防波堤損傷なし）</td> <td>基部</td> <td>4.27</td> <td>-5.50</td> <td>9.77</td> <td>875</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源K（防波堤損傷なし）</td> <td>基部</td> <td>5.03</td> <td>0.51</td> <td>4.52</td> <td>620</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>波源L（北防波堤損傷）</td> <td>基部</td> <td>5.34</td> <td>1.50</td> <td>3.84</td> <td>572</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table>	基準津波	抽出箇所	堤外水位 (T.P.m)	堤内水位 (T.P.m)	堤内外水位差 (m)	水平波力 (kN/m)	越流の有無	波源A（防波堤損傷なし）	基部	2.38	-8.15	10.52	685	無	波源B（防波堤損傷なし）	基部	8.84	3.21	5.63	859	有	波源B（北防波堤損傷）	基部	5.23	1.04	4.18	599	有	波源C（防波堤損傷なし）	基部	8.79	3.66	5.13	802	有	波源D（防波堤損傷なし）	基部	5.15	0.99	4.16	594	有	波源D（北防波堤損傷）	基部	5.19	1.01	4.18	597	有	波源F（北防波堤損傷）	標準部	8.24	2.07	6.17	1,067	有	波源H（北防波堤損傷）	基部	8.16	3.72	4.43	710	有	波源I（防波堤損傷なし）	基部	4.27	-5.50	9.77	875	有	波源K（防波堤損傷なし）	基部	5.03	0.51	4.52	620	有	波源L（北防波堤損傷）	基部	5.34	1.50	3.84	572	有	<p>被災事例から被災パターンが複数考えられるため、被災の要因と考えられる、最大流速と南防波堤における堤内外水位差、水平波力について記載</p> <p>被災事例から堤外水位と堤内外水位差の観点から各波源の最大水平波力を記載</p>
基準津波	抽出箇所	堤外水位 (T.P.m)	堤内水位 (T.P.m)	堤内外水位差 (m)	水平波力 (kN/m)	越流の有無																																																																																
波源A（防波堤損傷なし）	基部	2.38	-8.15	10.52	685	無																																																																																
波源B（防波堤損傷なし）	基部	8.84	3.21	5.63	859	有																																																																																
波源B（北防波堤損傷）	基部	5.23	1.04	4.18	599	有																																																																																
波源C（防波堤損傷なし）	基部	8.79	3.66	5.13	802	有																																																																																
波源D（防波堤損傷なし）	基部	5.15	0.99	4.16	594	有																																																																																
波源D（北防波堤損傷）	基部	5.19	1.01	4.18	597	有																																																																																
波源F（北防波堤損傷）	標準部	8.24	2.07	6.17	1,067	有																																																																																
波源H（北防波堤損傷）	基部	8.16	3.72	4.43	710	有																																																																																
波源I（防波堤損傷なし）	基部	4.27	-5.50	9.77	875	有																																																																																
波源K（防波堤損傷なし）	基部	5.03	0.51	4.52	620	有																																																																																
波源L（北防波堤損傷）	基部	5.34	1.50	3.84	572	有																																																																																

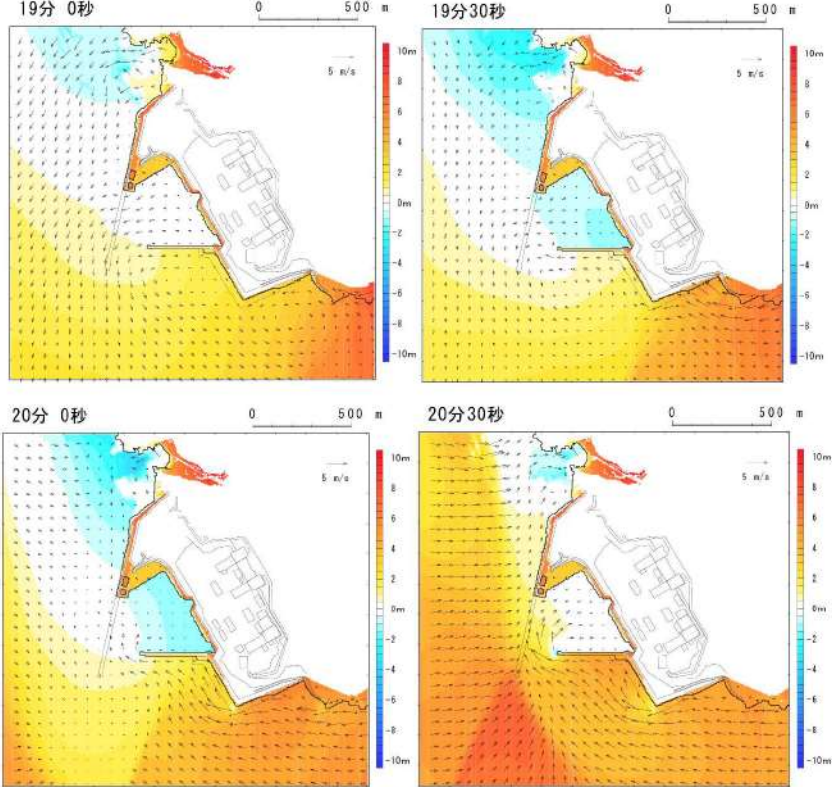
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																																																								
	<p style="text-align: center;">表6 南防波堤における堤外水位最大時の水平波力一覧</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>基準津波</th> <th>抽出箇所</th> <th>堤外水位 (T.P.m)</th> <th>堤内水位 (T.P.m)</th> <th>堤内外水位差 (m)</th> <th>水平波力 (kN/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>波源A (防波堤損傷なし)</td><td>基部</td><td>8.28</td><td>5.99</td><td>2.28</td><td>468</td></tr> <tr><td>波源B (防波堤損傷なし)</td><td>基部</td><td>11.00</td><td>7.49</td><td>3.51</td><td>659</td></tr> <tr><td>波源B (北防波堤損傷)</td><td>基部</td><td>11.62</td><td>9.82</td><td>1.81</td><td>478</td></tr> <tr><td>波源C (防波堤損傷なし)</td><td>基部</td><td>9.38</td><td>6.22</td><td>3.16</td><td>588</td></tr> <tr><td>波源D (防波堤損傷なし)</td><td>基部</td><td>8.51</td><td>7.01</td><td>1.50</td><td>383</td></tr> <tr><td>波源D (北防波堤損傷)</td><td>基部</td><td>9.10</td><td>8.75</td><td>0.35</td><td>264</td></tr> <tr><td>波源F (北防波堤損傷)</td><td>基部</td><td>11.48</td><td>9.49</td><td>1.99</td><td>495</td></tr> <tr><td>波源H (北防波堤損傷)</td><td>基部</td><td>11.19</td><td>9.21</td><td>1.99</td><td>490</td></tr> <tr><td>波源I (防波堤損傷なし)</td><td>基部</td><td>9.92</td><td>7.36</td><td>2.56</td><td>531</td></tr> <tr><td>波源K (防波堤損傷なし)</td><td>基部</td><td>8.18</td><td>8.17</td><td>0.01</td><td>209</td></tr> <tr><td>波源L (北防波堤損傷)</td><td>基部</td><td>9.89</td><td>9.14</td><td>0.75</td><td>324</td></tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">sw6dm1_6d_s20_W20_kC_d5_kw_t040 時間 (分)</p> <p>図6 (a) 「基準津波 (波源I (防波堤損傷なし))」による3号炉取水口前面の水位変化</p>	基準津波	抽出箇所	堤外水位 (T.P.m)	堤内水位 (T.P.m)	堤内外水位差 (m)	水平波力 (kN/m)	波源A (防波堤損傷なし)	基部	8.28	5.99	2.28	468	波源B (防波堤損傷なし)	基部	11.00	7.49	3.51	659	波源B (北防波堤損傷)	基部	11.62	9.82	1.81	478	波源C (防波堤損傷なし)	基部	9.38	6.22	3.16	588	波源D (防波堤損傷なし)	基部	8.51	7.01	1.50	383	波源D (北防波堤損傷)	基部	9.10	8.75	0.35	264	波源F (北防波堤損傷)	基部	11.48	9.49	1.99	495	波源H (北防波堤損傷)	基部	11.19	9.21	1.99	490	波源I (防波堤損傷なし)	基部	9.92	7.36	2.56	531	波源K (防波堤損傷なし)	基部	8.18	8.17	0.01	209	波源L (北防波堤損傷)	基部	9.89	9.14	0.75	324	<p>女川：最大流速のみ記載 泊：堤内外水位差，最大水平波力，港湾内最大流速を記載</p> <p>泊は堤内外水位差及び水平波力が最大時の流況について記載</p>
基準津波	抽出箇所	堤外水位 (T.P.m)	堤内水位 (T.P.m)	堤内外水位差 (m)	水平波力 (kN/m)																																																																					
波源A (防波堤損傷なし)	基部	8.28	5.99	2.28	468																																																																					
波源B (防波堤損傷なし)	基部	11.00	7.49	3.51	659																																																																					
波源B (北防波堤損傷)	基部	11.62	9.82	1.81	478																																																																					
波源C (防波堤損傷なし)	基部	9.38	6.22	3.16	588																																																																					
波源D (防波堤損傷なし)	基部	8.51	7.01	1.50	383																																																																					
波源D (北防波堤損傷)	基部	9.10	8.75	0.35	264																																																																					
波源F (北防波堤損傷)	基部	11.48	9.49	1.99	495																																																																					
波源H (北防波堤損傷)	基部	11.19	9.21	1.99	490																																																																					
波源I (防波堤損傷なし)	基部	9.92	7.36	2.56	531																																																																					
波源K (防波堤損傷なし)	基部	8.18	8.17	0.01	209																																																																					
波源L (北防波堤損傷)	基部	9.89	9.14	0.75	324																																																																					

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<div data-bbox="985 143 1780 454" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1008 459 1758 518" data-label="Caption"> <p>図6 (b) 「基準津波（波源F（北防波堤損傷）」）による3号炉取水口前面の水位変化</p> </div> <div data-bbox="1052 550 1713 798" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="940 805 1825 837" data-label="Caption"> <p>図6 (c) 「流速最大波源（波源K（防波堤損傷なし）」）による3号炉取水口前面の水位変化</p> </div> <div data-bbox="952 893 1825 1101" data-label="Text"> <p>a. 南防波堤内外の最大水位差発生時の防波堤を越流する水位差・流速・流向 <u>防波堤周辺の水位・流速・流向並びに海底地形変化を図7に示す。</u> <u>「基準津波（波源I（防波堤損傷なし）」）による津波は、地震発生後約40分頃の引き潮時に、港湾内の水位が低下した後に来襲する押し波成分の津波が北防波堤側を回り込みながら南防波堤基部に到達することで、表4に示す防波堤内外の最大水位差が発生する。防波堤内外に明瞭な水位差が発生する時間は、地震発生後42分～42分30秒の約30秒程度である。</u></p> </div>	

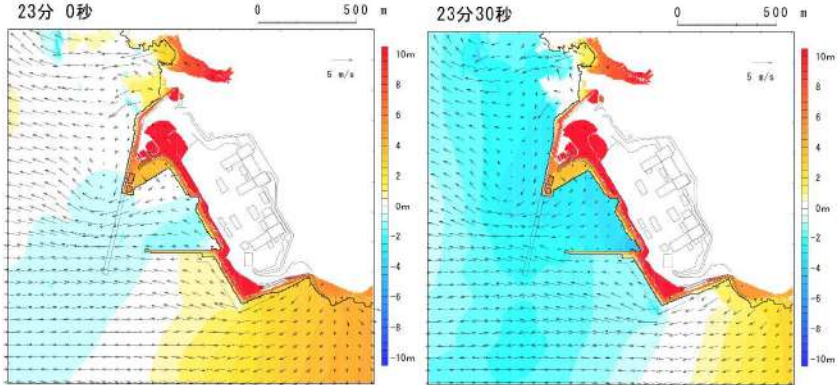
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: center;">泊発電所3号炉</p> <p>40分0秒 0 500 m 10m 0 500 m 10m 40分30秒 0 500 m 10m 0 500 m 10m 41分0秒 0 500 m 10m 0 500 m 10m 41分30秒 0 500 m 10m 0 500 m 10m</p> <p>図7(a) 基準津波（波源I（防波堤損傷なし））による防波堤内外の最大水位差発生時の水位・流速・流向 （地震発生後40分～44分30秒のうち40分～41分30秒）</p>	備考

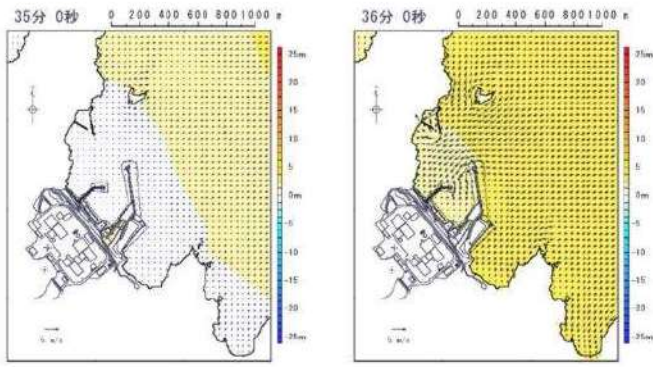
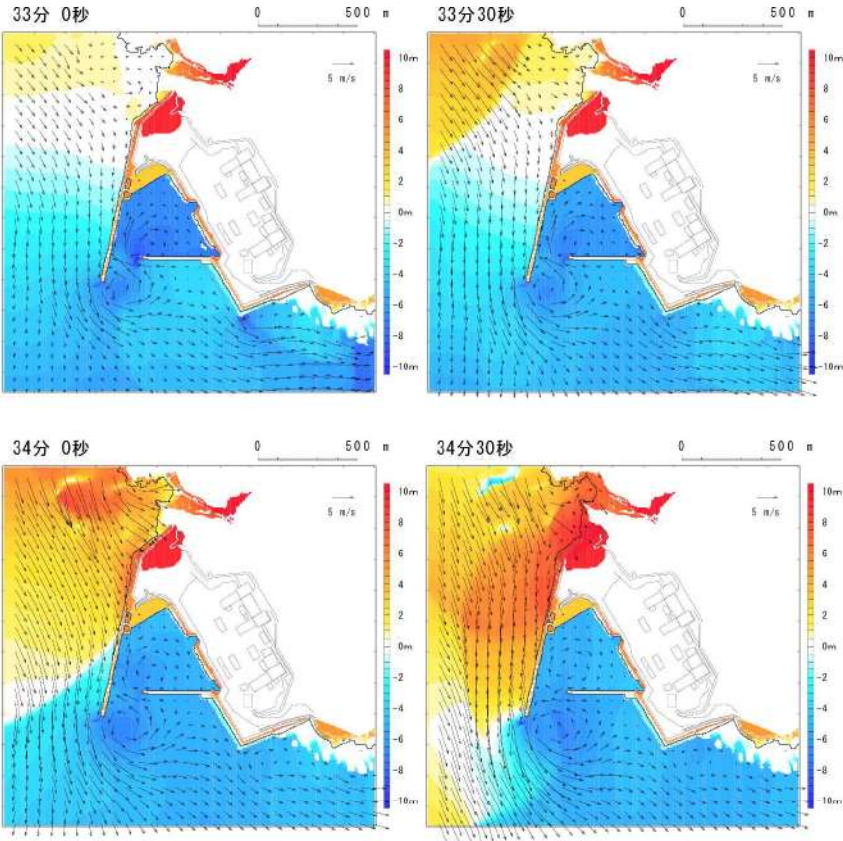
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p>42分 0秒 0 500 m 5 m/s 10m</p> <p>42分 30秒 0 500 m 5 m/s 10m</p> <p>43分 0秒 0 500 m 5 m/s 10m</p> <p>43分 30秒 0 500 m 5 m/s 10m</p> <p>最大水位差発生</p> <p>図7 (b) ■基準津波（波源I（防波堤損傷なし））による防波堤内外の最大水位差発生時の水位・流速・流向 <u>（地震発生後40分～44分30秒のうち42分～43分30秒）</u></p>	備考

