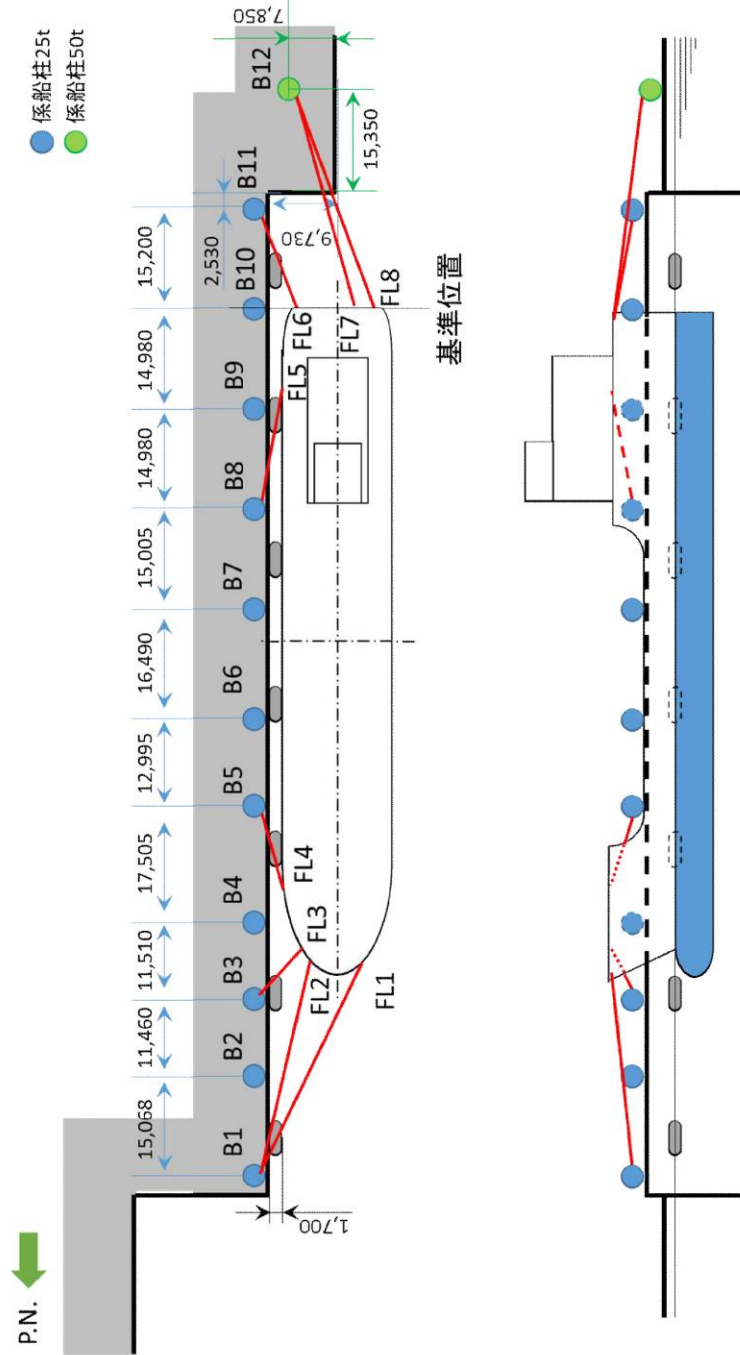


実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）  
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

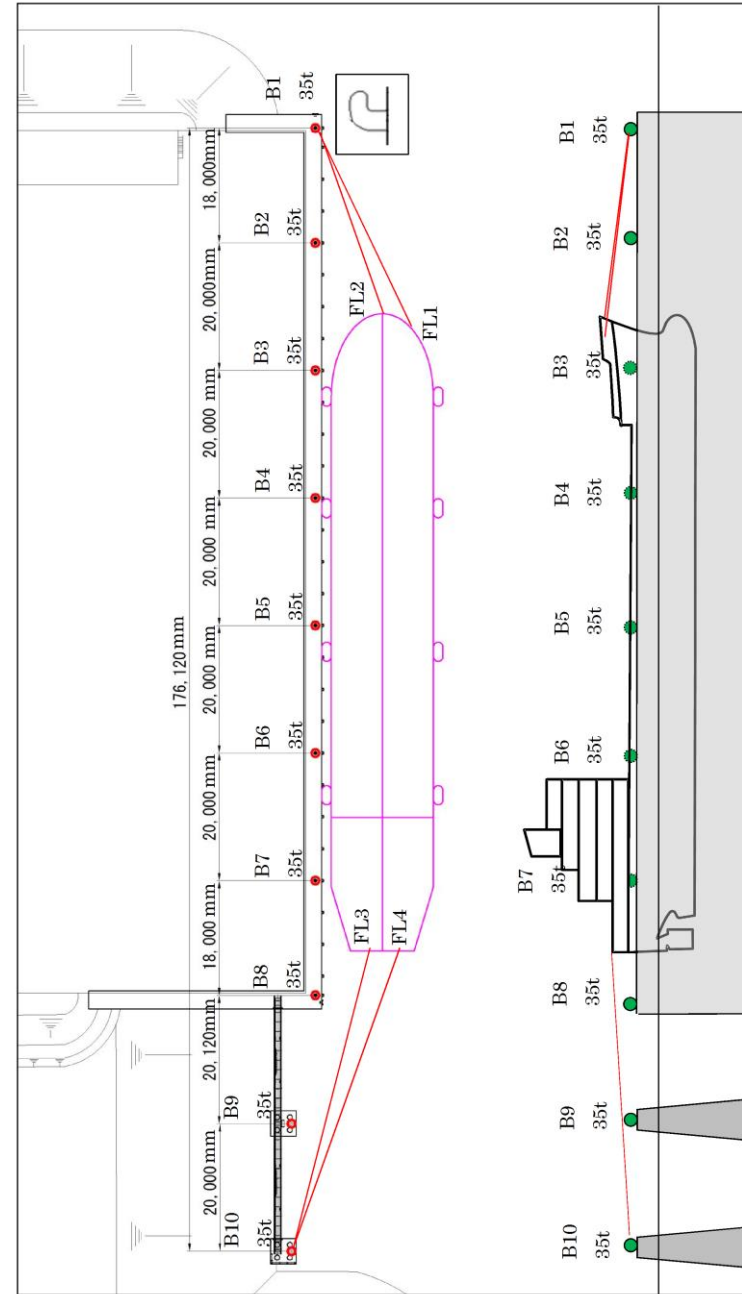
まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料16]

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

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																	
<p>21.2 評価</p> <p>(1) 輸送船, 係留索, 係船柱</p> <p>輸送船, 係留索, 係船柱の仕様を添付第21-1表に, 配置を添付第21-1図に示す。</p> <p>添付第21-1表 輸送船, 係留索, 係船柱の仕様</p> <table border="1" data-bbox="154 1205 920 1661"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">輸送船</td> <td>総トン数</td> <td>約5,000トン</td> </tr> <tr> <td>載貨重量トン</td> <td>約3,000トン</td> </tr> <tr> <td>喫水</td> <td>約5m</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>100.0m (垂線間長: 94.4m)</td> </tr> <tr> <td>型幅</td> <td>16.5m</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(添付第21-1図参照)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係留索</td> <td>直径</td> <td>60mm (ノミナル値)</td> </tr> <tr> <td>素材種別</td> <td>Polyethylene Rope Grade 1</td> </tr> <tr> <td>破断荷重</td> <td>279kN (キロニュートン) =28.5tonf</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係船柱</td> <td>係船機ブレーキ力</td> <td>28.5tonf×0.7≒20.0tonf</td> </tr> <tr> <td>ビット数, 位置</td> <td>(添付第21-1図参照)</td> </tr> <tr> <td>係留状態</td> <td>(添付第21-1図参照)</td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>25t, 50t</td> </tr> </tbody> </table>	項目	仕様	輸送船	総トン数	約5,000トン	載貨重量トン	約3,000トン	喫水	約5m	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)	型幅	16.5m	形状	(添付第21-1図参照)	係留索	直径	60mm (ノミナル値)	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf	係船柱	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf	ビット数, 位置	(添付第21-1図参照)	係留状態	(添付第21-1図参照)	強度	25t, 50t	<p>2. 評価</p> <p>(1) 輸送船, 係留索, 係留柱</p> <p>輸送船, 係留索, 係留柱の仕様を第1表に, 配置を第1図に示す。</p> <p>第1表 輸送船, 係留索, 係留柱の仕様</p> <table border="1" data-bbox="982 1205 1670 1791"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">輸送船</td> <td>総トン数</td> <td>約5,000t</td> </tr> <tr> <td>載貨重量トン</td> <td>約3,000t</td> </tr> <tr> <td>喫水</td> <td>約5m</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>100.0m (垂線間長: 94.4m)</td> </tr> <tr> <td>型幅</td> <td>16.5m</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係留索</td> <td>直径</td> <td>60mm (ノミナル値)</td> </tr> <tr> <td>素材種別</td> <td>Polyethylene Rope Grade 1</td> </tr> <tr> <td>破断荷重</td> <td>279kN (≒28.5tonf)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">係留柱</td> <td>係船機ブレーキ力</td> <td>28.5tonf×0.7≒20.0tonf</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td>ビット数, 位置</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td>係留状態</td> <td>(第1図参照)</td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>35.0tonf</td> </tr> </tbody> </table>	項目	仕様	輸送船	総トン数	約5,000t	載貨重量トン	約3,000t	喫水	約5m	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)	型幅	16.5m	形状	(第1図参照)	係留索	直径	60mm (ノミナル値)	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1	破断荷重	279kN (≒28.5tonf)	係留柱	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf	形状	(第1図参照)	ビット数, 位置	(第1図参照)	係留状態	(第1図参照)	強度	35.0tonf	<p>2. 評価</p> <p>(1) 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様</p> <p>輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様を表1に, 輸送船の配置例及び係船柱, 係船環の位置を図1に示す。係留に当たっては, 輸送船の位置及び係留索の水平角をを固定するため, 船首側及び船尾側に各2本ずつ(計4本)係留索を使用する。なお, 上記に伴い, 係船柱を2本追設するが, 追設する係船柱は設計中であり, 位置や構造については, 詳細設計段階で説明する。</p> <p>表1 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の仕様</p> <table border="1" data-bbox="1754 1205 2481 1692"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">輸送船</td> <td>総トン数</td> <td>約5,000トン</td> </tr> <tr> <td>載貨重量トン</td> <td>約3,000t</td> </tr> <tr> <td>喫水</td> <td>約5m</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>100.0m (垂線間長: 94.4m)</td> </tr> <tr> <td>型幅</td> <td>16.5m</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">係留索</td> <td>直径</td> <td>60mm (ノミナル値)</td> </tr> <tr> <td>素材種別</td> <td>Polyethylene Rope Grade 1</td> </tr> <tr> <td>破断荷重</td> <td>279kN (キロニュートン) =28.5tonf</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">係船柱* 及び 係船環</td> <td>係船機ブレーキ力</td> <td>28.5tonf×0.7≒20.0tonf</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td>ビット数, 位置</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td>係留状態</td> <td>(図1参照)</td> </tr> <tr> <td>強度</td> <td>25t</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 追設する係船柱については設計中であり, 位置・強度については変更となる可能性がある。</p>	項目	仕様	輸送船	総トン数	約5,000トン	載貨重量トン	約3,000t	喫水	約5m	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)	型幅	16.5m	形状	(図1参照)	係留索	直径	60mm (ノミナル値)	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf	係船柱* 及び 係船環	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf	形状	(図1参照)	ビット数, 位置	(図1参照)	係留状態	(図1参照)	強度	25t	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉の荷揚場は基準地震動Ssに対して損傷しない</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では海域活断層から想定される地震による津波に対して, 緊急退避を想定しない</p> <p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉は, 船首側及び船尾側に各2本ずつ(計4本)係留索を使用するため, 係船柱を追設する</p> <p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>設備構成及び係船柱強度の相違</p>
項目	仕様																																																																																																			
輸送船	総トン数	約5,000トン																																																																																																		
	載貨重量トン	約3,000トン																																																																																																		
	喫水	約5m																																																																																																		
	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)																																																																																																		
	型幅	16.5m																																																																																																		
	形状	(添付第21-1図参照)																																																																																																		
係留索	直径	60mm (ノミナル値)																																																																																																		
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1																																																																																																		
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf																																																																																																		
係船柱	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf																																																																																																		
	ビット数, 位置	(添付第21-1図参照)																																																																																																		
	係留状態	(添付第21-1図参照)																																																																																																		
強度	25t, 50t																																																																																																			
項目	仕様																																																																																																			
輸送船	総トン数	約5,000t																																																																																																		
	載貨重量トン	約3,000t																																																																																																		
	喫水	約5m																																																																																																		
	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)																																																																																																		
	型幅	16.5m																																																																																																		
	形状	(第1図参照)																																																																																																		
係留索	直径	60mm (ノミナル値)																																																																																																		
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1																																																																																																		
	破断荷重	279kN (≒28.5tonf)																																																																																																		
係留柱	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf																																																																																																		
	形状	(第1図参照)																																																																																																		
	ビット数, 位置	(第1図参照)																																																																																																		
	係留状態	(第1図参照)																																																																																																		
強度	35.0tonf																																																																																																			
項目	仕様																																																																																																			
輸送船	総トン数	約5,000トン																																																																																																		
	載貨重量トン	約3,000t																																																																																																		
	喫水	約5m																																																																																																		
	全長	100.0m (垂線間長: 94.4m)																																																																																																		
	型幅	16.5m																																																																																																		
	形状	(図1参照)																																																																																																		
係留索	直径	60mm (ノミナル値)																																																																																																		
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1																																																																																																		
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf																																																																																																		
係船柱* 及び 係船環	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf																																																																																																		
	形状	(図1参照)																																																																																																		
	ビット数, 位置	(図1参照)																																																																																																		
	係留状態	(図1参照)																																																																																																		
強度	25t																																																																																																			



添付第 21-1 図 輸送船, 係留索, 係船柱の配置



第 1 図 輸送船, 係留索, 係留柱の配置

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

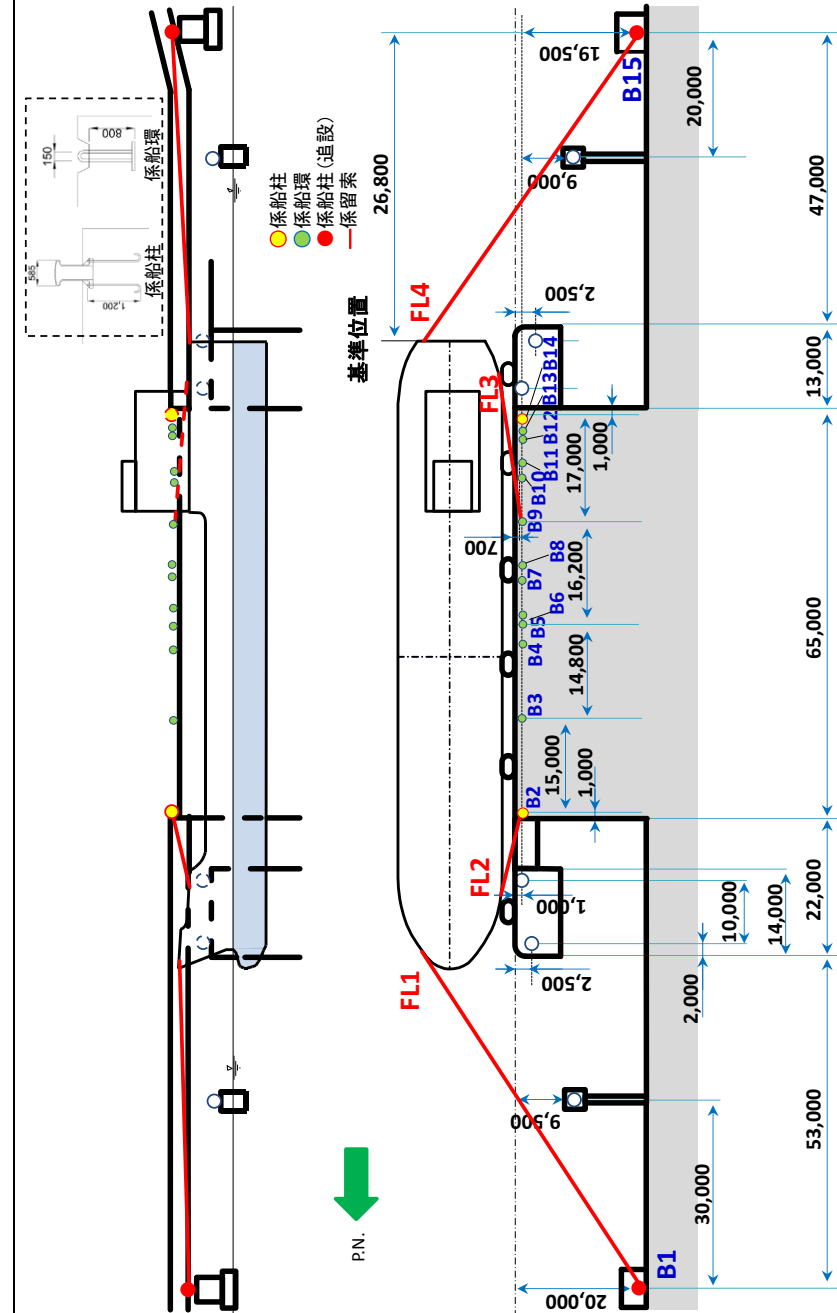


図 1 輸送船, 係留索, 係船柱及び係船環の配置

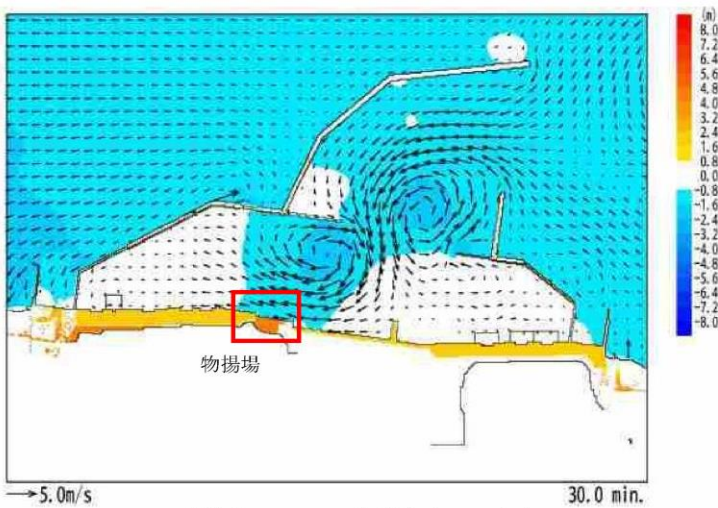
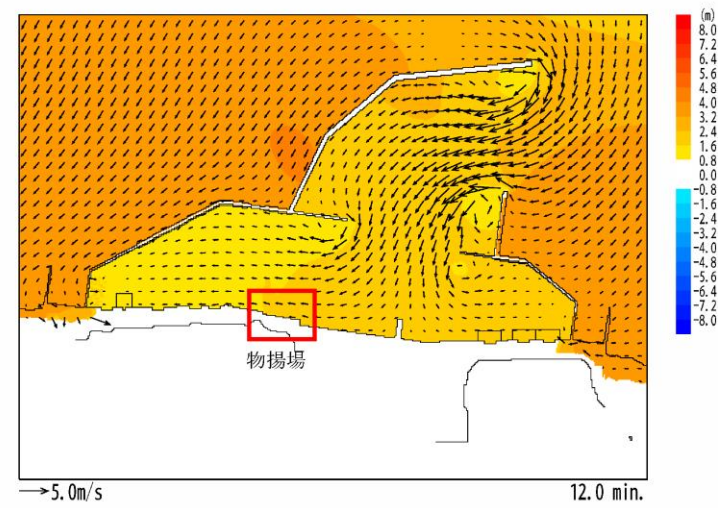
※ 追設する係船柱(B1, B15)は設計中であり、位置・構造については変更する可能性がある。

・設備の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】  
荷揚場設備の配置等の相違

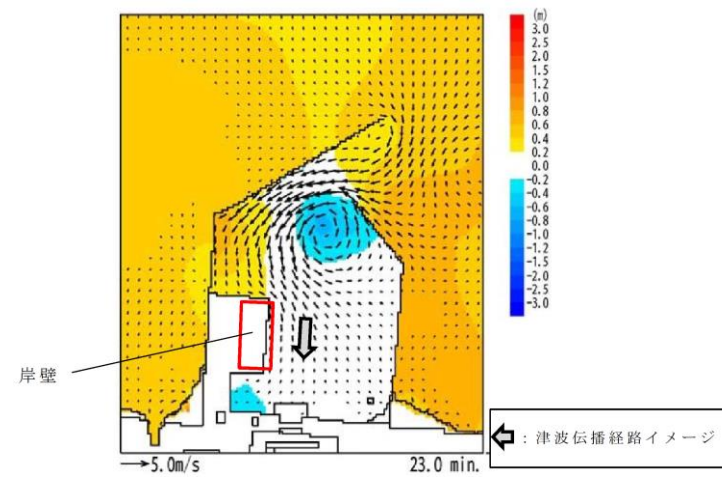




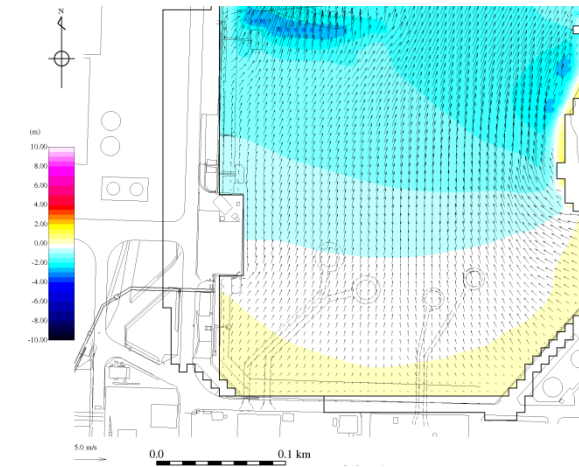
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考															
<p>基準津波3による物揚場近傍の流向は、添付第21-2図に例示するとおり物揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し、輸送船は物揚場（コンクリート製）と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。</p>	<p>第2表 各海域活断層の津波高さと到達時間の関係（取水口前面）</p> <table border="1" data-bbox="955 310 1694 491"> <thead> <tr> <th>海域活断層名</th> <th>最高水位 (T.P. m)</th> <th>到達時刻 (分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F1～塩ノ平</td> <td>+1.7</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>F3～F4</td> <td>+1.2</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>F8</td> <td>+1.9</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>F16</td> <td>+2.0</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p>評価対象津波の流向は、第3図に例示するとおり岸壁に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対して、輸送船は岸壁と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向それぞれの流圧力に対する係留索の耐力について実施する。</p>	海域活断層名	最高水位 (T.P. m)	到達時刻 (分)	F1～塩ノ平	+1.7	32	F3～F4	+1.2	43	F8	+1.9	24	F16	+2.0	25	<p>海域活断層から想定される地震による津波による荷揚場近傍の流向は、図2に例示するとおり、荷揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し、輸送船は荷揚場と平行して接岸されることから、評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。</p>	<p>・評価条件の相違  <b>【東海第二】</b>  東海第二では、基準津波到達までに緊急退避が可能であることから、敷地に早く襲来する津波を津波高さも考慮し選定</p>
海域活断層名	最高水位 (T.P. m)	到達時刻 (分)																
F1～塩ノ平	+1.7	32																
F3～F4	+1.2	43																
F8	+1.9	24																
F16	+2.0	25																



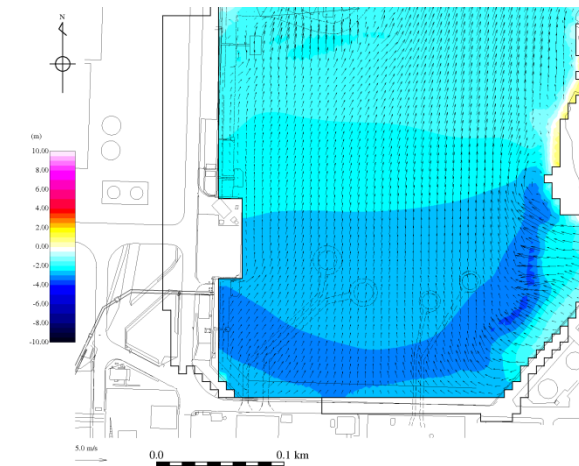
添付第 21-2 図 基準津波 3 の流向



第 3 図 評価対象津波の流向

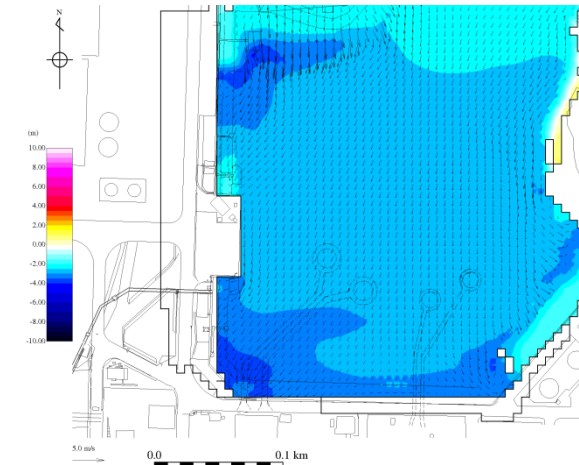


(地震発生後 5 分 50 秒後)



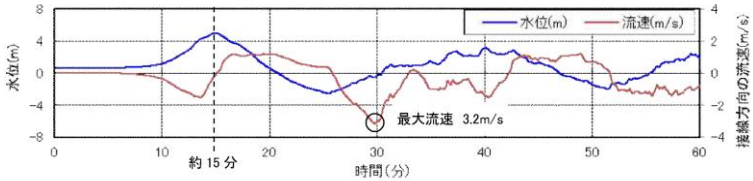
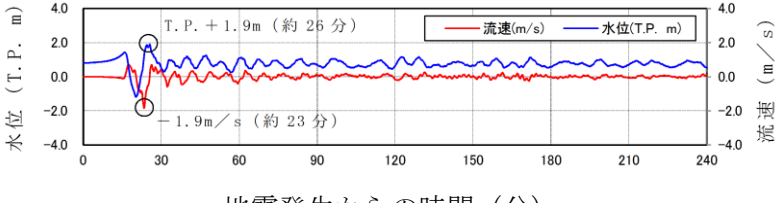
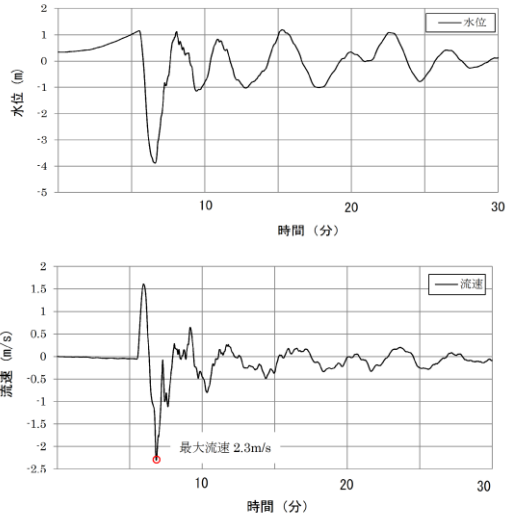
(地震発生後 6 分 10 秒後)

図 2-1 基準津波 4 の流向



(地震発生後 6 分 50 秒後)

図 2-2 基準津波 4 の流向

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

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



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

添付第21-2表 係留力の計算方法<sup>1)</sup>

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

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

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

第3表 係留力の計算方法

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

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

(3)係留力  
係留力の計算方法を表2に、計算結果を表3、図4、5に示す。

表2 係留力の計算方法

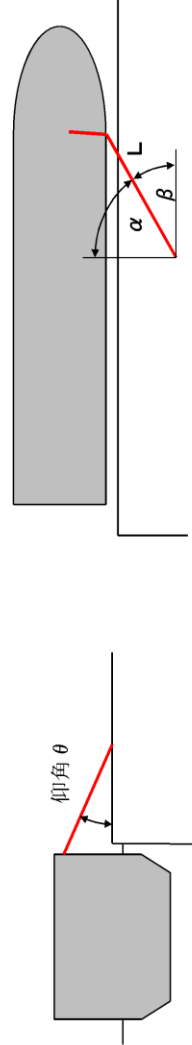
<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left( \frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left( \frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R<sub>x</sub> : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f, 後報は添字 a)                  T : 係留索1本に掛けることができる最大張力 [tonf]                  β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす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

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)



添付第21-3表 係留力(添付第21-1図)の計算結果

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



第4表 係留力(第1図)の計算結果

フェア リーダ	係留索	係留柱	係留索長さ[m]		係留角		索張力 T (tonf)	係留力 前後 (tonf)	Bitt Performance		
			船外 (m)		$\theta$ (deg)	$\beta$ (deg)			Bitt Load (tonf)	合計 (tonf)	係留柱強度 (tonf)
FL1	Line1	B1	36.1		11.3	23.4	17.9	-16.14	17.93	35.00	35
FL2	Line2	B1	31.8		12.8	17.9	17.9	-16.17	17.06		
FL3	Line3	B10	49.1		7.9	-14.3	17.6	16.94	17.64	35.00	35
FL4	Line4	B10	50.4		7.7	-19.4	17.6	15.46	17.36		
								前後(+) 32.40			
								前後(+) 32.40			
								前後(-) -32.31			

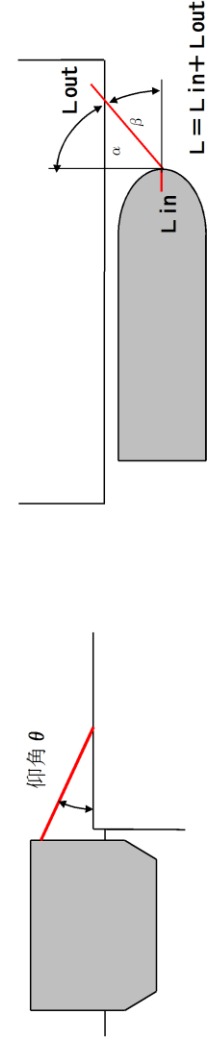
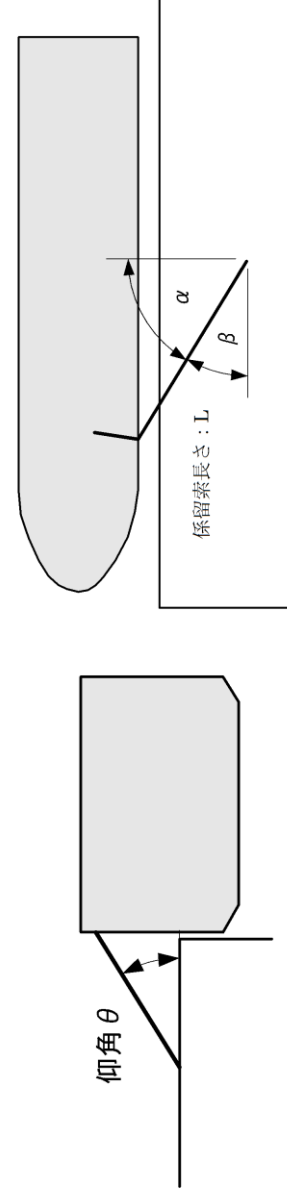
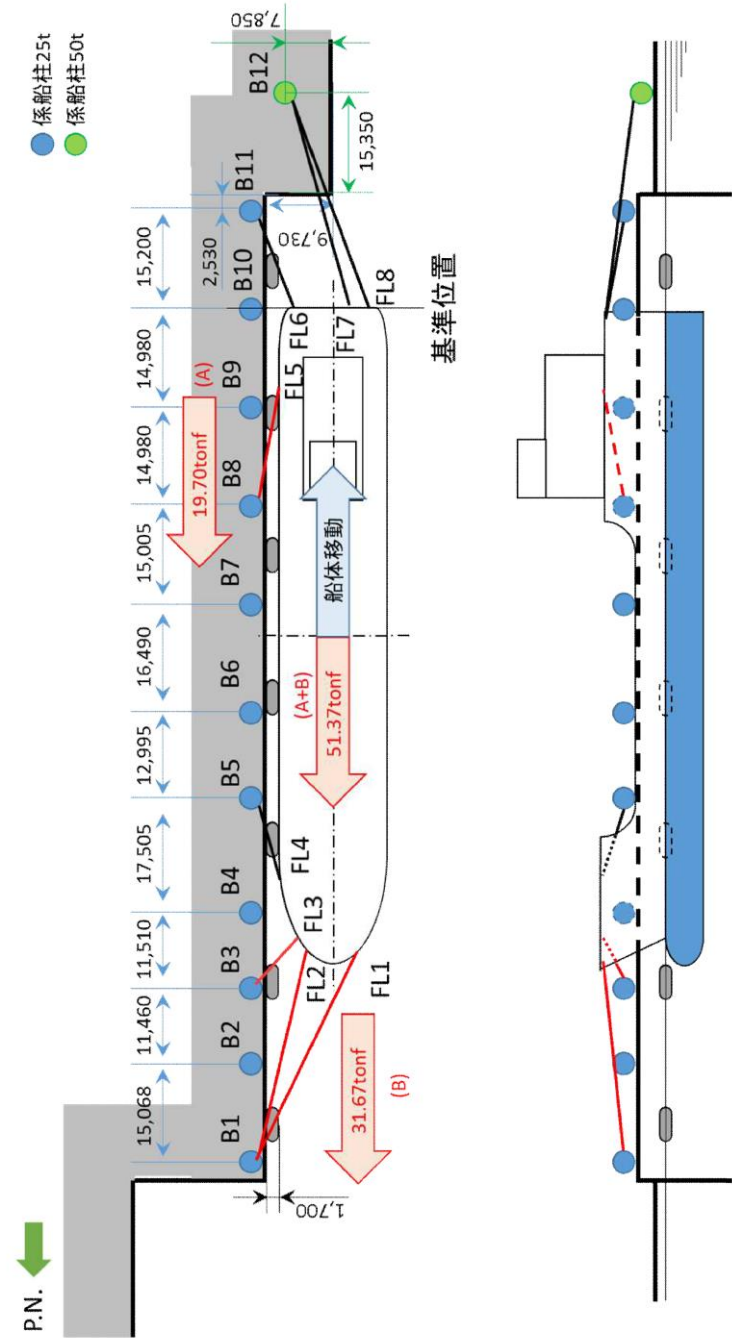


表3 係留力(図1)の計算結果

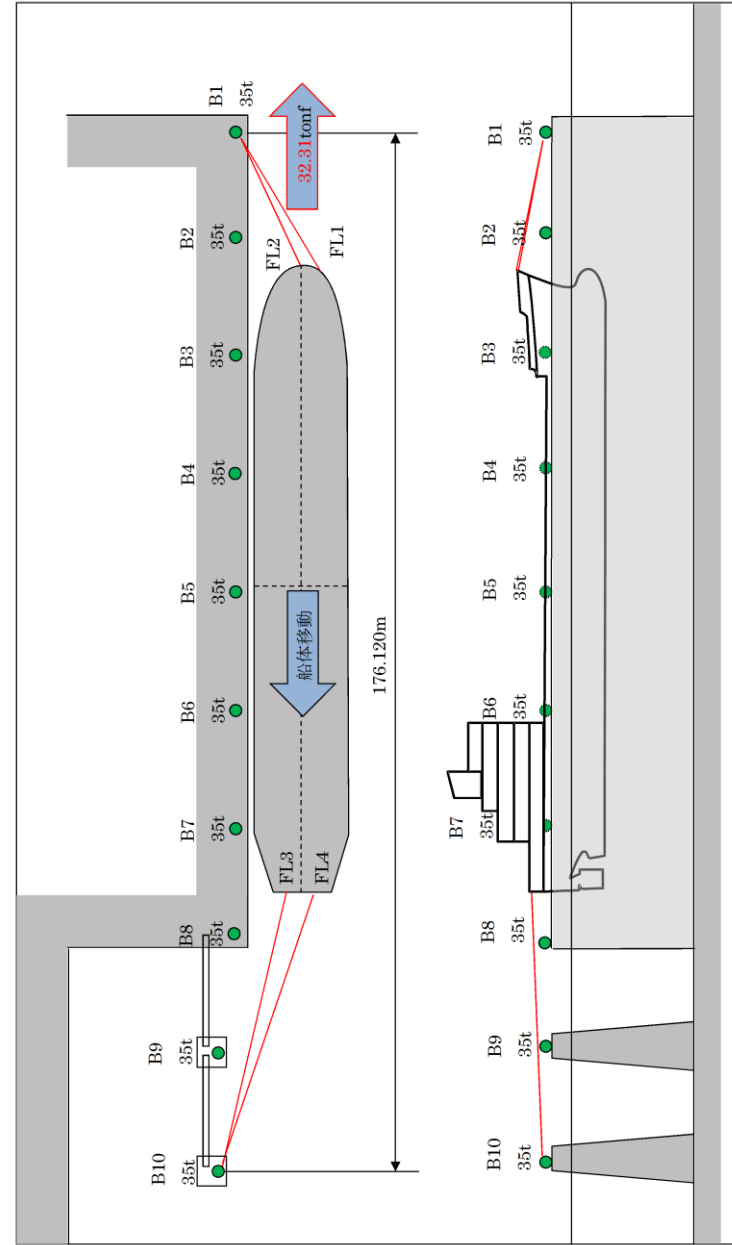
フェア リーダ	索種類	係船柱	係留索長さ[m]		係留角[deg]		索張力 T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]		
			船外		$\theta$	$\beta$			Bitt Load	合計	係船柱 強度
FL1	Line1	B1	65.2		3.2	32.3	20.0	6.2	20.0	20.0	25.0
FL2	Line2	B2	13.1		4.8	-14.5	20.0	19.3	20.0	20.0	25.0
FL3	Line3	B9	21.6		2.4	8.9	20.0	19.7	20.0	20.0	25.0
FL4	Line4	B15	59.5		0.9	-34.9	20.0	4.2	20.0	20.0	25.0
								船尾方向係留力 25.9			
								船首方向係留力 23.5			



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



添付第 21-4 図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力



第 5 図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

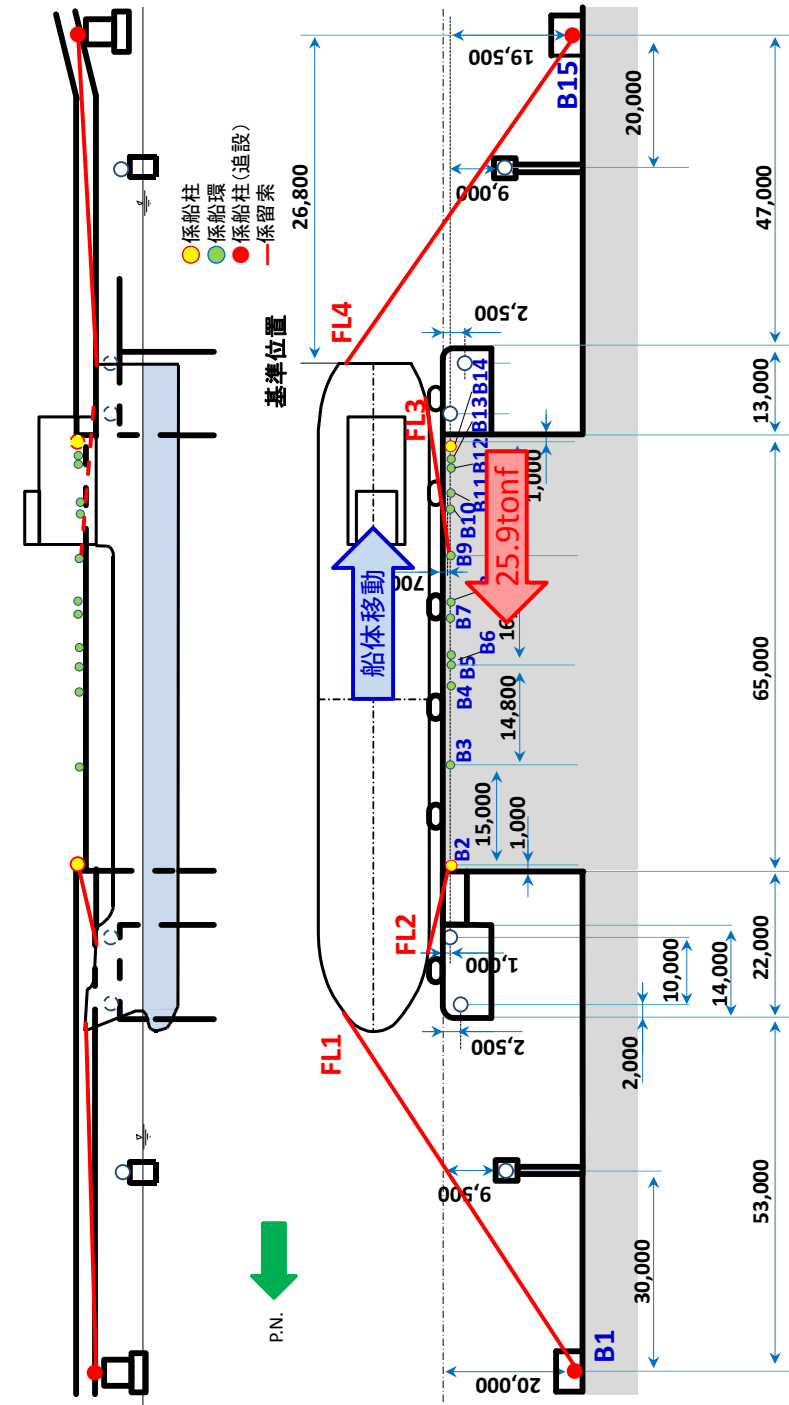
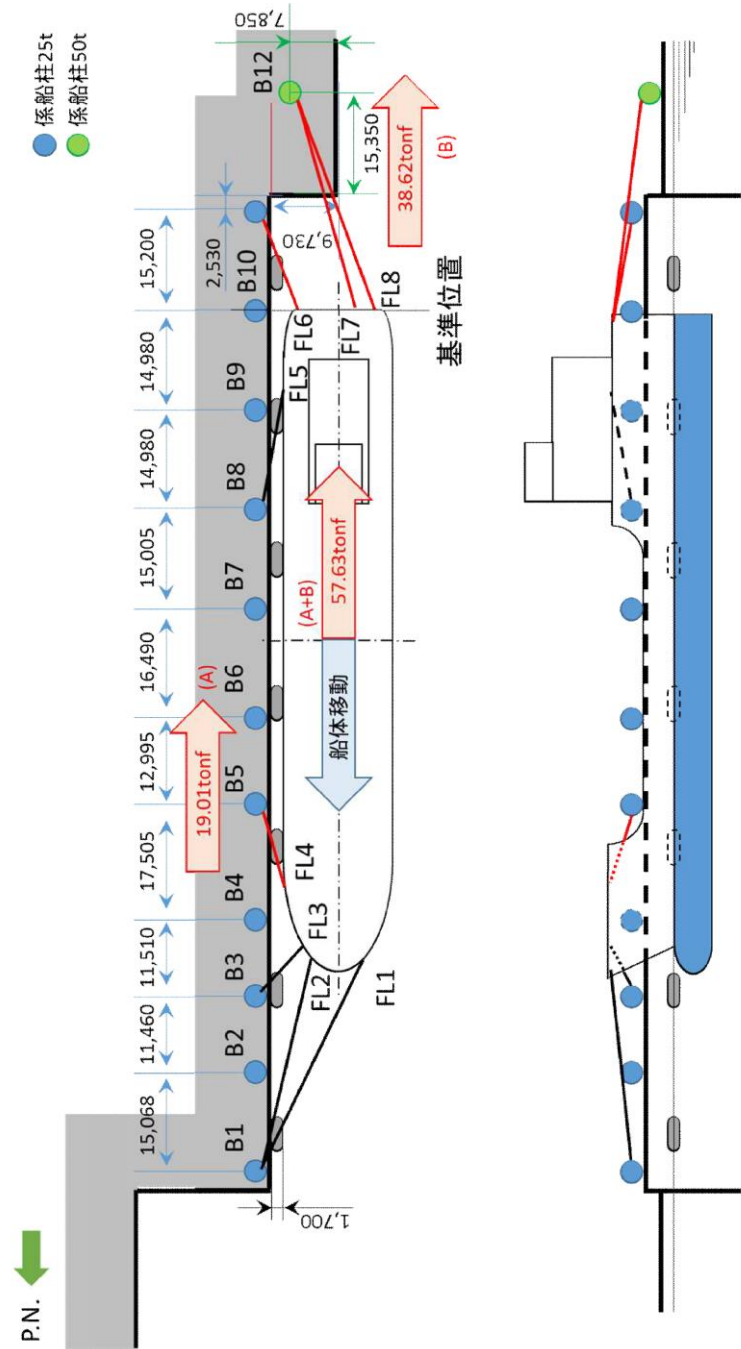
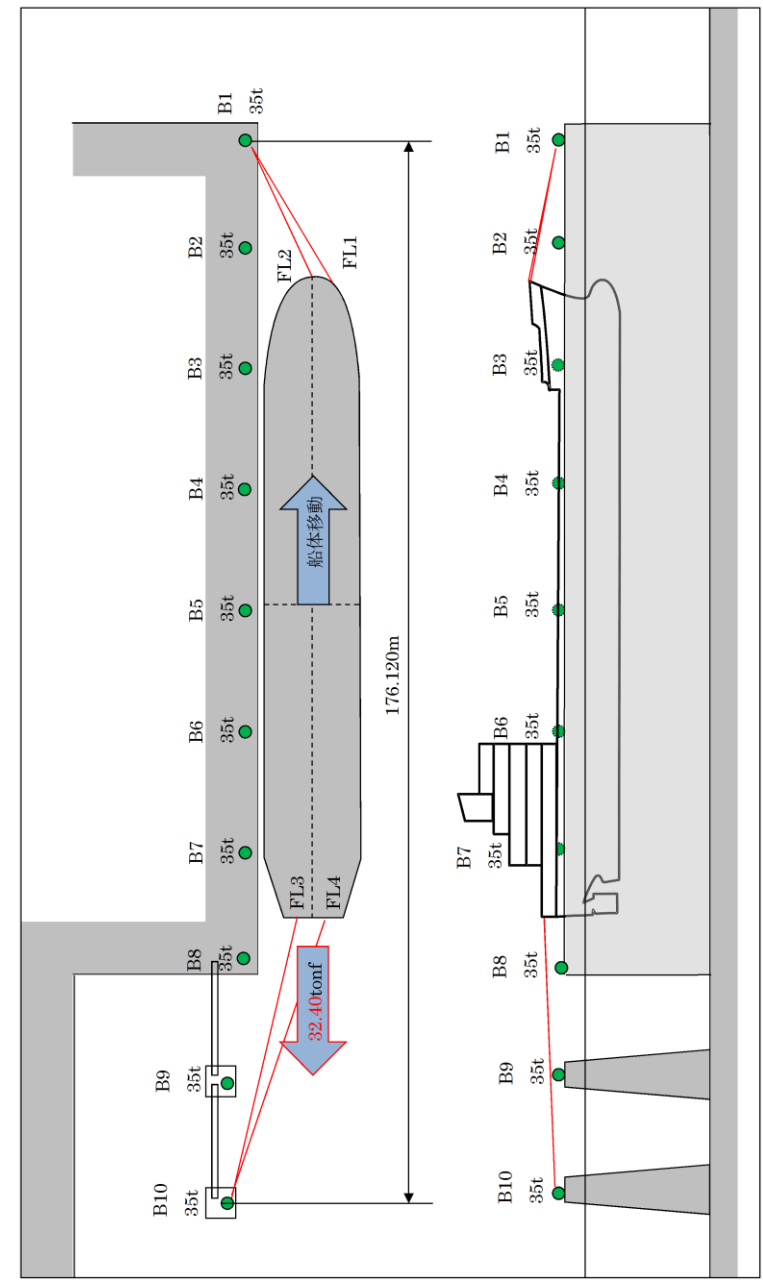


図 4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

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



添付第 21-5 図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力



第 6 図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

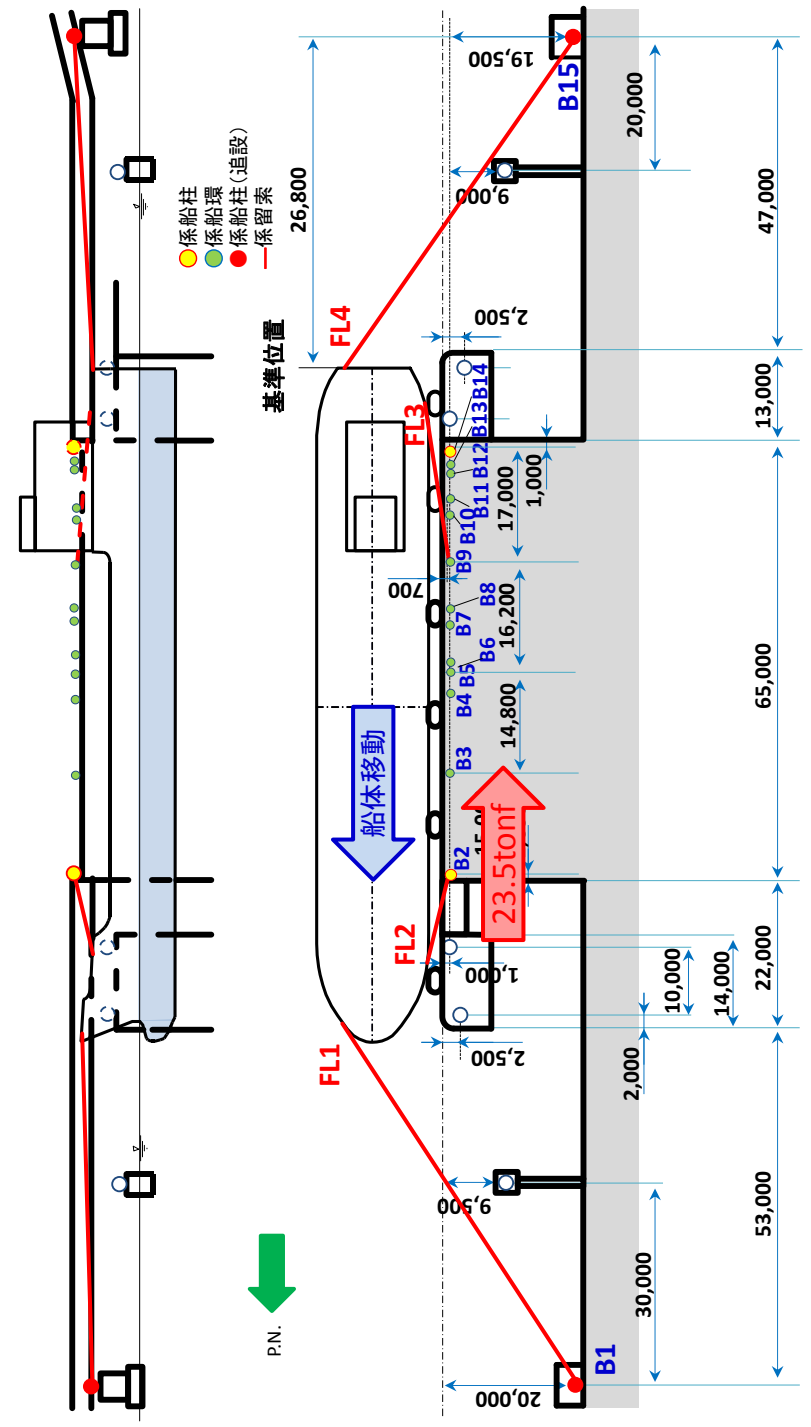


図 5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

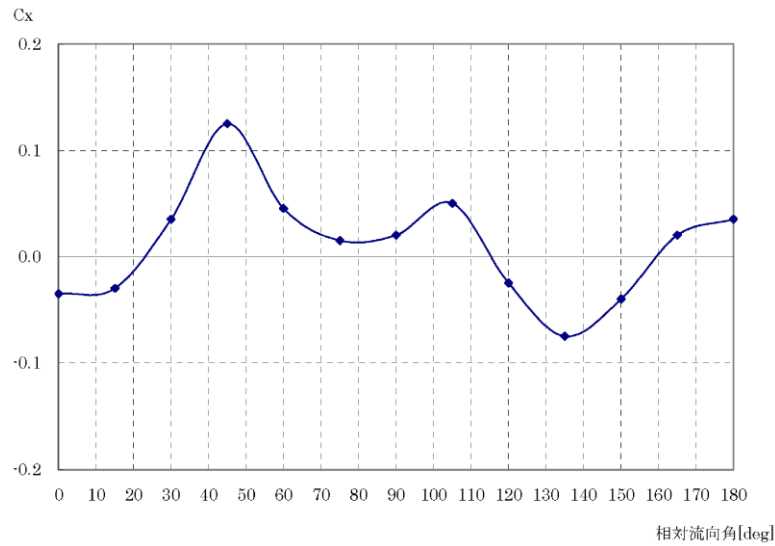
・評価結果の相違  
 【柏崎 6/7, 東海第二】  
 津波条件, 荷揚場配置  
 等による評価結果の相違

(4) 流圧力

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

添付第21-4表 流圧力の計算方法<sup>1)</sup>

<p><b>【流圧力計算式】</b></p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p><math>F_{xc}</math> : 縦方向流圧力 [kgf]  <math>C_{xc}</math> : 縦方向流圧力係数  <math>V_c</math> : 流速 [m/s]  <math>L_{pp}</math> : 垂線間長 [m]  <math>d</math> : 喫水 [m]  <math>\rho_c</math> : 水密度 [kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]                  (=104.7kgf・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</p>
---	---



参考文献

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

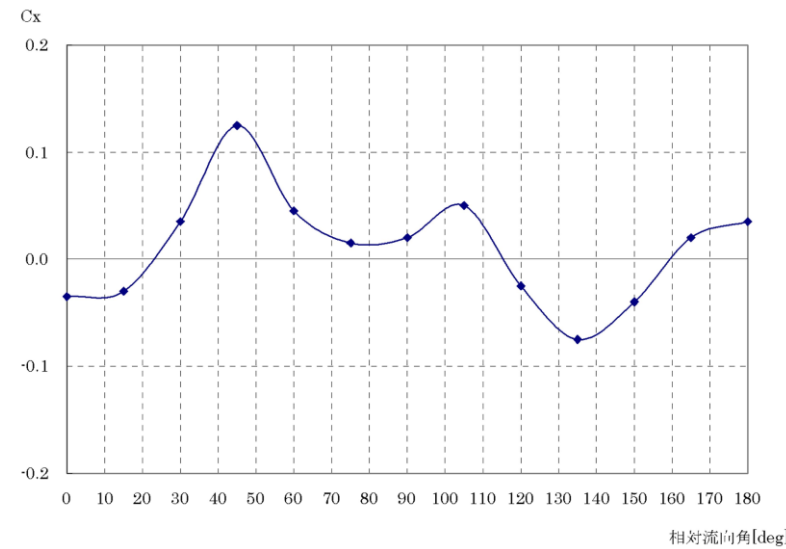
(4) 流圧力

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

第5表 流圧力の計算方法

<p><b>【流圧力計算式】</b></p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p><math>F_{xc}</math> : 縦方向流圧力 [kgf]  <math>C_{xc}</math> : 縦方向流圧力係数  <math>V_c</math> : 流速 [m/s]  <math>L_{pp}</math> : 垂線間長 [m]  <math>d</math> : 喫水 [m]  <math>\rho_c</math> : 水密度 [kgf・s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]                  (=104.5kgf・s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</p>
---	---

(出典 : VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)



(出典 : VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数 [Cx]

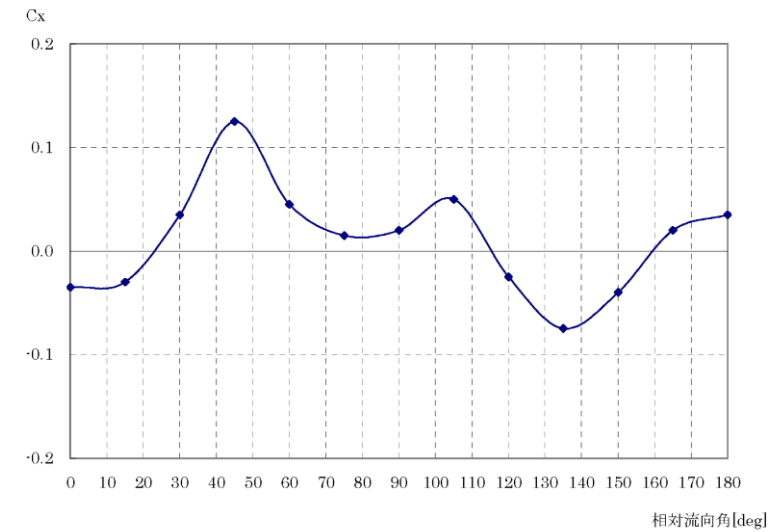
(4) 流圧力

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

表4 流圧力の計算方法

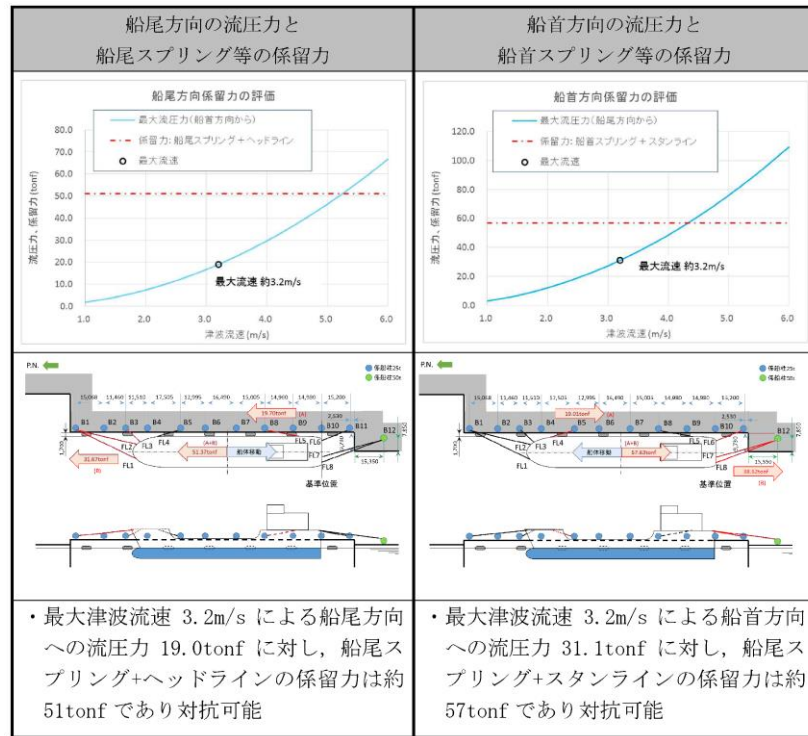
<p><b>【流圧力計算式】</b></p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p><math>F_{xc}</math> : 縦方向流圧力 [kgf]  <math>C_{xc}</math> : 縦方向流圧力係数  <math>V_c</math> : 流速 [m/s]  <math>L_{pp}</math> : 垂線間長 [m]  <math>d</math> : 喫水 [m]  <math>\rho_c</math> : 水密度 [kg・sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]                  (=104.5 sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)</p>
---	---

(出典 : 係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

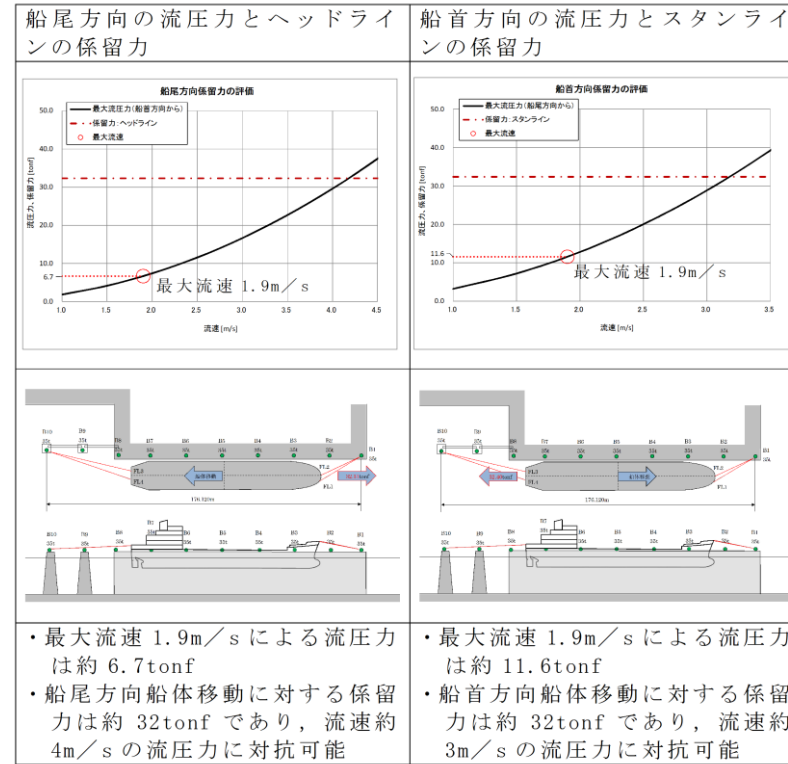


(出典 : VLCC における風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数 [Cx]



添付第21-6 図 流圧力と係留力の比較



第7図 流圧力と係留力比較

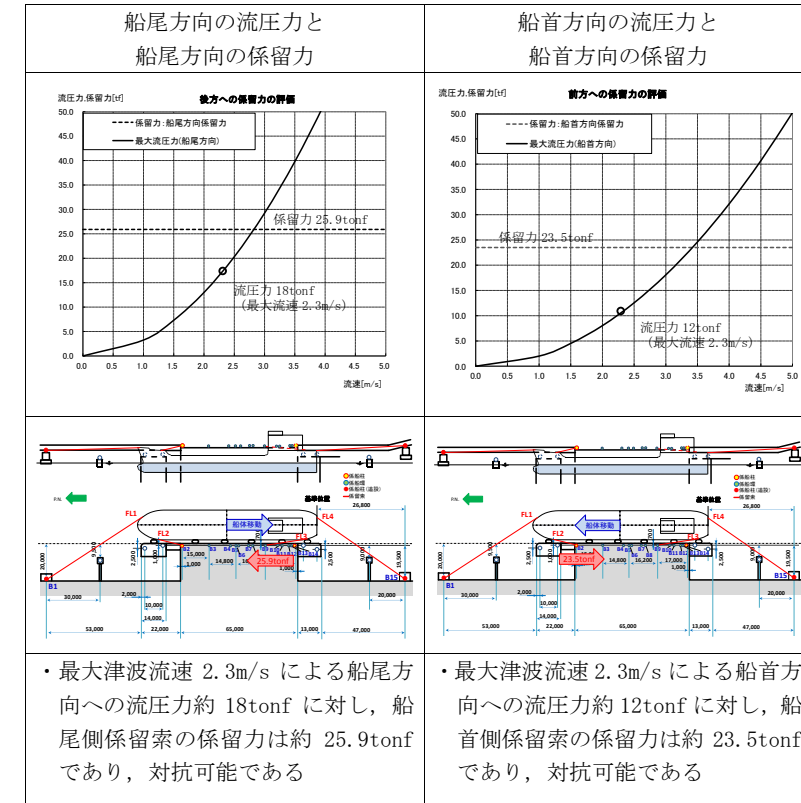


図6 流圧力と係留力の比較

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



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>21.3 結論</p> <p>津波(最大流速3.2m/s:添付第21-3図参照)による流圧力に対し、係留力(約51tonf, 約57tonf)が上回ることを確認した。</p> <p>したがって、津波に対し、輸送船が係留によって対応すると仮定した場合においても係留力により物揚場に留まり続けることができる。</p>	<p>3. 結論</p> <p>評価対象津波(最大流速1.9m/s:第4図参照)による流圧力に対し、係留力(約32tonf)が上回ることを確認した。</p> <p>従って、早い津波に対し、輸送船が係留によって対応すると仮定した場合においても、係留力により岸壁に留まり続けることができる。</p>	<p>3. 結論</p> <p>津波(最大流速2.3m/s)による流圧力に対し、係留力(約25.9tonf, 約23.5tonf)が上回ることを確認した。</p> <p>なお、追設する係船柱の位置によっては、係留索の長さ及び角度が変わることから、係留力は変化するが、追設する係船柱の位置は、その位置における係留索の長さ及び角度を考慮しても、津波による流圧力に対して係留力が上回るように設計する。</p>	<p>・評価結果の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>津波条件, 荷揚場配置等による評価結果の相違</p> <p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉は, 船首側及び船尾側に各2本ずつ(計4本)係留索を使用するため, 係船柱を追設する</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙</p> <p><u>耐津波設計における係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について</u></p> <p>1. 概要 燃料等輸送船は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留する。 ここでは、係留索が機能しない場合、燃料等輸送船は輪谷湾内を漂流し、取水口へ到達する可能性があるため、取水口への到達可能性評価を踏まえ、係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性等について示す。</p> <p>2. 係船柱及び係船環の必要性について 燃料等輸送船が係留索がない状態において取水口上部に漂流した場合、基準津波4の取水口における最低水位 EL-4.3m に対して、喫水高さは3m～5m であることから、取水口（上端 EL-9.0m）に到達する可能性がある。</p> <p>3. 係船柱及び係船環の位置付けについて 係留索を固定する係船柱及び係船環について、漂流防止装置と位置付け設計を行う。</p> <p>4. 漂流防止装置の評価方針について 海域活断層に想定される地震による津波の襲来に伴い、荷揚場に係留された燃料等輸送船を漂流させないため、荷揚場の係船柱・係船環及び追設する係船柱を漂流防止装置として設計する。 なお、追設する係船柱は設計中であり、位置や構造については、詳細設計段階で説明する。</p> <p>【規制基準における要求事項等】 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合は、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、</p>	<p>・記載内容の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、係船柱及び係船環の必要性等について記載</p>

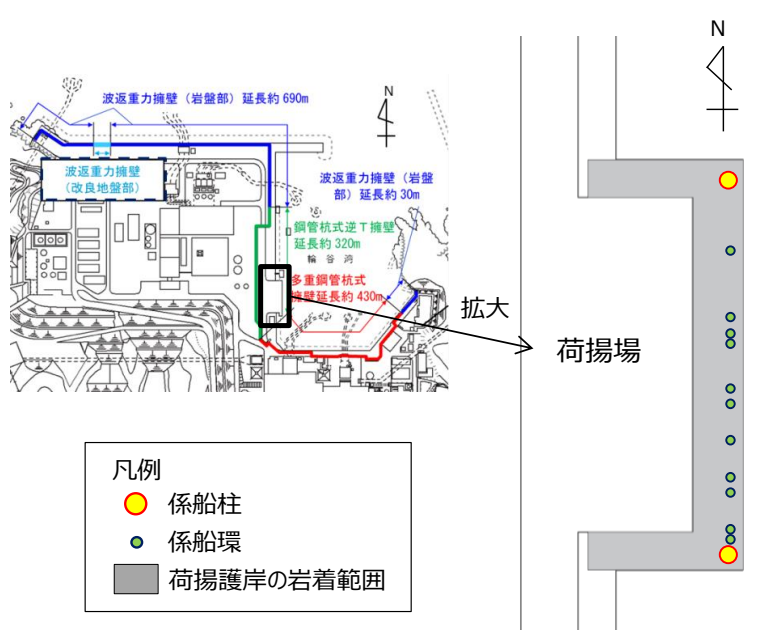
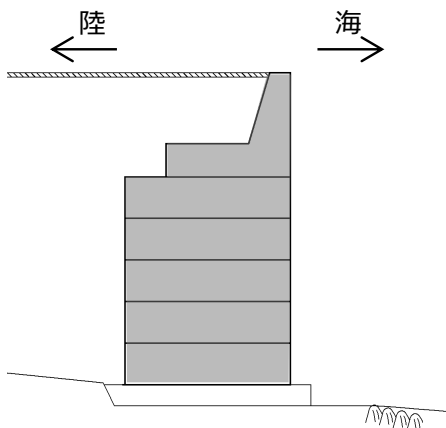
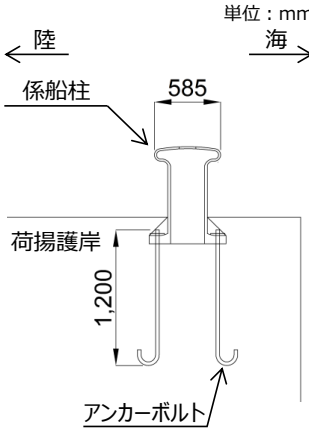
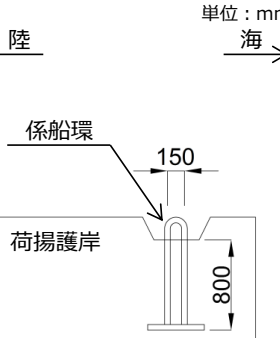
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>漂流防止装置または津波防護施設、浸水防止設備への影響防止措置を施すこと。</p> <p>係船柱及び係船環の配置を図1に、荷揚護岸の断面図を図2に、構造概要を表1に示す。</p>  <p>図1 係船柱及び係船環配置図</p>  <p>図2 荷揚護岸の断面図</p>	

表1 係船柱及び係船環の構造概要

名称	係船柱	係船環
構造	 <p>単位：mm 陸 ← 海 → 係船柱 585 荷揚護岸 1,200 アンカーボルト</p>	 <p>単位：mm 陸 ← 海 → 係船環 150 荷揚護岸 800</p>
基数	2基	11基
設計けん引耐力	25t	

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

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

係船柱、係船環及び荷揚護岸の要求機能と評価方針を表2に示す。

表2 係船柱, 係船環及び荷揚護岸の要求機能と評価方針

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



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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料20]

東海第二発電所（2018.9.12版）	女川原子力発電所 2号炉（2019.11.6版）	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																															
<p style="text-align: right;">添付資料 2.6</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>東海第二発電所において設置する津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。</p> <table border="1" data-bbox="178 850 905 1522"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 耐震審査ガイド<sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2</td> <td>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。</td> <td>・常時荷重 ・地震荷重</td> </tr> <tr> <td>2 耐震審査ガイド<sup>*1</sup> 6.3.3</td> <td>地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・津波荷重</td> </tr> <tr> <td>3 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.1</td> <td>耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して、津波と余震荷重が考慮されていること。</td> <td>・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重</td> </tr> <tr> <td>4 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.4.2</td> <td>津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。</td> <td>・津波荷重 ・漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>5 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.3</td> <td>津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・風荷重</td> </tr> <tr> <td>6 設置許可基準規則 第6条</td> <td>重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</td> <td>・その他自然現象による荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」          ※2：「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」</p>	記載箇所	記載内容	考慮する荷重	1 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。	・常時荷重 ・地震荷重	2 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.3	地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重	3 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.1	耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して、津波と余震荷重が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重	4 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.4.2	津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。	・津波荷重 ・漂流物衝突荷重	5 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重	6 設置許可基準規則 第6条	重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。	・その他自然現象による荷重	<p style="text-align: right;">添付資料 20</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>1. 概要</p> <p>女川原子力発電所において設置する津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。</p> <p>表1 設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項</p> <table border="1" data-bbox="973 840 1685 1396"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 耐震審査ガイド<sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2</td> <td>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せる。</td> <td>・常時荷重 ・地震荷重</td> </tr> <tr> <td>② 耐震審査ガイド<sup>*1</sup> 6.3.3</td> <td>荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・津波荷重</td> </tr> <tr> <td>③ 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.1</td> <td>耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。</td> <td>・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重</td> </tr> <tr> <td>④ 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.4.2</td> <td>漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。</td> <td>・漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>⑤ 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.3</td> <td>津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・風荷重</td> </tr> <tr> <td>⑥ 設置許可基準規則 第6条</td> <td>安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。<sup>*3</sup></td> <td>・その他自然現象による荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。          ※2：「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。          ※3：安全施設に対する要求事項であるが、津波防護施設等の設計において準用する。</p>	記載箇所	記載内容	考慮する荷重	① 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せる。	・常時荷重 ・地震荷重	② 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.3	荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重	③ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重	④ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重	⑤ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重	⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 <sup>*3</sup>	・その他自然現象による荷重	<p style="text-align: right;">添付資料 20</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>1. 概要</p> <p>島根原子力発電所において設置する津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項（第1表）を考慮したうえで荷重の組合せを設定する。</p> <p>第1表 設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項</p> <table border="1" data-bbox="1736 829 2496 1470"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 耐震審査ガイド<sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2</td> <td>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。</td> <td>・常時荷重 ・地震荷重</td> </tr> <tr> <td>② 耐震審査ガイド<sup>*1</sup> 6.3.3</td> <td>荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・津波荷重</td> </tr> <tr> <td>③ 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.1</td> <td>耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。</td> <td>・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重</td> </tr> <tr> <td>④ 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.4.2</td> <td>漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。</td> <td>・漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>⑤ 耐津波審査ガイド<sup>*2</sup> 5.3</td> <td>津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・風荷重</td> </tr> <tr> <td>⑥ 設置許可基準規則 第6条</td> <td>安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。<sup>*3</sup></td> <td>・積雪荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。          ※2 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。          ※3 安全施設に対する要求事項であるが、津波防護施設等の設計において準用する。</p>	記載箇所	記載内容	考慮する荷重	① 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。	・常時荷重 ・地震荷重	② 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.3	荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重	③ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重	④ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重	⑤ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重	⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 <sup>*3</sup>	・積雪荷重	
記載箇所	記載内容	考慮する荷重																																																																
1 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。	・常時荷重 ・地震荷重																																																																
2 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.3	地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重																																																																
3 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.1	耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して、津波と余震荷重が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重																																																																
4 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.4.2	津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。	・津波荷重 ・漂流物衝突荷重																																																																
5 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重																																																																
6 設置許可基準規則 第6条	重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。	・その他自然現象による荷重																																																																
記載箇所	記載内容	考慮する荷重																																																																
① 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せる。	・常時荷重 ・地震荷重																																																																
② 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.3	荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重																																																																
③ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重																																																																
④ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重																																																																
⑤ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重																																																																
⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 <sup>*3</sup>	・その他自然現象による荷重																																																																
記載箇所	記載内容	考慮する荷重																																																																
① 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。	・常時荷重 ・地震荷重																																																																
② 耐震審査ガイド <sup>*1</sup> 6.3.3	荷重の組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重																																																																
③ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして、余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重																																																																
④ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重																																																																
⑤ 耐津波審査ガイド <sup>*2</sup> 5.3	津波監視設備については、地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重																																																																
⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 <sup>*3</sup>	・積雪荷重																																																																

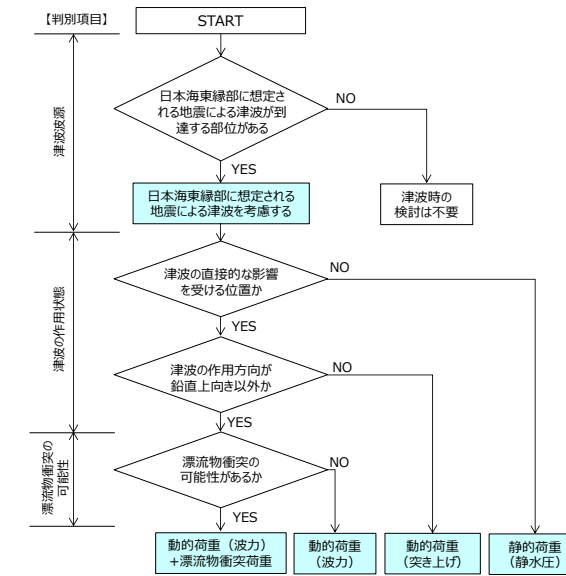
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 考慮する荷重について</p> <p>(1) 常時荷重 常時作用している荷重として、自重、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。 なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。</p> <p>(6) 地震荷重 (S<sub>s</sub>) 基準地震動 S<sub>s</sub> に伴う地震力を考慮する。</p> <p>(7) 余震荷重 余震荷重として、弾性設計用地震動 S<sub>d-D1</sub> に伴う地震力を考慮する。 なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合の動水圧荷重 (スロッシング荷重) も合わせて考慮する。</p> <p>(3) 津波荷重 (静) 津波による浸水に伴う静水圧 (水頭) を考慮する。</p> <p>(5) 津波荷重 (動・波圧) 津波の波力が直接作用する場合は、津波高さ又は津波の浸水深による静水圧並びに動水圧として作用する津波の波圧による荷重を考慮する。</p> <p>(4) 津波荷重 (動・突き上げ) 津波の波圧が水路等の経路を経由して作用する場合は、経路の応答圧力 (水頭) として動水圧及び静水圧によって鉛直上向きに作用する荷重を考慮する。</p> <p>(8) 漂流物衝突荷重 漂流物の衝突荷重を考慮する。</p> <p>(2) その他自然現象による荷重 (風荷重、積雪荷重等) 各荷重は「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」に規定する設計基準風速の風荷重、設計基準積雪量の積雪荷</p>	<p>2. 考慮する荷重について</p> <p>(1) 常時荷重 常時作用している荷重として、自重、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。 なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。</p> <p>(2) 地震荷重 (S<sub>s</sub>) 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力を考慮する。</p> <p>(3) 余震荷重 余震荷重として、弾性設計用地震動 S<sub>d-D2</sub> による地震力を考慮する (添付資料 2.3 参照)。 なお、施設・設備が浸水した状態で余震が発生した場合の動水圧荷重 (スロッシング荷重) も合わせて考慮する。</p> <p>(4) 津波荷重 (静) 津波により施設・設備に作用する静的荷重 (静水圧による荷重) を考慮する。</p> <p>(5) 津波荷重 (動・波力) 津波により施設・設備に作用する動的荷重として、津波の波力による荷重を考慮する。</p> <p>(6) 津波荷重 (動・突き上げ) 津波により施設・設備に作用する動的荷重として、突き上げ荷重 (経路からの津波が鉛直上向き方向に作用する場合の津波荷重) を考慮する。</p> <p>(7) 漂流物衝突荷重 漂流物の衝突荷重を考慮する。</p> <p>(8) 風荷重 「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する設計基準風速に伴う荷重を考慮する。</p>	<p>2. 考慮する荷重について</p> <p>(1) 常時荷重 常時作用している荷重として、自重、土圧、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。 なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。</p> <p>(2) 地震荷重 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力を考慮する。</p> <p>(3) 余震荷重 余震荷重として、弾性設計用地震動 S<sub>d-D</sub> による地震力を考慮する。(添付資料 22 参照) なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合における、施設内滞留水に生じる動水圧荷重 (スロッシングによる荷重等) も併せて考慮する。</p> <p>(4) 静的荷重 (静水圧) 津波又は低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水により施設・設備に作用する静的荷重として、静水圧を考慮する。</p> <p>(5) 動的荷重 (波力) 津波により施設・設備に作用する動的荷重として、津波の波力による荷重を考慮する。</p> <p>(6) 動的荷重 (突き上げ) 津波により施設・設備に作用する動的荷重として、突き上げ荷重 (経路からの津波が鉛直上向き方向に作用する場合の津波荷重) を考慮する。</p> <p>(7) 漂流物衝突荷重 漂流物の衝突荷重を考慮する。(添付資料 18 参照)</p> <p>(8) 風荷重 自然現象による荷重であり、「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する設計基準風速に伴う荷重を考慮</p>	<p>・考慮する静的荷重の相違 【東海第二，女川2】 島根2号炉は、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受ける設備があることから、「等」を記載。</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>重、降下火砕物による荷重を考慮する。</u></p> <p><u>風荷重は、建築基準法及び同施行令第 87 条第 2 項及び第 4 項に基づく建設省告示第 1454 号を参照し、設計基準風速を風荷重として考慮する。ただし、竜巻による風荷重又は降下火砕物による荷重については、「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」において外部事象防護対象施設に該当する施設・設備について考慮する。</u></p> <p>2. 荷重の組合せ</p> <p>(1) <u>荷重の組合せの考え方</u></p> <p>荷重の組合せの設定に当たっては、施設・設備の設置状況を考慮し、<u>以下の考え方により組合せを設定する。</u></p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋内又は海中に設置する施設・設備については、<u>その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）の影響を受けないため考慮は不要とする。</u></p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u></p> <p>津波の波力の影響を受けない施設・設備については、津波荷重として、「<u>津波荷重（静）</u>」を考慮する。</p> <p>津波の波力の影響を受ける施設・設備については、津波荷重として<u>動水圧</u>を考慮する。<u>直接波力が作用する施設・設備については、「津波荷重（動・波圧）」を考慮する。経路を経由して波圧が作用する施設・設備については、「津波荷重（動・突き上げ）」を考慮する。</u></p>	<p>(9) <u>その他自然現象に伴う荷重（積雪荷重、降下火砕物荷重）</u></p> <p>「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」に従い、<u>積雪荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。</u></p> <p>3. 荷重の組合せ</p> <p>(1) <u>設置状況等に応じて考慮する荷重について</u></p> <p>荷重の組合せの設定にあたっては、施設・設備の設置状況を考慮し、各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。</p> <p>a. <u>設置場所</u></p> <p>屋内あるいは海中に設置する施設・設備については、<u>その他自然現象の影響を受けないため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要と整理する。</u></p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u></p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設・設備については、津波荷重として「<u>津波荷重（静）</u>」を考慮する。</p> <p>津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設・設備については、津波荷重として<u>動的荷重</u>を考慮し、経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については、「<u>津波荷重（動・突き上げ）</u>」を考慮する。それ以外の施設・設備については、「<u>津波荷重（動・波力）</u>」を考慮する。</p>	<p>する。</p> <p>(9) <u>積雪荷重</u></p> <p><u>自然現象による荷重であり、「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する建築基準法の考え方を参考とし設計積雪深（100cm）に係数 0.35 を考慮した荷重を組み合わせる。</u></p> <p>3. 荷重の組合せ</p> <p>3.1 <u>設置状況等に応じて考慮する荷重について</u></p> <p>荷重の組合せの設定に当たっては、施設・設備の設置状況や<u>構造（形状）等</u>を考慮し、各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。</p> <p>(1) <u>設置場所及び構造（形状）条件</u></p> <p><u>設置場所が屋外の施設・設備については、構造（形状）も踏まえて自然現象による荷重（風荷重及び積雪荷重）を考慮する。なお、設置場所が屋内、敷地地下及び水路部の施設・設備については、当該箇所における自然現象の影響の有無を整理したうえで、影響の無い自然現象による荷重を考慮不要と整理する。</u></p> <p>(2) <u>津波荷重の種別</u></p> <p>津波の直接的な影響を受けない施設・設備については、津波荷重として「<u>静的荷重（静水圧）</u>」を考慮する。</p> <p>津波の直接的な影響を受ける施設・設備については、津波荷重として<u>動的荷重</u>を考慮し、経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については、「<u>動的荷重（突き上げ）</u>」を考慮する。それ以外の施設・設備については、「<u>動的荷重（波力）</u>」を考慮する。<u>なお、「動的荷重（波力）」における津波荷重は、敷地高以上は朝倉式に基づき算定し、敷地高以深については谷本式に基づき算定する。</u></p>	<p>・考慮する荷重の相違</p> <p><b>【東海第二，女川2】</b></p> <p>第 6 条において規定する自然現象の組合せの相違</p> <p>・考慮する荷重の相違</p> <p><b>【東海第二，女川2】</b></p> <p>構造（形状）の違いによる自然現象による荷重の考慮有無について記載</p> <p>・考慮する荷重の相違</p> <p><b>【東海第二，女川2】</b></p> <p>部位の違いで津波荷重の設定が異なることについて記載</p>

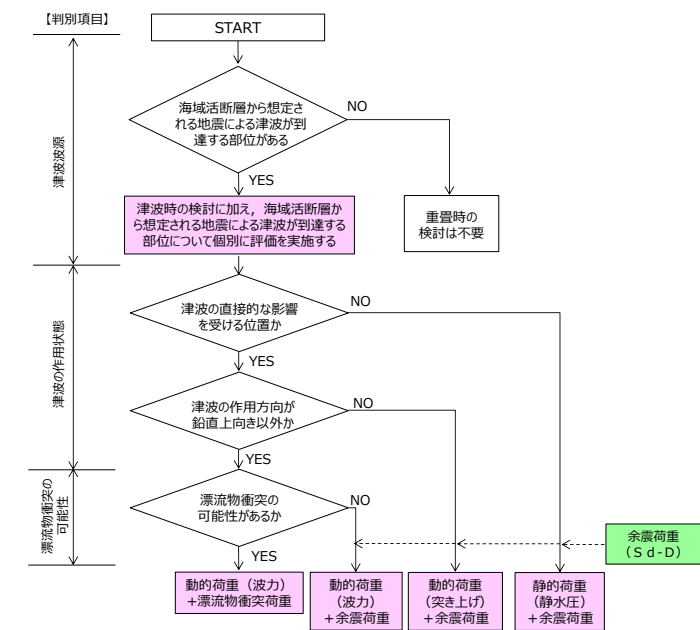




津波時及び重畳時の検討は、第1図で分類した常時荷重及び自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重）に、津波波源、津波の作用状態及び漂流物衝突の可能性を踏まえて分類した第2図及び第3図の荷重を組み合わせて行う。なお、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受ける施設・設備については、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する。



