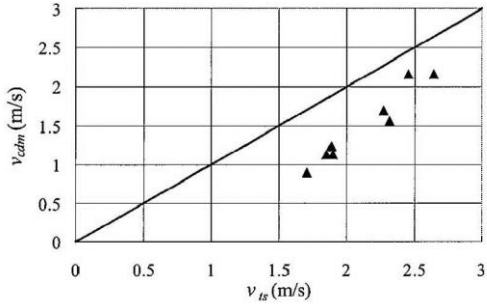
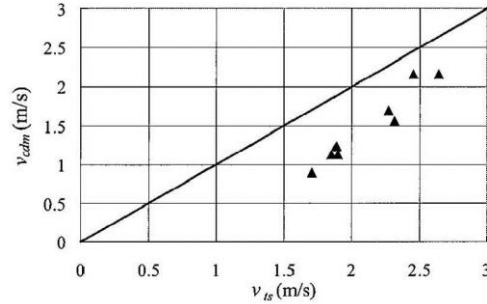


実線・・設備運用又は体制等の相違 (設計方針の相違)
 波線・・記載表現, 設備名称の相違 (実質的な相違なし)

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料18]

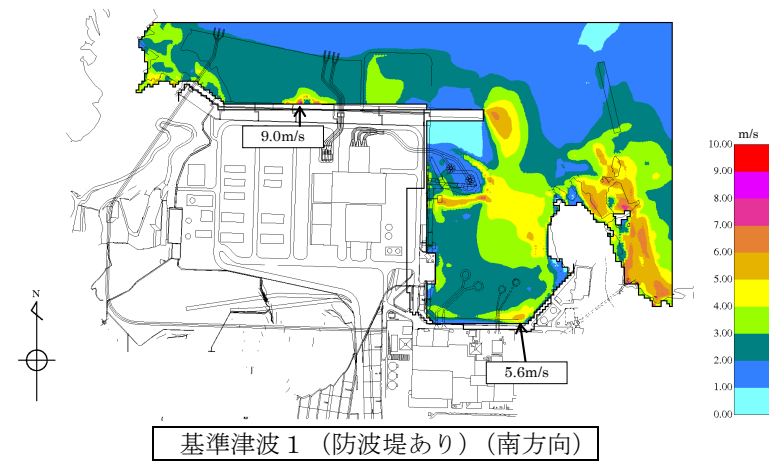
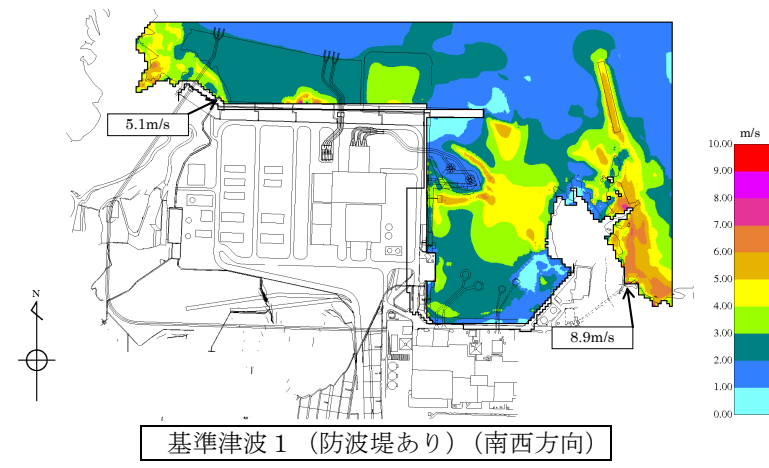
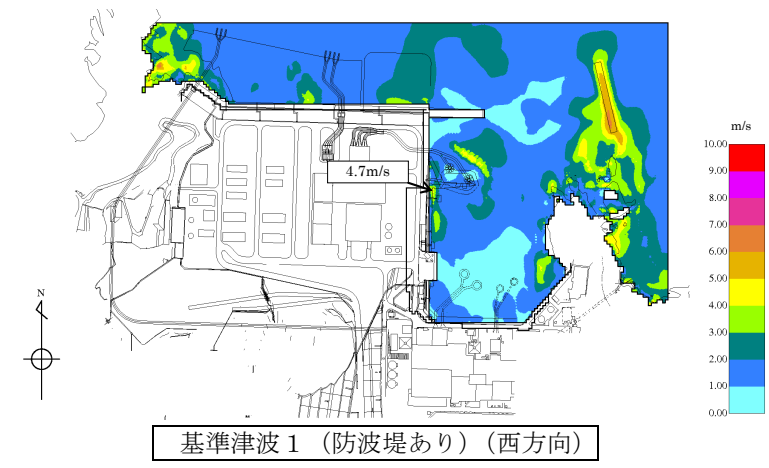
東海第二発電所 (2018.9.12版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 15</p> <p style="text-align: center;">漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について</p> <p>1. はじめに</p> <p>津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献^{※)}によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっている (図1) が、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。</p>  <p style="text-align: center;">図1 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{dm} の関係</p> <p>※) 海岸工学論文集, 第54巻(2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 (有川ほか)</p> <p>津波の流速は、津波遡上シミュレーションにより得られる値を用いる。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 18</p> <p style="text-align: center;">漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について</p> <p>1. 設計に用いる遡上波の流速について</p> <p>津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献^{※1)}によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっているが、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。</p>  <p style="text-align: center;">図1 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{dm} の関係</p> <p>※1 海岸工学論文集, 第54巻(2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 (有川ほか)</p> <p>漂流物の衝突速度は、評価対象施設周辺の流速に依存すると考えられるため、評価対象施設周辺の流速により、漂流物の衝突速度を設定する。漂流物が各施設に衝突する際の荷重の大きさは、評価対象施設に対して直交方向の流速に依存すると考えられるため、評価対象施設に対して直交方向の最大流速を抽出し、これに不確かさを考慮して、安全側の評価を実施する。また、防波壁等、広範囲にわたる施設は地点により流速が異なるが、設計に用いる漂流物の衝突荷重として、安全側に評価対象施設全体の最大流速を用いる。</p> <p>評価対象施設における最大流速分布を図2～9に示す。</p> <p>結果としては、基準津波における最大流速は施設護岸港湾外で9.0m/s、施設護岸港湾内で9.0m/s、1号炉放水連絡通路前で9.8m/sが抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外、港湾内及び1号炉放水連絡通路前で10.0m/sを、津波防護施設及び浸水防止設備の衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。</p>	<p>備考</p> <p>・検討方針の相違による記載内容の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

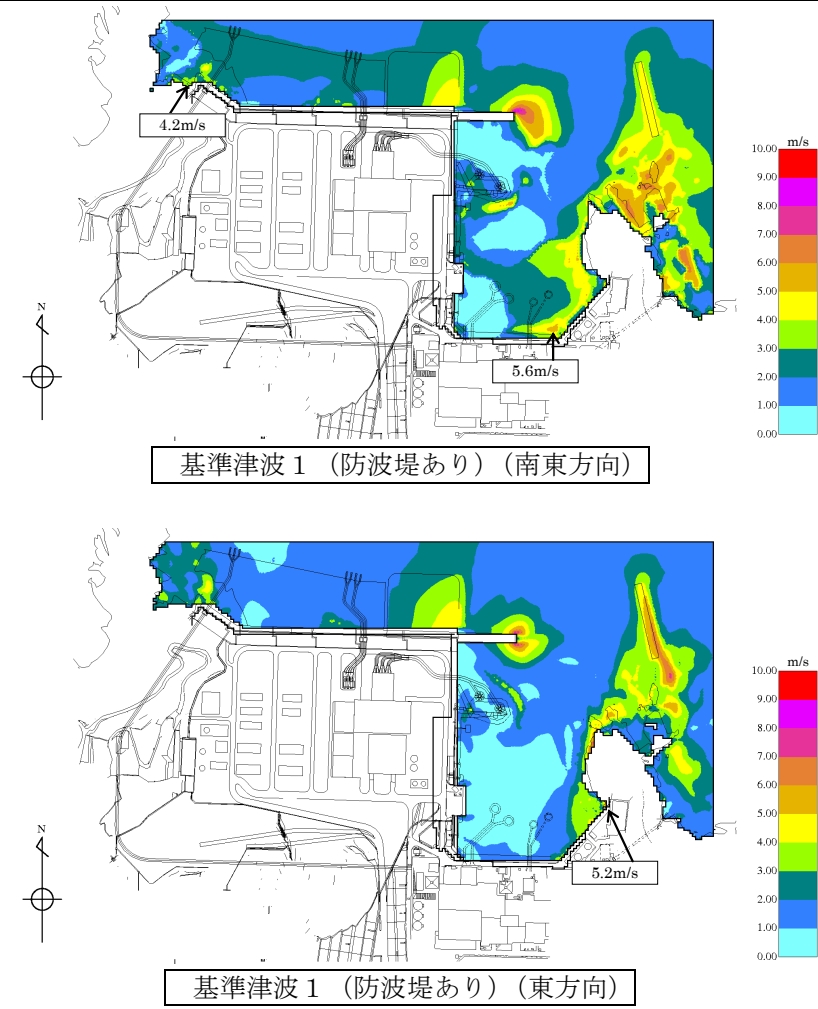


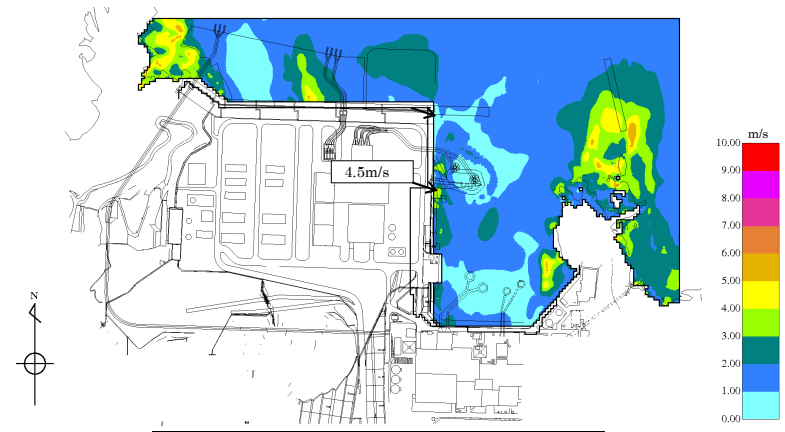
図2 基準津波 1 (防波堤あり) 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

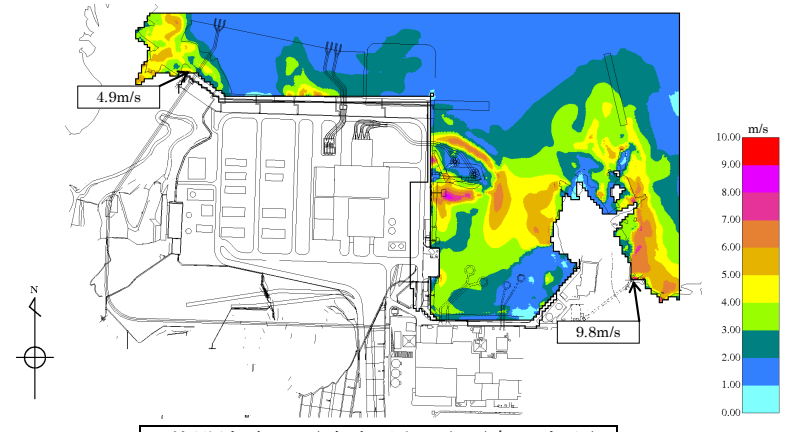
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

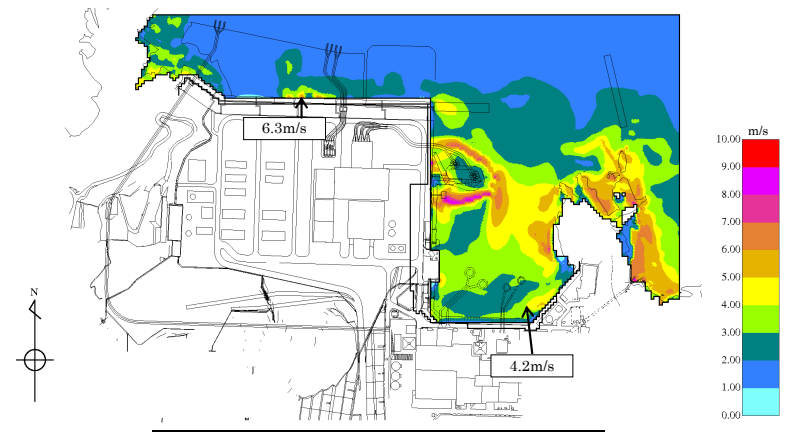
備考



基準津波 1 (防波堤なし) (西方向)



基準津波 1 (防波堤なし) (南西方向)



基準津波 1 (防波堤なし) (南方向)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

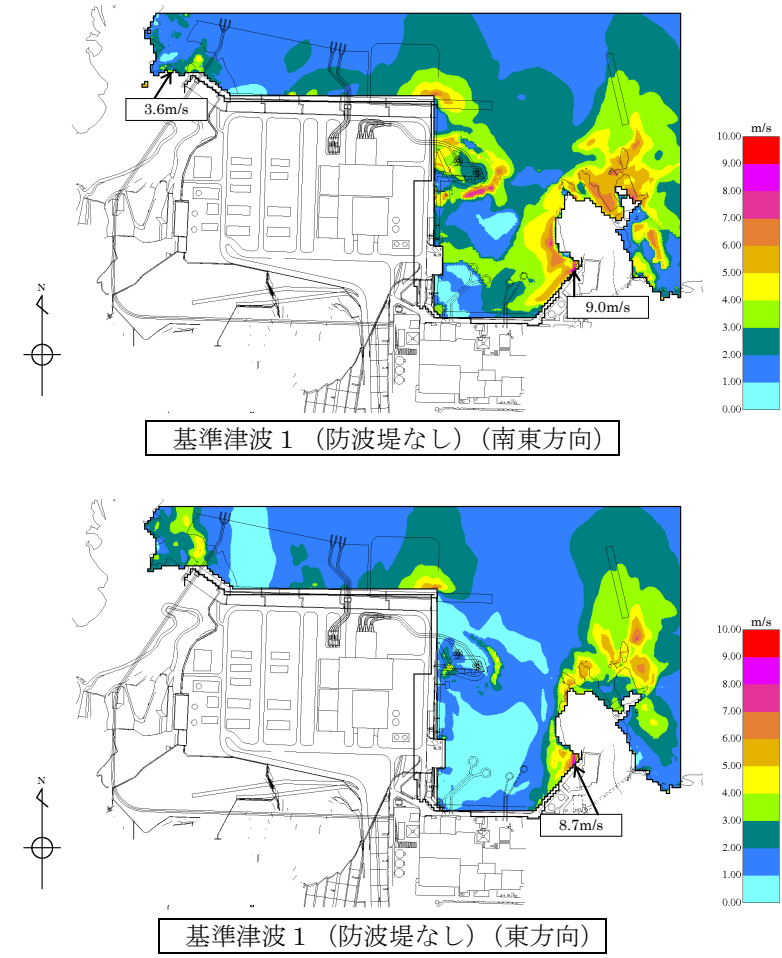


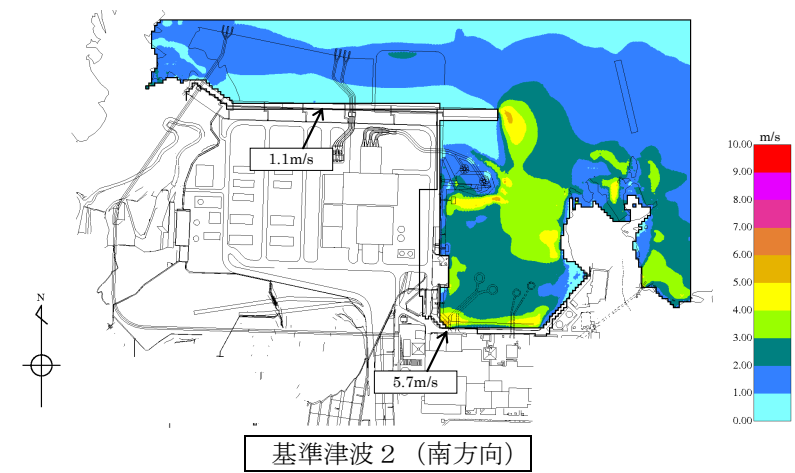
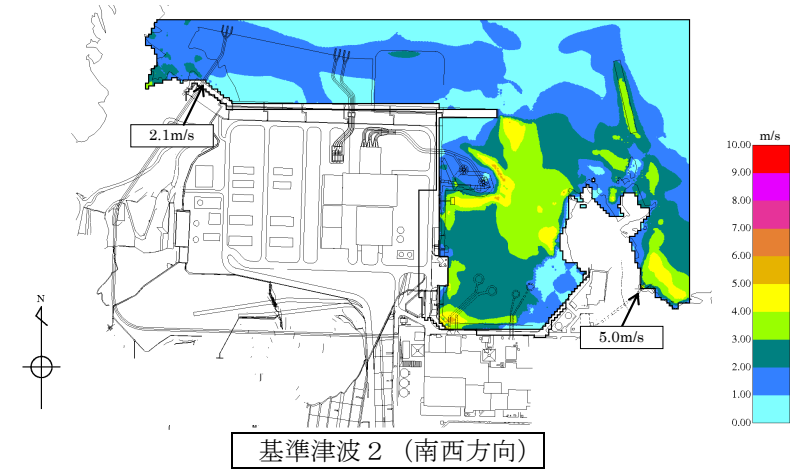
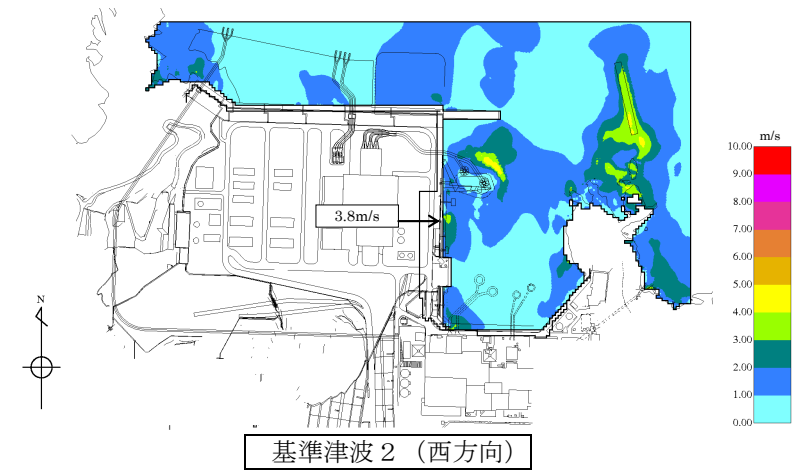
図3 基準津波 1 (防波堤なし) 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

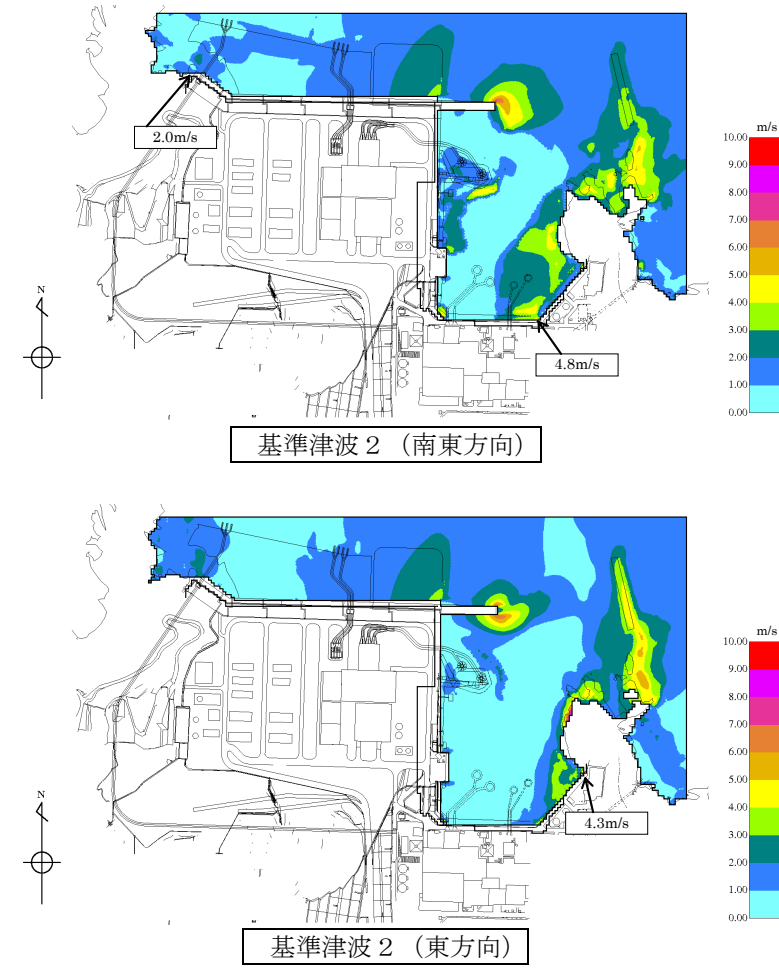


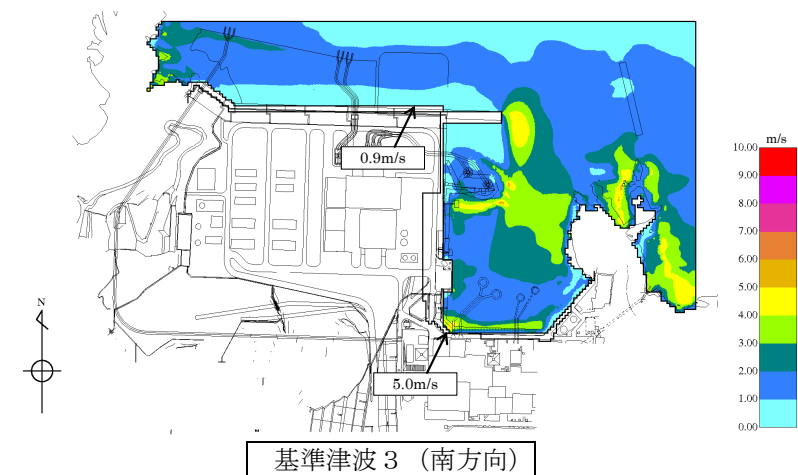
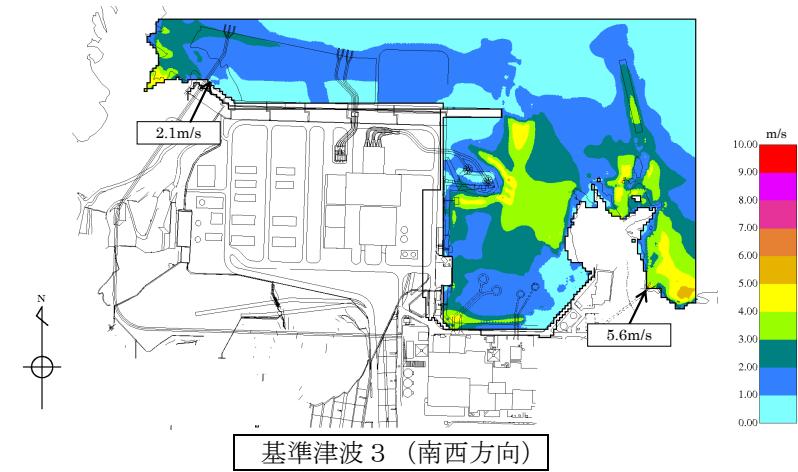
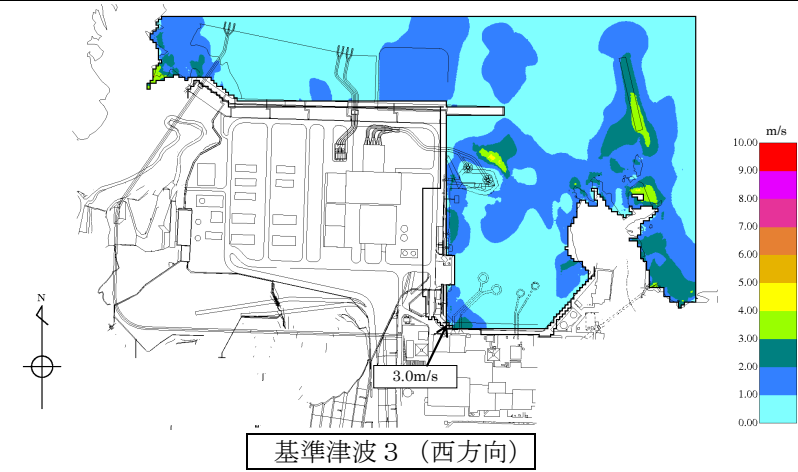
図4 基準津波 2 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

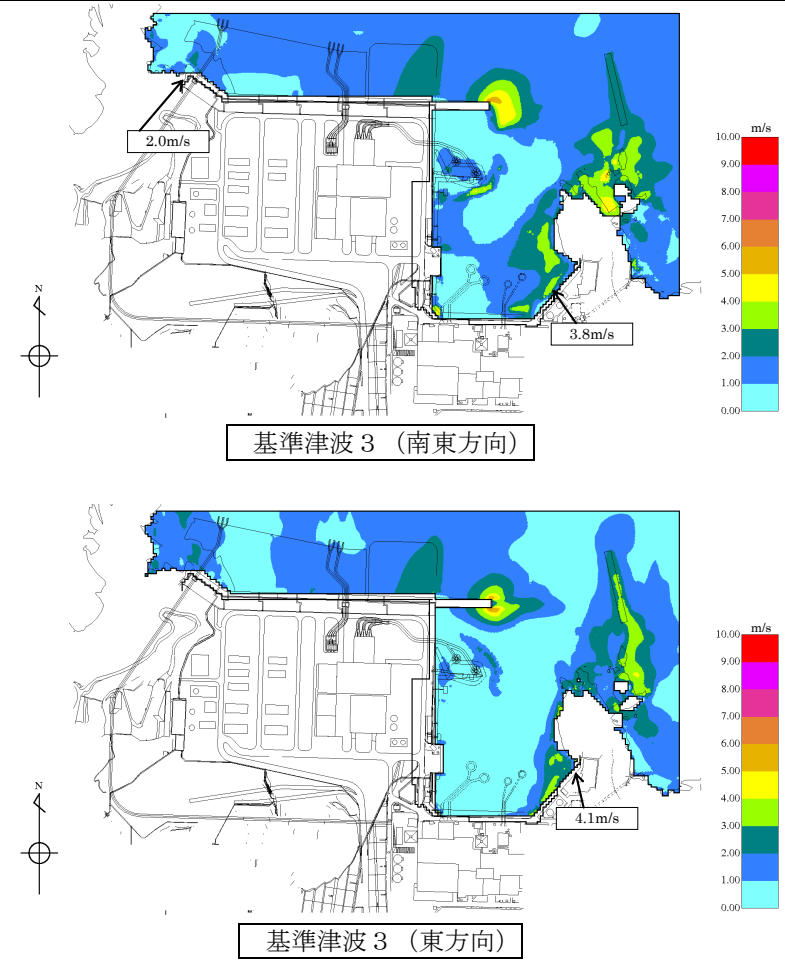


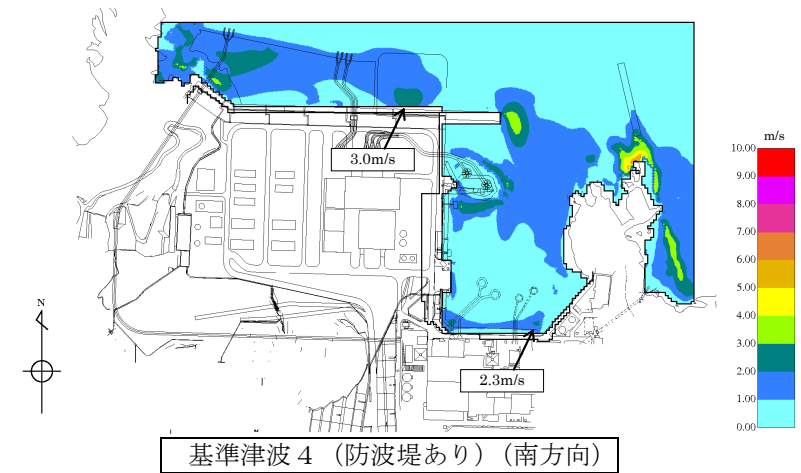
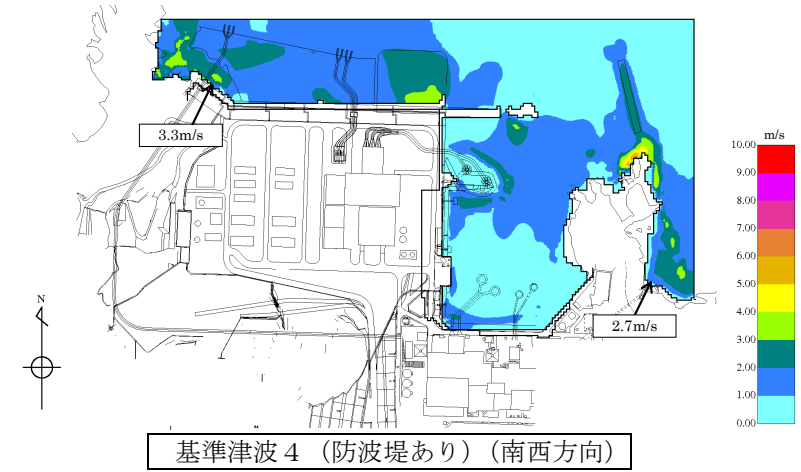
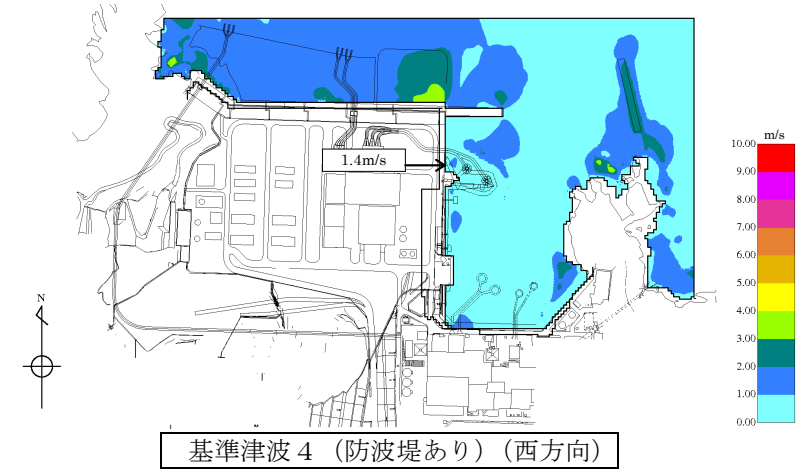
図5 基準津波3 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

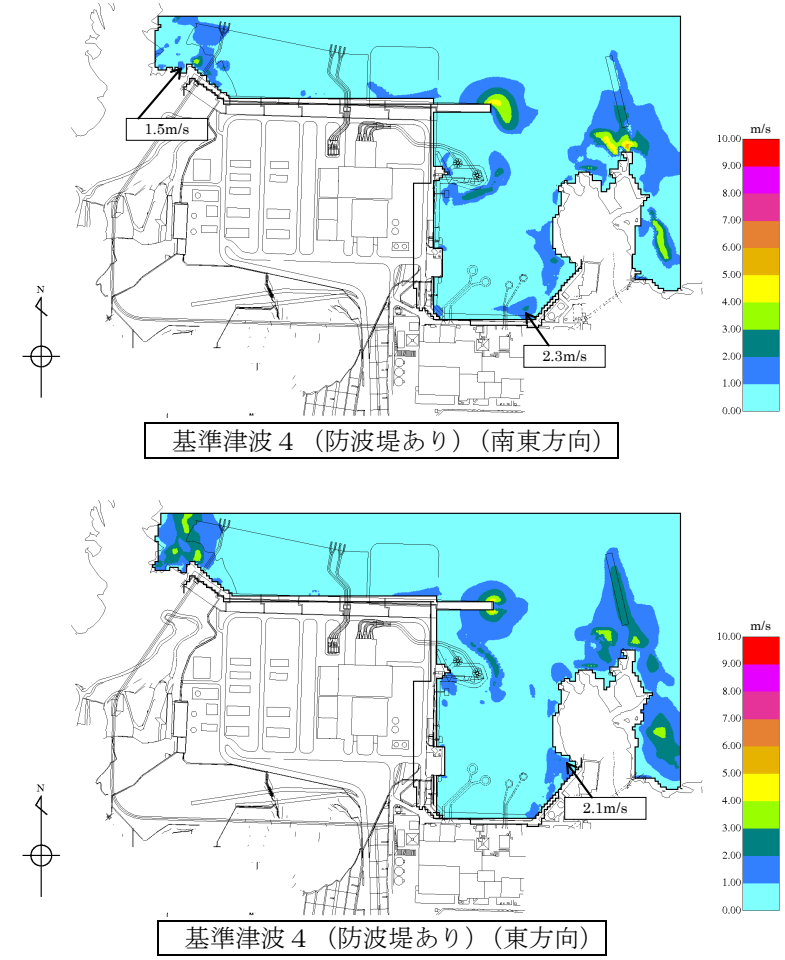


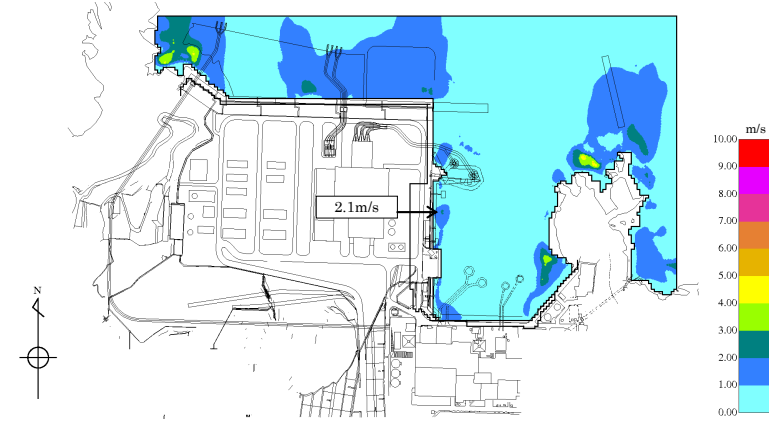
図6 基準津波4 (防波堤あり) 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

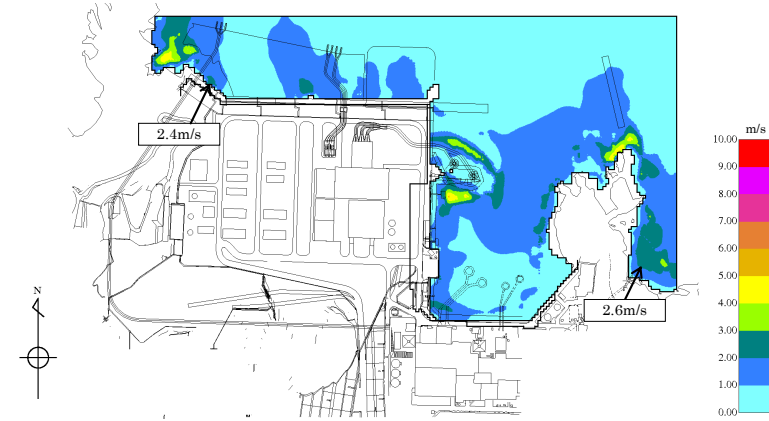
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

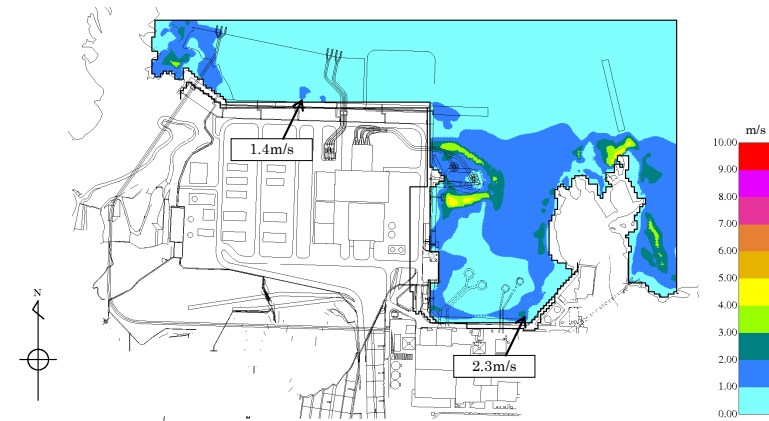
備考



基準津波 4 (防波堤なし) (西方向)



基準津波 4 (防波堤なし) (南西方向)



基準津波 4 (防波堤なし) (南方向)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

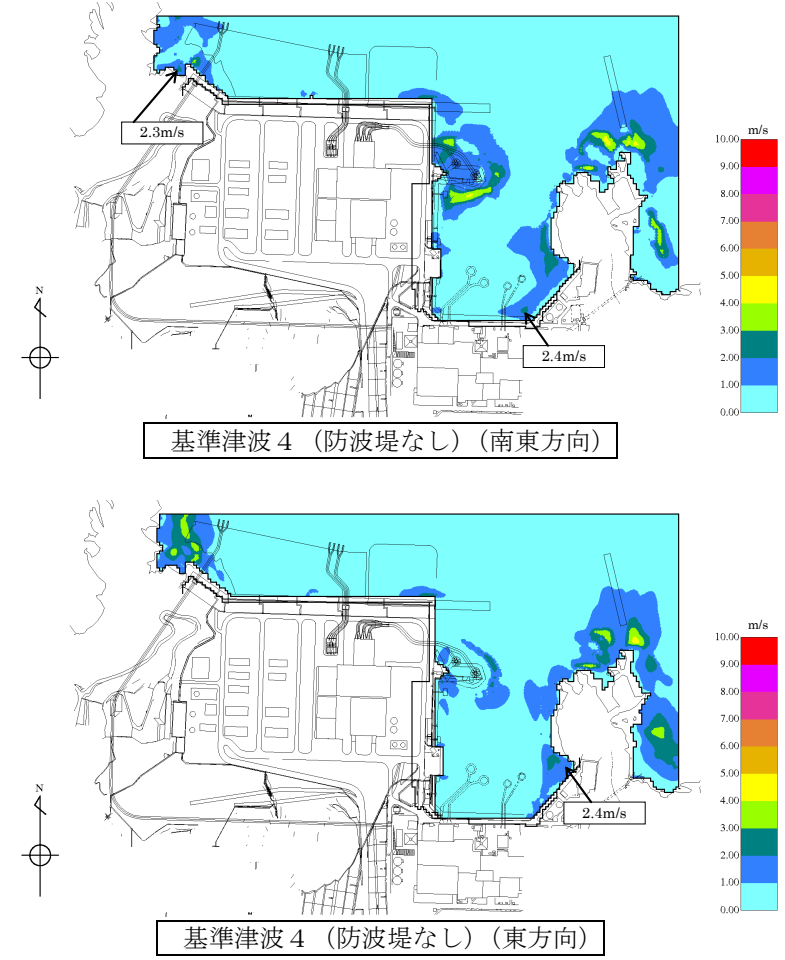


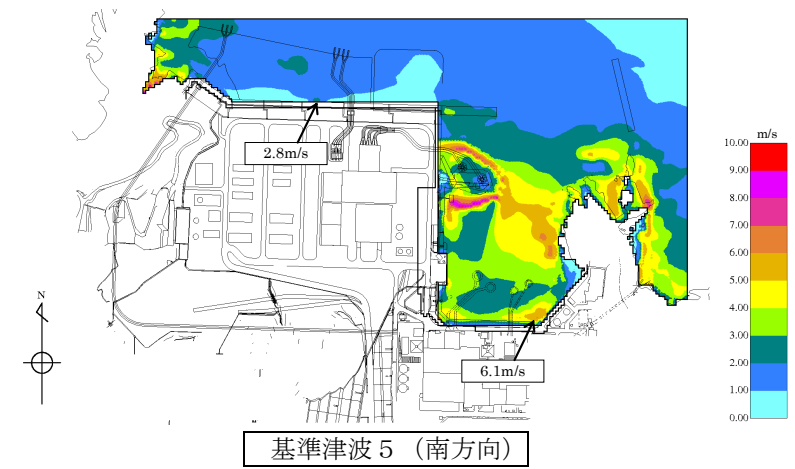
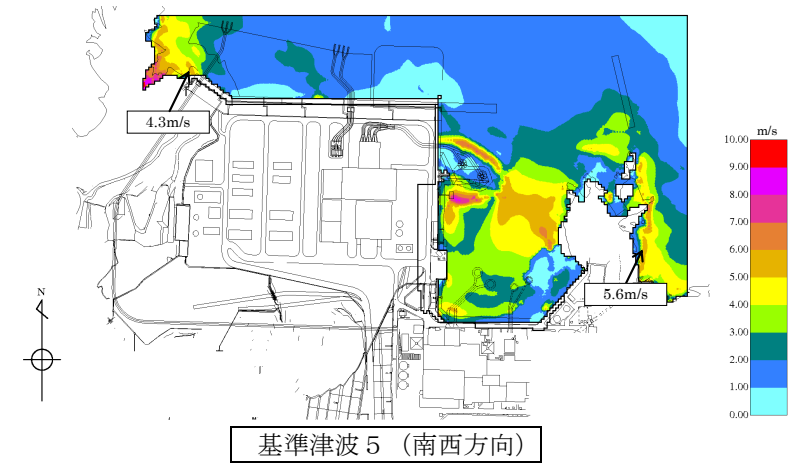
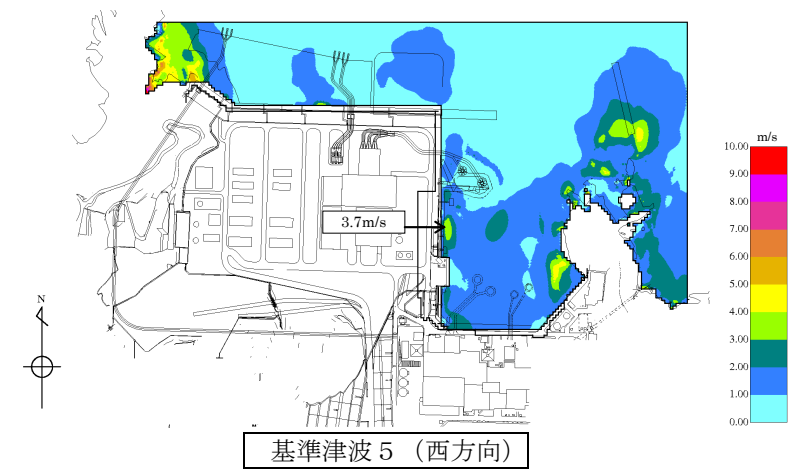
図7 基準津波4 (防波堤なし) 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

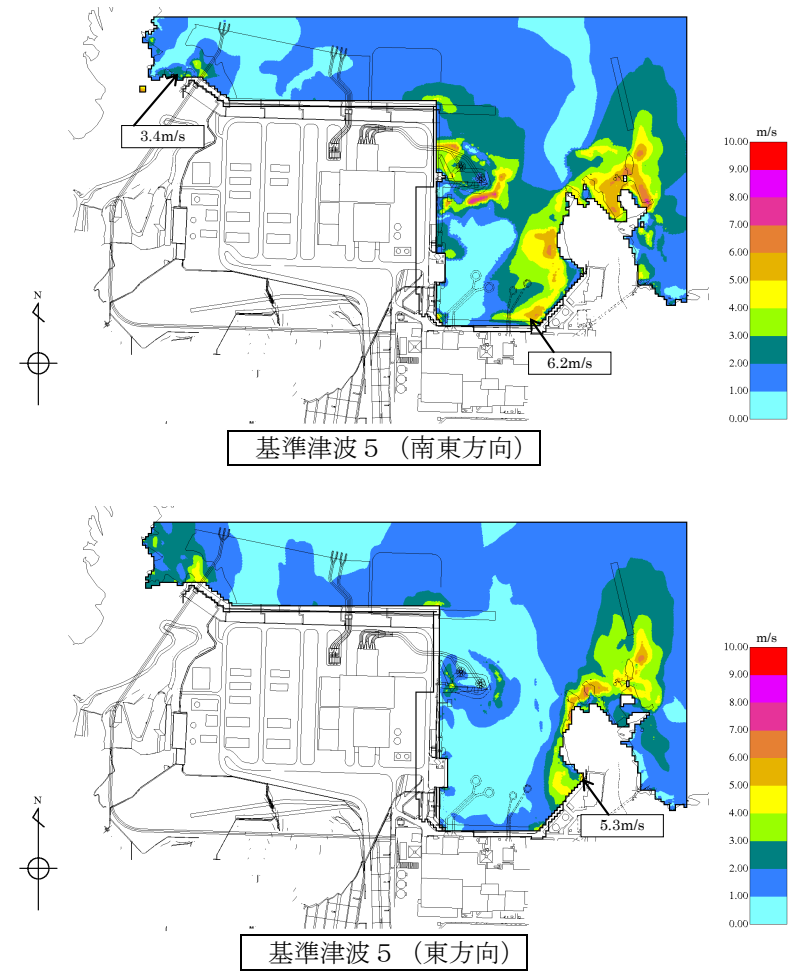


図8 基準津波 5 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>島根原子力発電所 2号炉</p> <p>基準津波 6 (西方向)</p> <p>基準津波 6 (南西方向)</p> <p>基準津波 6 (南方向)</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

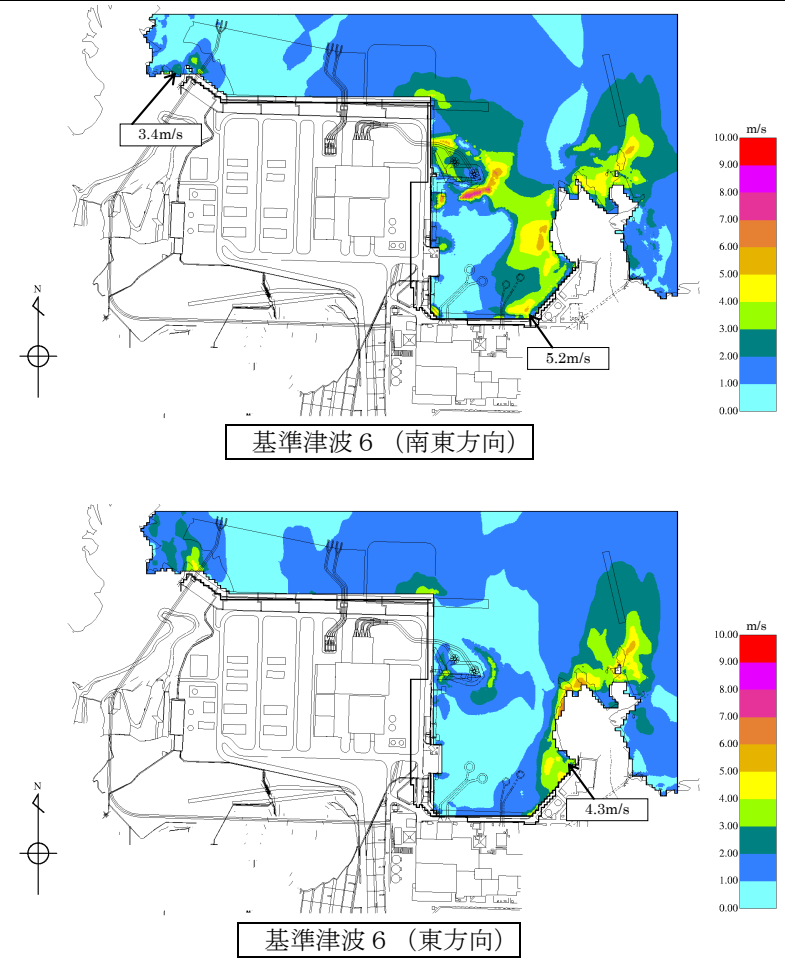


図9 基準津波6 最大流速分布

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

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料 20]

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																															
<p style="text-align: right;">添付資料 2.6</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>東海第二発電所において設置する津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備については, 設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。</p> <table border="1" data-bbox="181 856 902 1524"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 耐震審査ガイド^{*1} 6.3.1及び6.3.2</td> <td>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。</td> <td>・常時荷重 ・地震荷重</td> </tr> <tr> <td>2 耐震審査ガイド^{*1} 6.3.3</td> <td>地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・津波荷重</td> </tr> <tr> <td>3 耐津波審査ガイド^{*2} 5.1</td> <td>耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して, 津波と余震荷重が考慮されていること。</td> <td>・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重</td> </tr> <tr> <td>4 耐津波審査ガイド^{*2} 5.4.2</td> <td>津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。</td> <td>・津波荷重 ・漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>5 耐津波審査ガイド^{*2} 5.3</td> <td>津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・風荷重</td> </tr> <tr> <td>6 設置許可基準規則 第6条</td> <td>重要安全施設は, 当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</td> <td>・その他自然現象による荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 : 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」 ※2 : 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」</p>	記載箇所	記載内容	考慮する荷重	1 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。	・常時荷重 ・地震荷重	2 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.3	地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重	3 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して, 津波と余震荷重が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重	4 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.4.2	津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。	・津波荷重 ・漂流物衝突荷重	5 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重	6 設置許可基準規則 第6条	重要安全施設は, 当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。	・その他自然現象による荷重	<p style="text-align: right;">添付資料 20</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>1. 概要</p> <p>女川原子力発電所において設置する津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備については, 設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。</p> <p>表 1 設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項</p> <table border="1" data-bbox="973 842 1685 1398"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 耐震審査ガイド^{*1} 6.3.1 及び 6.3.2</td> <td>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せる。</td> <td>・常時荷重 ・地震荷重</td> </tr> <tr> <td>② 耐震審査ガイド^{*1} 6.3.3</td> <td>荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・津波荷重</td> </tr> <tr> <td>③ 耐津波審査ガイド^{*2} 5.1</td> <td>耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。</td> <td>・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重</td> </tr> <tr> <td>④ 耐津波審査ガイド^{*2} 5.4.2</td> <td>漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。</td> <td>・漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>⑤ 耐津波審査ガイド^{*2} 5.3</td> <td>津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・風荷重</td> </tr> <tr> <td>⑥ 設置許可基準規則 第6条</td> <td>安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。^{*3}</td> <td>・その他自然現象による荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 : 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。 ※2 : 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。 ※3 : 安全施設に対する要求事項であるが, 津波防護施設等の設計において準用する。</p>	記載箇所	記載内容	考慮する荷重	① 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せる。	・常時荷重 ・地震荷重	② 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.3	荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重	③ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重	④ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重	⑤ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重	⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 ^{*3}	・その他自然現象による荷重	<p style="text-align: right;">添付資料 20</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>1. 概要</p> <p>島根原子力発電所において設置する津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備については, 設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項 (第1表) を考慮した上で荷重の組合せを設定する。</p> <p>第1表 設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項</p> <table border="1" data-bbox="1739 831 2502 1472"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 耐震審査ガイド^{*1} 6.3.1 及び 6.3.2</td> <td>常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。</td> <td>・常時荷重 ・地震荷重</td> </tr> <tr> <td>② 耐震審査ガイド^{*1} 6.3.3</td> <td>荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・津波荷重</td> </tr> <tr> <td>③ 耐津波審査ガイド^{*2} 5.1</td> <td>耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。</td> <td>・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重</td> </tr> <tr> <td>④ 耐津波審査ガイド^{*2} 5.4.2</td> <td>漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。</td> <td>・漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>⑤ 耐津波審査ガイド^{*2} 5.3</td> <td>津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。</td> <td>・地震荷重 ・風荷重</td> </tr> <tr> <td>⑥ 設置許可基準規則 第6条</td> <td>安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。^{*3}</td> <td>・積雪荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。 ※2 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。 ※3 安全施設に対する要求事項であるが, 津波防護施設等の設計において準用する。</p>	記載箇所	記載内容	考慮する荷重	① 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。	・常時荷重 ・地震荷重	② 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.3	荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重	③ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重	④ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重	⑤ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重	⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 ^{*3}	・積雪荷重	
記載箇所	記載内容	考慮する荷重																																																																
1 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。	・常時荷重 ・地震荷重																																																																
2 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.3	地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重																																																																
3 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して, 津波と余震荷重が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重																																																																
4 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.4.2	津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。	・津波荷重 ・漂流物衝突荷重																																																																
5 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重																																																																
6 設置許可基準規則 第6条	重要安全施設は, 当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。	・その他自然現象による荷重																																																																
記載箇所	記載内容	考慮する荷重																																																																
① 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せる。	・常時荷重 ・地震荷重																																																																
② 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.3	荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重																																																																
③ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重																																																																
④ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重																																																																
⑤ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重																																																																
⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 ^{*3}	・その他自然現象による荷重																																																																
記載箇所	記載内容	考慮する荷重																																																																
① 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。	・常時荷重 ・地震荷重																																																																
② 耐震審査ガイド ^{*1} 6.3.3	荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重																																																																
③ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重																																																																
④ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・漂流物衝突荷重																																																																
⑤ 耐津波審査ガイド ^{*2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重																																																																
⑥ 設置許可基準規則 第6条	安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 ^{*3}	・積雪荷重																																																																

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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2) <u>その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等)</u> 各荷重は「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」に規定する設計基準風速の風荷重, 設計基準積雪量の積雪荷重, 降下火砕物による荷重を考慮する。 風荷重は, 建築基準法及び同施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号を参照し, 設計基準風速を風荷重として考慮する。ただし, 竜巻による風荷重又は降下火砕物による荷重については, 「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において外部事象防護対象施設に該当する施設・設備について考慮する。</p> <p>2. 荷重の組合せ</p> <p>(1) <u>荷重の組合せの考え方</u> 荷重の組合せの設定に当たっては, 施設・設備の設置状況を考慮し, 以下の考え方により組合せを設定する。</p> <p>a. 設置場所 屋内又は海中に設置する施設・設備については, <u>その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) の影響を受けないため考慮は不要とする。</u></p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u> 津波の波力の影響を受けない施設・設備については, 津波荷重として, 「津波荷重 (静)」を考慮する。 津波の波力の影響を受ける施設・設備については, 津波荷重として動水圧を考慮する。直接波力が作用する施設・設備については, 「津波荷重 (動・波圧)」を考慮する。経路を経由して波圧が作用する施設・設備については, 「津波荷重 (動・突き上げ)」を考慮する。</p> <p>c. <u>漂流物衝突の有無</u> 漂流物の衝突が想定される施設・設備については「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p>	<p>(9) <u>その他自然現象に伴う荷重 (積雪荷重, 降下火砕物荷重)</u> 「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」に従い, 積雪荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。</p> <p>3. 荷重の組合せ</p> <p>(1) <u>設置状況等に応じて考慮する荷重について</u> 荷重の組合せの設定にあたっては, 施設・設備の設置状況を考慮し, 各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。</p> <p>a. <u>設置場所</u> 屋内あるいは海中に設置する施設・設備については, <u>その他自然現象の影響を受けないため, 「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要と整理する。</u></p> <p>b. <u>津波荷重の種別</u> 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設・設備については, 津波荷重として「津波荷重 (静)」を考慮する。 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設・設備については, 津波荷重として動的荷重を考慮し, 経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については, 「津波荷重 (動・突き上げ)」を考慮する。それ以外の施設・設備については, 「津波荷重 (動・波力)」を考慮する。</p> <p>c. <u>漂流物衝突の有無</u> 漂流物の衝突が想定される施設・設備については, 「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p>	<p>(9) <u>積雪荷重</u> 「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する建築基準法の考え方を参考とし設計積雪深 (100cm) に係数 0.35 を考慮した荷重を組み合わせる。</p> <p>3. 荷重の組合せ</p> <p>3.1 <u>設置状況等に応じて考慮する荷重について</u> 荷重の組合せの設定に当たっては, 施設・設備の設置状況を考慮し, 各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。</p> <p>(1) <u>設置場所</u> 屋内または海中に設置する施設・設備については, 「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要と整理する。</p> <p>(2) <u>津波荷重の種別</u> 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設・設備については, 津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設・設備については, 津波荷重として動的荷重を考慮し, 経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については, 「動的荷重 (突き上げ)」を考慮する。それ以外の施設・設備については, 「動的荷重 (波力)」を考慮する。</p> <p>(3) <u>漂流物衝突の影響</u> 漂流物の衝突が想定される施設・設備については, 「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p>	<p>・考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】 第6条において規定する自然現象の組合せの相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ 各施設・設備に展開し、津波防護施設及び浸水防止設備の設計に当たって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。第1表に各施設・設備の荷重の組合せを示す。</p> <p>(1) 防潮堤及び防潮扉 防潮堤及び防潮扉は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)については、設備の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の波力を直接受けることから、津波荷重(動・波力)を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されるため、漂流物の衝突荷重を考慮する。</p>	<p>(2) 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ 3.(1)に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計にあたって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。</p> <p>a. 防潮堤 防潮堤の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 屋外の施設であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、施設の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「津波荷重(動・波力)」を考慮する。 余震との重畳時においては、防潮堤前面に入力津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重(静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p>	<p>(4) 津波の波源の活動の影響 地震に起因する津波の影響を受ける施設・設備について、以下のとおり整理する。 海域活断層に想定される地震による津波の影響を受ける場所に設置する施設・設備について、海域活断層に想定される地震による津波荷重に「余震荷重」を考慮する。 なお、日本海東縁部に想定される地震による津波の影響を受ける場所に設置する施設・設備については、日本海東縁部に想定される地震による「余震荷重」は敷地への影響が明らかに小さいことから、「余震荷重」を考慮しない。(添付資料22参照)</p> <p>3.2 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ 3.1に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計にあたって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。</p> <p>(1) 防波壁 防波壁の設計において考慮する荷重は、防波壁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外に設置するため、「風荷重」及び「積雪荷重」を考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「動的荷重(波力)」を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の影響 漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。</p>	<p>・考慮する荷重の相違 【東海第二，女川2】 波源の違いによる地震荷重の考慮有無について記載</p> <p>・対象設備の相違 【東海第二，女川2】</p> <p>・設置個所の違いによる考慮する荷重の相違 【女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) ・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +余震荷重 ・常時荷重+津波荷重 (動・波圧) +漂流物衝突荷重 <p>なお、防潮堤及び防潮扉は外部事象防護対象施設には該当しないが、津波防護に対する重要性を鑑み、自主的に竜巻による風荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。</p> <p>上記のほか、防潮堤及び防潮扉の設計においては、安全側の評価を行う観点から、常時荷重、津波荷重、余震荷重及び漂流物衝突荷重の組合せの影響を考慮する(詳細については、詳細設計段階で検討する。)。なお、津波荷重と余震荷重の組合せにおいては、最大荷重が同時に作用する可能性が小さいことから、津波により浸水している状態で余震が発生することを想定し、津波荷重は入力津波による浸水高さに応じた静水圧とする。</p> <p><u>(2) 放水路ゲート</u></p> <p>放水路ゲートは、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)については、設備の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p>	<p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①常時荷重+地震荷重 (S_s) ②常時荷重+津波荷重 (動・波力) ③常時荷重+津波荷重 (動・波力) +漂流物衝突荷重 ④常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 <p><u>b. 防潮壁</u></p> <p>防潮壁の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所</p> <p>屋外の施設であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、施設の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p>	<p><u>d. 余震荷重の影響</u></p> <p><u>海域活断層に想定される地震による津波が到達する防波壁(波返重力擁壁)のケーソン部等については個別に評価を実施する。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+動的荷重(波力) ・常時荷重+動的荷重(波力)+漂流物衝突荷重 ・常時荷重+動的荷重(波力)+余震荷重 <p><u>(2) 防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉</u></p> <p>防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設計において考慮する荷重は、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋外に設置するため、「風荷重」を考慮するが、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重」は考慮不要である。</p>	<p>・考慮する荷重の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>基準津波の波源の違いによる地震荷重の考慮有無について記載</p> <p>・設置個所の違いによる考慮する荷重の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>・対象設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 津波荷重の種別 荷重を受ける方向は鉛直上向き以外の方向もあるが、津波の波力を放水路を経由して受けるため、経路の応答圧力による荷重が支配的であり、<u>津波荷重 (動・突き上げ)</u> を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無 放水口の開口からの漂流物は想定されないため、<u>漂流物衝突荷重は考慮しない。</u></p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重 (S_s) <u>・常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ)</u> <u>・常時荷重+津波荷重 (動・突き上げ) +余震荷重</u></p> <p>(3) <u>構内排水路逆流防止設備</u> 構内排水路逆流防止設備は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外の設置であるため、その他自然現象による荷重 (風荷重、積雪荷重等) については、設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</p> <p>b. 津波荷重の種別 構内排水路逆流防止設備は、防潮堤の前面に設置されているため、<u>津波の波力を直接受けると考え、津波荷重 (動・波力)</u> を考慮する。</p>	<p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として、<u>「津波荷重 (静)」</u> を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されないため、<u>「漂流物衝突荷重」</u> は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ①常時荷重+地震荷重 (S_s) <u>②常時荷重+津波荷重 (静)</u> <u>③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</u></p> <p><u>c. 取放水路流路縮小工</u> 取放水路流路縮小工の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 海中設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「<u>津波荷重 (動・波力)</u>」を考慮する。 <u>余震との重畳時においては、防潮堤前面に<input 118="" 580="" 846="" 885"="" type="text" value="津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重 (静)」</u> を考慮する。</p> </td> <td data-bbox="/> <p>b. 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として「<u>動的荷重 (波力)</u>」を考慮する。</p> <p>c. 漂流物の衝突の影響 漂流物の衝突が想定されるため、「<u>漂流物衝突荷重</u>」を考慮する。</p> <p>d. 余震荷重の影響 <u>海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」</u> は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重 (S_s) <u>・常時荷重+動的荷重 (波力)</u> <u>・常時荷重+動的荷重 (波力) +漂流物衝突荷重</u></p> <p>(3) <u>1号炉取水槽流路縮小工</u> 1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、1号炉取水槽流路縮小工の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所 屋外に設置するが、1号炉取水管端部に設置されることから、「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。</p> <p>b. 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「<u>動的荷重 (波力)</u>」を考慮する。<u>なお、津波荷重 (津波波力) は、津波時の静水圧、流水圧及び流水の摩擦による推力を考慮する。</u></p> </u></p>	<p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】</p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違 【女川2】</p> <p>・対象設備の相違 【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・対象設備の設置箇所の違いによる考慮する荷重の相違 【女川2】</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. <u>漂流物衝突の有無</u> 集水枡内に設置するため、漂流物の到達は想定されないため、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+津波荷重 (動・波力) ・常時荷重+津波荷重 (動・波力) +余震荷重 	<p>(c) <u>漂流物衝突の有無</u> 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①常時荷重+地震荷重 (S_s) ②常時荷重+津波荷重 (動・波力) ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 	<p>c. <u>漂流物衝突の影響</u> 漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>d. <u>余震荷重の影響</u> 1号炉取水槽流路縮小工に対しては、海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+動的荷重 (波力) ・常時荷重+動的荷重 (波力) +余震荷重 	<p>・考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】 波源の違いによる地震荷重の考慮有無について記載</p> <p>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違 【女川2】</p>

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

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

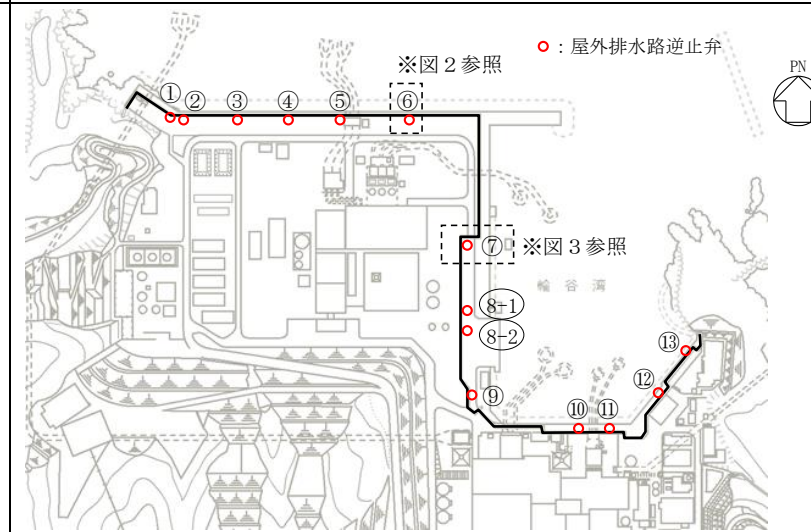
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>e. <u>逆流防止設備 (屋外排水路)</u> 逆流防止設備 (屋外排水路) の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 屋外の設備であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、<u>設備の設置状況、構造 (形状) 等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

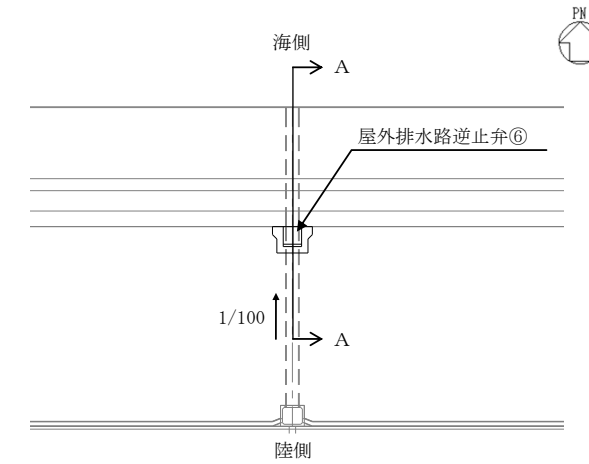
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

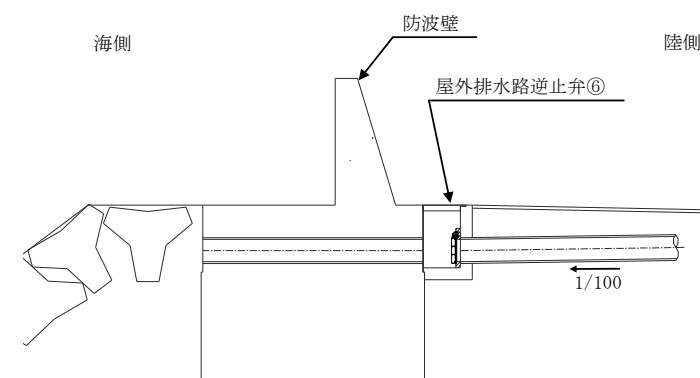
備考



第1図 屋外排水路逆止弁位置図



平面図



断面図 (A-A断面)

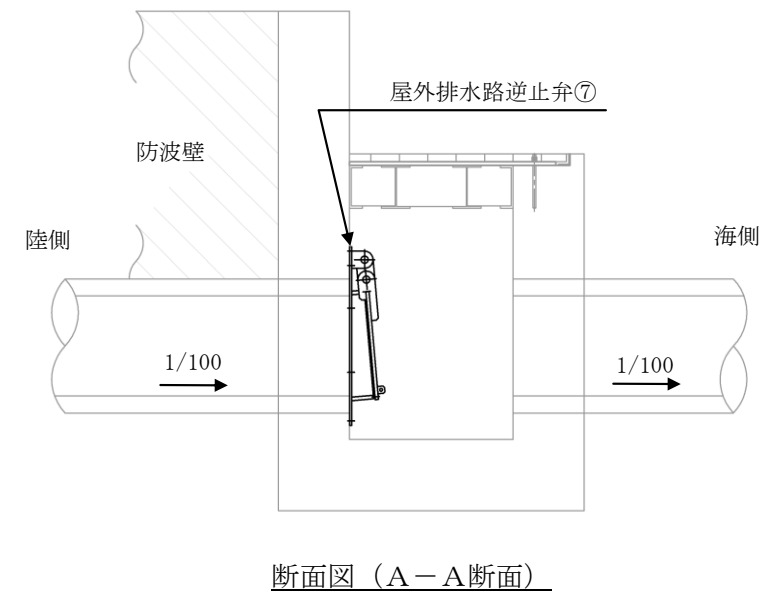
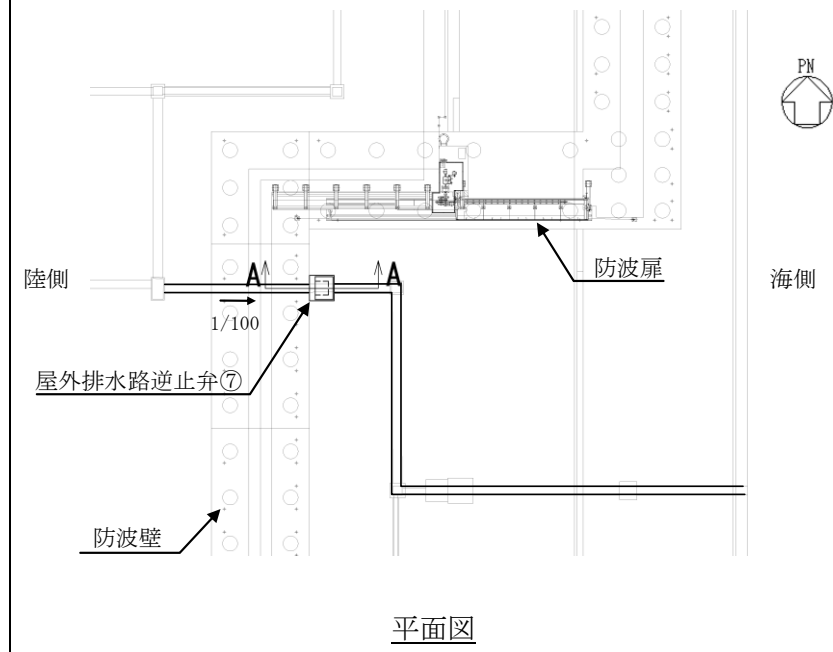
第2図 屋外排水路逆止弁⑥配置図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第3図 屋外排水路逆止弁⑦配置図