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: center;">泊発電所3号炉</p>  <p>図7(c) 「基準津波（波源I（防波堤損傷なし）」）による防波堤内外の最大水位差発生時の水位差・流速・流向 （地震発生後40分～44分30秒のうち44分～44分30秒）</p> <p>b. 南防波堤の最大水平波力発生時の水位差・流速・流向 防波堤周辺の水位・流速・流向並びに海底地形変化を図8に示す。 「基準津波（波源F（北防波堤損傷）」）による津波は、地震発生後約21分頃に、表4に示す最大水平波力が発生する。防波堤に最大水平波力が発生する時間は、地震発生後21分～21分30秒の30秒程度である。</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p>図8 (a) 「基準津波（波源F（北防波堤損傷）」による防波堤内外の最大流速発生時の水位・流速・流向 (地震発生後19分～23分30秒のうち19分～20分30秒)</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>図8 (b) 「基準津波（波源F（北防波堤損傷）」による防波堤内外の最大流速発生時の水位・流速・流向 (地震発生後19分～23分30秒のうち21分～22分30秒)</p>	

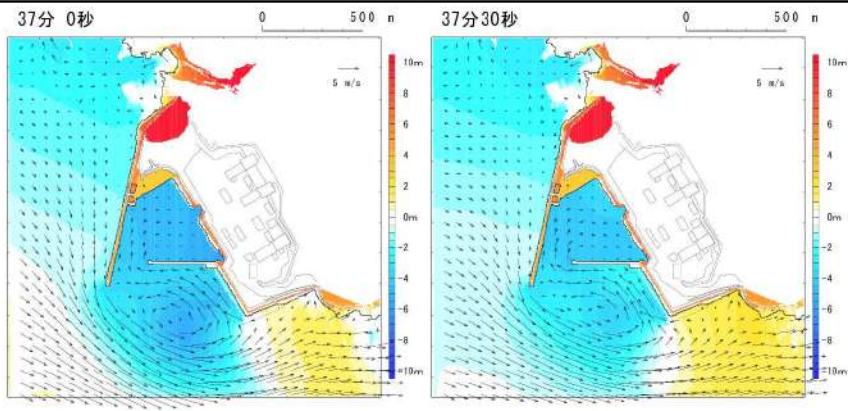
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p data-bbox="1041 547 1729 635"> 図8(c) 基準津波（波源F（北防波堤損傷））による防波堤内外の最大流速発生時の水位・流速・流向 （地震発生後19分～23分30秒のうち23分～23分30秒） </p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>a. 水位上昇時の水位・流速・流向</p> <p>基準津波は、外洋に面する東防波堤に対して直角方向に襲来するのではなく、港内に回り込みながら襲来することから、防波堤内外の水位差は小さく、かつ明瞭な水位差が発生する時間は地震発生後36分～37分の1分程度と短い。</p>  <p>図7(a) 基準津波（上昇側）による水位上昇時の水位・流速・流向（地震発生後35分～42分のうち35分～36分）</p>	<p>c. 最大流速発生時の水位・流速・流向及び地形変化</p> <p>(a) 最大流速発生時の水位・流速・流向 防波堤周辺の水位・流速・流向並びに海底地形変化を図9に示す。 「流速最大波源（波源K（防波堤損傷なし））」による津波は、地震発生後約33分頃の引き潮時に、港湾内の水位が低下した後に来襲する押し波成分の津波が北側防波堤を回り込み、北防波堤先端付近で大きな流速が発生する。最大流速が発生する時間は地震発生後35分～36分30秒の約1分30秒程度である。</p>  <p>図9(a) 「流速最大波源（波源K（防波堤損傷なし））」による防波堤内外の最大流速発生時の水位・流速・流向（地震発生後33分～37分30秒のうち33分～34分30秒）</p>	<p>備考</p> <p>記載順序の相違 基準津波の相違</p>

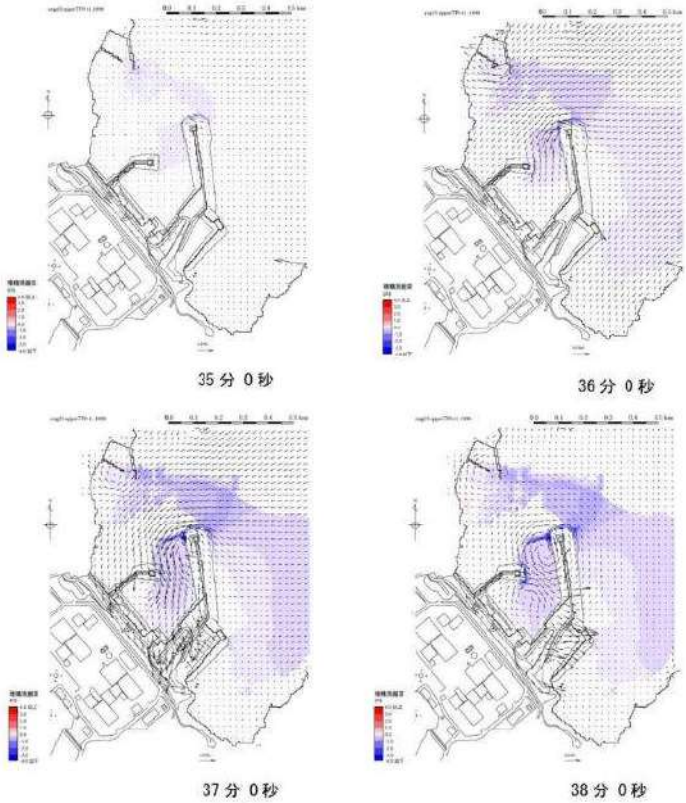
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>37分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>38分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>39分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>40分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>41分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>42分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p>	<p>35分 0秒 0 500 m</p> <p>35分 30秒 0 500 m</p> <p>36分 0秒 0 500 m</p> <p>36分 30秒 0 500 m</p> <p>図9 (b) 「流速最大波源（波源K（防波堤損傷なし）」による防波堤内外の最大流速発生時の水位・流速・流向 (地震発生後 33分～37分30秒のうち 35分～36分30秒)</p>	<p>備考</p>

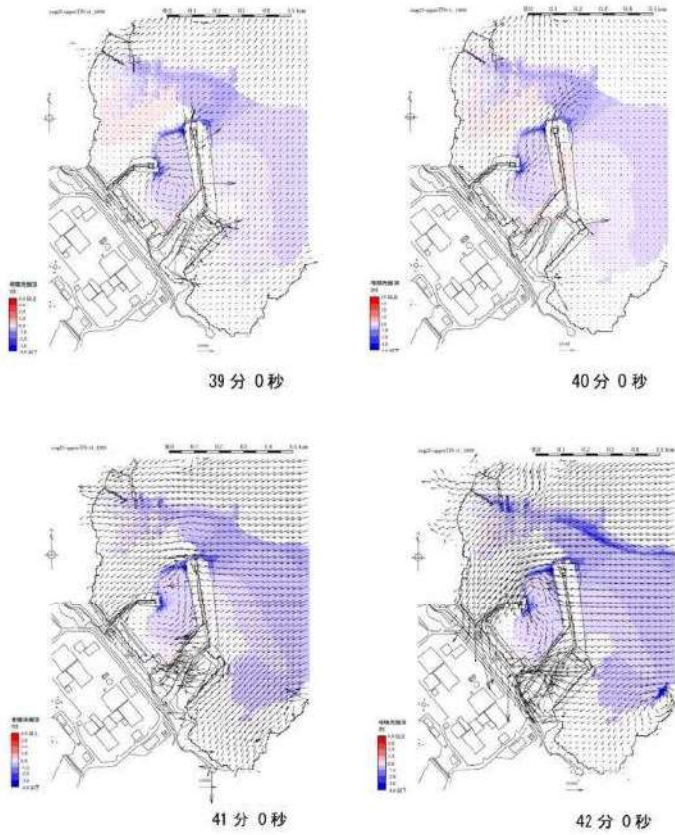
図7 (b) 基準津波（上昇側）による水位上昇時の水位・流速・流向
 (地震発生後 35分～42分のうち 37分～42分)

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: center;">泊発電所3号炉</p>  <p>図9 (c) 「流速最大波源（波源K（防波堤損傷なし）」による防波堤内外の最大流速発生時の水位・流速・流向 （地震発生後33分～37分30秒のうち37分～37分30秒）」</p>	

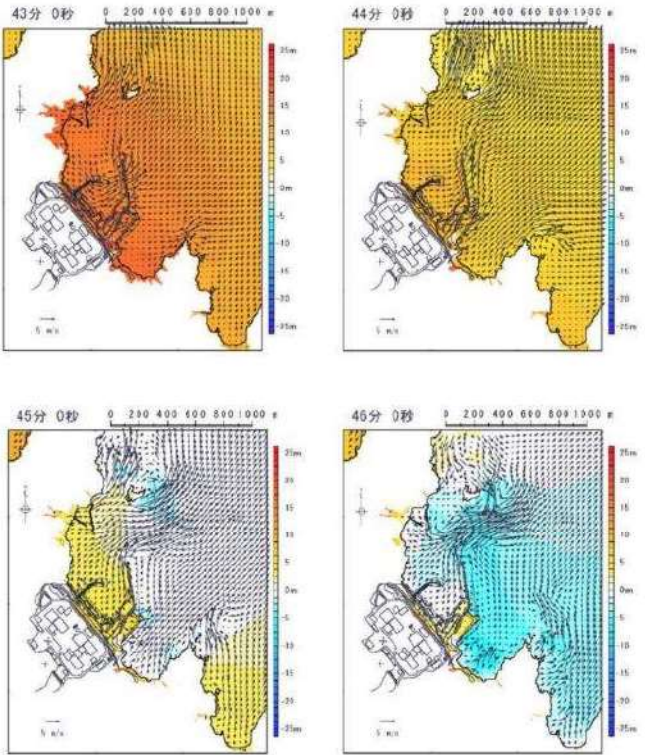
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>b. 水位上昇時の海底地形変化 基準津波が港内に防波堤堤頭部を回り込みながら進行する際に、防波堤堤頭部のケーソン堤付近の海底地盤が局所的に洗掘される。</p>  <p>35分0秒 36分0秒 37分0秒 38分0秒</p> <p>図8(a) 基準津波（上昇側）による水位上昇時の海底地形変化 （地震発生後35分～42分のうち35分～38分）</p>	<p>(b) 最大流速発生時の海底地形変化</p> <div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 20px; text-align: center;"> <p>追而 （基準津波の審査結果を踏まえて記載する）</p> </div>	<p>備考</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
 <p>39分0秒</p> <p>40分0秒</p> <p>41分0秒</p> <p>42分0秒</p> <p>図8(b) 基準津波（上昇側）による水位上昇時の海底地形変化 (地震発生後35分～42分のうち39分～42分)</p>		

第5条 津波による損傷の防止

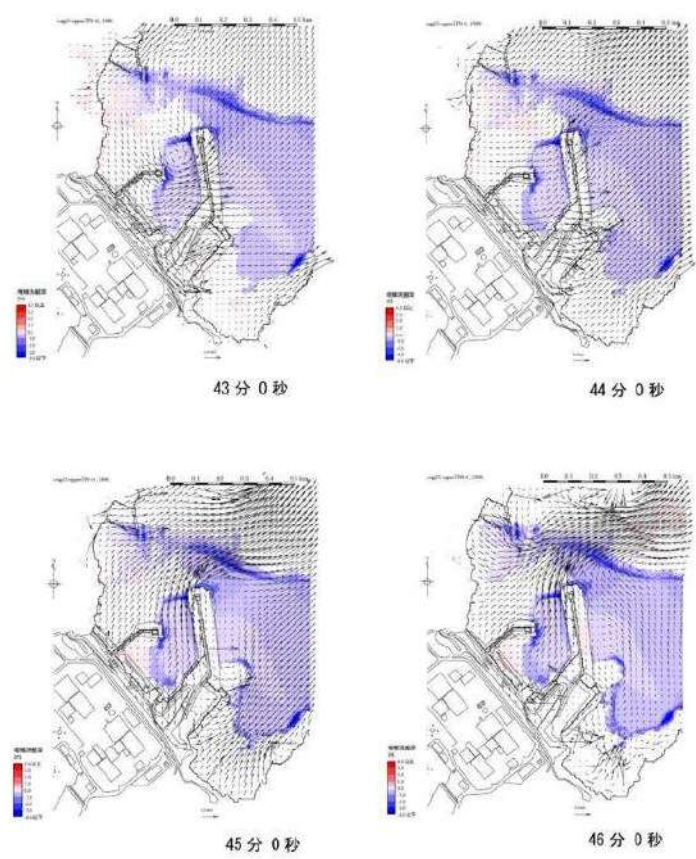
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>c. 水位下降時の水位・流速・流向</p> <p>水位低下に伴い防波堤に並行して沖側へ向かう流れが起り、防波堤堤頭部付近で大きな流速が発生する。</p>  <p>図9(a) 基準津波（上昇側）による水位下降時の水位・流速・流向 （地震発生後43分～50分のうち43分～46分）</p>		<p>備考</p> <p>泊では複数波源から堤内外水位差と最大流速に着目し記載しているため、記載なし</p>

第5条 津波による損傷の防止

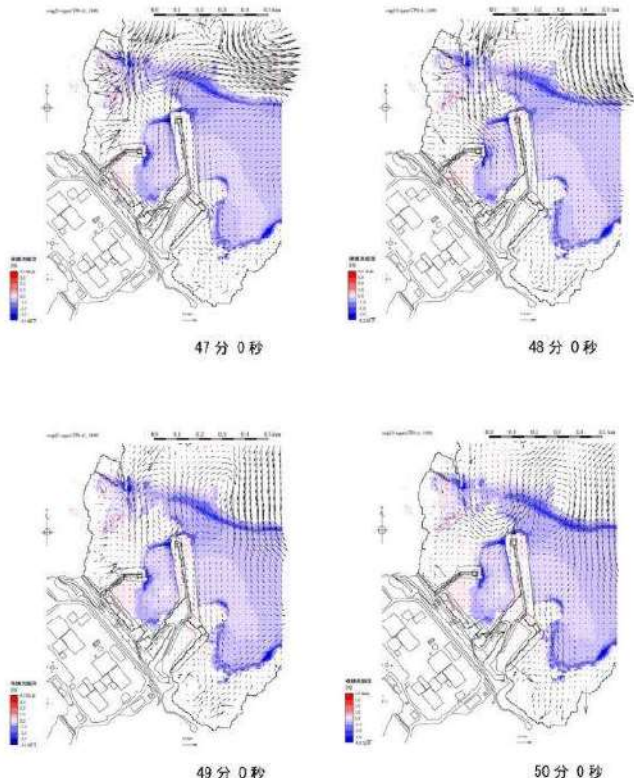
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>47分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>48分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>49分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p> <p>50分 0秒 0 200 400 600 800 1000 m</p>		

図9 (b) 基準津波（上昇側）による水位下降時の水位・流速・流向
 （地震発生後43分～50分のうち47分～50分）

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>d. 水位下降時の海底地形変化</p> <p>引き波により港内中央部、捨石傾斜堤周辺及び沖合いの海底地盤の洗掘は進行するが、防波堤堤頭部付近の洗掘の進行は見られない。</p>  <p>図10(a) 基準津波（上昇側）による水位下降時の海底地形変化 （地震発生後43分～50分のうち43分～46分）</p>		<p>備考</p> <p>泊では複数波源から堤内外水位差と最大流速に着目し記載しているため、記載なし</p>

第5条 津波による損傷の防止


女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
 <p>47分0秒 48分0秒</p> <p>49分0秒 50分0秒</p> <p>図10(b) 基準津波（上昇側）による水位下降時の海底地形変化 （地震発生後43分～50分のうち47分～50分）</p>		