第2図 津波時における荷重の組合せ選定フロー



第3図 重畳時における荷重の組合せ選定フロー



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ 各施設・設備に展開し、津波防護施設及び浸水防止設備の設計に当たって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。<u>第1表に各施設・設備の荷重の組合せを示す。</u></p> <p><u>(1) 防潮堤及び防潮扉</u> 防潮堤及び防潮扉は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の波力を直接受けることから、津波荷重（動・波力）を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されるため、漂流物の衝突荷重を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</p>	<p>(2) 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ 3. (1) に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計にあたって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。</p> <p><u>a. 防潮堤</u> 防潮堤の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p><u>(a) 設置場所</u> 屋外の施設であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、施設の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p><u>(b) 津波荷重の種別</u> 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「津波荷重（動・波力）」を考慮する。 <u>余震との重畳時においては、防潮堤前面に入力津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重（静）」を考慮する。</u></p> <p><u>(c) 漂流物衝突の有無</u> 漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ①常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</p>	<p>3.2 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ 3.1 に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計に当たって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。</p> <p><u>(1) 防波壁</u> 防波壁の設計において考慮する荷重は、防波壁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. <u>設置場所及び構造（形状）条件</u> 屋外に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」を考慮する。<u>また、地中部に存在する部位については土圧を考慮する。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。 <u>なお、海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さで深の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の影響 漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p> <p>d. <u>余震荷重の影響</u> <u>海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソン部等については海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</p>	<p>・対象設備の相違 【東海第二，女川2】</p> <p>・設置個所の違いによる考慮する荷重の相違 【女川2】</p> <p>・考慮する荷重の相違 【東海第二，女川2】 波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +余震荷重</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +漂流物衝突荷重</li> </ul> <p>なお、防潮堤及び防潮扉は外部事象防護対象施設には該当しないが、津波防護に対する重要性を鑑み、自主的に竜巻による風荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。</p> <p>上記のほか、防潮堤及び防潮扉の設計においては、安全側の評価を行う観点から、常時荷重、津波荷重、余震荷重及び漂流物衝突荷重の組合せの影響を考慮する (詳細については、詳細設計段階で検討する。)。なお、津波荷重と余震荷重の組合せにおいては、最大荷重が同時に作用する可能性が小さいことから、津波により浸水している状態で余震が発生することを想定し、津波荷重は入力津波による浸水高さに応じた静水圧とする。</p> <p><u>(2) 放水路ゲート</u></p> <p>放水路ゲートは、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重 (風荷重、積雪荷重等) については、設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>荷重を受ける方向は鉛直上向き以外の方向もあるが、津波の波力を放水路を経由して受けるため、経路の応答圧力による荷重が支配的であり、<u>津波荷重 (動・突き上げ) を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>放水口の開口からの漂流物は想定されないため、<u>漂流物衝突荷重は考慮しない。</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>②常時荷重+津波荷重 (動・波力)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (動・波力) +漂流物衝突荷重</li> <li>④常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ul> <p><u>b. 防潮壁</u></p> <p>防潮壁の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所</p> <p>屋外の施設であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、施設の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として、<u>「津波荷重 (静)」を考慮する。</u></p> <p>(c) 漂流物衝突の有無</p> <p>漂流物の衝突が想定されないため、<u>「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+動的荷重 (波力)</li> <li>・常時荷重+動的荷重 (波力) +漂流物衝突荷重</li> <li>・<u>常時荷重+動的荷重 (波力) +余震荷重</u></li> </ul> <p><u>(2) 防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉</u></p> <p>防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設計において考慮する荷重は、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所及び構造 (形状) 条件</p> <p>屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、<u>防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として<u>「動的荷重 (波力)」を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物の衝突の影響</p> <p>漂流物の衝突が想定されるため、<u>「漂流物衝突荷重」を考慮する。</u></p>	<p>・設置個所の違いによる考慮する荷重の相違 【女川2】</p> <p>・対象設備の相違 【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・対象設備の構造 (形状) の違いによる考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】</p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・<u>常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</u></li> <li>・<u>常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</u></li> </ul> <p>(3) <u>構内排水路逆流防止設備</u>  構内排水路逆流防止設備は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所  屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重 (風荷重、積雪荷重等) については、設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別  構内排水路逆流防止設備は、防潮堤の前面に設置されているため、<u>津波の波力を直接受けると考え、津波荷重 (動・波力) を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の有無  集水枘内に設置するため、漂流物の到達は想定されないため、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p>	<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ol> <p>c. <u>取放水路流路縮小工</u>  取放水路流路縮小工の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所  海中設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別  津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「<u>津波荷重 (動・波力)</u>」を考慮する。  <u>余震との重畳時においては、防潮堤前面に入力津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重 (静)」を考慮する。</u></p> <p>(c) 漂流物衝突の有無  漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p>	<p>d. <u>余震荷重の影響</u>  <u>海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・<u>常時荷重+動的荷重 (波力)</u></li> <li>・<u>常時荷重+動的荷重 (波力) +漂流物衝突荷重</u></li> </ul> <p>(3) <u>1号炉取水槽流路縮小工</u>  1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、1号炉取水槽流路縮小工の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. <u>設置場所及び構造 (形状) 条件</u>  屋外に設置するが、<u>水路部 (1号炉取水管端部)</u> に設置されることから、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>b. 津波荷重の種別  津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「<u>動的荷重 (波力)</u>」を考慮する。<u>なお、津波荷重 (津波波力) は、津波時の静水圧、流水圧及び流水の摩擦による推力を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の影響  漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>d. <u>余震荷重の影響</u>  1号炉取水槽流路縮小工に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・考慮する荷重の相違  <b>【東海第二, 女川2】</b>  波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</li> <li>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違  <b>【東海第二, 女川2】</b></li> <li>・対象設備の相違  <b>【東海第二, 女川2】</b>  設備の相違による記載内容の相違</li> <li>・対象設備の設置箇所の違いによる考慮する荷重の相違  <b>【女川2】</b></li> <li>・考慮する荷重の相違  <b>【東海第二, 女川2】</b>  波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</li> </ul>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波力)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波力) +余震荷重</li> </ul> <p><b>(4) 貯留堰</b></p> <p>貯留堰は、その設置状況より以下のとおり整理される</p> <p>a. 設置場所</p> <p>海中の設置であるため、その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は考慮しない。</p> <p>海中の設置であるため、貯留堰天端高さより上方の水頭を積載荷重として考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波の波力を直接受けることから、津波荷重 (動・波力) を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>漂流物の衝突が想定されるため、漂流物の衝突荷重 (押し波時及び引き波時) を考慮する</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +余震荷重</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +漂流物衝突荷重</li> </ul> <p>上記のほか、貯留堰の設計においては、安全側の評価を行う観点から、常時荷重, 津波荷重, 余震荷重及び漂流物衝突荷重の組合せの影響を考慮する (詳細については、詳細設計段階で検討する。)</p>	<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (動・波力)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ol> <p><b>d. 貯留堰</b></p> <p>貯留堰の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所</p> <p>海中設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「津波荷重 (動・波力)」を考慮する。</p> <p>余震との重畳時においては、防潮堤前面に入力津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無</p> <p>漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (動・波力)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (動・波力) +漂流物衝突荷重</li> <li>④常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ol>	<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+動的荷重 (波力)</li> <li>・常時荷重+動的荷重 (波力) +余震荷重</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違</li> <li>【女川2】</li> <li>・設備の相違</li> <li>【東海第二, 女川2】</li> <li>島根2号炉では海中に設置する海水貯留堰を設置していない</li> </ul>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(5) <u>取水路点検用開口部浸水防止蓋</u></p> <p>取水路点検用開口部浸水防止蓋は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外の設置のため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波の波力が取水路を経由して鉛直上向きに作用するため、津波荷重（動・突き上げ）を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>取水路の上版への設置であり、漂流物の到達が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重（<math>S_s</math>）</li> <li>・常時荷重+津波荷重（動・突き上げ）</li> <li>・常時荷重+津波荷重（動・突き上げ）+余震荷重</li> </ul>			<p>・設備の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉では浸水防止蓋は設置していない</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>e. <u>逆流防止設備 (屋外排水路)</u>            逆流防止設備 (屋外排水路) の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所            屋外の設備であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、<u>設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別            津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「<u>津波荷重 (動・波力)</u>」を考慮する。            余震との重畳時においては、防潮堤前面に<input type="checkbox"/>入力津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無            漂流物の衝突が想定されるため、「<u>漂流物衝突荷重</u>」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。            ①常時荷重+地震荷重 (Ss)            ②常時荷重+津波荷重 (動・波力)            ③常時荷重+津波荷重 (動・波力) +漂流物衝突荷重            ④常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</p>	<p>(4) <u>屋外排水路逆止弁</u>            屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は、<b>第4図～第6図</b>に示す屋外排水路逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. <u>設置場所及び構造 (形状) 条件</u>            屋外に設置するが、敷地地下に設置されることから、「<u>風荷重</u>」及び「<u>積雪荷重</u>」は考慮不要である。</p> <p>b. 津波荷重の種別            津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として「<u>静的荷重 (静水圧)</u>」を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の影響            漂流物の衝突が想定されないため、「<u>漂流物衝突荷重</u>」は考慮不要である。</p> <p>d. <u>余震荷重の影響</u>            屋外排水路逆止弁に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。            ・ 常時荷重+地震荷重 (S s)            ・ <u>常時荷重+静的荷重 (静水圧)</u>            ・ <u>常時荷重+静的荷重 (静水圧) +余震荷重</u></p>	<p>・対象設備の相違  <b>【女川2】</b>            設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違  <b>【女川2】</b></p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違  <b>【女川2】</b></p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違  <b>【女川2】</b></p> <p>・考慮する荷重の相違  <b>【女川2】</b>            波源の違いによる<b>余震荷重</b>の考慮有無について記載</p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違  <b>【女川2】</b></p>

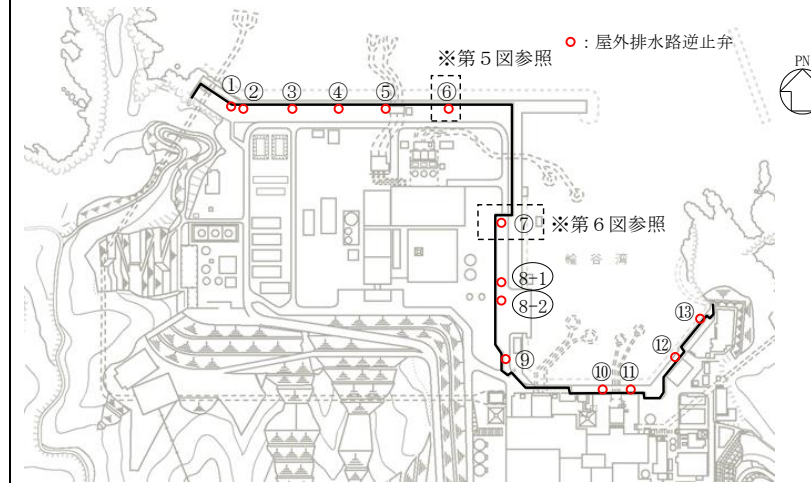


東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

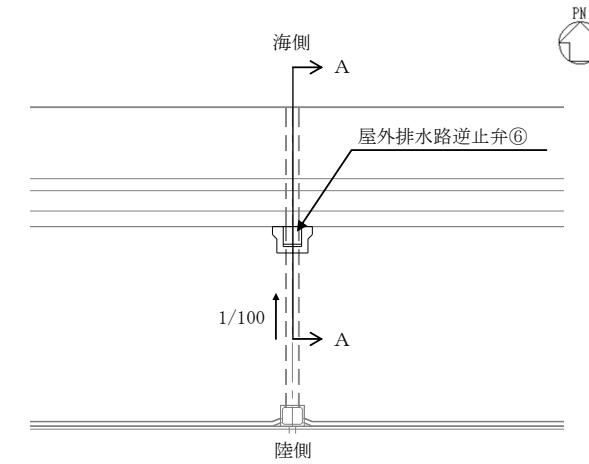
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

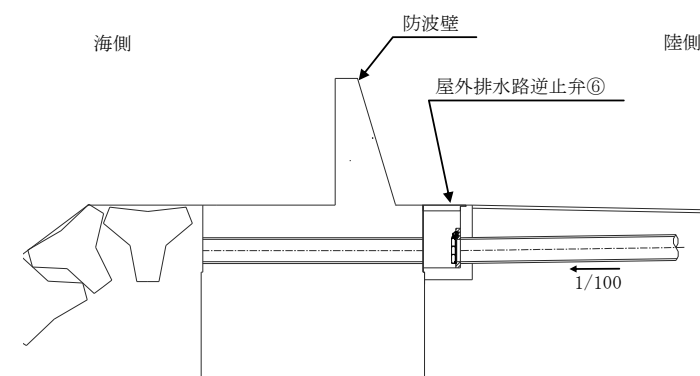
備考



第4図 屋外排水路逆止弁位置図



平面図



断面図 (A-A断面)

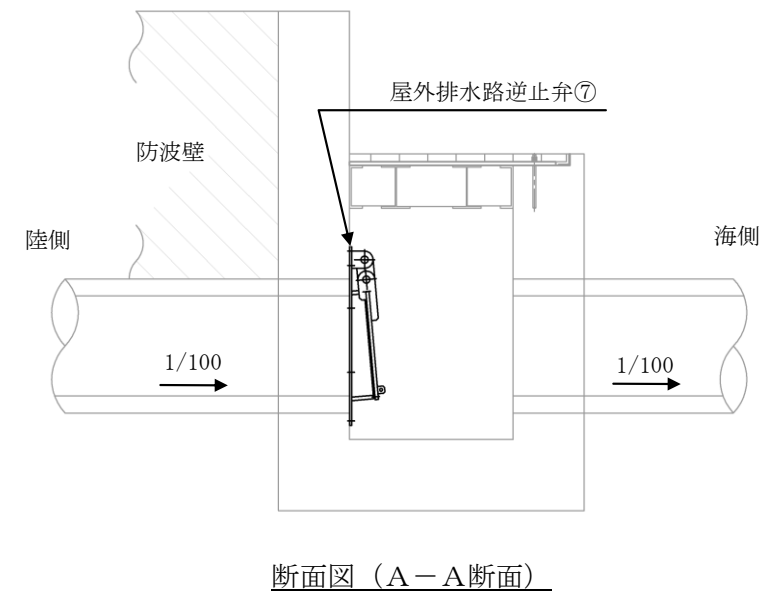
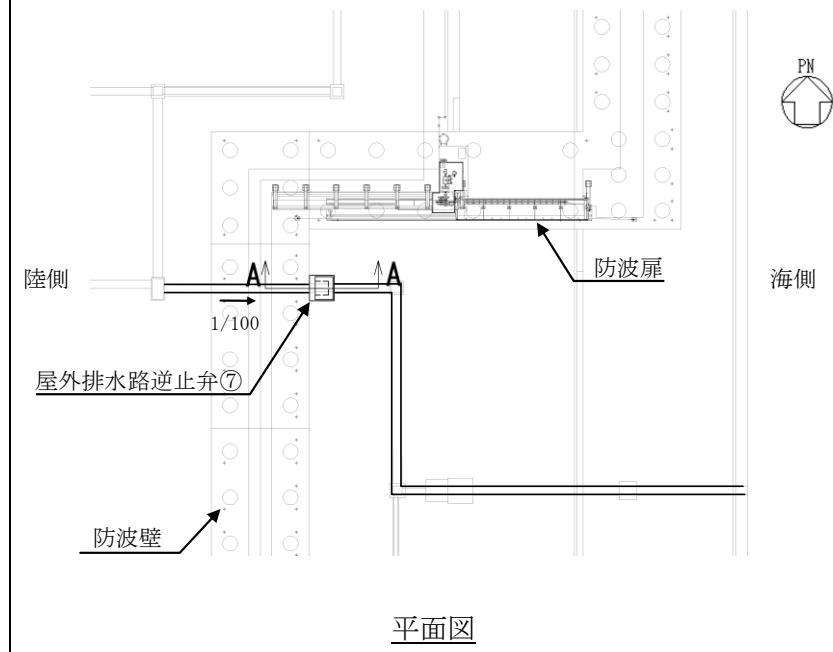
第5図 屋外排水路逆止弁⑥配置図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第6図 屋外排水路逆止弁⑦配置図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(6) <u>海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁, 取水ピット空気抜き配管逆止弁</u></p> <p>海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁及び取水ピット空気抜き配管逆止弁は, その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外の設置であるため, その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) については, <u>設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波の波力が取水路を経由して, 鉛直上向きに作用するため, <u>津波荷重 (動・突き上げ)</u> を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>取水ピット上版への設置であり, 漂流物の到達が想定されないため, 漂流物の衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・<u>常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</u></li> <li>・<u>常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</u></li> </ul>	<p>f. <u>逆流防止設備 (2号炉補機冷却海水系放水路)</u></p> <p>逆流防止設備 (2号炉補機冷却海水系放水路) の設計において考慮する荷重は, その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所</p> <p>屋外の設備であるため, 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため, 津波荷重として, 「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無</p> <p>漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ol>		<p>・対象設備の相違</p> <p><b>【東海第二, 女川2】</b></p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(5) 防水壁</p> <p>a. 除じん機エリア防水壁</p> <p>除じん機エリアの防水壁の設計において考慮する荷重は、除じん機エリア防水壁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>(a) 設置場所及び構造 (形状) 条件</p> <p>屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、除じん機エリア防水壁は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の影響</p> <p>漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>(d) 余震荷重の影響</p> <p>海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時荷重+地震荷重 (S s)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧)</li> </ul>	<p>・ 対象設備の相違</p> <p>【東海第二・女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>b. 復水器エリア防水壁</p> <p>復水器エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、復水器エリア防水壁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>(a) 設置場所及び構造 (形状) 条件          屋内に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重等の種別          津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の影響          漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>(d) 余震荷重の影響          復水器エリア防水壁に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時荷重+地震荷重 (S s)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧) +余震荷重</li> </ul>	



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>(7) 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋</u> 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外の設置のため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の波力が放水路を経由して、鉛直上向きに作用するため、津波荷重（動・突き上げ）を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無 放水路の上版への設置であり、漂流物の到達が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重（<math>S_s</math>）</li> <li>・常時荷重+津波荷重（動・突き上げ）</li> <li>・常時荷重+津波荷重（動・突き上げ）+余震荷重</li> </ul> <p><u>(8) SA用海水ピット開口部浸水防止蓋</u> SA用海水ピット開口部浸水防止蓋は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の波力がSA用海水ピット用取水塔及び海水引込み管を経由して、鉛直上向きに作用するため、津波荷重（動・突き上げ）を考慮する。</p>			<p>・設備の相違 【東海第二】 島根2号炉に同様の設備なし</p> <p>・設備の相違 【東海第二】 島根2号炉に同様の設備なし</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>SA用海水ピット上部開口部への設置であり、漂流物の到達が想定されないため、漂流物の衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</li> </ul> <p>(9) <u>緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋, 緊急用海水ポンプグランドドレン排水口逆止弁, 緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁</u></p> <p>緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋, 緊急用海水ポンプグランドドレン排水口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁は, その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋内の設置のため, その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は考慮しない。</p> <p>なお, 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋, 緊急用海水ポンプグランドドレン排水口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁は屋内の設置であり, 火山防護施設ではないため, 降下火砕物荷重は考慮しない。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波の波力がSA用海水ピット用取水塔, 海水引込み管, SA用海水ピット及び緊急用海水取水管を経由して受け, 鉛直上向きに作用するため, 津波荷重 (動・突き上げ) を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>緊急用海水ポンプピットの上版への設置であり, 漂流物の到達が想定されないため, 漂流物の衝突荷重は考慮しない。</p>			<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉に浸水防止蓋は設置していない。</p> <p>逆止弁については, (7)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</li> </ul> <p>(10) <u>海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋</u></p> <p>海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) については、設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり、非常用海水系配管 (戻り管), 屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため、津波荷重 (静) を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備の相違</li> </ul> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉に同様の設備なし</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>g. 水密扉 (3号炉海水熱交換器建屋補機ポンプエリア)</u> 水密扉 (3号炉海水熱交換器建屋補機ポンプエリア) の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 屋外の設備であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ①常時荷重+地震荷重 (Ss) ②常時荷重+津波荷重 (静) <u>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</u></p>	<p>(6) 水密扉</p> <p>a. <u>除じん機エリア水密扉</u> 除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、除じん機エリア水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>(a) <u>設置場所及び構造 (形状) 条件</u> 屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、<u>除じん機エリア水密扉は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の影響 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>(d) <u>余震荷重の影響</u> <u>海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・ 常時荷重+地震荷重 (S s) ・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧)</p>	<p>・対象設備の構造(形状)の違いによる考慮する荷重の相違 <b>【女川2】</b></p> <p>・考慮する荷重の相違 <b>【女川2】</b> 波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違 <b>【女川2】</b></p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(11) <u>常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉</u> 常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋内の設置のため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は考慮しない。 なお、常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉は屋内の設置であり、火山防護施設ではないため、降下火砕物荷重は考慮しない。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり、非常用海水系配管（戻り管）、屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため、津波荷重（静）を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無 津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</li> <li>・常時荷重+津波荷重（静）</li> <li>・常時荷重+津波荷重（静）+余震荷重</li> </ul>	<p><u>h. 水密扉（2号炉原子炉建屋、2号炉制御建屋）</u> 水密扉（2号炉原子炉建屋、2号炉制御建屋）の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>（a）設置場所 屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>（b）津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「津波荷重（静）」を考慮する。</p> <p>（c）漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</li> <li>②常時荷重+津波荷重（静）</li> <li>③常時荷重+津波荷重（静）+余震荷重</li> </ol>	<p><u>b. 復水器エリア水密扉</u> 復水器エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、復水器エリア水密扉の設置状況により以下のとおり整理される。</p> <p>(a) <u>設置場所及び構造（形状）条件</u> 屋内に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) <u>津波荷重等の種別</u> 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。</p> <p>(c) <u>漂流物衝突の影響</u> 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p><u>(d) 余震荷重の影響</u> 復水器エリア水密扉に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</li> <li>・常時荷重+静的荷重（静水圧）</li> <li>・常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重</li> </ul>	<p>備考</p> <p>・考慮する荷重の相違 【東海第二，女川2】 波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</p>



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>i. 浸水防止蓋 (2号炉揚水井戸, 補機冷却系トレンチ, 3号炉揚水井戸, 2号炉軽油タンクエリア)</u></p> <p>浸水防止蓋 (2号炉揚水井戸, 補機冷却系トレンチ, 3号炉揚水井戸, 2号炉軽油タンクエリア) の設計において考慮する荷重は, その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 屋外の設備であるため, 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため, 津波荷重として, 「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <p>①常時荷重+地震荷重 (Ss) ②常時荷重+津波荷重 (静) ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</p>		<p>・設備の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉に同様の設備なし</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>j. 浸水防止蓋 (3号炉熱交換器建屋補機ポンプエリア, 補機冷却海水系放水ピット)</u></p> <p>浸水防止蓋 (3号炉熱交換器建屋補機ポンプエリア, 補機冷却海水系放水ピット) の設計において考慮する荷重は, その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 屋外の設備であるため, 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり, 津波が鉛直上向きに作用する設備であるため, 「津波荷重 (動・突き上げ)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。 上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <p>①常時荷重+地震荷重 (Ss) ②常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) ③常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</p>		<p>・設備の相違 【女川2】 島根2号炉に同様の設備なし</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>k. 浸水防止壁 (2号炉海水ポンプ室補機ポンプエリア)</u>  浸水防止壁 (2号炉海水ポンプ室補機ポンプエリア) の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所  屋外の設備であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別  津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無  漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。  ①常時荷重+地震荷重 (Ss)  ②常時荷重+津波荷重 (静)  ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</p>		<p>・設備の相違  【女川2】  島根2号炉に同様の設備なし</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>n. 逆止弁付きファンネル</u></p> <p><u>逆止弁付きファンネルの設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</u></p> <p>(a) 設置場所 屋外の設備であるため、<u>風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり、<u>津波が鉛直上向きに作用する設備であるため、「津波荷重（動・突き上げ）」を考慮する。</u></p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <p>①常時荷重＋地震荷重 (Ss) ②常時荷重＋津波荷重（動・突き上げ） ③常時荷重＋津波荷重（動・突き上げ）＋余震荷重</p>	<p><u>(7) 床ドレン逆止弁</u></p> <p><u>a. 取水槽床ドレン逆止弁</u> <u>取水槽床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、取水槽床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>(a) 設置場所及び構造（形状）条件 屋外に設置するため、「積雪荷重」は考慮するが、<u>敷地地下に設置されることから、「風荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり、<u>波圧が鉛直上向きに作用する設備であるため、「動的荷重（突き上げ）」を考慮する。</u></p> <p>(c) 漂流物衝突の影響 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p><u>(d) 余震荷重の影響</u> <u>取水槽床ドレン逆止弁に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時荷重＋地震荷重 (S s)</li> <li>・ 常時荷重＋動的荷重（突き上げ）</li> <li>・ 常時荷重＋動的荷重（突き上げ）＋余震荷重</li> </ul>	<p>・考慮する荷重の相違【女川2】 波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>b. <u>タービン建物床ドレン逆止弁</u></p> <p>タービン建物床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、タービン建物床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>(a) 設置場所及び構造(形状)条件          屋内に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重等の種別          津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重(静水圧)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の影響          漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>(d) 余震荷重の影響          タービン建物床ドレン逆止弁に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時荷重+地震荷重 (S s)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重(静水圧)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重(静水圧)+余震荷重</li> </ul>	<p>・ 設備の相違</p> <p>【東海第二・女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(12) <u>海水ポンプ室貫通部止水処置, 原子炉建屋境界貫通部止水処置</u></p> <p><u>海水ポンプ室貫通部止水処置及び原子炉建屋境界貫通部止水処置は, その設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. 設置場所 <u>屋外又は屋外との境界の設置であるため, その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別 <u>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり, 循環水系配管, 非常用海水系配管 (戻り管), 屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため, 津波荷重 (静) を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の有無 <u>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため, 漂流物衝突荷重は考慮しない。</u></p>	<p>1. <u>貫通部止水処置 (防潮壁のバイパス経路となる2号炉海水ポンプ室スクリーンエリア等の防潮壁下部貫通部, 2号炉軽油タンクエリア)</u></p> <p><u>貫通部止水処置 (防潮壁のバイパス経路となる2号炉海水ポンプ室スクリーンエリア等の防潮壁下部貫通部, 2号炉軽油タンクエリア) の設計において考慮する荷重は, その設置状況により以下のとおり整理する。</u></p> <p>(a) 設置場所 <u>屋外の設備であるため, 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別 <u>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため, 津波荷重として, 「津波荷重 (静)」を考慮する。</u></p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 <u>漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</u></p>	<p>(8) <u>貫通部止水処置</u></p> <p><u>貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は, 貫通部止水処置の設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. 設置場所及び構造 (形状) 条件 <u>屋内又は屋外に設置するが, 屋内に設置する設備は, 「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。屋外に設置する設備は, 敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり, また, 積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別 <u>屋内に設置する設備は, 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが, 低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから, 「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。屋外に設置する設備は, 津波の波力の影響を受けない場所に設置する施設であるため, 津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の影響 <u>漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>d. 余震荷重の影響 <u>貫通部止水処置に対しては, 屋内に設置する設備は, 低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから, 「余震荷重」を考慮する。屋外に設置する設備は, 海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けることから, 「余震荷重」を考慮する。</u></p>	<p>・設備の設置箇所の相違 【東海第二・女川2】 設置位置の相違による記載内容の相違 島根は屋内と屋外をまとめて記載</p> <p>・考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】 波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ul> <p><u>(13) 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 貫通部止水処置</u></p> <p>常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 貫通部止水処置は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋内の設置のため、その他自然現象による荷重 (風荷重、積雪荷重等) は考慮しない。</p> <p>なお、常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 貫通部止水処置は屋内の設置であり、火山防護施設ではないため、降下火砕物荷重は考慮しない。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり、非常用海水系配管 (戻り管)、屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため、津波荷重 (静) を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ul>	<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ol> <p><u>m. 貫通部止水処置 (2号炉原子炉建屋, 2号炉制御建屋)</u></p> <p>貫通部止水処置 (2号炉原子炉建屋, 2号炉制御建屋) の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所</p> <p>屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無</p> <p>漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (静)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</li> </ol>	<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+静的荷重 (静水圧)</li> <li>・常時荷重+静的荷重 (静水圧) +余震荷重</li> </ul>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二・女川2】</p> <p>島根は屋内と屋外をまとめて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(14) 防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置</p> <p>防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置は、防潮堤の前面に設置されているため、津波の波力を直接受けると考え、津波荷重（動・波力）を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>防潮堤及び防潮扉の下部への設置となり防潮堤前面に位置するが、構造（形状）より漂流物が直接貫通部止水処置に衝突するとは考え難いことから、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重＋地震荷重（<math>S_s</math>）</li> <li>・常時荷重＋津波荷重（動・波力）</li> <li>・常時荷重＋津波荷重（動・波力）＋余震荷重</li> </ul>			<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二・女川2】</p> <p>島根は屋内と屋外をまとめて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(9) 隔離弁, ポンプ及び配管</p> <p>隔離弁, ポンプ及び配管の設計において考慮する荷重は, 隔離弁, ポンプ及び配管の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所及び構造 (形状) 条件</p> <p>屋内 (配管ダクト内) 又は屋外に設置するが, 屋内に設置するものについては, 「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。屋外に設置するものについても, 敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり, また, 積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため, 津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の影響</p> <p>漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>d. 余震荷重の影響</p> <p>海域活断層より想定される地震による津波が到達する部位については「余震荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時荷重+地震荷重 (S s)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧)</li> <li>・ 常時荷重+静的荷重 (静水圧) +余震荷重</li> </ul>	<p>・ 設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(15) <u>津波・構内監視カメラ</u> 津波・構内監視カメラは、<u>その設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. <u>設置場所</u> 屋外の設置ため、<u>その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u> 津波が遡上又は流入しない防潮堤内側に設置するため、津波荷重は考慮しない。</p> <p>c. <u>漂流物衝突の有無</u> 津波が遡上又は流入しない防潮堤内側に設置するため、<u>漂流物衝突荷重は考慮しない。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</p> <p>(16) <u>取水ピット水位計</u> 取水ピット水位計は、<u>その設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. <u>設置場所</u> 屋外の設置であるため、<u>その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u> 津波の波力が取水路を経由して、<u>鉛直上向きに作用するため、津波荷重（動・突き上げ）を考慮する。</u></p>	<p>o. <u>津波監視カメラ</u> 津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、<u>その設置状況より以下のとおり整理する。</u></p> <p><u>(a) 設置場所</u> 屋外の設備であるため、<u>風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p><u>(b) 津波荷重の種別</u> 津波の影響を受けない高所に設置するため、津波荷重は考慮不要である。</p> <p><u>(c) 漂流物衝突の有無</u> 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ① 常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</p> <p>p. <u>取水ピット水位計</u> 取水ピット水位計の設計において考慮する荷重は、<u>その設置状況により以下のとおり整理する。</u></p> <p><u>(a) 設置場所</u> 屋外の設備であるため、<u>風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p><u>(b) 津波荷重の種別</u> 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり、<u>津波が鉛直上向きに作用する設備であるため、「津波荷重（動・突き上げ）」を考慮する。</u></p>	<p>(10) <u>津波監視カメラ</u> 津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、<u>津波監視カメラの設置状況により以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. <u>設置場所及び構造（形状）条件</u> 屋外に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」を考慮する。</p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u> 津波の影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重は考慮不要である。</p> <p>c. <u>漂流物衝突の影響</u> 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重（S<sub>s</sub>）</p> <p>(11) <u>取水槽水位計</u> 取水槽水位計の設計において考慮する荷重は、<u>取水槽水位計の設置状況により以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. <u>設置場所及び構造（形状）条件</u> 屋外に設置するが、敷地地下に設置されることから、「風荷重」は考慮不要であり、積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u> 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。</p>	<p>・設備の相違 【東海第二，女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 漂流物衝突の有無  <u>取水ピットへの設置であり、漂流物の到達は想定されないため、漂流物衝突荷重を考慮しない。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・<u>常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</u></li> <li>・<u>常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</u></li> </ul> <p>(17) 潮位計  潮位計は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所  屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) については、設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別  潮位計は、取水路の取水口側に設置されているため、津波の波力を直接受けると考え、津波荷重 (動・波力) を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無  取水路内への設置であり、漂流物の到達は想定されないため、漂流物衝突荷重を考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧)</li> <li>・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +余震荷重</li> </ul>	<p>(c) 漂流物衝突の有無  漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>②常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</li> <li>③常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</li> </ol>	<p>c. 漂流物衝突の影響  漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>d. 余震荷重の影響  <u>取水槽水位計に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重+地震荷重 (S<sub>s</sub>)</li> <li>・<u>常時荷重+動的荷重 (波力)</u></li> <li>・<u>常時荷重+動的荷重 (波力) +余震荷重</u></li> </ul>	<p>・考慮する荷重の相違  【東海第二, 女川2】  波源の違いによる余震荷重の考慮有無について記載</p> <p>・設置場所及び設備の違いによる相違  【東海第二, 女川2】</p> <p>・設備の相違  【東海第二】  島根に同様な設備はない</p>



第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (1/4)

施設・設備	荷重の組合せ	常時荷重	その他自然現象による荷重*		津波荷重		地震荷重	余震荷重	積造物衝突荷重	備考
			常時	その他の自然現象による荷重*	静	動				
防潮堤及び防剛壁	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○					○		
	常時+津波(動液圧)+漂流物	○	○						○	
放水路ゲート	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
機内排水装置 逆流防止設備	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
貯留堰	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+漂流物	○	○							
取水路点検用開口部設置 水防止壁	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
海水ポンプ ドレン ドレン排出口 逆止弁	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							
取水ピット 空気抜き配管 逆止弁	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動液圧)+余震	○	○							

※その他自然現象による荷重(風荷重, 積雪荷重等)は, 設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

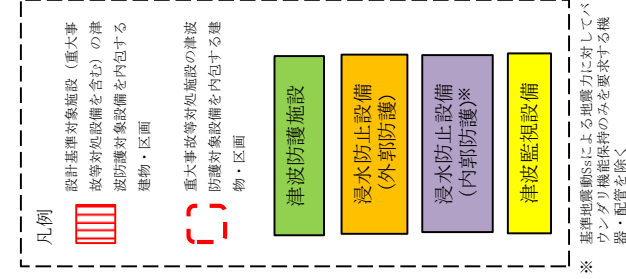
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

ここで, 第7図に津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備の位置を示し, 第2表~第5表に考慮する荷重及び荷重の組合せを示す。

第7図 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備の平面図



・設備の相違  
【東海第二】

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (2/4)

施設・設備	荷重の組合せ	常時荷重	その他の自然現象による荷重*		津波荷重		地震荷重	余震荷重	漂流物衝突荷重	備考
			土圧	自重	風荷重	積雪荷重				
放水路ゲート点検用開口部放水防止蓋	常時+地震 常時+津波(動き上げ) 常時+津波(動き上げ)+余震	○	○	○	○	○	○			
SA用ピット開口部放水防止蓋	常時+地震 常時+津波(動き上げ) 常時+津波(動き上げ)+余震	○	○	○	○	○	○			屋内の設備のため、その他の自然現象(風荷重、積雪荷重等)は考慮しない。
緊急用海水ポンプ用開口部放水防止蓋	常時+地震 常時+津波(動き上げ) 常時+津波(動き上げ)+余震	○	○	○	○	○	○			屋内の設備のため、その他の自然現象(風荷重、積雪荷重等)は考慮しない。
緊急用海水ポンプ用開口部放水防止蓋	常時+地震 常時+津波(動き上げ) 常時+津波(動き上げ)+余震	○	○	○	○	○	○			屋内の設備のため、その他の自然現象(風荷重、積雪荷重等)は考慮しない。
緊急用海水ポンプ用開口部放水防止蓋	常時+地震 常時+津波(動き上げ) 常時+津波(動き上げ)+余震	○	○	○	○	○	○			屋内の設備のため、その他の自然現象(風荷重、積雪荷重等)は考慮しない。
海水ポンプ点検口放水防止蓋	常時+地震 常時+津波(静)+余震	○	○	○	○	○	○			

※その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)は、設備の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。

第2表 津波防護施設で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	津波波源		常時		自然現象による荷重		地震荷重(Ss)	余震荷重※	津波荷重		漂流物衝突荷重	備考	
				津波波源	自重	土圧	風荷重	積雪荷重	動的(液力)			動的(土圧)	静水圧			
津波防護施設	防波壁	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○	○	○	○	○	○						
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(液力))	日本海東縁部	○	○	○	○	○	○	○					
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(液力))+漂流物衝突荷重	日本海東縁部	○	○	○	○	○	○	○		○			
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(液力))+漂流物衝突荷重+余震荷重	海城活断層 海城活断層	○	○	○	○	○	○	○		○			
防波扉	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○	○	○	○	○	○	○					防波壁通路防波扉及び1号放水通路防波扉	
		常時荷重+津波荷重(動的荷重(液力))	日本海東縁部	○	○	○	○	○	○	○						
1号炉取水槽流路縮小工	屋外(水屋部)	常時荷重+津波荷重(動的荷重(液力))	日本海東縁部	○	○	○	○	○	○	○					津波荷重は津波時の静水圧、流水圧及び流水の摩擦による推力を考慮する	
		常時荷重+津波荷重(動的荷重(液力))+余震荷重	海城活断層	○	○	○	○	○	○	○		○				

※ 余震荷重は「海城活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所で考慮する(「【参考】余震荷重の設定」を参照)

・設備の相違  
【東海第二】

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (3/4)

施設・設備	荷重の組合せ	常時荷重	その他自然現象による荷重*	津波荷重			地震荷重	余震荷重	津波物衝突荷重	備考
				静	動	波圧				
常設代替高圧電源装置用カルパト原子炉建屋副水密扉	常時+地震 常時+津波(静) 常時+津波(静)+余震	○				○				
海水ポンプ室貫通部止水処置	常時+地震 常時+津波(静) 常時+津波(静)+余震	○	○							
原子炉建屋隣接貫通部止水処置	常時+地震 常時+津波(静) 常時+津波(静)+余震	○	○							
常設代替高圧電源装置用カルパト(立坑部)貫通部止水処置	常時+地震 常時+津波(静) 常時+津波(静)+余震	○								
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置	常時+地震 常時+津波(動波圧) 常時+津波(動波圧)+余震	○								

※その他自然現象による荷重(風荷重, 積雪荷重等)は, 設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。

第3表 浸水防止設備(外郭防護)で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	津波波源	常時		自然現象による荷重		地震荷重(Ss)	余震荷重※	津波荷重			備考	
					自重	土圧	風荷重	積雪荷重			動的荷重	動的荷重(突き上げ)	静水圧		漂流物衝突荷重
浸水防止設備(外郭防護)	屋外排水路 逆止弁	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	—	○				○						
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)	日本海東縁部	○							○			
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	海域活断層	○								○		
	除じん機工JP 防水壁	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○					○					
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)	日本海東縁部	○								○		
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	海域活断層	○									○	
	除じん機工JP 水密扉	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○					○					
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)	日本海東縁部	○									○	
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	海域活断層	○										○
	床下逆止弁	屋外 (敷地地下)	常時荷重+津波荷重(動的荷重(突き上げ))	日本海東縁部	○										
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(突き上げ))+余震荷重	海域活断層	○										
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(突き上げ))+余震荷重	海域活断層	○										
貫通部止水処置	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	—	○					○						
		常時荷重+津波荷重(静的水圧)	日本海東縁部	○										○	
		常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	海域活断層	○											

※ 余震荷重は「海域活断層」から想定される地震による津波の影響を受ける箇所を考慮する(「参考」余震荷重の設定)を参照)

・設備の相違  
【東海第二】

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (4/4)

施設・設備	荷重の組合せ	その他自然現象による荷重*			津波荷重			地震荷重	余震荷重	漂流物衝突荷重	備考
		常時荷重	動	静	動	静	動				
津波・構内監視カメラ	常時+地震	○					○				
取水ビット水位計	常時+地震	○					○				
	常時+津波(動突き上げ)	○				○					
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○				○			○		
潮位計	常時+地震	○					○				

※その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。

第4表 浸水防止設備 (内郭防護) で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		自然現象による荷重		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※	津波荷重			備考	
				自重	土圧	風荷重	積雪荷重			動的荷重	動的突上げ (動的荷重)	静水圧		漂流物衝突荷重
浸水防止設備 (内郭防護)	復水器工/ 防水壁	屋内	常時荷重+地震荷重	○									低断階/ス機器の損傷による停水の溢水の影響を及ぼすことから, 静的荷重 (静水圧) 及び余震荷重を考慮する	
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)	○								○		
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)+余震荷重	○										○
			常時荷重+地震荷重	○										
	復水器工/ 水密扉	屋内	常時荷重+地震荷重	○									低断階/ス機器の損傷による停水の溢水の影響を及ぼすことから, 静的荷重 (静水圧) 及び余震荷重を考慮する	
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)	○								○		
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)+余震荷重	○										○
			常時荷重+地震荷重	○										
	床/心/ 逆止弁	屋内	常時荷重+地震荷重	○									低断階/ス機器の損傷による停水の溢水の影響を及ぼすことから, 静的荷重 (静水圧) 及び余震荷重を考慮する	
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)	○								○		
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)+余震荷重	○										○
			常時荷重+地震荷重	○										
貫通部 止水処置	屋内	常時荷重+地震荷重	○									低断階/ス機器の損傷による停水の溢水の影響を及ぼすことから, 静的荷重 (静水圧) 及び余震荷重を考慮する		
		常時荷重+静的荷重 (静水圧)	○								○			
		常時荷重+静的荷重 (静水圧)+余震荷重	○										○	
		常時荷重+地震荷重	○											
隔離弁 ボンプ及び配管	屋内 (配管/弁/内) 又は屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○											
		常時荷重+静的荷重 (静水圧)	○								○			
			常時荷重+静的荷重 (静水圧)+余震荷重	○										

※ 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する (「参考」余震荷重の設定を参照)

・設備の相違  
【東海第二】

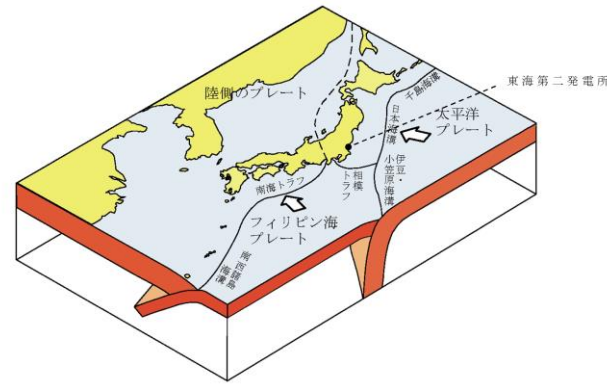
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																	
		<p style="text-align: center;"><u>第5表 津波監視設備で考慮する荷重及び荷重の組合せ</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">対象</th> <th rowspan="2">施設・設備</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th rowspan="2">荷重の組合せ</th> <th colspan="2">常時</th> <th colspan="2">自然現象による荷重</th> <th rowspan="2">地震荷重 (Ss)</th> <th rowspan="2">余震荷重 ※</th> <th colspan="3">津波荷重</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>土圧</th> <th>風荷重</th> <th>積雪荷重</th> <th>動的荷重</th> <th>静水圧</th> <th>衝突荷重</th> <th>漂流物衝突荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">津波監視設備</td> <td>津波監視カメラ</td> <td>屋外</td> <td>常時荷重+地震荷重</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>取水権水位計</td> <td>屋外 (敷地地下)</td> <td>常時荷重+地震荷重 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +余震荷重</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">※ 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所で考慮する (【参考】余震荷重の設定を参照)</p>	対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		自然現象による荷重		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※	津波荷重			備考	自重	土圧	風荷重	積雪荷重	動的荷重	静水圧	衝突荷重	漂流物衝突荷重	津波監視設備	津波監視カメラ	屋外	常時荷重+地震荷重	○	○	○	○	○						取水権水位計	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +余震荷重	○	○			○		○	○	○		<p>・設備の相違 【東海第二】</p>
対象	施設・設備	設置場所					荷重の組合せ	常時		自然現象による荷重			地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※	津波荷重			備考																																		
			自重	土圧	風荷重	積雪荷重		動的荷重	静水圧	衝突荷重	漂流物衝突荷重																																									
津波監視設備	津波監視カメラ	屋外	常時荷重+地震荷重	○	○	○	○	○																																												
	取水権水位計	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) 常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +余震荷重	○	○			○		○	○	○																																								

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

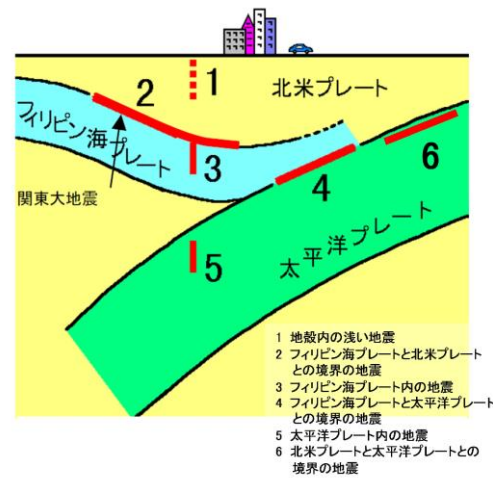
まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料22]

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 30</p> <p>耐津波設計における津波荷重と余震荷重の組み合わせについて</p> <p>30.1 規制基準における要求事項等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。</li> <li>・余震発生の可能性に応じて入力津波による荷重と余震による荷重との組み合わせを考慮すること。</li> </ul>	<p style="text-align: right;">添付資料 28</p> <p>耐津波設計における津波荷重と余震荷重の組合せについて</p> <p>1. 規制基準における要求事項等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。</li> <li>・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。</li> </ul> <p>2. <u>敷地周辺のプレートテクトニクス</u></p> <p><u>敷地周辺は、陸のプレート、太平洋プレート、フィリピン海プレートの3つのプレートが接触する場所であり、その状況について模式的に示したものを第1図に示す。関東地方においては南方からフィリピン海プレートが沈み込み、そのフィリピン海プレートは敷地のほぼ直下まで及んでいる（第2図）。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 22</p> <p>耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて</p> <p>1. 規制基準における要求事項等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。</li> <li>・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。</li> </ul>	<p>・立地地点の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>敷地周辺で複数のプレートが複雑に接触しているため、その状況について詳細に記載しているが、島根2号炉では、そのような複雑な状況にない</p>



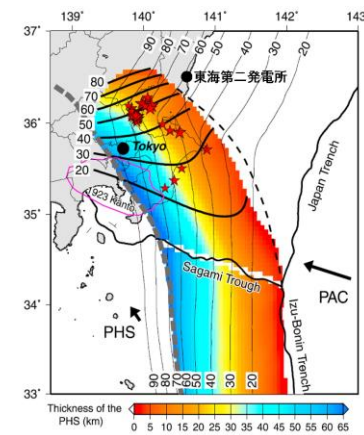


(防災科学技術研究所 HP に一部加筆)



(中央防災会議 HP に一部加筆)

第1図 敷地周辺におけるプレートの沈み込み



図中のカラーコンターはフィリピン海プレートの厚さを示している。

(Uchida et al. (2010) に一部加筆)

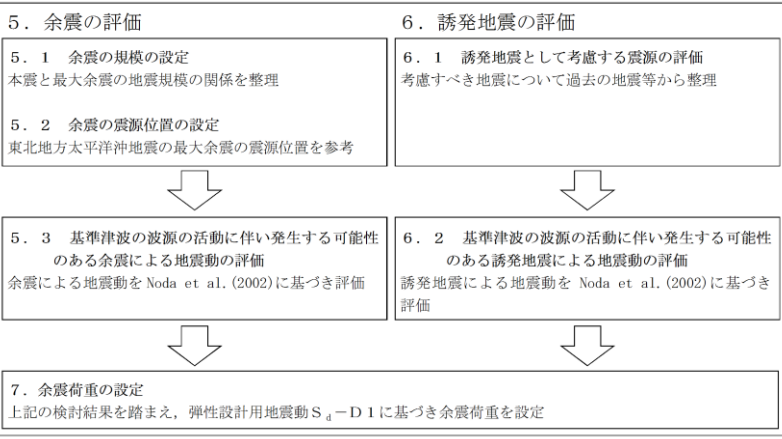
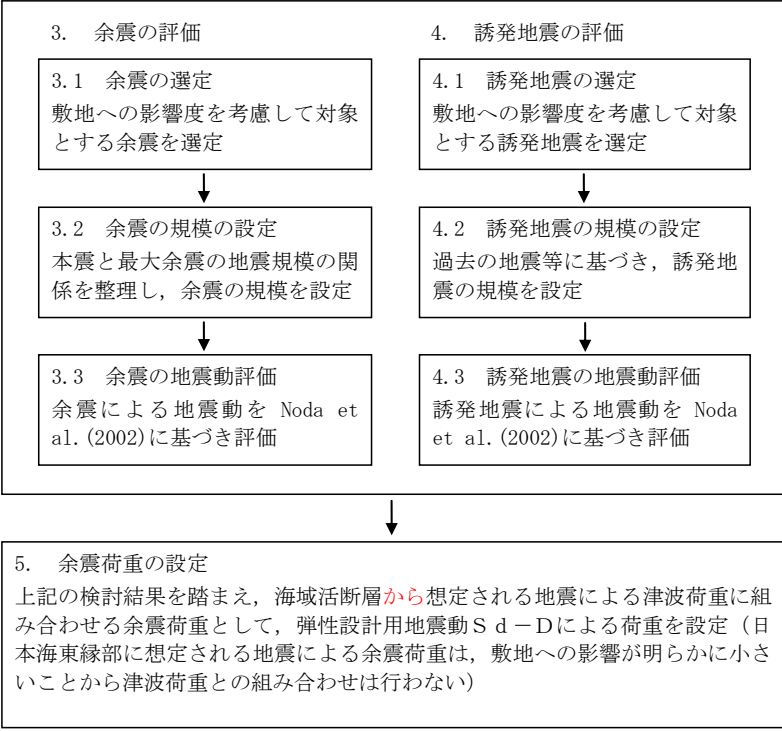
第2図 フィリピン海プレートの沈み込み

・立地地点の相違  
**【東海第二】**  
 敷地周辺で複数のプレートが複雑に接触しているため、その状況について詳細に記載しているが、島根2号炉では、そのような複雑な状況にない

・立地地点の相違  
**【東海第二】**  
 敷地周辺で複数のプレートが複雑に接触しているため、その状況について詳細に記載しているが、島根2号炉では、そのような複雑な状況にない

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="943 254 1187 285">3. 基準津波の波源</p> <p data-bbox="982 296 1715 422">津波波源は、日本海溝におけるプレート間地震に起因する波源として設定し、その規模はMw8.7である。津波波源モデルを第3図に示す。</p>  <p data-bbox="1181 1283 1472 1314">第3図 津波波源モデル</p>		<p data-bbox="2531 254 2813 464">・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉では、「3.1余震の選定」において記載</p> <p data-bbox="2531 1283 2813 1451">・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉の図2に対応</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																				
<p>30.2 検討方針</p> <p>余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理した。</p> <p>検討は以下の流れで実施した。</p>	<p>4. 検討方針</p> <p><u>東海第二発電所周辺のプレートテクトニクス的背景や基準津波と同じ地震発生様式(プレート間地震)である2011年東北地方太平洋沖地震の余震発生状況(第4図)を踏まえ、基準津波の波源の活動(本震)に伴い発生する可能性のある余震を設定し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。</u></p> <p>なお、本検討では、<u>日本地震工学会(2014)を参考に、本震の震源域とその周辺において発生する地震(アウターライズの地震及び破壊域内のスラブ内地震を含む。)</u>を余震とし、<u>この余震発生域外において、本震がトリガーとなって発生する地震を誘発地震として整理した。</u></p> <p><u>余震荷重の検討フローを第5図に示す。</u></p> <div data-bbox="964 934 1706 1354" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>2011年4月8日までの地震 (気象庁—東北震例—より)</caption> <thead> <tr> <th>発生時刻</th> <th>マグニチュード</th> <th>地震の種類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3月12日4:47</td> <td>M6.4</td> <td>プレート間地震</td> </tr> <tr> <td>4月11日17:16</td> <td>M7.1</td> <td>スラブ内地震</td> </tr> <tr> <td>3月23日7:12</td> <td>M6.0</td> <td>プレート間地震</td> </tr> <tr> <td>3月12日3:59</td> <td>M6.7</td> <td>プレート間地震</td> </tr> <tr> <td>3月15日22:31</td> <td>M6.4</td> <td>プレート間地震</td> </tr> <tr> <td>3月11日15:08</td> <td>M7.4</td> <td>プレート間地震</td> </tr> <tr> <td>4月7日23:32</td> <td>M7.2</td> <td>スラブ内地震</td> </tr> <tr> <td>3月11日14:46</td> <td>Mw9.0</td> <td>プレート間地震 (東北地方太平洋沖地震の本震)</td> </tr> <tr> <td>3月9日11:45</td> <td>M7.3</td> <td>プレート間地震</td> </tr> <tr> <td>3月11日15:25</td> <td>M7.5</td> <td>アウターライズ地震</td> </tr> <tr> <td>3月11日15:15</td> <td>M7.6</td> <td>プレート間地震 (東北地方太平洋沖地震の最大余震)</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>第4図 東北地方太平洋沖地震の余震・誘発地震の発生状況 (<u>東京大学地震研究所HPに地震発生様式を加筆</u>)</p>	発生時刻	マグニチュード	地震の種類	3月12日4:47	M6.4	プレート間地震	4月11日17:16	M7.1	スラブ内地震	3月23日7:12	M6.0	プレート間地震	3月12日3:59	M6.7	プレート間地震	3月15日22:31	M6.4	プレート間地震	3月11日15:08	M7.4	プレート間地震	4月7日23:32	M7.2	スラブ内地震	3月11日14:46	Mw9.0	プレート間地震 (東北地方太平洋沖地震の本震)	3月9日11:45	M7.3	プレート間地震	3月11日15:25	M7.5	アウターライズ地震	3月11日15:15	M7.6	プレート間地震 (東北地方太平洋沖地震の最大余震)	<p>2. 検討方針</p> <p><u>余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理し、図1の流れで検討を実施した。</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、「3. 余震の評価」及び「4. 誘発地震の評価」において、余震及び誘発地震の具体的な検討内容を記載</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、「3. 余震の評価」及び「4. 誘発地震の評価」において、余震及び誘発地震の具体的な検討内容を記載</p>
発生時刻	マグニチュード	地震の種類																																					
3月12日4:47	M6.4	プレート間地震																																					
4月11日17:16	M7.1	スラブ内地震																																					
3月23日7:12	M6.0	プレート間地震																																					
3月12日3:59	M6.7	プレート間地震																																					
3月15日22:31	M6.4	プレート間地震																																					
3月11日15:08	M7.4	プレート間地震																																					
4月7日23:32	M7.2	スラブ内地震																																					
3月11日14:46	Mw9.0	プレート間地震 (東北地方太平洋沖地震の本震)																																					
3月9日11:45	M7.3	プレート間地震																																					
3月11日15:25	M7.5	アウターライズ地震																																					
3月11日15:15	M7.6	プレート間地震 (東北地方太平洋沖地震の最大余震)																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>30.3 余震の評価</p> <p>30.3.1 余震規模の設定 本震と最大余震の地震規模の関係を整理</p> <p>30.3.2 余震による地震動と本震による地震動との比較 Noda et al. (2002)に基づき、本震と余震の応答スペクトル比を評価</p> <p>30.3.3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価 余震による地震動を Noda et al. (2002)に基づき評価</p> <p>30.4 誘発地震の評価</p> <p>30.4.1 誘発地震として考慮する震源の評価 考慮すべき地震について過去の地震等から整理</p> <p>30.4.2 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動の評価 誘発地震による地震動を Noda et al. (2002)に基づき評価</p> <p>30.5 余震荷重の設定 上記の検討結果を踏まえ、弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> に基づき余震荷重を設定</p>	 <p>5. 余震の評価</p> <p>5.1 余震の規模の設定 本震と最大余震の地震規模の関係を整理</p> <p>5.2 余震の震源位置の設定 東北地方太平洋沖地震の最大余震の震源位置を参考</p> <p>5.3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価 余震による地震動を Noda et al. (2002)に基づき評価</p> <p>6. 誘発地震の評価</p> <p>6.1 誘発地震として考慮する震源の評価 考慮すべき地震について過去の地震等から整理</p> <p>6.2 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動の評価 誘発地震による地震動を Noda et al. (2002)に基づき評価</p> <p>7. 余震荷重の設定 上記の検討結果を踏まえ、弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D1 に基づき余震荷重を設定</p>	 <p>3. 余震の評価</p> <p>3.1 余震の選定 敷地への影響度を考慮して対象とする余震を選定</p> <p>3.2 余震の規模の設定 本震と最大余震の地震規模の関係を整理し、余震の規模を設定</p> <p>3.3 余震の地震動評価 余震による地震動を Noda et al. (2002)に基づき評価</p> <p>4. 誘発地震の評価</p> <p>4.1 誘発地震の選定 敷地への影響度を考慮して対象とする誘発地震を選定</p> <p>4.2 誘発地震の規模の設定 過去の地震等に基づき、誘発地震の規模を設定</p> <p>4.3 誘発地震の地震動評価 誘発地震による地震動を Noda et al. (2002)に基づき評価</p> <p>5. 余震荷重の設定 上記の検討結果を踏まえ、海域活断層から想定される地震による津波荷重に組み合わせる余震荷重として、弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-Dによる荷重を設定（日本海東縁部に想定される地震による余震荷重は、敷地への影響が明らかに小さいことから津波荷重との組み合わせは行わない）</p>	<p>備考</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 基準津波の波源が全て敷地近傍に位置することから、全ての波源について、余震及び誘発地震を評価対象としているが、島根 2号炉では、敷地近傍だけでなく遠方にも基準津波の波源が位置することから、評価対象の余震及び誘発地震を敷地への影響度を考慮して選定</p>
<p>30.3 余震の評価</p>	<p>5. 余震の評価</p>	<p>3. 余震の評価</p> <p>3.1 余震の選定</p> <p><u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする余震を選定する。島根原子力発電所における基準津波は、図2に示す「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」及び「海域活断層から想定される地震による基準津波4」である。このうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源位置は、敷地から600km以上の距離にあり、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が明らかに小さい。一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近く、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が考えられる。</u></p> <p><u>以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う余震を選定する。</u></p>	<p>備考</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉では、基準津波の波源のうち、敷地への影響が考えられる波源の余震のみ評価対象に選定</p>

第5図 検討フロー

図1 余震荷重の検討フロー

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.3.1 余震規模の設定</p> <p>余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、基準津波の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約4時間であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が12時間以内の地震とした。<u>添付第30-1表に、対象とした地震の諸元を示す。</u></p> <p><u>同表に、敷地が位置する日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードが7.0以上の地震の諸元を併せて示す。また、検討対象とした地震の震央分布を添付第30-1図に示す。</u></p> <p>地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュードM0と最大余震のマグニチュードM1の関係から本震と余震のマグニチュードの差D1は、<u>添付第30-2図のとおり、<math>D1=M0-M1=1.4</math>として評価できる。</u></p> <p><u>同図に示す、日本海東縁部の地震の傾向は、地震調査研究推進本部の地震データにみられる関係と調和的である。</u>余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し<math>D1=0.9</math>として余震の規模を想定する。</p>	<p>5.1 余震の規模の設定</p> <p>余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部(2016)の地震データによる本震のマグニチュードM7.0以上とし、かつ、基準津波の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯が地震発生から約40分後(第6図)であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が12時間以内の地震とする。第1表に、対象とした地震の諸元を示す。また、検討対象とした地震の震央分布を第7図に示す。</p> <p>地震調査研究推進本部(2016)の地震データを整理し、本震のマグニチュードM0と最大余震のマグニチュードM1の関係から本震と余震のマグニチュードの差D1を求めると、<u>第8図の通り、<math>D1=M0-M1=1.4</math>として評価できる。</u>余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し<math>D1=0.9</math>として余震の規模を想定する。</p> <p><u>従って、余震の地震規模は<math>Mw8.7-0.9</math>より<math>M7.8</math>(<math>Mw=M</math>とする。)と設定する。</u></p>	<p>3.2 余震の規模の設定</p> <p>余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、<u>余震を考慮する基準津波4の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約10分以内であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が1時間程度以内の地震とした。</u>対象とした地震の諸元及び震央分布を表1及び図3に示す。</p> <p>地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュードM0と最大余震のマグニチュードM1の関係から本震と余震のマグニチュードの差D1は、<u>図4のとおり、<math>D1=M0-M1=1.2</math>として評価できる。</u>余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し<math>D1=0.9</math>として余震の規模を想定する。</p>	<p>・基準津波の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・最大水位変化を生起する時間帯の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・余震の相違 【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉では、敷地への影響が明らかに小さい日本海東縁部に想定される地震の余震は評価対象外</p> <p>・余震規模の設定に用いる地震データの相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・余震の相違 【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉では、敷地への影響が明らかに小さい日本海東縁部に想定される地震の余震は評価対象外</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、表2に対応</p> <p>・設定した震源諸元の相違 【東海第二】</p>



柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.3.2 余震による地震動と本震による地震動との比較</p> <p>本震と余震の応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価し、本震と余震との地震動レベルを確認する。添付第 30-3 図に M8.0 及び M7.0 の本震に対し、余震の規模を <math>D1=0.9</math> を用い評価し、Noda et al. (2002) の適用範囲の中で等価震源距離 <math>X_{eq}</math> を 25, 50, 75 及び 100km と設定し、スペクトル比を評価した結果を示す。なお、ここではスペクトル比を評価するため、内陸補正や観測記録による補正は実施していない。添付第 30-3 図によると、余震による地震動は本震による地震動に対しおよそ 0.3~0.4 倍程度となり、基準地震動 <math>S_s</math> と弾性設計用地震動 <math>S_d</math> との比 0.5 を下回ることが確認される。</p>	<p>5. 2 余震の震源位置の設定</p> <p><u>基準津波 (Mw8.7) の波源と基準地震動 <math>S_s</math> の一つとして設定した 2011 年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0) の震源は茨城県沖で重なっており、その重なっている領域において 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) の最大余震 (M7.6) が発生している。この最大余震の地震発生様式は基準津波と同じプレート間地震である。これら波源、震源等の位置関係を第 9 図に示す。</u></p> <p><u>一般に規模の大きなプレート間地震は、過去に発生した規模の大きなプレート間地震の震源域で繰返し発生する。</u></p> <p><u>また、2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動生成域も過去に発生した規模の大きなプレート間地震の発生位置と対応していることが指摘されている (例えば入倉 (2012))。従って、基準津波の波源が活動した場合の強震動生成域や規模の大きな余震の発生位置は 2011 年東北地方太平洋沖地震における茨城県沖の例と類似すると考えられる。以上のことから、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震は 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) の最大余震 (M7.6) の震源位置に設定する (第 9 図)。</u></p> <p><u>なお、茨城県沖南部から房総沖にかけては第 2 図で示したとおり、陸のプレートと太平洋プレートの間にフィリピン海プレートが潜り込んでおり、Uchida et al. (2009) によれば、この領域ではプレート間結合度が低いことが示されている。従って、第 9 図に示したフィリピン海プレートの北東端より南側において規模の大きな地震は発生しにくいと考えられる。</u></p>		<p>・設定方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>2011 年東北地方太平洋沖地震の最大余震を踏まえて余震の震源位置を設定しているが、島根 2 号炉では、基準津波 4 の波源に余震の震源位置を設定</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>本震と余震の地震動の比が、<math>S_s</math> と <math>S_d</math> の比を下回ることを確認しているが、余震と <math>S_d</math> の比較 (柏崎 6/7 では 30.3.3、島根 2 号炉では 3.3 に示す) により、余震が <math>S_d</math> を下回ることを確認できれば問題ないため、島根 2 号炉では実</p>



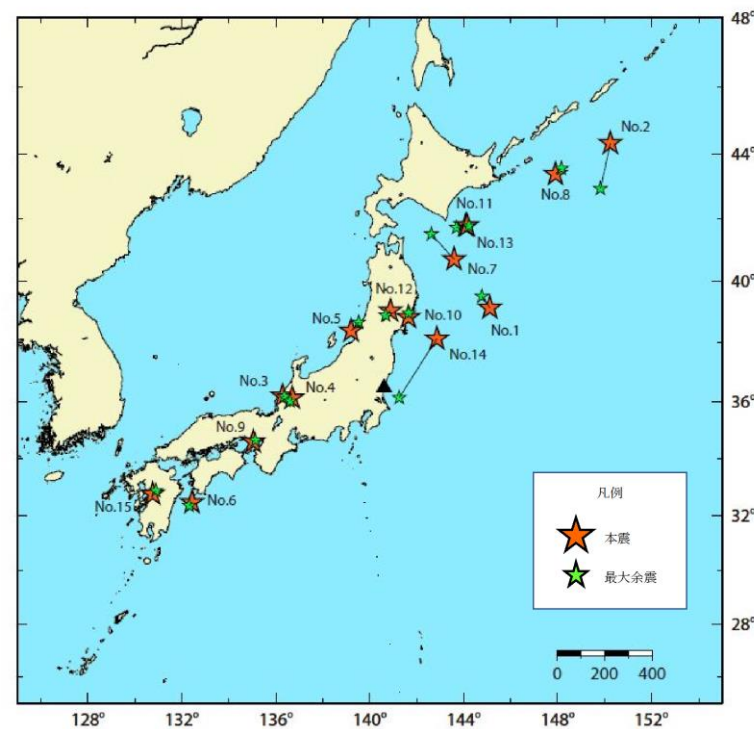
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30. 3. 3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価する。柏崎刈羽原子力発電所における基準津波の波源は、添付第 30-4 図に示す「基準津波 1 及び 2 の波源」及び「基準津波 3 の波源」である。それぞれの波源について地震動を評価するに当たり、添付第 30-2 表及び添付第 30-5 図に示す震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震規模を設定した上で、余震による応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価した。なお、評価においては、海域で発生する地震に対しては敷地における伝播特性に差が認められるため、地震波の顕著な増幅が認められる 1 号炉を含む領域を「荒浜側」と地震波の顕著な増幅が認められない 5 号炉を含む領域を「大湊側」として、添付第 30-6 図に示す観測記録に基づく補正係数をそれぞれ用いることで伝播特性を反映した。また、敷地における伝播特性の差は、敷地から南西側に位置する地震についてのみ顕著に確認されているが、敷地から北側に位置する基準津波 1 及び 2 の波源に対しても保守的に同じ補正係数を用いた。添付第 30-7 図に評価結果を示す。同図より、評価結果は、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> を下回ることが確認される。</p>	<p>5. 3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価する。余震の地震規模は「5. 1 余震の規模の設定」のとおり M7.8、震源位置は「5. 2 余震の震源位置の設定」のとおり 2011 年東北地方太平洋沖地震の最大余震発生位置とする。設定した余震の地震諸元を第 2 表に示す。上記に基づき、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動評価を Noda et al. (2002) により行う。</p> <p>評価結果を第 10 図に示す。</p> <p>同図より、評価結果は、弾性設計用地震動 <math>S_d - D_1</math> を下回ることが確認される。</p> <div data-bbox="943 1381 1685 1528" data-label="Figure"> </div> <p>第 6 図 基準津波の取水口前面位置における時刻歴波形</p>	<p>3.3 余震の地震動評価</p> <p>基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価するにあたり、表 2 及び図 5 に示す波源の諸元及び震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震の規模を設定した上で、Noda et al. (2002) により応答スペクトルを評価した。</p> <p>その評価結果と弾性設計用地震動 <math>S_d - D</math> の応答スペクトルを比較して図 6 に示す。同図より、基準津波 4 の波源の活動に伴う余震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動 <math>S_d - D</math> を下回っている。</p>	<p>施していない</p> <p>・敷地の伝播特性の相違 【柏崎 6/7】 敷地の伝播特性に特異性があるため、Noda et al. (2002) の評価において、その特異性による補正係数を用いているが、島根 2 号炉では、そのような特異性が無いいため補正係数を用いていない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2 号炉では、「3.2 余震の規模の設定」において文章により記載</p>

第1表 過去の地震における本震と最大余震の関係

No	発生年月日	震源	最大余震		
			本震 マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との 時間間隔
1	1933/3/3	昭和三陸地震	8.1	6.7	0.125日
2	1937/2/21	択捉島南東沖の地震	7.6	7.2	0日 <sup>※1</sup>
3	1948/6/28	福井地震	7.1	5.5	0.004日
4	1961/8/19	北美濃地震	7.0	5.2	0.1日
5	1964/6/16	新潟地震	7.5	6.1	0.011日
6	1968/4/1	日向灘地震	7.5	6.3	0.3日
7	1968/5/16	十勝沖地震	7.9	7.5	0.4日
8	1969/8/12	北海道東方沖の地震	7.8	6.3	0.3日
9	1995/1/17	兵庫県南部地震	7.3	5.4	0.003日
10	2003/5/26	宮城県沖	7.1	4.9	0.26日
11	2003/9/26	十勝沖地震	8.0	7.1	0.05日
12	2008/6/14	岩手・宮城内陸地震	7.2	5.7	0.025日
13	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	0.008日
14	2011/3/11	東北地方太平洋沖地震	9.0	7.6 <sup>※2</sup>	0.02日
15	2016/4/16	熊本地震	7.3	5.9	0.1日

※1：24時間以内であるが半日以内か不明

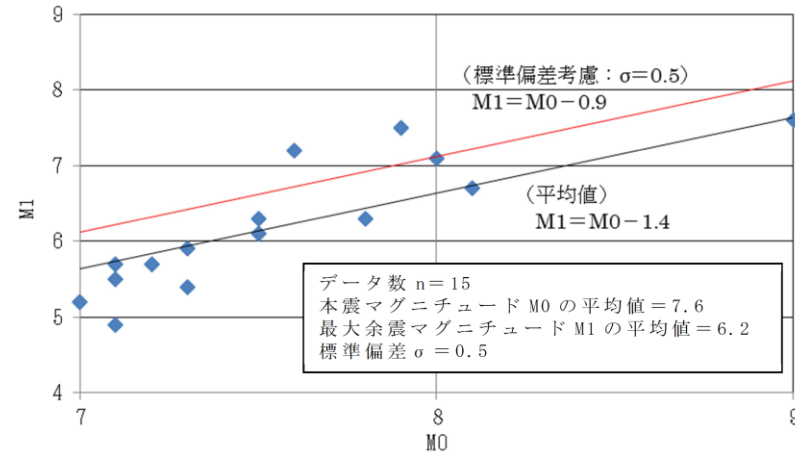
※2：気象庁による最新の震源情報を参照



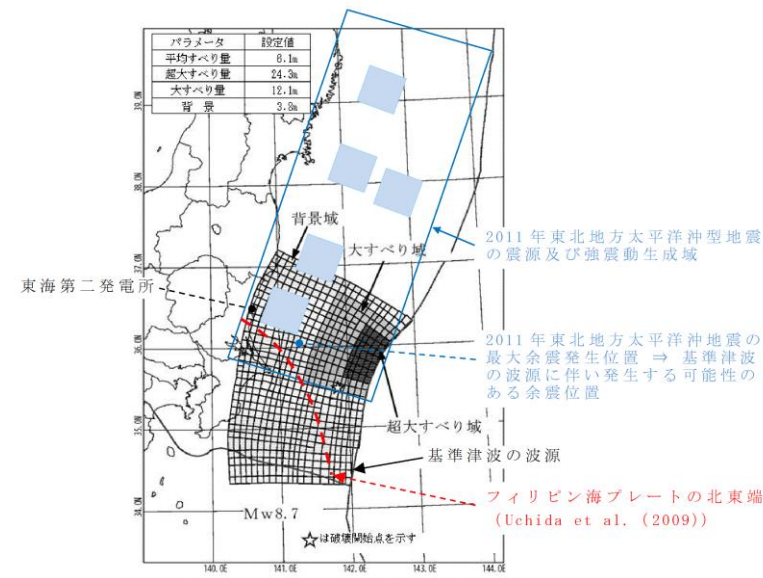
第7図 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布

・資料構成の相違  
【東海第二】  
島根2号炉の表1に対応  
・余震規模の設定に用いる地震データの相違  
【東海第二】

・資料構成の相違  
【東海第二】  
島根2号炉の図3に対応  
・余震規模の設定に用いる地震データの相違  
【東海第二】



第8図 本震と最大余震の関係 (M7.0以上)



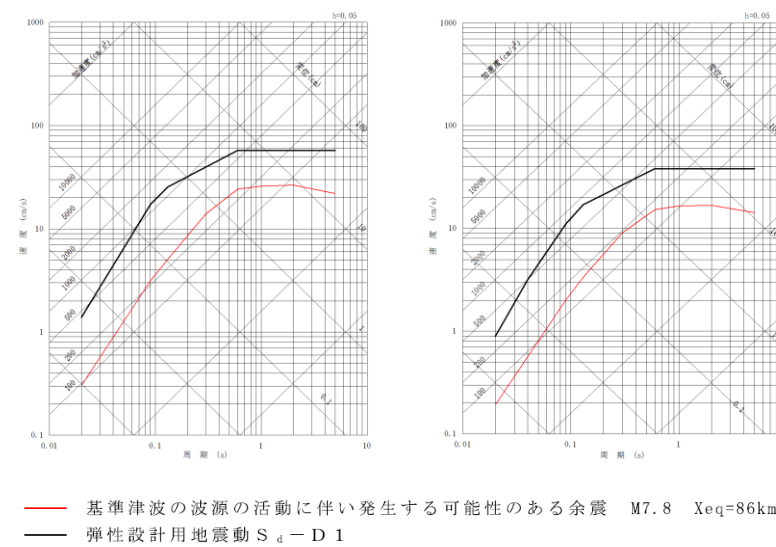
第9図 基準津波の波源と2011年東北地方太平洋沖型地震の震源及び最大余震発生位置

・資料構成の相違  
 【東海第二】  
 島根2号炉の図4に対応  
 ・余震規模の設定に用いる地震データの相違  
 【東海第二】

・資料構成の相違  
 【東海第二】  
 島根2号炉の図5に対応

第2表 設定した余震の震源諸元

項目	設定値
本震の地震規模 (Mw)	8.7
余震の地震規模 (M)	7.8
等価震源距離 (km)	86



第10図 設定した余震と弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D1 との比較  
 (左:水平動, 右:鉛直動)

・資料構成の相違  
 【東海第二】  
 島根2号炉の表2に  
 対応  
 ・設定した震源諸元の  
 相違  
 【東海第二】

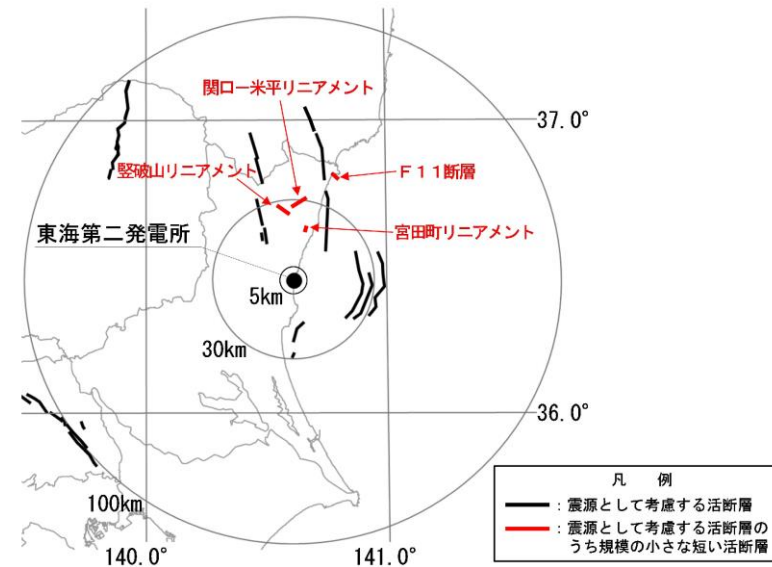
・資料構成の相違  
 【東海第二】  
 島根2号炉の図6に  
 対応

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.4 誘発地震の評価</p> <p>30.4.1 誘発地震として考慮する震源の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震として考慮する地震を選定する。</p> <p>誘発地震の地震規模を評価するに当たり、添付第30-1表中に示す2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)及び敷地が位置する日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードM7.0以上の3地震を対象に、本震発生後24時間以内に発生した地震を検討した。添付第30-8図に示すとおり、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の誘発地震は、2011年長野県北部の地震(M6.7)が本震発生から約13時間後の3月12日に発生している。</p> <p>また、日本海東縁部の地震については、余震を含めたとしてもM6.5未満の地震しか発生していない。</p>	<p>6. 誘発地震の評価</p> <p>6.1 誘発地震として考慮する震源の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震として考慮する震源を評価する。</p> <p>評価に際しては、「4. 検討方針」のとおり、基準津波と同じ地震発生様式である2011年東北地方太平洋沖地震の事例を参考に地震規模、発生位置を検討する。</p>	<p>4. 誘発地震の評価</p> <p>4.1 誘発地震の選定</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする誘発地震を選定する。</p> <p>過去に発生した誘発地震について、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)を対象に、余震活動の領域内の地震を除いた本震発生後24時間以内に発生したM6.5以上の内陸地殻内地震を確認すると、本震発生から約13時間後に長野県北部の地震(M6.7)が誘発地震として発生しており、それぞれの地震の震央位置は、図7に示すとおり約400km離れた位置関係になっている。</p> <p>図8に示す国土地理院による2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の発生後(2011年2月下旬～3月下旬)の地殻変動によると、誘発地震の長野県北部の地震(M6.7)の震央位置周辺に比べて、敷地周辺ではほとんど地殻変動は見られない。また、遠田(2011)において、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の発生後の応力変化を検討し、近畿地方の変化量は概ね0.1bar以下と小さく、地震活動に目立った変化は見られないことから、「近畿の活断層への影響はごくわずか」としており、近畿地方よりもさらに西方の敷地周辺の活断層への影響もごくわずかと考えられる。なお、日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードが7.0以上の3地震(1964年新潟地震：本震M7.5 最大余震6.1, 1983年日本海中部地震：本震M7.7 最大余震6.1, 1993年北海道南西沖地震：本震M7.8 最大余震6.0)については、余震を含めたとしてもM6.5未満の地震しか発生していない。</p> <p>基準津波のうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源は2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)より規模が小さく、その位置は図7に示すとおり敷地から600km以上の距離にあり、2011年東北地方太平洋沖地震とその誘発地震の位置関係よりも更に離れていることから、上記の地殻変動や応力変化を考慮すると、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられない。</p> <p>一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、図7に示すとおり、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近いことから、その波源の活動に伴う誘発地震が</p>	<p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、基準津波の波源のうち、敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、基準津波の波源のうち、敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定するため、誘発地震が発生したとされている2011年東北地方太平洋沖地震を対象に敷地への影響を記載</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、各基準津波の波源の誘発地震による敷地への影響について検討し、敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定</p>



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>以上より、<u>基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯においてM6.8以上の誘発地震が発生するとは考えにくい。</u>しかしながら、<u>本震発生後に規模の小さな誘発地震が発生していることを踏まえ、保守的に、添付第30-9図に示す基準地震動の評価において検討用地震と選定されなかった規模の小さな孤立した短い活断層による地震を対象とする。</u></p> <p>30.4.2 <u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震の評価</u></p> <p><u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震による地震動を評価する。評価においては、孤立した短い活断層による地震の規模を保守的にM6.8として震源モデルを設定し、誘発地震による応答スペクトルをNoda et al. (2002)により評価した。添付第30-3表に諸元を、添付第30-9図に断層の分布図をそれぞれ示す。なお、評価においては、陸域で発生する地震に対しては荒浜側と大湊側で伝播特性がおおむね等しいことから、添付第30-10図に示す補正係数を用い伝播特性を反映した。添付第30-11図に評価結果を示す。同図より、評価結果は、弾性設計用地震動S<sub>d</sub>を下回ることが確認される。</u></p>	<p>第4図に示された2011年東北地方太平洋沖地震の発生による誘発地震のうち、<u>本震発生からもっとも早く発生した誘発地震は3月12日長野県北部の地震(M6.7)であり、本震発生から13時間後である。</u></p> <p><u>一方、東海第二発電所の基準津波の到達時間は第6図に示すとおり、地震発生から約40分後である。</u></p> <p><u>このことから、基準津波の到達時間帯において規模の大きな誘発地震が発生する可能性は低いと考えられる。</u></p> <p><u>しかしながら、規模の小さな誘発地震は2011年東北地方太平洋沖地震発生直後から発生していることを踏まえ、基準地震動の評価において検討用地震の候補として考慮していた規模の小さな短い活断層による地震を保守的に考慮する。</u></p> <p>6. 2 <u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動の評価</u></p> <p><u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動を評価する。誘発地震として考慮する規模の小さな短い活断層の分布及び地震諸元をそれぞれ第11図及び第3表に示す。地震動評価はNoda et al. (2002)により行う。その際、基準地震動策定における内陸地殻内地震の評価と同様、福島県と茨城県の県境付近で発生した地震の観測記録による補正係数を考慮する。観測記録による補正係数を第12図に、評価結果を第13図に示す。</u></p> <p><u>同図より、評価結果は、弾性設計用地震動S<sub>d</sub>-D<sub>1</sub>を下回ることが確認される。</u></p>	<p><u>敷地周辺で発生することは考えられる。</u></p> <p><u>以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う誘発地震を選定する。</u></p> <p>4.2 <u>誘発地震の規模の設定</u></p> <p><u>2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では誘発地震の長野県北部の地震(M6.7)が発生したのは本震発生から約13時間後である。誘発地震を考慮する基準津波4の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯(最大でも地震発生から約10分以内)においてM6.8以上の誘発地震が発生することは考えにくい。保守的に基準地震動の評価において検討用地震に選定されなかった孤立した短い活断層による地震を対象とし、誘発地震の規模をM6.8に設定する。</u></p> <p>4.3 <u>誘発地震の地震動評価</u></p> <p><u>基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震について、表3及び図9に示す孤立した短い活断層による地震を対象にM6.8の震源モデルを設定し、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動S<sub>d</sub>-Dの応答スペクトルを比較して図10に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動S<sub>d</sub>-Dを下回っている。</u></p>	<p>・基準津波の相違 【東海第二】</p> <p>・敷地の伝播特性の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 敷地の伝播特性に特異性があるため、Noda et al. (2002)の評価において、その特異性による補正係数を用いているが、島根2号炉では、そのような特異性がないため補正係数を用いていない</p>





第 11 図 誘発地震として考慮する規模の小さな短い活断層の分布

第 3 表 設定した誘発地震の諸元

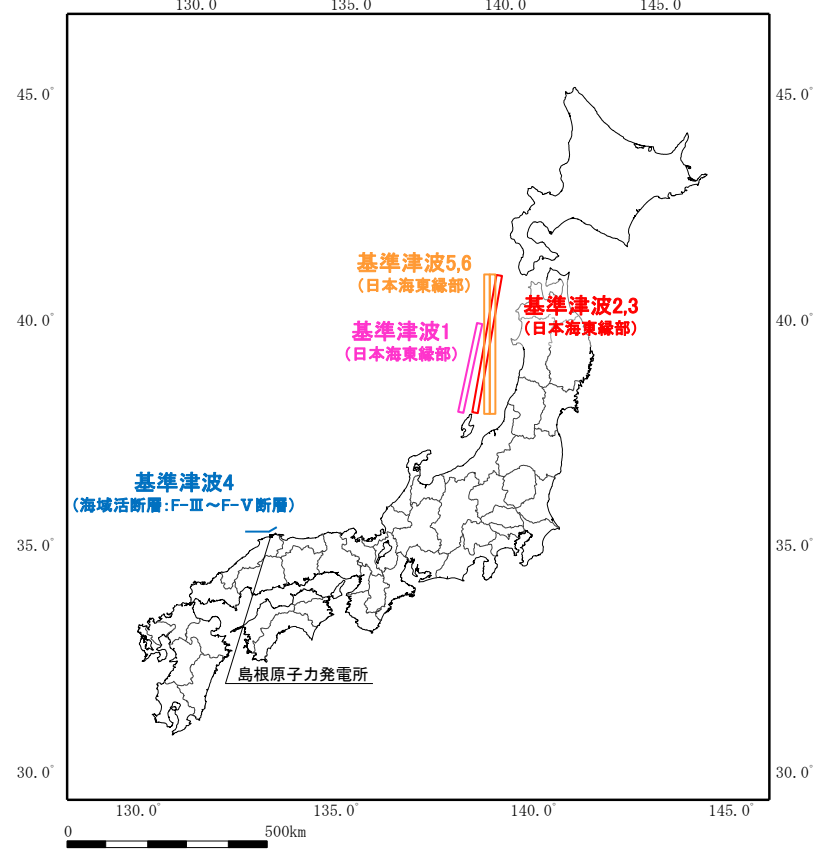
地震名	地震規模 M	等価震源距離 (km)
宮田町リニアメント	6.8	21
関口-米平リニアメント	6.8	27
堅破山リニアメント	6.8	25
F 1 1 断層	6.8	38

