

資料 2 - 3

泊発電所 3号炉 審査資料	
資料番号	DB05-9 r. 3. 2
提出年月日	令和5年12月11日

泊発電所 3号炉

設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)
比較表

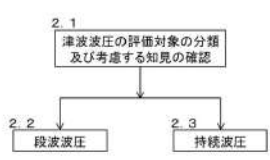
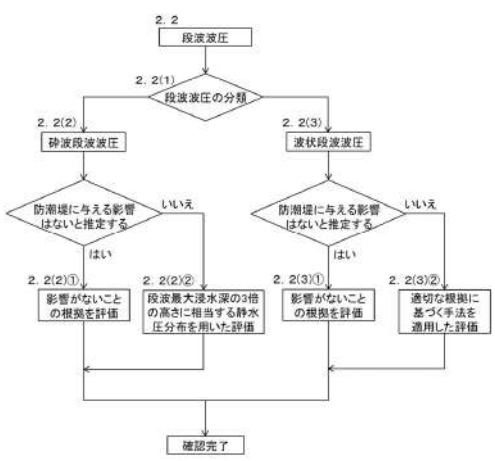
第5条 津波による損傷の防止

令和5年12月
北海道電力株式会社

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">添付資料 21</p> <p style="text-align: center;">防潮堤における津波波力の 設定方針について</p> <p>1. 津波荷重の算定式 津波防護施設の津波荷重の算定式は、<u>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。</u></p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 26</p> <p style="text-align: center;">防波壁及び防波壁通路防波扉における津波荷重の 設定方針について</p> <p>1. 津波荷重の算定式 津波防護施設の津波荷重の算定式は、<u>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。</u></p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 22</p> <p style="text-align: center;">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>1. 津波荷重の算定式 津波防護施設の津波荷重の算定式は、「<u>耐津波設計に係る設工認審査ガイド(令和5年1月改正)</u>」(以下、「<u>設工認審査ガイド</u>」<u>という。)</u>や<u>既往の算定式を参考に設定する。以下に、設工認審査ガイド及び設工認審査ガイドにおいて示されている既往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。</u></p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>a. <u>耐津波設計に係る設工認審査ガイド(令和5年1月改正)</u> 設工認審査ガイドにおける適用対象は、<u>外郭防護に係る施設及び設備のうち、津波波圧の影響を直接受ける陸域の構築物、海域にあり引き波時に設置面が露出する構築物等(防潮堤等)としている。</u> <u>設工認審査ガイドにおいて、防潮堤等に作用する波圧は段波波圧及び持続波圧の2種類の津波波圧を考慮することとしている。防潮堤等に作用する津波波圧の分類及び考慮する知見の確認手順を第1図(1)に示す。</u> <u>防潮堤等に作用する段波波圧については、砕波段波波圧及び波状段波波圧の2種類を考慮することとしている。防潮堤等に作用する段波波圧評価に係る確認手順を第1図(2)に示す。</u> <u>防潮堤等に作用する持続波圧評価に係る確認手順を第1図(3)に示す。持続波圧については、フルード数Frが1以下の場合、水深係数を3とすることで、保守的に波圧を評価できるが、フルード数Frが1を超える場合は、水深係数を3を超えうるため、非保守的な波圧評価となる可能性があることから、評価方法を分ける必要があるとしている。</u> <u>通過波の最大浸水深発生時のフルード数Frが1以下の場合、水深係数を3として、持続波圧は次式で算出する。</u> $P_{2nd} = 3 \cdot \rho \cdot g \cdot \eta_{max, 2nd}$ <u>P_{2nd}: 防潮堤等の最下部に作用する圧力</u> <u>$\eta_{max, 2nd}$: 持続波最大浸水深</u> <u>ρ: 海水(流体)密度</u> <u>g: 重力加速度</u></p>	<p>相違理由</p> <p>(プラント名の相違は識別しない)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・女川は泊との相違 ・島根は泊との相違 ・泊は島根との相違 <p>を識別する。 【女川、島根】津波防護施設の相違</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・申請時期の相違により、泊では、設工認審査ガイド(令和5年1月改正)に準拠し、津波荷重の算定式を設定することを基本とする。 <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・申請時期の相違により、泊では、設工認審査ガイド(令和5年1月改正)に準拠し、津波波圧の算定式を設定することを基本とする。

第5条 津波による損傷の防止

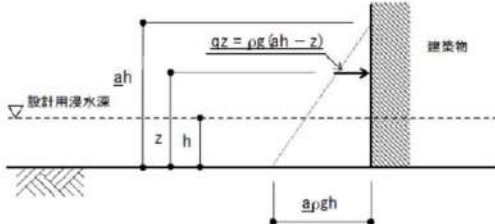
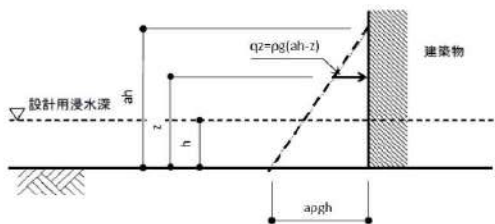
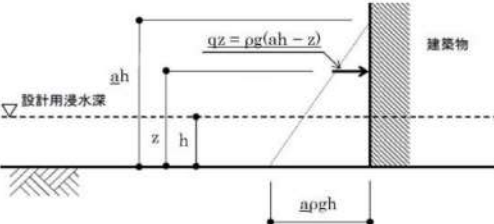
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>通過波の最大浸水深発生時のフルード数 Fr が1を超える場合、通過波の最大比エネルギー発生時刻における浸水深 $\eta_{E,max}$、水深係数 α_E 及びフルード数 Fr_E を用いて、持続波圧を次式で算出する。</p> $P_E = \alpha_E \cdot \rho \cdot g \cdot \eta_{E,max}$ $\alpha_E = 3.0 \quad (Fr_E \leq 1.24)$ $\alpha_E = (0.70 \times Fr_E^2 + 1) + 0.93 \quad (Fr_E > 1.24)$ <p>ここで求めた P_E とフルード数 Fr が1以下の場合の持続波圧 P_{2st} を比較し、大きい方を持続波圧として採用する。</p>  <p>第1図(1) 防潮堤等に作用する津波波圧の分類及び考慮する知見の確認手順</p>  <p>第1図(2) 防潮堤等に作用する段波波圧評価に係る確認手順</p>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

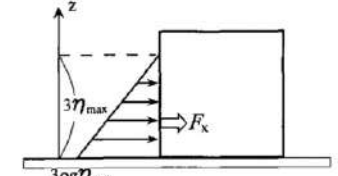
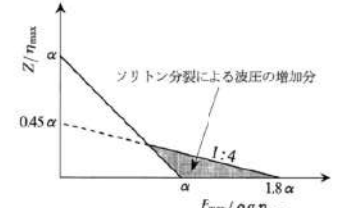
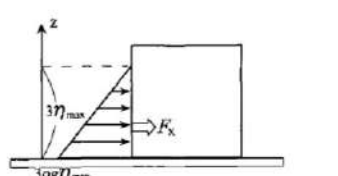
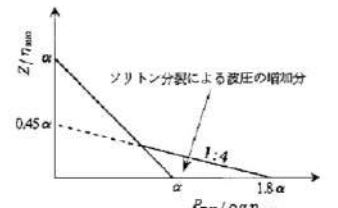
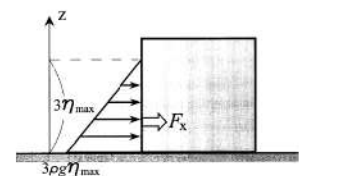
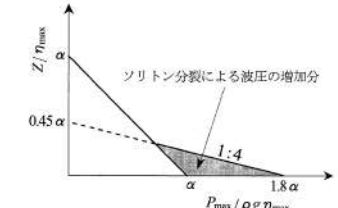
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>第1図(3) 防潮堤等に作用する持続波圧評価に係る確認手順</p>	

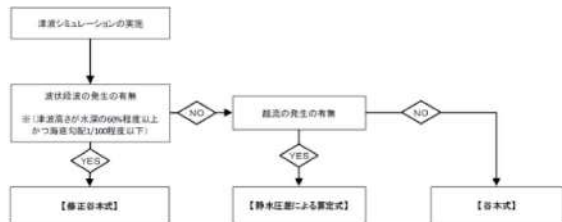
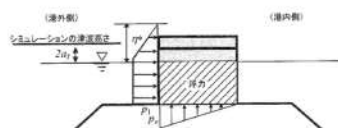
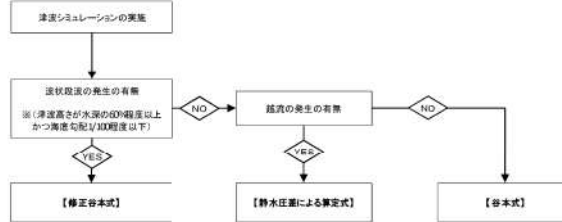
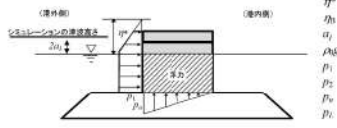
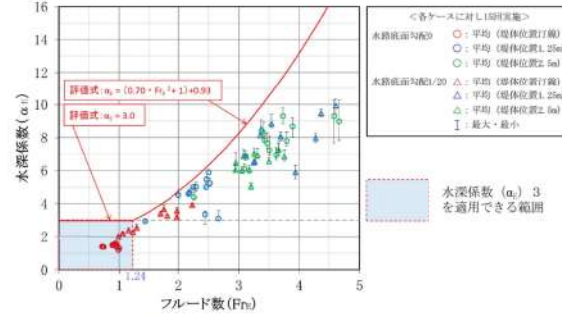
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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） 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。 $qz = \rho g (ah - z)$ (図1)</p> <p>ρg: 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 ($0 \leq z \leq ah$) 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>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） 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。 $qz = \rho g (ah - z)$ (第1図)</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧 $qz = \rho g (ah - z)$ (第1図) h: 設計用浸水深 z: 当該部分の地盤面からの高さ ($0 \leq z \leq ah$) a: 水深係数 ρg: 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>b. 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） 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。 $qz = \rho g (ah - z)$ (第2図)</p> <p>構造設計用の進行方向の津波波圧 $qz = \rho g (ah - z)$ (第2図) h: 設計用浸水深 z: 当該部分の地盤面からの高さ ($0 \leq z \leq ah$) a: 水深係数。3とする。 ρg: 海水の単位体積重量</p>  <p>第2図 津波波圧算定図</p> <p>c. 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b.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>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 申請時期の相違により、泊では、設工認審査ガイド(令和5年1月改正)に準拠し、津波波圧の算定式を設定することを基本とする。

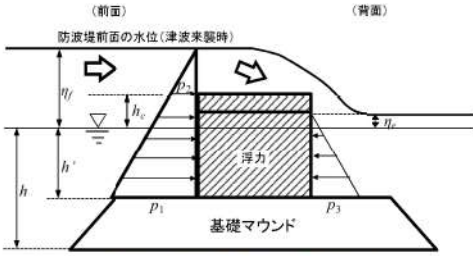
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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圧分布の倍率) α は最大で3.0となるとしている(図2)。 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 α を1.8倍した値となっている(図3)。</p>  <p>図2 非分裂波の場合の津波水平波圧</p>  <p>図3 分裂波の無次元最大波圧分布</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。 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圧分布の倍率) α 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 α を1.8倍した値となっている(第2図及び第3図)。</p>  <p>第2図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p>  <p>第3図 分裂波の無次元最大波圧分布</p>	<p>d. 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圧分布の倍率) α 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 α を1.8倍した値となっている(第3図及び第4図)。</p>  <p>第3図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p>  <p>第4図 分裂波の無次元最大波圧分布</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川, 島根】設計方針の相違 ・申請時期の相違により, 泊では, 最新の NRA 技術報告書(令和4年7月)を参考に, 津波波圧の算定式を設定する。</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>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. NRA 技術報告「防潮堤に作用する最大持続波圧評価式の提案」(令和4年7月) 設計の妥当性評価等へ活用可能な防潮堤に作用する最大持続波圧の評価式として, 水理試験結果の標準偏差+2σを考慮し, 次式が提案されている。 $\alpha = 3.0 \quad (Fr_E \leq 1.24)$$\alpha = (0.7 \times Fr_E^2 + 1) + 0.93 \quad (Fr_E > 1.24)$ 上式の通り, 通過波の最大比エネルギー発生時のフルード数 Fr_E が1.24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>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<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）</p> <p>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圧差による算定式を、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）。</p>  <p>第4図 防波堤に対する津波荷重算定手順</p>  <p>第5図 谷本式・修正谷本式</p> $\eta^* = 3.0a_1$ $p_1 = \begin{cases} 2.2a_1a_2 & \text{谷本式} \\ 3.0a_1a_2 & \text{修正谷本式} \end{cases}$ $p_2 = A_0 \rho g \eta$ $p_3 = A$ $p_4 = p_2$ <p> η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m) a_1 : 直立壁前面で静水面から下がった水位 (m) a_2 : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m) ρg : 海水の単位体積重量 (kN/m³) p_1 : 静水面における波圧強度 (kN/m²) p_2 : 直立壁前面下端における静水圧 (kN/m²) p_3 : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m²) p_4 : 直立壁背面下端における揚圧力 (kN/m²) </p>	<p>f. 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）</p> <p>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圧差による算定式を、越流しない場合は谷本式を用いることとしている（第6図～第8図）。</p>  <p>第6図 防波堤に対する津波荷重算定手順</p>  <p>第7図 谷本式・修正谷本式</p> $\eta^* = 3.0a_1$ $p_1 = 2.2\rho_0 g a_1 \quad \text{谷本式}$ $3.0\rho_0 g a_1 \quad \text{修正谷本式}$ $p_2 = \rho_0 g \eta$ $p_3 = p_1$ $p_4 = p_2$ <p> η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m) a_1 : 直立壁前面で静水面から下がった水位 (m) a_2 : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m) ρg : 海水の単位体積重量 (kN/m³) p_1 : 静水面における波圧強度 (kN/m²) p_2 : 直立壁前面下端における静水圧 (kN/m²) p_3 : 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m²) p_4 : 直立壁背面下端における揚圧力 (kN/m²) </p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 申請時期の相違により、泊では、最新の NRA 技術報告書(令和4年7月)を参考に、津波波圧の算定式を設定する。
<p>第5図 最大持続波圧評価式と水理試験結果の関係</p> 		<p>5条-別添1-添付22-6</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>・水理模型実験による結果により、現時点では、前面の静水圧に$a_f=1.05$倍、背面の静水圧に$a_r=0.9$倍した静水圧を用いる。</p> $p_1 = \alpha_f \rho_0 g (\eta_f + h')$ $p_2 = \frac{\eta_f - h_c}{\eta_f + h'} p_1$ $p_3 = \alpha_r \rho_0 g (\eta_r + h')$ <p> p_1 : 直立壁前面の底面における波圧強度(kN/m²) p_2 : 直立壁前面の天端面にける波圧強度(kN/m²) p_3 : 直立壁背面の底面における波圧強度(kN/m²) $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³) h' : 直立壁の底面の水深(m) h_c : 静水面から直立壁天端面までの高さ(m) η_f : 直立壁前面の静水面からの津波高さ(m) η_r : 直立壁背面の静水面からの津波高さ(m) a_f : 直立壁前面の静水圧補正係数 a_r : 直立壁背面の静水圧補正係数 </p>  <p>第8図 静水圧差による算定式</p>	<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊では、津波防護施設の1つに貯留堰があり、貯留堰の津波波圧算出に当たっては「静水圧差による算定式」を参考とする。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) 検討の概要</p> <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。</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。</p> <p style="text-align: center;">比較のため、記載箇所を変更</p> <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</p>	<p>2. 検討方針</p> <p>島根原子力発電所の防波壁等*の設計で考慮する津波荷重は、「水理模型実験及び津波シミュレーションによる津波波圧」と「既往の津波波圧算定式による津波波圧」を比較・検証することで設定する。既往の津波波圧算定式は、ソリトン分裂波や砕波の発生有無により、算定式の適用性が異なる。そのため、島根原子力発電所における基準津波の特性及び沿岸の陸海域の地形を考慮した科学的根拠に基づく、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションを実施し、ソリトン分裂波及び砕波の有無を確認する。</p> <p>また、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。そのため、三次元津波シミュレーションにより、複雑な地形特性を考慮した三次元的な流況による津波波圧への影響を確認し、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の妥当性を確認する。</p> <p>第6図に検討フローを、第1表に検討項目及び検討内容を示す。</p> <p>※防波壁及び防波壁通路防波扉を「防波壁等」という。</p>	<p>2. 検討方針</p> <p>泊発電所の防潮堤の設計で考慮する津波荷重は、「津波シミュレーション及び水理模型実験による津波波圧」と「<u>設工認審査ガイドに基づく津波波圧</u>」を比較・検証することで設定する。設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式は、ソリトン分裂波や砕波の発生有無により、算定式の適用性が異なる。そのため、泊発電所における基準津波の特性及び沿岸の陸海域の地形を考慮した科学的根拠に基づく、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションを実施し、ソリトン分裂波及び砕波の有無を確認する。</p> <p>泊発電所の貯留堰の設計で考慮する津波荷重は、津波荷重が大きく作用する状態として、引き波時において越流直前の津波波圧と越流時の静水圧差を想定する。</p> <p>引き波時における越流直前の津波波圧は、貯留堰を保守的に設置面が露出する構築物として考え、防潮堤の設計で考慮する津波荷重の設定における「津波シミュレーション及び水理模型実験による津波波圧」と「設工認審査ガイドに基づく津波波圧」の比較・検証結果を踏まえて算定する。</p> <p>越流時の静水圧差は、貯留堰が越流状態にある条件下では設工認審査ガイドの適用対象外となることから、既往の津波波圧算定式のうち、越流状態の構築物に適用可能な「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）に基づき算定する。</p> <p>以上を踏まえ、貯留堰の設計においては、引き波時において越流直前の津波波圧及び越流時の静水圧差を比較・検証することで設定する。</p> <p>第9図に検討概要を、第1表に検討項目及び検討内容を示す。</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川】記載方針の相違 ・島根実績の反映</p> <p>【島根】津波防護施設の相違 【女川、島根】設計方針の相違 ・申請時期の相違により、泊では、設工認審査ガイド（令和5年1月改正）に準拠し、津波波圧の算定式を設定することを基本とする。</p> <p>【島根】設計方針の相違 ・島根では、サイト前面が複雑な形状の湾となっていることを踏まえ、三次元的な流況による津波波圧への影響を確認するため、三次元津波シミュレーションを用いている。</p> <p>【島根】津波防護施設の相違 ・泊では、津波防護施設の1つに貯留堰があり、貯留堰の津波波圧算定の検討方針を説明する。</p> <p>【女川】記載方針の相違 ・島根実績の反映</p> <p>【島根】津波防護施設の相違</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	
<p>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>	
① 基準津波等の特性の確認（周辺地形等の影響確認）	津波の第1波が後続波と比較して極端に大きい
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）	おおむね静水圧の波圧分布
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）	波圧分布は静水圧型（直線分布）
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）	実験と解析の結果は朝倉式に包含
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）	

図6 検討概要

c. 検討項目

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。

表2 検討項目

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	✓ 防潮堤付近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。

比較のため、記載箇所を変更

島根原子力発電所2号炉

3. ソリトン分裂波及び碎波の発生、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 目的：「防波堤の耐津波設計ガイドライン」基準ソリトン分裂波の発生確認 (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特性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 (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・碎波の発生確認及び津波波圧の算定 (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・碎波の発生確認及び津波波圧の算定 (5) 三次元津波シミュレーションによる妥当性確認 目的：島根原子力発電所2号炉の地形特性及び三次元的な状況による津波波圧への影響を確認し、3.(3)章及び3.(4)章における津波波圧の妥当性確認
4. 既往の津波波圧算定式との比較	目的：水理模型実験及び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
5. 設計で考慮する津波波圧の設定	

第6図 検討フロー

第1表 検討項目及び検討内容

検討項目	検討内容
3. ソリトン分裂波及び碎波の発生、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 平面二次元津波シミュレーション結果及び局所勾配を用いて、「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。 (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地形条件に基づき、地形特性及び津波特性の観点から津波特性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。 (3) 水理模型実験による検討 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、水位の時系列データからソリトン分裂波及び碎波の発生有無を確認するとともに、防波堤及び貯留堰位置における津波波圧を算定する。 (4) 断面二次元津波シミュレーションによる検討 水理模型実験結果と一致するソリトン分裂波及び碎波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF/3D (Ver.1.5))を追加実施し、再現性を確認するとともに、防波堤及び貯留堰位置における津波波圧を算定する。 (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起因した評価が可能な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、3.(3)章及び3.(4)章における津波波圧と比較することで妥当性を確認する。
4. 既往の津波波圧算定式との比較	数値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る防波堤に作用する波圧を直接算定し、陸上構造物に作用する津波波圧算定式（朝倉式）により算定した津波波圧と比較する。
5. 設計で考慮する津波波圧の設定	防波堤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。

泊発電所3号炉

3. ソリトン分裂波の発生確認	
4. 防波堤に対する津波波圧の評価	(1) 津波波圧の特性の確認 目的：津波波圧の検証に関する基準津波の特性を確認 (2) 断面二次元津波シミュレーションによる検討 目的：基準津波に伴うソリトン分裂波・碎波の発生確認及び津波波圧の算定 (3) 水理模型実験による検討 目的：地形特性、構造物特性及び津波特性による不確かさを考慮したソリトン分裂波・碎波の発生確認及び津波波圧の算定 (4) 設計図書ガイドに基づく津波波圧算定式との比較 目的：断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験により算定する津波波圧と設計図書ガイドに基づく津波波圧算定式の適用性を確認
5. 貯留堰に対する津波波圧の評価	
6. 設計で考慮する津波波圧の設定	

第9図 検討概要

第1表 検討項目及び検討内容

検討項目	検討内容
3. ソリトン分裂波及び碎波の発生	平面二次元津波シミュレーション結果及び局所勾配を用いて、「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。
4. 防波堤に対する津波波圧の評価	(1) 基準津波の特性の確認 断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験において考慮する基準津波の特性を確認する。 (2) 断面二次元津波シミュレーションによる検討 基準津波の実験的再現が可能で、ソリトン分裂波及び碎波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション(CADMAS-SURF/3D (Ver.1.5))を実施し、水位の時系列データからソリトン分裂波及び碎波の発生有無を確認するとともに、防波堤における津波波圧を算定する。 (3) 水理模型実験による検討 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、不確かさを考慮して設定した実験条件に基づき水理模型実験を実施することで、ソリトン分裂波及び碎波の発生有無を確認するとともに、防波堤における津波波圧を算定する。 (4) 設計図書ガイドに基づく津波波圧算定式との比較 断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験により防波堤に作用する波圧を直接算定し、設計図書ガイドに基づき算定した津波波圧を比較することで、設計図書ガイドに基づく津波波圧算定式の適用性を確認する。
5. 貯留堰に対する津波波圧の評価	「耐津波設計に係る設計図書ガイド」及び「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき、引き波等において基準津波の津波波圧と継続時の静水圧差を比較・検証し、貯留堰に作用する津波波圧を設定する。
6. 設計で考慮する津波波圧の設定	防波堤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。

相違理由

【女川】記載方針の相違

・島根実績の反映

【女川、島根】記載方針の相違

・泊では、3章にてソリトン分裂波及び碎波の発生有無を確認した上で、4章で防潮堤に対する津波波圧の評価を、5章で貯留堰に対する津波波圧の評価を記載する。

【島根】設計方針の相違

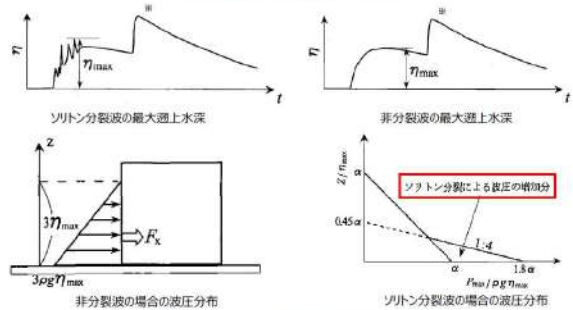
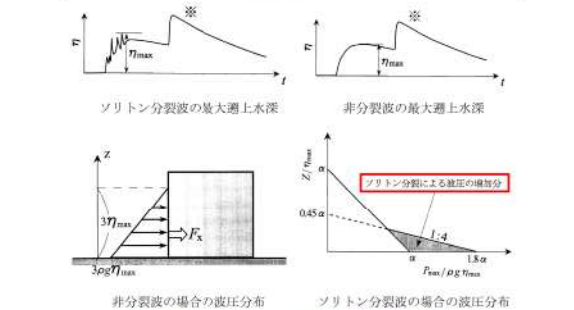
・島根では、サイト前面が複雑な形状の湾となっていることを踏まえ、三次元的な状況による津波波圧への影響を確認するため、三次元津波シミュレーションを用いている。

【島根】津波防護施設の相違

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																									
<p>b. 検討方法</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>表1 数値流体解析と水理模型実験の比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討方法</th> <th>長所</th> <th>短所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>数値流体解析</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 理論式に基づく流体の挙動を確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 任意の不規則波形の入力が可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 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 </td> </tr> <tr> <td>水理模型実験</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 流体の実挙動を直接確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能 測定値の信頼性（再現性）が高い </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な不規則波形の再現は困難 地形や構造物の複雑なモデル化は困難 </td> </tr> </tbody> </table> <p>比較のため、記載箇所を変更</p>	検討方法	長所	短所	数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> 理論式に基づく流体の挙動を確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 任意の不規則波形の入力が可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 流体の実挙動を直接確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能 測定値の信頼性（再現性）が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な不規則波形の再現は困難 地形や構造物の複雑なモデル化は困難 	<p>津波シミュレーション及び水理模型実験の長所・短所を整理したうえで、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>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"> <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>断面二次元津波シミュレーション</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 広範囲にわたる地形のモデル化が可能 複雑な不規則地形及び碎波の発生有無の確認が可能 津波波圧を直接評価可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 </td> </tr> <tr> <td>断面二次元津波シミュレーション</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 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 任意の地形や構造物のモデル化が可能 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 津波波圧の発生確認 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> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 三次元的な流況の再現が可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 計算に時間を要する 計算能力を踏まえて解析範囲に制限がある 任意の地形や構造物のモデル化が困難 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 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 実験に時間を要する </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。第7図にソリトン分裂波及び非分裂波の概要を示す。</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。</p>	解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容	断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲にわたる地形のモデル化が可能 複雑な不規則地形及び碎波の発生有無の確認が可能 津波波圧を直接評価可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 	断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 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 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 津波波圧の発生確認 津波波圧の確認 	三次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 三次元的な流況の再現が可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 計算に時間を要する 計算能力を踏まえて解析範囲に制限がある 任意の地形や構造物のモデル化が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 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 実験に時間を要する 	<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、泊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>第2表 津波シミュレーション及び水理模型実験の長所・短所</p> <table border="1"> <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>断面二次元津波シミュレーション</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 広範囲にわたる地形のモデル化が可能 複雑な不規則地形及び碎波の発生有無の確認が可能 津波波圧を直接評価可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 </td> </tr> <tr> <td>断面二次元津波シミュレーション</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 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 任意の地形や構造物のモデル化が可能 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 津波波圧の発生確認 津波波圧の確認 </td> </tr> <tr> <td>水理模型実験</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 流体の実挙動を直接確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能 測定値の信頼性（再現性）が高い </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 複雑な不規則波形の再現は困難 地形や構造物の複雑なモデル化は困難 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 </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。第10図にソリトン分裂波及び非分裂波の概要を示す。</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。</p>	解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容	断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲にわたる地形のモデル化が可能 複雑な不規則地形及び碎波の発生有無の確認が可能 津波波圧を直接評価可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 	断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 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 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 津波波圧の発生確認 津波波圧の確認 	水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 流体の実挙動を直接確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能 測定値の信頼性（再現性）が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な不規則波形の再現は困難 地形や構造物の複雑なモデル化は困難 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 	<p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根実績の反映 <p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑な形状の湾となっていることを踏まえ、三次元的な流況による津波波圧への影響を確認するため、三次元津波シミュレーションを用いている。
検討方法	長所	短所																																										
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> 理論式に基づく流体の挙動を確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 任意の不規則波形の入力が可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 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 																																										
水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 流体の実挙動を直接確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能 測定値の信頼性（再現性）が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な不規則波形の再現は困難 地形や構造物の複雑なモデル化は困難 																																										
解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容																																									
断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲にわたる地形のモデル化が可能 複雑な不規則地形及び碎波の発生有無の確認が可能 津波波圧を直接評価可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 																																									
断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 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 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 津波波圧の発生確認 津波波圧の確認 																																									
三次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 三次元的な流況の再現が可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 計算に時間を要する 計算能力を踏まえて解析範囲に制限がある 任意の地形や構造物のモデル化が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 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 実験に時間を要する 																																									
解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容																																									
断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲にわたる地形のモデル化が可能 複雑な不規則地形及び碎波の発生有無の確認が可能 津波波圧を直接評価可能 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 																																									
断面二次元津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が可能 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 任意の地形や構造物のモデル化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な地形や構造物のモデル化が困難 二次元的な流況の再現が不可能 実験に時間を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 津波波圧の発生確認 津波波圧の確認 																																									
水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 流体の実挙動を直接確認可能 分裂波の発生有無を確認可能 地形や構造物の特性、津波特性に応じた評価が可能 測定値の信頼性（再現性）が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な不規則波形の再現は困難 地形や構造物の複雑なモデル化は困難 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の発生確認 （A）力学的観点から津波の発生確認 （B）防波堤の耐津波設計ガイドラインに基づいたソリトン分裂波の発生確認 																																									