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																																				
<p>(5) 防波堤の被災形状の検討結果 東北地方太平洋沖地震及び津波による被災状況等に関する知見、基準津波襲来時の流況及び防波堤の構造的特徴を踏まえた想定される被災形状を表4に示す。</p> <p style="text-align: center;">表4 防波堤の被災形状の想定</p> <table border="1" data-bbox="96 300 869 986"> <thead> <tr> <th>構造物</th> <th>仕様</th> <th>想定される被災形状</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン (直立部)</td> <td>北防波堤、東防波堤各2 函：15m(B)×10m(L)× 9.5m(H)：3,000t 以上/函</td> <td>基礎マウンドからの転 倒・滑動（堤 頭部洗掘型）</td> <td>・防波堤内外の水位差は小さ く、優位な水位差が発生する 時間は短い。 ・水位上昇時、防波堤堤頭部周 辺の基礎マウンド部の洗掘 が想定される。</td> </tr> <tr> <td>上部コン クリート</td> <td>東防波堤：9.0m(B)× 2.5m(H)：約50t/m 北防波堤：7.5m(B)× 2.0m(H)：約30t/m</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災実績あり。</td> </tr> <tr> <td>消波プロ ック</td> <td>堤内側：6t（東防波堤）、 4t、6t、8t（北防波堤）</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。</td> </tr> <tr> <td>被覆石</td> <td>500kg/個以上</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。</td> </tr> <tr> <td>捨石（基礎 マウンド）</td> <td>5～100kg/個</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。</td> </tr> </tbody> </table>	構造物	仕様	想定される被災形状	根拠	ケーソン (直立部)	北防波堤、東防波堤各2 函：15m(B)×10m(L)× 9.5m(H)：3,000t 以上/函	基礎マウンドからの転 倒・滑動（堤 頭部洗掘型）	・防波堤内外の水位差は小さ く、優位な水位差が発生する 時間は短い。 ・水位上昇時、防波堤堤頭部周 辺の基礎マウンド部の洗掘 が想定される。	上部コン クリート	東防波堤：9.0m(B)× 2.5m(H)：約50t/m 北防波堤：7.5m(B)× 2.0m(H)：約30t/m	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災実績あり。	消波プロ ック	堤内側：6t（東防波堤）、 4t、6t、8t（北防波堤）	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。	被覆石	500kg/個以上	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。	捨石（基礎 マウンド）	5～100kg/個	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。	<p>(4) 防波堤の被災形状の検討結果 東北地方太平洋沖地震及び津波による被災状況等に関する知見、基準津波襲来時の流況及び防波堤の構造的特徴を踏まえた想定される被災形状を表7に示す。</p> <p style="text-align: center;">表7 防波堤の被災形状の想定</p> <table border="1" data-bbox="1048 300 1720 1165"> <thead> <tr> <th>構造物</th> <th>仕様</th> <th>想定される被災形状</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン</td> <td>・北防波堤（標準部） 19.5m (B)×11.9m (L)×13.0m (H)：8,000t 以上/函 ・南防波堤（標準部）： 14.9m (B)×19.9m (L)×10.0m (H)：5,900t 以上/函</td> <td>転倒 ・ 滑動</td> <td> <div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;"> 追面 (基準津波に審査結果を踏まえて 記載する) </div> </td> </tr> <tr> <td>上部コン クリート</td> <td>・北防波堤（標準部）： 19.1m (B)×3.5m (H)： 2,400t 以上 ・南防波堤（標準部）： 13.6m (B)×2.5m (H)： 1,600t 以上</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災実 績あり。</td> </tr> <tr> <td>消波 ブロック</td> <td>・南防波堤：32～40t/個</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。</td> </tr> <tr> <td>根固方塊</td> <td>34.5t/個</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。</td> </tr> <tr> <td>被覆 ブロック</td> <td>・北防波堤：4～20t/個 ・南防波堤：2～8t/個</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。</td> </tr> <tr> <td>中割石</td> <td>30～300kg/個</td> <td>飛散</td> <td>・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。</td> </tr> </tbody> </table>	構造物	仕様	想定される被災形状	根拠	ケーソン	・北防波堤（標準部） 19.5m (B)×11.9m (L)×13.0m (H)：8,000t 以上/函 ・南防波堤（標準部）： 14.9m (B)×19.9m (L)×10.0m (H)：5,900t 以上/函	転倒 ・ 滑動	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;"> 追面 (基準津波に審査結果を踏まえて 記載する) </div>	上部コン クリート	・北防波堤（標準部）： 19.1m (B)×3.5m (H)： 2,400t 以上 ・南防波堤（標準部）： 13.6m (B)×2.5m (H)： 1,600t 以上	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災実 績あり。	消波 ブロック	・南防波堤：32～40t/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。	根固方塊	34.5t/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。	被覆 ブロック	・北防波堤：4～20t/個 ・南防波堤：2～8t/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。	中割石	30～300kg/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。	<p>実質的な相違なし</p> <p>泊と女川の構造物の相違</p>
構造物	仕様	想定される被災形状	根拠																																																			
ケーソン (直立部)	北防波堤、東防波堤各2 函：15m(B)×10m(L)× 9.5m(H)：3,000t 以上/函	基礎マウンドからの転 倒・滑動（堤 頭部洗掘型）	・防波堤内外の水位差は小さ く、優位な水位差が発生する 時間は短い。 ・水位上昇時、防波堤堤頭部周 辺の基礎マウンド部の洗掘 が想定される。																																																			
上部コン クリート	東防波堤：9.0m(B)× 2.5m(H)：約50t/m 北防波堤：7.5m(B)× 2.0m(H)：約30t/m	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災実績あり。																																																			
消波プロ ック	堤内側：6t（東防波堤）、 4t、6t、8t（北防波堤）	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。																																																			
被覆石	500kg/個以上	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。																																																			
捨石（基礎 マウンド）	5～100kg/個	飛散	・東北地方太平洋沖地震及び津 波で被災を受けた防波堤同 様の被災が想定される。																																																			
構造物	仕様	想定される被災形状	根拠																																																			
ケーソン	・北防波堤（標準部） 19.5m (B)×11.9m (L)×13.0m (H)：8,000t 以上/函 ・南防波堤（標準部）： 14.9m (B)×19.9m (L)×10.0m (H)：5,900t 以上/函	転倒 ・ 滑動	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;"> 追面 (基準津波に審査結果を踏まえて 記載する) </div>																																																			
上部コン クリート	・北防波堤（標準部）： 19.1m (B)×3.5m (H)： 2,400t 以上 ・南防波堤（標準部）： 13.6m (B)×2.5m (H)： 1,600t 以上	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災実 績あり。																																																			
消波 ブロック	・南防波堤：32～40t/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。																																																			
根固方塊	34.5t/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。																																																			
被覆 ブロック	・北防波堤：4～20t/個 ・南防波堤：2～8t/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。																																																			
中割石	30～300kg/個	飛散	・東北地方太平洋沖地 震及び津波で被災を 受けた防波堤同様の 被災が想定される。																																																			

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>3. 防波堤の取水口到達可能性評価について</p> <p><u>(1) 防波堤の取水口到達可能性</u></p> <p>図11より、防波堤堤頭部と2号炉取水口との間には約200mの離隔があるが、基礎マウンドから横転・滑落等により損傷した防波堤ケーソンが漂流・滑動することにより取水口に到達する可能性を検討した。</p>	<p>3. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価について</p> <p><u>南防波堤基部と3号炉取水口の離隔を図10に示す。</u></p> <p><u>南防波堤基部と3号炉取水口との離隔距離は約7.7mであるため、防波堤は取水口と近接している。</u></p> <p><u>東北地方太平洋沖地震の被災事例を踏まえると、防波堤が被災する可能性は否定できないため、漂流及び滑動する可能性について検討した上で、検討結果に関わらず、水理模型実験により滑動又は転倒による取水口到達及び閉塞可能性を評価する。</u></p> <p><u>漂流及び滑動の検討対象は北防波堤及び南防波堤とする。水理模型実験については、検討対象の防波堤は取水口と最も近接している南防波堤基部とし、北防波堤は被災事例から防波堤の移動量である150m以上離れているため、検討対象としない。</u></p> <p><u>防波堤ケーソンの被災形状は、表7に示すとおり基礎マウンドからの転倒・滑動が考えられ、その被災パターンは表4で示される越流洗掘型、津波波力型、堤頭部洗掘型及び引波水位差型の4通りに分類される。取水口閉塞の観点で最も影響の大きい被災パターンを想定する。ここで、越流洗掘型は参考1で説明する理由からケーソンの移動量を抑制すると考えられること、堤頭部洗掘型は防波堤の堤頭部が対象であり取水口に対して十分な離隔があること、引波水位差型はケーソンを取水口方向と逆方向へ移動させることから、これらの被災パターンは取水口閉塞には有意に寄与しない。一方、津波波力型は当該事象が生じた場合は取水口方向に移動が生じる可能性がある。したがって、4通りの被災パターンのうち、津波波力型が取水口閉塞の観点で最も影響の大きい被災パターンと考えられることから、取水口到達及び閉塞可能性の評価は津波波力型を対象として検討する。</u></p>	<p>備考</p> <p>女川との離隔距離、各名称の相違</p> <p>泊は取水口と防波堤の離隔距離が小さいため移動距離が大きくなった被災事例を参照し、各被災パターンから取水口閉塞の観点から影響力の大きいものを記載</p>

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p>図10 南防波堤基部と3号炉取水口の離隔</p>	<p>記載順序の相違</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																														
<p>漂流に対する検討結果（表5）より、防波堤のケーソン、上部コンクリート、消波ブロック、被覆石及び捨石の比重は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>泊と比較のために記順番を入れ替え</p> </div> <p>また、滑動に対する検討結果（表6）より、防波堤のケーソン及び上部コンクリートの安定流速（対象物が水の流れによって動かない最大流速）は発電所の港湾内の最大流速9.3m/s（図7）よりも大きいことから、滑動して取水口に到達することはない。一方、防波堤の消波ブロック、被覆石及び捨石の安定流速は発電所の港湾内の最大流速9.3m/sよりも小さいことから、滑動するものの、2号炉取水口は港湾内よりも約4m高い位置にある（図12）ことから、滑動して2号炉取水口に到達することはない。</p> <p>なお、滑動すると評価した消波ブロック、被覆石及び捨石のうち、最も軽量の捨石は上部工、消波ブロック及び被覆石の背面や下部に設置されていること、図8,10の捨石よりも軽量の砂を対象とした海底地形変化においても取水口は閉塞していないことから、捨石により取水口が閉塞することはない。</p> <p>また、捨石の次に軽量の被覆石は安定流速である3.6m/s以上で滑動するため、滑動開始流速を3m/sとした軌跡解析（図13）により、被覆石及び被覆石よりも重い消波ブロックの滑動の方向を検討した。その結果、滑動によって防波堤近傍に留まるか沖側へ滑動する傾向を示したことから、2号炉取水口側へ滑動する可能性が低いことを確認した。</p>	<p>(1) 漂流に対する検討結果</p> <p>漂流に対する検討結果を表8に示す。</p> <p>防波堤のケーソン、上部コンクリート、消波ブロック、<u>根固方塊</u>、<u>被覆ブロック</u>及び中割石の比重は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> <p>表8 漂流に対する検討結果</p> <table border="1" data-bbox="1093 1018 1675 1292"> <thead> <tr> <th>対象構造物</th> <th>主材料</th> <th>重量</th> <th>比重^{※1}</th> <th>評価結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン</td> <td>コンクリート・砂</td> <td>5,900t以上</td> <td>2.15^{※2}</td> <td rowspan="6">海水の比重より大きいことから漂流して取水口に到達することはない。</td> </tr> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>コンクリート</td> <td>1,600t以上</td> <td>2.34</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>コンクリート</td> <td>32~40t/個</td> <td>2.34</td> </tr> <tr> <td>根固方塊</td> <td>コンクリート</td> <td>34.5t/個</td> <td>2.34</td> </tr> <tr> <td>被覆ブロック</td> <td>コンクリート</td> <td>2~29t/個</td> <td>2.34</td> </tr> <tr> <td>中割石</td> <td>石材</td> <td>30~300kg/個</td> <td>2.29</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>※1 コンクリートの比重は「道路橋示方書・同解説（2002）」より設定、砂及び石材の比重は「港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007）」より設定 ※2 北防波堤及び南防波堤の比重のうち、最も小さいものを示す</p>	対象構造物	主材料	重量	比重 ^{※1}	評価結果	ケーソン	コンクリート・砂	5,900t以上	2.15 ^{※2}	海水の比重より大きいことから漂流して取水口に到達することはない。	上部コンクリート	コンクリート	1,600t以上	2.34	消波ブロック	コンクリート	32~40t/個	2.34	根固方塊	コンクリート	34.5t/個	2.34	被覆ブロック	コンクリート	2~29t/個	2.34	中割石	石材	30~300kg/個	2.29	<p>漂流に対する対象構造物の相違</p>
対象構造物	主材料	重量	比重 ^{※1}	評価結果																												
ケーソン	コンクリート・砂	5,900t以上	2.15 ^{※2}	海水の比重より大きいことから漂流して取水口に到達することはない。																												
上部コンクリート	コンクリート	1,600t以上	2.34																													
消波ブロック	コンクリート	32~40t/個	2.34																													
根固方塊	コンクリート	34.5t/個	2.34																													
被覆ブロック	コンクリート	2~29t/個	2.34																													
中割石	石材	30~300kg/個	2.29																													

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<div data-bbox="232 159 705 606" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="353 609 604 638">(a)防波堤と取水口の離隔</p> <div data-bbox="100 662 817 861" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="331 885 593 914">(b)東防波堤 (A-A断面) ※</p> <div data-bbox="100 957 817 1157" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="291 1133 638 1161">(c)東防波堤ゲートン (B-B断面) ※</p> <p data-bbox="235 1193 683 1222">図11 防波堤と取水口の離隔及び防波堤の構造</p> <p data-bbox="526 1228 817 1252">※R, V, L, L, W, Lは1号炉建設時のものである。</p>		

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

備考

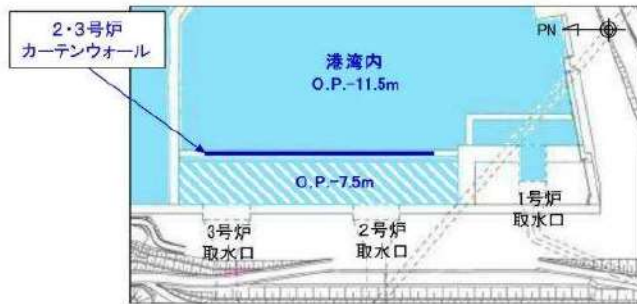


図12 取水口前面と港湾内の高低差

表5 漂流に対する検討結果

対象構造物	主材料	重量	比重*	検討結果
クレーン	コンクリート	約3,000t	2.34	海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。
上部コンクリート	コンクリート	約100t/m	2.34	
消波ブロック	コンクリート	30t	2.34	
被覆石	石	500kg/個以上	2.29	
捨石	石	5~100kg/個	2.29	