- ・短い活断層の地震規模は M6.8 として評価
- ・福島県と茨城県の県境付近で発生した地震の観測記録による補正係数を考慮

- ・資料構成の相違  
【東海第二】  
島根 2 号炉の図 9 に  
対応
- ・立地地点の相違  
【東海第二】
- ・資料構成の相違  
【東海第二】  
島根 2 号炉の表 3 に  
対応
- ・立地地点の相違  
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="964 289 1691 514" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1121 520 1528 598" data-label="Caption"> <p>第12図 観測記録による補正係数 (左：水平動，右：鉛直動)</p> </div> <div data-bbox="964 892 1676 1312" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1038 1501 1617 1627" data-label="Caption"> <p>第13図 規模の小さな短い活断層による地震と 弾性設計用地震動 <math>S_d-D1</math> との比較 (左：水平動，右：鉛直動)</p> </div>		<p>・敷地の伝播特性の相違 【東海第二】 敷地の伝播特性に特異性があるため，Noda et al. (2002) の評価において，その特異性による補正係数を用いているが，島根2号炉では，そのような特異性が無いいため補正係数を用いていない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉の図10に対応</p>

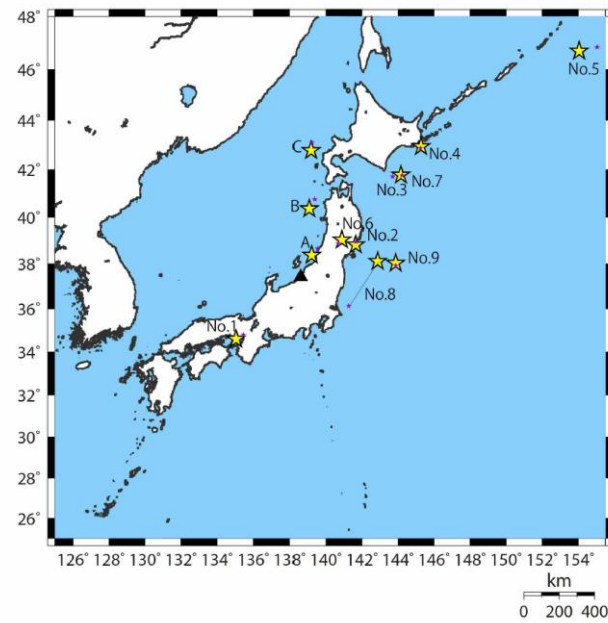
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.5 余震荷重の設定</p> <p>以上の検討結果から、<u>弾性設計用地震動 Sd は余震及び誘発地震による地震動を上回ることが確認された。弾性設計用地震動 Sd のうち、Sd-1 は全ての周期帯において、余震及び誘発地震による地震動を十分に上回ることから、保守的に Sd-1 による荷重を津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。</u></p> <p>【参考文献】</p> <p>Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct. 16-18, Istanbul</p> <p><u>大竹政和, 平朝彦, 太田陽子編 (2002) : 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会</u></p>	<p>7. 余震荷重の設定</p> <p>以上の検討結果から、<u>弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D1 を津波荷重に組み合わせる余震荷重として考慮する。</u></p> <p>8. 参考文献</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>日本地震工学会 (2014) : 東日本大震災合同調査報告, 共通編 1, 地震・地震動</u></li> <li>・ <u>地震調査研究推進本部 (2016) : 大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方, 平成 28 年 8 月 19 日</u></li> <li>・ <u>入倉孝次郎 (2012) : 海溝型巨大地震の強震動予測のための震源モデルの構築, 第 40 回地盤震動シンポジウム</u></li> <li>・ <u>Naoki Uchida, Junichi Nakajima, Akira Hasegawa, Toru Matsuzawa (2009) : What controls interplate coupling? : Evidence for abrupt change in coupling across a border between two overlying plates in the NE Japan subduction zone, Earth and Planetary Science Letters 283, 111-121</u></li> <li>・ <u>Shizuo Noda, Kazuhiko Yashiro, Katsuya Takahashi, Masayuki Takemura, Susumu Ohno, Masanobu Tohdo, Takahide Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct. 16-18, Istanbul</u></li> </ul>	<p>5. 余震荷重の設定</p> <p>以上の検討結果から、<u>基準津波 1, 2, 3, 5 及び 6 の波源である「日本海東縁部に想定される地震」については、その余震及び誘発地震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重に組み合わせる余震荷重を設定しない。また、基準津波 4 の波源である「海域活断層から想定される地震」については、その余震及び誘発地震の地震動評価結果を、全ての周期帯において弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D が十分に上回ることから、保守的に S<sub>d</sub>-D による荷重を海域活断層から想定される地震による津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。</u></p> <p>【参考文献】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations Between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct. 16-18 Istanbul, pp. 399-408</u></li> <li>・ <u>地震調査研究推進本部 (2016) : 大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方, 平成 28 年 8 月 19 日</u></li> <li>・ <u>国土地理院 (2011) : 平成 23 年 3 月の地殻変動について</u></li> <li>・ <u>遠田晋次 (2011) : 東北地方太平洋沖地震にともなう静的応力変化, <a href="http://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/events/110311tohoku/toda/index.html">http://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/events/110311tohoku/toda/index.html</a></u></li> <li>・ <u>活断層研究会編 (1991) : [新編] 日本の活断層分布図と資料, 東京大学出版会</u></li> </ul>	<p>・ 評価方針の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>島根 2号炉では、敷地への影響が明らかに小さい波源の余震及び誘発地震は評価対象外</p> <p>・ 評価方針の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>評価方針の相違による参考文献の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1863 1192 2368 1228"><u>図2 島根原子力発電所と基準津波の波源</u></p>	<p data-bbox="2531 1192 2798 1407">           ・資料構成の相違  <b>【柏崎 6/7, 東海第二】</b>            柏崎 6/7 の添付第            30-4 図, 東海第二の第 3            図に対応         </p>

添付第30-1表 過去の地震における本震と最大余震の関係

No	発生年月日	震源	マグニチュード		時間差
			本震 M0	最大余震 M1	
1	1995.1.17	淡路島	7.3	5.4	1:52
2	2003.5.26	宮城県沖	7.1 <sup>※1</sup>	4.9	6:20
3	2003.9.26	十勝沖	8.0	7.1	1:18
4	2004.11.29	釧路沖	7.1	6.0	0:04
5	2006.11.15	千島列島東方	7.9	6.7 <sup>※1</sup>	1:12
6	2008.6.14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	0:37
7	2008.9.11	十勝沖	7.1	5.7	0:12
8	2011.3.11	東日本太平洋沖地震	9.0	7.6 <sup>※1</sup>	0:29
9	2012.12.7	三陸沖	7.3	6.6	0:13
A <sup>※2</sup>	1964.6.16	新潟地震	7.5	6.1	0:16
B <sup>※2</sup>	1983.5.26	日本海中部地震	7.7	6.1	0:57
C <sup>※2</sup>	1993.7.12	北海道南西沖地震	7.8	6.0	1:28

※1：気象庁による最新の震源情報を参照、※2：日本海東縁部の地震



添付第30-1図 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布  
本震 (★) と最大余震 (★)

表1 過去の地震における本震と最大余震の関係 (M7.0以上)

No.	発生年月日	震源	本震		最大余震	
			マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との時間間隔	
1	2003/9/26	十勝沖	8.0	7.1	1:18	
2	2004/11/29	釧路沖	7.1	6.0	0:04	
3	2006/11/15	千島列島東方	7.9	6.7 <sup>※1</sup>	1:12	
4	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	0:37	
5	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	0:12	
6	2011/3/11	東北地方太平洋沖地震	9.0	7.6 <sup>※1</sup>	0:29	
7	2012/12/7	三陸沖	7.3	6.6	0:13	
8	2016/4/16	熊本地震	7.3	5.9	0:21	

※1：気象庁による最新の震源情報を参照

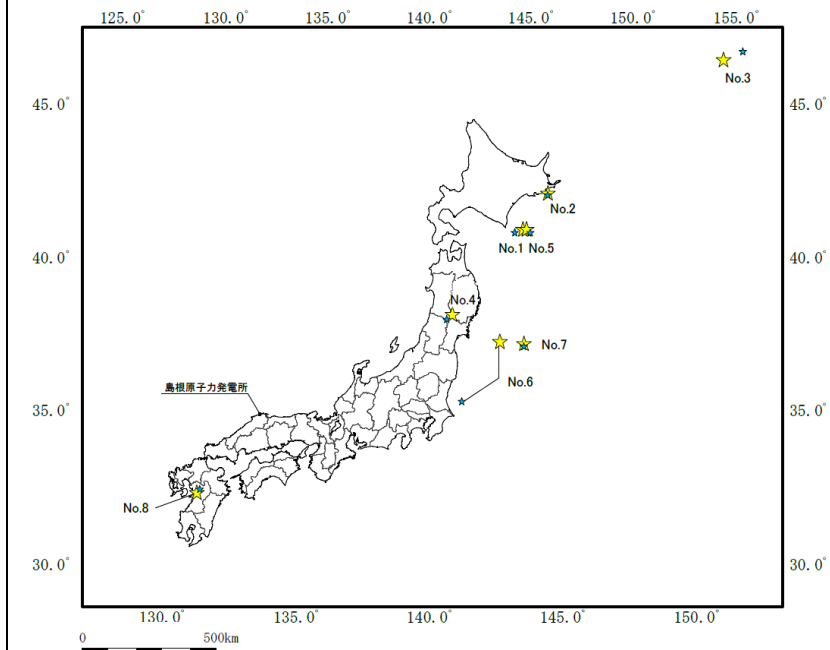


図3 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布  
[本震 (★), 余震 (★)]

・資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第1表に対応  
・余震規模の設定に用いる地震データの相違  
【柏崎6/7, 東海第二】

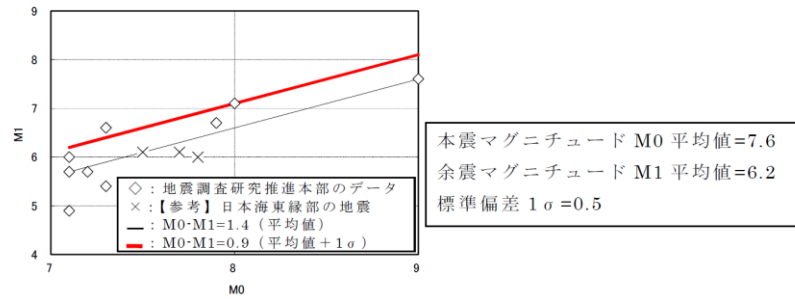
・資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第7図に対応  
・余震規模の設定に用いる地震データの相違  
【柏崎6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

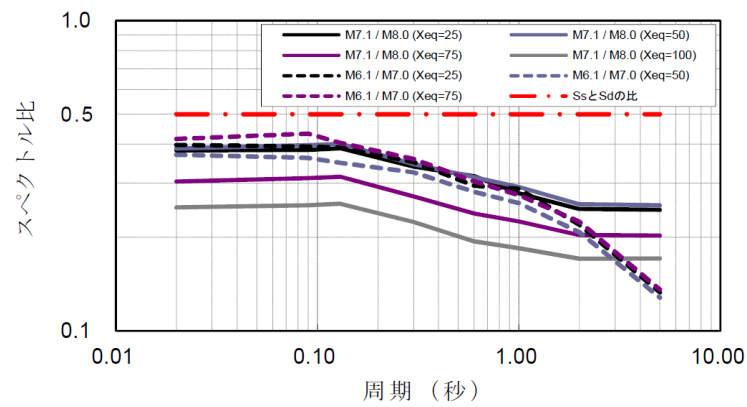
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 30-2 図 本震と余震の地震規模の関係



添付第 30-3 図 本震と余震のスペクトル比

(本震を M8.0 及び M7.0 とし、それぞれの余震を M7.1 及び M6.1 と評価した場合について、Noda et al. (2002) に基づきスペクトル比を評価)

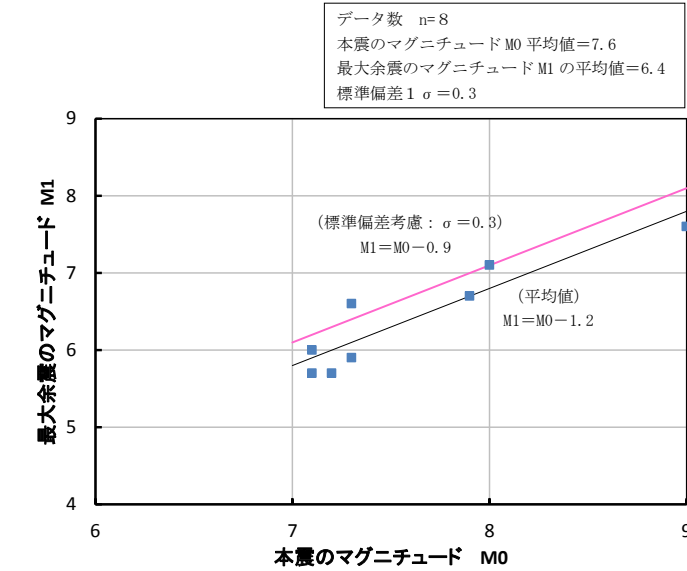


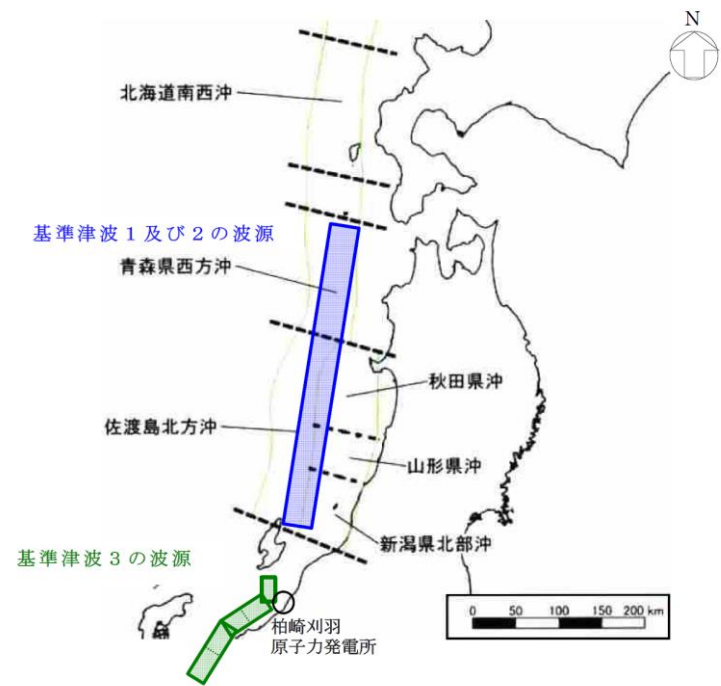
図 4 本震と最大余震の地震規模の関係 (M7.0 以上)

・資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第 8 図に対応  
・余震規模の設定に用いる地震データの相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】

・評価方針の相違  
【柏崎 6/7】  
本震と余震の地震動の比が、Ss と Sd の比を下回ることを確認しているが、余震と Sd の比較 (柏崎 6/7 では 30.3.3, 島根 2号炉では 3.3 に示す) により、余震が Sd を下回ることを確認できれば問題ないため、島根 2号炉では実施していない



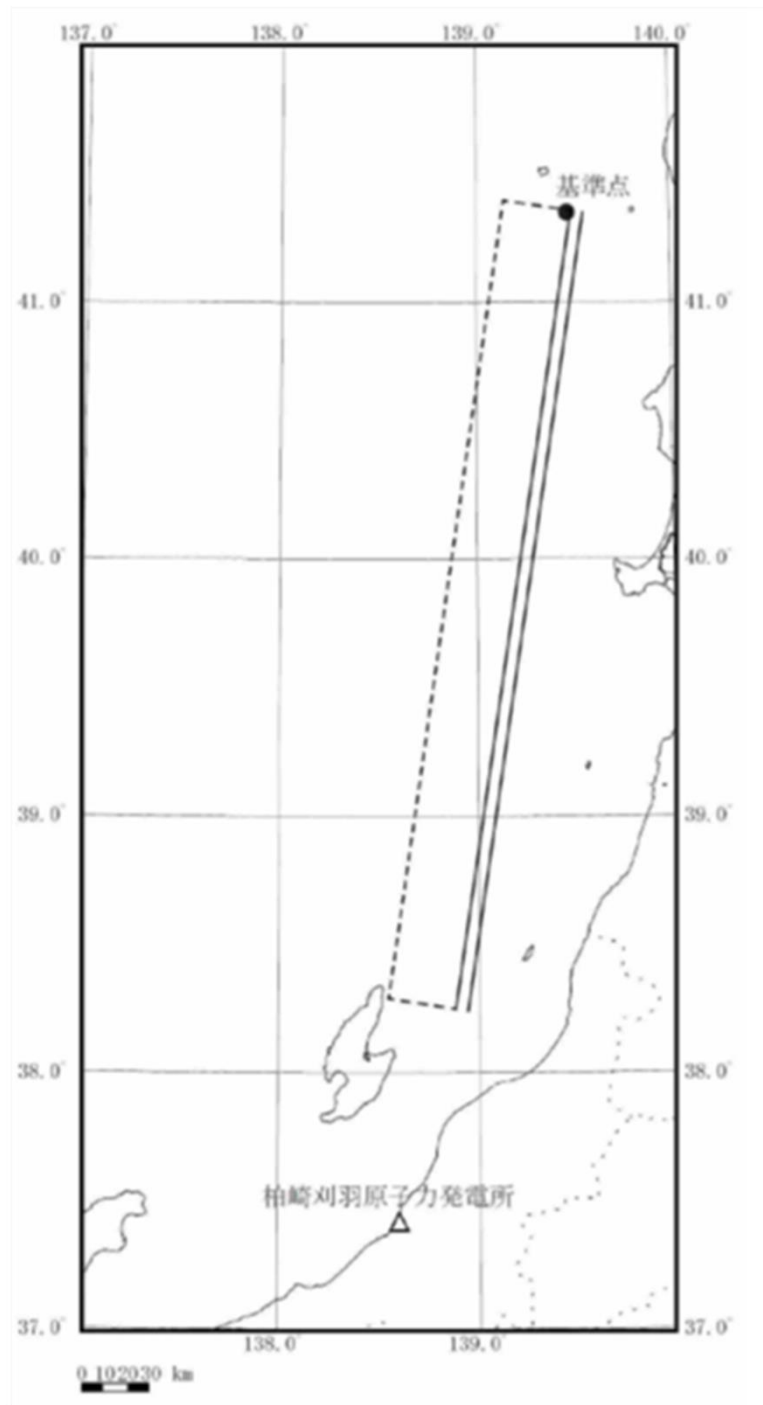
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
-------------------------------------	-------------------------	--------------	----



添付第 30-4 図 基準津波の波源

・資料構成の相違  
**【柏崎 6/7】**  
 島根 2号炉の図 2 に  
 対応

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考								
		<p style="text-align: center;">表2 設定した余震の震源諸元</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>本震のマグニチュード</td> <td>7.6</td> </tr> <tr> <td>余震のマグニチュード<sup>※1</sup></td> <td>6.7</td> </tr> <tr> <td>等価震源距離<sup>※2</sup> (km)</td> <td>17.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：本震と余震のマグニチュードの差D1を0.9として、余震のマグニチュードを評価  ※2：図5に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002) に基づき等価震源距離を評価</p>	項目	設定値	本震のマグニチュード	7.6	余震のマグニチュード <sup>※1</sup>	6.7	等価震源距離 <sup>※2</sup> (km)	17.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料構成の相違</li> <li>【柏崎6/7, 東海第二】 柏崎6/7の添付第30-2表, 東海第二の第2表に対応</li> <li>・設定した震源諸元の相違</li> <li>【柏崎6/7, 東海第二】</li> </ul>
項目	設定値										
本震のマグニチュード	7.6										
余震のマグニチュード <sup>※1</sup>	6.7										
等価震源距離 <sup>※2</sup> (km)	17.3										



添付第 30-5 図 (a) 基準津波 1 及び 2 の波源に対する震源モデル

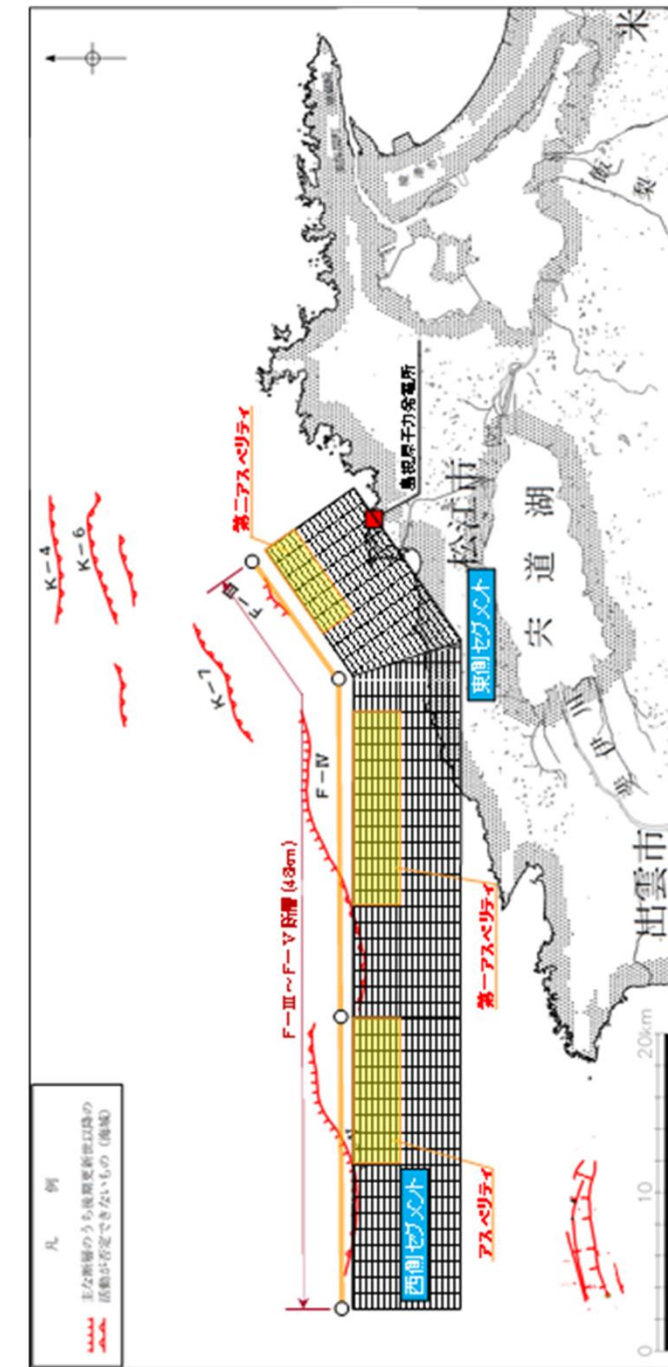


図 5 基準津波 4 の波源に対する震源モデル

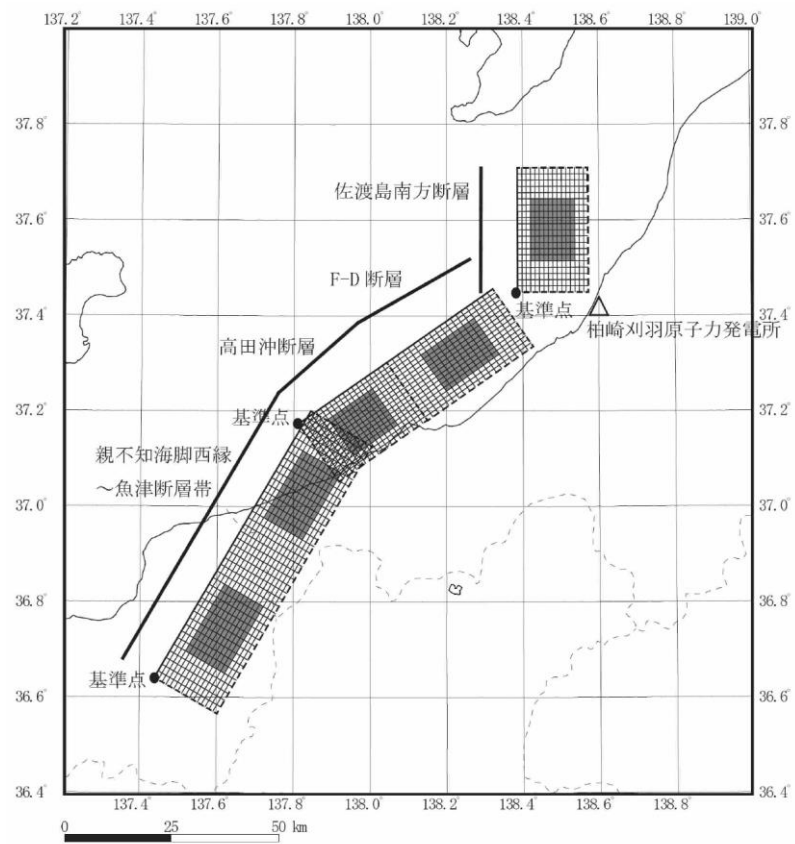
・資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第 9 図に  
対応

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

東海第二発電所 (2018.9.12版)

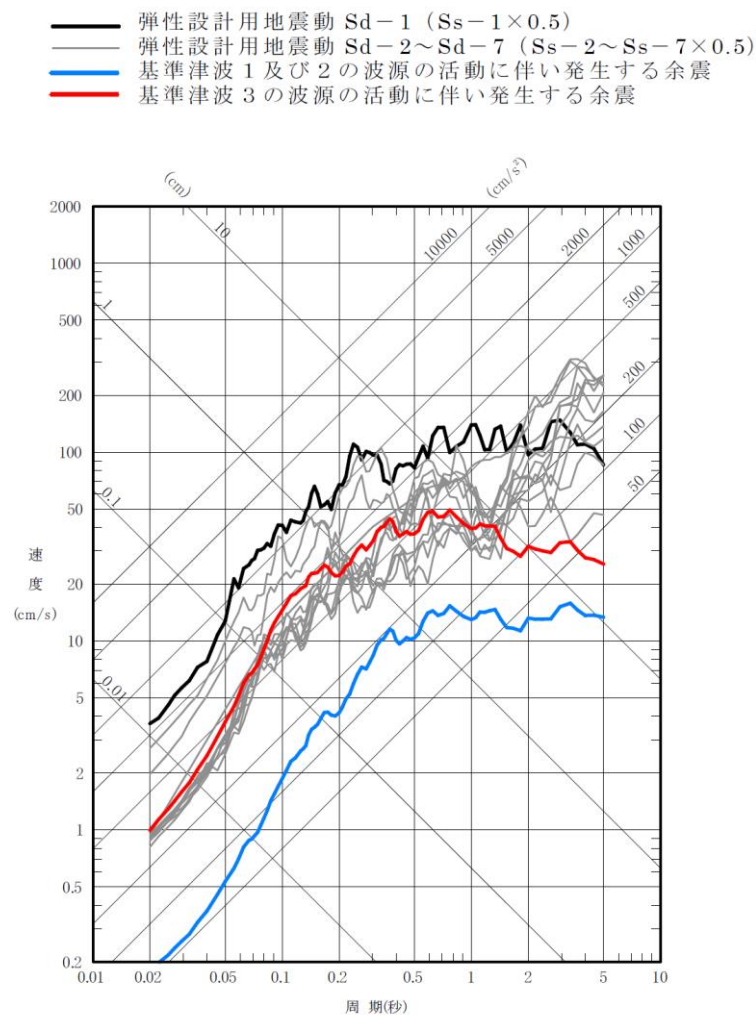
島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 30-5 図 (b) 基準津波 3 の波源に対する震源モデル





添付第 30-7 図 (a) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (荒浜側)

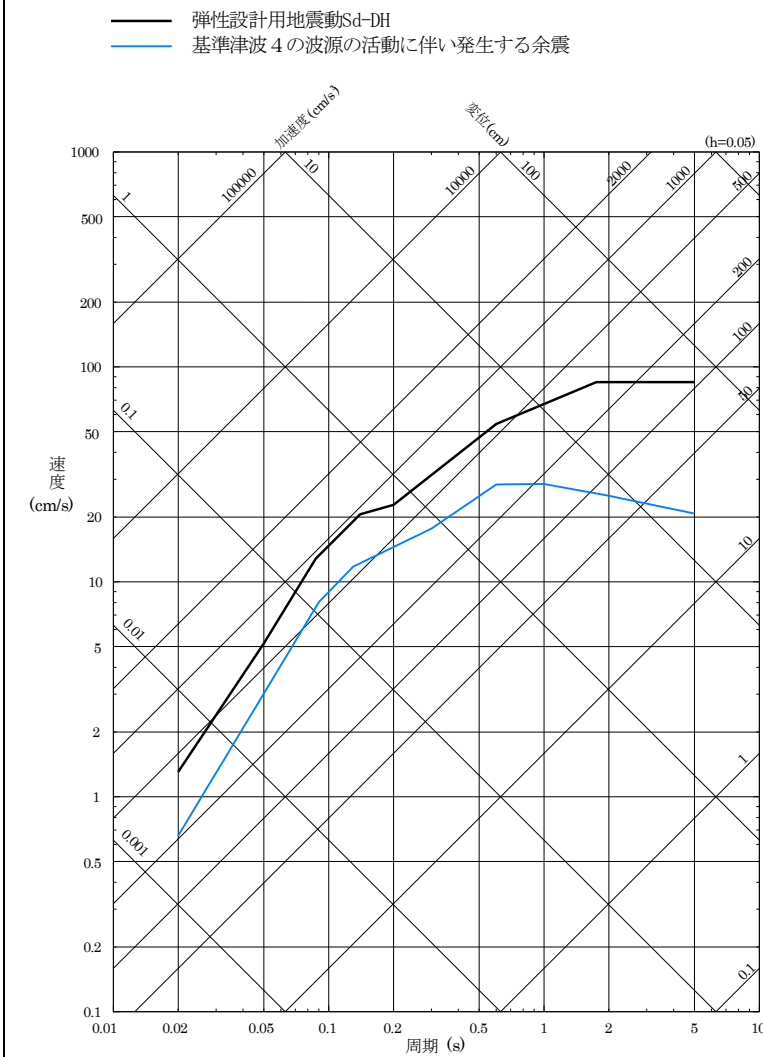


図 6 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

・資料構成の相違  
 【東海第二】  
 東海第二の第 10 図に  
 対応



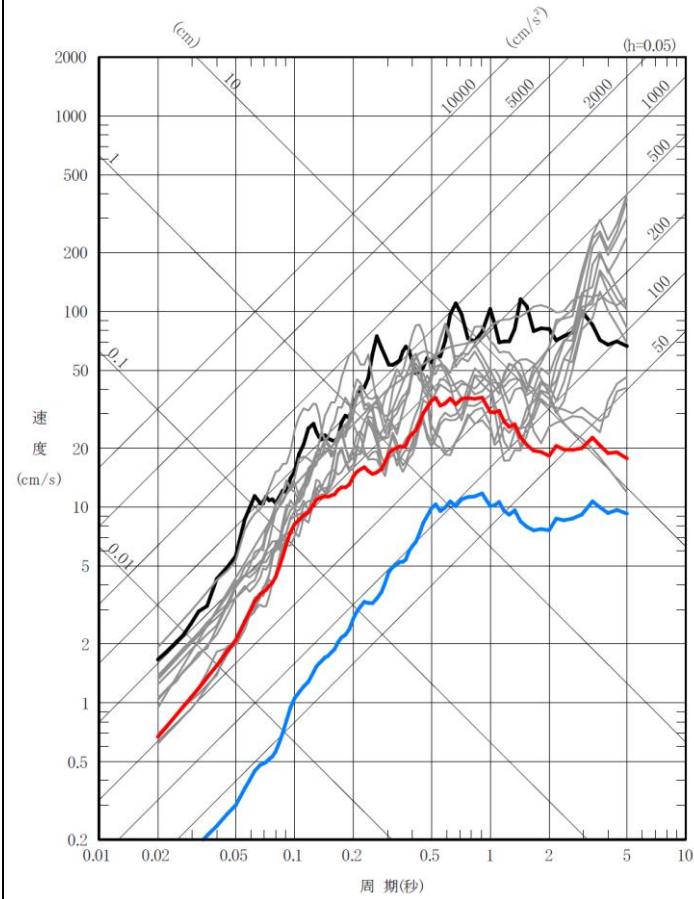
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

- 弾性設計用地震動 Sd-1 ( $S_s-1 \times 0.5$ )
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-8 ( $S_s-2 \sim S_s-8 \times 0.5$ )
- 基準津波 1 及び 2 の波源の活動に伴い発生する余震
- 基準津波 3 の波源の活動に伴い発生する余震



添付第 30-7 図 (b) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (大湊側)

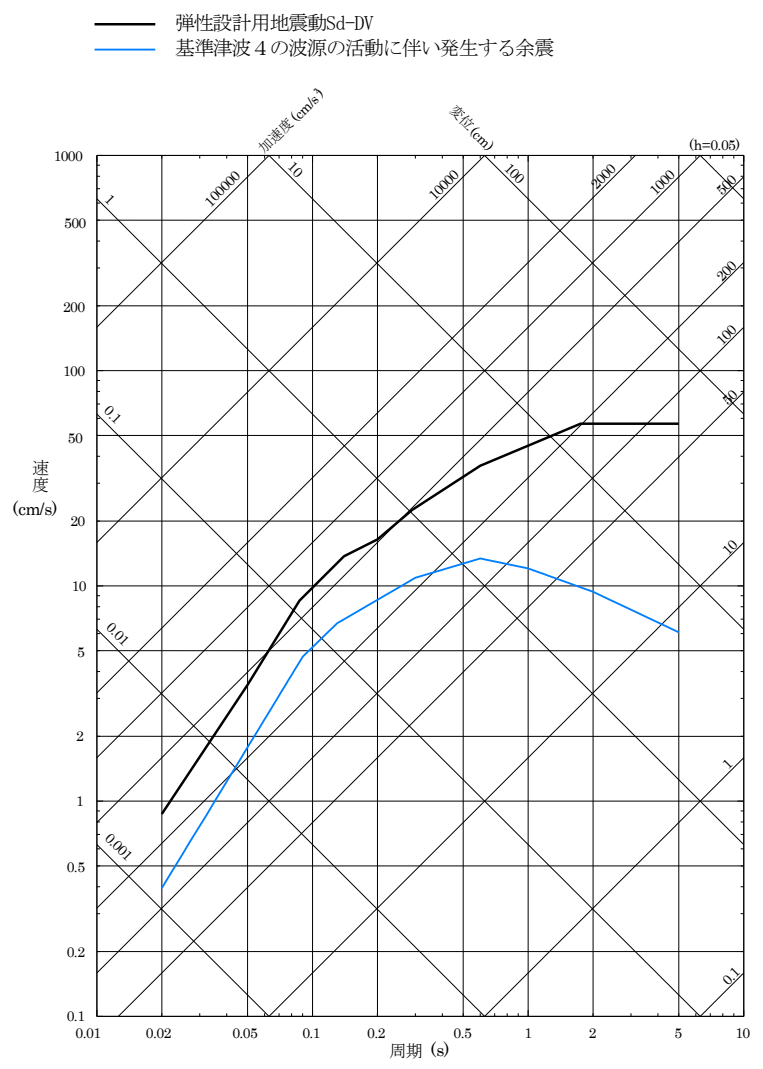
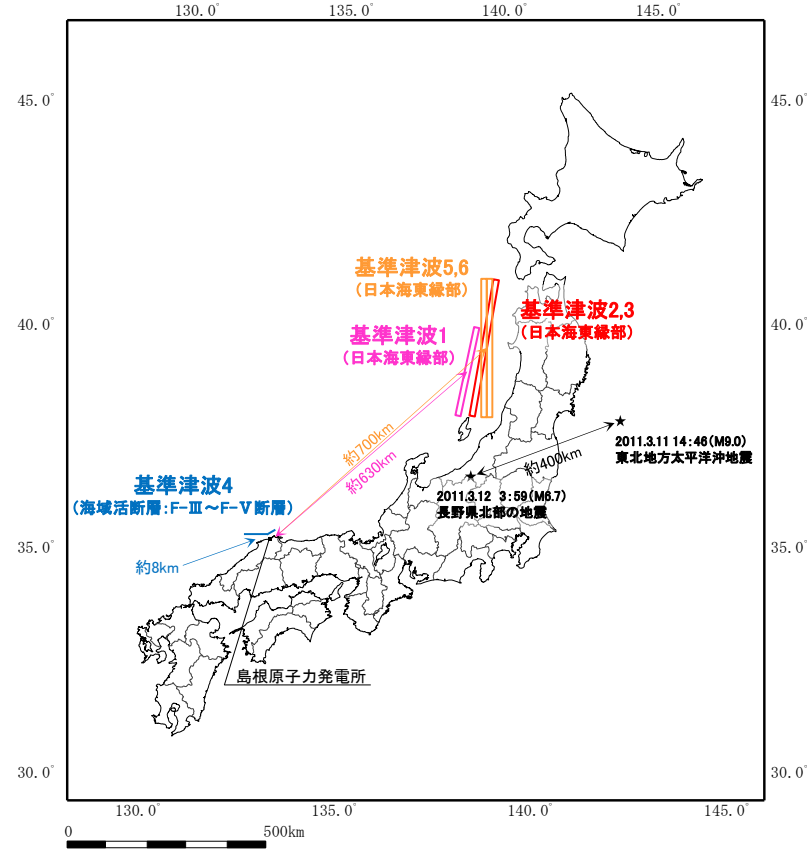
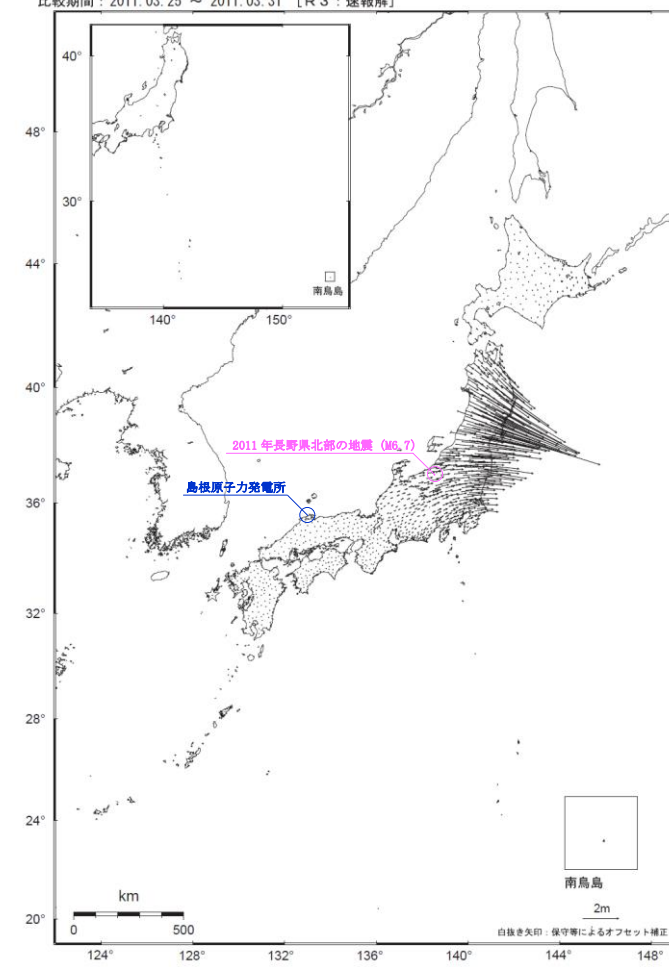
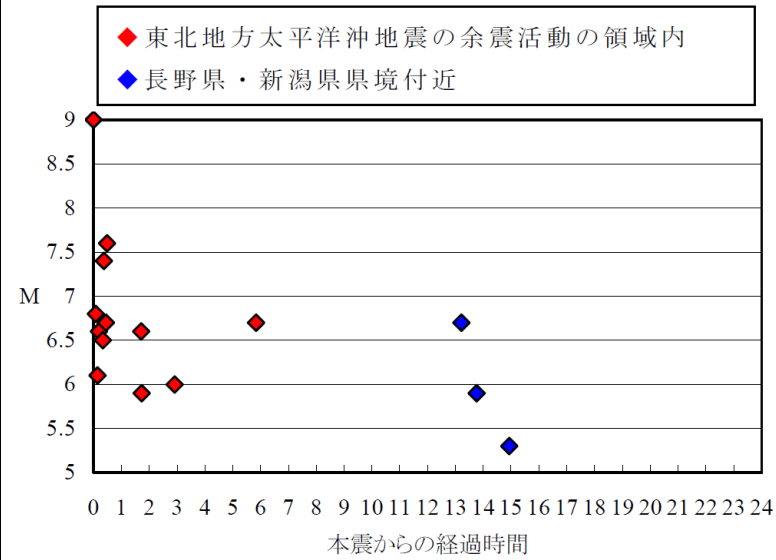
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1765 325 2255 388"> <span style="color: black;">—</span> 弾性設計用地震動Sd-DV  <span style="color: blue;">—</span> 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震 </p> <p data-bbox="1736 451 2448 1323"> 速度 (cm/s)  周期 (s)  加速度 (cm/s<sup>2</sup>)  変位 (cm)  (h=0.05) </p>	<p data-bbox="2537 1375 2745 1407">・資料構成の相違</p> <p data-bbox="2537 1417 2686 1449"><b>【東海第二】</b></p> <p data-bbox="2537 1459 2804 1543">東海第二の第10図に対応</p> <p data-bbox="2537 1554 2745 1585">・資料構成の相違</p> <p data-bbox="2537 1596 2686 1627"><b>【柏崎6/7】</b></p> <p data-bbox="2537 1638 2804 1722">島根2号炉では、鉛直方向も比較</p>

図6(2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較(鉛直方向)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>図7 2011年東北地方太平洋沖地震と2011年長野県北部の地震の震源位置及び島根原子力発電所と基準津波の波源の位置関係</p>	<p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では, 基準津波の波源のうち, 敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定するため, 誘発地震が発生したとされている2011年東北地方太平洋沖地震を対象に敷地への影響を検討</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: center;">全国の地殻変動(水平) - 1ヶ月 -</p> <p>基準期間: 2011.02.22 ~ 2011.02.28 [F3: 最終解]  比較期間: 2011.03.25 ~ 2011.03.31 [R3: 速報解]</p>  <p>図8 2011年2月下旬から2011年3月下旬の1ヶ月間の地殻変動</p>	<p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、基準津波の波源のうち、敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定するため、誘発地震が発生したとされている2011年東北地方太平洋沖地震を対象に敷地への影響を検討</p>



添付第 30-8 図 東北地方太平洋沖地震発生後 24 時間 震度 5 弱  
以上を観測した地震

添付第 30-3 表 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	地震規模 <sup>※1</sup>	等価震源距離 Xeq (km)	
			荒浜側	大湊側
①	悠久山断層	6.8	27	26
②	半蔵金付近のリニアメント	6.8	25	25
③	柏崎平野南東縁のリニアメント	6.8	15	16
④	山本山断層	6.8	21	21
⑤	水上断層	6.8	15	16
⑥	上米山断層	6.8	17	18
⑦	雁海断層	6.8	17	18

※1: 地表付近の断層長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる孤立した短い活断層については、保守的にM6.8を考慮する。

表 3 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq (km)
1	た と 田の戸断層	6.8	16.0
2	おおふなやまひがし 大船山東断層	6.8	16.1
3	ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	6.8	26.2
4	ひがしきまち しんたばた 東来待-新田畑断層	6.8	20.2
5	やない 柳井断層	6.8	18.3
6	みとやきた 三刀屋北断層	6.8	32.1
7	はんば いしはら 半場-石原断層	6.8	25.7
8	ふべ 布部断層	6.8	32.1
9	ひがしいんべ 東忌部断層	6.8	17.3
10	きんのうじ 山王寺断層	6.8	22.2
11	おおい 大井断層	6.8	16.0

・資料構成の相違  
【柏崎 6/7】  
島根 2 号炉では、「4.1 誘発地震の選定」において文章により記載

・資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第 3 表に対応

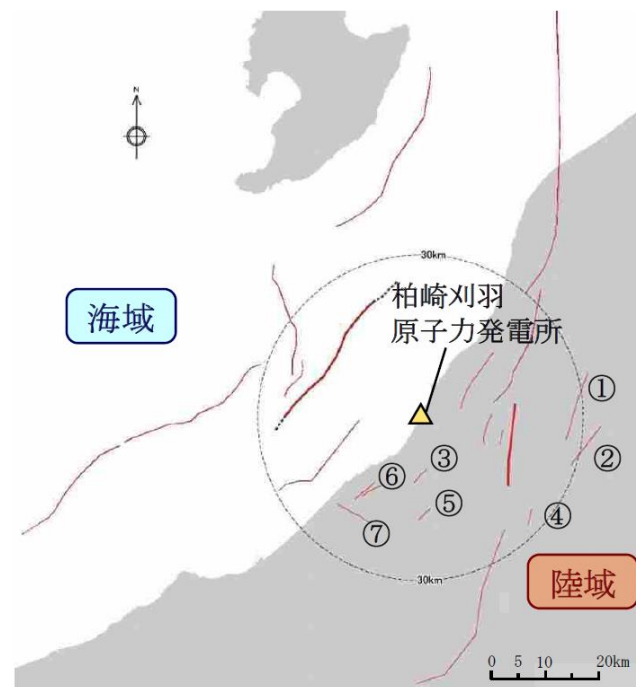
・立地地点の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

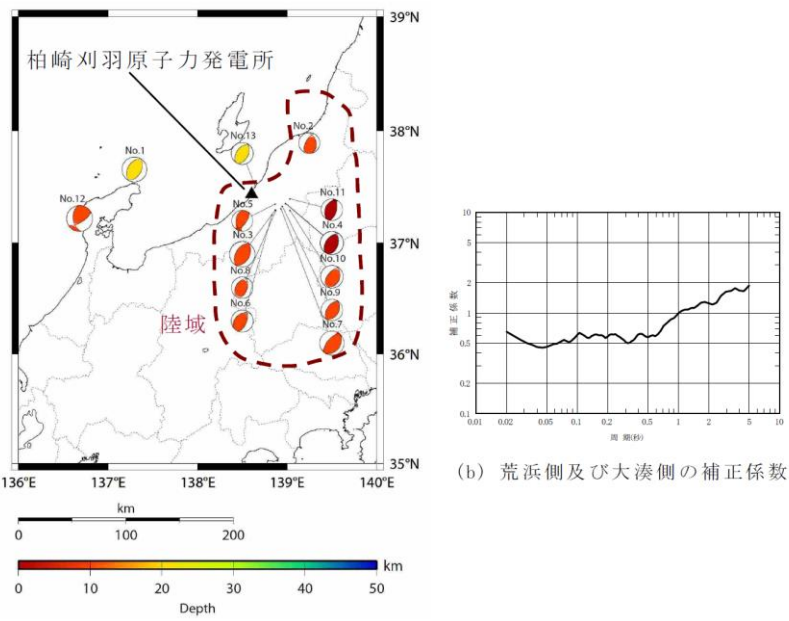
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 30-9 図 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布



添付第 30-10 図 陸域の活断層による地震の評価に用いる観測記録に基づく補正係数

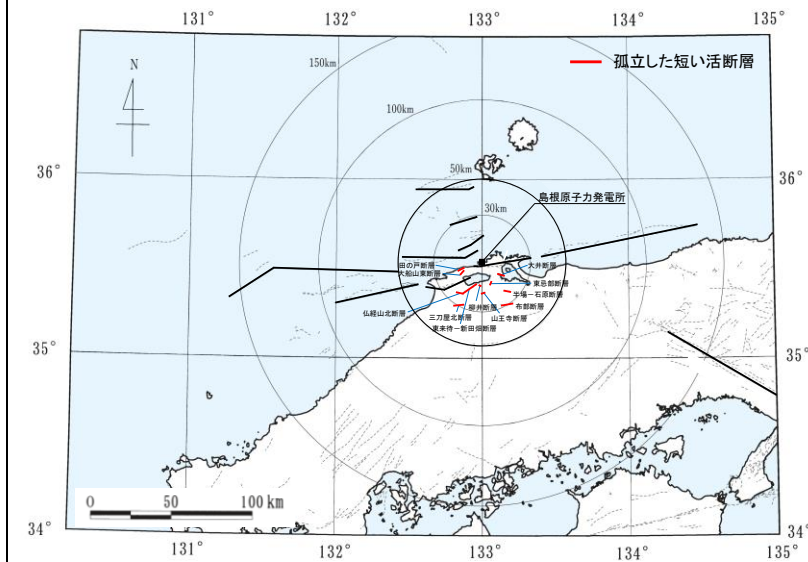
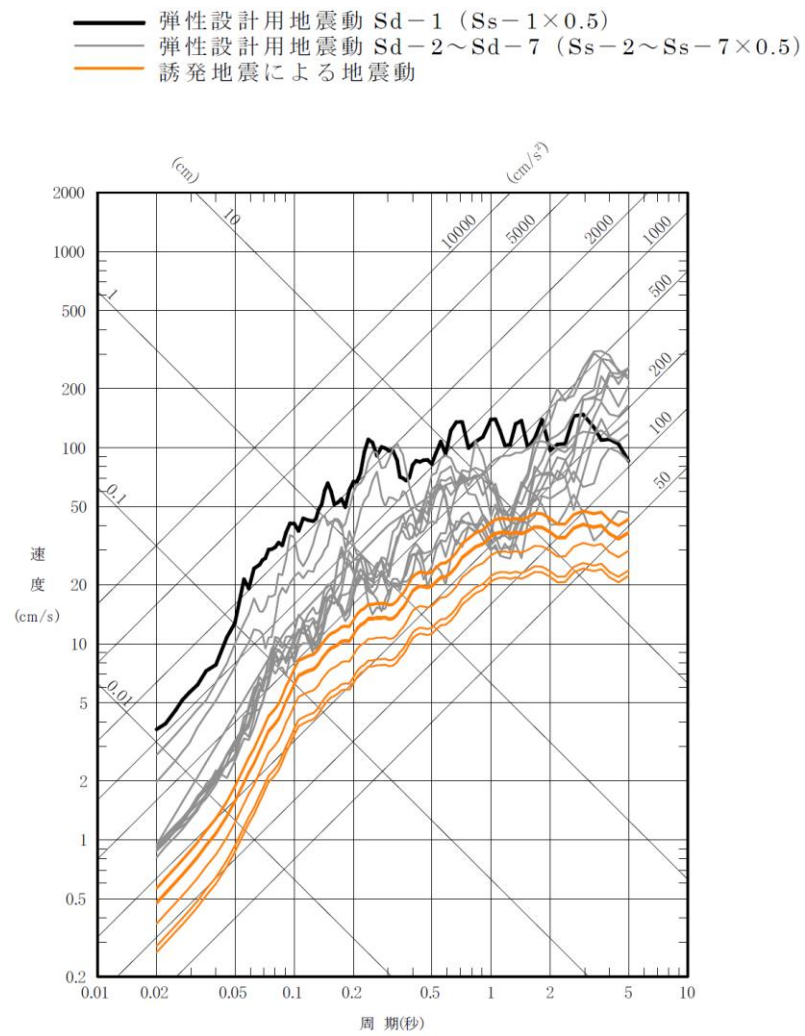


図 9 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布

- 資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第 11 図に対応
- 立地地点の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】
- 敷地の伝播特性の相違  
【柏崎 6/7】  
敷地の伝播特性に特異性があるため、Noda et al. (2002) の評価において、その特異性による補正係数を用いているが、島根 2 号炉では、そのような特異性がないため補正係数を用いていない





添付第 30-11 図 (a) 誘発地震による地震動と弾性設計用地震動 Sd との比較 (荒浜側)

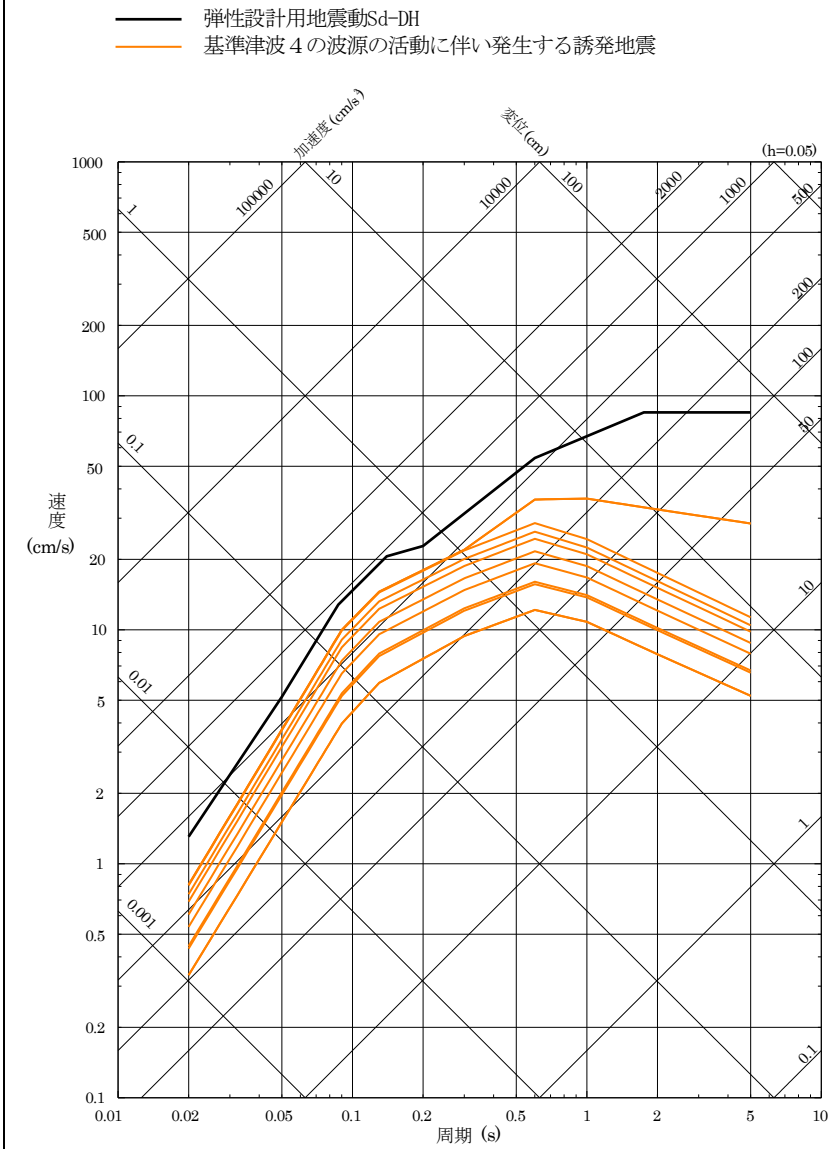


図 10 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

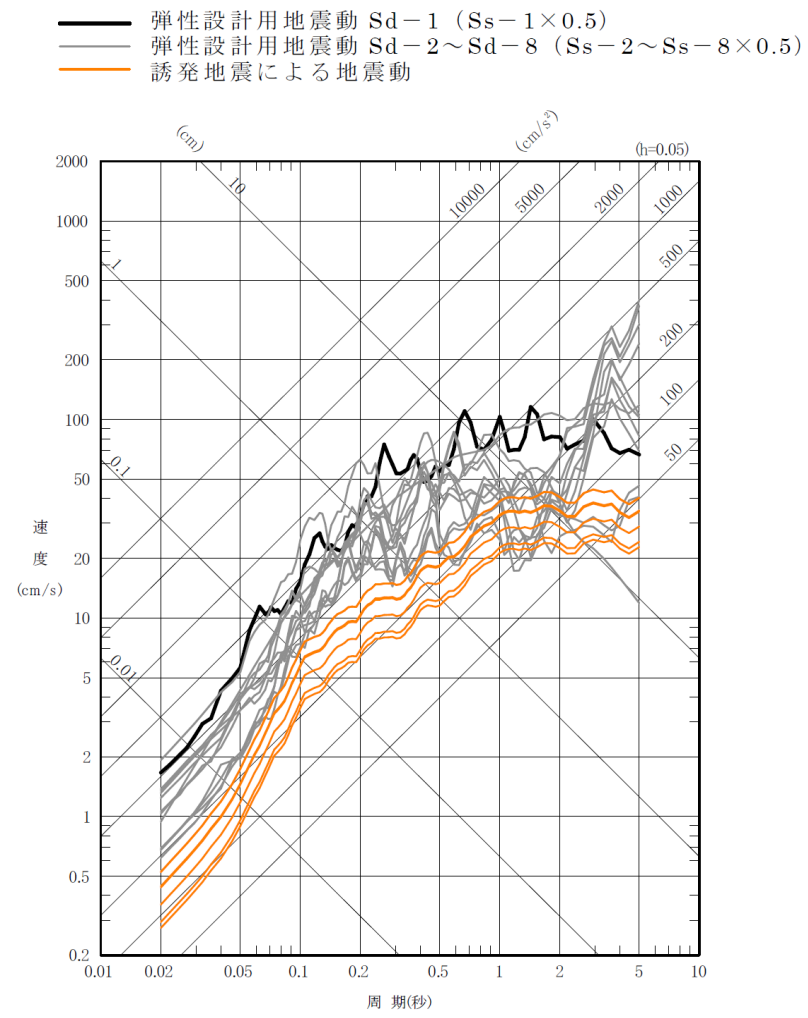
・資料構成の相違  
【東海第二】  
東海第二の第 13 図に  
対応

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 30-11 図 (b) 誘発地震による地震動と弾性設計用地震動 Sd との比較 (大湊側)

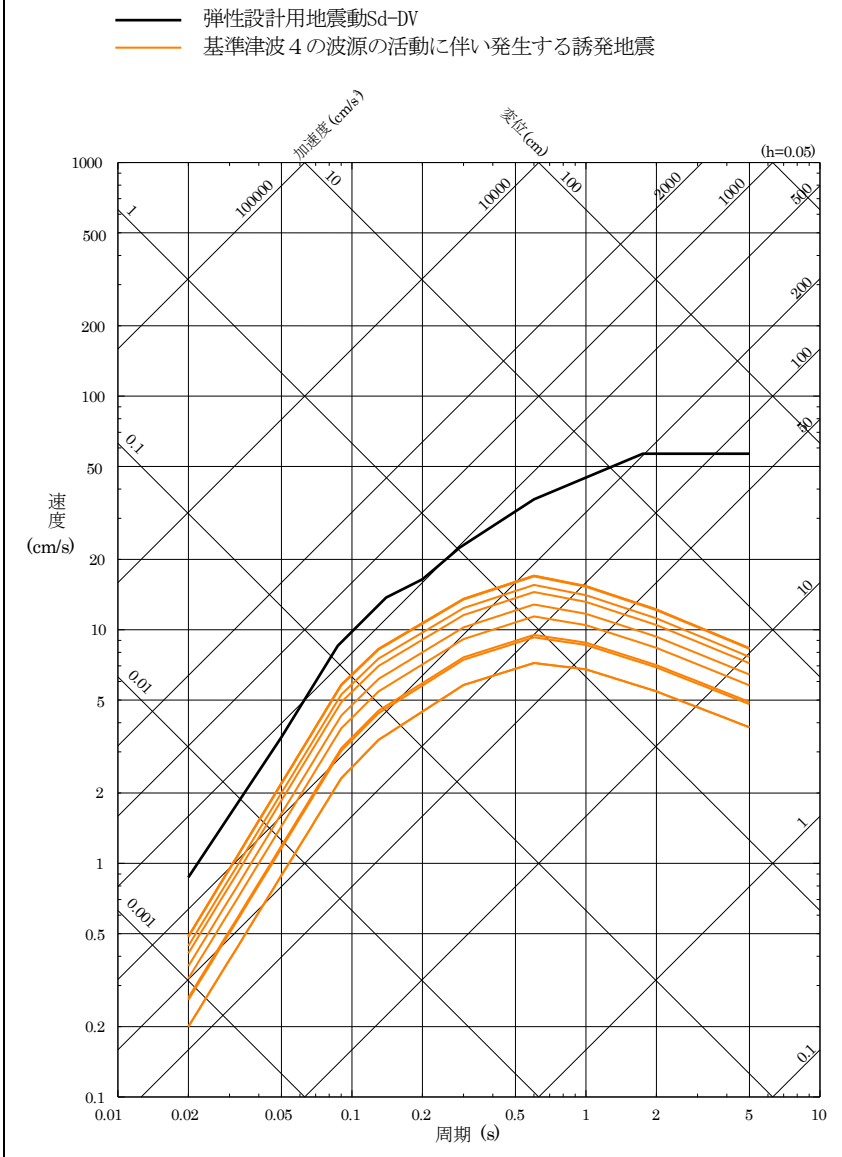


図10(2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較(鉛直方向)

・資料構成の相違  
**【東海第二】**  
 東海第二の第13図に対応  
 ・資料構成の相違  
**【柏崎6/7】**  
 島根2号炉では、鉛直方向も比較

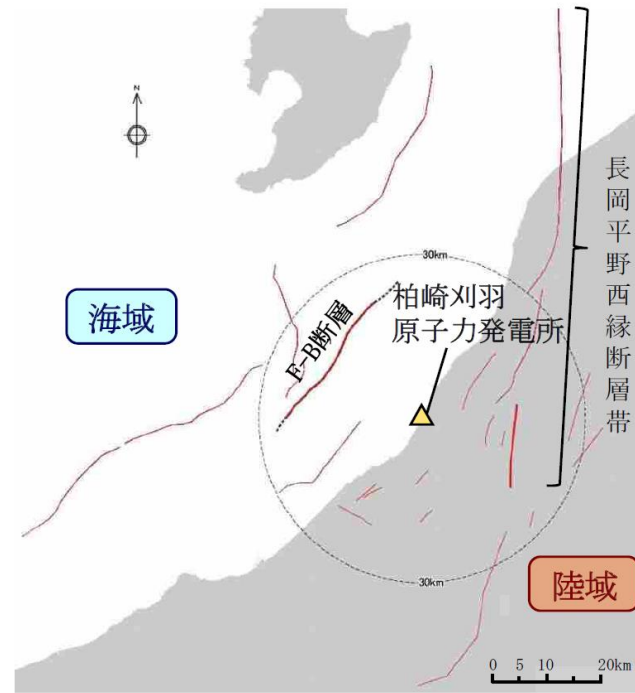
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">(参考)</p> <p><u>基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせについて</u></p> <p>1. <u>規制基準における要求事項等</u></p> <p><u>基準地震動 Ss による地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていることを確認する。その場合、地震力以外の荷重については、津波荷重を含む。</u></p> <p>2. <u>基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせについて</u></p> <p><u>基準地震動 Ss の策定における検討用地震は第 1 図に示す F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯による地震である。これらの断層については、敷地に近い位置に存在し、地震波と津波は伝播速度が異なることを考慮すると、両者の組み合わせを考慮する必要はないと考えられる。以下、「2.1 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が同一の場合」と「2.2 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が異なる場合」とに分けて詳細に検討した結果を示す。</u></p> <p><u>2.1 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が同一の場合</u></p> <p><u>F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する時間は第 2 図に示すとおり、地震発生後 1 分以内であるのに対し、同時帯において敷地における津波の水位変動量はおおむね 0m である。そのため、両者が同時に敷地に到達することはないことから、基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせを考慮する必要はない。</u></p> <p><u>2.2 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が異なる場合</u></p> <p><u>F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴い、津波を起こす地震が誘発される可能性は低いと考えられる。仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する地震発生後 1 分以内に、誘発地震に伴う津波が敷地に到達することはない。また、活断層調査結果に基づく個々の活断層による地震に伴い津波が発生しても、敷地に遡上しない。</u></p> <p><u>以上により、基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせを考慮する必要はない。</u></p>			<p>・資料構成の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>島根 2号炉では、基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組合せについては、別紙 1 に記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



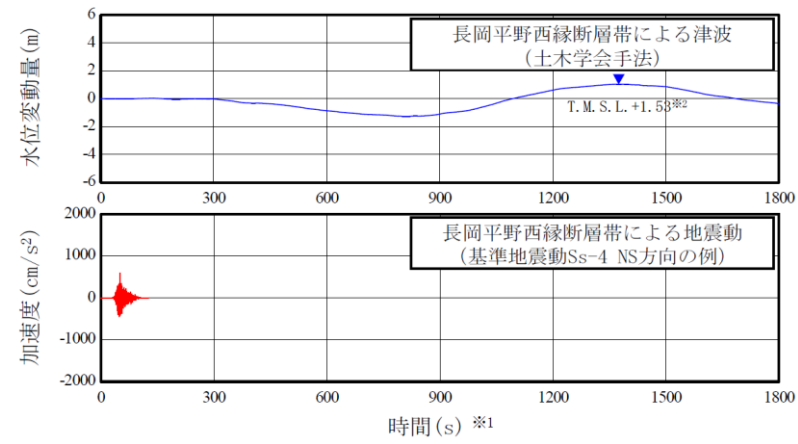
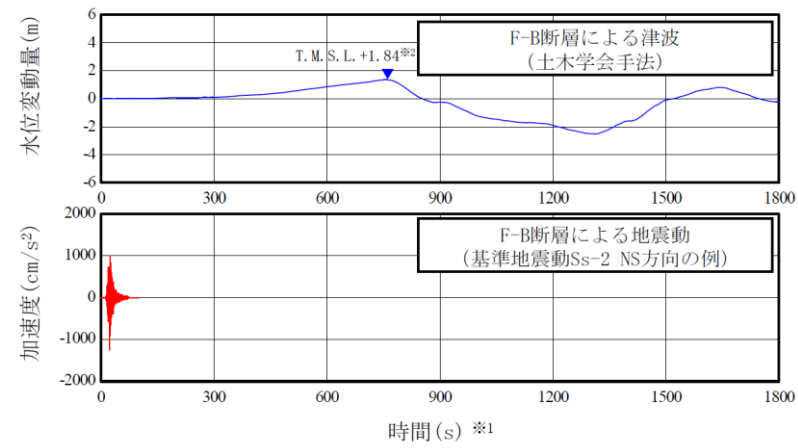
第1図 敷地周辺の活断層分布

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第2図 (a) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (荒浜側)

※1 : 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す

※2 : 朔望平均満潮位 T.M.S.L. +0.49m を考慮

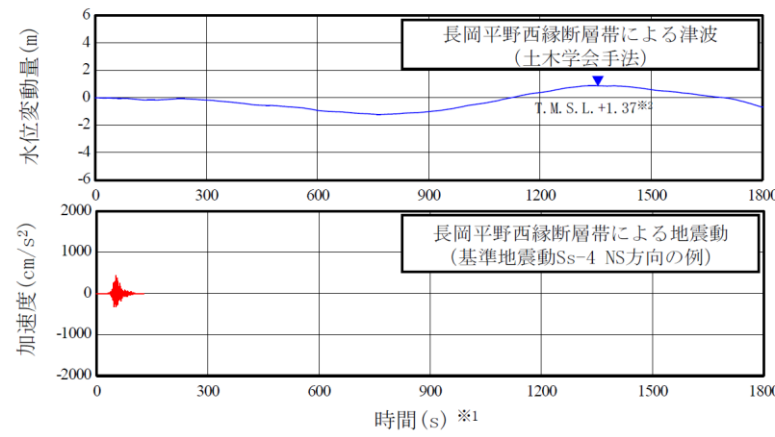
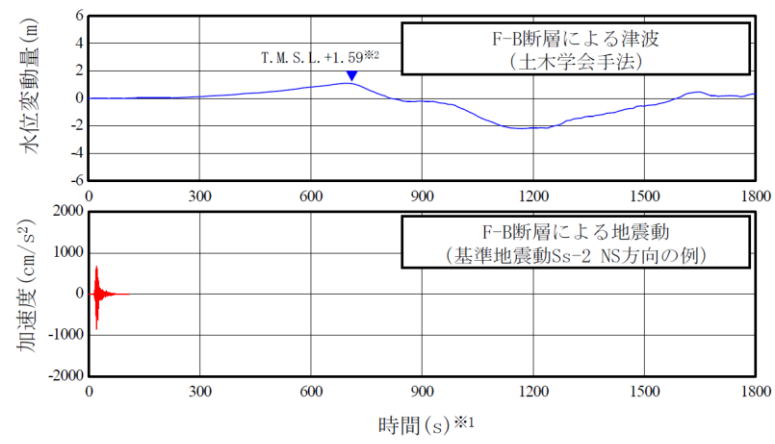


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第2図 (b) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (大湊側)

※1: 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す

※2: 朔望平均満潮位 T.M.S.L. +0.49m を考慮

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">(参考1)</p> <p><u>余震の規模の設定のための本震と余震の規模の関係について</u></p> <p><u>本震と最大余震規模の差については、本震の規模に依存しないことが知られている(古本(2005))。例えば宇津(1957)では、日本で発生した地震について、本震、最大余震規模の差と本震規模の関係を第1図のとおり示し、両者の関係は低いことを指摘している。</u></p> <p><u>したがって、本震規模をM0、最大余震規模をM1、両者の差をD1とすれば、D1は本震規模に依存しない定数になることから、最大余震規模M1は下記の1次式で表現できる。</u></p> $M1 = M0 - D1$ <p><u>最大余震規模の評価式は、上式を当てはめた回帰分析によりD1を求めることで得られる(第2図)。このように、最大余震規模の評価式は、地震学的知見を踏まえた上で定式化した。</u></p> <p><u>ここからは、データの少ないマグニチュード8以上の地震も含めて1次式で回帰することの妥当性について、海外の巨大地震データで補って検討した。検討に用いた地震は第2図のデータのうち、本震及び最大余震のモーメントマグニチュードが得られている地震と、海外の巨大地震のうち、本震発生と最大余震の発生間隔が概ね12時間以内の地震である。これら地震の諸元を第1表に、また本震規模と最大余震規模の関係を第3図に示す。同図から、本震規模がマグニチュード8以上の地震に対しても最大余震規模評価に際して1次式を適用できることがわかる。</u></p> <p><u>以上のことから、最大余震規模の評価に際して、地震学的知見に基づいて1次式を用いることが妥当であることを確認した。さらに、最大余震の規模は標準偏差を考慮することで保守的な設定となるよう配慮している。その上で、余震荷重としては最大余震の応答スペクトルを上回る弾性設計用地震動<math>S_d - D1</math>を考慮している。</u></p>		<p>・資料構成の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>東海第二の参考情報であるため、島根2号炉では記載していない</p>

参考文献

- ・宇津徳治 (1957) : 地震のマグニチュードと余震の起こりかた, 地震第2輯, 第10巻, 1号, pp.35-45
- ・古本宗充 (2005) : 本震と最大余震のマグニチュード差と地殻熱流量, 地震第2輯, 第58巻, 3号, pp.221-224

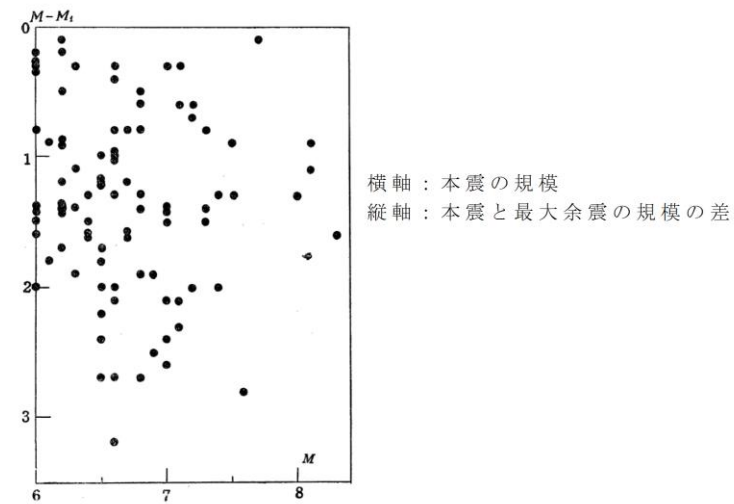
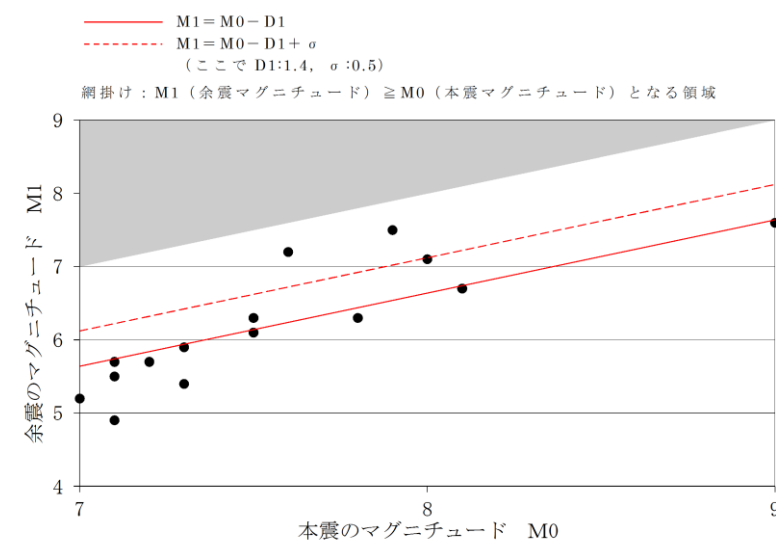


Fig. 3. Relation between magnitude of main-shock  $M$  and magnitude of the largest after-shock  $M_1$

第1図 本震規模と最大余震規模の差と本震規模の関係  
(宇津 (1957) に一部加筆)

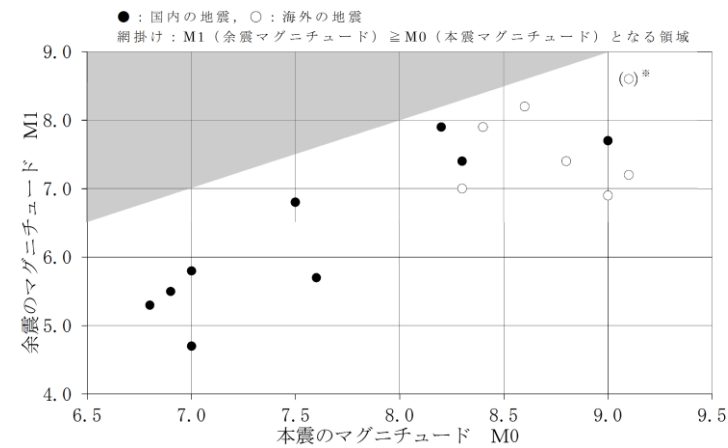


第2図 本検討における本震規模と最大余震規模の関係

第1表 過去の地震における本震と最大余震の関係 (Mw)

No	発生年月日	震源	本震		最大余震	
			マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との時間間隔	
1	1952/11/04	off the east coast of the Kamchatka Peninsula, Russia	9.0	6.9	0.2日	
2	1964/06/16	新潟地震	7.6	5.7	0.0日	
3	1968/04/01	日向灘地震	7.5	6.8	0.3日	
4	1968/05/16	十勝沖地震	8.2	7.9	0.4日	
5	2003/05/26	宮城県沖	7.0	4.7	0.3日	
6	2003/09/26	十勝沖地震	8.3	7.4	0.1日	
7	2004/12/26	off the west coast of northern Sumatra	9.1	7.2	0.1日	
8	2007/09/12	southern Sumatra, Indonesia	8.4	7.9	0.5日	
9	2008/06/14	岩手・宮城内陸地震	6.9	5.5	0.0日	
10	2008/09/11	十勝沖	6.8	5.3	0.0日	
11	2010/02/27	offshore Bio-Bio, Chile	8.8	7.4	0.1日	
12	2011/03/11	東北地方太平洋沖地震	9.0	7.7	0.0日	
13	2012/04/11	off the west coast of northern Sumatra	8.6	8.2	0.1日	
14	2015/09/16	48km W of Illapel, Chile	8.3	7.0	0.0日	
15	2016/04/16	熊本地震	7.0	5.8	0.1日	

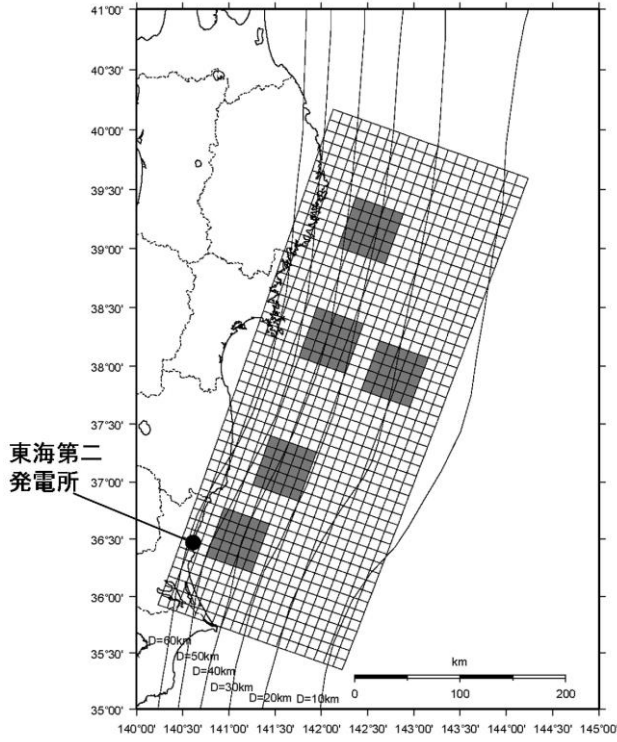
※検討に用いる地震は、第2図のデータのうち、本震及び最大余震のモーメントマグニチュードが得られている地震と、海外の巨大地震のうち、本震発生と最大余震の発生間隔が概ね12時間以内の地震である。モーメントマグニチュード (Mw) は気象庁、アメリカ地質調査所、防災科学技術研究所が公表している値を参照している。



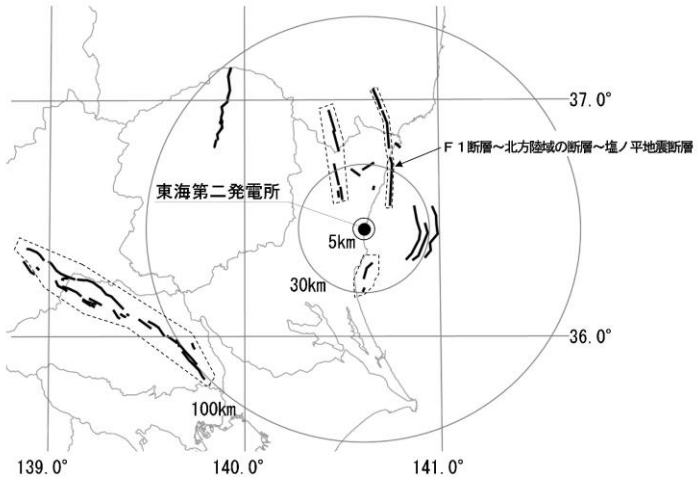
※2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) の震源域付近では2005年に Mw8.6, 2007年に Mw8.4, 2012年に Mw8.6 の地震が発生しているが、Mw9クラスの巨大地震の影響は長期間に亘ると予想されることから、これらの地震も余震として扱うことが考えられる。また Mw9クラスの地震に対するデータは少ないことから、本震発生からの経過時間の制約 (12時間以内) を外し、最も規模の大きい Mw8.6 の地震 (第1表の No. 13) を2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) の最大余震とした場合を参考で示した。

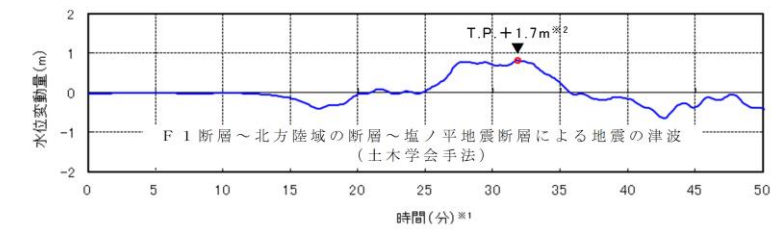
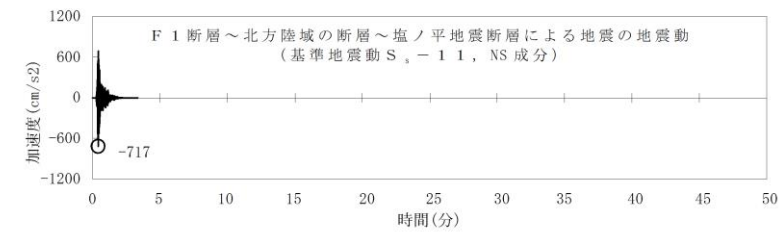
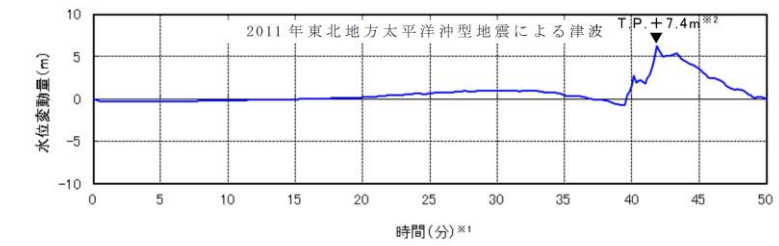
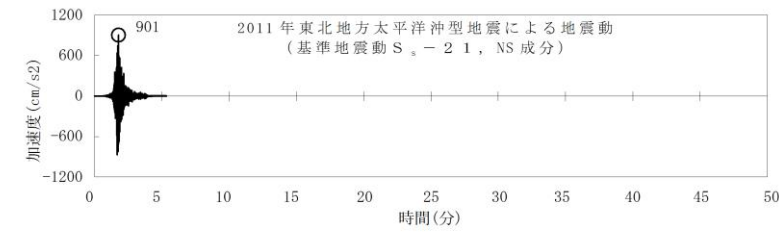
第3図 国内外の本震規模と最大余震規模の関係 (Mw)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">(参考2)</p> <p><u>基準地震動<math>S_s</math>による地震力と津波荷重の組合せについて</u></p> <p>1. <u>規制基準における要求事項等</u></p> <p><u>基準地震動<math>S_s</math>による地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていることを確認する。その場合、地震力以外の荷重については、津波の荷重を含む。</u></p> <p>2. <u>基準地震動<math>S_s</math>による地震力と津波荷重の組合せについて</u></p> <p><u>基準地震動<math>S_s</math>として選定している震源は第1図に示す2011年東北地方太平洋沖型地震及びF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動による地震（以下、「F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震」という。）である。これらの震源については、地震波と津波の伝播速度が異なることを考慮すると、両者の組合せを考慮する必要はないと考えられる。以下、「2.1 基準地震動<math>S_s</math>の震源と津波の波源が同一の場合」と「2.2 基準地震動<math>S_s</math>の震源と津波の波源が異なる場合」とに分けて詳細を検討した結果を示す。</u></p> <p>2.1 <u>基準地震動<math>S_s</math>の震源と津波の波源が同一の場合</u></p> <p><u>2011年東北地方太平洋沖型地震及びF1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震に伴う地震動及び津波の水位変動量が敷地に到達する時間は第2図に示す通りである。</u></p> <p><u>2011年東北地方太平洋沖型地震では地震発生後5分以内、F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震では地震発生後2分以内に敷地内に地震動が到達するのに対し、同時帯において敷地における津波の水位変動量はどちらも概ね0mである。そのため、両者が同時に敷地に到達することはないことから、基準地震動<math>S_s</math>による地震力と津波荷重の組合せを考慮する必要はない。</u></p> <p>2.2 <u>基準地震動<math>S_s</math>の震源と津波の波源が異なる場合</u></p> <p><u>F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震に伴い、津波を起こす地震が誘発される可能性は低いと考えられるが、仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、地震動が敷地に到達する2分以内に、F1断層～北方陸域の断層～塩</u></p>		<p>・資料構成の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉では、基準地震動<math>S_s</math>による地震力と津波荷重の組合せについては、別紙1に記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>ノ平地震断層による地震以外の活動に伴う津波が敷地に到達することはない。</u></p> <p><u>また、2011年東北地方太平洋沖型地震に伴う誘発地震の発生を考慮した場合においても、地震動が敷地に到達する5分以内に、2011年東北地方太平洋沖型地震以外の活動に伴う津波が敷地に到達することはない。</u></p> <p><u>以上により、基準地震動<math>S_s</math>による地震力と津波荷重の組合せを考慮する必要はない。</u></p>  <p>2011年東北地方太平洋沖型地震</p>		