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>ソリトン分裂波の最大遡上水深</p> <p>非分裂波の最大遡上水深</p> <p>非分裂波の場合の波圧分布</p> <p>ソリトン分裂波の場合の波圧分布</p> <p>ソリトン分裂による波圧の増加分</p> <p>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 ※ η_{max} 後の水位の上昇は反射波を示す。</p>	 <p>ソリトン分裂波の最大遡上水深</p> <p>非分裂波の最大遡上水深</p> <p>非分裂波の場合の波圧分布</p> <p>ソリトン分裂波の場合の波圧分布</p> <p>ソリトン分裂による波圧の増加分</p> <p>第10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，朝倉ら(2000)」より引用 ※ η_{max} 後の水位の上昇は反射波を示す。</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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 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>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 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>3. ソリトン分裂波及び砕波の発生確認</p> <p>津波防護施設に作用する津波波圧の算定方法は、来襲する津波にソリトン分裂波及び砕波が発生するか否かで評価式が異なる。そのため、泊発電所に来襲する津波にソリトン分裂波及び砕波が発生するか否について、(1)平面二次元津波シミュレーションによる検討、(2)断面二次元津波シミュレーションによる検討及び(3)水理模型実験による検討を実施し確認を行った。なお、(2)断面二次元津波シミュレーション及び(3)水理模型実験による検討結果の詳細は「4. 防潮堤に対する津波波圧の評価」にて記載する。</p> <p>(1) 平面二次元津波シミュレーションによる検討 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：シミュレーション等による津波高さが水深の60%以上</p> <p>条件②：海底勾配が1/100以下程度の遠浅</p> <p>条件①について基準津波を対象に検討した結果を第3表、第11図に示す。この結果、津波高さは水深の60%以上となる。</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】記載方針の相違 ・泊では、3章にてソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認したうえで、4章で防潮堤に対する津波波圧の評価を、5章で貯留堰に対する津波波圧の評価を記載する。</p> <p>【女川、島根】検討結果の相違 ・発電所立地及び基準津波の相違により、ソリトン分裂波有無(条件①：津波高さが水深の60%以上)の検討結果が異なる。</p>

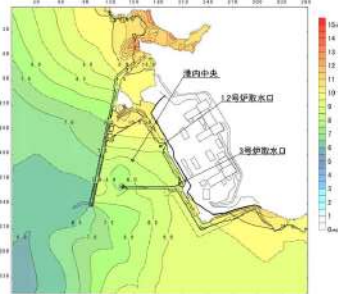
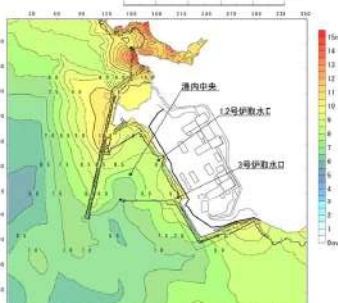
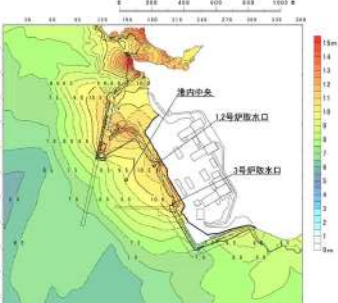
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	<p>第3表 津波高さ和水深の割合</p> <table border="1"> <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"> <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>第3表(1) 津波高さ和水深の割合(1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>基準津波</th> <th>地点</th> <th>(1)水深</th> <th>(2)津波高さ</th> <th>(2)/(1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">波源A 防波堤損傷なし</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>7.70m</td> <td>97.0%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>8.00m</td> <td>115.1%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>7.82m</td> <td>57.5%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源B 防波堤損傷なし</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>10.45m</td> <td>130.6%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>9.15m</td> <td>130.9%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>8.70m</td> <td>64.0%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源B 北防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>12.85m</td> <td>160.6%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>11.20m</td> <td>160.0%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>9.35m</td> <td>68.8%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源C 防波堤損傷なし</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>9.23m</td> <td>115.4%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>9.45m</td> <td>135.0%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>8.73m</td> <td>64.2%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源D 防波堤損傷なし</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>9.53m</td> <td>119.1%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>8.76m</td> <td>125.1%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>7.95m</td> <td>58.5%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源D 北及び南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>11.36m</td> <td>142.0%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>11.38m</td> <td>162.6%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>9.83m</td> <td>72.3%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源D 南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>10.75m</td> <td>134.4%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>10.64m</td> <td>152.0%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>9.47m</td> <td>69.6%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源D 北防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>11.60m</td> <td>145.0%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>10.80m</td> <td>154.3%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>8.58m</td> <td>63.1%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源E 北及び南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>13.00m</td> <td>162.5%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>12.28m</td> <td>175.4%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>10.28m</td> <td>75.6%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源E 南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>11.94m</td> <td>149.3%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>11.42m</td> <td>163.1%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>10.08m</td> <td>74.1%</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3表(2) 津波高さ和水深の割合(2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>基準津波</th> <th>地点</th> <th>(1)水深</th> <th>(2)津波高さ</th> <th>(2)/(1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">波源F 北及び南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>13.11m</td> <td>163.9%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>12.34m</td> <td>176.3%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>10.30m</td> <td>75.7%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源F 北防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>12.94m</td> <td>161.8%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>11.27m</td> <td>161.0%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>8.84m</td> <td>65.0%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源G 南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>10.71m</td> <td>133.9%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>11.96m</td> <td>170.9%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>10.45m</td> <td>76.8%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源H 北防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>12.61m</td> <td>157.6%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>11.39m</td> <td>162.7%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>9.23m</td> <td>67.9%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源I 防波堤損傷なし</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>8.88m</td> <td>111.0%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>8.34m</td> <td>119.1%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>7.43m</td> <td>54.6%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源J 北及び南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>11.67m</td> <td>145.9%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>10.18m</td> <td>145.4%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>9.47m</td> <td>69.6%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源K 南防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>10.84m</td> <td>135.5%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>10.61m</td> <td>151.6%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>9.55m</td> <td>70.2%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源L 北防波堤損傷</td> <td>3号炉取水口</td> <td>8.0m</td> <td>9.41m</td> <td>117.6%</td> </tr> <tr> <td>1, 2号炉取水口</td> <td>7.0m</td> <td>9.98m</td> <td>142.6%</td> </tr> <tr> <td>港内中央</td> <td>13.6m</td> <td>8.15m</td> <td>59.9%</td> </tr> </tbody> </table>	基準津波	地点	(1)水深	(2)津波高さ	(2)/(1)	波源A 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	7.70m	97.0%	1, 2号炉取水口	7.0m	8.00m	115.1%	港内中央	13.6m	7.82m	57.5%	波源B 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	10.45m	130.6%	1, 2号炉取水口	7.0m	9.15m	130.9%	港内中央	13.6m	8.70m	64.0%	波源B 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	12.85m	160.6%	1, 2号炉取水口	7.0m	11.20m	160.0%	港内中央	13.6m	9.35m	68.8%	波源C 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	9.23m	115.4%	1, 2号炉取水口	7.0m	9.45m	135.0%	港内中央	13.6m	8.73m	64.2%	波源D 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	9.53m	119.1%	1, 2号炉取水口	7.0m	8.76m	125.1%	港内中央	13.6m	7.95m	58.5%	波源D 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.36m	142.0%	1, 2号炉取水口	7.0m	11.38m	162.6%	港内中央	13.6m	9.83m	72.3%	波源D 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	10.75m	134.4%	1, 2号炉取水口	7.0m	10.64m	152.0%	港内中央	13.6m	9.47m	69.6%	波源D 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.60m	145.0%	1, 2号炉取水口	7.0m	10.80m	154.3%	港内中央	13.6m	8.58m	63.1%	波源E 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	13.00m	162.5%	1, 2号炉取水口	7.0m	12.28m	175.4%	港内中央	13.6m	10.28m	75.6%	波源E 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.94m	149.3%	1, 2号炉取水口	7.0m	11.42m	163.1%	港内中央	13.6m	10.08m	74.1%	基準津波	地点	(1)水深	(2)津波高さ	(2)/(1)	波源F 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	13.11m	163.9%	1, 2号炉取水口	7.0m	12.34m	176.3%	港内中央	13.6m	10.30m	75.7%	波源F 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	12.94m	161.8%	1, 2号炉取水口	7.0m	11.27m	161.0%	港内中央	13.6m	8.84m	65.0%	波源G 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	10.71m	133.9%	1, 2号炉取水口	7.0m	11.96m	170.9%	港内中央	13.6m	10.45m	76.8%	波源H 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	12.61m	157.6%	1, 2号炉取水口	7.0m	11.39m	162.7%	港内中央	13.6m	9.23m	67.9%	波源I 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	8.88m	111.0%	1, 2号炉取水口	7.0m	8.34m	119.1%	港内中央	13.6m	7.43m	54.6%	波源J 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.67m	145.9%	1, 2号炉取水口	7.0m	10.18m	145.4%	港内中央	13.6m	9.47m	69.6%	波源K 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	10.84m	135.5%	1, 2号炉取水口	7.0m	10.61m	151.6%	港内中央	13.6m	9.55m	70.2%	波源L 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	9.41m	117.6%	1, 2号炉取水口	7.0m	9.98m	142.6%	港内中央	13.6m	8.15m	59.9%	【女川、島根】基準津波の相違
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%																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
基準津波	地点	(1)水深	(2)津波高さ	(2)/(1)																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源A 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	7.70m	97.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	8.00m	115.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	7.82m	57.5%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源B 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	10.45m	130.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	9.15m	130.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	8.70m	64.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源B 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	12.85m	160.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	11.20m	160.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	9.35m	68.8%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源C 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	9.23m	115.4%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	9.45m	135.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	8.73m	64.2%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源D 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	9.53m	119.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	8.76m	125.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	7.95m	58.5%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源D 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.36m	142.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	11.38m	162.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	9.83m	72.3%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源D 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	10.75m	134.4%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	10.64m	152.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	9.47m	69.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源D 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.60m	145.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	10.80m	154.3%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	8.58m	63.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源E 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	13.00m	162.5%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	12.28m	175.4%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	10.28m	75.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源E 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.94m	149.3%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	11.42m	163.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	10.08m	74.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
基準津波	地点	(1)水深	(2)津波高さ	(2)/(1)																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源F 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	13.11m	163.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	12.34m	176.3%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	10.30m	75.7%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源F 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	12.94m	161.8%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	11.27m	161.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	8.84m	65.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源G 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	10.71m	133.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	11.96m	170.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	10.45m	76.8%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源H 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	12.61m	157.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	11.39m	162.7%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	9.23m	67.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源I 防波堤損傷なし	3号炉取水口	8.0m	8.88m	111.0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	8.34m	119.1%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	7.43m	54.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源J 北及び南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	11.67m	145.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	10.18m	145.4%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	9.47m	69.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源K 南防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	10.84m	135.5%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	10.61m	151.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	9.55m	70.2%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
波源L 北防波堤損傷	3号炉取水口	8.0m	9.41m	117.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1, 2号炉取水口	7.0m	9.98m	142.6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	港内中央	13.6m	8.15m	59.9%																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

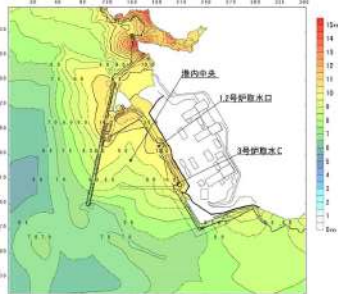
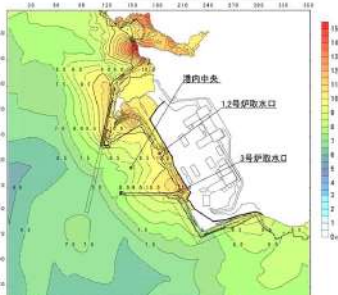
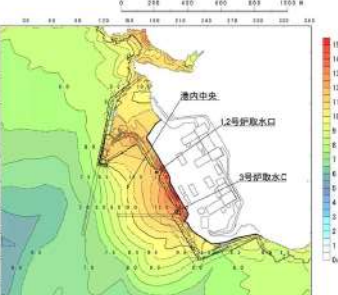
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>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)</p> <p>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)</p>	<p>第11図(1) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源A, 防波堤損傷なし))</p> <p>第11図(2) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源B, 防波堤損傷なし))</p> <p>第11図(3) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源B, 北防波堤損傷))</p>	<p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p>

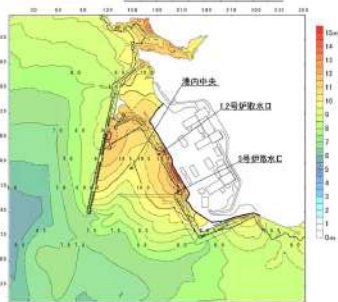
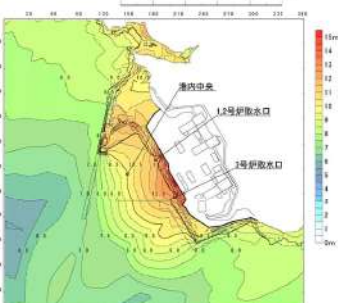
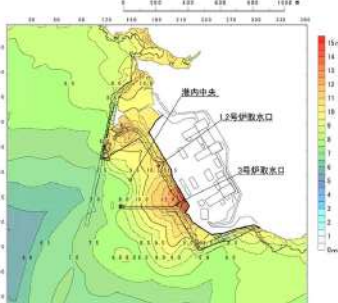
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>第11図(4) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源C, 防波堤損傷なし))</p>	【女川, 島根】基準津波の相違
		 <p>第11図(5) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源D, 防波堤損傷なし))</p>	【女川, 島根】基準津波の相違
		 <p>第11図(6) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源D, 北及び南防波堤損傷))</p>	【女川, 島根】基準津波の相違

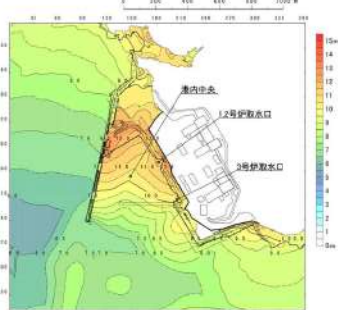
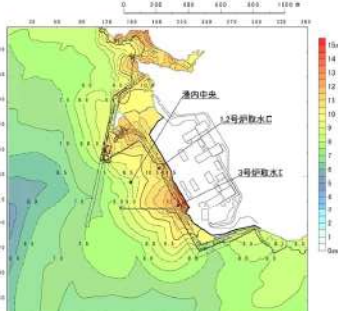
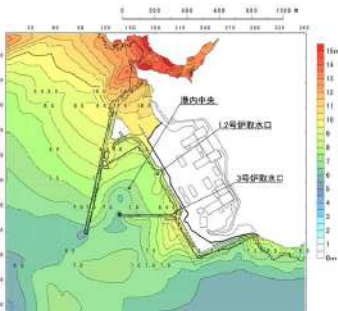
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>第11図(7) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源D, 南防波堤損傷))</p>  <p>第11図(8) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源D, 北防波堤損傷))</p>  <p>第11図(9) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源E, 北及び南防波堤損傷))</p>	<p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p>

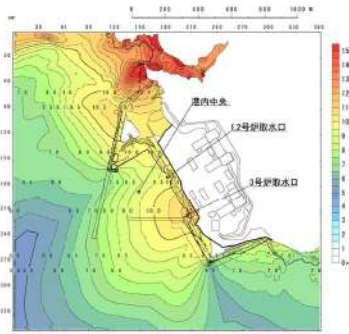
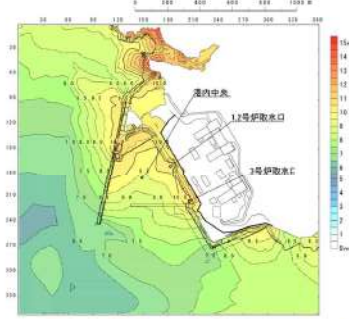
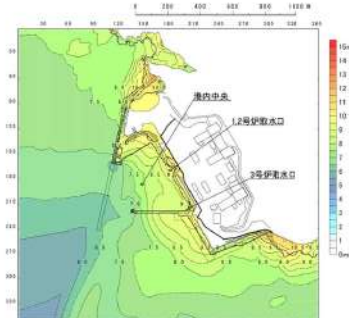
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>第11図(10) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波 (波源E, 南防波堤損傷))</p>  <p>第11図(11) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波 (波源F, 北及び南防波堤損傷))</p>  <p>第11図(12) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波 (波源F, 北防波堤損傷))</p>	<p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>第11図(13) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源G, 南防波堤損傷))</p>  <p>第11図(14) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源H, 北防波堤損傷))</p>  <p>第11図(15) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源I, 防波堤損傷なし))</p>	<p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p>

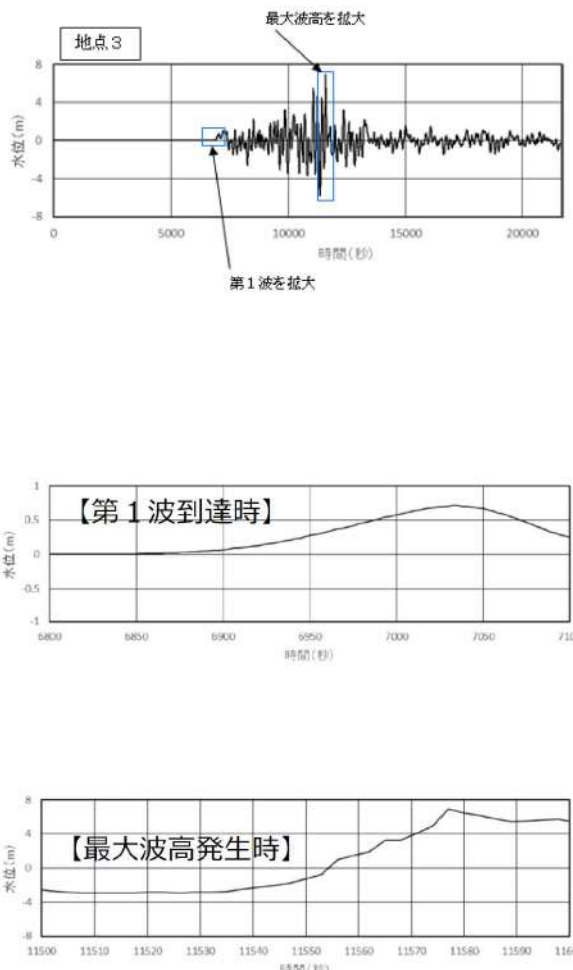
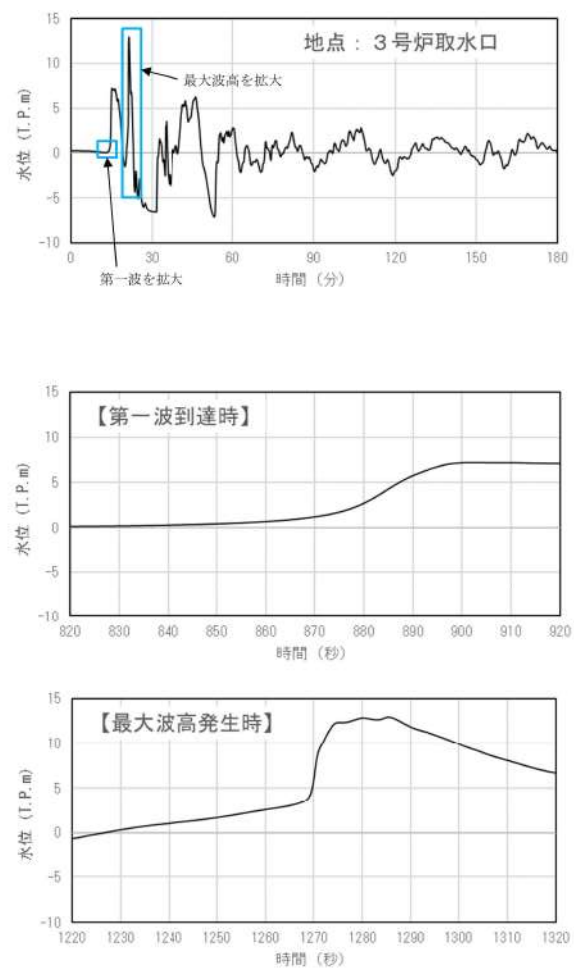
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>第11図(16) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源J, 北及び南防波堤損傷))</p>  <p>第11図(17) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源K, 南防波堤損傷))</p>  <p>第11図(18) 基準津波による最大水位上昇量分布 (基準津波(波源L, 北防波堤損傷))</p>	<p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p> <p>【女川, 島根】基準津波の相違</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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。</p> <p>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よそ1/100となっている。</p> <p>図4 女川原子力発電所 周辺海底地形図</p> <p>図5 海底地形図 (A-B 縦断)</p> <p>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</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>第10図 海底地形断面図</p>	<p>条件②について検討した結果を第12図及び第13図に示す。</p> <p>また、平面二次元津波シミュレーションの結果より、最大水位変動量は15.68m (波源F, 北防波堤損傷) であり、朔望平均満潮位 (T.P. 0.26m)、潮位のばらつき (0.14m) 及び泊発電所と岩内港の潮位差0.01mを考慮した津波高さ T.P. 16.1m (≒16.09m) に高潮ハザードの裕度 (0.62m) を考慮しても、防潮堤の天端高さは T.P. 19.0m であるため津波は越流しない。</p> <p>発電所前面の海底地形として、沖合6,000mから施設近傍までの平均勾配 (A-A断面) が約1/80 (>1/100) となった。</p> <p>第12図 海底地形断面図 (A-A断面)</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】基準津波の相違</p> <p>【女川、島根】津波防護施設の相違</p> <p>【女川、島根】検討結果の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所立地及び基準津波の相違により、ソリトン分裂波有無(条件②：海底勾配1/100程度以下)の検討結果が異なる。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>地点3</p> <p>最大波高を拡大</p> <p>第1波を拡大</p> <p>【第1波到達時】</p> <p>【最大波高発生時】</p> <p>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)</p>	 <p>地点：3号炉取水口</p> <p>最大波高を拡大</p> <p>第一波を拡大</p> <p>【第一波到達時】</p> <p>【最大波高発生時】</p> <p>第13図 津波高さの時刻歴波形図 (基準津波(波源F、北防波堤損傷))</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】基準津波の相違</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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>比較のため、図4及び5と記載順序を入れ替え</p>	<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>「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、断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験を追加実施する。</p> <p>(2) 断面二次元津波シミュレーションによる検討 後述の4.(2)に示すように、断面二次元津波シミュレーションにより、基準津波についてソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。</p> <p>(3) 水理模型実験による検討 後述の4.(3)に示すように、水理模型実験により、地形特性、構造物特性及び津波特性による不確かさを考慮した津波についてソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。</p>	<p>【女川】検討結果の相違 ・発電所立地及び基準津波の相違により、ソリトン分裂波有無の検討結果が異なる。</p> <p>【女川、島根】記載方針の相違 ・泊では、3章にてソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認したうえで、4章で防潮堤に対する津波波圧の評価を、5章で貯留堰に対する津波波圧の評価を記載する。</p>
<p>比較のため、「(2) 検討の概要」は記載箇所を変更</p>			

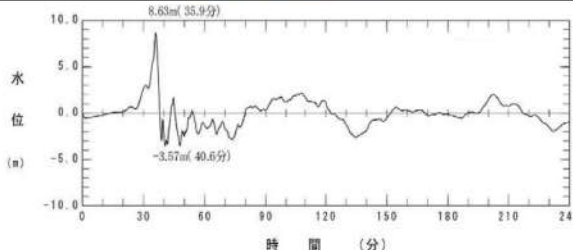
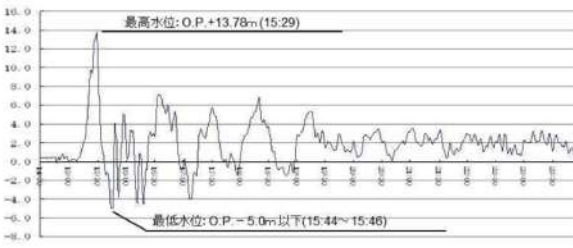
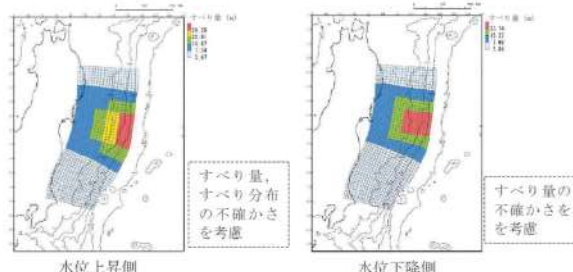
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																
<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>(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</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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）における津波高さとして流速を第4表に示す。</p> <p>第4表 基準津波（水位上昇側）における津波高さとして流速</p> <table border="1" data-bbox="689 845 1249 1021"> <thead> <tr> <th rowspan="2">基準津波</th> <th rowspan="2">津波波源</th> <th colspan="2">地形変化</th> <th colspan="2">津波高さ</th> <th colspan="2">流速</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>防波堤</th> <th>最高水位 (EL. m)</th> <th>発生位置</th> <th>最大流速 (m/s)</th> <th>発生位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="2">日本海東縁部</td> <td>有</td> <td>10.7</td> <td>3号炉北側</td> <td>9.0</td> <td>3号炉北側</td> <td>3号炉の検討で選定</td> </tr> <tr> <td>無</td> <td>11.9</td> <td>1、2号炉北側</td> <td>9.8</td> <td>1、2号炉北側</td> <td>1、2号炉の検討で選定</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>有</td> <td>9.0</td> <td>3号炉東側</td> <td>5.7</td> <td>1、2号炉北側</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>無</td> <td>11.5</td> <td>1、2号炉北側</td> <td>6.2</td> <td>1、2号炉北側</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	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号炉北側	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	2		有	9.0	3号炉東側	5.7	1、2号炉北側		5		無	11.5	1、2号炉北側	6.2	1、2号炉北側		<p>4. 防潮堤に対する津波波圧の評価</p> <p>(1) 基準津波の特性の確認</p> <p>泊発電所の基準津波は日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と陸上地滑り（川白）の組合せによる津波であり、策定位置は沖合約5kmとなっている。基準津波の第1波は押し波成分であり、第2波は第1波の岩内側からの反射の影響を受ける。断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験により津波波圧の検討を行うに当たり、基準津波の特性の確認を行った。</p> <p>断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験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を指標とした。</p> <p>基準津波を対象とし、防潮堤前面位置の結果について整理した。整理結果より、基準津波（波源F、北防波堤損傷）で防潮堤前面位置の水位上昇量が最大となることから、基準津波（波源F、北防波堤損傷）を選定した。基準津波における津波高さを第4表に示す。</p> <p>第4表 基準津波における津波高さ</p> <table border="1" data-bbox="1310 821 1825 1396"> <thead> <tr> <th>基準津波</th> <th>地形モデル (防波堤の損傷状態)</th> <th>防潮堤前面 (上昇側) 水位上昇量 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>波源A</td> <td>防波堤損傷なし</td> <td>13.44</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">波源B</td> <td>防波堤損傷なし</td> <td>11.95</td> </tr> <tr> <td>北防波堤損傷</td> <td>15.58</td> </tr> <tr> <td>波源C</td> <td>防波堤損傷なし</td> <td>10.65</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">波源D</td> <td>防波堤損傷なし</td> <td>10.52</td> </tr> <tr> <td>北及び南防波堤損傷</td> <td>12.58</td> </tr> <tr> <td>南防波堤損傷</td> <td>11.55</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">波源E</td> <td>北防波堤損傷</td> <td>12.53</td> </tr> <tr> <td>北及び南防波堤損傷</td> <td>15.65</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">波源F</td> <td>南防波堤損傷</td> <td>14.98</td> </tr> <tr> <td>北及び南防波堤損傷</td> <td>15.54</td> </tr> <tr> <td>波源G</td> <td>北防波堤損傷</td> <td>15.68</td> </tr> <tr> <td>波源H</td> <td>南防波堤損傷</td> <td>12.99</td> </tr> <tr> <td>波源I</td> <td>北防波堤損傷</td> <td>15.05</td> </tr> <tr> <td>波源J</td> <td>防波堤損傷なし</td> <td>10.37</td> </tr> <tr> <td>波源K</td> <td>北及び南防波堤損傷</td> <td>12.80</td> </tr> <tr> <td>波源L</td> <td>南防波堤損傷</td> <td>11.35</td> </tr> <tr> <td></td> <td>北防波堤損傷</td> <td>11.89</td> </tr> </tbody> </table>	基準津波	地形モデル (防波堤の損傷状態)	防潮堤前面 (上昇側) 水位上昇量 (m)	波源A	防波堤損傷なし	13.44	波源B	防波堤損傷なし	11.95	北防波堤損傷	15.58	波源C	防波堤損傷なし	10.65	波源D	防波堤損傷なし	10.52	北及び南防波堤損傷	12.58	南防波堤損傷	11.55	波源E	北防波堤損傷	12.53	北及び南防波堤損傷	15.65	波源F	南防波堤損傷	14.98	北及び南防波堤損傷	15.54	波源G	北防波堤損傷	15.68	波源H	南防波堤損傷	12.99	波源I	北防波堤損傷	15.05	波源J	防波堤損傷なし	10.37	波源K	北及び南防波堤損傷	12.80	波源L	南防波堤損傷	11.35		北防波堤損傷	11.89	<p>【女川】設計方針の相違 ・発電所立地の相違により、女川では、東北地方太平洋沖地震による津波の特性も確認している。</p> <p>【女川、島根】基準津波の相違 【島根】記載方針の相違 ・泊では、本箇所にてまず津波の特性を確認している（女川と同様）。 ・なお、泊では、4.(3)a項において、サイト特性による不確かさを含めた実験条件を設定している。</p> <p>【島根】設計方針の相違 ・津波力は津波高さによる影響が大きく、実際「1.津波荷重の算定式」に示すいずれの算定式にも最大流速は使用されないことを踏まえ、泊では、津波高さを指標に津波を選定する。</p> <p>【島根】基準津波の相違</p>
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号炉北側	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																																																																																												
2		有	9.0	3号炉東側	5.7	1、2号炉北側																																																																																													
5		無	11.5	1、2号炉北側	6.2	1、2号炉北側																																																																																													
基準津波	地形モデル (防波堤の損傷状態)	防潮堤前面 (上昇側) 水位上昇量 (m)																																																																																																	
波源A	防波堤損傷なし	13.44																																																																																																	
波源B	防波堤損傷なし	11.95																																																																																																	
	北防波堤損傷	15.58																																																																																																	
波源C	防波堤損傷なし	10.65																																																																																																	
波源D	防波堤損傷なし	10.52																																																																																																	
	北及び南防波堤損傷	12.58																																																																																																	
	南防波堤損傷	11.55																																																																																																	
波源E	北防波堤損傷	12.53																																																																																																	
	北及び南防波堤損傷	15.65																																																																																																	
波源F	南防波堤損傷	14.98																																																																																																	
	北及び南防波堤損傷	15.54																																																																																																	
波源G	北防波堤損傷	15.68																																																																																																	
波源H	南防波堤損傷	12.99																																																																																																	
波源I	北防波堤損傷	15.05																																																																																																	
波源J	防波堤損傷なし	10.37																																																																																																	
波源K	北及び南防波堤損傷	12.80																																																																																																	
波源L	南防波堤損傷	11.35																																																																																																	
	北防波堤損傷	11.89																																																																																																	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																														
<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>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>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津波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(1.5m津波)を設定した。</p> <p>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、防波壁がな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。</p> <p>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</p> <p>不確かさの考慮内容一覧表(3号炉)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>項目</th> <th>サイト特性</th> <th>不確かさの考慮内容</th> <th>比較する検討ケース</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">地形</td> <td rowspan="2">周辺地形</td> <td>防波堤の有無</td> <td>防波堤周辺の地形変化の不確かさ考慮 →基準津波1(防波堤有)及び基準津波1(防波堤無)</td> <td>①、②</td> </tr> <tr> <td>裾槽(津波高さ)</td> <td>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)</td> <td>①、③</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">津波</td> <td rowspan="2">波形</td> <td>短周期</td> <td>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(防波堤無)の半周期</td> <td>③、④</td> </tr> <tr> <td>長周期</td> <td>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(防波堤無)の半周期</td> <td>③、④</td> </tr> </tbody> </table> <p>検討ケース一覧表(3号炉)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>津波</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>敷地傾斜</th> <th>防波型</th> <th>水理模型実験</th> <th>断面二次元津波シミュレーション</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td rowspan="2">波圧検討用津波(1.5m津波)</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤</td> <td rowspan="2">波圧検討用津波(1.5m津波)</td> <td rowspan="2">基準津波1の半周期</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>不確かさの考慮内容一覧表(1, 2号炉)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>項目</th> <th>サイト特性</th> <th>不確かさの考慮内容</th> <th>比較する検討ケース</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">地形</td> <td rowspan="2">周辺地形</td> <td>防波堤の有無</td> <td>1, 2号炉前面に位置する防波堤は敷地形状の凹凸により影響を受けるため、敷地形状の不確かさは考慮しない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>裾槽(津波高さ)</td> <td>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)</td> <td>①、④</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">津波</td> <td rowspan="2">波形</td> <td>短周期</td> <td>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(防波堤無)の半周期</td> <td>④、⑤</td> </tr> <tr> <td>長周期</td> <td>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(防波堤無)の半周期</td> <td>④、⑤</td> </tr> </tbody> </table> <p>検討ケース一覧表(1, 2号炉)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>津波高さ</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>敷地傾斜</th> <th>防波型</th> <th>水理模型実験</th> <th>断面二次元津波シミュレーション</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td rowspan="2">波圧検討用津波(1.5m津波)</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤</td> <td rowspan="2">波圧検討用津波(1.5m津波)</td> <td rowspan="2">基準津波1の半周期</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	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化の不確かさ考慮 →基準津波1(防波堤有)及び基準津波1(防波堤無)	①、②	裾槽(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	津波	波形	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(防波堤無)の半周期	③、④	長周期	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(防波堤無)の半周期	③、④	検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地傾斜	防波型	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	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	波圧検討用津波(1.5m津波)	基準津波1の半周期	有	無	無	○	—	ケース⑥	有	有	有	○	—	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敷地形状の凹凸により影響を受けるため、敷地形状の不確かさは考慮しない	—	裾槽(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、④	津波	波形	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(防波堤無)の半周期	④、⑤	長周期	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(防波堤無)の半周期	④、⑤	検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	敷地傾斜	防波型	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	基準津波1	有	有	有	○	○	ケース②	有	有	有	○	○	ケース③	波圧検討用津波(1.5m津波)	基準津波1	有	有	無	○	—	ケース④	有	有	無	○	—	ケース⑤	波圧検討用津波(1.5m津波)	基準津波1の半周期	有	有	有	○	—	ケース⑥	有	有	有	○	—	<p>a. 第1波と後続波の関係</p> <p>基準津波(波源F、北防波堤損傷)の3号炉取水口、1, 2号炉取水口及び防潮堤前面における水位時刻歴波形を第14図に示す。</p> <p>地震発生から約14分後、地震に伴う津波の第1波が発電所港湾に襲った後、押し波が3分程度継続し、その後、引き波に転じる。地震発生から約18分30秒後、岩内側で反射された津波及び陸上地すべり(川白)による津波の第2波が発電所港湾に襲し、押し波が1分30秒程度継続した後、引き波に転じる。</p> <p>基準津波(波源F、北防波堤損傷)における防潮堤前面の最大水位変動量15.68mは第2波(地震発生から約21分30秒後)で確認され、このとき、最大水位はT.P.15.94m(=最大水位変動量15.68m+朔望平均満潮位T.P.0.26m)となることから、防潮堤に作用する津波波圧は、第2波のときに最大となることが想定される。</p> <p>第14図 基準津波(波源F、北防波堤損傷)の時刻歴波形</p>	<p>【女川、島根】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、基準津波の複雑な伝播状況を説明するため、時刻歴波形図にて水位の変動状況を説明する。 <p>【女川、島根】基準津波の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象とする津波及び津波特性の相違。 島根は水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションのための波圧検討用津波を設定している。
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化の不確かさ考慮 →基準津波1(防波堤有)及び基準津波1(防波堤無)	①、②																																																																																																																																													
		裾槽(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																																																																																																																																													
津波	波形	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(防波堤無)の半周期	③、④																																																																																																																																													
		長周期	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(防波堤無)の半周期	③、④																																																																																																																																													
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地傾斜	防波型	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	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	波圧検討用津波(1.5m津波)	基準津波1の半周期	有	無	無	○	—																																																																																																																																										
ケース⑥			有	有	有	○	—																																																																																																																																										
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敷地形状の凹凸により影響を受けるため、敷地形状の不確かさは考慮しない	—																																																																																																																																													
		裾槽(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、④																																																																																																																																													
津波	波形	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(防波堤無)の半周期	④、⑤																																																																																																																																													
		長周期	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(防波堤無)の半周期	④、⑤																																																																																																																																													
検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	敷地傾斜	防波型	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	基準津波1	有	有	有	○	○																																																																																																																																										
ケース②			有	有	有	○	○																																																																																																																																										
ケース③	波圧検討用津波(1.5m津波)	基準津波1	有	有	無	○	—																																																																																																																																										
ケース④			有	有	無	○	—																																																																																																																																										
ケース⑤	波圧検討用津波(1.5m津波)	基準津波1の半周期	有	有	有	○	—																																																																																																																																										
ケース⑥			有	有	有	○	—																																																																																																																																										