※：コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定，石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007）より設定。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>(2) 防波堤構造物の安定流速</p> <p>「港湾の施設の技術上の基準・同解説」⁵⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、防波堤のケーソン、上部コンクリート、消波ブロック、<u>被覆石及び捨石の安定流速を算定すると下表の結果となる。</u></p> <p>なお、同手法は石を別の石の上に乗せた状態における<u>流圧力と摩擦力のつり合い式及び流圧力と重力によるモーメントのつり合い式から導出されている。津波により損傷した防波堤は同手法の想定状態と類似していると考えられ、本手法を適用できる。</u></p> <div data-bbox="264 384 752 675" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）</p> <p>1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量</p> <p>(1) 一般</p> <p>水の流れに対するマウンドの捨石等の被覆材の所要質量は、一般的に、適切な水理模型実験又は次式によって算定することができる。式中において、記号γはその単位に関する部分係数であり、捨石γ及びρはそれぞれ特性値及び設計用値を示す。</p> $M_s = \frac{\pi \rho U_s^2}{48g \gamma F (S - 1)^2 (\cos \theta - \sin \theta)^2} \quad (1.7.18)$ <p>ここに、 M_s: 捨石等の安定質量 (t) ρ: 捨石等の密度 (t/m^3) U_s: 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) γ: イスバッシュ (Ishashi) の定数 (積み込まれた石にあっては 1.20、崩出した石にあっては 0.86) S: 捨石等の水に対する比重 θ: 水質底の傾斜角の傾斜の勾配 (°)</p> </div>	<p>(2) 滑動に対する検討結果</p> <p>「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(2007) 6)の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、<u>ケーソン及び上部コンクリート、消波ブロック、根固方塊、被覆ブロック及び中割石の安定流速を算定し、滑動可能性を評価する。</u></p> <p>なお、同手法は石を別の石の上に乗せた状態における<u>流体力と摩擦力のつり合い式及び流体力と重力によるモーメントのつり合い式から導出されており、流れに対する被覆材の安定質量を求めるものであることから、津波来襲時における対象物の滑動可能性評価に適用可能であると考えらる。</u></p> <div data-bbox="1099 411 1666 708" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量</p> <p>(1) 一般</p> <p>水の流れに対するマウンドの捨石等の被覆材の所要質量は、一般的に、適切な水理模型実験又は次式によって算定することができる。式中において、記号γはその単位に関する部分係数であり、捨石γ及びρはそれぞれ特性値及び設計用値を示す。</p> $M_s = \frac{\pi \rho U_s^2}{48g \gamma F (S - 1)^2 (\cos \theta - \sin \theta)^2} \quad (1.7.18)$ <p>ここに、 M_s: 捨石等の安定質量 (t) ρ: 捨石等の密度 (t/m^3) U_s: 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) γ: イスバッシュ (Ishashi) の定数 (積み込まれた石にあっては 1.20、崩出した石にあっては 0.86) S: 捨石等の水に対する比重 θ: 水質底の傾斜角の傾斜の勾配 (°)</p> </div> <p style="text-align: center;">図 11 港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）</p>	<p>記載表現の相違</p> <p>対象構造物の相違</p> <p>泊は水理模型実験により防波堤を評価するため</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																																																																											
<p>泊と比較のために記順番を入替え</p> <p>また、滑動に対する検討結果（表6）より、防波堤のケーソン及び上部コンクリートの安定流速（対象物が水の流れによって動かない最大流速）は発電所の港湾内の最大流速9.3m/s（図7）よりも大きいことから、滑動して取水口に到達することはない。一方、防波堤の消波ブロック、被覆石及び捨石の安定流速は発電所の港湾内の最大流速9.3m/sよりも小さいことから、滑動するものの、2号炉取水口は港湾内よりも約4m高い位置にある（図12）ことから、滑動して2号炉取水口に到達することはない。</p> <p>なお、滑動すると評価した消波ブロック、被覆石及び捨石のうち、最も軽量の捨石は上部工、消波ブロック及び被覆石の背面や下部に設置されていること、図8,10の捨石よりも軽量の砂を対象とした海底地形変化においても取水口は閉塞していないことから、捨石により取水口が閉塞することはない。</p> <p>また、捨石の次に軽量の被覆石は安定流速である3.6m/s以上で滑動するため、滑動開始流速を3m/sとした軌跡解析（図13）により、被覆石及び被覆石よりも重い消波ブロックの滑動の方向を検討した。その結果、滑動によって防波堤近傍に留まるか沖側へ滑動する傾向を示したことから、2号炉取水口側へ滑動する可能性が低いことを確認した。</p>	<p>滑動に対する検討結果（表9）より、</p> <p>ケーソン、上部コンクリート、消波ブロック、根固方塊、被覆ブロック及び中割石の安定流速は発電所の港湾内の最大流速18m/s（図9）よりも小さいことから、滑動する可能性があるものの、3号炉取水口は港湾内より6m高い位置にある（3号炉取水口底版コンクリート：T.P.-8.0m、港湾内：T.P.-14.0m）ことと、3号炉取水口に近接している南防波堤基部設置されている構造物については防波堤マウンド側より約1m高い位置にある（3号炉取水口底版コンクリート：T.P.-8.0m、防波堤マウンド：T.P.-9.0m）ことから、滑動して3号炉取水口に到達することはない。</p> <p style="text-align: center;">追而 (基準津波の審査結果を踏まえて記載する)</p>	<p>泊は対象構造物がすべて安定流速が最大流速を下回っているため</p> <p>対象構造物の相違</p> <p>南防波堤基部は3号炉取水口に近接しているため基礎マウンドと比較し記載</p>																																																																																											
<p>表6 滑動に対する検討結果（安定流速の算定）</p> <table border="1" data-bbox="224 782 784 965"> <thead> <tr> <th>対象構造物</th> <th>密度 (t/m³)</th> <th>質量 (t)</th> <th>イソバッシュの定数</th> <th>水に対する比重</th> <th>斜面の勾配 (°)</th> <th>安定流速 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン</td> <td>2.34</td> <td>3,000</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>15.7</td> </tr> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>2.34</td> <td>1,000</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>13.1</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>2.34</td> <td>4~30</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>5.2~7.3</td> </tr> <tr> <td>被覆石</td> <td>2.29</td> <td>0.5</td> <td>0.86</td> <td>2.22</td> <td>0</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>捨石</td> <td>2.29</td> <td>0.005~0.1</td> <td>0.86</td> <td>2.22</td> <td>0</td> <td>1.6~2.7</td> </tr> </tbody> </table>	対象構造物	密度 (t/m ³)	質量 (t)	イソバッシュの定数	水に対する比重	斜面の勾配 (°)	安定流速 (m/s)	ケーソン	2.34	3,000	0.86	2.27	0	15.7	上部コンクリート	2.34	1,000	0.86	2.27	0	13.1	消波ブロック	2.34	4~30	0.86	2.27	0	5.2~7.3	被覆石	2.29	0.5	0.86	2.22	0	3.6	捨石	2.29	0.005~0.1	0.86	2.22	0	1.6~2.7	<p>表9 安定流速の算定結果</p> <table border="1" data-bbox="1086 782 1680 1125"> <thead> <tr> <th>対象構造物</th> <th>密度 (t/m³)</th> <th>質量 (t)</th> <th>イソバッシュの定数</th> <th>水に対する比重</th> <th>斜面の勾配 (°)</th> <th>安定流速 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケーソン</td> <td>2.15</td> <td>5,900</td> <td>0.86</td> <td>2.09</td> <td>0</td> <td>16.5</td> </tr> <tr> <td>上部コンクリート</td> <td>2.34</td> <td>1,600</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>14.1</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>2.34</td> <td>32~40</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>7.4~7.6</td> </tr> <tr> <td>根固方塊</td> <td>2.34</td> <td>34.5</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>7.4</td> </tr> <tr> <td>被覆ブロック</td> <td>2.34</td> <td>2~29</td> <td>0.86</td> <td>2.27</td> <td>0</td> <td>4.6~7.2</td> </tr> <tr> <td>中割石</td> <td>2.29</td> <td>0.03~0.3</td> <td>0.86</td> <td>2.22</td> <td>0</td> <td>2.2~3.3</td> </tr> </tbody> </table>	対象構造物	密度 (t/m ³)	質量 (t)	イソバッシュの定数	水に対する比重	斜面の勾配 (°)	安定流速 (m/s)	ケーソン	2.15	5,900	0.86	2.09	0	16.5	上部コンクリート	2.34	1,600	0.86	2.27	0	14.1	消波ブロック	2.34	32~40	0.86	2.27	0	7.4~7.6	根固方塊	2.34	34.5	0.86	2.27	0	7.4	被覆ブロック	2.34	2~29	0.86	2.27	0	4.6~7.2	中割石	2.29	0.03~0.3	0.86	2.22	0	2.2~3.3	
対象構造物	密度 (t/m ³)	質量 (t)	イソバッシュの定数	水に対する比重	斜面の勾配 (°)	安定流速 (m/s)																																																																																							
ケーソン	2.34	3,000	0.86	2.27	0	15.7																																																																																							
上部コンクリート	2.34	1,000	0.86	2.27	0	13.1																																																																																							
消波ブロック	2.34	4~30	0.86	2.27	0	5.2~7.3																																																																																							
被覆石	2.29	0.5	0.86	2.22	0	3.6																																																																																							
捨石	2.29	0.005~0.1	0.86	2.22	0	1.6~2.7																																																																																							
対象構造物	密度 (t/m ³)	質量 (t)	イソバッシュの定数	水に対する比重	斜面の勾配 (°)	安定流速 (m/s)																																																																																							
ケーソン	2.15	5,900	0.86	2.09	0	16.5																																																																																							
上部コンクリート	2.34	1,600	0.86	2.27	0	14.1																																																																																							
消波ブロック	2.34	32~40	0.86	2.27	0	7.4~7.6																																																																																							
根固方塊	2.34	34.5	0.86	2.27	0	7.4																																																																																							
被覆ブロック	2.34	2~29	0.86	2.27	0	4.6~7.2																																																																																							
中割石	2.29	0.03~0.3	0.86	2.22	0	2.2~3.3																																																																																							

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
 <p>図13 軌跡解析 (基準津波, 上昇側, 被覆石灘流開始流速3m/s, 地震発生後0分~240分)</p>	<p>追而 (基準津波の審査結果を踏まえて記載する)</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>(3) 水理模型実験に基づく取水口到達及び閉塞可能性評価</p> <p>(2) 項では、防波堤のケーソン及び上部コンクリートを除く構造物に対し、既往文献に基づき滑動に関する評価を行った。</p> <p>一方、防波堤のケーソン及び上部コンクリートについては水理模型実験より滑動、転倒の有無を評価するため、地震及び津波による防波堤の損傷状態における影響やサイト特性の観点も踏まえた科学的根拠に基づいた確認を行うために、水理模型実験による防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価を行う。</p> <p>水理模型実験では津波波力型の被災パターンを対象として検討する。2. (2) 項に示すとおり、津波波力型においては防波堤堤内外水位差と防波堤への直接的な津波の波力が防波堤の被災に対して支配的な要因となることが報告されている3)。水理模型実験においては、水平波力に着目し、水理模型実験により得られた取水口に到達及び閉塞し得ない水平波力と基準津波から想定される水平波力を比較し、防波堤が取水口に到達し閉塞する可能性を評価する。</p> <p>なお、実験条件の検討に当たっては、地震及び津波による防波堤の損傷状態やサイト特性の観点から防波堤の移動量に及ぼす要因について整理し、保守的な結果が得られる実験条件を設定する。</p> <p>a. 代表波源の選定結果</p> <p>東北地方太平洋沖地震における被災事例を踏まえると、防波堤の移動量は、津波の水平波力による影響が大きいと考えられるため、基準津波全18波のうち南防波堤が健全状態の11波から、水平波力の影響要因である堤内外水位差、堤外水位及び流速を比較した。</p> <p>代表波源選定フローを図12に示す。</p> <p>表5、表6から堤内外水位差最大時及び堤外水位最大時の水平波力を確認した結果、水平波力最大は「基準津波（波源F、北防波堤損傷）」の南防波堤先端部で発生した1.067kN/mとなったが、南防波堤基部において、水平波力が最大となる「基準津波（波源I、防波堤損傷なし）」を選定した。最大となる波形の南防波堤の堤内外位置の時刻歴波形を図13に、水位・流速の抽出位置及び水平波力発生箇所を図14に示す。</p> <p>なお、表9から南防波堤における最大流速はケーソン及び上部コンクリートのイスパッシュ式による安定流速を比較し、十分小さいため実験において考慮しない。南防波堤における最大流速を表10に示す。</p>	<p>水理模型実験を実施したため</p>

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

備考

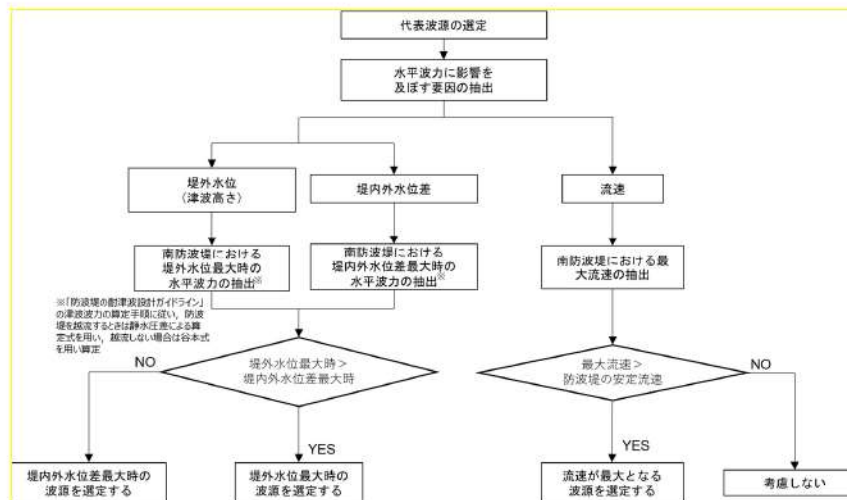


図12 代表波源選定フロー

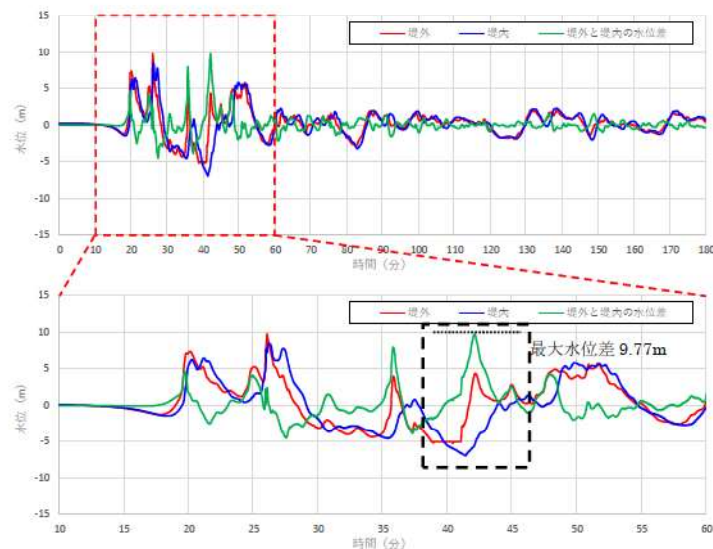
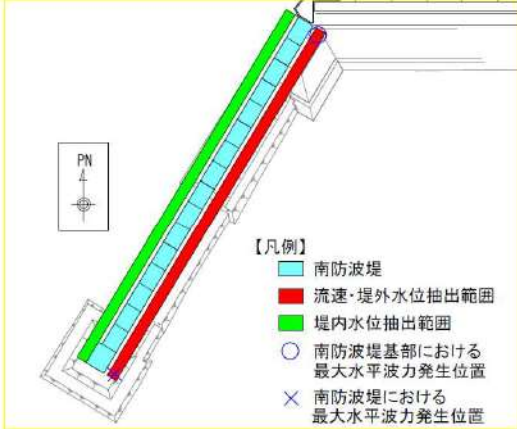


図13 基準津波のうち、南防波堤における水平波力が最大となる堤内外水位差最大の波形（「基準津波（波源I、防波堤損傷なし）」）の波形抽出位置における時刻歴波形

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																								
	 <p>【凡例】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 南防波堤 ■ 流速・堤外水位抽出範囲 ■ 堤内水位抽出範囲 ○ 南防波堤基部における最大水平波力発生位置 × 南防波堤における最大水平波力発生位置 <p>図 14 水位、流速の抽出範囲及び水平波力発生箇所</p> <p>表 10 南防波堤における最大流速一覧</p> <table border="1" data-bbox="1111 692 1659 1150"> <thead> <tr> <th>基準津波</th> <th>南防波堤における最大流速 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>波源 A (防波堤損傷なし)</td> <td>7.00</td> </tr> <tr> <td>波源 B (防波堤損傷なし)</td> <td>8.33</td> </tr> <tr> <td>波源 B (北防波堤損傷)</td> <td>6.43</td> </tr> <tr> <td>波源 C (防波堤損傷なし)</td> <td>6.44</td> </tr> <tr> <td>波源 D (防波堤損傷なし)</td> <td>8.14</td> </tr> <tr> <td>波源 D (北防波堤損傷)</td> <td>6.68</td> </tr> <tr> <td>波源 F (北防波堤損傷)</td> <td>6.20</td> </tr> <tr> <td>波源 H (北防波堤損傷)</td> <td>6.50</td> </tr> <tr> <td>波源 I (防波堤損傷なし)</td> <td>7.72</td> </tr> <tr> <td>波源 K (防波堤損傷なし)</td> <td>8.14</td> </tr> <tr> <td>波源 L (北防波堤損傷)</td> <td>6.61</td> </tr> </tbody> </table>	基準津波	南防波堤における最大流速 (m/s)	波源 A (防波堤損傷なし)	7.00	波源 B (防波堤損傷なし)	8.33	波源 B (北防波堤損傷)	6.43	波源 C (防波堤損傷なし)	6.44	波源 D (防波堤損傷なし)	8.14	波源 D (北防波堤損傷)	6.68	波源 F (北防波堤損傷)	6.20	波源 H (北防波堤損傷)	6.50	波源 I (防波堤損傷なし)	7.72	波源 K (防波堤損傷なし)	8.14	波源 L (北防波堤損傷)	6.61	
基準津波	南防波堤における最大流速 (m/s)																									
波源 A (防波堤損傷なし)	7.00																									
波源 B (防波堤損傷なし)	8.33																									
波源 B (北防波堤損傷)	6.43																									
波源 C (防波堤損傷なし)	6.44																									
波源 D (防波堤損傷なし)	8.14																									
波源 D (北防波堤損傷)	6.68																									
波源 F (北防波堤損傷)	6.20																									
波源 H (北防波堤損傷)	6.50																									
波源 I (防波堤損傷なし)	7.72																									
波源 K (防波堤損傷なし)	8.14																									
波源 L (北防波堤損傷)	6.61																									