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(12) <u>海水ポンプ室貫通部止水処置, 原子炉建屋境界貫通部止水処置</u></p> <p><u>海水ポンプ室貫通部止水処置及び原子炉建屋境界貫通部止水処置は, その設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. 設置場所 <u>屋外又は屋外との境界の設置であるため, その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別 <u>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり, 循環水系配管, 非常用海水系配管 (戻り管), 屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため, 津波荷重 (静) を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の有無 <u>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため, 漂流物衝突荷重は考慮しない。</u></p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+津波荷重 (静) ・常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 	<p>1. <u>貫通部止水処置 (防潮壁のバイパス経路となる2号炉海水ポンプ室スクリーンエリア等の防潮壁下部貫通部, 2号炉軽油タンクエリア)</u></p> <p><u>貫通部止水処置 (防潮壁のバイパス経路となる2号炉海水ポンプ室スクリーンエリア等の防潮壁下部貫通部, 2号炉軽油タンクエリア) の設計において考慮する荷重は, その設置状況により以下のとおり整理する。</u></p> <p>(a) 設置場所 <u>屋外の設備であるため, 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については, 設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて, 適切に組合せを考慮する。</u></p> <p>(b) 津波荷重の種別 <u>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため, 津波荷重として, 「津波荷重 (静)」を考慮する。</u></p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 <u>漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①常時荷重+地震荷重 (S_s) ②常時荷重+津波荷重 (静) ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 	<p>(8) <u>貫通部止水処置</u></p> <p><u>貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は, 貫通部止水処置の設置状況より以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. 設置場所 <u>屋内又は屋外に設置するが, 屋内に設置するものについては, 「風荷重」及び「積雪荷重」は考慮不要である。屋外に設置するものについても, 敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり, また, 積雪が考えられる構造でないことから「積雪荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>b. 津波荷重の種別 <u>津波の波力の影響を受けない場所に設置する施設であるため, 津波荷重として「静的荷重 (静水圧)」を考慮する。</u></p> <p>c. 漂流物衝突の影響 <u>漂流物の衝突が想定されないため, 「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</u></p> <p>d. <u>余震荷重の影響</u> <u>貫通部止水処置に対しては, 海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けるものについて, 「余震荷重」を考慮する。</u></p> <p>上記を考慮し, 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+静的荷重 (静水圧) ・常時荷重+静的荷重 (静水圧) +余震荷重 	<p>・設備の設置箇所の相違 【東海第二・女川2】 設置位置の相違による記載内容の相違 島根は屋内と屋外をまとめて記載</p> <p>・考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】 波源の違いによる地震荷重の考慮有無について記載</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(13) <u>常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 貫通部止水処置</u></p> <p>常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 貫通部止水処置は、その設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>a. 設置場所</p> <p>屋内の設置のため、その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は考慮しない。</p> <p>なお、常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 貫通部止水処置は屋内の設置であり、火山防護施設ではないため、降下火砕物荷重は考慮しない。</p> <p>b. 津波荷重の種別</p> <p>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり、非常用海水系配管 (戻り管), 屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため、津波荷重 (静) を考慮する。</p> <p>c. 漂流物衝突の有無</p> <p>津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため、漂流物衝突荷重は考慮しない。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重+地震荷重 (S_s) ・常時荷重+津波荷重 (静) ・常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 	<p><u>m. 貫通部止水処置 (2号炉原子炉建屋, 2号炉制御建屋)</u></p> <p>貫通部止水処置 (2号炉原子炉建屋, 2号炉制御建屋) の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所</p> <p>屋内設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別</p> <p>津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無</p> <p>漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①常時荷重+地震荷重 (S_s) ②常時荷重+津波荷重 (静) ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 		<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二・女川2】</p> <p>島根は屋内と屋外をまとめて記載</p>

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

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

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

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

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (1/4)

施設・設備	荷重の組合せ	常時荷重	その他自然現象による荷重*	津波荷重		地震荷重	余震荷重	漂流物衝撃荷重	備考
				静	津波突き上げ				
防制堤及び防制扉	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+漂流物	○	○			○	○		
放水路ゲート	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
構内排水路逆流防止設備	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
貯留罐	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
取水拠点機用開口部逆流防止扉	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
海水ポンプノズル排水口逆止弁	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
取水ピット空気抜き配管逆止弁	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		
	常時+津波(動変圧)+余震	○	○			○	○		

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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

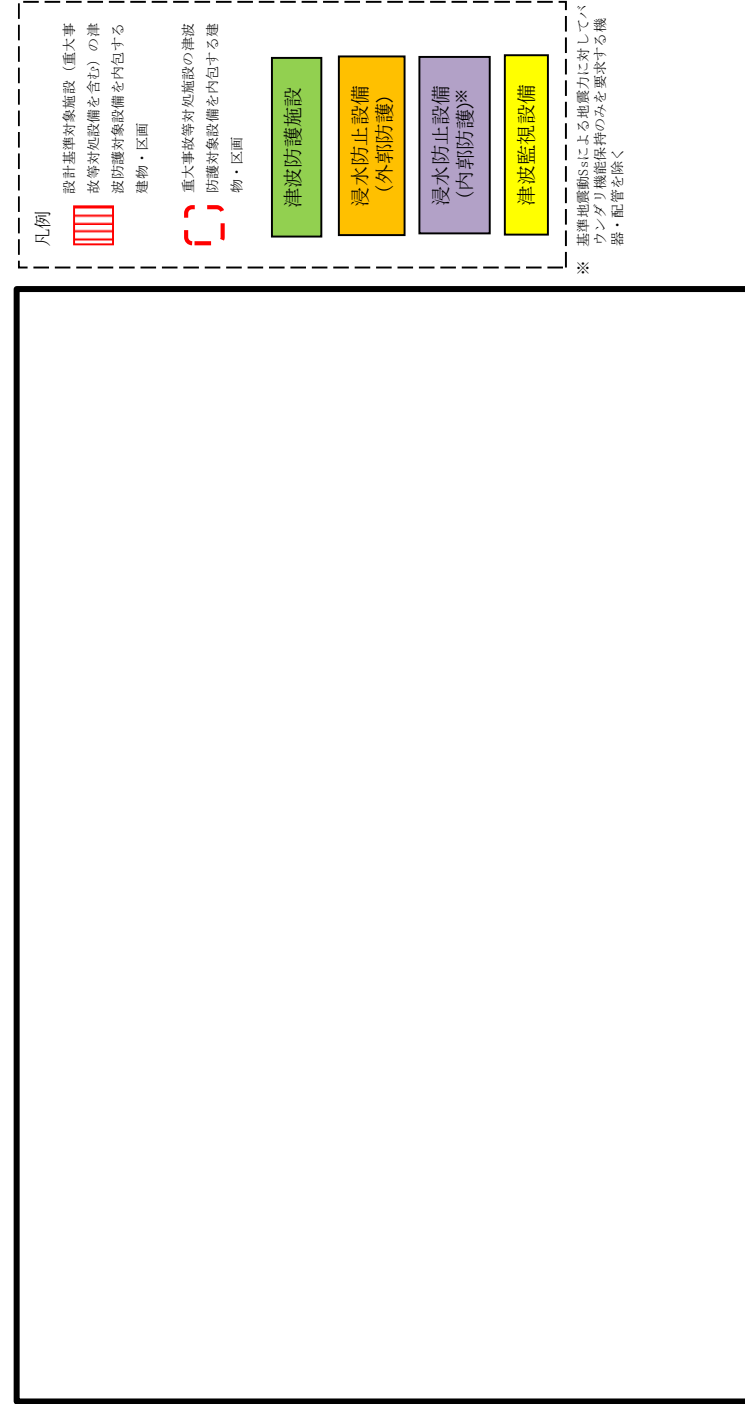
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

ここで、第4図に津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の位置を示し、第2表～第5表に考慮する荷重及び荷重の組合せを示す。

第4図 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の平面配置



・設備の相違
【東海第二】

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (2/4)

施設・設備	荷重の組合せ	常時荷重	その他自然現象による荷重*		津波荷重		地震荷重	津波物衝突荷重	備考
			風荷重	積雪荷重	静	動			
放水踏台・トポドレイン排水口止蓋	常時+地震	○	○				○		
	常時+津波(動突き上げ)	○	○			○			
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○	○			○			
SA用ピソト開口部設水防止蓋	常時+地震	○	○				○		
	常時+津波(動突き上げ)	○	○			○			
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○	○			○			
緊急用海水ポンプ室床トポドレイン排水口止蓋	常時+地震	○					○		屋内の設置のため、その他の自然現象に伴う積雪荷重等は考慮しない。
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○				○			
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○				○			
緊急用海水ポンプ室床トポドレイン排水口止蓋	常時+地震	○					○		屋内の設置のため、その他の自然現象に伴う積雪荷重等は考慮しない。
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○				○			
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○				○			
海水ポンプ点検口設水防止蓋	常時+地震	○	○				○		
	常時+津波(静)	○	○						
	常時+津波(静)+余震	○	○						

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

第2表 津波防護施設で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		自然現象による荷重		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※	津波荷重			備考	
				自重	土庄	風荷重	積雪荷重			動液防力荷重	動突荷重(上げ)	静水庄		漂流物衝突荷重
津波防護施設	防波壁	屋外	常時荷重+地震荷重	○	○	○	○	○						
			常時荷重+津波荷重(波力)	○	○	○	○							
			常時荷重+津波荷重(波力)+漂流物衝突荷重	○	○	○	○					○		
防波扉	屋外	海域活断層	常時荷重+地震荷重	○	○	○	○	○						
			常時荷重+津波荷重(波力)	○	○	○	○							
			常時荷重+津波荷重(波力)+漂流物衝突荷重	○	○	○	○					○		
1号炉取水槽流路縮小工	屋外(水路部)	海域活断層	常時荷重+地震荷重	○	○									
			常時荷重+津波荷重(波力)	○	○									
			常時荷重+津波荷重(波力)+余震荷重	○	○							○		

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

・設備の相違
【東海第二】

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (3/4)

施設・設備	荷重の組合せ	常時荷重	その他自然現象による荷重*	津波荷重			地震荷重	余震荷重	漂流物衝突重量	備考
				静	動き	波圧				
常設代替高圧電源装置	常時+地震	○				○				
用カルバート原子炉建屋剛水密扉	常時+津波(静)	○		○						
海水ポンプ空気通部止水処置	常時+津波(静)+余震	○		○				○		
原子炉建屋焼損貫通部止水処置	常時+津波(静)	○		○						
常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)貫通部止水処置	常時+津波(静)+余震	○		○						
防弾壁及び貫通部止水処置	常時+津波(静)+余震	○		○						
常時+津波(静)+余震		○								

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

第3表 浸水防止設備(外郭防護)で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		自然現象による荷重		地震荷重(SS)	余震荷重※	津波荷重		備考	
				自重	土圧	風荷重	積雪荷重			動的荷重	静的荷重		
浸水防止設備(外郭防護)	屋外排水路逆止弁	屋外(敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○				○					
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)	○						○			
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	○							○		
	除じん機工了防水壁	屋外	常時荷重+地震荷重	○				○					
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)	○							○		
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	○							○		
	除じん機工了水密扉	屋外	常時荷重+地震荷重	○				○					
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)	○							○		
			常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	○							○		
	床下逆止弁	屋外(敷地地下)	常時荷重+津波荷重(動的荷重(突き上げ))	○								○	
			常時荷重+津波荷重(動的荷重(突き上げ))+余震荷重	○								○	
			常時荷重+地震荷重	○									○
貫通部止水処置	屋外(敷地地下)	常時荷重+津波荷重(静的水圧)	○								○		
		常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	○								○		
		常時荷重+津波荷重(静的水圧)+余震荷重	○									○	

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

・設備の相違【東海第二】

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ (4/4)

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

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

第4表 浸水防止設備(内郭防護)で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		自然現象による荷重		余震荷重※	津波荷重			備考
				自重	土圧	風荷重	積雪荷重		地震荷重(SS)	動的荷重	動的荷重(静水圧)	
浸水防止設備(内郭防護)	復水器エリア防水壁	屋内	常時荷重+地震荷重	○								低周波クマシ機等の損傷による保有水の過剰の影響を受けることから余震を考慮する
			常時荷重+津波荷重(静水圧)	○				○				
	復水器エリア水密扉	屋内	常時荷重+津波荷重(静水圧)	○								低周波クマシ機等の損傷による保有水の過剰の影響を受けることから余震を考慮する
			常時荷重+津波荷重(静水圧)+余震荷重	○				○				
	床下逆止弁	屋内	常時荷重+津波荷重(静水圧)	○								低周波クマシ機等の損傷による保有水の過剰の影響を受けることから余震を考慮する
			常時荷重+津波荷重(静水圧)+余震荷重	○				○				
	循環部止水装置	屋内	常時荷重+津波荷重(静水圧)	○								低周波クマシ機等の損傷による保有水の過剰の影響を受けることから余震を考慮する
			常時荷重+津波荷重(静水圧)+余震荷重	○				○				
	隔離弁、ポンプ及び配管	屋内(配管が内)又は屋外	常時荷重+津波荷重(静水圧)	○								
			常時荷重+津波荷重(静水圧)+余震荷重	○				○				

※ 余震荷重は「海域活断層に想定される地震による津波の影響を受ける箇所で考慮する」(「参考」余震荷重の取定)を参照

・設備の相違【東海第二】

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第5表 津波監視設備で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	津波波源	常時		自然現象による荷重		地震荷重 (Ss)	余震荷重※	津波荷重			備考
					自重	土圧	風荷重	積雪荷重			動的荷重 (液)	動的荷重 (土)	静水圧	
津波監視設備	津波監視カメラ	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○	○	○	○	○					
	取水槽水位計	屋外	常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) 常時荷重+津波破砕荷重 (動的荷重 (波力)) +余震荷重	— 日本海東縁部 海城活断層	○	○			○		○	○		

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

・設備の相違
【東海第二】

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

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料 21]

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 29</p> <p>各種基準類における衝突荷重の算定式及び衝突荷重について</p> <p>1. はじめに 東海第二発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり、既往の算定式について調査し、適用する算定式について検討すると共に、基準津波による津波シミュレーションから算定した津波流速に基づき、漂流物の衝突荷重を設定した。</p> <p>2. 基準類における衝突荷重算定式について 「耐津波設計に係る工認審査ガイド」において、記載されている参考規格・基準類のうち、漂流物の衝突荷重又は衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」及び「津波漂流物対策設計ガイドライン (案) (財) 沿岸技術研究センター, (社) 寒地港湾技術研究センター (平成 21 年)」であり、それぞれ以下のように適用範囲・考え方, 算定式を示している。</p> <p>2.1 道路橋示方書・同解説 I 共通編</p> <p>(1) 適用範囲・考え方 流木その他の流送物の衝突のおそれがある場合の衝突荷重を算定する式を示している。</p> <p>(2) 算定式 衝突力 $P = 0.1 \times W \times v$ ここで、P : 衝突力 (kN) W : 流送物の重量 (kN) v : 表面流速 (m/s)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 22</p> <p>基準類における衝突荷重算定式について</p> <p>1. はじめに 女川原子力発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり、既往の算定式について調査し、適用する算定式について検討した。</p> <p>2. 基準類における衝突荷重算定式について 「耐津波設計に係る工認審査ガイド」において、記載されている参考規格・基準類のうち、漂流物の衝突荷重又は衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン (案) (財) 沿岸技術研究センター, (社) 寒地港湾技術研究センター (平成 21 年)」であり、それぞれ以下のように適用範囲・考え方, 算定式を示している。</p> <p>(1) 道路橋示方書・同解説 I 共通編</p> <p>a. 適用範囲・考え方 流木その他の流送物の衝突のおそれがある場合の衝突荷重を算定する式を示している。</p> <p>b. 算定式 衝突力 $P = 0.1 \times W \times v$ ここで、P : 衝突力 (kN) W : 流送物の重量 (kN) v : 表面流速 (m/s) <u>これは、衝突荷重として、基準に示される唯一の算定式である。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 21</p> <p>基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について</p> <p>1. はじめに <u>島根原子力発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を平面二次元津波シミュレーションより確認し、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す取水口に対する漂流物の影響の評価プロセスより、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物を抽出するとともに、既往の衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。</u></p> <p>2. 基準類における衝突荷重算定式について 耐津波設計に係る工認審査ガイドにおいて挙げられている参考規格・基準類のうち、漂流物の衝突荷重または衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編 (平成 14 年 3 月)」と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン (平成 26 年)」であり、それぞれ以下のように適用範囲・考え方, 算定式を示している。</p> <p>①道路橋示方書・同解説 I 共通編 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)</p> <p>○適用範囲・考え方： <u>橋 (橋脚) に自動車, 流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突荷重を算定する式である。</u></p> <p>○算定式： 衝突力 $P = 0.1 \times W \times v$ ここに、P : 衝突力 (kN) W : 流送物の重量 (kN) v : 表面流速 (m/s)</p>	<p>・検討方針の相違による記載内容の相違 【東海第二, 女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2.2 津波漂流物対策設計ガイドライン (案)</p> <p>(1) 適用範囲・考え方 「漁港・漁場の施設の設計の手引き (全国漁港漁場協会 2003 年版)」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたもので、漁船のほか、車両、流木、コンテナにも適用される。支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより、漂流物の侵入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式を示している。</p> <p>(2) 算定式 船舶の衝突エネルギー $E = E_0 = W \times v^2 / 2g$ ※船の回転により衝突エネルギーが消費される (1/4 点衝突) の場合： $E = E' = W \times v^2 / 4g$ ここで、$W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times D^2 L \gamma_w$ W : 仮想重量 (kN) W₀ : 排水トン数 (kN) W' : 付加重量 (kN) D : 喫水 (m) L : 横付けの場合は船の長さ、縦付けの場合は船の幅 (m) γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³)</p> <p>3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例 安藤ら (2006) ^{*1}によれば、南海地震津波による被害を想定して、高知港を対象に平面二次元津波シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い、特に漂流物の衝突による構造物の被害、道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い、港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で、荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって、漂流物の衝突力を算定しており、船舶については道路橋示方書による式を選定している (下表参照)。 ※1 : 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討, 沿岸技術研究センター論文集 No. 6 (2006)</p>	<p>(2) 津波漂流物対策施設設計ガイドライン (案)</p> <p>a. 適用範囲・考え方 「漁港・漁場の施設の設計の手引き (全国漁港漁場協会 2003 年版)」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたもので、漁船のほか、車両、流木、コンテナにも適用される。支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより、漂流物の侵入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式を示している。</p> <p>b. 算定式 船舶の衝突エネルギー $E = E_0 = W \times v^2 / 2g$ ※船の回転により衝突エネルギーが消費される (1/4 点衝突) の場合： $E = E' = W \times v^2 / 4g$ ここで、$W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times D^2 L \gamma_w$ W : 仮想重量 (kN) W₀ : 排水トン数 (kN) W' : 付加重量 (kN) D : 喫水 (m) L : 横付けの場合は船の長さ、縦付けの場合は船の幅 (m) γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³) これは、鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤーロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計には適さないものである。</p> <p>3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例 安藤ら (2006) [*]によれば、南海地震津波による被害を想定して、高知港を対象に平面二次元津波シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い、特に漂流物の衝突による構造物の被害、道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い、港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で、荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって、漂流物の衝突力を算定しており、船舶については道路橋示方書による式を選定している (表 1 参照)。 ※ : 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討, 沿岸技術研究センター論文集 No. 6 (2006)</p>	<p>②津波漂流物対策施設設計ガイドライン (沿岸技術研究センター、寒地研究センター、平成 26 年)</p> <p>○適用範囲・考え方： 「漁港・漁場の施設の設計の手引き (全国漁港漁場協会 2003 年版)」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたものであり、漁船の他、車両・流木・コンテナにも適用されるが、支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより、漂流物の進入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式である。</p> <p>○算定式： 船舶の衝突エネルギー $E = E_0 = W \times V^2 / (2g)$ (船の回転により衝突エネルギーが消費される (1/4 点衝突) 場合 $E = E' = W \times V^2 / (4g)$ ここに、$W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times (D^2 L \gamma_w)$ W : 仮想重量 (kN) W₀ : 排水トン数 (kN) W' : 付加重量 (kN) D : 喫水 (m) L : 横付けの場合は船の長さ、縦付けの場合は船の幅 (m) γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³) <u>これは、鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤーロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計には適さないものである。</u></p> <p>3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例 安藤ら (2006) ^{*1}によれば、南海地震津波による被害を想定して高知港を対象に、平面二次元津波数値シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い、特に漂流物の衝突による構造物の被害、道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い、港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって、漂流物の衝突力を算定しており、船舶に対しては道路橋示方書を採用している。 ※1 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討, 沿岸技術研究センター論文集, No. 6 (2006)</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)					女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)					島根原子力発電所 2号炉					備考			
表-1 各施設の許容漂流速度					表 1 各施設の許容漂流速度					表-1 各施設の許容漂流速度								
		選定式	対象施設					対象施設					対象施設					
			クレーン	水門	倉庫			クレーン	水門	倉庫			クレーン	水門	倉庫			
車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s	車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s	車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s	<p>・検討方針の相違による記載内容の相違 【東海第二, 女川2】</p>
コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s	コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s	コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s	
	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s		船舶	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	1.5 m/s		1.5 m/s	船舶	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	
船舶	小型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超	船舶		小型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超	船舶		小型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	
	大型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s		木材	大型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s		木材	大型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	
木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s	木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s	木材			陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	

また、船舶による衝突荷重の算出においては、(財) 沿岸技術研究センター及び国土交通省国土技術政策総合研究所による研究においても、道路橋示方書に示される算定式が採用されている。

4. 漂流物による衝突力算定式に関する既往の研究論文

平成 23 年度 建築基準整備促進事業「40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」中間報告 その2 (平成 23 年 10 月 東京大学生産技術研究所) では、漂流物が建築物に及ぼす影響の評価について研究途上の段階であり、断片的な知見に留まっている。この内容は建築物を対象としており、対象構造物が異なることから参考として扱う。また、漂流物が建築物に衝突する際に瞬間的に作用する衝突力に関する既往の研究を示しているが、「対象としている漂流物は(a), (b), (d), (e)が流木, (c), (d), (e)がコンテナである ((e)は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。)」としている。一方、東海第二発電所における漂流物としては、漁船を想定していることから評価式((a)~(e))については、今後その他の衝突荷重の算定式の適用性も踏まえて今後検討する。

また、船舶による衝突荷重の算出においては、(財) 沿岸技術研究センター及び国土交通省国土技術政策総合研究所による研究においても、道路橋示方書に示される算定式が採用されており、船舶による漂流荷重に対する適用性が示されている。

4. 漂流物による衝突力算定式に関する既往の研究論文

平成 23 年度 建築基準整備促進事業「40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」中間報告 その2 (平成 23 年 10 月 東京大学生産技術研究所) では、「漂流物が建築物に及ぼす影響の評価について研究途上の段階であり、断片的な知見が得られているのみである。また、建築物に被害をもたらした漂流物の詳細情報は被害調査から得られず、既往の知見は検証できなかった」としている。また、漂流物が建築物に衝突する際に瞬間的に作用する衝突力に関する既往の研究を示しているが、「対象としている漂流物は(a), (b), (d), (e)が流木, (c), (d), (e)がコンテナである ((e)は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。)」としている。それぞれの評価式 ((a)~(e)) の概要を表 2 に示す。

道路橋示方書等の基準類以外でも、漂流物による衝突力評価に対する研究が複数存在している。以下に、これらの研究概要を例示するが、木材やコンテナ等を対象とした事例が多く、船舶の衝突を考慮した事例は少ない。

○適用範囲・考え方：

「平成 23 年度建築基準整備促進事業 40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」(東京大学生産技術研究所 (2011)) では、「漂流物の衝突による建築物への影響の評価については、研究途上の段階であり、また、被害調査においても、被害をもたらした漂流物の詳細な情報を得ることは難しいため、既往の知見の検証は困難であった」としている。また、津波による漂流物が建築物に衝突する際の衝突力に関する研究を以下に示しているが、「対象としている漂流物は (a), (b), (d), (e)」が流木, (c), (d), (e) がコンテナである ((e) は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。) としている。

島根原子力発電所における漂流物としては、船舶を想定していることから評価式(a)~(e)については、その他の衝突荷重の算定式の適用性も踏まえて今後検討する。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
<p>漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文 (1/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>既往の評価式</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a) 松富の評価式</td> <td> <p>松富[1]は、津波による流木の衝突力を次式の通り提案している。本式は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで、F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波、サージでは1.7、定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p> </td> </tr> <tr> <td>(b) 池野らの評価式</td> <td> <p>池野ら[2]は、円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式の通り提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで、F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p> </td> </tr> <tr> <td>(c) 水谷らの評価式</td> <td> <p>水谷ら[3]は、津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで、F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p> </td> </tr> </tbody> </table>	既往の評価式	内 容	(a) 松富の評価式	<p>松富[1]は、津波による流木の衝突力を次式の通り提案している。本式は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで、F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波、サージでは1.7、定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p>	(b) 池野らの評価式	<p>池野ら[2]は、円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式の通り提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで、F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p>	(c) 水谷らの評価式	<p>水谷ら[3]は、津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで、F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p>	<p>表2(1) 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文 (1/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>既往の評価式</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a) 松富の評価式</td> <td> <p>松富[1]は、津波による流木の衝突力を次式のとおり提案している。本式は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで、F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波、サージでは1.7、定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p> <p>被衝突体を縦スリット型の受圧壁とし、津波の遡上を許容しつつ流木の浸入を防ぐことを想定している。</p> </td> </tr> <tr> <td>(b) 池野らの評価式</td> <td> <p>池野ら[2]は、円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで、F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p> <p>各種形状の漂流物（横向きと縦向き配置の円柱と角柱及び球）の衝突について、付加質量係数を変化させて検証しているが、船舶の形状までは検証されていない。</p> </td> </tr> <tr> <td>(c) 水谷らの評価式</td> <td> <p>水谷ら[3]は、津波により漂流するコンテナの衝突力を次式のとおり提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで、F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p> <p>陸上に設置されたコンテナにより堰き止められる水塊の重量（付加質量）に基づき衝突力を評価している。</p> </td> </tr> </tbody> </table>	既往の評価式	内 容	(a) 松富の評価式	<p>松富[1]は、津波による流木の衝突力を次式のとおり提案している。本式は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで、F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波、サージでは1.7、定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p> <p>被衝突体を縦スリット型の受圧壁とし、津波の遡上を許容しつつ流木の浸入を防ぐことを想定している。</p>	(b) 池野らの評価式	<p>池野ら[2]は、円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで、F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p> <p>各種形状の漂流物（横向きと縦向き配置の円柱と角柱及び球）の衝突について、付加質量係数を変化させて検証しているが、船舶の形状までは検証されていない。</p>	(c) 水谷らの評価式	<p>水谷ら[3]は、津波により漂流するコンテナの衝突力を次式のとおり提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで、F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p> <p>陸上に設置されたコンテナにより堰き止められる水塊の重量（付加質量）に基づき衝突力を評価している。</p>	<p>○算定式(a)：</p> <p>(a) 松富の評価式※2</p> <p>津波による円柱形上の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力を次式のとおり提案している。</p> $F_m = 1.6 \cdot C_{MA} \cdot \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \cdot \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4} \cdot (\gamma D^2 L)$ <p>ここに、C_{MA}：見かけの質量係数 （段波・サージでは1.7、定常流では1.9）</p> <p>v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p> <p>※2 松富英夫(1999) 流木衝突力の実用的な評価式と変化特性、土木学会論文集, No621, pp. 111-127</p> <p>○算定式(b)：</p> <p>(b) 池野らの評価式※3</p> <p>円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。</p> $F_H = S \cdot C_{MA} \cdot \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5} \cdot (gM)$ <p>ここに、F_H：漂流物の衝突力 (kN) S：係数 (5.0) C_{MA}：見かけの質量係数 （円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、 角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、 円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：漂流物移動速度 (m/s) D：漂流物の代表高さ (m) L：漂流物の代表長さ (m) M：漂流物の質量 (t) g：重力加速度</p> <p>※3 池野正明・田中寛好(2003) 陸上遡上波と漂流物の衝突力に関する実験的研究、海岸工学論文集, 第50巻, pp.721-725</p>	
既往の評価式	内 容																		
(a) 松富の評価式	<p>松富[1]は、津波による流木の衝突力を次式の通り提案している。本式は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで、F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波、サージでは1.7、定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p>																		
(b) 池野らの評価式	<p>池野ら[2]は、円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式の通り提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで、F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p>																		
(c) 水谷らの評価式	<p>水谷ら[3]は、津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで、F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p>																		
既往の評価式	内 容																		
(a) 松富の評価式	<p>松富[1]は、津波による流木の衝突力を次式のとおり提案している。本式は、円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで、F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波、サージでは1.7、定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p> <p>被衝突体を縦スリット型の受圧壁とし、津波の遡上を許容しつつ流木の浸入を防ぐことを想定している。</p>																		
(b) 池野らの評価式	<p>池野ら[2]は、円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで、F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元）、1.5（3次元）、角柱横向き：2.0～4.0（2次元）、1.5（3次元）、円柱縦向き：2.0程度、球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p> <p>各種形状の漂流物（横向きと縦向き配置の円柱と角柱及び球）の衝突について、付加質量係数を変化させて検証しているが、船舶の形状までは検証されていない。</p>																		
(c) 水谷らの評価式	<p>水谷ら[3]は、津波により漂流するコンテナの衝突力を次式のとおり提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで、F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p> <p>陸上に設置されたコンテナにより堰き止められる水塊の重量（付加質量）に基づき衝突力を評価している。</p>																		

漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文 (2/2)

既往の評価式	内 容															
(d) 有川らの評価式	有川ら[4]は、コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を次式の通り提案している。 $F = \gamma_p \chi^{2/5} \left(\frac{5}{4} \bar{m} \right)^{3/5} v^{6/5}$ $\chi = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, \quad k = \frac{1-v^2}{\pi E}, \quad \bar{m} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$															
[4] 有川太郎ら：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験。海岸工学論文集，第54巻，pp. 846-850, 2007																
[5] 有川太郎ら：津波による漂流木のコンクリート壁面破壊に関する大規模実験。土木学会論文集B2, Vol. 66, No. 1, pp. 781-785, 2010																
(e) FEMA の評価式	FEMA P646[6]では、漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、以下の式を一例として示している。 $F_i = C_m u_{max} \sqrt{km}$ <p>ここで、F_i：衝突力 C_m：付加質量係数 (2.0 を推奨) u_{max}：最大流速 m：漂流物の質量 k：漂流物の有効剛性 漂流物の質量・有効剛性は主要な漂流物について表3.1の通り概略値が与えられているが、それ以外の漂流物については設計において評価することとなっている。</p> <table border="1"> <caption>表3.1 漂流物の質量と有効剛性</caption> <thead> <tr> <th>漂流物</th> <th>質量 m [kg]</th> <th>有効剛性 k [N/m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>材木・丸太</td> <td>450</td> <td>2.4×10^6</td> </tr> <tr> <td>40ft コンテナ</td> <td>3,800 (空載)</td> <td>6.5×10^8</td> </tr> <tr> <td>20ft コンテナ</td> <td>2,200 (空載)</td> <td>1.5×10^9</td> </tr> <tr> <td>20ft 重量コンテナ</td> <td>2,400 (空載)</td> <td>1.7×10^9</td> </tr> </tbody> </table>	漂流物	質量 m [kg]	有効剛性 k [N/m]	材木・丸太	450	2.4×10^6	40ft コンテナ	3,800 (空載)	6.5×10^8	20ft コンテナ	2,200 (空載)	1.5×10^9	20ft 重量コンテナ	2,400 (空載)	1.7×10^9
漂流物	質量 m [kg]	有効剛性 k [N/m]														
材木・丸太	450	2.4×10^6														
40ft コンテナ	3,800 (空載)	6.5×10^8														
20ft コンテナ	2,200 (空載)	1.5×10^9														
20ft 重量コンテナ	2,400 (空載)	1.7×10^9														
[6] FEMA, Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis, FEMA P646.																

表2(2) 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文 (2/2)

既往の評価式	内 容															
(d) 有川らの評価式	有川ら[4]は、コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を次式の通り提案している。 $F = \gamma_p \chi^{2/5} \left(\frac{5}{4} \bar{m} \right)^{3/5} v^{6/5}$ $\chi = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, \quad k = \frac{1-v^2}{\pi E}, \quad \bar{m} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$															
[4] 有川太郎ら：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験。海岸工学論文集，第54巻，pp. 846-850, 2007																
[5] 有川太郎ら：津波による漂流木のコンクリート壁面破壊に関する大規模実験。土木学会論文集B2, Vol. 66, No. 1, pp. 781-785, 2010																
(e) FEMA の評価式	FEMA P646[6]では、漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、以下の式を一例として示している。 $F_i = C_m u_{max} \sqrt{km}$ <p>ここで、F_i：衝突力 C_m：付加質量係数 (2.0 を推奨) u_{max}：最大流速 m：漂流物の質量 k：漂流物の有効剛性 漂流物の質量・有効剛性は主要な漂流物について表3.1の通り概略値が与えられているが、それ以外の漂流物については設計において評価することとなっている。</p> <table border="1"> <caption>表3.1 漂流物の質量と有効剛性</caption> <thead> <tr> <th>漂流物</th> <th>質量 m [kg]</th> <th>有効剛性 k [N/m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>材木・丸太</td> <td>450</td> <td>2.4×10^6</td> </tr> <tr> <td>40ft コンテナ</td> <td>3,800 (空載)</td> <td>6.5×10^8</td> </tr> <tr> <td>20ft コンテナ</td> <td>2,200 (空載)</td> <td>1.5×10^9</td> </tr> <tr> <td>20ft 重量コンテナ</td> <td>2,400 (空載)</td> <td>1.7×10^9</td> </tr> </tbody> </table>	漂流物	質量 m [kg]	有効剛性 k [N/m]	材木・丸太	450	2.4×10^6	40ft コンテナ	3,800 (空載)	6.5×10^8	20ft コンテナ	2,200 (空載)	1.5×10^9	20ft 重量コンテナ	2,400 (空載)	1.7×10^9
漂流物	質量 m [kg]	有効剛性 k [N/m]														
材木・丸太	450	2.4×10^6														
40ft コンテナ	3,800 (空載)	6.5×10^8														
20ft コンテナ	2,200 (空載)	1.5×10^9														
20ft 重量コンテナ	2,400 (空載)	1.7×10^9														
[6] FEMA, Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis, FEMA P646																

○算定式(c)：

(c) 水谷らの評価式^{※4}
 津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。

$$F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + (WV_x / gdt)$$
 ここに、 F_m ：漂流衝突力 (kN)
 dt ：衝突時間 (s)
 η_m ：最大遡上水位 (m)
 ρ_w ：水の密度 (t/m³)
 B_c ：コンテナ幅 (m)
 V_x ：コンテナの漂流速度 (m/s)
 W ：コンテナ重量 (kN)
 g ：重力加速度

※4 水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史 (2005) エプロン上のコンテナに作用する津波波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 741-745

○算定式(d)：

(d) 有川らの評価式^{※5}
 コンクリート構造物に鋼構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を次式の通り提案している。

$$F = \gamma_p \chi^{2/5} \left\{ (5/4)m \right\}^{3/5} v^{6/5}$$

$$\chi = \left\{ 4\sqrt{a} / 3\pi \right\} \left\{ 1 / (k_1 + k_2) \right\}$$

$$k = (1 - v^2) / (\pi E)$$

$$m = (m_1 m_2) / (m_1 + m_2)$$
 ここに、 a ：衝突面半径の 1/2 (コンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4)
 E ：ヤング率 (コンクリート板)
 v ：ポアソン比
 m ：質量
 v ：衝突速度
 γ_p ：塑性によるエネルギー減衰効果 (0.25)
 m や k の添え字は衝突体と被衝突体を示す。

※5 有川太郎・大坪大輔・中野史丈・下迫健一郎・石川信隆 (2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp. 846-850

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																				
	<p>5. 評価すべき漂流物の設定</p> <p>各津波防護施設の漂流物の衝突荷重として考慮する漂流物及び衝突速度については、各津波防護施設の構造や設置位置、さらに基準津波の流向・流速等の特徴を適切に考慮した上で、津波防護施設ごとに設定するものとする。非常用海水ポンプの取水性では、取水口の開口部の標高が海水面よりも下降にあることを踏まえ、津波の水位によらず、遠方から時間をかけて発電所に漂流する可能性のある施設・設備を抽出し、取水口の閉塞の可能性を検討したが、漂流物の衝突荷重を検討する際には、漂流速度と流れの向きが荷重に大きく影響することを踏まえ、改めて発電所周辺での流速・流向を確認し、衝突対象とする漂流物を抽出することとする。</p> <p>具体的には、以下の事項を考慮して、発電所敷地内及び敷地前面海域に設置されている施設・設備の中から適切に衝突対象とする漂流物を抽出する方針である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 基準津波は、第一波の水位が高く、流速も大きいことから、第一波により漂流したものが被衝突物（津波防護施設等）へ与える影響（荷重）が大きい。 	<p>○算定式(e)：</p> <p>(e) FEMA の評価式^{※6}</p> <p>漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、以下の式を一例として示している。</p> $F_i = 1.3u_{max}\sqrt{\{km(1+c)\}}$ <p>ここに、F_i：衝突力 (kN)</p> <p>u_{max}：最大流速 (m/s)</p> <p>m：漂流物の質量</p> <p>c：付加質量係数</p> <p>k：漂流物の有効剛性 (kN/m²)</p> <p>※6 FEMA (2012) Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation fromTsunamis Second Edition, FEMA P-646.</p> <p>5. 基準津波の特性(流向・流速)</p> <p><u>漂流物の衝突荷重算定に用いる流速は、津波の流速に支配されることから、漂流物の漂流速度として津波の流速を用いる。防波堤の有無を考慮した基準津波 1～6 について、平面二次元津波シミュレーション結果より津波防護施設前面における流況を確認する。施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面、並びに 1号放水連絡通路防波扉前面における、最大流速発生時の流況確認結果を表－2 に示す。</u></p> <p style="text-align: center;">表－2 最大流速発生時の流況</p> <table border="1" data-bbox="1736 1281 2502 1543"> <thead> <tr> <th>対象箇所*</th> <th>基準津波*</th> <th>流向*</th> <th>最大流速*</th> <th>発生時刻</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>施設護岸港湾外防波壁前面</td> <td>基準津波 1 (防波堤あり)</td> <td>南</td> <td>9.0m/s</td> <td>181分27.10秒</td> </tr> <tr> <td>施設護岸港湾内防波壁前面</td> <td>基準津波 1 (防波堤なし)</td> <td>南東</td> <td>9.0m/s</td> <td>192分40.85秒</td> </tr> <tr> <td>1号放水連絡通路防波扉前面</td> <td>基準津波 1 (防波堤なし)</td> <td>南西</td> <td>9.8m/s</td> <td>192分55.35秒</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 5条-別添 1-添付 18「漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について」参照</p> <p><u>表－2 に示す各対象箇所の最大流速発生時刻近傍（最大時刻、最大時刻前後 30 秒）における水位分布と流向・流速ベクトル図、及び最大流速発生時刻における流速分布図を図－1～1 2 に示す。</u></p>	対象箇所*	基準津波*	流向*	最大流速*	発生時刻	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波 1 (防波堤あり)	南	9.0m/s	181分27.10秒	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波 1 (防波堤なし)	南東	9.0m/s	192分40.85秒	1号放水連絡通路防波扉前面	基準津波 1 (防波堤なし)	南西	9.8m/s	192分55.35秒	<p>・検討方針の相違による記載内容の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p>
対象箇所*	基準津波*	流向*	最大流速*	発生時刻																			
施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波 1 (防波堤あり)	南	9.0m/s	181分27.10秒																			
施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波 1 (防波堤なし)	南東	9.0m/s	192分40.85秒																			
1号放水連絡通路防波扉前面	基準津波 1 (防波堤なし)	南西	9.8m/s	192分55.35秒																			

【基準津波 1 (防波堤あり) 施設護岸港湾外防波堤前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

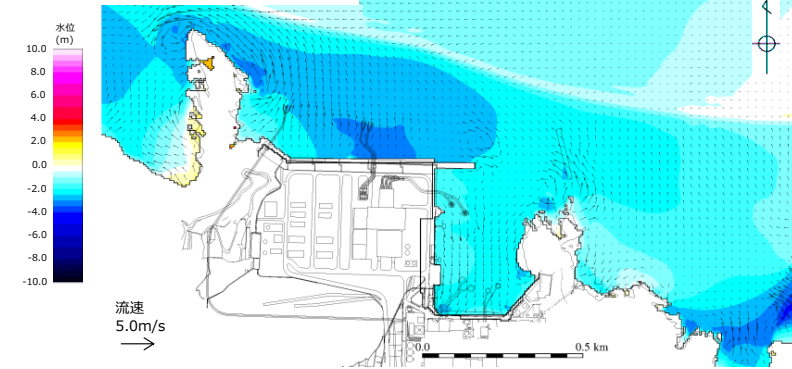


図-1 水位分布と波向き・波高ベクトル(180分 57.10秒:最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

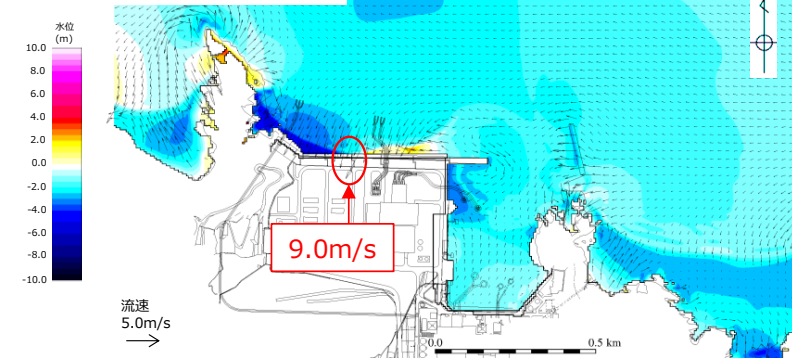


図-2 水位分布と波向き・波高ベクトル(181分 27.10秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

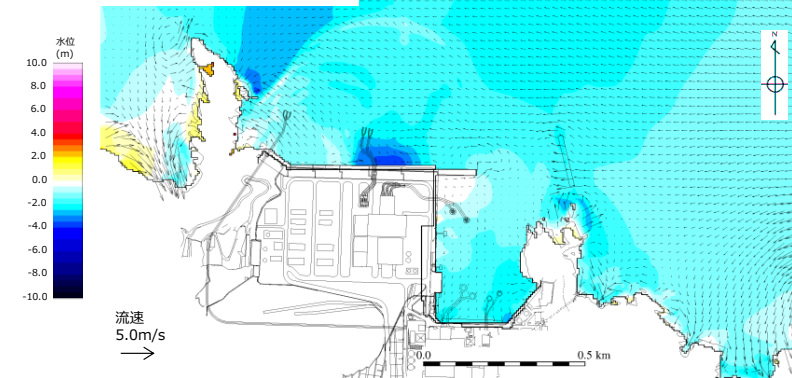


図-3 水位分布と波向き・波高ベクトル(181分 57.10秒:最大流速発生時刻+30秒)

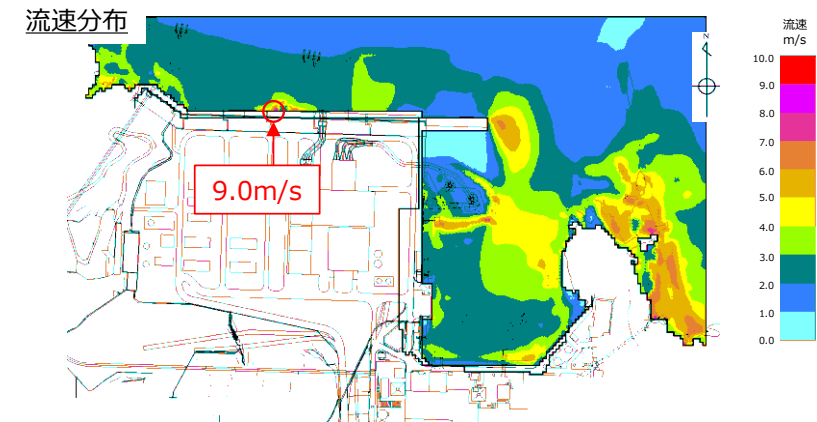


図-4 流速分布_南方向(181分27.10秒:最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし) 施設護岸港湾内防波壁前面】

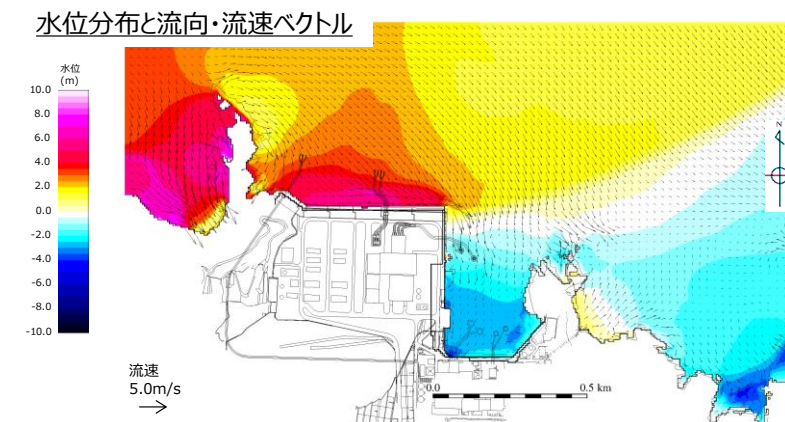


図-5 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分10.85秒:最大流速発生時刻-30秒)

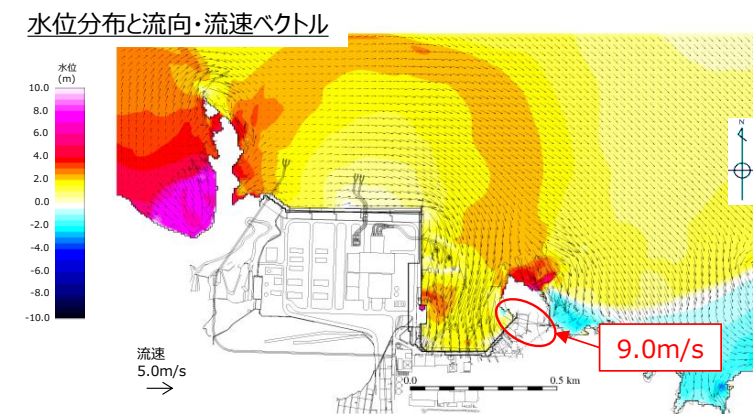


図-6 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分40.85秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

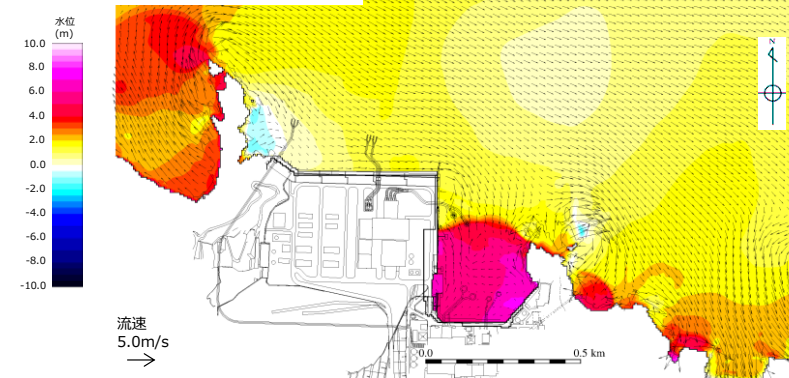


図-7 水位分布と波向き・波高ベクトル(193分 10.85秒:最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

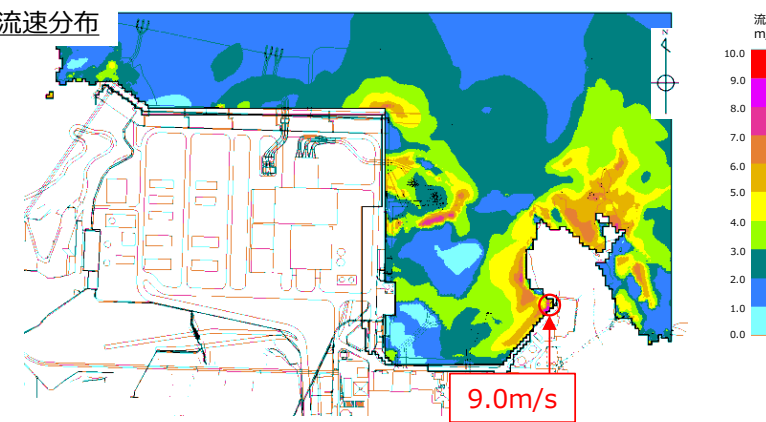


図-8 流速分布_南東方向(192分 40.85秒:最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし)_1号放水連絡通路防波扉前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

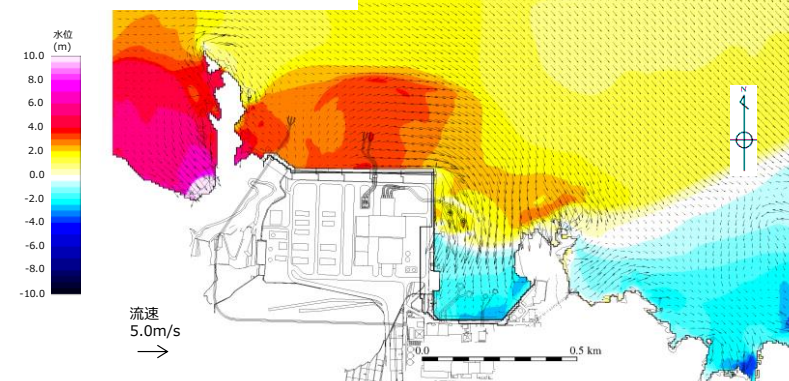


図-9 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分 25.35秒:最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

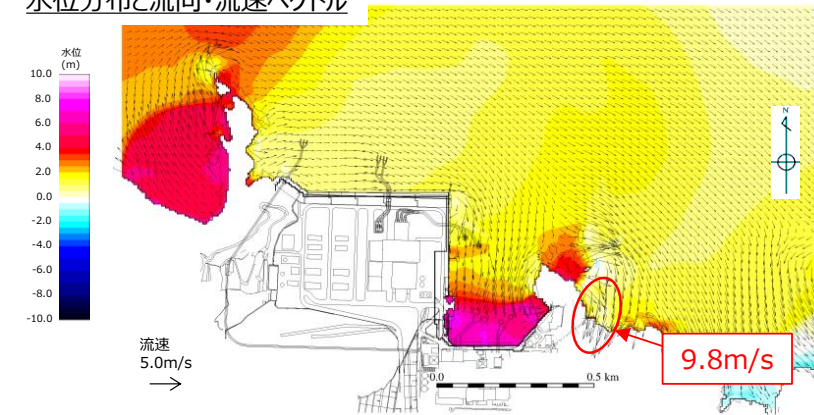


図-10 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分55.35秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

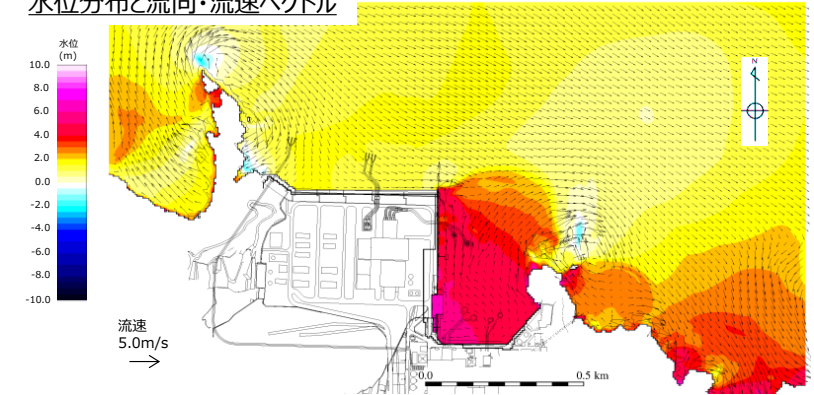


図-11 水位分布と波向き・波高ベクトル(193分25.35秒:最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

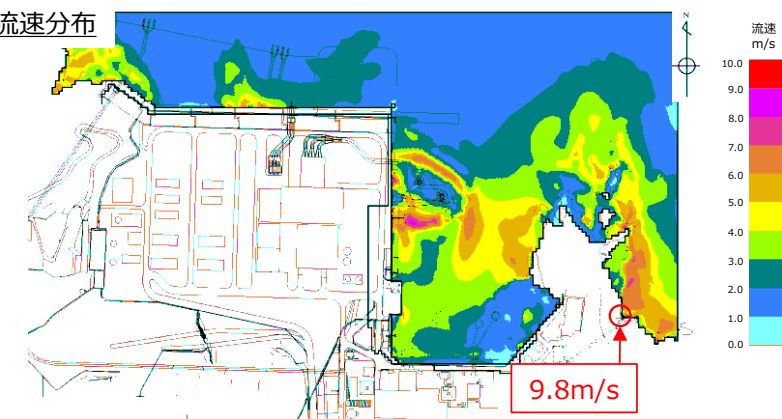


図-12 流速分布_南西方向(192分55.35秒:最大流速発生時刻)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																	
		<p>6. 漂流物の配置位置及び種類等</p> <p>「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す取水口に対する漂流物の影響の評価プロセスより、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物として、<u>荷揚場設備</u>を抽出した。詳細は、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」参照。</p> <p>抽出した漂流物一覧及び発電所における漂流物配置位置を表-3及び図-13に示す。</p> <p style="text-align: center;">表-3 抽出した漂流物一覧</p> <table border="1" data-bbox="1736 756 2496 1344"> <thead> <tr> <th>配置位置</th> <th>名称</th> <th>種類</th> <th>重量 (船舶:総トン数)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">構内</td> <td rowspan="7">海域</td> <td rowspan="7">船舶</td> <td>温排水影響調査作業船</td> <td>約10t</td> <td rowspan="7">日本海東縁部に想定される地震による津波が発電所に到達するまでの間に退避可能であることから対象漂流物として考慮しない。</td> </tr> <tr> <td>人工リーフ海藻草調査作業船</td> <td>約3～6t</td> </tr> <tr> <td>格子状定線水温測定作業船</td> <td>約3t</td> </tr> <tr> <td>港漏油拡散防止業務作業船</td> <td>1t未満～約10t</td> </tr> <tr> <td>環境試料採取作業船</td> <td>1t未満～約3t</td> </tr> <tr> <td>海象計点検作業船</td> <td>約2～10t</td> </tr> <tr> <td>使用済燃料の輸送に伴う作業船</td> <td>約2～10t</td> </tr> <tr> <td>フラップゲート点検作業船</td> <td>約7t</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">構内</td> <td rowspan="5">陸域 ※</td> <td>荷揚場詰所の壁材 (ALC板)</td> <td>鉄骨造建物</td> <td>—</td> <td rowspan="5">詳細設計段階において漂流物衝突荷重の算定式の適用性を検討し、必要に応じ対策も踏まえ、漂流物衝突荷重を設定する。</td> </tr> <tr> <td>キャスク取扱収納庫</td> <td>機器類</td> <td>カバー部：約4.3t 定盤部：約7.9t</td> </tr> <tr> <td>防舷材(フォーム式, 空気式)</td> <td>その他漂流物となり得る物</td> <td>フォーム式：約1t 空気式：約0.5t</td> </tr> <tr> <td>枕木</td> <td></td> <td>約12kg</td> </tr> <tr> <td>廃材箱</td> <td></td> <td>約0.9t</td> </tr> <tr> <td>構外</td> <td>海域</td> <td>漁船</td> <td>船舶</td> <td>最大19t</td> <td>港湾内の作業船と同様の理由から、対象漂流物として考慮しない。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※発電所構内陸域において想定される漂流物は荷揚場上に設置</p>	配置位置	名称	種類	重量 (船舶:総トン数)	備考	構内	海域	船舶	温排水影響調査作業船	約10t	日本海東縁部に想定される地震による津波が発電所に到達するまでの間に退避可能であることから対象漂流物として考慮しない。	人工リーフ海藻草調査作業船	約3～6t	格子状定線水温測定作業船	約3t	港漏油拡散防止業務作業船	1t未満～約10t	環境試料採取作業船	1t未満～約3t	海象計点検作業船	約2～10t	使用済燃料の輸送に伴う作業船	約2～10t	フラップゲート点検作業船	約7t	構内	陸域 ※	荷揚場詰所の壁材 (ALC板)	鉄骨造建物	—	詳細設計段階において漂流物衝突荷重の算定式の適用性を検討し、必要に応じ対策も踏まえ、漂流物衝突荷重を設定する。	キャスク取扱収納庫	機器類	カバー部：約4.3t 定盤部：約7.9t	防舷材(フォーム式, 空気式)	その他漂流物となり得る物	フォーム式：約1t 空気式：約0.5t	枕木		約12kg	廃材箱		約0.9t	構外	海域	漁船	船舶	最大19t	港湾内の作業船と同様の理由から、対象漂流物として考慮しない。	<p>・検討方針の相違による記載内容の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p>
配置位置	名称	種類	重量 (船舶:総トン数)	備考																																																
構内	海域	船舶	温排水影響調査作業船	約10t	日本海東縁部に想定される地震による津波が発電所に到達するまでの間に退避可能であることから対象漂流物として考慮しない。																																															
			人工リーフ海藻草調査作業船	約3～6t																																																
			格子状定線水温測定作業船	約3t																																																
			港漏油拡散防止業務作業船	1t未満～約10t																																																
			環境試料採取作業船	1t未満～約3t																																																
			海象計点検作業船	約2～10t																																																
			使用済燃料の輸送に伴う作業船	約2～10t																																																
フラップゲート点検作業船	約7t																																																			
構内	陸域 ※	荷揚場詰所の壁材 (ALC板)	鉄骨造建物	—	詳細設計段階において漂流物衝突荷重の算定式の適用性を検討し、必要に応じ対策も踏まえ、漂流物衝突荷重を設定する。																																															
		キャスク取扱収納庫	機器類	カバー部：約4.3t 定盤部：約7.9t																																																
		防舷材(フォーム式, 空気式)	その他漂流物となり得る物	フォーム式：約1t 空気式：約0.5t																																																
		枕木		約12kg																																																
		廃材箱		約0.9t																																																
構外	海域	漁船	船舶	最大19t	港湾内の作業船と同様の理由から、対象漂流物として考慮しない。																																															

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

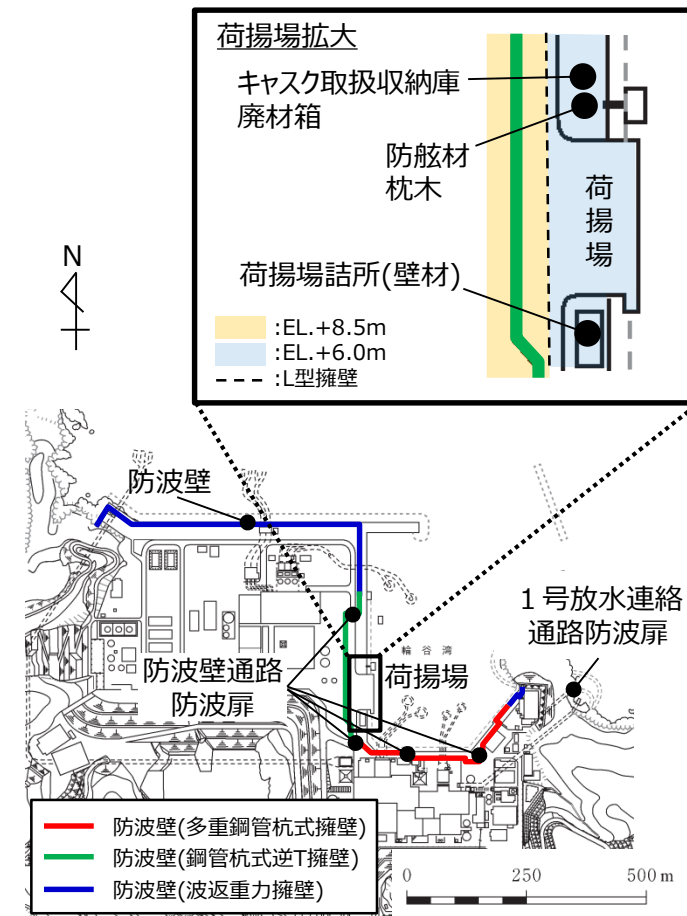
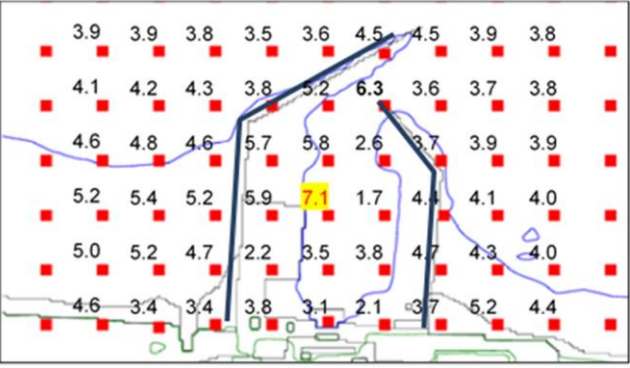


図-1.3 漂流物配置位置

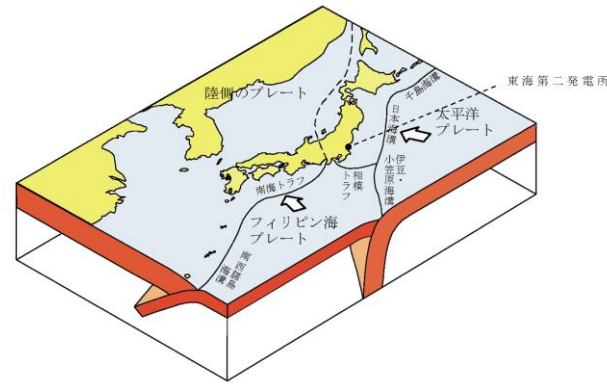
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5. 漂流物の衝突荷重算定式の選定</p> <p>既往の知見によると、さまざまな漂流物の衝突力算定式が提案されていることから、今後その他の衝突荷重の算定式の適用性についても検討し、詳細設計に反映する。</p> <p>ここでは、(財)沿岸技術研究センター及び国土交通省による検討においても、漁船の衝突荷重の算定については「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に記載されている参考規格・基準類のうち、道路橋示方書に示される算定式を採用していることから、道路橋示方書による方法で算定した例について次項より示す。</p> <p>6. 漂流物の評価に考慮する津波の流速</p> <p>津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配されることから、漂流速度として津波の流速を用いることとし、流速は津波シミュレーションにより算定する。</p> <p>基準津波に対して、防波堤があるモデル、防波堤がないモデル及び防波堤の耐震評価結果から防波堤を1m沈下させたモデルを用いて津波シミュレーションを実施し、敷地前面海域における表面流速を評価した。それぞれのケースにおける前面海域の最大流速分布を第1図に示す。</p>  <p>(防波堤ありモデル)</p>	<p>6. 漂流物荷重の評価式</p> <p>女川原子力発電所における地形・津波等の特徴、流速や段波・砕波の発生状況、漂流物の性状等から式の適用性を判断した上で評価を実施する。</p>	<p>7. 漂流物の衝突荷重算定式の選定</p> <p>設置変更許可段階においては、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を流況解析結果より確認し、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物を抽出するとともに、道路橋示方書を含む既往の様々な衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。</p> <p>海域活断層から想定される地震による津波については、水位、流向及び流速の評価により漂流物が津波防護施設に到達しないため、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して設定する。</p> <p>日本海東縁部に想定される地震による津波時において、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物として荷揚場設備を抽出した。なお、港湾内の作業船、発電所近傍を航行又は操業する周辺漁港の漁船については、日本海東縁部に想定される地震による津波が発電所に到達するまでの間に退避可能であることから対象漂流物として考慮しない。</p> <p>抽出した対象漂流物について、詳細設計段階において漂流物衝突荷重の算定式の適用性を検討し、必要に応じ対策等も踏まえ漂流物衝突荷重を設定する。</p> <p>なお、島根原子力発電所における基準津波の津波特性の確認結果より、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面で最大流速 9.0m/s(流向:南東・南)、1号放水連絡通路防波扉前面で最大流速 9.8m/s(流向:南西)となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速 10.0m/s を用いることとする。</p>	<p>・検討方針の相違による記載内容の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="255 268 813 590" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="418 611 655 642">(防波堤なしモデル)</p> <div data-bbox="255 709 813 1031" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="388 1058 685 1089">(防波堤 1 m沈下モデル)</p> <p data-bbox="320 1104 750 1136">第1図 前面海域の最大流速分布図</p> <p data-bbox="151 1194 923 1675"> 7. 防潮堤に想定する漂流物の衝突荷重 (道路橋示方書の例) 津波シミュレーションの結果より、前面海域の最大流速は防波堤ありモデルにおいて7.1m/s、防波堤なしモデルにおいて6.6m/s、防波堤1m沈下モデルにおいて6.9m/sであった。 上記の最大流速は7.1m/sであるが、漂流物の評価に考慮する津波の流速は、安全側の設定とし、10m/sとする。 また、東海第二発電所で想定する漂流物の最大重量は、15t (排水トン数) の漁船とする。 漂流物の衝突荷重については、道路橋示方書による方法の場合は以下の通りとなる。 漂流物の衝突荷重 $P = 0.1 \times 15 \times 9.8 \times 10 = 147$ (kN) </p>			

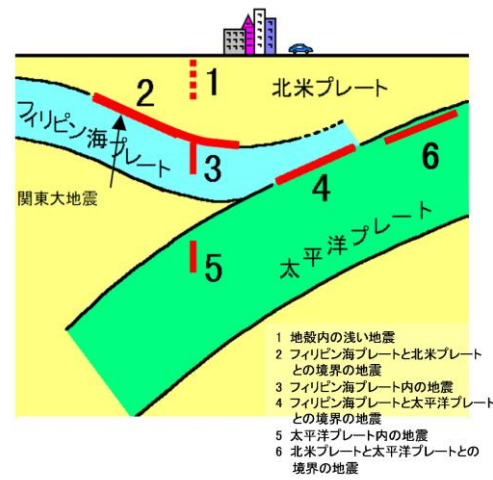
実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料 22]

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

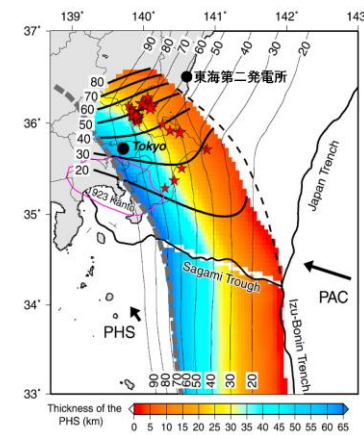


(防災科学技術研究所 HP に一部加筆)



(中央防災会議 HP に一部加筆)

第1図 敷地周辺におけるプレートの沈み込み



図中のカラーコンターはフィリピン海プレートの厚さを示している。

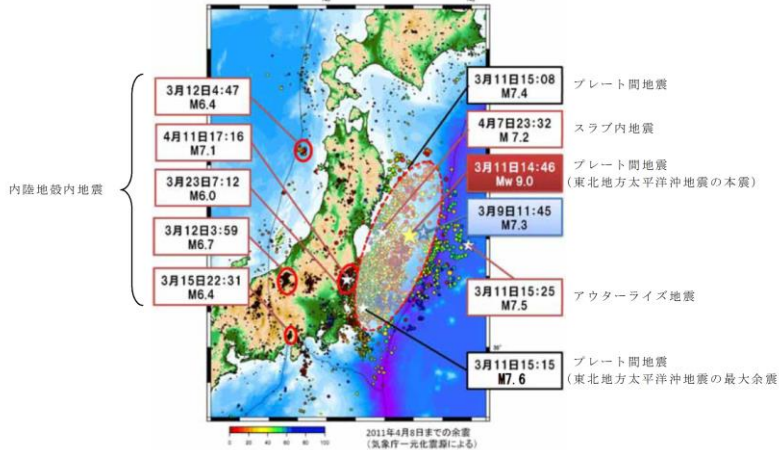
(Uchida et al. (2010) に一部加筆)

第2図 フィリピン海プレートの沈み込み

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="943 256 1187 285"><u>3. 基準津波の波源</u></p> <p data-bbox="985 298 1709 420">津波波源は、日本海溝におけるプレート間地震に起因する波源として設定し、その規模はMw8.7である。津波波源モデルを第3図に示す。</p>  <p data-bbox="1181 1285 1472 1314">第3図 津波波源モデル</p>		<p data-bbox="2534 256 2807 466">・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉では、「3.1 余震の選定」において記載</p> <p data-bbox="2534 1285 2807 1453">・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉の図2に対応</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.2 検討方針</p> <p>余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理した。</p> <p>検討は以下の流れで実施した。</p>	<p>4. 検討方針</p> <p><u>東海第二発電所周辺のプレートテクトニクスの背景や基準津波と同じ地震発生様式（プレート間地震）である2011年東北地方太平洋沖地震の余震発生状況（第4図）を踏まえ、基準津波の波源の活動（本震）に伴い発生する可能性のある余震を設定し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。</u></p> <p>なお、本検討では、<u>日本地震工学会（2014）を参考に、本震の震源域とその周辺において発生する地震（アウトサイズの地震及び破壊域内のスラブ内地震を含む。）を余震とし、この余震発生域外において、本震がトリガーとなって発生する地震を誘発地震として整理した。</u></p> <p><u>余震荷重の検討フローを第5図に示す。</u></p>  <p>第4図 東北地方太平洋沖地震の余震・誘発地震の発生状況 (<u>東京大学地震研究所 HP に地震発生様式を加筆</u>)</p>	<p>2. 検討方針</p> <p>余震による荷重については、<u>本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。</u>なお、本検討においては、<u>本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理し、<u>図1</u>の流れで検討を実施した。</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、「3. 余震の評価」及び「4. 誘発地震の評価」において、余震及び誘発地震の具体的な検討内容を記載</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、「3. 余震の評価」及び「4. 誘発地震の評価」において、余震及び誘発地震の具体的な検討内容を記載</p>