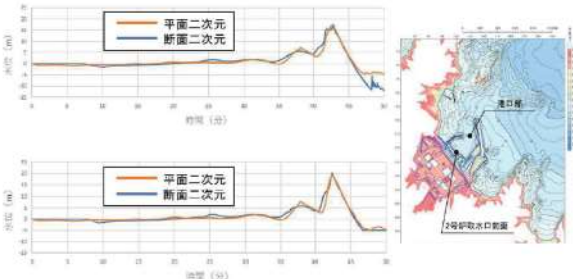
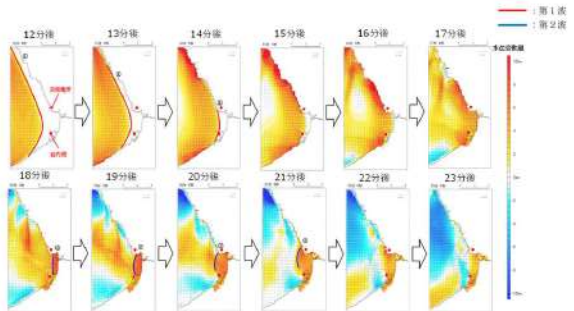
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>女川原子力発電所2号炉</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>図9 基準津波（東北地方太平洋沖型の地震）</p>	<p>島根原子力発電所2号炉</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1.2図及び第1.3図に示す。</p>	<p>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象とする津波及び津波特性の相違。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>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</p>	<p>第 1 2 図 (1) 入射津波の造波波形図（防波堤有）</p>	<p>第 1 2 図 (2) 入射津波の造波波形図（防波堤有）拡大図</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象とする津波及び津波特性の相違。
<p>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</p>	<p>第 1 3 図 (1) 入射津波の造波波形図（防波堤無）</p>	<p>第 1 3 図 (2) 入射津波の造波波形図（防波堤無）拡大図</p>	
<p>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）</p>	<p>第 1 3 図 (1) 入射津波の造波波形図（防波堤有）</p>	<p>第 1 3 図 (2) 入射津波の造波波形図（防波堤有）拡大図</p>	
<p>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）</p>	<p>図 14 震源位置と津波水位の関係</p>		

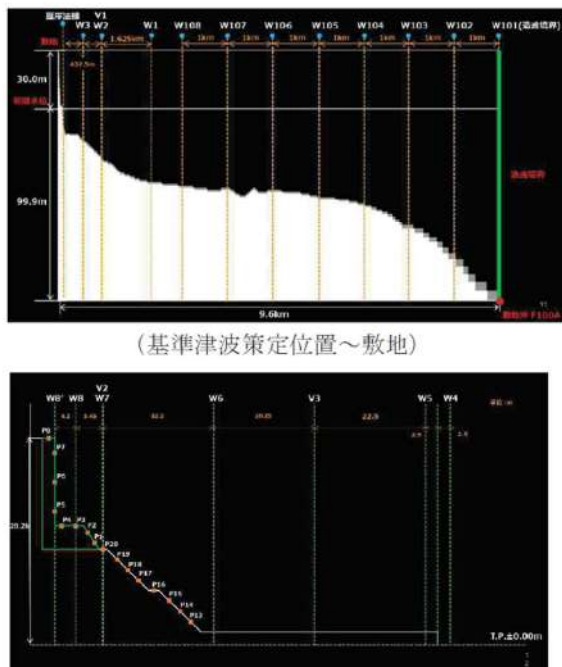
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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投入して検討した結果、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>  <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>b. 周辺地形の影響</p> <p>基準津波（波源F、北防波堤損傷）の平面二次元津波シミュレーションによる伝播状況を第15図に示す。</p> <p>第15図に示す通り、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が、第2波は岩内側からの反射の影響を大きく受けることを確認した。</p>  <p>第15図 平面二次元津波シミュレーションによる基準津波の伝播状況（基準津波（波源F、北防波堤損傷））</p>	<p>相違理由</p> <p>【島根】記載方針の相違</p> <p>【女川】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川は敷地周辺が複雑に入り組んだ湾構造になっていることから平面二次元解析と断面二次元解析の波形比較を行っている。泊は平面二次元解析による基準津波の伝播状況と時刻歴波形から周辺地形の影響を確認している。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>c. まとめ</p> <p><u>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。</u></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、<u>数値流体解析（断面二次元津波シミュレーション解析）</u>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>比較のため、「(3) 水理模型実験による検討」は記載箇所を変更</p>	<p>c. まとめ</p> <p><u>泊発電所の基準津波を対象とし、ソリトン分裂波及び砕波の発生及び津波波圧への影響要因である津波高さを指標として整理した結果、防潮堤前面の水位上昇量は基準津波（波源F、北防波堤損傷）で最大となったため、基準津波（波源F、北防波堤損傷）の特性を確認した。</u></p> <p><u>基準津波（波源F、北防波堤損傷）において、第1波は周辺地形の影響をほとんど受けずに直線的に到達するが、第2波は岩内側からの反射の影響を大きく受けることを確認した。また、防潮堤に作用するのは第2波のみであることから、第2波の影響が支配的になる（防潮堤に作用する津波波圧が最大となる）ことを確認した。</u></p> <p>以上を踏まえて、<u>基準津波（波源F、北防波堤損傷）の第2波を検討対象として防潮堤に作用する津波波圧の検討を行うこととする。</u></p> <p><u>また、断面二次元津波シミュレーションによる検討と併せて、波形特性（周期、波高）や地形特性（敷地形状、防潮堤位置）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。</u></p>	<p>相違理由</p> <p>【島根】記載方針の相違</p> <p>【女川】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波の特性の相違。 ・泊では津波波圧検討において対象とする第2波が反射・回折の影響を受けるため、模擬津波を用いることとしている。

第5条 津波による損傷の防止


女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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>(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>(4) 断面二次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>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。</p>	<p>(2) 断面二次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>a. 解析条件</p> <p>泊発電所の地形特性（海底勾配、敷地形状）を再現した上で、基準津波を対象とした断面二次元津波シミュレーションにより、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>基準津波（波源F、北防波堤損傷）の特性を踏まえると、防潮堤に作用する波圧は第2波による影響が支配的と考えられるものの、断面二次元津波シミュレーションにおいて基準津波の第2波のみを沖合から入射させても泊発電所位置で第2波に対応する時刻歴波形を再現することができない。そのため、断面二次元津波シミュレーションでは、防潮堤前面で最大水位 T.P. 15.94m（＝最大水位変動量 15.68m＋朔望平均満潮位 T.P. 0.26m）が得られるように模擬波形を作成した。また、ソリトン分裂波及び砕波は周期が短いほど発生しやすいことから、模擬津波の半周期は、基準津波（波源F、北防波堤損傷）における3号炉取水口及び1、2号炉取水口位置の第2波に半周期のうち、最も短い1、2号炉取水口位置の半周期（約142秒）を保守的に140秒と設定した。</p> <p>第2波は岩内側からの反射波等が重なった波であり、反射波が岸側から沖合に伝播する過程で海底勾配は負となることから、ソリトン分裂波は発生しないと考えられるが、ここでは保守的な検討を行う。</p> <p>第2波の模擬津波の設定方法及び時刻歴波形を図16に示す。</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析条件の相違。 <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波の特性の相違。 ・泊では津波波圧検討において対象とする第2波が反射・回折の影響を受けるため、模擬津波を用いることとしている。

第5条 津波による損傷の防止

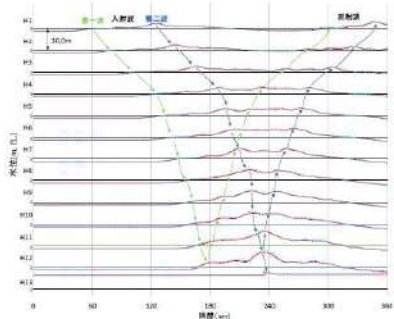
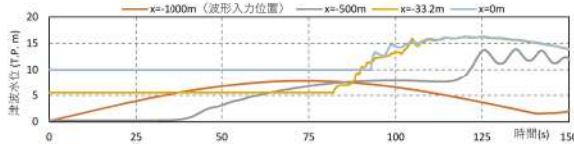
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(3号炉取水口)</p> <p>(1, 2号炉取水口)</p> <p>(防潮堤前面)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>・第2波を正弦波（押し波のみ）でモデル化</p> <p>・入力する正弦波の高さは、実行計算により防潮堤前面で最大水位 T.P.15.94m（＝最大水位変動量 15.68m＋潮位平均満潮位 T.P.0.26m）を得られるよう設定</p> <p>・入力する正弦波の半周期は、基準津波（波源F、北防波堤根根）の3号炉取水口及び1, 2号炉取水口位置の第2波の半周期のうち、最も短い半周期を保守的に設定</p> </div> <p>第16図(1) 第2波の模擬津波の設定方法</p> <p>第16図(2) 第2波の模擬津波の時刻歴波形</p> <p>断面二次元津波シミュレーションにおける解析モデルを第17図に示す。第2波の模擬津波は沖合からの進行波を再現するものではなく、第1波の岩内側からの反射波を再現するものであり、防潮堤前面位置における津波の遡上を対象とするため、解析領域は、「4. (3) 水理模型実験による検討」で後述する水理模型実験の実験検証範囲である沖合 0.6km を包括する沖合 1.0km 地点から発電所敷地までの区間をモデル化し、第2波の模擬津波は沖合 1.0km 地点に入力した。</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波の特性の相違。 ・泊では津波波圧検討において対象とする第2波が反射・回折の影響を受けるため、模擬津波を用いることとしている。

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p data-bbox="1288 319 1848 375">第17図 断面二次元津波シミュレーションにおける解析モデル (沖合1.0km地点～敷地)</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																										
	<p>(a) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース①】</p> <p>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)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>・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。</p> <p>解析条件を第19表に、時刻歴波形を第35図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第19表 解析条件(ケース①)</p> <table border="1" data-bbox="784 790 1064 957"> <thead> <tr> <th>標記 ケース</th> <th>津波</th> <th>堤防 (堤脚)</th> <th>防波壁</th> <th>消波 構造物</th> <th>防波網</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td>標準津波1</td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td></td> <td>基準津波1</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td>冠圧 標的形津波 (1.5m津波)</td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤</td> <td></td> <td>標準津波1 ①半周期</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(注) 波線は設計用ケース</p> <p style="text-align: right;">— 赤線: 解析結果 — 青線: 設計結果</p>  <p style="text-align: center;">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)</p>	標記 ケース	津波	堤防 (堤脚)	防波壁	消波 構造物	防波網	ケース①	標準津波1		有	有	有	ケース②		基準津波1	無	有	有	ケース③			有	有	有	ケース④	冠圧 標的形津波 (1.5m津波)		有	有	無	ケース⑤		標準津波1 ①半周期	有	無	無	ケース⑥			有	有	有	<p>b. ソリトン分裂波及び砕波の確認</p> <p>第18図に断面二次元津波シミュレーションにおける第2波の模擬津波の時刻歴波形(x=-1000m, -500m, -33.2m, 0m地点)を示す。第18図より、発電所沖合から防潮堤前面にかけてソリトン分裂波及び砕波が発生しないことを以下の通り確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電所沖合から防潮堤の近傍において、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(x=-1000m, -500m, -33.2m地点)。 防潮堤前面のx=0m地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。 <p>※1: 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より、X=-500m地点、125~150sにおいて短周期の水位変動が認められるが、当該部は防潮堤側の反射波による影響によるものである。</p>  <p style="text-align: center;">第18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(第2波模擬津波)</p>	<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析条件、解析結果の相違。 <p>【島根】解析条件の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の確認ケース数の相違。島根では4ケース(ケース①, ③, ⑦, ⑧), 泊では1ケース。
標記 ケース	津波	堤防 (堤脚)	防波壁	消波 構造物	防波網																																								
ケース①	標準津波1		有	有	有																																								
ケース②		基準津波1	無	有	有																																								
ケース③			有	有	有																																								
ケース④	冠圧 標的形津波 (1.5m津波)		有	有	無																																								
ケース⑤		標準津波1 ①半周期	有	無	無																																								
ケース⑥			有	有	有																																								

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																										
	<p>(b) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース③】</p> <p>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）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>解析条件を第20表に、時刻歴波形を第36図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第20表 解析条件（ケース③）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>案件</th> <th>津波</th> <th>地形</th> <th>防波壁</th> <th>機器</th> <th>防波壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td>基準津波1</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>無</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td>基準津波1</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td>浪江</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤</td> <td>種別津波</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td>基準津波1 の半高波</td> <td></td> <td></td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">※建造設計図ケース</p> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> <p>— 赤線: 実験結果</p> <p>- - - 青線: 解析結果</p> </div> <p style="text-align: center;">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）</p>	案件	津波	地形	防波壁	機器	防波壁	ケース①	基準津波1			有	有	ケース②				無	有	ケース③	基準津波1			有	有	ケース④	浪江			有	有	ケース⑤	種別津波			有	有	ケース⑥	基準津波1 の半高波			有	有		<p>【島根】解析条件の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソリトン分裂波及び砕波の確認ケース数の相違。島根では4ケース（ケース①，③，⑦，⑧），泊では1ケース。
案件	津波	地形	防波壁	機器	防波壁																																								
ケース①	基準津波1			有	有																																								
ケース②				無	有																																								
ケース③	基準津波1			有	有																																								
ケース④	浪江			有	有																																								
ケース⑤	種別津波			有	有																																								
ケース⑥	基準津波1 の半高波			有	有																																								

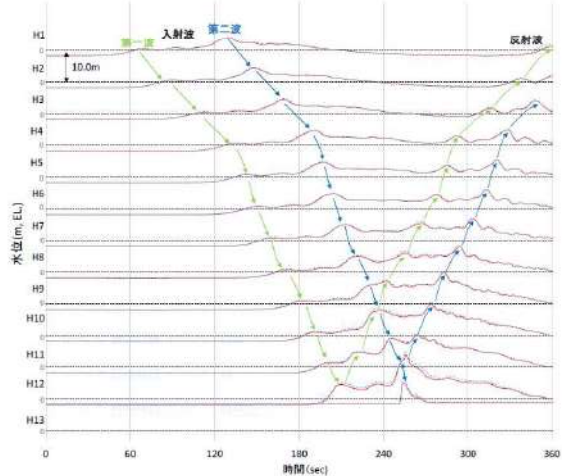
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(c) 波形の水面勾配 3号炉の防波壁を対象として、ケース①(基準津波1(防波壁有))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> <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> <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> <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> <p>第3.7図 最大水面勾配確認結果(3号炉)</p>	<p>c. 波形の水面勾配 第2波模擬津波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。第19図に護岸における水面勾配を示す。</p> <p>断面二次元津波シミュレーションにおいて、入力した波形が護岸に到達した時刻に着目し、水面勾配を確認した結果、護岸における水面勾配は4°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> <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> <p>以上より、防潮堤前面ではソリトン分裂波及び砕波は発生しない。</p> <p>第19図 護岸における水面勾配(第2波模擬津波)</p>	<p>【島根】設計方針の相違 ・解析条件の相違。</p> <p>【島根】設計方針の相違 ・水面勾配確認方法の相違。 ・泊では入力した波形が護岸に到達した時刻の水位分布を確認することで水面勾配を確認している。</p> <p>【島根】解析結果の相違</p>

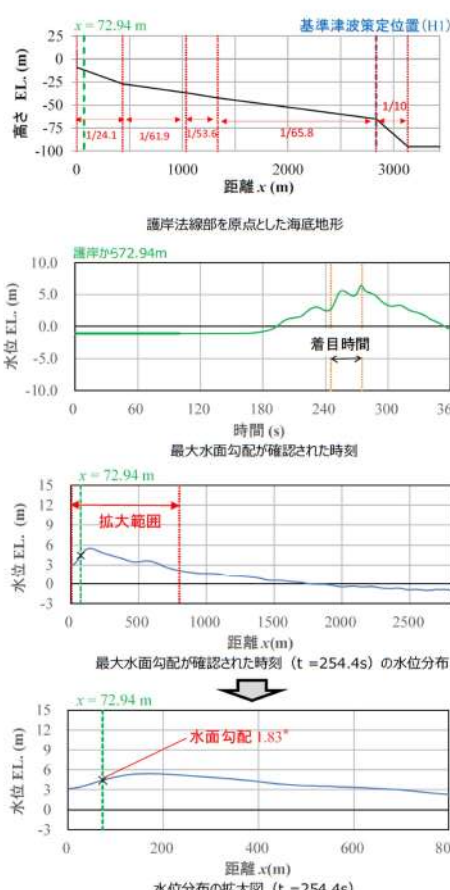
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																												
	<p>(d) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑦】</p> <p>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）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>解析条件を第21表に、時刻歴波形を第38図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第21表 解析条件（ケース⑦）</p> <table border="1" data-bbox="846 531 1108 683"> <thead> <tr> <th>解析ケース</th> <th>津波</th> <th>消波</th> <th>防波壁</th> <th>検出</th> <th>防波壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td>基準津波1</td> <td></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td rowspan="3">冠江 横射津波 (1.5m津波)</td> <td>基準津波1</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td>基準津波1 の半周期</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">※消波設計用ケース</p> <p style="text-align: center;">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）</p>	解析ケース	津波	消波	防波壁	検出	防波壁	ケース①	基準津波1		無	有	有	ケース②	冠江 横射津波 (1.5m津波)	基準津波1	無	有	有	ケース③		無	有	無	ケース④	基準津波1 の半周期	無	無	無		<p>【島根】解析条件の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソリトン分裂波及び砕波の確認ケース数の相違。島根では4ケース（ケース①，③，⑦，⑧），泊では1ケース。
解析ケース	津波	消波	防波壁	検出	防波壁																										
ケース①	基準津波1		無	有	有																										
ケース②	冠江 横射津波 (1.5m津波)	基準津波1	無	有	有																										
ケース③			無	有	無																										
ケース④		基準津波1 の半周期	無	無	無																										

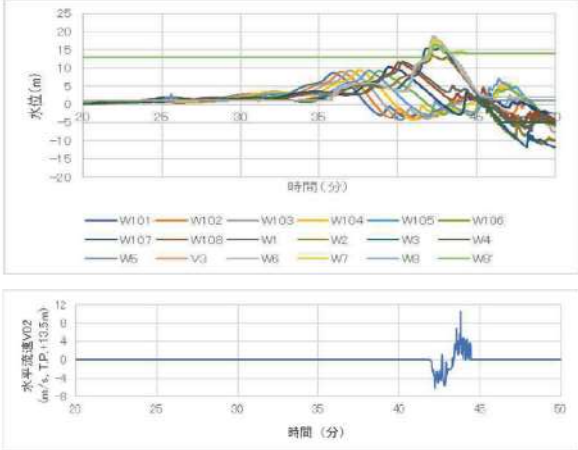
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																														
	<p>(e) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑧】</p> <p>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）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>解析条件を第2表に、時刻歴波形を第3図に示す。</p> <p>第2表 解析条件（ケース⑧）</p> <table border="1" data-bbox="840 526 1108 678"> <thead> <tr> <th>母群 ケース</th> <th>津波</th> <th>地形 (図解)</th> <th>防波壁 形状</th> <th>基礎 条件</th> <th>防波壁 形状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース②</td> <td>基準津波1</td> <td></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース⑧</td> <td>基準津波1</td> <td></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td>浪庄 検討用津波 (1.5m津波)</td> <td></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td></td> <td>基準津波1 ①半周波</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">※基礎条件は同一</p> <p style="text-align: right;">— 実線: 実験結果 --- 波線: 解析結果</p>  <p>第3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）</p>	母群 ケース	津波	地形 (図解)	防波壁 形状	基礎 条件	防波壁 形状	ケース②	基準津波1		無	有	有	ケース⑧	基準津波1		無	有	有	ケース③	浪庄 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	無	ケース④		基準津波1 ①半周波	無	有	有		<p>【島根】解析条件の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソリトン分裂波及び砕波の確認ケース数の相違。島根では4ケース（ケース①，③，⑦，⑧），泊では1ケース。
母群 ケース	津波	地形 (図解)	防波壁 形状	基礎 条件	防波壁 形状																												
ケース②	基準津波1		無	有	有																												
ケース⑧	基準津波1		無	有	有																												
ケース③	浪庄 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	無																												
ケース④		基準津波1 ①半周波	無	有	有																												

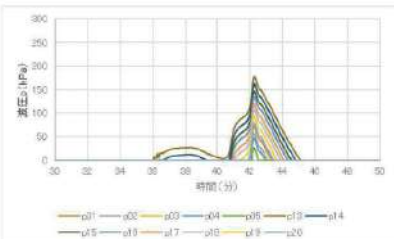
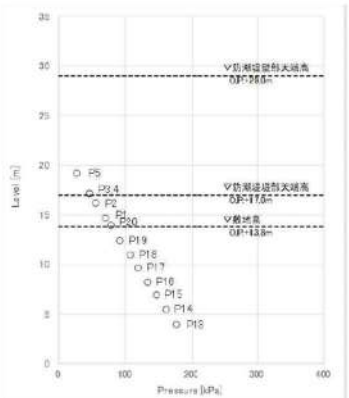
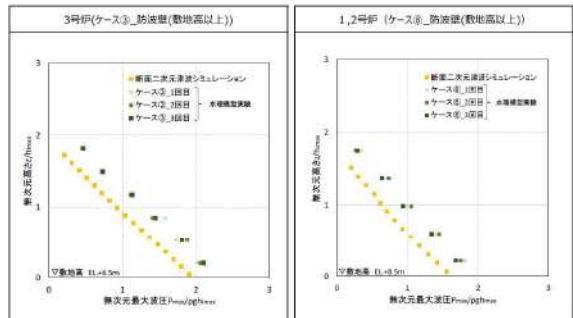
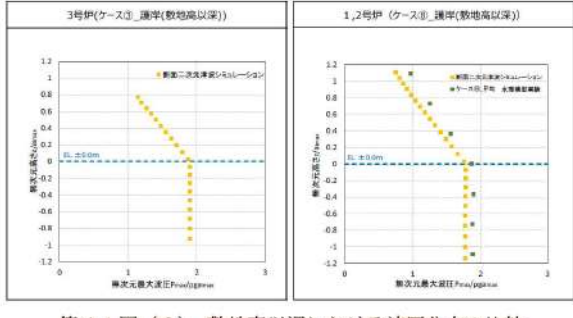
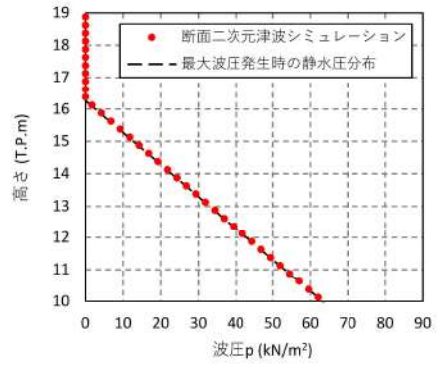
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(f) 波形の水面勾配</p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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1.83°であり、松山ら(2005)における</u></p> <p><u>水面勾配の砕波限界30°~40°に比べて十分に小さい。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p>  <p>第40図 最大水面勾配確認結果(1, 2号炉)</p>		<p>【島根】解析条件の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ソリトン分裂波及び砕波の確認ケース数の相違。島根では4ケース(ケース①, ③, ⑦, ⑧)、泊では1ケース。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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（$Fr < 1.0$）となった可能性が考えられる。</p>  <p>図17 水位・流速の時系列波形（通過波解析）</p>			<p>相違理由</p> <p>【女川】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川では、ソリトン分裂の発生について通過波解析結果の波形を用いて説明し、また、波圧の分析の一助としてフルード数を算出している。一方、島根及び泊は構造物有りの条件の沖合からの伝搬過程の波形や波面勾配によってソリトン分裂及び砕波の発生を検討している。また、波力については波圧分布より評価を行っている。