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>b. 実験条件</p> <p>(a) 実験条件の設定</p> <p>水理模型実験の条件設定フローを図15に示す。</p> <p>防波堤が3号炉取水口に到達し閉塞しないことを確認するため、地震及び津波による防波堤の損傷状態の観点から、防波堤の移動量に影響を及ぼす要因を整理し、保守的な結果が得られる条件を水理模型実験へ反映する。地震及び津波による防波堤の損傷状態が移動量に及ぼす影響と水理実験条件への反映結果を表11に、サイト特性から想定される実験結果への影響と水理模型実験条件への反映結果を表12に基準津波から想定される実験結果への影響と水理模型実験条件への反映結果を表13示す。</p> <p>また、漂流物荷重を考慮した防波堤の3号炉取水口への到達及び閉塞可能性の評価については参考4に示す。</p> <div data-bbox="1064 470 1702 997" data-label="Diagram"> </div> <p>図15 実験条件設定フロー</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																
<p>表 11 地震及び津波による海底地形の変化が移動量に及ぼす影響と水理模型実験条件への反映結果*</p>																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">防波堤の損傷状態</th> <th>移動量に及ぼす影響</th> <th>実験条件への反映結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震による 損傷</td> <td>基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下によるケーソンの傾斜</td> <td>3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、不等沈下が生じることで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、移動量は抑制される。</td> <td rowspan="2">移動量が抑制されることから、基礎マウンド及び基礎地盤の損傷状態は考慮しない。</td> </tr> <tr> <td>津波による 損傷</td> <td>基礎マウンド及び基礎地盤の洗掘</td> <td>3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、洗掘範囲に転倒することで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、移動量は抑制される。</td> </tr> </tbody> </table>			防波堤の損傷状態		移動量に及ぼす影響	実験条件への反映結果	地震による 損傷	基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下によるケーソンの傾斜	3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、不等沈下が生じることで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、移動量は抑制される。	移動量が抑制されることから、基礎マウンド及び基礎地盤の損傷状態は考慮しない。	津波による 損傷	基礎マウンド及び基礎地盤の洗掘	3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、洗掘範囲に転倒することで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、移動量は抑制される。																					
防波堤の損傷状態		移動量に及ぼす影響	実験条件への反映結果																															
地震による 損傷	基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下によるケーソンの傾斜	3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、不等沈下が生じることで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、移動量は抑制される。	移動量が抑制されることから、基礎マウンド及び基礎地盤の損傷状態は考慮しない。																															
津波による 損傷	基礎マウンド及び基礎地盤の洗掘	3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、洗掘範囲に転倒することで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、移動量は抑制される。																																
<p>※地震及び津波による防波堤の損傷状態が防波堤の移動量に及ぼす影響の詳細は参考1に示す。</p>																																		
<p>表 12 サイト特性による想定される実験結果への影響と水理模型実験条件への反映結果</p>																																		
<p>水理模型実験条件への反映結果</p>																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>項目</th> <th>サイト特性</th> <th>想定される実験結果への影響</th> <th>実験条件への反映結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地形</td> <td>周辺地形</td> <td>防波堤堤内側にC級岩盤の高まりが分布</td> <td>防波堤堤内側に分布するC級岩盤の高まりが移動量を抑制する</td> <td>・防波堤堤内側の海底地盤は平坦としてもモデル化</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">構造物 (防波堤)</td> <td>設置位置</td> <td>取水口から150m以内に設置</td> <td>取水口に近接する防波堤が閉塞させる可能性が最も大きい。</td> <td>・取水口との距離距離が小さい南防波堤基部（1函目）でモデル化</td> </tr> <tr> <td>天端高さ</td> <td>T.P.3.5m</td> <td>天端高さが高い方が防波堤に作用する全面波力が大きくなる</td> <td>・上部コンクリートの安定流速（14.1m/s）が南防波堤（堤外側）の最大流速（8.33m/s）を上回っているため一体化としてモデル化</td> </tr> <tr> <td>基礎マウンド</td> <td>堤内側マウンド法層までが平坦形状</td> <td>堤内側マウンド法層までの平坦部は滑動抵抗に寄与している</td> <td>・滑動が生じた際の移動が大きくなるよう堤内側マウンド平坦形状を傾斜形状に変更してモデル化</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>消波ブロックあり（南防波堤基部のみ）</td> <td>消波ブロックは、防波堤に作用する津波波力の低減効果がある</td> <td>・消波ブロックなしの場合に津波は直接防波堤に作用するため、消波ブロックなしが保守的な設定と考えられる</td> </tr> <tr> <td></td> <td>根固方塊及び被覆ブロック</td> <td>根固方塊及び被覆ブロックあり</td> <td>防波堤堤内側の根固方塊及び被覆ブロックは滑動抵抗に寄与している</td> <td>・根固方塊及び被覆ブロックは防波堤の滑動抵抗力に寄与していることから、根固方塊及び被覆ブロックなしが保守的な設定と考えられる</td> </tr> </tbody> </table>			分類	項目	サイト特性	想定される実験結果への影響	実験条件への反映結果	地形	周辺地形	防波堤堤内側にC級岩盤の高まりが分布	防波堤堤内側に分布するC級岩盤の高まりが移動量を抑制する	・防波堤堤内側の海底地盤は平坦としてもモデル化	構造物 (防波堤)	設置位置	取水口から150m以内に設置	取水口に近接する防波堤が閉塞させる可能性が最も大きい。	・取水口との距離距離が小さい南防波堤基部（1函目）でモデル化	天端高さ	T.P.3.5m	天端高さが高い方が防波堤に作用する全面波力が大きくなる	・上部コンクリートの安定流速（14.1m/s）が南防波堤（堤外側）の最大流速（8.33m/s）を上回っているため一体化としてモデル化	基礎マウンド	堤内側マウンド法層までが平坦形状	堤内側マウンド法層までの平坦部は滑動抵抗に寄与している	・滑動が生じた際の移動が大きくなるよう堤内側マウンド平坦形状を傾斜形状に変更してモデル化	消波ブロック	消波ブロックあり（南防波堤基部のみ）	消波ブロックは、防波堤に作用する津波波力の低減効果がある	・消波ブロックなしの場合に津波は直接防波堤に作用するため、消波ブロックなしが保守的な設定と考えられる		根固方塊及び被覆ブロック	根固方塊及び被覆ブロックあり	防波堤堤内側の根固方塊及び被覆ブロックは滑動抵抗に寄与している	・根固方塊及び被覆ブロックは防波堤の滑動抵抗力に寄与していることから、根固方塊及び被覆ブロックなしが保守的な設定と考えられる
分類	項目	サイト特性	想定される実験結果への影響	実験条件への反映結果																														
地形	周辺地形	防波堤堤内側にC級岩盤の高まりが分布	防波堤堤内側に分布するC級岩盤の高まりが移動量を抑制する	・防波堤堤内側の海底地盤は平坦としてもモデル化																														
構造物 (防波堤)	設置位置	取水口から150m以内に設置	取水口に近接する防波堤が閉塞させる可能性が最も大きい。	・取水口との距離距離が小さい南防波堤基部（1函目）でモデル化																														
	天端高さ	T.P.3.5m	天端高さが高い方が防波堤に作用する全面波力が大きくなる	・上部コンクリートの安定流速（14.1m/s）が南防波堤（堤外側）の最大流速（8.33m/s）を上回っているため一体化としてモデル化																														
	基礎マウンド	堤内側マウンド法層までが平坦形状	堤内側マウンド法層までの平坦部は滑動抵抗に寄与している	・滑動が生じた際の移動が大きくなるよう堤内側マウンド平坦形状を傾斜形状に変更してモデル化																														
	消波ブロック	消波ブロックあり（南防波堤基部のみ）	消波ブロックは、防波堤に作用する津波波力の低減効果がある	・消波ブロックなしの場合に津波は直接防波堤に作用するため、消波ブロックなしが保守的な設定と考えられる																														
	根固方塊及び被覆ブロック	根固方塊及び被覆ブロックあり	防波堤堤内側の根固方塊及び被覆ブロックは滑動抵抗に寄与している	・根固方塊及び被覆ブロックは防波堤の滑動抵抗力に寄与していることから、根固方塊及び被覆ブロックなしが保守的な設定と考えられる																														

<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>泊発電所3号炉</p> <p>表 13 基準津波による想定される実験結果への影響と 水理模型実験条件への反映結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>項目</th> <th>想定される実験結果への影響</th> <th>実験条件への反映結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">津波（基準津波）</td> <td>堤内外水位差</td> <td>堤内外水位差が大きい方が防波堤に作用する水平波力は大きくなるため、滑動しやすくなり移動量も増加する。</td> <td>実験波形は堤内水位を堤内側の水圧を小さくするため、実験模型で再現可能な最低水位である T.P.-8.0mに固定し、防波堤が滑動し、移動量が大きくなるような堤外水位を設定した。実験ケースは、想定される基準津波を包絡する堤内外水位差で4 ケースを設定した</td> </tr> <tr> <td>津波高さ</td> <td>堤外水位（津波高さ）が高いほど水平波力は大きくなるため、滑動した少なり移動量も増加する。</td> <td></td> </tr> <tr> <td>波形（周期）</td> <td>周期が長い方がケーソンに作用する水平波力の持続時間が長くなるため、滑動しやすく、移動量も大きくなる</td> <td>最大波力が生じる波形の周期を実験周期が上回るように設定</td> </tr> <tr> <td>流速</td> <td>流速が大きくなるとケーソンに作用する水平波力は大きくなる</td> <td>南防波堤における流速がケーソンの安定流速に比べ十分小さいことから、考慮しない</td> </tr> <tr> <td>津波繰り返し回数</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災の被災事例を踏まえると、ケーソンの滑動は津波の最大水平波力によるものと考えられるため、最大波に着目した実験を行う。 堤内外水位差が大きくなる波形を作用させ、ケーソンが滑動しなかった場合は、それ以下となる津波を繰り返し作用させても滑動しない。 ケーソンが滑動した場合は、滑動により堤内外水位差が発生しにくくなるため、津波を繰り返し作用させても移動量に及ぼす影響は小さい。 </td> <td>津波の繰り返し回数については考慮しない</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 実験模型</p> <p>水理模型実験の対象平面図及び断面図を図 16、図 17 に、実験模型概要を図 18 に示す。</p> <p>実験縮尺（幾何縮尺）は実験装置の規模と性能を踏まえて 1/64 とし、フルード相似則に従い現地を再現する。実験模型諸元を表 14 に示す。</p> <p>基礎マウンドは、ケーソンに作用する揚圧力を適切に再現するため、碎石で再現する。基礎マウンドが洗掘した場合、ケーソンの移動量が抑制されると考えられる（表 11 参照）ことから、基礎マウンドが洗掘しないよう碎石の流出を防ぐため、基礎マウンドの表面は金網で覆う。基礎マウンドを碎石で再現することの妥当性については、参考 2 に示す。</p> <p>表 7 から上部コンクリートの滑動については安定流速が 14.1m/s となっており、表 10 から南防波堤における最大流速は 8.33m/s となって安定流速が上回っていることから、上部コンクリートは滑動する可能性が低いことからケーソンと一体化してモデル化した。</p>	分類	項目	想定される実験結果への影響	実験条件への反映結果	津波（基準津波）	堤内外水位差	堤内外水位差が大きい方が防波堤に作用する水平波力は大きくなるため、滑動しやすくなり移動量も増加する。	実験波形は堤内水位を堤内側の水圧を小さくするため、実験模型で再現可能な最低水位である T.P.-8.0mに固定し、防波堤が滑動し、移動量が大きくなるような堤外水位を設定した。実験ケースは、想定される基準津波を包絡する堤内外水位差で4 ケースを設定した	津波高さ	堤外水位（津波高さ）が高いほど水平波力は大きくなるため、滑動した少なり移動量も増加する。		波形（周期）	周期が長い方がケーソンに作用する水平波力の持続時間が長くなるため、滑動しやすく、移動量も大きくなる	最大波力が生じる波形の周期を実験周期が上回るように設定	流速	流速が大きくなるとケーソンに作用する水平波力は大きくなる	南防波堤における流速がケーソンの安定流速に比べ十分小さいことから、考慮しない	津波繰り返し回数	<ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災の被災事例を踏まえると、ケーソンの滑動は津波の最大水平波力によるものと考えられるため、最大波に着目した実験を行う。 堤内外水位差が大きくなる波形を作用させ、ケーソンが滑動しなかった場合は、それ以下となる津波を繰り返し作用させても滑動しない。 ケーソンが滑動した場合は、滑動により堤内外水位差が発生しにくくなるため、津波を繰り返し作用させても移動量に及ぼす影響は小さい。 	津波の繰り返し回数については考慮しない	<p>備考</p>
分類	項目	想定される実験結果への影響	実験条件への反映結果																			
津波（基準津波）	堤内外水位差	堤内外水位差が大きい方が防波堤に作用する水平波力は大きくなるため、滑動しやすくなり移動量も増加する。	実験波形は堤内水位を堤内側の水圧を小さくするため、実験模型で再現可能な最低水位である T.P.-8.0mに固定し、防波堤が滑動し、移動量が大きくなるような堤外水位を設定した。実験ケースは、想定される基準津波を包絡する堤内外水位差で4 ケースを設定した																			
	津波高さ	堤外水位（津波高さ）が高いほど水平波力は大きくなるため、滑動した少なり移動量も増加する。																				
	波形（周期）	周期が長い方がケーソンに作用する水平波力の持続時間が長くなるため、滑動しやすく、移動量も大きくなる	最大波力が生じる波形の周期を実験周期が上回るように設定																			
	流速	流速が大きくなるとケーソンに作用する水平波力は大きくなる	南防波堤における流速がケーソンの安定流速に比べ十分小さいことから、考慮しない																			
	津波繰り返し回数	<ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災の被災事例を踏まえると、ケーソンの滑動は津波の最大水平波力によるものと考えられるため、最大波に着目した実験を行う。 堤内外水位差が大きくなる波形を作用させ、ケーソンが滑動しなかった場合は、それ以下となる津波を繰り返し作用させても滑動しない。 ケーソンが滑動した場合は、滑動により堤内外水位差が発生しにくくなるため、津波を繰り返し作用させても移動量に及ぼす影響は小さい。 	津波の繰り返し回数については考慮しない																			