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

第 5 図 検討フロー

図 1 余震荷重の検討フロー

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.3.1 余震規模の設定</p> <p>余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、基準津波の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約4時間であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が12時間以内の地震とした。<u>添付第30-1表に、対象とした地震の諸元を示す。</u></p> <p><u>同表に、敷地が位置する日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードが7.0以上の地震の諸元を併せて示す。また、検討対象とした地震の震央分布を添付第30-1図に示す。</u></p> <p>地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュードM0と最大余震のマグニチュードM1の関係から本震と余震のマグニチュードの差D1は、<u>添付第30-2図のとおり、$D1=M0-M1=1.4$として評価できる。</u></p> <p><u>同図に示す、日本海東縁部の地震の傾向は、地震調査研究推進本部の地震データにみられる関係と調和的である。</u>余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し$D1=0.9$として余震の規模を想定する。</p>	<p>5.1 余震の規模の設定</p> <p>余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部(2016)の地震データによる本震のマグニチュードM7.0以上とし、かつ、基準津波の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯が地震発生から約40分後(第6図)であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が12時間以内の地震とする。第1表に、対象とした地震の諸元を示す。また、検討対象とした地震の震央分布を第7図に示す。</p> <p>地震調査研究推進本部(2016)の地震データを整理し、本震のマグニチュードM0と最大余震のマグニチュードM1の関係から本震と余震のマグニチュードの差D1を求めると、<u>第8図の通り、$D1=M0-M1=1.4$として評価できる。</u>余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し$D1=0.9$として余震の規模を想定する。</p> <p><u>従って、余震の地震規模は$Mw8.7-0.9$より$M7.8$($Mw=M$とする。)と設定する。</u></p>	<p>3.2 余震の規模の設定</p> <p>余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、<u>余震を考慮する基準津波4の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約10分以内であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が1時間程度以内の地震とした。</u>対象とした地震の諸元及び震央分布を表1及び図3に示す。</p> <p>地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュードM0と最大余震のマグニチュードM1の関係から本震と余震のマグニチュードの差D1は、<u>図4のとおり、$D1=M0-M1=1.2$として評価できる。</u>余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し$D1=0.9$として余震の規模を想定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 ・最大水位変化を生起する時間帯の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 ・余震の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉では、敷地への影響が明らかに小さい日本海東縁部に想定される地震の余震は評価対象外 ・余震規模の設定に用いる地震データの相違 【柏崎6/7, 東海第二】 ・余震の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉では、敷地への影響が明らかに小さい日本海東縁部に想定される地震の余震は評価対象外 ・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉では、表2に対応 ・設定した震源諸元の相違 【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.3.2 余震による地震動と本震による地震動との比較</p> <p>本震と余震の応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価し、本震と余震との地震動レベルを確認する。添付第 30-3 図に M8.0 及び M7.0 の本震に対し、余震の規模を $D1=0.9$ を用い評価し、Noda et al. (2002) の適用範囲の中で等価震源距離 X_{eq} を 25, 50, 75 及び 100km と設定し、スペクトル比を評価した結果を示す。なお、ここではスペクトル比を評価するため、内陸補正や観測記録による補正は実施していない。添付第 30-3 図によると、余震による地震動は本震による地震動に対しおよそ 0.3~0.4 倍程度となり、基準地震動 S_s と弾性設計用地震動 S_d との比 0.5 を下回ることが確認される。</p>	<p>5.2 余震の震源位置の設定</p> <p><u>基準津波 (Mw8.7) の波源と基準地震動 S_s の一つとして設定した 2011 年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0) の震源は茨城県沖で重なっており、その重なっている領域において 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) の最大余震 (M7.6) が発生している。この最大余震の地震発生様式は基準津波と同じプレート間地震である。これら波源、震源等の位置関係を第 9 図に示す。</u></p> <p><u>一般に規模の大きなプレート間地震は、過去に発生した規模の大きなプレート間地震の震源域で繰返し発生する。</u></p> <p><u>また、2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動生成域も過去に発生した規模の大きなプレート間地震の発生位置と対応していることが指摘されている (例えば入倉 (2012))。従って、基準津波の波源が活動した場合の強震動生成域や規模の大きな余震の発生位置は 2011 年東北地方太平洋沖地震における茨城県沖の例と類似すると考えられる。以上のことから、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震は 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) の最大余震 (M7.6) の震源位置に設定する (第 9 図)。</u></p> <p><u>なお、茨城県沖南部から房総沖にかけては第 2 図で示したとおり、陸のプレートと太平洋プレートの間にフィリピン海プレートが潜り込んでおり、Uchida et al. (2009) によれば、この領域ではプレート間結合度が低いことが示されている。従って、第 9 図に示したフィリピン海プレートの北東端より南側において規模の大きな地震は発生しにくいと考えられる。</u></p>		<p>・設定方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>2011 年東北地方太平洋沖地震の最大余震を踏まえて余震の震源位置を設定しているが、島根 2 号炉では、基準津波 4 の波源に余震の震源位置を設定</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>本震と余震の地震動の比が、S_s と S_d の比を下回ることを確認しているが、余震と S_d の比較 (柏崎 6/7 では 30.3.3、島根 2 号炉では 3.3 に示す) により、余震が S_d を下回ることを確認できれば問題ないため、</p>

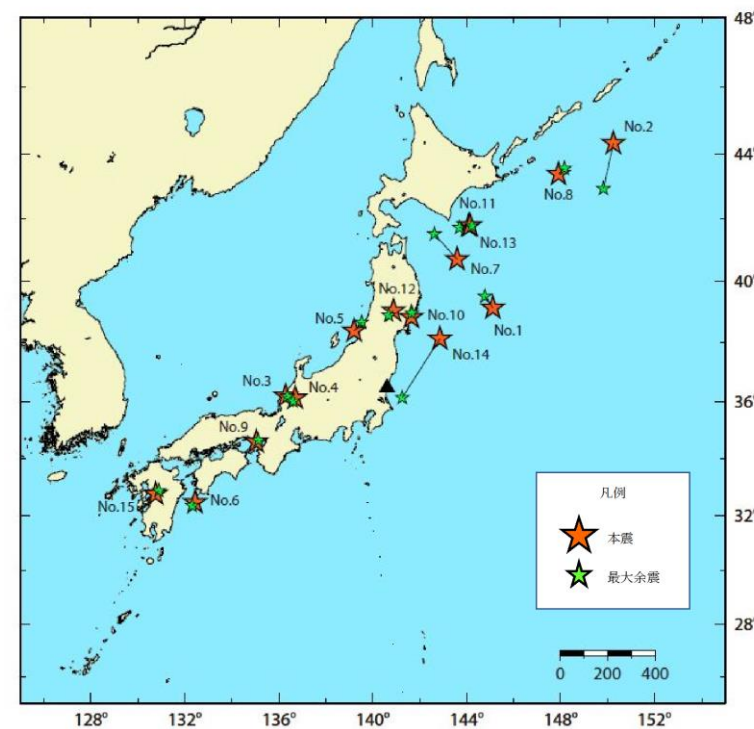
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30. 3. 3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価する。柏崎刈羽原子力発電所における基準津波の波源は、添付第 30-4 図に示す「基準津波 1 及び 2 の波源」及び「基準津波 3 の波源」である。それぞれの波源について地震動を評価するに当たり、添付第 30-2 表及び添付第 30-5 図に示す震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震規模を設定した上で、余震による応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価した。なお、評価においては、海域で発生する地震に対しては敷地における伝播特性に差が認められるため、地震波の顕著な増幅が認められる 1 号炉を含む領域を「荒浜側」と地震波の顕著な増幅が認められない 5 号炉を含む領域を「大湊側」として、添付第 30-6 図に示す観測記録に基づく補正係数をそれぞれ用いることで伝播特性を反映した。また、敷地における伝播特性の差は、敷地から南西側に位置する地震についてのみ顕著に確認されているが、敷地から北側に位置する基準津波 1 及び 2 の波源に対しても保守的に同じ補正係数を用いた。添付第 30-7 図に評価結果を示す。同図より、評価結果は、弾性設計用地震動 S_d を下回ることが確認される。</p>	<p>5. 3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価する。余震の地震規模は「5. 1 余震の規模の設定」のとおり M7.8、震源位置は「5. 2 余震の震源位置の設定」のとおり 2011 年東北地方太平洋沖地震の最大余震発生位置とする。設定した余震の地震諸元を第 2 表に示す。上記に基づき、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動評価を Noda et al. (2002) により行う。</p> <p>評価結果を第 10 図に示す。</p> <p>同図より、評価結果は、弾性設計用地震動 $S_d - D_1$ を下回ることが確認される。</p> <div data-bbox="943 1381 1685 1533" data-label="Figure"> </div> <p>第 6 図 基準津波の取水口前面位置における時刻歴波形</p>	<p>3.3 余震の地震動評価</p> <p>基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価するにあたり、表 2 及び図 5 に示す波源の諸元及び震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震の規模を設定した上で、Noda et al. (2002) により応答スペクトルを評価した。</p> <p>その評価結果と弾性設計用地震動 $S_d - D$ の応答スペクトルを比較して図 6 に示す。同図より、基準津波 4 の波源の活動に伴う余震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動 $S_d - D$ を下回っている。</p>	<p>島根 2 号炉では実施していない</p> <p>・敷地の伝播特性の相違 【柏崎 6/7】 敷地の伝播特性に特異性があるため、Noda et al. (2002) の評価において、その特異性による補正係数を用いているが、島根 2 号炉では、そのような特異性が無いため補正係数を用いていない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2 号炉では、「3.2 余震の規模の設定」において文章により記載</p>

第1表 過去の地震における本震と最大余震の関係

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

※1：24時間以内であるが半日以内か不明

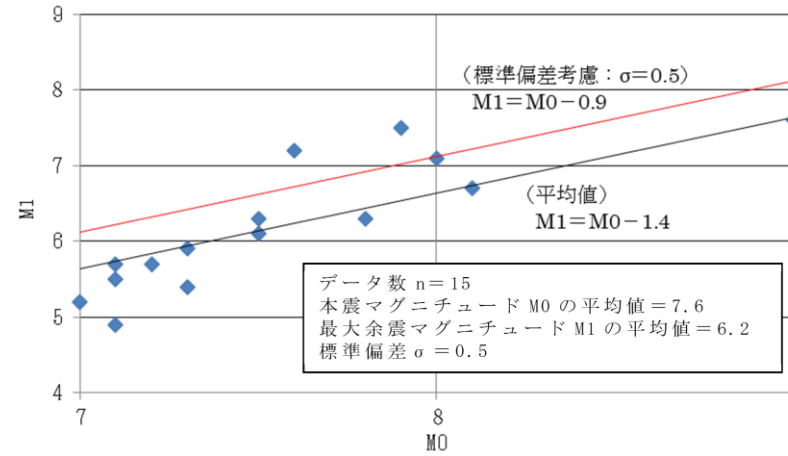
※2：気象庁による最新の震源情報を参照



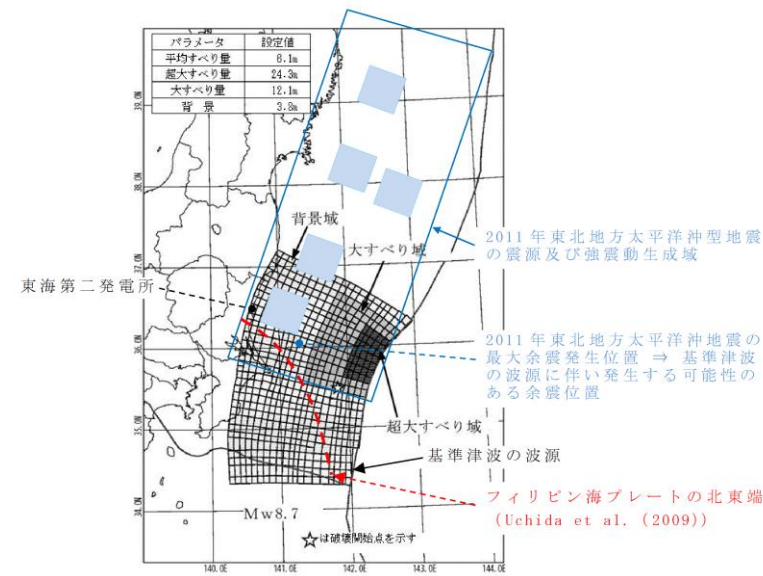
第7図 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布

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

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



第8図 本震と最大余震の関係 (M7.0以上)



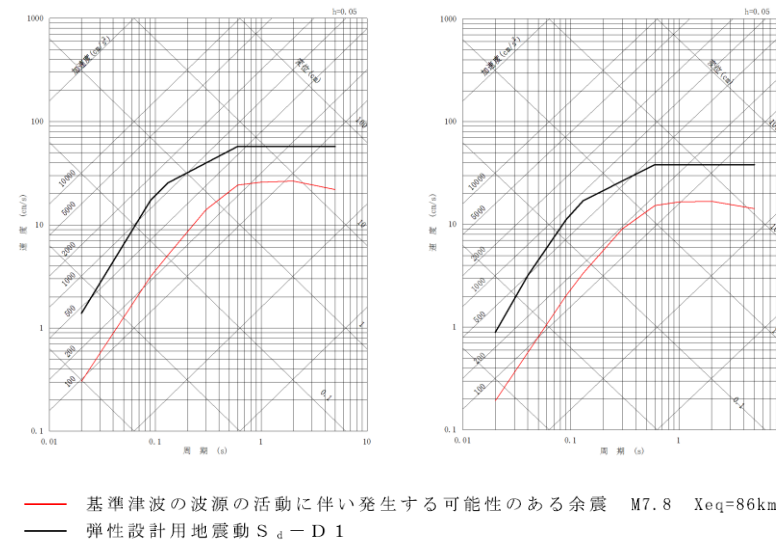
第9図 基準津波の波源と2011年東北地方太平洋沖型地震の震源及び最大余震発生位置

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

・資料構成の相違
【東海第二】
 島根2号炉の図5に対応

第2表 設定した余震の震源諸元

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



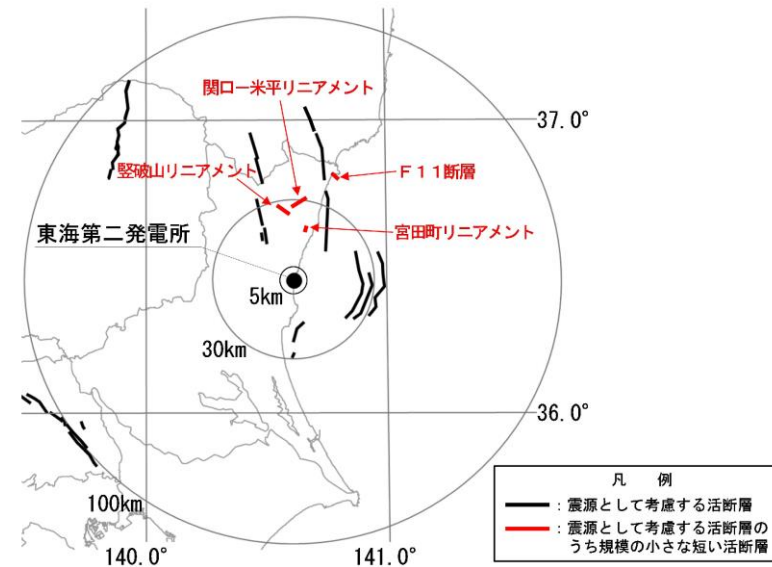
第10図 設定した余震と弾性設計用地震動 S_d-D1 との比較
 (左: 水平動, 右: 鉛直動)

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

・資料構成の相違
【東海第二】
 島根2号炉の図6に
 対応

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>以上より、<u>基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯においてM6.8以上の誘発地震が発生するとは考えにくい。</u>しかしながら、<u>本震発生後に規模の小さな誘発地震が発生していることを踏まえ、保守的に、添付第30-9図に示す基準地震動の評価において検討用地震と選定されなかった規模の小さな孤立した短い活断層による地震を対象とする。</u></p> <p>30.4.2 <u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震の評価</u></p> <p><u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動を評価する。評価においては、孤立した短い活断層による地震の規模を保守的にM6.8として震源モデルを設定し、誘発地震による応答スペクトルをNoda et al. (2002)により評価した。添付第30-3表に諸元を、添付第30-9図に断層の分布図をそれぞれ示す。なお、評価においては、陸域で発生する地震に対しては荒浜側と大湊側で伝播特性がおおむね等しいことから、添付第30-10図に示す補正係数を用い伝播特性を反映した。添付第30-11図に評価結果を示す。同図より、評価結果は、弾性設計用地震動S_dを下回ることが確認される。</u></p>	<p>第4図に示された2011年東北地方太平洋沖地震の発生による誘発地震のうち、<u>本震発生からもっとも早く発生した誘発地震は3月12日長野県北部の地震(M6.7)であり、本震発生から13時間後である。</u></p> <p><u>一方、東海第二発電所の基準津波の到達時間は第6図に示すとおり、地震発生から約40分後である。</u></p> <p><u>このことから、基準津波の到達時間帯において規模の大きな誘発地震が発生する可能性は低いと考えられる。</u></p> <p><u>しかしながら、規模の小さな誘発地震は2011年東北地方太平洋沖地震発生直後から発生していることを踏まえ、基準地震動の評価において検討用地震の候補として考慮していた規模の小さな短い活断層による地震を保守的に考慮する。</u></p> <p>6. 2 <u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動の評価</u></p> <p><u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震による地震動を評価する。誘発地震として考慮する規模の小さな短い活断層の分布及び地震諸元をそれぞれ第11図及び第3表に示す。地震動評価はNoda et al. (2002)により行う。その際、基準地震動策定における内陸地殻内地震の評価と同様、福島県と茨城県の県境付近で発生した地震の観測記録による補正係数を考慮する。観測記録による補正係数を第12図に、評価結果を第13図に示す。</u></p> <p><u>同図より、評価結果は、弾性設計用地震動S_d-D₁を下回ることが確認される。</u></p>	<p><u>地周辺で発生することは考えられる。</u></p> <p><u>以上のことから、「海域活断層に想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う誘発地震を選定する。</u></p> <p>4.2 <u>誘発地震の規模の設定</u></p> <p><u>2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では誘発地震の長野県北部の地震(M6.7)が発生したのは本震発生から約13時間後である。誘発地震を考慮する基準津波4の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯(最大でも地震発生から約10分以内)においてM6.8以上の誘発地震が発生することは考えにくい、保守的に基準地震動の評価において検討用地震に選定されなかった孤立した短い活断層による地震を対象とし、誘発地震の規模をM6.8に設定する。</u></p> <p>4.3 <u>誘発地震の地震動評価</u></p> <p><u>基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震について、表3及び図9に示す孤立した短い活断層による地震を対象にM6.8の震源モデルを設定し、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動S_d-Dの応答スペクトルを比較して図10に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動S_d-Dを下回っている。</u></p>	<p>・基準津波の相違 【東海第二】</p> <p>・敷地の伝播特性の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 敷地の伝播特性に特異性があるため、Noda et al. (2002)の評価において、その特異性による補正係数を用いているが、島根2号炉では、そのような特異性が無いため補正係数を用いていない</p>



第11図 誘発地震として考慮する規模の小さな短い活断層の分布

第3表 設定した誘発地震の諸元

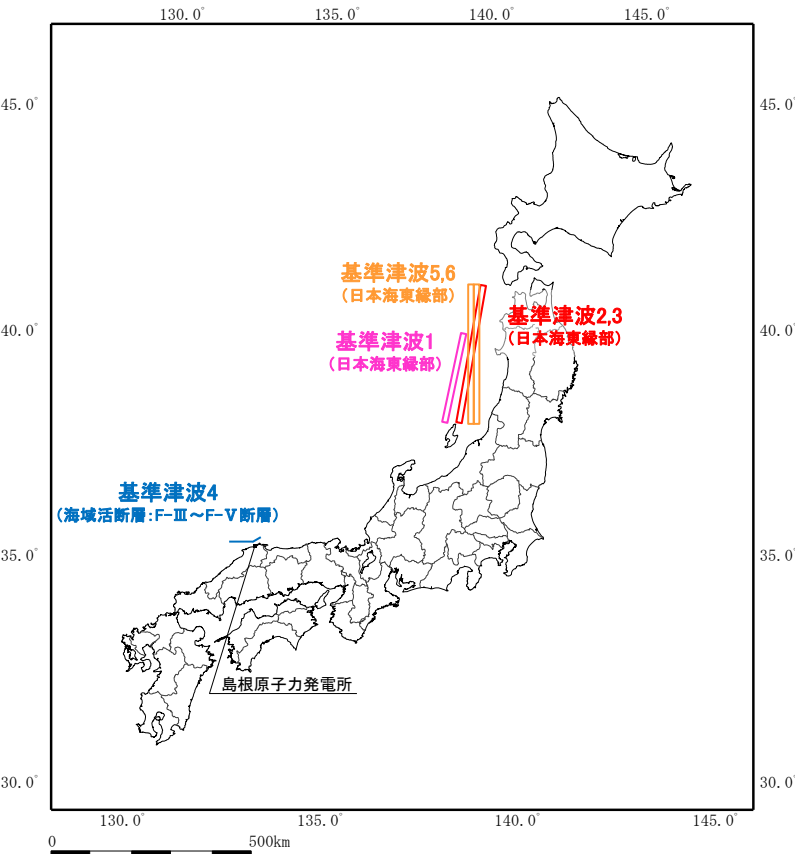
地震名	地震規模M	等価震源距離 (km)
宮田町リニアメント	6.8	21
関口-米平リニアメント	6.8	27
堅破山リニアメント	6.8	25
F11断層	6.8	38

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="964 289 1691 514" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1113 520 1543 598" data-label="Caption"> <p>第12図 観測記録による補正係数 (左：水平動，右：鉛直動)</p> </div> <div data-bbox="964 892 1676 1312" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1053 1318 1558 1438" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> — 宮田町リアメントによる地震 M6.8, Xeq=21km — 関口一米平リアメントによる地震 M6.8, Xeq=27km - - - 堅破山リアメントによる地震 M6.8, Xeq=25km - - - F11断層による地震 M6.8, Xeq=38km — 弾性設計用地震動 S_d-D1 </div> <div data-bbox="1038 1507 1617 1627" data-label="Caption"> <p>第13図 規模の小さな短い活断層による地震と 弾性設計用地震動 S_d-D1 との比較 (左：水平動，右：鉛直動)</p> </div>		<p>・敷地の伝播特性の相違 【東海第二】 敷地の伝播特性に特異性があるため, Noda et al. (2002) の評価において, その特異性による補正係数を用いているが, 島根2号炉では, そのような特異性が無いため補正係数を用いていない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉の図10に対応</p>

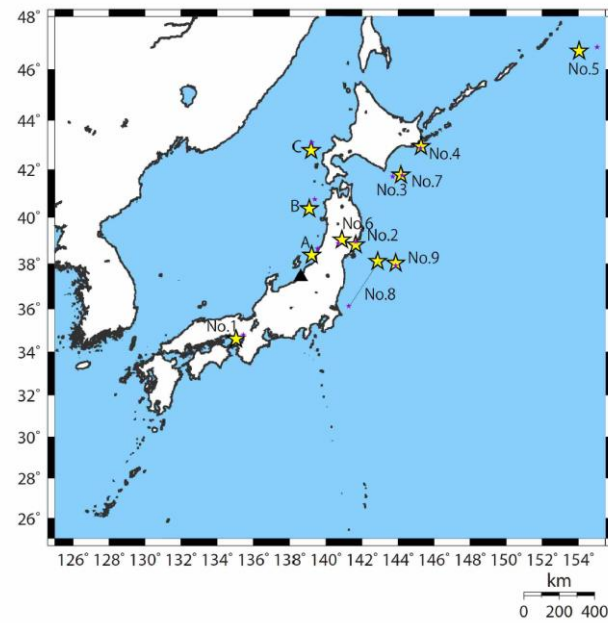
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.5 余震荷重の設定</p> <p>以上の検討結果から、<u>弾性設計用地震動 Sd は余震及び誘発地震による地震動を上回ることが確認された。弾性設計用地震動 Sd のうち、Sd-1 は全ての周期帯において、余震及び誘発地震による地震動を十分に上回ることから、保守的に Sd-1 による荷重を津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。</u></p> <p>【参考文献】</p> <p>Noda, S., K. Yashiro, K.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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1855 1186 2374 1228">図2 島根原子力発電所と基準津波の波源</p>	<p data-bbox="2537 1186 2804 1407"> ・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 柏崎 6/7 の添付第 30-4 図, 東海第二の 第3図に対応 </p>

添付第30-1表 過去の地震における本震と最大余震の関係

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

※1：気象庁による最新の震源情報を参照、※2：日本海東縁部の地震



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

表1 過去の地震における本震と最大余震の関係 (M7.0以上)

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

※1：気象庁による最新の震源情報を参照

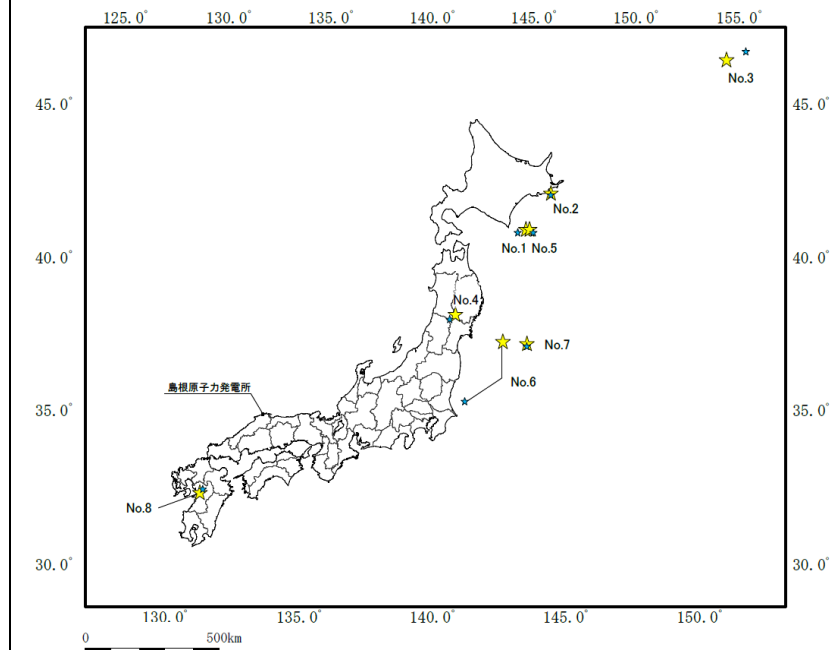
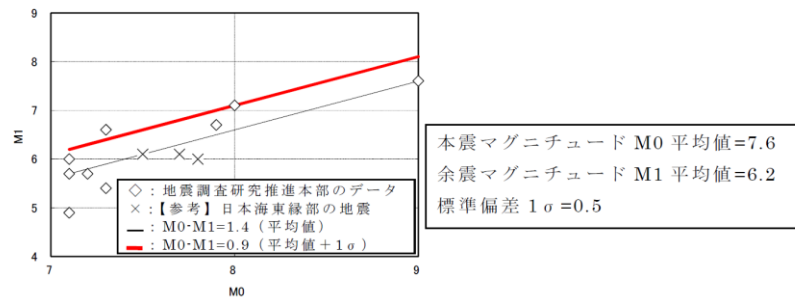


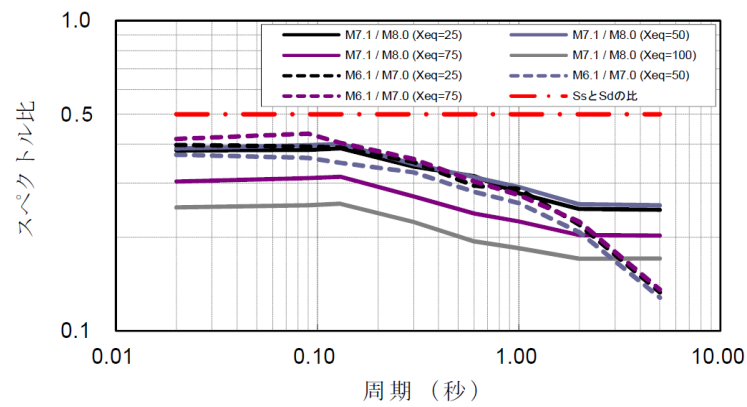
図3 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布
[本震 (★), 余震 (★)]

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

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



添付第 30-2 図 本震と余震の地震規模の関係



添付第 30-3 図 本震と余震のスペクトル比

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

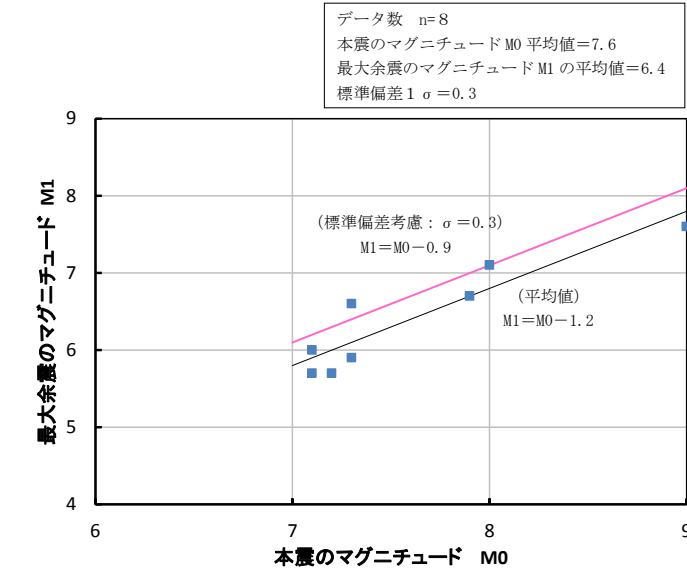
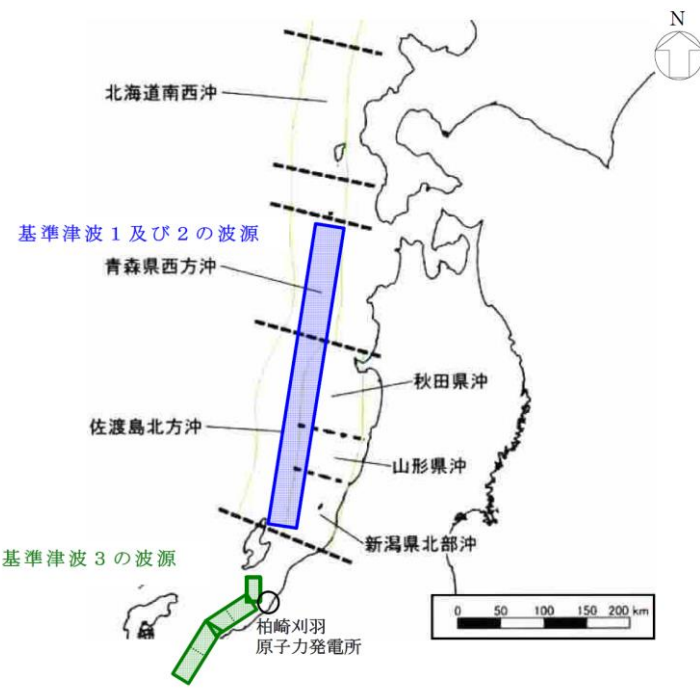


図 4 本震と最大余震の地震規模の関係 (M7.0 以上)

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="341 1060 727 1092">添付第 30-4 図 基準津波の波源</p>			<p data-bbox="2537 924 2789 1092"> ・資料構成の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉の図 2 に 対応 </p>

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



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

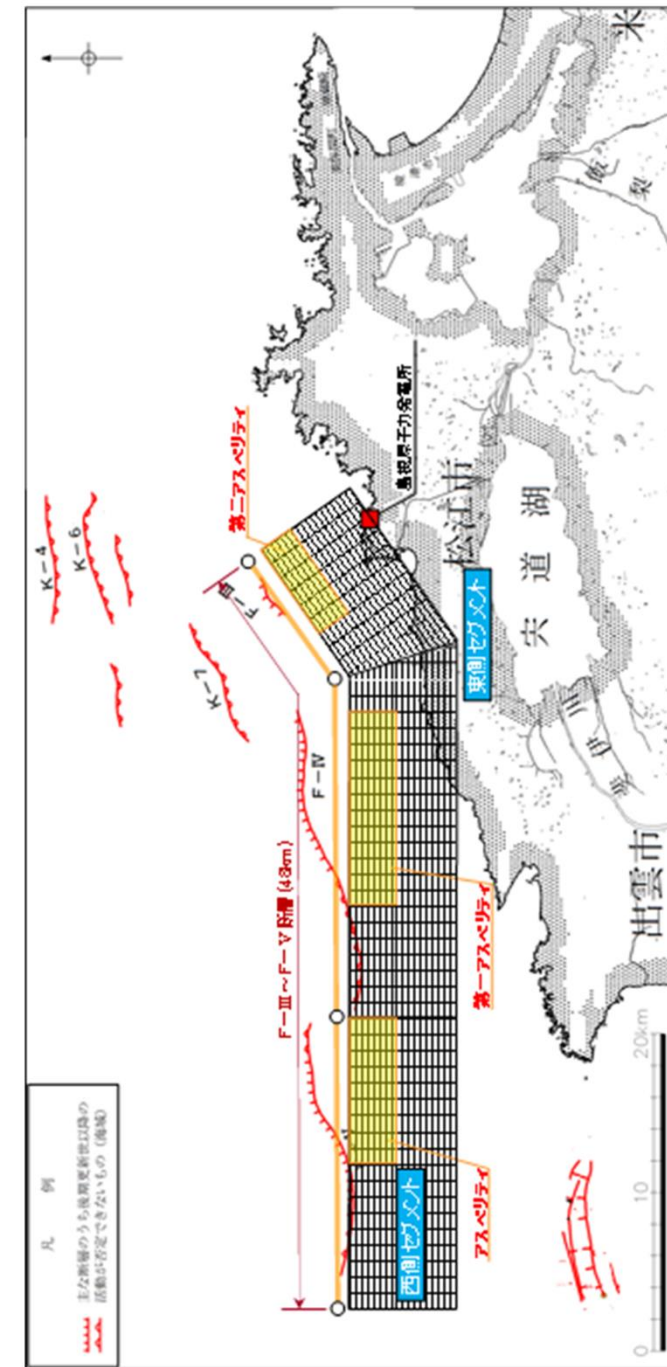


図 5 基準津波 4 の波源に対する震源モデル

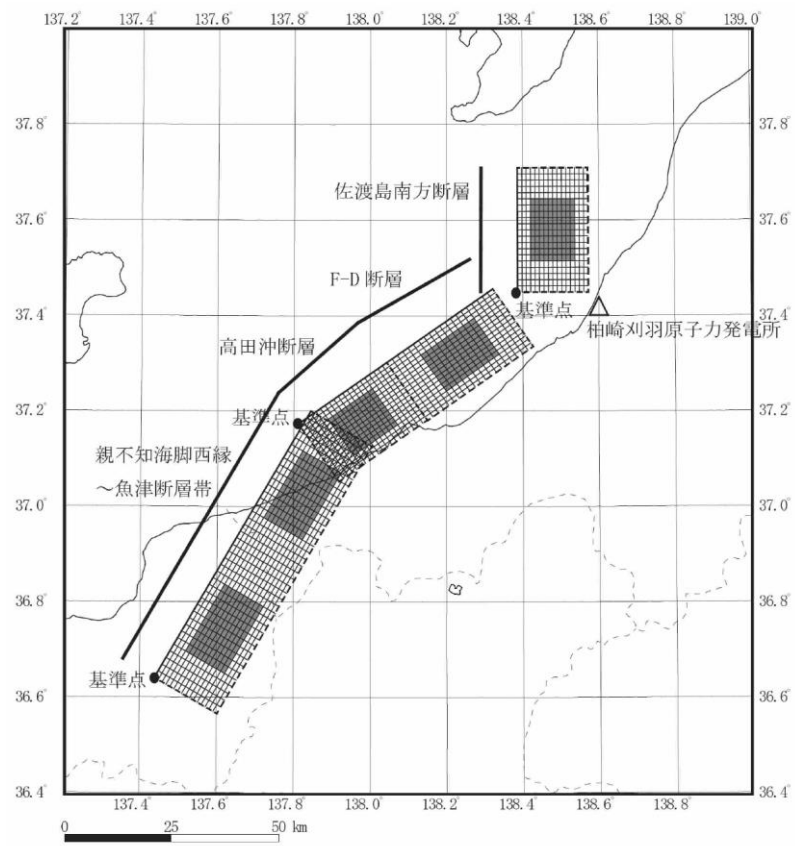
・資料構成の相違
【東海第二】
東海第二の第 9 図に
対応

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

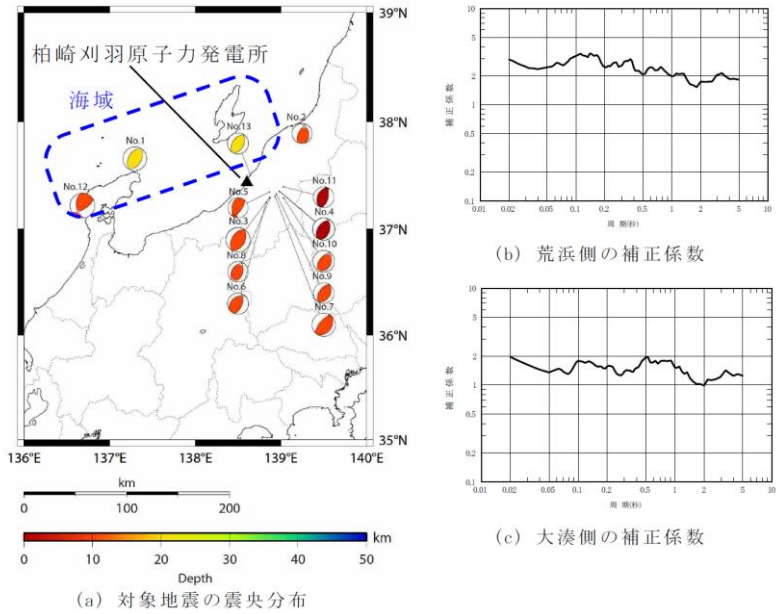


添付第 30-5 図 (b) 基準津波 3 の波源に対する震源モデル

添付第 30-2 表 設定した余震の震源諸元

項目	設定値			
	基準津波 1 及び 2 の波源		基準津波 3 の波源	
	荒浜側	大湊側	荒浜側	大湊側
本震の地震規模	8.6		8.0	
余震の地震規模 ^{※1}	7.7		7.1	
等価震源距離 Xeq (km) ^{※2}	204	202	41	40

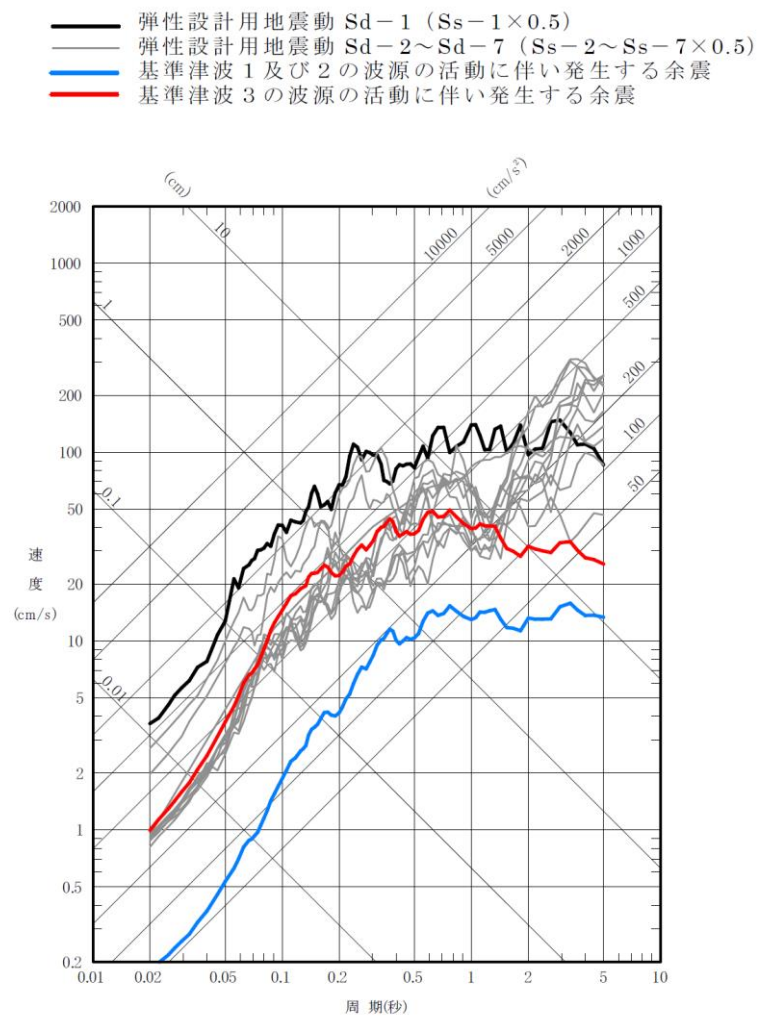
※1: 本震と余震のマグニチュードの差 D1=0.9 として、余震の規模を評価。
 ※2: 添付第 30-5 図に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002) に基づき等価震源距離を評価。なお、Noda et al. (2002) による地震動評価手法の適用性については、M=5.4~8.1、等価震源距離 Xeq=14~218km の範囲で確認されていることから、今回設定した余震の評価に適用可能と判断した。



添付第 30-6 図 海域の活断層による地震の評価に用いる観測記録に基づく補正係数

・資料構成の相違
【柏崎 6/7】
 島根 2号炉の表 2 に対応
 ・設定した震源諸元の相違
【柏崎 6/7】

・敷地の伝播特性の相違
【柏崎 6/7】
 敷地の伝播特性に特異性があるため、Noda et al. (2002) の評価において、その特異性による補正係数を用いているが、島根 2号炉では、そのような特異性が無いため補正係数を用いていない



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

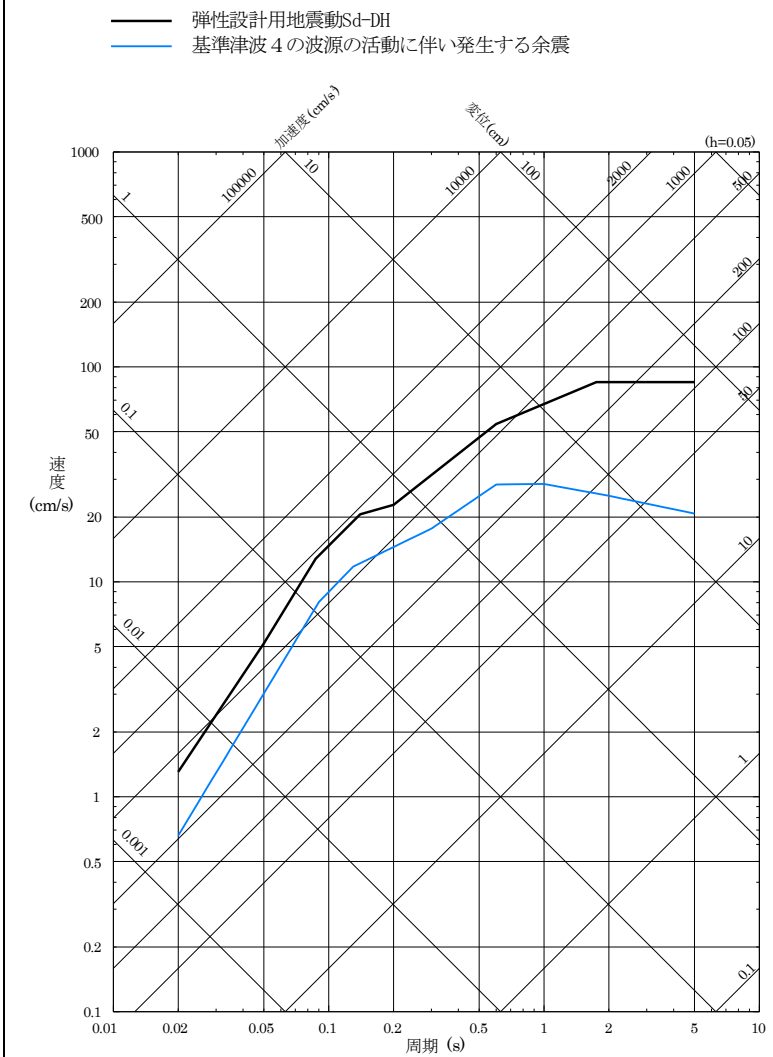


図 6 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

・資料構成の相違
 【東海第二】
 東海第二の第 10 図に
 対応

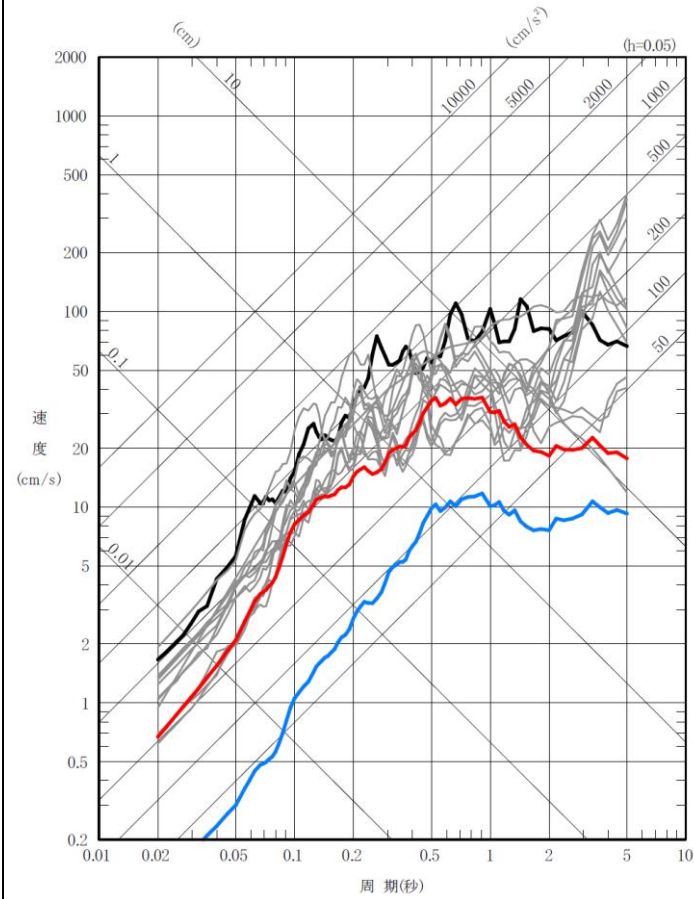
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

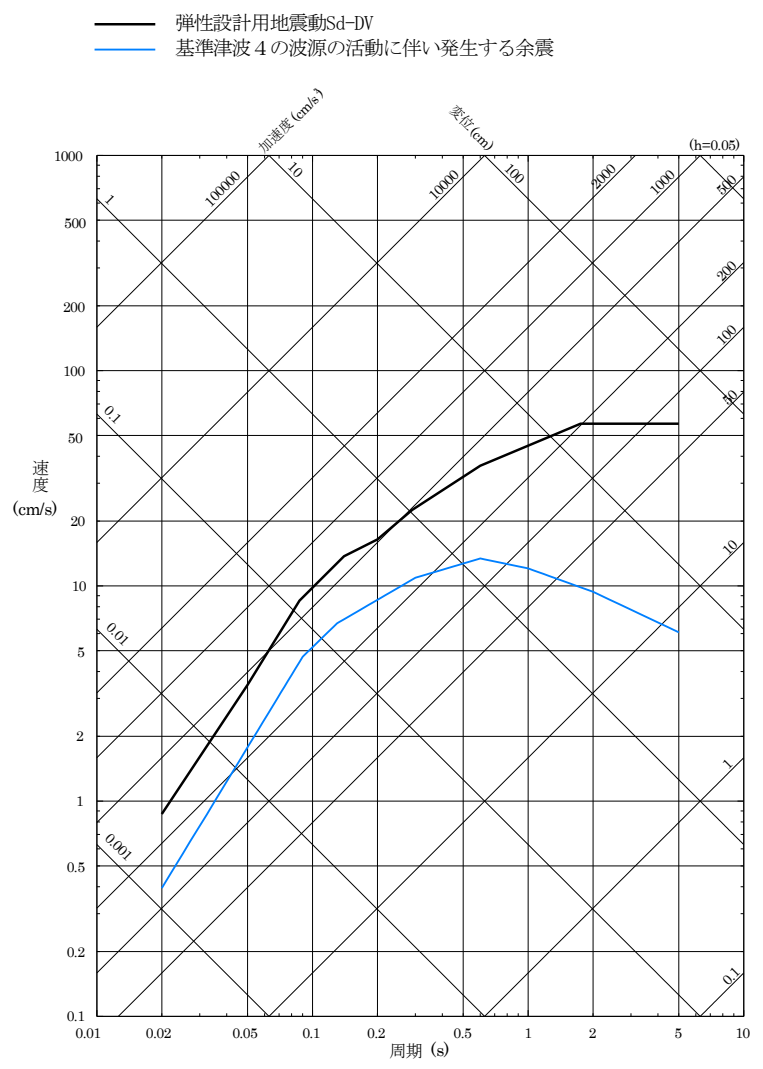
島根原子力発電所 2号炉

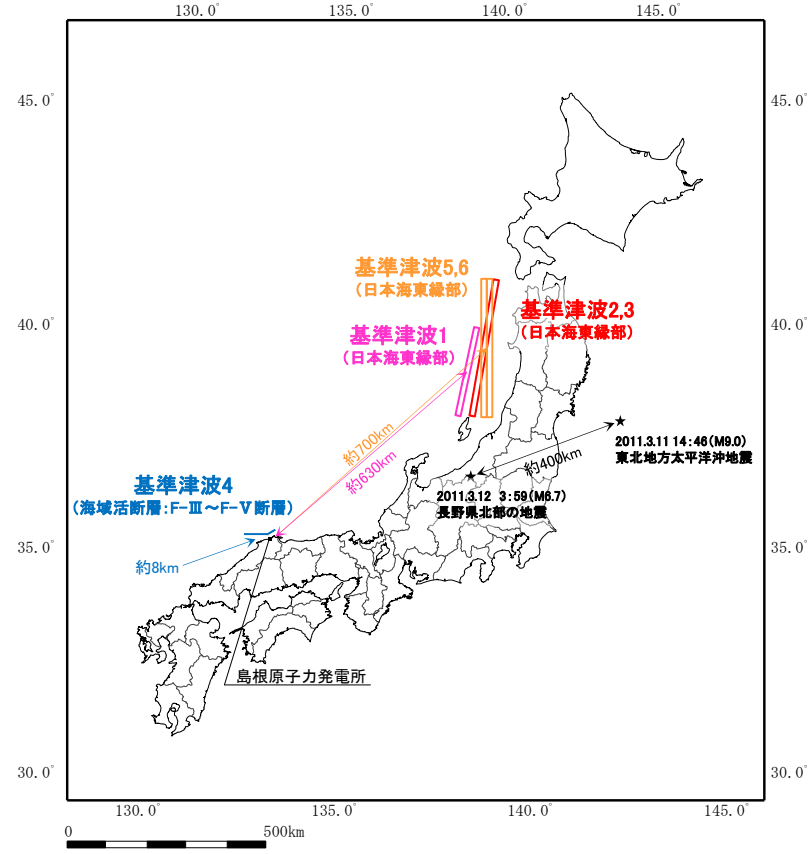
備考

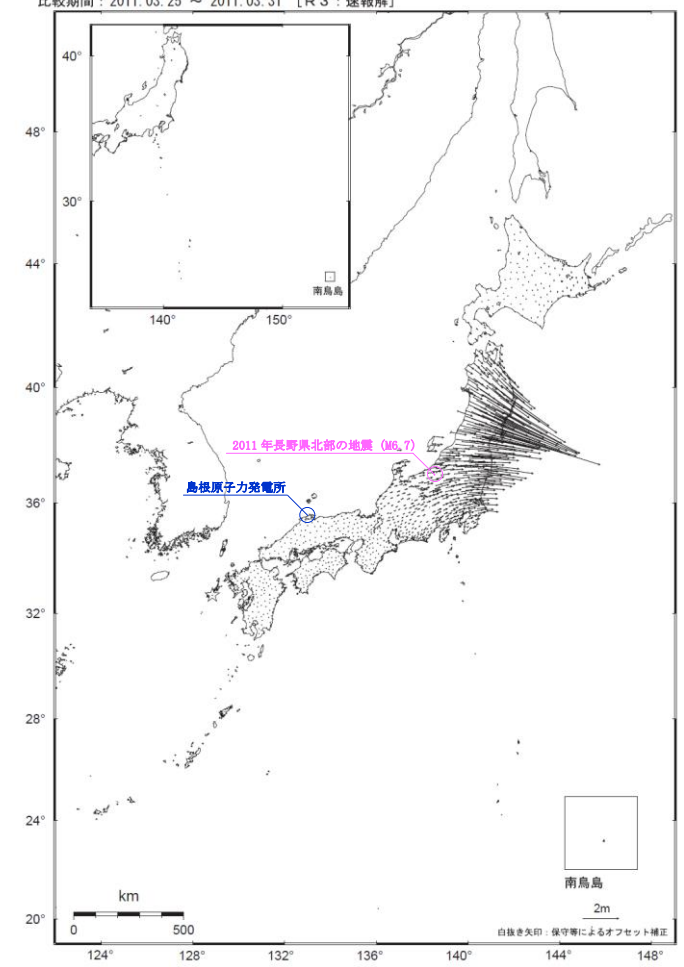
- 弾性設計用地震動 Sd-1 ($S_s-1 \times 0.5$)
- 弾性設計用地震動 Sd-2~Sd-8 ($S_s-2 \sim S_s-8 \times 0.5$)
- 基準津波 1 及び 2 の波源の活動に伴い発生する余震
- 基準津波 3 の波源の活動に伴い発生する余震

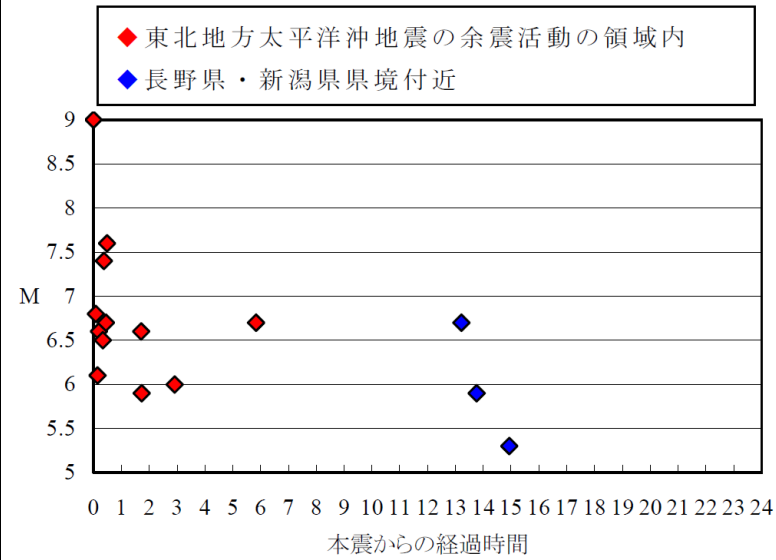


添付第 30-7 図 (b) 余震と弾性設計用地震動 Sd との比較 (大湊側)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>図6 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動S d - Dの比較 (鉛直方向)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・資料構成の相違 【東海第二】 東海第二の第10図に対応 ・資料構成の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉では、鉛直方向も比較

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1736 1186 2493 1270">図7 2011年東北地方太平洋沖地震と2011年長野県北部の地震の震源位置及び島根原子力発電所と基準津波の波源の位置関係</p>	<p data-bbox="2537 1186 2789 1228">・評価方針の相違</p> <p data-bbox="2537 1239 2804 1722">【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉では, 基準津波の波源のうち, 敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定するため, 誘発地震が発生したとされている2011年東北地方太平洋沖地震を対象に敷地への影響を検討</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: center;">全国の地殻変動(水平) - 1ヶ月 -</p> <p>基準期間: 2011.02.22 ~ 2011.02.28 [F3: 最終解] 比較期間: 2011.03.25 ~ 2011.03.31 [R3: 速報解]</p>  <p>☆ 固定局: 福江 (950462) ・3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動が見られます。 ※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1 (92110) が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては固定点を号論(950495)へ変更している。 [国土地理院 (2011) に一部加筆]</p> <p>図8 2011年2月下旬から2011年3月下旬の1ヶ月間の地殻変動</p>	<p>・評価方針の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉では、基準津波の波源のうち、敷地への影響が考えられる波源の誘発地震のみ評価対象に選定するため、誘発地震が発生したとされている2011年東北地方太平洋沖地震を対象に敷地への影響を検討</p>



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

添付第 30-3 表 設定した誘発地震の震源諸元

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

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

表 3 設定した誘発地震の震源諸元

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

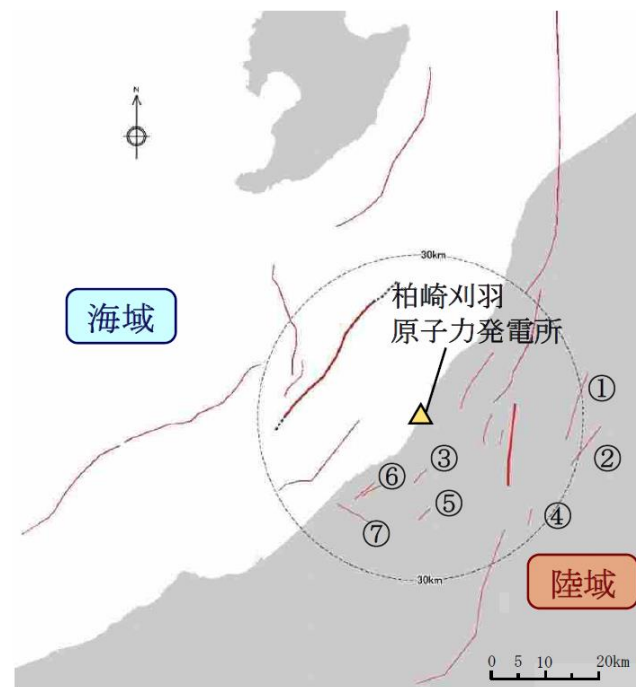
- ・資料構成の相違
【柏崎 6/7】
島根 2 号炉では、「4.1 誘発地震の選定」において文章により記載
- ・資料構成の相違
【東海第二】
東海第二の第 3 表に対応
- ・立地地点の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

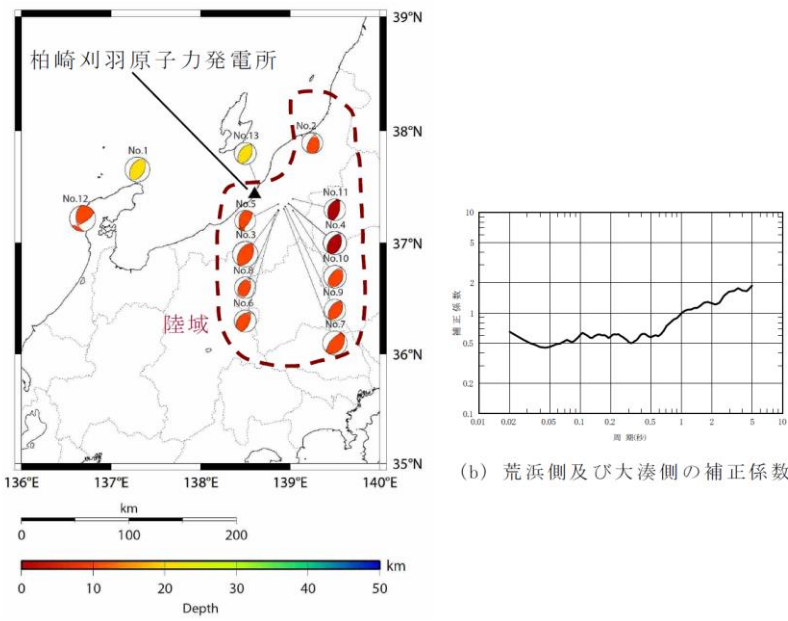
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 30-9 図 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布



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

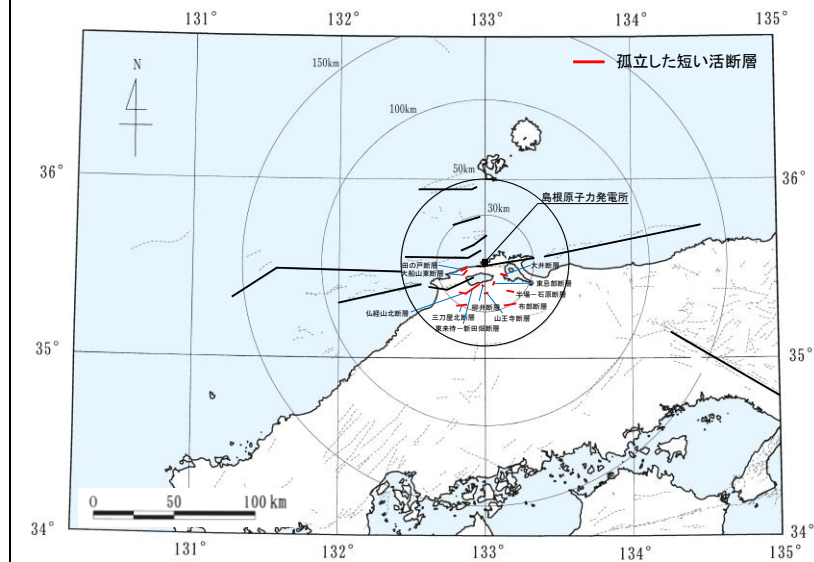
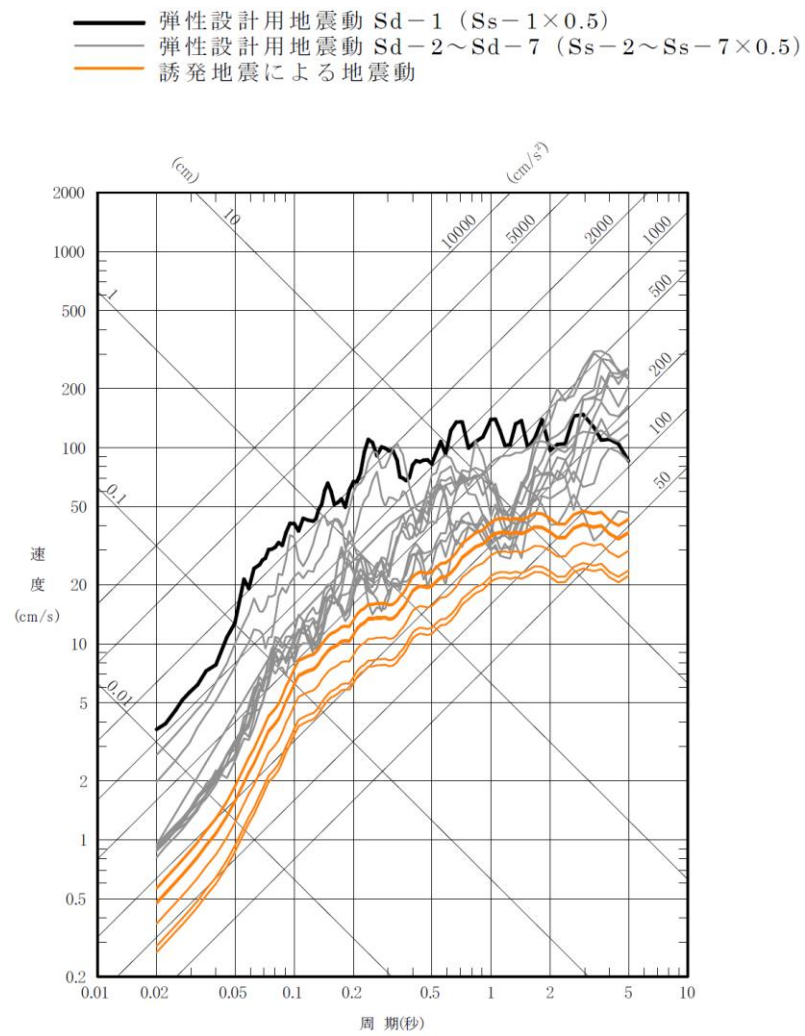


図 9 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布

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



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

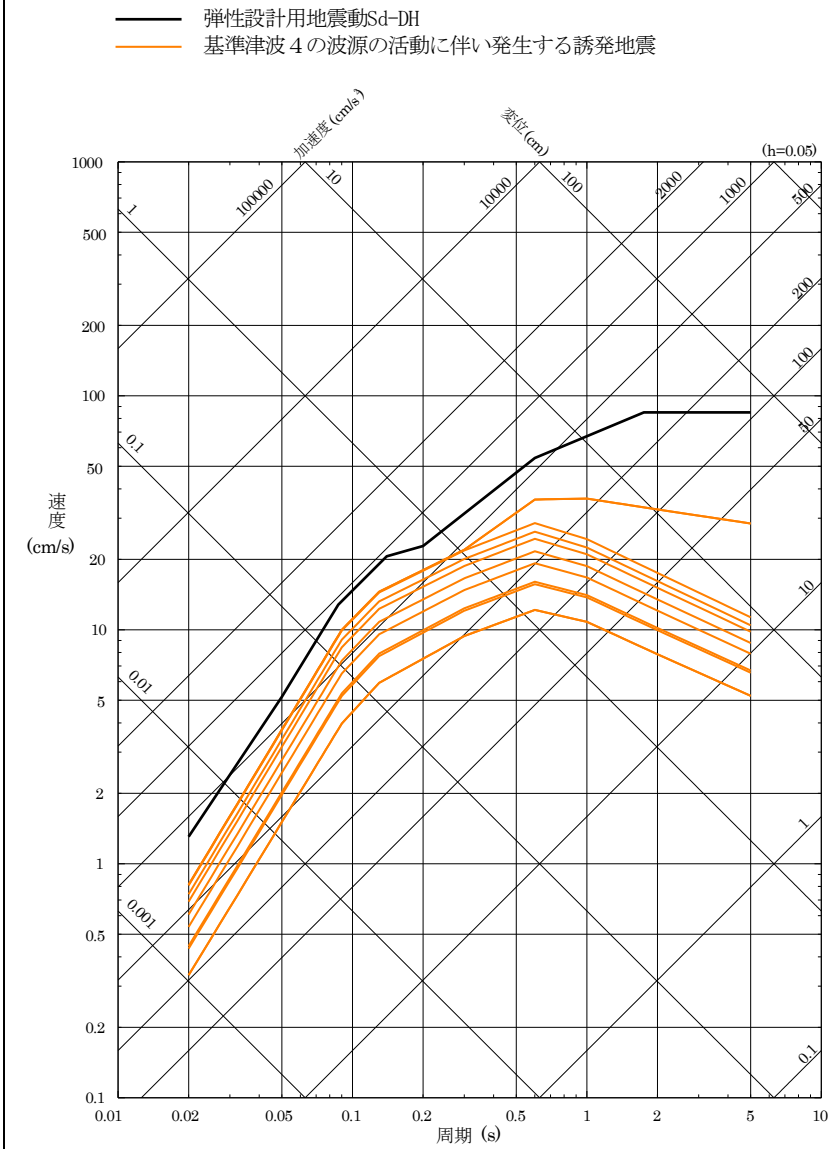
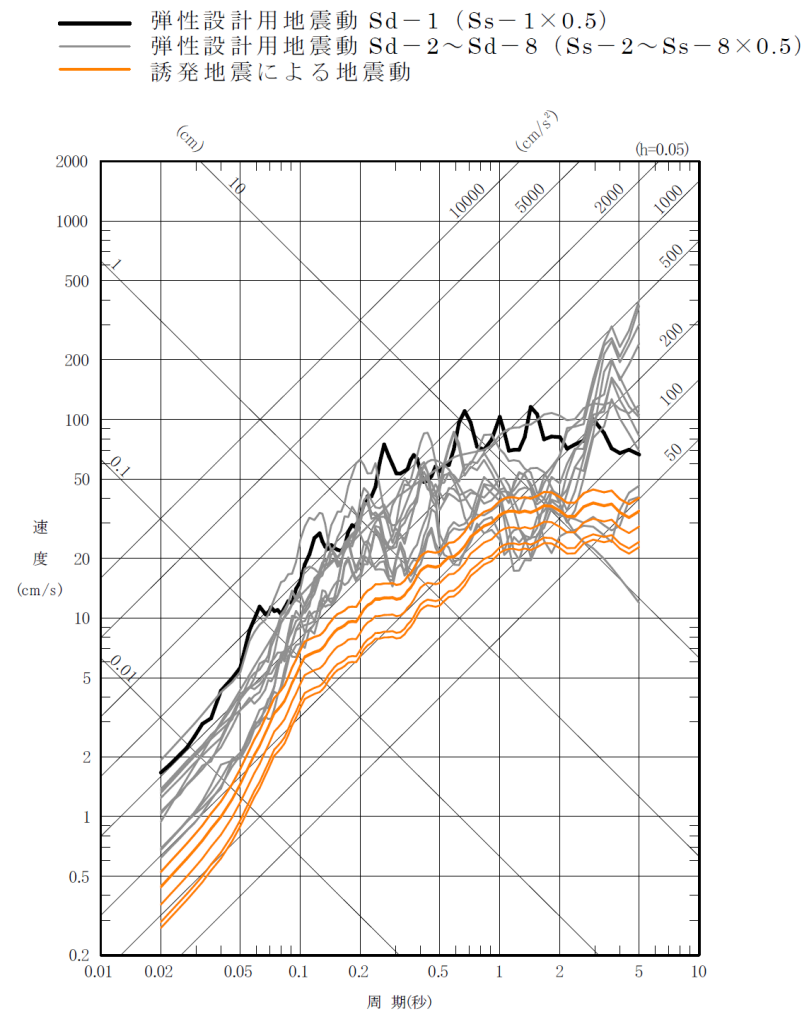