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="1003 793 1656 829">F 1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震</p> <p data-bbox="1142 882 1513 913"><u>第1図 基準地震動の震源分布</u></p>		



※1：時間 0 秒は地震の発生時刻を示す  
 ※2：朔望平均満潮位+2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量+津波予測解析による地殻変動量を考慮

第2図 地震動と津波の敷地への到達時間の比較

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙1</p> <p><u>荷重の組合せに関する津波と地震の組合せの方針について</u></p> <p><u>1. 津波と地震の組合せについて</u></p> <p><u>第6条 (外部からの衝撃による損傷の防止) において自然現象の組合せは、発生頻度及び最大荷重の継続時間を考慮して検討するとしており、基準津波と基準地震動を独立事象として扱う場合は、それぞれの発生頻度が十分小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。それ以外の組合せについて、以下に示す。</u></p> <p><u>2. 基準津波と地震の組合せについて</u></p> <p><u>基準津波と当該津波の波源を震源とする本震は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないため、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する必要はない。</u></p> <p><u>基準津波 (海域活断層) と当該津波の波源を震源とする余震は、同時に敷地に到達することを想定し、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する。</u></p> <p><u>一方、基準津波 (日本海東縁部) と当該津波の波源を震源とする余震については、当該津波の波源が敷地から遠く、余震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。さらに、当該津波については、仮に余震以外のその他の地震として、頻度が高く年に1回程度発生する地震動レベルの小さい地震を独立事象として想定したとしても、当該津波の発生頻度及び最大荷重継続時間 (120分と設定：別紙2参照) を踏まえると、当該津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度は、表1のとおり、<math>2.3 \times 10^{-8}</math> /年であり十分小さい*ことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。</u></p> <p><u>また、基準津波以外の津波は、阿部 (1989) の予測式に基づく津波の予測高さによると、表2に示すとおり、基準津波 (海域活断層) の波源の断層であるF-III~F-V断層に比べて水位が低く敷地に与える影響は小さいため、余震荷重との組合せを考慮しない。</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、第6条「外部からの衝撃による損傷の防止」の自然現象の組合せの考え方に基づき、津波荷重と地震荷重の組合せの方針について記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>※JEAG4601において組み合わせるべき荷重としては、事象の発生確率、継続時間、地震動の発生確率を踏まえ、その確率が<math>10^{-7}</math>/炉年以下となるものは組合せが不要と記載されている</p> <p><u>3. 基準地震動と津波の組合せについて</u></p> <p><u>基準地震動の震源（海域活断層）からの本震と当該本震に伴う津波は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。</u></p> <p><u>基準地震動の震源については、他の海域の活断層よりも敷地に近い位置に存在し、仮に誘発地震に伴う津波の発生を考慮した場合においても、基準地震動が敷地に到達すると同時に当該津波が敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。</u></p> <p><u>【参考文献】</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64, pp.51-69</li> <li>・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)：日本海における大規模地震に関する調査検討会, 最終報告書(H26.9)</li> </ul>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																								
		<p style="text-align: center;"><b>表1 地震及び津波の最大荷重継続時間と発生頻度</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>荷重の種類</th> <th>最大荷重継続時間 (年)</th> <th>発生頻度 (/年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震 (基準地震動)</td> <td><math>10^{-5}</math><sup>※1</sup></td> <td><math>5 \times 10^{-4}</math><sup>※3</sup></td> </tr> <tr> <td>津波 (基準津波)</td> <td><math>2.3 \times 10^{-4}</math><sup>※2</sup></td> <td><math>10^{-4} \sim 10^{-5}</math><sup>※4</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 <math>10^{-5} = 5 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})</math> として算出          ※2 <math>2.3 \times 10^{-4} = 120 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})</math> として算出          (別紙2参照)          ※3 JEAG4601に記載されている基準地震動S<sub>2</sub>の発生確率を読み替えて適用          ※4 ハザード評価結果</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">(基準津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">基準津波の 発生頻度</th> <th style="text-align: center;">×</th> <th style="text-align: center;">基準津波の 最大荷重継続時間</th> <th style="text-align: center;">×</th> <th style="text-align: center;">余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>10^{-4} / \text{年}</math></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>2.3 \times 10^{-4} \text{年}</math></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>1 / \text{年}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><math>= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}</math></td> </tr> </tbody> </table> </div>	荷重の種類	最大荷重継続時間 (年)	発生頻度 (/年)	地震 (基準地震動)	$10^{-5}$ <sup>※1</sup>	$5 \times 10^{-4}$ <sup>※3</sup>	津波 (基準津波)	$2.3 \times 10^{-4}$ <sup>※2</sup>	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ <sup>※4</sup>	基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)	$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$	$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$					
荷重の種類	最大荷重継続時間 (年)	発生頻度 (/年)																									
地震 (基準地震動)	$10^{-5}$ <sup>※1</sup>	$5 \times 10^{-4}$ <sup>※3</sup>																									
津波 (基準津波)	$2.3 \times 10^{-4}$ <sup>※2</sup>	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ <sup>※4</sup>																									
基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)																							
$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$																							
$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$																											

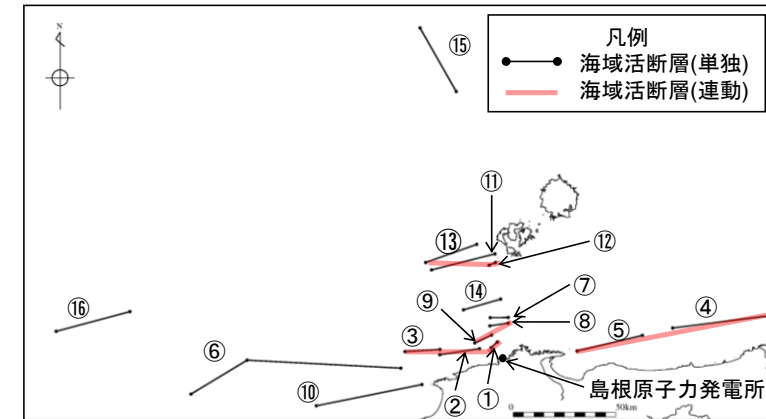


図1 敷地周辺海域の主な活断層の分布

表2 阿部(1989)の予測式に基づく敷地周辺海域の  
主な活断層による津波の予測高<sup>※1</sup>

No.	断層(図1の番号) <sup>※2</sup>	断層長さ L(km)	津波の 伝播距離 Δ(km)	Mw	予測高 H(m)
1	F-III~F-V断層 (①+②+③) [基準津波の波源の断層]	48.0	24	7.3	3.6
2	鳥取沖東部断層~ 鳥取沖西部断層(④+⑤)	98	84	7.7	2.7
3	F57断層(⑥)	108	103	7.7	2.2
4	K-4~K-7撓曲 (⑦+⑧+⑨)	19.0	12.9	6.7	1.8
5	大田沖断層(⑩)	53	67	7.3	1.4
6	K-1撓曲+K-2撓曲 +Fk0断層(⑪+⑫+⑬)	36	50	7.1	1.2
7	Fk-1断層(⑭)	19.0	28.4	6.7	0.8
8	隠岐北西方北部断層(⑮)	36	149	7.1	0.4
9	見島北方沖西部断層(⑯)	38	201	7.1	0.3

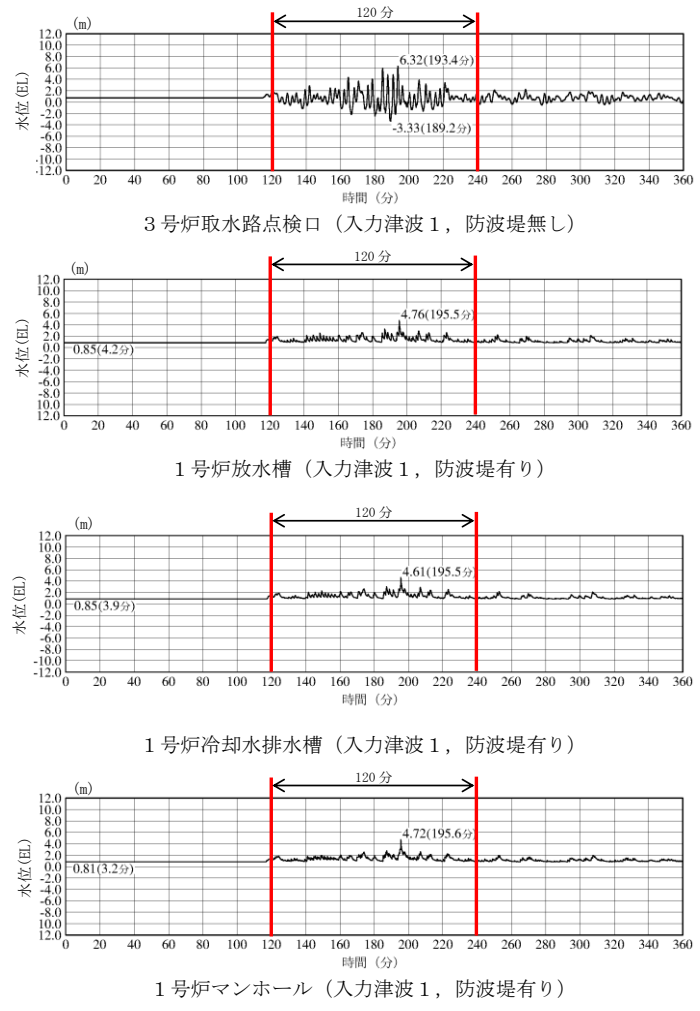
※1 数値は、第771回審査会合資料1-2 44頁から引用

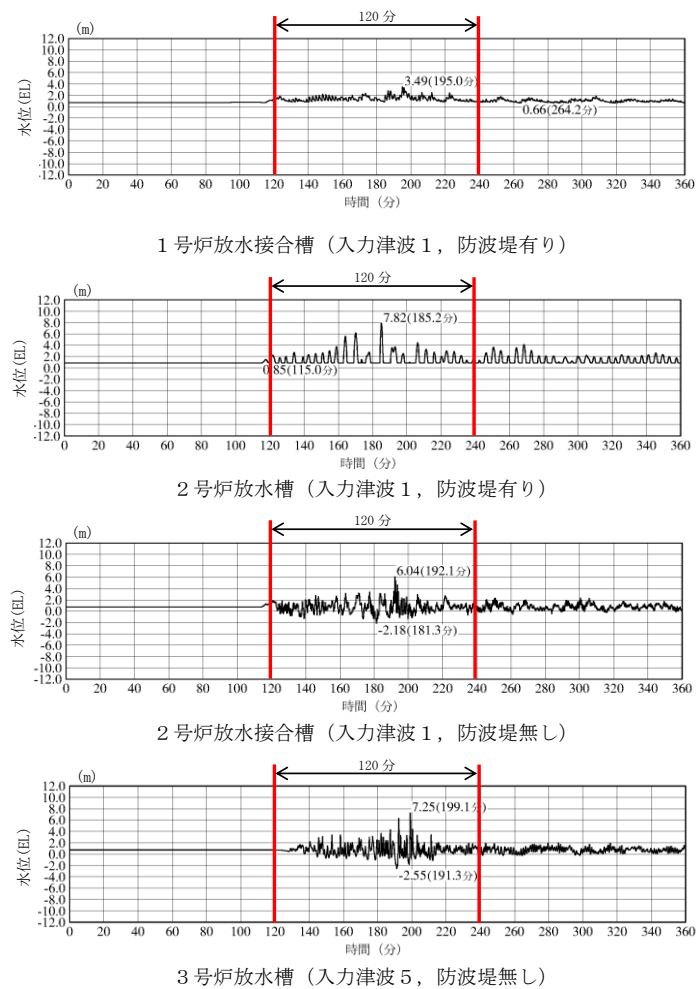
※2 日本海の九州から北海道までの津波波源のうち、日本海東縁部の断層以外で国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)により島根県に与える影響が大きいとされている断層(上表のNo.1~3)及びその他の敷地周辺海域の活断層(上表のNo.4~9)について評価

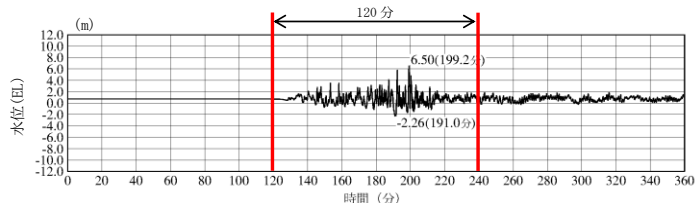


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙2</p> <p style="text-align: center;"><u>基準津波の最大荷重継続時間について</u></p> <p><u>「1.6 設計または評価に用いる入力津波」において確認している、各施設に対する入力津波の時刻歴波形を図1に示す。なお、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」は、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」と比べ、その津波の継続時間が短いことから、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の時刻歴波形のうち、各施設に対して最も水位が高くなる入力津波の時刻歴波形を示している。</u></p> <p><u>図1のとおり、入力津波が最大水位となるのは短時間であることから、津波による最大荷重継続時間も短時間となる。ただし、最大ではないものの比較的高い水位が発生していることから、高い水位が発生する範囲を余裕を持って包含する時間として、津波の最大荷重継続時間を120分と設定している。</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、別紙1に記載の基準津波の最大荷重継続時間について、設定根拠を記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>※最大水位上昇量 11.13m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m≒EL+11.9m 施設護岸又は防波壁 (入力津波 1, 防波堤無し)</p> <p>1号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)</p> <p>2号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)</p> <p>3号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)</p> <p>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (1 / 4)</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>3号炉取水地点検口 (入力津波1, 防波堤無し)</p> <p>1号炉放水槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>1号炉冷却水排水槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>1号炉マンホール (入力津波1, 防波堤有り)</p>	
<p><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (2 / 4)</u></p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>1号炉放水接合槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>2号炉放水槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>2号炉放水接合槽 (入力津波1, 防波堤無し)</p> <p>3号炉放水槽 (入力津波5, 防波堤無し)</p>	
<p>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (3 / 4)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1929 472 2344 493">3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)</p> <p data-bbox="1780 567 2463 598"><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)</u></p>	

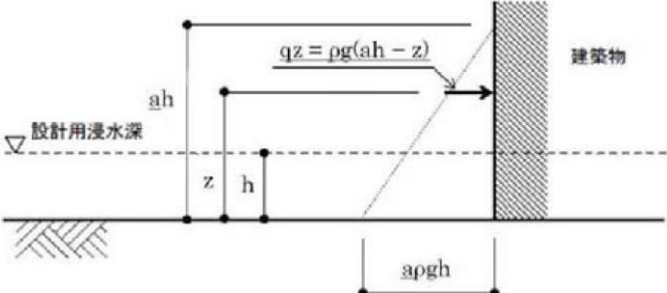
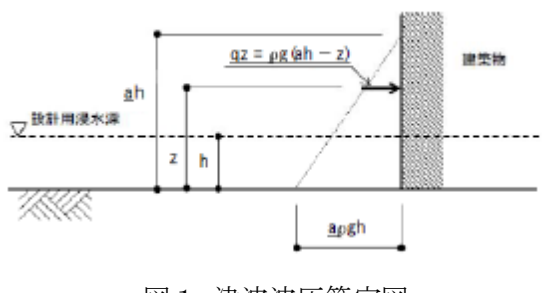
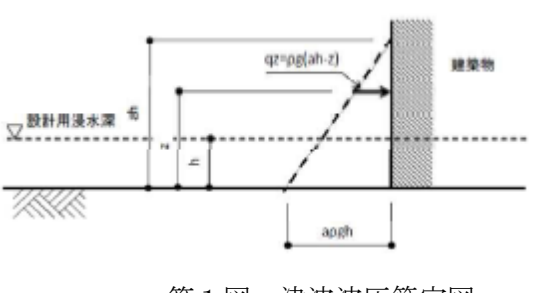
実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）  
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表〔第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料26〕

東海第二発電所（2018.9.12版）	女川原子力発電所 2号炉（2019.11.6版）	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 <u>27</u></p> <p>防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 <u>21</u></p> <p>防潮堤における津波波力の設定方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 <u>26</u></p> <p>防波壁及び防波扉における津波荷重の設定方針について</p>	

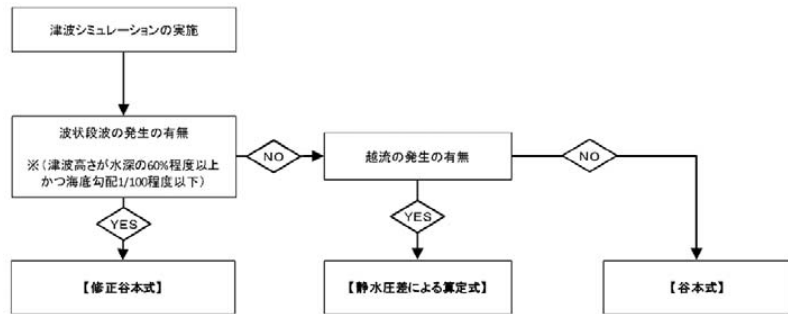
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>1. 津波荷重の算定式 (1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>2. 東海第二発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握について (1) 分裂波発生に関する検討 (2) 水理模型実験  (3) 水理模型実験結果の検証 (再現性検討) (4) まとめ</p> <p>3. 津波波圧算定式適用に対する考え方 (1) 防潮堤及び防潮扉 (2) 貯留堰</p>		<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>1. 津波荷重の算定式 (1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>2. 検討方針</p> <p>3. ソリトン分裂波及び砕波の発生、並びに津波波圧への影響  (1) 平面二次元津波シミュレーションによる検討 (2) 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理  (3) 水理模型実験による検討 (4) 断面二次元津波シミュレーションによる検討 (5) 三次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>4. 既往の津波波圧算定式との比較 (1) 検討概要 (2) 津波波圧検討フロー (3) 朝倉式による津波波圧算定 (4) 津波波圧の比較 朝倉式 (敷地高以上) (5) 谷本式による津波波圧算定 (6) 津波波圧の比較 谷本式 (敷地高以深) (7) まとめ</p> <p>5. 設計で考慮する津波波圧の設定</p>	<p>・記載方針の相違 【東海第二, 女川2】 記載方針の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>



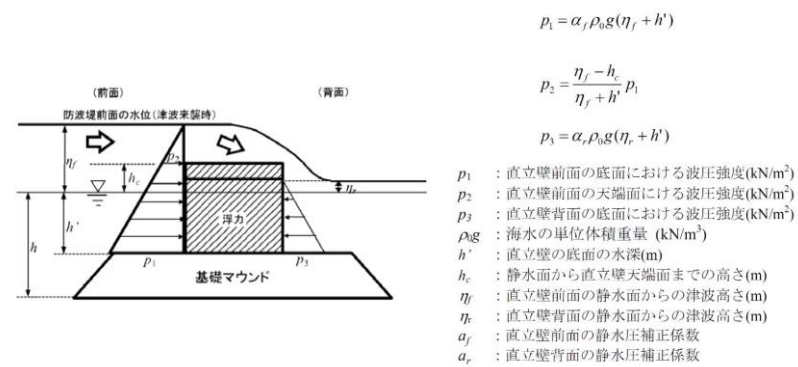
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 津波荷重の算定式</p> <p>津波防護施設の津波荷重の算定式は、朝倉ら (2000) の研究を元にした「港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (国土交通省港湾局, 平成25年10月)」や「防波堤の耐津波設計ガイドライン (平成27年12月一部改訂) 等を参考に設定する。以下に、参考にした文献の津波荷重算定式の考え方と津波防護施設への適用を示す。</p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>a. 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針 (平成 23 年)</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧は、次式により算定する。</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧 <math>q_z = \rho g (a h - z)</math> (第1図)</p> <p>h : 設計用浸水深  Z : 当該部分の地盤面からの高さ (<math>0 \leq Z \leq a h</math>)  a : 水深係数  <math>\rho g</math> : 海水の単位体積重量</p>  <p>第 1 図 津波波圧算定図</p> <p>b. 港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (平成 25 年 10 月) 文献 a. に基づく。ただし、津波が生じる方向に施設や他の建築物がある場合や、海岸等から 500m 以上離れている場合において、水深係数は 3 以下にできるとしている。</p>	<p>1. 津波荷重の算定式</p> <p>津波防護施設の津波荷重の算定式は、朝倉ら (2000) の研究を元にした「港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (国土交通省港湾局, 平成 25 年 10 月)」や「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) 等を参考に設定する。以下に、参考にした文献の津波波圧算定式の考え方と津波防護施設への適用を示す。</p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>a. 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針 (平成 23 年)</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧は、次式により算定する。</p> <p><math>q_z = \rho g (a h - z)</math> (図 1)</p> <p><math>\rho g</math> : 海水の単位体積重量  h : 設計用浸水深  z : 当該部分の地盤面からの高さ (<math>0 \leq z \leq a h</math>)  a : 水深係数。3 とする。</p>  <p>図 1 津波波圧算定図</p> <p>b. 港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (平成 25 年 10 月) 文献 a. に基づく。ただし、津波が生じる方向に施設や他の建築物がある場合や、海岸等から 500m 以上離れている場合において、水深係数は 3 以下にできるとしている。</p>	<p>1. 津波荷重の算定式</p> <p>津波防護施設の津波荷重の算定式は、朝倉ら (2000) の研究を元にした「港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (国土交通省港湾局, 平成 25 年 10 月)」や「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) 等を参考に設定する。以下に、参考にした文献の津波荷重算定式の考え方と津波防護施設への適用を示す。</p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>a. 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針 (平成 23 年)</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧は、次式により算定する。</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧 <math>q_z = \rho g (a h - z)</math> (第 1 図)</p> <p>h : 設計用浸水深  z : 当該部分の地盤面からの高さ (<math>0 \leq z \leq a h</math>)  a : 水深係数  <math>\rho g</math> : 海水の単位体積重量</p>  <p>第 1 図 津波波圧算定図</p> <p>b. 港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (平成 25 年 10 月) 文献 a. に基づく。ただし、津波が生じる方向に施設や他の建築物がある場合や、海岸等から 500m 以上離れている場合において、水深係数は 3 以下にできるとしている。</p>	

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波圧に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, 土木学会, 911-915          直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波圧について実験水路を用いて検討している。</p> <p>その結果, 非分裂波の場合, フルード数が 1.5 以上では構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標 (遡上水深に相当する静水压分布の倍率) <math>\alpha</math> は最大で 3.0 となるとしている。一方, ソリトン分裂波の場合は, 構造物前面に働く津波波圧は, 構造物底面近傍で非分裂波の <math>\alpha</math> を 1.8 倍した値となるとしている (第 2 図及び第 3 図)。</p> <div data-bbox="163 829 875 1050"> </div> <p>第 2 図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <div data-bbox="549 829 905 1050"> </div> <p>第 3 図 分裂波の無次元最大波圧分布</p> <p>d. NRA 技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成 28 年 12 月)          持続波圧を対象としてフルード数が 1 を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が 1 以下になることが確認できれば, 水深係数は 3 を適用できるとされている。</p> <p>e. 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)          防波堤の津波波圧の適用の考え方として, ソリトン分裂波が発生する場合は修正谷本式を, そうでない場合において津波が防波堤を越流する場合には静水压差による算定式</p>	<p>c. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波圧に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, 土木学会, pp. 911-915.          直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波圧について実験水路を用いて検討している。その結果, 非分裂波の場合, フルード数が 1.5 以上では構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標 (遡上水深に相当する静水压分布の倍率) <math>\alpha</math> は最大で 3.0 となるとしている (図 2)。</p> <p>一方, ソリトン分裂波の場合は, 構造物前面に働く津波波圧は, 構造物底面近傍で非分裂波の <math>\alpha</math> を 1.8 倍した値となるとしている (図 3)。</p> <div data-bbox="979 829 1320 1050"> </div> <p>図 2 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <div data-bbox="1380 829 1691 1050"> </div> <p>図 3 分裂波の無次元最大波圧分布</p> <p>d. NRA 技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成 28 年 12 月)          持続波圧を対象としてフルード数が 1 を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が 1 以下になることが確認できれば, 水深係数は 3 を適用できるとされている。</p>	<p>c. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, 土木学会, 911-915          直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波圧について実験水路を用いて検討している。</p> <p>その結果, 非分裂波の場合, フルード数が 1.5 以上では構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標 (遡上水深に相当する静水压分布の倍率) <math>\alpha</math> は最大で 3.0 となるとしている。一方, ソリトン分裂波の場合は, 構造物前面に働く津波波圧は, 構造物底面近傍で非分裂波の <math>\alpha</math> を 1.8 倍した値となるとしている (第 2 図及び第 3 図)。</p> <div data-bbox="1736 829 2092 1050"> </div> <p>第 2 図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <div data-bbox="2122 829 2478 1050"> </div> <p>第 3 図 分裂波の無次元最大波圧分布</p> <p>d. NRA 技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成 28 年 12 月)          持続波圧を対象としてフルード数が 1 を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が 1 以下になることが確認できれば, 水深係数は 3 を適用できるとされている。</p> <p>e. 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)          防波堤の津波波圧の適用の考え方として, ソリトン分裂波が発生する場合は修正谷本式を, そうでない場合において津波が防波堤を越流する場合には静水压差による算定式を用いることとしている。(第 4 図～第 5 図)。</p>	

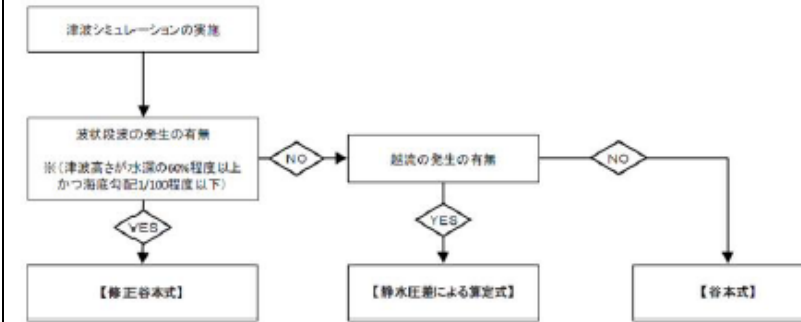
を、越流しない場合は谷本式を用いることとしている(第4図～第5図)。



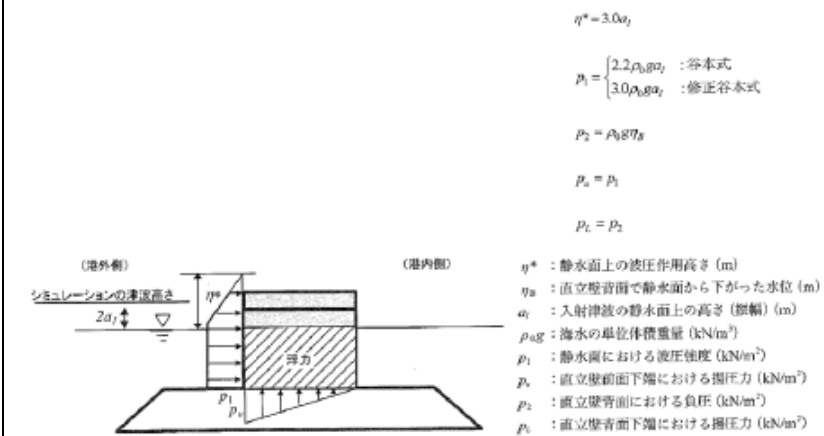
第4図 防波堤に対する津波荷重算定



第5図 静水圧差による算定式(越流する場合)



第4図 防波堤に対する津波荷重算定手順



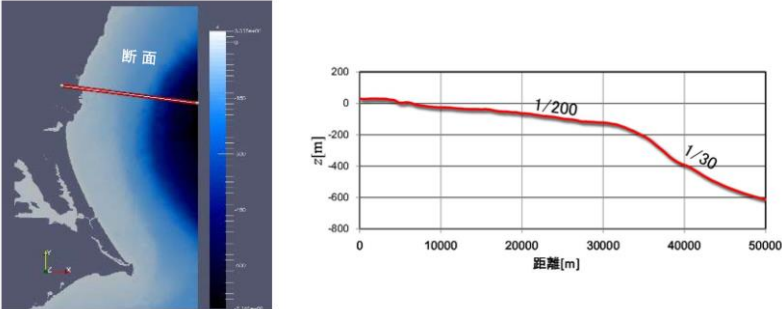
第5図 谷本式・修正谷本式

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
		<p><b>2. 検討方針</b></p> <p>島根原子力発電所におけるソリトン分裂・砕波の発生確認及び防波壁等*の設計で考慮する津波波圧を設定するため、科学的根拠に基づく水理模型実験及び数値シミュレーションを実施する。第6図に検討フローを示す。</p> <p>※ 防波壁，防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉を「防波壁等」という。</p> <p>1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響</p> <p>1. 1 平面二次元津波シミュレーションによる検討 目的：「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づきソリトン分裂波の発生確認</p> <p>1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理 目的：地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を整理</p> <p>1. 3 水理模型実験による検討 目的：津波波形の検証によるソリトン分裂波・砕波の発生確認及び津波波圧の確認</p> <p>1. 4 断面二次元津波シミュレーションによる検討 目的：水理模型実験の再現性の確認，津波波形の検証によるソリトン分裂波・砕波の発生確認及び津波波圧の確認</p> <p>1. 5 三次元津波シミュレーションによる検討 目的：地形特性及び津波特性を考慮した津波波圧の確認</p> <p>2. 既往の津波波圧算定式との比較 目的：津波シミュレーションと既往の津波波圧算定式の津波波圧を比較</p> <p>3. 設計で考慮する津波波圧の設定</p> <p style="text-align: center;"><b>第6図 検討フロー</b></p> <p>各検討項目及び検討内容を第1表に示す</p> <p style="text-align: center;"><b>第1表 検討項目及び検討内容</b></p> <table border="1" data-bbox="1730 1371 2502 1864"> <thead> <tr> <th>検討項目</th> <th>検討内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響</td> </tr> <tr> <td>1. 1 平面二次元津波シミュレーション</td> <td>平面二次元津波シミュレーション結果及び海底勾配を用いて，「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき，ソリトン分裂波の発生有無を確認する。</td> </tr> <tr> <td>1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理</td> <td>水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの追加実施に当たって，地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を設定する。</td> </tr> <tr> <td>1. 3 水理模型実験</td> <td>流体の挙動を直接確認でき，サイト特性に応じた評価が可能となる水理模型実験を追加実施し，水位の時刻歴波形からソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認するとともに，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>1. 4 断面二次元津波シミュレーション</td> <td>水理模型実験結果について，ソリトン分裂波及び砕波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF(Ver.5.1))を追加実施し，再現性を確認するとともに，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>1. 5 三次元津波シミュレーションによる検討</td> <td>複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF/3D (Ver.1.5))を追加実施し，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>2. 既往の津波波圧算定式との比較</td> <td>敷地高以上の構造物については，津波シミュレーション及び水理模型実験により防波壁に作用する波圧を直接算出し，陸上構造物に作用する津波波圧算定式(朝倉式)により算出した津波波圧と比較する。 敷地高以上の深の構造物については，津波シミュレーション及び水理模型実験により敷地高以上の深の構造物に作用する波圧を直接算出し，海中構造物に作用する津波波圧算定式(谷本式)により算出した津波波圧と比較する。</td> </tr> <tr> <td>3. 設計で考慮する津波波圧の設定</td> <td>防波壁等について保守的な設計を行う観点から，上記の検討結果を踏まえた設計用津波波圧を設定する。</td> </tr> </tbody> </table>	検討項目	検討内容	1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響		1. 1 平面二次元津波シミュレーション	平面二次元津波シミュレーション結果及び海底勾配を用いて，「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき，ソリトン分裂波の発生有無を確認する。	1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理	水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの追加実施に当たって，地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を設定する。	1. 3 水理模型実験	流体の挙動を直接確認でき，サイト特性に応じた評価が可能となる水理模型実験を追加実施し，水位の時刻歴波形からソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認するとともに，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。	1. 4 断面二次元津波シミュレーション	水理模型実験結果について，ソリトン分裂波及び砕波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF(Ver.5.1))を追加実施し，再現性を確認するとともに，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。	1. 5 三次元津波シミュレーションによる検討	複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF/3D (Ver.1.5))を追加実施し，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。	2. 既往の津波波圧算定式との比較	敷地高以上の構造物については，津波シミュレーション及び水理模型実験により防波壁に作用する波圧を直接算出し，陸上構造物に作用する津波波圧算定式(朝倉式)により算出した津波波圧と比較する。 敷地高以上の深の構造物については，津波シミュレーション及び水理模型実験により敷地高以上の深の構造物に作用する波圧を直接算出し，海中構造物に作用する津波波圧算定式(谷本式)により算出した津波波圧と比較する。	3. 設計で考慮する津波波圧の設定	防波壁等について保守的な設計を行う観点から，上記の検討結果を踏まえた設計用津波波圧を設定する。	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>
検討項目	検討内容																				
1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響																					
1. 1 平面二次元津波シミュレーション	平面二次元津波シミュレーション結果及び海底勾配を用いて，「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき，ソリトン分裂波の発生有無を確認する。																				
1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理	水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの追加実施に当たって，地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を設定する。																				
1. 3 水理模型実験	流体の挙動を直接確認でき，サイト特性に応じた評価が可能となる水理模型実験を追加実施し，水位の時刻歴波形からソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認するとともに，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。																				
1. 4 断面二次元津波シミュレーション	水理模型実験結果について，ソリトン分裂波及び砕波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF(Ver.5.1))を追加実施し，再現性を確認するとともに，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。																				
1. 5 三次元津波シミュレーションによる検討	複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF/3D (Ver.1.5))を追加実施し，防波壁及び施設護岸位置における津波波圧を確認する。																				
2. 既往の津波波圧算定式との比較	敷地高以上の構造物については，津波シミュレーション及び水理模型実験により防波壁に作用する波圧を直接算出し，陸上構造物に作用する津波波圧算定式(朝倉式)により算出した津波波圧と比較する。 敷地高以上の深の構造物については，津波シミュレーション及び水理模型実験により敷地高以上の深の構造物に作用する波圧を直接算出し，海中構造物に作用する津波波圧算定式(谷本式)により算出した津波波圧と比較する。																				
3. 設計で考慮する津波波圧の設定	防波壁等について保守的な設計を行う観点から，上記の検討結果を踏まえた設計用津波波圧を設定する。																				

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																				
		<p>津波シミュレーション及び水理模型実験の長所・短所を整理した上で、島根原子力発電所におけるソリトン分裂波及び砕波の発生確認、津波波圧の確認に係る検討内容を第2表に示す。</p> <p>島根原子力発電所は輪谷湾を中心とした半円状の複雑な地形であることから、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションによる津波波圧に対して、複雑な地形や三次元的な流況が防波壁及び施設護岸に与える影響を確認するため、三次元津波シミュレーションを実施して比較・検証を行う。</p> <p>第2表 津波シミュレーション解析及び水理模型実験の長所・短所</p> <table border="1" data-bbox="1730 730 2502 1108"> <thead> <tr> <th>解析手法</th> <th>長所</th> <th>短所</th> <th>長所・短所を踏まえた検討内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平面二次元津波シミュレーション</td> <td>・広範囲にわたる地形のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び平面的な流況の再現が可能 ・解析時間が短い ・審査における実績がある</td> <td>・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 ・津波波圧の直接評価が不可能</td> <td>・基準津波の策定(入力津波高さ・流速) ・防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づくソリトン分裂波の発生確認</td> </tr> <tr> <td>水理模型実験</td> <td>・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・審査における実績がある</td> <td>・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・複雑な不規則波形の再現が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能 ・実験に時間を要する</td> <td>・科学的根拠に基づくソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認</td> </tr> <tr> <td>断面二次元津波シミュレーション</td> <td>・複雑な不規則波形の再現が可能 ・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・解析時間が短い ・審査における実績がある</td> <td>・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能</td> <td>・水理模型実験の再現性確認 ・科学的根拠に基づくソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認</td> </tr> <tr> <td>三次元津波シミュレーション</td> <td>・複雑な地形や構造物のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び三次元的な流況の再現が可能 ・複雑な地形及び三次元的な流況等を踏まえた津波波圧を直接評価可能</td> <td>・解析に時間を要する ・計算機能力を踏まえて解析範囲に限界がある ・審査における実績がない</td> <td>・複雑な地形特性及び津波特性を踏まえた津波波圧の確認</td> </tr> </tbody> </table> <p>ソリトン分裂波は津波の伝播過程で複数の波に分裂し、波高が増幅する現象である。また、砕波は波が浅海域を進行する際に、波高が高くなると波が砕け、波高が急激に小さくなる現象である。いずれも構造物へ衝撃的な波圧を作用させる可能性がある現象である。</p> <p>非分裂波の場合の構造物に作用する津波波圧分布は、津波高さに依存した直線形状となる。一方、ソリトン分裂波が生じた場合は、構造物の底面近傍では非分裂波を1.8倍した波圧が作用し、水平波力は非分裂波に比べて約20%大きくなる可能性がある。第7図にソリトン分裂波及び非分裂波の概要を示す。</p>	解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容	平面二次元津波シミュレーション	・広範囲にわたる地形のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び平面的な流況の再現が可能 ・解析時間が短い ・審査における実績がある	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 ・津波波圧の直接評価が不可能	・基準津波の策定(入力津波高さ・流速) ・防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づくソリトン分裂波の発生確認	水理模型実験	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・審査における実績がある	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・複雑な不規則波形の再現が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能 ・実験に時間を要する	・科学的根拠に基づくソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認	断面二次元津波シミュレーション	・複雑な不規則波形の再現が可能 ・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・解析時間が短い ・審査における実績がある	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能	・水理模型実験の再現性確認 ・科学的根拠に基づくソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認	三次元津波シミュレーション	・複雑な地形や構造物のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び三次元的な流況の再現が可能 ・複雑な地形及び三次元的な流況等を踏まえた津波波圧を直接評価可能	・解析に時間を要する ・計算機能力を踏まえて解析範囲に限界がある ・審査における実績がない	・複雑な地形特性及び津波特性を踏まえた津波波圧の確認	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>
解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容																				
平面二次元津波シミュレーション	・広範囲にわたる地形のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び平面的な流況の再現が可能 ・解析時間が短い ・審査における実績がある	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 ・津波波圧の直接評価が不可能	・基準津波の策定(入力津波高さ・流速) ・防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づくソリトン分裂波の発生確認																				
水理模型実験	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・審査における実績がある	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・複雑な不規則波形の再現が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能 ・実験に時間を要する	・科学的根拠に基づくソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認																				
断面二次元津波シミュレーション	・複雑な不規則波形の再現が可能 ・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・解析時間が短い ・審査における実績がある	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能	・水理模型実験の再現性確認 ・科学的根拠に基づくソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認																				
三次元津波シミュレーション	・複雑な地形や構造物のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び三次元的な流況の再現が可能 ・複雑な地形及び三次元的な流況等を踏まえた津波波圧を直接評価可能	・解析に時間を要する ・計算機能力を踏まえて解析範囲に限界がある ・審査における実績がない	・複雑な地形特性及び津波特性を踏まえた津波波圧の確認																				

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: center;">第7図 ソリトン分裂波及び非分裂波</p> <p>護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究，朝倉ほか(2000)より引用</p> <p>※ <math>\eta_{max}</math> 後の水位の上昇は反射波を示す。</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																
<p>2. 東海第二発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握について</p> <p>(1) 分裂波発生に関する検討</p> <p>沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。</p> <p>① おおむね入射津波高さが水深の30%以上(津波数値解析等による津波高さが水深の60%以上)</p> <p>② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅</p> <p>東海第二発電所前面の海底地形は約1/200勾配で遠浅であり、入射波津波高さと水深の関係も入射津波高さが水深の30%以上であることから、両方の条件に合致する(第6図及び表1)。そこで、沖合におけるソリトン分裂波及び砕波の発生の有無や陸上へ遡上する過程での減衰の状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無を定量的に確認するため、東海第二発電所のサイト特性を考慮した水理模型実験を行い、防潮堤が受ける波圧分布等を測定した。</p>  <p>第6図 海底地形断面位置図及び海底地形断面図</p> <p>第1表 津波高さと水深の関係</p> <table border="1" data-bbox="160 1640 872 1745"> <thead> <tr> <th>地点</th> <th>(1)水深</th> <th>(2)入射津波高さ*</th> <th>(2)/(1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>東海第二発電所前面</td> <td>7.5m</td> <td>4.7m</td> <td>62%</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 津波数値解析による津波高さを1/2を入射津波高さと定義(防潮堤の耐津波ガイドライン)</p>	地点	(1)水深	(2)入射津波高さ*	(2)/(1)	東海第二発電所前面	7.5m	4.7m	62%	<p>2. 女川原子力発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握</p> <p>(1) 分裂波発生に関する概略検討</p> <p>沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。</p> <p>① おおむね入射津波高さが水深の30%以上(津波数値解析等による津波高さが水深の60%以上)</p> <p>② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅</p> <p>女川原子力発電所では防潮堤前面に盛土法面があることから、入射津波高さを精緻に評価することは難しいが、一般的には入射津波高さは水深の50%程度であり、津波が盛土法面により堰上げされる効果も考えると入射津波高さと水深の関係は少なくとも30%以上となる。</p> <p>また、女川原子力発電所前面の海底地形を図4及び図5に示す。前面の沖合地形の概要は、沖合2km付近まで急峻な勾配で、その後沖合6km付近までは緩やかな地形が続き、その後、再び急峻な勾配が続いている。沖合10km付近までの平均勾配はおおよそ1/100となっている。</p> <p>よって、①及び②の条件に合致し、ソリトン分裂波が発生する可能性があることから、ソリトン分裂波の発生有無と防潮堤が受ける津波波圧への影響を定量的に確認するため、女川原子力発電所のサイト特性を考慮した数値流体解析及び水理模型実験を行い、防潮堤が受ける波圧分布等を詳細検討する。</p>	<p>3. ソリトン分裂波及び砕波の発生、並びに津波波圧への影響</p> <p>(1) 平面二次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において、以下に示す①かつ②の条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。</p> <p>条件①：津波高さが水深の60%程度以上</p> <p>条件②：海底勾配1/100程度以下</p> <p>条件①について検討した結果を第3表、第8図及び第9図に示す。地点1~3では津波高さは水深の60%以下となるが、水深が10mよりも浅い地点1'~3'では護岸の反射波の影響により津波高さが水深の60%以上となる。</p> <p>第3表 津波高さと水深の割合</p> <table border="1" data-bbox="1733 1058 2504 1272"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地点</th> <th rowspan="2">(1)水深</th> <th colspan="2">(2)津波高さ*1</th> <th colspan="2">(2)/(1)</th> </tr> <tr> <th>防波堤有</th> <th>防波堤無</th> <th>防波堤有</th> <th>防波堤無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地点1</td> <td>16m</td> <td>5.0m</td> <td>4.0m</td> <td>31.3%</td> <td>25.0%</td> </tr> <tr> <td>地点2</td> <td>16m</td> <td>6.0m</td> <td>6.0m</td> <td>37.5%</td> <td>37.5%</td> </tr> <tr> <td>地点3</td> <td>17m</td> <td>5.0m</td> <td>7.0m</td> <td>29.4%</td> <td>41.2%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1733 1310 2504 1524"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地点*2</th> <th rowspan="2">(1)水深</th> <th colspan="2">(2)津波高さ*1</th> <th colspan="2">(2)/(1)</th> </tr> <tr> <th>防波堤有</th> <th>防波堤無</th> <th>防波堤有</th> <th>防波堤無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地点1'</td> <td>4.0m</td> <td>7.5m</td> <td>6.0m</td> <td>187.5%</td> <td>150.0%</td> </tr> <tr> <td>地点2'</td> <td>6.0m</td> <td>6.0m</td> <td>6.0m</td> <td>100.0%</td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>地点3'</td> <td>5.0m</td> <td>6.0m</td> <td>8.0m</td> <td>120.0%</td> <td>160.0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1 平面二次元津波シミュレーションによる津波高さを保守的に評価した値 *2 地点1~3の南方向における護岸前面位置</p>	地点	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無	地点1	16m	5.0m	4.0m	31.3%	25.0%	地点2	16m	6.0m	6.0m	37.5%	37.5%	地点3	17m	5.0m	7.0m	29.4%	41.2%	地点*2	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無	地点1'	4.0m	7.5m	6.0m	187.5%	150.0%	地点2'	6.0m	6.0m	6.0m	100.0%	100.0%	地点3'	5.0m	6.0m	8.0m	120.0%	160.0%	<p>・記載方針の相違 【東海第二、女川2】 記載方針の相違による記載内容の相違</p>
地点	(1)水深	(2)入射津波高さ*	(2)/(1)																																																																
東海第二発電所前面	7.5m	4.7m	62%																																																																
地点	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)																																																															
		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無																																																														
地点1	16m	5.0m	4.0m	31.3%	25.0%																																																														
地点2	16m	6.0m	6.0m	37.5%	37.5%																																																														
地点3	17m	5.0m	7.0m	29.4%	41.2%																																																														
地点*2	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)																																																															
		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無																																																														
地点1'	4.0m	7.5m	6.0m	187.5%	150.0%																																																														
地点2'	6.0m	6.0m	6.0m	100.0%	100.0%																																																														
地点3'	5.0m	6.0m	8.0m	120.0%	160.0%																																																														



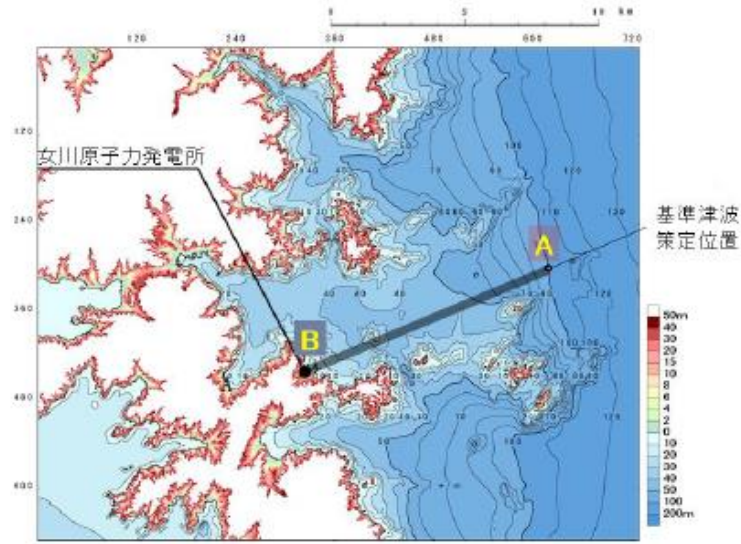


図4 女川原子力発電所 周辺海底地形図

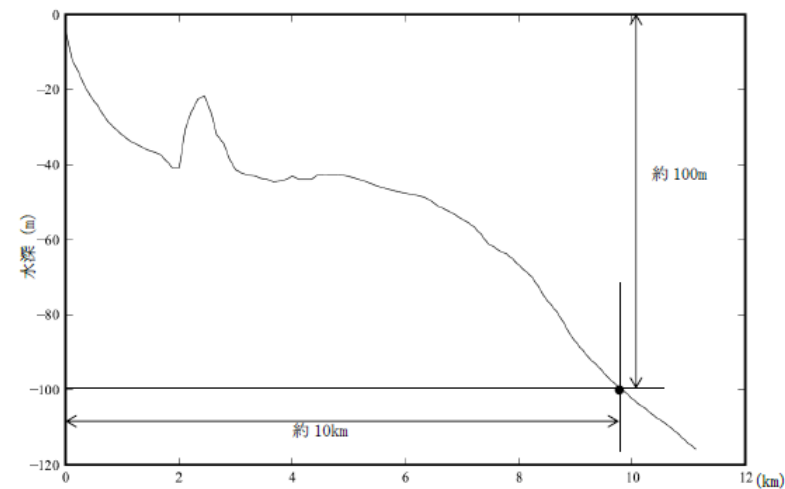
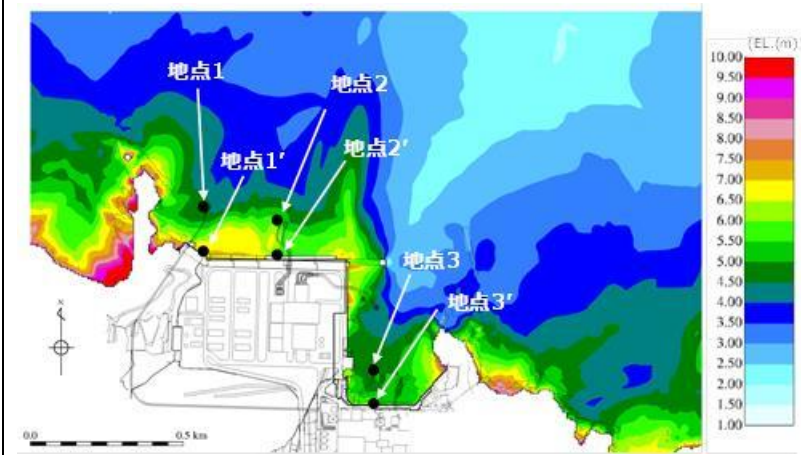
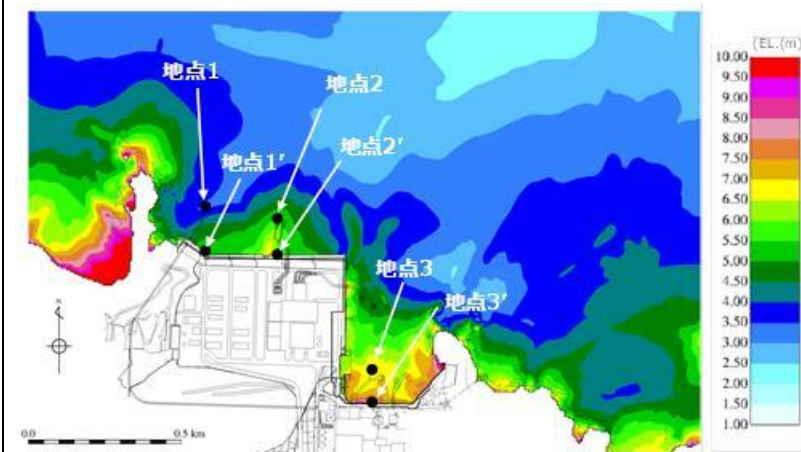


図5 海底地形図 (A-B 縦断)

出展：中央防災会議の津波伝播解析のための公表地形データを元に図化



第8図 基準津波による最高水位分布  
(基準津波1：防波堤有)



第9図 基準津波による最高水位分布  
(基準津波1：防波堤無)

条件②について検討した結果を第10図及び第11図に示す。  
また、平面二次元津波シミュレーションの結果より、津波高さの  
最大値はEL. +11.13m (基準津波1) であり、朔望平均満潮位  
(EL. +0.58m) と潮位のばらつき (0.14m) を考慮した入力津波 EL.  
+11.9m (≒11.85m) に高潮ハザードの裕度 (0.64m) を考慮しても、  
防波壁の天端高さはEL. +15.0m であるため津波は越流しない。  
発電所前面の海底地形として、沖合 2,500m から施設近傍までの  
平均勾配 (A-A 断面) が約 1/35 (>1/100) となった。  
また、前項の発電所前面地点 1' ~3' から沖合 200m までの海底  
勾配は最小で約 1/20 (>1/100) となった。

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

(2) 検討の概要

a. 目的

基準津波の策定に用いた波源については、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で得られた知見を踏まえて設定した波源のすべり領域を拡大したり、すべり量の割増しを行うなどの保守的な設定を複数加えた波源である。

女川原子力発電所の防潮堤の設計で考慮する津波波圧については、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の状況やサイト特性(地形、構造、津波等)を反映した検討(数値流体解析、水理模型実験)を行い、既往の津波波圧算定式との比較結果も踏まえて保守的に設定する。

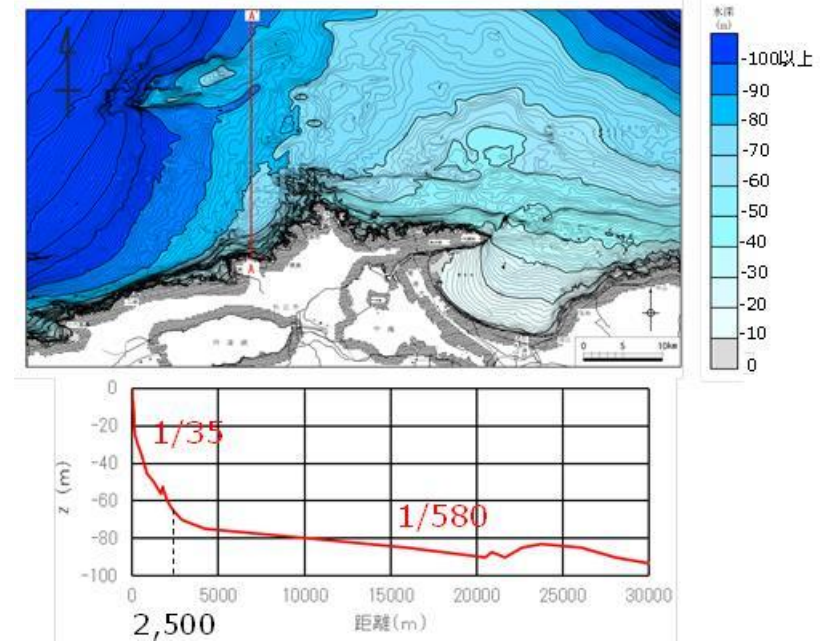
b. 検討方法

津波波圧の検討は数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)と水理模型実験(平面水槽実験)により行う。数値流体解析と水理模型実験の比較を表1に示す。

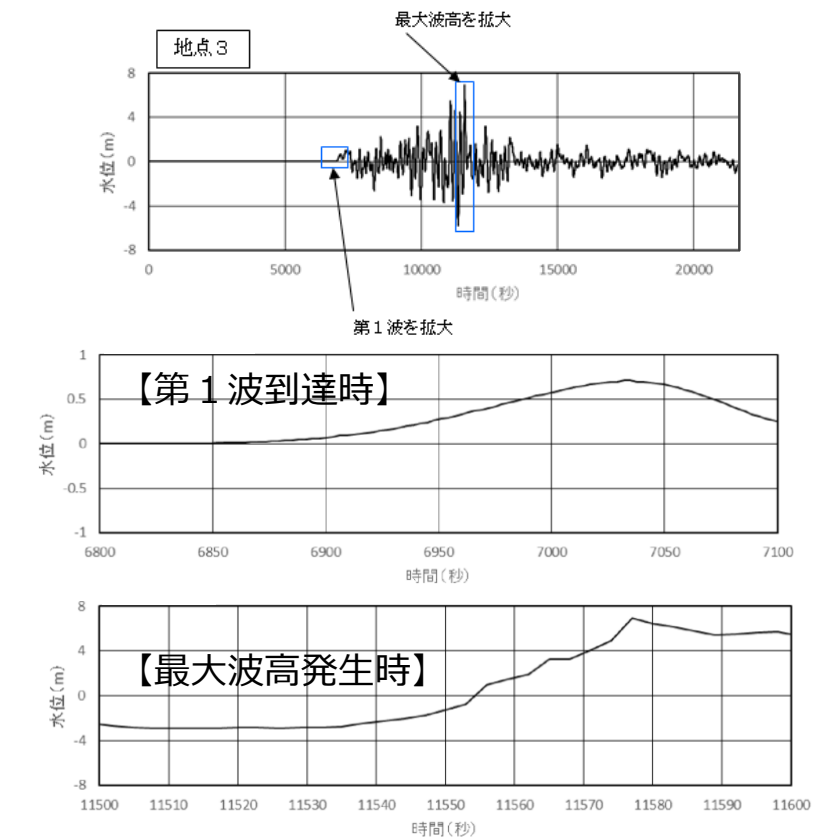
水理模型実験は流体の挙動を直接確認でき、サイト特性や津波特性に応じた評価が可能となる。ただし、基準津波などの固有の不規則波形を正確に再現した実験は困難であるため、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析により基準津波による水位・流速・津波波圧の時刻歴波形等を確認し、水理模型実験の結果と併せて比較・考察を行うことでソリトン分裂波の発生有無や津波波圧の作用状況等に関して信頼性の高い評価が可能となる。

表1 数値流体解析と水理模型実験の比較

検討方法	長所	短所
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 理論式に基づく流体の挙動を確認可能</li> <li>✓ 分裂波の発生有無を確認可能</li> <li>✓ 任意の不規則波形の入力が可能</li> <li>✓ 任意の地形や構造物のモデル化が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 評価値の信頼性(再現性)に関して、流体の実挙動と比較・考察することが望ましい</li> </ul>
水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 流体の実挙動を直接確認可能</li> <li>✓ 分裂波の発生有無を確認可能</li> <li>✓ 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能</li> <li>✓ 測定値の信頼性(再現性)が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 複雑な不規則波形の再現は困難</li> <li>✓ 地形や構造物の複雑なモデル化は困難</li> </ul>



第10図 海底地形断面図



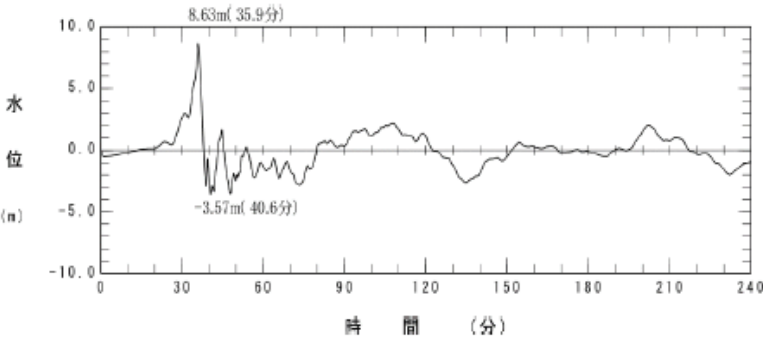
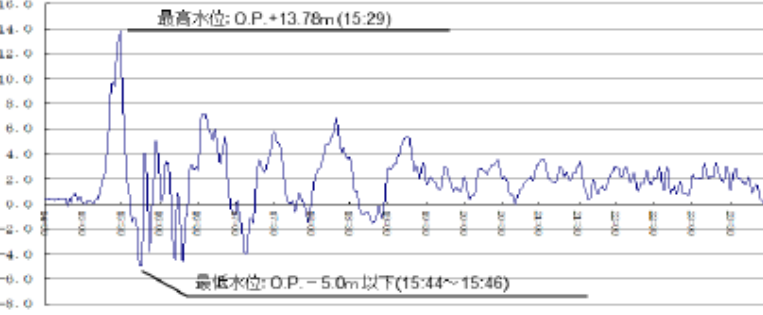
第11図 津波高さの時刻歴波形図  
(地点3, 基準津波1: 防波堤無)

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考									
	<p>c. 検討項目</p> <p>数値流体解析及び水理模型実験による検討項目を表2に示す。 数値流体解析では基準津波を対象とし、水理模型実験では津波の波形特性(周期, 波高)を変化させた複数の模擬津波を対象とし、それぞれ検討を行う。</p> <p style="text-align: center;">表2 検討項目</p> <table border="1" data-bbox="943 590 1700 890"> <thead> <tr> <th>検討項目</th> <th>確認内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>津波波圧の確認</td> <td>✓ 非線形分散波理論に基づいた解析と、実流体を対象とした実験により、サイト特性を踏まえた津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>ソリトン分裂の有無</td> <td>✓ 防潮堤近傍でソリトン分裂が発生する場合には、構造物底面近傍の水深係数が大きくなることから、非分裂波かソリトン分裂波かを確認する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">水深係数の整理</td> <td>✓ 朝倉式では水深係数として3が使用されているが、平成28年12月NRA技術報告において水深係数3の適用範囲をフルード数が1以下としていることを踏まえ、防潮堤前面位置でのフルード数を確認する。</td> </tr> <tr> <td>✓ 防潮堤に作用する波圧分布を無次元化し、水深係数として整理することで、朝倉式の水深係数3と比較する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>d. 検討概要</p> <p>検討概要を図6に示す。最初に基準津波や東北地方太平洋沖地震による津波の特性に関して、周辺地形等の影響も踏まえて確認し、津波の第1波が後続波と比較して極端に大きくなること、数値流体解析及び水理模型実験による検討では津波の第1波を評価対象とすることを示す。次に数値流体解析による検討結果に関して、基準津波に伴うソリトン分裂の有無や津波波圧の発生状況等(おおむね静水圧の波圧分布)を示す。次に水理模型実験による検討結果について、模擬津波(波形特性の不確かさを考慮)に伴うソリトン分裂の有無や津波波圧の発生状況等(波圧分布は静水圧型)を示す。次に数値流体解析及び水理模型実験の検討結果を既往の津波波圧算定式と比較し、水深係数として整理した結果が朝倉式に包含されることを示す。最後に設計で考慮する津波波圧の設定方法に関して、保守性を確保する観点から朝倉式を参照することを示す。</p>	検討項目	確認内容	津波波圧の確認	✓ 非線形分散波理論に基づいた解析と、実流体を対象とした実験により、サイト特性を踏まえた津波波圧を確認する。	ソリトン分裂の有無	✓ 防潮堤近傍でソリトン分裂が発生する場合には、構造物底面近傍の水深係数が大きくなることから、非分裂波かソリトン分裂波かを確認する。	水深係数の整理	✓ 朝倉式では水深係数として3が使用されているが、平成28年12月NRA技術報告において水深係数3の適用範囲をフルード数が1以下としていることを踏まえ、防潮堤前面位置でのフルード数を確認する。	✓ 防潮堤に作用する波圧分布を無次元化し、水深係数として整理することで、朝倉式の水深係数3と比較する。	<p>「防波堤の耐津波設計ガイドライン」の条件①かつ条件②の条件に合致しないため、ソリトン分裂波が発生しないと考えられるが、砕波発生有無の確認を含めて、科学的根拠に基づいた確認を行うために、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションを追加実施する。</p>	<p>備考</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>
検討項目	確認内容											
津波波圧の確認	✓ 非線形分散波理論に基づいた解析と、実流体を対象とした実験により、サイト特性を踏まえた津波波圧を確認する。											
ソリトン分裂の有無	✓ 防潮堤近傍でソリトン分裂が発生する場合には、構造物底面近傍の水深係数が大きくなることから、非分裂波かソリトン分裂波かを確認する。											
水深係数の整理	✓ 朝倉式では水深係数として3が使用されているが、平成28年12月NRA技術報告において水深係数3の適用範囲をフルード数が1以下としていることを踏まえ、防潮堤前面位置でのフルード数を確認する。											
	✓ 防潮堤に作用する波圧分布を無次元化し、水深係数として整理することで、朝倉式の水深係数3と比較する。											



東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="988 338 1650 741" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>① 基準津波等の特性の確認(周辺地形等の影響確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ 津波の第1波が後続波と比較して極端に大きい</p> <p>② 数値流体解析による検討(基準津波に伴う津波波圧の確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ おおむね静水圧の波圧分布</p> <p>③ 水理模型実験による検討(波形特性の不確かさを考慮した津波波圧の確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ 波圧分布は静水圧型(直線分布)</p> <p>④ 既往の津波波圧算定式との比較(解析及び実験の保守性の確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ 実験と解析の結果は朝倉式に包含</p> <p>⑤ 設計で考慮する津波波圧の設定(設計荷重の保守性を確保)</p> </div> <p style="text-align: center;">図6 検討概要</p> <p>(3) 基準津波・東北地方太平洋沖地震による津波の特性の確認</p> <p>女川原子力発電所の基準津波はプレート間地震(東北地方太平洋沖型の地震)による津波であり、策定位置は沖合約10kmとなっている。基準津波の第1波は複数の波の重なり合いによる二段型波形となっており、第1波全体としての半周期は約10～20分、二段型波形のうちの個別波部分の半周期は約5分となっている。数値流体解析及び水理模型実験により津波波圧の検討を行うにあたり、基準津波及び東北地方太平洋沖地震による津波の特性の確認を行った。</p> <p>a. 第1波と後続波の関係</p> <p>基準津波及び東北地方太平洋沖地震による津波の第1波は二段型波形が特徴となっている。また、津波は指向性を有していることから、一般に震源付近の津波水位が高く、第1波が支配的となる(図7及び図8)。</p> <p>女川原子力発電所は、湾や入り江形状を呈する地形が多数存在するリアス式海岸の南部に位置し、後続波(周辺地形からの反射波)の重なり合い等による津波水位の増幅が見られる可能性があることから、基準津波(水位上昇側)、基準津波(水位下降側)を対象とした平面二次元津波シミュレーション解析により、2号炉取水口前面における水位時刻歴波形を確認を行った結果、各津波ともに後続波は減衰傾向を示しており、第1波の水位が後続波と比較して極端に大きくなることを確認した(図9～図11)。</p>		<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>また、東北地方太平洋沖地震において、震源から離れた八戸港では、周辺地形からの反射波の影響が含まれた第2波で最高水位を生じているが、その津波水位は約 4.6mと小さいことを確認した (図 12)。</p> <p>なお、女川原子力発電所の基準津波の検討において、震源位置 (大すべり域) を移動させた場合の津波水位に与える影響についても検討しており、発電所に正対する位置に震源 (大すべり域) がある場合、最も津波水位が高く、発電所から離れるにつれてその影響は小さくなることを確認している (図 13 及び図 14)。</p> <p>以上の結果から、震源から離れた位置では後続波で最高水位を生じる可能性があるが、女川の基準津波は発電所に正対する位置に震源を設定することで第1波で最高水位を生じることになり、後続波が減衰傾向を示すことと併せて、第1波の影響が支配的となることを確認した。</p>  <p>図 7 基準津波の時刻歴波形 (水位上昇側)</p>  <p>観測記録: 3月11日14:30~24:00 (地盤変動量考慮前) (東北電力(2011)より)</p> <p>図 8 東北地方太平洋沖地震の観測波形 (港湾内潮位計)</p>		<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

(2) 水理模型実験

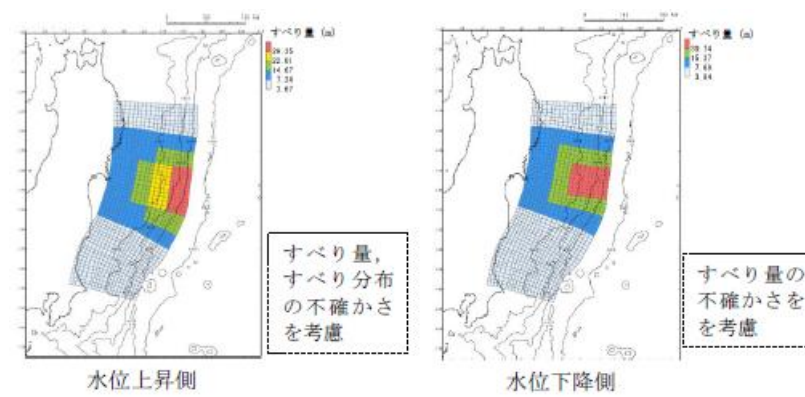


図9 基準津波 (東北地方太平洋沖型の地震)

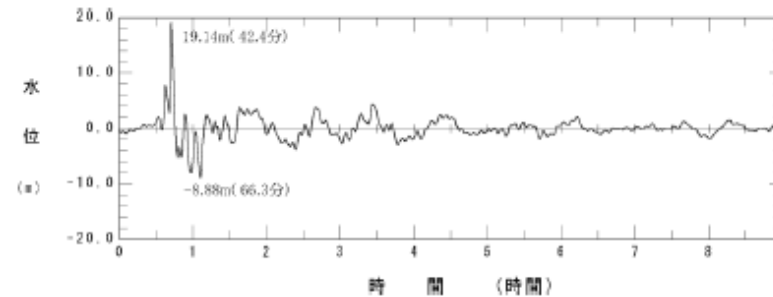


図10 基準津波 (水位上昇側) の2号炉取水口前面における水位時刻歴波形

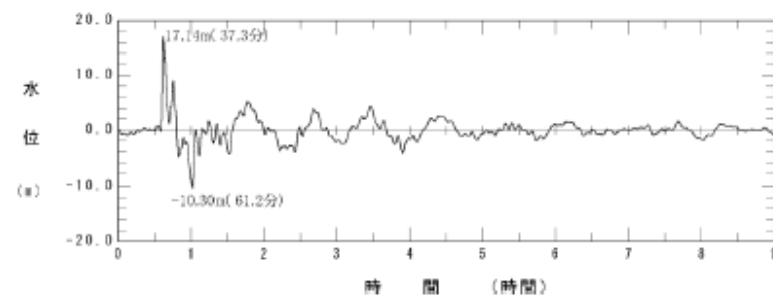


図11 基準津波 (水位下降側) の2号炉取水口前面における水位時刻歴波形

(2) 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理

地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し、不確かさを含めて実験条件及び解析条件を設定する。

水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションに使用する基準津波の選定に当たっては、ソリトン分裂波や砕波の発生及び津波波圧への影響要因である津波高さ及び流速を指標とした。

基準津波のうち津波波圧に対して支配的となる水位上昇側の基準津波を対象とし、各防波壁前面位置の結果について整理した。整理結果より、3号炉においては基準津波1 (防波堤有)、1、2号炉においては基準津波1 (防波堤無)を選定した。基準津波 (水位上昇側) における津波高さ及び流速を第4表に示す。

第4表 基準津波 (水位上昇側) における津波高さ及び流速

基準津波	津波波源	地形変化	津波高さ		流速		備考
		防波堤	最高水位 (EL. m)	発生位置	最大流速 (m/s)	発生位置	
1	日本海東縁部	有	10.7	3号北側	9.0	3号炉北側	3号炉の検討で選定
		無	11.9	1、2号炉北側	9.8	1、2号炉北側	1・2号炉の検討で選定
有		9.0	3号炉東側	5.7	1、2号炉北側		
無		11.5	1、2号炉北側	6.2	1、2号炉北側		

基準津波1 (防波堤有、防波堤無) による津波高さを防波壁全域において評価するため、水理模型実験及び断面二次元シミュレーションにおける津波高さについては、基準津波1よりも大きいケースとして、津波高さが防波壁天端高さであるEL. +15.0mとなる波圧検討用津波 (15m津波)を設定した。

また、水理模型実験では、防波壁前面での浸水深及びフルード数算定を目的に、防波壁が無い状態での津波遡上状況を確認するケースも併せて実施した。津波波圧に影響する不確かさの考慮内容一覧表及び検討ケース一覧表を第5表に示す。

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

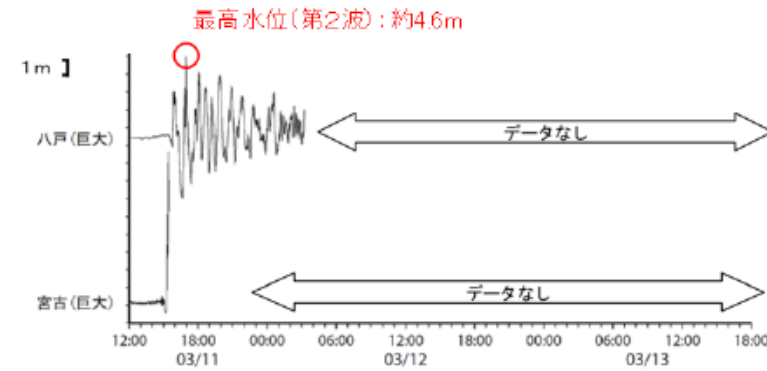


図12 東北地方太平洋沖地震における八戸港の津波観測記録  
(気象庁(2011)を一部加筆)

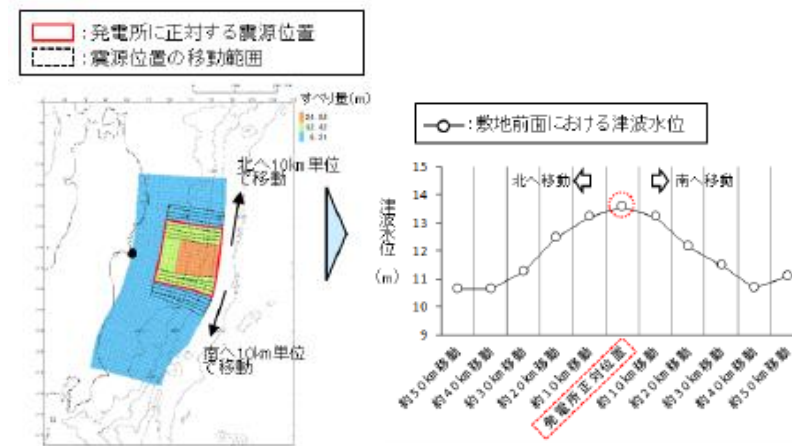


図13 宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル  
(東北地方太平洋沖型の地震)

図14 震源位置と津波水位の関係

第5表 津波波圧に影響する不確かさの考慮内容一覧表  
及び検討ケース一覧表  
不確かさの考慮内容一覧表 (3号炉)

分類	項目	サイト特性	不確かさの考慮内容	比較する検討ケース
地形	周辺地形	防波堤の有無	防波堤周辺の地形変状の不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤有)及び基準津波1(防波堤無)	①, ②
津波	波形	振幅 (津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤有) 及び波圧検討用津波(1.5m津波)	①, ③
		短周期	津波周期の不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤有) 及び基準津波1(防波堤有)の半周期	③, ⑥

検討ケース一覧表 (3号炉)

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁	水理模型実験	断面二次元津波シミュレーション
ケース①	基準津波1		有	有	有	○	○
ケース②			無	有	有	○	—
ケース③	波圧検討用津波 (1.5m津波)	基準津波1	有	有	有	○	○
ケース④*			有	有	無	○	—
ケース⑤*			有	無	無	○	—
ケース⑥	基準津波1の半周期		有	有	有	○	—

※通過波計測ケース

不確かさの考慮内容一覧表 (1, 2号炉)

分類	項目	サイト特性	不確かさの考慮内容	比較する検討ケース
地形	周辺地形	防波堤の有無	1, 2号炉前面に位置する防波堤は無いものとして評価するため、地形変状の不確かさは考慮しない	—
津波	波形	振幅 (津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤無) 及び波圧検討用津波(1.5m津波)	⑦, ⑧
		短周期	津波周期の不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤無) 及び基準津波1(防波堤無)の半周期	⑧, ⑩

検討ケース一覧表 (1, 2号炉)

検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁	水理模型実験	断面二次元津波シミュレーション
ケース⑦	基準津波1		無	有	有	○	○
ケース⑧	基準津波1		無	有	有	○	○
ケース⑨*	波圧検討用津波 (1.5m津波)	基準津波1	無	有	無	○	—
ケース⑩*			無	無	無	○	—
ケース⑪	基準津波1の半周期		無	有	有	○	—

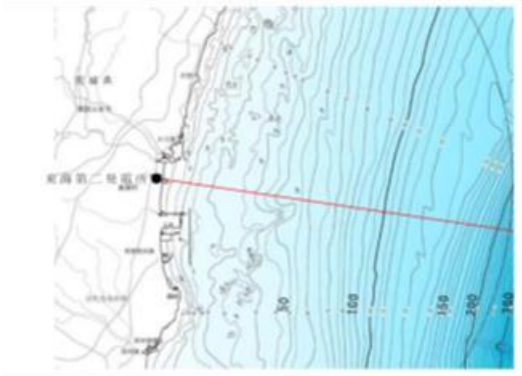
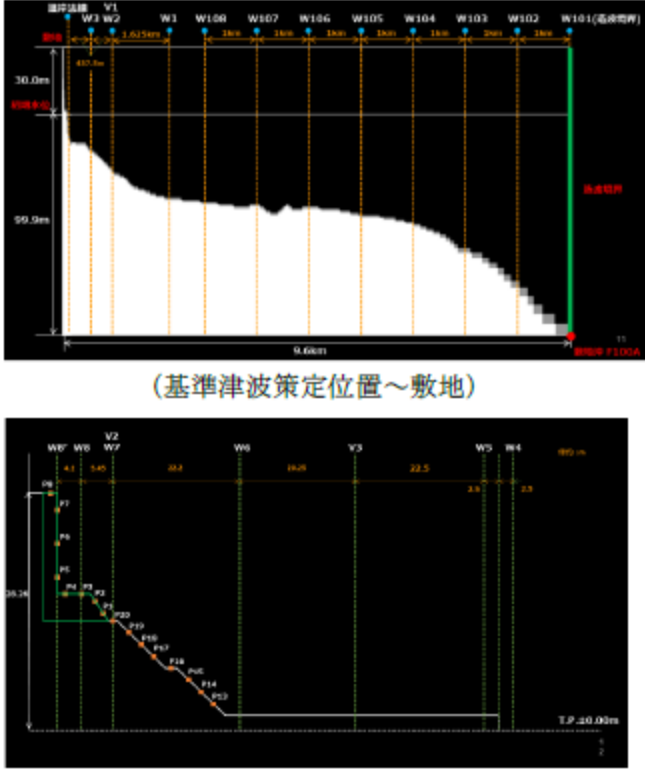
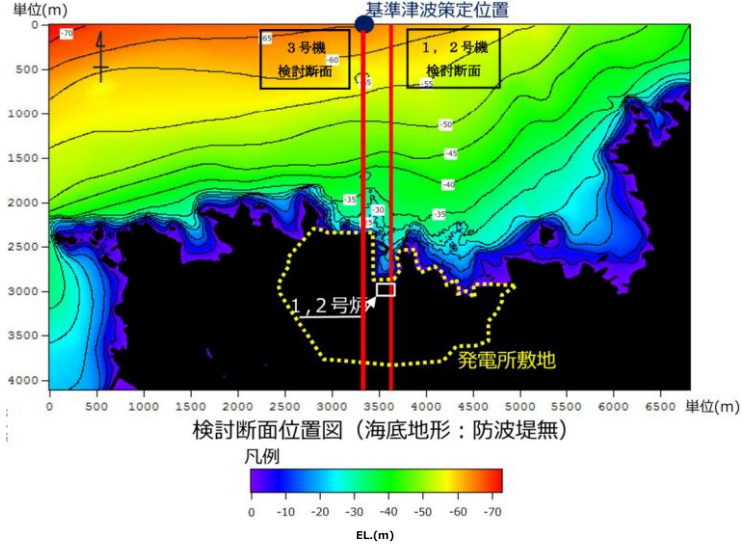
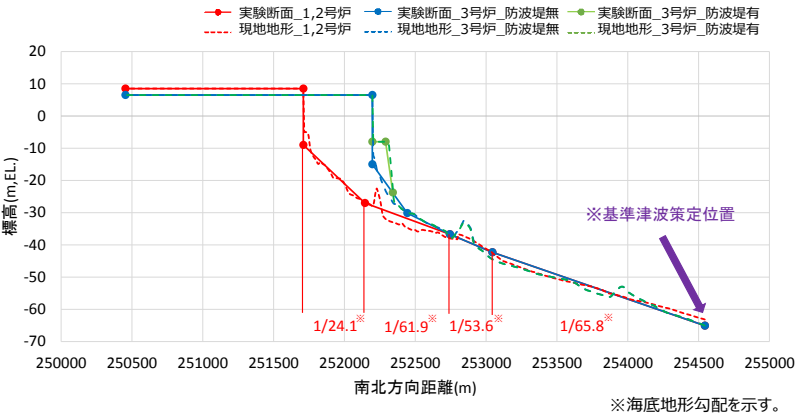
※通過波計測ケース

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

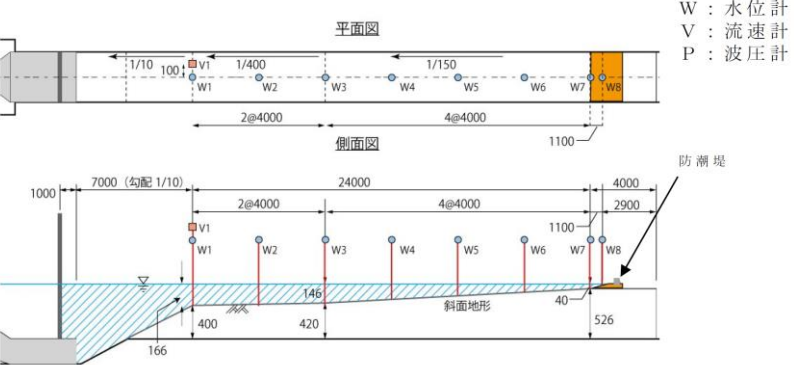
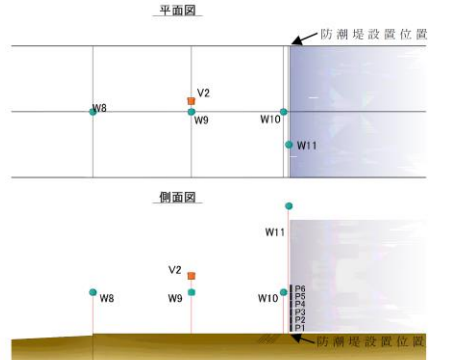

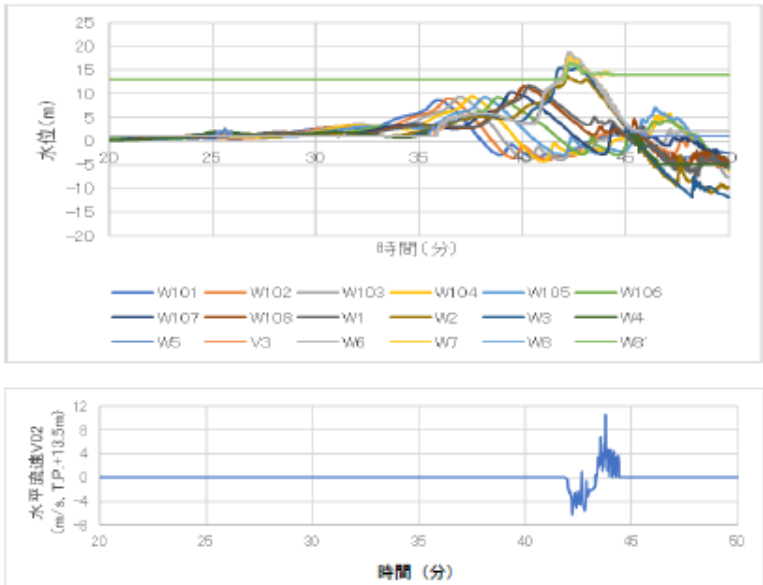
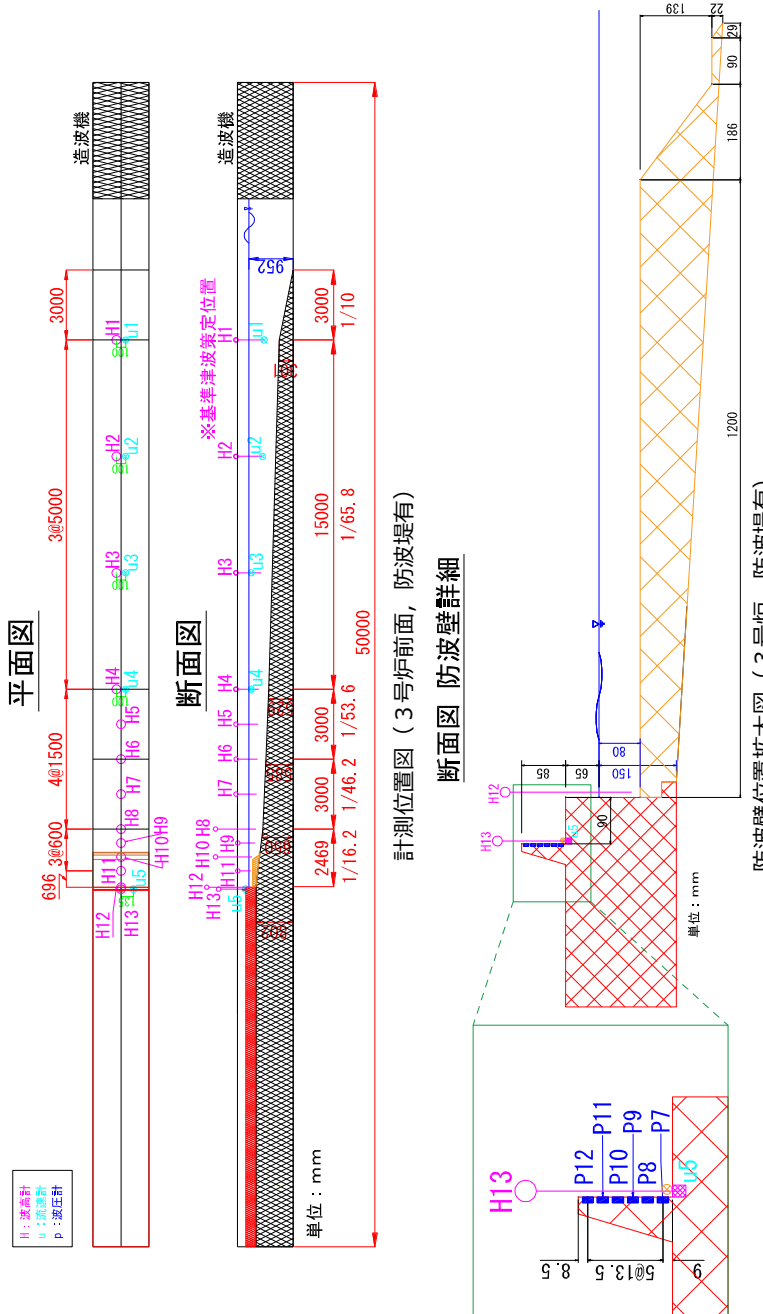