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

備考

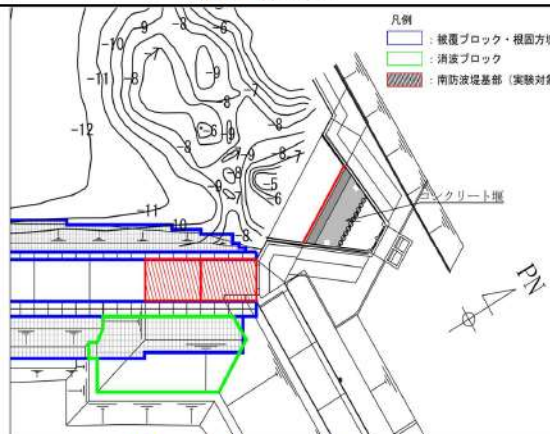


図16 実験対象平面図（南防波堤）

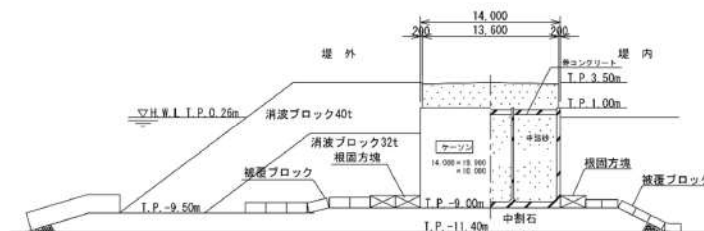


図17 実験対象断面（南防波堤基部）

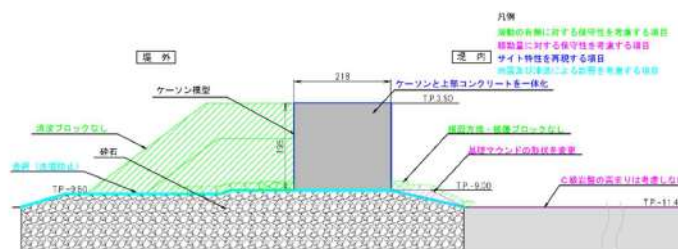


図18 実験模型概要

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																
	<p style="text-align: center;">表 14 実験模型諸元</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>諸元</th> <th>実物値</th> <th>実験模型値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高さ</td> <td>12.5m</td> <td>195mm</td> </tr> <tr> <td>幅</td> <td>19.9m</td> <td>310mm</td> </tr> <tr> <td>長さ</td> <td>14.0m</td> <td>218mm</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>7,500t</td> <td>27.77kg</td> </tr> </tbody> </table> <p>(c) 実験ケース</p> <p>実験波形は堤内水位を堤内側の水圧を小さくするため、実験模型で再現可能な最低水位である T.P. -8.0m に固定し、防波堤が滑動し、移動量が大きくなるような堤外水位を設定した。実験ケースでは想定される基準津波を包絡する堤内外水位差で4ケース設定した。実験ケースを表 15 に示す。</p> <p>また、移動量に影響を及ぼす津波の周期（継続時間）については想定される基準津波を包絡するような周期を設定する。</p> <p style="text-align: center;">表 15 実験ケース</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ケース</th> <th>堤外水位 (T.P. m)</th> <th>堤内水位 (T.P. m)</th> <th>堤内外水位差 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース1 (基本ケース (堤内外水位差 11.5m))</td> <td>3.5</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">-8.0</td> <td>11.5</td> </tr> <tr> <td>ケース2 (割増ケース (堤内外水位差 17.0m))</td> <td>9.0</td> <td>17.0</td> </tr> <tr> <td>ケース3 (割増ケース (堤内外水位差 17.5m))</td> <td>9.5</td> <td>17.5</td> </tr> <tr> <td>ケース4 (割増ケース (堤内外水位差 18.0m))</td> <td>10.0</td> <td>18.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(d) 実験装置</p> <p>実験装置概要を図 19、波力及び水位計測位置図を図 20 に示す。</p> <p>実験装置は、長さ 60m×幅 1.2m×高さ 1.5m の断面二次元水路を用い、実験装置の水路幅方向には、ケーソンを5箇配置する。</p> <p>実験では、堤内外位置での水位差が目標とする水位差以上となること及び造波の再現性があることを確認するため、波圧及び水位を計測し、次に、造波した波形を使用し、ケーソンの移動量を計測する。</p> <p>波圧及び水位計測時は、5箇のケーソンを全て固定し、中央の実験模型に設置した波圧計により、ケーソンに作用する波圧を計測する。</p> <p>両端部のケーソン2箇は水路側壁からの摩擦等の影響を受け移動量が抑制される可能性があることから、移動量計測時には固定し、中央のケーソン3箇は実験対象とし、固定しない。</p>	諸元	実物値	実験模型値	高さ	12.5m	195mm	幅	19.9m	310mm	長さ	14.0m	218mm	重量	7,500t	27.77kg	ケース	堤外水位 (T.P. m)	堤内水位 (T.P. m)	堤内外水位差 (m)	ケース1 (基本ケース (堤内外水位差 11.5m))	3.5	-8.0	11.5	ケース2 (割増ケース (堤内外水位差 17.0m))	9.0	17.0	ケース3 (割増ケース (堤内外水位差 17.5m))	9.5	17.5	ケース4 (割増ケース (堤内外水位差 18.0m))	10.0	18.0	
諸元	実物値	実験模型値																																
高さ	12.5m	195mm																																
幅	19.9m	310mm																																
長さ	14.0m	218mm																																
重量	7,500t	27.77kg																																
ケース	堤外水位 (T.P. m)	堤内水位 (T.P. m)	堤内外水位差 (m)																															
ケース1 (基本ケース (堤内外水位差 11.5m))	3.5	-8.0	11.5																															
ケース2 (割増ケース (堤内外水位差 17.0m))	9.0		17.0																															
ケース3 (割増ケース (堤内外水位差 17.5m))	9.5		17.5																															
ケース4 (割増ケース (堤内外水位差 18.0m))	10.0		18.0																															

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>(全体概要図)</p> <p>(全体図 平面図)</p> <p>(全体図 断面図)</p> <p>(模型部詳細)</p> <p>図19 実験装置 概要図</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>(波圧及び水位計測時)</p> <p>(波圧計設置位置)</p> <p>(移動量計測時)</p> <p>凡例 ● : 水位計測位置 (水位計) ● : 波圧計測位置 (波圧計)</p> <p>凡例 ■ : 波圧計測位置 (波圧計)</p> <p>凡例 ● : 水位計測位置 (水位計)</p>	

図 20 波圧及び水位計測位置図

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>実験装置全体図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>実験模型全体図</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>実験模型断面</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>波圧計設置</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">写真1 実験装置</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>c. 実験結果</p> <p>(a) 波圧及び水位（固定時）</p> <p>堤内外位置での水位差が目標とする水位差以上となること及び造波の再現性があることを確認するため、波圧及び水位の計測を行った。</p> <p>計測結果を表16に示す。表16において、堤外水位・堤内水位・堤内外水位差については、堤外水位が最大となる時刻の値を、水平波力・鉛直波力・滑動抵抗力及び滑動安全率については、水平波力が最大となる時刻の値をそれぞれ示している。</p> <p>各ケースで、堤内外位置での水位差が目標とする水位差以上となっていることが確認された。</p> <p>波圧及び水位計測時における時刻歴データ及び水平波力最大時の波圧分布を図21～図28に示す。</p> <p>図21～図28は、同一条件で実施した3回の計測結果を示しており、堤内水位に若干のずれが確認されるものの、いずれのケースも3回の計測結果に有意な差は確認されなかったことから、造波の再現性を確認した。</p> <p>また、いずれのケースにおいても、100～300秒の範囲において、造波により生じる波圧及び水位の変化とみられる波形が確認されたが、300秒以降においては、過渡的な振動を伴う波形が確認された。これは堤内側の造波板による反射波を計測したものであると考えられる。したがって、ここでは100～300秒の範囲を波圧及び水位の評価対象とした。</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考																																																																																																																																													
	<p style="text-align: center;">表 16 波圧及び水位計測結果</p> <table border="1" data-bbox="965 183 1800 758"> <thead> <tr> <th>ケース</th> <th></th> <th>堤外 水位 (T. P. m)</th> <th>堤内 水位 (T. P. m)</th> <th>堤内外 水位差 (m)</th> <th>水平 波力^{※1} (kN/m)</th> <th>鉛直 波力^{※1} (kN/m)</th> <th>滑動 抵抗力^{※1, 2} (kN/m)</th> <th>滑動 安全率^{※1, 3}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ケース1 (堤内外水位差 11.5m)</td> <td>1回目</td> <td>3.68</td> <td>-8.65</td> <td>12.33</td> <td>834</td> <td>939</td> <td>1,618</td> <td>1.94</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>3.71</td> <td>-8.64</td> <td>12.35</td> <td>838</td> <td>936</td> <td>1,620</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>3.70</td> <td>-8.67</td> <td>12.37</td> <td>841</td> <td>944</td> <td>1,616</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>3.70</td> <td>-8.65</td> <td>12.35</td> <td>837</td> <td>940</td> <td>1,618</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ケース2 (堤内外水位差 17.0m)</td> <td>1回目</td> <td>9.18</td> <td>-8.82</td> <td>18.00</td> <td>1,481</td> <td>1,169</td> <td>1,480</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>9.20</td> <td>-9.00</td> <td>18.20</td> <td>1,482</td> <td>1,174</td> <td>1,477</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>9.19</td> <td>-8.68</td> <td>17.87</td> <td>1,481</td> <td>1,148</td> <td>1,493</td> <td>1.01</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>9.19</td> <td>-8.83</td> <td>18.02</td> <td>1,481</td> <td>1,164</td> <td>1,484</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ケース3 (堤内外水位差 17.5m)</td> <td>1回目</td> <td>9.61</td> <td>-8.76</td> <td>18.37</td> <td>1,492</td> <td>1,263</td> <td>1,424</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>9.66</td> <td>-8.71</td> <td>18.37</td> <td>1,496</td> <td>1,241</td> <td>1,437</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>9.63</td> <td>-8.83</td> <td>18.46</td> <td>1,496</td> <td>1,227</td> <td>1,446</td> <td>0.97</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>9.63</td> <td>-8.77</td> <td>18.40</td> <td>1,494</td> <td>1,244</td> <td>1,436</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ケース4 (堤内外水位差 18.0m)</td> <td>1回目</td> <td>10.20</td> <td>-8.08</td> <td>18.28</td> <td>1,586</td> <td>1,218</td> <td>1,451</td> <td>0.91</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>10.24</td> <td>-8.32</td> <td>18.56</td> <td>1,588</td> <td>1,179</td> <td>1,475</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>10.25</td> <td>-8.35</td> <td>18.60</td> <td>1,586</td> <td>1,205</td> <td>1,459</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>10.23</td> <td>-8.25</td> <td>18.48</td> <td>1,587</td> <td>1,201</td> <td>1,462</td> <td>0.92</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 算出過程を参考3に示す ※2 「港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007）」を参考に、防波堤と基礎マウンド間の摩擦係数を0.6として算出 ※3 「防波堤のガイドライン」1)を参考に算出</p>	ケース		堤外 水位 (T. P. m)	堤内 水位 (T. P. m)	堤内外 水位差 (m)	水平 波力 ^{※1} (kN/m)	鉛直 波力 ^{※1} (kN/m)	滑動 抵抗力 ^{※1, 2} (kN/m)	滑動 安全率 ^{※1, 3}	ケース1 (堤内外水位差 11.5m)	1回目	3.68	-8.65	12.33	834	939	1,618	1.94	2回目	3.71	-8.64	12.35	838	936	1,620	1.93	3回目	3.70	-8.67	12.37	841	944	1,616	1.92	平均	3.70	-8.65	12.35	837	940	1,618	1.93	ケース2 (堤内外水位差 17.0m)	1回目	9.18	-8.82	18.00	1,481	1,169	1,480	1.00	2回目	9.20	-9.00	18.20	1,482	1,174	1,477	1.00	3回目	9.19	-8.68	17.87	1,481	1,148	1,493	1.01	平均	9.19	-8.83	18.02	1,481	1,164	1,484	1.00	ケース3 (堤内外水位差 17.5m)	1回目	9.61	-8.76	18.37	1,492	1,263	1,424	0.95	2回目	9.66	-8.71	18.37	1,496	1,241	1,437	0.96	3回目	9.63	-8.83	18.46	1,496	1,227	1,446	0.97	平均	9.63	-8.77	18.40	1,494	1,244	1,436	0.96	ケース4 (堤内外水位差 18.0m)	1回目	10.20	-8.08	18.28	1,586	1,218	1,451	0.91	2回目	10.24	-8.32	18.56	1,588	1,179	1,475	0.93	3回目	10.25	-8.35	18.60	1,586	1,205	1,459	0.92	平均	10.23	-8.25	18.48	1,587	1,201	1,462	0.92	
ケース		堤外 水位 (T. P. m)	堤内 水位 (T. P. m)	堤内外 水位差 (m)	水平 波力 ^{※1} (kN/m)	鉛直 波力 ^{※1} (kN/m)	滑動 抵抗力 ^{※1, 2} (kN/m)	滑動 安全率 ^{※1, 3}																																																																																																																																							
ケース1 (堤内外水位差 11.5m)	1回目	3.68	-8.65	12.33	834	939	1,618	1.94																																																																																																																																							
	2回目	3.71	-8.64	12.35	838	936	1,620	1.93																																																																																																																																							
	3回目	3.70	-8.67	12.37	841	944	1,616	1.92																																																																																																																																							
	平均	3.70	-8.65	12.35	837	940	1,618	1.93																																																																																																																																							
ケース2 (堤内外水位差 17.0m)	1回目	9.18	-8.82	18.00	1,481	1,169	1,480	1.00																																																																																																																																							
	2回目	9.20	-9.00	18.20	1,482	1,174	1,477	1.00																																																																																																																																							
	3回目	9.19	-8.68	17.87	1,481	1,148	1,493	1.01																																																																																																																																							
	平均	9.19	-8.83	18.02	1,481	1,164	1,484	1.00																																																																																																																																							
ケース3 (堤内外水位差 17.5m)	1回目	9.61	-8.76	18.37	1,492	1,263	1,424	0.95																																																																																																																																							
	2回目	9.66	-8.71	18.37	1,496	1,241	1,437	0.96																																																																																																																																							
	3回目	9.63	-8.83	18.46	1,496	1,227	1,446	0.97																																																																																																																																							
	平均	9.63	-8.77	18.40	1,494	1,244	1,436	0.96																																																																																																																																							
ケース4 (堤内外水位差 18.0m)	1回目	10.20	-8.08	18.28	1,586	1,218	1,451	0.91																																																																																																																																							
	2回目	10.24	-8.32	18.56	1,588	1,179	1,475	0.93																																																																																																																																							
	3回目	10.25	-8.35	18.60	1,586	1,205	1,459	0.92																																																																																																																																							
	平均	10.23	-8.25	18.48	1,587	1,201	1,462	0.92																																																																																																																																							


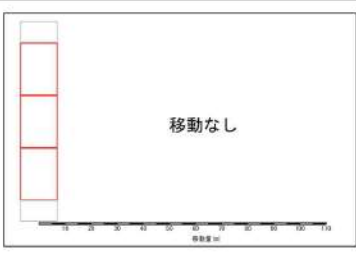

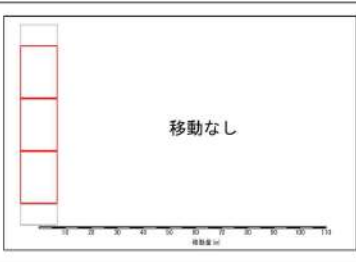

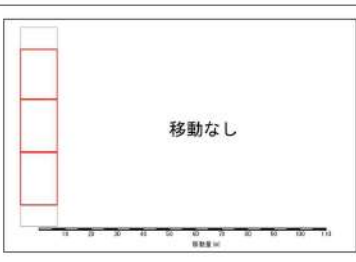

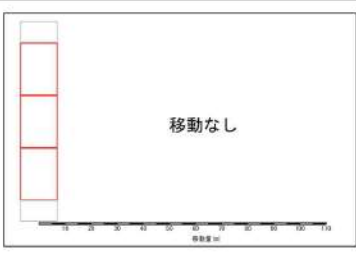

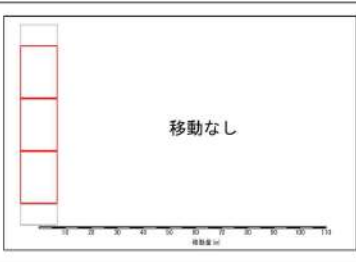

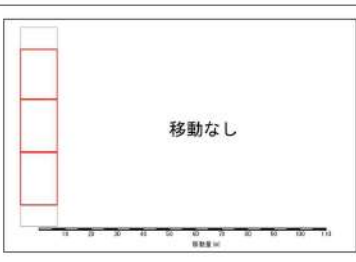

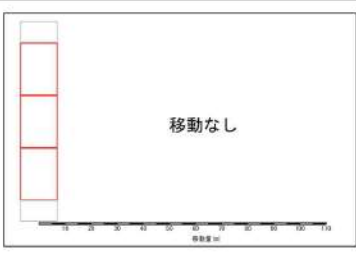

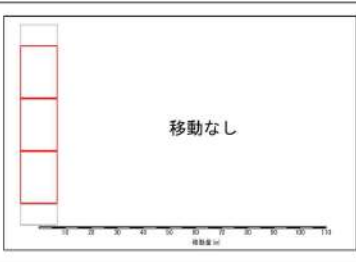

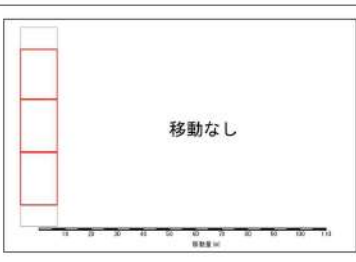
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>(水位) (水平波力) (鉛直波力) (滑動安全率)</p> <p>図 21 時刻歴データ (ケース1 (堤内外水位差 11.5m))</p> <p>単位: kPa</p> <p>※破線は同時刻における堤外・堤内水位に対応する静水圧を示す</p> <p>図 22 水平波力最大時の波圧分布 (ケース1 (堤内外水位差 11.5m))</p>	備考