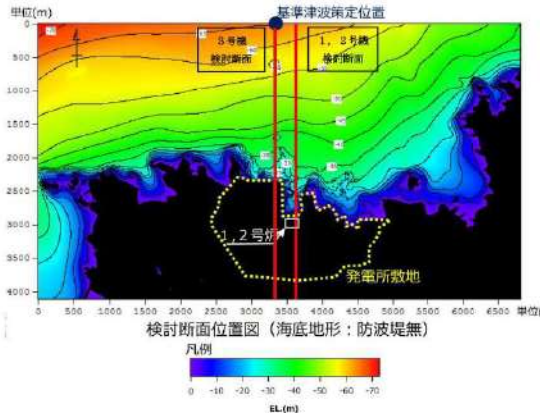
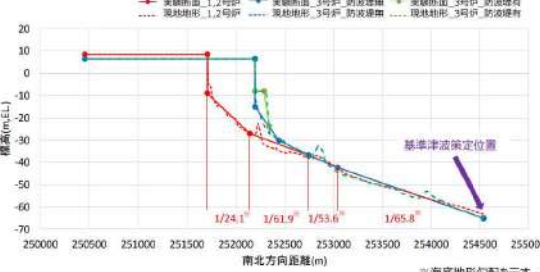
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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。これは、防潮堤前面の盛土の存在で減勢・滑らかな潮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ことの見解を考え合わせると、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つたと考えられる。</p>  <p>図18 波圧の時系列波形</p>  <p>図19 最大波圧分布</p>	<p>(g) 波圧の算定結果</p> <p>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>断面二次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布は、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。</p> <p>直線型の波圧分布となることから、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>  <p>第4.1図(1) 敷地高以上における波圧分布の比較</p>  <p>第4.1図(2) 敷地高以深における波圧分布の比較</p>	<p>d. 波圧の算定結果</p> <p>断面二次元津波シミュレーションにより算定した、防潮堤に作用する最大波圧発生時の波圧分布を第20図に示す。</p> <p>直線型の波圧分布となることから、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>  <p>第20図 最大波圧分布（第2波模擬津波）</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波防護施設の構造の相違により、島根では敷地高以深部の評価を実施しているが、泊では敷地高以深部の防潮堤が無い構造のため、敷地以深の範囲に対する評価は不要としている 解析条件、解析結果の相違。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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、<u>鋼管式鉛直壁を模擬した数値流体解析</u>により、基準津波の特性や津波波圧等を確認した。</p> <p>検討の結果、<u>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。</u>また、<u>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。</u>また、<u>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。</u></p>		<p>e. まとめ</p> <p>泊発電所の地形特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧について、<u>断面二次元津波シミュレーションにより、基準津波の特性や津波波圧等を確認した。</u></p> <p>検討の結果、<u>津波のソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。</u>また、<u>津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した（防潮堤に作用する波圧分布は直線型となり、おおむね静水圧分布となった）。</u></p>	<p>相違理由</p> <p>【島根】記載方針の相違</p> <p>【女川】評価結果の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波及び津波防護施設の構造の相違により、評価結果が異なる。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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と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種類で変化した計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>(3) 水理模型実験による検討</p> <p>a. 検討断面</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、海底地形を示す水深線ともほぼ直交する南北方向とする。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>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>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>比較のため、記載箇所を変更</p>	<p>(3) 水理模型実験による検討</p> <p>a. 実験条件</p> <p>泊発電所の地形特性、構造物(防潮堤)特性、津波特性(基準津波)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第5表に示す。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、地形特性としての敷地形、防潮堤位置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と与える影響を確認するため、津波の周期・波高を変化させた7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(第6表、第21図)。</p> <p>実験装置は、長さ20.4m(漸縮部12.95m、直線部7.45m)×幅1.0~7.5m×高さ0.91mの平面水槽を用い、実験縮尺(幾何縮尺)は1/80とした。また、高水位の津波を造波するため、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7.5mより1mに絞る)を設置し、下流側に幅1m水路、護岸模型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第22図、第23図に示す。</p>	<p>相違理由</p> <p>【島根】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊、女川では実験による不確かさの影響を本節でまとめて示す。 <p>【女川】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・女川は東北地方太平洋沖地震による津波も考慮して実験条件を検討している。 ・泊では地形特性としての敷地形、防潮堤位置の不確かさも考慮している。 <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験条件が異なる。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

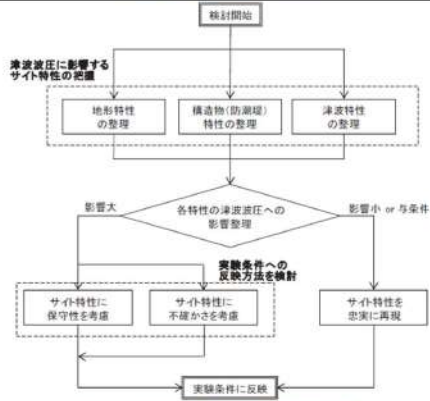


図20 水理模型実験の条件設定フロー

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以下程度の連続で、かつ津波高さが水深の30%以上であると、ソリトン分梨波が発生する可能性がある	サイト特性を再現(与条件) [※] ※ 津波高さが水深の30%以上であると、ソリトン分梨波の発生に起因する。津波高さが項目で反映
	防波堤	防波堤あり	・防波堤の有無は防波堤に対する津波の流向に影響する(防波堤に対して浴槽になるか否か)	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波堤に作用すること。基準津波の最高水位が防波堤より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 [※] ※ 女川の水深詳細としては防波堤ありの方が保守的となるが、実験では水位条件としての波圧計算を目的とするので防波堤なしでの条件設定は妥当
	前灘地形(防波堤背後)	2段敷地	・防波堤背後の敷地法面は、防波堤に作用する津波波圧を減弱させ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(法面)	・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	OP+29m	・影響なし	サイト特性を再現(与条件)
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	・津波の周期は、防波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(半周期より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	OP+24.4m (入力津波高さ)	・津波高さが高い方が、浸透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(OP+17.0m~OP+27.5mの3ケース) ・網管式防波堤(一船部)の直立壁部分に作用する規模の津波高さとして試算の可能性を考慮して設定

島根原子力発電所2号炉

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	防波堤あり(防波堤)及び基準津波1(防波堤側)	①, ②
			津波高さが正確か否か →基準津波1(防波堤側)及び波圧検討用津波(1.5m津波)	①, ③
津波	波形	短周期	津波周期の不確かさを考慮 →基準津波1(防波堤側)及び波圧検討用津波(1.5m津波)	③, ④
			津波周期の不確かさを考慮 →基準津波1(防波堤側)及び波圧検討用津波(1.5m津波)	③, ⑤

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)位置する防波堤は無いものとして評価するため、地形変化の不確かさは考慮しない	—
津波	波形	短周期	津波周期の不確かさを考慮 →基準津波1(防波堤側)及び波圧検討用津波(1.5m津波)	⑦, ⑧
			津波周期の不確かさを考慮 →基準津波1(防波堤側)及び波圧検討用津波(1.5m津波)	⑧, ⑨

比較のため、抜粋して再掲

泊発電所3号炉

防潮堤海側の盛土法面は地震による液化化等による変状の可能性があるので、またその変状により津波波圧が変化し得る可能性があることを踏まえ、法面形状及び防潮堤位置が津波波圧等に与える影響を確認するため、5ケースの敷地形形状を設定した(第24図)。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は法面の盛土を仮想的に考慮しないケース、ケース3は消波ブロック部を仮想的に考慮しないケース、ケース4は法面の盛土及び消波ブロック部の両方を考慮しないケース、ケース5はケース1に対して防潮堤位置を16m後退させたケースである。
検討ケース一覧を第7表に、実験状況を第25図に示す。

相違理由

【女川、島根】設計方針の相違
・泊は地形特性としての敷地形形状及び防潮堤位置の不確かさを考慮して実験ケースを設定している。

第5表 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	1/80 (平均勾配)	・海底勾配が1/100以下程度の連続で、かつ津波高さが水深の30%以上であると、ソリトン分梨波が発生する可能性がある	サイト特性を再現(与条件) [※] ※ 津波高さが水深の30%以上であると、ソリトン分梨波の発生に起因する。津波高さが項目で反映
	防波堤	防波堤あり	・防波堤の有無は防波堤に対する津波の流向に影響する	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波堤に作用すること。基準津波の最高水位が防波堤より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
	前灘地形(防波堤背後)	2段敷地	・防波堤背後の敷地法面は、防波堤に作用する津波波圧を減弱させる効果をもたらす可能性がある	不確かさを考慮 ・敷地法面が津波波圧の減勢効果をもたらすかを検証するため、法面の形状変化を仮定した感度実験を実施
構造物(防潮堤)	設置位置	法面上部	・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	不確かさを考慮 ・防波堤と海岸線との間隔距離の違いが津波波圧に与える影響を検証するため、防波堤の設置位置を変化させた感度実験を実施
	防潮堤高さ	TP 19.0m	・影響なし	サイト特性を再現(与条件)
	形状	場体形状	・津波波圧は津波が衝突する前灘地形の影響を受ける	防波堤を正確にモデル化 ・前灘地形を適切にモデル化
津波(基準津波)	波形	周期	・津波の周期は、防波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1.5分~4.5分の5ケース) ・断面二次元津波シミュレーションに入力する波長の半周期が約140秒であることを考慮して設定 ・正強波の目標波形に加え、実際の津波波形に近い複立波も設定
	津波高さ	6.44m (断面二次元津波シミュレーションに入力する波形の高さ)	・波高が高い方が、浸透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(5.0m~7.5mの3ケース) ・断面二次元津波シミュレーションに入力する波形の高さが約6.44mであることを考慮して設定

【女川、島根】設計方針の相違
・サイト特性による相違により、水理模型実験に反映する条件が異なる。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

表4 入射津波条件(目標波形)

波条件	波型	目標津波条件 (現地換算)		目標津波条件 (1/75実験換算)		
		半周期	津波高 (m)	半周期	津波高 (m)	
WAVE 001	単峰型	5分	+17.0m	非越流	0.136m	非越流
WAVE 002			+23.0m	非越流	0.200m	非越流
WAVE 003			+36.0m	7.0m	0.288m	0.046m
WAVE 004			+32.3m	3.5m	0.260m	0.028m
WAVE 005			+23.0m	6.0m	0.280m	0.045m
WAVE 006			+37.3m	8.5m	0.300m	0.048m
WAVE 101	二段型	20分	+17.0m	非越流	0.136m	非越流
WAVE 102			+25.0m	非越流	0.200m	非越流
WAVE 103			+36.0m	7.0m	0.288m	0.046m
WAVE 104			+32.3m	3.5m	0.260m	0.028m
WAVE 105			+35.0m	6.0m	0.280m	0.045m
WAVE 106			+37.3m	8.5m	0.300m	0.048m

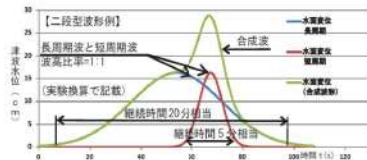


図21 波形の概要

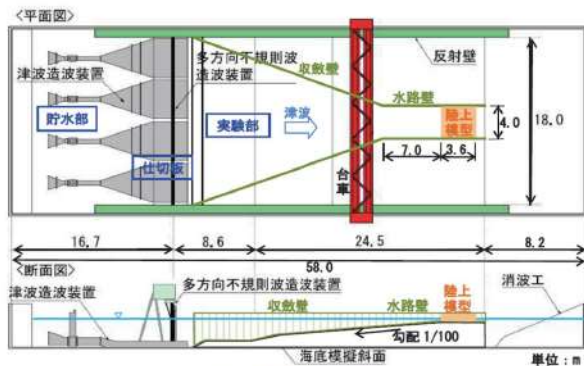
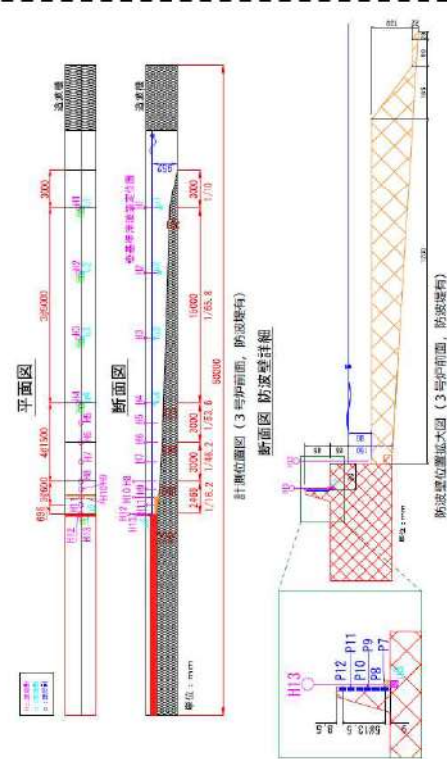


図22 実験装置概要図

島根原子力発電所2号炉



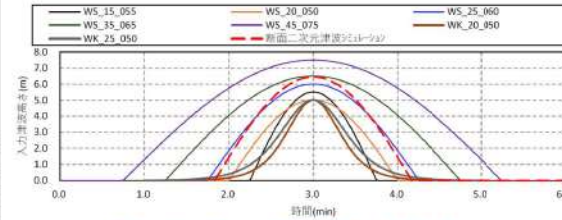
第16図 実験施設水路(3号炉前面, 防波堤有)

比較のため、記載箇所を変更

泊発電所3号炉

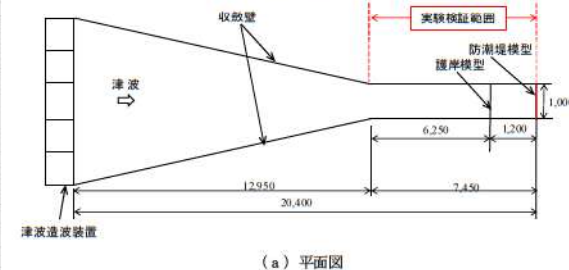
第6表 入力する津波の条件(目標波形)

波条件	波形	目標津波条件 (現地換算)		目標津波条件 (1/80実験換算)	
		半周期 T/2(分)	津波高 H(m)	半周期 T/2(秒)	津波高 H(m)
WS_15_055	正弦波 (押し波)	1.5	5.5	10	0.069
WS_20_050		2.0	5.0	13	0.063
WS_25_060		2.5	6.0	17	0.075
WS_35_065		3.5	6.5	23	0.081
WS_45_075	4.5	7.5	30	0.094	
WK_20_050	孤立波	2.0	5.0	13	0.063
WK_25_050		2.5	5.0	17	0.063

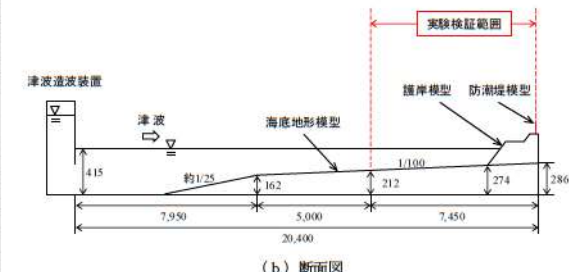


第21図 入力する津波波形(目標波形)

※ 参考として断面二次元津波シミュレーションで用いた津波波
形を併記



(a) 平面図



(b) 断面図

第22図 実験装置概要図(単位:mm)

相違理由

【島根】記載方針の相違

【女川】設計方針の相違

・検討対象とする津波波型, 不確か
さの違いによる相違。

【女川, 島根】設計方針の相違

・実験装置の違いによる相違。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>消波装置 反射壁 1/11.25 勾配区間 1/100 勾配区間</p> <p>【記号凡例】 W: 水位測定位置 (容量式波高計) V: 流速測定位置 (電磁流速計) (番号は計測機器番号)</p> <p>注: 寸法値は1/125模型値 単位:mm</p> <p>(海部)</p> <p>護岸法線 382 (47.7m) 152 (19m) a部 3066 (383.3m)</p> <p>護岸高▽DL+20 (O.P.+2.5m) 縮潮堤高▽DL+232 (O.P.+29.0m)</p> <p>WL▽DL+0 (O.P.+0.0m) 敷地高▽DL+110 (O.P.+13.8m)</p> <p>【陸部】 海底高▽DL-84 (O.P.-10.5m) 法肩~防潮堤 間隔12(1.5m)</p> <p>注: 寸法は実験換算, 単位mm 括弧寸法は現地換算, 単位m</p> <p>(陸部)</p> <p>防潮堤高▽DL+232 P08</p> <p>【記号凡例】 W: 水位測定位置 (容量式波高計) V: 流速測定位置 (フロベリウス流速計) P: 圧力測定位置 (圧力計) (番号は計測機器番号)</p> <p>注: 寸法値は1/125模型値 赤字通過波検定時の計測 単位:mm</p> <p>(陸部詳細 (a部拡大))</p> <p>図23 実験模型概要図</p>	<p>平面図 断面図</p> <p>計測位置図 (1, 2号炉前面)</p> <p>断面図 防潮堤位置拡大図 (1, 2号炉前面)</p> <p>単位:mm</p> <p>比較のため、記載箇所を変更</p>	<p>泊発電所3号炉</p> <p>水位H1 水位H2 水位H3 水位H4</p> <p>流速U1 流速U2 流速U3</p> <p>単位:mm</p> <p>(a) 断面図</p> <p>※流速U2, U3の鉛直計測位置は、水路床から静水時水深の半分の高さとする</p> <p>(b) 護岸部 (護岸ケース1 (基本形状)の場合)</p> <p>単位:mm</p> <p>(c) 波圧計設置箇所拡大図</p> <p>第23図 実験模型概要及び計測位置図 (単位:mm)</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川, 島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験装置の違いによる相違。


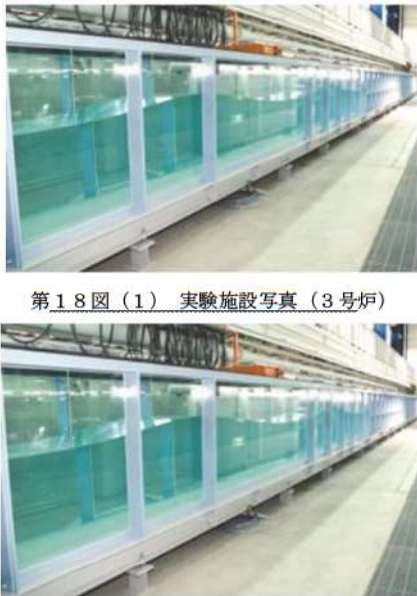
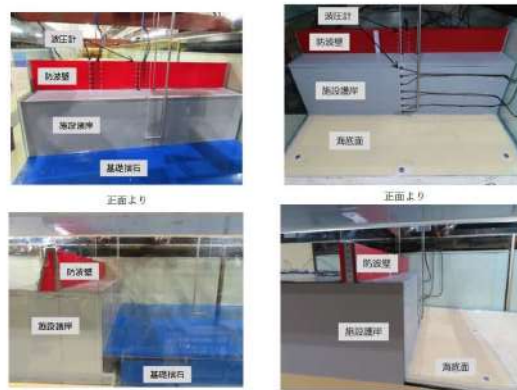
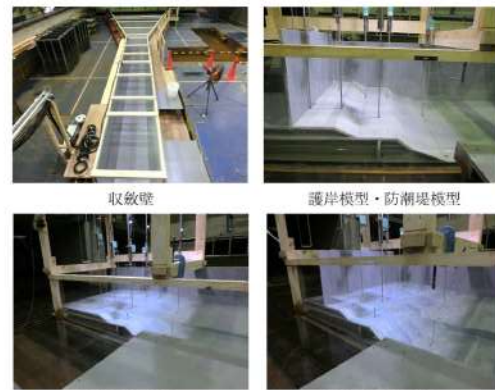
第5条 津波による損傷の防止

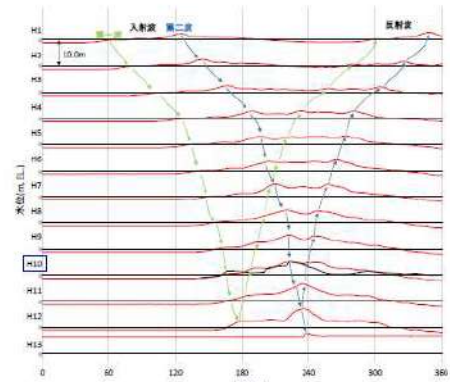
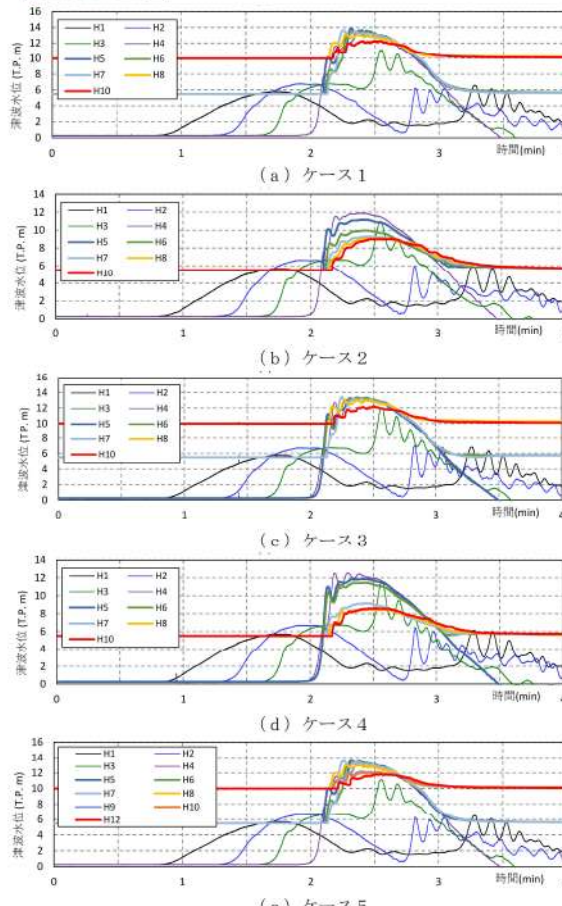
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p> ①: 実験模型の断面形状 ②: 海側盛土（ケース2、4では実状を考慮） ③: 海側法面（ケース3、4では実状を考慮） ④: 護岸（実状を考慮しない） </p> <p> (ケース1: 基本形状, 海側法面・海側盛土あり) (ケース2: 海側盛土なし) (ケース3: 海側法面なし) (ケース4: 海側法面・海側盛土なし) (ケース5: ケース1に対し, 防潮堤位置を後退) </p> <p>第24図 敷地形状</p>	<p>【女川, 島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊は地形特性としての敷地形状及び防潮堤位置の不確かさを考慮して実験ケースを設定している。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	<p>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</p> <p>ケース一覧表 検討ケース一覧表（3号炉）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>津源</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>敷地護岸</th> <th>防波壁</th> <th>水理模型実験</th> <th>前面二次元津波シミュレーション</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td rowspan="2"></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td rowspan="2"></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース④*</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤*</td> <td>浪圧検討用津波(1.5m津波)</td> <td></td> <td>有</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td rowspan="2">基準津波1の半周期</td> <td rowspan="2"></td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑦</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※適応設計用ケース</p> <p>検討ケース一覧表（1, 2号炉）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>津波高さ</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>敷地護岸</th> <th>防波壁</th> <th>水理模型実験</th> <th>前面二次元津波シミュレーション</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td rowspan="2"></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ケース③*</td> <td rowspan="2">浪圧検討用津波(1.5m津波)</td> <td rowspan="2"></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース④*</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤</td> <td rowspan="2">基準津波1の半周期</td> <td rowspan="2"></td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※適応設計用ケース</p> <p>比較のため、抜粋して再掲</p>	検討ケース	津源	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁	水理模型実験	前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	基準津波1		有	有	有	○	○	ケース④*	有	有	無	○	—	ケース⑤*	浪圧検討用津波(1.5m津波)		有	無	無	○	—	ケース⑥	基準津波1の半周期		有	有	有	○	—	ケース⑦	有	有	有	○	—	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	前面二次元津波シミュレーション	ケース①	基準津波1		無	有	有	○	○	ケース②	有	有	有	○	○	ケース③*	浪圧検討用津波(1.5m津波)		無	有	無	○	—	ケース④*	無	無	無	○	—	ケース⑤	基準津波1の半周期		無	有	有	○	—	ケース⑥	無	有	有	○	—	<p>第7表 検討ケース一覧</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>津波波形</th> <th>敷地形状</th> <th>防潮堤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td rowspan="5">WS_15_055</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>2</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>3</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>4</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>5</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>6</td><td rowspan="5">WS_20_050</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>7</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>8</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>9</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>10</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>11</td><td rowspan="5">WS_25_060</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>12</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>13</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>14</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>15</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>16</td><td rowspan="5">WS_35_065</td><td>ケース1</td><td rowspan="5">無</td></tr> <tr><td>17</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>18</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>19</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>20</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>21</td><td rowspan="5">WS_45_075</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>22</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>23</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>24</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>25</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>26</td><td rowspan="5">WK_20_050</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>27</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>28</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>29</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>30</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>31</td><td rowspan="5">WK_25_050</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>32</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>33</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>34</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>35</td><td>ケース5</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>津波波形</th> <th>敷地形状</th> <th>防潮堤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>36</td><td rowspan="5">WS_15_055</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>37</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>38</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>39</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>40</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>41</td><td rowspan="5">WS_20_050</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>42</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>43</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>44</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>45</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>46</td><td rowspan="5">WS_25_060</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>47</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>48</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>49</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>50</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>51</td><td rowspan="5">WS_35_065</td><td>ケース1</td><td rowspan="5">有</td></tr> <tr><td>52</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>53</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>54</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>55</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>56</td><td rowspan="5">WS_45_075</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>57</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>58</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>59</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>60</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>61</td><td rowspan="5">WK_20_050</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>62</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>63</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>64</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>65</td><td>ケース5</td></tr> <tr><td>66</td><td rowspan="5">WK_25_050</td><td>ケース1</td><td rowspan="5"></td></tr> <tr><td>67</td><td>ケース2</td></tr> <tr><td>68</td><td>ケース3</td></tr> <tr><td>69</td><td>ケース4</td></tr> <tr><td>70</td><td>ケース5</td></tr> </tbody> </table>	No	津波波形	敷地形状	防潮堤	1	WS_15_055	ケース1		2	ケース2	3	ケース3	4	ケース4	5	ケース5	6	WS_20_050	ケース1		7	ケース2	8	ケース3	9	ケース4	10	ケース5	11	WS_25_060	ケース1		12	ケース2	13	ケース3	14	ケース4	15	ケース5	16	WS_35_065	ケース1	無	17	ケース2	18	ケース3	19	ケース4	20	ケース5	21	WS_45_075	ケース1		22	ケース2	23	ケース3	24	ケース4	25	ケース5	26	WK_20_050	ケース1		27	ケース2	28	ケース3	29	ケース4	30	ケース5	31	WK_25_050	ケース1		32	ケース2	33	ケース3	34	ケース4	35	ケース5	No	津波波形	敷地形状	防潮堤	36	WS_15_055	ケース1		37	ケース2	38	ケース3	39	ケース4	40	ケース5	41	WS_20_050	ケース1		42	ケース2	43	ケース3	44	ケース4	45	ケース5	46	WS_25_060	ケース1		47	ケース2	48	ケース3	49	ケース4	50	ケース5	51	WS_35_065	ケース1	有	52	ケース2	53	ケース3	54	ケース4	55	ケース5	56	WS_45_075	ケース1		57	ケース2	58	ケース3	59	ケース4	60	ケース5	61	WK_20_050	ケース1		62	ケース2	63	ケース3	64	ケース4	65	ケース5	66	WK_25_050	ケース1		67	ケース2	68	ケース3	69	ケース4	70	ケース5	<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。
検討ケース	津源	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁	水理模型実験	前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	基準津波1		有	有	有	○	○																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース④*			有	有	無	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース⑤*	浪圧検討用津波(1.5m津波)		有	無	無	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース⑥	基準津波1の半周期		有	有	有	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース⑦			有	有	有	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
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	前面二次元津波シミュレーション																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース①	基準津波1		無	有	有	○	○																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース②			有	有	有	○	○																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース③*	浪圧検討用津波(1.5m津波)		無	有	無	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース④*			無	無	無	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース⑤	基準津波1の半周期		無	有	有	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ケース⑥			無	有	有	○	—																																																																																																																																																																																																																																																																																								
No	津波波形	敷地形状	防潮堤																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	WS_15_055	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
3		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
5		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
6	WS_20_050	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
7		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
8		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
9		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
10		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
11	WS_25_060	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
12		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
13		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
14		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
15		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
16	WS_35_065	ケース1	無																																																																																																																																																																																																																																																																																												
17		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
18		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
19		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
20		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
21	WS_45_075	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
22		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
23		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
24		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
25		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
26	WK_20_050	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
27		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
28		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
29		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
30		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
31	WK_25_050	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
32		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
33		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
34		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
35		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
No	津波波形	敷地形状	防潮堤																																																																																																																																																																																																																																																																																												
36	WS_15_055	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
37		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
38		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
39		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
40		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
41	WS_20_050	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
42		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
43		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
44		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
45		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
46	WS_25_060	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
47		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
48		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
49		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
50		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
51	WS_35_065	ケース1	有																																																																																																																																																																																																																																																																																												
52		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
53		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
54		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
55		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
56	WS_45_075	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
57		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
58		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
59		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
60		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
61	WK_20_050	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
62		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
63		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
64		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
65		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													
66	WK_25_050	ケース1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
67		ケース2																																																																																																																																																																																																																																																																																													
68		ケース3																																																																																																																																																																																																																																																																																													
69		ケース4																																																																																																																																																																																																																																																																																													
70		ケース5																																																																																																																																																																																																																																																																																													

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>写真1 実験装置</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>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>比較のため、記載箇所を変更</p>	 <p>第25図 実験状況</p>	