東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>a. 目的</p> <p>基準津波の策定に用いた波源については、2011年東北地方太平洋沖地震で得られた知見を踏まえて設定した波源のすべり領域を拡大したり、すべり量の割増しを行うなどの保守的な設定を複数加えた波源である。</p> <p>水理模型実験は、ソリトン分裂波が生じない沖合5.0kmにおける津波波形を入力し、ソリトン分裂波や砕波の発生の有無及び陸上へ遡上する過程での減衰状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無並びにフルード数の把握を目的に実施した。</p>	<p>b. 周辺地形の影響</p> <p>女川原子力発電所の敷地周辺は複雑に入り組んだ湾構造になっているため、敷地に到達する津波は周辺地形からの回り込みの影響もある。この影響を確認するため、基準津波の第1波の敷地への到達に関して、平面二次元津波シミュレーション解析と、後述する断面二次元津波シミュレーション解析（非線形分散波理論を考慮）の波形比較を行った。</p> <p>基準津波策定位置において、平面二次元津波シミュレーション解析の出力波形を断面二次元津波シミュレーション解析に入力して検討した結果、敷地近傍（港口部、2号炉取水口前面）での両者の第1波の出力波形はおおむね一致した（図15）。</p> <p>断面二次元津波シミュレーション解析においては周辺地形からの回り込みの影響を考慮していないため、出力波形の一致は平面二次元津波シミュレーション解析においても、第1波到達における周辺地形の影響がほとんどないことを示しており、基準津波の第1波は周辺地形の影響をほとんど受けずに策定位置から直線的に到達することを確認した。</p> <p>また、断面二次元津波シミュレーション解析では周辺地形からの回り込みの影響を考慮できないこと、解析境界からの反射波の影響が平面二次元津波シミュレーション解析と断面二次元津波シミュレーション解析で異なることから、津波の第1波を評価対象（後続波は評価対象外）とし、非線形分散波理論に基づいた断面二次元津波シミュレーション解析により、分裂波の発生有無及び分裂波の影響も考慮した津波波圧の評価が可能となる。</p> <div data-bbox="943 1417 1700 1774"> </div> <p>図15 水位時刻歴波形の比較（上段：港口部，下段：2号炉取水口前面）</p>	<p>【目的及び入射津波の造波】</p> <p>水理模型実験は、ソリトン分裂波や砕波の発生の有無及び防波壁が受ける津波波圧への有意な影響の有無、並びにフルード数の把握を目的に実施する。</p> <p>水理模型実験における再現範囲は施設護岸から離れた沖合約2.5kmの位置とし、入力津波高さが最大となる基準津波1（防波堤有・無）の平面二次元津波シミュレーションから求めた同地点における津波波形（最大押し波1波）を入力する。</p> <p>実験における入射津波は、同地点の水位と流速を用いて入射波成分と反射波成分に分離し、入射波成分を造波する。</p> <p>入射津波高さについては、基準津波1（防波堤有・無）と、不確かさを考慮した波圧検討用津波（1.5m津波）を設定する。波圧検討用津波（1.5m津波）は、基準津波1（防波堤有・無）と同周期として防波壁前面における反射波を含む遡上高がEL.+15mとなるよう振幅を調整する。なお、本波圧検討用津波（1.5m津波）は、防波壁等の設計用津波波圧として用いるものではない。</p> <p>周期については、基準津波1（防波堤有・無）の周期と、不確かさを考慮した基準津波1（防波堤有・無）の半周期を設定する。入射津波の造波波形図を第12図及び第13図に示す。</p> <div data-bbox="1736 1197 2478 1627"> </div> <p>第12図(1) 入射津波の造波波形図（防波堤有）</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

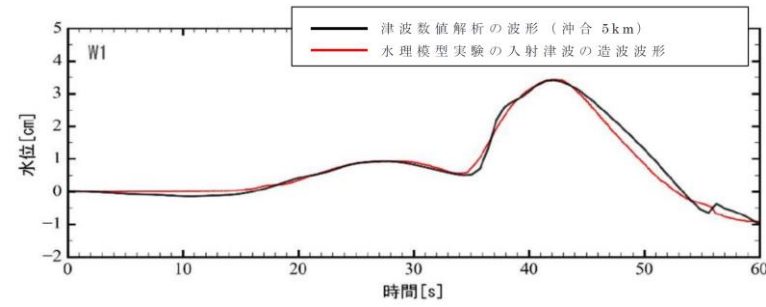
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>c. まとめ</p> <p>女川原子力発電所の基準津波及び東北地方太平洋沖地震による津波の特性を確認した結果、第1波の影響が支配的となる(第1波の水位は後続波と比較して極端に大きい)こと、第1波は周辺地形の影響をほとんど受けずに策定位置から直線的に到達することを確認した。</p> <p>以上を踏まえて、津波の第1波を検討対象として津波防護施設に作用する津波波圧の検討を行うこととし、数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)による検討と併せて、波形特性(周期、波高)の不確かさも考慮した水理模型実験による検討を補完的に行う。</p> <p>(4) 数値流体解析による検討</p> <p>a. 解析条件</p> <p>女川の地形特性(海底勾配、2段敷地、鋼管式鉛直壁)を再現したうえで、基準津波を対象とした数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)により、津波の水位・流速・波圧等の確認を行った。数値流体解析は、非線形分散波理論に基づいた解析手法であり、ソリトン分裂波を表現可能な数値波動水路CADMAS-SURF/3D(Ver.1.5)を用いた。</p> <p>解析領域は後述する水理模型実験と同じ区間をモデル化し、入射波は平面二次元津波シミュレーション解析による基準津波(東北地方太平洋沖型の地震(水位上昇側))の出力波形(第1波)とし、基準津波策定位置に入力した。解析モデルを図16に示す。</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>  <p>第12図(2) 入射津波の造波波形図(防波堤有)拡大図</p>  <p>第13図(1) 入射津波の造波波形図(防波堤無)</p>  <p>第13図(2) 入射津波の造波波形図(防波堤無)拡大図</p>	<p>備考</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 検討断面</p> <p>東海第二発電所前面の海底地形は概ね一様の地形となっていることから、本実験では、津波水位が最大となる地点を基に、津波の伝播特性を踏まえ、等深線図に直交する断面を選定した(第7図)。</p>  <p>第7図 検討断面位置図</p>	<p>女川原子力発電所 2号炉</p>  <p>(基準津波策定位置～敷地)</p> <p>(0.P. +2.5m～防潮堤)</p> <p>図16 解析モデル</p> <p>b. 通過波解析</p> <p>構造物がない状態での津波状況把握を目的に、防潮堤がないモデルで通過波解析を行い、水位・流速・フルード数の確認を行った。波形を図17に示す。</p> <p>防潮堤の近傍において津波の第1波の水位波形は滑らかになっており、ソリトン分裂は発生しておらず、水位が緩やかに上昇するような水位変動型の津波が発生した。また、防潮堤前面位置でのフルード数は0.38で1.0を下回った。津波の水平流速の小ささ(周期の長さ)や2段敷地の盛土法面の影響等によって津波が減勢し、防潮堤前面位置では常流(<math>Fr &lt; 1.0</math>)となった可能性が考えられる。</p>	<p>(3) 水理模型実験による検討</p> <p>a. 検討断面</p> <p>水理模型実験における検討断面位置を第14図及び第15図に示す。</p> <p>島根原子力発電所前面の海底地形及び津波の伝播特性を踏まえ、本実験の検討断面は、防波壁の延長方向に直交し、海底地形を示す等水深線ともほぼ直交する南北方向とする。</p>  <p>第14図 検討断面位置図(海底地形:防波堤無)</p>  <p>第15図 検討断面図</p>	<p>備考</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 実験条件</p> <p>断面二次元実験施設の水路は、長さ 60m×幅 1.2m (貯水部は 1.8m)×高さ 1.5m とし、沖合 5km から陸側の範囲を再現するために、実験縮尺 (幾何縮尺) は 1/200 とした (第 8 図)。</p>  <p>W: 水位計 V: 流速計 P: 波圧計</p> <p>第 8 図(1) 計測位置図</p>  <p>第 8 図(2) 防潮堤位置拡大図</p>  <p>第 8 図(3) 実験施設写真</p> <p>d. 入射津波の造波</p> <p>水理模型実験における再現範囲の最沖地点はソリトン分裂波が発生しない沖合 5.0km の位置とし、基準津波の波源モデルを用いた数値解析から求めた同地点における津波波形を入力した。また、この津波波形を防潮堤位置で平面二次元津波シミュレーション解析結果と同様の高さになるよう振幅を調整した (第 9 図)。</p>	<p>図 17 水位・流速の時系列波形 (通過波解析)</p>  <p>c. 津波荷重解析</p> <p>構造物がある状態での津波状況把握を目的に、防潮堤ありモデルで津波荷重解析を行い、防潮堤に作用する波圧の確認を行った。防潮堤前面位置における波圧の時系列波形を図 18 に示す。津波の第 1 波の波圧波形は滑らかになっており、津波の衝撃圧は発生しておらず、持続圧が主体となった。通過波解析の結果も踏まえると、防潮堤前面位置では津波が常流化しており、潮汐的挙動による水位変動型の津波が作用したものと考えられる。</p> <p>防潮堤に作用する最大波圧分布を図 19 に示す。防潮堤壁部 (鋼管式鉛直壁) と下部の盛土法面も含めて波圧分布はおおむね連続しており、静水圧型の分布形状 (直線分布) となった。</p> <p>これは、防潮堤前面の盛土の存在で減勢・滑らかな遡上での防潮堤への作用となったことと合わせ、既往研究で水深係数がフルード数の関数となるとの知見を考え合わせると、通過波解析でフルード数が小さく常流作用であることも考慮し、盛土・防潮堤前面波圧とも、おおむね、堰上げ前面水位による静水圧分布となったと考えられる。</p>	<p>b. 実験条件</p> <p>実験施設の水路は、長さ 50m×幅 0.6m×高さ 1.2m とし、沖合約 2.5km から陸側の範囲を再現するために、実験縮尺 (幾何縮尺) は 1/100 とする。3号炉側の実験モデル図を第 16 図に、1, 2号炉側の実験モデル図を第 17 図に示す。</p>  <p>第 16 図 実験施設水路 (3号炉, 防波堤有)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第 9 図 入射津波の造波波形図 (沖合 5km 地点)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

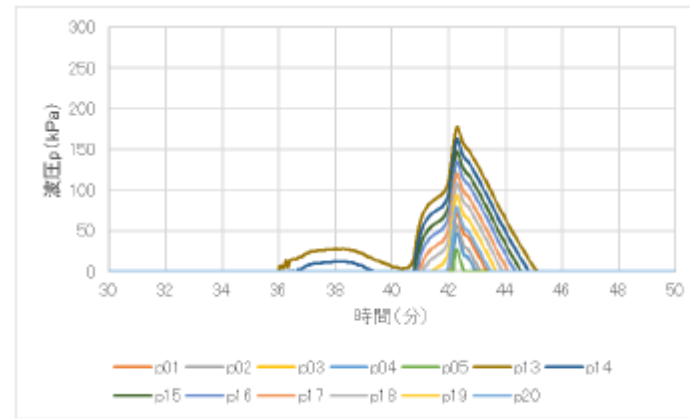


図 18 波圧の時系列波形

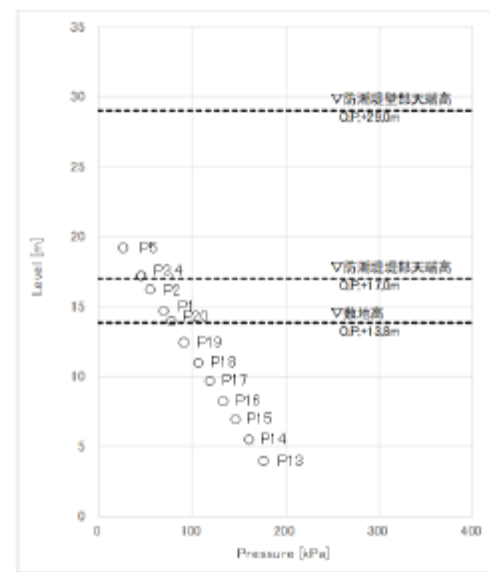


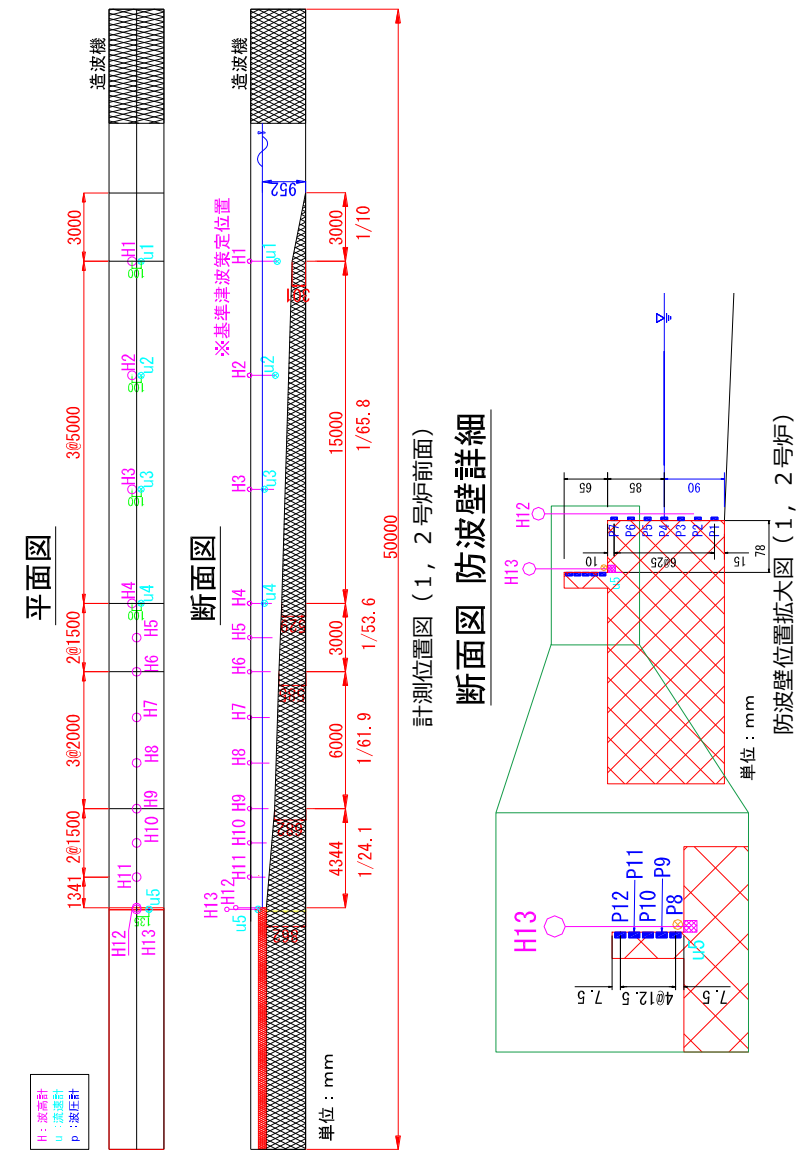
図 19 最大波圧分布

d. まとめ

女川原子力発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧について、鋼管式鉛直壁を模擬した数値流体解析により、基準津波の特性や津波波圧等を確認した。

検討の結果、防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず、防潮堤前面位置でのフルード数は1以下となった。また、基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した。また、防潮堤に作用する波圧分布はいずれも直線型となり、おおむね静水圧程度となった。

島根原子力発電所 2号炉



第 17 図 実験施設水路 (1, 2号炉)

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(5) 水理模型実験による検討</p> <p>a. 実験条件</p> <p>水理模型実験の条件設定フローを図 20 に示す。発電所の地形特性、構造物（防潮堤）特性、津波特性（基準津波、東北地方太平洋沖地震による津波）の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し、保守的な結果が得られる条件を設定する。</p> <p>津波波圧に影響するサイト特性の整理と水理模型実験条件への反映結果を表 3 に示す。地形特性、構造物特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し、保守的になるよう実験条件を設定するとともに、津波の波形特性としての周期（継続時間）及び波高の不確かさを考慮した。</p> <p>津波の波形特性（周期、波高）の不確かさが津波波圧等を与える影響を確認するため、津波の周期を 2 種類、波高を 6 種類で変化させた計 12 種類の津波波形（1 波形あたり 3 回）による水理模型実験を行った（表 4）。なお、二段型津波の波形信号は、半周期 20 分のガウス分布に半周期 5 分の同じ津波高さのガウス分布を重ね合わせた（図 21）。</p> <p>実験装置は、長さ 60m×幅 20m（内幅 18m）×高さ 15m の平面水槽を用い、実験縮尺（幾何縮尺）は 1/125 とした。また、目標最大水位 O.P. +37.5m となる高水位の津波を増波するため、増波装置の能力や水槽内の貯留可能水量を考慮し、沖合部に津波水位を高くするための収斂壁（幅 18m より 4m に絞る）を設置し、下流側に幅 4m 水路、陸上模型（護岸・盛土・敷地）及び防潮堤模型を構築した。実験装置及び実験模型の概要を図 22、図 23 及び写真 1 に示す。</p>	<p>水理模型実験の実験装置例の写真を第 18 図及び第 19 図に示す。</p>  <p>第 18 図 (1) 実験施設写真 (3 号炉)</p>  <p>第 18 図 (2) 実験施設写真 (1, 2 号炉)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>図 20 水理模型実験の条件設定フロー</p>	<p>第 19 図 (1) 実験模型 (3号炉)</p> <p>第 19 図 (2) 実験模型 (1, 2号炉)</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計方針の相違</li> <li>【東海第二, 女川2】</li> <li>設計方針の相違による記載内容の相違</li> </ul>



e. 水理模型実験の結果

(a) 水理模型実験におけるソリトン分裂波の確認

平面二次元津波シミュレーション解析に即した津波波形を造波し、水理模型実験を行った。水理模型実験における時刻歴図を第10図に示す。その結果、目視観察と波高計による計測により、沖合約220m地点(W7)においてソリトン分裂波が生じることを確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。また、防潮堤前面位置(W10)で砕波は生じず、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。

表3 津波波圧に影響するサイト特性の整理と水理模型実験条件への反映結果

分類	項目	サイト特性	津波波圧への影響	実験条件への反映結果
地形	海底勾配	1/100 (平均勾配)	• 海底勾配が1/100以下程度の遠浅で、かつ津波高さが水深の30%以上であると、ソリトン分裂波が発生する可能性がある	サイト特性を再現(与条件) ※:津波高さがソリトン分裂波の有無に影響するため、津波高さが項目で反映
	防潮堤	防潮堤あり	• 防潮堤の有無は防潮堤に対する津波の流向に影響する(防潮堤に対して沿波になるか否か)	保守性を考慮(防波堤なしでモデル化) • 防波堤なしの場合に津波は直接防潮堤に作用すること、基準津波の最高水位が防波堤よりも十分高く波長も長いことから、津波波圧への影響検討として防波堤なしが保守的と考えられる※ ※:女川の水位評価としては防波堤ありの方が保守的となるが、実験では水位条件ごとの波圧計測を目的とするので防波堤なしでの条件設定は妥当
	前面地形 (防潮堤海側)	2段敷地	• 防潮堤海側の敷地法面は、防潮堤に作用する津波波圧を減勢する効果をもたらす可能性がある	サイト特性を再現(与条件)
構造物 (防潮堤)	設置位置	法面上部 (法肩)	• 汀線から離れるほど津波が減勢し、津波波圧は小さくなる	サイト特性を再現(与条件)
	防潮堤高さ	O.P.+29m	• 影響なし	サイト特性を再現(与条件)
	形状	鋼管式鉛直壁(一般部、岩盤部)と盛土堤防の併用	• 鋼管式鉛直壁(直立構造)と比較して、盛土堤防は津波遡上に伴う減勢効果があり、津波波圧が小さくなる可能性がある • 構造物設置高さ(海側地形の標高)が高い方が構造物に作用する津波の水深が小さくなる(津波波圧は小さくなる)	保守性を考慮(鋼管式鉛直壁(一般部)でモデル化) • 鋼管式鉛直壁は盛土堤防よりも津波遡上に伴う減勢効果は小さいと考えられる • 鋼管式鉛直壁の岩盤部は一般部よりも海側地形の標高が高く、津波波圧は小さい
津波 (基準津波、東北地方太平洋沖地震による津波)	波形	二段型波形	• 津波の周期は、防潮堤に作用する津波の波長、流速の大小に影響する	不確かさを考慮(半周期5分、20分の2ケース) • 基準津波の第1波の半周期が約10~20分、二段型波形のうちの個別波部分の半周期が約5分であることを考慮して設定
	津波高さ	O.P.+24.4m (入力津波高さ)	• 津波高さが高い方が、流速も含めた津波のエネルギーが大きく、津波波圧は大きくなる	不確かさを考慮(O.P.+17.0m~O.P.+37.5mの3ケース) • 鋼管式鉛直壁(一般部)の直立壁部分に作用する規模の津波高さとし、越波の可能性まで考慮して設定

c. 水理模型実験の結果

(a) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース①】

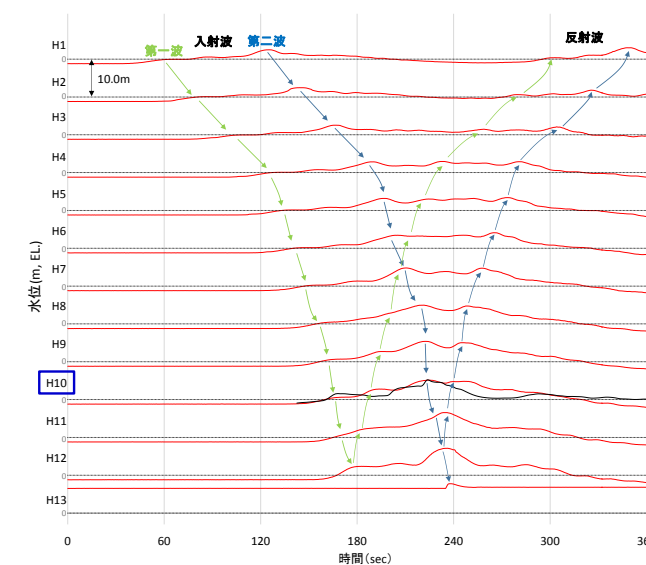
発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12地点)。また、水理模型実験(H10地点)と同等な水深における平面二次元津波シミュレーション(地点1)の時刻歴波形を比較した結果、同等の津波を再現できていることを確認した。防波壁前面のH13地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第6表に、時刻歴波形を第20図に示す。

第6表 実験条件(ケース①)

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波1	基準津波1	有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	波圧 検出用津波 (1.5m津波)	波圧 検出用津波 (1.5m津波)	有	有	有
ケース④*			有	有	無
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥		基準津波1の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース

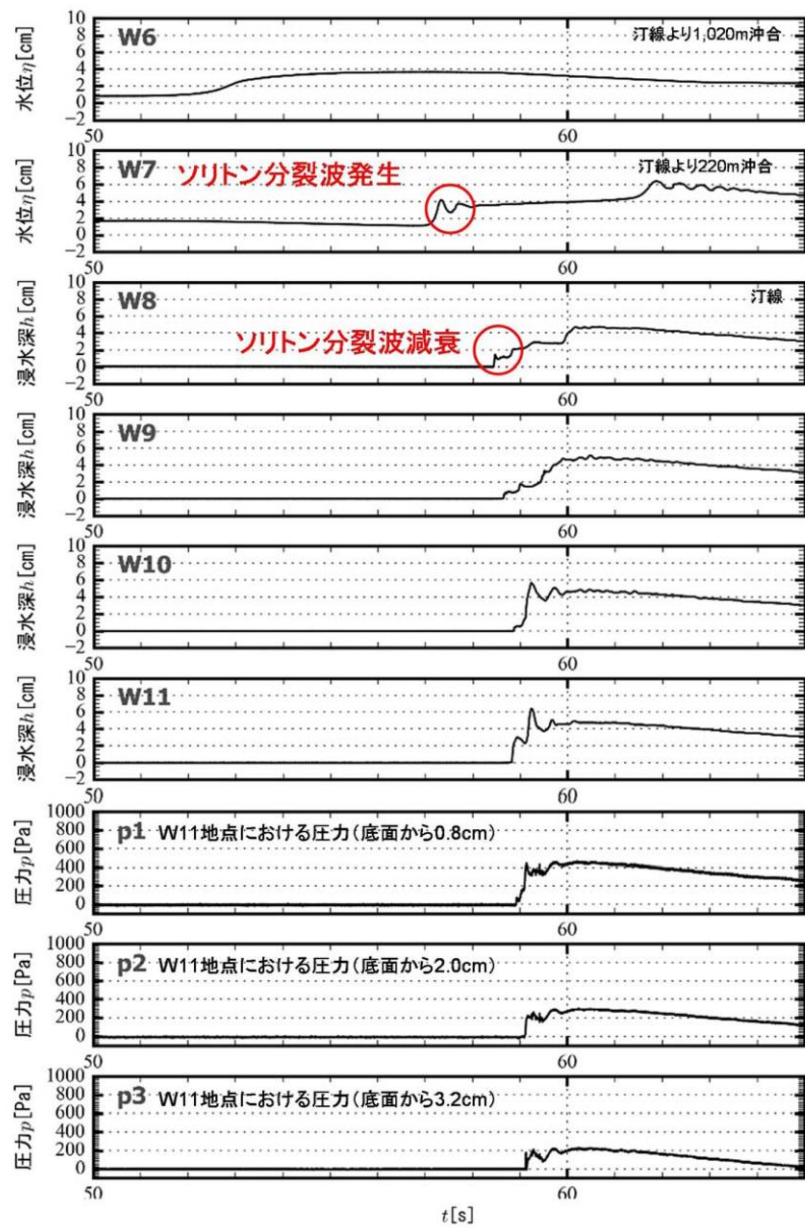
— : 水理模型実験結果  
— : 平面二次元津波シミュレーション解析結果(地点1)



第20図 水理模型実験における水位の時刻歴波形(ケース①)

• 設計方針の相違【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第10図 水理模型実験における時刻歴図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

表4 入射津波条件 (目標波形)

波条件	波形	目標津波条件 (現地換算)		目標津波条件 (1/125実験換算)			
		半周期	津波水位 [O.P.]	津波水深	半周期	津波水位 [DL]	津波水深
WAVE 001	単峰型	5分	+17.0m	非離流	26.6秒	0.136m	非離流
WAVE 002			+25.0m	非離流		0.200m	非離流
WAVE 003			+36.0m	7.0m		0.288m	0.056m
WAVE 004			+32.5m	3.5m		0.260m	0.028m
WAVE 005			+35.0m	6.0m		0.280m	0.048m
WAVE 006			+37.5m	8.5m		0.300m	0.068m
WAVE 101	二段型	20分	+17.0m	非離流	107.3秒	0.136m	非離流
WAVE 102			+25.0m	非離流		0.200m	非離流
WAVE 103			+36.0m	7.0m		0.288m	0.056m
WAVE 104			+32.5m	3.5m		0.260m	0.028m
WAVE 105			+35.0m	6.0m		0.280m	0.048m
WAVE 106			+37.5m	8.5m		0.300m	0.068m

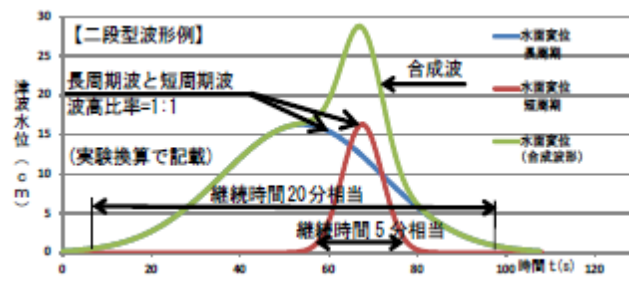


図21 波形の概要

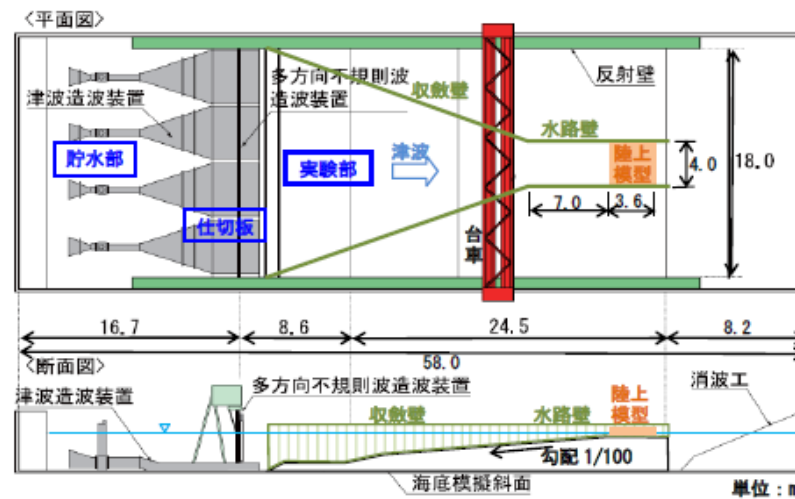


図22 実験装置概要図

島根原子力発電所 2号炉

(b) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース②】

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。

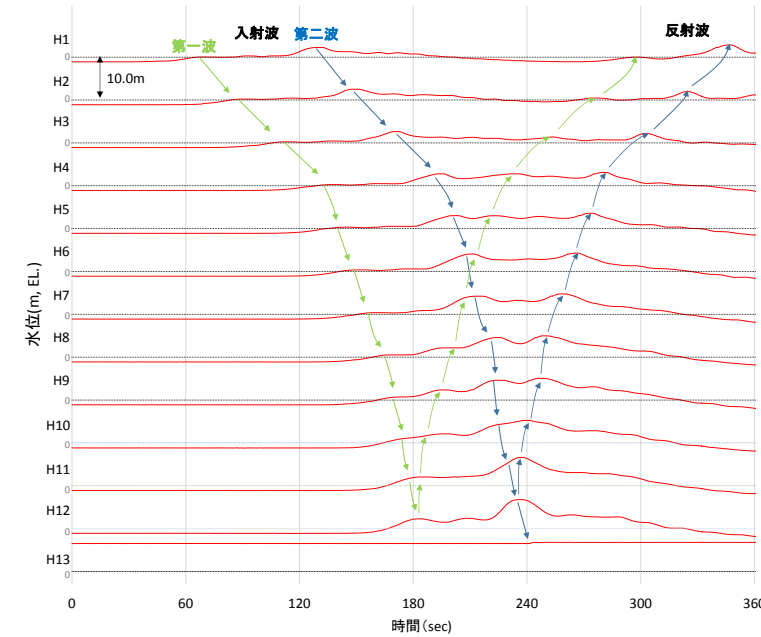
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第7表に、時刻歴波形を第21図に示す。

第7表 実験条件 (ケース②)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波1	有	有	有
ケース④*			有	有	無
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥	基準津波1 の半周期		有	有	有

※通過波計測ケース



第21図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース②)

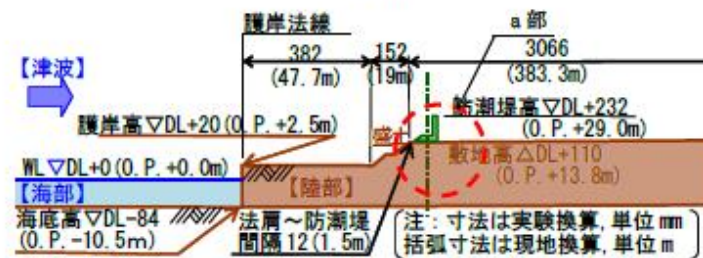
備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

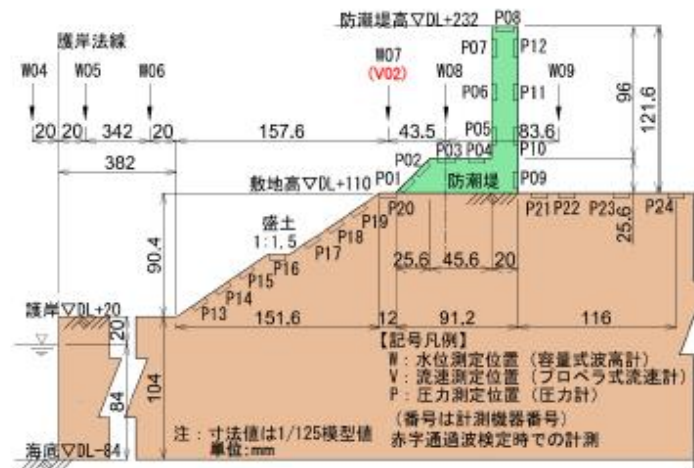




(海部)



(陸部)



(陸部詳細 (a部拡大))

図 23 実験模型概要図

(c) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース③】

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。

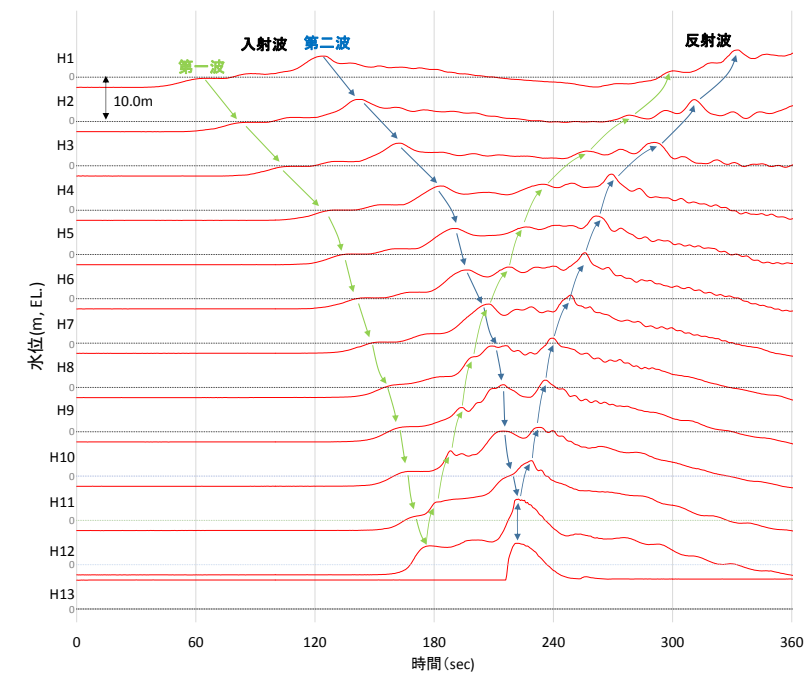
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。実験条件を第 8 表に、時刻歴波形を第 22 図に示す。

第 8 表 実験条件 (ケース③)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波 1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	基準津波 1		有	有	有
ケース④*	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		有	有	無
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥	基準津波 1 の半周期		有	有	有

※通過波計測ケース



第 22 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース③)

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

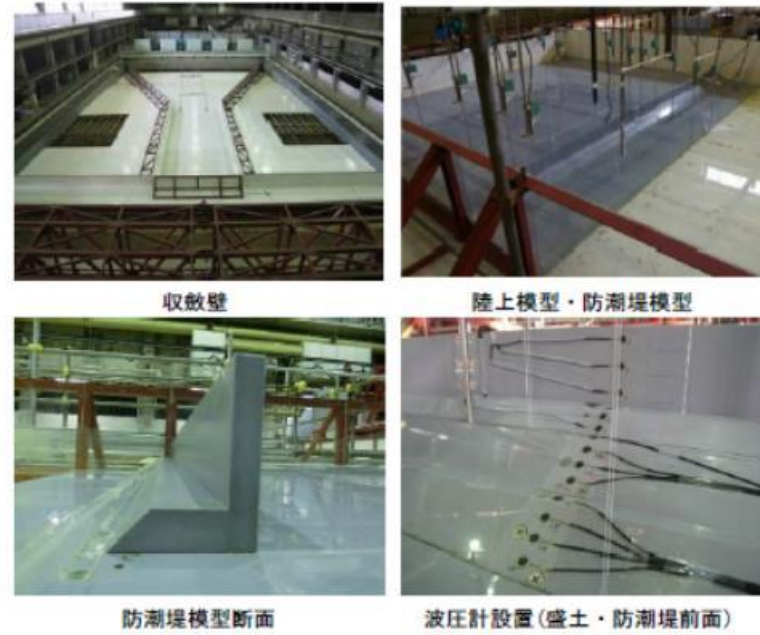


写真1 実験装置

b. 通過波実験

構造物がない状態での津波状況把握を目的に、防潮堤がないモデルで通過波実験を行い、水位・流速・フルード数の確認を行った。波形の一例を図24に示す。

防潮堤の近傍において津波の第1波の水位波形は滑らかになっており、ソリトン分裂は発生しておらず、水位が緩やかに上昇するような水位変動型の津波が発生した。なお、単峰型津波の沖合部 (WAVE002: W01~W03) で後続波の水位波形に乱れが確認でき、平面水槽実験による収斂壁による水流の漸縮・水位上昇や側壁からの反射の影響が含まれているものと考えられるが、主たる確認対象である陸上模型位置 (W04~W08) の第1波は安定した波形となっている。

各ケースでの通過波実験 (防潮堤なし) における津波の水利諸量を表5に示す。また、防潮堤前面位置でのフルード数は単峰型で0.8程度、二段型で0.6程度となり、最大でも0.843で1.0を下回った。津波の水平流速の小ささ (周期の長さ) や2段敷地の盛土法面の影響等によって津波が減勢し、防潮堤前面位置では常流 ( $Fr < 1.0$ ) となった可能性が考えられる。

(d) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース④】

防波壁が無い状態での津波遡上状況の把握を目的に、通過波実験を行い、水位・フルード数の確認を行った。

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。

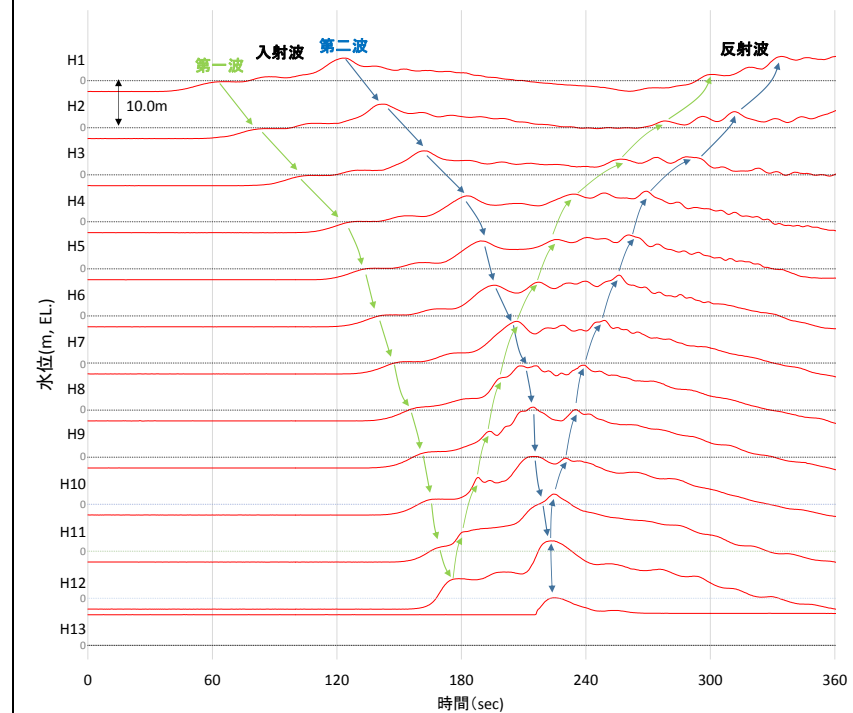
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認した。実験条件を第9表に、時刻歴波形を第23図に示す。

第9表 実験条件 (ケース④)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③		基準津波1	有	有	有
ケース④*	波圧		有	有	無
ケース⑤*	検討用津波 (1.5m津波)		有	無	無
ケース⑥		基準津波1の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース



第23図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース④)

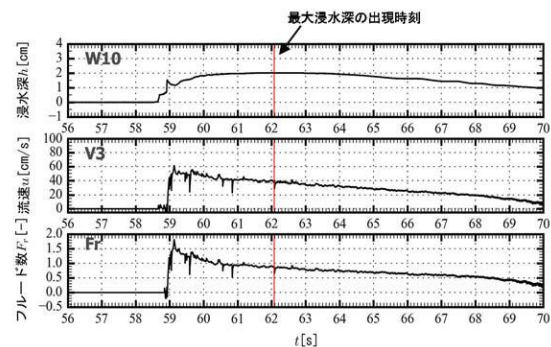
(b) フルード数

防潮堤がないモデルで、防潮堤位置の最大浸水深を計測し、同時刻における流速からフルード数を算定した。

その結果、通過波のフルード数は平均で0.8 (<1.0) であったことから、水深係数3で津波波圧分布を評価し、防潮堤の設計に適用できることを確認した(第2表及び第11図)。

第2表 通過波検定結果表

	フルード数 (最大浸水深時)
1回目	0.9
2回目	0.9
3回目	0.6
4回目	0.8
5回目	0.7
6回目	0.9
平均値	0.8



第11図 持続波領域における最大浸水深・流速・フルード数の時系列図

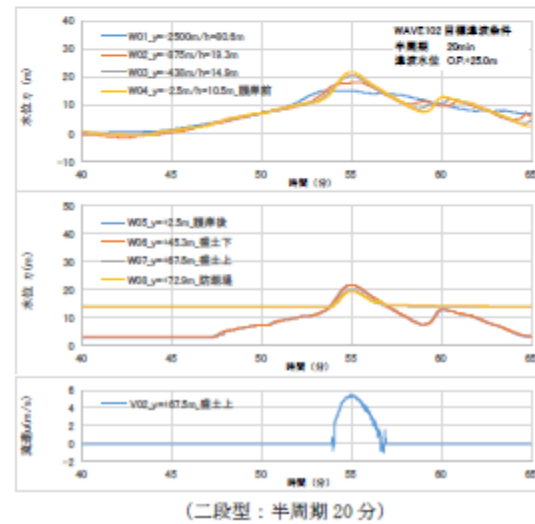
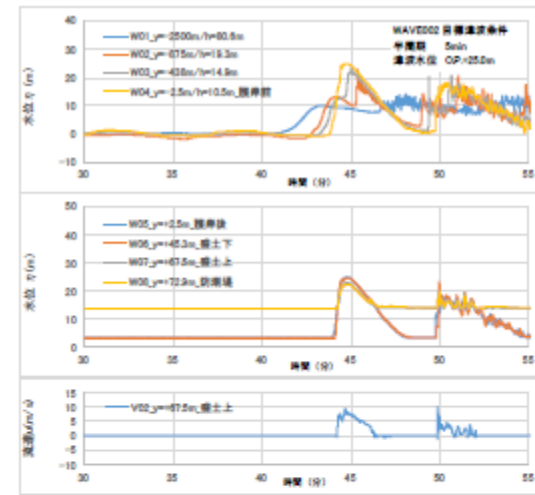


図24 水位・流速の時系列波形 (通過波実験: 目標津波水位 O.P. +25.0m)

防波壁位置における浸水深及び同時刻におけるフルード数の時刻歴波形を確認した。その結果、越流開始直後の浸水深が浅い時間帯においてはフルード数が大きい。最大浸水深と同時刻におけるフルード数は1以上となることを確認した。最大浸水深及び同時刻におけるフルード数を第10表及び第24図に示す。

朝倉らの研究\*によると、津波波圧算定で使用する水深係数(水平波圧指標)について、以下のとおり記載されている。

- ・非分裂波の場合、フルード数が1.5以上では陸上構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標(遡上水深に相当する静水圧分布の倍率)は最大で3.0となる。

今回、最大浸水深と同時刻におけるフルード数は1以上であることから、津波波圧算定で使用する水深係数を3.0とする。

※朝倉ら(2000): 護岸を越流した津波による波圧に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第47巻, 土木学会, PP.911-915

第10表 最大浸水深と同時刻におけるフルード数

	フルード数 (最大浸水深時)
1回目	1.175
2回目	1.175
3回目	1.178

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違



表 5 浸水深最大時の水理諸量 (通過波実験 : W07 (V02) 位置)

波条件	波形	目標水位* 【O.P.】	最大水位 【O.P.】	浸水深	流速	フルード数
WAVE001	単峰型 半周期 5分	+17.0m	+17.0m	3.2m	4.7m/s	0.839
WAVE002		+25.0m	+23.0m	9.2m	8.0m/s	0.843
WAVE003		+36.0m	+30.8m	17.0m	7.9m/s	0.612
WAVE004		+32.5m	+26.2m	12.4m	9.1m/s	0.826
WAVE005		+35.0m	+28.3m	14.5m	9.3m/s	0.780
WAVE006		+37.5m	+30.2m	16.4m	9.2m/s	0.726
WAVE101	二段型 半周期 20分	+17.0m	+14.6m	0.8m	0.2m/s	0.071
WAVE102		+25.0m	+19.8m	6.0m	5.4m/s	0.704
WAVE103		+36.0m	+25.8m	12.0m	8.0m/s	0.738
WAVE104		+32.5m	+25.9m	12.1m	4.9m/s	0.450
WAVE105		+35.0m	+28.2m	14.4m	7.4m/s	0.623
WAVE106		+37.5m	+30.0m	16.2m	7.6m/s	0.603

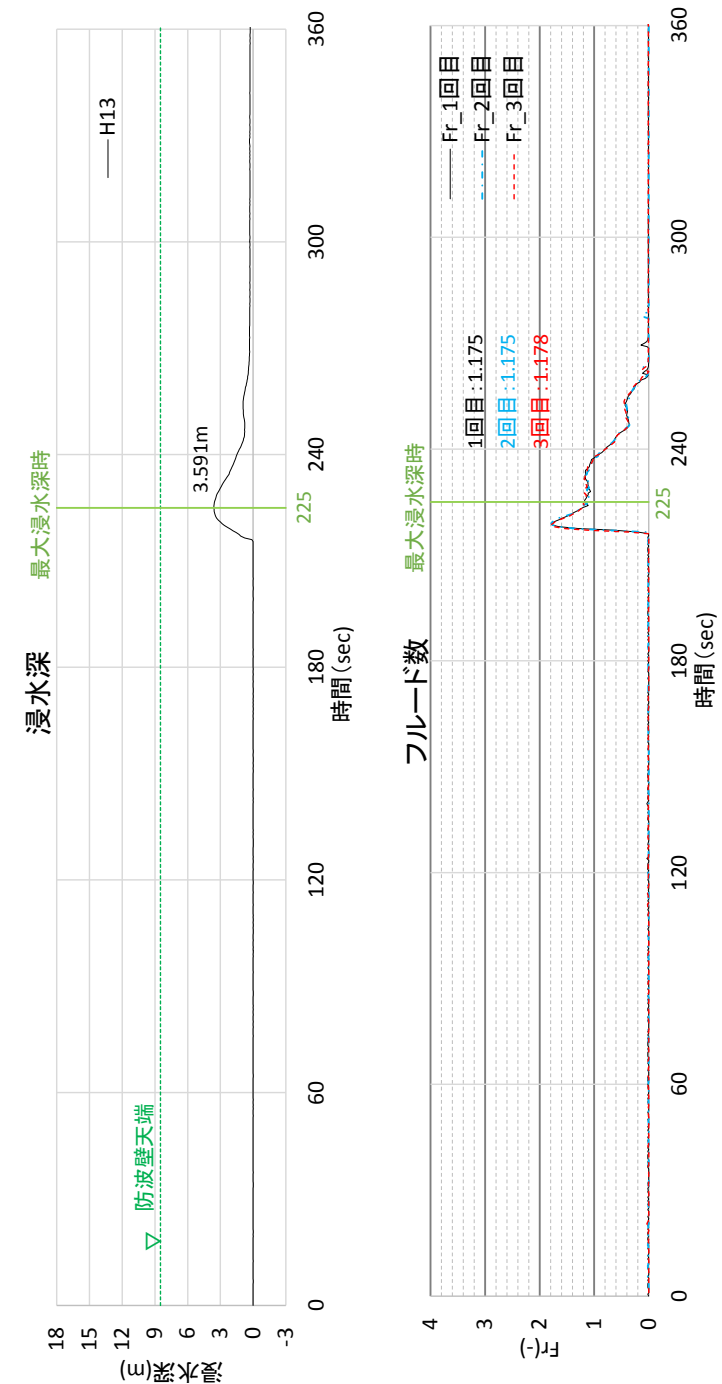
※津波荷重実験(防潮堤あり)の目標水位

c. 津波荷重実験

構造物がある状態での津波状況把握を目的に、防潮堤ありモデルで津波荷重実験を行い、防潮堤に作用する波圧の確認を行った。

実験状況を写真 2 に示す。防潮堤前面位置における波圧の時系列波形の一例を図 25 に示す。単峰型、二段型ともに津波の第 1 波の波圧波形は滑らかになっており、衝撃圧は発生しておらず、持続圧が主体となった。通過波実験の結果も踏まえると、防潮堤前面位置では津波が常流化しており、潮汐的挙動による水位変動型の津波が作用したものと考えられる。

防潮堤に作用する最大波圧分布を図 26 に示す。防潮堤壁部(鋼管式鉛直壁)と下部の盛土法面の境界付近に若干の段差が見られるものの、波圧分布としてはおおむね連続しており、静水圧型の分布形状(直線分布)となった。



第 24 図 最大浸水深及び同時刻におけるフルード数 (進行波成分) の時刻歴波形

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違





写真 2-1 実験状況 (津波荷重実験)

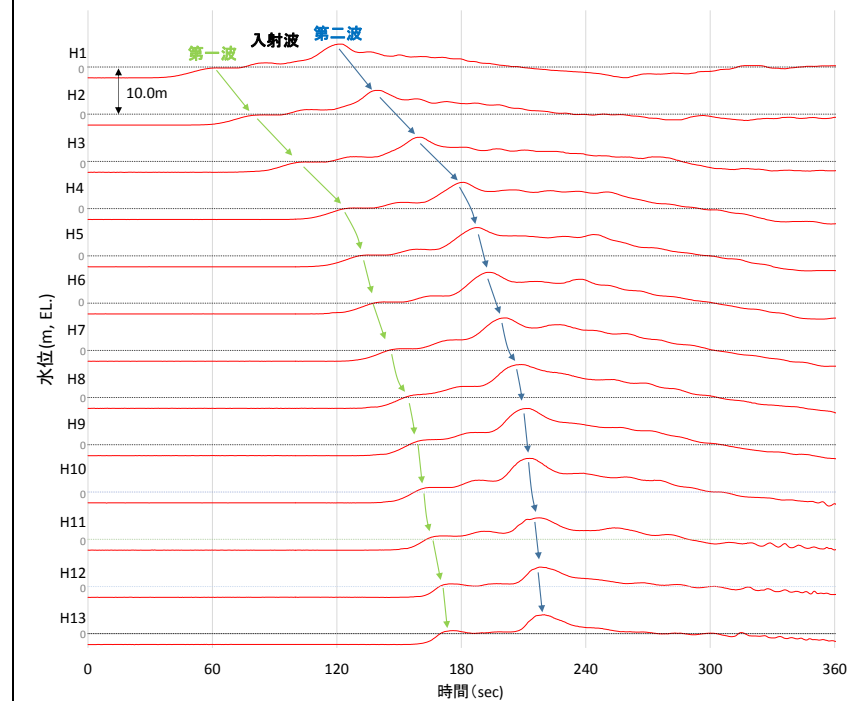
(e) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑤】

反射波の影響を受けない状態でのソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認のため、敷地護岸及び防波壁無による通過波実験を行い、発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。実験条件を第 1 1 表に、時刻歴波形を第 2 5 図に示す。

第 1 1 表 実験条件 (ケース⑤)

検討 ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地 護岸	防波壁
ケース①	基準津波 1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	波圧	基準津波 1	有	有	有
ケース④*			有	有	無
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥		基準津波 1 の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース



第 2 5 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑤)

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

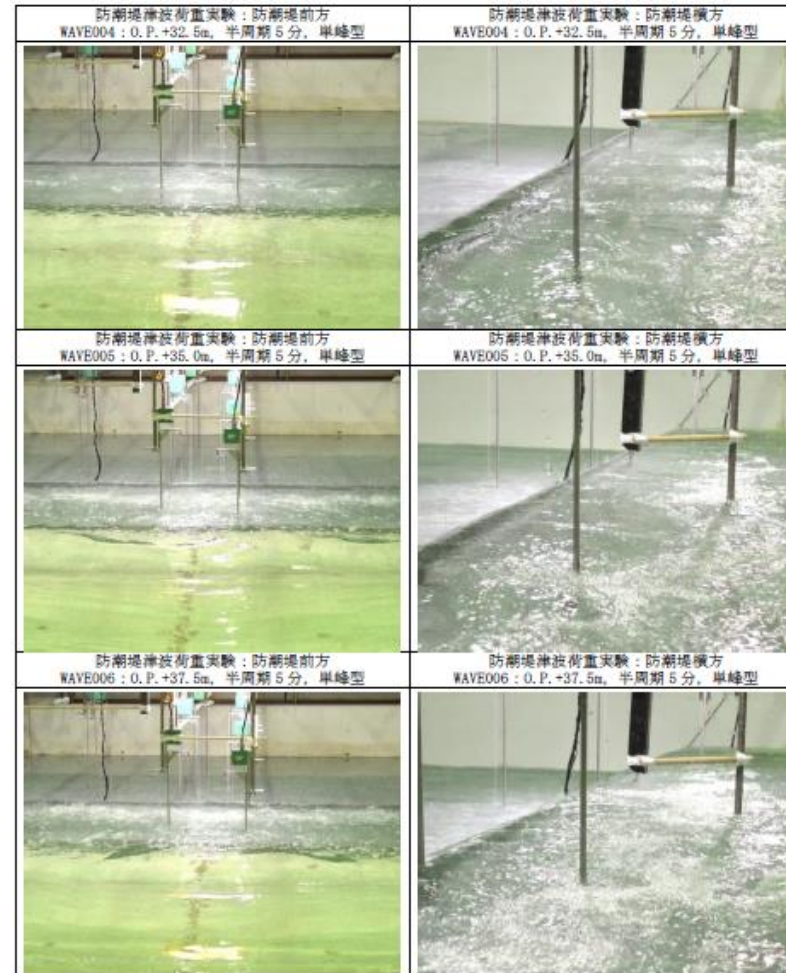


写真 2-2 実験状況 (津波荷重実験)

(f) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑥】

不確かさケースとして、極端に周期を短くした場合の検討 (基準津波 1 の半周期) を実施した。

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12)。

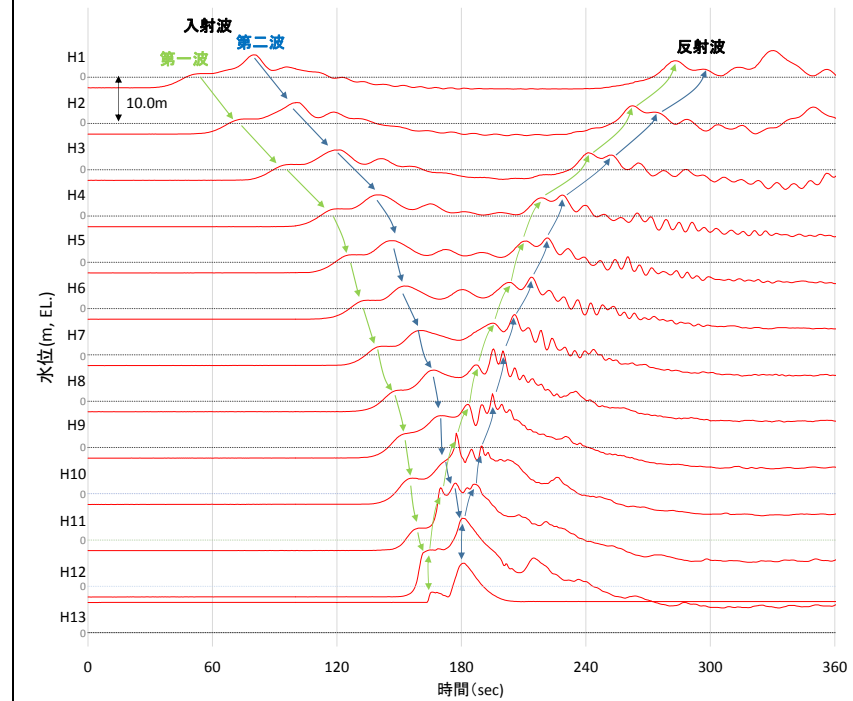
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。

実験条件を第 12 表に、時刻歴波形を第 26 図に示す。

第 12 表 実験条件 (ケース⑥)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波 1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③			有	有	有
ケース④*	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		有	有	無
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥	基準津波 1 の半周期		有	有	有

※通過波計測ケース



第 26 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑥)

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

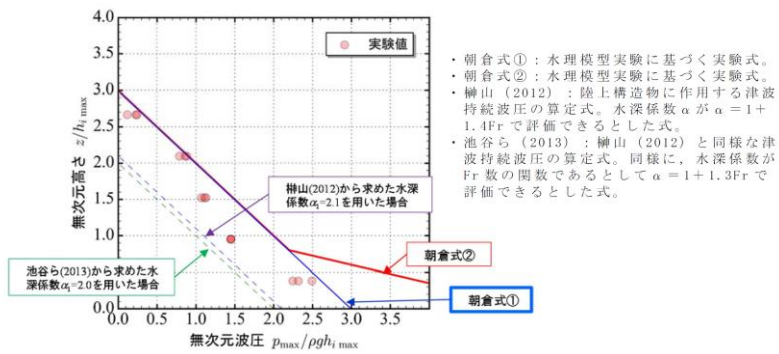


東海第二発電所 (2018.9.12 版)

(c) 防潮堤壁面におけるソリトン分裂波の最大津波波圧

防潮堤壁面における津波波圧計測結果を通過波の最大浸水深で除して無次元化した結果を以下に示す。

東海第二発電所前面海域の地形を模擬した水理模型実験で計測した防潮堤壁面の最大津波波圧は、朝倉式①及び朝倉式②による算定値よりも小さい値となり、朝倉式②のような波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった(朝倉式①の方が津波波圧分布の再現性がよいことを確認した。)(第12図)。水理模型実験において、ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。



第12図 既往の津波波圧算定式との比較  
(無次元最大津波波圧分布図)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

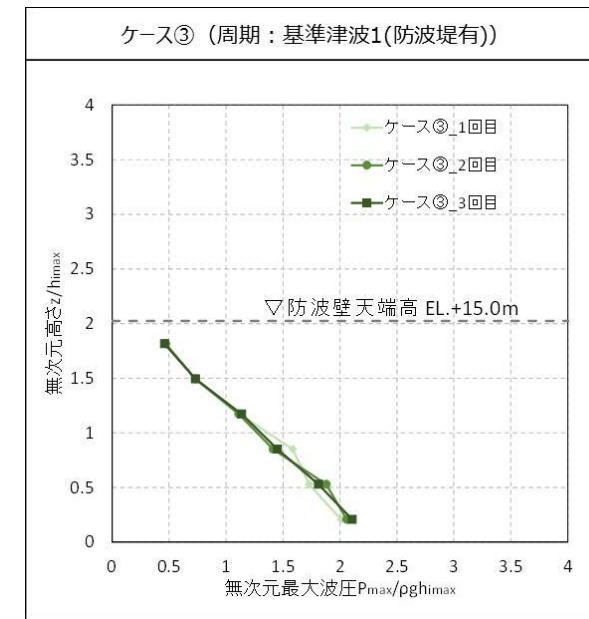


写真 2-3 実験状況 (津波荷重実験)

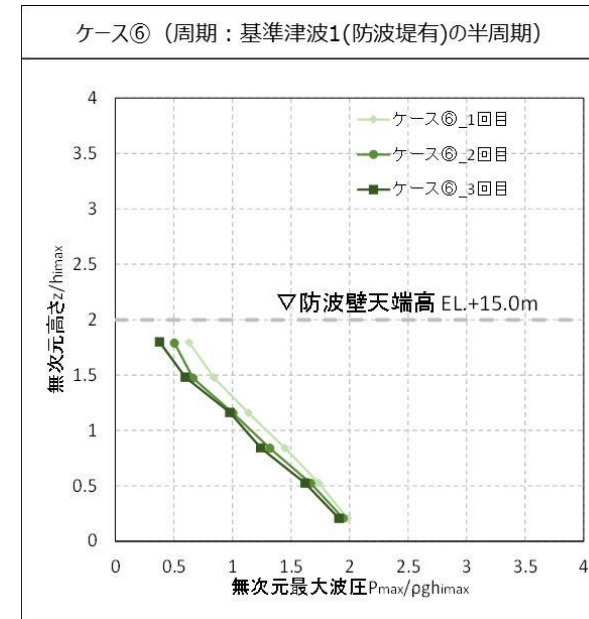
島根原子力発電所 2号炉

(g) 波圧の算定結果

水理模型実験において計測した防波壁に作用する波圧分布を第27図に示す。なお、第27図は横軸の波圧と縦軸の標高を津波による浸水深で無次元化した。水理模型実験により算出した3号炉前面の防波壁における波圧分布は直線型となり、ソリトン分裂波や砕波発生時にみられる波圧の増加がみられないため、ソリトン分裂波や砕波による津波波圧への有意な影響はないことを確認した。



↑↓ 周期の不確かさ



第27図 水理模型実験により算出した波圧分布

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

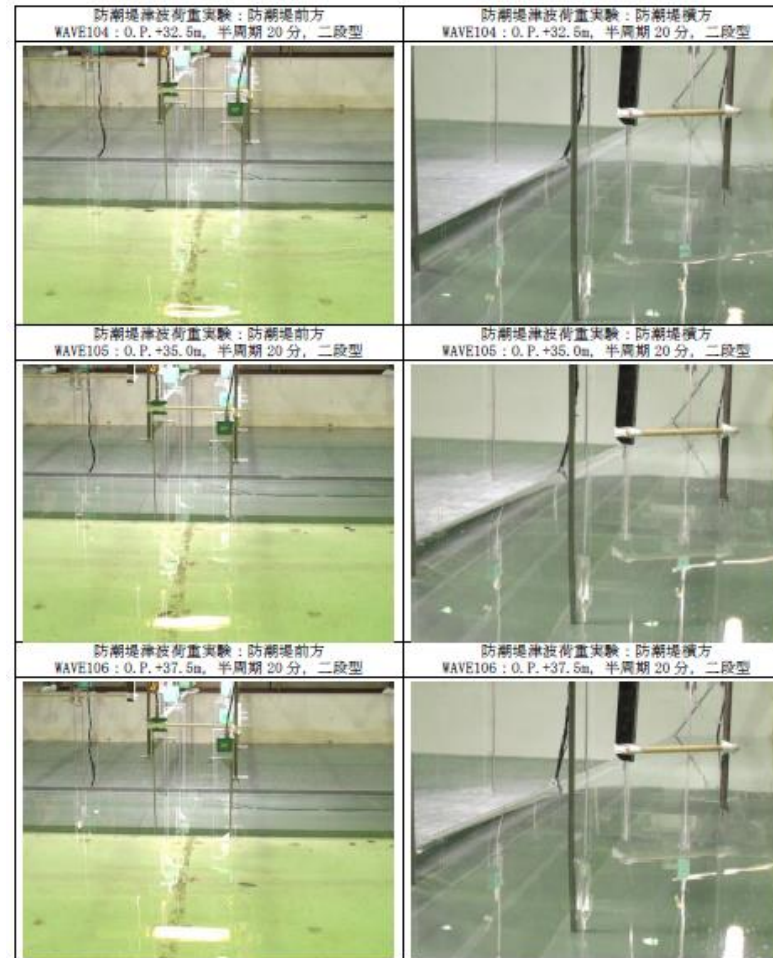


写真 2-4 実験状況 (津波荷重実験)

(h) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑦】

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。また、水理模型実験 (H10 地点) と同等な水深における平面二次元津波シミュレーション (地点 3) の時刻歴波形を比較した結果、同等の津波を再現できていることを確認した。

防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

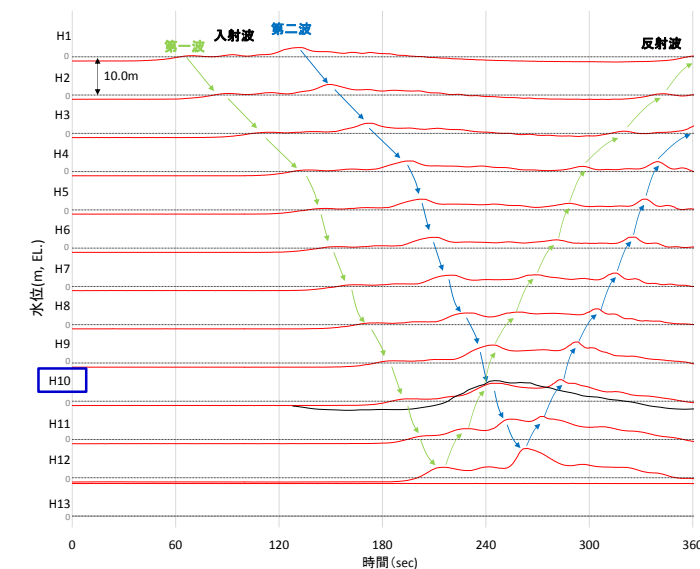
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第 1 3 表に、時刻歴波形を第 2 8 図に示す。

第 1 3 表 実験条件 (ケース⑦)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波 1		無	有	有
ケース⑧	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波 1	無	有	有
ケース⑨*			無	有	無
ケース⑩*			無	無	無
ケース⑪		基準津波 1 の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース

— : 水理模型実験結果  
— : 平面二次元津波シミュレーション解析結果 (地点 3)



第 2 8 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑦)



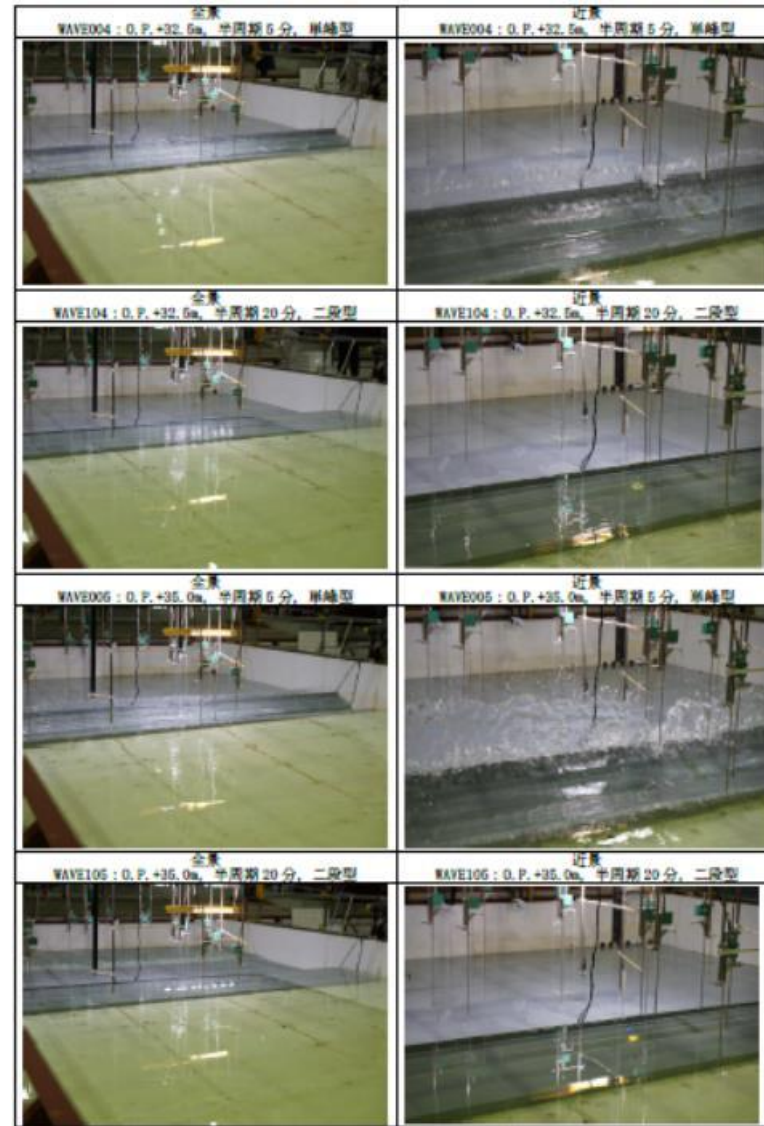


写真 2-5 実験状況 (津波荷重実験)

(i) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑧】

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。

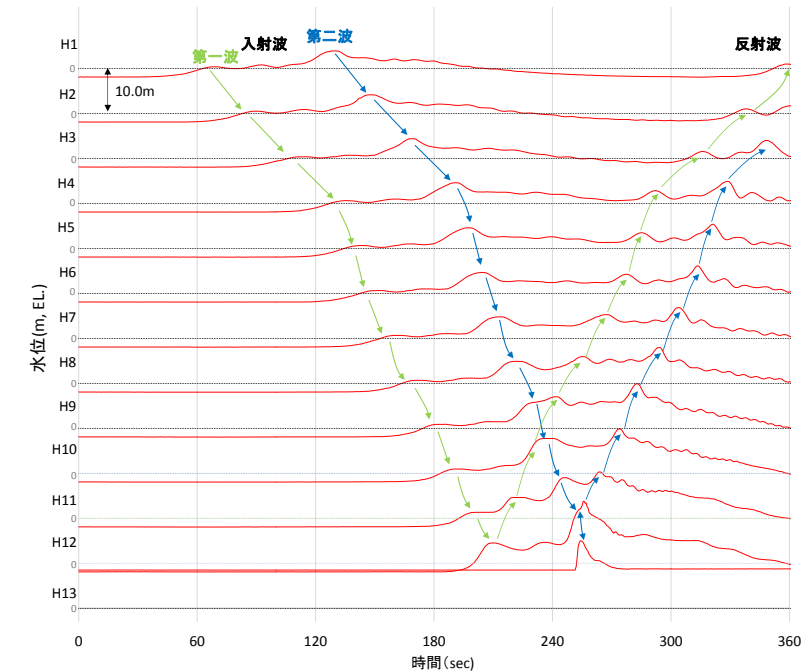
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。実験条件を第 1 4 表に、時刻歴波形を第 2 9 図に示す。

第 1 4 表 実験条件 (ケース⑧)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波 1		無	有	有
ケース⑧		基準津波 1	無	有	有
ケース⑨*	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	無
ケース⑩*			無	無	無
ケース⑪		基準津波 1 の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース



第 2 9 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑧)

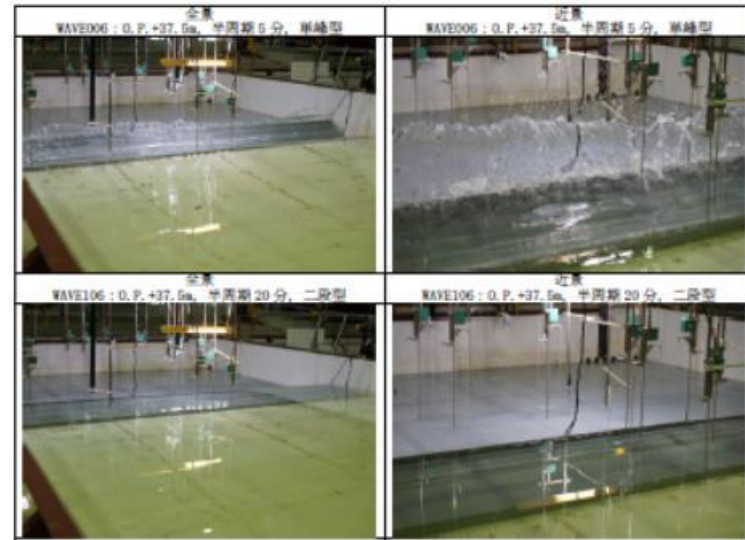


写真 2-6 実験状況 (津波荷重実験)

(j) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑨】

防波壁が無い状態での津波遡上状況の把握を目的に、通過波実験を行い、水位・フルード数の確認を行った。

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12 地点)。

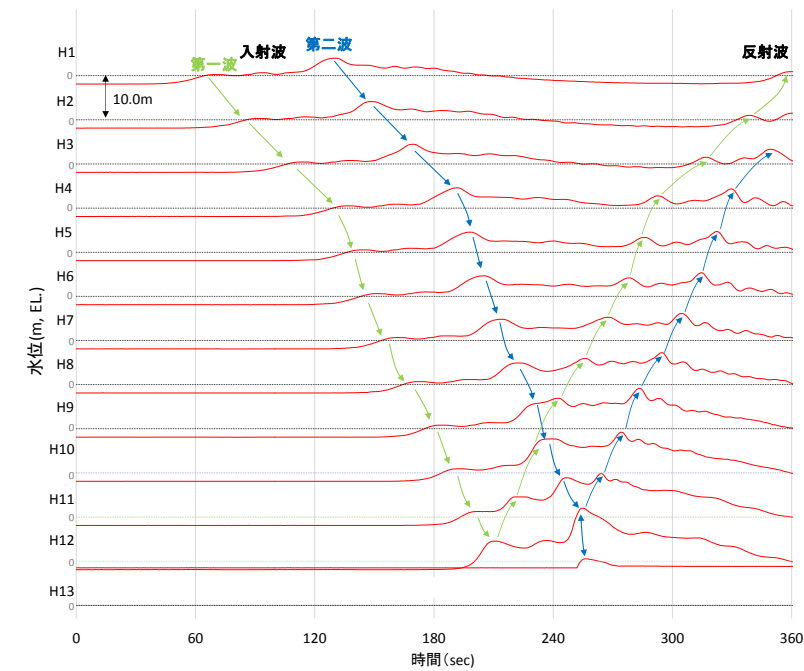
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認した。実験条件を第 15 表に、時刻歴波形を第 30 図に示す。

第 15 表 実験条件 (ケース⑨)

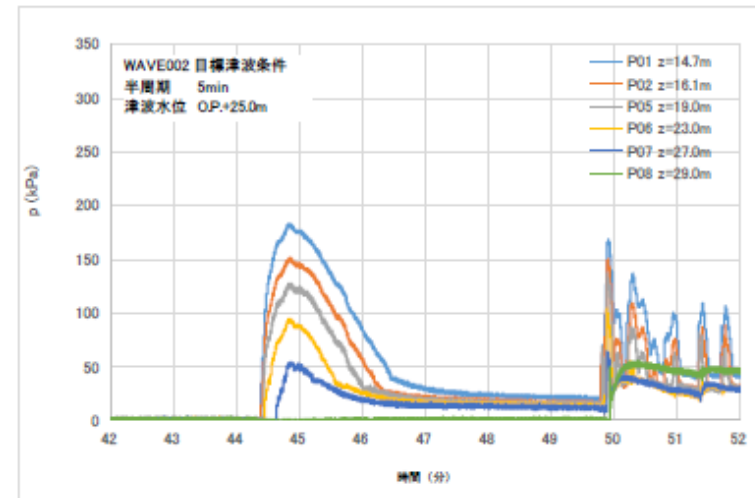
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波 1	基準津波 1	無	有	有
ケース⑧			無	有	有
ケース⑨*	波圧		無	有	無
ケース⑩*	検討用津波 (1.5m津波)		無	無	無
ケース⑪			無	有	有

※通過波計測ケース

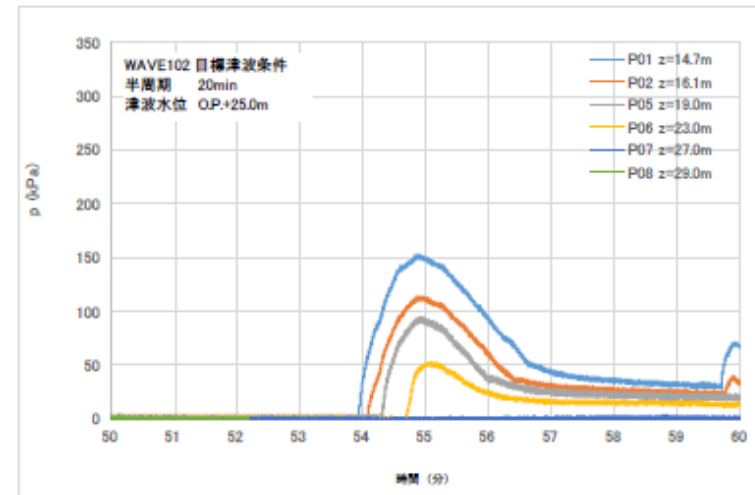


第 30 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑨)





(単峰型：半周期 5 分)



(二段型：半周期 20 分)

図 25 波圧の時系列波形 (津波荷重実験：目標津波水位 O. P. +25. 0m)

防波壁位置における浸水深及び同時刻におけるフルード数の時刻歴波形を確認した。その結果、越流開始直後の浸水深が浅い時間帯においてはフルード数が大きい、最大浸水深と同時刻におけるフルード数は 1.5 以上となることを確認した。最大浸水深及び同時刻におけるフルード数を第 16 表及び第 31 図に示す。

朝倉らの研究\*によると、津波波圧算定で使用する水深係数（水平波圧指標）について、以下のとおり記載されている。

- ・非分裂波の場合、フルード数が 1.5 以上では陸上構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標（遡上水深に相当する静水圧分布の倍率）は最大で 3.0 となる。

今回、最大浸水深と同時刻におけるフルード数は 1 以上であることから、津波波圧算定で使用する水深係数を 3.0 とする。

※朝倉ら (2000)：護岸を越流した津波による波圧に関する実験的研究，海岸工学論文集，第 47 巻，土木学会，PP. 911-915

第 16 表 最大浸水深と同時刻におけるフルード数

	フルード数 (最大浸水深時)
1 回目	1.657
2 回目	1.657
3 回目	1.531

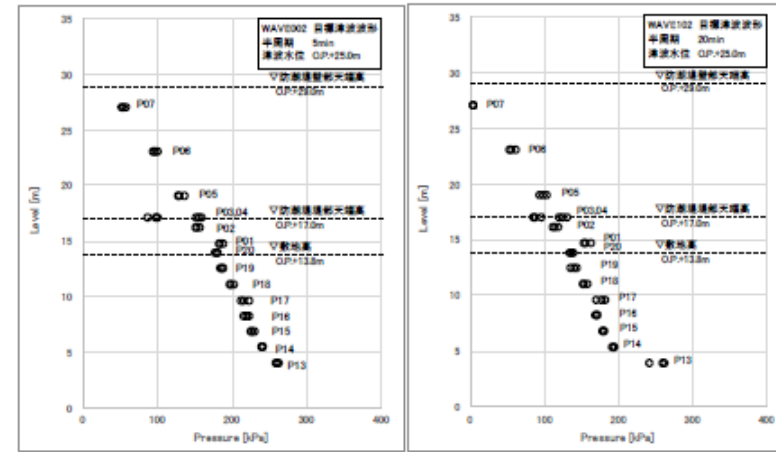
・設計方針の相違  
【東海第二，女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

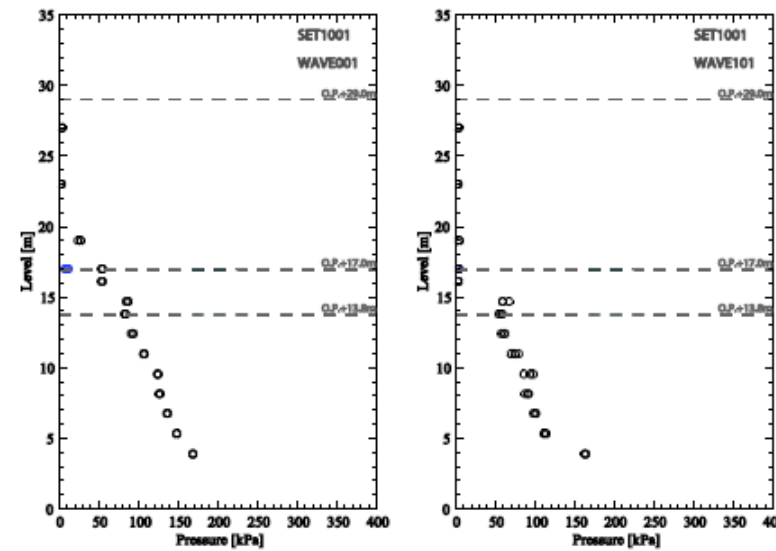
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

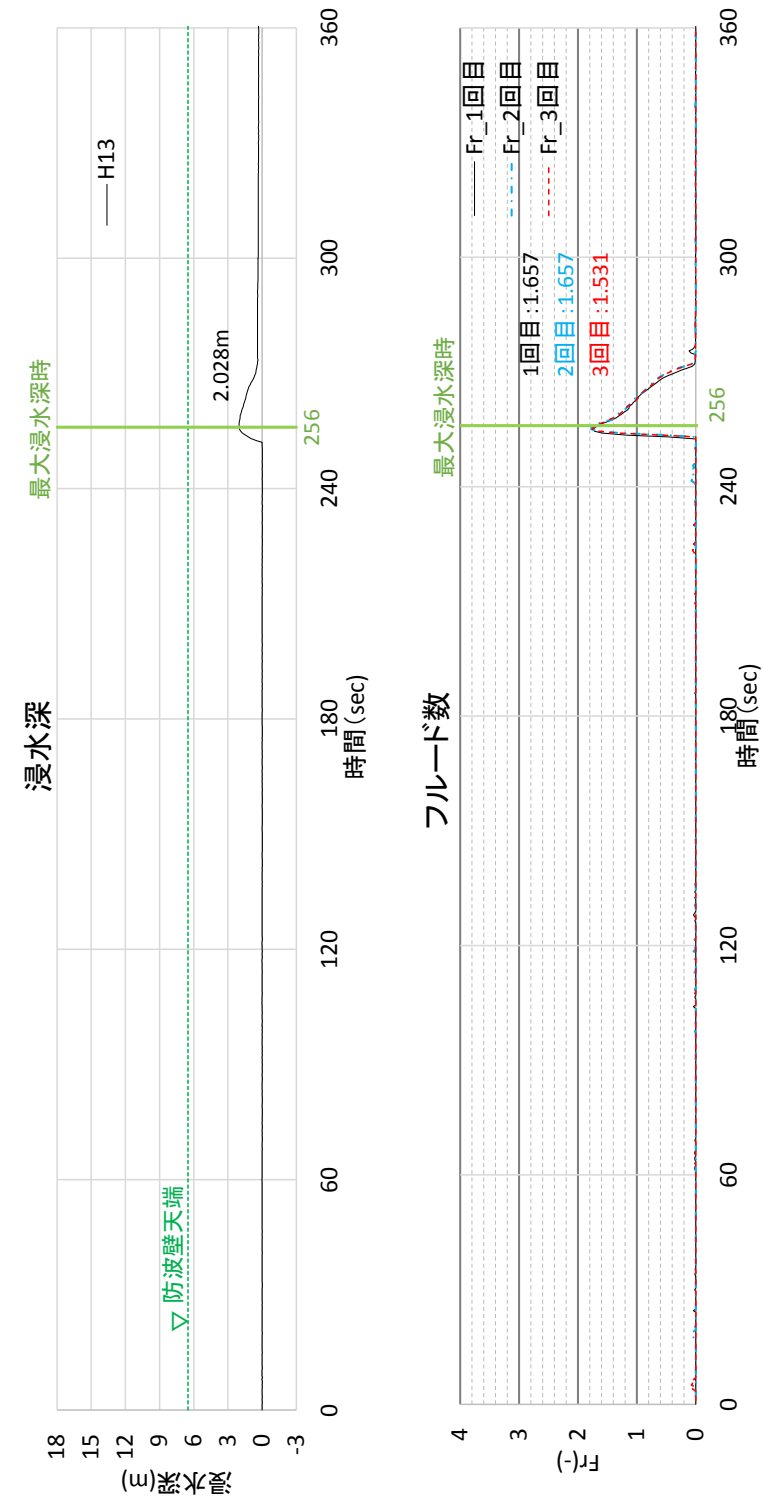


(目標津波水位O.P. +25.0m)