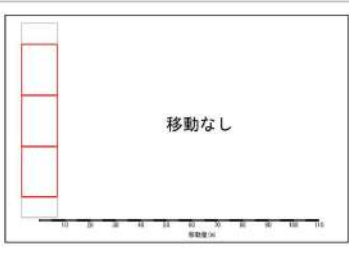

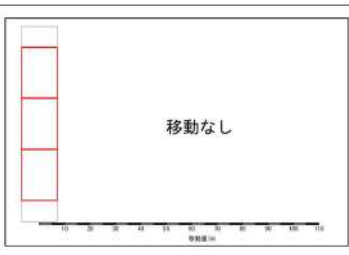

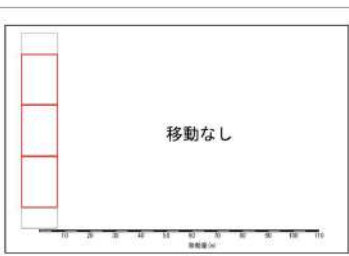

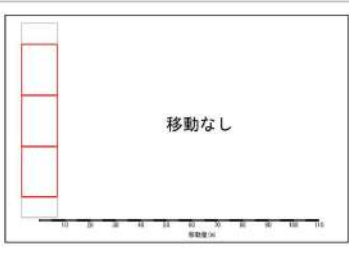

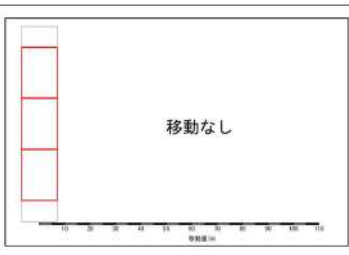

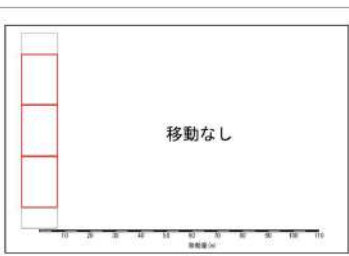

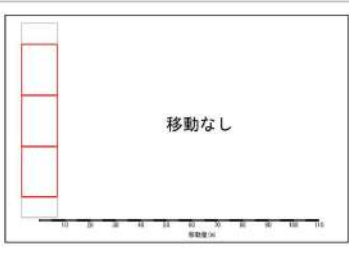

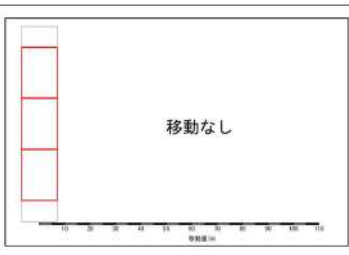

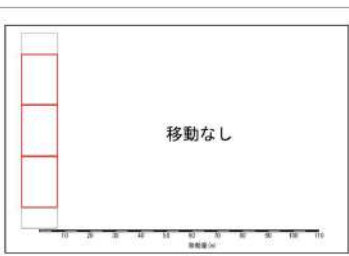
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<div style="text-align: center;"> <p>(水位) (水平波力)</p> <p>(鉛直波力) (滑动安全率)</p> <p>図 23 時刻歴データ (ケース2 (堤内外水位差 17.0m))</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>※破線は同時刻における堤外・堤内水位に対応する静水圧を示す</p> <p>単位: kPa</p> <p>図 24 水平波力最大時の波圧分布 (ケース2 (堤内外水位差 17.0m))</p> </div>	<p>備考</p>

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <p>(水位) (水平波力)</p> <p>(鉛直波力) (滑動安全率)</p> <p>図 25 時刻歴データ (ケース3 (堤内外水位差 17.5m))</p> <p>※破線は同時刻における堤外・堤内水位に対応する静水圧を示す</p> <p>図 26 水平波力最大時の波圧分布 (ケース3 (堤内外水位差 17.5m))</p> </div>	<p>備考</p>


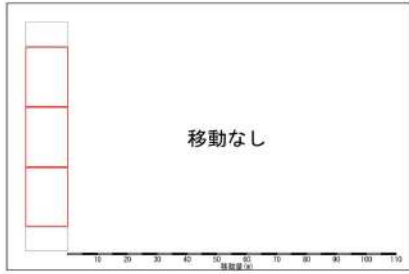
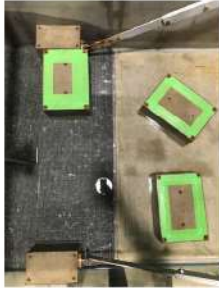
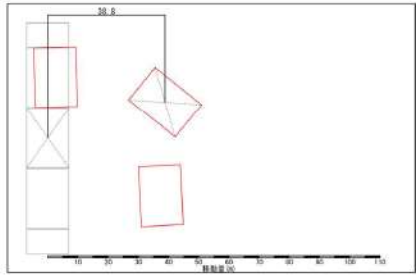

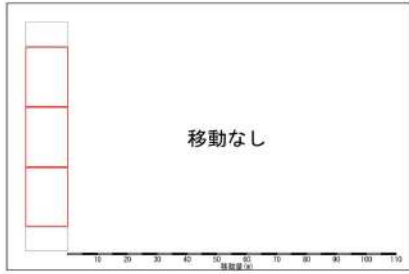
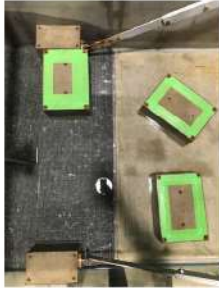
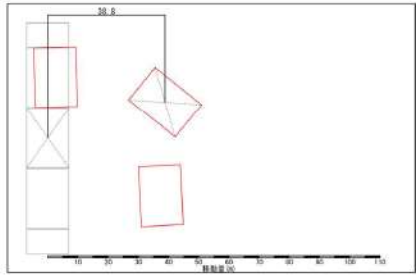

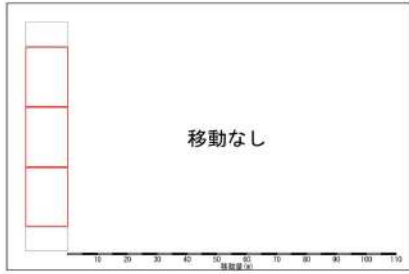
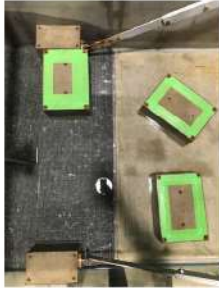
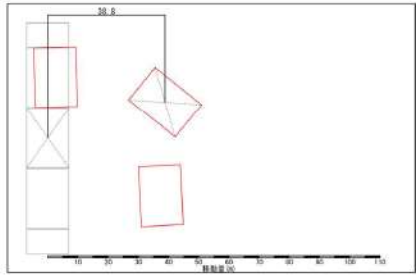
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>(水位)</p> <p>(水平波力)</p> <p>(鉛直波力)</p> <p>(滑動安全率)</p> <p>図 27 時刻歴データ (ケース4 (堤内外水位差 18.0m))</p> <p>図 28 水平波力最大時の波圧分布 (ケース4 (堤内外水位差 18.0m))</p>	

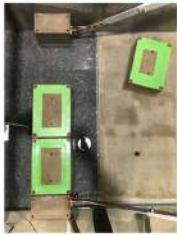
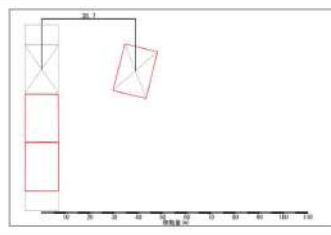

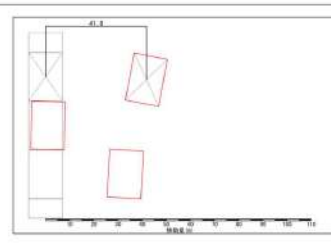
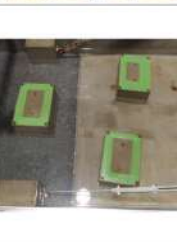
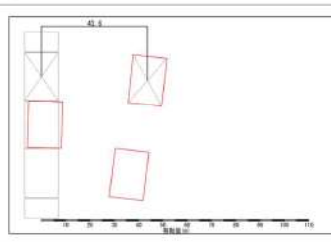
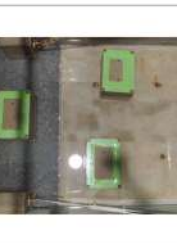
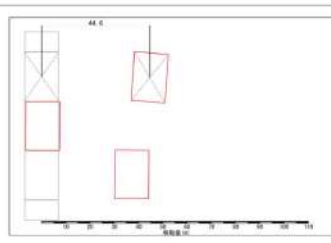
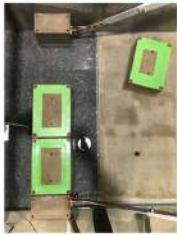
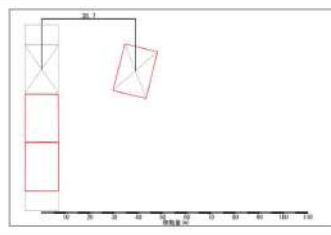

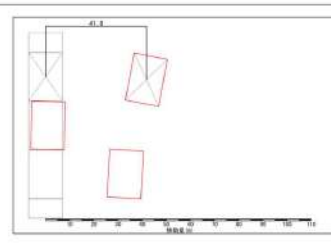
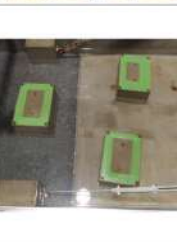
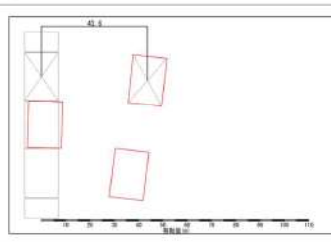
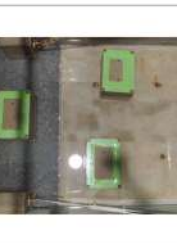
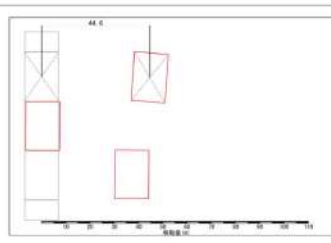
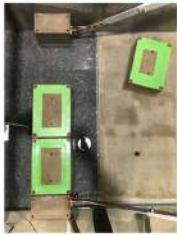
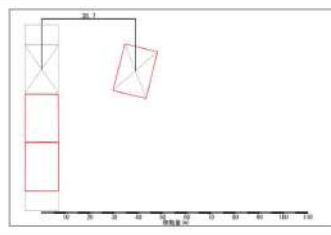

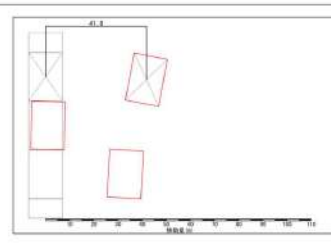
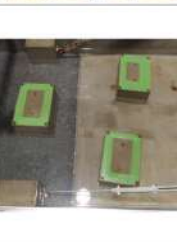
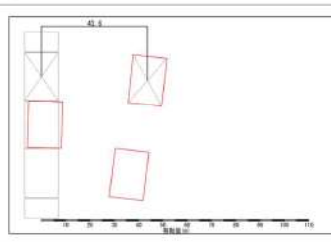
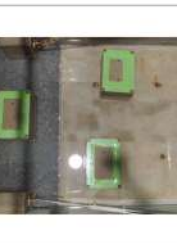
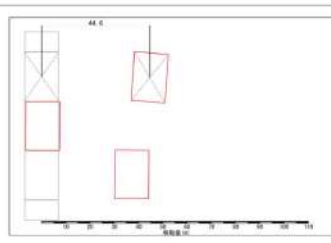
女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>(b) 移動量</p> <p>造波後のケーソンの状況及び移動量を表 17～表 21 に、各ケースの 水平波力と移動量の整理結果を表 22 に示す。移動量は現地を換算した値とする。表 20 の堤内外水位差、水平波力、及び滑動安全率の値は、波圧及び水位計測時における計測値（表 16）の平均値である。</p> <p>ケース1（堤内外水位差 11.5m）及びケース2（堤内外水位差 17.0m）をそれぞれ3回ずつ実施したところ、3回ともケーソンは移動しなかった。</p> <p>ケース3（堤内外水位差 17.5m）は5回実施し、5回のうち1回は移動せず、移動した4回のうち1回は移動量はほぼ0となった。また、移動量が大きくなった3回の移動量は 35.5m～79.2m となった。</p> <p>ケース4（堤内外水位差 18.0m）は4回実施し、4回ともケーソンが移動し、移動量は 38.8m～44.6m となった。</p> <p>また、いずれのケースにおいてもケーソンが転倒する挙動は確認されなかった。</p> <p>移動量計測時の波形を図 29 に示す。</p> <p>移動が生じなかったケース1（堤内外水位差 11.5m）及びケース2（堤内外水位差 17.0m）では、水位の計測値が波圧及び水位計測時と概ね一致していることが確認された。</p> <p>移動が生じたケース3（堤内外水位差 17.5m）及びケース4（堤内外水位差 18.0m）では、ケーソンが移動するまでは、波圧及び水位計測時の水位と一致していたが、ケーソンの移動に伴い、堤外水位が低下していることが確認された。</p> <p>また、ケース3（堤内外水位差 17.5m）において、5回のうち3回は移動量が大きくなり、2回は移動量がほぼ0と結果がばらついた。ばらついた要因はケース3の堤内外水位差がケーソンが滑動するかどうかの閾値であったため、ばらついたと考えている。</p> <p>移動量がばらついた要因については、移動量が 79.2m と大きくなった3回目の実験では中央のケーソンと左端のケーソン※が移動し、右端のケーソン※はほとんど移動していない（表 17）。実験時の挙動を確認すると、中央のケーソンと左端のケーソン※が同時に移動しており、左側のケーソン※の堤外側水位の抜け道が少なく、水位差が他ケースと比較し長時間保たれたことで、移動量が大きくなったと考えられる。</p> <p>※上流側から下流側を見た方向として記載している。</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考									
	<p>表 17 造波後のケーソンの状況及び移動量（ケース1（堤内外水位差11.5m））</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1016 181 1055 443">1 回 目</td> <td data-bbox="1099 181 1292 443">  </td> <td data-bbox="1373 181 1727 443">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1016 443 1055 705">2 回 目</td> <td data-bbox="1099 443 1292 705">  </td> <td data-bbox="1373 443 1727 705">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1016 705 1055 967">3 回 目</td> <td data-bbox="1099 705 1292 967">  </td> <td data-bbox="1373 705 1727 967">  </td> </tr> </table>	1 回 目			2 回 目			3 回 目			
1 回 目											
2 回 目											
3 回 目											

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考									
	<p>表 18 造波後のケーソンの状況及び移動量（ケース2（堤内外水位差17.0m））</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1025 185 1066 440">1 回 目</td> <td data-bbox="1111 185 1294 440">  </td> <td data-bbox="1368 185 1715 440">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 440 1066 695">2 回 目</td> <td data-bbox="1111 440 1294 695">  </td> <td data-bbox="1368 440 1715 695">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 695 1066 951">3 回 目</td> <td data-bbox="1111 695 1294 951">  </td> <td data-bbox="1368 695 1715 951">  </td> </tr> </table>	1 回 目			2 回 目			3 回 目			
1 回 目											
2 回 目											
3 回 目											

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考									
	<p>表 19 造波後のケーソンの状況及び移動量（ケース3（堤内外水位差17.5m））</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1025 172 1066 427">1 回 目</td> <td data-bbox="1066 172 1339 427"> </td> <td data-bbox="1339 172 1742 427"> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 427 1066 683">2 回 目</td> <td data-bbox="1066 427 1339 683"> </td> <td data-bbox="1339 427 1742 683"> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 683 1066 938">3 回 目</td> <td data-bbox="1066 683 1339 938"> </td> <td data-bbox="1339 683 1742 938"> </td> </tr> </table>	1 回 目			2 回 目			3 回 目			
1 回 目											
2 回 目											
3 回 目											

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考						
	<p data-bbox="1025 140 1736 167">表 20 造波後のケーソンの状況及び移動量（ケース3（堤内外水位差17.5m））</p> <table border="1" data-bbox="958 180 1807 788"> <tr> <td data-bbox="958 180 1003 485">4 回 目</td> <td data-bbox="1003 180 1332 485">  </td> <td data-bbox="1332 180 1807 485">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 485 1003 788">5 回 目</td> <td data-bbox="1003 485 1332 788">  </td> <td data-bbox="1332 485 1807 788">  </td> </tr> </table>	4 回 目			5 回 目			
4 回 目								
5 回 目								

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考												
	<p>表 21 造波後のケーソンの状況及び移動量（ケース4（堤内外水位差18.0m））</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1048 180 1081 416">1 回 目</td> <td data-bbox="1081 180 1346 416">  </td> <td data-bbox="1346 180 1720 416">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1048 416 1081 659">2 回 目</td> <td data-bbox="1081 416 1346 659">  </td> <td data-bbox="1346 416 1720 659">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1048 659 1081 901">3 回 目</td> <td data-bbox="1081 659 1346 901">  </td> <td data-bbox="1346 659 1720 901">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1048 901 1081 1144">4 回 目</td> <td data-bbox="1081 901 1346 1144">  </td> <td data-bbox="1346 901 1720 1144">  </td> </tr> </table>	1 回 目			2 回 目			3 回 目			4 回 目			
1 回 目														
2 回 目														
3 回 目														
4 回 目														