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																		
	<p>c. 水理模型実験の結果</p> <p>(a) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース①】</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">第6表 実験条件（ケース①）</p> <table border="1" data-bbox="761 622 1176 861"> <thead> <tr> <th>検村ケース</th> <th>津波</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>防潮堤</th> <th>防波壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース①</td> <td>基準津波1</td> <td rowspan="5">基準津波1</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td rowspan="4">波圧検村用津波(1.5m津波)</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース④*</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース⑤*</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース⑥</td> <td>基準津波1の半周期</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">※通過波計測ケース</p> <p style="text-align: center;">— : 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)</p>  <p style="text-align: center;">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）</p> <p style="text-align: center;">比較のため、記載箇所を変更</p>	検村ケース	津波	波形(周期)	防波堤	防潮堤	防波壁	ケース①	基準津波1	基準津波1	有	有	有	ケース②	波圧検村用津波(1.5m津波)	無	有	有	ケース③	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	<p>b. ソリトン分裂波及び砕波の確認</p> <p>第7表に示すケースについて、水位計測位置での水位時刻歴波形を第26図から第39図に示す。発電所沖合から護岸前面（H1～H4 地点）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。</p> <p>津波が護岸を溯上した後（H5 地点以降）は、津波が護岸を乗り越える影響や防潮堤による反射の影響を受け、波形に乱れを確認したことから、波圧分布によりソリトン分裂及び砕波の影響を確認する。</p>  <p style="text-align: center;">第26図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS 15_055, 防潮堤：無）</p>	<p>【島根】設計方針の相違 ・水理模型実験結果の相違</p> <p>【島根】設計方針の相違 ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。</p>
検村ケース	津波	波形(周期)	防波堤	防潮堤	防波壁																																
ケース①	基準津波1	基準津波1	有	有	有																																
ケース②	波圧検村用津波(1.5m津波)		無	有	有																																
ケース③			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																																	

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

(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）。

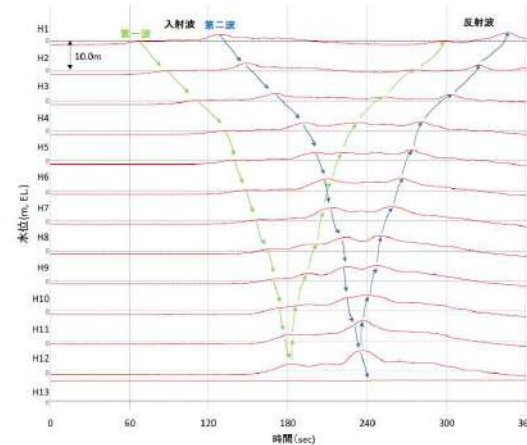
防波壁前面のH13地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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	施設護岸	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	液圧 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			有	有	有

※通過波計測ケース

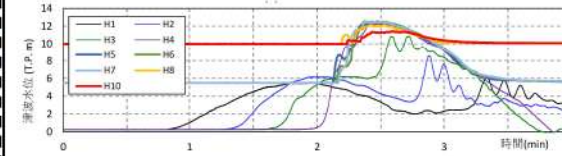


第21図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース②）

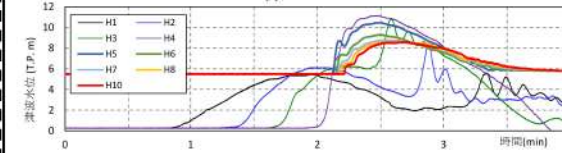
比較のため、記載箇所を変更

【島根】設計方針の相違

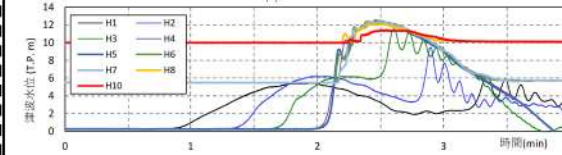
・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。



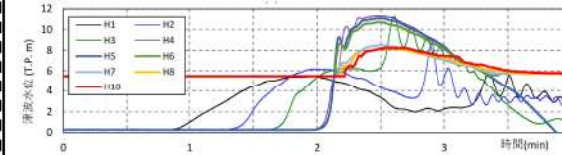
(a) ケース1



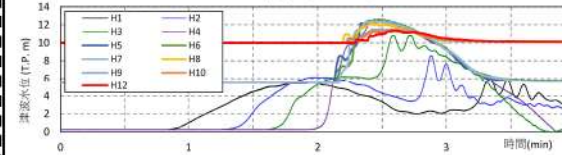
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

第27図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS_20_050, 防潮堤：無）

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

(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）。

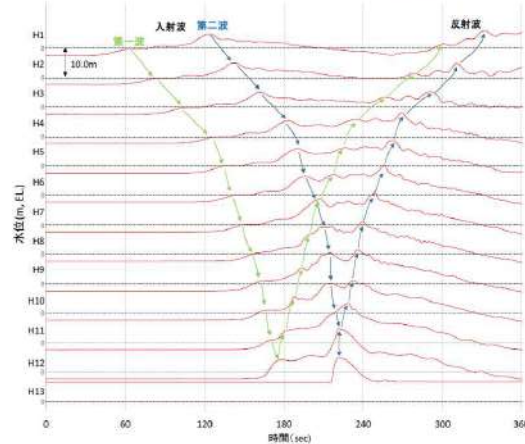
防波壁前面のH13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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	施設護岸	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			有	有	有

※通過波計測ケース

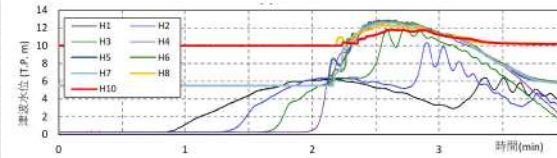


第22図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース③）

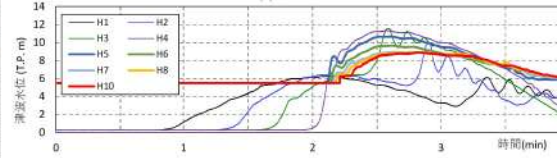
比較のため、記載箇所を変更

【島根】設計方針の相違

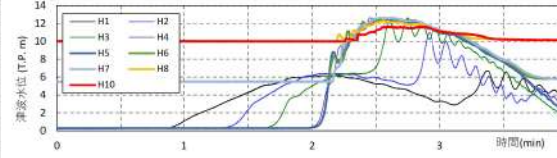
・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。



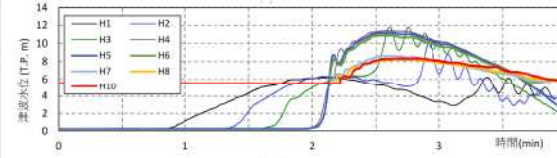
(a) ケース1



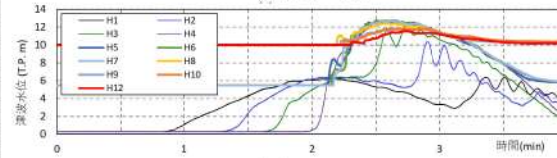
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

第28図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS_25_060, 防潮堤：無）

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

〔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湖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）。

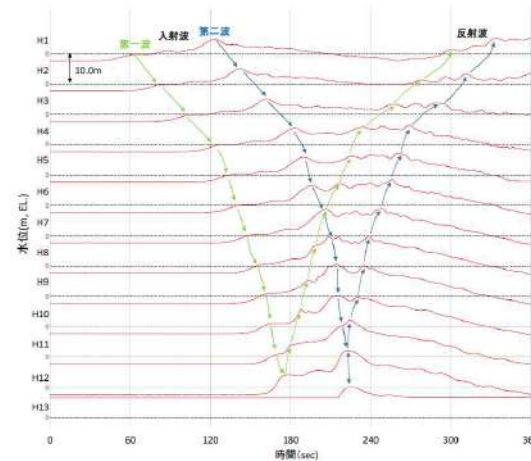
防波壁前面のH13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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）

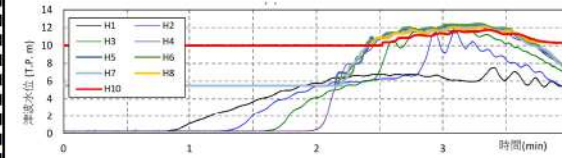
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁
ケース①	基準津波1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③			有	有	有
ケース④※	波圧		有	有	無
ケース⑤※	検討用津波(1.5m津波)		有	無	無
ケース⑥	基準津波1の半周期		有	有	有

※通過波計測ケース

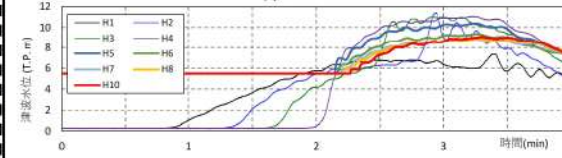


第23図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース④）

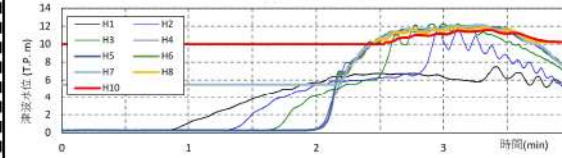
比較のため、記載箇所を変更



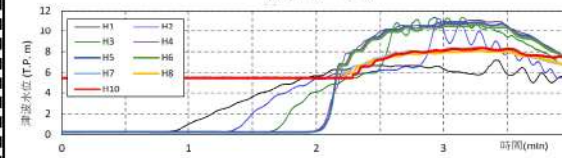
(a) ケース1



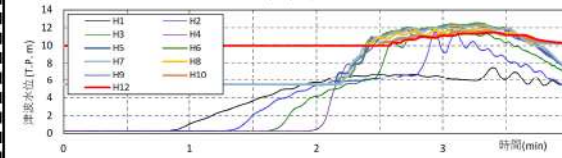
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

第29図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS_35_065, 防潮堤：無）

【島根】設計方針の相違

・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

第5条 津波による損傷の防止

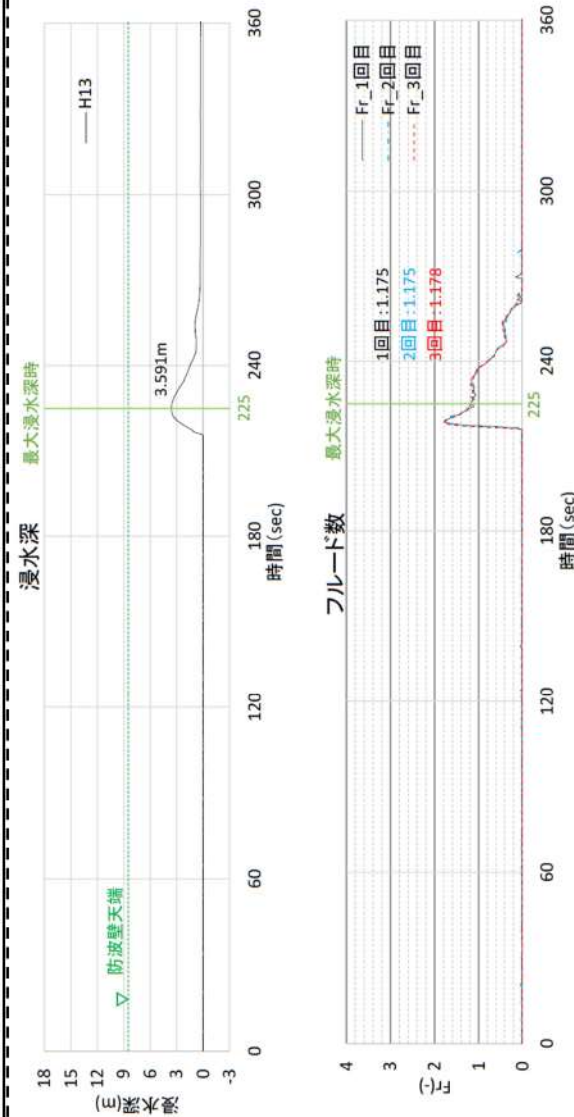
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由								
	<p>防波壁位置における浸水深及び同時刻におけるフルード数の時刻歴波形を確認した。その結果、越流開始直後の浸水深が浅い時間帯においてはフルード数が大きい、最大浸水深と同時刻におけるフルード数は1以上となることを確認した。最大浸水深及び同時刻におけるフルード数を第10表及び第24図に示す。</p> <p>朝倉らの研究*によると、津波波圧算定で使用する水深係数（水平波圧指標）について、以下のとおり記載されている。</p> <p>・非分裂波の場合、フルード数が1.5以上では陸上構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標（潮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。</p> <p>防波壁の構造成立性確認に当たっては、最大浸水深と同時刻におけるフルード数は1.5以下であるが、津波波圧算定で使用する水深係数を3.0とする。</p> <p>※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</p> <p>第10表 最大浸水深と同時刻におけるフルード数</p> <table border="1" data-bbox="824 762 1124 938"> <thead> <tr> <th></th> <th>フルード数 (最大浸水深時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1回目</td> <td>1.175</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>1.175</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>1.178</td> </tr> </tbody> </table> <p>比較のため、記載箇所を変更</p>		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	<p>(a) ケース1</p> <p>(b) ケース2</p> <p>(c) ケース3</p> <p>(d) ケース4</p> <p>(e) ケース5</p> <p>第30図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (WS_45_075, 防潮堤：無)</p>	<p>【島根】設計方針の相違</p> <p>・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。</p>
	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										

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

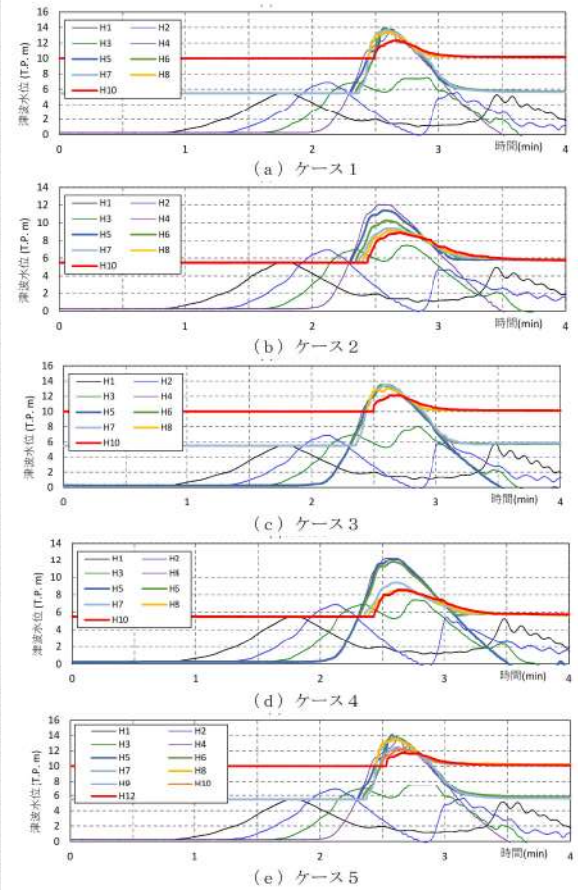
泊発電所3号炉

相違理由



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

比較のため、記載箇所を変更



第31図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (WK 20_050,
 防潮堤：無)

【島根】設計方針の相違

・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

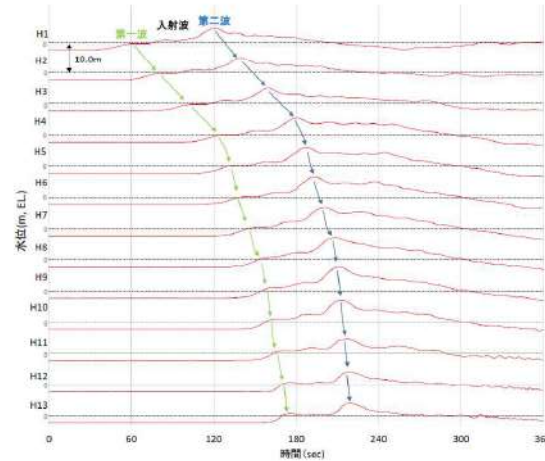
(e) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑤】

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、施設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11表に、時刻歴波形を第25図に示す。

第11表 実験条件（ケース⑤）

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	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

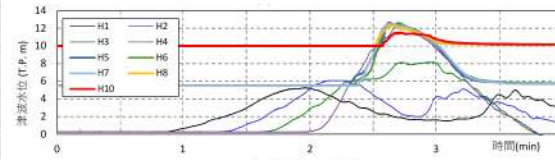


第25図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース⑤）

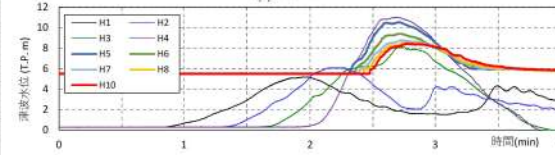
比較のため、記載箇所を変更

【島根】設計方針の相違

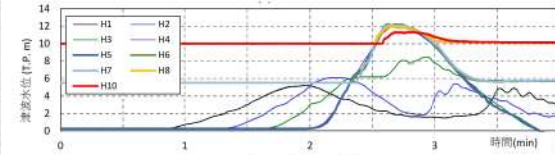
・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。



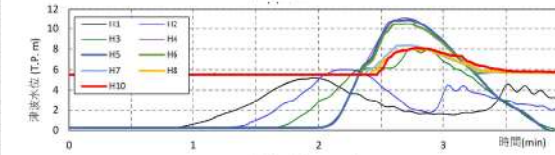
(a) ケース 1



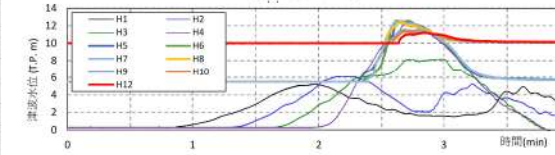
(b) ケース 2



(c) ケース 3



(d) ケース 4



(e) ケース 5

第32図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WK 25_050, 防潮堤：無）

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

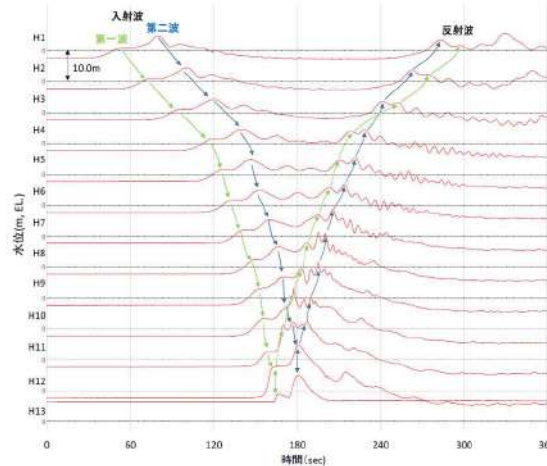
相違理由

(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）

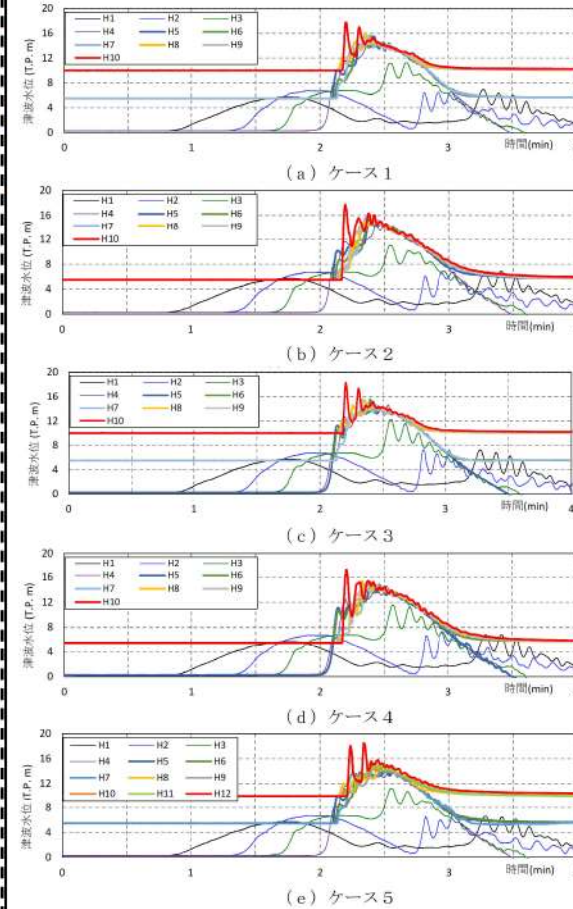
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁
ケース①	基準津波1	基準津波1	有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③			有	有	有
ケース④※	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波1 の半周期	有	有	無
ケース⑤※			有	無	無
ケース⑥	基準津波1 の半周期	基準津波1 の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース



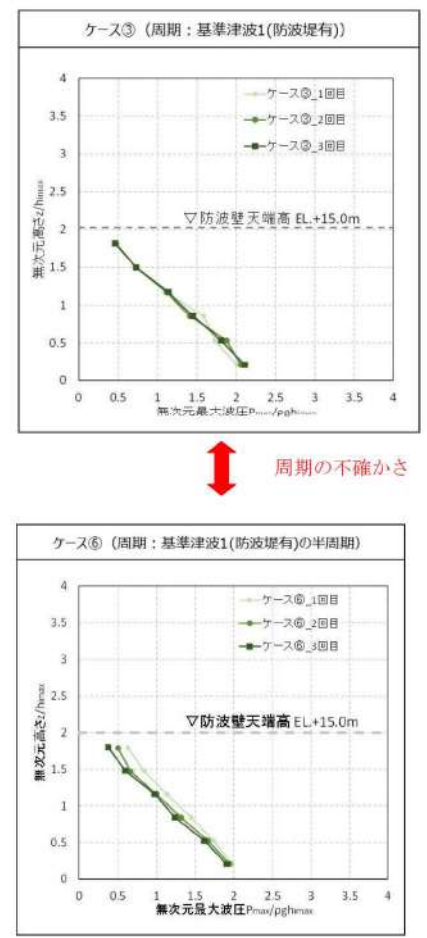
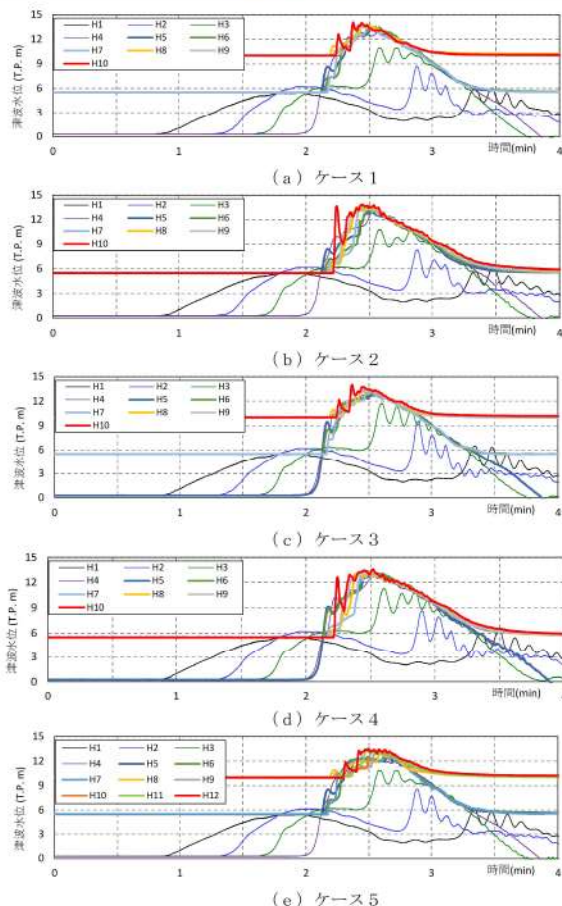
第26図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース⑥）

比較のため、記載箇所を変更



第33図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS 15_055, 防潮堤：有）

【島根】設計方針の相違
・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(g) 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を図った。水理模型実験により算定した3号炉前目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。</p>  <p>第27図 水理模型実験により算定した波圧分布</p> <p>比較のため、記載箇所を変更</p>	<p>泊発電所3号炉</p>  <p>(a) ケース1 (b) ケース2 (c) ケース3 (d) ケース4 (e) ケース5</p> <p>第34図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (WS 20_050, 防潮堤：有)</p>	<p>相違理由</p> <p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

(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。

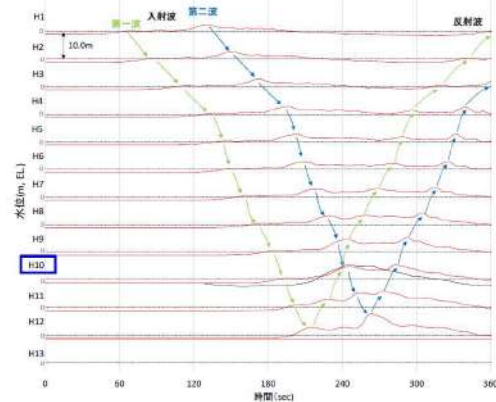
防波壁前面のH13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第13表に、時刻歴波形を第28図に示す。

第13表 実験条件（ケース⑦）

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波1		無	有	有
ケース⑧	波圧 検用津波 (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

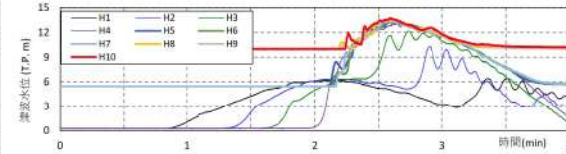
※通過波計測ケース

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

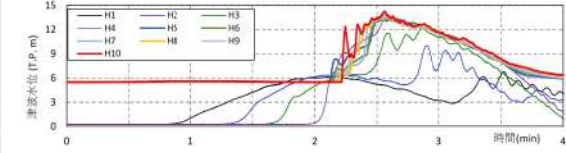


第28図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース⑦）

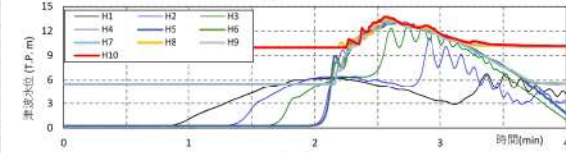
比較のため、記載箇所を変更



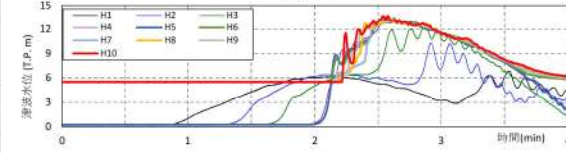
(a) ケース1



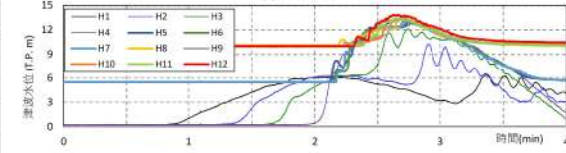
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

第35図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS_25_060, 防潮堤：有）

【島根】設計方針の相違

・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

(i) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑧】

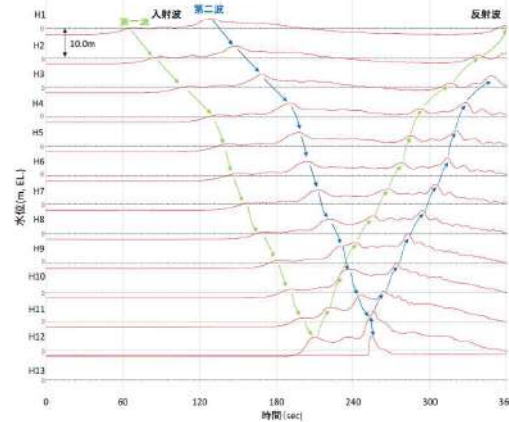
発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した（H1～H12地点）。

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14表に、時刻歴波形を第29図に示す。

第14表 実験条件（ケース⑧）

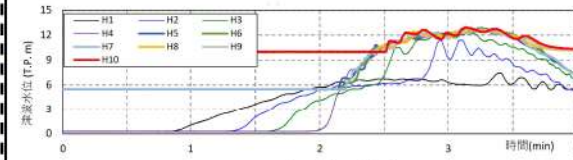
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁
ケース㉔	基準津波1		無	有	有
ケース⑧		基準津波1	無	有	有
ケース㉕*	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	無
ケース㉖*			無	無	無
ケース㉗		基準津波1 の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース

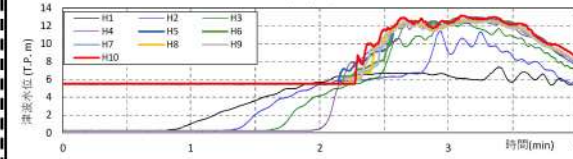


第29図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース⑧）

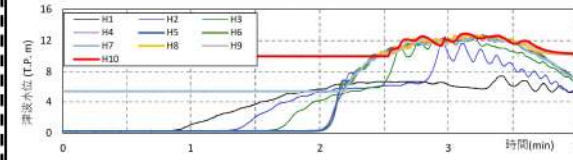
比較のため、記載箇所を変更



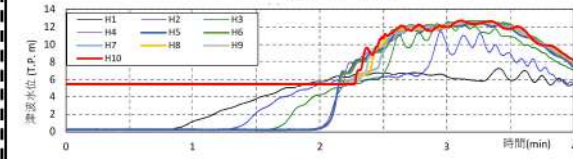
(a) ケース1



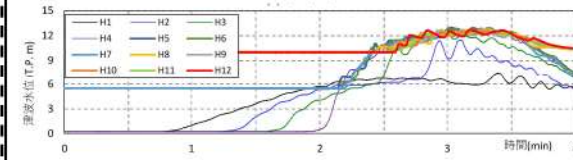
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

第36図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS_35_065, 防潮堤：有）

【島根】設計方針の相違

・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

(j) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑨】

防波壁がな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。

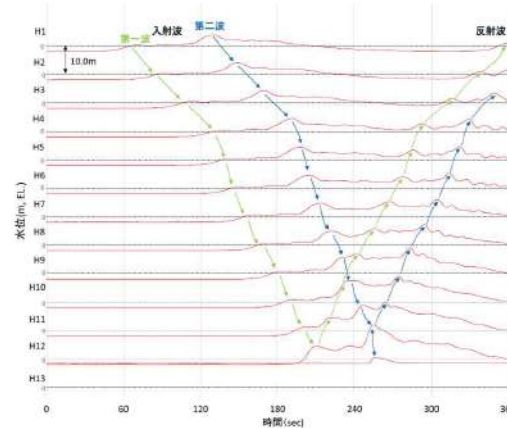
発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した（H1～H12 地点）。

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）

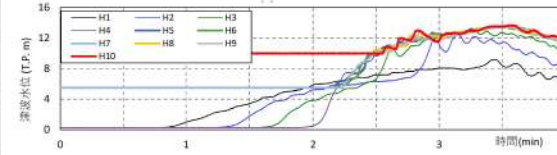
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波1	基準津波1	無	有	有
ケース⑧			無	有	有
ケース⑨*	波圧		無	有	無
ケース⑩*	検討用津波(1.5m津波)		無	無	無
ケース⑪		基準津波1の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース

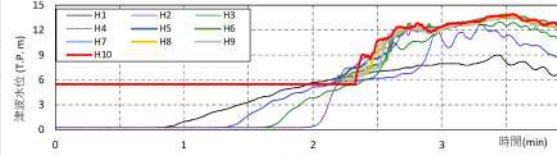


第30図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース⑨）

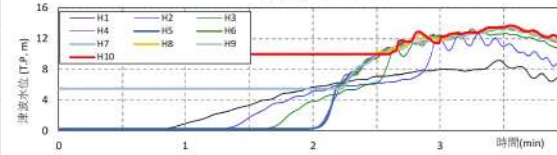
比較のため、記載箇所を変更



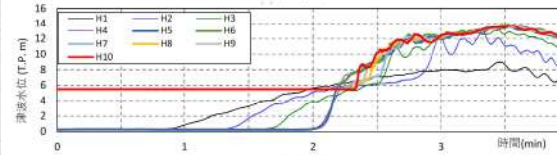
(a) ケース1



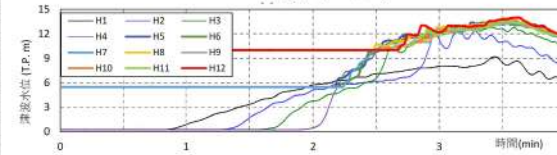
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

第37図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WS 45.075, 防潮堤：有）

【島根】設計方針の相違

・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

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。

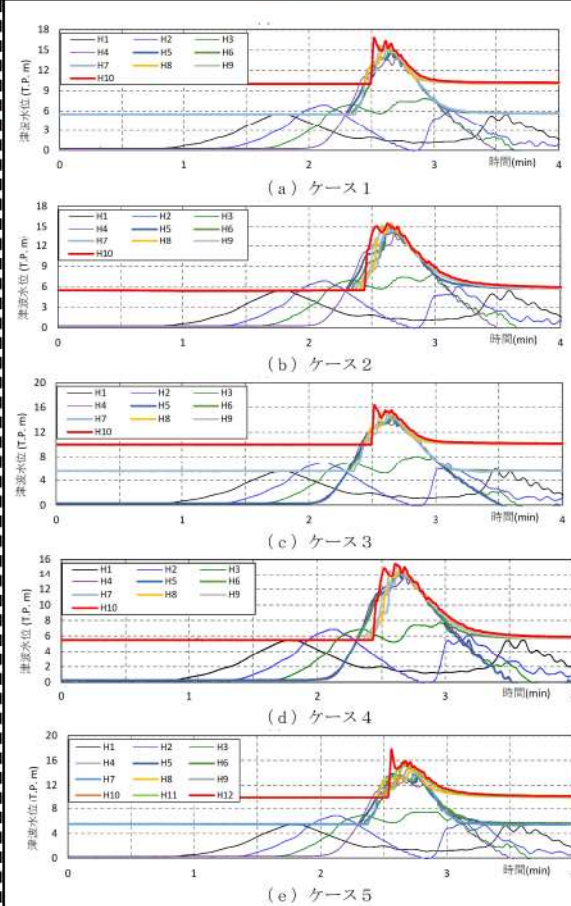
島根原子力発電所においては、最大浸水深と同時刻におけるフルード数は1.5以上であることから、津波波圧算定で使用する水深係数を3.0とする。

※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

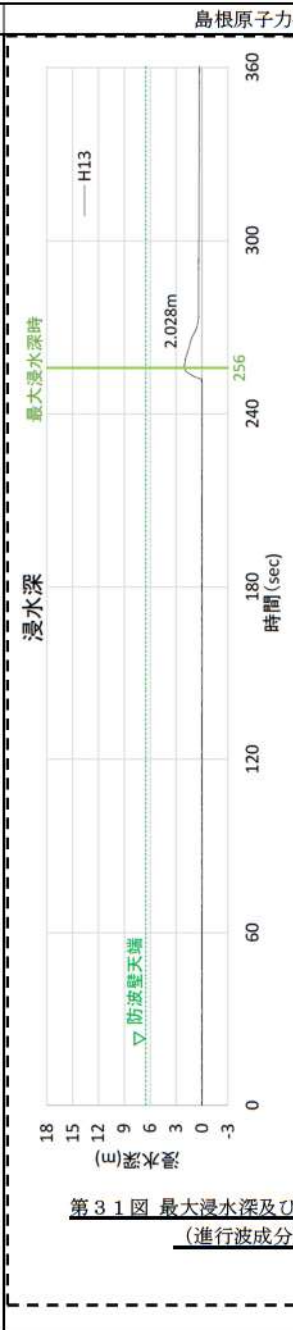
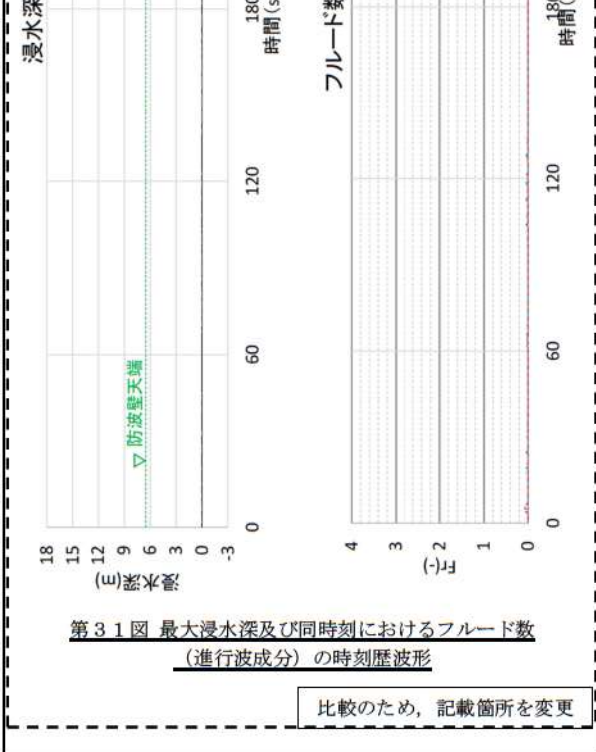
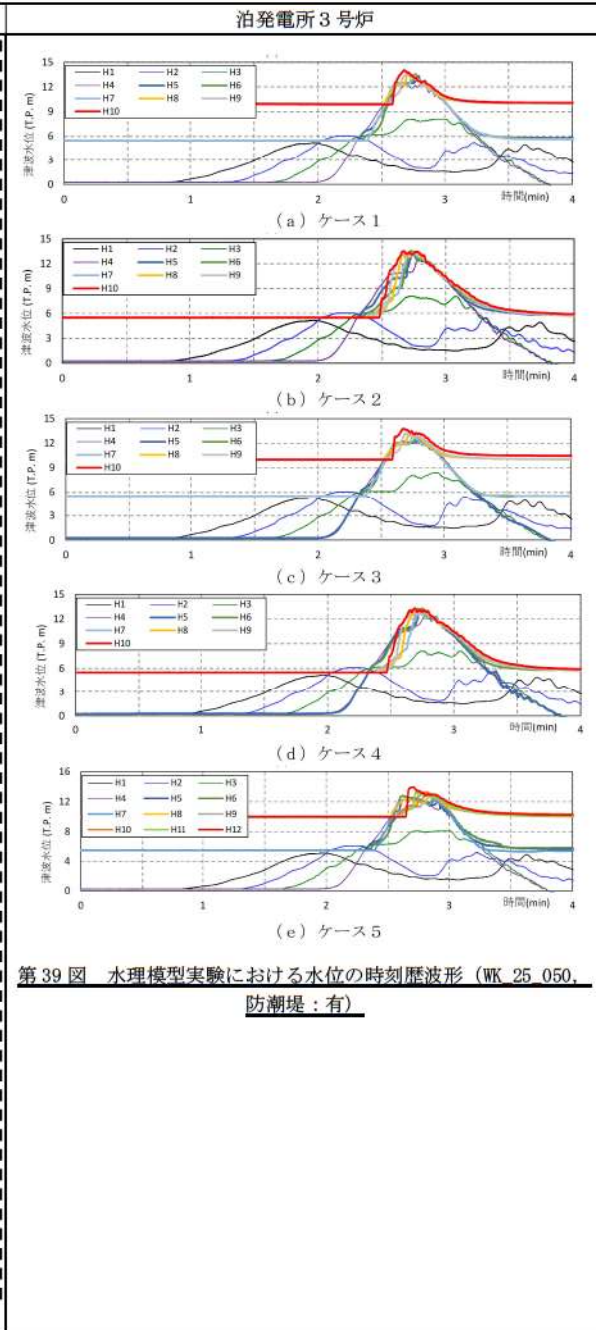
	フルード数 (最大浸水深時)
1回目	1.657
2回目	1.657
3回目	1.531

比較のため、記載箇所を変更

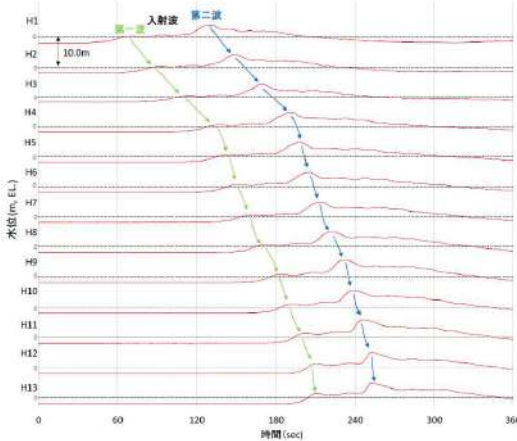


第38図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WK 20_050, 防潮堤：有）

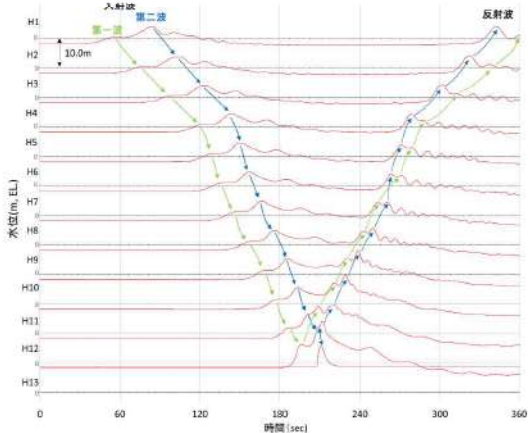
【島根】設計方針の相違
・検討対象とする津波波形，不確かさの違いにより実験ケースが異なる。

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>浸水深</p>  <p>最大浸水深時 2.028m</p> <p>防波壁天端</p>	<p>フルード数</p>  <p>最大浸水深時</p> <p>1回目:1.657 2回目:1.657 3回目:1.531</p>	 <p>(a) ケース1 (b) ケース2 (c) ケース3 (d) ケース4 (e) ケース5</p>	<p>相違理由</p> <p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。
<p>第31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</p> <p>比較のため、記載箇所を変更</p>			
<p>第39図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（WK 25_050、防潮堤：有）</p>			

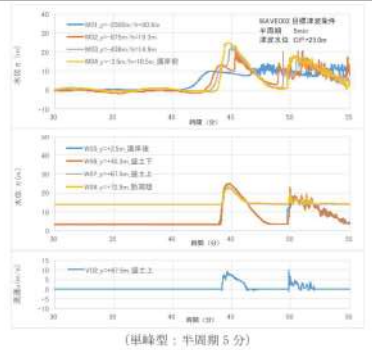
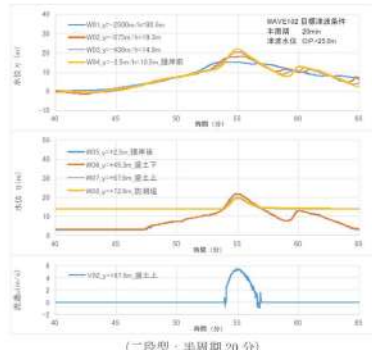
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																														
	<p>(k) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑩】</p> <p>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、施設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。</p> <p>第17表 実験条件（ケース⑩）</p> <table border="1" data-bbox="757 411 1182 662"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>津波</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>施設護岸</th> <th>防波壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース㉔</td> <td>基準津波1</td> <td rowspan="5">基準津波1</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース㉕</td> <td rowspan="3">波圧 検討用津波 (1.5m津波)</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース㉖*</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース㉗*</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース㉘</td> <td>基準津波1の半周期</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p>※通過波計測ケース</p>  <p>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）</p> <p>比較のため、記載箇所を変更</p>	検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁	ケース㉔	基準津波1	基準津波1	無	有	有	ケース㉕	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	無	有	有	ケース㉖*	無	有	無	ケース㉗*	無	無	無	ケース㉘	基準津波1の半周期	無	有	有		<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	防波壁																												
ケース㉔	基準津波1	基準津波1	無	有	有																												
ケース㉕	波圧 検討用津波 (1.5m津波)		無	有	有																												
ケース㉖*			無	有	無																												
ケース㉗*			無	無	無																												
ケース㉘	基準津波1の半周期		無	有	有																												

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																															
	<p>(1) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑩】</p> <p>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。</p> <p>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）。</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">第18表 実験条件（ケース⑩）</p> <table border="1" data-bbox="757 499 1182 746"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>津波</th> <th>波形(周期)</th> <th>防波堤</th> <th>施設護岸</th> <th>防波壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース㉚</td> <td>基準津波1</td> <td rowspan="4">基準津波1</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース㉛</td> <td rowspan="3">波圧 検討用津波 (1.5m津波)</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース㉜</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース㉝</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>ケース⑩</td> <td></td> <td>基準津波1の半周期</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">※通過波計測ケース</p>  <p style="text-align: center;">第33図 水理模型実験における水位の時刻歴波形（ケース⑩）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>比較のため、記載箇所を変更</p> </div>	検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	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	無	無	無	ケース⑩		基準津波1の半周期	無	有	有		<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検討対象とする津波波形、不確かさの違いにより実験ケースが異なる。
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	施設護岸	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			無	無	無																													
ケース⑩		基準津波1の半周期	無	有	有																													


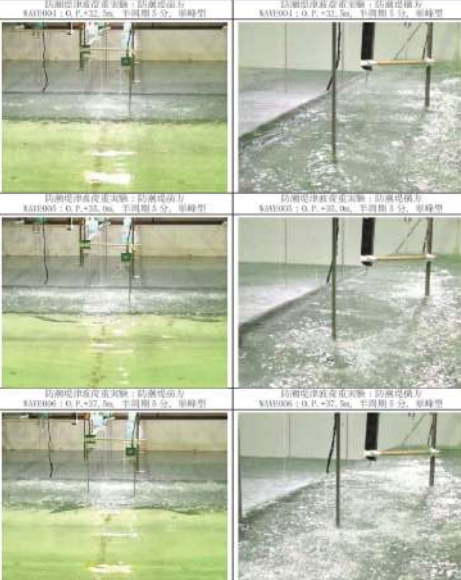
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>b. 通過波実験</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。</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。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。</p> <p>各ケースでの通過波実験（防潮堤なし）における津波の水理諸量を表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。</p>   <p>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）</p>			<p>相違理由</p> <p>【女川】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川では、ソリトン分裂の発生について通過波実験結果の波形を用いて説明し、また、波圧の分析の一助としてフルード数を算出している。一方、泊は構造物有の条件での水理模型実験の波形によってソリトン分裂及び碎波の発生を検討している。また、波力については波圧分布より評価を行っている。


第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉							島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
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	波型	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	+17.2m	3.2m	4.7m/s	0.939			
WAVE002		+25.0m	+23.3m	9.2m	8.0m/s	0.843			
WAVE003		+36.0m	+30.5m	17.0m	7.9m/s	0.612			
WAVE004		+32.5m	+26.2m	12.4m	9.1m/s	0.826			
WAVE005		+25.0m	+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	+14.3m	0.8m	0.2m/s	0.071			
WAVE102		+25.0m	+19.3m	6.0m	5.4m/s	0.704			
WAVE103		+36.0m	+25.3m	12.0m	8.0m/s	0.738			
WAVE104		+32.5m	+25.3m	12.1m	4.9m/s	0.450			
WAVE105		+35.0m	+28.2m	14.4m	7.4m/s	0.823			
WAVE106		+37.5m	+30.2m	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							(m) 波圧の算定結果	c. 波圧の結果	【女川】記載方針の相違 ・泊では、実験状況の写真、時系列波形の図を前述している。
<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実験を行い、防潮堤に作用する波圧の確認を行った。</p> <p>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。</p> <p>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。</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定した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>	<p>水理模型実験において計測した防潮堤に作用する波圧分布を第40図に示す。水理模型実験にて計測した防潮堤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。</p>	
							比較のため、記載箇所を変更		

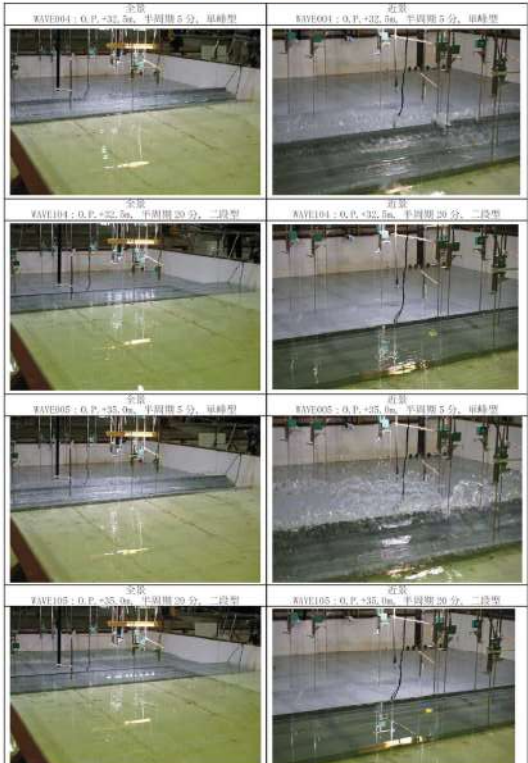
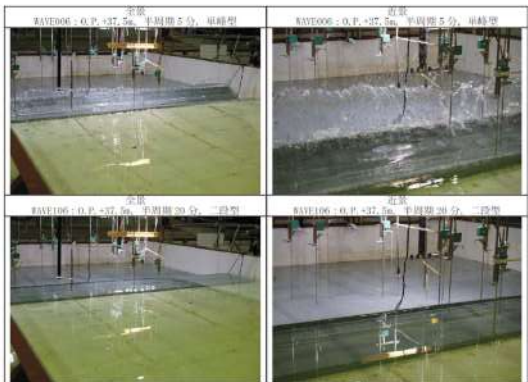
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p>			<p>相違理由</p> <p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、実験状況の写真、時系列波形の図を前述している。
<p>写真2-1 実験状況（津波荷重実験）</p>  <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p> <p>防備用津波荷重実験：防備用電力 WAVE001：0.1F・17.0m、半周期5分、準時型</p>			
<p>写真2-2 実験状況（津波荷重実験）</p>			

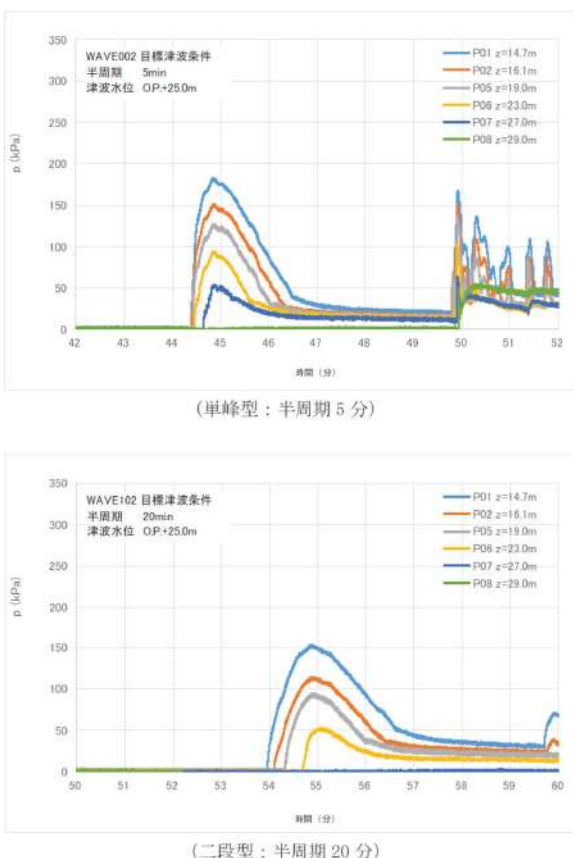
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
			<p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、実験状況の写真、時系列波形の図を前述している。
<p>写真2-3 実験状況（津波荷重実験）</p>  <p>写真2-4 実験状況（津波荷重実験）</p>			

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
			<p>相違理由</p> <p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、実験状況の写真、時系列波形の図を前述している。
<p>写真2-5 実験状況（津波荷重実験）</p>  <p>写真2-6 実験状況（津波荷重実験）</p>			

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>(単峰型：半周期5分)</p> <p>(二段型：半周期20分)</p> <p>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）</p>			<p>相違理由</p> <p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、実験状況の写真、時系列波形の図を前述している。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>図26-1 最大波圧分布（左図：単峰型，右図：二段型）</p>	<p>第3.4図 水理模型実験により算定した波圧分布</p>	<p>第40図 水理模型実験にて計測した波圧分布</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 水理模型実験の結果による波圧分布の相違。
<p>比較のため、記載箇所を変更</p>			

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(目標津波水位0.P.+36.0m)</p> <p>(目標津波水位0.P.+32.5m)</p>			<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 水理模型実験の結果による波圧分布の相違。

図 26-2 最大波圧分布 (左図：単峰型、右図：二段型)

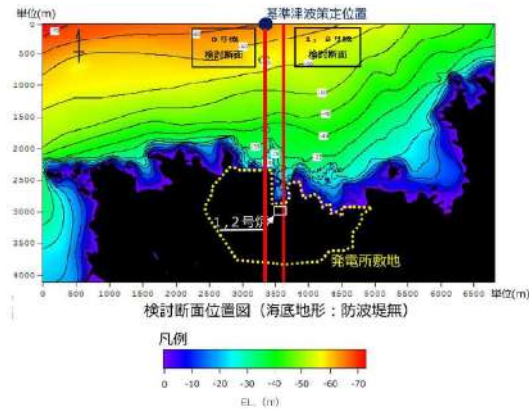
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(目標津波水位0. P. +35.0m)</p> <p>(目標津波水位0. P. +37.5m)</p>			<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水理模型実験の結果による波圧分布の相違。
<p>図26-3 最大波圧分布（左図：単峰型、右図：二段型）</p>			

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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、<u>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。</u></p> <p>検討の結果、<u>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。</u></p>		<p>d. まとめ</p> <p><u>泊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、防潮堤を模擬した水理模型実験により、不確かさとして地形特性（敷地形状）、構造物（防潮堤位置の違い）特性及び津波の波形特性（周期、波高）の違いが津波波圧等に与える影響を確認した。</u></p> <p>検討の結果、<u>地形特性（敷地形状）、構造物（防潮堤位置の違い）特性及び津波の波形特性（周期、波高）の違いに関わらず、津波のソリトン分裂波及び砕波は確認されず、また津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した（防潮堤に作用する波圧分布はいずれも直線型となった）。</u></p>	<p>【島根】記載方針の相違</p> <p>【女川】設計方針の違い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊には鋼管式鉛直壁はない。 ・泊では地形特性の違いも考慮し実験を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																										
<p>(6) 津波波圧評価に影響を与える不確かさの考慮方法</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>表6 津波波圧評価に影響する不確かさの考慮方法</p> <table border="1" data-bbox="112 486 638 973"> <thead> <tr> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">サイト特性</th> <th colspan="2">不確かさの考慮方法</th> </tr> <tr> <th>水理模型実験(表3の要約)</th> <th>数値流体解析</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">地形</td> <td>海堤勾配</td> <td>1/100 (平均勾配)</td> <td>— (各条件)</td> <td>— (各条件)</td> </tr> <tr> <td>防波堤</td> <td>防波堤あり</td> <td>【防波堤なしで代表】</td> <td>【防波堤なしで代表】</td> </tr> <tr> <td>前面地形 (防潮堤海側)</td> <td>2段敷地</td> <td>— (各条件)</td> <td>敷地法面が津波波圧の減勢効果をもたらすかを確認するため、法面の形状変化を仮定した感度解析を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">構造物 (防潮堤)</td> <td>設置位置</td> <td>法面上部 (法面)</td> <td>— (各条件)</td> <td>— (各条件)</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>OP+29m</td> <td>— (各条件)</td> <td>— (各条件)</td> </tr> <tr> <td>形状</td> <td>鋼管式組直壁(一般部) 岩盤部と盛土堤防の併用</td> <td>【鋼管式組直壁(一般部)で代表】</td> <td>【鋼管式組直壁(一般部)で代表】</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">津波 (基準津波 東北地方太平洋沖地震による津波)</td> <td>波形</td> <td>二段型波形</td> <td>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)</td> <td>基準津波(水位上昇側)と地形特性の異なる津波として、基準津波(水位下降側)の補正統計を実施</td> </tr> <tr> <td>津波高さ</td> <td>OP+24.4m (入力津波高さ)</td> <td>津波高さの不確かさを考慮(模擬津波) (OP+17.0m~OP+37.5mまでの1ケース)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>a. 敷地法面の形状を変化させた検討</p> <p>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。</p> <p>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</p>	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	海堤勾配	1/100 (平均勾配)	— (各条件)	— (各条件)	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	— (各条件)	敷地法面が津波波圧の減勢効果をもたらすかを確認するため、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 (法面)	— (各条件)	— (各条件)	高さ	OP+29m	— (各条件)	— (各条件)	形状	鋼管式組直壁(一般部) 岩盤部と盛土堤防の併用	【鋼管式組直壁(一般部)で代表】	【鋼管式組直壁(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)と地形特性の異なる津波として、基準津波(水位下降側)の補正統計を実施	津波高さ	OP+24.4m (入力津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮(模擬津波) (OP+17.0m~OP+37.5mまでの1ケース)		<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。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、三次元津波シミュレーションを実施して、複雑な地形や三次的な流況による津波波圧への影響を確認し、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の妥当性を確認する。</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、防波堤等への津波波圧の影響の確認ができないことから、波圧検討用津波(1.5m津波)を設定する。なお、波圧検討用津波(1.5m津波)により算定した波圧は、防波堤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4.2図に示す。</p>  <p>第4.2図(1) 発電所前面の海底地形</p>		<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。
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	海堤勾配	1/100 (平均勾配)	— (各条件)	— (各条件)																																									
	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	— (各条件)	敷地法面が津波波圧の減勢効果をもたらすかを確認するため、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 (法面)	— (各条件)	— (各条件)																																									
	高さ	OP+29m	— (各条件)	— (各条件)																																									
	形状	鋼管式組直壁(一般部) 岩盤部と盛土堤防の併用	【鋼管式組直壁(一般部)で代表】	【鋼管式組直壁(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)と地形特性の異なる津波として、基準津波(水位下降側)の補正統計を実施																																									
	津波高さ	OP+24.4m (入力津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮(模擬津波) (OP+17.0m~OP+37.5mまでの1ケース)																																										

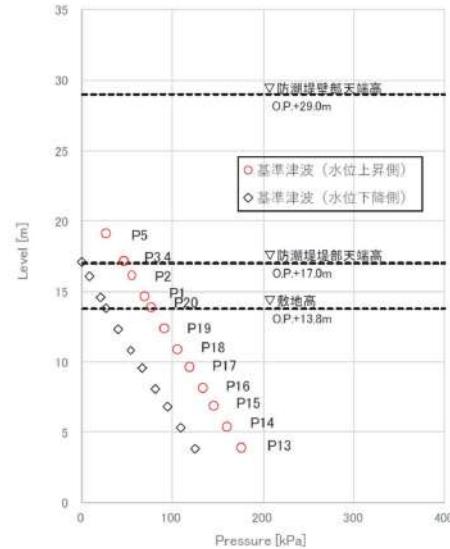
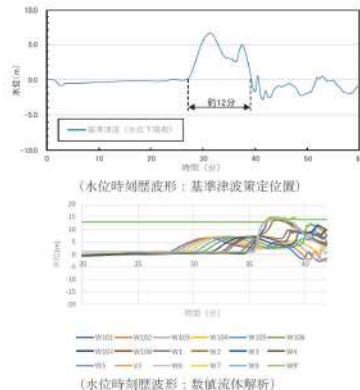
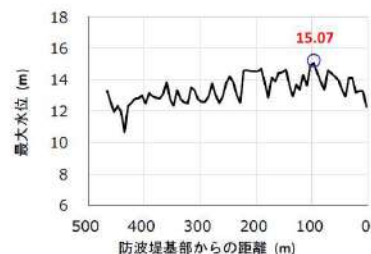
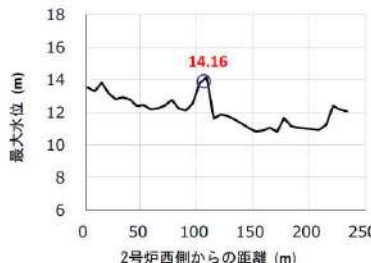
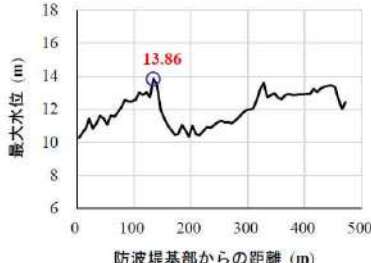
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>認められなかった（図29）。</p> <p>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分と長いため、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。</p> <p>図27 防潮堤の構造概要：鋼管式鉛直壁（一般部）</p> <p>図28 敷地法面の形状を変化させた検討ケース</p>	<p>島根原子力発電所2号炉</p> <p>第42図(2) 入射津波の造波波形図（防波堤有）</p> <p>第42図(3) 入射津波の造波波形図（防波堤無）</p> <p>第42図(4) 解析モデル図（防波堤有）の例</p> <p>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23表に示す。</p>	<p>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。