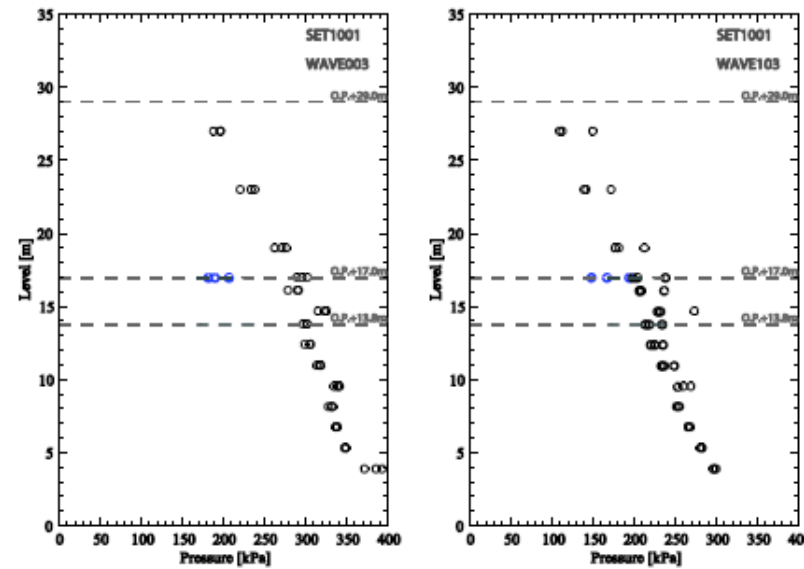
(目標津波水位O.P. +17.0m)

図 26-1 最大波圧分布 (左図：単峰型，右図：二段型)

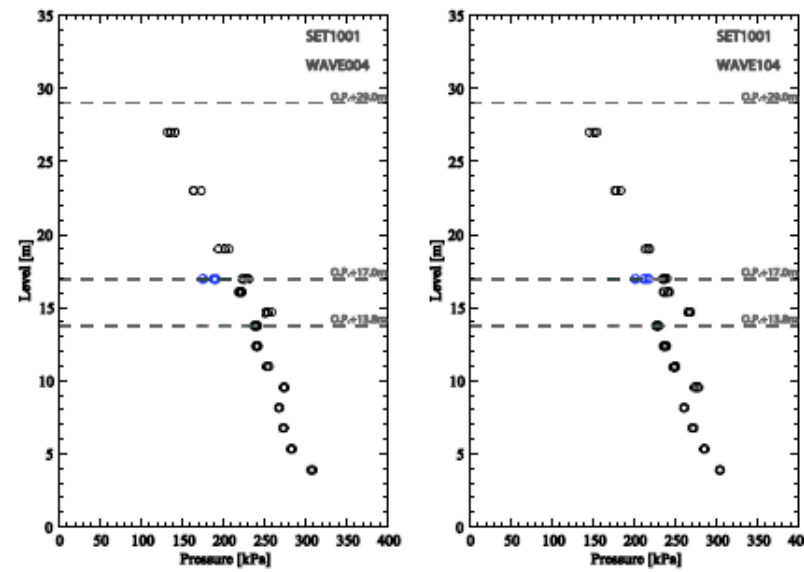


第 3 1 図 最大浸水深及び同時刻におけるフルード数  
(進行波成分) の時刻歴波形

・設計方針の相違  
【東海第二，女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違



(目標津波水位0.P. +36.0m)



(目標津波水位0.P. +32.5m)

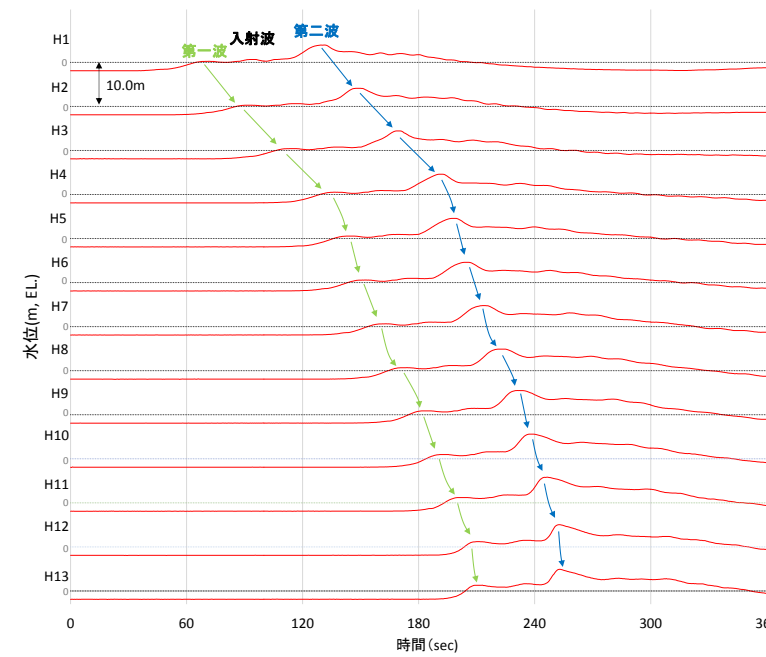
図 26-2 最大波圧分布 (左図：単峰型，右図：二段型)

(k) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑩】  
 反射波の影響を受けない状態でのソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認のため、敷地護岸及び防波壁無による通過波実験を行い、発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12地点)。実験条件を第17表に、時刻歴波形を第32図に示す。

第17表 実験条件 (ケース⑩)

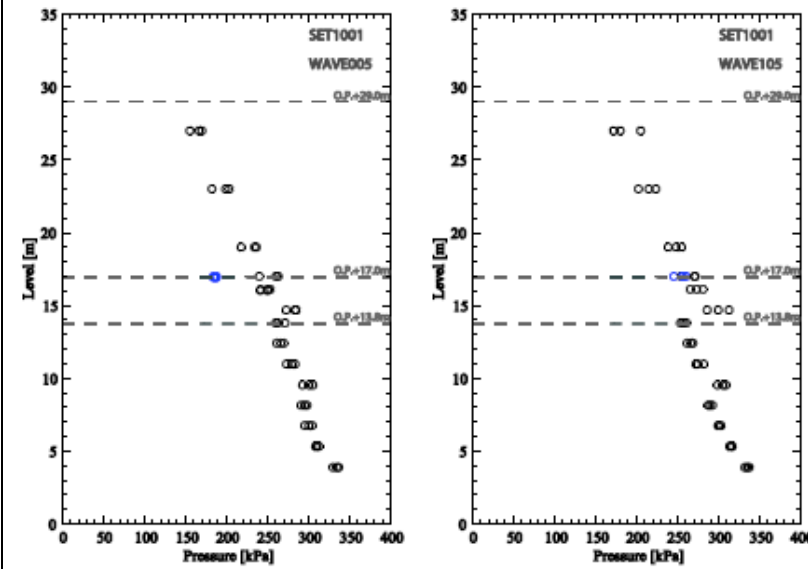
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース㉚	基準津波1	基準津波1	無	有	有
ケース㉛	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	有
ケース㉜*			無	有	無
ケース㉝*	基準津波1の半周期	無	無	無	
ケース㉞		基準津波1の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース

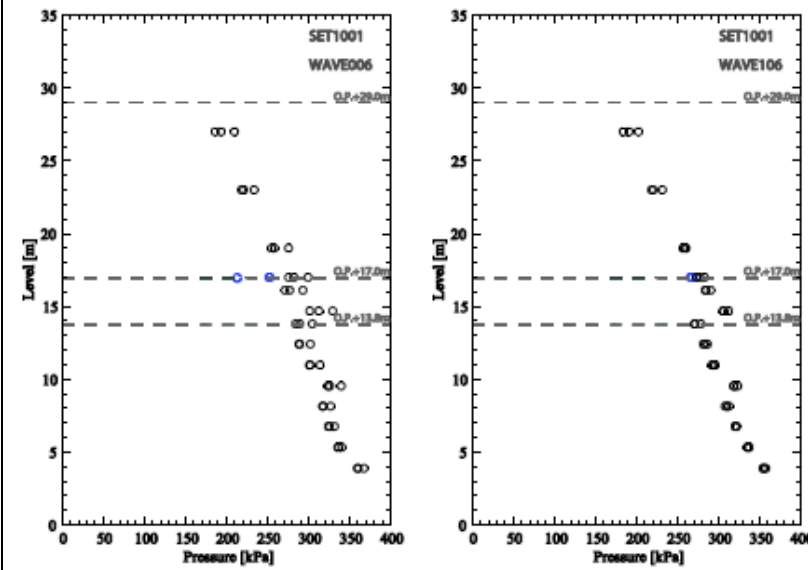


第32図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑩)

・設計方針の相違  
 【東海第二，女川2】  
 設計方針の相違による記載内容の相違



(目標津波水位 O.P. +35.0m)



(目標津波水位 O.P. +37.5m)

図 26-3 最大波圧分布 (左図: 単峰型, 右図: 二段型)

(1) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑪】

不確かさケースとして、極端に周期を短くした場合の検討(基準津波1の半周期)を実施した。

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12)。

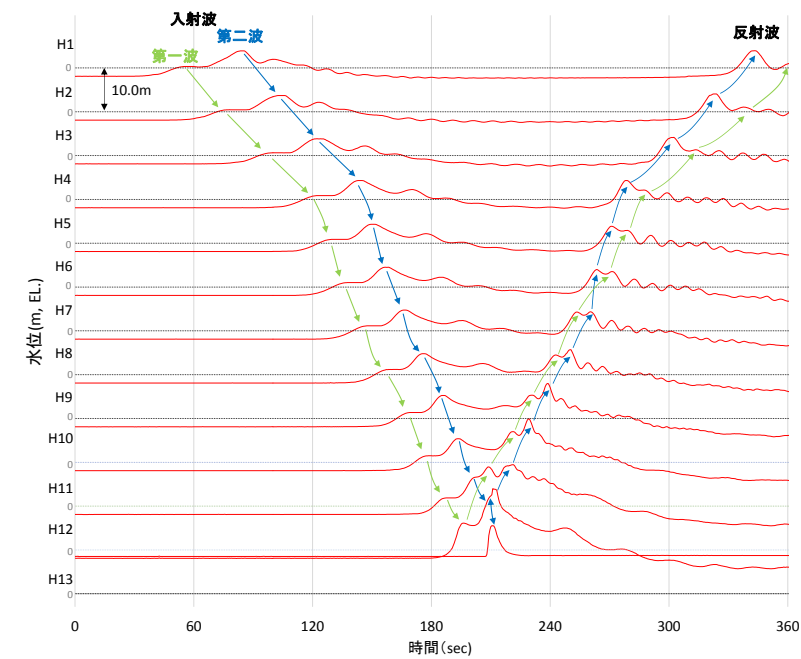
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。

実験条件を第18表に、時刻歴波形を第33図に示す。

第18表 実験条件 (ケース⑪)

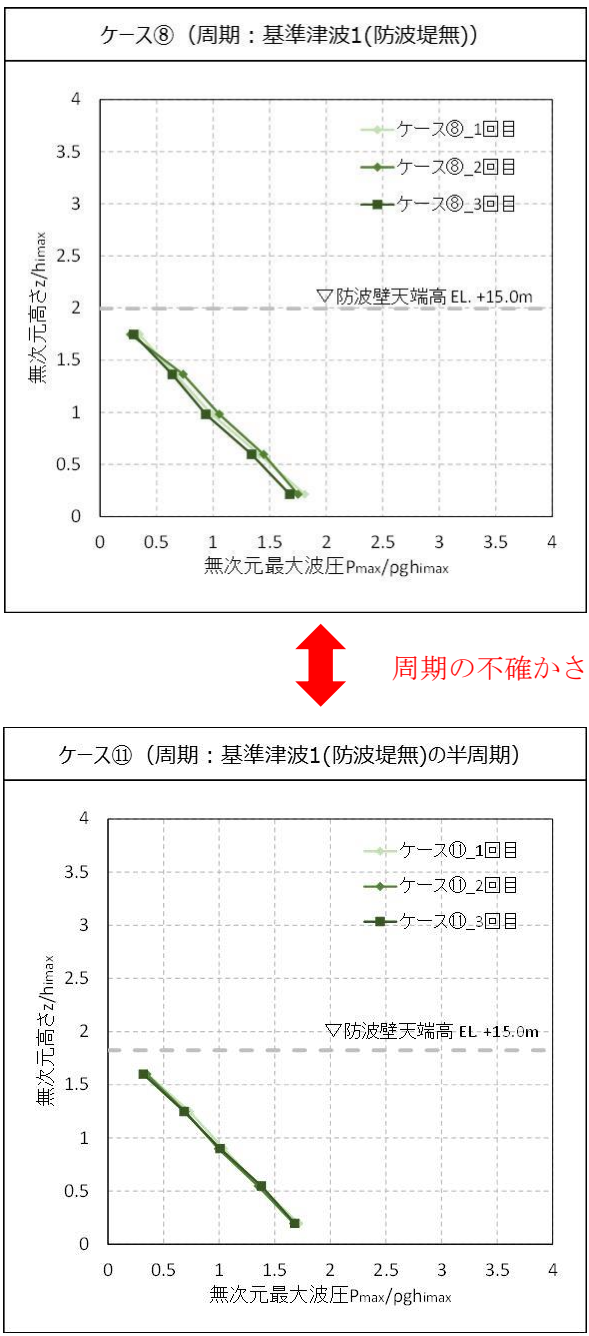
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波1	基準津波1	無	有	有
ケース⑧	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	有
ケース⑨*			無	有	無
ケース⑩*			無	無	無
ケース⑪		基準津波1 の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース



第33図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑪)

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>d. まとめ</p> <p>女川原子力発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧について、鋼管式鉛直壁を模擬した水理模型実験により、不確かさとして津波の波形特性（周期，波高）の違いが津波波圧等に与える影響を確認した。</p> <p>検討の結果，防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず，防潮堤前面位置でのフルード数は1以下となった。また，津波の波形特性（周期，波高）の違いに関わらず，津波の衝撃圧は発生せず，持続圧が作用した。また，防潮堤に作用する波圧分布はいずれも直線型となった。</p>	<p>(m) 波圧の算定結果</p> <p>水理模型実験において計測した防波壁に作用する波圧分布を第34図に示す。水理模型実験により算出した1, 2号炉前面の防波壁における波圧分布は，直線型の波圧分布となりソリトン分裂波や砕波発生時にみられる波圧増加がみられないため，ソリトン分裂波や砕波による津波波圧への有意な影響はないことを確認した。</p> <div style="text-align: center;">  <p>↑↓ 周期の不確かさ</p> </div> <p>第34図 水理模型実験により算出した波圧分布</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

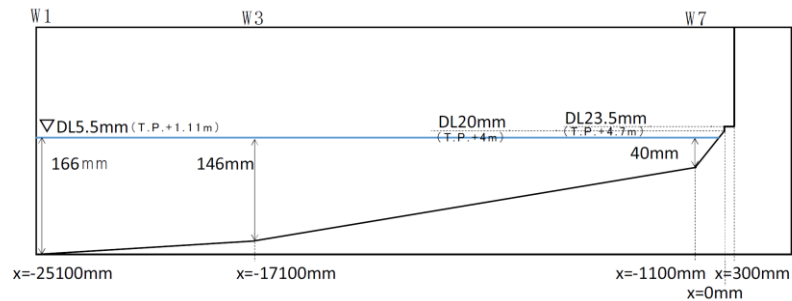


(3) 水理模型実験結果の検証 (再現性検討)

水理模型実験結果について、断面二次元津波シミュレーション解析を実施し、防潮堤位置での津波波圧算定式が朝倉式①で妥当であることを検証した。断面二次元津波シミュレーション解析は、分散波理論に基づいた解析手法であり、ソリトン分裂波を表現可能な数値波動水路 CADMAS-SURF / 2D (Ver. 5.1) を用いた。

a. 水理模型実験結果の再現性

水理模型実験でモデル化した区間と同じ区間を解析領域としてモデル化した (第 13 図)。また、入射波は水理模型実験の入力波形に合わせて作成した。



第 13 図 解析モデル図

断面二次元津波シミュレーション解析の結果を第 14 図(1)～(2)に示す。水理模型実験結果と同様、沖合約 220m 地点 (W7) においてソリトン分裂波を確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。また、防潮堤位置 (W10) で砕波は生じず、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。

防潮堤壁面に作用する津波波圧は実験値とほぼ同等のものとなり、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、朝倉式②のような波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった。

断面二次元津波シミュレーションにおいても、ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。

(6) 津波波圧評価に影響を与える不確かさの考慮方法

女川原子力発電所の防潮堤に作用する津波波圧について、数値流体解析及び水理模型実験による検討を行っているが、津波波圧評価に影響を与える項目を網羅的に抽出・整理 (表 3) した上で、影響の大きい項目に対して不確かさを考慮した検討を行っている。津波波圧に影響する不確かさの考慮方法を表 6 に示す。

津波波圧の検討においては、水理模型実験で周期と波高の不確かさを考慮しているが、数値流体解析で考慮する不確かさの検討結果を以下に示す。

表 6 津波波圧評価に影響する不確かさの考慮方法

分類	項目	サイト特性	不確かさの考慮方法	
			水理模型実験(表3の要約)	数値流体解析
地形	海底勾配	1/100 (平均勾配)	— (与条件)	— (与条件)
	防波堤	防波堤あり	— 【防波堤なしで代表】	— 【防波堤なしで代表】
	前面地形 (防潮堤海側)	2段敷地	— (与条件)	敷地法面が津波波圧の減勢効果を有するかを確認するため、法面の形状変化を仮定した感度解析を実施
構造物 (防潮堤)	設置位置	法面上部 (法層)	— (与条件)	— (与条件)
	高さ	O.P.+29m	— (与条件)	— (与条件)
	形状	鋼管式鉛直壁(一般部、岩盤部)と盛土工の併用	— 【鋼管式鉛直壁(一般部)で代表】	— 【鋼管式鉛直壁(一般部)で代表】
津波 (基準津波、東北地方太平洋沖地震による津波)	波形	二段型波形	周期の不確かさを考慮(模擬津波) (半周期約 20 分と約 5 分の 2 ケース)	基準津波(水位上昇側)と波形状特性の異なる津波として、基準津波(水位下降側)の補正検討を実施
	津波高さ	O.P.+24.4m (入力津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮(模擬津波) (O.P.+17.0m~O.P.+37.5m までの 6 ケース)	

(4) 断面二次元津波シミュレーションによる検討

水理模型実験と同じ条件 (ケース①, ③, ⑦及び⑧) について、断面二次元津波シミュレーションを実施した。

(a) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース①】

ケース①の解析結果は、以下のとおり、水理模型実験と同等の津波を再現できていることを確認した (H1~H13 地点)。

・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している (H1~H12 地点)。

・防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。

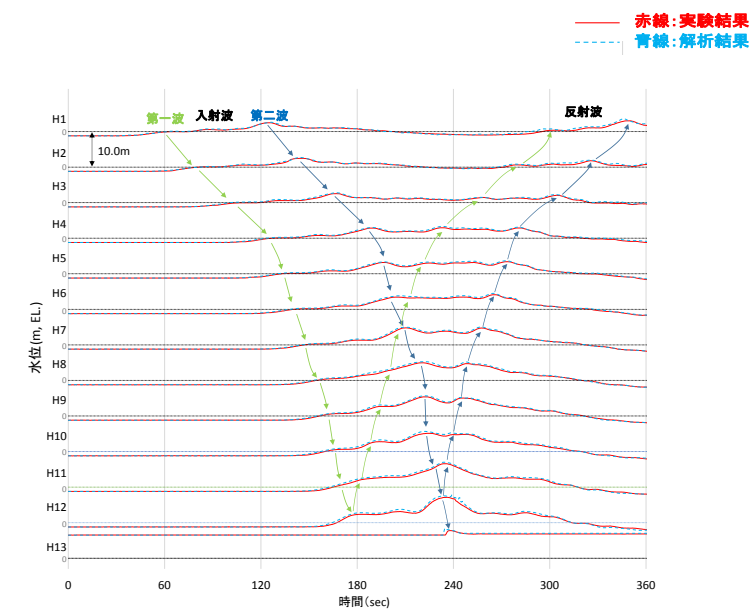
・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇している。

解析条件を第 19 表に、時刻歴波形を第 35 図に示す。

第 19 表 解析条件 (ケース①)

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波 1	基準津波 1	有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波 1	有	有	有
ケース④*			有	有	無
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥	基準津波 1 の半周期	基準津波 1 の半周期	有	有	有

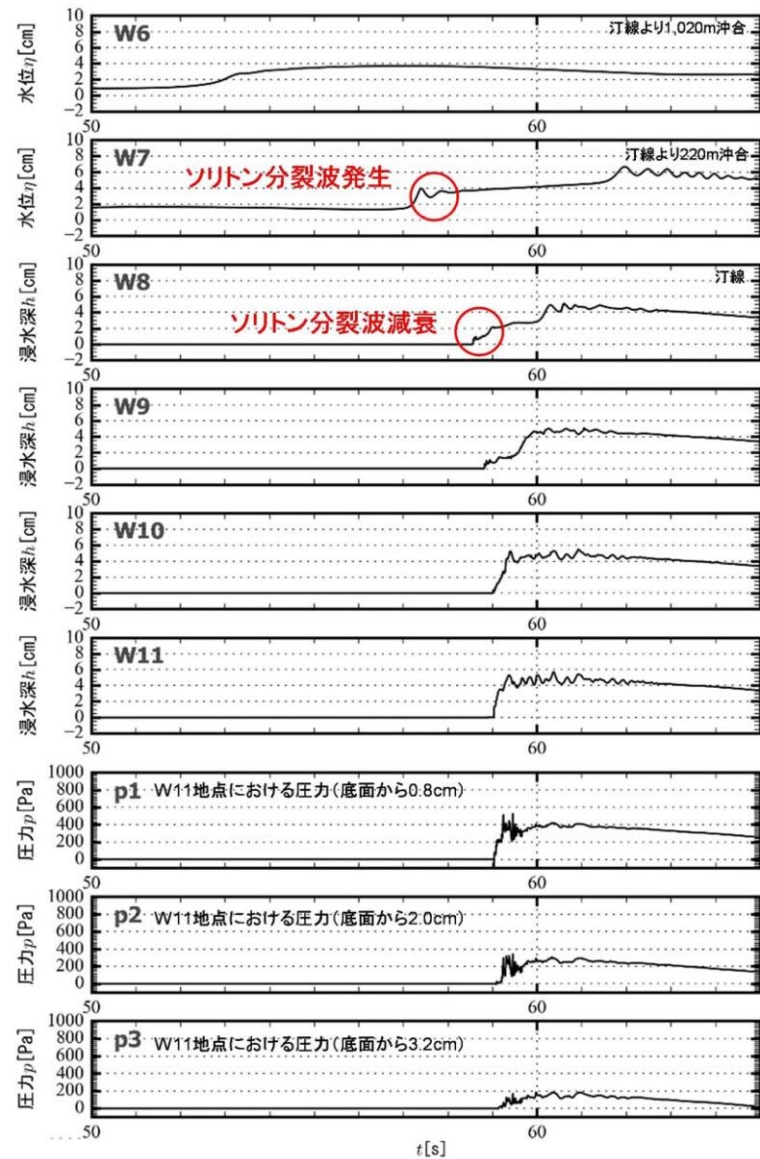
※通過波計測ケース



第 35 図 断面二次元津波シミュレーションにおける水位の時刻歴波形 (ケース①)



東海第二発電所 (2018.9.12版)



第14図(1) 断面二次元津波シミュレーション解析における時刻歴図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6版)

a. 敷地法面の形状を変化させた検討

防潮堤海側の盛土法面は、地震による液状化等による変状の可能性があるので、津波波圧を減勢させる効果がある可能性があることを踏まえ、基準津波(水位上昇側)を対象に、法面形状を変化させた数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)を実施した。防潮堤の構造概要及び検討ケースを図27及び図28に示す。

ケース1は法面の形状変更を考慮しない基本ケース、ケース2は法面の盛土・旧表土部分を仮想的に考慮しないケース、ケース3は置換コンクリート及びセメント改良土を含めた法面全体を仮想的に考慮しないケース(直立構造の防潮堤への津波作用を仮想したケース)としているが、各ケースの最大波圧分布は同程度となっており、法面形状の違いによる有意な差異は確認されなかった(図29)。

このことから、防潮堤海側の盛土法面による津波波圧の減勢効果はほとんどないと考えられる。本要因について、図30に示すように基準津波(水位上昇側)の第1波は波の重なり合いによる二段型波形が特徴であり、半周期が約10~20分と長いので、法面形状に関係なく、防潮堤(敷地法面)に作用する津波波圧がおおむね静水圧と小さくなった影響によるものと考えられる。

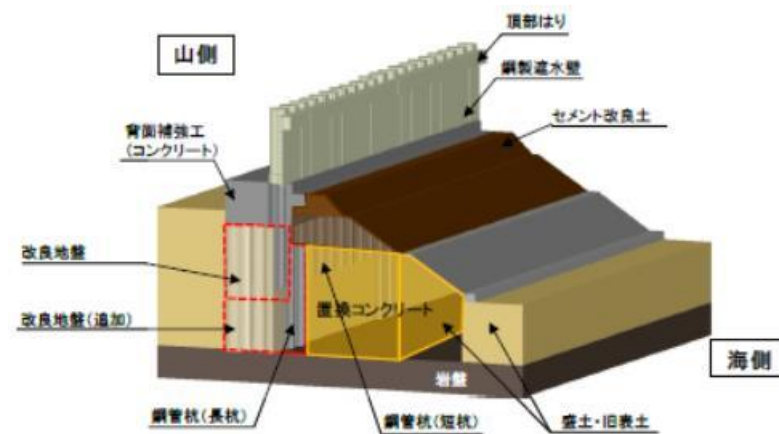


図27 防潮堤の構造概要：鋼管式鉛直壁(一般部)

島根原子力発電所 2号炉

(b) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース③】

ケース③の解析結果は、以下のとおり、水理模型実験と同等の津波を再現できていることを確認した(H1~H13地点)。

- ・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している(H1~H12)。
- ・防波壁前面のH13においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。
- ・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れが確認できる。

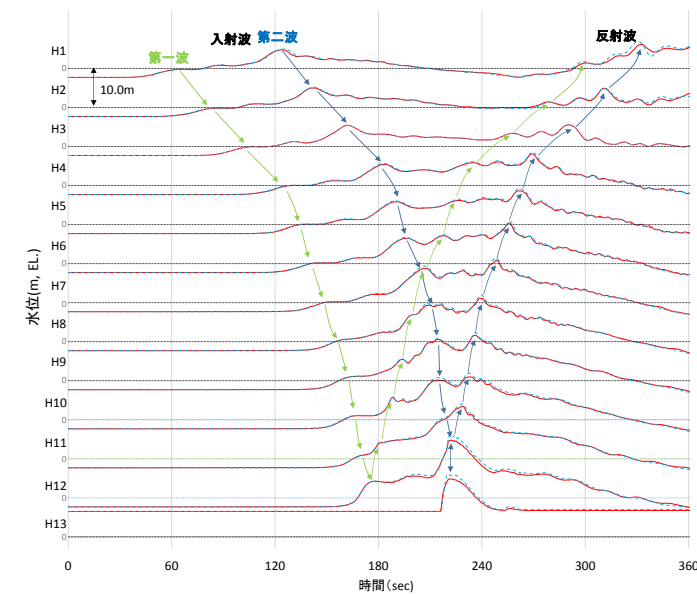
解析条件を第20表に、時刻歴波形を第36図に示す。

第20表 解析条件(ケース③)

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③		基準津波1	有	有	有
ケース④※	波圧 検用津波 (1.5m津波)		有	有	無
ケース⑤※			有	無	無
ケース⑥		基準津波1 の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース

— 赤線: 実験結果  
- - - 青線: 解析結果

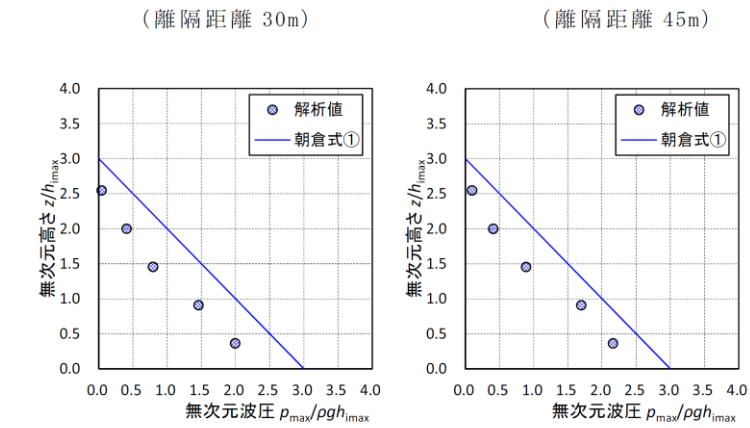


第36図 断面二次元津波シミュレーションにおける水位の時刻歴波形(ケース③)

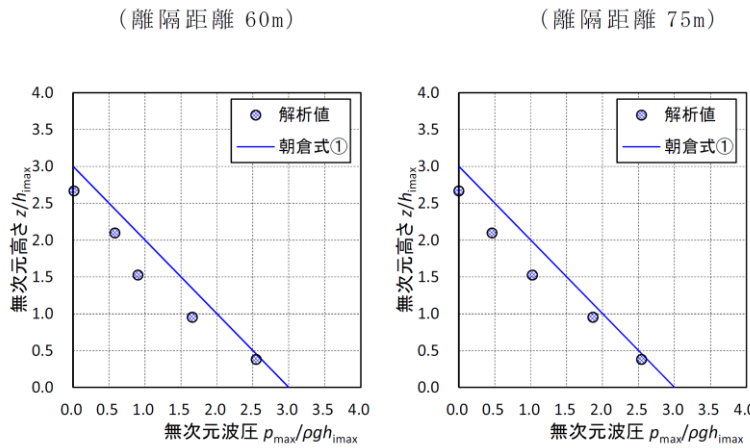
備考  
・設計方針の相違【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="231 304 816 871" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="192 903 875 987" data-label="Caption"> <p>第 14 図(2) 断面二次元津波シミュレーション解析結果図 (最大波圧分布図)</p> </div> <div data-bbox="142 1039 928 1123" data-label="Section-Header"> <p>b. 防潮堤と海岸線との離隔距離の違いが津波波圧に与える影響検討</p> </div> <div data-bbox="252 1129 928 1297" data-label="Text"> <p>防潮堤の設置位置は、海岸線から最も近いところで約 30m であり、水理模型実験では海岸線と防潮堤の離隔距離が約 60m 地点の断面（津波水位が最も高くなる地点）をモデル化した。</p> </div> <div data-bbox="252 1306 928 1432" data-label="Text"> <p>海岸線と防潮堤の離隔距離を 30m, 45m, 60m, 75m と変化させた場合のソリトン分裂波の影響について検討を行った。なお、入力波形は基準津波を用いて実施した。</p> </div> <div data-bbox="252 1442 928 1654" data-label="Text"> <p>その結果、防潮堤と海岸線との離隔距離が津波波圧に与える影響は認められず、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合する結果となった。海岸線からの離隔距離別の防潮堤位置の津波波圧分布を第 15 図に示す。</p> </div>	<div data-bbox="1053 294 1573 577" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1142 588 1469 630" data-label="Caption"> <p>(ケース 1 : 海側法面あり)</p> </div> <div data-bbox="1053 661 1573 945" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1142 955 1469 997" data-label="Caption"> <p>(ケース 2 : 海側盛土なし)</p> </div> <div data-bbox="1053 1029 1573 1312" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1142 1323 1469 1365" data-label="Caption"> <p>(ケース 3 : 海側法面なし)</p> </div> <div data-bbox="1053 1396 1573 1438" data-label="Caption"> <p>図 28 敷地法面の形状を変化させた検討ケース</p> </div>	<div data-bbox="1721 273 2003 315" data-label="Section-Header"> <p>(c) 波形の水面勾配</p> </div> <div data-bbox="1721 325 2507 451" data-label="Text"> <p>3号炉の防波壁を対象として、ケース①(基準津波1(防波堤有))の断面二次元津波シミュレーション結果を基に波形の水面勾配を確認する。</p> </div> <div data-bbox="1721 462 2507 630" data-label="Text"> <p>津波の水位時刻歴波形から水位上昇量が大きくなる時刻に着目し、水位分布を確認した結果、水面勾配は最大で 1.40° であり、松山ら(2005)における水面勾配の砕波限界 30° ~40° に比べて十分に小さい。</p> </div> <div data-bbox="1721 640 2507 724" data-label="Text"> <p>基準津波の時刻歴波形や水位分布からソリトン分裂波や砕波と考えられる挙動は認められない。</p> </div> <div data-bbox="1721 735 2507 819" data-label="Text"> <p>以上より、3号炉護岸前面ではソリトン分裂波及び砕波は発生しない。</p> </div>	<div data-bbox="2522 273 2804 451" data-label="Text"> <p>備考 ・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p> </div>

東海第二発電所 (2018.9.12版)



第15図(1) 防潮堤壁面の最大波圧分布図



第15図(2) 防潮堤壁面の最大波圧分布図

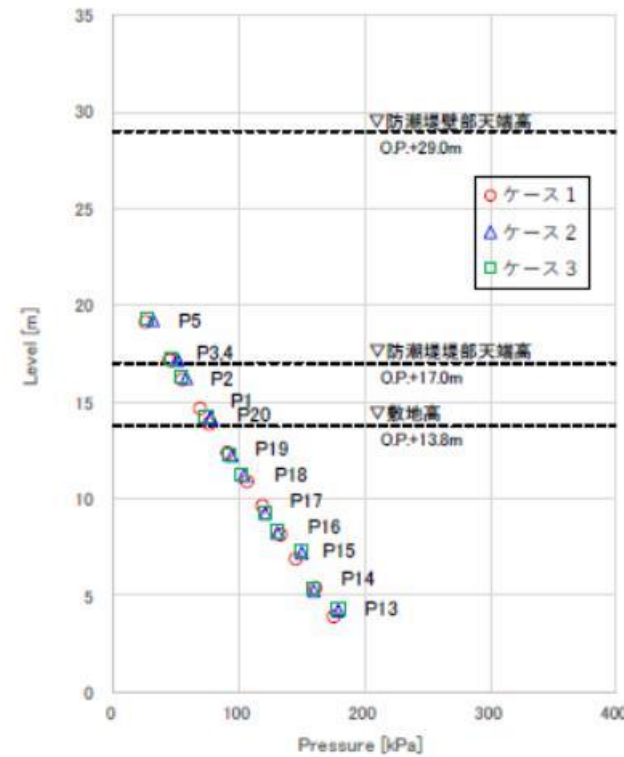
c. 津波遡上高さが異なる津波が防潮堤に与える影響について

基準津波の決定に当たっては、津波シミュレーション解析において、断層の破壊開始点位置や破壊伝播速度等をパラメータスタディした中で、防潮堤位置での津波遡上高さが最も高くなる波を抽出している。

防潮堤位置での津波遡上高さが大きい上位10波の沖合波形(沖合5km地点)を用いて、防潮堤壁面の津波波圧を確認した。

防潮堤位置の遡上高さ上位10波の特性について第3表に、水位上昇時間の定義図を第16図に、破壊開始点位置図を第17図に示す。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6版)



(最大波圧分布)

図29 敷地法面の形状を変化させた検討結果

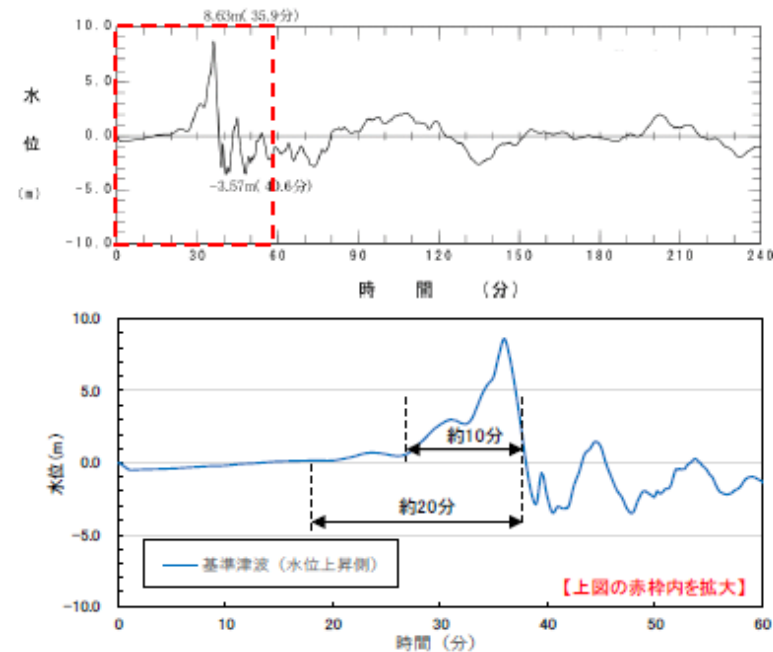
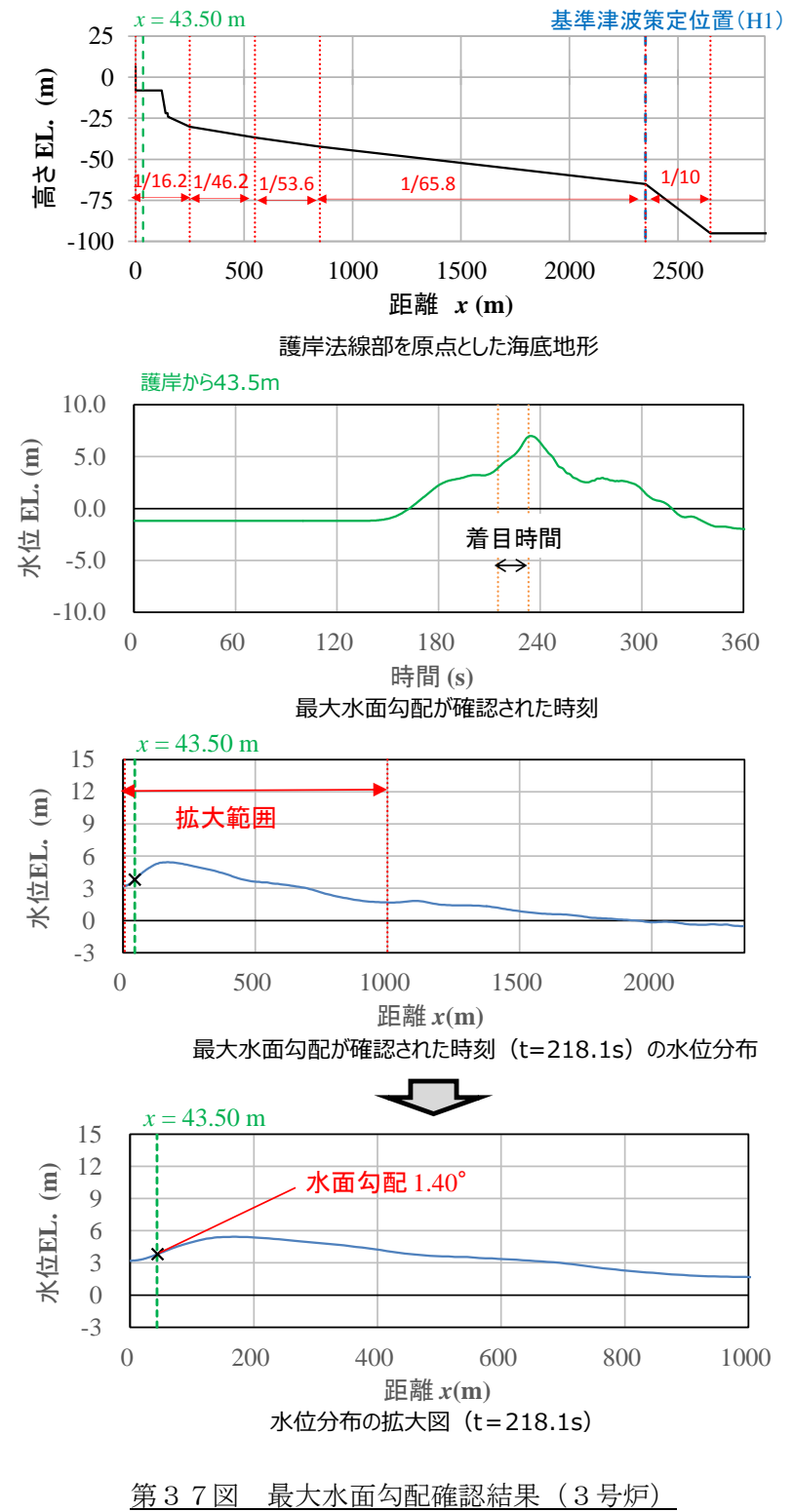


図30 基準津波(水位上昇側)の時刻歴波形

島根原子力発電所 2号炉



第37図 最大水面勾配確認結果(3号炉)

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

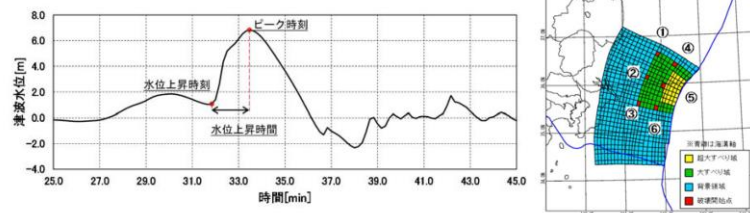


東海第二発電所 (2018.9.12 版)

第3表 防潮堤位置の最大水位上昇量の上位10波

ケース*	津波遡上高さ (T.P.(m))	水位上昇時間 [min]	破壊伝播速度** [km/s]	破壊開始点	立ち上がり時間** [s]
1	17.2	1.5	3.0	⑥	30.0
2	17.0	1.5	2.5	⑥	30.0
3	16.8	1.5	3.0	⑥	60.0
4	16.2	1.7	2.0	⑥	30.0
5	16.1	1.5	3.0	④	30.0
6	15.9	1.7	3.0	⑤	30.0
7	15.8	1.7	3.0	⑤	30.0
8	15.6	1.7	2.5	④	30.0
9	15.5	1.8	1.5	⑥	30.0
10	15.5	1.7	3.0	①	30.0

※1 「津波波源測定モデル」の数値計算におけるケース名  
 ※2 破壊伝播速度：破壊開始点から断層破壊が進行する速度  
 ※3 立ち上がり時間：断層のある点において破壊開始から終了するまでの時間



第16図 水位上昇時間の定義図 第17図 破壊開始点位置図

断面二次元津波シミュレーション解析の結果を第18図に示す。いずれのケースにおいても、津波はソリトン分裂波を生じるものの、陸上に遡上する過程で分裂波が減衰しており、防潮堤壁面における最大波圧分布は、朝倉式①による波圧分布を下回る結果となった。

津波は、周期が短いほど分裂波(段波)が発生しやすくなるとともに、分裂波が成長し易くなるとされている。上位10波において最も周期が短いものはケース1(基準津波)であることから、基準津波が最もソリトン分裂波の影響を受けると考えられるが、いずれのケースにおいても、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合する結果となった。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

b. 基準津波(水位下降側)の検討

基準津波(水位上昇側)と波形特性が異なる津波の影響を確認するため、基準津波(水位下降側)を対象に非線形分散波理論に基づいた数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)を実施し、解析結果の比較を行った。基準津波(水位下降側)の波形は、基準津波(上昇側)と同様に第1波が二段型波形となっているが、基準津波(水位上昇側)とは異なり一段目の波形が二段目の波形よりも高くなる特徴がある。

基準津波(水位下降側)は、基準津波(水位上昇側)と比較して津波高さが低いため、津波波圧は小さくなることを確認した(図31)。また、基準津波(水位上昇側)と同様に、津波波圧は静水圧型の分布形状となることを確認した。さらに、基準津波(水位上昇側)と同様に、基準津波(水位下降側)もソリトン分裂は発生しないことを確認した(図32)。

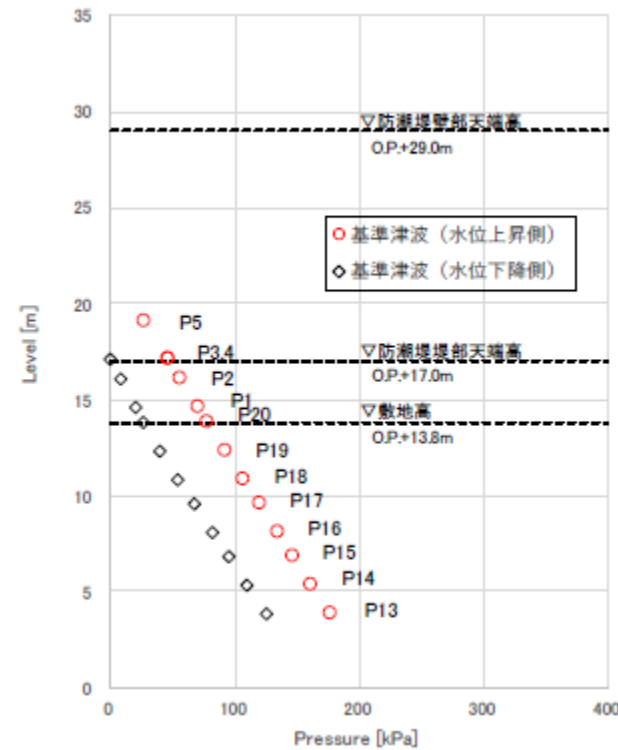


図31 最大波圧分布

島根原子力発電所 2号炉

(d) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑦】

ケース⑦の解析結果は、以下のとおり、水理模型実験と同等の津波を再現できていることを確認した(H1~H13地点)。

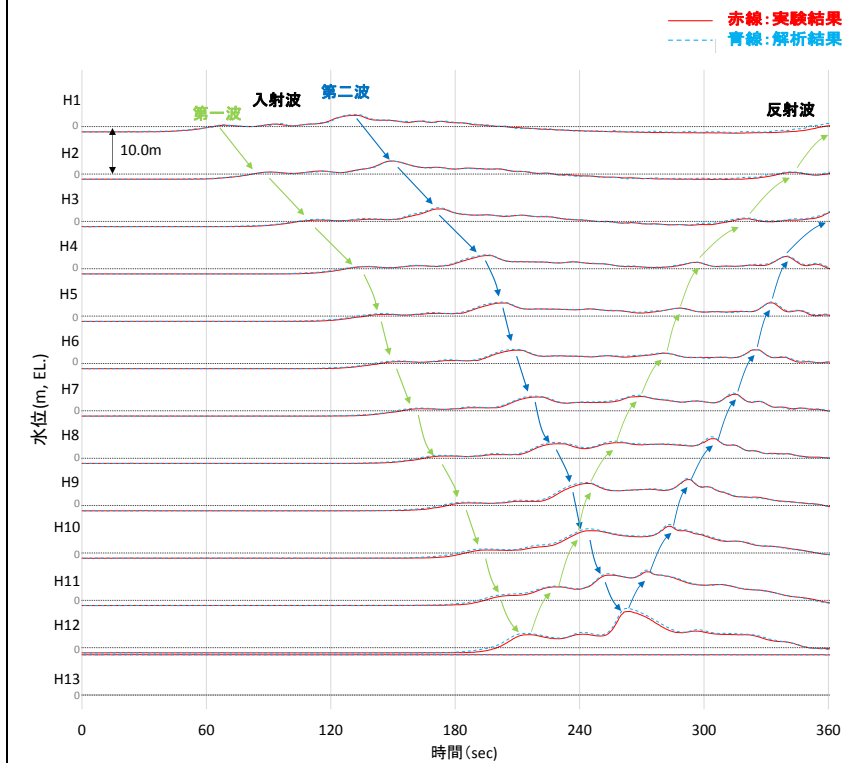
- ・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している(H1~H12地点)。
- ・防波壁前面のH13地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。
- ・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇している。

解析条件を第21表に、時刻歴波形を第38図に示す。

第21表 解析条件(ケース⑦)

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波1		無	有	有
ケース⑧	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波1	無	有	有
ケース⑨			無	有	無
ケース⑩			無	無	無
ケース⑪		基準津波1の半周期	無	有	有

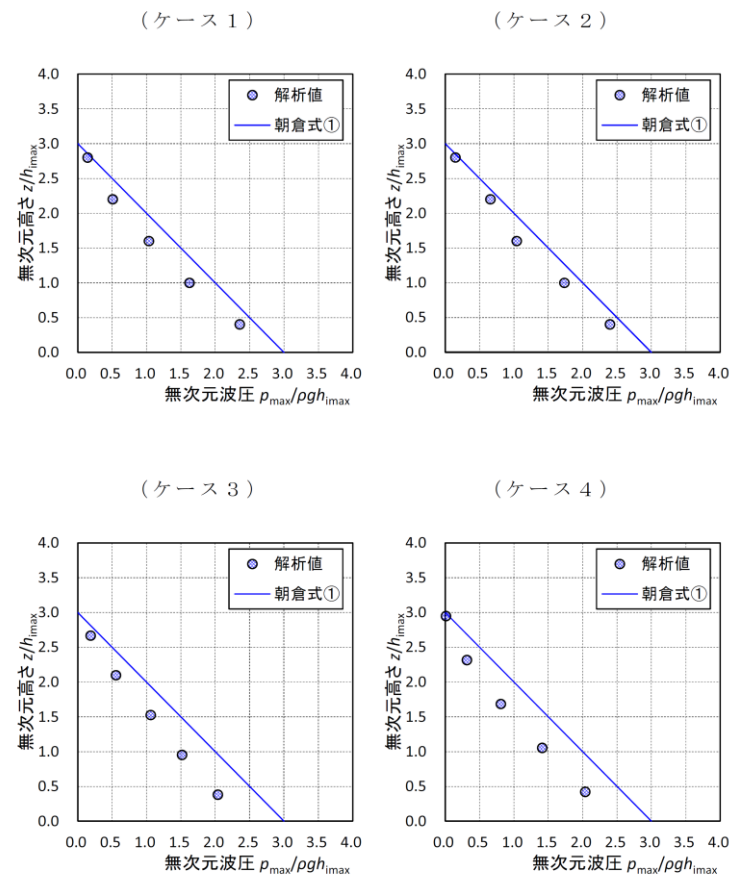
※通過波計測ケース



第38図 断面二次元津波シミュレーションにおける水位の時刻歴波形(ケース⑦)

備考  
 ・設計方針の相違【東海第二, 女川2】  
 設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第 18 図(1) 最大波圧分布図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

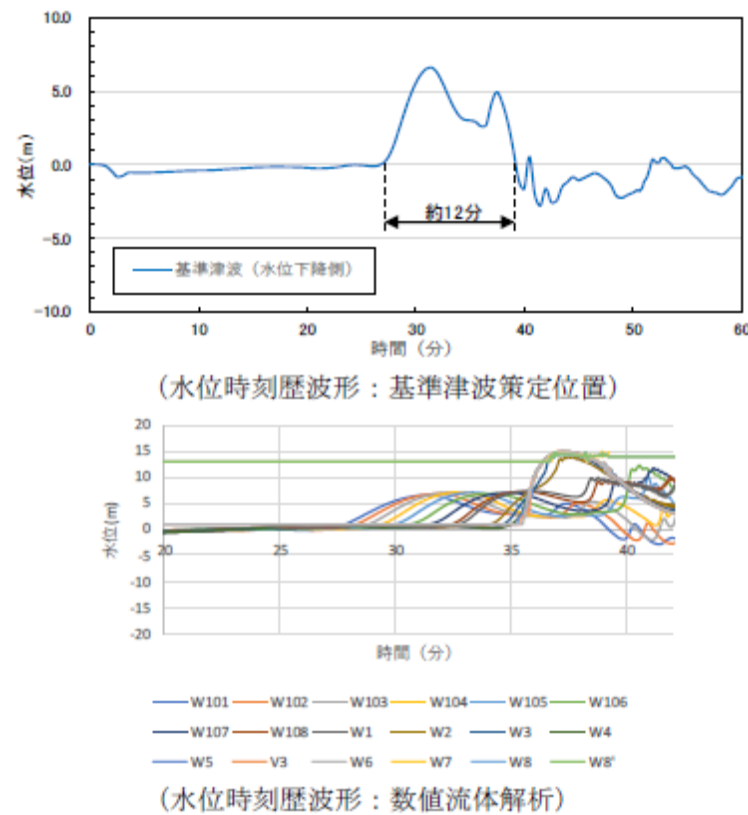


図 32 基準津波 (水位下降側) の検討結果

以上の検討結果を踏まえ、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析 (断面二次元津波シミュレーション解析) 及び水理模型実験から得られた津波波圧を既往の津波波圧算定式と比較した上で、保守的に評価結果を包含するような設計用津波波圧を設定する。

(7) 既往の津波波圧算定式との比較

数値流体解析及び水理模型実験による津波波圧の検討結果について、既往の津波波圧算定式と比較するため、数値流体解析及び水理模型実験の各ケースでの津波荷重実験 (防潮堤あり) における波圧分布を無次元化し、水深係数としての比較を行った。水深係数の整理にあたっては、通過波浸水深を最大浸水深の 1/2 と仮定し、通過波浸水深を基準に無次元化する。数値流体解析の無次元化結果を図 33 に、水理模型実験の無次元化結果 (水深係数) を図 34 及び表 7 に示す。また、数値流体解析及び水理模型実験による無次元化結果を既往の津波波圧算定式と比

島根原子力発電所 2号炉

(e) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑧】

ケース⑧の解析結果は、以下のとおり、水理模型実験と同等の津波を再現できていることを確認した (H1~H13 地点)。

- ・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している (H1~H12)。
- ・防波壁前面の H13 においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。
- ・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れが確認できる。

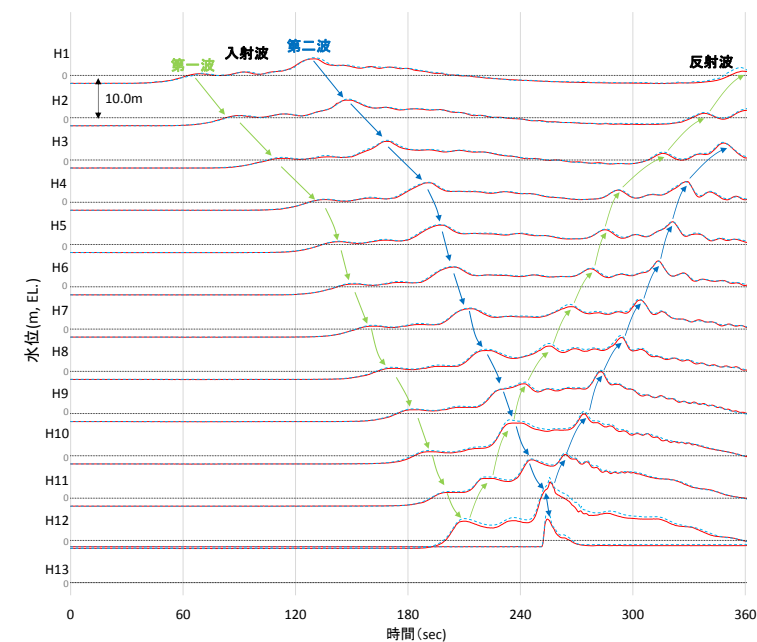
解析条件を第 2 2 表に、時刻歴波形を第 3 9 図に示す。

第 2 2 表 解析条件 (ケース⑧)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波 1		無	有	有
ケース⑧		基準津波 1	無	有	有
ケース⑨*	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	無
ケース⑩*			無	無	無
ケース⑪		基準津波 1 の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース

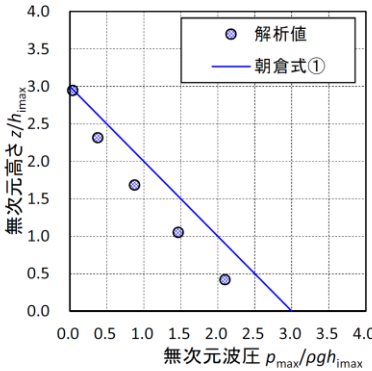
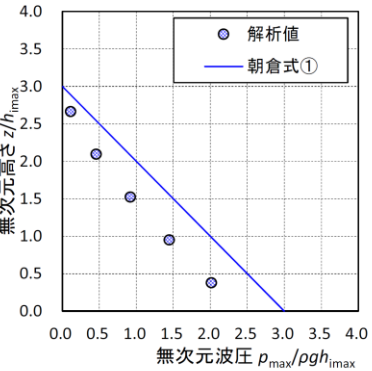
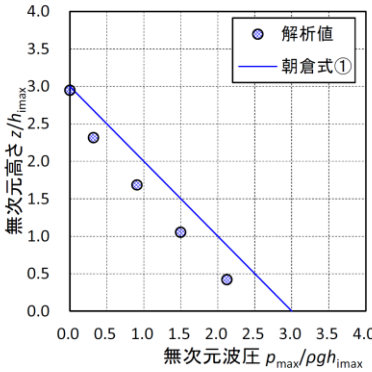
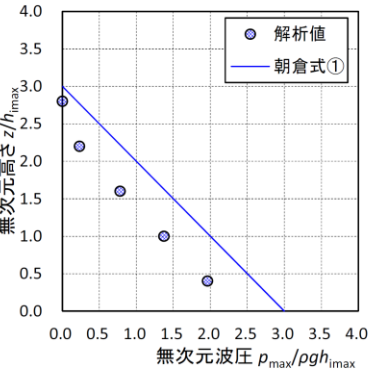
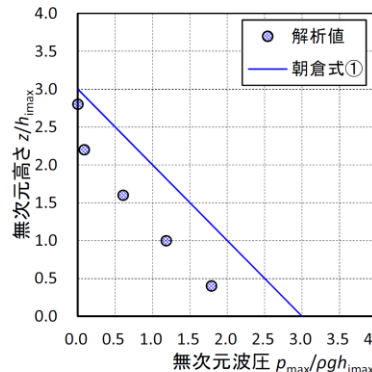
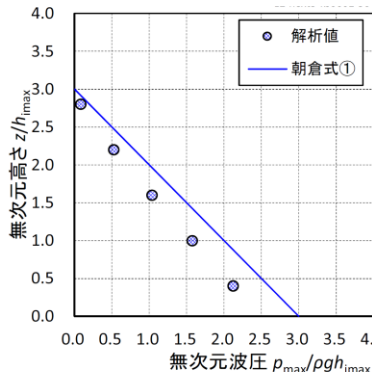
赤線: 実験結果  
青線: 解析結果



第 3 9 図 断面二次元津波シミュレーションにおける水位の時刻歴波形 (ケース⑧)

備考

- ・設計方針の相違【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(ケース 5)</p>  <p>(ケース 6)</p>  <p>(ケース 7)</p>  <p>(ケース 8)</p>  <p>第 18 図 (2) 最大波圧分布図</p> <p>(ケース 9)</p>  <p>(ケース 10)</p>  <p>第 18 図 (3) 最大波圧分布図</p>	<p>較した結果を図 35 に示す。</p> <p>水深係数 <math>\alpha</math> は無次元波圧分布を一次関数とした場合の切片であり、静水圧に対する倍数を示す (通過波浸水深による静水圧は水深係数 1.0, 最大浸水深による静水圧は水深係数 2.0)。</p> <p>数値流体解析 (基準津波: 水位上昇側) による水深係数は 2.19 (ケース 1: 海側法面あり) となり、おおむね最大浸水深による静水圧程度となった。また、水深係数をフルード数の関数として整理した榊山 (2012), 池谷ら (2013) ともおおむね整合する結果となった。</p> <p>水理模型実験 (波形特性の不確かさを考慮した模擬津波) による水深係数は平均で 2.12~2.39, 最大でも 2.34~2.85 となった。実験結果のばらつきはあるが、数値流体解析の結果より実験値が大きくなる傾向があり、実験結果の平均値で比較した場合、津波の波形特性としての周期や波高の不確かさ考慮による水深係数の有意な差異は確認されなかった (波形特性の違いによる影響よりも実験結果のばらつきの影響が大きくなった)。</p> <p>また、実験結果はいずれも朝倉式の水深係数 3.0 を下回った。</p> <p>数値流体解析及び水理模型実験で計測した防潮堤に作用する最大津波波圧は、朝倉式① (非分裂波の場合) 及び朝倉式② (ソリトン分裂波の場合) による算定値よりも小さい値となり、朝倉式②のような構造物底面近傍の水深係数が大きくなる波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった (朝倉式①の方が津波波圧分布の再現性がよいことを確認した)。</p> <p>以上の結果より、女川防潮堤に作用する津波波圧について、ソリトン分裂波及び砕波の有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。</p>	<p>(f) 波形の水面勾配</p> <p>1, 2 号炉を対象として、ケース⑦ (基準津波 1 (防波堤無)) の断面二次元津波シミュレーション結果を基に波形の水面勾配を確認する。</p> <p>津波の水位時刻歴波形から水位上昇量が大きくなる時刻に着目し、水位分布を確認した結果、水面勾配は最大で <math>1.83^\circ</math> であり、松山ら (2005) における水面勾配の砕波限界 <math>30^\circ \sim 40^\circ</math> に比べて十分に小さい。</p> <p>基準津波の時刻歴波形や水位分布からソリトン分裂波や砕波現象と考えられる挙動は認められない。</p> <p>以上より、1, 2 号炉護岸前面ではソリトン分裂波及び砕波は発生しない。</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>



(4) まとめ

水理模型実験結果から、東海第二発電所の敷地前面においては、津波はソリトン分裂波を生じるものの、陸上に遡上する過程で分裂波が減衰し、防潮堤前面位置で砕波も生じないことを確認した。

また、伝播する津波による防潮堤壁面の津波波圧は、持続波による津波波圧式(朝倉式①, 朝倉式②)から求められる津波波圧よりも小さく、朝倉式①での再現性が最もよいことを確認した。また、フルード数は1.0を下回ることを確認した。ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。

数値波動水路CADMAS-SURF/2Dを用いた水理模型実験の検証結果においても、津波はソリトン分裂波を生じるものの、陸上に遡上する過程で分裂波が減衰し、防潮堤前面位置で砕波も生じないことを確認した。防潮堤壁面における津波波圧は、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、朝倉式①と整合する結果となった。

ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。

更に、防潮堤と海岸線との離隔距離を変えたケースにおいても同様に、防潮堤壁面の津波波圧は朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合する結果となった。

これら水理模型実験結果及び分散波理論に基づく断面二次元津波シミュレーション解析結果のいずれにおいても、防潮堤壁面での最大波圧は朝倉式①による波圧を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合し、ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されること5条添付27-28を確認した。

防潮堤壁面における最大波圧分布を図19に示す。

以上のことから、設計用津波波圧の算定においては、朝倉式①より算定することとする。

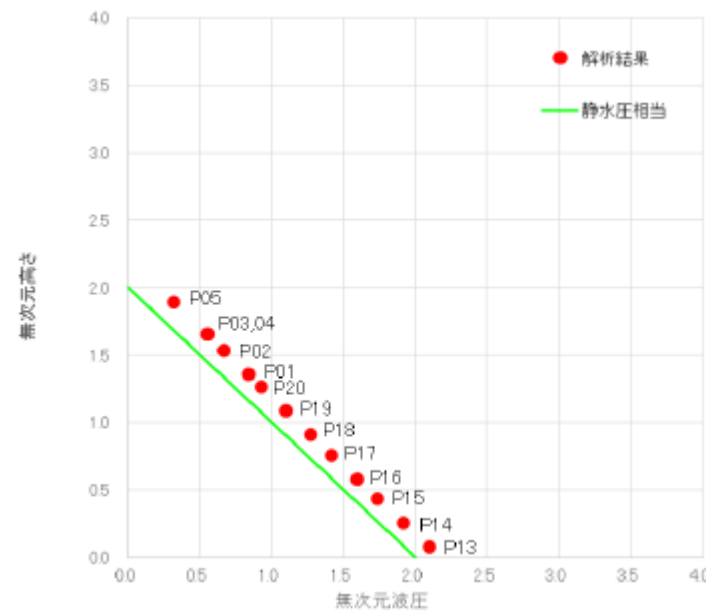
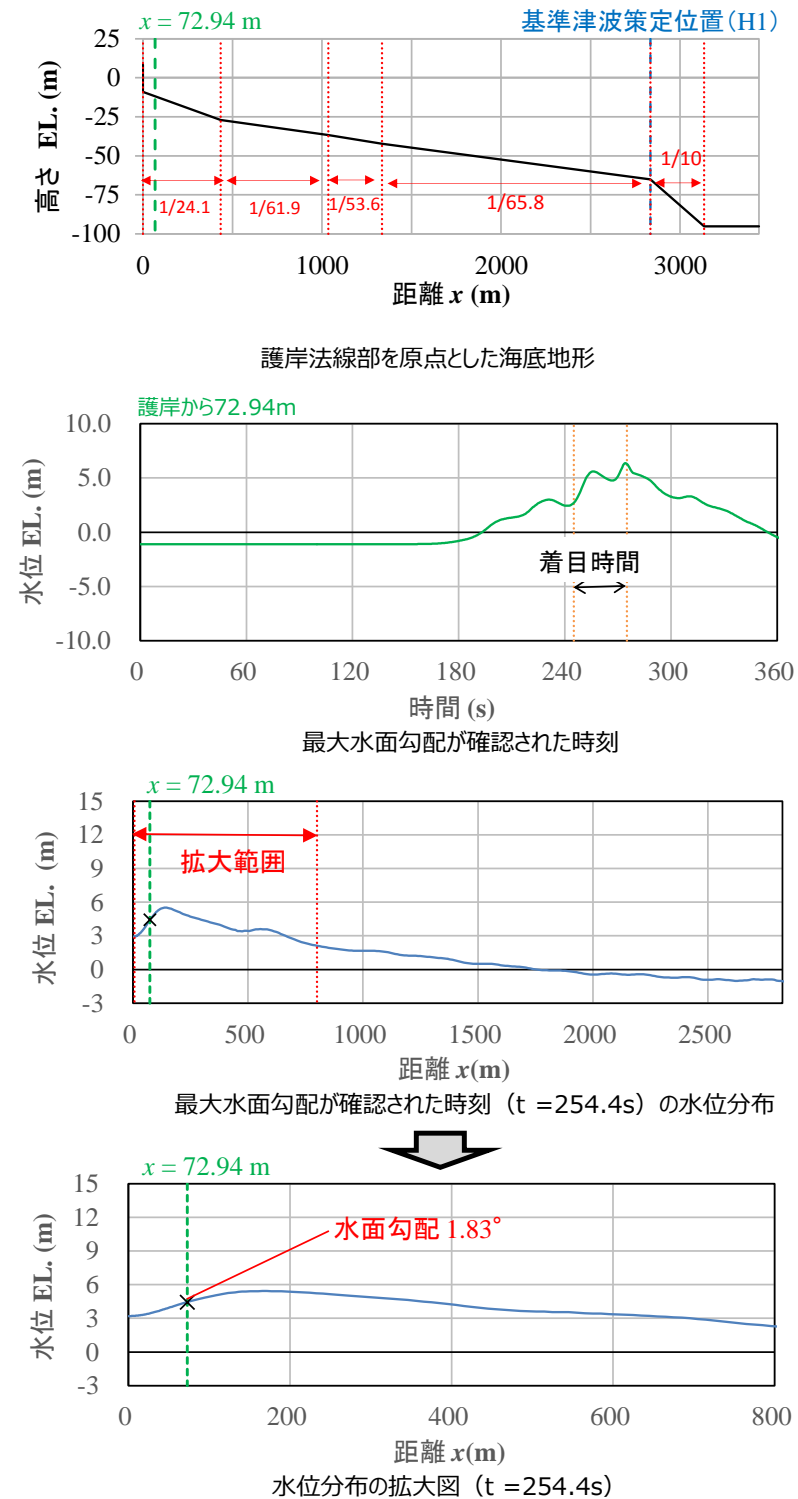
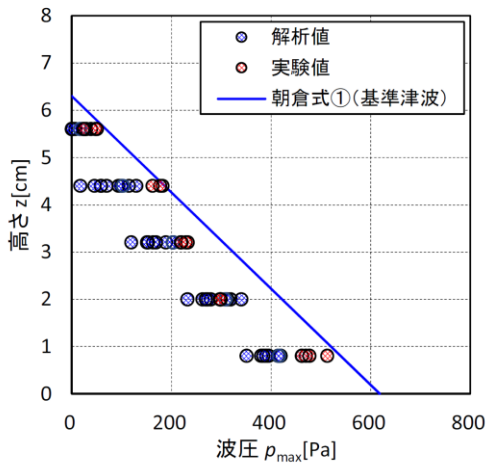
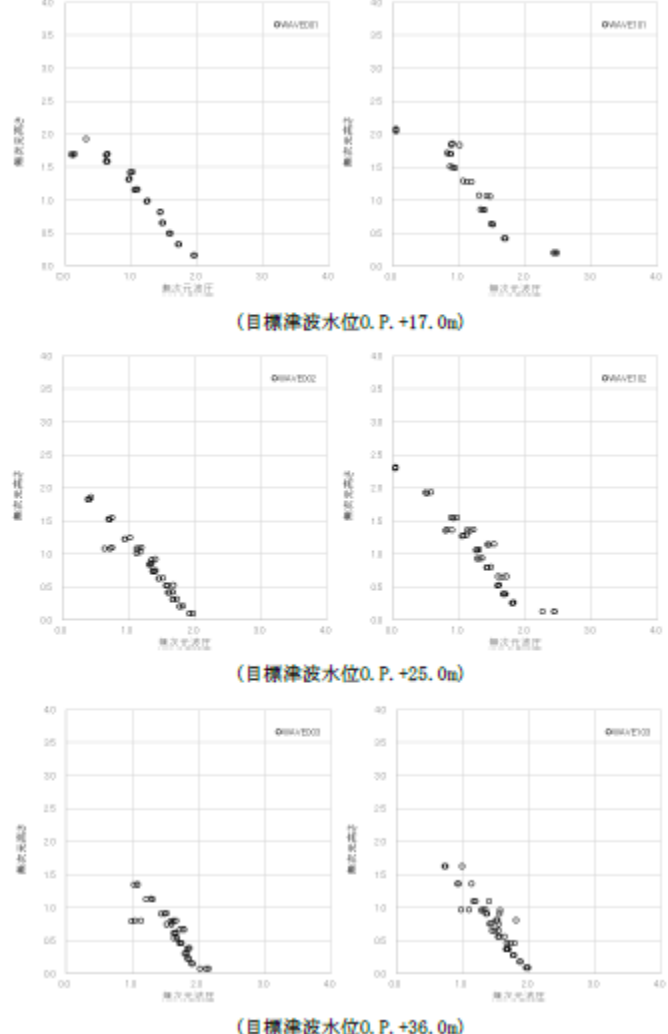
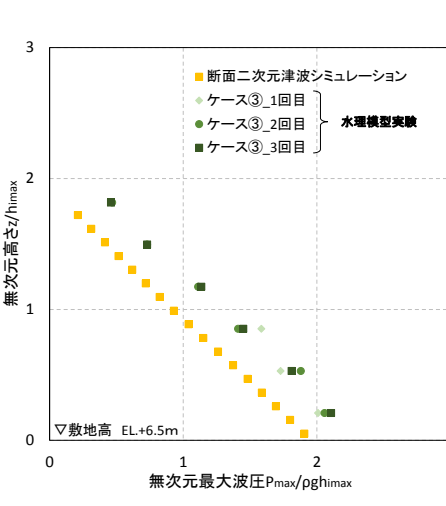
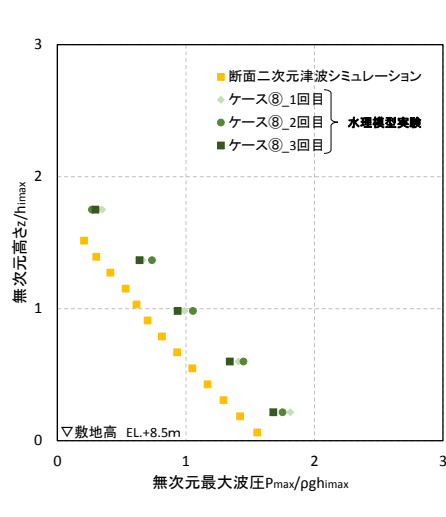


図33 無次元波圧分布 (数値流体解析: 水深係数  $\alpha = 2.19$ )



第40図 最大水面勾配確認結果 (1, 2号炉)

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="400 766 667 808">第 19 図 最大波圧分布</p>	 <p data-bbox="943 1312 1703 1386">図 34-1 最大波圧分布 (水理模型実験) (左図: 単峰型, 右図: 二段型)</p>	<p data-bbox="1727 283 2003 315">(g) 波圧の算定結果</p> <p data-bbox="1727 325 2499 577">断面二次元津波シミュレーションにより算定した防波壁(敷地高以上)及び施設護岸(敷地高以深)に作用する波圧分布を第 4 1 図に示す。また, 比較対象として同じ条件による水理模型実験結果(3号炉の敷地高以深を除く)による波圧分布も示す。なお, 敷地高以深の図については横軸の波圧と縦軸の標高を静水面からの津波高さで無次元化を図った。</p> <p data-bbox="1727 588 2499 756">断面二次元津波シミュレーションにより算出した波圧分布は, 水理模型実験と同等の波圧分布であり, 再現性があることを確認した。直線型の波圧分布となることから, ソリトン分裂波や碎波による津波波圧への有意な影響はないことを確認した。</p> <div data-bbox="1869 766 2344 1302"> <p data-bbox="1958 777 2255 808">3号炉(ケース③_防波壁(敷地高以上))</p>  </div> <div data-bbox="1869 1312 2344 1848"> <p data-bbox="1958 1323 2255 1354">1, 2号炉 (ケース⑧_防波壁(敷地高以上))</p>  </div> <p data-bbox="1795 1848 2433 1879">第 4 1 図 (1) 敷地高以上における波圧分布の比較</p>	<p data-bbox="2522 283 2804 451">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

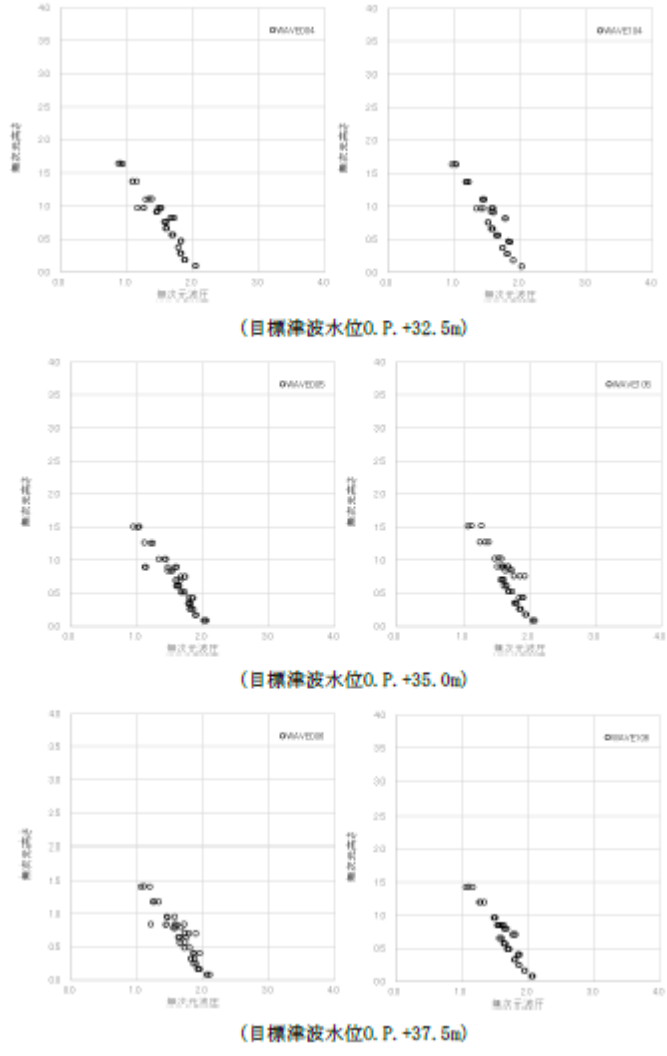
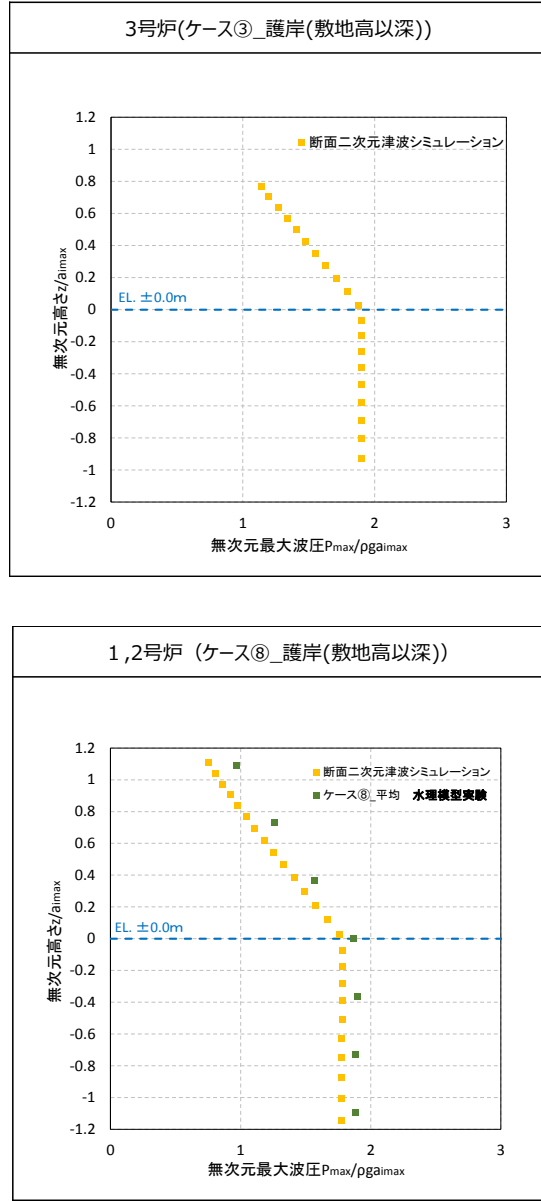
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="943 1312 1706 1386">図 34-2 最大波圧分布 (水理模型実験) (左図：単峰型，右図：二段型)</p>	 <p data-bbox="1795 1449 2433 1480">第 4 1 図 (2) 敷地高以深における波圧分布の比較</p>	<p data-bbox="2522 283 2804 451">・設計方針の相違 【東海第二，女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

表 7 水深係数一覧 (水理模型実験)

波条件	波形	水深係数 $\alpha$		
		最大値	平均値	標準偏差
WAVE001	単峰型 半周期 5分	2.44	2.18	0.15
WAVE002		2.34	2.12	0.13
WAVE003		2.46	2.24	0.16
WAVE004		2.57	2.31	0.16
WAVE005		2.54	2.27	0.16
WAVE006		2.62	2.31	0.16
WAVE101	二段型 半周期 20分	2.85	2.39	0.23
WAVE102		2.68	2.33	0.17
WAVE103		2.62	2.22	0.17
WAVE104		2.67	2.34	0.20
WAVE105		2.78	2.37	0.20
WAVE106		2.60	2.31	0.16
(全体)		2.85	2.28	0.18

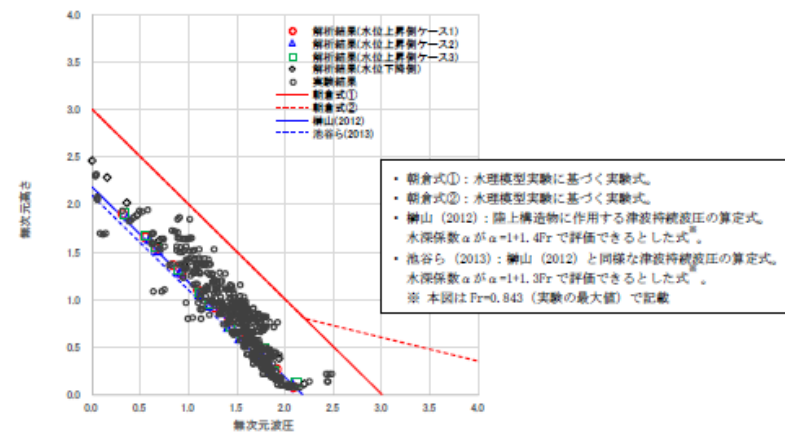
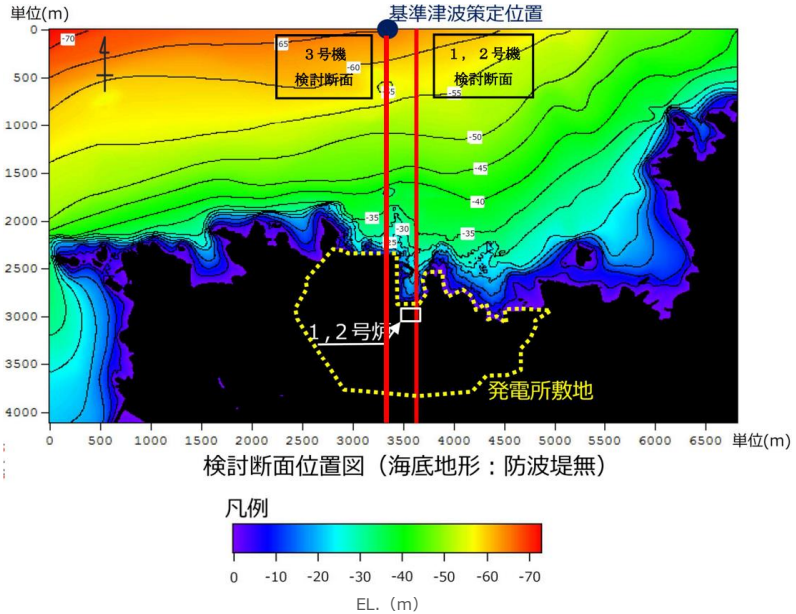


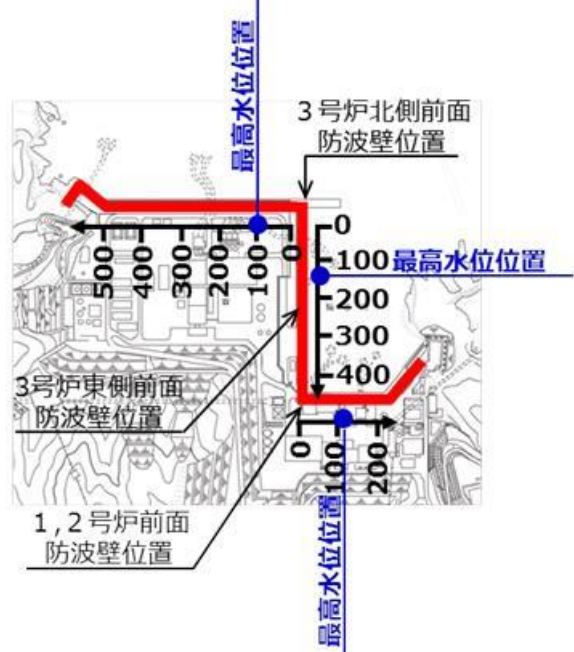
図 35 既往の津波波圧算定式との比較 (無次元最大津波波圧分布)

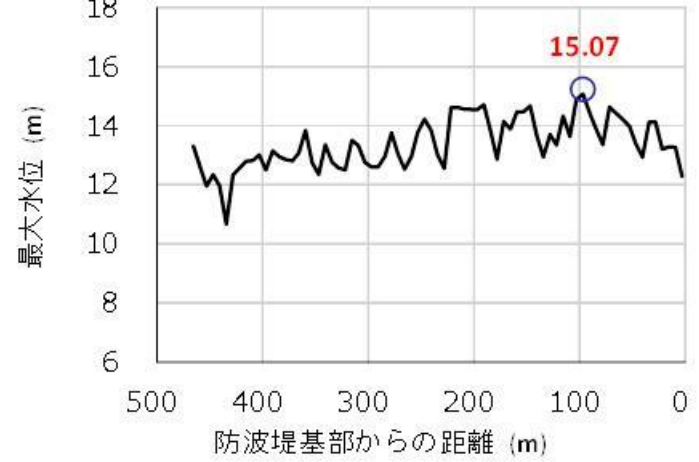
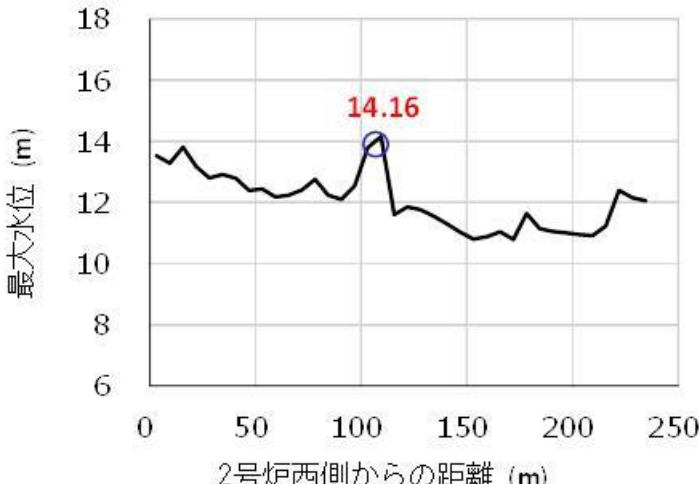
・設計方針の相違  
**【東海第二, 女川2】**  
 設計方針の相違による記載内容の相違