図 10 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

・資料構成の相違
【東海第二】
東海第二の第 13 図に
対応



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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
----------------------------------	----------------------	--------------	----

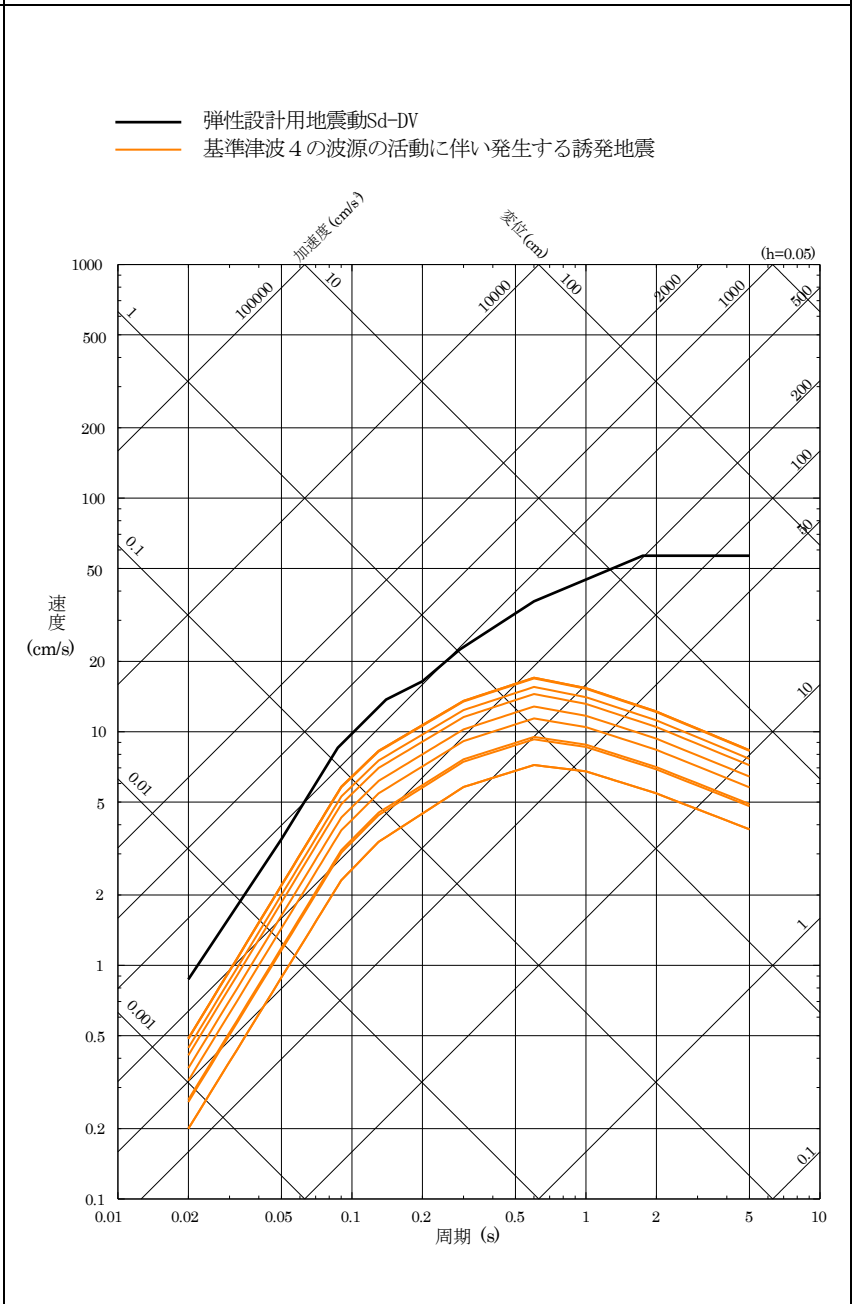


図10(2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する誘発地震と
 弾性設計用地震動Sd-Dの比較(鉛直方向)

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

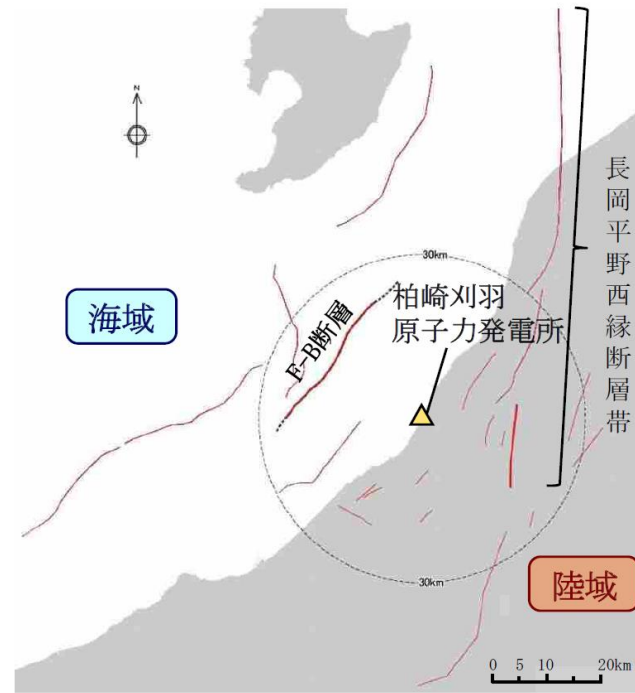
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">(参考)</p> <p><u>基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせについて</u></p> <p>1. <u>規制基準における要求事項等</u></p> <p><u>基準地震動 Ss による地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていることを確認する。その場合、地震力以外の荷重については、津波荷重を含む。</u></p> <p>2. <u>基準地震動 Ss による地震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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



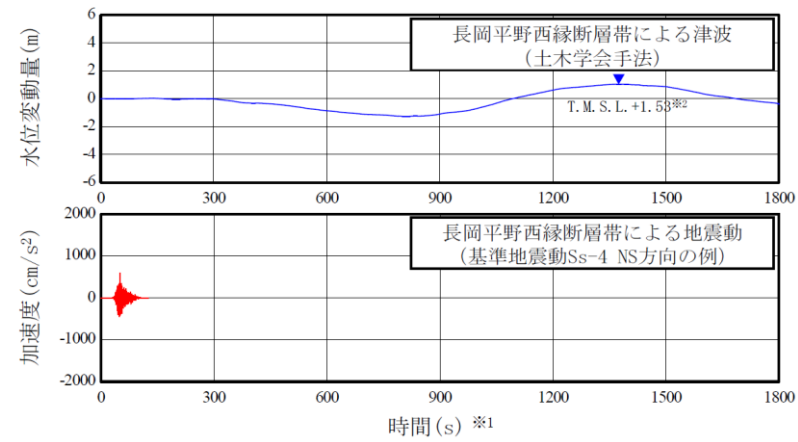
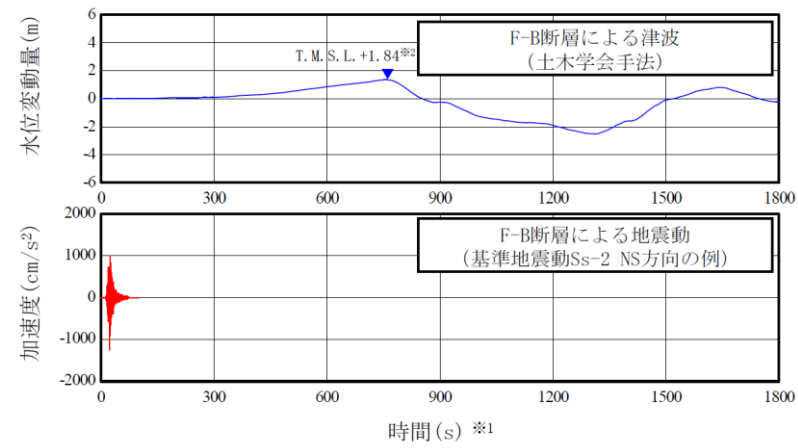
第1図 敷地周辺の活断層分布

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

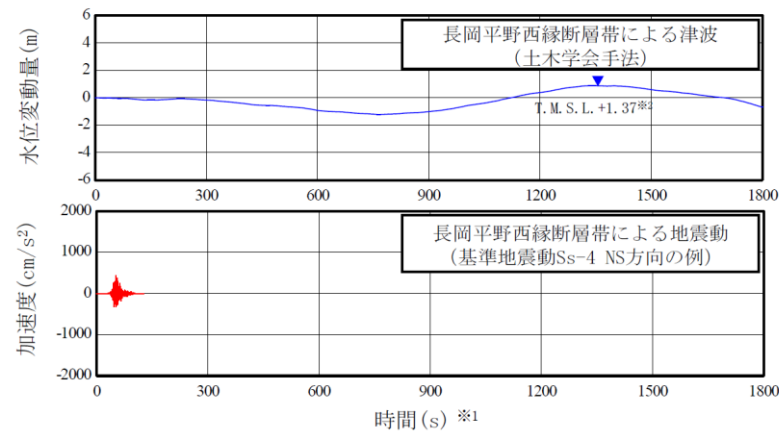
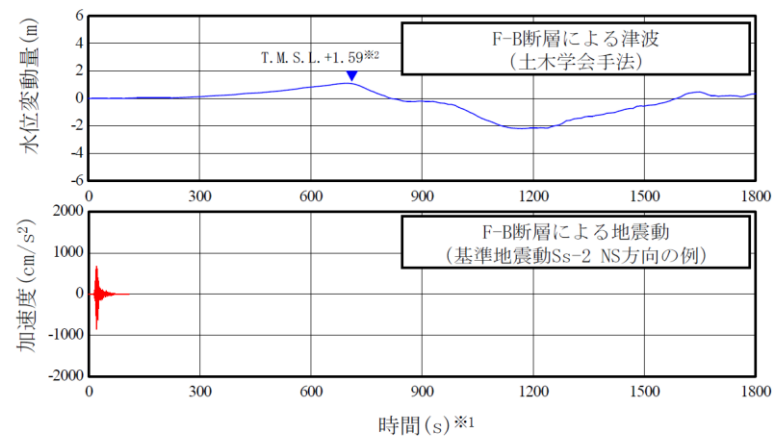
備考



第2図 (a) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (荒浜側)

※1 : 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す

※2 : 朔望平均満潮位 T.M.S.L. +0.49m を考慮



第2図 (b) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (大湊側)

※1: 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す

※2: 朔望平均満潮位 T.M.S.L. +0.49m を考慮

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

参考文献

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

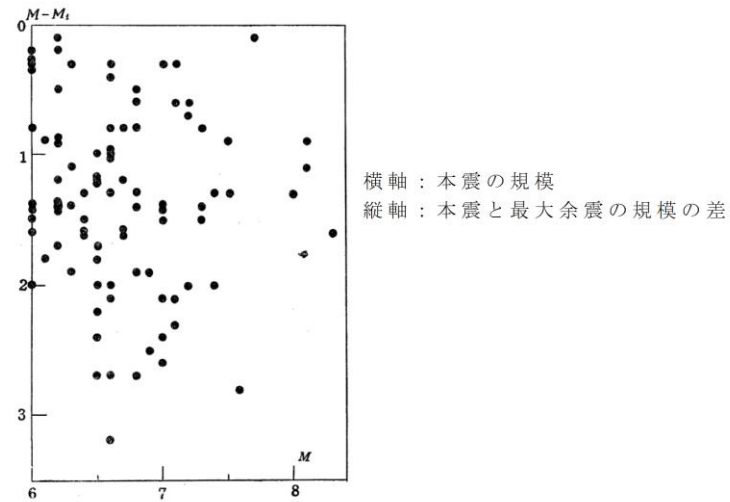
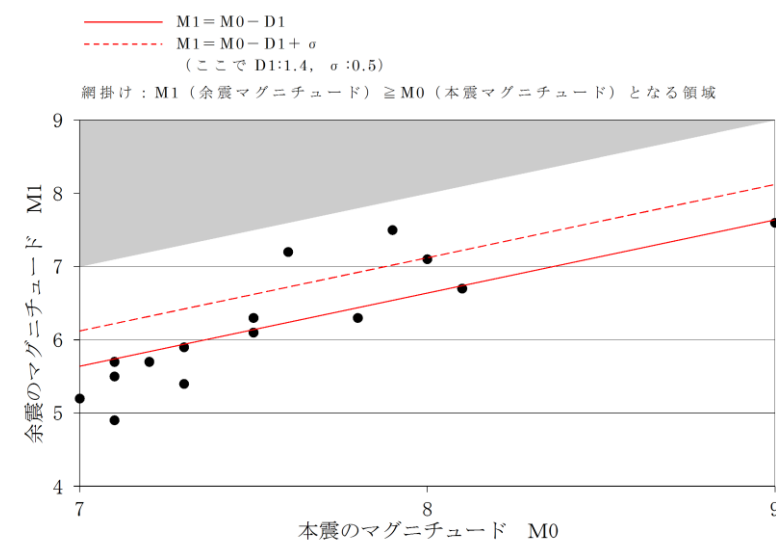


Fig. 3. Relation between magnitude of main-shock M and magnitude of the largest aftershock M_1

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

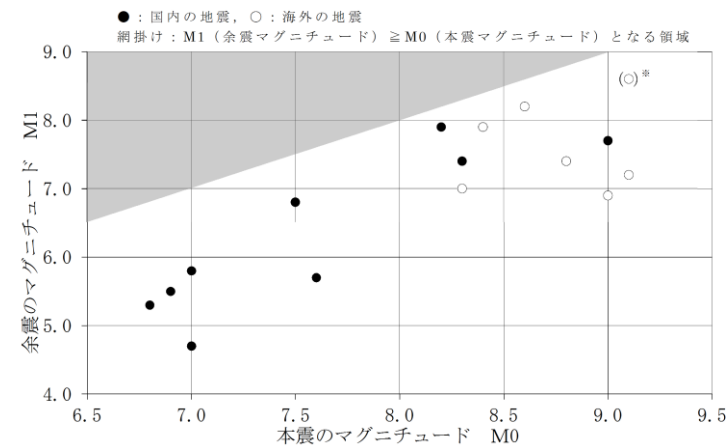


第2図 本検討における本震規模と最大余震規模の関係

第1表 過去の地震における本震と最大余震の関係 (Mw)

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

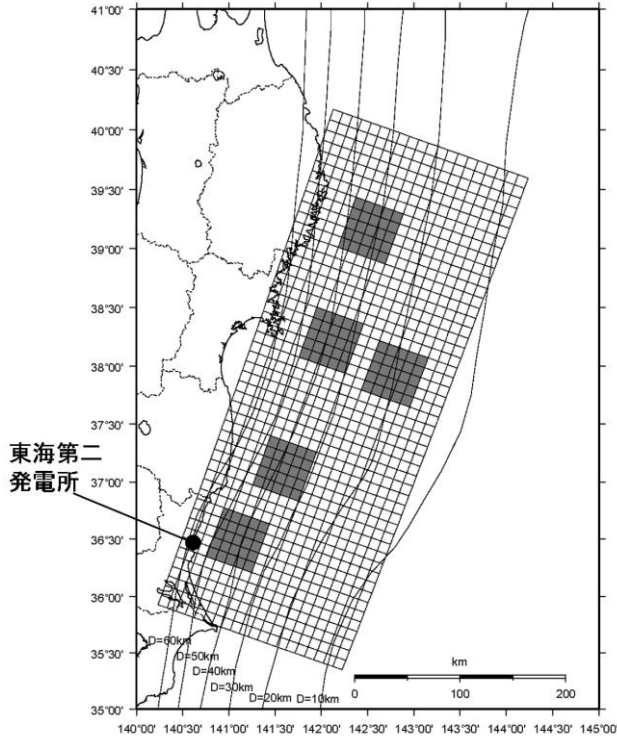
※検討に用いる地震は、第2図のデータのうち、本震及び最大余震のモーメントマグニチュードが得られている地震と、海外の巨大地震のうち、本震発生と最大余震の発生間隔が概ね12時間以内の地震である。モーメントマグニチュード (Mw) は気象庁、アメリカ地質調査所、防災科学技術研究所が公表している値を参照している。



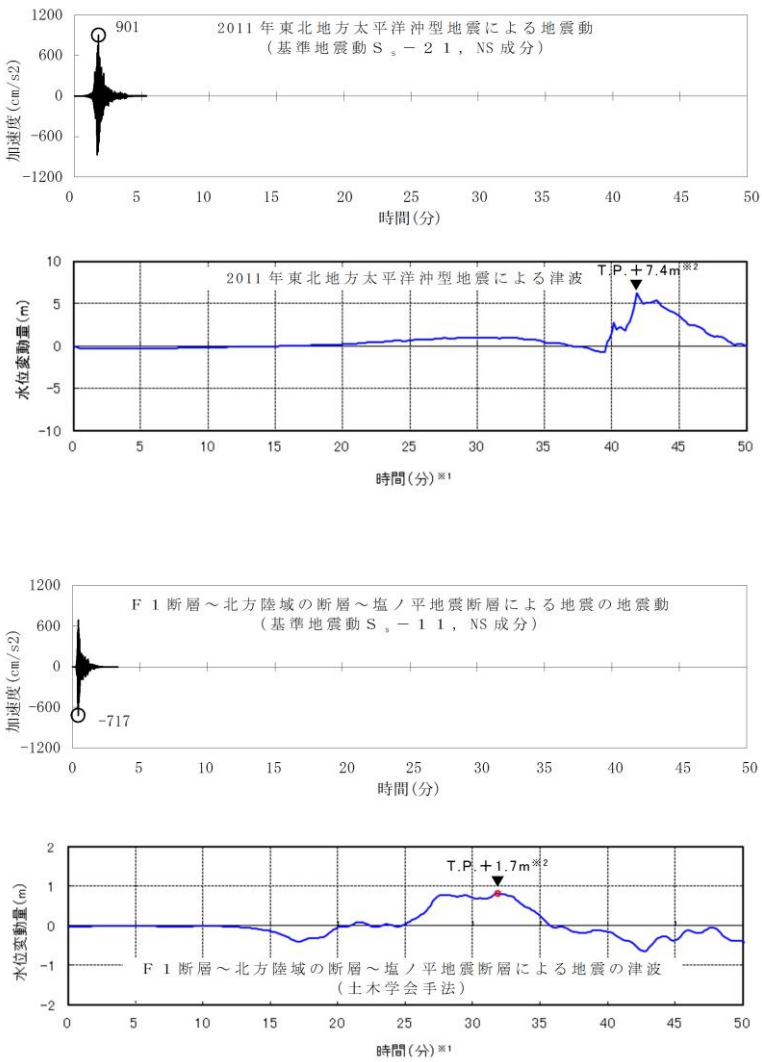
※2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) の震源域付近では2005年に Mw8.6, 2007年に Mw8.4, 2012年に Mw8.6 の地震が発生しているが、Mw9クラスの巨大地震の影響は長期間に亘ると予想されることから、これらの地震も余震として扱うことが考えられる。また Mw9クラスの地震に対するデータは少ないことから、本震発生からの経過時間の制約 (12時間以内) を外し、最も規模の大きい Mw8.6 の地震 (第1表の No. 13) を2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) の最大余震とした場合を参考で示した。

第3図 国内外の本震規模と最大余震規模の関係 (Mw)

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

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p>2011年東北地方太平洋沖型地震による地震動 (基準地震動 $S_a = 2.1$, NS成分)</p> <p>2011年東北地方太平洋沖型地震による津波 T.P. + 7.4m^{※2}</p> <p>F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の地震動 (基準地震動 $S_a = 1.1$, NS成分)</p> <p>F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の津波 (土木学会手法)</p> <p>※1: 時間0秒は地震の発生時刻を示す ※2: 朔望平均満潮位+2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量+津波予測解析による地殻変動量を考慮</p> <p><u>第2図 地震動と津波の敷地への到達時間の比較</u></p>		

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																								
		<p style="text-align: center;"><u>表1 地震及び津波の最大荷重継続時間と発生頻度</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>荷重の種類</th> <th>最大荷重継続時間 (年)</th> <th>発生頻度 (/年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震 (基準地震動)</td> <td>10^{-5}^{※1}</td> <td>5×10^{-4}^{※3}</td> </tr> <tr> <td>津波 (基準津波)</td> <td>2.3×10^{-4}^{※2}</td> <td>$10^{-4} \sim 10^{-5}$^{※4}</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 $10^{-5} = 5 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出 ※2 $2.3 \times 10^{-4} = 120 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出 (別紙2参照) ※3 JEAG4601に記載されている基準地震動S₂の発生確率を読み替えて適用 ※4 ハザード評価結果</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">(基準津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">基準津波の 発生頻度</th> <th style="text-align: center;">×</th> <th style="text-align: center;">基準津波の 最大荷重継続時間</th> <th style="text-align: center;">×</th> <th style="text-align: center;">余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$10^{-4} / \text{年}$</td> <td></td> <td style="text-align: center;">$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$</td> <td></td> <td style="text-align: center;">$1 / \text{年}$</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$</td> </tr> </tbody> </table> </div>	荷重の種類	最大荷重継続時間 (年)	発生頻度 (/年)	地震 (基準地震動)	10^{-5} ^{※1}	5×10^{-4} ^{※3}	津波 (基準津波)	2.3×10^{-4} ^{※2}	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ ^{※4}	基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)	$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$	$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$					
荷重の種類	最大荷重継続時間 (年)	発生頻度 (/年)																									
地震 (基準地震動)	10^{-5} ^{※1}	5×10^{-4} ^{※3}																									
津波 (基準津波)	2.3×10^{-4} ^{※2}	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ ^{※4}																									
基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)																							
$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$																							
$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$																											

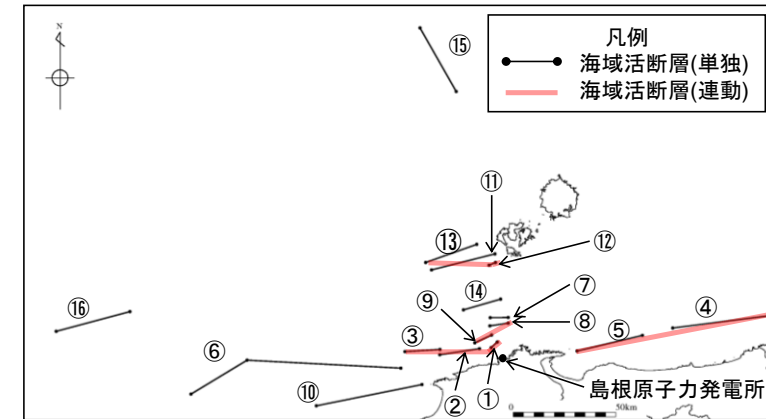


図1 敷地周辺海域の主な活断層の分布

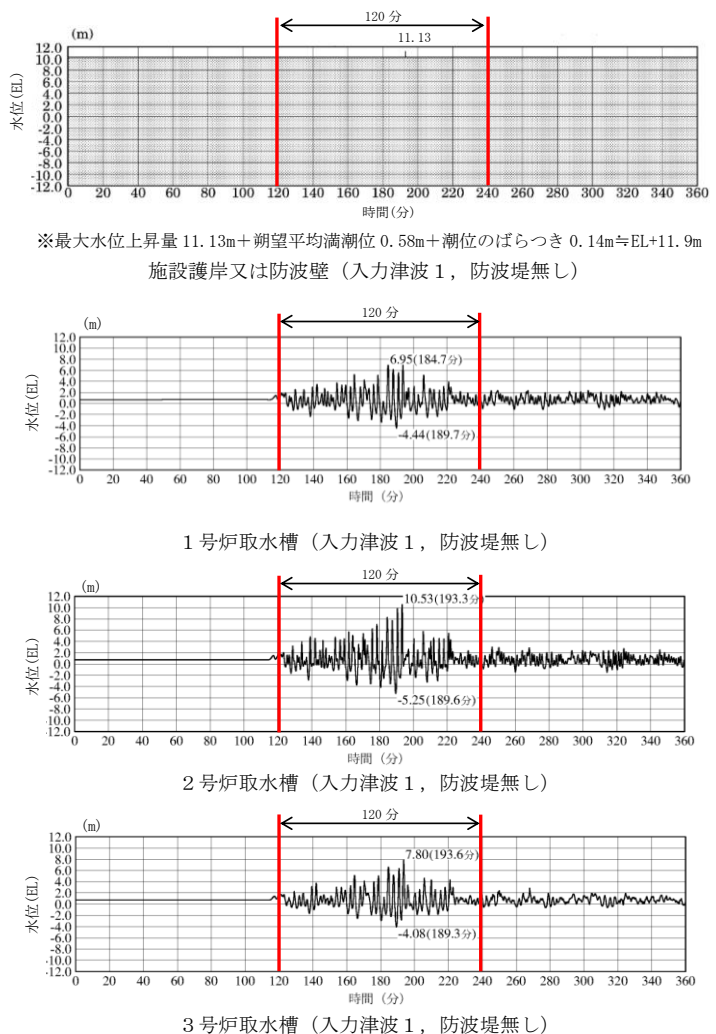
表2 阿部(1989)の予測式に基づく敷地周辺海域の
主な活断層による津波の予測高^{※1}

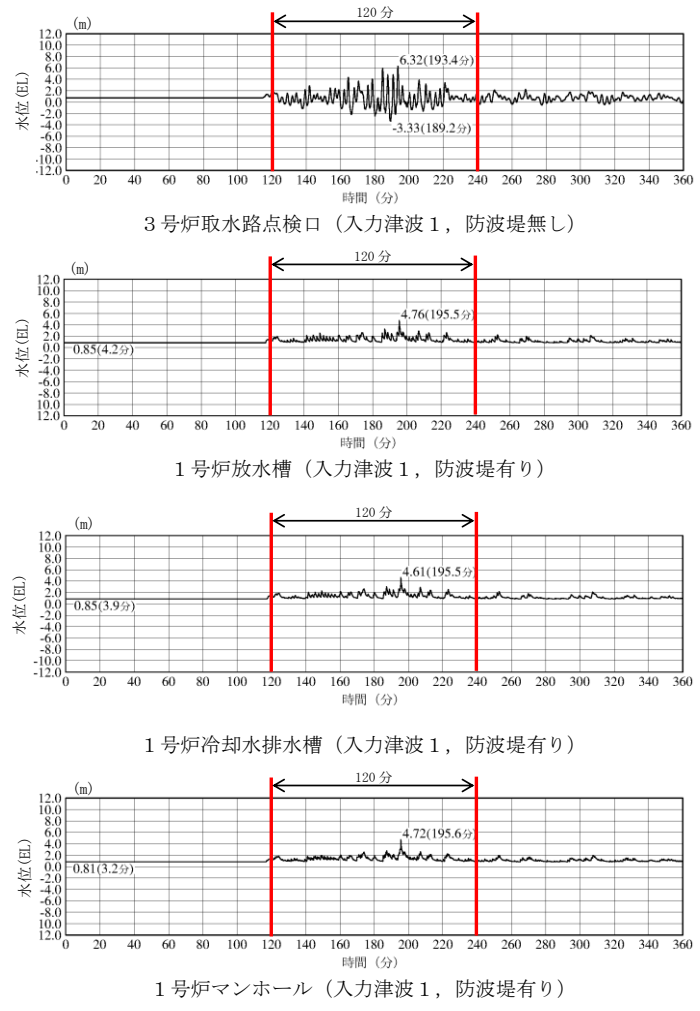
No.	断層(図1の番号) ^{※2}	断層長さ L(km)	津波の 伝播距離 Δ(km)	Mw	予測高 H(m)
1	F-III~F-V断層 (①+②+③) [基準津波の波源の断層]	48.0	24	7.3	3.6
2	鳥取沖東部断層~ 鳥取沖西部断層(④+⑤)	98	84	7.7	2.7
3	F57断層(⑥)	108	103	7.7	2.2
4	K-4~K-7撓曲 (⑦+⑧+⑨)	19.0	12.9	6.7	1.8
5	大田沖断層(⑩)	53	67	7.3	1.4
6	K-1撓曲+K-2撓曲 +Fk0断層(⑪+⑫+⑬)	36	50	7.1	1.2
7	Fk-1断層(⑭)	19.0	28.4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

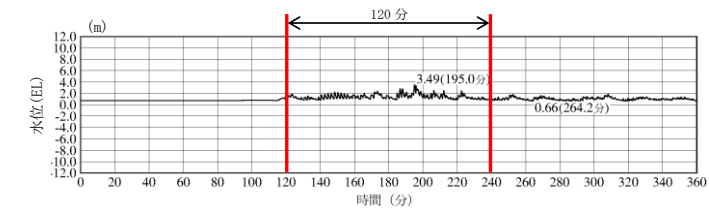
※1 数値は、第771回審査会合資料1-2 44頁から引用

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

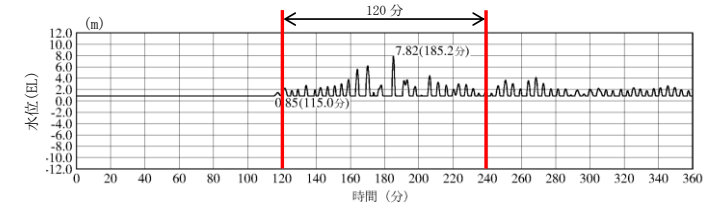
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙2</p> <p style="text-align: center;"><u>基準津波の最大荷重継続時間について</u></p> <p><u>「1.6 設計または評価に用いる入力津波」において確認している、各施設に対する入力津波の時刻歴波形を図1に示す。なお、「海域活断層に想定される地震による基準津波4」は、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」と比べ、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

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

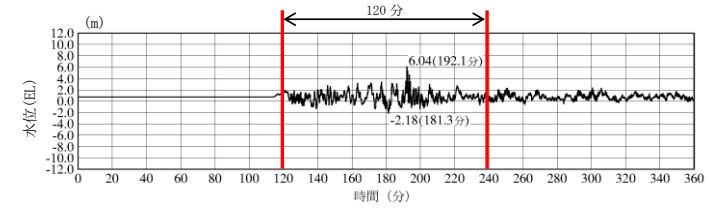
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>3号炉取水地点検口 (入力津波1, 防波堤無し)</p> <p>1号炉放水槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>1号炉冷却水排水槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>1号炉マンホール (入力津波1, 防波堤有り)</p>	
<p><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (2 / 4)</u></p>			



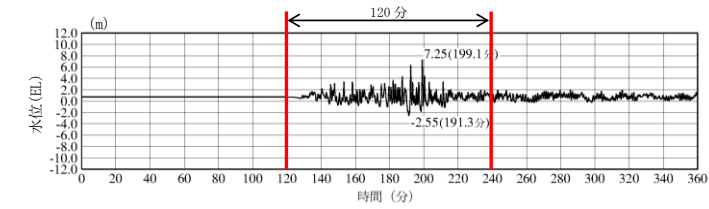
1号炉放水接合槽 (入力津波1, 防波堤有り)



2号炉放水槽 (入力津波1, 防波堤有り)

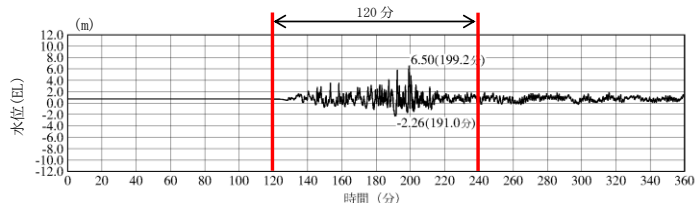


2号炉放水接合槽 (入力津波1, 防波堤無し)



3号炉放水槽 (入力津波5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (3 / 4)

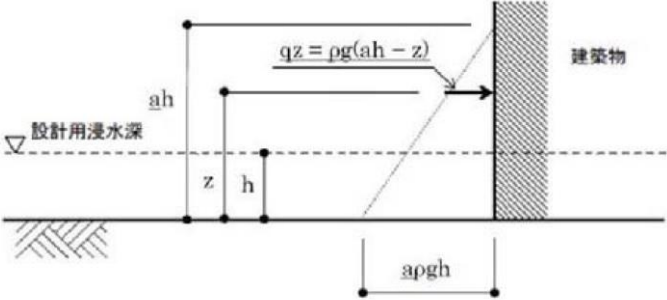
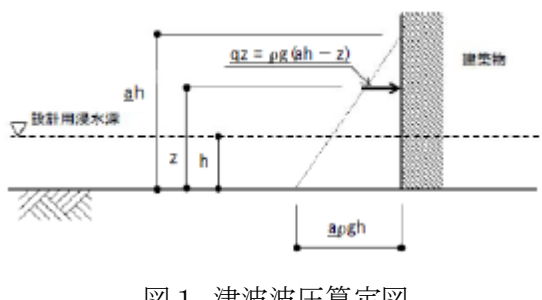
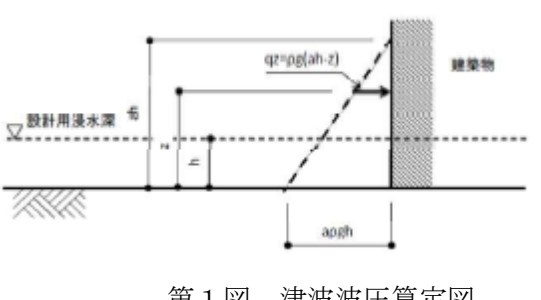
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1929 472 2344 504">3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)</p> <p data-bbox="1780 567 2463 598"><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)</u></p>	

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

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料26]

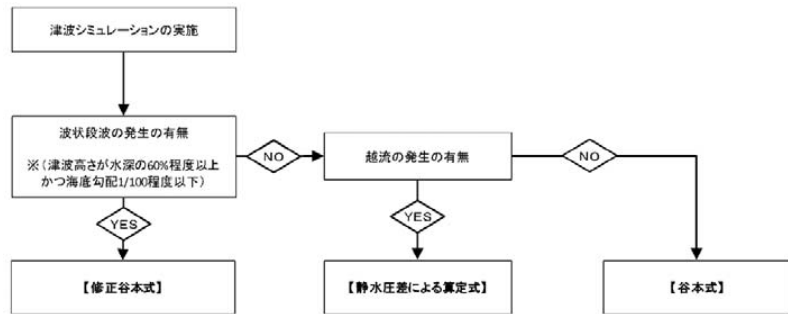
東海第二発電所（2018.9.12版）	女川原子力発電所 2号炉（2019.11.6版）	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 27</p> <p>防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 21</p> <p>防潮堤における津波波力の設定方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 26</p> <p>防波壁及び防波扉における津波荷重の設定方針について</p>	

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

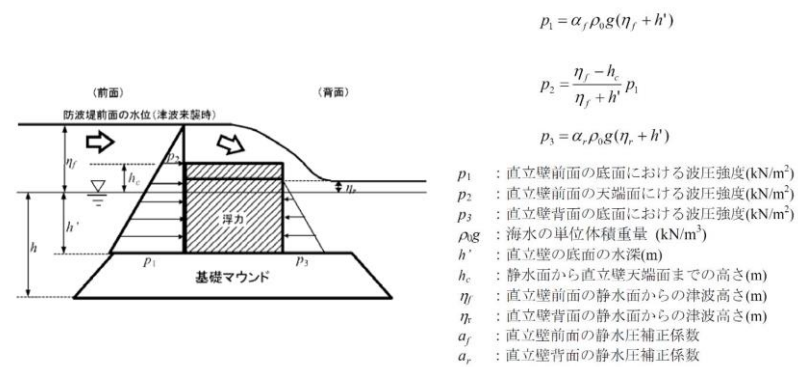
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 津波荷重の算定式</p> <p>津波防護施設の津波荷重の算定式は、朝倉ら (2000) の研究を元にした「港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (国土交通省港湾局, 平成25年10月)」や「防波堤の耐津波設計ガイドライン (平成27年12月一部改訂) 等を参考に設定する。以下に、参考にした文献の津波荷重算定式の考え方と津波防護施設への適用を示す。</p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>a. 東日本大震災における津波による建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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波圧に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第47巻, 土木学会, 911-915 直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波圧について実験水路を用いて検討している。</p> <p>その結果, 非分裂波の場合, フルード数が1.5以上では構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標(遡上水深に相当する静水压分布の倍率) 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倍した値となるとしている(第2図及び第3図)。</p> <div data-bbox="163 829 875 1050"> </div> <p>第2図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <div data-bbox="549 829 905 1050"> </div> <p>第3図 分裂波の無次元最大波圧分布</p> <p>d. NRA技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成28年12月) 持続波圧を対象としてフルード数が1を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が1以下になることが確認できれば, 水深係数は3を適用できるとされている。</p> <p>e. 防波堤の耐津波設計ガイドライン(平成27年12月一部改訂) 防波堤の津波波圧の適用の考え方として, ソリトン分裂波が発生する場合は修正谷本式を, そうでない場合において津波が防波堤を越流する場合には静水压差による算定式</p>	<p>c. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波圧に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第47巻, 土木学会, pp.911-915. 直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波圧について実験水路を用いて検討している。その結果, 非分裂波の場合, フルード数が1.5以上では構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標(遡上水深に相当する静水压分布の倍率) α は最大で3.0となるとしている(図2)。</p> <p>一方, ソリトン分裂波の場合は, 構造物前面に働く津波波圧は, 構造物底面近傍で非分裂波の α を1.8倍した値となるとしている(図3)。</p> <div data-bbox="979 829 1320 1050"> </div> <p>図2 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <div data-bbox="1380 829 1691 1050"> </div> <p>図3 分裂波の無次元最大波圧分布</p> <p>d. NRA技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成28年12月) 持続波圧を対象としてフルード数が1を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が1以下になることが確認できれば, 水深係数は3を適用できるとされている。</p>	<p>c. 朝倉ら(2000) : 護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第47巻, 土木学会, 911-915 直立護岸を越流した津波の遡上特性から護岸背後の陸上構造物に作用する津波波圧について実験水路を用いて検討している。</p> <p>その結果, 非分裂波の場合, フルード数が1.5以上では構造物前面に作用する津波波圧分布を規定する水平波圧指標(遡上水深に相当する静水压分布の倍率) 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倍した値となるとしている(第2図及び第3図)。</p> <div data-bbox="1736 829 2092 1050"> </div> <p>第2図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <div data-bbox="2122 829 2478 1050"> </div> <p>第3図 分裂波の無次元最大波圧分布</p> <p>d. NRA技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成28年12月) 持続波圧を対象としてフルード数が1を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が1以下になることが確認できれば, 水深係数は3を適用できるとされている。</p> <p>e. 防波堤の耐津波設計ガイドライン(平成27年12月一部改訂) 防波堤の津波波圧の適用の考え方として, ソリトン分裂波が発生する場合は修正谷本式を, そうでない場合において津波が防波堤を越流する場合には静水压差による算定式を用いることとしている。(第4図～第5図)。</p>	

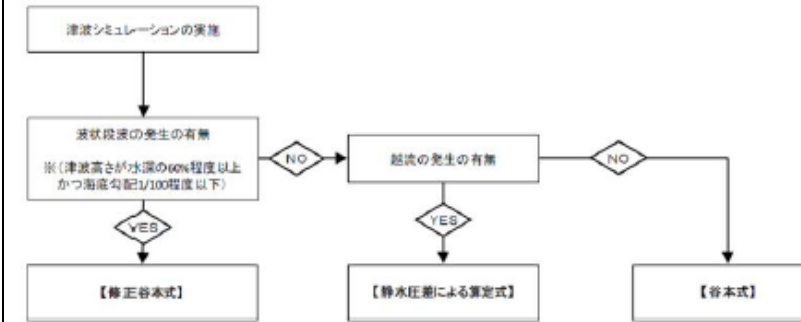
を、越流しない場合は谷本式を用いることとしている(第4図～第5図)。



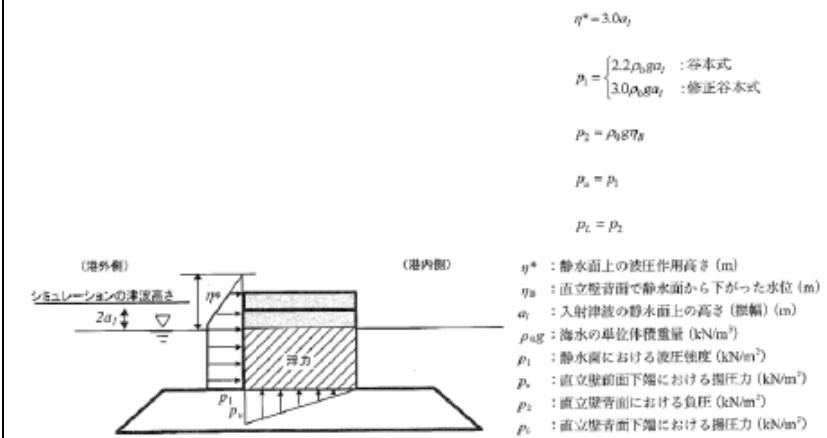
第4図 防波堤に対する津波荷重算定



第5図 静水圧差による算定式 (越流する場合)

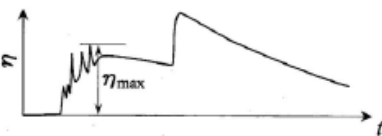
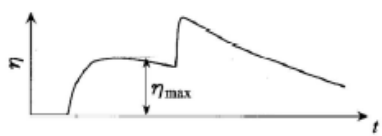


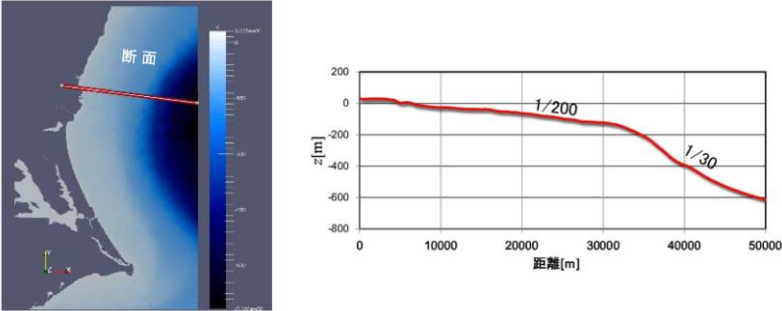
第4図 防波堤に対する津波荷重算定手順



第5図 谷本式・修正谷本式

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
		<p>2. 検討方針</p> <p>(1) 検討方針</p> <p>島根原子力発電所におけるソリトン分裂・砕波の発生確認及び防波壁等*の設計で考慮する津波波圧を設定するため、科学的根拠に基づく水理模型実験及び数値シミュレーションを実施する。第6図に検討フローを示す。</p> <p>※ 防波壁，防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉を「防波壁等」という。</p> <p>1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響</p> <p>1. 1 平面二次元津波シミュレーションによる検討 目的：「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づくソリトン分裂波の発生確認</p> <p>1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理 目的：地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を整理</p> <p>1. 3 水理模型実験による検討 目的：津波波形の検証によるソリトン分裂波・砕波の発生確認及び津波波圧の確認</p> <p>1. 4 断面二次元津波シミュレーションによる検討 目的：水理模型実験の再現性の確認，津波波形の検証によるソリトン分裂波・砕波の発生確認及び津波波圧の確認</p> <p>2. 三次元津波シミュレーションによる検討 目的：地形特性及び津波特性を考慮した津波波圧の確認</p> <p>3. 既往の津波波圧算定式との比較 目的：津波シミュレーションと既往の津波波圧算定式の津波波圧を比較</p> <p>4. 設計で考慮する津波波圧の設定</p> <p style="text-align: center;">第6図 検討フロー</p> <p>各検討項目及び検討内容を第1表に示す</p> <p style="text-align: center;">第1表 検討項目及び検討内容</p> <table border="1" data-bbox="1730 1350 2502 1837"> <thead> <tr> <th>検討項目</th> <th>検討内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響</td> </tr> <tr> <td>1. 1 平面二次元津波シミュレーション</td> <td>平面二次元津波シミュレーション結果及び海底勾配を用いて、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき，ソリトン分裂波の発生有無を確認する。</td> </tr> <tr> <td>1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理</td> <td>水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの実施に当たって，地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を設定する。</td> </tr> <tr> <td>1. 3 水理模型実験</td> <td>流体の挙動を直接確認でき，サイト特性に応じた評価が可能となる水理模型実験を実施し，水位の時刻歴波形からソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認するとともに，防波壁位置における津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>1. 4 断面二次元津波シミュレーション</td> <td>水理模型実験結果について，ソリトン分裂波及び砕波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション（CADMAS-SURF (Ver.5.1)）を実施し，再現性を確認するとともに，防波壁位置における津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>2. 三次元津波シミュレーションによる検討</td> <td>複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーションCADMAS-SURF/3D (Ver.1.5)を実施し，防波壁位置における津波波圧を確認する。</td> </tr> <tr> <td>3. 既往の津波波圧算定式との比較</td> <td>敷地高以上の構造物については，津波シミュレーションにより防波壁に作用する波圧を直接算出し，陸上構造物に作用する津波波圧算定式（朝倉式）により算出した津波波圧と比較する。 敷地高以下の構造物については，津波シミュレーションにより敷地高以下の構造物に作用する波圧を直接算出し，海中構造物に作用する津波波圧算定式（谷本式）により算出した津波波圧と比較する。</td> </tr> <tr> <td>4. 設計で考慮する津波波圧の設定</td> <td>防波壁等について保守的な設計を行う観点から，上記の検討結果を踏まえた設計用津波波圧を設定する。</td> </tr> </tbody> </table>	検討項目	検討内容	1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響		1. 1 平面二次元津波シミュレーション	平面二次元津波シミュレーション結果及び海底勾配を用いて、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき，ソリトン分裂波の発生有無を確認する。	1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理	水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの実施に当たって，地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を設定する。	1. 3 水理模型実験	流体の挙動を直接確認でき，サイト特性に応じた評価が可能となる水理模型実験を実施し，水位の時刻歴波形からソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認するとともに，防波壁位置における津波波圧を確認する。	1. 4 断面二次元津波シミュレーション	水理模型実験結果について，ソリトン分裂波及び砕波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション（CADMAS-SURF (Ver.5.1)）を実施し，再現性を確認するとともに，防波壁位置における津波波圧を確認する。	2. 三次元津波シミュレーションによる検討	複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーションCADMAS-SURF/3D (Ver.1.5)を実施し，防波壁位置における津波波圧を確認する。	3. 既往の津波波圧算定式との比較	敷地高以上の構造物については，津波シミュレーションにより防波壁に作用する波圧を直接算出し，陸上構造物に作用する津波波圧算定式（朝倉式）により算出した津波波圧と比較する。 敷地高以下の構造物については，津波シミュレーションにより敷地高以下の構造物に作用する波圧を直接算出し，海中構造物に作用する津波波圧算定式（谷本式）により算出した津波波圧と比較する。	4. 設計で考慮する津波波圧の設定	防波壁等について保守的な設計を行う観点から，上記の検討結果を踏まえた設計用津波波圧を設定する。	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>記載方針の相違による記載内容の相違</p>
検討項目	検討内容																				
1. ソリトン分裂波及び砕波の発生，並びに津波波圧への影響																					
1. 1 平面二次元津波シミュレーション	平面二次元津波シミュレーション結果及び海底勾配を用いて、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づき，ソリトン分裂波の発生有無を確認する。																				
1. 2 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理	水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの実施に当たって，地形特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，不確かさを考慮した検討条件を設定する。																				
1. 3 水理模型実験	流体の挙動を直接確認でき，サイト特性に応じた評価が可能となる水理模型実験を実施し，水位の時刻歴波形からソリトン分裂波及び砕波の発生有無を確認するとともに，防波壁位置における津波波圧を確認する。																				
1. 4 断面二次元津波シミュレーション	水理模型実験結果について，ソリトン分裂波及び砕波を表現可能な断面二次元津波シミュレーション（CADMAS-SURF (Ver.5.1)）を実施し，再現性を確認するとともに，防波壁位置における津波波圧を確認する。																				
2. 三次元津波シミュレーションによる検討	複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーションCADMAS-SURF/3D (Ver.1.5)を実施し，防波壁位置における津波波圧を確認する。																				
3. 既往の津波波圧算定式との比較	敷地高以上の構造物については，津波シミュレーションにより防波壁に作用する波圧を直接算出し，陸上構造物に作用する津波波圧算定式（朝倉式）により算出した津波波圧と比較する。 敷地高以下の構造物については，津波シミュレーションにより敷地高以下の構造物に作用する波圧を直接算出し，海中構造物に作用する津波波圧算定式（谷本式）により算出した津波波圧と比較する。																				
4. 設計で考慮する津波波圧の設定	防波壁等について保守的な設計を行う観点から，上記の検討結果を踏まえた設計用津波波圧を設定する。																				

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																				
		<p>津波シミュレーション及び水理模型実験の長所・短所を整理した上で、島根原子力発電所におけるソリトン分裂波及び砕波の発生確認、津波波圧の確認に係る検討内容を第2表に示す。</p> <p>第2表 津波シミュレーション解析及び水理模型実験の長所・短所</p> <table border="1" data-bbox="1730 499 2502 898"> <thead> <tr> <th>解析手法</th> <th>長所</th> <th>短所</th> <th>長所・短所を踏まえた検討内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平面二次元津波シミュレーション</td> <td>・広範囲にわたる地形のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び平面的な流況の再現が可能 ・解析時間が短い</td> <td>・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 ・津波波圧の直接評価が不可能</td> <td>・基準津波の策定(入力津波高さ・流速) ・「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づくソリトン分裂波の発生確認</td> </tr> <tr> <td>水理模型実験</td> <td>・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能</td> <td>・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・複雑な不規則波形の再現が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能 ・実験に時間を要する</td> <td>・科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認</td> </tr> <tr> <td>断面二次元津波シミュレーション</td> <td>・複雑な不規則波形の再現が可能 ・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・解析時間が短い</td> <td>・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能</td> <td>・水理模型実験の再現性確認 ・科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認</td> </tr> <tr> <td>三次元津波シミュレーション</td> <td>・複雑な地形や構造物のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び三次元的な流況の再現が可能 ・複雑な地形及び三次元的な流況等を踏まえた津波波圧を直接評価可能</td> <td>・解析に時間を要する ・計算機能力を踏まえて解析範囲に限界がある ・審査における採用実績がない</td> <td>・複雑な地形特性及び津波特性を踏まえた津波波圧の確認</td> </tr> </tbody> </table> <p>ソリトン分裂波は津波の伝播過程で複数の波に分裂し、波高が増幅する現象である。また、砕波は波が浅海域を進行する際に、波高が高くなると波が砕け、波高が急激に小さくなる現象である。いずれも構造物へ衝撃的な波圧を作用させる可能性がある現象である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>図-10 ソリトン分裂波の最大遡上水深 図-9 非分裂波の最大遡上水深</p> <p>第7図 ソリトン分裂波及び非分裂波のイメージ</p> <p>護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究，朝倉ほか(2000)より引用</p> <p>※ n_{max} 後の水位の上昇は反射波を示す。</p>	解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容	平面二次元津波シミュレーション	・広範囲にわたる地形のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び平面的な流況の再現が可能 ・解析時間が短い	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 ・津波波圧の直接評価が不可能	・基準津波の策定(入力津波高さ・流速) ・「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づくソリトン分裂波の発生確認	水理模型実験	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・複雑な不規則波形の再現が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能 ・実験に時間を要する	・科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認	断面二次元津波シミュレーション	・複雑な不規則波形の再現が可能 ・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・解析時間が短い	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能	・水理模型実験の再現性確認 ・科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認	三次元津波シミュレーション	・複雑な地形や構造物のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び三次元的な流況の再現が可能 ・複雑な地形及び三次元的な流況等を踏まえた津波波圧を直接評価可能	・解析に時間を要する ・ 計算機能力を踏まえて解析範囲に限界がある ・ 審査における採用実績がない	・複雑な地形特性及び津波特性を踏まえた津波波圧の確認	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>記載方針の相違による記載内容の相違</p>
解析手法	長所	短所	長所・短所を踏まえた検討内容																				
平面二次元津波シミュレーション	・広範囲にわたる地形のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び平面的な流況の再現が可能 ・解析時間が短い	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が困難 ・津波波圧の直接評価が不可能	・基準津波の策定(入力津波高さ・流速) ・「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づくソリトン分裂波の発生確認																				
水理模型実験	・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・複雑な不規則波形の再現が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能 ・実験に時間を要する	・科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認																				
断面二次元津波シミュレーション	・複雑な不規則波形の再現が可能 ・ソリトン分裂波及び砕波の発生有無の確認が可能 ・津波波圧を直接評価可能 ・解析時間が短い	・複雑な地形や構造物のモデル化が困難 ・三次元的な流況の再現が不可能	・水理模型実験の再現性確認 ・科学的根拠に基づいたソリトン分裂波及び砕波の発生確認 ・津波波圧の確認																				
三次元津波シミュレーション	・複雑な地形や構造物のモデル化が可能 ・複雑な不規則波形及び三次元的な流況の再現が可能 ・複雑な地形及び三次元的な流況等を踏まえた津波波圧を直接評価可能	・解析に時間を要する ・ 計算機能力を踏まえて解析範囲に限界がある ・ 審査における採用実績がない	・複雑な地形特性及び津波特性を踏まえた津波波圧の確認																				

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																
<p>2. 東海第二発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握について</p> <p>(1) 分裂波発生に関する検討</p> <p>沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。</p> <p>① おおむね入射津波高さが水深の30%以上(津波数値解析等による津波高さが水深の60%以上)</p> <p>② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅</p> <p>東海第二発電所前面の海底地形は約1/200勾配で遠浅であり、入射波津波高さと水深の関係も入射津波高さが水深の30%以上であることから、両方の条件に合致する(第6図及び表1)。そこで、沖合におけるソリトン分裂波及び砕波の発生の有無や陸上へ遡上する過程での減衰の状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無を定量的に確認するため、東海第二発電所のサイト特性を考慮した水理模型実験を行い、防潮堤が受ける波圧分布等を測定した。</p>  <p>第6図 海底地形断面位置図及び海底地形断面図</p> <p>第1表 津波高さと水深の関係</p> <table border="1" data-bbox="160 1640 872 1745"> <thead> <tr> <th>地点</th> <th>(1)水深</th> <th>(2)入射津波高さ*</th> <th>(2)/(1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>東海第二発電所前面</td> <td>7.5m</td> <td>4.7m</td> <td>62%</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>* 津波数値解析による津波高さを1/2を入射津波高さと定義(防波堤の耐津波ガイドライン)</small></p>	地点	(1)水深	(2)入射津波高さ*	(2)/(1)	東海第二発電所前面	7.5m	4.7m	62%	<p>2. 女川原子力発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握</p> <p>(1) 分裂波発生に関する概略検討</p> <p>沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。</p> <p>① おおむね入射津波高さが水深の30%以上(津波数値解析等による津波高さが水深の60%以上)</p> <p>② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅</p> <p>女川原子力発電所では防潮堤前面に盛土法面があることから、入射津波高さを精緻に評価することは難しいが、一般的には入射津波高さは水深の50%程度であり、津波が盛土法面により堰上げされる効果も考えると入射津波高さと水深の関係は少なくとも30%以上となる。</p> <p>また、女川原子力発電所前面の海底地形を図4及び図5に示す。前面の沖合地形の概要は、沖合2km付近まで急峻な勾配で、その後沖合6km付近までは緩やかな地形が続き、その後、再び急峻な勾配が続いている。沖合10km付近までの平均勾配はおおよそ1/100となっている。</p> <p>よって、①及び②の条件に合致し、ソリトン分裂波が発生する可能性があることから、ソリトン分裂波の発生有無と防潮堤が受ける津波波圧への影響を定量的に確認するため、女川原子力発電所のサイト特性を考慮した数値流体解析及び水理模型実験を行い、防潮堤が受ける波圧分布等を詳細検討する。</p>	<p>3. ソリトン分裂波及び砕波の発生、並びに津波波圧への影響</p> <p>(1) 平面二次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において、以下に示す①かつ②の条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。</p> <p>条件①：津波高さが水深の60%程度以上</p> <p>条件②：海底勾配1/100程度以下</p> <p>条件①について検討した結果を以下に示す。<u>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。</u></p> <p>第3表 津波高さと水深の関係</p> <table border="1" data-bbox="1733 1058 2504 1276"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地点</th> <th rowspan="2">(1)水深</th> <th colspan="2">(2)津波高さ*1</th> <th colspan="2">(2)/(1)</th> </tr> <tr> <th>防波堤有</th> <th>防波堤無</th> <th>防波堤有</th> <th>防波堤無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地点1</td> <td>16m</td> <td>5.0m</td> <td>4.0m</td> <td>31.3%</td> <td>25.0%</td> </tr> <tr> <td>地点2</td> <td>16m</td> <td>6.0m</td> <td>6.0m</td> <td>37.5%</td> <td>37.5%</td> </tr> <tr> <td>地点3</td> <td>17m</td> <td>5.0m</td> <td>7.0m</td> <td>29.4%</td> <td>41.2%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1733 1318 2504 1537"> <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><small>*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の南方方向における護岸前面位置</small></p>	地点	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無	地点1	16m	5.0m	4.0m	31.3%	25.0%	地点2	16m	6.0m	6.0m	37.5%	37.5%	地点3	17m	5.0m	7.0m	29.4%	41.2%	地点*2	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無	地点1'	4.0m	7.5m	6.0m	187.5%	150.0%	地点2'	6.0m	6.0m	6.0m	100.0%	100.0%	地点3'	5.0m	6.0m	8.0m	120.0%	160.0%	<p>・記載方針の相違 【東海第二, 女川2】 記載方針の相違による記載内容の相違</p>
地点	(1)水深	(2)入射津波高さ*	(2)/(1)																																																																
東海第二発電所前面	7.5m	4.7m	62%																																																																
地点	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)																																																															
		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無																																																														
地点1	16m	5.0m	4.0m	31.3%	25.0%																																																														
地点2	16m	6.0m	6.0m	37.5%	37.5%																																																														
地点3	17m	5.0m	7.0m	29.4%	41.2%																																																														
地点*2	(1)水深	(2)津波高さ*1		(2)/(1)																																																															
		防波堤有	防波堤無	防波堤有	防波堤無																																																														
地点1'	4.0m	7.5m	6.0m	187.5%	150.0%																																																														
地点2'	6.0m	6.0m	6.0m	100.0%	100.0%																																																														
地点3'	5.0m	6.0m	8.0m	120.0%	160.0%																																																														

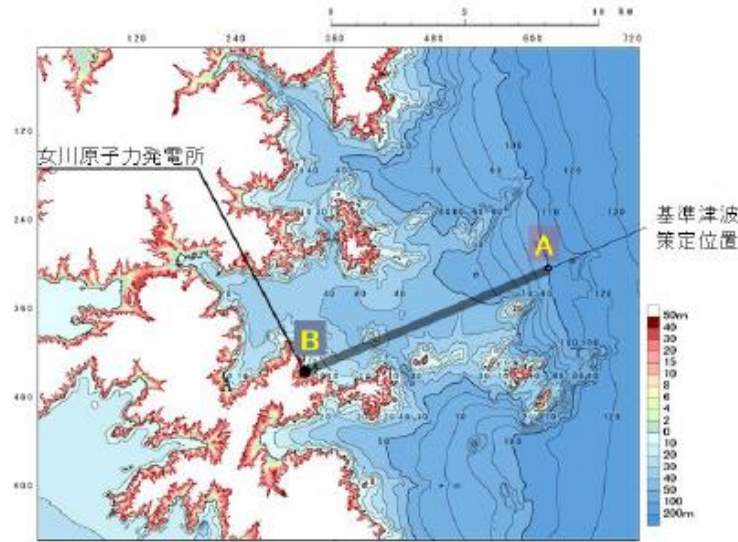


図4 女川原子力発電所 周辺海底地形図

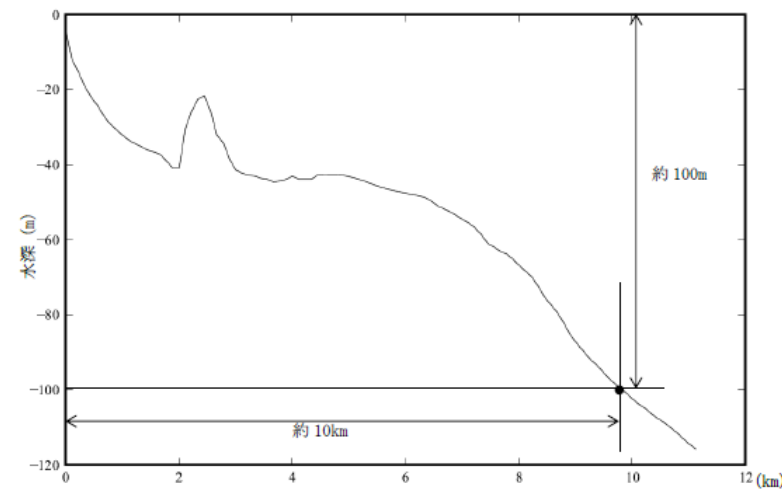
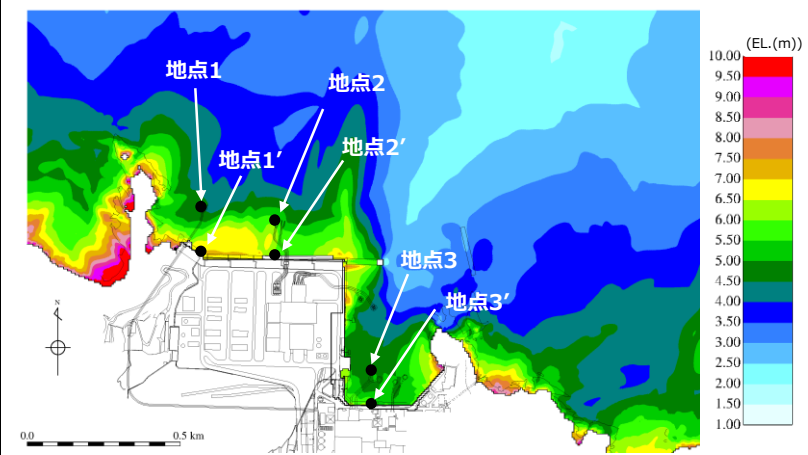
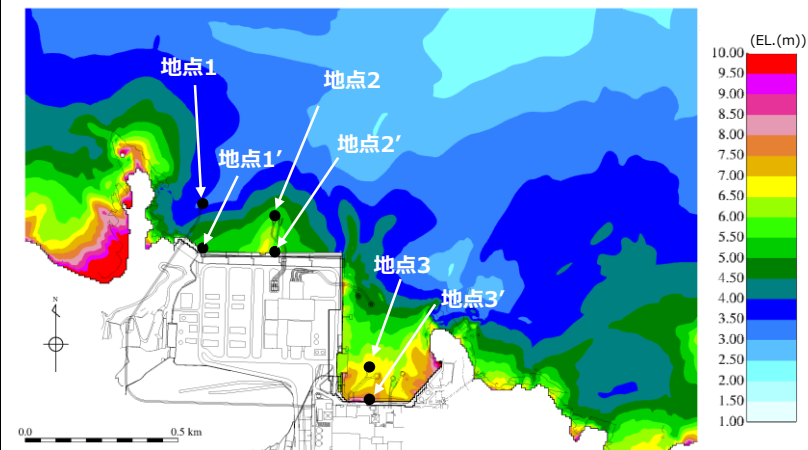


図5 海底地形図 (A-B 縦断)

出展：中央防災会議の津波伝播解析のための公表地形データを元に図化



第8図 基準津波による最高水位分布
(基準津波1：防波堤有り)



第9図 基準津波による最高水位分布
(基準津波1：防波堤無し)

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

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

(2) 検討の概要

a. 目的

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

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

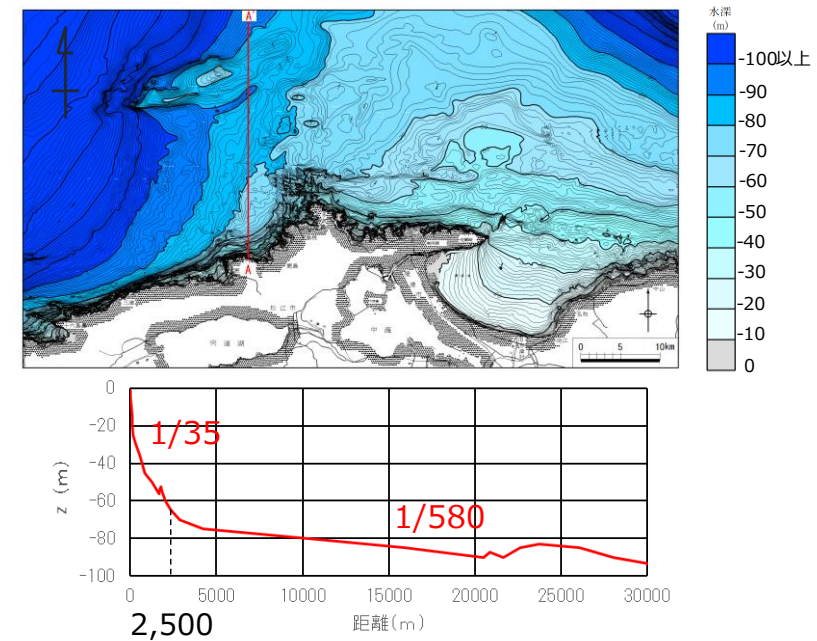
b. 検討方法

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

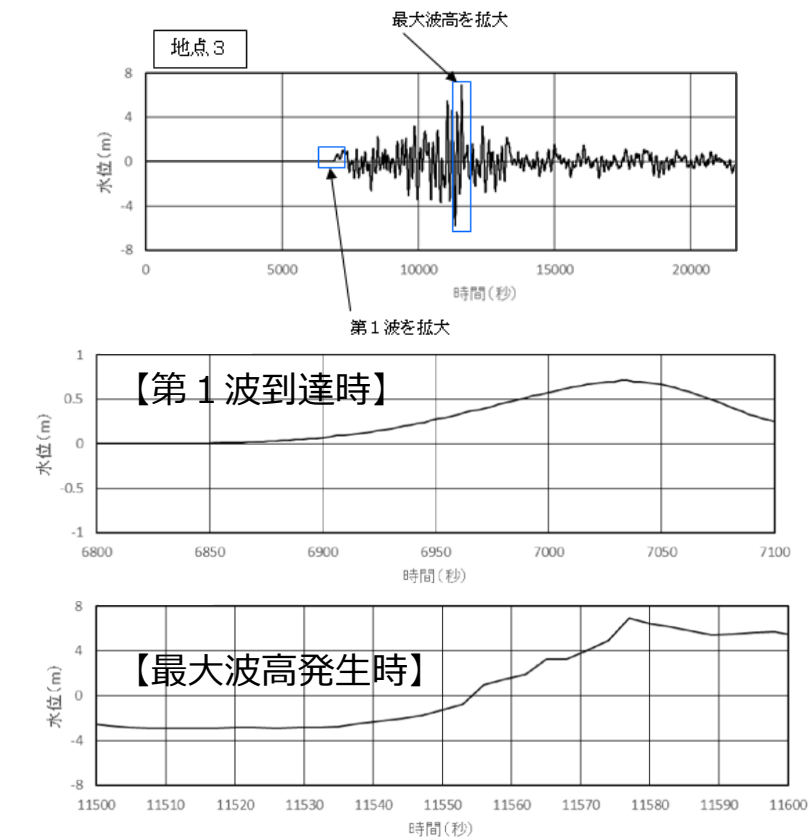
水理模型実験は流体の挙動を直接確認でき、サイト特性や津波特性に応じた評価が可能となる。ただし、基準津波などの固有の不規則波形を正確に再現した実験は困難であるため、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析により基準津波による水位・流速・津波波圧の時刻歴波形等を確認し、水理模型実験の結果と併せて比較・考察を行うことでソリトン分裂波の発生有無や津波波圧の作用状況等に関して信頼性の高い評価が可能となる。

表1 数値流体解析と水理模型実験の比較

検討方法	長所	短所
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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



第10図 海底地形図



第11図 津波高さの時刻歴波形図

(地点3, 基準津波1: 防波堤無し)

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

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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="988 338 1650 741" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>① 基準津波等の特性の確認(周辺地形等の影響確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ 津波の第1波が後続波と比較して極端に大きい</p> <p>② 数値流体解析による検討(基準津波に伴う津波波圧の確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ おおむね静水圧の波圧分布</p> <p>③ 水理模型実験による検討(波形特性の不確かさを考慮した津波波圧の確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ 波圧分布は静水圧型(直線分布)</p> <p>④ 既往の津波波圧算定式との比較(解析及び実験の保守性の確認)</p> <p style="text-align: center;">↓ 実験と解析の結果は朝倉式に包含</p> <p>⑤ 設計で考慮する津波波圧の設定(設計荷重の保守性を確保)</p> </div> <p style="text-align: center;">図6 検討概要</p> <p>(3) 基準津波・東北地方太平洋沖地震による津波の特性の確認 女川原子力発電所の基準津波はプレート間地震（東北地方太平洋沖型の地震）による津波であり、策定位置は沖合約 10km となっている。基準津波の第1波は複数の波の重なり合いによる二段型波形となっており、第1波全体としての半周期は約 10～20 分、二段型波形のうちの個別波部分の半周期は約 5 分となっている。数値流体解析及び水理模型実験により津波波圧の検討を行うにあたり、基準津波及び東北地方太平洋沖地震による津波の特性の確認を行った。</p> <p>a. 第1波と後続波の関係 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>		