第5条 津波による損傷の防止

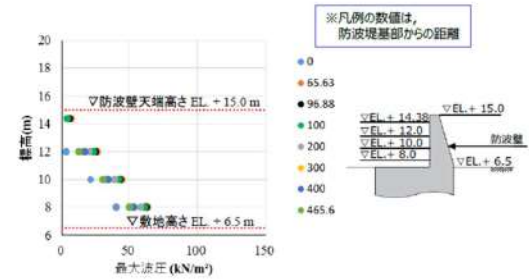
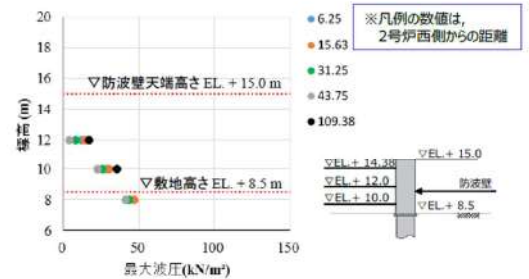
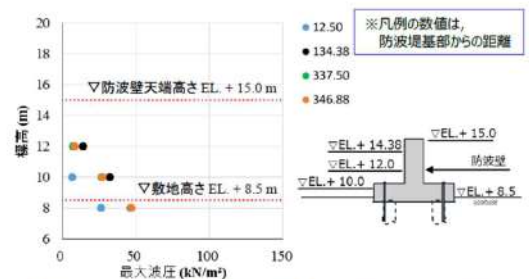
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由						
<p>女川原子力発電所2号炉</p> <p>図 29 敷地法面の形状を変化させた検討結果</p> <p>図 30 基準津波(水位上昇側)の時刻歴波形</p> <p>b. 基準津波(水位下降側)の検討</p> <p>基準津波(水位下降側)と波形特性が異なる津波の影響を確認するため、基準津波(水位下降側)を対象に非線形分散波理論に基づいた数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)を実施し、解析結果の比較を行った。基準津波(水位下降側)の波形は、基準津波(上昇側)と同様に第1波が二段型波形となっているが、基準津波(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。</p> <p>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)。</p>	<p>島根原子力発電所2号炉</p> <p>第2.3表 解析条件</p> <table border="1"> <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>$\Delta x=6.25m, \Delta y=6.25m, \Delta z=1.0\sim 2.0m$</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4.3図に、最高水位分布を第4.4図に示す。なお、代表として防波堤有の結果を示す。</p> <p>第4.3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>泊発電所3号炉</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。
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)								

第5条 津波による損傷の防止

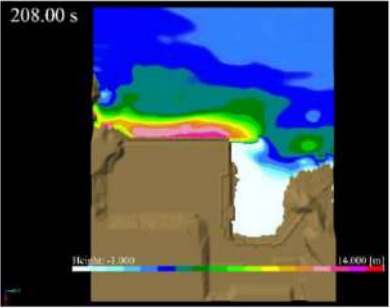
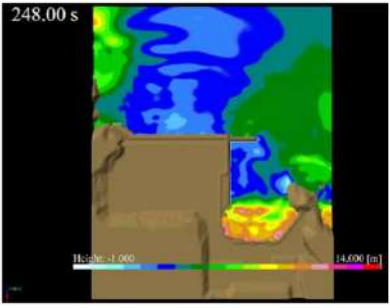
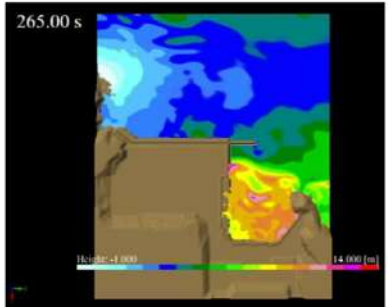
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>図31 最大波圧分布</p>  <p>図32 基準津波（水位下降側）の検討結果</p> <p>以上の検討結果を踏まえ、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析（断面二次元津波シミュレーション解析）及び水理模型実験から得られた津波波圧を既往の津波波圧算定式と比較した上で、保守的に評価結果を包含するような設計用津波波圧を設定する。</p>	 <p>第4-4図(1) 防波壁前面における最高水位分布（3号炉北側前面）</p>  <p>第4-4図(2) 防波壁前面における最高水位分布（1, 2号炉前面）</p>  <p>第4-4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>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(d) 津波波圧</p> <p>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>第45図 防波壁平面位置図</p> <p>第46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>第46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>第46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>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 ・女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(e) 津波波圧（標高毎）</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防波壁に作用する波圧（標高毎）を直接算定した結果を第47図に示す。</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>第47図（2）防波壁に作用する波圧分布（1、2号炉北側前面）</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>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 ・女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。


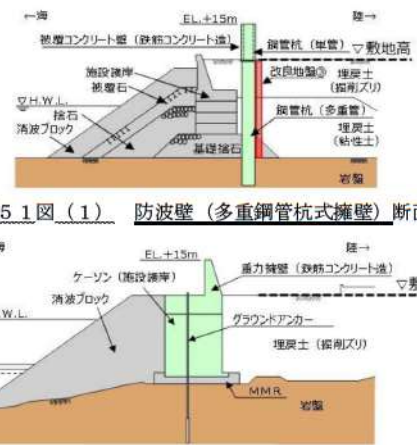
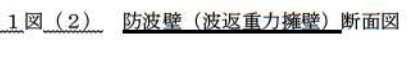
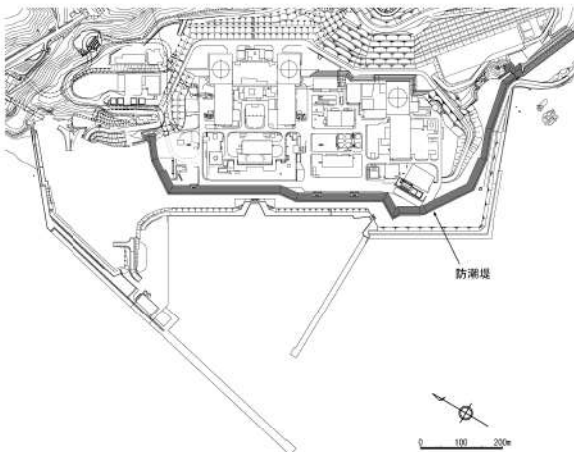
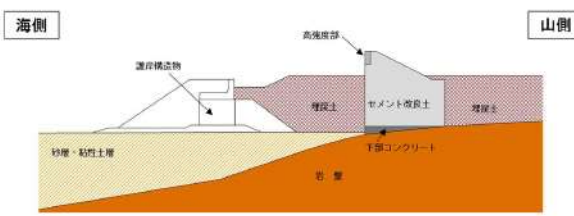
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<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) 津波の波作の用作用状況用 (状1況、(21号、炉前2面号最炉大前波面到最達大時刻波)到達時刻)</p>  <p>第48図 (3) 津波の波作の用作用状況用 (状3況号(炉3東号側炉前面東最側大前波面到最達大時刻波)到達時刻)</p>		<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 ・女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<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。これらの結果より、島根原子力発電所の複雑な地形や三次元的な流況による影響は認められないため、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションによる敷地高以上の津波波圧は妥当であると判断した。</p> <div data-bbox="683 550 1254 1141"> </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>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元解析を使用する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川では、数値流体解析で考慮する不確かさとして、津波特性と地形特性の影響を本項に記載している。泊では地形特性、津波特性の不確かさについて水理模型実験により考慮しており、前述している。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(7) 既往の津波波圧算定式との比較</p> <p>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較した結果を図35に示す。</p> <p>水深係数α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、実験結果の平均値と比較した場合、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)。また、実験結果はいずれも朝倉式的水深係数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>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、波圧検用津波(1.5m津波)を用いる。島根原子力発電所の防波壁の位置図を第5.0図に、断面図を第5.1図に示す。</p>  <p>第5.0図 防波壁位置図</p>  <p>第5.1図(1) 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)断面図</p>  <p>第5.1図(2) 防波壁(波返重力擁壁)断面図</p>	<p>(4) 設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式との比較</p> <p>a. 検討概要</p> <p>設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式への基準津波の適用性を確認するため、断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験による波圧と比較検討する。泊発電所の防潮堤の位置図を第41図に、断面図を第42図に示す。</p>  <p>第41図 防潮堤位置図</p>  <p>第42図 防潮堤断面図</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川、島根では既往の津波波圧算定式への適用性を確認しているが、泊では近年(R5.1)改正された設工認審査ガイドに基づく算定式への適用性を確認している。 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川は数値流体解析及び水理模型実験の結果を水深係数としての比較を行っている。島根及び泊は津波波圧としての比較を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>図33 無次元波圧分布(数値流体解析:水深係数$\alpha=2.19$)</p>	<p>第5.1図(3) 防波壁(逆T壁)断面図</p>	<p>第5.1図(3) 防波壁(逆T壁)断面図</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川、島根では既往の津波波圧算定式への適用性を確認しているが、泊では近年(R5.1)改正された設工認審査ガイドに基づく算定式への適用性を確認している。 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川は数値流体解析及び水理模型実験の結果を水深係数としての比較を行っている。島根及び泊は津波波圧としての比較を行っている。
<p>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>(2) 津波波圧検討フロー</p> <p>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。</p> <p>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定し、朝倉式(敷地高以上)及び谷本式(敷地高以深)により算定した津波波圧と比較する。</p> <p>第5.2図 検討フロー</p>	<p>b. 津波波圧検討フロー</p> <p>設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式の適用性は、第43図に示すフローにて確認する。</p> <p>断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験により防潮堤に作用する波圧を直接算定し、設工認審査ガイドに基づき算定した津波波圧と比較し、断面二次元シミュレーションと水理模型実験により直接算定した津波波圧が設工認審査ガイドに基づく津波波圧に包絡されることを確認することで、設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式の適用性を確認する。</p> <p>第43図 検討フロー</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(目標津波水位0. P. +32.5m)</p> <p>(目標津波水位0. P. +35.0m)</p>	<p>(3) 朝倉式による津波波圧算定</p> <p>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(入力津波高さ一敷地標高)の1/2と保守的に仮定して*津波波圧を算定する。</p> <p>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。</p> <p>朝倉式</p> $q_z = \rho \cdot g \cdot (a \cdot \eta - z)$ <p>ここに、 q_z : 津波波圧 (kN/m²) η : 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 ≤ z ≤ a) (h) a : 水深係数 (最大: 3) ρ : 海水の単位体積重量 (kN/m³)</p> <p>非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <p>分裂波の無次元最大波圧分布</p>	<p>c. 設計審査ガイドに基づく津波波圧算定式</p> <p>「3. ソリトン分裂波及び砕波の発生確認」に示す通り、泊発電所における基準津波については、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。そのため、基準津波による津波波圧は、設計審査ガイドに示される持続波圧に分類されると考えられる。</p> <p>設計審査ガイドにおける防潮堤等に作用する持続波圧評価に係る確認手順を第44図に示す。</p> <p>第44図 防潮堤等に作用する持続波圧評価に係る確認手順</p> <p>設計審査ガイドにおいて、設計の妥当性評価等へ活用可能な防潮堤に作用する最大持続波圧の評価式として、以下に示す式が提案されている。</p> <p>通過波の最大浸水深発生時のフルード数 Fr が1以下の場合、水深係数を3として、持続波圧は次式で算出する。</p> $P_{2nd} = 3 \cdot \rho \cdot g \cdot \eta_{max, 2nd}$ <p>P_{2nd} : 防潮堤等の最下部に作用する圧力 $\eta_{max, 2nd}$: 持続波最大浸水深 ρ : 海水(流体)密度 g : 重力加速度</p> <p>通過波の最大浸水深発生時のフルード数 Fr が1を超える場合、通過波の最大比エネルギー発生時刻における浸水深 $\eta_{E, max}$、フルード数 Fr_E、水深係数 α_E を用いて、持続波圧は次式で算出する。</p> $P_E = \alpha_E \cdot \rho \cdot g \cdot \eta_{E, max}$ <p>ここで、 $\alpha_E = 3.0$ ($Fr_E \leq 1.24$) $\alpha_E = (0.7 \times Fr_E^2 + 1) + 0.93$ ($Fr_E > 1.24$)</p> <p>津波波圧の比較においては、上式で求めた P_E とフルード数 Fr が1以下の場合の持続波圧 P_{2nd} を比較し、大きい方を持続波圧として採用する。</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川、島根では既往の津波波圧算定式への適用性を確認しているが、泊では近年(R5.1)改正された設計審査ガイドに基づく算定式への適用性を確認している。 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川は数値流体解析及び水理模型実験の結果を水深係数としての比較を行っている。島根及び泊は津波波圧としての比較を行っている。
<p>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>			

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉

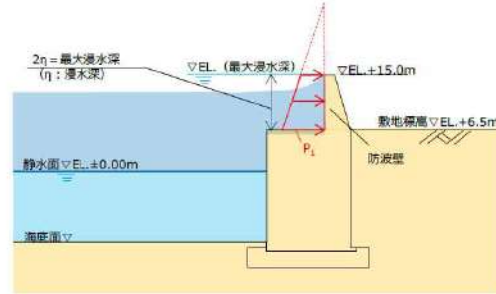
島根原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

表7 水深係数一覧（水理模型実験）

波条件	波形	水深係数 α		
		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

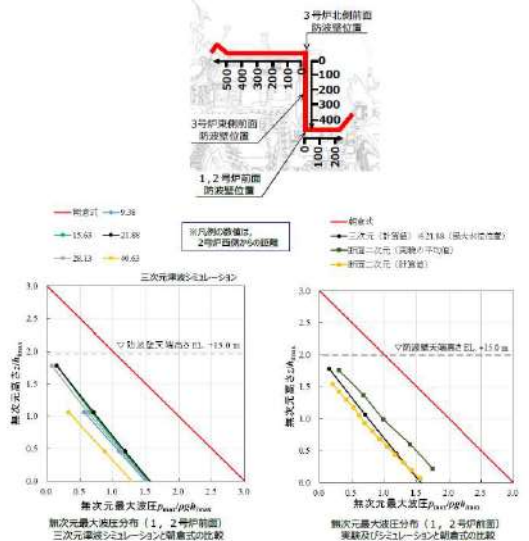
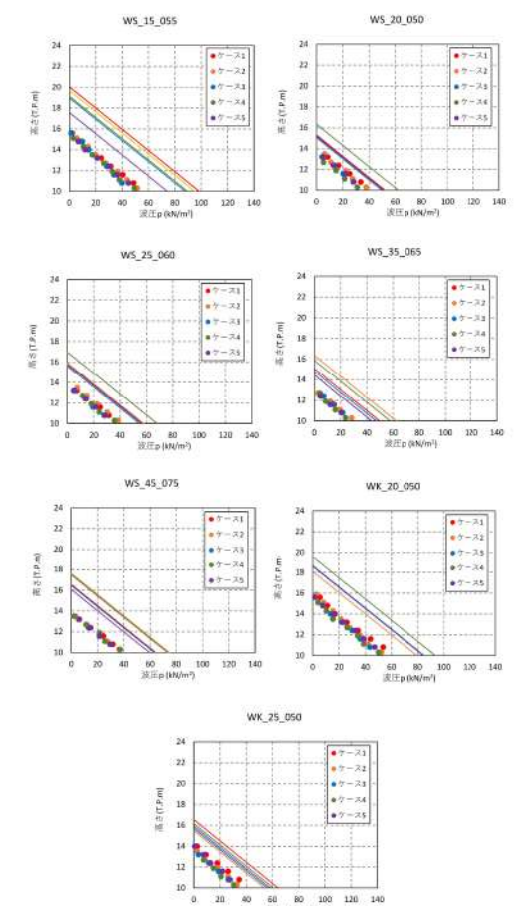


第54図 朝倉式における津波波圧の考え方

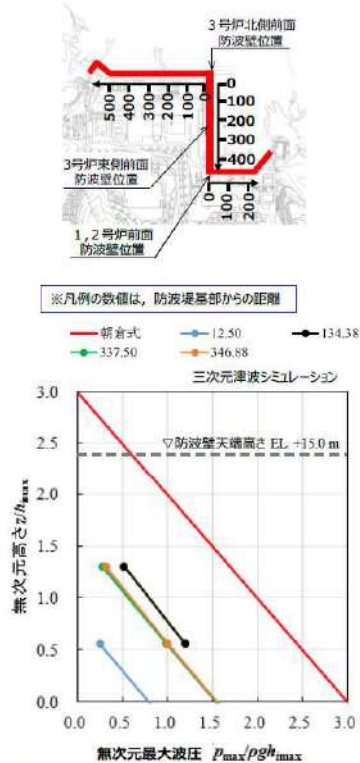
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>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)</p>	<p>(4) 津波波圧の比較 朝倉式(敷地高以上)</p> <p>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を第5.5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、朝倉式による波圧分布に包絡されることを確認した。</p> <p>第 5.5 図 無次元最大波圧分布(3号炉北側前面)</p>	<p>d. 津波波圧の比較</p> <p>基準津波を対象とした断面二次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布と設工認審査ガイドに基づく波圧分布の比較結果を第45図に示す。</p> <p>断面二次元津波シミュレーションによる基準津波の波圧分布は設工認審査ガイドに基づく波圧分布に包絡されることを確認した。</p> <p>第 45 図 波圧分布の比較結果 (断面二次元津波シミュレーション)</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川、島根では既往の津波波圧算定式への適用性を確認しているが、泊では近年(R5.1)改正された設工認審査ガイドに基づく算定式への適用性を確認している。 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川は数値流体解析及び水理模型実験の結果を水深係数としての比較を行っている。島根及び泊は津波波圧としての比較を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

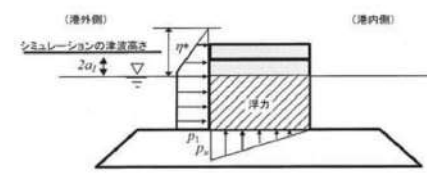
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>1, 2号炉前面の敷地高以上における、<u>朝倉式</u>により算定した波圧分布と水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布の比較結果を第5.6図に示す。</p> <p>水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションによる波圧分布は、<u>朝倉式</u>による波圧分布に包絡されることを確認した。</p>  <p>第5.6図 無次元最大波圧分布(1, 2号炉前面)</p>	<p>津波特性や地形特性の不確かさを考慮した水理模型実験により算定した波圧分布と、<u>設工認審査ガイド</u>に基づく波圧分布の比較結果を第46図に示す。</p> <p>水理模型実験による不確かさを考慮した津波の波圧分布は、<u>設工認審査ガイド</u>に基づく波圧分布に包絡されることを確認した。</p>  <p>※) 点: 実験結果, 実線: 設工認審査ガイドに基づく波圧</p> <p>第46図 波圧分布の比較結果(水理模型実験)</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川, 島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川, 島根では既往の津波波圧算定式への適用性を確認しているが, 泊では近年(R5.1)改正された設工認審査ガイドに基づく算定式への適用性を確認している。 島根では, サイト前面が複雑形状の湾となっているため, 津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は, 来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため, 断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川は数値流体解析及び水理模型実験の結果を水深係数としての比較を行っている。島根及び泊は津波波圧としての比較を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>3号炉東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57図に参考として示す。</p> <p>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>  <p>※凡例の数値は、防波堤基部からの距離</p> <p>— 朝倉式 — 12.50 — 134.38 — 337.50 — 346.88</p> <p>三次元津波シミュレーション</p> <p>▽防波壁天端高さ EL. +35.0 m</p> <p>無次元最大波圧 $P_{max}/\rho gh_{max}$</p> <p>無次元高さ z/h_{max}</p>		<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 女川、島根では既往の津波波圧算定式への適用性を確認しているが、泊では近年(R5.1)改正された設工認審査ガイドに基づく算定式への適用性を確認している。 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 女川は数値流体解析及び水理模型実験の結果を水深係数としての比較を行っている。島根及び泊は津波波圧としての比較を行っている。

第57図 無次元最大波圧分布（3号炉東側前面）

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(5) 谷本式による津波波圧算定</p> <p><u>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。</u></p> <p><u>なお、谷本式で使用する入射津波の静水面上の高さ（$2a_1$）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58図に示す。</u></p> <p>【谷本式】</p> $\eta^* = 3.0 a_1$ $P_1 = 2.2 \rho_0 g a_1$ $P_u = P_1$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m) a_1 : 入射津波の静水面上の高さ（振幅） (m) $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³) P_u : 直立壁前面下端における揚圧力^注 (kN/m²) <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58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る場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>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。</u> ・<u>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。</u> 		<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根では防波堤（海中構造物）を検討対象に含むため、谷本式による検討を示している。泊は対象外。

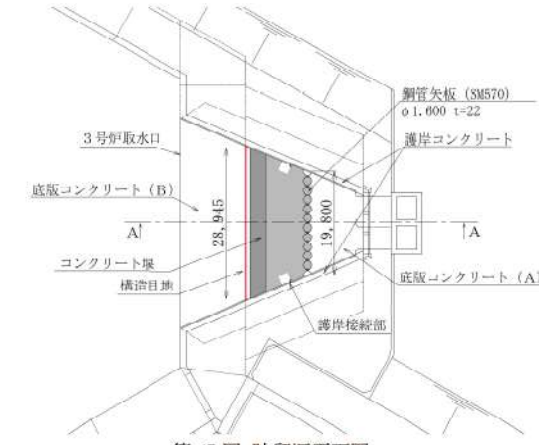
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(6) 津波波圧の比較 谷本式（敷地高以深）</p> <p><u>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59図に示す。</u></p> <p><u>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。</u></p> <div data-bbox="694 375 1243 654"> </div> <p><u>第59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</u></p>		<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では敷地高以上（防波壁前面）と以深（護岸前面）で想定される波圧分布が異なることから、敷地高以上と以深で別々に津波波圧の検討を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

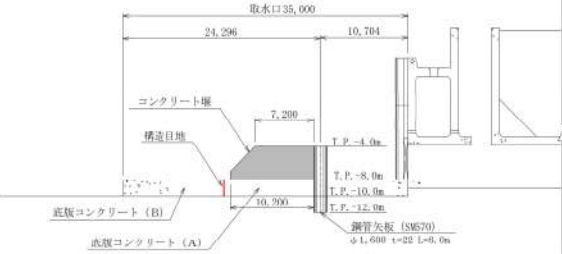
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(7)まとめ</p> <p>津波は波浪に比べて周期が長いことから、その波力は水位の上昇による静水圧として評価される場合が多い。しかし、実際には流れに伴う動的な影響や作用の継続時間による影響が考えられ、精度よく波力を評価するためには、<u>水理模型実験等を行うことが望ましいため、水理模型実験、断面二次元津波シミュレーション及び三次元津波シミュレーションを実施した。</u></p> <p>敷地高以上（防波壁前面）においては、敷地標高や遡上水深等により津波波圧への影響が大きいことから、<u>朝倉式に用いる通過波の浸水深において、最大浸水深（津波高さ－敷地高さ）×1/2</u>を用いることで、<u>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。</u></p> <p>敷地高以深（護岸前面）においては、<u>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、いずれもばらつき小さい線形の波圧分布となり、これらの実験や解析手法の差異による波圧分布に有意な差異はない。また、3号炉の水理模型実験では、敷地高以深の波圧を測定できていないが、護岸前面で緩やかな水位上昇を示しており、1、2号炉の津波シミュレーション及び水理模型実験と同様な波圧分布になると考えられることから、いずれも谷本式により算定される波圧分布に包絡されると判断した。以上のことから、津波波圧を谷本式で評価することの保守性を確認した。</u></p>	<p>e.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、<u>数値シミュレーションや水理模型実験等を行うことが望ましいため、断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験を実施した。</u></p> <p>防潮堤においては、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、<u>設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式を用いることで、断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験により算定される波圧に対して保守性を確保している。</u></p>	<p>【島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 泊では設工認審査ガイドに基づき津波波圧の検討を行っている。 島根では敷地高以上（防波壁前面）と以深（護岸前面）で想定される波圧分布が異なることから、敷地高以上と以深で別々に津波波圧の検討を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

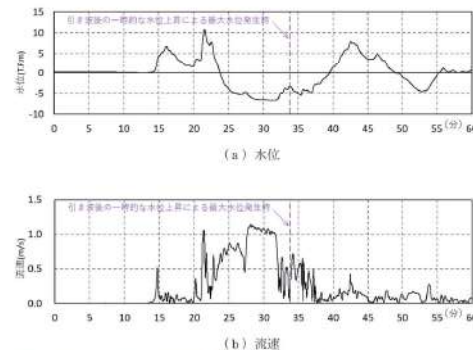
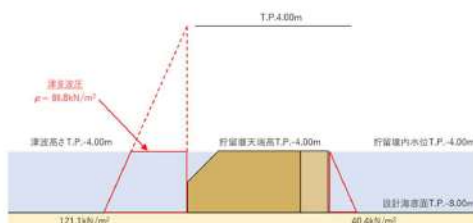
女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>5. 貯留堰に対する津波波圧の評価</p> <p>(1) 貯留堰に適用する津波波圧算定式</p> <p>貯留堰の平面図を第47図に、断面図を第48図に示す。</p> <p>貯留堰は、コンクリート堰を底版コンクリート(A)に定着した構造であり、引き波時に海底面から突出したコンクリート堰(貯留堰天端高さ:T.P.-4.0m)において海水を貯留する。</p> <p>このため、貯留堰に有意な津波波圧が作用するのは、引き波により貯留堰が海面から露出し、その後、押し波が貯留堰に作用してから越流するまでの間に限定される。</p> <p>引き波時における越流直前の津波波圧は、貯留堰を保守的に設置面が露出する構築物として考え、設工認審査ガイドに基づく津波波圧を適用する。越流時の静水圧差は、貯留堰が越流状態にある条件下では設工認審査ガイドの適用対象外となることから、既往の津波波圧算定式のうち、越流状態の構築物に適用可能な「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)に基づき算定する。</p> <p>以上を踏まえ、貯留堰における津波波圧としては、越流直前の波圧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。</p>  <p>第47図 貯留堰平面図</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊は貯留堰を設けるため、本構築物に対しても津波波圧評価を行っている。

実線・・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

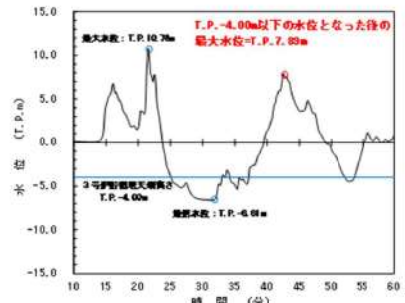
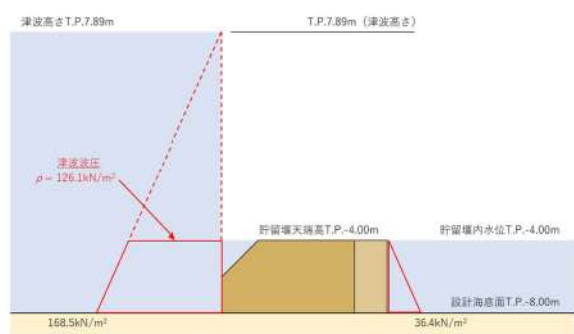
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>第48図 貯留堰断面図（A-A断面）</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(2) 越流直前の津波波圧の設定方針</p> <p>基準津波のうち、引き波後の貯留堰前面における水位上昇量が最大となる基準津波（波源D、南防波堤損傷）の水位・流速時刻歴波形を第49図に示す。</p> <p>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圧を設定する。</p> <p>具体的には、津波高さは貯留堰に作用する津波波圧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. -8.0m）まで水位が低下した後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高さ（T.P. -4.0m）までを想定する。</p> <p>津波波圧は、設工認審査ガイドの考え方に従って考慮する。第49図に示すように、貯留堰前面位置における引き波後の一時的な水位上昇による最大水位発生時の流速は 0.30m/s であり、フルード数は 0.04 となり、1以下である。したがって、越流直前の津波波圧においては津波高さの3倍の高さまで静水圧荷重を考慮する。津波波圧の作用イメージを第50図に示す。越流直前の津波波圧は、設工認審査ガイドに基づき算出すると 80.8kN/m² となる。</p>  <p>第49図 引き波後の貯留堰前面における水位上昇量が最大となる基準津波（波源D、南防波堤損傷）の水位・流速時刻歴波形</p>  <p>第50図 津波波圧の作用イメージ図（越流直前）</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊は貯留堰を設けるため、本構造物に対しても津波波圧評価を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(3) 越流時の津波波圧の設定方針</p> <p>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、津波波圧を算定した。</p> <p>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。</p> <p>基準津波18波のうち、引き波後の水位上昇量が最大となる基準津波（波源D、南防波堤損傷）の貯留堰前面における時刻歴波形を第51図に、津波波圧の作用イメージを第52図に示す。</p> <p>引き波により、水位が貯留堰天端高さ（T.P.-4.0m）以下となった後の最大水位（T.P.7.89m）を津波高さとし、静水圧差による算定式に基づき算出すると126.1kN/m²となる。</p>  <p>第51図 引き波後の貯留堰前面における水位上昇量が最大となる基準津波（波源D、南防波堤損傷）の時刻歴波形</p>  <p>第52図 津波波圧の作用イメージ図（越流時）</p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊は貯留堰を設けるため、本構造物に対しても津波波圧評価を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(4) まとめ</p> <p><u>貯留堰における津波波圧について、越流直前の波圧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圧を上回る結果となった。このため、貯留堰における津波波圧として、保守的に越流時の静水圧差を考慮することとする。</u></p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊は貯留堰を設けるため、本構造物に対しても津波波圧評価を行っている。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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、津波水位の大きさと比較した場合、水位条件の大きさに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に、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。</p> <p>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に含まれる</p>			<p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根実績の反映