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

備考

表 22 堤内外水位差と移動量の整理結果

ケース	回 目	通過波検定結果			移動量実験結果
		堤内外 水位差 ^{※1, 2} (m)	水平 波力 ^{※1, 2} (kN/m)	滑動 安全率 ^{※1}	移動量 ^{※2} (m)
ケース1 (堤内外水位差 11.5m)	1	12.33	834	1.94	0.0
	2	12.35	838	1.93	0.0
	3	12.37	841	1.92	0.0
	平均	12.35	837	1.93	0.0
ケース2 (堤内外水位差 17.0m)	1	18.00	1,481	1.00	0.0
	2	18.20	1,482	1.00	0.0
	3	17.87	1,481	1.01	0.0
	平均	18.02	1,481	1.00	0.0
ケース3 (堤内外水位差 17.5m)	1	18.37	1,492	0.95	35.5
	2	18.37	1,496	0.96	0.1
	3	18.46	1,496	0.97	79.2
	4				0.0
	5				38.8
平均	18.40	1,494	0.96	30.8	
ケース4 (堤内外水位差 18.0m)	1	18.28	1,586	0.91	38.7
	2	18.56	1,588	0.93	41.8
	3	18.60	1,586	0.92	43.6
	4				44.6
平均	18.48	1,587	0.92	42.2	

※1 波圧及び水位計測時における計測結果の平均値を示す

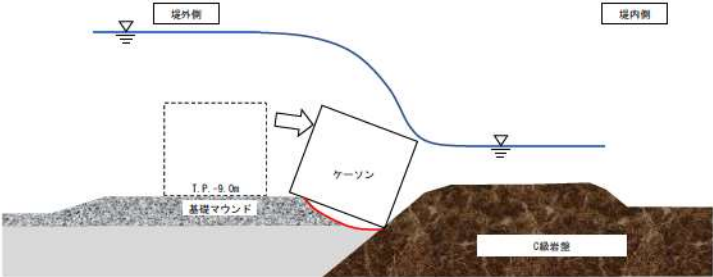
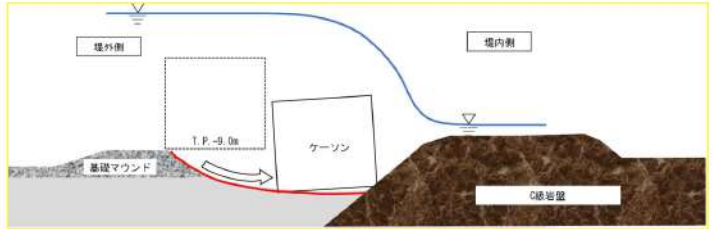
※2 現地換算

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(ケース1) (ケース2) (ケース3) (ケース4)</p> <p style="text-align: center;">図 29 移動量計測時の時刻歴波形</p> <p>(c) 実験結果 まとめ</p> <p>水理模型実験により防波堤の移動量を計測した結果、防波堤への堤内外水位差 17.0m（水平波力 1,481kN/m）以内の実施ケース（ケース1及びケース2）では防波堤の移動は確認されず、堤内外水位差 17.5m（水平波力 1,494kN/m）以上の実施ケース（ケース3及びケース4）で移動が確認された。</p> <p>移動が生じたケース3及びケース4は、波圧及び水位計測時に計測した波力より求められる滑動安全率が1.0を下回っていることから、津波波力が滑動抵抗力を上回り、滑動が生じたと考えられる。</p> <p>また、ケース3と比較し、水位差の大きいケース4の方が滑動した回数が多くなり、移動量もばらつきがあるものの概ね増加傾向であったことから、水平波力及び堤内外水位差が大きいほど移動量が増加することが確認できた。</p> <p>d. 評価結果</p> <p>防波堤のケーソン及び上部コンクリートについては水理模型実験により滑動、転倒の有無を評価するため、地震及び津波による防波堤の損傷による影響やサイト特性の観点も踏まえた科学的根拠に基づいた確認を行うために、水理模型実験による防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価を実施した。</p> <p>水理模型実験は津波波力型の被災パターンを対象とし、津波波力型において支配的な要因となる防波堤堤内外水位差と堤外水位に着目し、水理模型実験により得られた取水口に到達し得ない防波堤堤内外の水平波力を確認した。</p> <p>水理模型実験の結果、堤内外水位差 17.0m（水平波力 1,481kN/m）以内の実施ケース（ケース1及びケース2）では防波堤の移動が確認されなかった。また、いずれのケースでも転倒は生じないことが確認できた。</p>	

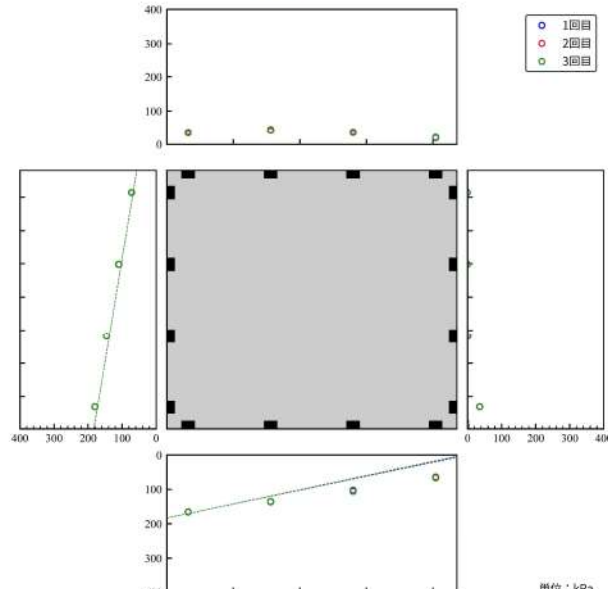
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>上記結果に対して、基準津波における水平波力は875kN/m（基準津波（波源I、防波堤損傷なし））であり、移動が確認されなかったケース2よりも大きく下回り、1,481kN/m から1.6倍程度の裕度を有している。</p> <p>以上のことから、基準津波の水平波力により防波堤に滑動及び転倒が生じる可能性がないことから、防波堤が3号炉取水口に到達し、閉塞する可能性はない。</p>	

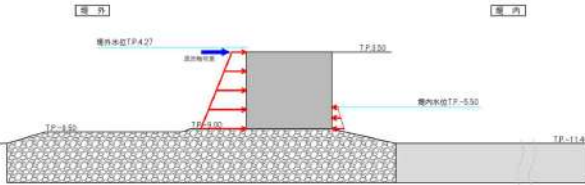
<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>泊発電所3号炉</p> <p style="text-align: right;">参考1</p> <p style="text-align: center;">地震及び津波による損傷が防波堤の移動量に及ぼす影響について</p> <p>1. 被災事例を踏まえた防波堤の損傷</p> <p>2. (2)に示した被災事例を踏まえると、防波堤の取水口の到達及び閉塞に有意な影響を及ぼすのは、ケーソンの滑動及び転倒と考えられるため、ケーソンの滑動及び転倒に及ぼす影響を整理した。</p> <p>地震及び津波による防波堤の損傷状態を整理した結果を表1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 地震及び津波による防波堤の損傷状態</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">防波堤の損傷状態</th> <th colspan="2">地震による損傷</th> <th colspan="2">津波による損傷</th> </tr> <tr> <th>基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下によるケーソンの傾斜</th> <th>基礎マウンド及び基礎地盤の沈下</th> <th>基礎マウンド及び基礎地盤の沈下</th> <th>基礎マウンド及び基礎地盤の支持力破壊</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>傾斜</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>転倒</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソンの滑動及び転倒に及ぼす影響</td> <td colspan="4">・ ケーソンが滑動又は転倒しやすくなる。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 地震による損傷</p> <p>表1より防波堤の基礎地盤は、砂層、砂礫層及び粘土層で構成されるため、地震による液状化に伴い、不等沈下する可能性がある。</p> <p>基礎マウンド、若しくは、基礎地盤が不等沈下することで、防波堤は堤内側若しくは堤外側へ傾斜すると考えられる。</p> <p>堤外側へ傾斜する場合は、取水口と逆方向へ滑動又は転倒しやすくなるため、取水口の到達可能性への影響はないと考えられる。</p> <p>堤内側へ傾斜する場合は、取水口方向へ滑動又は転倒しやすくなると考えられる。</p> <p>一方、3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、不等沈下が生じることで、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下による防波堤の移動量は抑制されると考えられる。</p> <div style="text-align: center;"> <p>参考図1-1 地震に伴う基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下</p> </div>	防波堤の損傷状態	地震による損傷		津波による損傷		基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下によるケーソンの傾斜	基礎マウンド及び基礎地盤の沈下	基礎マウンド及び基礎地盤の沈下	基礎マウンド及び基礎地盤の支持力破壊	傾斜					転倒					ケーソンの滑動及び転倒に及ぼす影響	・ ケーソンが滑動又は転倒しやすくなる。				<p>備考</p>
防波堤の損傷状態	地震による損傷		津波による損傷																							
	基礎マウンド及び基礎地盤の不等沈下によるケーソンの傾斜	基礎マウンド及び基礎地盤の沈下	基礎マウンド及び基礎地盤の沈下	基礎マウンド及び基礎地盤の支持力破壊																						
傾斜																										
転倒																										
ケーソンの滑動及び転倒に及ぼす影響	・ ケーソンが滑動又は転倒しやすくなる。																									

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p>2. 津波による損傷</p> <p>表1より津波が防波堤を越流することにより、防波堤背面の基礎マウンド、若しくは、基礎地盤の洗掘が生じる可能性がある。また、津波の波力により基礎マウンド及び基礎地盤の支持力破壊が生じる可能性がある。</p> <p>基礎マウンド及び基礎地盤の支持力破壊及び洗掘が生じることで、滑動又は洗掘範囲に転倒しやすくなると考えられるが、3号炉取水口前面にはC級岩盤の高まりが分布していることから、滑動又は洗掘範囲に転倒すると、C級岩盤に対する防波堤の位置が低くなるため、基礎マウンド及び基礎地盤の洗掘又は支持力破壊に伴う移動量は抑制されると考えられる。</p>  <p>参考図1-2 津波の越流による基礎マウンド及び基礎地盤の洗掘</p>  <p>参考図1-3 津波の波力による基礎マウンド及び基礎地盤の支持力破壊</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: right;">参考2</p> <p style="text-align: center;"><u>基礎マウンドを砕石で再現することの妥当性について</u></p> <p>本実験では、基礎マウンドが洗掘しない条件となるようマウンド模型を金網（目の大きさ約6.5mm）で覆っている。マウンド模型の材料には金網からの流出が生じないよう5号砕石（13～20mm）を使用した。波圧計測の結果（参考図2-2）から、基礎マウンドに水が浸透し揚圧力が発生していることが確認されている。</p> <p>計測されたケーソン底版に作用する揚圧力の分布は、ケーソンの堤外・堤内両側面下端の波圧を結ぶような分布となっている。これは、港湾の施設の技術上の基準・同解説や防波堤の耐津波設計ガイドラインなどで採用されている谷本式・修正谷本式（参考図2-1）など既存の評価式と整合しており、妥当な実験設定となっていることが確認できる。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"><u>参考図2-1 谷本式・修正谷本式による揚圧力</u> (防波堤の耐津波設計ガイドライン p.24)</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	 <p>参考図2-2 波圧測定結果（ケース2（堤内外水位差17.0m））</p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
	<p style="text-align: right;">参考3</p> <p><u>水理模型実験に基づく評価で使用した波力、滑動抵抗力及び滑動安全率の算出について</u></p> <p><u>水理模型実験の滑動安全率の算出に用いた水平波力及び鉛直波力は、最大水平波力発生時刻の波圧の計測値を積分することにより算出した。ここで、波圧計と隣接する波圧計の間の波圧は、両波圧計による計測値を線形内挿した分布であると仮定した。また、各面の際端部の波圧計からケーソン端部までの波圧分布については、以下のように仮定している。波圧分布のイメージを参考図3-1に示す。</u></p> <p><u>側壁：深さ方向に静水圧の勾配で圧力が変化するとして外挿</u> <u>頂版・底版：際端部の波圧計の計測値で一定として外挿</u></p> <p><u>水平波力を算出する際、防波堤にかかる波圧は水位が防波堤を越流する場合は防波堤天端まで、防波堤を越流しない場合は水面までの高さとしている。</u></p> <div data-bbox="1120 542 1635 798" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">参考図3-1 計測結果に基づく波圧分布仮定イメージ</p> <p><u>滑動安全率は、以下の式によって算出した。</u></p> $FS = f(W - PV) / PH^{*1}$ $PV = PV1 - PV2, PH = PH1 - PH2^{*1}$ <p><u>FS：滑動安全率、f：摩擦係数（=0.6）^{*2}、W：ケーソンの単位幅当たりの重量、</u> <u>PV：鉛直波圧、PH：水平波圧、PV1：底版に作用する鉛直波圧、PV2：頂版に作用する鉛直波圧、</u> <u>PH1：堤外側側壁に作用する水平波圧、PH2：堤内側側壁に作用する水平波圧</u></p> <p><u>※1「防波堤のガイドライン」に基づいて算出</u> <u>※2「港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007）」を参考に、防波堤と基礎マウンド間の摩擦係数を0.6として算出</u></p>	

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考															
	<p style="text-align: right;">参考4</p> <p style="text-align: center;"><u>漂流物荷重による防波堤の滑動影響について</u></p> <p>漂流物荷重が作用した場合に防波堤に及ぼす影響を確認するため、南防波堤における最大堤内外水位差が発生し、防波堤を越流する基準津波（波源 I（防波堤損傷なし））の水平波力に漂流物荷重を考慮した場合の影響を検討する。</p> <p>漂流物荷重 2,000kN[*]をケーソン幅 19.9m で考慮した漂流物荷重 101kN/m を水平波力に加算する。漂流物荷重を考慮したときの水平波力を表1に、漂流物荷重を考慮した水平波力イメージ図を参考図4-1に示す。</p> <p>漂流物荷重を考慮すると、水平波力は976kN/mとなるが、移動が確認されなかったケース2（堤内外水位差17.0m）の水平波力1,481kN/mを大きく下回ることを確認した。</p> <p>以上のことから、防波堤に漂流物荷重が作用した場合でも津波により、防波堤は3号炉取水口に到達及び閉塞する可能性は低いと考える。</p> <p>※防潮堤の構造成立性評価に用いる荷重</p> <p style="text-align: center;"><u>表1 漂流物荷重を考慮したときのケーソンの滑動安全率</u></p> <table border="1" data-bbox="1115 608 1653 772"> <thead> <tr> <th>衝突荷重考慮</th> <th>堤外水位 (T.P.m)</th> <th>堤内水位 (T.P.m)</th> <th>堤内外水位差 (m)</th> <th>水平波力 (kN/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無</td> <td>4.27</td> <td>-5.50</td> <td>9.77</td> <td>875</td> </tr> <tr> <td>有 101kN/m</td> <td>4.27</td> <td>-5.50</td> <td>9.77</td> <td>976</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><u>参考図4-1 漂流物荷重を考慮した水平波力イメージ図</u></p>	衝突荷重考慮	堤外水位 (T.P.m)	堤内水位 (T.P.m)	堤内外水位差 (m)	水平波力 (kN/m)	無	4.27	-5.50	9.77	875	有 101kN/m	4.27	-5.50	9.77	976	
衝突荷重考慮	堤外水位 (T.P.m)	堤内水位 (T.P.m)	堤内外水位差 (m)	水平波力 (kN/m)													
無	4.27	-5.50	9.77	875													
有 101kN/m	4.27	-5.50	9.77	976													

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	備考
<p>【参考文献】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 国土交通省港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン（平成27年12月一部改訂，2015. 2) 国土交通省 東北地方整備局 港湾空港部：第3回 東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会，資料-3，pp.2，2011. 3) 下迫健一郎：東北地方太平洋沖地震津波による防波堤の被災，ながれ第32巻，pp.27-32，2013. 4) 港湾空港技術研究所：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による港湾施設等被害報告，港湾技術研究所資料，No.1291，2015. <p>5) （社）日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（下巻），pp.561，2007.</p>	<p>【参考文献】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 国土交通省港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン（平成27年12月一部改訂），2015. 2) 国土交通省 東北地方整備局 港湾空港部：第3回 東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会，資料-3 pp.2，2011. 3) 下迫健一郎：東北地方太平洋沖地震津波による防波堤の被災，ながれ第32巻，pp.27-32，2013. 4) 港湾空港技術研究所：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による港湾施設等被害報告，港湾技術研究所資料，No.1291，2015. 5) 東北地方太平洋沖地震津波による漁港施設（防波堤）被災状況とその原因について（2012，八木ら） 6) （社）日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（下巻），pp.561，2007. 	