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>また、東北地方太平洋沖地震において、震源から離れた八戸港では、周辺地形からの反射波の影響が含まれた第2波で最高水位を生じているが、その津波水位は約 4.6mと小さいことを確認した (図 12)。</p> <p>なお、女川原子力発電所の基準津波の検討において、震源位置 (大すべり域) を移動させた場合の津波水位に与える影響についても検討しており、発電所に正対する位置に震源 (大すべり域) がある場合、最も津波水位が高く、発電所から離れるにつれてその影響は小さくなることを確認している (図 13 及び図 14)。</p> <p>以上の結果から、震源から離れた位置では後続波で最高水位を生じる可能性があるが、女川の基準津波は発電所に正対する位置に震源を設定することで第1波で最高水位を生じることになり、後続波が減衰傾向を示すことと併せて、第1波の影響が支配的となることを確認した。</p> <div data-bbox="961 961 1679 1276" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="1062 1310 1567 1339">図 7 基準津波の時刻歴波形 (水位上昇側)</p> <div data-bbox="961 1423 1679 1717" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="991 1751 1650 1780">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 data-bbox="991 1801 1650 1831">図 8 東北地方太平洋沖地震の観測波形 (港湾内潮位計)</p>		

(2) 水理模型実験

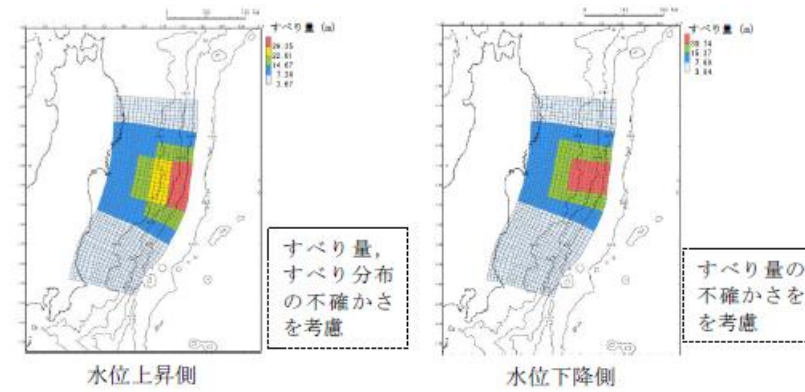


図9 基準津波 (東北地方太平洋沖型の地震)

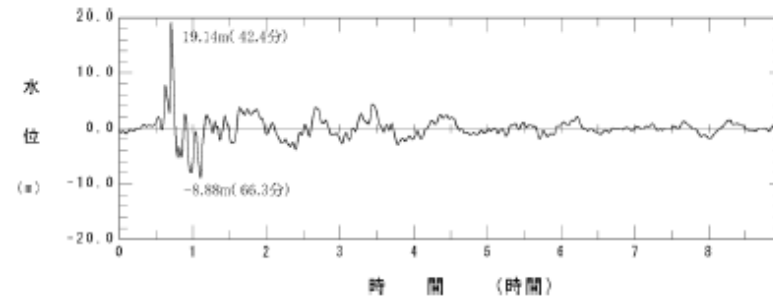


図10 基準津波 (水位上昇側) の2号炉取水口前面における水位時刻歴波形

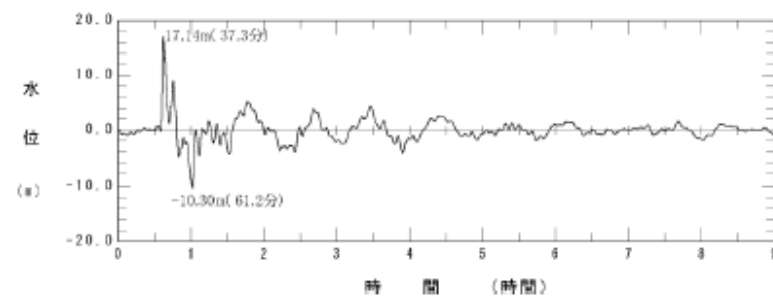


図11 基準津波 (水位下降側) の2号炉取水口前面における水位時刻歴波形

(2) 水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションの条件整理

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

津波波形は基準津波のうち3号炉と1,2号炉の各防波壁前面において津波高さ及び流速が最大となる基準津波1(3号炉:防波堤有, 1,2号炉:防波堤無)を選定する。

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

また、水理模型実験では、防波壁前面での浸水深及びフルード数算定を目的に、防波壁が無い状態での津波遡上状況を確認するケースも併せて実施した。

津波波圧に影響するサイト特性を第4表に、検討ケース一覧表を第5表に示す。

第4表(1) 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	防波壁周辺の地形変状の不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤有)及び基準津波1(防波堤無)	①, ②
津波	波形	振幅(津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤有)及び波圧検討用津波(15m津波)	①, ③
		短周期	津波周期の不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤有)及び基準津波1(防波堤有)の半周期	③, ⑥

第4表(2) 不確かさの考慮内容一覧表(1,2号炉)

分類	項目	サイト特性	不確かさの考慮内容	比較する検討ケース
地形	周辺地形	防波堤の有無	1,2号炉前面に位置する防波堤は無いものとして評価するため、地形変状の不確かさは考慮しない	—
津波	波形	振幅(津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤無)及び波圧検討用津波(15m津波)	⑦, ⑧
		短周期	津波周期の不確かさを考慮 ⇒基準津波1(防波堤無)及び基準津波1(防波堤無)の半周期	⑧, ⑩

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

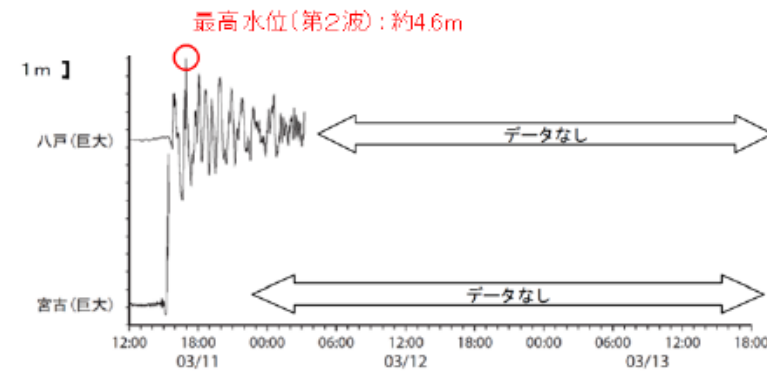


図12 東北地方太平洋沖地震における八戸港の津波観測記録 (気象庁(2011)を一部加筆)

□: 発電所に正対する震源位置
 □: 震源位置の移動範囲

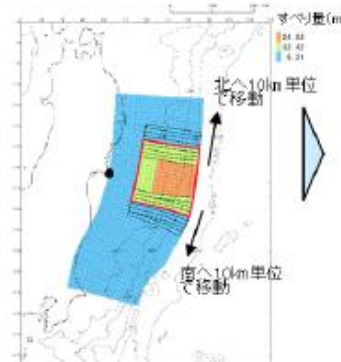


図13 宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル (東北地方太平洋沖型の地震)

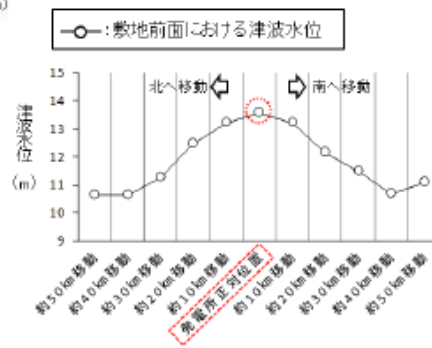


図14 震源位置と津波水位の関係

第5表(1) 検討ケース一覧表(3号炉)

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

※通過波計測ケース

第5表(2) 検討ケース一覧表(1, 2号炉)

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

※通過波計測ケース

a. 目的

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

水理模型実験は、ソリトン分裂波が生じない沖合5.0kmにおける津波波形を入力し、ソリトン分裂波や砕波の発生の有無及び陸上へ遡上する過程での減衰状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無並びにフルード数の把握を目的に実施した。

a. 目的及び入射津波の造波

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。

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。

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。

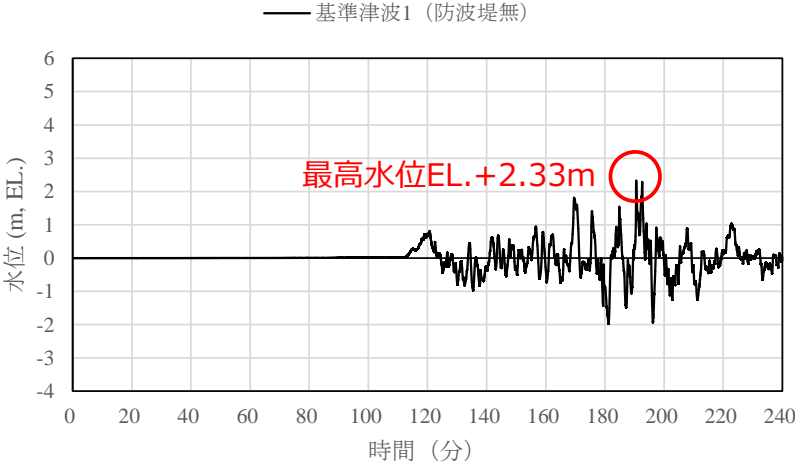
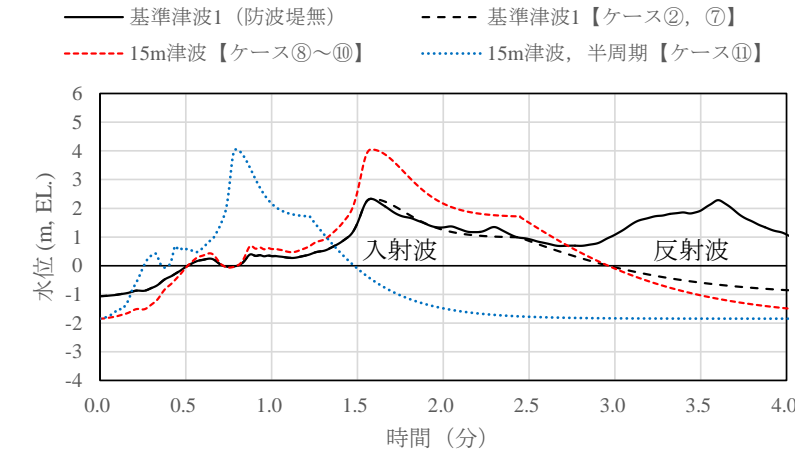
入射津波高さについては、基準津波1(防波堤有・無)と、不確かさを考慮した波圧検討用津波(1.5m津波)を設定する。波圧検討用津波(1.5m津波)は、基準津波1(防波堤有・無)と同周期として防波壁前面における反射波を含む遡上高がEL.+15mとなるよう振幅を調整する。なお、本波圧検討用津波(1.5m津波)は、防波壁等の設計用津波波圧として用いるものではない。

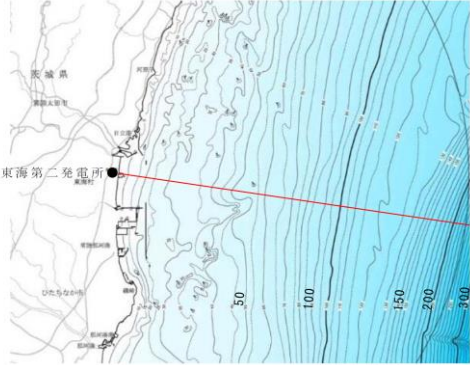
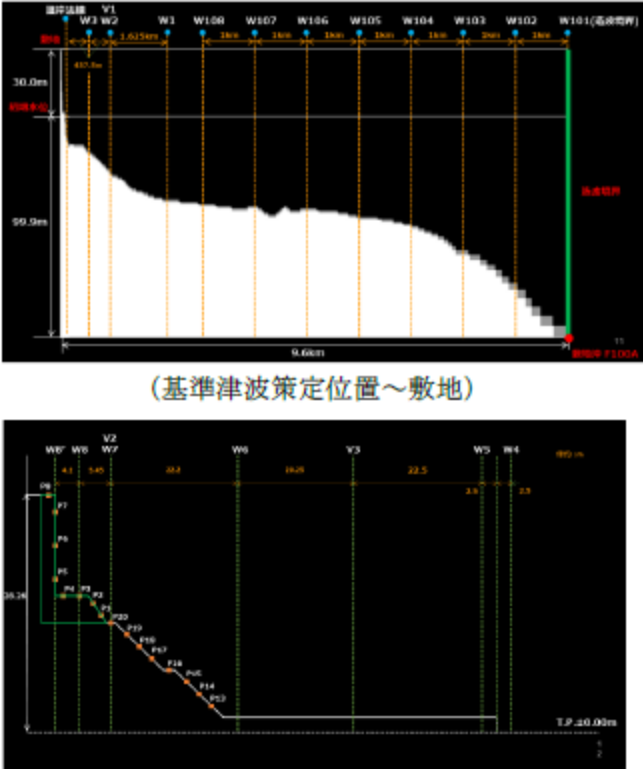
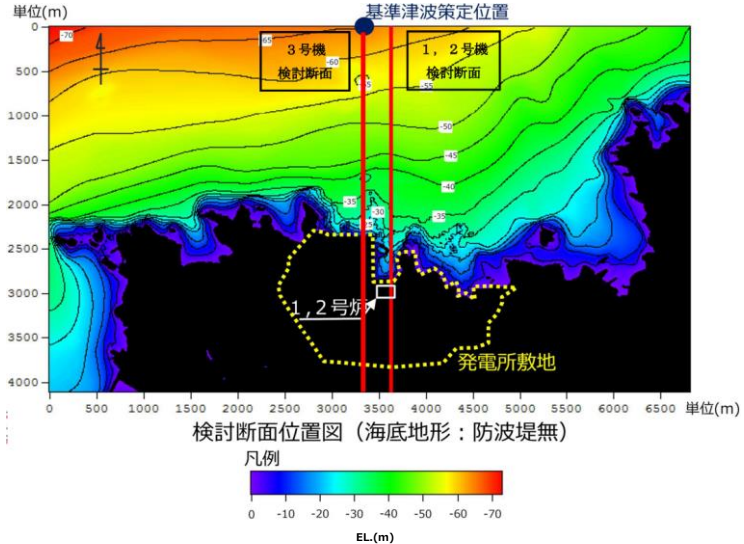
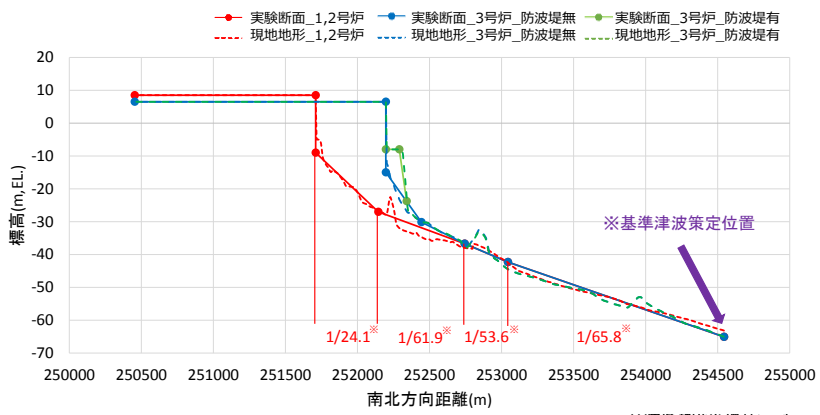
入射津波の周期については、基準津波1(防波堤有・無)の周期と、不確かさを考慮した基準津波1(防波堤有・無)の半周期を設定する。

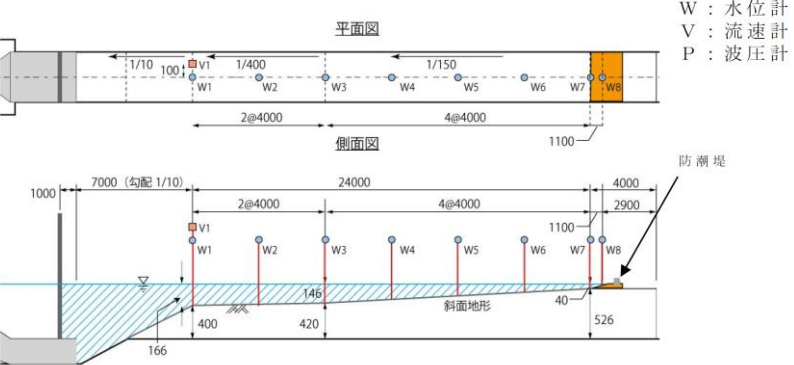
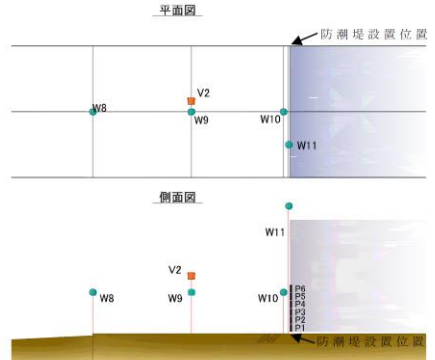

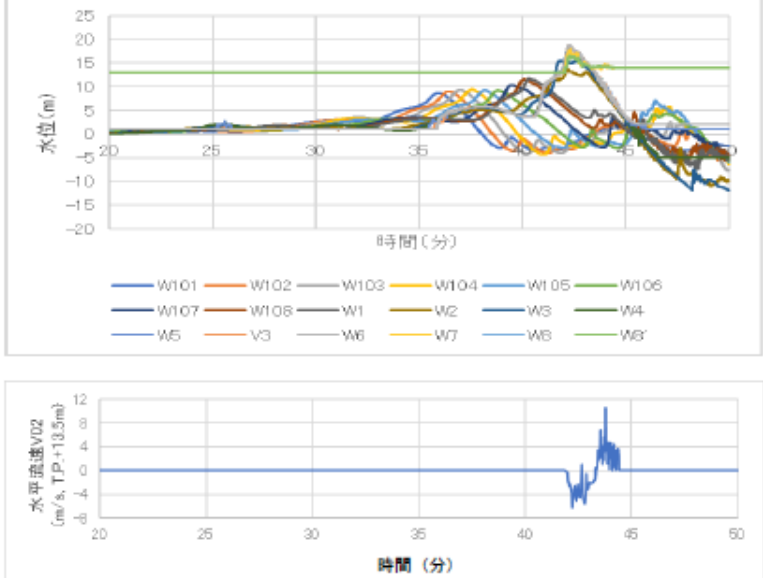
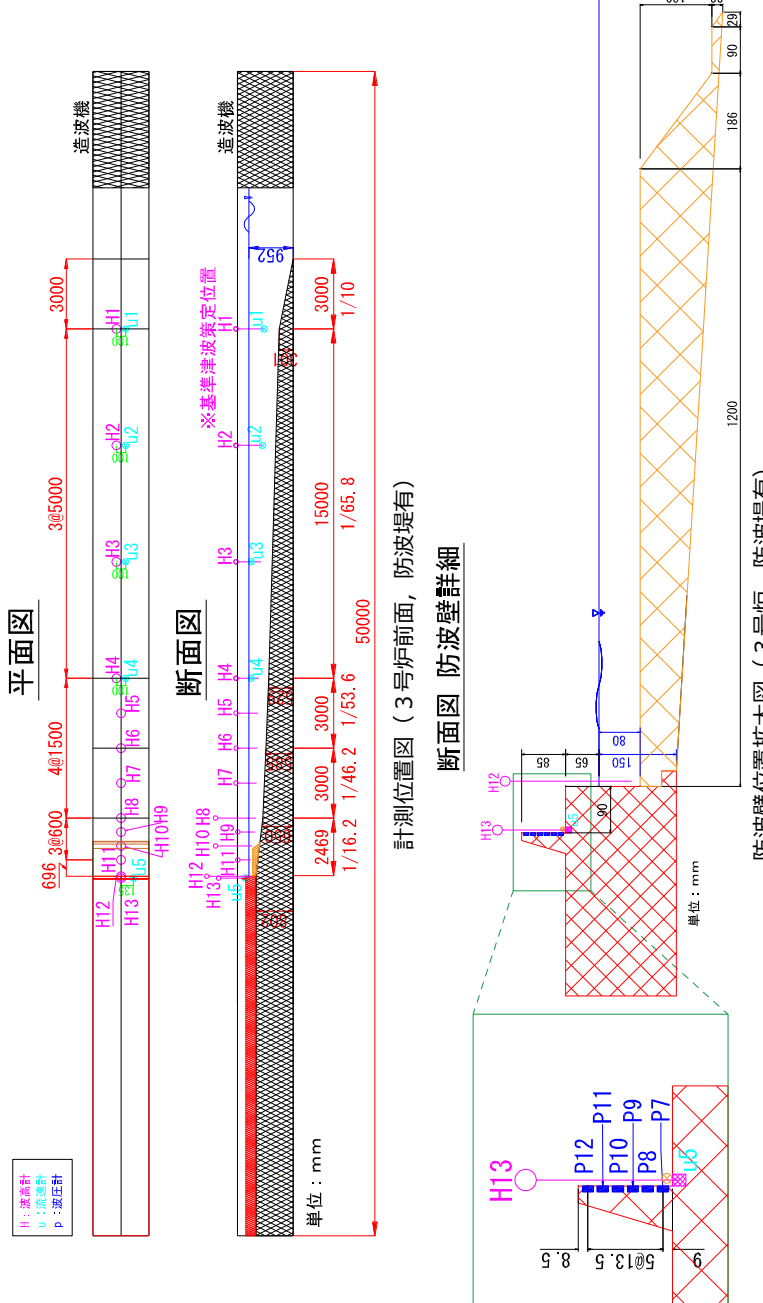
入射津波の造波波形図を第12図及び第13図に示す。

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

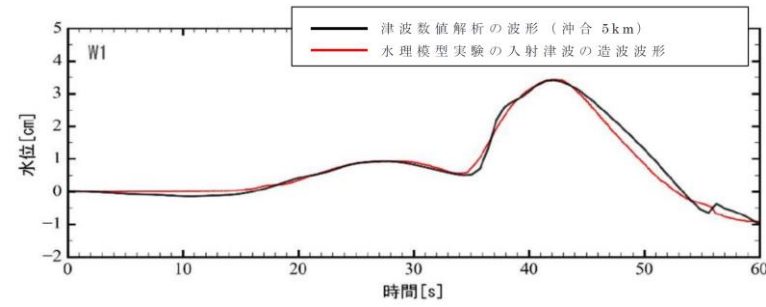
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>b. 周辺地形の影響</p> <p>女川原子力発電所の敷地周辺は複雑に入り組んだ湾構造になっているため、敷地に到達する津波は周辺地形からの回り込みの影響もある。この影響を確認するため、基準津波の第1波の敷地への到達に関して、平面二次元津波シミュレーション解析と、後述する断面二次元津波シミュレーション解析（非線形分散波理論を考慮）の波形比較を行った。</p> <p>基準津波策定位置において、平面二次元津波シミュレーション解析の出力波形を断面二次元津波シミュレーション解析に入力して検討した結果、敷地近傍（港口部、2号炉取水口前面）での両者の第1波の出力波形はおおむね一致した（図15）。</p> <p>断面二次元津波シミュレーション解析においては周辺地形からの回り込みの影響を考慮していないため、出力波形の一致は平面二次元津波シミュレーション解析においても、第1波到達における周辺地形の影響がほとんどないことを示しており、基準津波の第1波は周辺地形の影響をほとんど受けずに策定位置から直線的に到達することを確認した。</p> <p>また、断面二次元津波シミュレーション解析では周辺地形からの回り込みの影響を考慮できないこと、解析境界からの反射波の影響が平面二次元津波シミュレーション解析と断面二次元津波シミュレーション解析で異なることから、津波の第1波を評価対象（後続波は評価対象外）とし、非線形分散波理論に基づいた断面二次元津波シミュレーション解析により、分裂波の発生有無及び分裂波の影響も考慮した津波波圧の評価が可能となる。</p> <div data-bbox="943 1407 1691 1774"> </div> <p>図15 水位時刻歴波形の比較（上段：港口部，下段：2号炉取水口前面）</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p> <div data-bbox="1736 294 2478 724"> </div> <p>第12図(1) 入射津波の造波波形図（3号炉，防波堤有）</p> <div data-bbox="1736 882 2478 1312"> </div> <p>第12図(2) 入射津波の造波波形図（3号炉，防波堤有） 拡大図</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計方針の相違 【東海第二，女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 検討断面</p> <p>東海第二発電所前面の海底地形は概ね一様の地形となっていることから、本実験では、津波水位が最大となる地点を基に、津波の伝播特性を踏まえ、等深線図に直交する断面を選定した (第7図)。</p>  <p>第7図 検討断面位置図</p>	<p>女川原子力発電所 2号炉</p>  <p>(基準津波策定位置～敷地)</p> <p>(0.P. +2.5m～防潮堤)</p> <p>図16 解析モデル</p> <p>b. 通過波解析</p> <p>構造物がない状態での津波状況把握を目的に、防潮堤がないモデルで通過波解析を行い、水位・流速・フルード数の確認を行った。波形を図17に示す。</p> <p>防潮堤の近傍において津波の第1波の水位波形は滑らかになっており、ソリトン分裂は発生しておらず、水位が緩やかに上昇するような水位変動型の津波が発生した。また、防潮堤前面位置でのフルード数は0.38で1.0を下回った。津波の水平流速の小ささ(周期の長さ)や2段敷地の盛土法面の影響等によって津波が減勢し、防潮堤前面位置では常流 ($Fr < 1.0$) となった可能性が考えられる。</p>	<p>(3) 水理模型実験による検討</p> <p>a. 検討断面</p> <p>水理模型実験における検討断面位置を第14図及び第15図に示す。</p> <p>島根原子力発電所前面の海底地形及び津波の伝播特性を踏まえ、本実験の検討断面は、防波壁の延長方向に直交し、海底地形を示す等水深線ともほぼ直交する南北方向とする。</p>  <p>第14図 検討断面位置図 (海底地形：防波堤無)</p>  <p>第15図 検討断面図</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違 【東海第二, 女川2】 記載方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 実験条件</p> <p>断面二次元実験施設の水路は、長さ 60m×幅 1.2m (貯水部は 1.8m)×高さ 1.5m とし、沖合 5km から陸側の範囲を再現するために、実験縮尺 (幾何縮尺) は 1/200 とした (第 8 図)。</p>  <p>W: 水位計 V: 流速計 P: 波圧計</p> <p>第 8 図(1) 計測位置図</p>  <p>第 8 図(2) 防潮堤位置拡大図</p>  <p>第 8 図(3) 実験施設写真</p> <p>d. 入射津波の造波</p> <p>水理模型実験における再現範囲の最沖地点はソリトン分裂波が発生しない沖合 5.0km の位置とし、基準津波の波源モデルを用いた数値解析から求めた同地点における津波波形を入力した。また、この津波波形を防潮堤位置で平面二次元津波シミュレーション解析結果と同様の高さになるよう振幅を調整した (第 9 図)。</p>	<p>図 17 水位・流速の時系列波形 (通過波解析)</p>  <p>c. 津波荷重解析</p> <p>構造物がある状態での津波状況把握を目的に、防潮堤ありモデルで津波荷重解析を行い、防潮堤に作用する波圧の確認を行った。防潮堤前面位置における波圧の時系列波形を図 18 に示す。津波の第 1 波の波圧波形は滑らかになっており、津波の衝撃圧は発生しておらず、持続圧が主体となった。通過波解析の結果も踏まえると、防潮堤前面位置では津波が常流化しており、潮汐的挙動による水位変動型の津波が作用したものと考えられる。</p> <p>防潮堤に作用する最大波圧分布を図 19 に示す。防潮堤壁部 (鋼管式鉛直壁) と下部の盛土法面も含めて波圧分布はおおむね連続しており、静水圧型の分布形状 (直線分布) となった。</p> <p>これは、防潮堤前面の盛土の存在で減勢・滑らかな遡上での防潮堤への作用となったことと合わせ、既往研究で水深係数がフルード数の関数となるとの知見を考え合わせると、通過波解析でフルード数が小さく常流作用であることも考慮し、盛土・防潮堤前面波圧とも、おおむね、堰上げ前面水位による静水圧分布となったと考えられる。</p>	<p>b. 実験条件</p> <p>実験施設の水路は、長さ 50m×幅 0.6m×高さ 1.2m とし、沖合約 2.5km から陸側の範囲を再現するために、実験縮尺 (幾何縮尺) は 1/100 とする。3号炉側の実験モデル図を第 16 図に、1, 2号炉側の実験モデル図を第 17 図に示す。</p>  <p>第 16 図 実験施設水路 (3号炉, 防波堤有)</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計方針の相違 【東海第二, 女川2】設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第 9 図 入射津波の造波波形図 (沖合 5km 地点)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

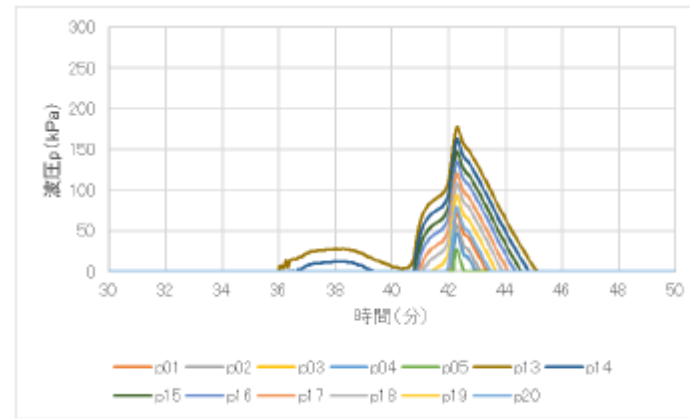


図 18 波圧の時系列波形

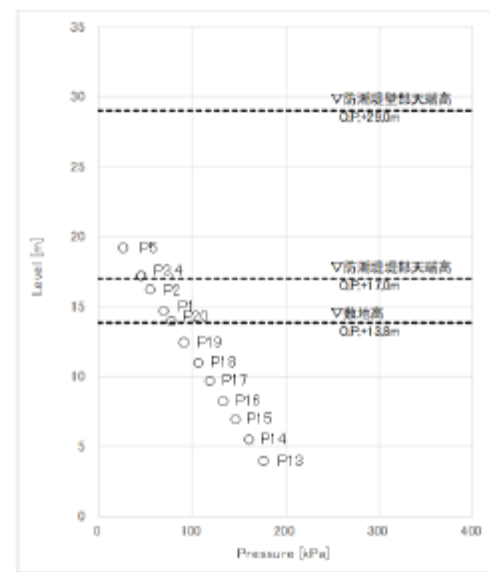


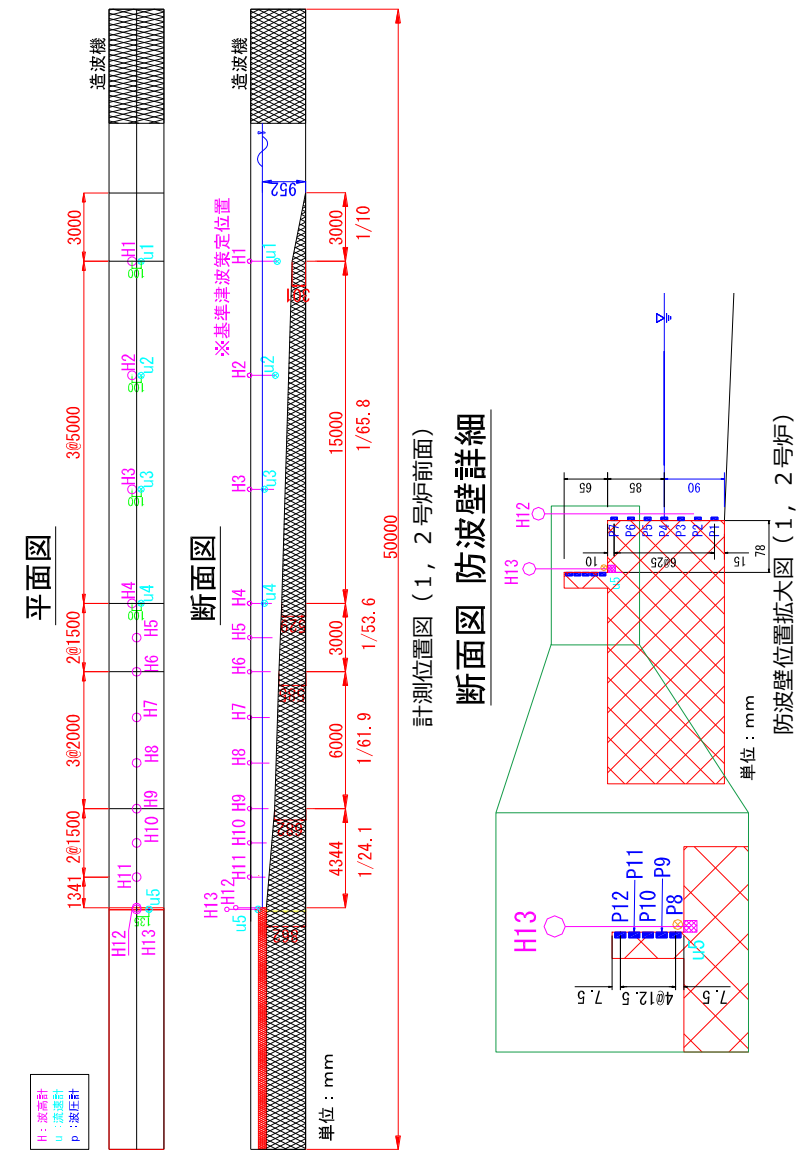
図 19 最大波圧分布

d. まとめ

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

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

島根原子力発電所 2号炉



第 17 図 実験施設水路 (1, 2号炉)

備考

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(5) 水理模型実験による検討</p> <p>a. 実験条件</p> <p>水理模型実験の条件設定フローを図 20 に示す。発電所の地形特性、構造物（防潮堤）特性、津波特性（基準津波，東北地方太平洋沖地震による津波）の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，保守的な結果が得られる条件を設定する。</p> <p>津波波圧に影響するサイト特性の整理と水理模型実験条件への反映結果を表 3 に示す。地形特性，構造物特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し，保守的になるよう実験条件を設定するとともに，津波の波形特性としての周期（継続時間）及び波高の不確かさを考慮した。</p> <p>津波の波形特性（周期，波高）の不確かさが津波波圧等に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>水理模型実験の実験装置（3号炉側の例）の写真を第 18 図及び第 19 図に示す。</p>  <p>第 18 図 実験施設写真</p>  <p>正面より</p>  <p>側面より</p> <p>第 19 図 実験模型（3号北，防波堤有）</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

e. 水理模型実験の結果

(a) 水理模型実験におけるソリトン分裂波の確認

平面二次元津波シミュレーション解析に即した津波波形を造波し、水理模型実験を行った。水理模型実験における時刻歴図を第 10 図に示す。その結果、目視観察と波高計による計測により、沖合約 220m 地点 (W 7) においてソリトン分裂波が生じることを確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。また、防潮堤前面位置 (W 1 0) で砕波は生じず、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。

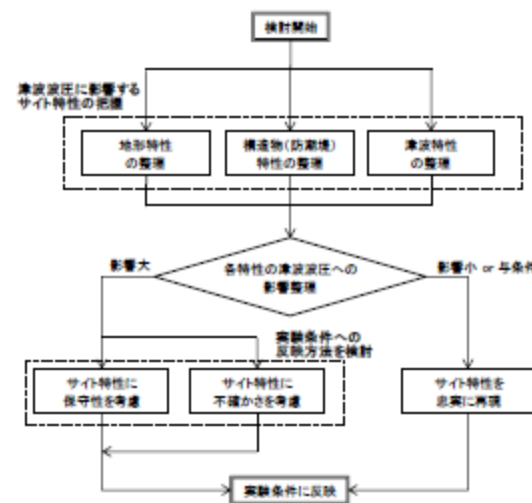


図 20 水理模型実験の条件設定フロー

c. 水理模型実験の結果

(a) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース①】

発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。また、水理模型実験 (H10 地点) と同等な水深における平面二次元津波シミュレーション (地点 1) の時刻歴波形を比較した結果、同等の津波を再現できていることを確認した。

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

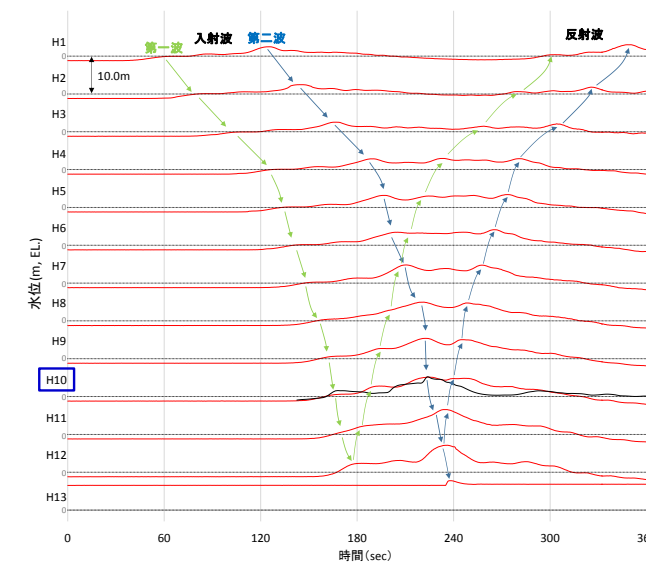
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第 6 表に、時刻歴波形を第 2 0 図に示す。

第 6 表 実験条件 (ケース①)

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

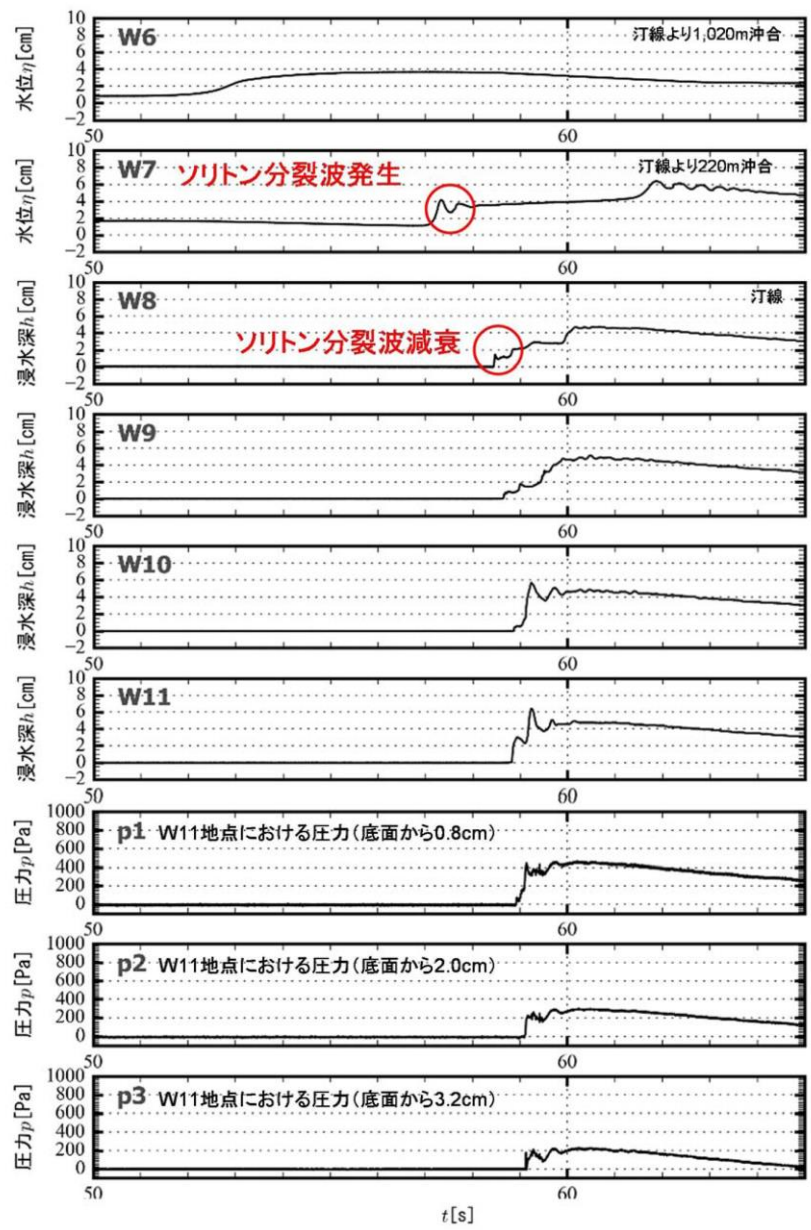
※通過波計測ケース

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



第 2 0 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース①)

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



第 10 図 水理模型実験における時刻歴図

表 3 津波波圧に影響するサイト特性の整理と水理模型実験条件への反映結果

分類	項目	サイト特性	津波波圧への影響	実験条件への反映結果
地形	海底勾配	1/100 (平均勾配)	海底勾配が 1/100 以下程度の遠浅で、かつ津波高さが水深の 30% 以上であると、ソリトン分裂波が発生する可能性がある	サイト特性を再現(与条件) ※: 津波高さが違いがソリトン分裂波の有無に影響するため、津波高さの項目で反映
	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(防波堤に対して沿波になるか否か)	保守性を考慮(防波堤なしでモデル化) ・防波堤なしの場合に津波は直接防波堤に作用すること、基準津波の最高水位が防波堤よりも十分高く波長も長いことから、津波波圧への影響検討として防波堤なしが保守的と考えられる※ ※: 女川の水位評価としては防波堤ありの方が保守的となるが、実験では水位条件ごとの波圧計測を目的とするので防波堤なしでの条件設定は妥当
構造物 (防波堤)	前面地形 (防波堤海側)	2段敷地	防波堤海側の敷地法面は、防波堤に作用する津波波圧を減勢する効果をもたらす可能性がある	サイト特性を再現(与条件)
	設置位置	法面上部 (法肩)	汀線から離れるほど津波が減勢し、津波波圧は小さくなる	サイト特性を再現(与条件)
構造物 (防波堤)	防波堤高さ	O.P.+29m	影響なし	サイト特性を再現(与条件)
	形状	鋼管式鉛直壁 (一般部、岩壁部)と壁土堤防の併用	鋼管式鉛直壁(直立構造)と比較して、壁土堤防は津波遡上に伴う減勢効果があり、津波波圧が小さくなる可能性がある ・構造物設置高さ(海側地形の標高)が高い方が構造物に作用する津波の水深が小さくなる(津波波圧は小さくなる) ・鋼管式鉛直壁は壁土堤防よりも津波遡上に伴う減勢効果は小さいと考えられる ・鋼管式鉛直壁の岩壁部は一般部よりも海側地形の標高が高く、津波波圧は小さい	保守性を考慮(鋼管式鉛直壁(一般部)でモデル化) ・鋼管式鉛直壁は壁土堤防よりも津波遡上に伴う減勢効果は小さいと考えられる ・鋼管式鉛直壁の岩壁部は一般部よりも海側地形の標高が高く、津波波圧は小さい
津波 (基準津波、東北地方太平洋沖地震による津波)	波形	二段型波形	津波の周期は、防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 5 分、20 分の 2 ケース) ・基準津波の第 1 波の半周期が約 10~20 分、二段型波形のうちの個別波部分の半周期が約 5 分であることを考慮して設定
	津波高さ	O.P.+24.4m (入力津波高さ)	津波高さが高い方が、流速も含めた津波のエネルギーが大きくなり、津波波圧は大きくなる	不確かさを考慮(O.P.+17.0m~O.P.+37.5m の 8 ケース) ・鋼管式鉛直壁(一般部)の直立壁部分に作用する規模の津波高さとして越波の可能性まで考慮して設定

(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)。

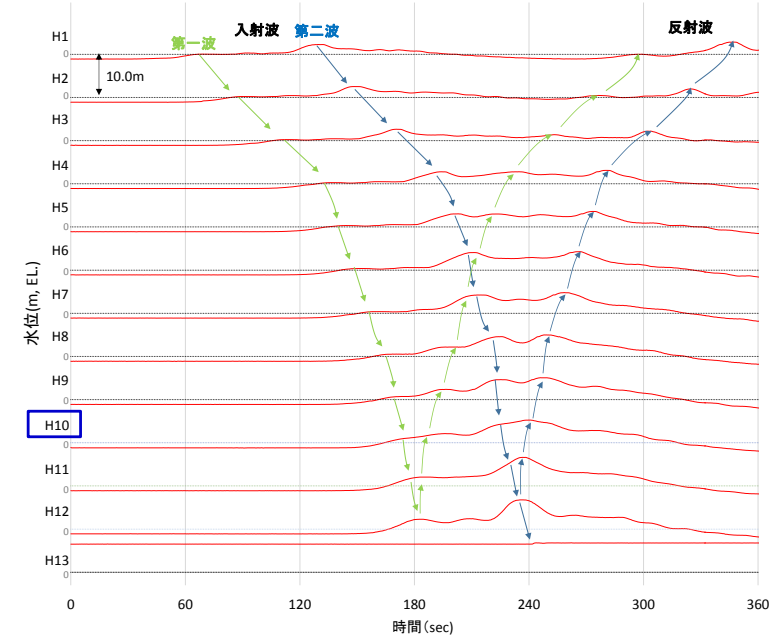
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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 2 1 図に示す。

第 7 表 実験条件 (ケース②)

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

※通過波計測ケース



第 2 1 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース②)

・設計方針の相違【東海第二, 女川2】
設計方針の相違による記載内容の相違

表 4 入射津波条件 (目標波形)

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

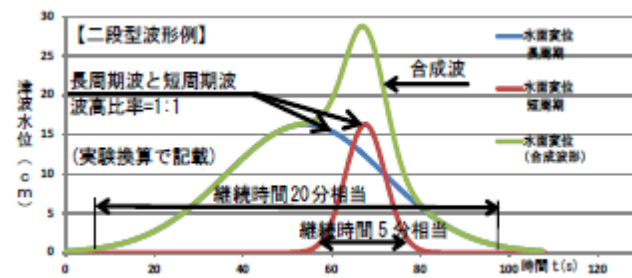


図 21 波形の概要

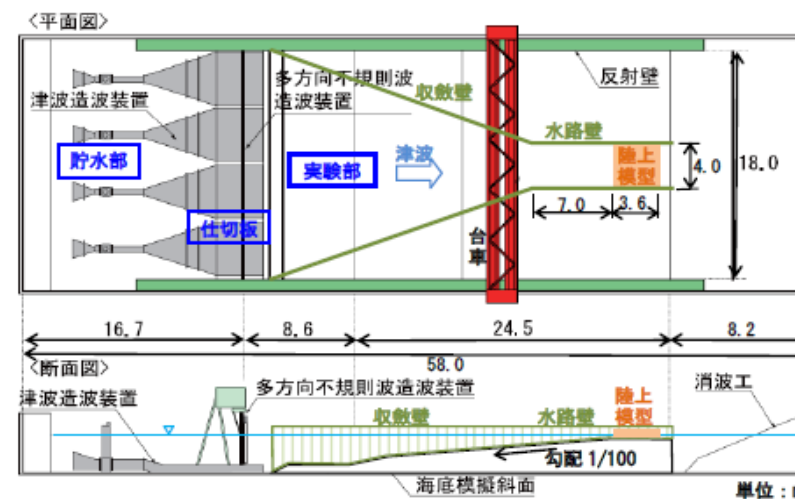


図 22 実験装置概要図

(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)。

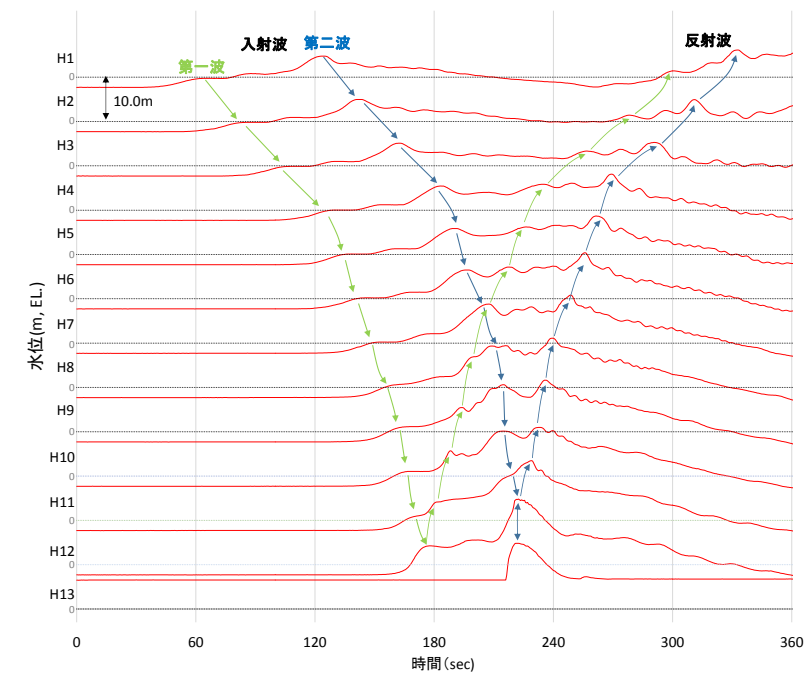
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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 2 2 図に示す。

第 8 表 実験条件 (ケース③)

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

※通過波計測ケース

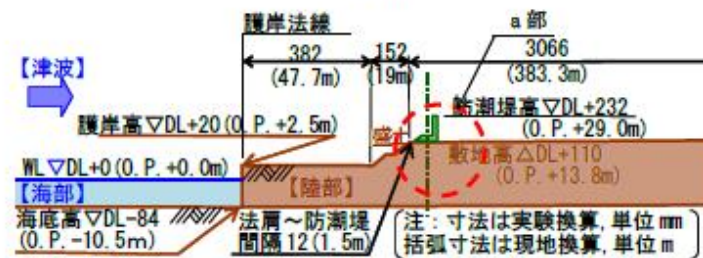


第 2 2 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース③)

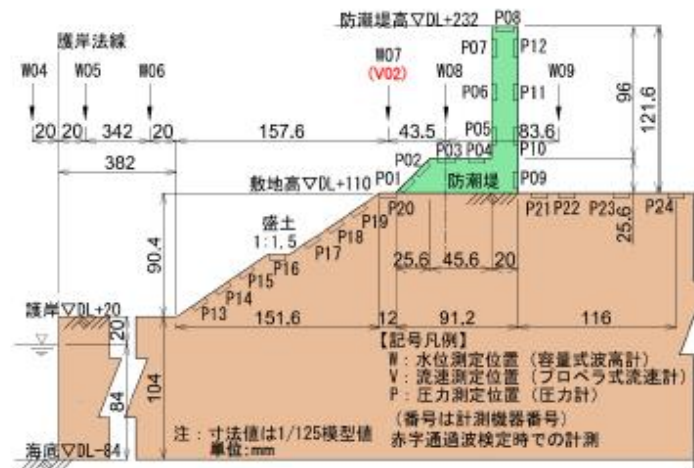
・設計方針の相違
【東海第二, 女川2】
設計方針の相違による記載内容の相違



(海部)



(陸部)



(陸部詳細 (a部拡大))

図 23 実験模型概要図

(d) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース④】

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

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

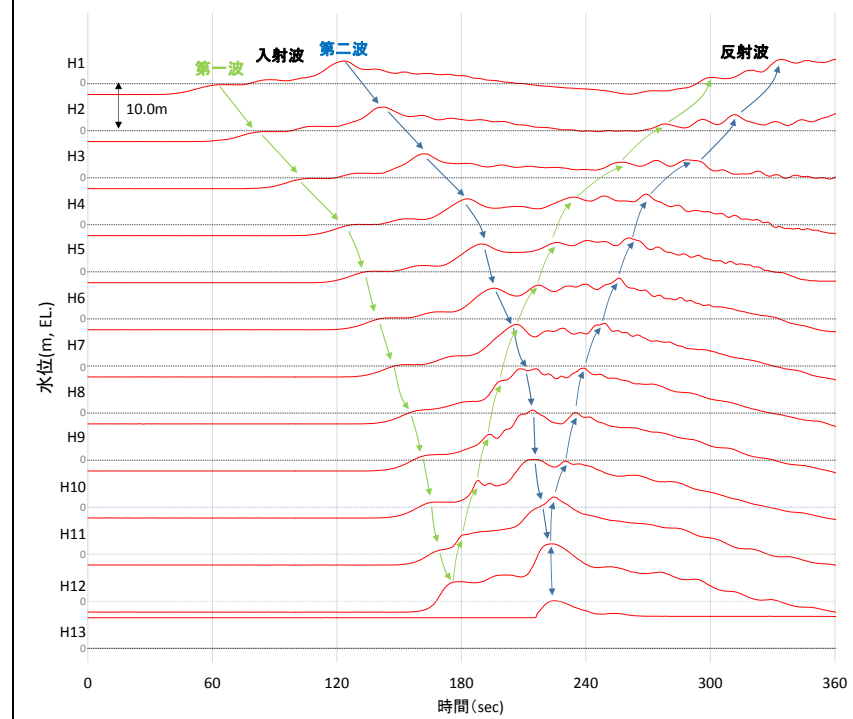
防波壁前面の H13 地点においても, ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また, 第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認した。実験条件を第 9 表に, 時刻歴波形を第 2 3 図に示す。

第 9 表 実験条件 (ケース④)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波 1	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 2 3 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース④)

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)

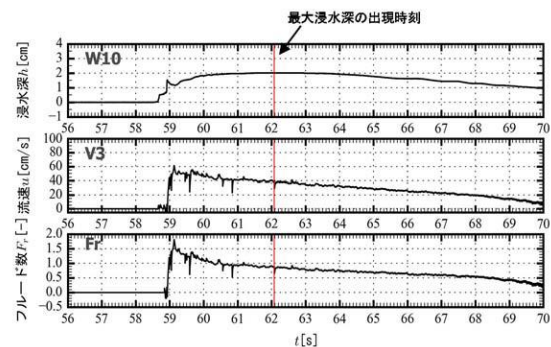
(b) フルード数

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

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

第2表 通過波検定結果表

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



第11図 持続波領域における最大浸水深・流速・フルード数の時系列図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

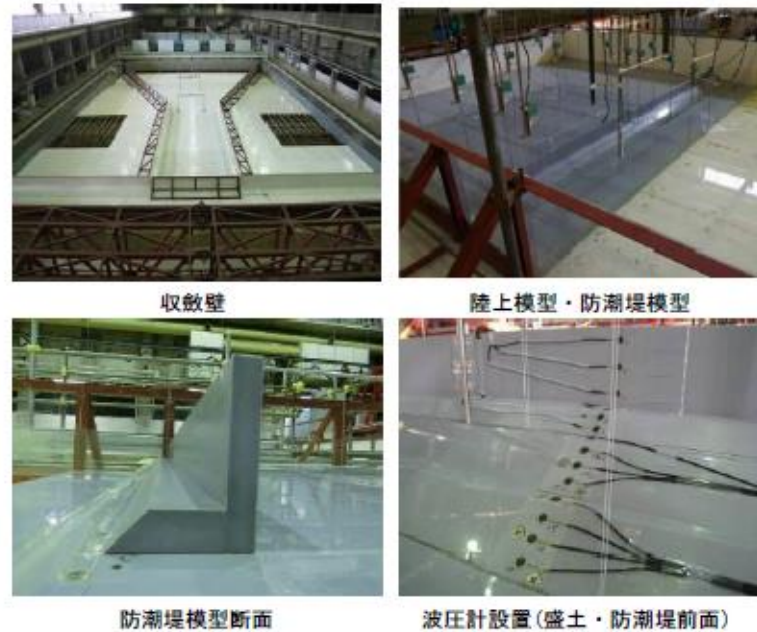


写真1 実験装置

b. 通過波実験

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

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

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

島根原子力発電所 2号炉

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のフルード数は1以上となることを確認した。最大浸水深及び同時刻のフルード数を第10表及び第24図に示す。

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

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

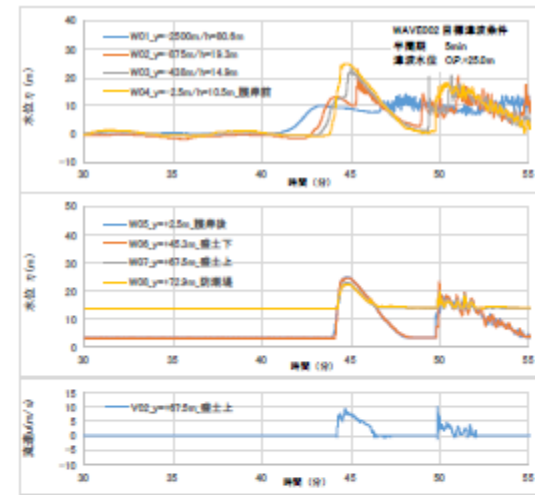
今回、最大浸水深と同時刻のフルード数は1以上であることから、津波波圧算定で使用する水深係数を3.0とする。

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

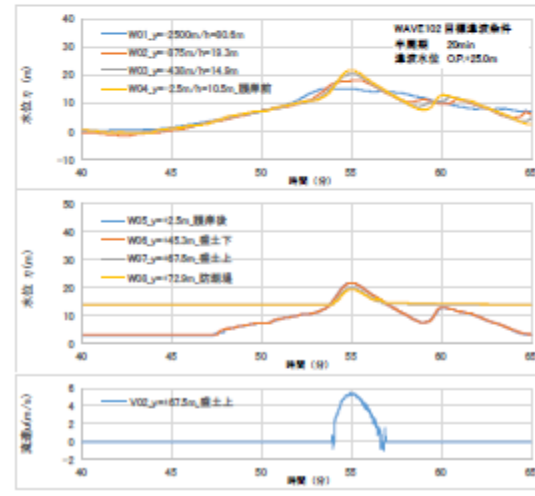
第10表 最大浸水深と同時刻のフルード数

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

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

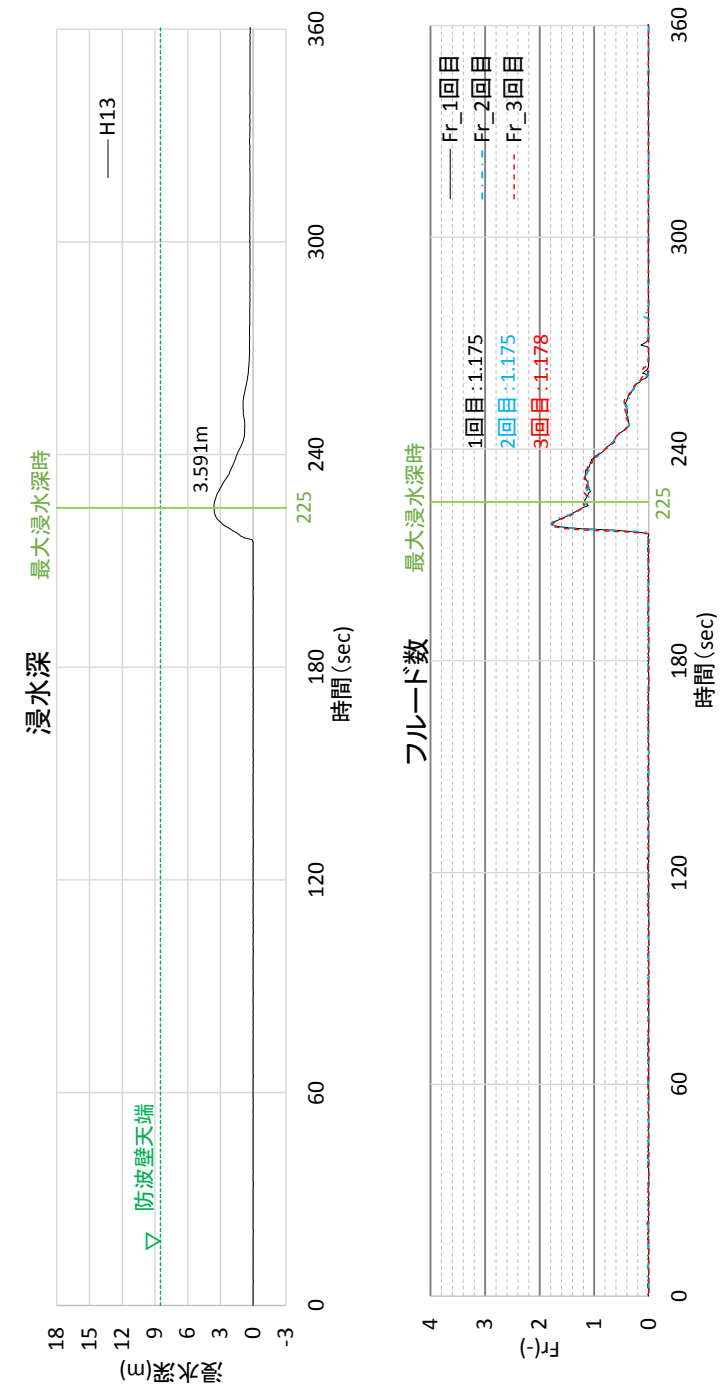


(単峰型：半周期5分)



(二段型：半周期20分)

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)



第24図 最大浸水深及び同時刻のフルード数 (進行波成分) の時刻歴波形

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

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

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

*津波荷重実験(防潮堤あり)の目標水位

c. 津波荷重実験

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

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

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

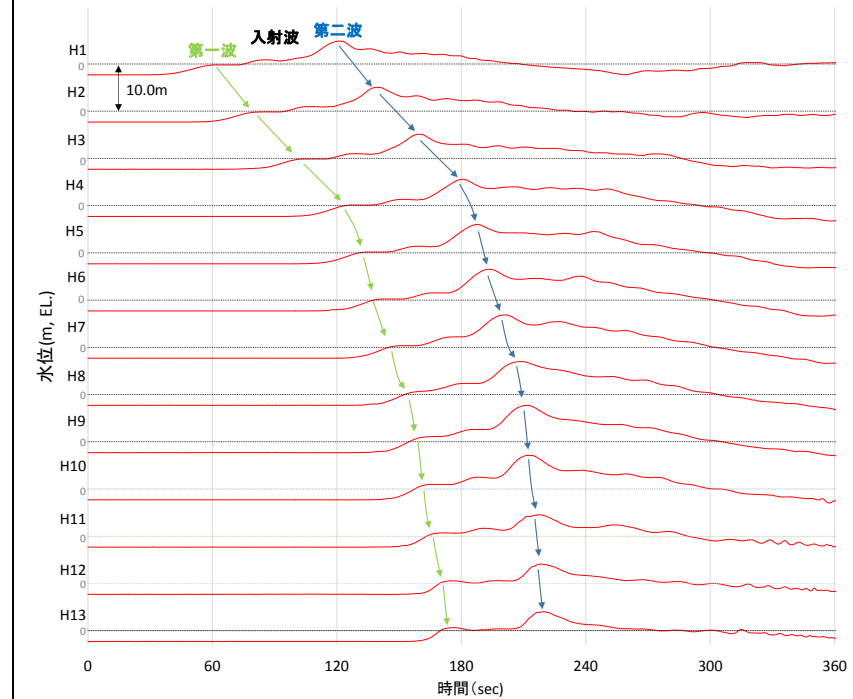
(e) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑤】

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

第 1 1 表 実験条件 (ケース⑤)

検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース①	基準津波 1		有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	波圧	基準津波 1	有	有	有
ケース④*			有	有	無
ケース⑤*	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 2 5 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑤)

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



写真 2-1 実験状況 (津波荷重実験)

(f) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑥】

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

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

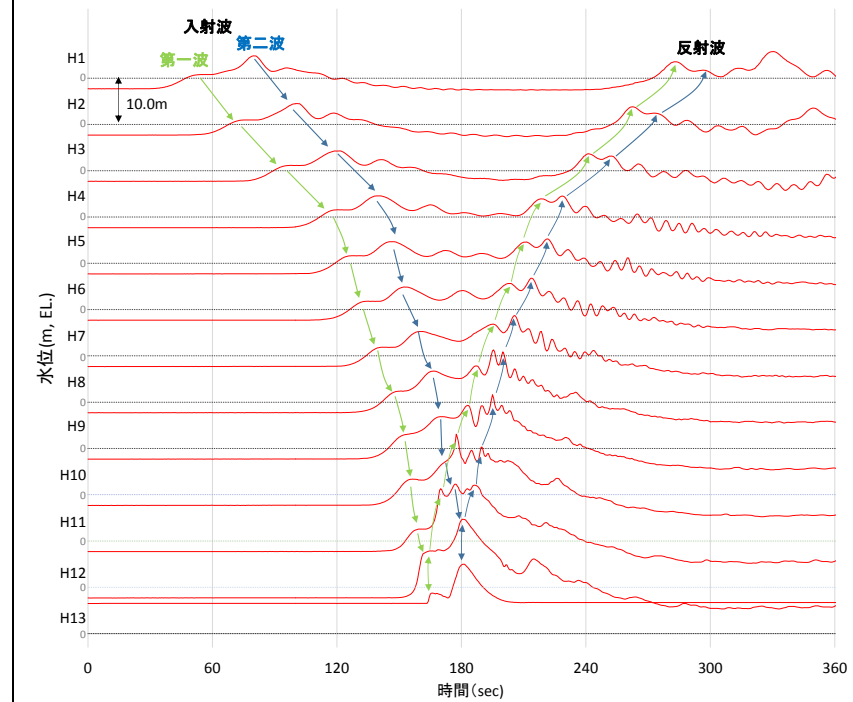
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。

実験条件を第 1 2 表に、時刻歴波形を第 2 6 図に示す。

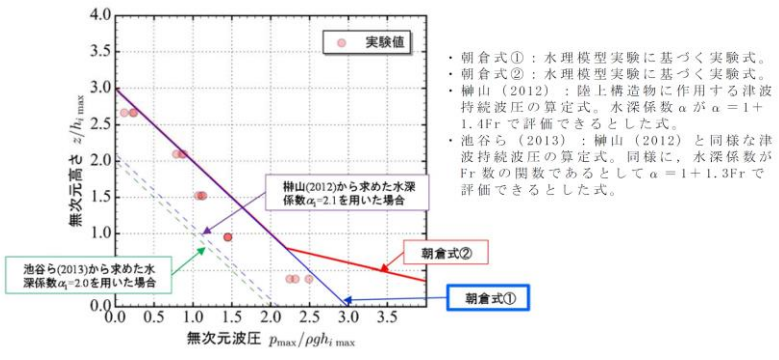
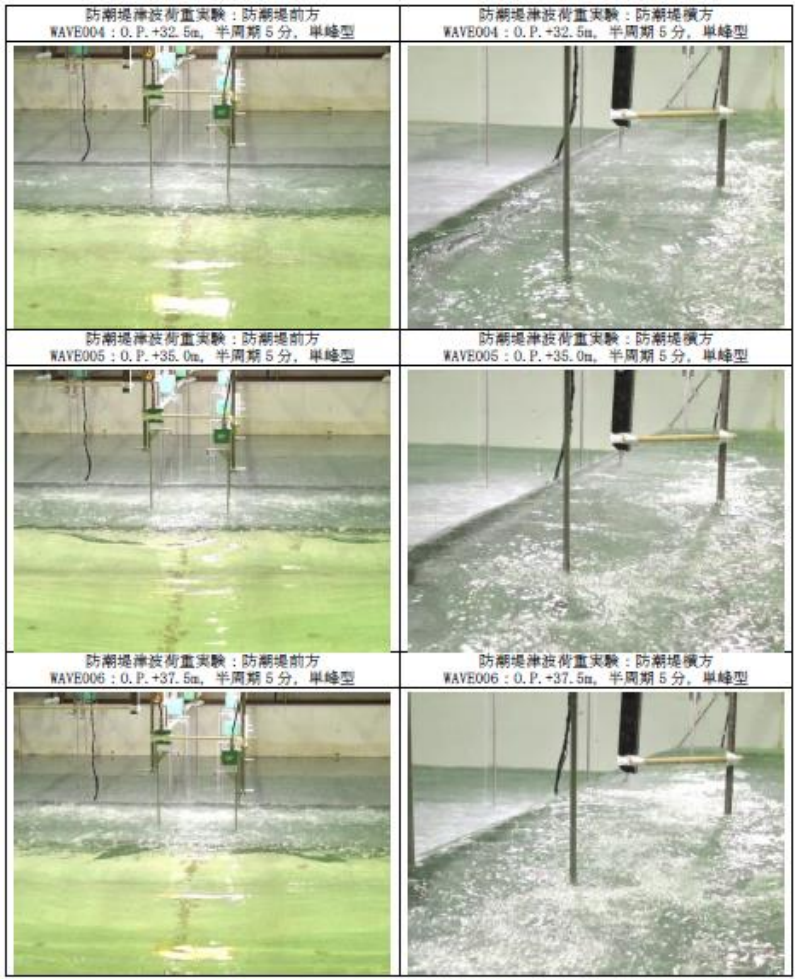
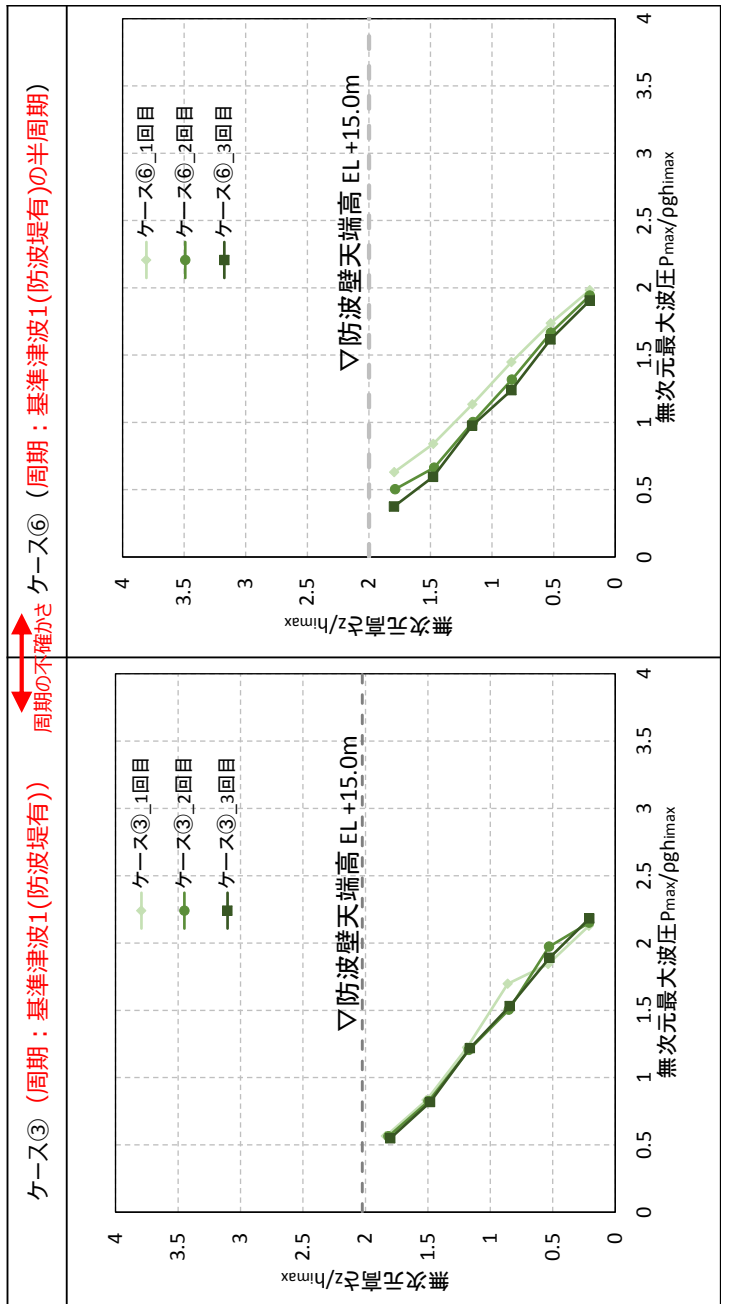
第 1 2 表 実験条件 (ケース⑥)