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																				
<p>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いないが、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。</p> <p style="text-align: center;">表8 津波波圧の確認結果</p> <table border="1" data-bbox="91 323 667 563"> <thead> <tr> <th>確認方法</th> <th>確認結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>数値流体解析</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 女川防備堤(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。 防備堤の近傍で津波のフリント分割は確認されず、防備堤前面位置でのフルード数は1以下となった。 基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、特種圧が作用した。また、防備堤に作用する波圧分布は単直線型となり、おむね静水圧となった。 </td> </tr> <tr> <td>水理模型実験</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 女川防備堤(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。 防備堤の近傍で津波のフリント分割は確認されず、防備堤前面位置でのフルード数は1以下となった。 津波の波形特性(周期、波高)の違いにより、津波の衝撃圧は発生せず、特種圧が作用した。また、防備堤に作用する波圧分布はいずれも単直線型となった。 遡上からの通過波減水率を基準に簡次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いないが、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。 防備堤に作用する津波波圧は簡易式①に包含されることを確認した。 </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表9 水理模型実験による流速・フルード数の整理</p> <table border="1" data-bbox="91 647 667 963"> <thead> <tr> <th rowspan="2">波条件</th> <th rowspan="2">目標津波水位【O.P.】</th> <th colspan="2">二段型津波 (半周期20分)</th> <th colspan="2">単峰型津波 (半周期5分)</th> </tr> <tr> <th>流速</th> <th>フルード数 $Fr_{eq}/\sqrt{g \cdot h}$</th> <th>流速</th> <th>フルード数 $Fr_{eq}/\sqrt{g \cdot h}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WAVE001. WAVE101</td> <td>+17.0m</td> <td>0.2m/s</td> <td>0.071</td> <td>4.7m/s</td> <td>0.839</td> </tr> <tr> <td>WAVE002. WAVE102</td> <td>+25.0m</td> <td>5.4m/s</td> <td>0.704</td> <td>8.0m/s</td> <td>0.843</td> </tr> <tr> <td>WAVE004. WAVE104</td> <td>+32.5m</td> <td>4.9m/s</td> <td>0.450</td> <td>9.1m/s</td> <td>0.826</td> </tr> <tr> <td>WAVE005. WAVE105</td> <td>+35.0m</td> <td>7.4m/s</td> <td>0.623</td> <td>9.3m/s</td> <td>0.780</td> </tr> <tr> <td>WAVE003. WAVE103</td> <td>+36.0m</td> <td>8.0m/s</td> <td>0.738</td> <td>7.9m/s</td> <td>0.612</td> </tr> <tr> <td>WAVE006. WAVE106</td> <td>+37.5m</td> <td>7.6m/s</td> <td>0.603</td> <td>9.2m/s</td> <td>0.726</td> </tr> </tbody> </table>	確認方法	確認結果	数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> 女川防備堤(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。 防備堤の近傍で津波のフリント分割は確認されず、防備堤前面位置でのフルード数は1以下となった。 基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、特種圧が作用した。また、防備堤に作用する波圧分布は単直線型となり、おむね静水圧となった。 	水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 女川防備堤(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。 防備堤の近傍で津波のフリント分割は確認されず、防備堤前面位置でのフルード数は1以下となった。 津波の波形特性(周期、波高)の違いにより、津波の衝撃圧は発生せず、特種圧が作用した。また、防備堤に作用する波圧分布はいずれも単直線型となった。 遡上からの通過波減水率を基準に簡次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いないが、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。 防備堤に作用する津波波圧は簡易式①に包含されることを確認した。 	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 $Fr_{eq}/\sqrt{g \cdot h}$	流速	フルード数 $Fr_{eq}/\sqrt{g \cdot h}$	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			<p>【女川】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根実績の反映
確認方法	確認結果																																																						
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> 女川防備堤(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。 防備堤の近傍で津波のフリント分割は確認されず、防備堤前面位置でのフルード数は1以下となった。 基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、特種圧が作用した。また、防備堤に作用する波圧分布は単直線型となり、おむね静水圧となった。 																																																						
水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 女川防備堤(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。 防備堤の近傍で津波のフリント分割は確認されず、防備堤前面位置でのフルード数は1以下となった。 津波の波形特性(周期、波高)の違いにより、津波の衝撃圧は発生せず、特種圧が作用した。また、防備堤に作用する波圧分布はいずれも単直線型となった。 遡上からの通過波減水率を基準に簡次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いないが、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。 防備堤に作用する津波波圧は簡易式①に包含されることを確認した。 																																																						
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 $Fr_{eq}/\sqrt{g \cdot h}$	流速	フルード数 $Fr_{eq}/\sqrt{g \cdot h}$																																																		
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																																																		

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉							島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																					
<p>表10 津波波圧確認結果の全体概要と考察</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討ケース</th> <th rowspan="2">実施すべき考慮の目的</th> <th rowspan="2">検討方法</th> <th colspan="4">確認結果</th> <th rowspan="2">考察</th> </tr> <tr> <th>分館室の発生</th> <th>管室圧の発生</th> <th>反応炉室の発生</th> <th>減速減圧の発生回数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準津波 （本館上層部）</td> <td>— 【基本ケース】</td> <td>数値シミュレーション</td> <td>発生しない （非分離）</td> <td>発生しない （持越）</td> <td>発生位置 （減速減圧発生）</td> <td>2.19</td> <td>津波の半周期が約10～20分と長いので、本館天井が破れやけに要するような津波が作用し、分館室や管室圧が発生せず。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。</td> <td rowspan="5"> <p>【女川】記載方針の相違 ・島根実績の反映</p> </td> </tr> <tr> <td>基準津波 （本館上層部）</td> <td>敷地法面の敷設比の影響（浸透・浸出）による浸透の可能性がある</td> <td>数値シミュレーション</td> <td>発生しない （非分離）</td> <td>発生しない （持越）</td> <td>発生位置 （減速減圧発生）</td> <td>ケース1: 2.19 ケース2: 2.17 ケース3: 2.20</td> <td>津波の半周期が約10～20分と長いので、本館天井の破れやけに要するような津波が作用し、浸透・浸出による減速減圧が発生せず。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすことと、法面形状の差化の影響がほとんど認められなかったものと考えられる。</td> </tr> <tr> <td>基準津波 （本館下層部）</td> <td>基本ケースと異なる特性の津波の影響確認</td> <td>数値シミュレーション</td> <td>発生しない （非分離）</td> <td>発生しない （持越）</td> <td>発生位置 （減速減圧発生）</td> <td>2.24</td> <td>津波の半周期が約12分と長いので、本館天井が破れやけに要するような津波が作用し、基本ケースと異なり二相空室の一部の空室に二相空室による減速減圧の発生が認められる。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなす。減速減圧の差化の影響がほとんど認められなかったものと考えられる。</td> </tr> <tr> <td>初期津波 （本館） 5分・10分</td> <td>初期の異なる津波の影響確認（基準津波の第1波の初期特性を考慮）</td> <td>水筒模型実験</td> <td>発生しない （非分離）</td> <td>発生しない （持越）</td> <td>発生位置 （減速減圧発生）</td> <td>5分: 2.12～2.21 10分: 2.22～2.28 （実験結果の平均値で整理）</td> <td>初期の短い周期津波の方が減速減圧レベルが高くなる傾向が確認されたが、減速減圧の発生は初期に発生し、その後徐々に減少する傾向が認められた。以下の実験結果でも確認された。以下の減速減圧発生位置は、初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。また、初期津波の短い周期特性が、本館が数値シミュレーションの結果と一致したことを示唆する。最終の減速減圧が高いと考えられる。</td> </tr> <tr> <td>初期津波 （本館） OP+170sec～ OP+275sec</td> <td>初期の異なる津波の影響確認（出波位置の可能な範囲で検討）</td> <td>水筒模型実験</td> <td>発生しない （非分離）</td> <td>発生しない （持越）</td> <td>発生位置 （減速減圧発生）</td> <td>170sec: 2.19～2.28 200sec: 2.17～2.22 230sec: 2.21～2.24 260sec: 2.22～2.27 280sec: 2.22～2.24 310sec: 2.21～2.21 （実験結果の平均値で整理）</td> <td>OP+170secケースではほぼ同じ高さの減速減圧が、実験としてほぼ同等の大きさによって認められる。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。また、初期津波の短い周期特性が、本館が数値シミュレーションの結果と一致したことを示唆する。最終の減速減圧が高いと考えられる。</td> </tr> </tbody> </table>							検討ケース	実施すべき考慮の目的	検討方法	確認結果				考察	分館室の発生	管室圧の発生	反応炉室の発生	減速減圧の発生回数	基準津波 （本館上層部）	— 【基本ケース】	数値シミュレーション	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	2.19	津波の半周期が約10～20分と長いので、本館天井が破れやけに要するような津波が作用し、分館室や管室圧が発生せず。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。	<p>【女川】記載方針の相違 ・島根実績の反映</p>	基準津波 （本館上層部）	敷地法面の敷設比の影響（浸透・浸出）による浸透の可能性がある	数値シミュレーション	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	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分と長いので、本館天井の破れやけに要するような津波が作用し、浸透・浸出による減速減圧が発生せず。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすことと、法面形状の差化の影響がほとんど認められなかったものと考えられる。	基準津波 （本館下層部）	基本ケースと異なる特性の津波の影響確認	数値シミュレーション	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	2.24	津波の半周期が約12分と長いので、本館天井が破れやけに要するような津波が作用し、基本ケースと異なり二相空室の一部の空室に二相空室による減速減圧の発生が認められる。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなす。減速減圧の差化の影響がほとんど認められなかったものと考えられる。	初期津波 （本館） 5分・10分	初期の異なる津波の影響確認（基準津波の第1波の初期特性を考慮）	水筒模型実験	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	5分: 2.12～2.21 10分: 2.22～2.28 （実験結果の平均値で整理）	初期の短い周期津波の方が減速減圧レベルが高くなる傾向が確認されたが、減速減圧の発生は初期に発生し、その後徐々に減少する傾向が認められた。以下の実験結果でも確認された。以下の減速減圧発生位置は、初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。また、初期津波の短い周期特性が、本館が数値シミュレーションの結果と一致したことを示唆する。最終の減速減圧が高いと考えられる。	初期津波 （本館） OP+170sec～ OP+275sec	初期の異なる津波の影響確認（出波位置の可能な範囲で検討）	水筒模型実験	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	170sec: 2.19～2.28 200sec: 2.17～2.22 230sec: 2.21～2.24 260sec: 2.22～2.27 280sec: 2.22～2.24 310sec: 2.21～2.21 （実験結果の平均値で整理）	OP+170secケースではほぼ同じ高さの減速減圧が、実験としてほぼ同等の大きさによって認められる。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。また、初期津波の短い周期特性が、本館が数値シミュレーションの結果と一致したことを示唆する。最終の減速減圧が高いと考えられる。			
検討ケース	実施すべき考慮の目的	検討方法	確認結果							考察																																																				
			分館室の発生	管室圧の発生	反応炉室の発生	減速減圧の発生回数																																																								
基準津波 （本館上層部）	— 【基本ケース】	数値シミュレーション	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	2.19	津波の半周期が約10～20分と長いので、本館天井が破れやけに要するような津波が作用し、分館室や管室圧が発生せず。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。	<p>【女川】記載方針の相違 ・島根実績の反映</p>																																																						
基準津波 （本館上層部）	敷地法面の敷設比の影響（浸透・浸出）による浸透の可能性がある	数値シミュレーション	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	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分と長いので、本館天井の破れやけに要するような津波が作用し、浸透・浸出による減速減圧が発生せず。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすことと、法面形状の差化の影響がほとんど認められなかったものと考えられる。																																																							
基準津波 （本館下層部）	基本ケースと異なる特性の津波の影響確認	数値シミュレーション	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	2.24	津波の半周期が約12分と長いので、本館天井が破れやけに要するような津波が作用し、基本ケースと異なり二相空室の一部の空室に二相空室による減速減圧の発生が認められる。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなす。減速減圧の差化の影響がほとんど認められなかったものと考えられる。																																																							
初期津波 （本館） 5分・10分	初期の異なる津波の影響確認（基準津波の第1波の初期特性を考慮）	水筒模型実験	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	5分: 2.12～2.21 10分: 2.22～2.28 （実験結果の平均値で整理）	初期の短い周期津波の方が減速減圧レベルが高くなる傾向が確認されたが、減速減圧の発生は初期に発生し、その後徐々に減少する傾向が認められた。以下の実験結果でも確認された。以下の減速減圧発生位置は、初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。また、初期津波の短い周期特性が、本館が数値シミュレーションの結果と一致したことを示唆する。最終の減速減圧が高いと考えられる。																																																							
初期津波 （本館） OP+170sec～ OP+275sec	初期の異なる津波の影響確認（出波位置の可能な範囲で検討）	水筒模型実験	発生しない （非分離）	発生しない （持越）	発生位置 （減速減圧発生）	170sec: 2.19～2.28 200sec: 2.17～2.22 230sec: 2.21～2.24 260sec: 2.22～2.27 280sec: 2.22～2.24 310sec: 2.21～2.21 （実験結果の平均値で整理）	OP+170secケースではほぼ同じ高さの減速減圧が、実験としてほぼ同等の大きさによって認められる。初期に作用する津波減圧がほぼ全館水圧とみなすものと考えられる。また、初期津波の短い周期特性が、本館が数値シミュレーションの結果と一致したことを示唆する。最終の減速減圧が高いと考えられる。																																																							

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<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>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砕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砕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、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>この結果より、島根原子力発電所の複雑な地形や三次元的な流況による影響は認められないため、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションによる津波波圧は妥当であると判断した。</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、<u>防波壁等の設計で考慮する津波波圧</u>を以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地高以上については、<u>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。</u> 防波壁及び防波壁通路防波扉の設計用津波波圧の算定に用いる津波高さは、<u>平面二次元津波シミュレーション結果による入力津波高さ（EL. +11.9m）に潮位のばらつきを考慮した「EL. +12.6m」を用いる。</u> <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>6. 設計で考慮する津波波圧の設定方針</p> <p>断面二次元津波シミュレーション及び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砕波が発生しないことを確認した。</p> <p>また、断面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験による津波波圧は、<u>設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式</u>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、<u>防潮堤及び貯留堰の詳細設計段階で考慮する津波波圧</u>を以下の通り設定する。</p> <p>(1) 防潮堤</p> <p>防潮堤の詳細設計段階で考慮する津波波圧は、<u>朝倉式に基づき設定し、朝倉式に用いる通過波の浸水深は、保守的に最大浸水深（入力津波高さ－防潮堤前面の敷地標高）の1/2と仮定して津波波圧を算出する。</u></p> <p>(設計で考慮する津波波圧)</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波高さ：$H = T.P. 16.8m$（入力津波高さに基づき設定） 防潮堤前面の敷地標高：$T.P. 10.0m$（敷地基準高さに設定） 設計用浸水深 $(\text{通過波の浸水深}) \div 2 = 3.4m \text{ (}(16.8 - 10.0) \div 2)$ 防潮堤の最下部に作用する津波波圧：$P = 3 \cdot \rho \cdot g \cdot \eta$ <p>追而【防潮堤前面の入力津波高さ】 <u>破線[屈部分]</u>については、入力津波の審査結果を踏まえ記載を適正化する。</p> <p>波圧算定イメージ（防潮堤）を第53図に示す。</p> <p>追而 （入力津波の審査結果を踏まえ記載する）</p>	<p>相違理由</p> <p>【女川】記載方針の相違 ・島根実績の反映</p> <p>【島根】設計方針の相違 ・泊は断面二次元津波シミュレーションと水理模型実験の2通りの方法でソリトン分裂波・砕波が生じないことを確認している。 ・島根は水理模型実験の再現性確認の位置づけで断面二次元津波シミュレーションを行っており、泊と位置づけが異なる。 ・島根では、サイト前面が複雑形状の湾となっているため、津波波力検討に三次元津波シミュレーションの結果も考慮する。泊は、来襲津波がおおむね一様にサイトに入射するため、断面二次元津波解析により確認を行っている。 ・泊では設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式を適用する。 ・津波防護施設の相違</p> <p>【島根】設計方針の相違 ・泊では設工認審査ガイドに基づく津波波圧算定式を適用する。</p>

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="123 494 638 694" data-label="Equation-Block"> $p = \rho \cdot g \cdot (\alpha \cdot \eta - z)$ <p>ここで、 p : 津波波圧 (kN/m²) ρ : 海水の密度 (=1.03 t/m³) g : 重力加速度 (=9.80665 m/s²) α : 水深係数 (=3) η : 浸水深 (通過波の浸水深=入力津波水深の1/2) (m) z : 陸上地面を基準とした上向の正の座標 (m)</p> </div> <div data-bbox="100 702 660 853" data-label="Figure"> <p>図36は、鋼管式鉛直式の断面図を示しています。海側には、入力津波高さ O.P.+25.0m、浸水深 η=73.94m、水深係数 α=3、重力加速度 g=9.80665 m/s²、密度 ρ=1.03 t/m³ の条件が示されています。山側には、高強度部 T.P.19.0m、埋戻土、セメント改良土、下部コンクリート、岩盤、砂層・粘性土層の構造が示されています。また、設計に用いる津波高さ、設計水位 EL±0.00m、防波壁、敷地盛土で EL+6.5m、敷地高以上、敷地高以深の区分も示されています。</p> </div> <div data-bbox="123 861 638 893" data-label="Caption"> <p>図36 津波波圧設定の考え方（鋼管式鉛直式の断面図）</p> </div>	<div data-bbox="817 199 1108 422" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[平面二次元津波シミュレーション] --> B[防波壁等の設計に用いる津波高さ] B --> C["【敷地高以上】"] B --> D["【敷地高以深】"] C --> E[朝倉式により津波波圧設定] D --> F[谷本式により津波波圧設定] </pre> </div> <div data-bbox="840 486 1108 518" data-label="Caption"> <p>第60図 津波波圧設定フロー</p> </div> <div data-bbox="683 678 1243 853" data-label="Figure"> <p>第61図は、3号炉前面の波圧算定イメージを示しています。敷地高以上は朝倉式により津波波圧算定、敷地高以深は谷本式により津波波圧算定とされています。また、設計に用いる津波高さ、設計水位 EL±0.00m、防波壁、敷地盛土で EL+6.5m、敷地高以上、敷地高以深の区分も示されています。</p> </div> <div data-bbox="772 861 1153 893" data-label="Caption"> <p>第61図 波圧算定イメージ（3号炉前面）</p> </div>	<div data-bbox="1276 550 1848 853" data-label="Figure"> <p>第53図は、防潮堤の波圧算定イメージを示しています。海側には、入力津波高さ T.P.16.6m、浸水深 η=73.94m、水深係数 α=3、重力加速度 g=9.80665 m/s²、密度 ρ=1.03 t/m³ の条件が示されています。山側には、高強度部 T.P.19.0m、埋戻土、セメント改良土、下部コンクリート、岩盤、砂層・粘性土層の構造が示されています。また、設計に用いる津波高さ、設計水位 EL±0.00m、防波壁、敷地盛土で EL+6.5m、敷地高以上、敷地高以深の区分も示されています。</p> </div> <div data-bbox="1388 861 1736 893" data-label="Caption"> <p>第53図 波圧算定イメージ（防潮堤）</p> </div> <div data-bbox="1276 901 1848 997" data-label="Text"> <p>追而【防潮堤前面の入力津波高さ】 破線囲部分については、入力津波の審査結果を踏まえ記載を適正化する。</p> </div>	<div data-bbox="1870 861 2116 917" data-label="Text"> <p>【女川、島根】設計方針の相違 ・津波防護施設の相違</p> </div>

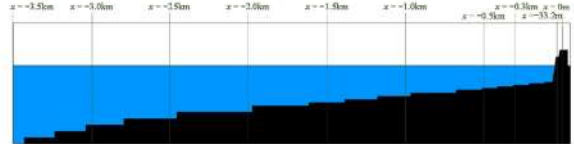
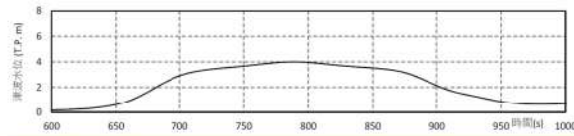
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																													
	<p>※朝倉式による津波波圧算定（参考）</p> <p>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2.4表及び第2.5表に示す。</p> <p>・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</p> <p>第2.4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）</p> <table border="1" data-bbox="745 518 1193 675"> <thead> <tr> <th>実験ケース</th> <th>最大浸水深h</th> <th>h/2</th> <th>浸水深η</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース③</td> <td>8.397m</td> <td>4.199m</td> <td>4.199m (最大浸水深の1/2)</td> </tr> <tr> <td>ケース④</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>3.643m (通過波の浸水深)</td> </tr> </tbody> </table> <p>・1,2号炉の水理模型実験 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</p> <p>第2.5表 保守的な浸水深ηの水理模型実験による確認結果（1,2号炉）</p> <table border="1" data-bbox="745 901 1193 1058"> <thead> <tr> <th>実験ケース</th> <th>最大浸水深h</th> <th>h/2</th> <th>浸水深η</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケース⑧</td> <td>6.511m</td> <td>3.256m</td> <td>3.256m (最大浸水深の1/2)</td> </tr> <tr> <td>ケース⑨</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>2.015m (通過波の浸水深)</td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 10px auto;">比較のため、記載箇所を変更</div>	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)	実験ケース	最大浸水深h	h/2	浸水深 η	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)	<p>※通過波の最大浸水深発生時のフルード数 Fr が1以下の場合に相当する朝倉式による津波波圧算定（参考）</p> <p>朝倉式で用いる「通過波の浸水深」と、最大水位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8表に示す。</p> <p>・水理模型実験 No.57：防潮堤がある場合の最大浸水深hの1/2 No.22：防潮堤位置の通過波の浸水深</p> <p>第8表 保守的な浸水深ηの水理模型実験による確認結果</p> <table border="1" data-bbox="1321 497 1848 687"> <thead> <tr> <th>実験ケース</th> <th>津波波形</th> <th>護岸形状</th> <th>防潮堤</th> <th>最大浸水深h</th> <th>h/2</th> <th>浸水深η</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No.57</td> <td>WS_45_075</td> <td>ケース2</td> <td>無</td> <td>8.41</td> <td>4.21</td> <td>4.21m (最大浸水深の1/2)</td> </tr> <tr> <td>No.22</td> <td>WS_45_075</td> <td>ケース2</td> <td>有</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>4.04m (通過波の浸水深)</td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p>	実験ケース	津波波形	護岸形状	防潮堤	最大浸水深h	h/2	浸水深 η	No.57	WS_45_075	ケース2	無	8.41	4.21	4.21m (最大浸水深の1/2)	No.22	WS_45_075	ケース2	有	—	—	4.04m (通過波の浸水深)	
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)																																													
実験ケース	最大浸水深h	h/2	浸水深 η																																													
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)																																													
実験ケース	津波波形	護岸形状	防潮堤	最大浸水深h	h/2	浸水深 η																																										
No.57	WS_45_075	ケース2	無	8.41	4.21	4.21m (最大浸水深の1/2)																																										
No.22	WS_45_075	ケース2	有	—	—	4.04m (通過波の浸水深)																																										

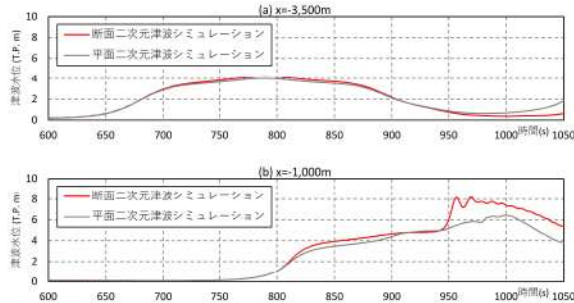
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(2) 貯留堰</p> <p><u>貯留堰の詳細設計段階で考慮する津波波圧について、設工認審査ガイドに基づく越流直前の波圧及び「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）に基づく越流時の静水圧差について検討した結果、保守的な設計を行う観点から、越流時の静水圧差を考慮し、静水圧差による算定式を適用する。</u></p>	<p>【女川、島根】設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊は貯留堰を設けるため、本構造物に対しても津波波圧評価を行っている。

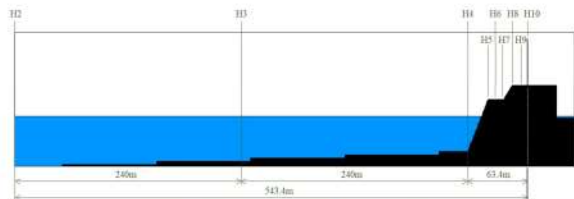
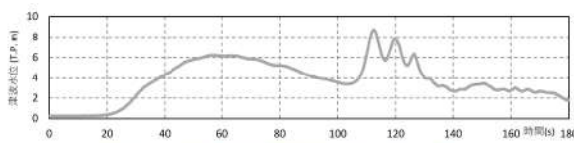
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>【補 足】 断面二次元津波シミュレーションの検証</p> <p>(1) 検証概要</p> <p>断面二次元津波シミュレーションについて、解析妥当性の検証を行った。平面二次元津波シミュレーション及び水理模型実験に対する再現計算を実施し、津波水位及び防潮堤に作用する波圧分布を断面二次元津波シミュレーションにより良好に再現できることを示す。なお、平面二次元津波シミュレーションの再現計算に当たって、断面二次元津波シミュレーションにおいて基準津波の第2波のみを沖合から入射させても泊発電所位置で第2波に対応する時刻歴波形を再現することができないため、第1波を対象とした。</p> <p>(2) 平面二次元津波シミュレーションに対する再現計算</p> <p>a. 解析条件</p> <p>断面二次元津波シミュレーションにおける解析モデルを第54図に示す。解析領域は、平面二次元津波シミュレーションで水位時刻歴が得られる沖合3.5km地点から発電所敷地までの区間をモデル化した。基準津波（波源F、北防波堤損傷）における第1波の時刻歴波形を第55図に示す。沖合3.5km地点において平面二次元津波シミュレーションで算出された水位時刻歴のうち、第1波目の波形を与えた。</p>  <p>第54図 断面二次元津波シミュレーションにおける解析モデル (沖合3.5km地点～敷地)</p>  <p>第55図 断面二次元津波シミュレーションで入力する 第1波の時刻歴波形 (基準津波（波源F、北防波堤損傷）)</p>	<p>【女川、島根】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、数値解析の妥当性確認（水理実験の再現性）について追記する。

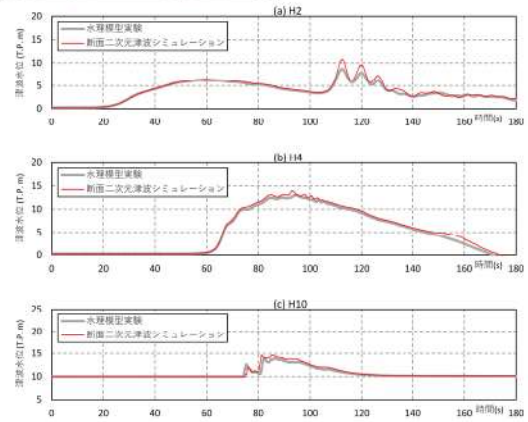
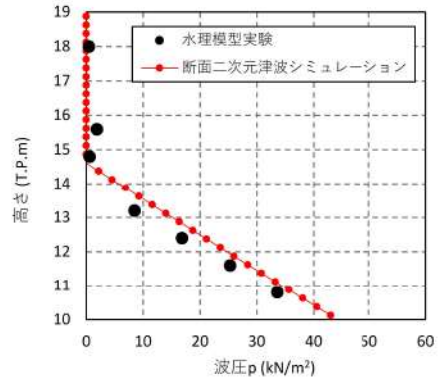
第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>b. 平面二次元津波シミュレーション結果の再現性</p> <p>基準津波の第1波を対象に、沖合3.5km及び1.0km位置付近の津波水位時刻歴について平面二次元津波シミュレーションと断面二次元津波シミュレーションの比較を行った結果を第57図に示す。なお、平面二次元津波シミュレーションでは沿岸地形の平面的な伝播・反射挙動が含まれ断面二次元津波シミュレーションと条件が異なるため、平面二次元津波シミュレーションと断面二次元津波シミュレーションの比較対象は反射波の影響が現れるまでとなる。</p> <p>沖合3.5km位置で1波目の波形は、平面二次元津波シミュレーションと断面二次元津波シミュレーションでほぼ一致している。同波形が陸方向に伝播し、沖合1.0km位置においても平面二次元津波シミュレーションと断面二次元津波シミュレーションで同等の水位時刻歴が得られており、断面二次元津波シミュレーションにより平面二次元津波シミュレーションの津波伝播過程を良好に再現できることが確認された。</p>  <p>第56図 平面二次元津波シミュレーションと断面二次元津波シミュレーションの比較（津波水位時刻歴）；波源F、北防波堤損傷</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(3) 水理模型実験に対する再現計算</p> <p>a. 解析条件</p> <p>水理模型実験に対する解析モデルを第57図に示す。解析領域は、水理模型実験で水位時刻歴が得られるH2地点からH10地点（発電所敷地）までの区間をモデル化した。入力する津波の時刻歴波形は水理模型実験の水位計H2で計測した時刻歴波形とし、解析モデル上のH2地点に入力した。断面二次津波シミュレーションで入力する津波の時刻歴波形を第58図に示す。</p>  <p>第57図 水理模型実験に対する解析モデル（H2地点～H10地点（敷地））</p>  <p>第58図 断面二次津波シミュレーションで入力する津波の時刻歴波形</p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>b. 水理模型実験結果の再現性</p> <p>水理模型実験の検討ケースNo.41(津波波形:WS_20_050、護岸ケース1(基本形状)、防潮堤有り)を対象に、断面二次元津波シミュレーションによる再現解析を行った。第59図に津波水位時刻歴の比較を示す。沖合から防潮堤前面に至るまで、良好に再現できている。第60図に防潮堤に作用する波圧分布の比較を示す。断面二次元津波シミュレーションにおいて、水理模型実験結果の静水圧分布とほぼ同じ圧力分布が得られている。以上から、断面二次元津波シミュレーションにより水理模型実験の津波伝播過程及び防潮堤に作用する波圧分布を再現できることが確認された。</p>  <p>第59図 水理模型実験と断面二次元津波シミュレーションの比較(津波水位時刻歴)</p>  <p>第60図 水理模型実験と断面二次元津波シミュレーションの比較(防潮堤に作用する波圧分布)</p>	<p>【女川、島根】記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊では、数値解析の妥当性確認(水理実験の再現性)について追記する。

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>(4) まとめ</p> <p><u>平面二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の複数手法により同等で整合性のある結果が示されたことから、断面二次元津波シミュレーションにより津波水位及び防潮堤に作用する波圧分布を良好に再現できることが示された。</u></p>	

第5条 津波による損傷の防止

女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>【参考文献】</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>4) 榑山 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.</p> <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>		<p>【参考文献】</p> <p>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.</p> <p>2) 松山昌史・池野正明・榑山勉・柳沢賢・藤井直樹 (2005)：大陸棚上におけるソリトン分裂した津波の碎波に関する無ひずみ模型実験，海岸工学論文集，第52巻，pp. 241 - 245.</p> <p>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.</p> <p>4) 国土交通省住宅局長 (2011)：津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）.</p> <p>5) 榑山 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.</p> <p>6) 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> <p>7) 国土交通省港湾局 (2015)：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）.</p> <p>8) 鳥山拓也・石田暢生・山下啓・高松直丘・日比野憲太 (2022)：防潮堤に作用する最大持続波圧評価式の提案，NRA 技術報告，NTEC-2022-4001.</p> <p>9) 原子力規制委員会 (2023)：耐津波設計に係る設工認審査ガイド（令和5年1月改正）.</p>	<p>【島根】記載方針の相違</p> <p>・島根では、参考文献を未記載。</p>