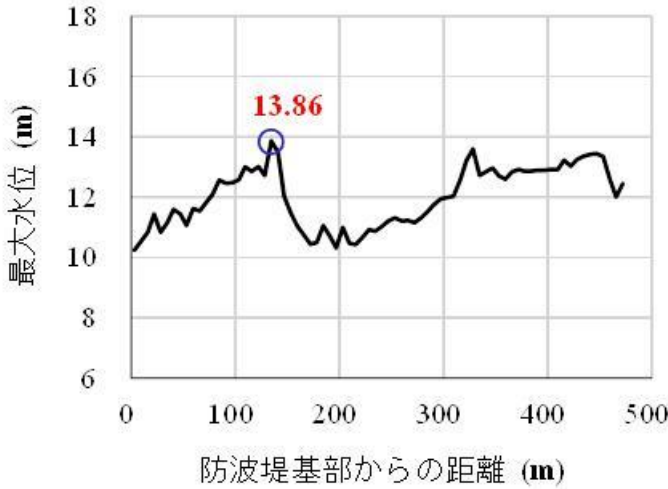
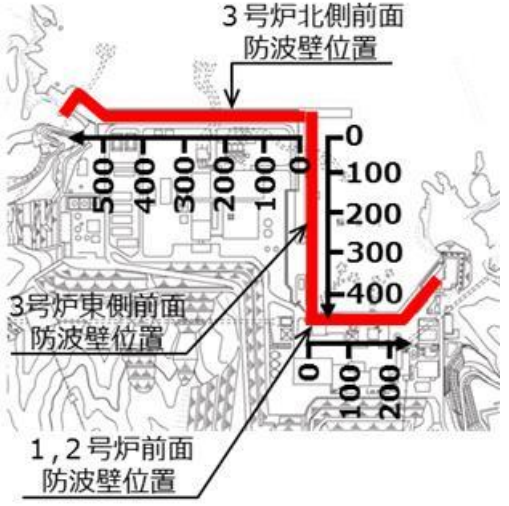
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(5) 三次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>(a) 検討概要</p> <p>前項で行った水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションでは、島根原子力発電所の代表断面について検討した。<u>島根原子力発電所は輪谷湾を中心とした半円状の複雑な地形であるため、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションに対して、地形特性を踏まえた三次元的な流況による影響を評価できる三次元津波シミュレーションを用いて確認する。</u></p> <p>入射津波については、基準津波1(防波堤有, 防波堤無)の場合、敷地への浸水が局所的であり、防波壁等への津波波圧の影響の確認ができないことから、<u>波圧検討用津波(15m津波)を設定する。</u>なお、波圧検討用津波(15m津波)により算定した波圧は、防波壁等の設計用津波波圧として用いるものではない。</p> <p>解析モデルについては、島根原子力発電所の陸海域の地形特性を再現したモデルとする。</p> <p>(b) 解析条件等</p> <p>三次元津波シミュレーション概要図を第42図に示す。</p>  <p>第42図(1) 発電所前面の海底地形</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1765 283 2466 577"> </p> <p data-bbox="1804 594 2427 625">第4 2 図 (2) 入射津波の造波波形図 (防波堤有)</p> <p data-bbox="1765 653 2466 947"> </p> <p data-bbox="1804 995 2427 1026">第4 2 図 (3) 入射津波の造波波形図 (防波堤無)</p> <p data-bbox="1777 1037 2451 1436"> </p> <p data-bbox="1822 1446 2407 1478">第4 2 図 (4) 解析モデル図 (防波堤有) の例</p> <p data-bbox="1730 1535 2504 1612"> <u>防波壁及び施設護岸位置での津波波圧を抽出し、ソリトン分裂波や碎波の発生を確認する。</u> </p> <p data-bbox="1730 1625 2504 1835"> <u>解析モデルについては、防波壁位置における津波高さ及び津波波圧を算定するため、陸海域の地形等の特性（1，2号炉前面が入り組んだ複雑な地形）を再現して海底地形及び敷地をモデル化するとともに、防波壁等の形状及び高さを再現した地形とする。解析条件を第2 3表に示す。</u> </p>	<p data-bbox="2531 283 2807 447">         ・設計方針の相違  <b>【東海第二，女川2】</b>          設計方針の相違による記載内容の相違       </p>

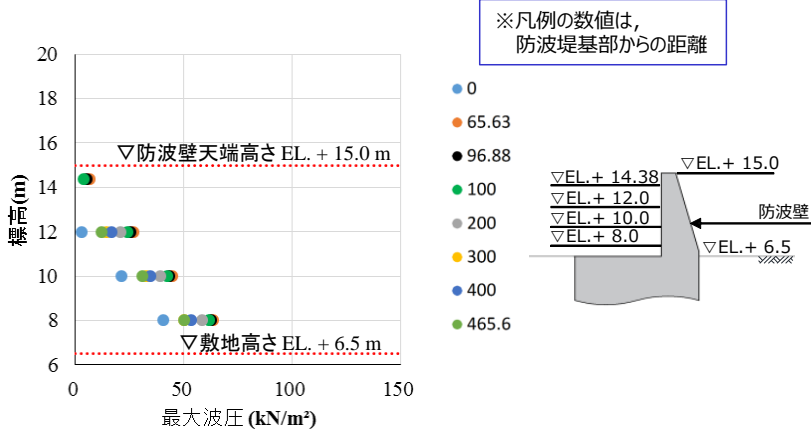
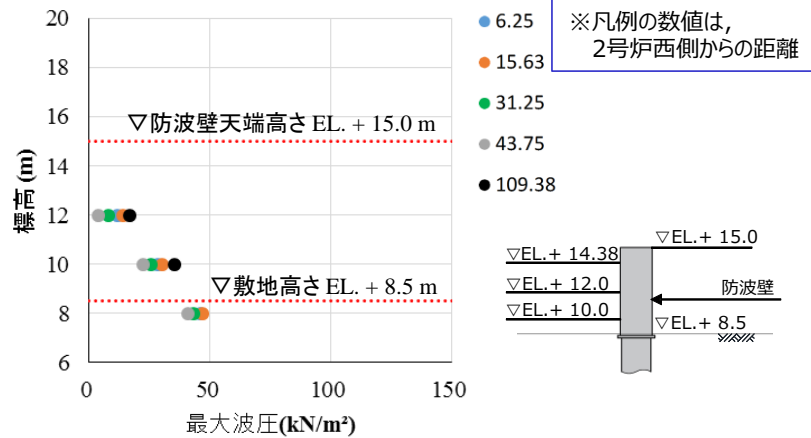
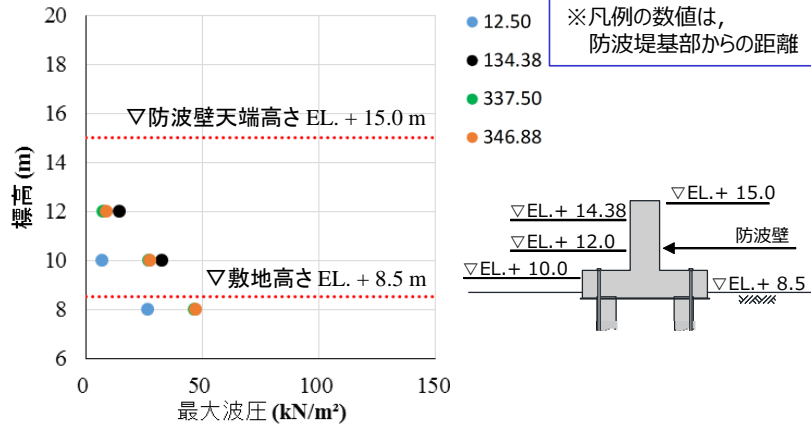
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<p style="text-align: center;">第23表 解析条件</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>モデル化領域</td> <td>南北方向 : 2,175m, 東西方向 : 1,125m</td> </tr> <tr> <td>格子間隔</td> <td><math>\Delta x=6.25m</math>, <math>\Delta y=6.25m</math>, <math>\Delta z=1.0\sim 2.0m</math></td> </tr> <tr> <td>解析時間</td> <td>1079秒 (基準津波 1の押し波最大波)</td> </tr> </table> <p>(c) 津波水位</p> <p>波圧検討用津波 (1.5m津波) を用いた三次元津波シミュレーションにより抽出された防波壁前面における最高水位位置を第43図に、最高水位分布を第44図に示す。なお、代表として防波堤有の結果を示す。</p>  <p style="text-align: center;">第43図 三次元津波シミュレーションにおける断面位置及び最高水位位置</p>	モデル化領域	南北方向 : 2,175m, 東西方向 : 1,125m	格子間隔	$\Delta x=6.25m$ , $\Delta y=6.25m$ , $\Delta z=1.0\sim 2.0m$	解析時間	1079秒 (基準津波 1の押し波最大波)	<p>・設計方針の相違</p> <p><b>【東海第二, 女川2】</b></p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>
モデル化領域	南北方向 : 2,175m, 東西方向 : 1,125m								
格子間隔	$\Delta x=6.25m$ , $\Delta y=6.25m$ , $\Delta z=1.0\sim 2.0m$								
解析時間	1079秒 (基準津波 1の押し波最大波)								

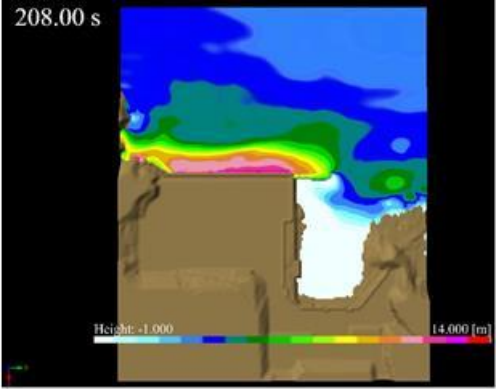
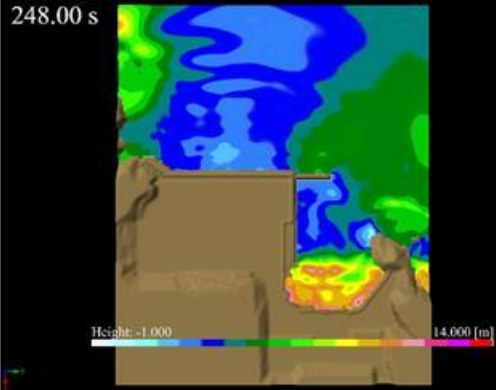
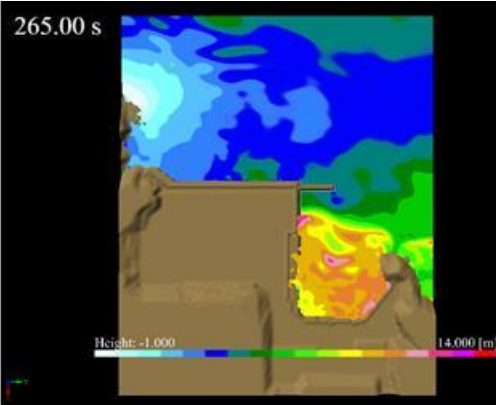
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1780 724 2433 808">第44図(1) 防波壁前面における最高水位分布 (3号炉北側前面)</p>  <p data-bbox="1780 1396 2433 1480">第44図(2) 防波壁前面における最高水位分布 (1, 2号炉北側前面)</p>	<p data-bbox="2522 283 2819 451">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

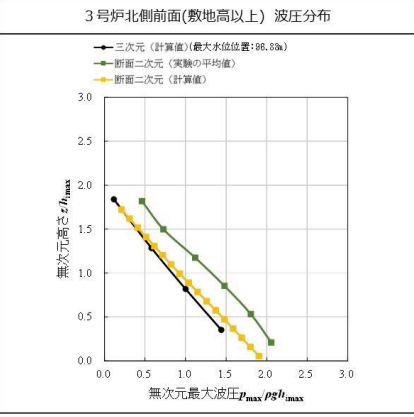
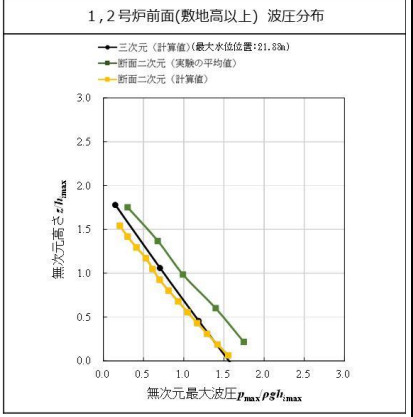
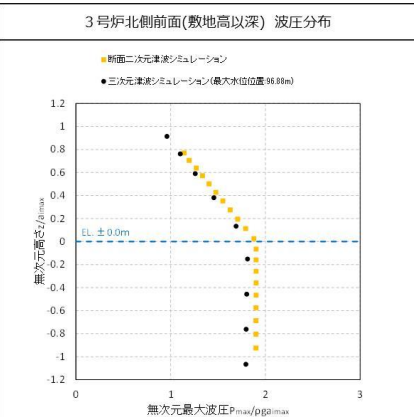
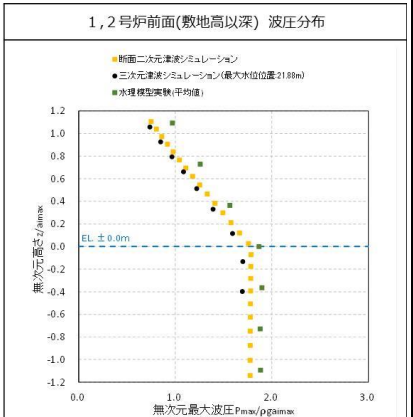
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1795 766 2418 850">第44図(3) 防波壁前面における最高水位分布 (3号炉東側前面)</p> <p data-bbox="1736 903 1914 934">(d) 津波波圧</p> <p data-bbox="1721 945 2507 1071">防波壁平面位置を第45図に、波圧検討用津波(1.5m津波)を用いた三次元津波シミュレーションにより直接算定された最大波圧分布を第46図に示す。</p>  <p data-bbox="1944 1575 2300 1606">第45図 防波壁平面位置図</p>	<p data-bbox="2522 283 2804 441">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

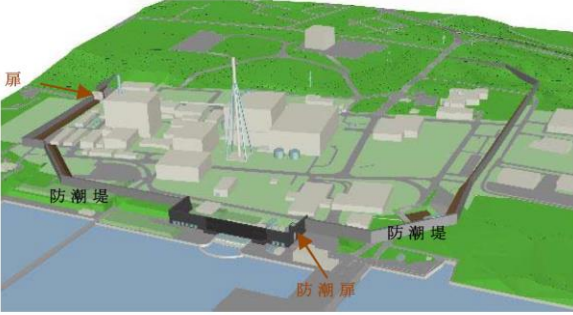
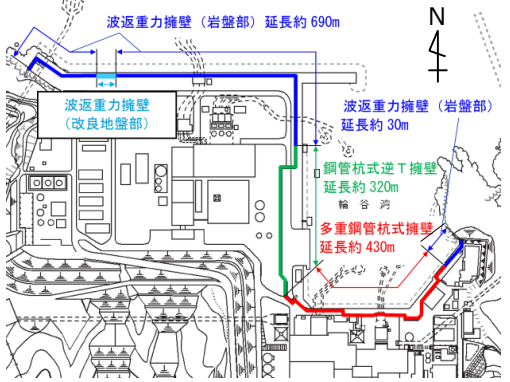
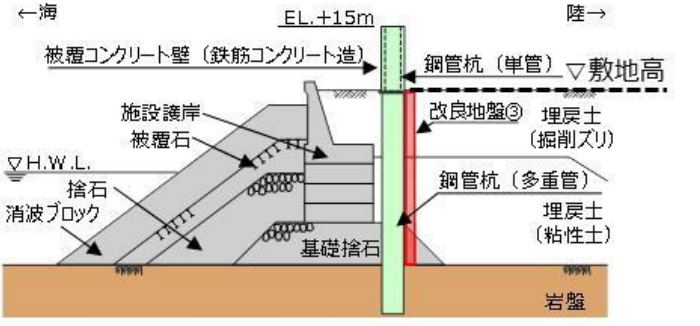
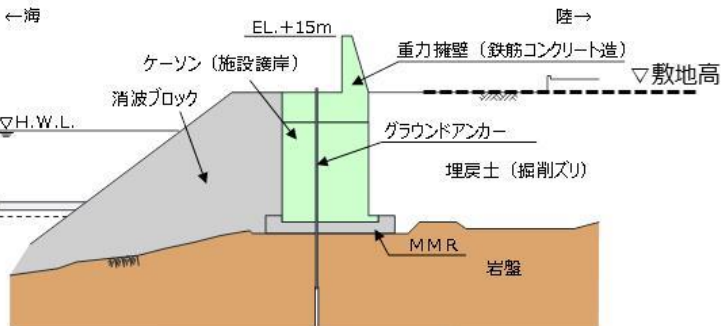
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1730 283 2502 598"> </p> <p data-bbox="1783 636 2448 716">第4 6 図 (1) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布 (3号炉北側前面)</p> <p data-bbox="1768 730 2463 1060"> </p> <p data-bbox="1783 1087 2448 1167">第4 6 図 (2) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布 (1, 2号炉前面)</p> <p data-bbox="1730 1182 2502 1512"> </p> <p data-bbox="1783 1539 2448 1619">第4 6 図 (3) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布 (3号炉東側前面)</p> <p data-bbox="1730 1675 2502 1837"> <u>(e) 津波波圧 (標高毎)</u>  波圧検討用津波 (1.5 m津波) を用いた三次元津波シミュレーションにより防波壁に作用する波圧 (標高毎) を直接算定した結果を第4 7 図に示す。 </p>	<p data-bbox="2531 283 2807 445"> • 設計方針の相違  【東海第二, 女川2】  設計方針の相違による記載内容の相違 </p>



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: center;">島根原子力発電所 2号炉</p>  <p>※凡例の数値は、防波堤基部からの距離</p> <p>第47図(1) 防波壁に作用する波圧分布 (3号炉北側前面)</p>  <p>※凡例の数値は、2号炉西側からの距離</p> <p>第47図(2) 防波壁に作用する波圧分布 (1, 2号炉前面)</p>  <p>※凡例の数値は、防波堤基部からの距離</p> <p>第47図(3) 防波壁に作用する波圧分布 (3号炉東側前面)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p><b>【東海第二, 女川2】</b></p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

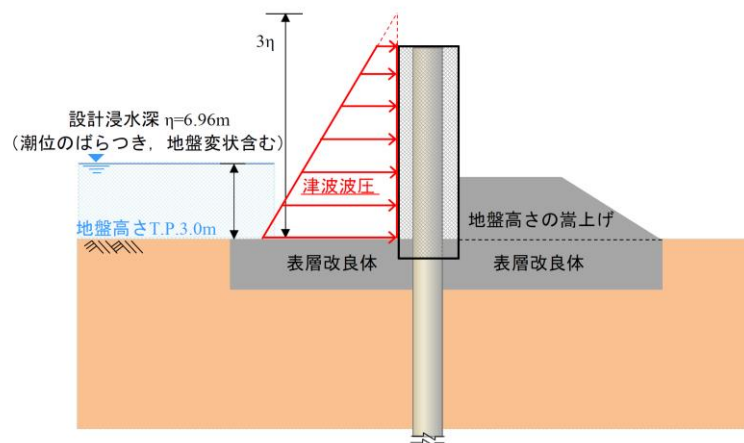
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(参考) 三次元津波シミュレーションによる津波の作用状況  三次元津波シミュレーションによる最大波到達時刻の津波の作用状況を第48図に示す。</p>  <p>第48図 (1) 津波の作用状況 (3号炉北側前面最大波到達時刻)</p>  <p>第48図 (2) 津波の作用状況 (1, 2号炉前面最大波到達時刻)</p>  <p>第48図 (3) 津波の作用状況 (3号炉北側前面最大波到達時刻)</p>	<p>・設計方針の相違  【東海第二, 女川2】  設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(f) 津波波圧比較</p> <p>3号炉北側前面及び1,2号炉前面の敷地高以上及び敷地高以深における、三次元津波シミュレーション、断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験(3号炉北側前面の敷地高以深を除く)により算定した波圧分布の比較結果を第49図に示す。</p> <p>複雑な地形を考慮した三次元的な流況を評価できる三次元津波シミュレーションの結果を踏まえても、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションによる津波波圧と同等又は包絡されることを確認した。</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  <p>3号炉北側前面(敷地高以上) 波圧分布</p> <p>●三次元(計算値)(最大水位位置:68.89m) ●断面二次元(実験の平均値) ●断面二次元(計算値)</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>1,2号炉前面(敷地高以上) 波圧分布</p> <p>●三次元(計算値)(最大水位位置:21.89m) ●断面二次元(実験の平均値) ●断面二次元(計算値)</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>3号炉北側前面(敷地高以深) 波圧分布</p> <p>●断面二次元津波シミュレーション ●三次元津波シミュレーション(最大水位位置:68.89m)</p> <p>EL ± 0.0m</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>1,2号炉前面(敷地高以深) 波圧分布</p> <p>●断面二次元津波シミュレーション ●三次元津波シミュレーション(最大水位位置:21.89m) ●水理模型実験(平均値)</p> <p>EL ± 0.0m</p> </div> </div> <p>第49図 敷地高以上及び敷地高以深における波圧分布比較</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 津波波圧算定式適用に対する考え方</p> <p>(1) 防潮堤及び防潮扉</p> <p>防潮堤及び防潮扉位置図を第20図に示す。</p> <p>防潮堤がないモデルで実施した水理模型実験においては、防潮堤通過位置におけるフルード数が1.0を下回っており、水理模型実験結果及び分散波理論に基づく断面二次元津波シミュレーション解析結果から、設計用津波波圧は朝倉式①に基づき算定する。</p> <p>朝倉式①に用いる<math>\eta</math> (設計浸水深) については、水理模型実験結果、断面二次元津波シミュレーション解析結果、平面二次元津波シミュレーション解析から求められた浸水深及び入力津波高さと地盤高さとの差の1/2を用いて朝倉式①により算出した波圧分布を比較した。第21図及び第22図に津波荷重の作用イメージ図を、第23図に最大波圧分布の比較を示す。</p> <p>比較の結果、朝倉式①に用いる<math>\eta</math> (設計浸水深) については、入力津波高さと地盤高さとの差の1/2を用いるものとする。</p>  <p>第20図 防潮堤及び防潮扉位置図</p>	<p>3. 津波波圧算定式適用に対する考え方</p> <p>(1) 津波波圧の確認結果と考察</p> <p>女川原子力発電所の防潮堤の設計で考慮する津波波圧に関して、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析 (断面二次元津波シミュレーション解析) 及び水理模型実験により検討を行った。確認結果の概要及び考察を表8～表10に示す。</p> <p>基準津波の発生に伴い、女川防潮堤には水位上昇型の津波が作用し、波圧分布としてはおおむね静水圧程度となることを確認した。また、津波波圧評価における不確かさとして、敷地法面の形状変化の影響、基準津波 (水位上昇側) と異なる特性の津波の影響、周期の異なる津波の影響、波高の異なる津波の影響を考慮して検討した結果、いずれのケースにおいても分裂波や衝撃圧が発生せず、津波波圧への影響が小さいことを確認した。</p> <p>女川原子力発電所の基準津波の第1波は、周辺地形からの回り込みや反射の影響をほとんど受けずに策定位置から直線的に到達し、波の重なり合いによる二段型波形が特徴 (図30) となっている。基準津波を対象とした数値流体解析結果の考察として、二段型波形全体としての津波の半周期は約10～20分と長いことに起因し、水面全体が緩やかに上昇するような津波が作用し、分裂波や衝撃圧が発生せずに、防潮堤に作用する津波波圧がおおむね静水圧と小さくなったことが要因と考えられる (図17～図19)。</p> <p>また、模擬津波を対象とした水理模型実験結果の考察として、二段型津波 (半周期20分) と単峰型津波 (半周期5分) の結果を比較 (表9) すると、実験結果のばらつきはあるが、周期 (波長) の短い単峰型津波の方が流速及びフルード数が大きくなる傾向が確認できる。一般的には流速が大きくなると津波波圧への影響が大きくなるが、女川サイトの特徴として防潮堤を高台上に設置していることから、防潮堤に作用する津波としては浸水深 (水位) の大きい条件となるため、浸水深の大きさによってフルード数の上昇が抑えられ、流速の大きい単峰型津波を含めた全てのケースでフルード数が1以下の穏やかな流れ (常流) となり、分裂波や衝撃圧が発生せずに、防潮堤に作用する津波波圧がおおむね静水圧と小さくなったと考えられる。</p> <p>また、津波水位の大きさを比較した場合、水位条件の大小に</p>	<p>4. 既往の津波波圧算定式との比較</p> <p>(1) 検討概要</p> <p>既往の津波波圧算定式の妥当性を確認するため、水理模型実験、断面二次元及び三次元津波シミュレーションによる波圧と比較検討する。なお、津波波圧の算定に当たっては、波圧検討用津波 (1.5m津波) を用いる。</p> <p>島根原子力発電所の防波壁の位置図を第50図に、断面図を第51図に示す。</p>  <p>第50図 防波壁位置図</p>  <p>第51図 (1) 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 断面図</p>  <p>第51図 (2) 防波壁 (波返重力擁壁) 断面図</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計方針の相違</li> <li>【東海第二, 女川2】</li> <li>設計方針の相違による記載内容の相違</li> </ul>

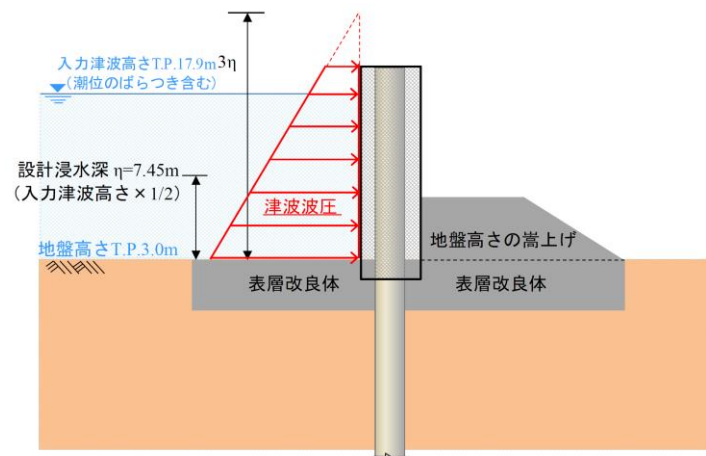


東海第二発電所 (2018.9.12版)



第21図 津波荷重の作用イメージ

(平面二次元津波シミュレーション解析結果)



第22図 津波荷重の作用イメージ図 (入力津波×1/2)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6版)

よって流速及びフルード数が大きく変動するような傾向は確認されない。上記と同様、全てのケースでフルード数が1以下の穏やかな流れ(常流)となったことに起因して、分裂波や衝撃圧が発生せず、防潮堤に作用する津波がおおむね静水圧と小さくなったと考えられる。

以上の結果を踏まえ、ソリトン分裂波による津波波圧への有意な影響がないこと、フルード数が1以下となること、津波波圧の水深係数が3以下となることから、波形特性の不確かさを考慮しても防潮堤に作用する津波波圧は朝倉式①に包含されることを確認した。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの解析は行ってないが、鋼管式鉛直壁よりも津波遡上に伴う減勢効果が大きくなることから、盛土堤防においても水深係数は3以下となると考えられる。

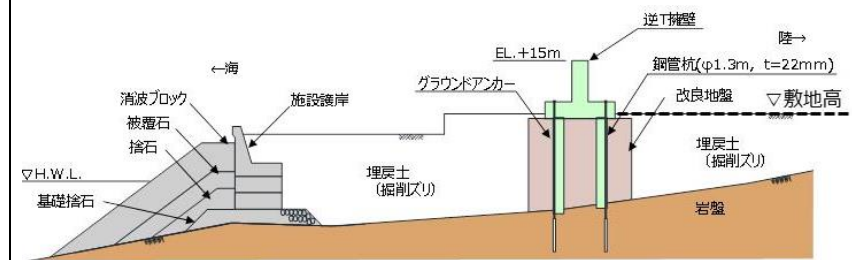
表8 津波波圧の確認結果

確認方法	確認結果
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>女川防潮堤(鋼管式鉛直壁)を模擬した数値流体解析により、基準津波の特性や津波波圧等を確認した。</li> <li>防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず、防潮堤前面位置でのフルード数は1以下となった。</li> <li>基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した。また、防潮堤に作用する波圧分布は単直線型となり、おおむね静水圧となった。</li> <li>護岸からの通過波水深を基準に非次元化した場合の水深係数は3以下となった。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの解析は行ってないが、鋼管式鉛直壁よりも津波遡上に伴う減勢効果が大きくなることから、盛土堤防においても水深係数は3以下となると考えられる。</li> <li>防潮堤に作用する津波波圧は朝倉式①に包含されることを確認した。</li> </ul>
水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>女川防潮堤(鋼管式鉛直壁)を模擬した水理模型実験により、津波の波特性(周期、波高)の違いが津波波圧等に与える影響を確認した。</li> <li>防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず、防潮堤前面位置でのフルード数は1以下となった。</li> <li>津波の波特性(周期、波高)の違いに関わらず、津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した。また、防潮堤に作用する波圧分布はいずれも単直線型となった。</li> <li>護岸からの通過波水深を基準に非次元化した場合の水深係数は3以下となった。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの実験は行ってないが、鋼管式鉛直壁よりも津波遡上に伴う減勢効果が大きくなることから、盛土堤防においても水深係数は3以下となると考えられる。</li> <li>防潮堤に作用する津波波圧は朝倉式①に包含されることを確認した。</li> </ul>

表9 水理模型実験による流速・フルード数の整理

波条件	目標津波水位【O.P.】	二段型津波 (半周期 20分)		単峰型津波 (半周期 5分)	
		流速	フルード数 $Fr=v/\sqrt{g \cdot h}$	流速	フルード数 $Fr=v/\sqrt{g \cdot h}$
WAVE001, WAVE101	+17.0m	0.2m/s	0.071	4.7m/s	0.839
WAVE002, WAVE102	+25.0m	5.4m/s	0.704	8.0m/s	0.843
WAVE004, WAVE104	+32.5m	4.9m/s	0.450	9.1m/s	0.826
WAVE005, WAVE105	+35.0m	7.4m/s	0.623	9.3m/s	0.780
WAVE003, WAVE103	+36.0m	8.0m/s	0.738	7.9m/s	0.612
WAVE006, WAVE106	+37.5m	7.6m/s	0.603	9.2m/s	0.726

島根原子力発電所 2号炉

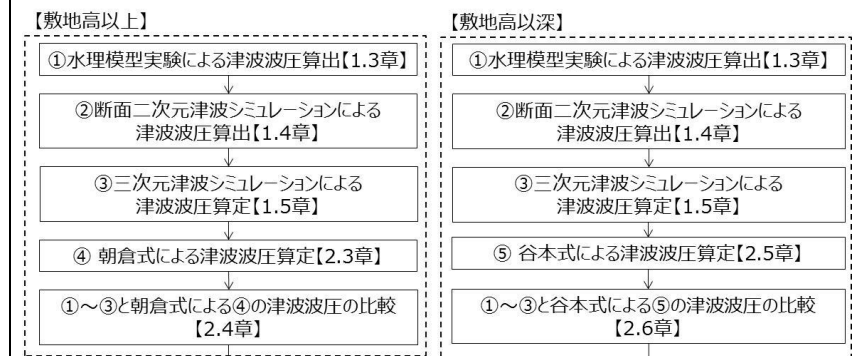


第5.1図(3) 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)断面図

(2) 津波波圧算定フロー

既往の津波波圧算定式は、第5.2図に示すフローにて妥当性を確認する。

水理模型実験、断面二次元及び三次元津波シミュレーションにより防波壁及び施設護岸に作用する波圧を直接算出し、朝倉式(敷地高以上)及び谷本式(敷地高以深)により算出した津波波圧と比較する。



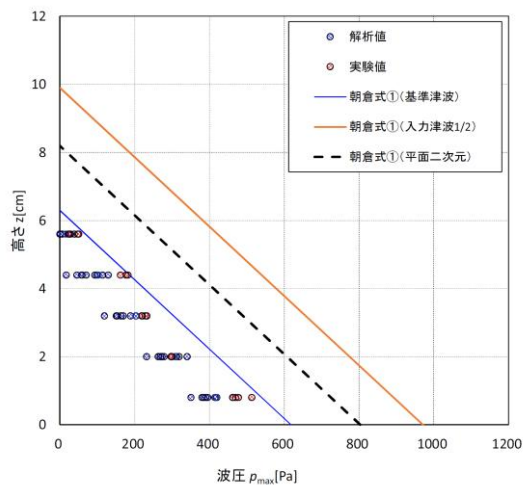
第5.2図 検討フロー

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違



東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第 23 図 最大波圧分布の比較

(2) 貯留堰

a. 貯留堰に適用する津波波圧算定式

貯留堰の鳥瞰図を第 24 図に、断面図を第 25 図に示す。貯留堰は、鋼管矢板を連結した構造であり、引き波時に海底面から突出した鋼管矢板頂部 (T.P. -4.9m) において海水を貯留する。

このため、貯留堰に有意な津波波力が作用するのは、引き波により海水貯留堰が海面から露出し、その後、押し波が貯留堰に作用してから越流するまでの間に限定される。

「防波堤の耐津波設計ガイドライン (国土交通省港湾局)」(平成 27 年 12 月一部改訂) によると、津波が構造物を越流する場合の津波荷重の算定については、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態の方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較して高い方を採用する必要があるとしている。

このため、貯留堰における津波波力としては、越流直前の波力及び越流時の静水圧差のうち保守的なものを適用することとする。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

表 10 津波波圧確認結果の全体概要と考察

検討ケース	不況中の有無の目的	検討方法	確認結果			備考	
			分層波の発生	層波の発生	波圧分布の形状		
基準津波 (水面上昇)	— 【基本ケース】	数値解析法	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	2.18	津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が壁面に上昇するような津波が作用し、引波時や戻り波が発生せず。引波時に作用する津波波圧が最大となる。引波時の水位の上昇が最大となる。
基準津波 (水面上昇)	断層帯のずれ変位の影響 (断層帯のずれによる変位の可動性を考慮)	数値解析法	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	ケース1: 2.19 ケース2: 2.17 ケース3: 2.20	津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が壁面に上昇するような津波が作用し、引波時や戻り波が発生せず。引波時に作用する津波波圧が最大となる。引波時の水位の上昇が最大となる。また、断層帯のずれによる変位の影響が最大となる。
基準津波 (水面上昇)	基本ケースと異なる断層帯の影響 (断層帯のずれによる変位の可動性を考慮)	数値解析法	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	2.24	津波の半周期が約 12 分と長い。水質全体が壁面に上昇するような津波が作用し、引波時や戻り波が発生せず。引波時に作用する津波波圧が最大となる。引波時の水位の上昇が最大となる。
基準津波 (中層波)	断層帯のずれ変位の影響 (断層帯のずれによる変位の可動性を考慮)	水理模型実験	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	5分: 2.12~2.21 20分: 2.22~2.29 平均値: 2.25	断層帯のずれによる変位の影響が最大となる。引波時に作用する津波波圧が最大となる。引波時の水位の上昇が最大となる。また、断層帯のずれによる変位の影響が最大となる。
基準津波 (中層波)	断層帯のずれ変位の影響 (断層帯のずれによる変位の可動性を考慮)	水理模型実験	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	110分: 2.18~2.28 220分: 2.12~2.22 235分: 2.21~2.24 250分: 2.27~2.27 260分: 2.22~2.24 275分: 2.21~2.21 平均値: 2.25	OP+130m ケースでは5つのケースが大きい。全体としては水質全体の大きさによって波高が異なる。引波時に作用する津波波圧が最大となる。引波時の水位の上昇が最大となる。また、断層帯のずれによる変位の影響が最大となる。

島根原子力発電所 2号炉

(3) 朝倉式による津波波圧算定  
朝倉式は、津波の通過波の浸水深に応じて波圧を算定する式であり、「通過波の浸水深」を最大浸水深 (入力津波高さ - 敷地標高) の 1/2 と保守的に仮定して\*津波波圧を算定する。  
朝倉式を第 5.3 図に、朝倉式における津波波圧の考え方を第 5.4 図に示す。

朝倉式

$$q_z = \rho g (a \eta - z)$$

ここに、

$q_z$  : 津波波圧 (kN/m<sup>2</sup>)

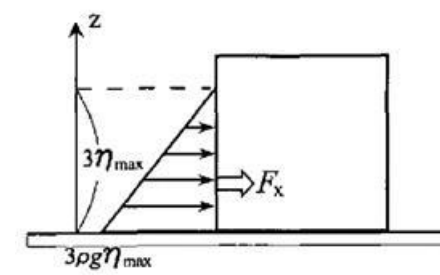
$\eta$  : 浸水深 (通過波の浸水深 = 最大浸水深の 1/2) (m)

$z$  : 当該部分の地盤面からの高さ (m)

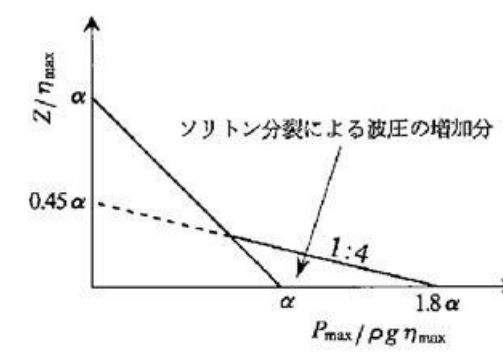
$$(0 \leq z \leq a h)$$

$a$  : 水深係数 (最大 : 3)

$\rho g$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)



非分裂波の場合の津波水平波圧



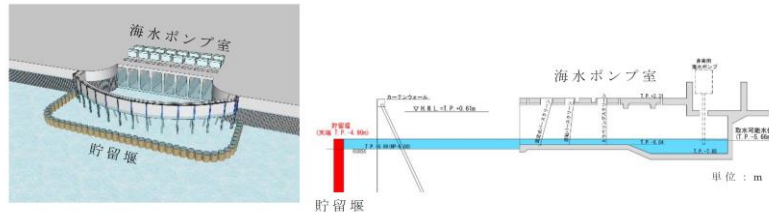
分裂波の無次元最大波圧分布

第 5.3 図 朝倉式の概念図

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第 24 図 貯留堰鳥瞰図

第 25 図 貯留堰断面図

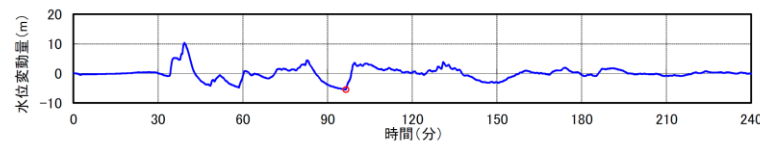
b. 越流直前の津波波力の設定方針

引き波時における貯留堰前面の時刻歴水位を第 26 図に示す。

貯留堰前面の水位は若干残るものの保守的に海底面が露出したと仮定し、その後の押し波を遡上波と考え津波波力を設定する。

具体的には、津波高さは貯留堰に作用する津波波力が保守的になるように貯留堰前面の海底面（設計用海底面標高 T.P. -7.39m）まで水位が低下した後に到達する津波を考慮することとし、貯留堰に津波が越流する直前の状態として貯留堰天端（T.P. -4.9m）までを想定する。

津波波力は、「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」の考え方に従って、津波高さの 3 倍の高さまで静水圧荷重を考慮する。津波波力の作用イメージを第 27 図に示す。



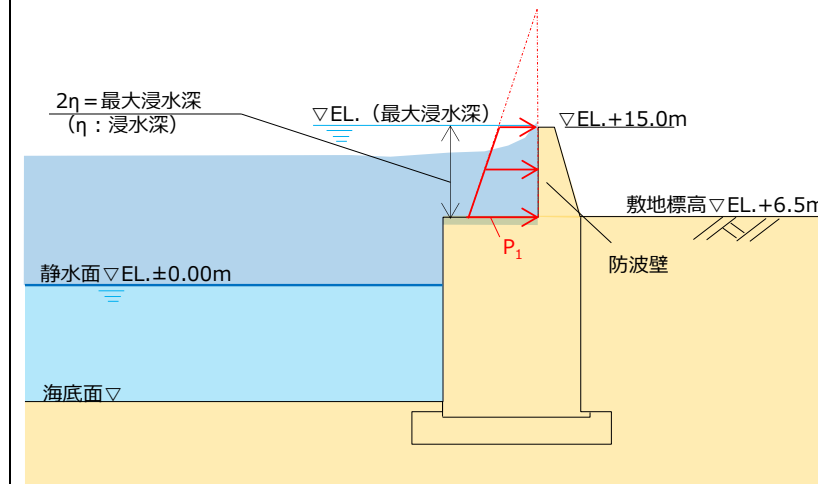
第 26 図 貯留堰周りにおける引き波水位の時刻歴図

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違



第 5.4 図 朝倉式における津波波圧の考え方

※朝倉式による津波波圧算定（参考）

朝倉式で用いる「通過波の浸水深」と、入力津波高さから敷地標高を引いた「最大浸水深の 1/2」について、水理模型実験から比較した結果を第 24 表及び第 25 表に示す。

・ 3号炉の水理模型実験

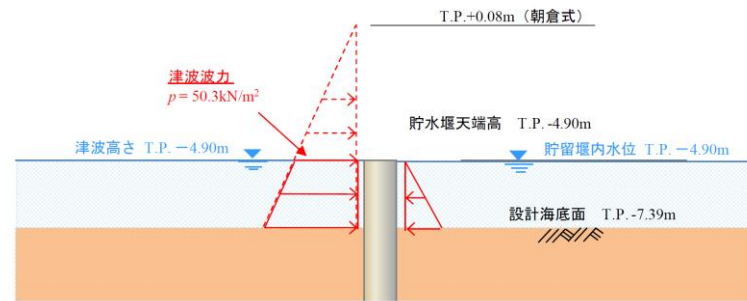
ケース③：防波壁がある場合の最大浸水深 h の 1/2

ケース④：防波壁位置の通過波の浸水深

第 24 表 保守的な浸水深 η の水理模型実験による確認結果  
(3号炉)

実験 ケース	最大 浸水深 h	h/2	浸水深 η
ケース③	8.397m	4.199m	4.199m (最大浸水深の1/2)
ケース④	—	—	3.643m (通過波の浸水深)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



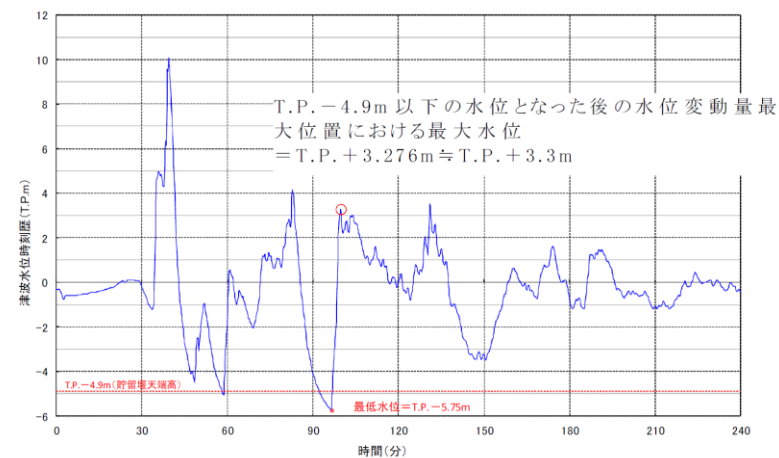
第 27 図 津波波力の作用イメージ図

c. 越流時の津波波力の設定方針

引き波後に到達する津波が貯留堰を越流する際、貯留堰の内外での水位差はつきにくい、保守的に引き波水位とその後の押し波水位の差が最も大きくなるものを選定し、津波波力を算定した。

津波高さとしては貯留堰天端からの越流を考慮して、「防波堤の耐津波設計ガイドライン (国土交通省港湾局) (平成 27 年 12 月一部改訂) による静水圧差による算定式を参考に設定する。

貯留堰位置における水位差が最大となる箇所の時刻歴水位波形を第 28 図に、津波波力の作用イメージを第 29 図に示す。



第 28 図 貯留堰の内外の水位差が最大となる時刻歴水位波形図

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

・ 1, 2号炉の水力模型実験

ケース⑧: 防波壁がある場合の最大浸水深  $h$  の 1/2

ケース⑨: 防波壁位置の通過波の浸水深

第 25 表 保守的な浸水深  $\eta$  の水力模型実験による確認結果 (1, 2号炉)

実験ケース	最大浸水深 $h$	$h/2$	浸水深 $\eta$
ケース⑧	6.511m	3.256m	3.256m (最大浸水深の1/2)
ケース⑨	—	—	2.015m (通過波の浸水深)

上記より、「最大浸水深の 1/2」が「通過波の浸水深」より保守的な値となることを確認した。

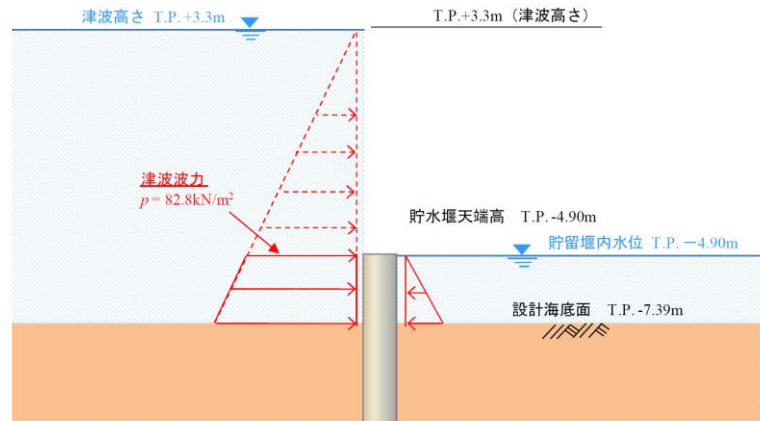
(4) 津波波圧の比較 朝倉式 (敷地高以上)

3号炉北側前面の敷地高以上における、朝倉式により算定した波圧分布と水力模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布の比較結果を第 5.5 図に示す。

水力模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションによる波圧分布は、朝倉式による波圧分布に包絡されることを確認した。

・ 設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第 29 図 津波波力の作用イメージ図

d. まとめ

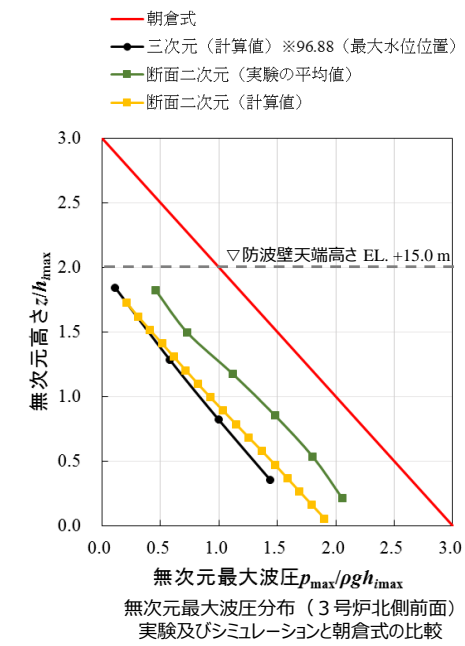
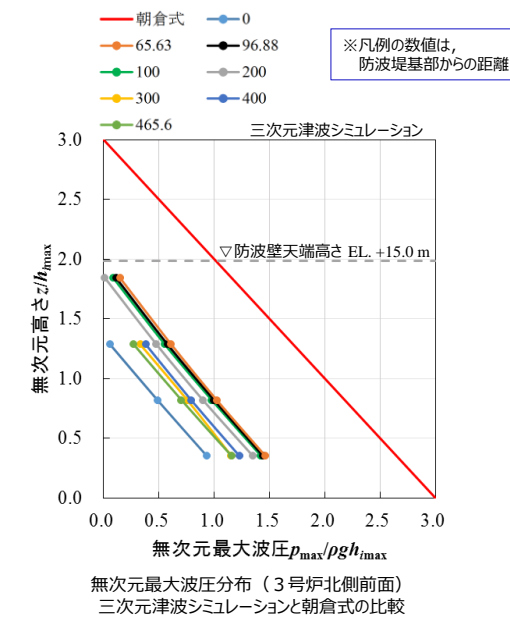
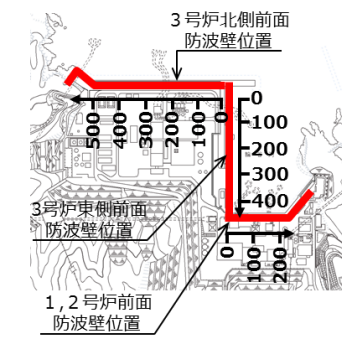
貯留堰における津波波力について、越流直前の波力及び越流時の静水圧差について検討した。この結果、越流時の静水圧差の方が越流直前の波力を上回る結果となった。このため、貯留堰における津波波力として、保守的に越流時の静水圧差を考慮することとする。

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

・設計方針の相違  
【東海第二, 女川2】  
設計方針の相違による記載内容の相違



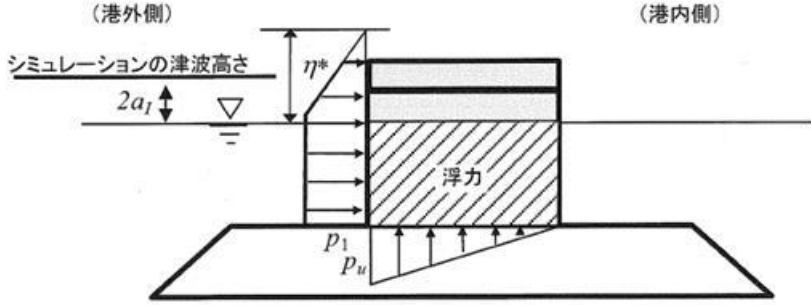
第 55 図 無次元最大波圧分布 (3号炉北側前面)

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1, 2号炉前面の敷地高以上における、<u>朝倉式により算定した波圧分布と水理模型実験, 断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布の比較結果</u>を第5.6図に示す。</p> <p>水理模型実験, 断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションによる波圧分布は、<u>朝倉式による波圧分布に包絡されることを確認した。</u></p>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>3号炉北側前面 防波壁位置</p> <p>3号炉東側前面 防波壁位置</p> <p>1, 2号炉前面 防波壁位置</p> <p>— 朝倉式 — 9.38 — 15.63 — 21.88 — 28.13 — 40.63</p> <p>※凡例の数値は、 2号炉西側からの距離</p> <p>三次元津波シミュレーション</p> <p>無次元高さ <math>z/h_{max}</math></p> <p>▽ 防波壁天端高さ EL. +15.0 m</p> <p>無次元最大波圧 <math>p_{max}/\rho g h_{max}</math></p> <p>無次元最大波圧分布 (1, 2号炉前面) 三次元津波シミュレーションと朝倉式の比較</p> <p>— 朝倉式 — 三次元 (計算値) ※21.88 (最大水位位置) — 断面二次元 (実験の平均値) — 断面二次元 (計算値)</p> <p>無次元高さ <math>z/h_{max}</math></p> <p>▽ 防波壁天端高さ EL. +15.0 m</p> <p>無次元最大波圧 <math>p_{max}/\rho g h_{max}</math></p> <p>無次元最大波圧分布 (1, 2号炉前面) 実験及びシミュレーションと朝倉式の比較</p> <p>第5.6図 無次元最大波圧分布 (1, 2号炉前面)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

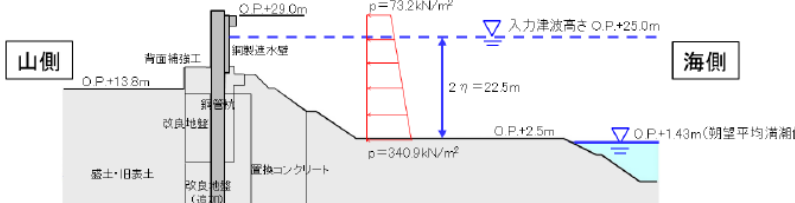
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<p data-bbox="1727 281 2504 403">3号炉東側前面の敷地高以上における、<u>朝倉式により算定した波圧分布と三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布の比較結果</u>を第57図に参考として示す。</p> <p data-bbox="1727 415 2504 491">三次元津波シミュレーションによる波圧分布は、朝倉式による波圧分布に包絡されることを確認した。</p> <div data-bbox="1941 516 2362 877"> </div> <p data-bbox="2071 907 2154 936">位置図</p> <p data-bbox="1952 953 2273 982">※凡例の数値は、防波堤基部からの距離</p> <table border="1" data-bbox="1982 999 2362 1050"> <tr> <td>朝倉式</td> <td>12.50</td> <td>134.38</td> </tr> <tr> <td>337.50</td> <td>346.88</td> <td></td> </tr> </table> <p data-bbox="2142 1058 2332 1079">三次元津波シミュレーション</p> <div data-bbox="1905 1079 2362 1570"> </div> <p data-bbox="1810 1625 2415 1654">第57図 無次元最大波圧分布 (3号炉東側前面)</p>	朝倉式	12.50	134.38	337.50	346.88		<p data-bbox="2534 281 2807 445">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>
朝倉式	12.50	134.38							
337.50	346.88								

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(5) 谷本式による津波波圧算定</p> <p>谷本式は、構造物前面の津波高さ(津波シミュレーション)に応じて波圧を算定する式である。谷本式を以下に示す。</p> <p>なお、谷本式で使用する入射津波の静水面上の高さ(2 a<sub>I</sub>)は、各津波シミュレーションにより抽出された護岸前面の最高水位を使用する。谷本式による波圧分布を第5.8図に示す。</p> <p><b>【谷本式】</b></p> $\eta^* = 3.0 a_I$ $P_1 = 2.2 \rho_0 g a_I$ $P_u = P_1$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\eta^*</math> : 静水面上の波圧作用高さ (m)</li> <li><math>a_I</math> : 入射津波の静水面上の高さ(振幅) (m)</li> <li><math>\rho_0 g</math> : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)</li> <li><math>P_u</math> : 直立壁前面下端における揚圧力※ (kN/m<sup>2</sup>)</li> </ul> <p>※島根原子力発電所の防波壁は、岩盤又は改良地盤により支持されており十分に止水性があるため揚圧力は考慮しない。</p>  <p>第5.8図 谷本式による波圧分布 (背面水位が押し波時に静水面より下がらない場合)</p> <p>・島根原子力発電所の防波壁背後は敷地であるため、港湾外の波圧を算定した図を引用した。</p> <p>・なお、「背面水位が押し波時に静水面より下がる場合」でも港外側に作用する津波波圧は同じである。</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p><b>【東海第二, 女川2】</b></p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(6) 津波波圧の比較 谷本式 (敷地高以深)</p> <p>敷地高以深における断面二次元津波シミュレーション, 三次元津波シミュレーション, 水理模型実験 (1, 2号炉), 既往の算定式 (谷本式) により算定した波圧分布を第5.9図に示す。</p> <p>3号炉及び1, 2号炉の波圧分布の比較結果より, 谷本式による波圧分布が全ての波圧を包絡することを確認できたため, 敷地高以深の津波波圧算定には谷本式を用いる。</p> <div data-bbox="1846 604 2392 1150"> <p>3号炉波圧分布 (ケース③)</p> </div> <div data-bbox="1846 1176 2392 1722"> <p>1, 2号炉波圧分布 (ケース⑧)</p> </div> <p>第5.9図 断面二次元津波シミュレーション, 三次元津波シミュレーション, 水理模型実験 (1, 2号炉), 既往の算定式 (谷本式) により算定した波圧分布</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p><b>【東海第二, 女川2】</b></p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(7) まとめ</p> <p>津波は波浪に比べて周期が長いことから、その波力は水位の上昇による静水圧として評価される場合が多い。しかし、実際には流れに伴う動的な影響や作用の継続時間による影響が考えられ、精度よく波力を評価するためには、水理模型実験等を行うことが望ましいため、水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションを実施した。</p> <p>敷地高以上（防波壁前面）においては、敷地標高や遡上水深等により津波波圧への影響が大きいことから、朝倉式に用いる通過波の浸水深において、最大浸水深（津波高さ－敷地高さ）×1/2を用いることで、水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションにより算定される波圧に対して保守性を確保している。</p> <p>敷地高以深（護岸前面）においては、水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションの結果より、緩やかな水位上昇に伴う一様な波圧分布となるため、津波波圧への影響は軽微であることから、水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションの最大波圧を包絡する谷本式で評価することで保守性を確保している。</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>



東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) 防潮堤の設計で考慮する津波波圧の設定</p> <p>基準津波を対象とした津波波圧の確認結果及び不確かさを考慮した検討結果を踏まえ、保守的な設計を行う観点から、図 36 のとおり朝倉式①を参照して防潮堤の設計波圧として設定する。なお、朝倉式は津波の通過波の浸水深に応じて波圧を算定する式であり、通過波の浸水深を入力津波水深（最大浸水深）の 1/2 と仮定して津波波圧を算定する。</p> $p = \rho \cdot g \cdot (\alpha \cdot \eta - z)$ <p>ここで、</p> <p>p : 津波波圧 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>ρ : 海水の密度 (=1.03 t/m<sup>3</sup>)</p> <p>g : 重力加速度 (=9.80665 m/s<sup>2</sup>)</p> <p>α : 水深係数 (=3)</p> <p>η : 浸水深 (通過波の浸水深=入力津波水深の 1/2) (m)</p> <p>z : 陸上地面を基準とした上向の正の座標 (m)</p>  <p>図 36 津波波圧設定の考え方 (鋼管式鉛直式の断面図)</p> <p>【参考文献】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 朝倉良介・岩瀬浩二・池谷 毅・高尾 誠・金戸俊道・藤井直樹・大森政則 (2000) : 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp. 911 - 915.</li> <li>2) 石田暢生・森谷暢生・東喜三郎・鳥山拓也・中村英孝 (2016) : 防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について, NRA 技術報告, NTEC-2016-4001.</li> <li>3) 気象庁 (2011) : 災害時地震・津波速報 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震, 災害時自然現象報告書 2011 年第 1 号.</li> <li>4) 榊山 勉 (2012) : 陸上遡上津波の伝播と構造物に作用する津波波圧に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 771 - 775.</li> </ol>	<p>5. 設計で考慮する津波波圧の設定</p> <p>水理模型実験の結果, 科学的根拠に基づきソリトン分裂波や碎波が発生しないことを確認した。また、津波波圧については、敷地高以上の波圧分布は直線型となり、敷地高以深の波圧分布については海水位までは直線型、静水面以深では一定となり、津波波圧への有意な影響がないことを確認した。</p> <p>断面二次元津波シミュレーション解析の結果, 水理模型実験を再現でき、時刻歴波形, 水位分布及び水面勾配からソリトン分裂波や碎波が発生しないことを確認した。また、波圧分布についても水理模型実験と同様に津波波圧への有意な影響はないことを確認した。</p> <p>三次元津波シミュレーション解析の結果, 島根原子力発電所特有の複雑な地形や三次元的な流況を踏まえても、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションによる波圧分布と同等、又は包絡されることを確認した。</p> <p>水理模型実験及び津波シミュレーション結果による津波波圧は、既往の津波波圧算定式による津波波圧に包絡されることを確認した。</p> <p>上記検討結果を踏まえ、防波壁等の設計で考慮する津波波圧を以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>敷地高以上については、平面二次元津波シミュレーション解析で設定した入力津波高さに基づき、朝倉式により津波波圧を設定し、敷地高以深については、平面二次元津波シミュレーション解析で設定した入力津波高さに基づき、谷本式により津波波圧を設定する。</li> <li>防波壁等の設計に用いる入力津波高さは、平面二次元シミュレーション結果より「EL. +12.6m」を用いる。</li> </ul> <p>津波波圧設定フローを第 60 図に、波圧算定イメージ (3号炉前面) を第 61 図に示す。</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>5) 池谷毅・秋山義信・岩前伸幸 (2013) : 陸上構造物に作用する津波持続波圧に関する水理学的考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp.816 - 820.</p>	<div data-bbox="1884 325 2344 661" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="1923 682 2300 714">第60図 津波波圧設定フロー</p> <div data-bbox="1736 829 2478 1071" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="1855 1081 2359 1113">第61図 波圧算定イメージ (3号炉前面)</p>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料27]

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

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

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

※ 浸水防止機能を除く

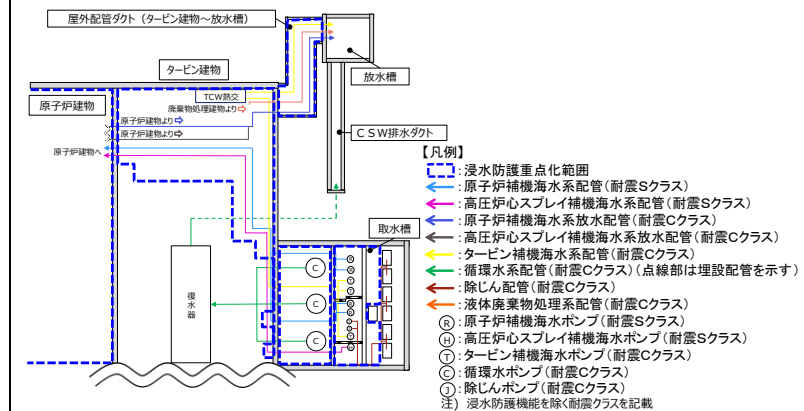


図1 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管の設置概要

3. 津波流入防止対策

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

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

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



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

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

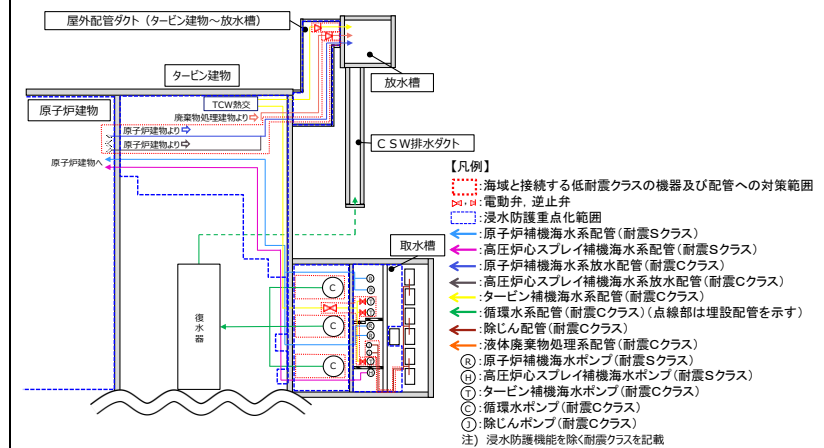


図2 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管への対策概要図

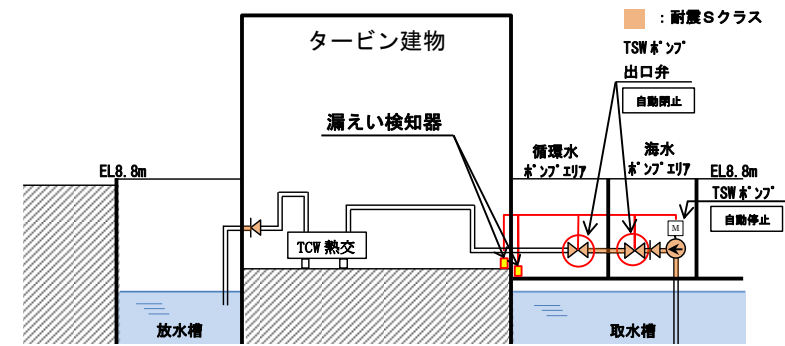


図3 タービン補機海水系 インターロック概要図

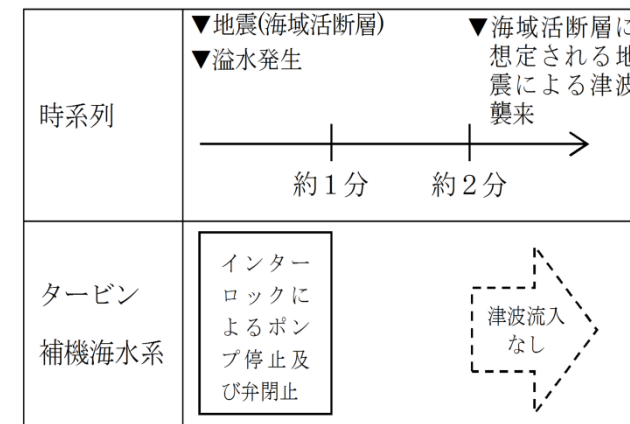


図4 海域活断層に想定する地震による津波襲来に係る時系列

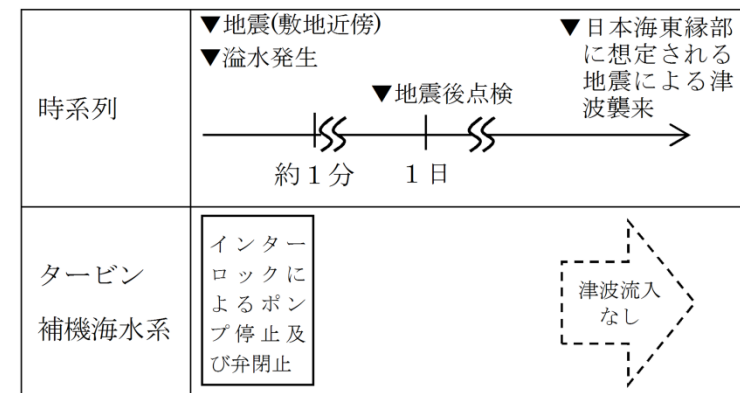


図5 日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料28]

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

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

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

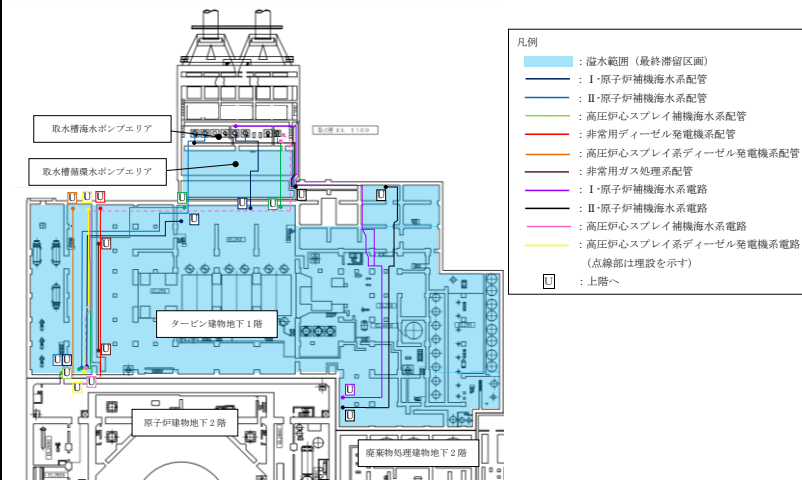


図1 タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備の配置

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

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



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																						
		<p>(2) 配管及びケーブルの溢水影響について</p> <p>a. 評価条件について</p> <p>9.1 項及び 9.2 項の評価より、タービン建物における最大の溢水水位 EL5.8m に相当する水頭圧を外圧条件とした。</p> <p>b. 評価結果</p> <p>(a) 配管 没水時の外圧に対する健全性評価の例を表 9-14 に示す。なお、弁は配管に比べ肉厚であるため、配管の評価に包含される。配管の製造最小厚さから外圧に対する許容圧力を算出し、没水時の外圧に対する健全性を確認した。</p> <p>(b) ケーブル ケーブルはシース（難燃性特殊耐熱ビニル）で覆った構造であり、非常時の環境条件（静水圧換算：18m 以上）を考慮した設計であるため、没水時の外圧により機能喪失しない。また、海水に対する影響については、海水による浸水試験（試験時間：200 時間）を実施し、外観及び絶縁抵抗に影響がないことを確認している。なお、没水するケーブルについては溢水により機能を喪失する接続部（端子部）がないことを確認した。</p> <p style="text-align: center;">表 9-14 タービン建物に敷設される配管の外圧に対する許容圧力</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>系統</th> <th>原子炉補機海水系配管</th> <th>高圧炉心スプレイ補機海水系配管</th> <th>非常用ディーゼル発電機系配管</th> <th>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系配管</th> <th>非常用ガス処理系配管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外径 Do[mm]</td> <td>711.2</td> <td>267.4</td> <td>60.5</td> <td>60.5</td> <td>406.4</td> </tr> <tr> <td>板厚 t[mm]</td> <td>9.5</td> <td>9.3</td> <td>5.5</td> <td>5.5</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>製造上最小厚さ ts[mm]</td> <td>8.5</td> <td>8.13</td> <td>4.81</td> <td>4.81</td> <td>8.31</td> </tr> <tr> <td>付録材料図表 Part7 により定まる値 B</td> <td>9.7</td> <td>55</td> <td>110</td> <td>110</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>材質</td> <td>SM41C</td> <td>STPT42</td> <td>STPT42</td> <td>STPT42</td> <td>STPT42</td> </tr> <tr> <td>水頭圧[MPa]</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>許容圧力 [MPa]*</td> <td>0.15</td> <td>2.22</td> <td>11.6</td> <td>11.6</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td>許容圧力&gt;水頭圧判定</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」 「PPC-3411 直管 (2) 外圧を受ける直管」を準用した以下の式を用い、製造上の最小厚さから許容圧力を算定した値</p> $t_s = \frac{3P_e D_o}{4B}$ <p style="text-align: right;"> <math>P_e</math>: 許容圧力 [MPa]  <math>t_s</math>: 製造上の最小厚さ [mm]  <math>D_o</math>: 管の外径 [mm]  <math>B</math>: 付録材料図表 Part7 により定まる値 </p> <p style="text-align: right;">9 条一別添 1-9-19</p> <p>図 2 タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に設置される耐震 S クラスの設備の水圧による損傷に対する評価及びケーブルの電気接続部に対する評価</p>	系統	原子炉補機海水系配管	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	非常用ディーゼル発電機系配管	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系配管	非常用ガス処理系配管	外径 Do[mm]	711.2	267.4	60.5	60.5	406.4	板厚 t[mm]	9.5	9.3	5.5	5.5	9.5	製造上最小厚さ ts[mm]	8.5	8.13	4.81	4.81	8.31	付録材料図表 Part7 により定まる値 B	9.7	55	110	110	34	材質	SM41C	STPT42	STPT42	STPT42	STPT42	水頭圧[MPa]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	許容圧力 [MPa]*	0.15	2.22	11.6	11.6	0.92	許容圧力>水頭圧判定	○	○	○	○	○	
系統	原子炉補機海水系配管	高圧炉心スプレイ補機海水系配管	非常用ディーゼル発電機系配管	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系配管	非常用ガス処理系配管																																																				
外径 Do[mm]	711.2	267.4	60.5	60.5	406.4																																																				
板厚 t[mm]	9.5	9.3	5.5	5.5	9.5																																																				
製造上最小厚さ ts[mm]	8.5	8.13	4.81	4.81	8.31																																																				
付録材料図表 Part7 により定まる値 B	9.7	55	110	110	34																																																				
材質	SM41C	STPT42	STPT42	STPT42	STPT42																																																				
水頭圧[MPa]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06																																																				
許容圧力 [MPa]*	0.15	2.22	11.6	11.6	0.92																																																				
許容圧力>水頭圧判定	○	○	○	○	○																																																				

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

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料35]

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																										
		<p>3. 荷揚場作業に係る車両・資機材</p> <p>定期的を実施する荷揚場作業に係る車両・資機材を表1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 荷揚場作業に係る車両・資機材</p> <table border="1" data-bbox="1745 436 2490 785"> <thead> <tr> <th>作業項目</th> <th>作業頻度</th> <th>種類</th> <th>名称</th> <th>個数</th> <th>質量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">①使用済燃料輸送作業</td> <td rowspan="2">2回/年程度</td> <td>車両</td> <td>輸送車両</td> <td>2</td> <td>約32t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>使用済燃料キャスク</td> <td>2</td> <td>約93t</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業</td> <td rowspan="3">2回/年程度</td> <td>車両</td> <td>輸送車両</td> <td>4</td> <td>約11t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>フォークリフト</td> <td>2</td> <td>約17t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>LLW輸送容器</td> <td>10*</td> <td>約1t</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">③デリッククレーン点検作業</td> <td rowspan="4">1回/年程度</td> <td>車両</td> <td>トラック</td> <td>1</td> <td>約5t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>ラフタークレーン</td> <td>1</td> <td>約39t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>トレーラー</td> <td>1</td> <td>約21t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>発電機</td> <td>1</td> <td>約8t</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④防舷材設置作業</td> <td rowspan="2">大型船舶入港の都度</td> <td>車両</td> <td>ラフタークレーン</td> <td>2</td> <td>約25t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>トラック</td> <td>1</td> <td>約5t</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">※うち8個は輸送車両に積載</p> <p>4. 評価内容</p> <p>(1) 荷揚場作業中に津波が発生する場合</p> <p>荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生した場合、地震発生後に発電所へ津波が到達するまでの時間は約110分である。この間に、荷揚場作業に用いている車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。</p> <p>各荷揚場作業において、荷揚場に仮置きする資機材とその個数及び車両等への積載時間を以下に、また退避に要する時間を表2に示す。各荷揚場作業における、仮置き資機材の車両等への積載時間、車両退避時間(約10分)、防波扉の開放・閉止時間(開放・閉止各約10分(電動))から求まる退避時間は、津波到達時間(地震発生後約110分)より短く、車両・資機材の退避は可能である。</p> <p>① 使用済燃料輸送作業</p> <p>荷揚場に仮置きする使用済燃料キャスクは、デリッククレーンを用い使用済燃料輸送車両に積載して退避する手順としている。</p> <p><b>【仮置き資機材と積載時間】</b></p> <p>使用済燃料キャスク個数：2個</p> <p>輸送車両への積載時間：15分/個</p>	作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量	①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約32t	資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t	②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約11t	車両	フォークリフト	2	約17t	資機材	LLW輸送容器	10*	約1t	③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約5t	車両	ラフタークレーン	1	約39t	車両	トレーラー	1	約21t	資機材	発電機	1	約8t	④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t	車両	トラック	1	約5t	
作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量																																																								
①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約32t																																																								
		資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t																																																								
②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約11t																																																								
		車両	フォークリフト	2	約17t																																																								
		資機材	LLW輸送容器	10*	約1t																																																								
③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約5t																																																								
		車両	ラフタークレーン	1	約39t																																																								
		車両	トレーラー	1	約21t																																																								
		資機材	発電機	1	約8t																																																								
④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t																																																								
		車両	トラック	1	約5t																																																								

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

荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが、地震により荷揚場の沈下や車両の故障等が生じた場合においても、荷揚場の復旧や車両の牽引等により、津波襲来までに車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。

a. 地震による影響  
 荷揚場作業中に地震が発生する場合の車両・資機材の退避への影響及びこれらへの対応のための退避作業について整理した結果を、表3に示す。

表3 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業

地震による荷揚場への影響		車両・資機材の退避への影響	退避作業
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	退避ルートに段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①※ 荷揚場復旧(別紙1)(段差解消)
	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②※ 倒壊物の撤去
資機材への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、資機材に干渉することで、車両への積込みができない可能性がある。	③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)
	資機材の転倒	資機材が転倒する可能性がある。	④※ 車両に積込み退避を実施
車両への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③※ 倒壊物の干渉回避(切断・撤去等)
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤※ 牽引による退避を実施

※ 図1のフローの番号と整合

b. 車両・資機材の退避  
 地震発生後に、荷揚場からの車両・資機材を退避させる作業手順を図1に示す。また、以下の(a)～(d)に、各荷揚場各作業における車両・資機材の退避に係る具体的な作業内容及び退避時間を示す。

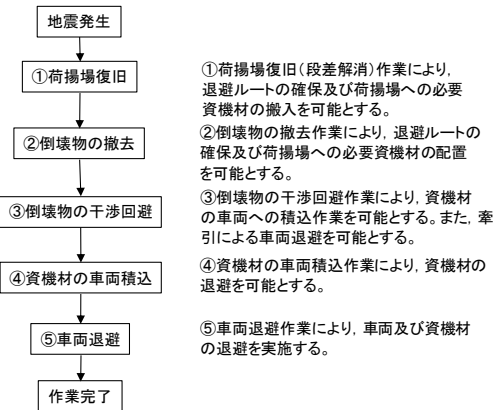


図1 荷揚場からの車両・資機材の退避作業手順



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																			
		<p>(a) 使用済燃料輸送作業</p> <p>使用済燃料輸送作業中には、荷揚場に使用済燃料輸送車両、使用済燃料輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。</p> <p>使用済燃料輸送作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避への影響、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表4に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図2に、退避作業に係る時系列を図3に示す。</p> <p>表4 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業 (使用済燃料輸送作業)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地震による荷揚場への影響</th> <th>退避への影響</th> <th>退避作業の内容</th> <th>退避作業に必要な資機材等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>荷揚場退避ルートへの影響</td> <td>荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉</td> <td>① 段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。</td> <td>・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。</td> <td>・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ</td> </tr> <tr> <td>資機材への影響</td> <td>荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒</td> <td>③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。</td> <td>・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。</td> <td>・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両</td> </tr> <tr> <td>車両への影響</td> <td>荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障</td> <td>③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。</td> <td>・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。</td> <td>・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材</td> </tr> </tbody> </table>	地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等	荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉	① 段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ	資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両	車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材	
地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等																			
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉	① 段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ																		
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両																		
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材																		

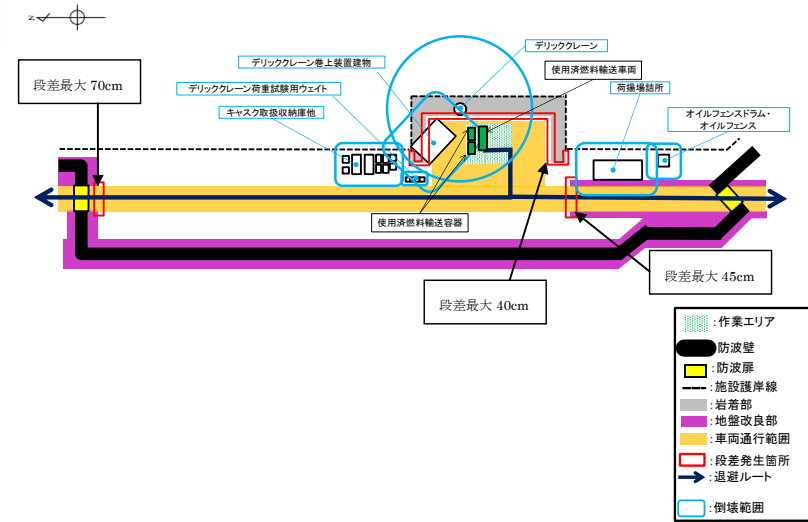


図2 使用済燃料輸送作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

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

図3 退避作業に係る時系列 (使用済燃料輸送作業)

(b) LLW 搬出作業

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

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

表5 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業 (LLW 搬出作業)

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

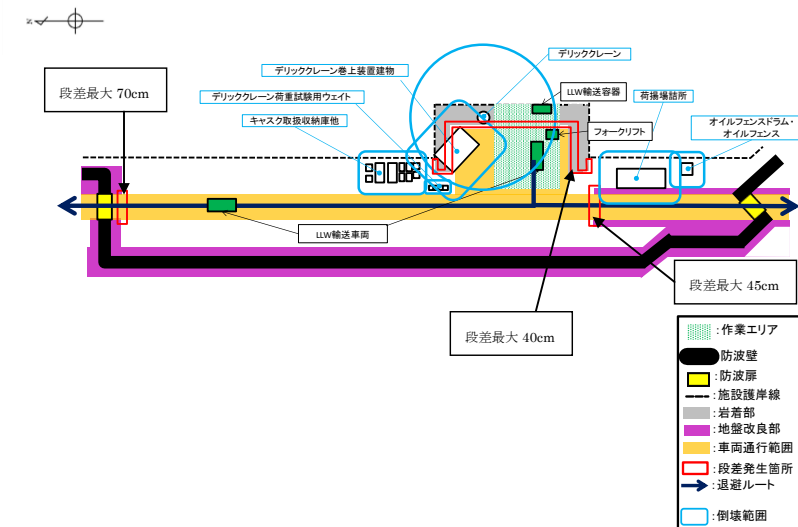


図4 LLW 搬出作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

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

図5 退避作業に係る時系列 (LLW 搬出作業)

(c) デリッククレーン点検作業

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

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

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

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

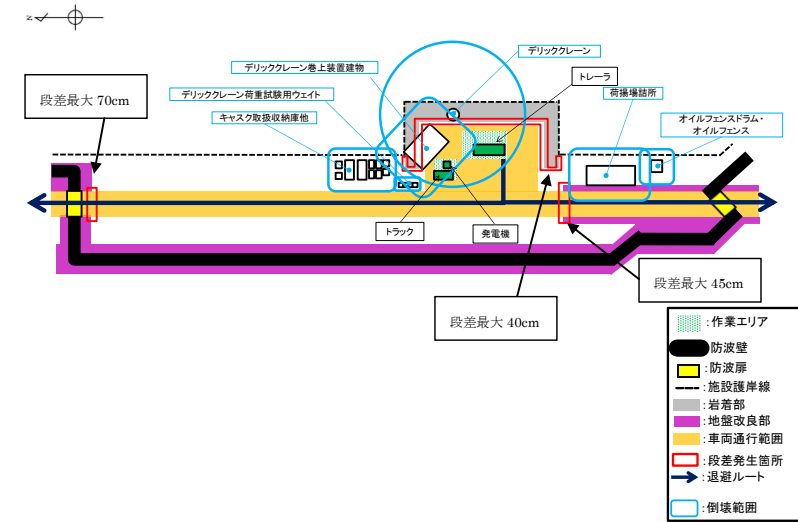


図6 デリッククレーン点検作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

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

図7 退避作業に係る時系列 (デリッククレーン点検作業)

(d) 防舷材設置作業

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

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

表7 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業  
(防舷材設置作業)

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

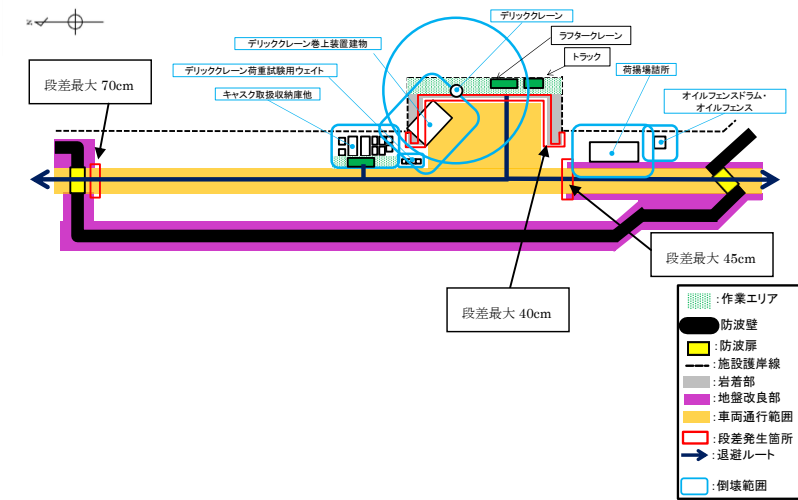


図8 防舷材設置作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧	6	■			
② 倒壊物の撤去	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避	6			■	
④ 車両・資機材退避	3				■