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

※通過波計測ケース



第 2 6 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑥)

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(c) 防潮堤壁面におけるソリトン分裂波の最大津波波圧</p> <p>防潮堤壁面における津波波圧計測結果を通過波の最大浸水深で除して無次元化した結果を以下に示す。</p> <p>東海第二発電所前面海域の地形を模擬した水理模型実験で計測した防潮堤壁面の最大津波波圧は、朝倉式①及び朝倉式②による算定値よりも小さい値となり、朝倉式②のような波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった(朝倉式①の方が津波波圧分布の再現性がよいことを確認した。)(第12図)。水理模型実験において、ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。</p>  <p>第12図 既往の津波波圧算定式との比較 (無次元最大津波波圧分布図)</p>	 <p>写真 2-2 実験状況 (津波荷重実験)</p>	<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潮壁に作用する波圧分布を第27図に示す。水理模型実験により算出した波圧分布は、3号炉前面の防潮壁において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27図 水理模型実験により算出した波圧分布</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計方針の相違 【東海第二, 女川2】設計方針の相違による記載内容の相違

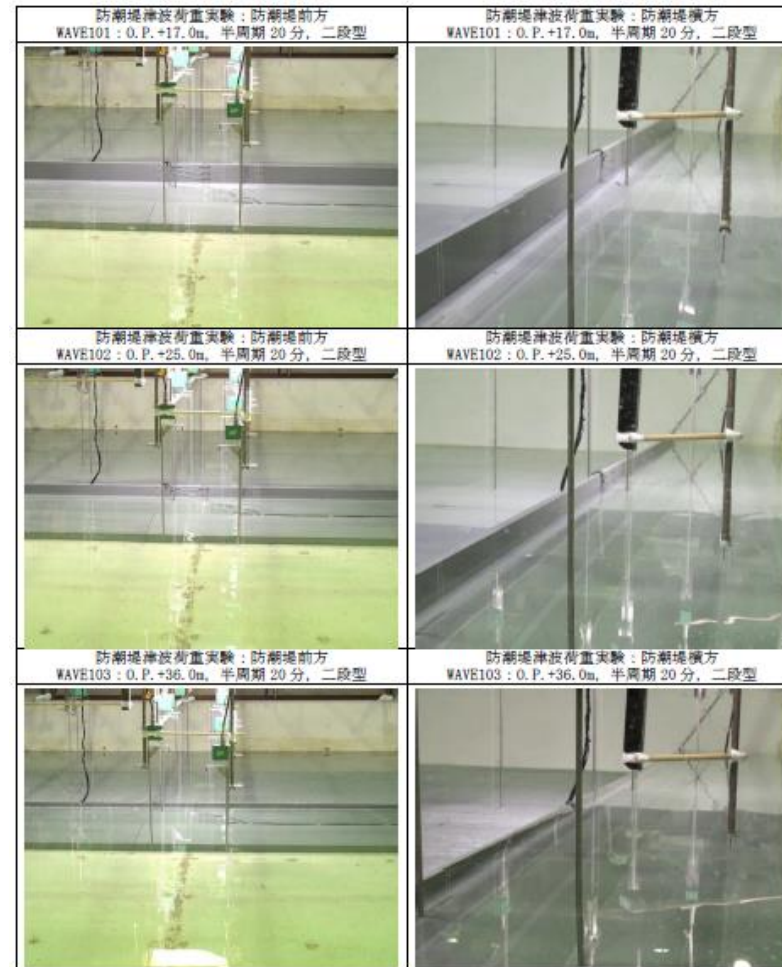


写真 2-3 実験状況 (津波荷重実験)

(h) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑦】

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

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

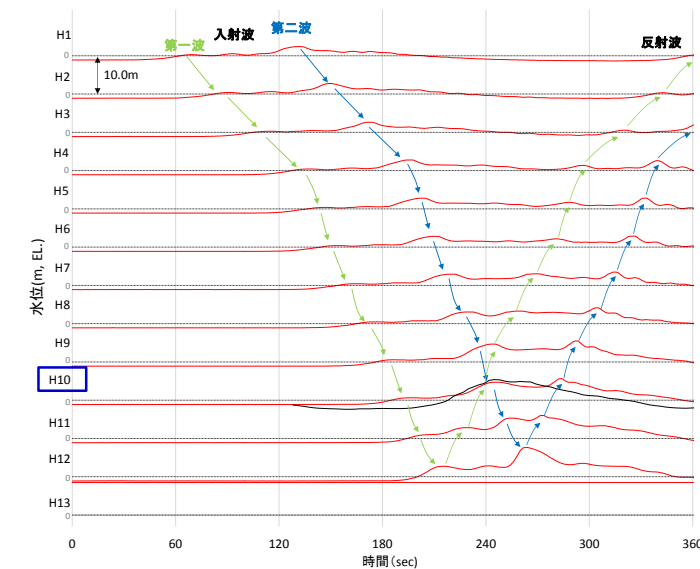
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第 1 3 表に、時刻歴波形を第 2 8 図に示す。

第 1 3 表 実験条件 (ケース⑦)

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

※通過波計測ケース

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



第 2 8 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑦)

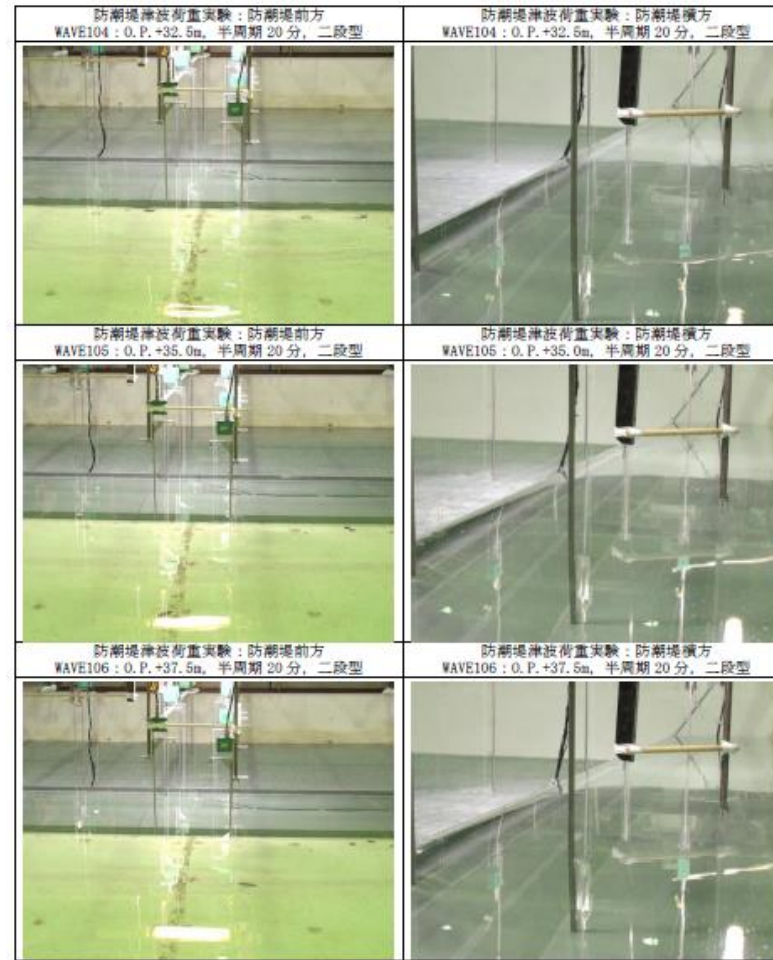


写真 2-4 実験状況 (津波荷重実験)

(i) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑧】

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

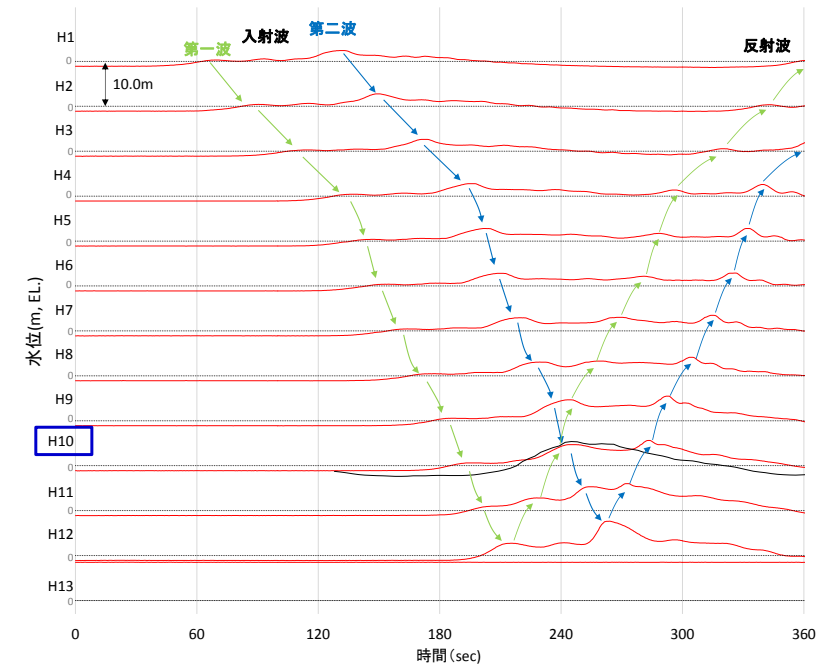
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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

第 1 4 表 実験条件 (ケース⑧)

検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波 1		無	有	有
ケース⑧		基準津波 1	無	有	有
ケース⑨*			無	有	無
ケース⑩*	波圧 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 2 9 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑧)

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

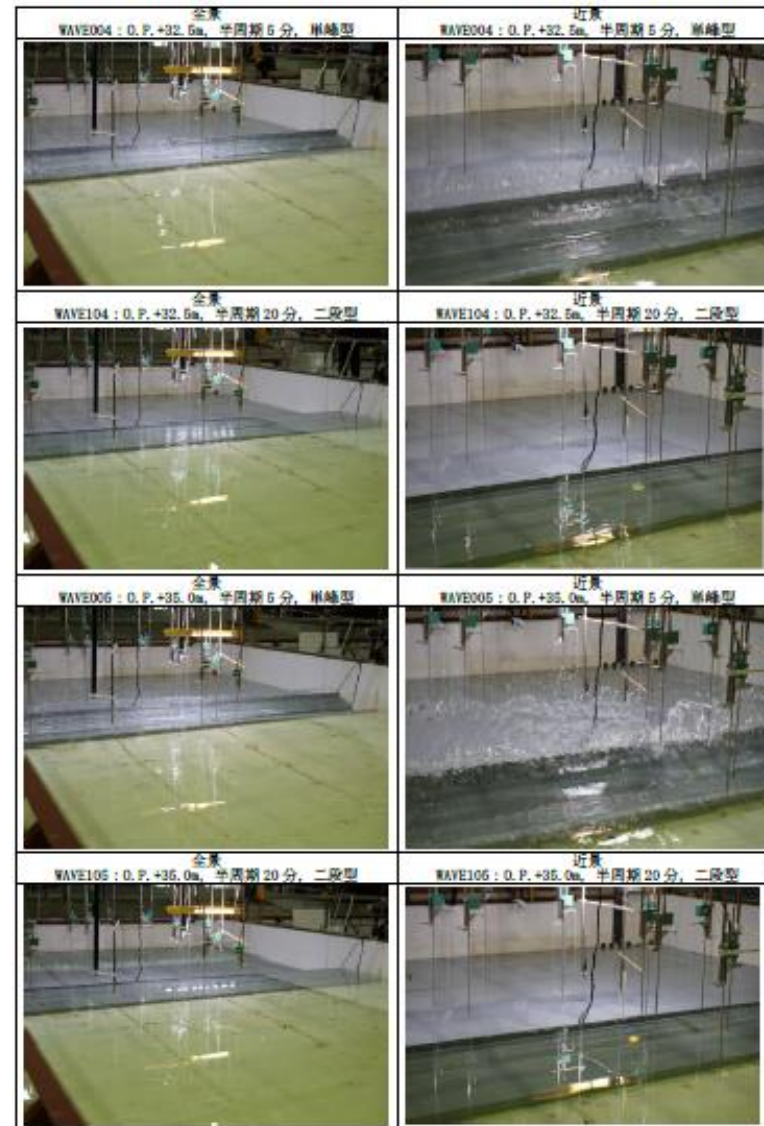


写真 2-5 実験状況 (津波荷重実験)

(j) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑨】

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

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

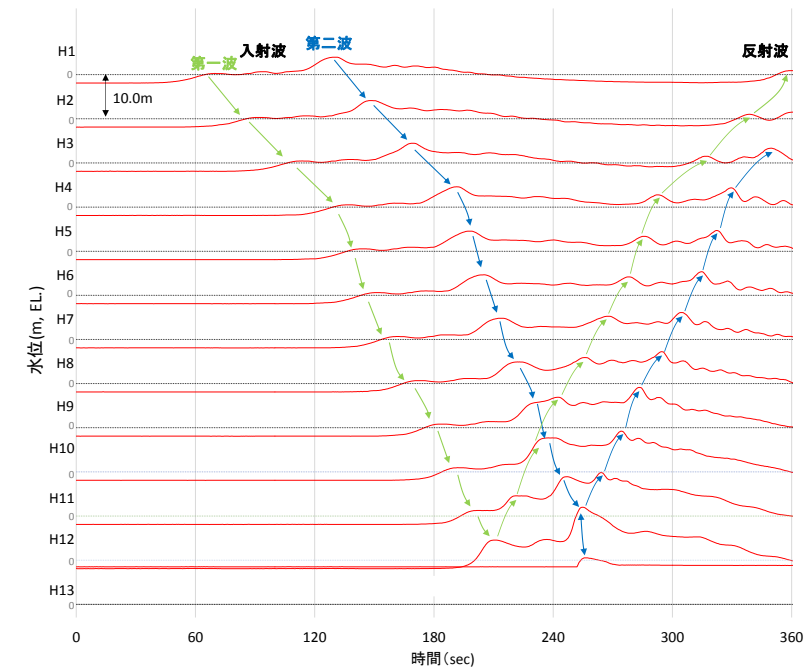
防波壁前面のH13地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

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

第15表 実験条件 (ケース⑨)

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

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

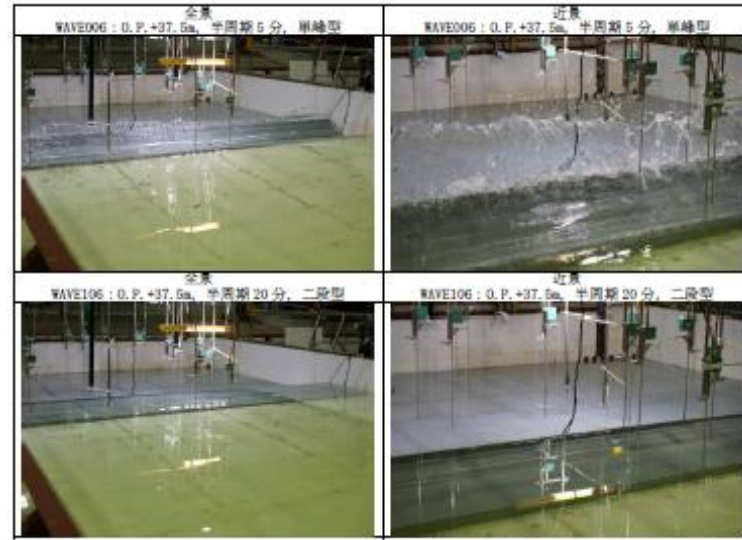


写真 2-6 実験状況 (津波荷重実験)

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のフルード数は1.5以上となることを確認した。最大浸水深及び同時刻のフルード数を第16表及び第31図に示す。

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

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

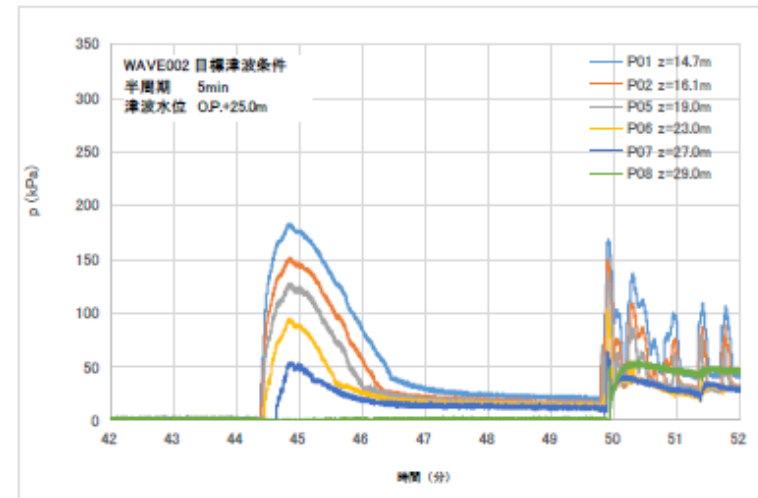
今回、最大浸水深と同時刻のフルード数は1.5以上であることから、津波波圧算定で使用する水深係数を3.0とする。

※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

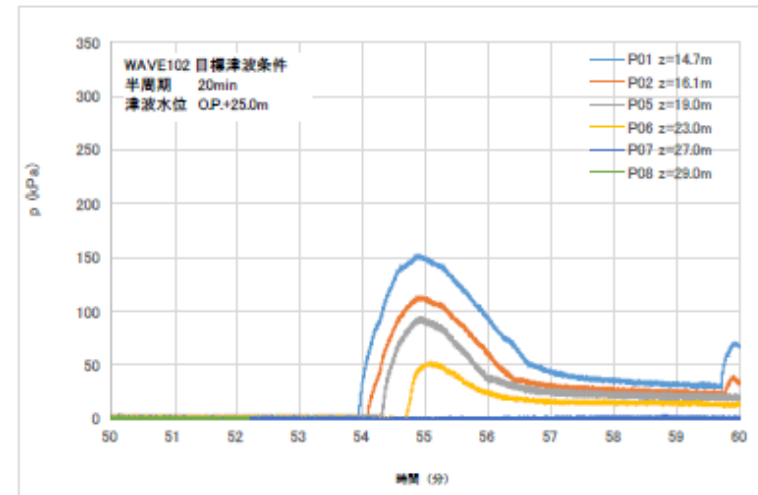
第16表 最大浸水深と同時刻のフルード数

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

・設計方針の相違
【東海第二，女川2】
設計方針の相違による記載内容の相違

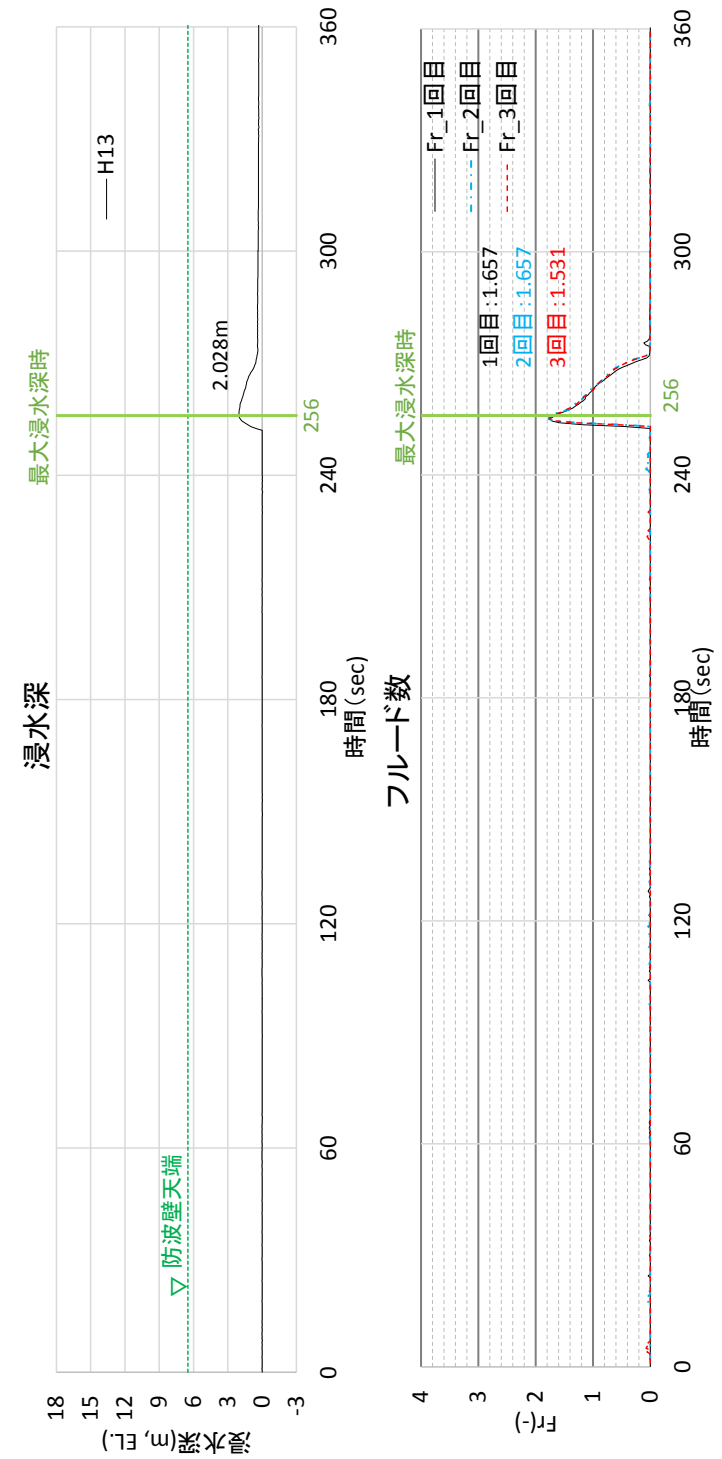


(単峰型：半周期 5分)



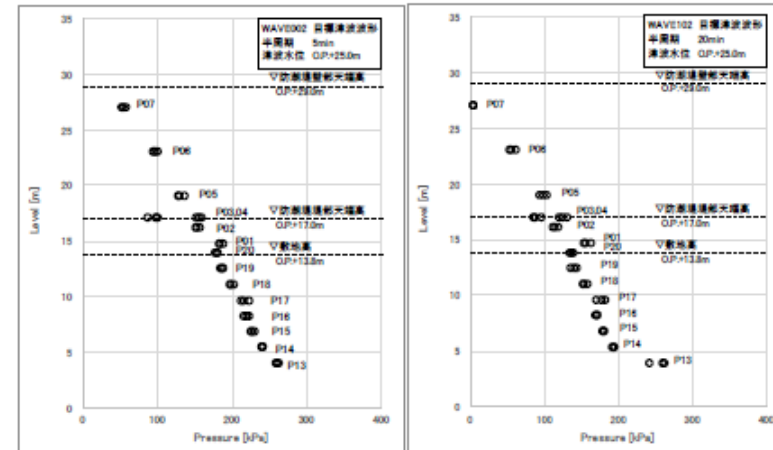
(二段型：半周期 20分)

図 25 波圧の時系列波形 (津波荷重実験：目標津波水位 O. P. +25.0m)

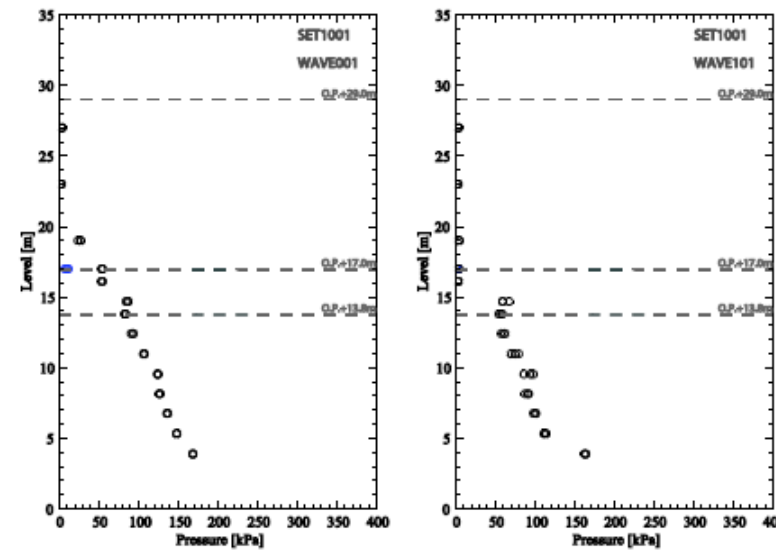


第 3 1 図 最大浸水深及び同時刻のフルード数 (進行波成分) の時刻歴波形

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



(目標津波水位O.P. +25.0m)



(目標津波水位O.P. +17.0m)

図 26-1 最大波圧分布 (左図：単峰型，右図：二段型)

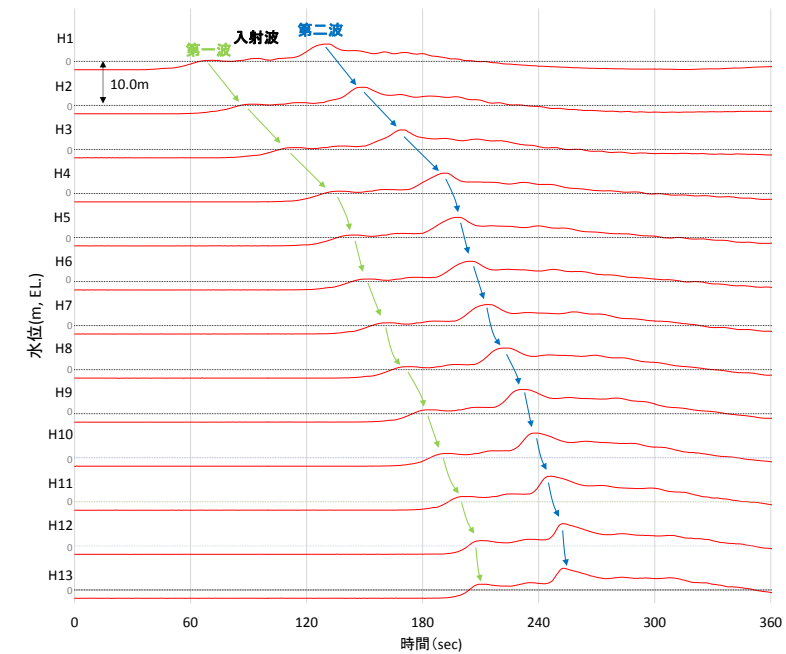
(k) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑩】

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

第17表 実験条件 (ケース⑩)

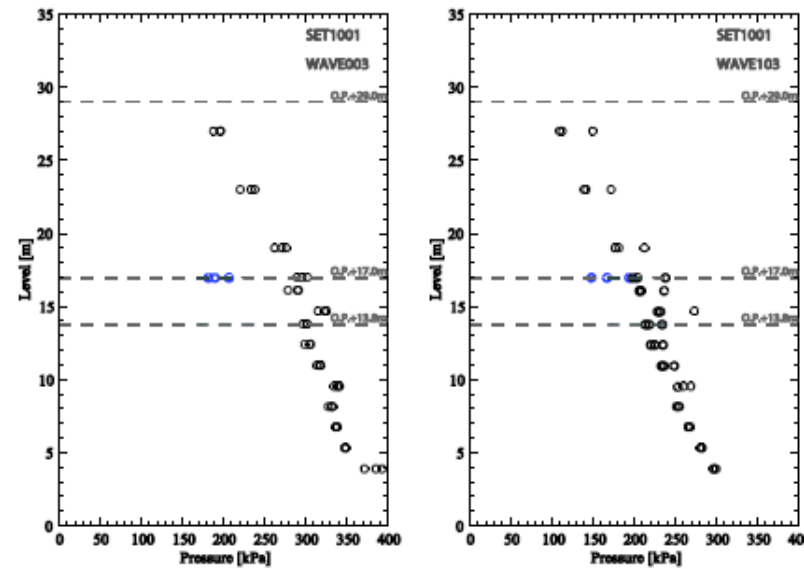
検討ケース	津波	波形(周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁
ケース⑦	基準津波1	基準津波1	無	有	有
ケース⑧			無	有	有
ケース⑨	波圧	検討用津波(1.5m津波)	無	有	無
ケース⑩			無	無	無
ケース⑪	基準津波1の半周期	基準津波1の半周期	無	有	有

※通過波計測ケース

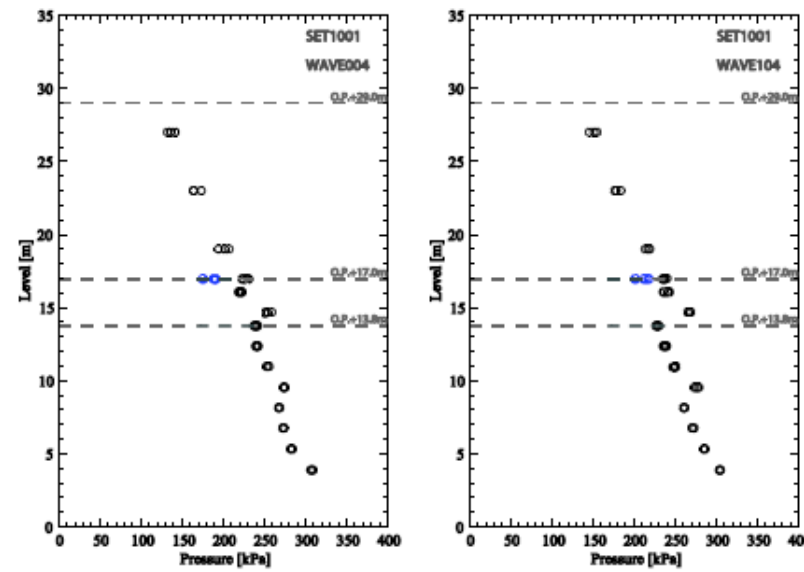


第32図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑩)

・設計方針の相違
【東海第二，女川2】
設計方針の相違による記載内容の相違



(目標津波水位0. P. +36. 0m)



(目標津波水位0. P. +32. 5m)

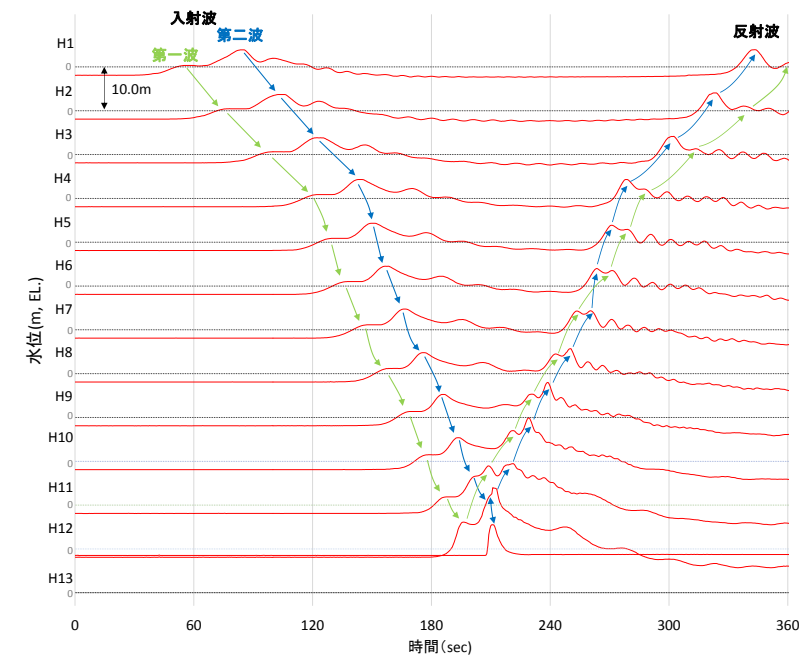
図 26-2 最大波圧分布 (左図：単峰型，右図：二段型)

(1) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース①】
 不確かさケースとして、極端に周期を短くした場合の検討(基準津波1の半周期)を実施した。
 発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12)。
 また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。
 実験条件を第18表に、時刻歴波形を第33図に示す。

第18表 実験条件 (ケース①)

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

※通過波計測ケース



第33図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース①)

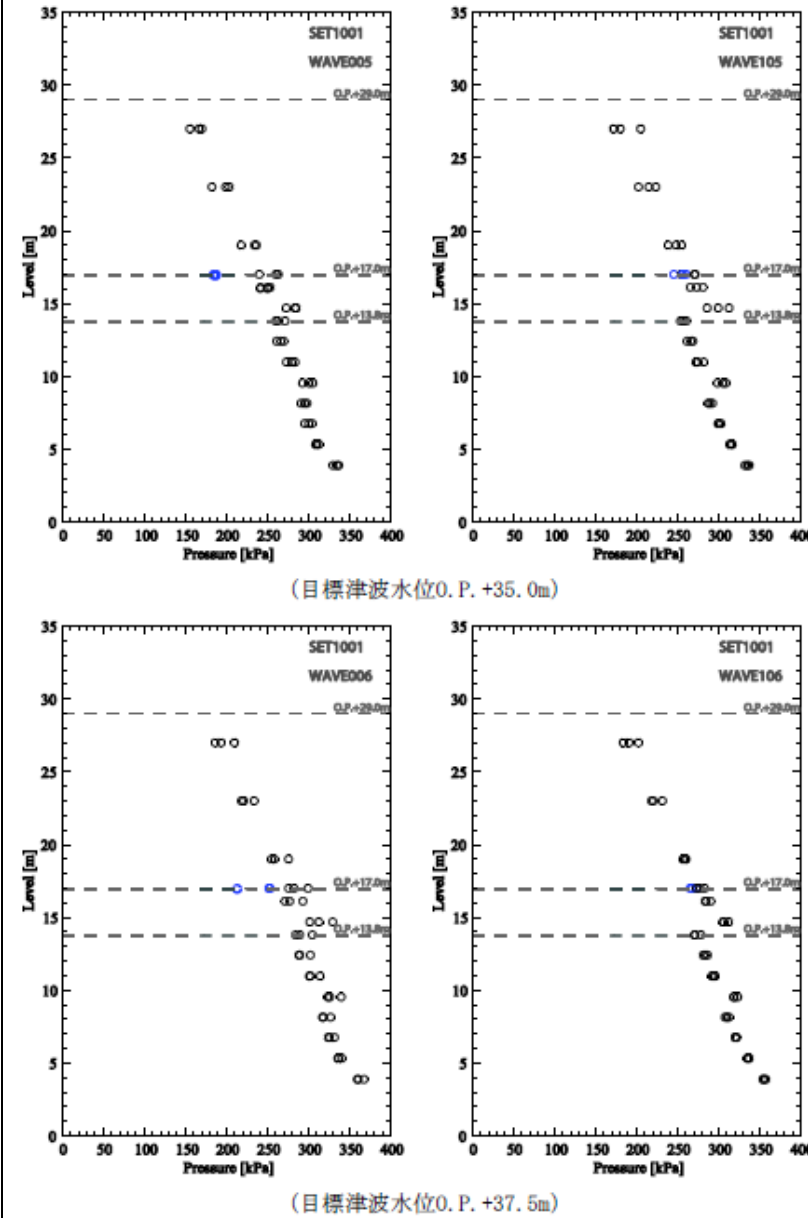
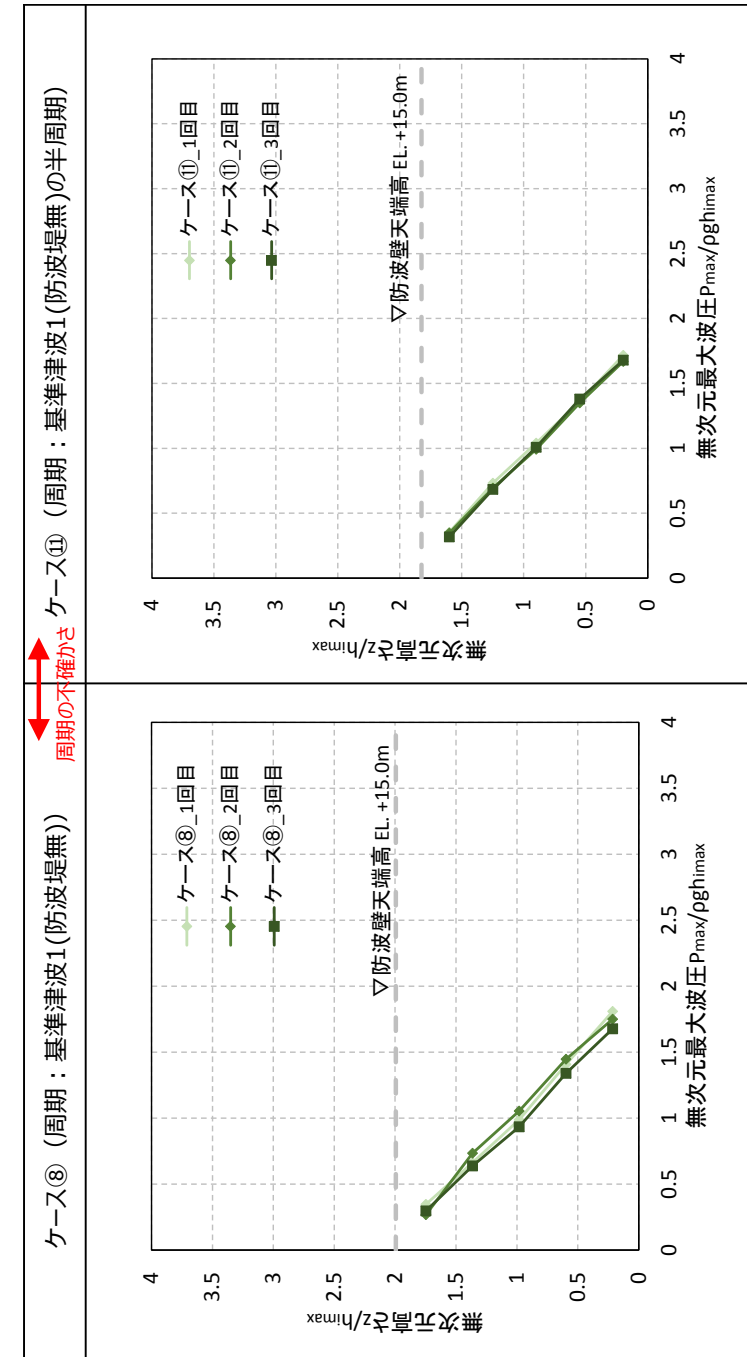


図 26-3 最大波圧分布 (左図：単峰型, 右図：二段型)

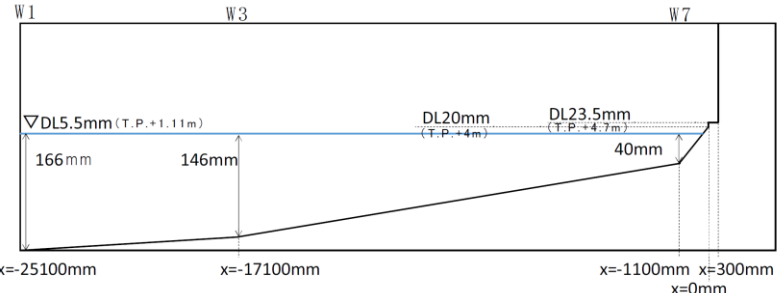
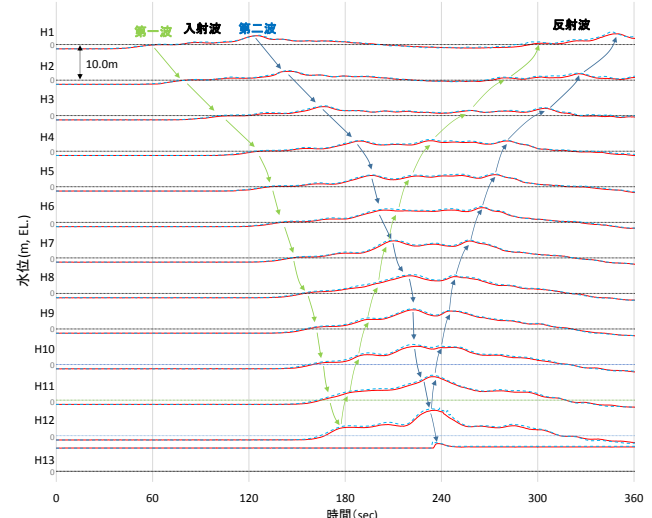
(m) 波圧の算定結果

水理模型実験において計測した防波壁に作用する波圧分布を第34図に示す。水理模型実験により算出した波圧分布は、1、2号炉前面の防波壁において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。

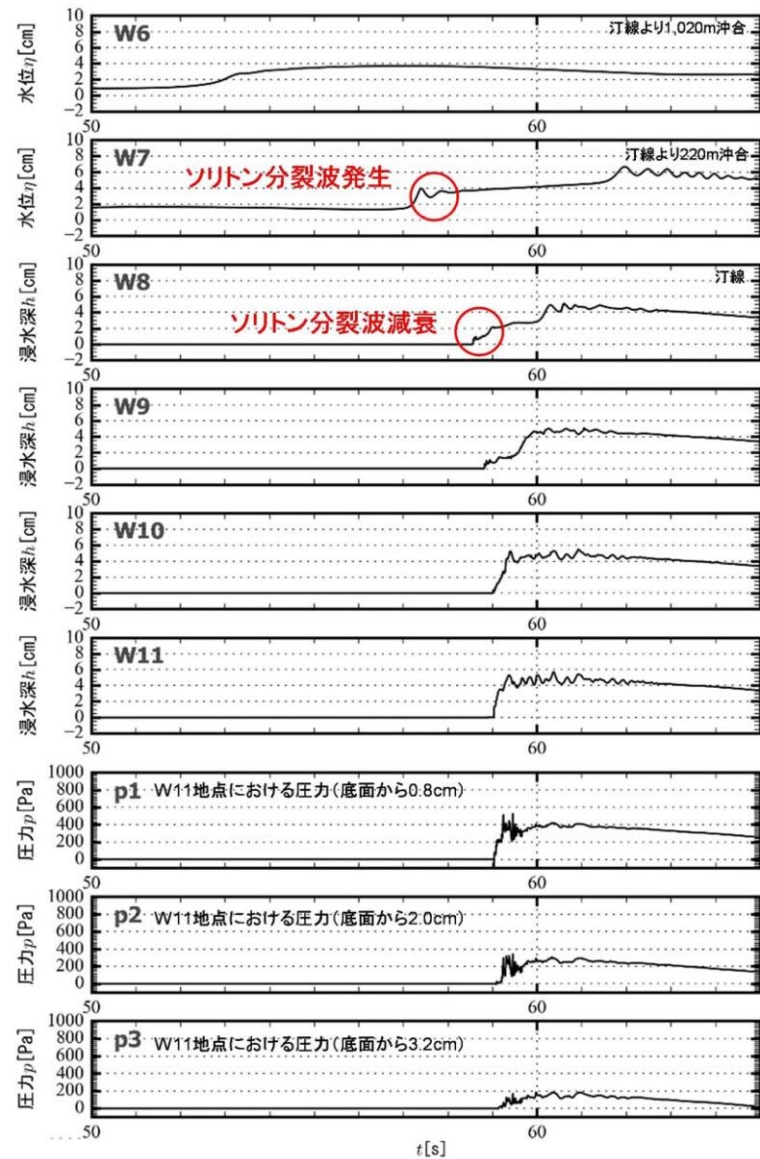


第34図 水理模型実験により算出した波圧分布

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																		
<p>(3) 水理模型実験結果の検証 (再現性検討)</p> <p>水理模型実験結果について、断面二次元津波シミュレーション解析を実施し、防潮堤位置での津波波圧算定式が朝倉式①で妥当であることを検証した。断面二次元津波シミュレーション解析は、分散波理論に基づいた解析手法であり、ソリトン分裂波を表現可能な数値波動水路 CADMAS-SURF/2D (Ver. 5.1) を用いた。</p> <p>a. 水理模型実験結果の再現性</p> <p>水理模型実験でモデル化した区間と同じ区間を解析領域としてモデル化した (第 13 図)。また、入射波は水理模型実験の入力波形に合わせて作成した。</p>  <p>第 13 図 解析モデル図</p> <p>断面二次元津波シミュレーション解析の結果を第 14 図 (1)~(2) に示す。水理模型実験結果と同様、沖合約 220m 地点 (W 7) においてソリトン分裂波を確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。また、防潮堤位置 (W 1 0) で砕波は生じず、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。</p> <p>防潮堤壁面に作用する津波波圧は実験値とほぼ同等のものとなり、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、朝倉式②のような波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった。</p> <p>断面二次元津波シミュレーションにおいても、ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。</p>	<p>d. まとめ</p> <p>女川原子力発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧について、鋼管式鉛直壁を模擬した水理模型実験により、不確かさとして津波の波形特性 (周期, 波高) の違いが津波波圧等に与える影響を確認した。</p> <p>検討の結果、防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず、防潮堤前面位置でのフルード数は 1 以下となった。また、津波の波形特性 (周期, 波高) の違いに関わらず、津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した。また、防潮堤に作用する波圧分布はいずれも直線型となった。</p>	<p>(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>(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。 ・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 19 表に、時刻歴波形を第 35 図に示す。</p> <p>第 19 表 解析条件 (ケース①)</p> <table border="1" data-bbox="1914 955 2329 1186"> <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>敷地護岸</th> <th>防波壁</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> </tr> <tr> <td>ケース②</td> <td>無</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>ケース③</td> <td rowspan="4">波圧 検討用津波 (1.5m津波)</td> <td rowspan="4">基準津波 1</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>有</td> <td>有</td> <td>有</td> </tr> </tbody> </table> <p>※通過波計測ケース</p>  <p>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>	検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁	ケース①	基準津波 1		有	有	有	ケース②	無	有	有	ケース③	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波 1	有	有	有	ケース④*	有	有	無	ケース⑤*	有	無	無	ケース⑥	有	有	有	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>
検討ケース	津波	波形 (周期)	防波堤	敷地護岸	防波壁																																
ケース①	基準津波 1		有	有	有																																
ケース②			無	有	有																																
ケース③	波圧 検討用津波 (1.5m津波)	基準津波 1	有	有	有																																
ケース④*			有	有	無																																
ケース⑤*			有	無	無																																
ケース⑥			有	有	有																																

東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第 14 図(1) 断面二次元津波シミュレーション解析における時刻歴図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

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

表 6 津波波圧評価に影響する不確かさの考慮方法

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

島根原子力発電所 2号炉

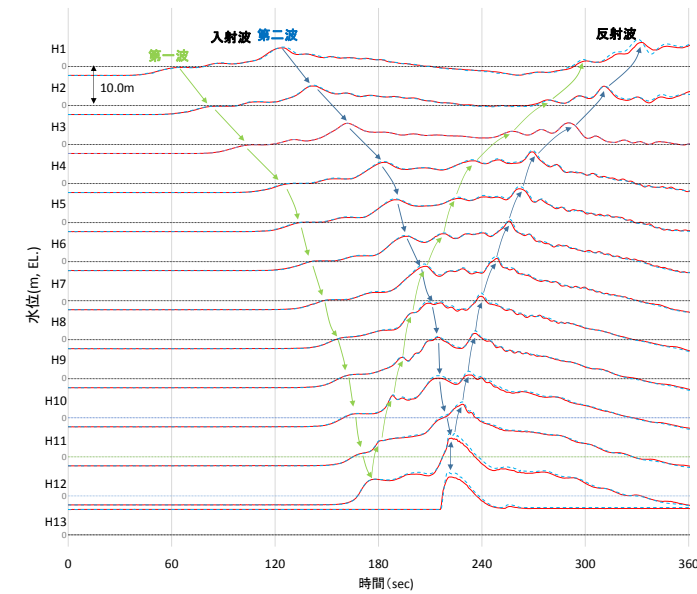
(b) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース③】
 ケース③の解析結果は、以下のとおり、水理模型実験と同等の津波を再現できていることを確認した(H1~H13 地点)。
 ・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している(H1~H12)。
 ・防波壁前面の H13 においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。
 ・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れが確認できる。
 解析条件を第 20 表に、時刻歴波形を第 36 図に示す。

第 20 表 解析条件 (ケース③)

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

※通過波計測ケース

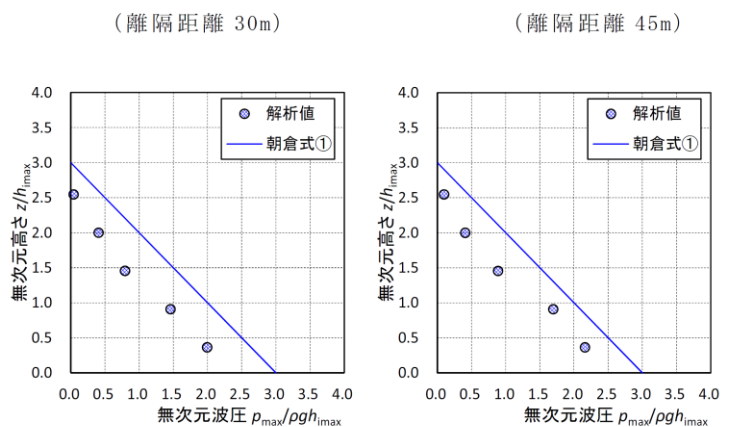
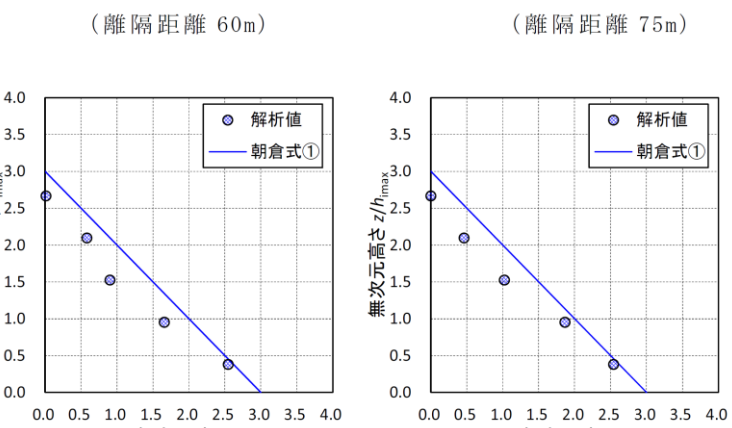
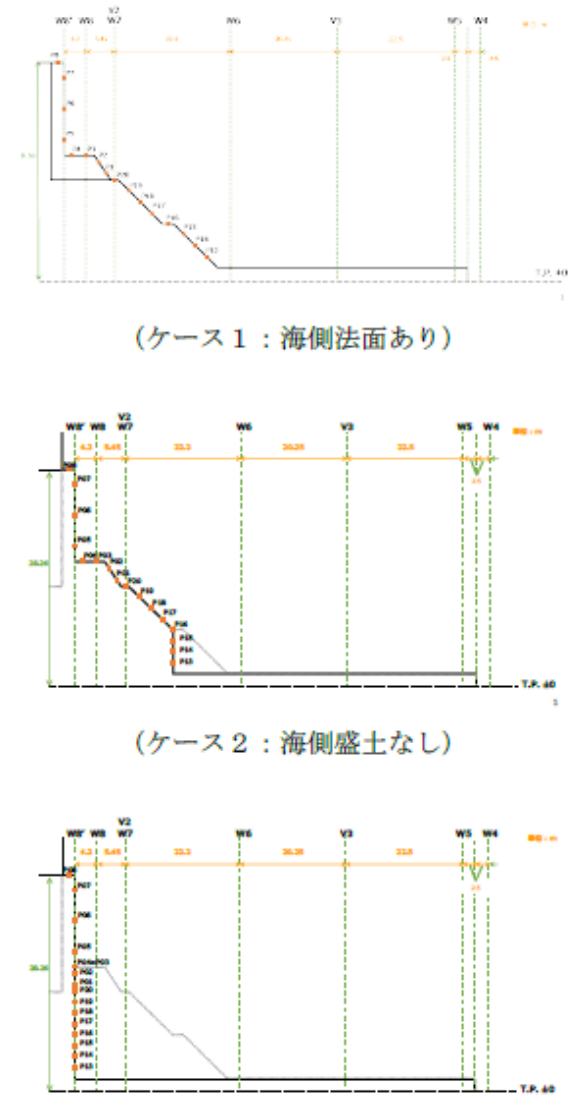
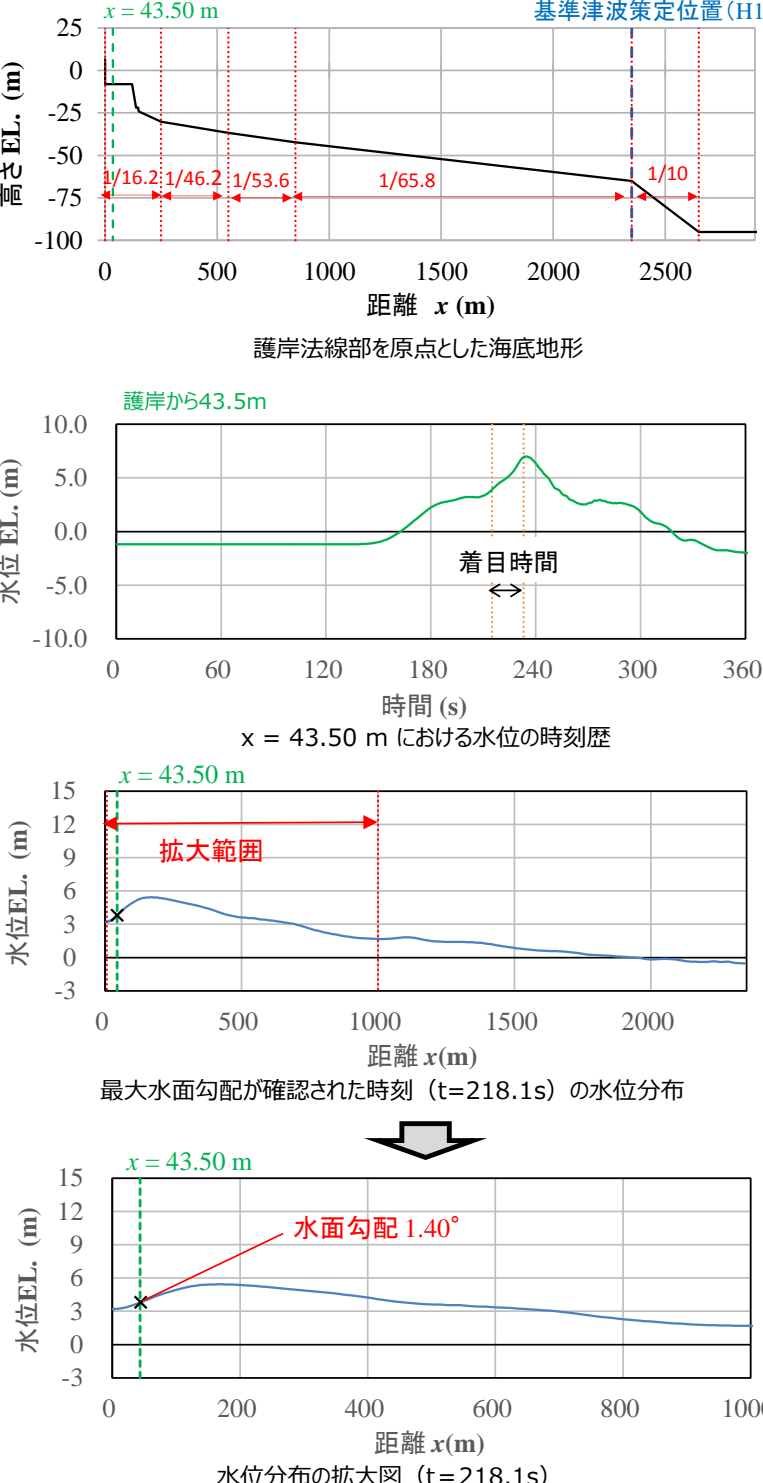
— 赤線: 実験結果
 - - - 青線: 解析結果



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

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="231 304 816 871" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="192 903 875 976">第 14 図(2) 断面二次元津波シミュレーション解析結果図 (最大波圧分布図)</p> <p data-bbox="192 1039 920 1113">b. 防潮堤と海岸線との離隔距離の違いが津波波圧に与える影響検討</p> <p data-bbox="252 1123 920 1291">防潮堤の設置位置は、海岸線から最も近いところで約 30m であり、水理模型実験では海岸線と防潮堤の離隔距離が約 60m 地点の断面 (津波水位が最も高くなる地点) をモデル化した。</p> <p data-bbox="252 1302 920 1428">海岸線と防潮堤の離隔距離を 30m, 45m, 60m, 75m と変化させた場合のソリトン分裂波の影響について検討を行った。なお、入力波形は基準津波を用いて実施した。</p> <p data-bbox="252 1438 920 1648">その結果、防潮堤と海岸線との離隔距離が津波波圧に与える影響は認められず、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合する結果となった。海岸線からの離隔距離別の防潮堤位置の津波波圧分布を第 15 図に示す。</p>	<p data-bbox="943 283 1380 304">a. 敷地法面の形状を変化させた検討</p> <p data-bbox="943 325 1706 577">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り、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 data-bbox="943 588 1706 892">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的に考慮したケース) としているが、各ケースの最大波圧分布は同程度となっており、法面形状の違いによる有意な差異は確認されなかった (図 29)。</p> <p data-bbox="943 903 1706 1155">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 分と長い場合、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> <div data-bbox="964 1228 1676 1638" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="1023 1669 1617 1701">図 27 防潮堤の構造概要：鋼管式鉛直壁 (一般部)</p>	<p data-bbox="1730 283 2003 304">(c) <u>波形の水面勾配</u></p> <p data-bbox="1730 325 2507 441"><u>3号炉の防波壁を対象として、ケース①(基準津波1(防波堤有))の断面二次元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 data-bbox="1730 451 2507 619"><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 1.40° 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。</u></p> <p data-bbox="1730 630 2507 714"><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と考えられる挙動は認められない。</u></p> <p data-bbox="1730 724 2507 808"><u>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。</u></p>	<p data-bbox="2531 283 2804 441">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

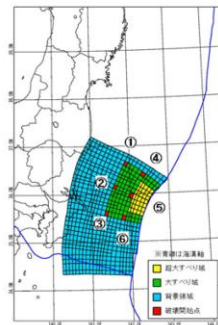
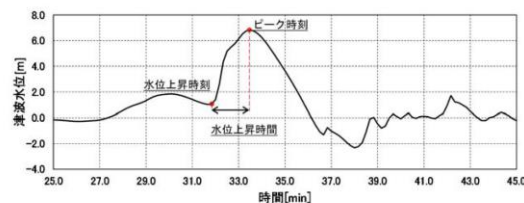
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(離隔距離 30m) (離隔距離 45m)</p>  <p>第 15 図(1) 防潮堤壁面の最大波圧分布図</p> <p>(離隔距離 60m) (離隔距離 75m)</p>  <p>第 15 図(2) 防潮堤壁面の最大波圧分布図</p> <p>c. 津波遡上高さが異なる津波が防潮堤に与える影響について 基準津波の決定に当たっては、津波シミュレーション解析において、断層の破壊開始点位置や破壊伝播速度等をパラメータスタディした中で、防潮堤位置での津波遡上高さが最も高くなる波を抽出している。 防潮堤位置での津波遡上高さが大きい上位 10 波の沖合波形 (沖合 5km 地点) を用いて、防潮堤壁面の津波波圧を確認した。 防潮堤位置の遡上高さ上位 10 波の特性について第 3 表に、水位上昇時間の定義図を第 16 図に、破壊開始点位置図を第 17 図に示す。</p>	<p>女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)</p>  <p>(ケース 1 : 海側法面あり) (ケース 2 : 海側盛土なし) (ケース 3 : 海側法面なし)</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>高さEL. (m) 距離 x (m) 基準津波策定位置 (H1) 護岸法線部を原点とした海底地形</p> <p>水位EL. (m) 時間 (s) 着目時間 x = 43.50 m における水位の時刻歴</p> <p>水位EL. (m) 距離 x (m) 拡大範囲 最大水面勾配が確認された時刻 (t=218.1s) の水位分布</p> <p>水位EL. (m) 距離 x (m) 水面勾配 1.40° 水位分布の拡大図 (t=218.1s)</p> <p>第 3 7 図 最大水面勾配確認結果 (3号炉)</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)

第3表 防潮堤位置の最大水位上昇量の上位10波

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

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



第16図 水位上昇時間の定義図 第17図 破壊開始点位置図

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

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

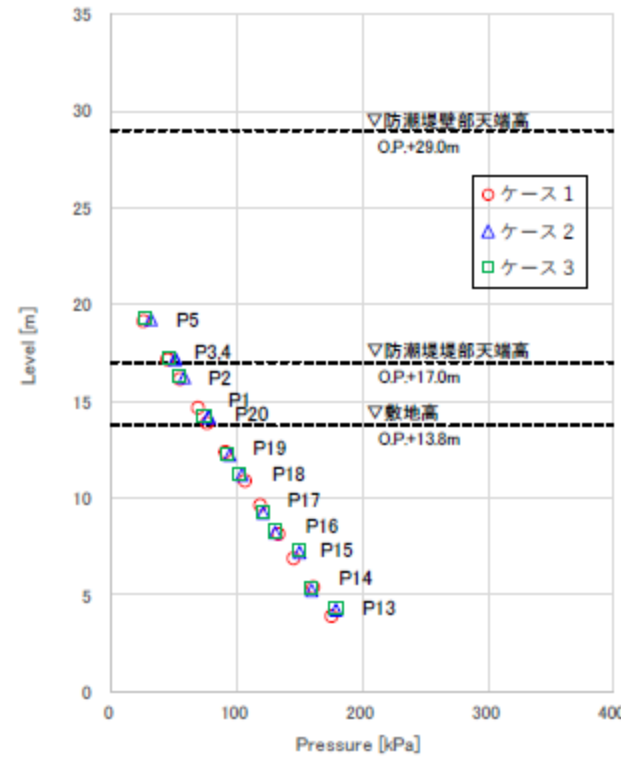


図29 敷地法面の形状を変化させた検討結果

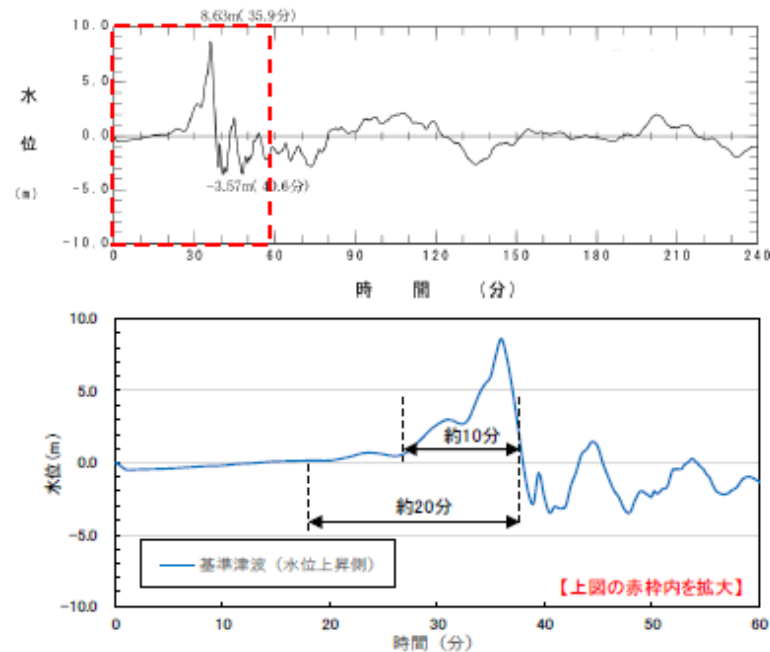


図30 基準津波(水位上昇側)の時刻歴波形

島根原子力発電所 2号炉

(d) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑦】
 ケース⑦の解析結果は、以下のとおり、水理模型実験と同等の津波を再現できていることを確認した(H1~H13地点)。

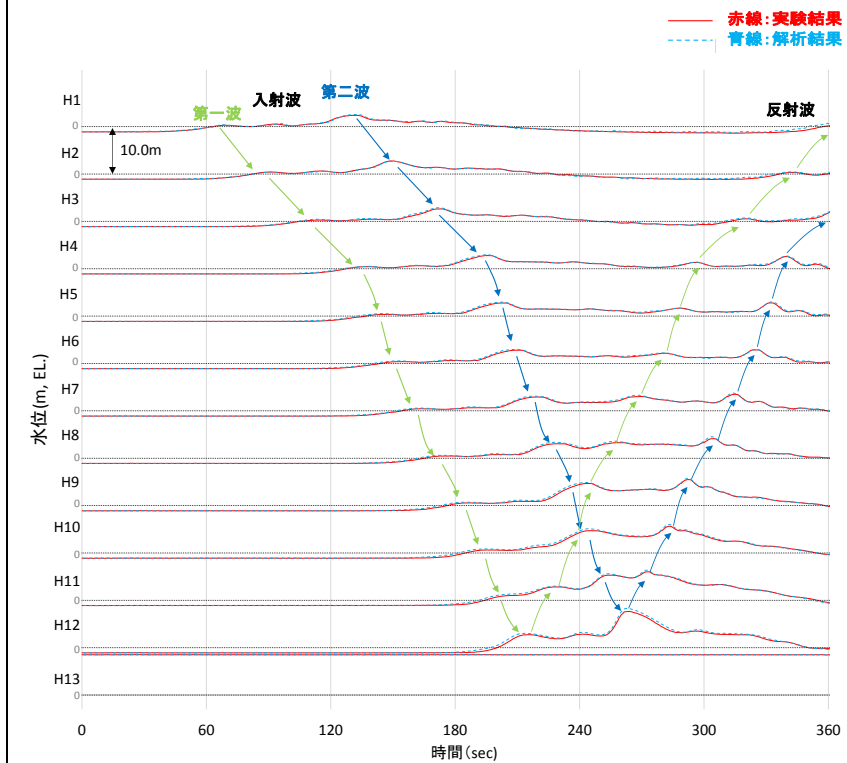
- ・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している(H1~H12地点)。
- ・防波壁前面のH13地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。
- ・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇している。

解析条件を第21表に、時刻歴波形を第38図に示す。

第21表 解析条件(ケース⑦)

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

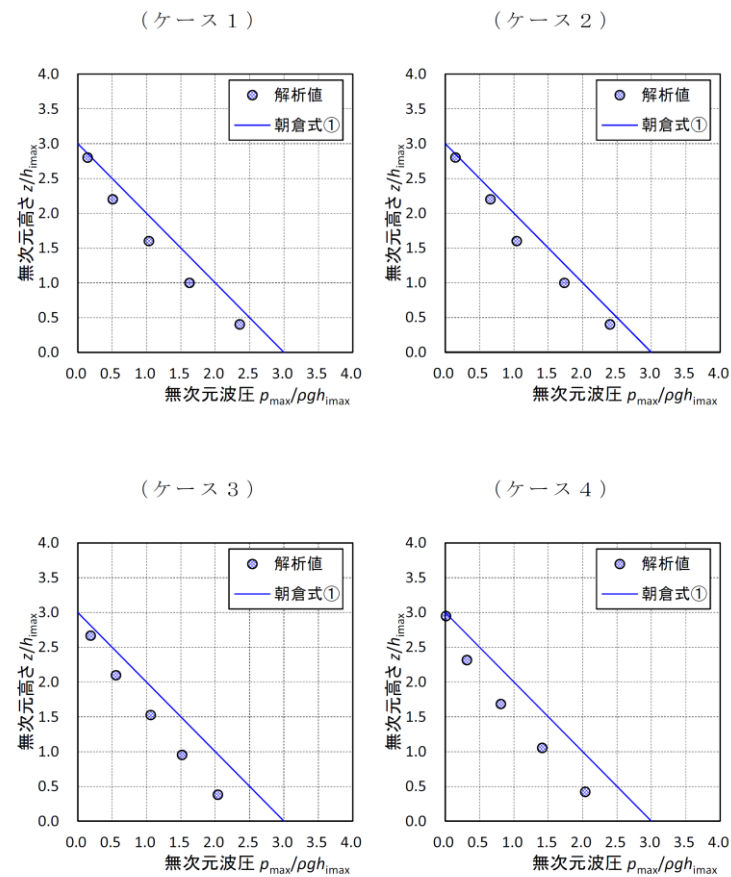
※通過波計測ケース



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

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第 18 図(1) 最大波圧分布図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

b. 基準津波 (水位下降側) の検討

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

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

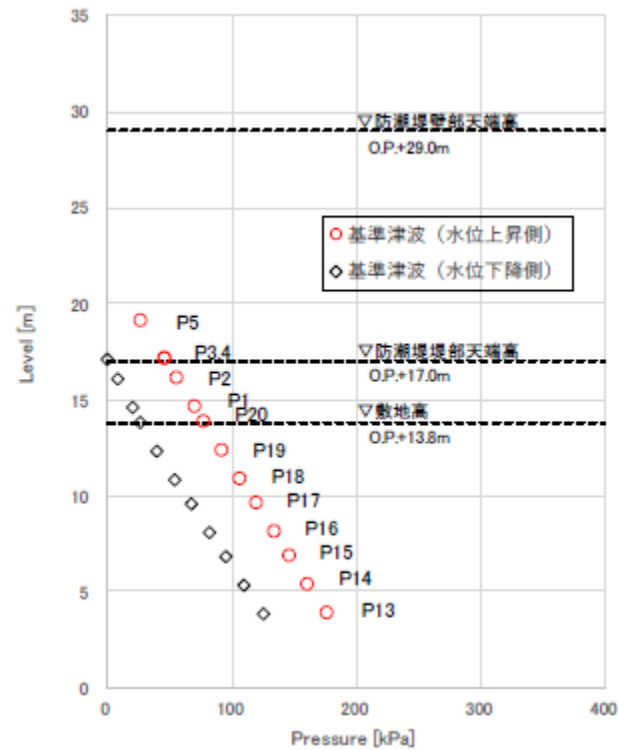


図 31 最大波圧分布

島根原子力発電所 2号炉

(e) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑧】

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

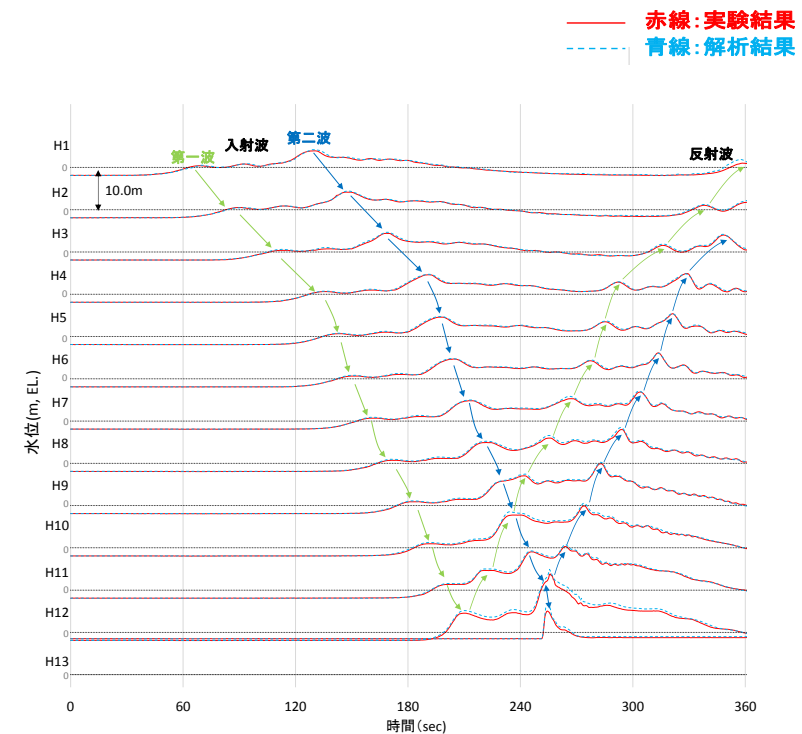
- ・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波及び砕波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇している (H1~H12)。
- ・防波壁前面の H13 においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しない。
- ・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れが確認できる。

解析条件を第 2 2 表に、時刻歴波形を第 3 9 図に示す。

第 2 2 表 解析条件 (ケース⑧)

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

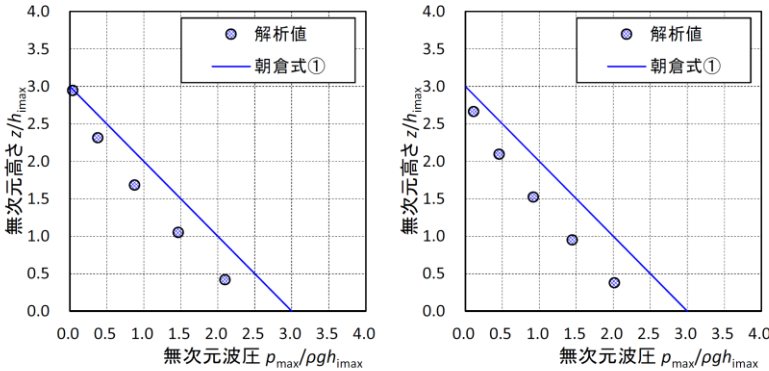
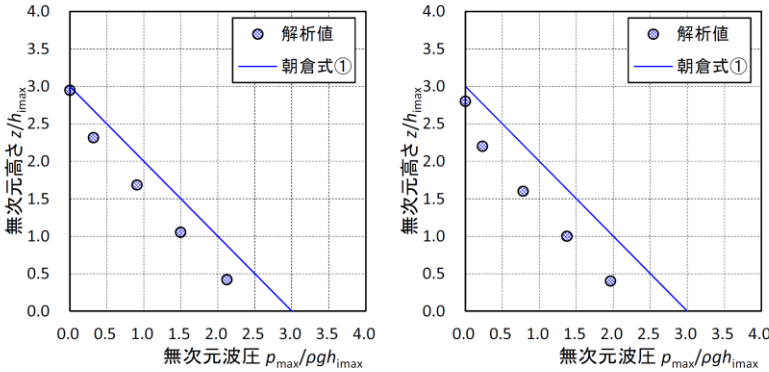
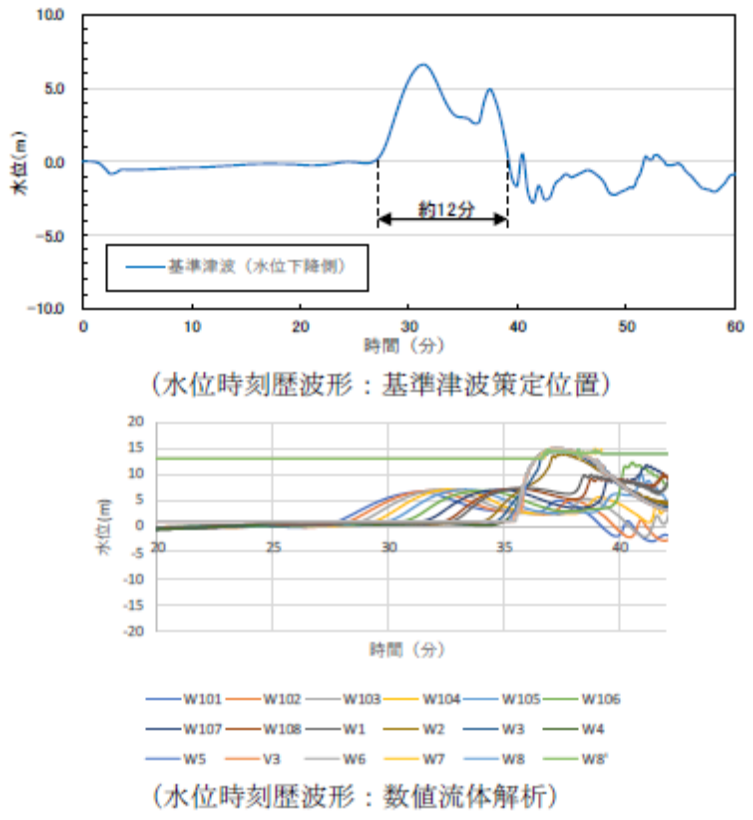
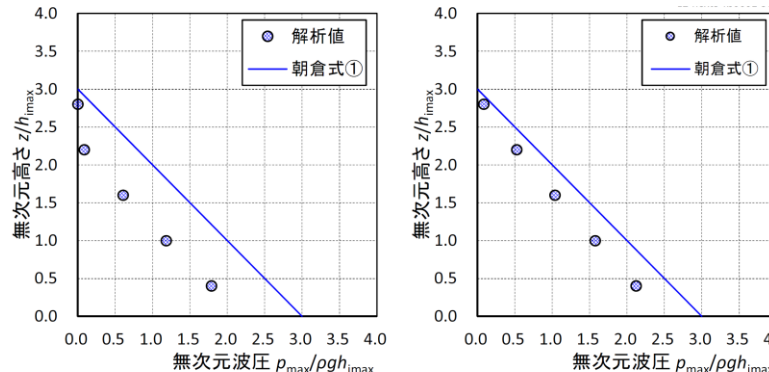
※通過波計測ケース



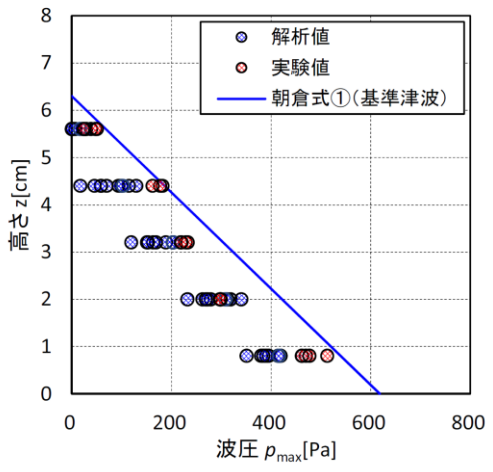
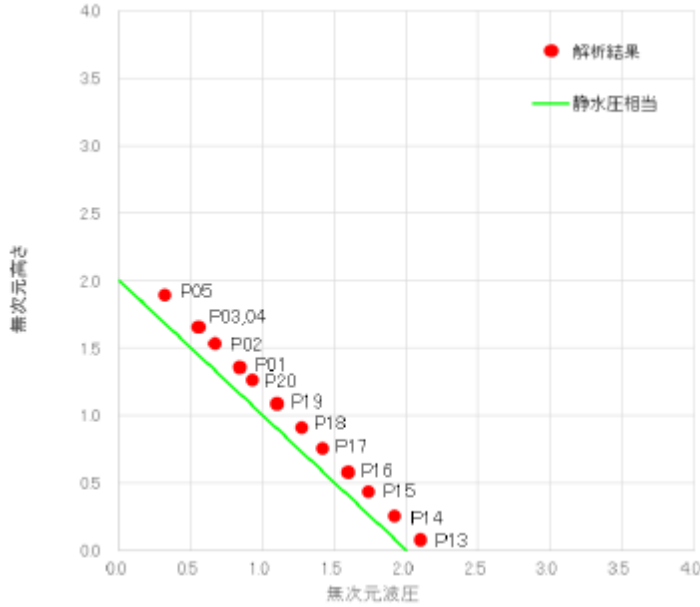
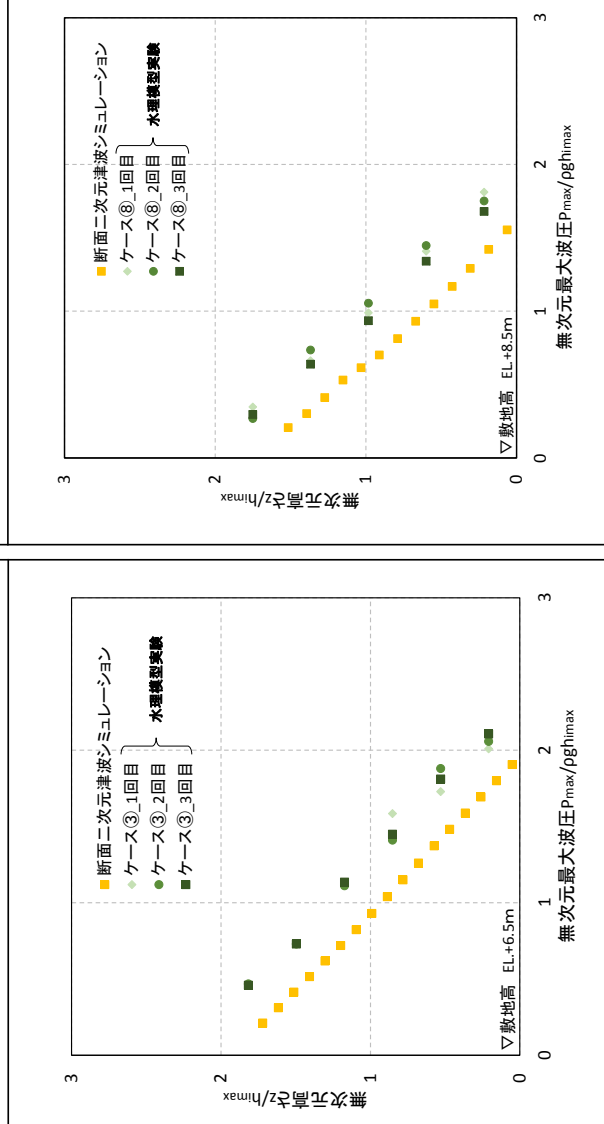
第 3 9 図 断面二次元津波シミュレーションにおける水位の時刻歴波形 (ケース⑧)

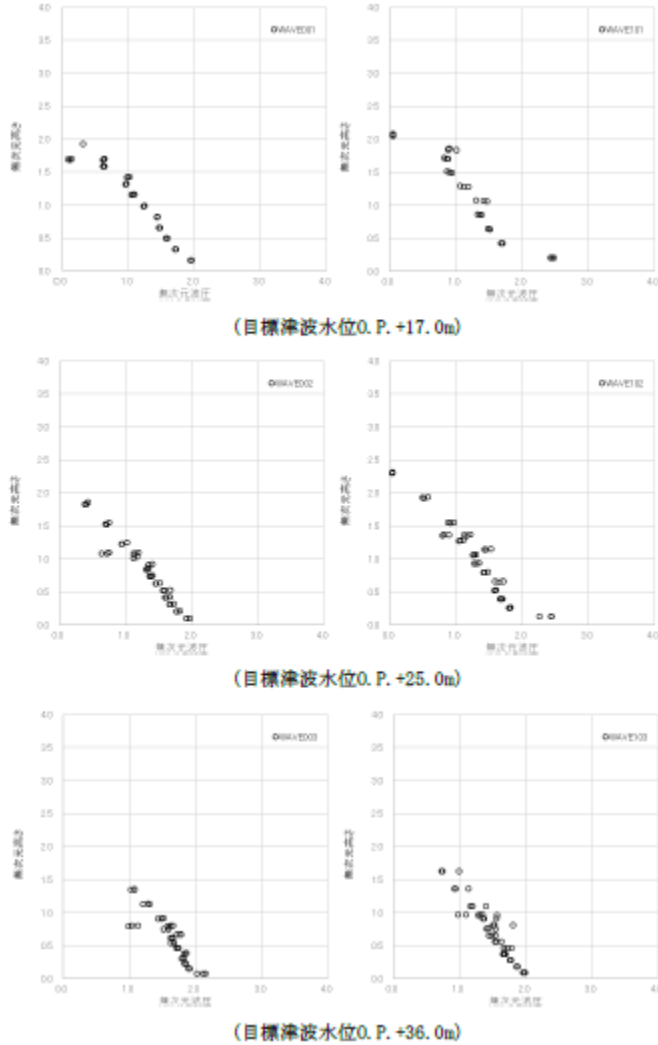
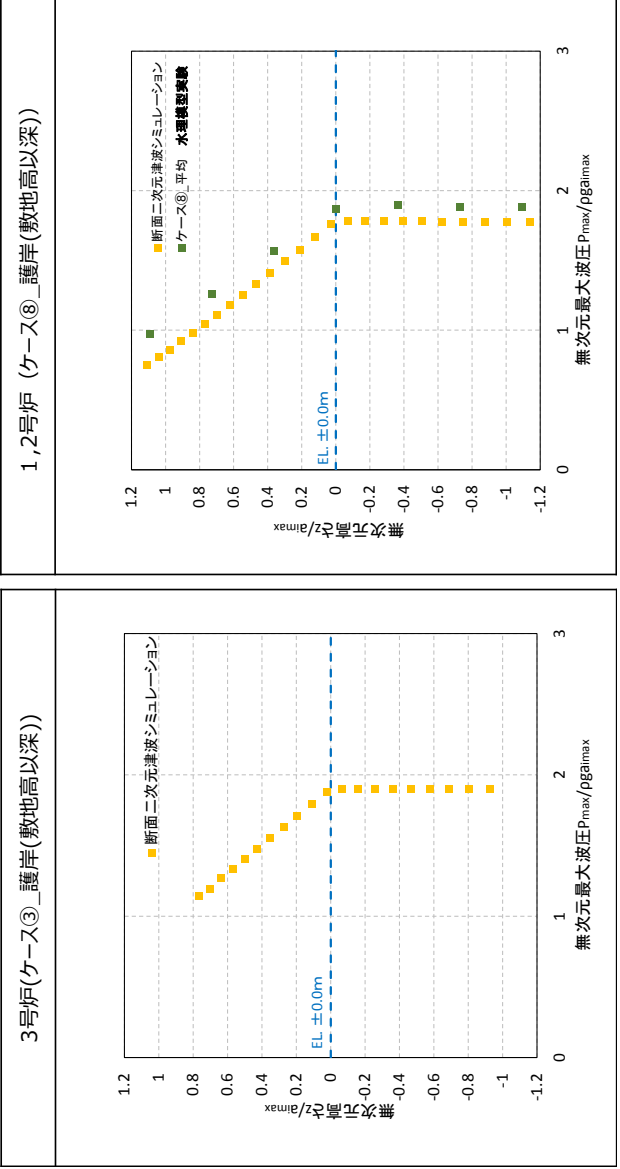
備考

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(ケース 5) (ケース 6)</p>  <p>(ケース 7) (ケース 8)</p> 	 <p>図 32 基準津波 (水位下降側) の検討結果</p>	<p>(f) <u>波形の水面勾配</u></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>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>
<p>第 18 図 (2) 最大波圧分布図</p> <p>(ケース 9) (ケース 10)</p>  <p>第 18 図 (3) 最大波圧分布図</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>(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</p>		

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(4) まとめ</p> <p>水理模型実験結果から、東海第二発電所の敷地前面においては、津波はソリトン分裂波を生じるものの、陸上に遡上する過程で分裂波が減衰し、防潮堤前面位置で砕波も生じないことを確認した。</p> <p>また、伝播する津波による防潮堤壁面の津波波圧は、持続波による津波波圧式(朝倉式①, 朝倉式②)から求められる津波波圧よりも小さく、朝倉式①での再現性が最もよいことを確認した。また、フルード数は1.0を下回ることを確認した。ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。</p> <p>数値波動水路CADMAS-SURF/2Dを用いた水理模型実験の検証結果においても、津波はソリトン分裂波を生じるものの、陸上に遡上する過程で分裂波が減衰し、防潮堤前面位置で砕波も生じないことを確認した。防潮堤壁面における津波波圧は、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、朝倉式①と整合する結果となった。</p> <p>ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。</p> <p>更に、防潮堤と海岸線との離隔距離を変えたケースにおいても同様に、防潮堤壁面の津波波圧は朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合する結果となった。</p> <p>これら水理模型実験結果及び分散波理論に基づく断面二次元津波シミュレーション解析結果のいずれにおいても、防潮堤壁面での最大波圧は朝倉式①による波圧を下回るとともに、分布形は朝倉式①と整合し、ソリトン分裂波及び砕波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されること5条添付27-28を確認した。</p> <p>防潮堤壁面における最大波圧分布を図19に示す。</p> <p>以上のことから、設計用津波波圧の算定においては、朝倉式①より算定することとする。</p>	<p>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、実験結果の平均値で比較した場合、津波の波形特性としての周期や波高の不確かさ考慮による水深係数の有意な差異は確認されなかった(波形特性の違いによる影響よりも実験結果のばらつきの影響が大きくなった)。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>島根原子力発電所 2号炉</p> <p>高さ EL. (m)</p> <p>距離 x (m)</p> <p>基準津波策定位置(H1)</p> <p>護岸法線部を原点とした海底地形</p> <p>水位 EL. (m)</p> <p>時間 (s)</p> <p>着目時間</p> <p>$x = 72.94$ m における水位の時刻歴</p> <p>水位 EL. (m)</p> <p>距離 x (m)</p> <p>拡大範囲</p> <p>最大水面勾配が確認された時刻 ($t = 254.4$s) の水位分布</p> <p>水位 EL. (m)</p> <p>距離 x (m)</p> <p>水面勾配 1.83°</p> <p>水位分布の拡大図 ($t = 254.4$s)</p> <p>第40図 最大水面勾配確認結果 (1, 2号炉)</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="400 766 667 808">第19図 最大波圧分布</p>	 <p data-bbox="979 903 1662 945">図33 無次元波圧分布 (数値流体解析: 水深係数 $\alpha = 2.19$)</p>	<p data-bbox="1736 283 2003 315">(g) 波圧の算定結果</p> <p data-bbox="1736 325 2507 493">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(敷地高以上及び敷地高以深)に作用する波圧分布を第41図に示す。また、敷地高以上及び敷地高以深の1, 2号炉においては比較対象として同じ条件による水理模型実験結果による波圧分布も示す。</p> <p data-bbox="1736 504 2507 630">断面二次元津波シミュレーションにより算出した波圧分布は、水理模型実験と同等の波圧分布であり、再現性があることを確認した。</p> <p data-bbox="1736 640 2507 714">直線型の波圧分布となることから、ソリトン分裂波や碎波による津波波圧への有意な影響はないことを確認した。</p> <div data-bbox="1795 735 2418 1827">  </div> <p data-bbox="1736 1848 2507 1890">第41図(1) 断面二次元津波シミュレーションによる波圧分布</p>	<p data-bbox="2537 283 2804 451">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="943 1310 1703 1388">図 34-1 最大波圧分布 (水理模型実験) (左図：単峰型，右図：二段型)</p>	 <p data-bbox="1724 1402 2504 1436">第 4 1 図 (2) 断面二次元津波シミュレーションによる波圧分布</p>	<p data-bbox="2525 281 2813 449">・設計方針の相違 【東海第二，女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

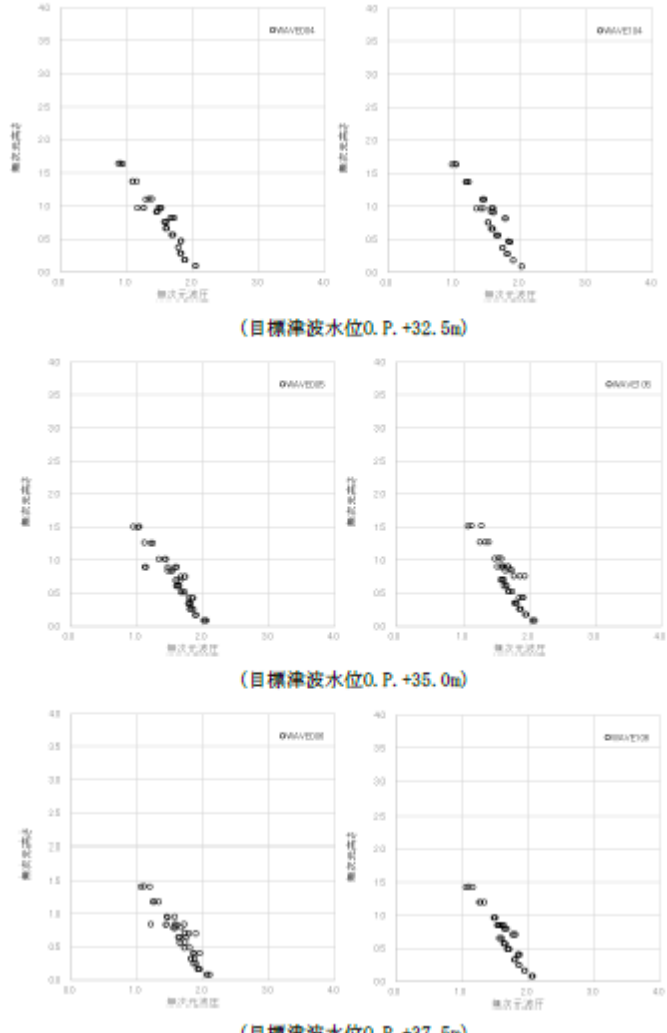
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="943 1312 1706 1386">図 34-2 最大波圧分布 (水理模型実験) (左図：単峰型，右図：二段型)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・設計方針の相違 【東海第二，女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違

表 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

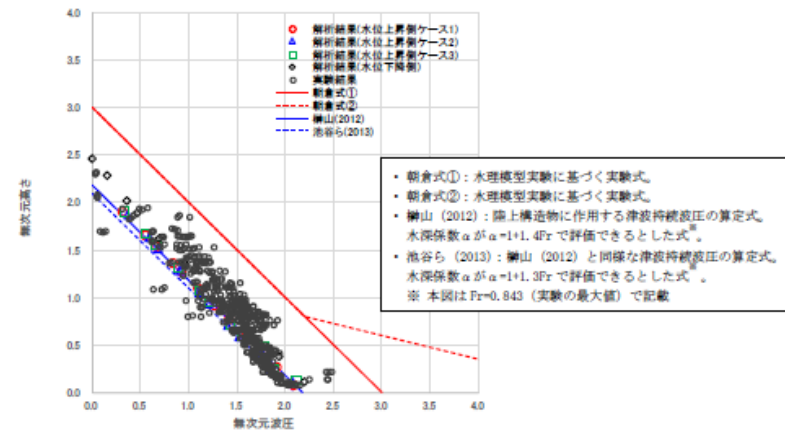
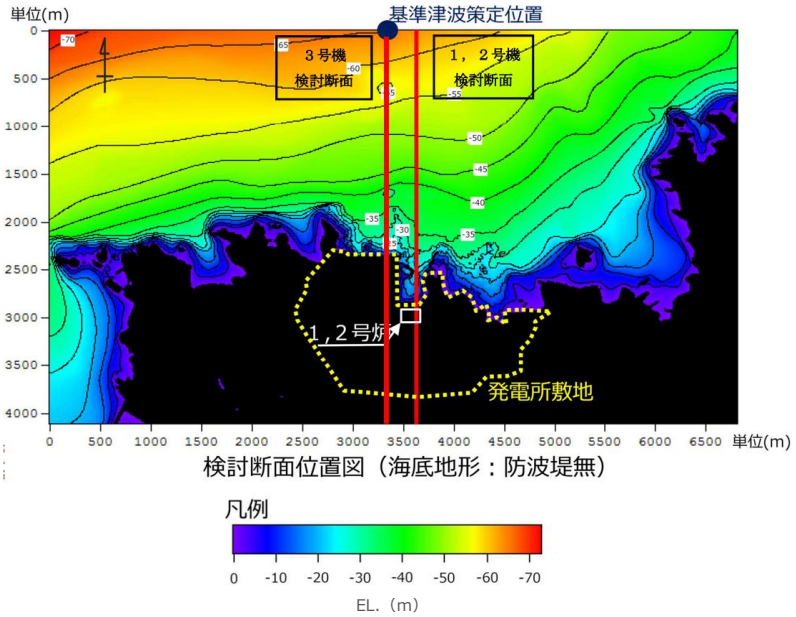
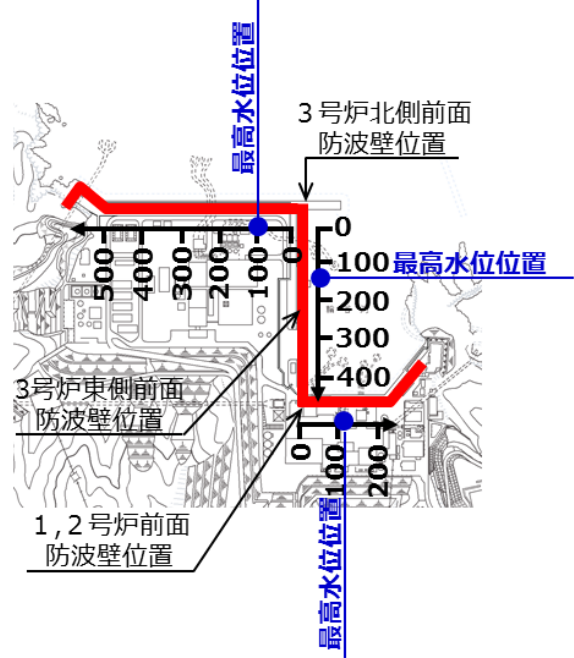


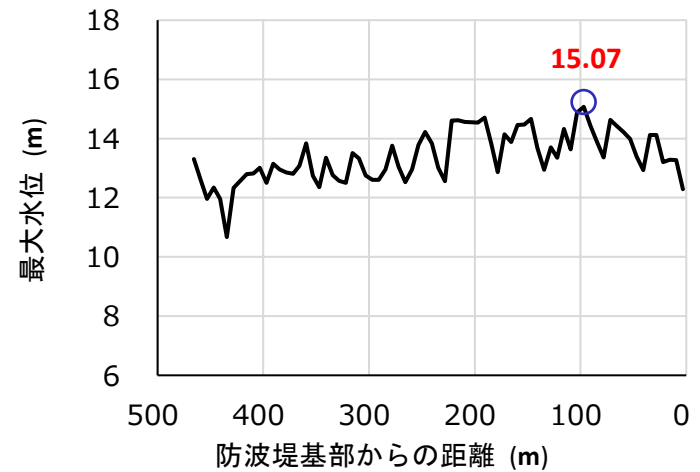
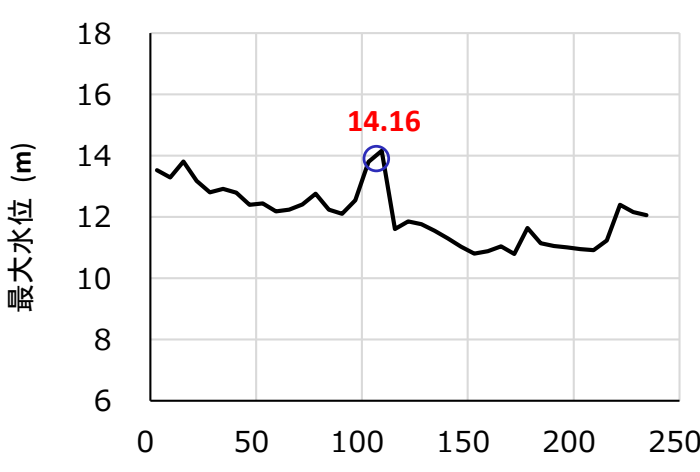
図 35 既往の津波波圧算定式との比較 (無次元最大津波波圧分布)

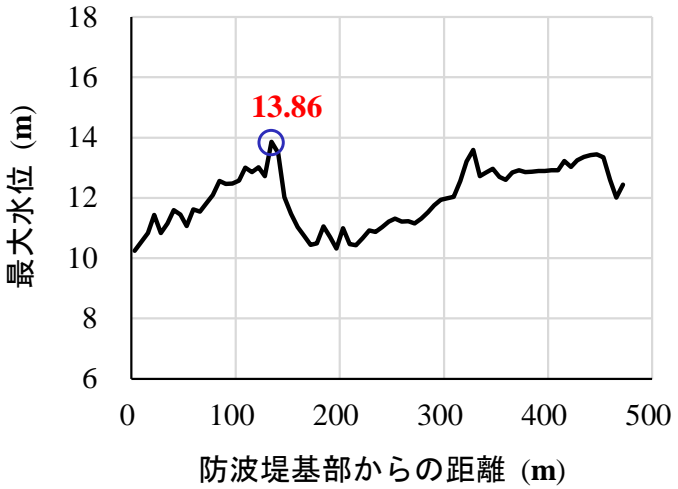
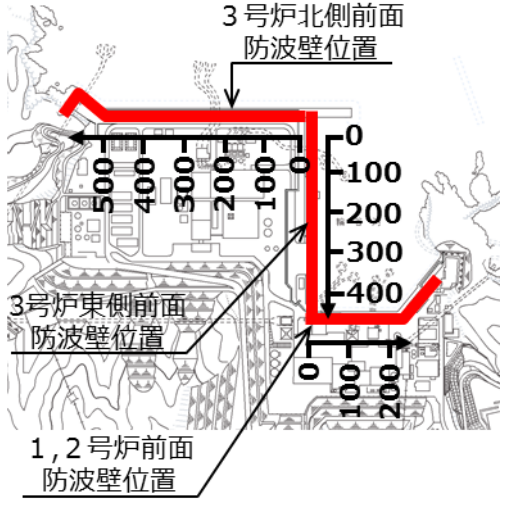
・設計方針の相違
【東海第二, 女川2】
 設計方針の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>4. 三次元津波シミュレーションによる検討</p> <p>(1) 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ため、ここでは複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可能である三次元津波シミュレーションを行い、防波壁に作用する波圧を直接算定し、その影響を確認する。</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、防波壁等への津波波圧の影響の確認ができないことから、前項で用いた波圧検討用津波 (1.5 m津波) を設定する。なお、波圧検討用津波により算定した波圧は、防波壁等の設計用津波波圧として用いるものではない。</p> <p>解析モデルについては、島根原子力発電所の陸海域の地形特性を再現したモデルとする。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>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

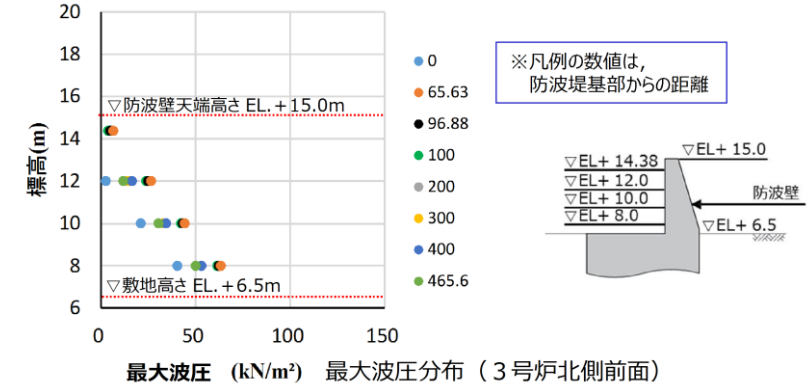
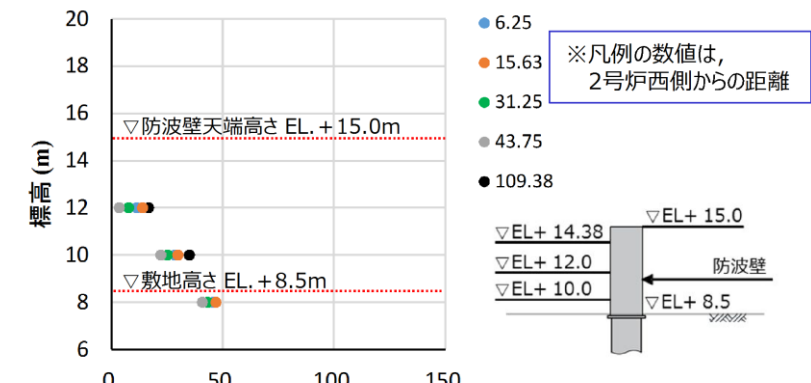
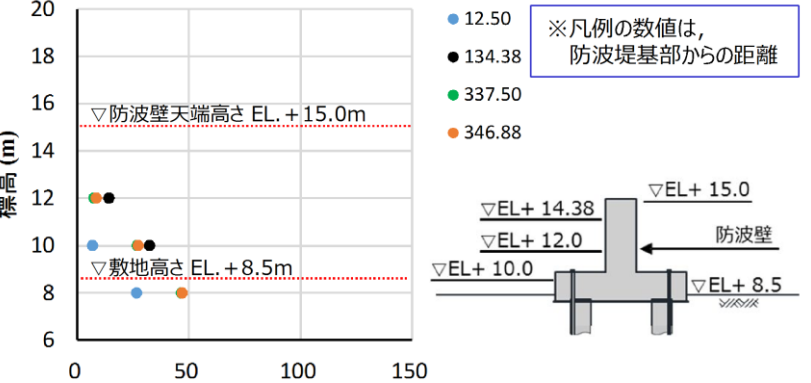
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1774 279 2457 573"> </p> <p data-bbox="1804 594 2427 625">第4.2.2図(2) 入射津波の造波波形図 (防波堤有)</p> <p data-bbox="1774 657 2457 972"> </p> <p data-bbox="1804 993 2427 1024">第4.2.2図(3) 入射津波の造波波形図 (防波堤無)</p> <p data-bbox="1774 1077 2457 1486"> </p> <p data-bbox="1834 1497 2398 1528">第4.2.2図(4) 解析モデル図 (防波堤有) の例</p> <p data-bbox="1745 1581 2516 1881"> <u>(2) 解析条件等</u> <u>防波壁位置での津波の波形を抽出し、ソリトン分裂波や碎波の発生を確認する。</u> <u>解析モデルについては、防波壁位置における津波高さ及び津波波圧を算定するため、陸海域の地形等の特性(1, 2号炉前面が入り組んだ複雑な地形)を再現して海底地形及び敷地をモデル化するとともに、防波壁等の形状及び高さを再現した地形とする。</u> </p>	<p data-bbox="2531 279 2813 447"> ・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違 </p>

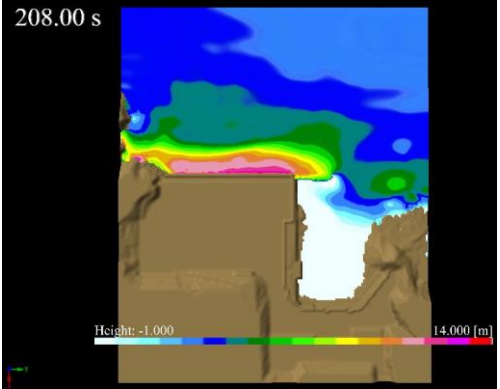
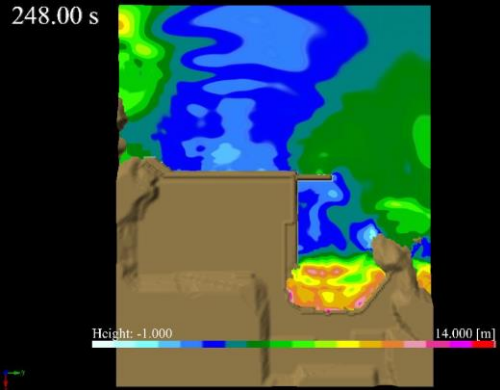
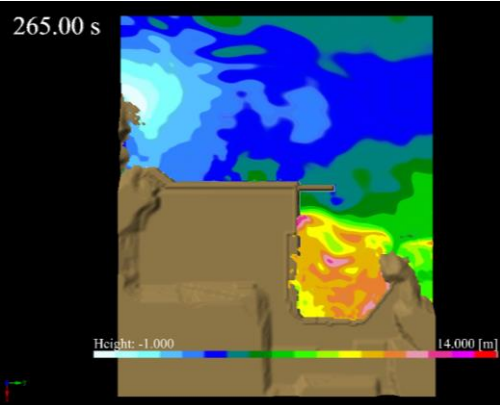
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<p>入射津波については、前項で用いた波圧検討用津波(1.5m津波)を設定する。</p> <p>解析条件を第2.3表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第2.3表 解析条件</p> <table border="1" data-bbox="1783 506 2460 663"> <tr> <td>モデル化領域</td> <td>南北方向：2,175m, 東西方向：1,125m</td> </tr> <tr> <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>(3) 三次元津波シミュレーションより直接算定される最高水位 波圧検討用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 style="text-align: center;">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>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>
モデル化領域	南北方向：2,175m, 東西方向：1,125m								
格子間隔	$\Delta x=6.25m, \Delta y=6.25m, \Delta z=1.0\sim 2.0m$								
解析時間	1079秒(基準津波1の押し波最大波)								

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>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号炉北側前面)</p>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1795 289 2427 745">  </p> <p data-bbox="1813 772 2410 850"> 第44図 (3) 防波壁前面における最高水位分布 (3号炉東側前面) </p> <p data-bbox="1727 907 2502 1071"> (4) 三次元津波シミュレーションより直接算定される津波波圧 波圧検討用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位置を第45図に、最大波圧分布を第46図 に示す。 </p> <p data-bbox="1914 1092 2389 1564">  </p> <p data-bbox="1973 1579 2270 1612"> 第45図 最大波圧位置 </p>	<p data-bbox="2528 283 2813 445"> ・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違によ る記載内容の相違 </p>

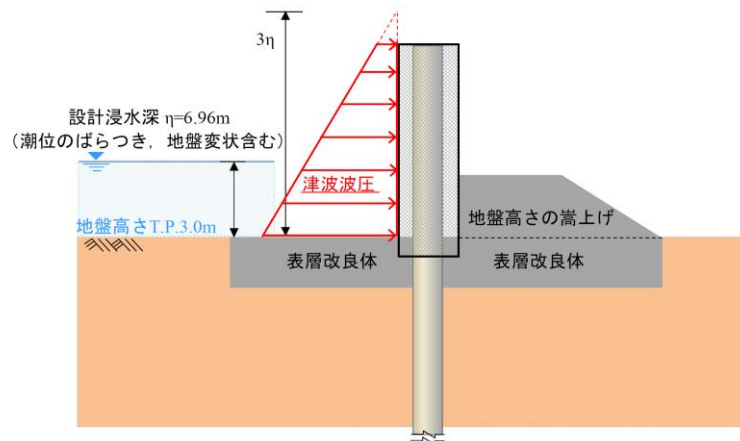
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1736 289 2496 604"> </div> <p data-bbox="1736 636 2496 716">第4.6図(1) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布(3号炉北側前面)</p> <div data-bbox="1736 737 2496 1052"> </div> <p data-bbox="1736 1083 2496 1163">第4.6図(2) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布(1, 2号炉北側前面)</p> <div data-bbox="1736 1184 2496 1499"> </div> <p data-bbox="1736 1530 2496 1610">第4.6図(3) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布(3号炉東側前面)</p> <p data-bbox="1736 1671 2496 1751">(5) 三次元津波シミュレーションより直接算定される津波波圧(標高毎)</p> <p data-bbox="1736 1759 2496 1839">波圧検討用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を直接算定した結果を第4.7図に示す。</p>	<p data-bbox="2531 279 2807 443">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>第4.7図 (1) 防波壁に作用する波圧分布 (3号炉北側前面)</p>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>
		 <p>第4.7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4.7図 (3) 防波壁に作用する波圧分布 (3号炉東側前面)</p>	

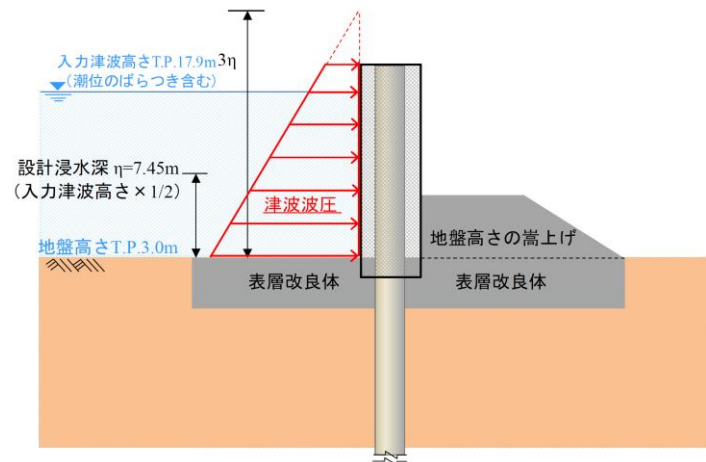
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(参考) 三次元津波シミュレーションによる津波の作用状況 三次元津波シミュレーションによる最大波到達時刻の津波の作用状況を第48図に示す。</p>  <p>第48図(1) 津波の作用状況 (3号炉北側前面)</p>  <p>第48図(2) 津波の作用状況 (1, 2号炉前面)</p>  <p>第48図(3) 津波の作用状況 (3号炉北側前面)</p>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 津波波圧算定式適用に対する考え方</p> <p>(1) 防潮堤及び防潮扉</p> <p>防潮堤及び防潮扉位置図を第20図に示す。</p> <p>防潮堤がないモデルで実施した水理模型実験においては、防潮堤通過位置におけるフルード数が1.0を下回っており、水理模型実験結果及び分散波理論に基づく断面二次元津波シミュレーション解析結果から、設計用津波波圧は朝倉式①に基づき算定する。</p> <p>朝倉式①に用いるη (設計浸水深) については、水理模型実験結果、断面二次元津波シミュレーション解析結果、平面二次元津波シミュレーション解析から求められた浸水深及び入力津波高さと地盤高さとの差の1/2を用いて朝倉式①により算出した波圧分布を比較した。第21図及び第22図に津波荷重の作用イメージ図を、第23図に最大波圧分布の比較を示す。</p> <p>比較の結果、朝倉式①に用いるη (設計浸水深) については、入力津波高さと地盤高さとの差の1/2を用いるものとする。</p>  <p>第20図 防潮堤及び防潮扉位置図</p>	<p>3. 津波波圧算定式適用に対する考え方</p> <p>(1) 津波波圧の確認結果と考察</p> <p>女川原子力発電所の防潮堤の設計で考慮する津波波圧に関して、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析 (断面二次元津波シミュレーション解析) 及び水理模型実験により検討を行った。確認結果の概要及び考察を表8～表10に示す。</p> <p>基準津波の発生に伴い、女川防潮堤には水位上昇型の津波が作用し、波圧分布としてはおおむね静水圧程度となることを確認した。また、津波波圧評価における不確かさとして、敷地法面の形状変化の影響、基準津波 (水位上昇側) と異なる特性の津波の影響、周期の異なる津波の影響、波高の異なる津波の影響を考慮して検討した結果、いずれのケースにおいても分裂波や衝撃圧が発生せず、津波波圧への影響が小さいことを確認した。</p> <p>女川原子力発電所の基準津波の第1波は、周辺地形からの回り込みや反射の影響をほとんど受けずに策定位置から直線的に到達し、波の重なり合いによる二段型波形が特徴 (図30) となっている。基準津波を対象とした数値流体解析結果の考察として、二段型波形全体としての津波の半周期は約10～20分と長いことに起因し、水面全体が緩やかに上昇するような津波が作用し、分裂波や衝撃圧が発生せずに、防潮堤に作用する津波波圧がおおむね静水圧と小さくなったことが要因と考えられる (図17～図19)。</p> <p>また、模擬津波を対象とした水理模型実験結果の考察として、二段型津波 (半周期20分) と単峰型津波 (半周期5分) の結果を比較 (表9) すると、実験結果のばらつきはあるが、周期 (波長) の短い単峰型津波の方が流速及びフルード数が大きくなる傾向が確認できる。一般的には流速が大きくなると津波波圧への影響が大きくなるが、女川サイトの特徴として防潮堤を高台上に設置していることから、防潮堤に作用する津波としては浸水深 (水位) の大きい条件となるため、浸水深の大きさによってフルード数の上昇が抑えられ、流速の大きい単峰型津波を含めた全てのケースでフルード数が1以下の穏やかな流れ (常流) となり、分裂波や衝撃圧が発生せずに、防潮堤に作用する津波波圧がおおむね静水圧と小さくなったと考えられる。</p> <p>また、津波水位の大きさを比較した場合、水位条件の大小に</p>	<p>5. 既往の津波波圧算定式との比較</p> <p>(1) 検討概要</p> <p><u>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、津波波圧の算定にあたっては、波圧検討用津波 (1.5m津波) を用いる。</u></p> <p>島根原子力発電所の防波壁の位置図を第49図に、断面図を第50図に示す。</p>  <p>第49図 防波壁位置図</p>  <p>第50図 (1) 防波壁構造図 (多重鋼管杭式擁壁) 断面図</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12版)



第21図 津波荷重の作用イメージ
(平面二次元津波シミュレーション解析結果)



第22図 津波荷重の作用イメージ図 (入力津波×1/2)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6版)

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

以上の結果を踏まえ、ソリトン分裂波による津波波圧への有意な影響がないこと、フルード数が1以下となること、津波波圧の水深係数が3以下となることから、波形特性の不確かさを考慮しても防潮堤に作用する津波波圧は朝倉式①に包含されることを確認した。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの解析は行っていないが、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。

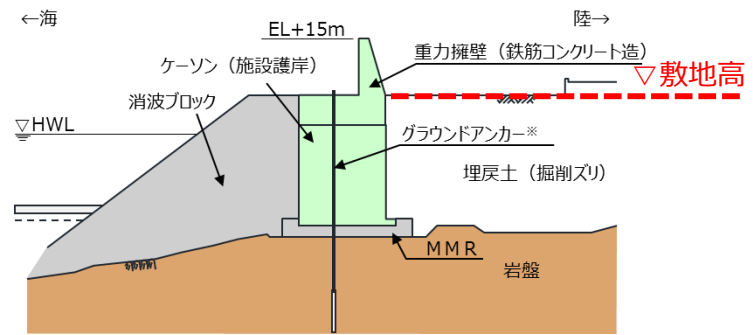
表8 津波波圧の確認結果

確認方法	確認結果
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 女川防潮堤(鋼管式鉛直壁)を模擬した数値流体解析により、基準津波の特性や津波波圧等を確認した。 ✓ 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。 ✓ 基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した。また、防潮堤に作用する波圧分布は単直線型となり、おおむね静水圧となった。 ✓ 護岸からの通過波浸水深を基準に非次元化した場合の水深係数は3以下となった。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの解析は行っていないが、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。 ✓ 防潮堤に作用する津波波圧は朝倉式①に包含されることを確認した。
水理模型実験	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 女川防潮堤(鋼管式鉛直壁)を模擬した水理模型実験により、津波の波形特性(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。 ✓ 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単直線型となった。 ✓ 護岸からの通過波浸水深を基準に非次元化した場合の水深係数は3以下となった。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの実験は行っていないが、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。 ✓ 防潮堤に作用する津波波圧は朝倉式①に包含されることを確認した。

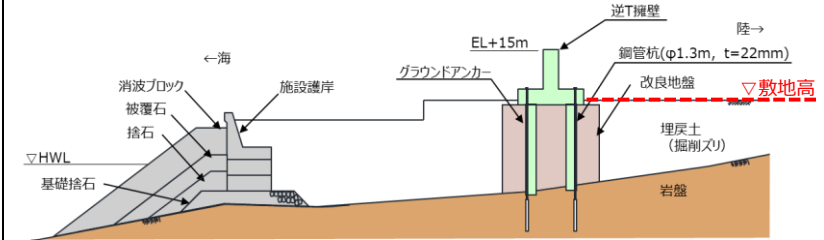
表9 水理模型実験による流速・フルード数の整理

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

島根原子力発電所 2号炉



第50図(2) 防波壁構造図(波返重力擁壁)
断面図



第50図(3) 防波壁構造図(鋼管杭式逆T擁壁)
断面図

(2) 津波波圧算定フロー

既往の津波波圧算定式は、第51図に示すフローにて妥当性を確認する。

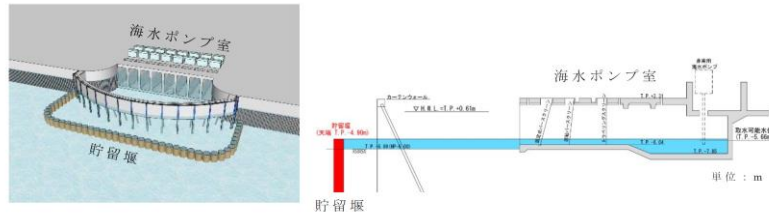
敷地高以上については、水理模型実験、断面二次元及び三次元津波シミュレーションにより防波壁に作用する波圧を直接算出し、朝倉式により算出した津波波圧と比較する。

敷地高以深については、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に作用する波圧を直接算出し、谷本式により算出した津波波圧と比較する。

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																				
<p>第 23 図 最大波圧分布の比較</p>	<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">不況中の有無の目的</th> <th rowspan="2">検討方法</th> <th colspan="4">確認事項</th> <th rowspan="2">考察</th> </tr> <tr> <th>分層波の発生</th> <th>層波の発生</th> <th>波圧分布の形状</th> <th>津波波圧の最大値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基礎波 (水面上層)</td> <td>—</td> <td>【基本ケース】 数値解析</td> <td>発生しない (非分層)</td> <td>発生しない (層波)</td> <td>層波分布</td> <td>2.18</td> <td>津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。</td> </tr> <tr> <td>基礎波 (水面上層)</td> <td>数値解析の出力変化の影響確認 (波圧変化による変位の可変性を考慮)</td> <td>数値解析</td> <td>発生しない (非分層)</td> <td>発生しない (層波)</td> <td>層波分布</td> <td>ケース1: 2.18 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。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、層波が層中に上昇するよう津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。また、波高の変化の影響がほとんど認められないものと考えられる。</td> </tr> <tr> <td>基礎波 (水面上層)</td> <td>基本ケースと異なる特性の津波の影響確認</td> <td>数値解析</td> <td>発生しない (非分層)</td> <td>発生しない (層波)</td> <td>層波分布</td> <td>2.24</td> <td>津波の半周期が約 12 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、基本ケースと異なる特性の津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。</td> </tr> <tr> <td>基礎波 (中層)</td> <td>基礎波の異なる特性の津波の影響確認 (基礎波の異なる特性を考慮)</td> <td>水質解析</td> <td>発生しない (非分層)</td> <td>発生しない (層波)</td> <td>層波分布</td> <td>5分: 2.12~2.21 20分: 2.22~2.29 (実験結果の平均値で算出)</td> <td>基礎波の異なる特性の津波が作用し、基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。</td> </tr> <tr> <td>基礎波 (中層)</td> <td>基礎波の異なる特性の津波の影響確認 (基礎波の異なる特性を考慮)</td> <td>水質解析</td> <td>発生しない (非分層)</td> <td>発生しない (層波)</td> <td>層波分布</td> <td>110分: 2.18~2.28 220分: 2.12~2.22 235分: 2.21~2.24 250分: 2.27~2.27 260分: 2.22~2.24 275分: 2.21~2.21 (実験結果の平均値で算出)</td> <td>基礎波の異なる特性の津波が作用し、基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。</td> </tr> </tbody> </table>	検討ケース	不況中の有無の目的	検討方法	確認事項				考察	分層波の発生	層波の発生	波圧分布の形状	津波波圧の最大値	基礎波 (水面上層)	—	【基本ケース】 数値解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	2.18	津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。	基礎波 (水面上層)	数値解析の出力変化の影響確認 (波圧変化による変位の可変性を考慮)	数値解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	ケース1: 2.18 ケース2: 2.17 ケース3: 2.20	津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、層波が層中に上昇するよう津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。また、波高の変化の影響がほとんど認められないものと考えられる。	基礎波 (水面上層)	基本ケースと異なる特性の津波の影響確認	数値解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	2.24	津波の半周期が約 12 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、基本ケースと異なる特性の津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。	基礎波 (中層)	基礎波の異なる特性の津波の影響確認 (基礎波の異なる特性を考慮)	水質解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	5分: 2.12~2.21 20分: 2.22~2.29 (実験結果の平均値で算出)	基礎波の異なる特性の津波が作用し、基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。	基礎波 (中層)	基礎波の異なる特性の津波の影響確認 (基礎波の異なる特性を考慮)	水質解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	110分: 2.18~2.28 220分: 2.12~2.22 235分: 2.21~2.24 250分: 2.27~2.27 260分: 2.22~2.24 275分: 2.21~2.21 (実験結果の平均値で算出)	基礎波の異なる特性の津波が作用し、基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。	<p>波圧検用津波の設定【2章】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【敷地高以上】</p> <p>① 三次元津波シミュレーションによる津波波圧算定【2章】</p> <p>↓</p> <p>② 朝倉式による津波波圧算定【3.3章】</p> <p>↓</p> <p>津波波圧の比較【3.4章】</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【敷地高以深】</p> <p>③ 三次元津波シミュレーションによる津波波圧算定【2章】</p> <p>↓</p> <p>④ 谷本式による津波波圧算定【3.5章】</p> <p>↓</p> <p>津波波圧の比較【3.6章】</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既往の津波算定式の妥当性を確認</p> <p style="text-align: center;">第 5.1 図 検討フロー</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 - 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>朝倉式概念図を第 5.2 図に、朝倉式における津波波圧の考え方を第 5.3 図に示す。</p> <p><u>朝倉式</u></p> $q Z = \rho g (a \eta - z)$ <p>ここに、</p> <p>$q Z$: 津波波圧 (kN/m²)</p> <p>η : 浸水深 (通過波の浸水深 = 最大浸水深の 1/2)</p> <p>z : 当該部分の地盤面からの高さ (0 ≤ z ≤ a h)</p> <p>a : 水深係数 (最大 : 3)</p> <p>ρg : 海水の単位体積重量 (kN/m³)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>
検討ケース	不況中の有無の目的				検討方法	確認事項				考察																																													
		分層波の発生	層波の発生	波圧分布の形状		津波波圧の最大値																																																	
基礎波 (水面上層)	—	【基本ケース】 数値解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	2.18	津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。																																																
基礎波 (水面上層)	数値解析の出力変化の影響確認 (波圧変化による変位の可変性を考慮)	数値解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	ケース1: 2.18 ケース2: 2.17 ケース3: 2.20	津波の半周期が約 10~20 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、層波が層中に上昇するよう津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。また、波高の変化の影響がほとんど認められないものと考えられる。																																																
基礎波 (水面上層)	基本ケースと異なる特性の津波の影響確認	数値解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	2.24	津波の半周期が約 12 分と長い。水質全体が層中に上昇するよう津波が作用し、基本ケースと異なる特性の津波が作用し、分層波や層波が発生せず。数値解析に作用する津波波圧が最大となる高さの波が小さくなるものと考えられる。																																																
基礎波 (中層)	基礎波の異なる特性の津波の影響確認 (基礎波の異なる特性を考慮)	水質解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	5分: 2.12~2.21 20分: 2.22~2.29 (実験結果の平均値で算出)	基礎波の異なる特性の津波が作用し、基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。																																																
基礎波 (中層)	基礎波の異なる特性の津波の影響確認 (基礎波の異なる特性を考慮)	水質解析	発生しない (非分層)	発生しない (層波)	層波分布	110分: 2.18~2.28 220分: 2.12~2.22 235分: 2.21~2.24 250分: 2.27~2.27 260分: 2.22~2.24 275分: 2.21~2.21 (実験結果の平均値で算出)	基礎波の異なる特性の津波が作用し、基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。基礎波の異なる特性の影響が確認された。																																																
<p>(2) 貯留堰</p> <p>a. 貯留堰に適用する津波波圧算定式</p> <p>貯留堰の鳥瞰図を第 24 図に、断面図を第 25 図に示す。貯留堰は、鋼管矢板を連結した構造であり、引き波時に海底面から突出した鋼管矢板頂部 (T.P. -4.9m) において海水を貯留する。</p> <p>このため、貯留堰に有意な津波波力が作用するのは、引き波により海水貯留堰が海面から露出し、その後、押し波が貯留堰に作用してから越流するまでの間に限定される。</p> <p>「防波堤の耐津波設計ガイドライン (国土交通省港湾局)」(平成 27 年 12 月一部改訂) によると、津波が構造物を越流する場合の津波荷重の算定については、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態の方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較して高い方を採用する必要があるとしている。</p> <p>このため、貯留堰における津波波力としては、越流直前の波力及び越流時の静水圧差のうち保守的なものを適用することとする。</p>																																																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第 24 図 貯留堰鳥瞰図 第 25 図 貯留堰断面図

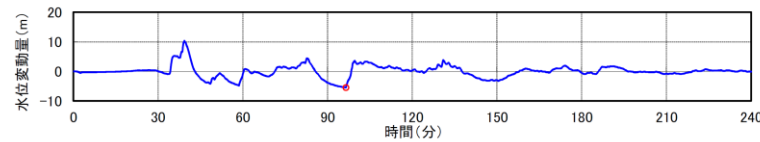
b. 越流直前の津波波力の設定方針

引き波時における貯留堰前面の時刻歴水位を第 26 図に示す。

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

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

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



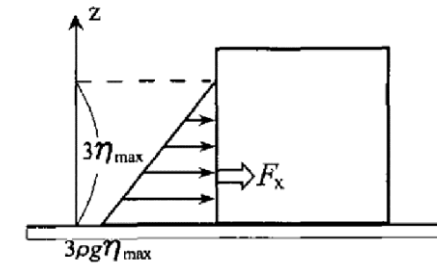
第 26 図 貯留堰周りにおける引き波水位の時刻歴図

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

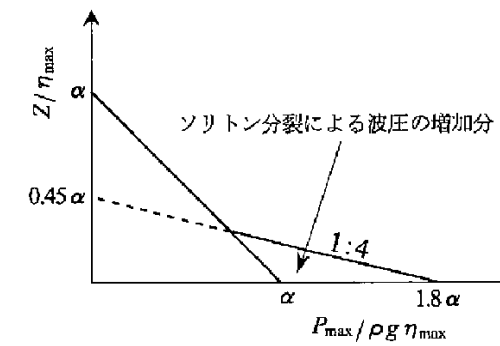
島根原子力発電所 2号炉

備考

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

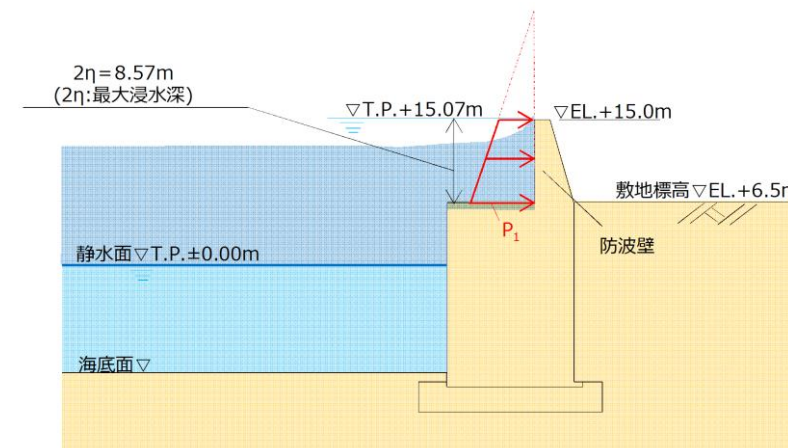


非分裂波の場合の津波水平波圧



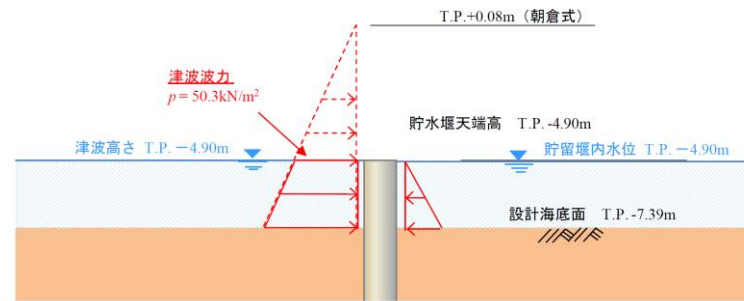
分裂波の無次元最大波圧分布

第 5 2 図 朝倉式の概念図



第 5 3 図 朝倉式における津波波圧の考え方

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



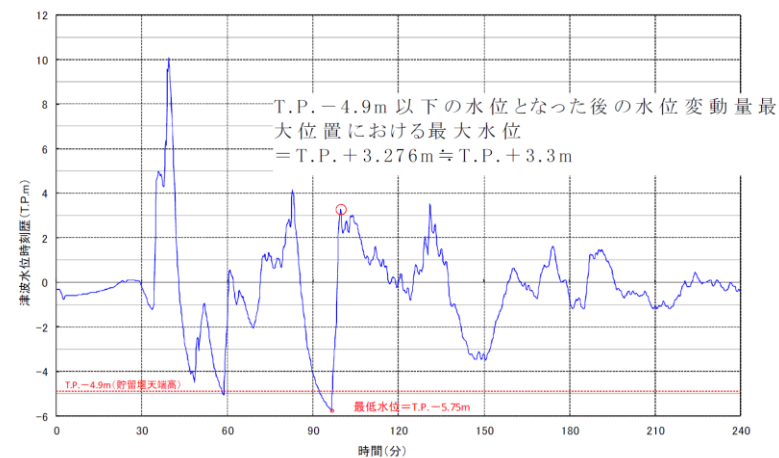
第 27 図 津波波力の作用イメージ図

c. 越流時の津波波力の設定方針

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

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

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



第 28 図 貯留堰の内外の水位差が最大となる時刻歴水位波形図

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

※朝倉式による津波波圧算定 (参考)

朝倉式で用いる「通過波の浸水深」と、入力津波高さから敷地標高を引いた「最大浸水深の 1/2」について、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。

・ 3号炉の模型実験

ケース③: 防波壁がある場合の最大浸水深 h の 1/2

ケース④: 防波壁位置の通過波の浸水深

第 2 4 表 保守的な浸水深 η の模型実験による確認結果 (3号炉)

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

・ 1, 2号炉の模型実験

ケース⑧: 防波壁がある場合の最大浸水深 h の 1/2

ケース⑨: 防波壁位置の通過波の浸水深

第 2 5 表 保守的な浸水深 η の模型実験による確認結果 (1, 2号炉)

実験ケース	最大浸水深 h	h/2	浸水深 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)

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。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="311 724 756 756">第29図 津波波力の作用イメージ図</p> <p data-bbox="178 819 920 1071">d. まとめ 貯留堰における津波波力について、越流直前の波力及び越流時の静水圧差について検討した。この結果、越流時の静水圧差の方が越流直前の波力を上回る結果となった。このため、貯留堰における津波波力として、保守的に越流時の静水圧差を考慮することとする。</p>		<p data-bbox="1736 367 2270 399">(4) 津波波圧の比較 朝倉式 (敷地高以上)</p> <p data-bbox="1736 409 2507 577">3号炉北側の防波壁のうち敷地高以上における三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布を第54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及び断面二次元シミュレーションによる波圧分布も示す。</p> <p data-bbox="1736 588 2507 756">三次元津波シミュレーション、水理模型実験及び断面二次元シミュレーションにおいて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く、朝倉式による波圧分布が全ての波圧を包絡することを確認した。</p>	<p data-bbox="2537 283 2804 441">・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

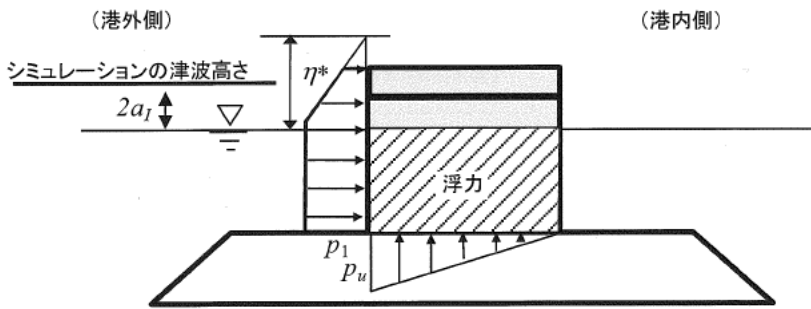
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1982 289 2261 562" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="2071 592 2172 625" data-label="Caption"> <p>位置図</p> </div> <div data-bbox="1875 655 2350 1234" data-label="Figure"> <p>無次元最大波圧分布 (3号炉北側) 三次元津波シミュレーションと朝倉式の比較</p> </div> <div data-bbox="1923 1306 2291 1831" data-label="Figure"> <p>無次元最大波圧分布 (3号炉北側) 実験及びシミュレーションと朝倉式の比較</p> </div>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

第54図 無次元最大波圧分布 (3号炉北側)

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1, 2号炉前面の防波壁のうち敷地高以上における三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布を第55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及び断面二次元津波シミュレーションによる波圧分布も示す。</p> <p>三次元津波シミュレーション、水理模型実験及び断面二次元シミュレーションにおいて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く、朝倉式による波圧分布が全ての波圧を包絡することを確認した。</p>	<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