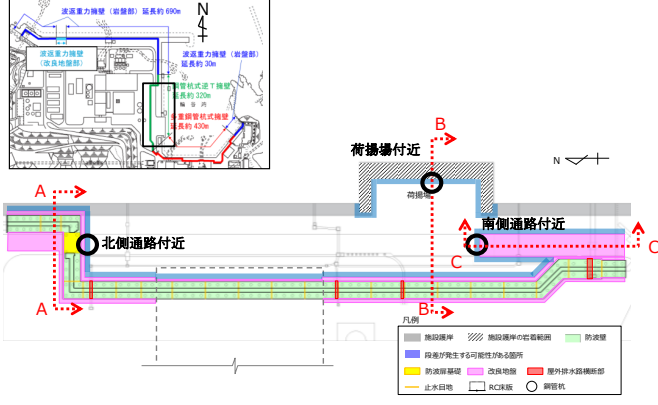
図9 退避作業に係る時系列(防舷材設置作業)

c. 地震発生後の車両・資機材の退避の実現性

各荷揚場作業において退避に要する時間は、いずれも24時



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

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

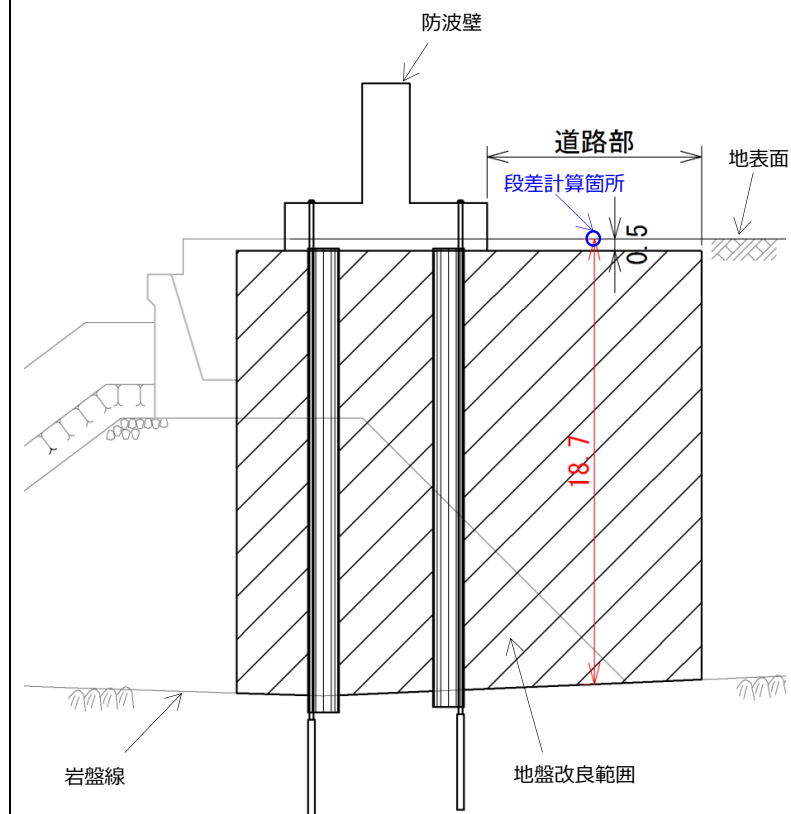
3. 段差高の計算方法について

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

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

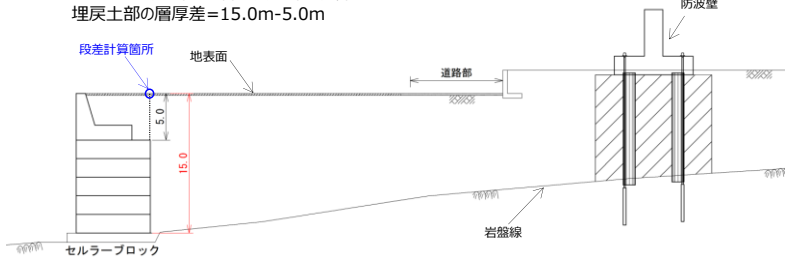
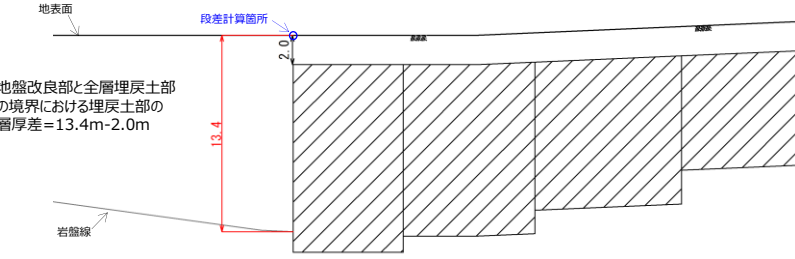
表1 各断面における埋戻土層厚および段差評価一覧表


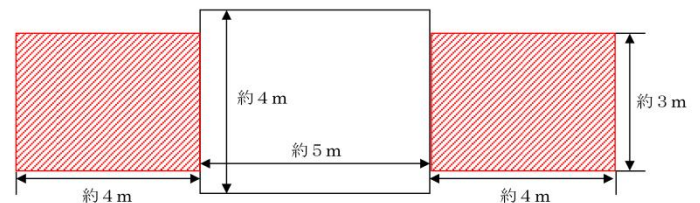

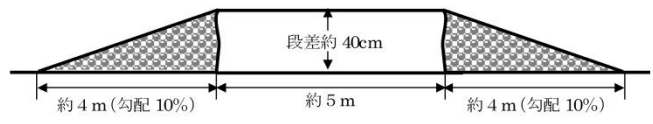

箇所	境界部における埋戻土の層厚差 (m)	段差高さ (cm) = 埋戻土層厚 × 3.5%	評価値 (cm)
北側通路付近	18.2	64	70
南側通路付近	11.4	40	45
荷揚場付近	10.0	35	40



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

図2 北側通路付近断面図 (A-A 断面)

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>4. 段差復旧作業について</p> <p>地震により段差が発生した場合でも、砕石の敷設により段差復旧が可能である。</p> <p>段差復旧作業について、「添付資料 1.0.2 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」のうち「別紙(9) 構内道路補修作業の検証について」の内容を抜粋して示す。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p>(2) 段差復旧</p> <p>a. 概要</p> <p>島根原子力発電所に「段差復旧」用として配備している砕石を用いてホイールローダにより、第4図、第5図、第6図のとおり、砕石を用いて、1箇所40cmの段差を復旧した際の作業時間を作業員A、B及びCそれぞれ1回計測した。</p> <p>凡例：  段差解消後の路面</p>  <p>第4図 段差解消平面図(概要)</p> <p>凡例：  砕石</p>  <p>第5図 段差解消断面図(概要)</p>  <p>第6図 段差復旧状況</p> <p>b. 測定結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>作業員A：19分44秒</li> <li>作業員B：19分27秒</li> <li>作業員C：18分33秒</li> </ul> <p>【評価値】20分(上り, 下り 計2箇所)</p> <p style="text-align: center;">1.0.2-232 241</p> </div>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1736 283 2504 1459" style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p data-bbox="1813 331 2407 384">測定結果より、段差緩和対策を行うものの、万一、段差が発生した場合においても、約10分/箇所で作業を実施できることを確認した。</p> <p data-bbox="2056 1381 2145 1430">1.0.2-233 242</p> </div>	



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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料37]

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
		<p>表1 気象庁から発令される津波警報・注意報の種類と津波高さの関係</p> <table border="1" data-bbox="1736 346 2427 630"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>津波予想高さ</th> <th>発令警報</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">大津波警報</td> <td>津波高さ10m超</td> <td>津波の高さ10m超</td> </tr> <tr> <td>津波高さ5m超～10m以下</td> <td>津波の高さ10m</td> </tr> <tr> <td>津波高さ3m超～5m以下</td> <td>津波の高さ5m</td> </tr> <tr> <td>津波警報</td> <td>津波高さ1m超～3m以下</td> <td>津波の高さ3m</td> </tr> <tr> <td>津波注意報</td> <td>津波高さ0.2m以上～1m以下</td> <td>津波の高さ1m</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 津波注意報, 津波警報又は大津波警報発令時(津波襲来前) 地震発生後, 津波注意報, 津波警報又は大津波警報が発令された場合は, 速やかに湾岸及び取水槽廻りから待避するよう所内通信連絡設備(警報装置を含む。)により発電所内に周知し, 所員は高台(EL11.9m以上)に待避を行う運用としている。ただし, 漂流物発生防止に係る対応を実施する場合は, 対応実施後に退避を行う。また, 津波に関する情報(津波到達予想時刻, 津波規模, 津波監視カメラによる津波の状況等)を確認し作業安全が確認されるまでは, 湾岸及び取水槽廻りでの作業は実施しないこととしている。</p> <p>さらに, 大津波警報の場合は, 緊急時警戒体制を発令し, 緊急時対策要員を非常招集することにより, 速やかに重大事故等に対処できる体制を整える。</p> <p>これらの他, 発令される警報の種類(津波注意報, 津波警報又は大津波警報)に応じ, 津波に対する対応を以下のとおり実施する。</p> <p>a. 津波監視に係る対応 気象庁から発信される津波情報も含め, 津波に関する情報を収集するとともに, 津波監視カメラによる津波襲来状況の監視を強化する。</p> <p>b. 原子炉の停止に係る対応 大津波警報が発令された場合は, 原子炉の停止操作及び冷却操作を開始する。ただし, 地震により原子炉が自動停止する場合を除く。</p>	種類	津波予想高さ	発令警報	大津波警報	津波高さ10m超	津波の高さ10m超	津波高さ5m超～10m以下	津波の高さ10m	津波高さ3m超～5m以下	津波の高さ5m	津波警報	津波高さ1m超～3m以下	津波の高さ3m	津波注意報	津波高さ0.2m以上～1m以下	津波の高さ1m	
種類	津波予想高さ	発令警報																	
大津波警報	津波高さ10m超	津波の高さ10m超																	
	津波高さ5m超～10m以下	津波の高さ10m																	
	津波高さ3m超～5m以下	津波の高さ5m																	
津波警報	津波高さ1m超～3m以下	津波の高さ3m																	
津波注意報	津波高さ0.2m以上～1m以下	津波の高さ1m																	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>c. 海水ポンプの取水性に係る対応</p> <p>大津波警報が発令された場合は、原則として※<sup>1</sup>、津波到達前に気象庁より発表される第一波の到達予想時刻の5分前までに循環水ポンプを停止する。海水ポンプの取水性に係る循環水ポンプの停止運用の妥当性について、別紙に示す。</p> <p>※1 大津波警報が発令された場合は、循環水ポンプ停止操作を実施するが、海域活断層から想定される地震による津波は敷地に到達するまでの時間が短く、循環水ポンプ停止前に襲来する可能性がある。なお、海域活断層から想定される地震による津波に対しては、循環水ポンプ運転時においても取水槽水位が非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位を下回らないことを確認している。</p> <p>d. 防波扉の閉止操作及び漂流物発生防止に係る対応</p> <p>防波扉は、常時閉運用としており、開放時には現場ブザー音により注意喚起されること及び中央制御室にて開閉状態が確認できる。作業等で開放する場合においても、速やかに閉止できるよう、あらかじめ人員を確保することとしている(添付資料39参照)。</p> <p>一方、荷揚場(防波壁外)で作業を実施している場合は、作業を中断し、原則として※<sup>2</sup>、燃料等輸送船の緊急離岸及び陸側作業に係る車両等の緊急退避を実施し、防波扉の閉止操作を実施する。</p> <p>※2 燃料等輸送船の緊急離岸や陸側作業に係る車両等の緊急退避については、作業完了までに津波が到達する可能性がある場合は実施しない。防波扉については、人員の安全を優先し、可能な範囲で扉の閉止操作を実施する。なお、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上することなく、陸側作業に係る車両等は漂流物になることはない。また、燃料等輸送船は荷揚場に係留されており漂流物となることはない。</p> <p>(2) 津波襲来時</p> <p>a. 津波の監視に係る対応</p> <p>津波監視カメラによる津波襲来状況の監視を継続するとと</p>	

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

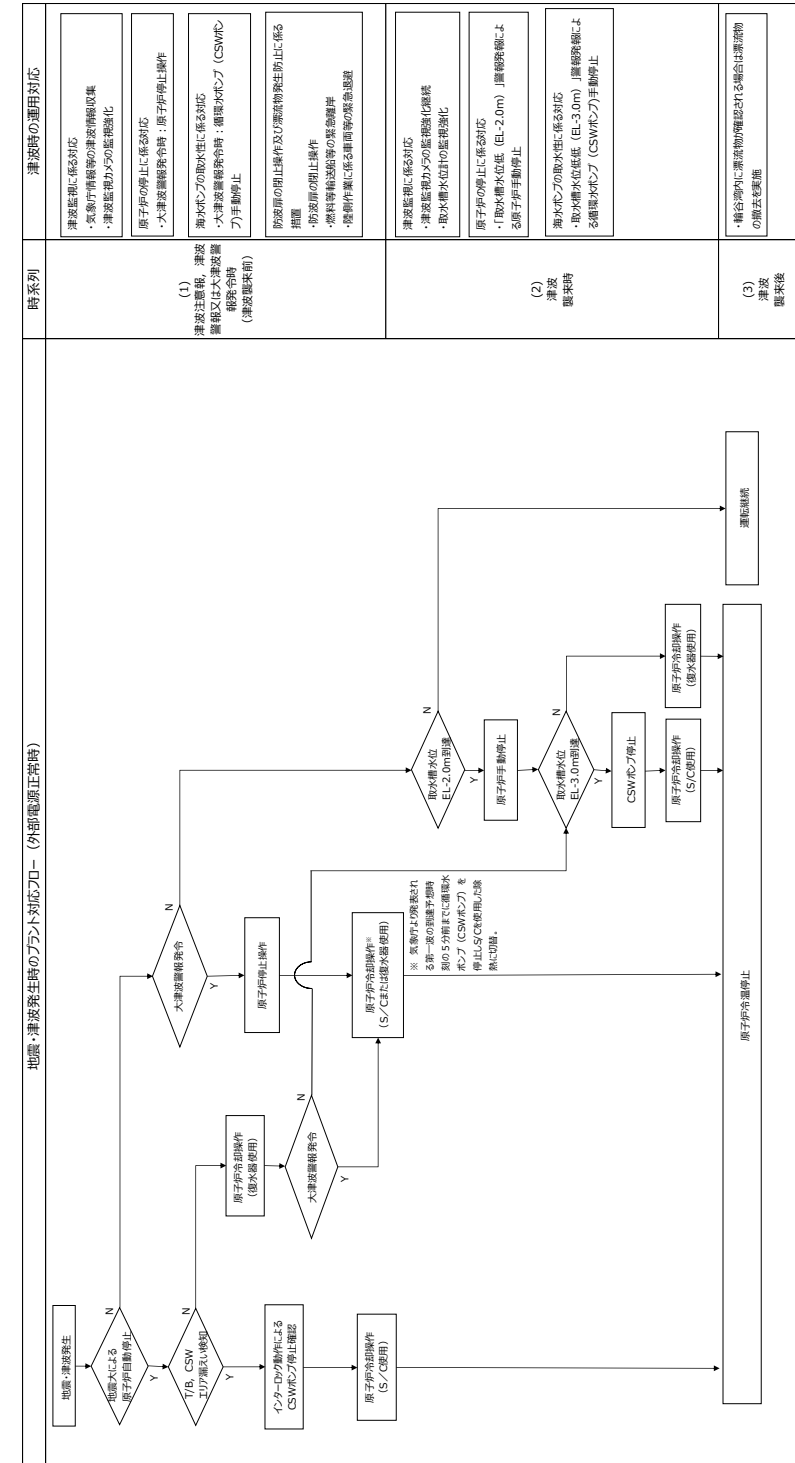


図1-1 地震・津波発生時のプラント対応フロー（外部電源正常時）

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報発生時 (津波発生前)	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波警報に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・気動弁閉鎖等の津波情報収集</li> <li>・津波監視カメラの監視強化</li> </ul> </li> <li>原子炉の停止に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・大津波警報発生時：原子炉停止操作</li> </ul> </li> <li>取水槽の取水性に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・大津波警報発生時：遠水感センサ (CSWRC) の自動停止</li> </ul> </li> <li>防波壁の閉止操作及び高水位発生防止に係る措置                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波壁の閉止操作</li> <li>・燃料等輸送設備の緊急閉鎖</li> <li>・陸揚作業に係る車両等の緊急退避</li> </ul> </li> </ul>
(2) 津波観測時	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波警報に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・津波監視カメラの監視強化継続</li> <li>・取水槽水位計の監視強化</li> </ul> </li> <li>原子炉の停止に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・「取水槽水位低 (EL-2.0m)」警報発生による原子炉自動停止</li> </ul> </li> <li>取水槽の取水性に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・「取水槽水位低 (EL-3.0m)」警報発生による遠水感センサ (CSWRC) の自動停止</li> </ul> </li> </ul>
(3) 津波観測後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輸送管内に異状物が確認される場合は異状物の撤去を要する</li> </ul>

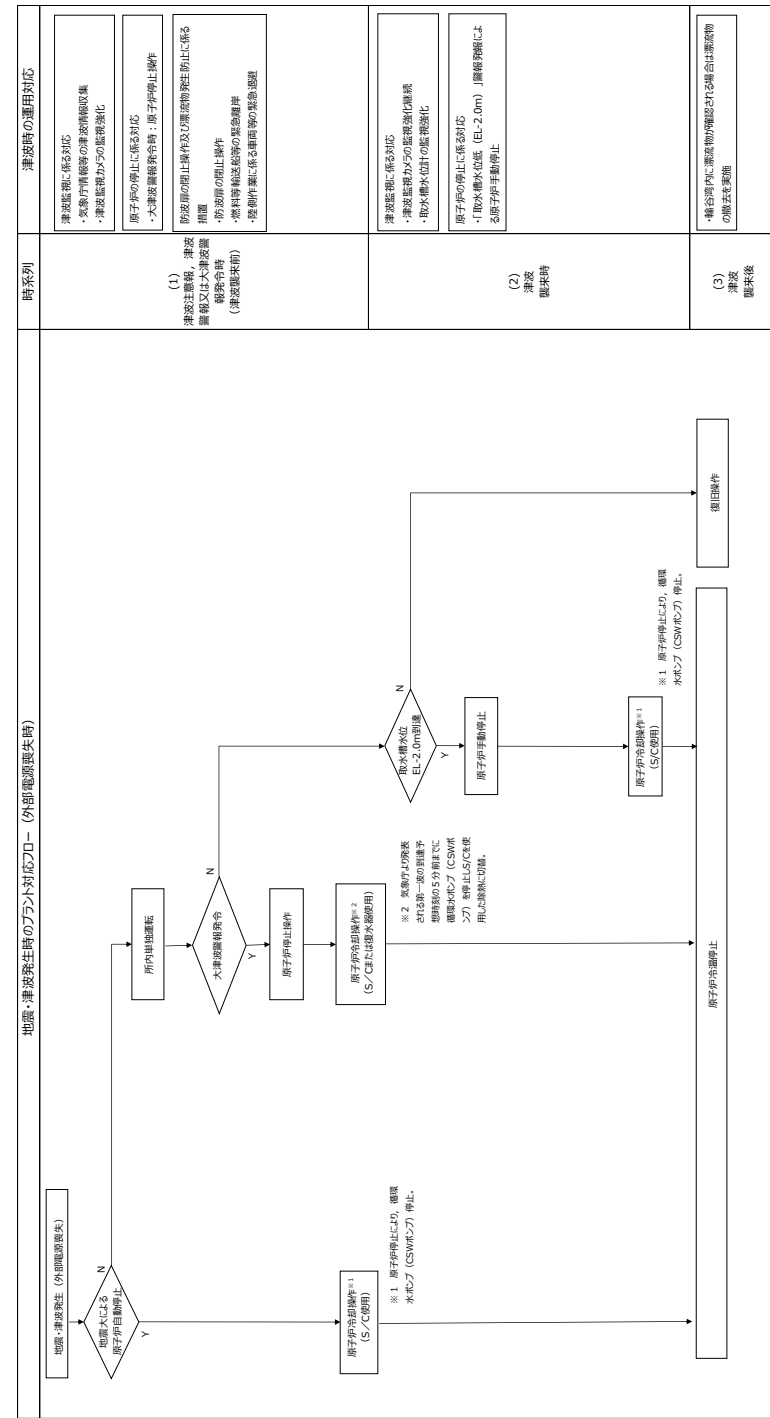
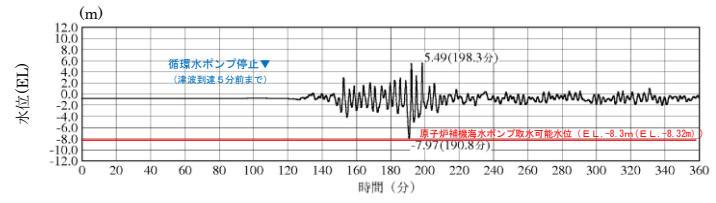


図1-2 地震・津波発生時のプラント対応フロー (外部電源喪失時)

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報発生直後 (津波警報発生)	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波警報発生時対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉自動停止の津波警報発生時</li> <li>津波警報発生時の応急措置</li> </ul> </li> <li>原子炉の停止に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>大津波警報発生時：原子炉停止操作</li> </ul> </li> <li>取水機水位の停止に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>取水機水位の停止時</li> <li>取水機水位の停止時</li> <li>取水機水位の停止時</li> <li>取水機水位の停止時</li> </ul> </li> </ul>
(2) 津波警報発生時	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波警報発生時対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>津波警報発生時の応急措置</li> <li>取水機水位の応急措置</li> </ul> </li> <li>原子炉の停止に係る対応                     <ul style="list-style-type: none"> <li>取水機水位 (EL-2.0m) 超過時</li> <li>原子炉自動停止</li> </ul> </li> </ul>
(3) 津波警報発生後	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉停止時に、津波警報発生時の対応は、津波警報発生時の対応を参照</li> </ul>



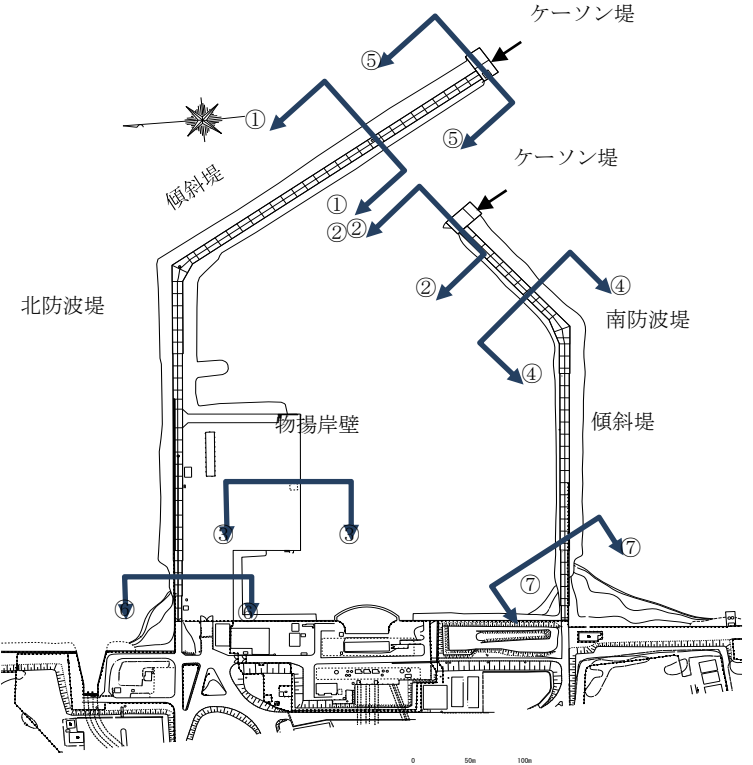
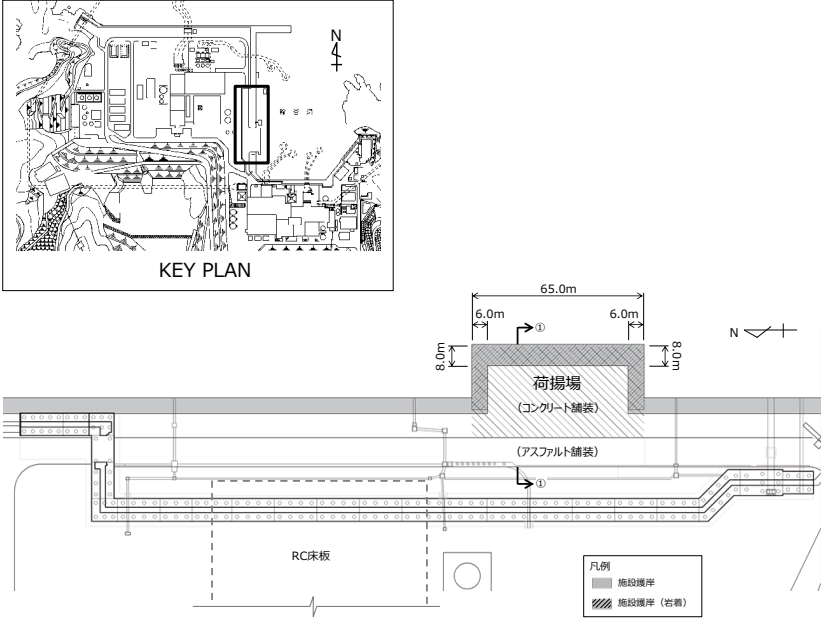
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(別紙)</p> <p>海水ポンプの取水性に係る循環水ポンプの停止運用の妥当性</p> <p>大津波警報発令に伴う循環水ポンプ停止運用は、図1に示す通り、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水槽最低水位が海水ポンプの取水可能水位に対して余裕がないことから設計に係る運用事項として位置付けたものである。</p> <p>大津波警報が発令された場合、以下を踏まえ、気象庁より発表される第一波の到達予想時刻の5分前までに循環水ポンプを停止する。原子炉の冷却方法の切替及び循環水ポンプの停止操作は表1に示す通りであり、循環水ポンプ停止を判断した時点から数分あれば循環水ポンプによる海水取水を停止することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉の冷却方法としては、常用系である循環水系を用いた復水器による冷却と非常用系である残留熱除去系による冷却があるが、復水器による冷却が可能な場合、復水器による原子炉冷却を用いた方が、冷却方法の多様性が確保され、より原子炉冷却機能の信頼性が高い状態である。</li> <li>・日本海東縁部に想定される地震による津波では、2号炉取水槽における水位変動は地震発生後約120分以降から始まるが、水位変動が大きくなる(4mを超える)時間はその約30分以降であり、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位(EL-8.32m)付近まで水位が低下する時間はその約60分以降である(図1)。</li> </ul>	

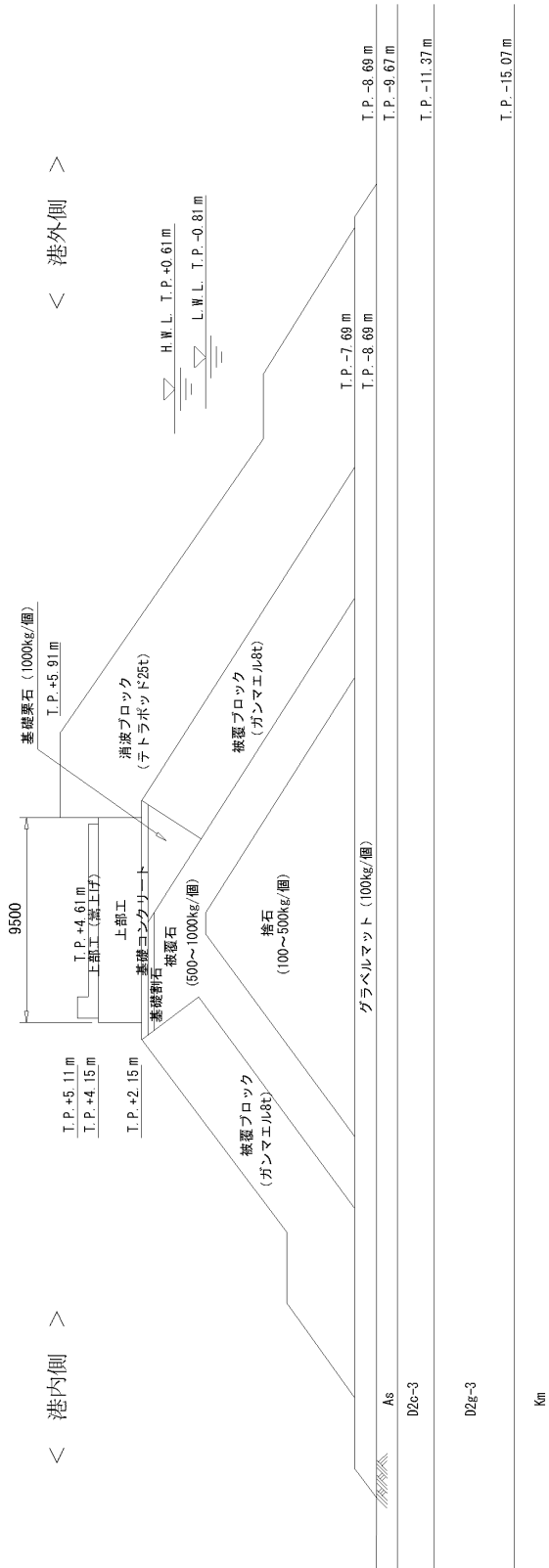
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考								
		<p>表1 原子炉冷却方法の切替及び循環水ポンプの停止操作</p> <table border="1" data-bbox="1745 342 2493 789"> <thead> <tr> <th>操 作</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>復水器冷却停止</td> <td>循環水ポンプ停止に係る準備作業として、復水器への蒸気流入を止めるために主蒸気隔離弁（8弁）の閉止操作を行うが、主蒸気隔離弁は1弁あたり3～5秒で閉止可能であり、1分程度で全弁の閉止操作ができる。 なお、主蒸気隔離弁の閉止は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系による冷却</td> <td>逃し安全弁等が動作し流入した蒸気により、サブプレッション・プール水温度が上昇するため、残留熱除去系による冷却を行う。 なお、残留熱除去系による冷却は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。</td> </tr> <tr> <td>循環水ポンプ停止</td> <td>循環水ポンプ停止後、約1分でポンプ出口弁が全閉し、海水取水が停止する。</td> </tr> </tbody> </table>  <p>※最大水位下降量-7.97m-地殻変動量0.34m≒E.L.-8.4m(E.L.-8.31m)（入力津波6，防波堤無し）</p> <p>図1 日本海東縁部に想定される地震による津波の取水槽水位</p>	操 作	内 容	復水器冷却停止	循環水ポンプ停止に係る準備作業として、復水器への蒸気流入を止めるために主蒸気隔離弁（8弁）の閉止操作を行うが、主蒸気隔離弁は1弁あたり3～5秒で閉止可能であり、1分程度で全弁の閉止操作ができる。 なお、主蒸気隔離弁の閉止は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。	残留熱除去系による冷却	逃し安全弁等が動作し流入した蒸気により、サブプレッション・プール水温度が上昇するため、残留熱除去系による冷却を行う。 なお、残留熱除去系による冷却は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。	循環水ポンプ停止	循環水ポンプ停止後、約1分でポンプ出口弁が全閉し、海水取水が停止する。	
操 作	内 容										
復水器冷却停止	循環水ポンプ停止に係る準備作業として、復水器への蒸気流入を止めるために主蒸気隔離弁（8弁）の閉止操作を行うが、主蒸気隔離弁は1弁あたり3～5秒で閉止可能であり、1分程度で全弁の閉止操作ができる。 なお、主蒸気隔離弁の閉止は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。										
残留熱除去系による冷却	逃し安全弁等が動作し流入した蒸気により、サブプレッション・プール水温度が上昇するため、残留熱除去系による冷却を行う。 なお、残留熱除去系による冷却は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。										
循環水ポンプ停止	循環水ポンプ停止後、約1分でポンプ出口弁が全閉し、海水取水が停止する。										

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料 38]

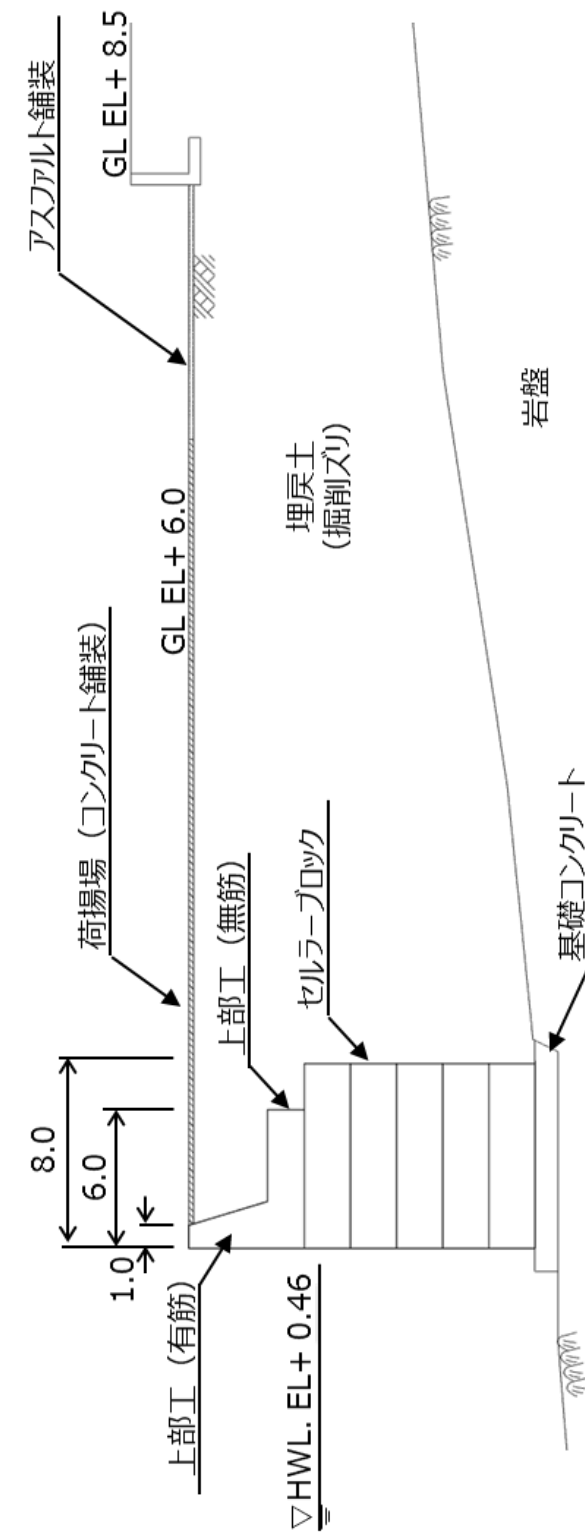
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 18</p> <p style="text-align: center;">地震後の防波堤の津波による影響評価について</p> <p style="text-align: center;">目 次</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>防波堤の施設概要</u></li> <li>2. <u>防波堤の漂流物化に係る検討方針</u>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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>1. <u>防波堤の施設概要</u></p> <p><u>東海第二発電所の防波堤は、傾斜堤、ケーソン堤及び物揚岸壁からなる。傾斜堤は捨石や消波ブロック類からなり、上端には上部工を設置し道路として使用している。ケーソン堤は傾斜堤の先端部に2函ずつ設置されている。また、物揚岸壁は北側の防波堤にあり、港内側は控え杭式鋼管矢板の岸壁からなる。平面図及び構造断面図を第1図～第8図に、東海港深浅図を第9図に示す。</u></p> <p><u>評価を行う断面は、構造形式の異なる傾斜堤、ケーソン堤、物揚岸壁の3断面を選定した。傾斜堤の評価位置は、水深が深い北防波堤先端付近とし、また、大型船舶の緊急離岸のための航路も考慮し、航路幅が最も狭隘となる断面①-①を選定した。ケーソン堤の評価断面は、同様に緊急離岸航路を考慮し南防波堤ケーソン堤断面②-②とした。</u></p> <p><u>物揚岸壁の評価断面は、構造や水深が一樣なため、大型船舶が接岸する中央位置の断面③-③とした。</u></p>  <p style="text-align: center;">第1図 港湾施設平面図</p>	<p>1. <u>荷揚場の施設概要</u></p> <p><u>島根原子力発電所の荷揚場は岩盤上に設置され、背後に埋戻土(掘削ズリ)が分布している。荷揚場は、基礎コンクリート、セルラーブロック及び上部工からなる。平面図及び構造断面図を第1図～第2図に示す。</u></p> <p style="text-align: center;">評価を行う断面は、構造が概ね一樣なため、代表断面①-①とした。</p>  <p style="text-align: center;">第1図 荷揚場平面図</p>	<p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>



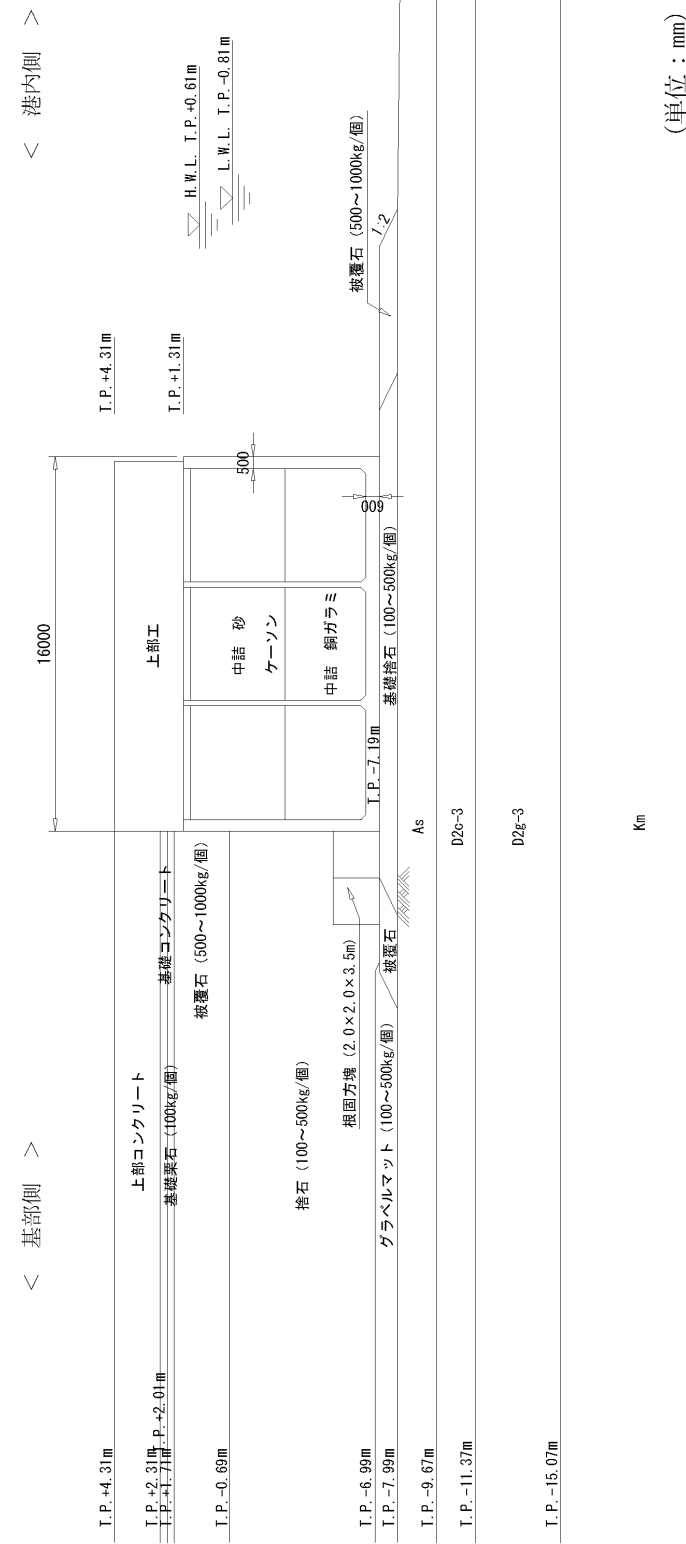
第2図 北側防波堤傾斜堤断面 (①-①)

(単位: mm)



第2図 荷揚場断面 (①-①)

・対象施設の相違  
【東海第二】  
島根2号炉は荷揚場断面を記載している。



(単位：mm)

第3図 南側防波堤ケーソン堤断面 (2-2)

第3図 南側防波堤ケーソン堤断面 (2-2)

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



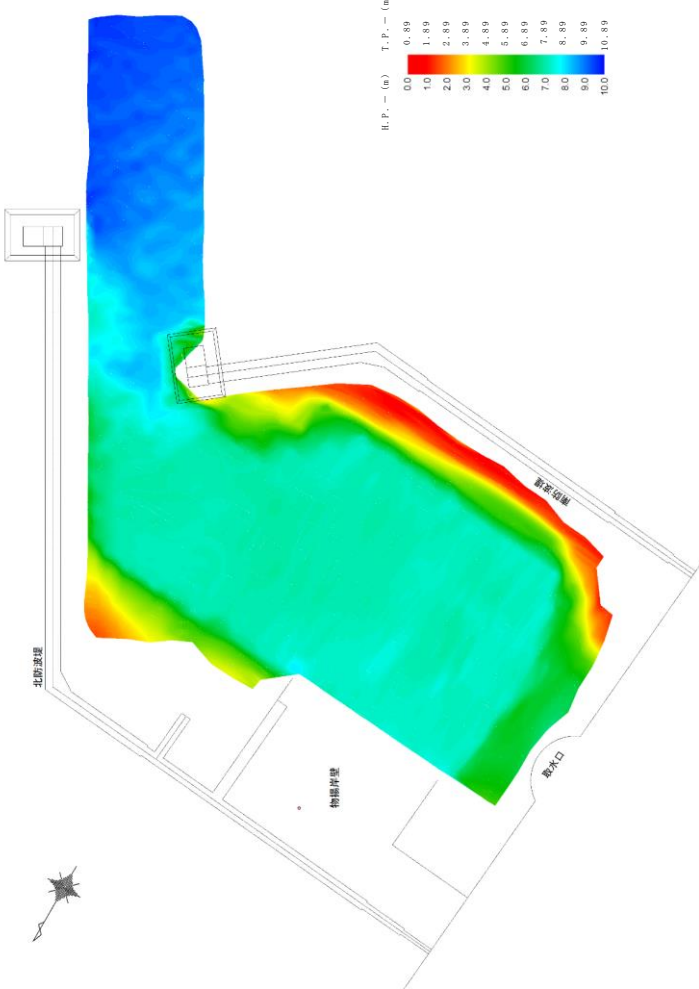
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">第4図 物揚岸壁断面 (③-③)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

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

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



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

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



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

第1表 波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

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

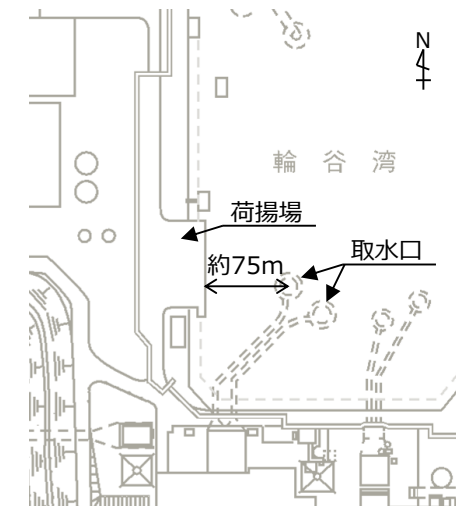


第10図 波及的影響検討対象施設図

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

第1表 波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

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

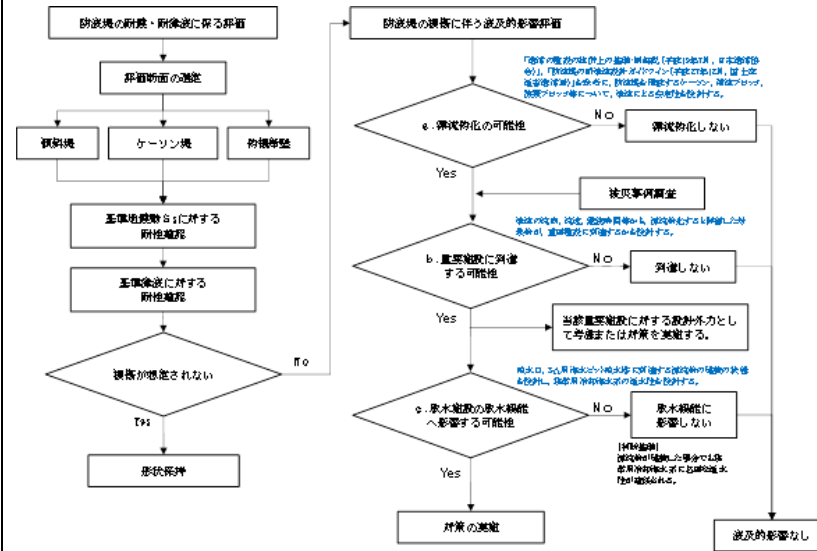


第3図 波及的影響検討対象施設図

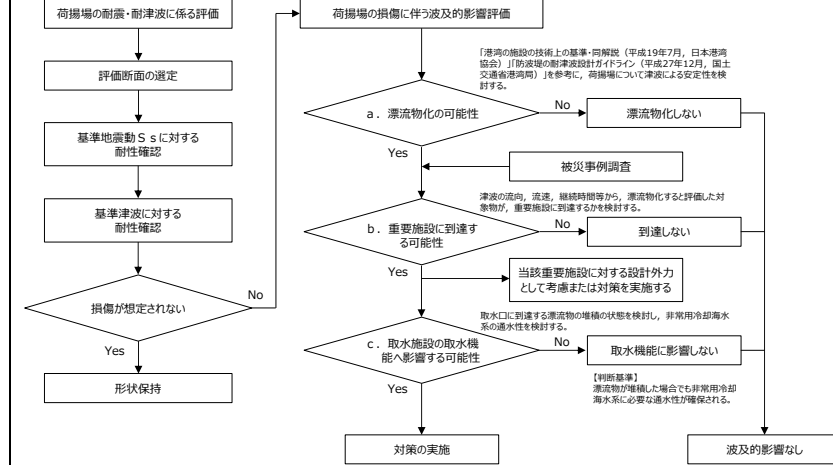
・対象施設の相違  
**【東海第二】**  
 島根2号炉は荷揚場の漂流物化について記載している。

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

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



第 11 図 防波堤の漂流物化による波及的影響検討フロー



第 4 図 荷揚場の漂流物化による波及的影響検討フロー

3. 地震時評価

(1) 解析方法

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

1) 構造部材

ケーソン及び上部工は、剛体として挙動するため線形弾性体としてモデル化する。

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

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

2) 地盤

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

3. 地震時評価

(1) 解析方法

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

1) 構造部材

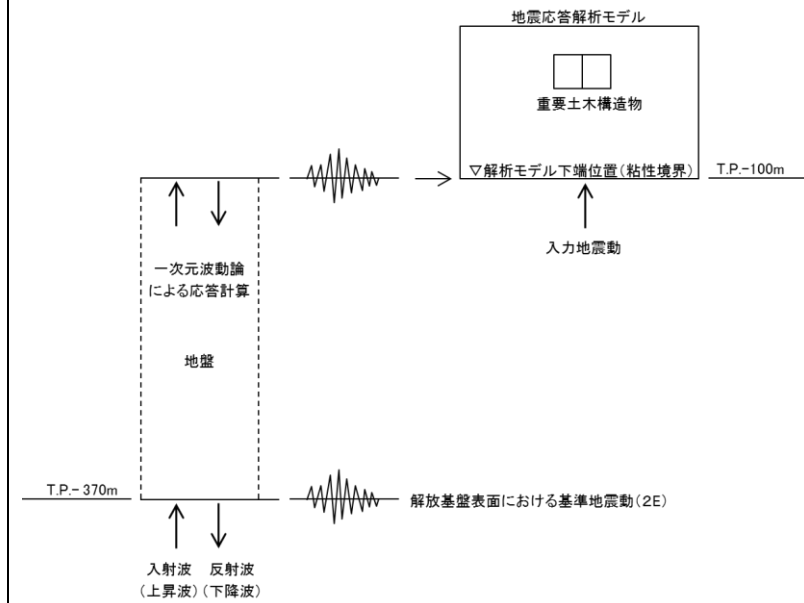
荷揚場の上部工、セルラーブロック、基礎コンクリートは線形平面要素でモデル化する。

2) 地盤

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

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

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



第12図 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを第13図及び第14図に示す。

1) 解析領域

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

3) 境界条件

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

3) 構造物のモデル化

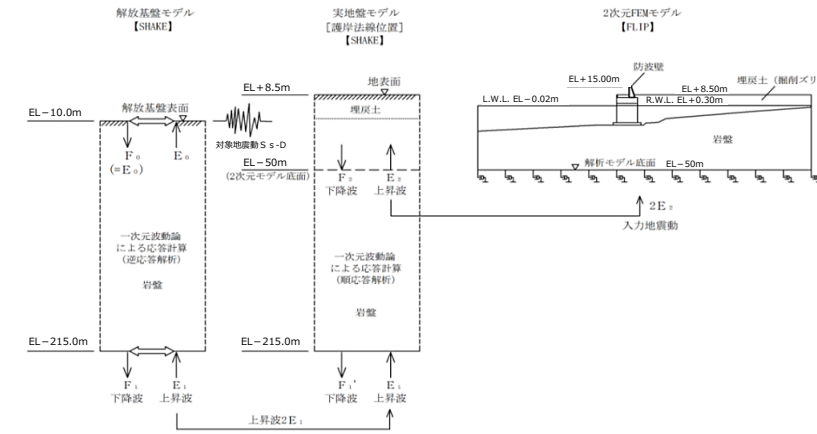
構造物のコンクリート部材は線形平面要素、鋼部材は非線形はり要素又は非線形バネ要素でモデル化する。また、傾斜堤の石材はマルチスプリング要素、消波ブロックは節点荷重でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

地盤は、地質区分に基づき、平面ひずみ要素でモデル化する。

5) ジョイント要素

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



第5図 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを第6図に示す。

1) 解析領域

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

2) 境界条件

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

3) 構造物のモデル化

構造物のコンクリート部材は線形平面要素でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

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

5) ジョイント要素

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

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

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

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



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																	
	<p>(5) 使用材料及び材料の物性値</p> <p>1) 構造物の物性値</p> <p>使用材料を第3表に、材料の物性値を第4表に示す。</p> <p style="text-align: center;"><b>第3表 使用材料</b></p> <table border="1" data-bbox="973 472 1673 661"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>部位</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">コンクリート</td> <td>上部工</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>基礎</td> <td>設計基準強度 18.0N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ケーソン (海中)</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼材</td> <td>鋼管矢板, 控え工鋼管杭</td> <td>SKY490, SKK490</td> </tr> <tr> <td>タイロッド</td> <td>HT690</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>第4表 材料の物性値</b></p> <table border="1" data-bbox="1012 871 1635 1081"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">部位</th> <th rowspan="2">単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)</th> <th rowspan="2">ヤング係数 (kN/mm<sup>2</sup>)</th> <th colspan="2">ポアソン比</th> </tr> <tr> <th>飽和, 湿潤</th> <th>水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">コンクリート</td> <td>上部工</td> <td>24.0</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>基礎</td> <td>22.6</td> <td>22</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>21.8</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>21.8</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>根固方塊</td> <td>22.6</td> <td>22</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼材</td> <td>鋼管矢板, 控え工鋼管杭</td> <td>77.0</td> <td>200</td> <td>0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイロッド</td> <td>-</td> <td>200</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 地盤の物性値</p> <p>解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを第5表に示す。<u>液状化検討対象層である du 層, Ag2 層, As 層, Ag1 層及び D2g-3 層について液状化強度特性を設定する。液状化パラメータについては、液状化強度試験結果より設定する。</u></p> <p><u>試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を第15図に示す。なお、液状化強度特性が保守的に評価されるように、液状化強度試験値の平均-1σ の液状化強度特性を再現するように設定する。</u></p>	材料	部位	諸元	コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>	基礎	設計基準強度 18.0N/mm <sup>2</sup>	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>		ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>	鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	SKY490, SKK490	タイロッド	HT690	材料	部位	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比		飽和, 湿潤	水中	コンクリート	上部工	24.0	25	0.2		基礎	22.6	22	0.2		ケーソン (海中)	21.8	25	0.2		ケーソン (海中)	21.8	25	0.2			根固方塊	22.6	22	0.2		鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	77.0	200	0.3		タイロッド	-	200	-		<p>(5) 使用材料及び材料の物性値</p> <p>1) 構造物の物性値</p> <p>使用材料を第3表に、材料の物性値を第4表に示す。</p> <p style="text-align: center;"><b>第3表 使用材料</b></p> <table border="1" data-bbox="1739 472 2496 766"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>部位</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">コンクリート</td> <td>上部工 (有筋)</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>上部工 (無筋)</td> <td>設計基準強度 14.7N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">セルラーブロック</td> <td>気中</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>水中</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>基礎コンクリート</td> <td>設計基準強度 14.7N/mm<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>第4表 材料の物性値</b></p> <table border="1" data-bbox="1739 871 2496 1134"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="2">単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)</th> <th rowspan="2">ヤング係数 (kN/mm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">ポアソン比</th> </tr> <tr> <th>飽和, 湿潤</th> <th>水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">コンクリート</td> <td>上部工 (有筋)</td> <td>24.0</td> <td>-</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>上部工 (無筋)</td> <td>22.6</td> <td>-</td> <td>20.4</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>セルラーブロック (コンクリート詰)</td> <td>23.0</td> <td>12.9</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>セルラーブロック (栗石詰)</td> <td>22.0</td> <td>11.9</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>基礎コンクリート</td> <td>22.6</td> <td>12.5</td> <td>20.4</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 地盤の物性値</p> <p>解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを第5表に示す。<u>地盤の物性値は、「島根原子力発電所2号炉設計基準対象施設について第4条：地震による損傷の防止 別紙-11液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定する。液状化の評価対象として取り扱う埋戻土 (掘削ズリ) 及び砂礫層の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、液状化試験結果 (繰返し非排水せん断試験結果) に基づき、地盤のばらつき等を考慮し、保守的に簡易設定法により設定した。設定した液状化強度曲線を第7図に示す。</u></p>	材料	部位	諸元	コンクリート	上部工 (有筋)	設計基準強度 20.6N/mm <sup>2</sup>	上部工 (無筋)	設計基準強度 14.7N/mm <sup>2</sup>	セルラーブロック	気中	設計基準強度 20.6N/mm <sup>2</sup>	水中	設計基準強度 20.6N/mm <sup>2</sup>	基礎コンクリート	設計基準強度 14.7N/mm <sup>2</sup>	材料	部位	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )		ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	飽和, 湿潤	水中	コンクリート	上部工 (有筋)	24.0	-	23.3	0.2	上部工 (無筋)	22.6	-	20.4	0.2	セルラーブロック (コンクリート詰)	23.0	12.9	23.3	0.2	セルラーブロック (栗石詰)	22.0	11.9	23.3	0.2	基礎コンクリート	22.6	12.5	20.4	0.2	<p>・解析条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の使用材料の物性値を記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の地盤物性値について記載している。</p>
材料	部位	諸元																																																																																																																		
コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
	基礎	設計基準強度 18.0N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	SKY490, SKK490																																																																																																																		
	タイロッド	HT690																																																																																																																		
材料	部位	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比																																																																																																																
				飽和, 湿潤	水中																																																																																																															
コンクリート	上部工	24.0	25	0.2																																																																																																																
	基礎	22.6	22	0.2																																																																																																																
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2																																																																																																																
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2																																																																																																																
	根固方塊	22.6	22	0.2																																																																																																																
鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	77.0	200	0.3																																																																																																																
	タイロッド	-	200	-																																																																																																																
材料	部位	諸元																																																																																																																		
コンクリート	上部工 (有筋)	設計基準強度 20.6N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
	上部工 (無筋)	設計基準強度 14.7N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
	セルラーブロック	気中	設計基準強度 20.6N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																	
		水中	設計基準強度 20.6N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																	
	基礎コンクリート	設計基準強度 14.7N/mm <sup>2</sup>																																																																																																																		
材料	部位	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )		ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比																																																																																																															
		飽和, 湿潤	水中																																																																																																																	
コンクリート	上部工 (有筋)	24.0	-	23.3	0.2																																																																																																															
	上部工 (無筋)	22.6	-	20.4	0.2																																																																																																															
	セルラーブロック (コンクリート詰)	23.0	12.9	23.3	0.2																																																																																																															
	セルラーブロック (栗石詰)	22.0	11.9	23.3	0.2																																																																																																															
	基礎コンクリート	22.6	12.5	20.4	0.2																																																																																																															



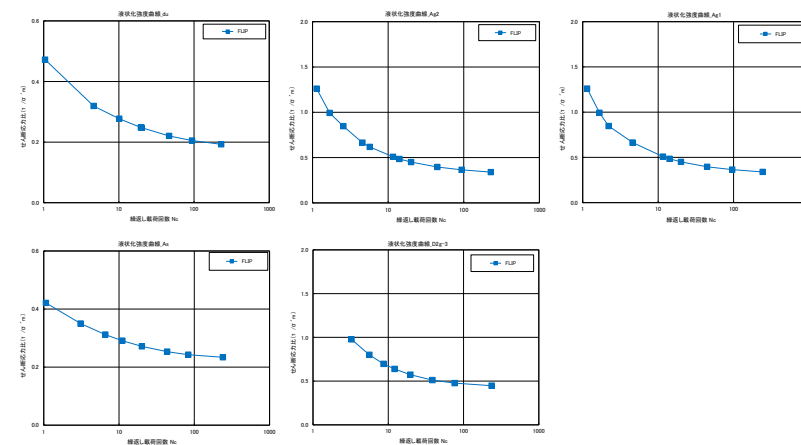
第5表(1) 地盤の物性値と液状化パラメータ

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

第5表(2) 地盤の物性値と液状化パラメータ

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

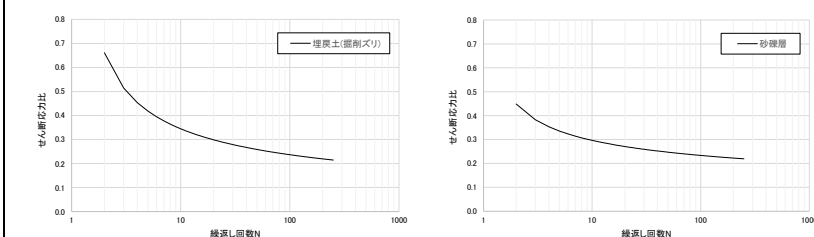
Z: 標高



第15図 液状化強度曲線

第5表 地盤の物性値と液状化パラメータ

材料種別	単位体積質量		含水率	液状化	粘着力	内部摩擦角	基準せん断弾性係数	基準体積弾性係数	ポアソン比	最大減衰定数	せん断ひずみ依存性	せん断ひずみ依存性	せん断ひずみ依存性	せん断ひずみ依存性	せん断ひずみ依存性	せん断ひずみ依存性	せん断ひずみ依存性	液状化パラメータ			
	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )																(%)	(°)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
地盤	砂層(平均液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	砂層(最大液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	砂層(平均液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	砂層(最大液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	砂層(平均液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	砂層(最大液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層(平均液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層(最大液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層(平均液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	砂層(最大液状化)	1.72	1.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



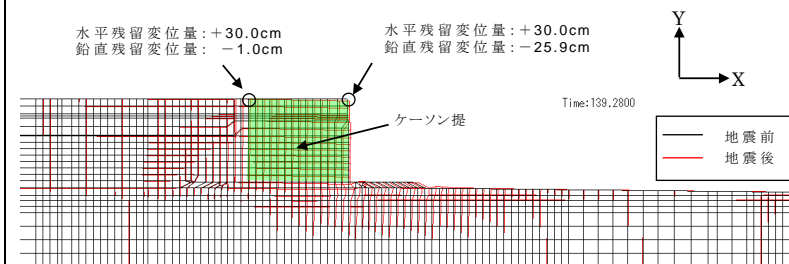
第7図 液状化強度曲線

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

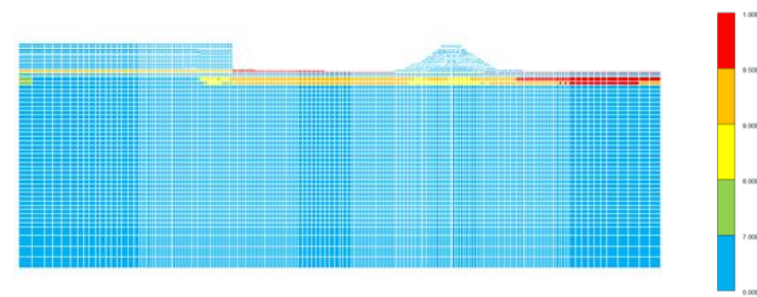
・対象施設の相違  
【東海第二】  
島根2号炉は荷揚場の液状化強度曲線について記載している。

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

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



第16図 残留変位図 (ケーソン堤)

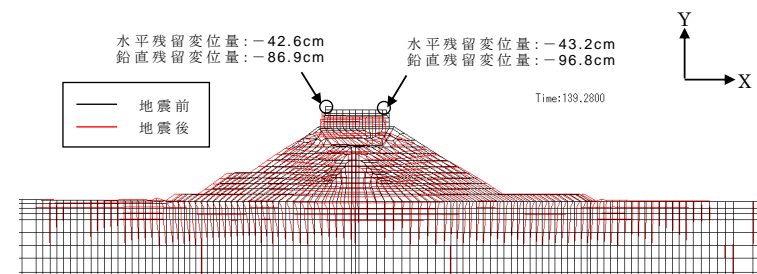


第17図 過剰間隙水圧比分布図

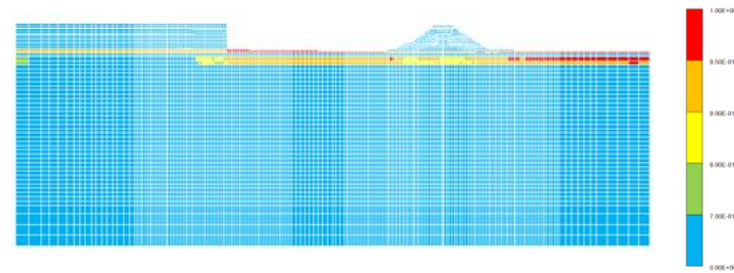
2) 傾斜堤

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

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



第18図 残留変位図 (傾斜堤)



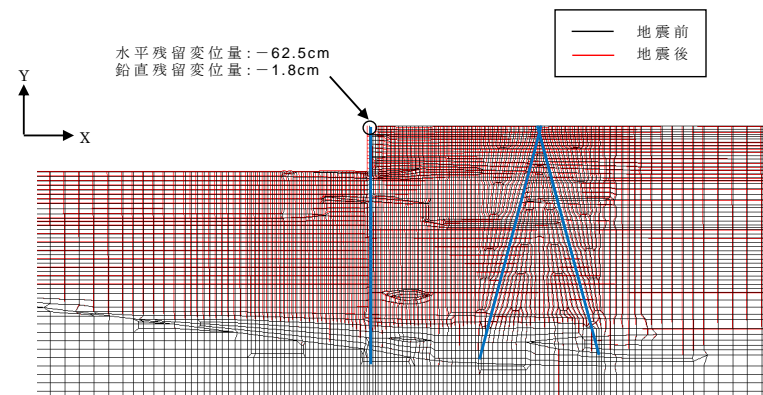
第 19 図 過剰間隙水圧比分布図

3) 物揚岸壁

a. 残留変位量

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

残留変位図を第 20 図、過剰間隙水圧比分布図を第 21 図に示す。



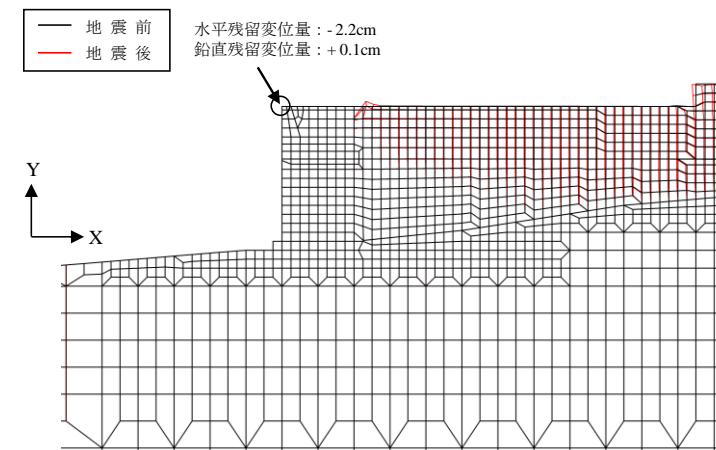
第 20 図 残留変位図 (物揚岸壁)

a. 最終変形量

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

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

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



第 8 図 最終変形量図

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

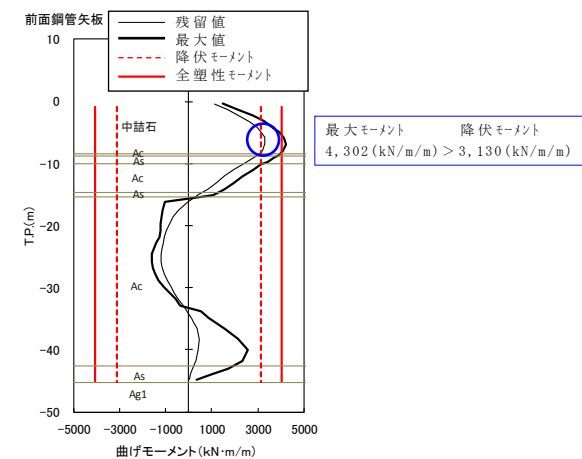
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1003 1402 1706 1648" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1127 1690 1528 1732" data-label="Caption"> <p>第 21 図 過剰間隙水圧比分布図</p> </div>	<div data-bbox="1780 273 2448 661" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1840 703 2389 745" data-label="Caption"> <p>第 9 図 最大変形量図 (最大変形時 (海側))</p> </div> <div data-bbox="1780 798 2448 1207" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1840 1239 2389 1281" data-label="Caption"> <p>第 10 図 最大変形量図 (最大変形時 (陸側))</p> </div> <div data-bbox="1795 1344 2418 1669" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1914 1690 2315 1732" data-label="Caption"> <p>第 11 図 過剰間隙水圧比分布図</p> </div>	<p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の最終変形量に加え, 最大変形量についても記載している。</p>

**b. 照査結果**

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

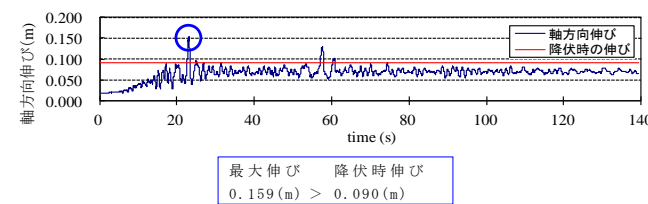
前面鋼管矢板は、曲げに対して海底面付近で降伏モーメントを超過する。また、前面鋼管矢板を支えるタイロッドは、降伏時の伸びを超過する。さらに、控え工鋼管杭(斜杭)は、作用軸力が地盤の極限支持力以下であるが、最大曲げモーメント位置における軸力を考慮した合成照査において、降伏モーメントを超過する。

① 前面鋼管矢板



第 22 図 前面鋼管矢板の最大曲げモーメント分布図

② タイロッド

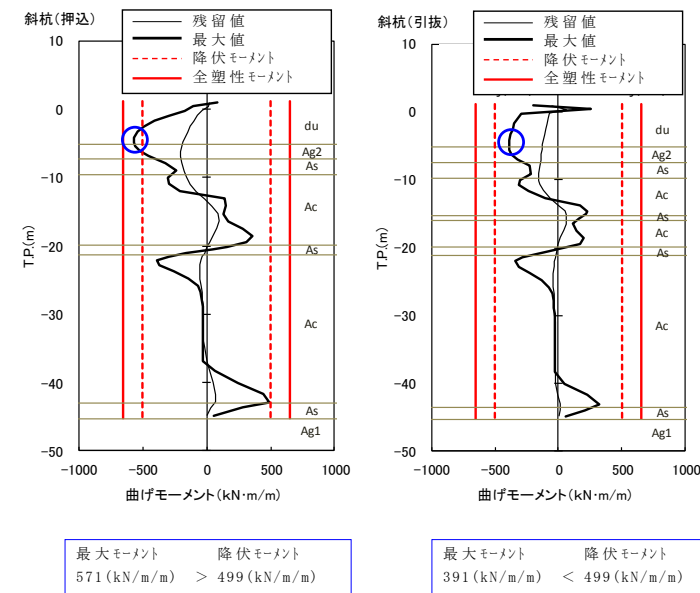


第 23 図 タイロッドの軸方向伸び量時刻歴図

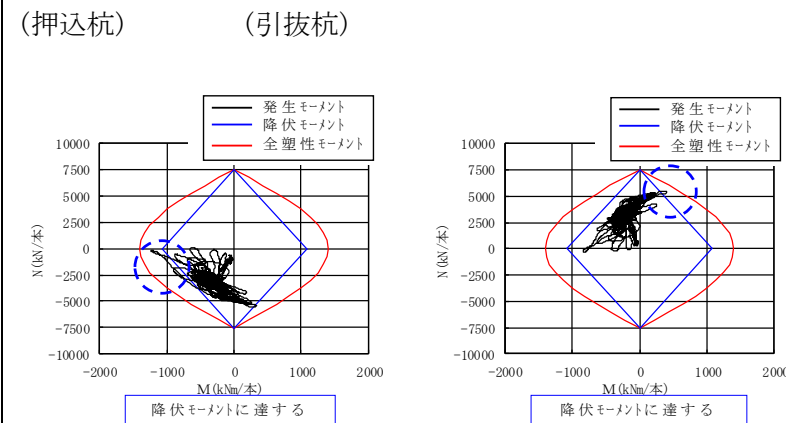
・対象施設の相違  
【東海第二】  
島根 2 号炉は荷揚場の最終変形量について記載している。



③ 控え工鋼管杭 (斜杭)

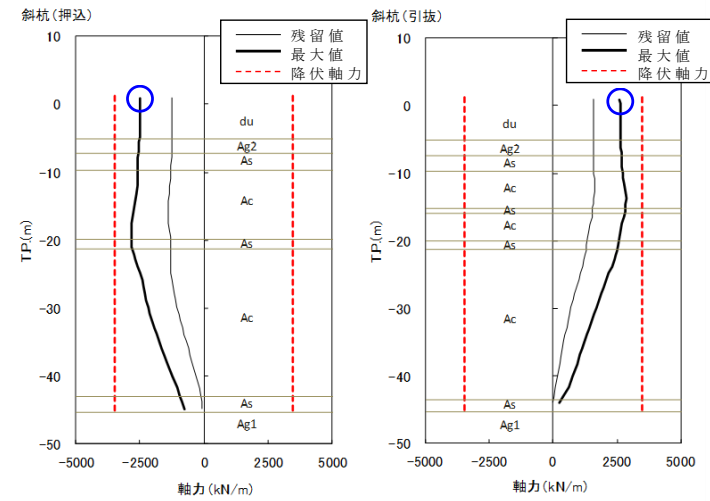


第 24 図 控え工鋼管杭 (斜杭) の最大曲げモーメント図



第 25 図 控え工鋼管杭 (斜杭) のM-N図 (最大モーメント位置)

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



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

※1 控え工鋼管杭間隔

第 26 図 控え工鋼管杭（斜杭）の最大軸力分布図

第 6 表 控え工鋼管杭（斜杭）の支持力照査結果

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

※2 極限支持力の算出：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編にて算定

c. 物揚岸壁の評価結果

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

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

b. 評価結果

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

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

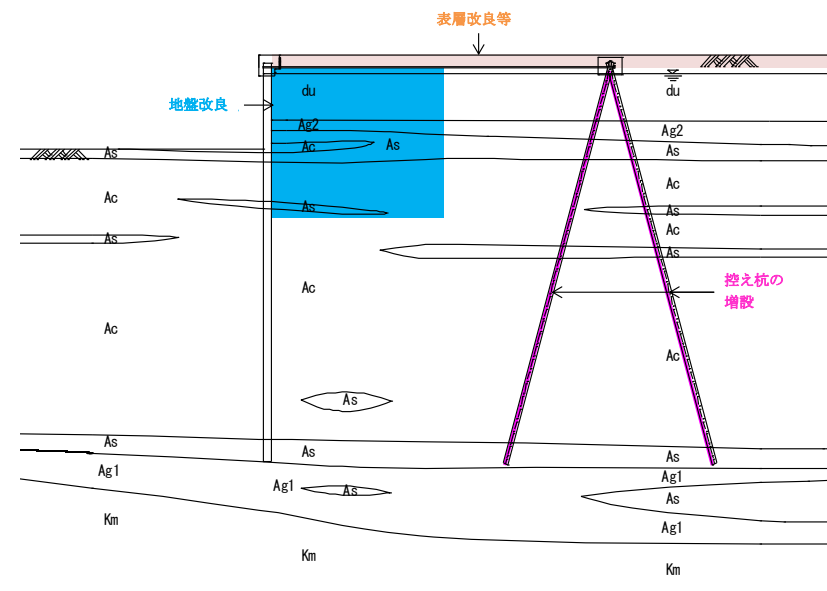
・対象施設の相違  
**【東海第二】**  
 島根 2 号炉は荷揚場の評価結果について記載している。

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

d. 物揚岸壁対策の方針

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

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



第27図 物揚岸壁の対策工イメージ図

(7) 基準地震動 $S_s$ による防波堤への影響評価のまとめ

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

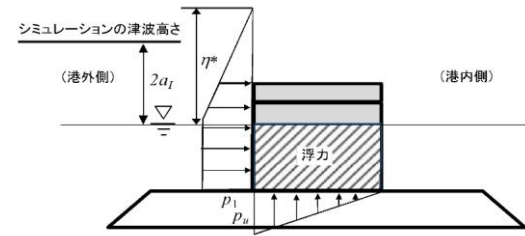
(7) 基準地震動 $S_s$ による荷揚場への影響評価のまとめ

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

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

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

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



(2) 傾斜堤の津波時安定性

1) 基準津波襲来時 (1波目) での限界流速

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

第7表 被覆材等の安定性に係る限界流速 (1)

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

2) 基準津波襲来後 (2波目以降) の限界流速

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

第8表 被覆材等の安定性に係る限界流速 (2)

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

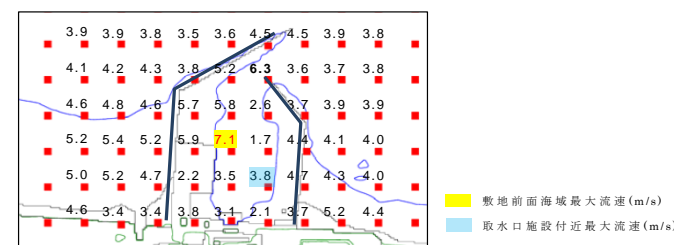


部位	規格	限界流速 (イソパッシュ式より算定)
ケーソン	5,000t/基 (防波堤堤頭部)	22.7m/s
上部工	600t/基 (傾斜堤部)	16.8m/s
被覆ブロック	32t 根固め方塊ブロック	10.1m/s
	30t 被覆ブロック	10.0m/s
	8t ガンマエル	8.0m/s
	5t ガンマエル	7.4m/s
消波ブロック	2t ガンマエル	6.4m/s
	16t テトラポット	8.9m/s
	25t テトラポット	9.6m/s
石類	基礎割石 100kg/個以下	3.6m/s
	基礎栗石 1000kg/個	6.2m/s
	被覆石 500~1000kg/個	5.5m/s
	グ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

3) 敷地前面海域の流速

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

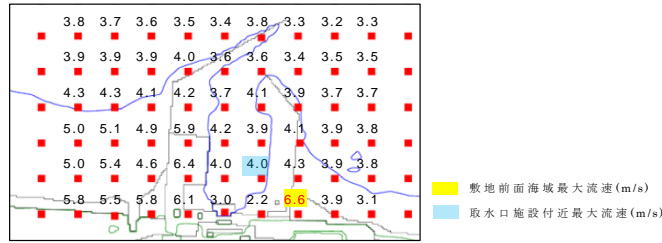
敷地前面海域における最大流速分布図を第28図～第30図、漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材について第9表及び第31図に示す。



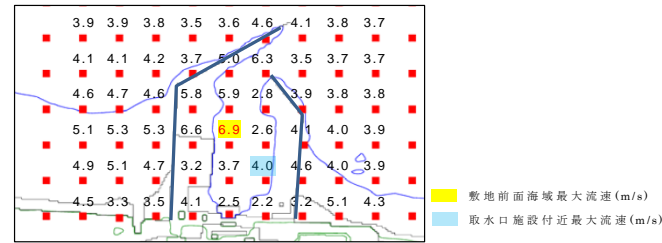
第28図 前面海域における最大流速分布図(防波堤あり)

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

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



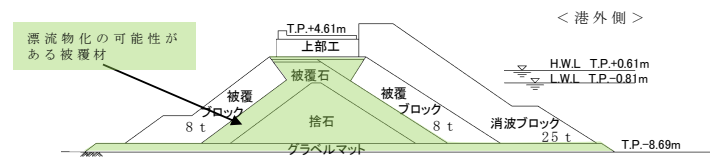
第29図 前面海域における最大流速分布図 (防波堤なし)



第30図 前面海域における最大流速分布図 (防波堤1m沈下)

第9表 漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材

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

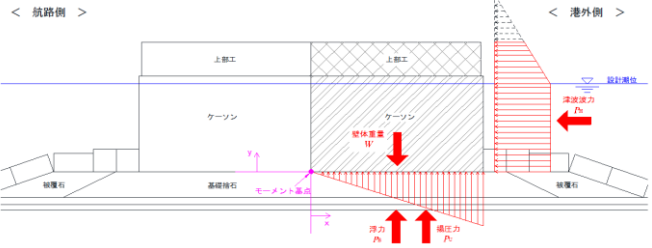


第31図 漂流物化の可能性がある範囲図  
 (二次元有効応力解析断面)

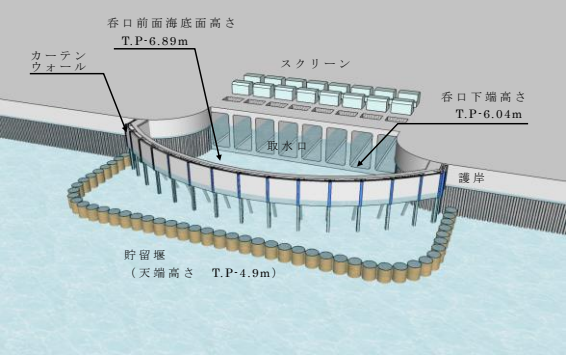
(3) ケーソン堤の津波時安定性

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

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>のマウンドが大きく洗掘・流出し、かつ津波による強い水平力が原因でケーソン堤が転倒し、場合によっては回転しながらの移動が推定されるとされている。また、津波によるケーソン堤の移動距離は、最大150m程度の事例（東北地方太平洋沖地震、田老漁港、1,000t級ケーソン）が報告されている。</u></p> <p><u>東海第二発電所のケーソン堤は、5,000t級の重量構造物であり、取水施設まで十分な離隔距離があること及びイスパッシュ式による評価では限界流速が最大津波流速を上回っているため、漂流物として取水施設までの到達を考慮しない。第33図に取水設備からの離隔距離図を示す。</u></p> <div data-bbox="1107 806 1555 1178" style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 177px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">第33図 取水設備からの離隔距離図</p> <p>※4 <u>水産総合研究センター 震災復興に向けた活動報告集1、平成24年3月、東日本大震災による漁港施設の地震・津波被害に関する調査報告（第1報）、独立行政法人水産総合研究センター</u></p> <p>3) <u>物揚岸壁</u></p> <p><u>物揚岸壁は、耐震性を確保する対策工及び岸壁背後地の洗掘防止対策工を実施することから、物揚岸壁構造部材並びに背後地の土砂の漂流物化はないものと考えられる。</u></p>	<p><u>入力津波が荷揚場に及ぼす影響としては、荷揚場の漂流物化が考えられる。</u></p> <p><u>荷揚場は、前述のとおり、基準地震動S<sub>s</sub>後でも、ほぼ当初の位置及び高さ確保しており、荷揚場背後地はコンクリート舗装等の洗掘防止対策工を実施することから、荷揚場構造部材並びに背後地の土砂の漂流物化はないものと考えられる。</u></p>	<p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

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

※5 マウンドの被覆材の透水係数:

「水理公式集(土木学会) P375 表 1.1」より

表 1.1 透水係数の概略値と決定法<sup>\*)</sup>

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

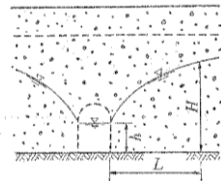
※6 捨石の堆積箇所における通水量:

「水理公式集(土木学会) P383 表 1.5」より

・集水暗きよの取水量公式

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

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



※左式は水路両面からの流入量のため、算出は1/2倍とする。

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

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

※7 非常用ポンプ必要取水量:

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

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

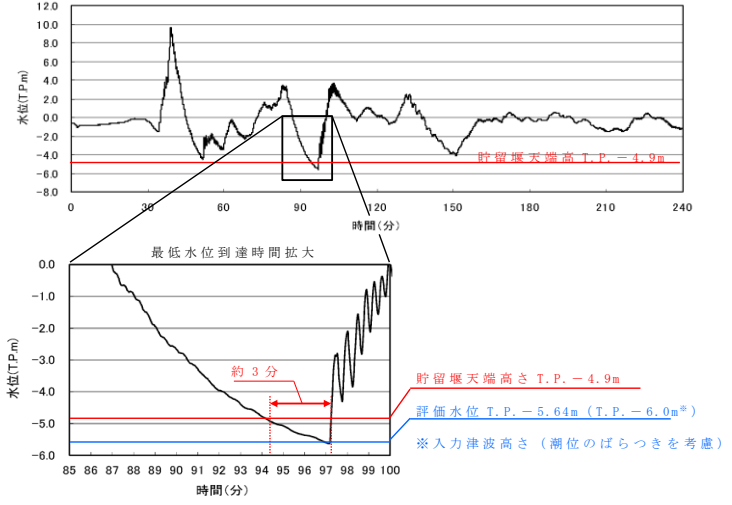
2) 貯留堰

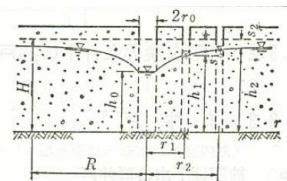
貯留堰は、取水口の前面に設置されており、50tの漂流物の衝突荷重を考慮した設計としている。仮に最大重量の漂流物である2t被覆ブロックが衝突したとしても、損壊はしない。また、マウンドの被覆材が漂

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



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

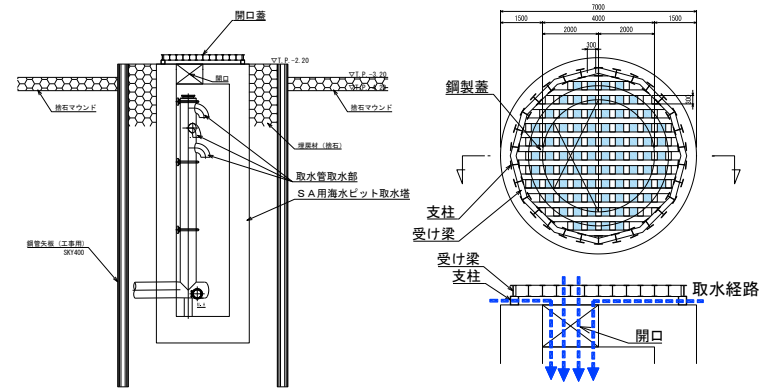
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>※8 スロッシングによる溢水量：  「貯留堰の設置位置及び天端高さの決定の考え方」から引用</p>  <p>第 37 図 引き波の継続時間</p> <p>3) SA用海水ピット取水塔</p> <p>SA用海水ピット取水塔の平面図を第 38 図, 断面図を第 39 図に示す。SA用海水ピット取水塔は、海底面からRC構造の立坑が1m程度突出した構造であり、立坑内には鋼製の通水管を設置している。</p> <p>当該取水塔は、50tの漂流物の衝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

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

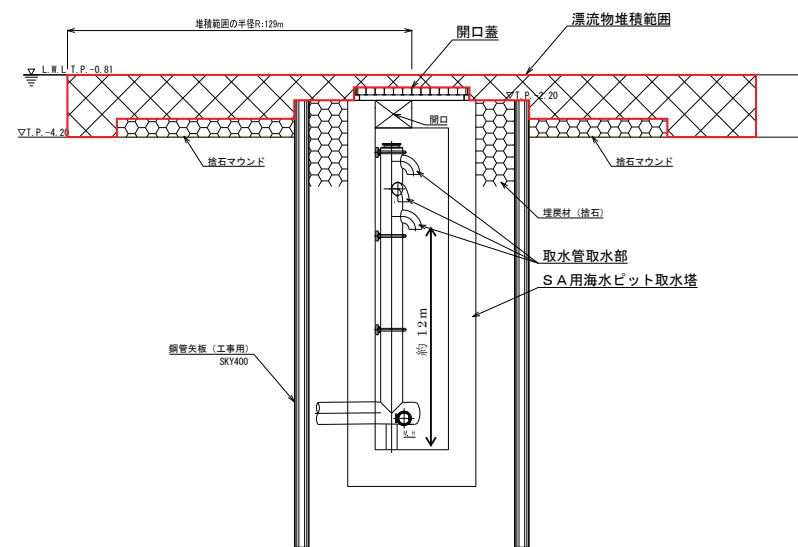
・対象施設の相違  
**【東海第二】**  
 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。



第38図 SA用海水ピット取水塔の平面図



第39図 SA用海水ピット取水塔の断面図 (案)



第40図 SA用海水ピット取水塔部漂流物堆積イメージ図

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