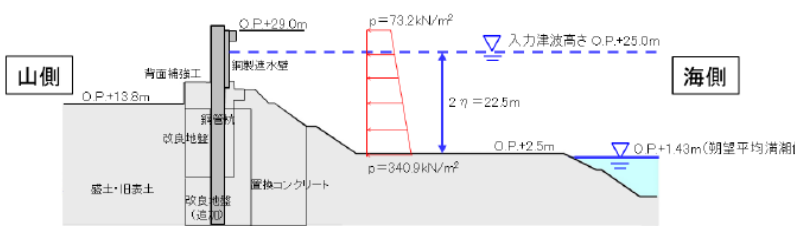
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1952 283 2300 619"> </p> <p data-bbox="2071 640 2181 672">位置図</p> <p data-bbox="1952 693 2359 787"> </p> <p data-bbox="1884 798 2300 1249"> <p data-bbox="1884 798 2300 1249">三次元津波シミュレーション</p> <p data-bbox="1884 798 2300 1249">▽防波壁天端高さ EL. +15.0 m</p> <p data-bbox="1884 798 2300 1249">無次元高さ z/h_{max}</p> <p data-bbox="1884 798 2300 1249">無次元最大波圧 $p_{max}/\rho g h_{max}$</p> <p data-bbox="1884 798 2300 1249">無次元最大波圧分布 (1, 2号炉)</p> <p data-bbox="1884 798 2300 1249">三次元津波シミュレーションと朝倉式の比較</p> </p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827"> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">— 朝倉式</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">● 三次元 (計算値) @ 21.88 (最大水位位置)</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">■ 断面二次元 (実験の平均値)</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">▲ 断面二次元 (計算値)</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">▽防波壁天端高さ EL. +15.0 m</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">無次元高さ z/h_{max}</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">無次元最大波圧 $p_{max}/\rho g h_{max}$</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">無次元最大波圧分布 (1, 2号炉)</p> <p data-bbox="1884 1270 2300 1827">実験及びシミュレーションと朝倉式の比較</p> </p> <p data-bbox="1825 1848 2389 1879">第55図 無次元最大波圧分布 (1, 2号炉)</p>	<p data-bbox="2537 283 2804 451"> ・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違 </p>

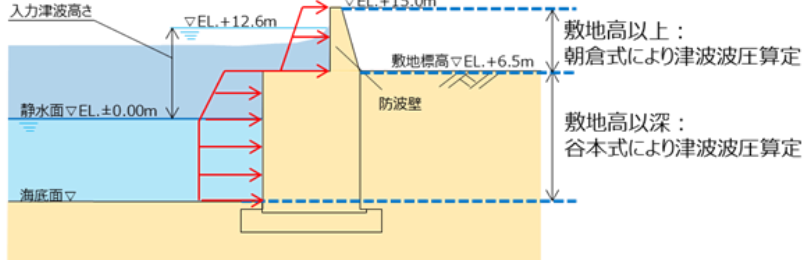
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1730 323 2502 401"><u>3号炉東側の防波壁における三次元津波シミュレーションにより算定した波圧分布を第56図に参考として示す。</u></p> <p data-bbox="1730 415 2502 537"><u>三次元津波シミュレーションにおいて直線型の波圧分布となることから、ソリトン分裂波や碎波による津波波圧への有意な影響はなく、朝倉式による波圧分布に包絡されることを確認した。</u></p> <div data-bbox="1941 562 2359 924"> <p data-bbox="2071 951 2160 982">位置図</p> </div> <div data-bbox="1941 1003 2359 1102"> <p data-bbox="1952 1010 2279 1035">※凡例の数値は、防波堤基部からの距離</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1982 1052 2122 1077">— 朝倉式 <li data-bbox="1982 1081 2122 1106">— 12.50 <li data-bbox="1982 1110 2122 1136">— 134.38 <li data-bbox="1982 1140 2122 1165">— 337.50 <li data-bbox="1982 1169 2122 1194">— 346.88 </div> <div data-bbox="1911 1108 2359 1612"> <p data-bbox="2139 1108 2338 1134">三次元津波シミュレーション</p> </div> <p data-bbox="1834 1671 2389 1703"><u>第56図 無次元最大波圧分布 (3号炉東側)</u></p>	<p data-bbox="2531 281 2813 447">• 設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(5) 谷本式による津波波圧算定</p> <p>谷本式は、構造物前面の津波高さ (津波シミュレーション) に応じて波圧を算定する式である。谷本式を以下に示す。</p> <p>なお、谷本式で使用する入射津波の静水面上の高さ ($2 a_1$) 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 5.7 図に示す。</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> <p>η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m)</p> <p>a_1 : 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m)</p> <p>$\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³)</p> <p>P_u : 直立壁前面下端における揚圧力* (kN/m²)</p> <p>※島根原子力発電所の防波壁は、岩盤又は改良地盤により支持されており十分に止水性があるため揚圧力は考慮しない。</p>  <p>第 5.7 図 谷本式による波圧分布 (背面水位が押し波時に静水面より下がらない場合)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>・島根原子力発電所の防波壁背後は敷地であるため、港湾外の波圧を算定した図を引用した。</p> <p>・なお、「背面水位が押し波時に静水面より下がる場合」でも港外側に作用する津波波圧は同じである。</p> <p>(6) 津波波圧の比較 谷本式 (敷地高以深)</p> <p>敷地高以深における断面二次元津波シミュレーション、三次元津波シミュレーション、水理模型実験 (1, 2号炉), 既往の算定式 (谷本式) により算定した波圧分布を第58図に示す。</p> <p>3号炉及び1, 2号炉の波圧分布の比較結果より、谷本式による波圧分布が全ての波圧を包絡することを確認できたため、敷地高以深の津波波圧算定には谷本式を用いる。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>第58図 断面二次元津波シミュレーション、三次元津波シミュレーション、水理模型実験 (1, 2号炉), 既往の算定式 (谷本式) により算定した波圧分布</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

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

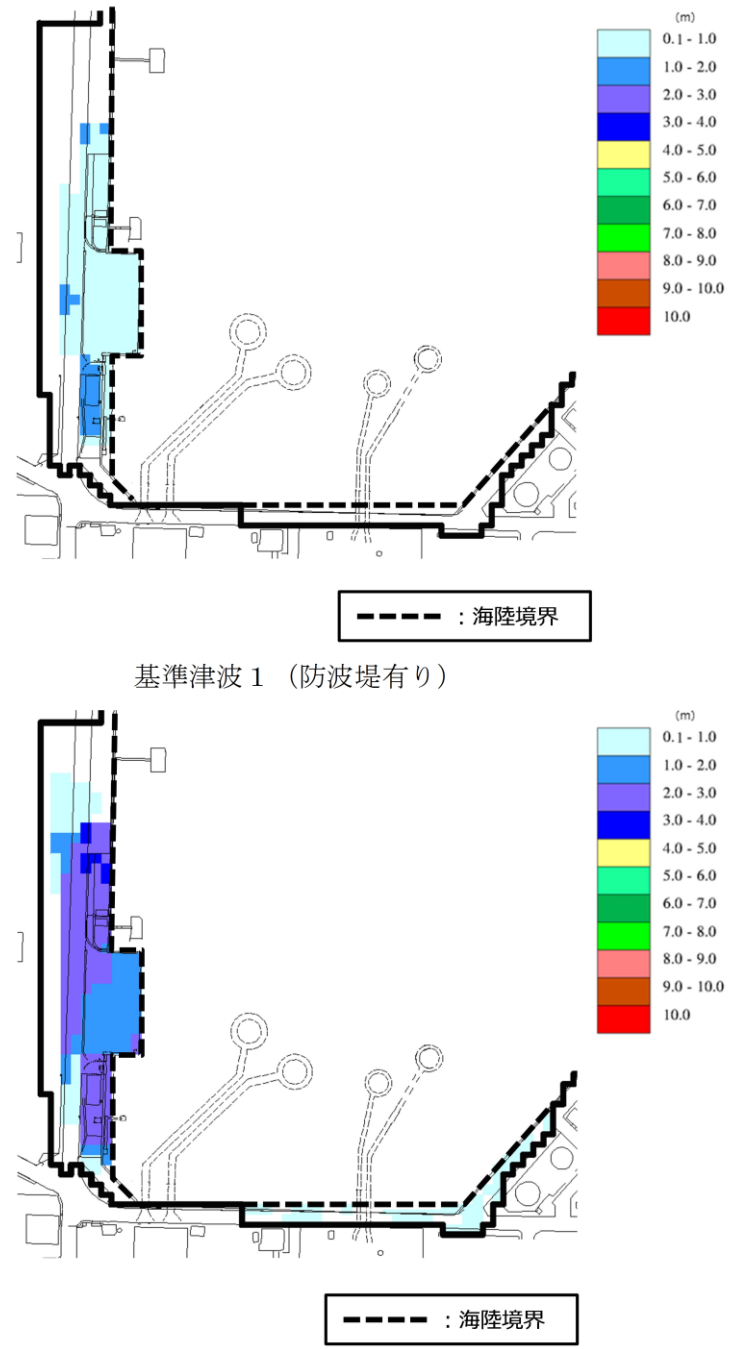
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) 防潮堤の設計で考慮する津波波圧の設定</p> <p>基準津波を対象とした津波波圧の確認結果及び不確かさを考慮した検討結果を踏まえ、保守的な設計を行う観点から、図 36 のとおり朝倉式①を参照して防潮堤の設計波圧として設定する。なお、朝倉式は津波の通過波の浸水深に応じて波圧を算定する式であり、通過波の浸水深を入力津波水深（最大浸水深）の 1/2 と仮定して津波波圧を算定する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> $p = \rho \cdot g \cdot (\alpha \cdot \eta - z)$ <p>ここで、</p> <p>p : 津波波圧 (kN/m²)</p> <p>ρ : 海水の密度 (=1.03 t/m³)</p> <p>g : 重力加速度 (=9.80665 m/s²)</p> <p>α : 水深係数 (=3)</p> <p>η : 浸水深 (通過波の浸水深=入力津波水深の 1/2) (m)</p> <p>z : 陸上地面を基準とした上向の正の座標 (m)</p> </div>  <p>図 36 津波波圧設定の考え方 (鋼管式鉛直式の断面図)</p> <p>【参考文献】</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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. 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. 4) 榊山 勉 (2012) : 陸上遡上津波の伝播と構造物に作用する津波波圧に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 	<p>6. 設計で考慮する津波波圧の設定</p> <p>水理模型実験の結果, 科学的根拠に基づきソリトン分裂波や碎波が発生しないこと, 敷地高以上の波圧分布は直線型となり, 津波波圧への有意な影響は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, <u>時刻歴波形, 水位分布及び水面勾配からソリトン分裂波や碎波が発生しないこと, 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は海水位までは直線型, 海水位以深では一定となり, 津波波圧への有意な影響はないことを確認した。</u></p> <p>三次元津波シミュレーション解析により地形特性や津波特性を反映し, 1, 2 号炉, 3 号炉北側及び 3 号炉東側における最高水位と最大波圧を算出した結果, 敷地高以上の波圧分布は直線型となり, 津波波圧への有意な影響はないことを確認した。</p> <p>水理模型実験及び津波シミュレーション結果による津波波圧は, 既往の津波波圧算定式による津波波圧に包絡されることを確認した。</p> <p>上記検討結果を踏まえ, 防波壁等の設計で考慮する津波波圧を以下のとおり設定する。</p> <p>・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></p> <p>・なお, <u>防波壁等の設計に用いる入力津波高さは, 平面二次元シミュレーション結果より「EL. +12.6m」を使用する。津波波圧設定フローを第 5.9 図に, 波圧算定イメージ (3 号炉前面) を第 6.0 図に示す。</u></p>	<p>備考</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

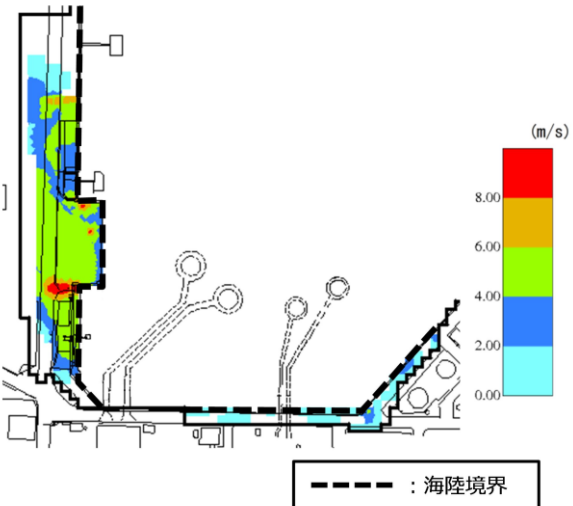
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2, pp. 771 - 775.</p> <p>5) 池谷毅・秋山義信・岩前伸幸 (2013) : 陸上構造物に作用する津波持続波圧に関する水理学的考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp.816 - 820.</p>	<div style="text-align: center;"> <p>平面二次元津波シミュレーション</p> <p>防波壁等の設計に用いる津波高さ</p> <p>【敷地高以上】 【敷地高以深】</p> <p>朝倉式により津波波圧設定 谷本式により津波波圧設定</p> </div> <p style="text-align: center; color: red;">第59図 津波波圧設定フロー</p>  <p style="text-align: center;">第60図 波圧算定イメージ (3号炉前面)</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料31]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉 添付資料31	備考
		<p><u>施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速について</u></p> <p>1. 概要 非常用冷却海水系の海水ポンプの取水性へ影響を及ぼす可能性については、施設護岸の設備等が漂流物となる可能性を踏まえ評価している。ここでは、施設護岸の設備等が漂流物となる可能性の評価のうち滑動評価に用いる流速を確認する。</p> <p>2. 検討内容 遡上域の範囲（最大水位上昇量分布）を保守的に評価するため、地震による荷揚場周辺の沈下及び初期潮位を考慮した津波解析を実施した。解析に当たっては、荷揚場付近の水位上昇量が大きい基準津波1（防波堤有無）を対象とした。解析条件を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> 荷揚場周辺の沈下については、防波壁前面を一律1m沈下させたケースを用いる。 初期潮位については、朔望平均満潮位+0.58mに潮位のばらつき+0.14mを考慮する。 <p>基準津波1（防波堤有無）における荷揚場付近の最大水位上昇量分布（拡大図）を図1に示す。図1より、防波堤有りに比べ、防波堤無しの方が最大水位上昇量は大きく、遡上範囲が広いことから、防波堤無しの流速を評価する。</p>	<p>・資料構成の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場にある設備等の漂流評価のため、遡上域の範囲及び流速について示している</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>基準津波1 (防波堤有り)</p> <p>基準津波1 (防波堤無し)</p> <p>図1 最大水位上昇量分布 (拡大図)</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>3. 確認結果</p> <p>遡上域における流速分布を図2に、主な荷揚場漂流物の配置を図3に示す。</p> <p>流速の抽出にあたっては、荷揚場漂流物の配置を踏まえ、遡上域である荷揚場周辺の12地点(図4参照)を選定し各地点の最大流速を抽出した。</p> <p>図2に示すとおり、遡上域における流速は概ね8.0m/s以下であるが、遡上域の一部において8.0m/sを超える流速が確認できる。各地点における最大流速抽出結果を表1に示す。</p> <p>表1に示すとおり、東西方向の流速は荷揚場へ押し波として遡上する西方向(取水口反対方向)の流速が速く支配的であることがわかる。一方、東方向(取水口方向)の流れとなる引き波では、地点10に示す4.8m/sが最大流速となるが、漂流物評価に用いる流速は、最大流速(11.9m/s)とする。最大流速を示す地点7及び取水口方向への最大流速を示す地点10について、浸水深・流速の時刻歴波形及び各地点における最大流速発生時の水位分布・流速ベクトルをそれぞれ図5、図6に示す。</p> <p>なお、図5に示すとおり、最大流速(11.9m/s)を示す地点における8.0m/sを超える時間は極めて短い(1秒以下である)。</p>  <p>図2 遡上域における流速分布</p>	

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

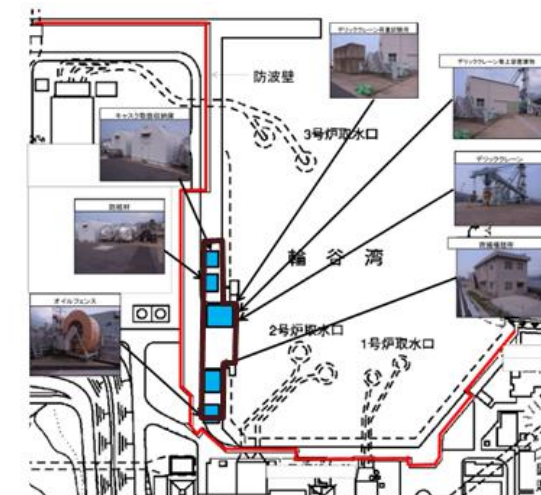


図3 主な荷揚場漂流物の配置

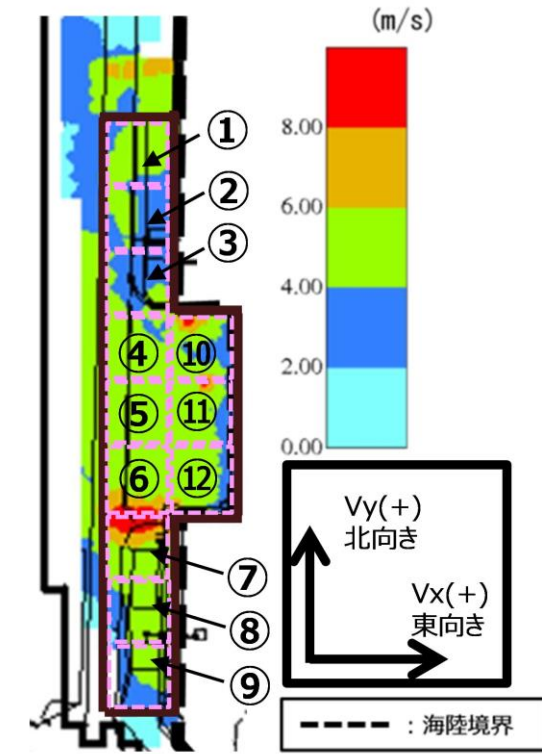


図4 流速抽出地点

表1 各地点の流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ($\sqrt{Vx^2+Vy^2}$)
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3

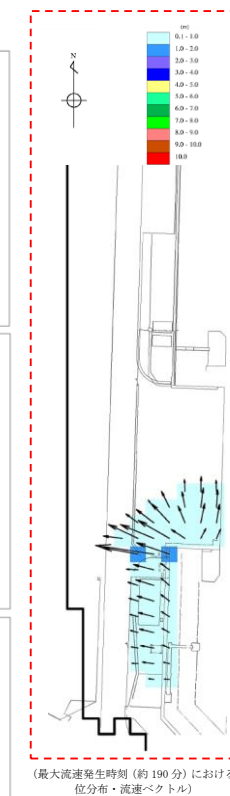
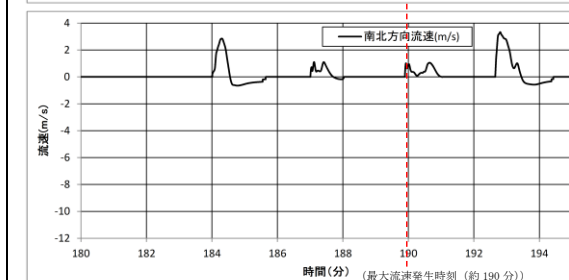
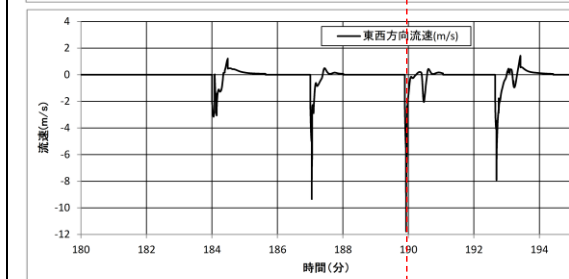
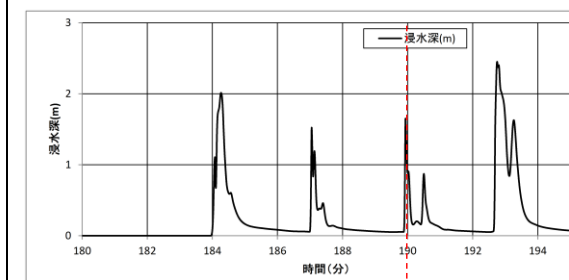
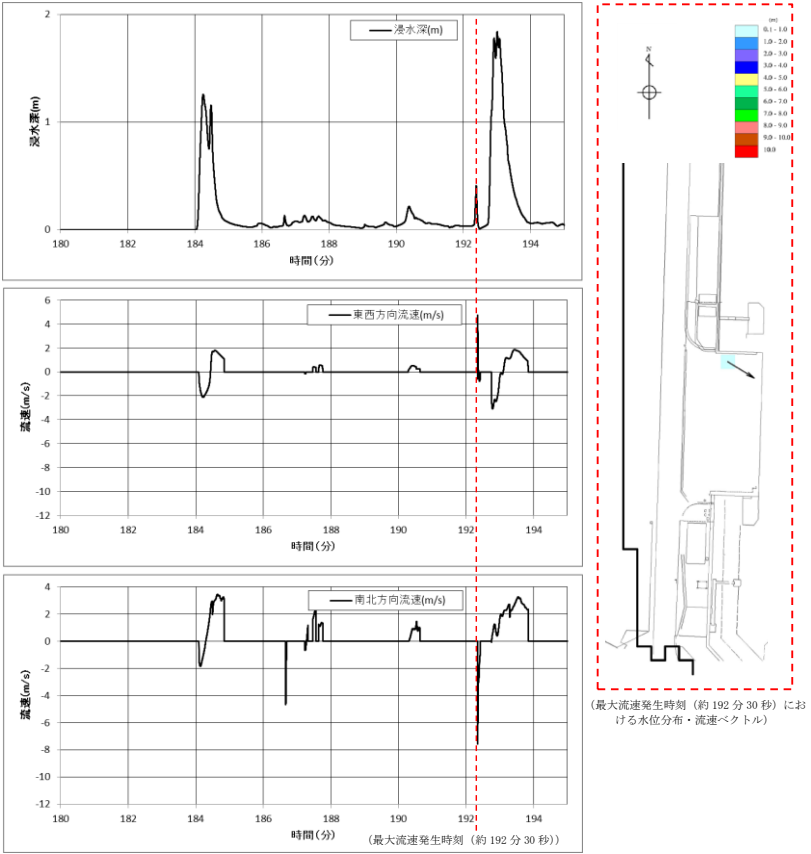
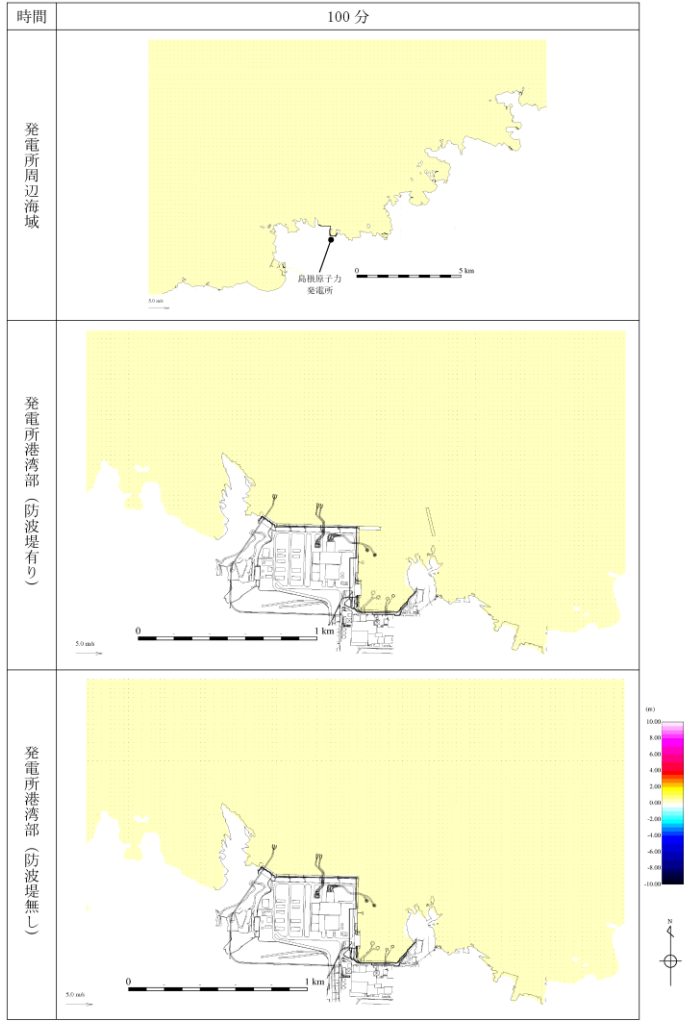


図5 地点7 (最大流速を示す地点) における浸水深・流速時刻歴波形及び最大流速発生時刻における水位分布・流速ベクトル

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>図6 地点10（取水口方向への最大流速を示す地点）における浸水深・流速時刻歴波形及び最大流速発生時刻における水位分布・流速ベクトル</p>	

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料34]

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	女川原子力発電所 2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所 2号炉 添付資料 34	備考
		<p style="text-align: center;"><u>水位変動・流向ベクトルについて</u></p> <p><u>1. 概要</u> <u>島根原子力発電所の基準津波1～6による水位変動・流向ベクトル図について、第1図～第6図に示す。</u></p>  <p style="text-align: center;"><u>第1図(1) 基準津波1の水位変動・流向ベクトル</u></p>	<p>・資料構成の相違 【柏崎6/7, 女川2】 柏崎6/7, 女川2は、水位変動・流向ベクトルについて、別添1 2.5章に記載</p> <p>(以降, 同様な図であり記載を省略する。)</p>

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料35]

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																										
		<p>3. 荷揚場作業に係る車両・資機材</p> <p>定期的を実施する荷揚場作業に係る車両・資機材を表1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 荷揚場作業に係る車両・資機材</p> <table border="1" data-bbox="1745 436 2493 785"> <thead> <tr> <th>作業項目</th> <th>作業頻度</th> <th>種類</th> <th>名称</th> <th>個数</th> <th>質量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">①使用済燃料輸送作業</td> <td rowspan="2">2回/年程度</td> <td>車両</td> <td>輸送車両</td> <td>2</td> <td>約32t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>使用済燃料キャスク</td> <td>2</td> <td>約93t</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業</td> <td rowspan="3">2回/年程度</td> <td>車両</td> <td>輸送車両</td> <td>4</td> <td>約11t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>フォークリフト</td> <td>2</td> <td>約17t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>LLW輸送容器</td> <td>10*</td> <td>約1t</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">③デリッククレーン点検作業</td> <td rowspan="4">1回/年程度</td> <td>車両</td> <td>トラック</td> <td>1</td> <td>約5t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>ラフタークレーン</td> <td>1</td> <td>約39t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>トレーラー</td> <td>1</td> <td>約21t</td> </tr> <tr> <td>資機材</td> <td>発電機</td> <td>1</td> <td>約8t</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④防舷材設置作業</td> <td rowspan="2">大型船舶入港の都度</td> <td>車両</td> <td>ラフタークレーン</td> <td>2</td> <td>約25t</td> </tr> <tr> <td>車両</td> <td>トラック</td> <td>1</td> <td>約5t</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">※うち8個は輸送車両に積載</p> <p>4. 評価内容</p> <p>(1) 荷揚場作業中に津波が発生する場合</p> <p>荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生した場合、地震発生後に発電所へ津波が到達するまでの時間は約110分である。この間に、荷揚場作業に用いている車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。</p> <p>各荷揚場作業において、荷揚場に仮置きする資機材とその個数及び車両等への積載時間を以下に、また退避に要する時間を表2に示す。各荷揚場作業における、仮置き資機材の車両等への積載時間、車両退避時間(約10分)、防波扉の開放・閉止時間(開放・閉止各約10分(電動))から求まる退避時間は、津波到達時間(地震発生後約110分)より短く、車両・資機材の退避は可能である。</p> <p>① 使用済燃料輸送作業</p> <p>荷揚場に仮置きする使用済燃料キャスクは、デリッククレーンを用い使用済燃料輸送車両に積載して退避する手順としている。</p> <p>【仮置き資機材と積載時間】</p> <p>使用済燃料キャスク個数：2個</p> <p>輸送車両への積載時間：15分/個</p>	作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量	①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約32t	資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t	②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約11t	車両	フォークリフト	2	約17t	資機材	LLW輸送容器	10*	約1t	③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約5t	車両	ラフタークレーン	1	約39t	車両	トレーラー	1	約21t	資機材	発電機	1	約8t	④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t	車両	トラック	1	約5t	
作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量																																																								
①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約32t																																																								
		資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t																																																								
②LLW(低レベル放射性廃棄物)搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約11t																																																								
		車両	フォークリフト	2	約17t																																																								
		資機材	LLW輸送容器	10*	約1t																																																								
③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約5t																																																								
		車両	ラフタークレーン	1	約39t																																																								
		車両	トレーラー	1	約21t																																																								
		資機材	発電機	1	約8t																																																								
④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t																																																								
		車両	トラック	1	約5t																																																								

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

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

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

表3 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業

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

※ 図1のフローの番号と整合

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

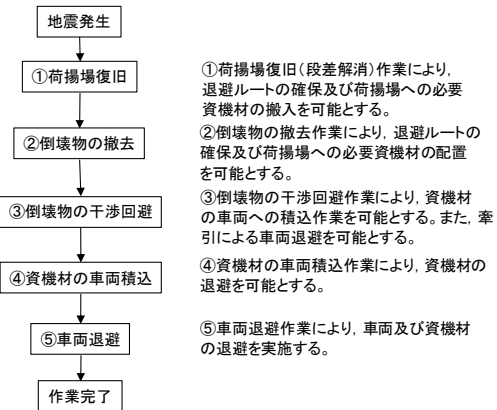


図1 荷揚場からの車両・資機材の退避作業手順

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																			
		<p>(a) 使用済燃料輸送作業</p> <p>使用済燃料輸送作業中には、荷揚場に使用済燃料輸送車両、使用済燃料輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。</p> <p>使用済燃料輸送作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避への影響、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表4に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図2に、退避作業に係る時系列を図3に示す。</p> <p>表4 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業 (使用済燃料輸送作業)</p> <table border="1" data-bbox="1765 787 2478 1449"> <thead> <tr> <th>地震による荷揚場への影響</th> <th>退避への影響</th> <th>退避作業の内容</th> <th>退避作業に必要な資機材等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>荷揚場退避ルートへの影響</td> <td>荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉</td> <td>① 高さが増えることにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。</td> <td>・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。</td> <td>・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ</td> </tr> <tr> <td>資機材への影響</td> <td>荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒</td> <td>③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。</td> <td>・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。</td> <td>・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両</td> </tr> <tr> <td>車両への影響</td> <td>荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障</td> <td>③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。</td> <td>・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。</td> <td>・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材</td> </tr> </tbody> </table>	地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等	荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉	① 高さが増えることにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ	資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両	車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材	
地震による荷揚場への影響	退避への影響	退避作業の内容	退避作業に必要な資機材等																			
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降 荷揚場常設設備の転倒による干渉	① 高さが増えることにより車両が通行できない可能性がある。 ② 荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	・砕石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。 ② 倒壊物の撤去作業を実施する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ ・ホイールローダ																		
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉 資機材の転倒	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。 ④ 使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	・倒壊物の干渉回避(切断、撤去等)により、燃料輸送容器への玉掛け作業を可能とする。 ④ 使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両																		
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉 車両の故障	③ 荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。 ⑤ 油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	・倒壊物の撤去(切断、撤去等)により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。 ⑤ 牽引により退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック ・使用済燃料輸送車両または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材																		

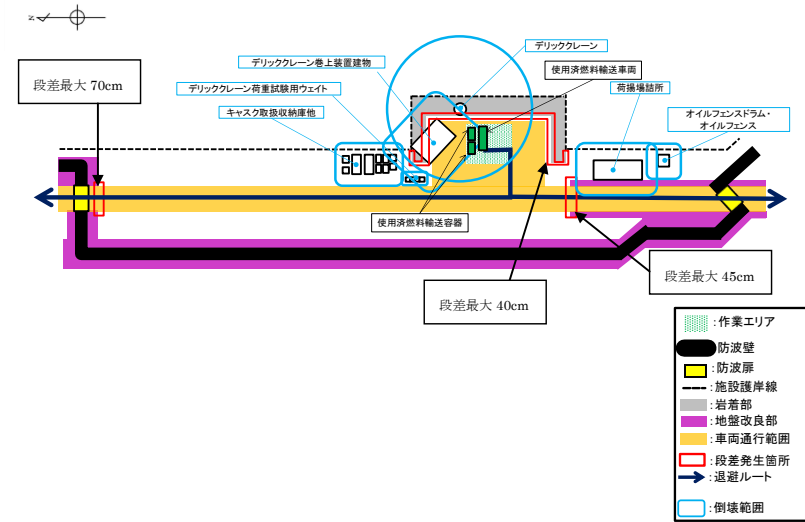


図2 使用済燃料輸送作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

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

図3 退避作業に係る時系列 (使用済燃料輸送作業)

(b) LLW 搬出作業

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

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

表5 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業 (LLW 搬出作業)

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

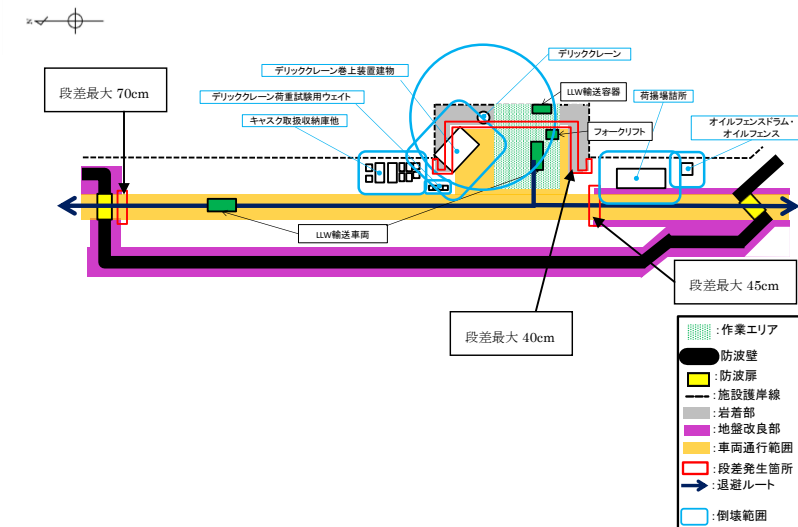


図4 LLW 搬出作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

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

図5 退避作業に係る時系列 (LLW 搬出作業)

(c) デリッククレーン点検作業

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

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

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

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

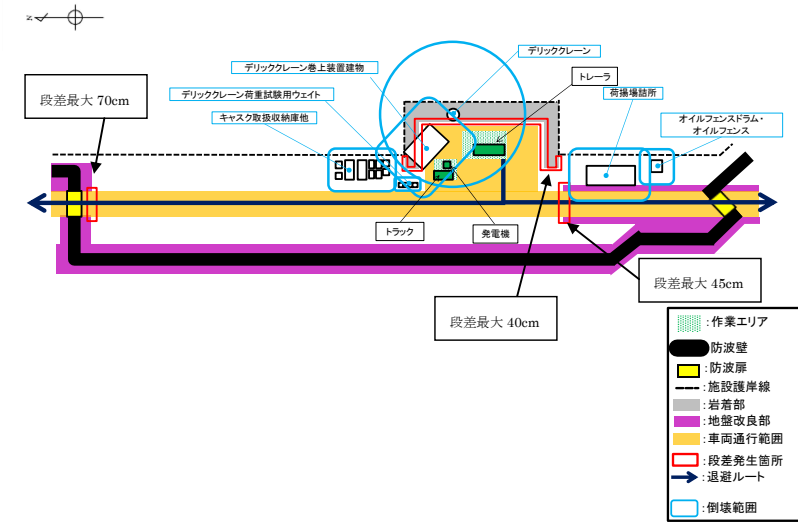


図6 デリッククレーン点検作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

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

図7 退避作業に係る時系列 (デリッククレーン点検作業)

(d) 防舷材設置作業

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

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

表7 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業
(防舷材設置作業)

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

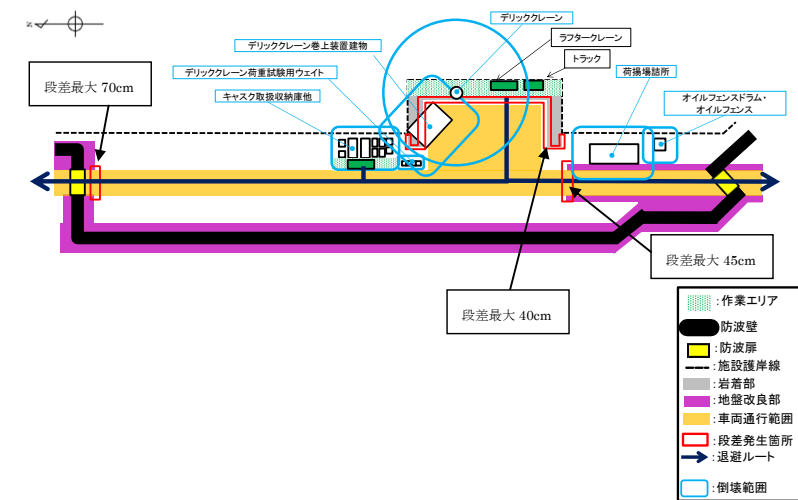


図8 防舷材設置作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

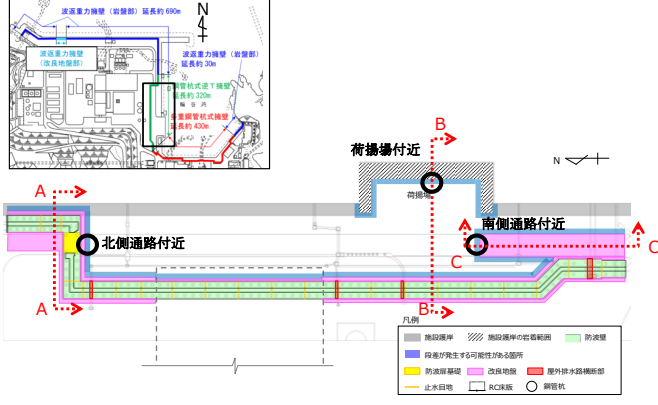
作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧 作業車両移動 砕石積込 砕石運搬 砕石敷設等	6	■			
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6			■	
④ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図9 退避作業に係る時系列(防舷材設置作業)

c. 地震発生後の車両・資機材の退避の実現性

各荷揚場作業において退避に要する時間は、いずれも 24 時

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">別紙 1</p> <p style="text-align: center;">地震による荷揚場への影響と復旧作業について</p> <p>1. 概要</p> <p>地震による荷揚場への影響として、荷揚場沈下に伴う段差が発生する。地震による段差復旧については、「「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について」のうち「添付資料 1.0.2 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」において試験を実施している。地震により段差が発生した場合でも同様な復旧作業が可能であり、ここでは、地震による荷揚場への影響と復旧作業について示す。</p> <p>2. 地震による荷揚場への影響について</p> <p>荷揚場は海側の施設護岸下部を岩着構造としており、沈下しない範囲もあるが、その西側や荷揚場道路付近は埋戻土（掘削ズリ）により敷地造成していることから、地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部との境界部に不等沈下に伴う段差が発生する可能性がある。ここで、荷揚場付近で段差が発生する可能性がある箇所を図 1 に示す。</p> <p>ここで、埋戻土（掘削ズリ）の沈下量を計算した結果、荷揚場付近の沈下しない範囲との段差は北側通路付近で最大約 70cm、南側通路付近で最大約 45cm、荷揚場付近で最大約 40cm となる。</p>  <p>図 1 荷揚場付近の沈下により段差が発生する可能性がある箇所</p>	

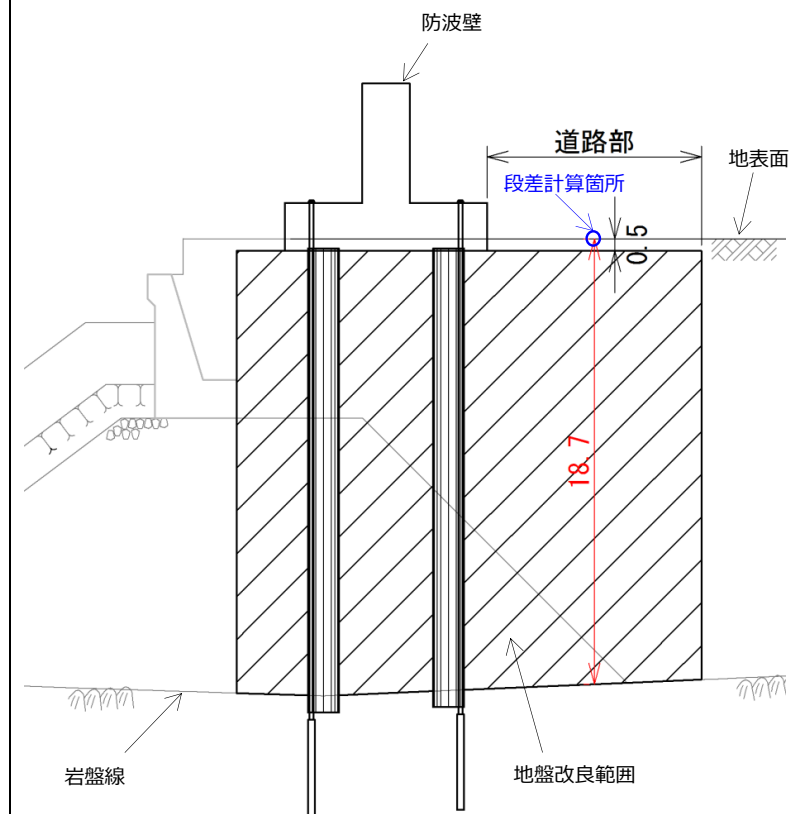
3. 段差高の計算方法について

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

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

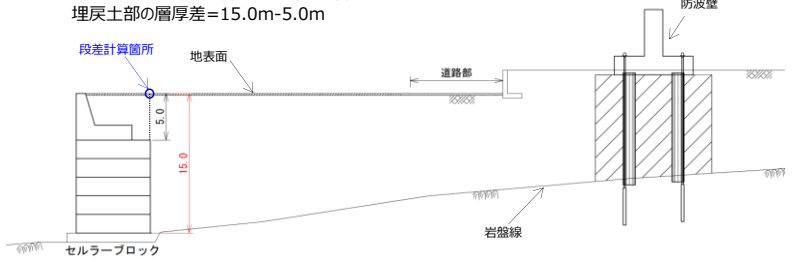
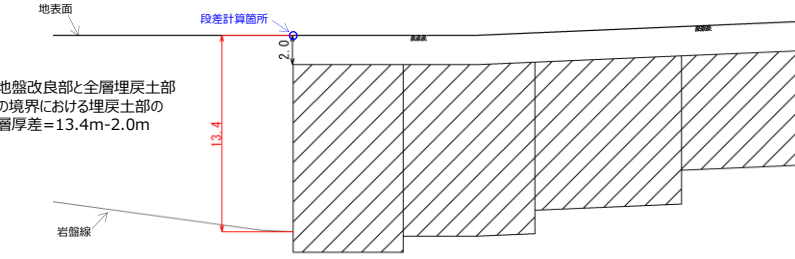
表1 各断面における埋戻土層厚および段差評価一覧表


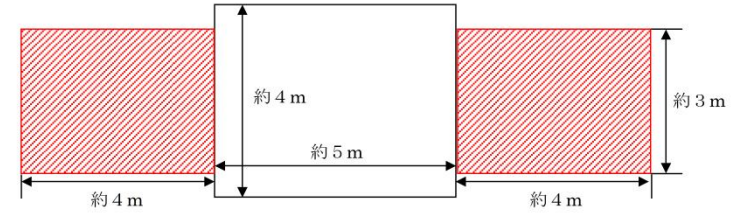

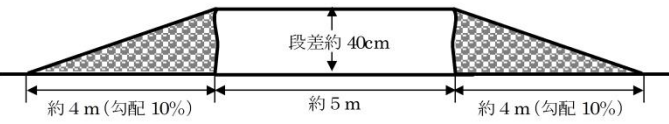

箇所	境界部における埋戻土の層厚差 (m)	段差高さ (cm) =埋戻土層厚 × 3.5%	評価値 (cm)
北側通路付近	18.2	64	70
南側通路付近	11.4	40	45
荷揚場付近	10.0	35	40



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

図2 北側通路付近断面図 (A-A 断面)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1810 294 2136 346">セルラーブロック部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=15.0m-5.0m</p>  <p data-bbox="1899 567 2344 598">図3 南側通路付近断面図 (B-B断面)</p>  <p data-bbox="1899 1060 2344 1092">図4 荷揚場付近断面図 (C-C断面)</p>	

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

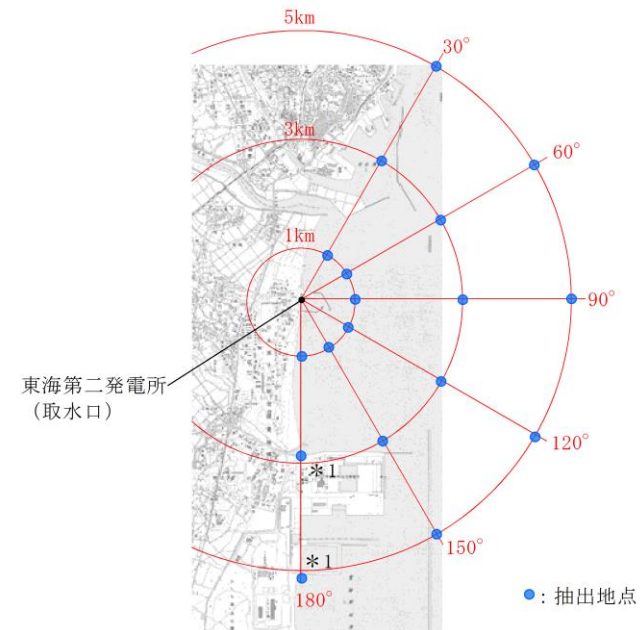
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1736 283 2504 1459" style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p data-bbox="1813 331 2407 384">測定結果より、段差緩和対策を行うものの、万一、段差が発生した場合においても、約10分/箇所で作業を実施できることを確認した。</p> <p data-bbox="2059 1381 2145 1430">1.0.2-233 242</p> </div>	

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

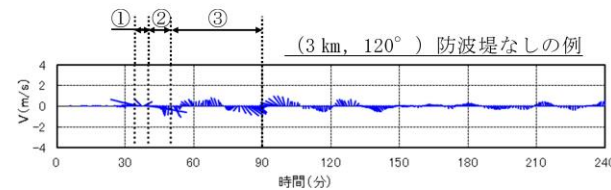
まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料36]

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 17</p> <p>津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価について</p> <p>1. はじめに</p> <p>「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」における評価のひとつとして、基準津波に伴う漂流物が津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に及ぼす影響を確認するために、漂流物となる可能性のある施設・設備を「<u>第2.5-11図 漂流物評価フロー</u>」に基づき評価している。</p> <p><u>漂流物評価フロー</u>において示される「<u>津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性</u>」の具体的な考え方について、以下に示す。</p> <p>2. 「<u>津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性</u>」について</p> <p><u>津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性</u>について、津波の流況を踏まえて、<u>東海第二発電所の津波防護施設等及び取水口に対する漂流物の動向</u>を確認することにより評価する。</p> <p>2.1 津波流況の考察</p> <p>(1) 流況考察時間の分類</p> <p><u>東海第二発電所敷地内及び敷地外における津波襲来時の流況について整理した。津波流向の時刻歴を確認した結果、津波が襲来する時間帯（以下流況の評価においては「津波襲来時」という。）である地震発生後約34分～約40分及び引き波の時間帯（以下流況の評価においては「引き波時」という。）である地震発生後約40分～約50分に大きな速度を有する一定方向の流向が継続しており、引き波後は継続的でない流向を示す傾向にあった。漂流物の動向に影響を与える流況としては、大きな速度を有する継続的な一定方向の流向が支配的</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 36</p> <p>津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価について</p> <p>1. はじめに</p> <p>「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」における評価のひとつとして、基準津波に伴う漂流物が非常用海水ポンプの取水性に及ぼす影響を確認するために、漂流物となる可能性のある施設・設備を「<u>第2.5-18図 漂流物の選定・影響確認フロー</u>」に基づき評価する。</p> <p><u>漂流物の選定・影響確認フロー</u>に基づき、<u>漂流物が津波防護施設等及び取水口に到達する可能性</u>の具体的な考え方について以下に示す。</p> <p>2. <u>漂流物の津波防護施設等への到達可能性及び2号炉取水口に到達する可能性</u>について</p> <p><u>津波防護施設等及び2号炉取水口に到達する可能性</u>について、津波の流況を踏まえて、<u>島根原子力発電所の津波防護施設等及び取水口に対する漂流物の動向</u>を確認することにより評価する。</p> <p>2.1 津波流況の考察</p> <p>(1) 流況考察時間の分類</p> <p><u>島根原子力発電所敷地内及び敷地外における津波襲来時の流況について考察した。島根2号炉は基準津波の特性として継続的な流向はないため、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）と海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）について、流況考察時間を最大水位・流速を示す時間帯とその前後の3つに分類した。</u></p> <p><u>日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）については、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約180分～200分であるため、津波到達時間も考慮し地震発生後約</u></p>	<p>備考</p> <p>・基準津波の相違 【東海第二】 島根2号炉は基準津波の特性として、津波周期が短く敷地周辺及び港湾内の流向が短時間に変化することから、最大流速・水位を示す時間</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>であると考えられるが、ここでは保守的に引き波後の流況についても把握することを目的とし、津波による流況が収束しつつある時間帯(以下流況の評価においては「収束時」という。)である地震発生後約50分～約90分についても整理した。第1図に流況考察時間の分類を示す。</u></p>	<p><u>100分～180分、地震発生後約180分～200分、地震発生後約200分～360分の3区分に分類し、海域活断層から想定される地震による津波(基準津波4)については、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約5分～7分であるため、地震発生後約0分～5分、地震発生後約5分～7分、地震発生後約7分～30分の3区分に分類した。第1図に流況考察時間の分類を示す。</u></p>	<p>帯とそれ以外に分類</p>



*1 (3km, 180°)及び(5km, 180°)の地点については、陸域となるため、海域となるように調整した。

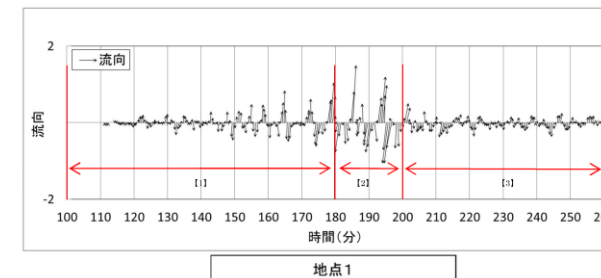
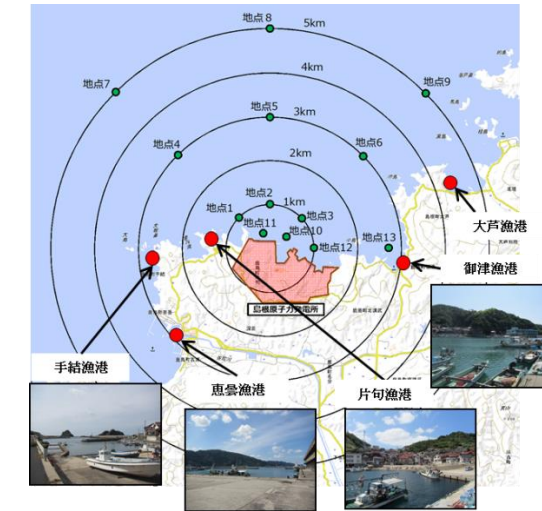


流況考察時間の分類
 ①津波襲来時(地震発生後 約34分～約40分)
 ②引き波時(地震発生後 約40分～約50分)
 ③収束時(地震発生後 約50分～約90分)

第1図 流況考察時間の分類

(2) 津波流況の考察

第2図に発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル(防波堤ありの場合)を示す。また、防波堤ありの場合における流況の考察の詳細を以下に示す。



※ 基準津波1における地点1を例に示す。

流況考察時間の分類
 日本海東縁部に想定される地震による津波(基準津波1)
 [1] 最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後約100分～180分)
 [2] 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約180分～200分)
 [3] 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約200分～360分)

海城活断層に想定する地震による津波(基準津波4)
 [1] 最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後約0分～5分)
 [2] 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約5分～7分)
 [3] 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約7分～30分)

第1図 流況考察時間の分類

(2) 津波流況の考察

添付資料34「水位変動・流向ベクトル」第1図、第4図に基準津波1、4の水位変動・流向ベクトルを示す。また、防波堤ありの場合における流況の考察の詳細を以下に示す。

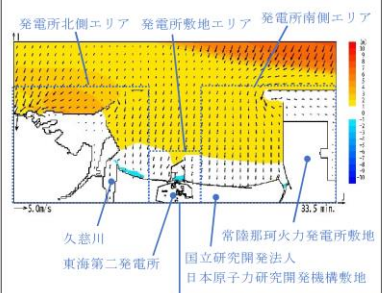
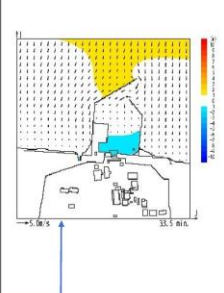
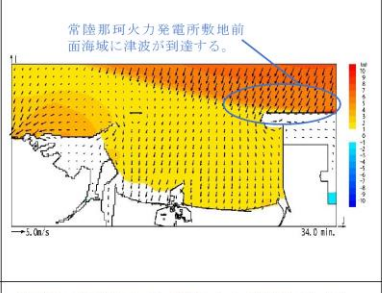
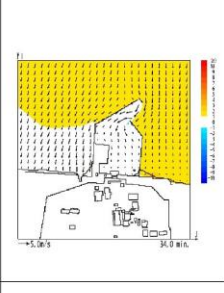
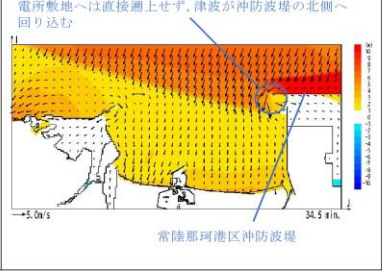
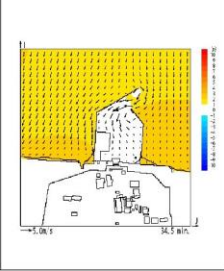
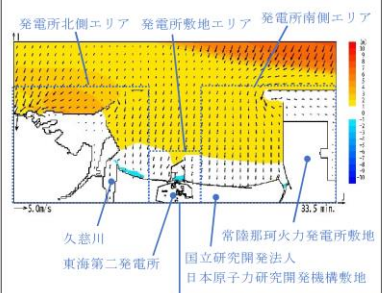
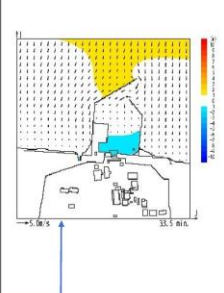
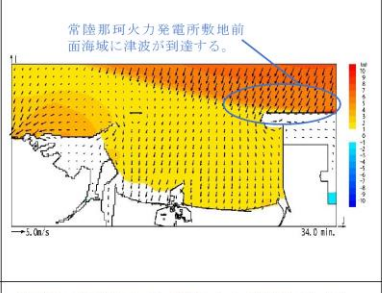
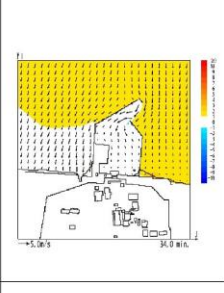
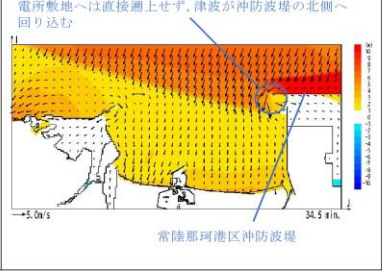
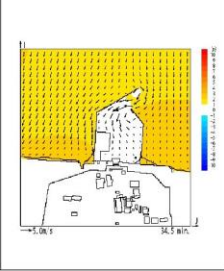
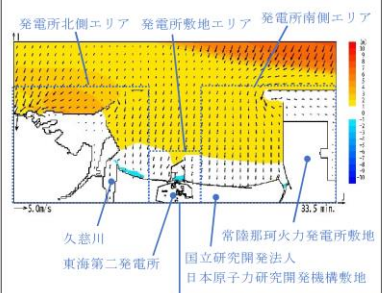
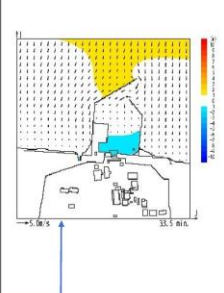
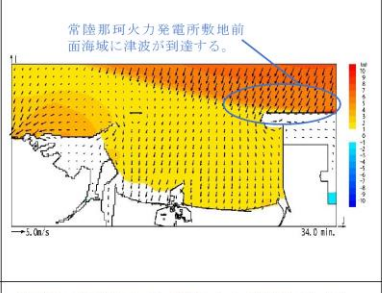
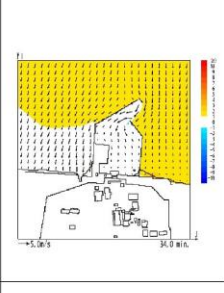
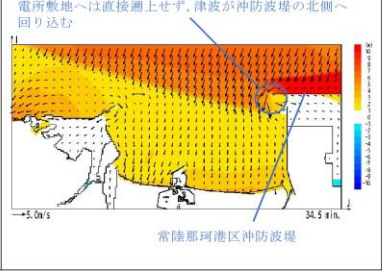
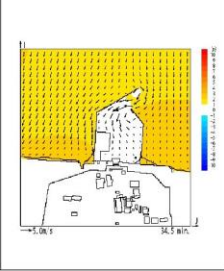
・資料構成の相違
 【東海第二】
 島根2号炉は、水位変動・流向ベクトルを添付資料34に示す

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>a. 防波堤あり</p> <p><u>(a) 津波襲来時 (地震発生後 約 34 分～約 40 分)</u></p> <p><u>i) 発電所敷地エリア</u> 東方より北西向きの流向を主流として襲来し、地震発生から約 35 分後に敷地前面に到達する。地震発生から約 37 分後には敷地への遡上が始まり、第 2 図 (4/11) の地震発生から 38 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、取水口以北では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面北側に沿うように遡上し、取水口以南では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面南側に沿うように遡上する。地震発生から約 40 分後には引き波となる。</p> <p><u>ii) 発電所北側エリア</u> 東方より北西向きの流向を主流として襲来し、地震発生から約 35 分後に発電所北側エリア前面の海域に到達する。地震発生から約 37 分後には北西向きの流向を主流として発電所北側エリアの陸域及び久慈川へ遡上し、第 2 図 (5/11) の地震発生から 40 分後における発電所周辺広域図のように、発電所敷地エリアでは引き波へと転じる地震発生から約 40 分後においても、発電所北側エリアの陸域及び久慈川では津波の遡上が続く (地震発生から約 43 分後まで遡上が継続する)。</p> <p><u>iii) 発電所南側エリア</u> 東方より北西向きの流向を主流として襲来し、地震発生から約 34 分後に発電所南側エリア前面の海域に到達する。前面海域に到達した津波は常陸那珂港区沖防波堤の影響により、常陸那珂火力発電所敷地へは直接遡上せず、沖防波堤の北側に回り込む。地震発生から約 36 分後には常陸那珂港区沖防波堤の北側に回り込んだ津波が常陸那珂火力発電所敷地の北側から遡上を始める。第 2 図 (3/11) の地震発生から 37.5 分後における発電所周辺広域図のように、常陸那珂火力発電所敷地の北側か</p>	<p>a. 防波堤有り</p> <p><u>I. 基準津波 1 (防波堤有り)</u></p> <p><u>(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約 100 分～180 分)</u></p> <p><u>i) 発電所構外海域</u> 約 109 分では、津波の第 1 波が敷地の東側から沿岸に沿うように襲来する。また、約 113 分 30 秒では、敷地の北西側から津波が襲来する。発電所構外海域において流速の変化は小さく、水位変動も 1m 程度である。その後、約 180 分まで主に敷地の北西側からの押し波、引き波により、短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。いずれの時間帯においても流速は 1m/s 未満である。</p> <p><u>ii) 発電所構内海域 (輪谷湾)</u> 約 116 分 30 秒では、津波の第 1 波が輪谷湾に到達する。水位が 1m 程度上昇し、0.5m/s 程度の流速が防波堤付近で発生する。その後、約 180 分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。水位変動は最大でも 3m 程度で、流速は最大でも 3m/s 程度である。 流れの特徴としては、押し波時、引き波時とも防波堤を回り込む流れが生じ、港湾内のうち防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。</p>	<p>・基準津波の相違 【東海第二】 島根は基準津波が複数あることによる相違</p> <p>・基準津波の相違 【東海第二】 基準津波の違いによる考察結果の相違 (以下、同様)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>らは南向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上し、常陸那珂火力発電所敷地の南側からは北向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約40分後には引き波となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地では地震発生から約37分後に西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約39分後には引き波となる。</u></p> <p><u>(b) 引き波時(地震発生後 約40分～約50分)</u></p> <p>i) <u>発電所敷地エリア</u> <u>地震発生から約40分後に引き波へと転じ、敷地前面東側から外海へ向かう流況となる。引き波時は津波襲来時のように防潮堤に沿うような流況は示さず、第2図(5/11)の地震発生から40分後における発電所敷地エリア拡大図のように、敷地前面東側の一部を除き、直接外海へ向かう流況となっている。また、第2図(7/11)の地震発生から43分後における発電所敷地エリア拡大図のように、防波堤の間隔が狭いため、引き波方向に大きな流速が出ていることが確認される。引き波の流況は地震発生から約50分後まで継続する。</u></p> <p>ii) <u>発電所北側エリア</u> <u>地震発生から約40分後以降においても久慈川及び久慈川周辺陸域については遡上を続けるが、地震発生から約43分後には引き波へ転じ始め、陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況となる。この流況は地震発生から約50分後以降も継続する。なお、防波堤より敷地側の海域では比較的穏やかな流況となる(防波堤より敷地側の海域では穏やかな流況が地震発生から90分後まで続く)。また、第2図(6/11)の地震発生から41.5分後における発電所周辺広域図のように、日立港区沖防波堤の北側又は南側に回り込みながら波が引いていく流況となる。さらに、第2図(8/11)の地震発生から45分後における発電所周辺広域図のように、日立港区東防波堤及び南防波堤の間隔が狭いため、引き波方向に大きな流速が出ていることが確認される。発電所北側エリア</u></p>	<p><u>(b) 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約180分～200分)</u></p> <p>i) <u>発電所構外海域</u> <u>約180分では、敷地の北西側から引き波が襲来する。引き波の影響により北西方向の流れとなり1m/s程度の流れが確認できる。約183分では、敷地の北西側から押し波が襲来し、押し波の影響により南東方向の流れとなり、引き波の流速と同様1m/s程度の流れが確認できる。約187分では、敷地の北西側から引き波が襲来し、約191分では、水位変動が3m程度の大きい押し波が襲来し2m/s程度の流れが確認できる。その後も、主に敷地の北西側から押し波、引き波が比較的速い流速にて約200分まで交互に襲来する。</u></p> <p>ii) <u>発電所構内海域(輪谷湾)</u> <u>地震発生後約184分では、敷地の北西側から押し波が襲来し、流速5m/s程度の防波堤を回り込む流れが発生する。約184分30秒では、輪谷湾内の水位が5m程度上昇し、<u>発電所構外海域</u>では押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾内への流れは2m/s程度となる。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる。約192分30秒では、輪谷湾の水位が低い状態において、敷地の北西側から押し波が襲来する。最大流速が発生する時間帯であり、防波堤を回り込む5m/s程度の流れが発生する。約193分30秒では、<u>発電所構外海域</u>は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾に向かう流れはない。その後、地震発生後約200分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>の前面海域については地震発生から約40分後には引き波へと転じ、外海へ向かう流況となる。この流況は地震発生から約43分後まで継続する。</u></p> <p>iii) <u>発電所南側エリア</u></p> <p><u>発電所南側エリアの常陸那珂火力発電所敷地では、地震発生約40分後から約45分後にかけて引き波となる。第2図(6/11)の地震発生から42分後における発電所周辺広域図のように、常陸那珂港区沖防波堤の北側に回り込みながら波が引いていく流況を示し、第2図(7/11)の地震発生から43分後における発電所周辺広域図のように、旋回する流況が確認される。旋回する流況は地震発生後約55分まで継続する。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地前面海域では地震発生約40分後から約50分後にかけて引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。</u></p> <p>(c) <u>収束時(地震発生後 約50分～約90分)</u></p> <p>i) <u>発電所敷地エリア</u></p> <p><u>敷地前面海域において、第2図(9/11)の地震発生から55分後における発電所周辺広域図のように、旋回する流況が確認される(旋回する流況は地震発生後約75分まで継続する)。また、第2図(9/11)の地震発生から60分後における発電所敷地エリア拡大図のように、東海港の防波堤付近にて旋回する流況となるが、継続的な流況とはならない。地震発生約65分後から約75分後にかけては一部旋回する流況となるものの、穏やかな流況が継続する。第2図(11/11)の地震発生から80分後における発電所敷地エリア拡大図のように、地震発生から約80分後に西向きの流向で津波が襲来し、物揚岸壁及び敷地前面東側の一部に津波が遡上するが、この流況が継続することはなく、地震発生から約85分後には引き波へと転じ、地震発生から約90分後には一部で引き波及び旋回する流況が確認されるものの比較的穏やかな流況となる。</u></p>	<p>(c) <u>最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約200分～360分)</u></p> <p>i) <u>発電所構外海域</u></p> <p><u>約201分では、南東方向の流れとなり、流速は1m/s程度である。約204分では、反射波により流れは逆向きとなる。その後、敷地北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。また、流速は速くても1m/s程度である。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>ii) <u>発電所北側エリア</u> <u>地震発生から約55分後までは陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況が継続する。地震発生約65分後から約80分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生約85分後から約90分後では引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。</u></p> <p>iii) <u>発電所南側エリア</u> <u>地震発生約60分後から約80分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生から約85分後に引き波へと転じ、地震発生から約90分後には再び穏やかな流況となる。</u></p>	<p>ii) <u>発電所構内海域(輪谷湾)</u> <u>地震発生後約201分では、輪谷湾外への流れとなり、流速は1m/s程度である。約205分では、押し波が襲来し、輪谷湾内への流れとなり、流速は1m/s程度となる。</u> <u>流れの特徴としては、押し波時、引き波時とも防波堤を回り込む流れが生じ、港湾内の流速のうち防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。</u></p> <p>II. <u>基準津波4(防波堤有り)</u> (a) <u>最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後約0分～5分)</u> i) <u>発電所構外海域</u> <u>約2分では、津波の第1波が敷地の北西側から押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい。約4分では、北西側への大きい引き波により、北西方向の流れとなるが、いずれも1m/s以上の流速は確認されない。</u> ii) <u>発電所構内海域(輪谷湾)</u> <u>地震発生後約3分では、津波の第1波が輪谷湾に押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい。</u></p> <p>(b) <u>最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約5分～7分)</u> i) <u>発電所構外海域</u> <u>約5分では、敷地の北西側への大きい引き波により北西方向の流れが継続する。</u> ii) <u>発電所構内海域(輪谷湾)</u> <u>約6分では、大きい引き波により輪谷湾外への流れとなり、3m/s程度の流速となる。</u></p> <p>(c) <u>最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約7分～30分)</u> i) <u>発電所構外海域</u> <u>約7分では、敷地の北西側への引き波が継続しており、北西方向の流向が継続する。約9分では、敷地北西側から押し波が襲来し、南東方向の流れとなる。いずれも、1m/s以上の流速は確認されず、以降も、1m/sを超える流速は</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
	<div data-bbox="1003 451 1647 1396"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>時間[※] (分)</th> <th>発電所周辺広域</th> <th>発電所敷地エリア拡大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>33.5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>34.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>34.5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1261 1407 1647 1438">※：津波の原因となる地震発生後の経過時間</p> </div> <p data-bbox="943 1459 1706 1543">第2図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (防波堤ありの場合) (1/11)</p> <p data-bbox="994 1596 1706 1722">第3図に発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル(防波堤なしの場合)を示す。また、防波堤なしの場合における流況の考察の詳細を以下に示す。</p>	時間 [※] (分)	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大	33.5			34.0			34.5			<p data-bbox="1810 252 1899 283">ない。</p> <p data-bbox="1810 294 2196 325">ii) <u>発電所構内海域(輪谷湾)</u></p> <p data-bbox="1810 336 2507 556">約7分では、輪谷湾内への、約9分では、輪谷湾外への流れとなる。湾内のうち防波堤を回り込む流速が比較的速く2m/s程度の流速が確認できる。以降、輪谷湾内と輪谷湾外への流向が短い周期で変化するが、流速は1m/s程度である。</p>	<p data-bbox="2522 1596 2804 1816">・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は、軌跡解析の傾向も踏まえ、第3図に記載</p>
時間 [※] (分)	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大													
33.5															
34.0															
34.5															

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>b. 防波堤なし</u></p> <p><u>(a) 津波襲来時(地震発生後 約34分～約40分)</u></p> <p><u>i) 発電所敷地エリア</u> 東方より北西向きの流向を主流として襲来し、地震発生から約35分後に敷地前面に到達する。地震発生から約37分後には敷地への遡上が始まり、第3図(4/11)の地震発生から38分後における発電所敷地エリア拡大図のように、取水口以北では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面北側に沿うように遡上し、取水口以南では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面南側に沿うように遡上する。地震発生から約40分後には引き波となる。</p> <p><u>ii) 発電所敷地エリア</u> 東方より北西向きの流向を主流として襲来し、地震発生から約35分後に発電所北側エリア前面の海域に到達する。地震発生から約37分後には北西向きの流向を主流として発電所北側エリアの陸域及び久慈川へ遡上し、第3図(5/11)の地震発生から40分後における発電所周辺広域図のように、発電所敷地エリアでは引き波へと転じる地震発生から約40分後においても、発電所北側エリアの陸域及び久慈川では津波の遡上が続く(地震発生から約43分後まで遡上が継続する)。</p> <p><u>iii) 発電所南側エリア</u> 東方より北西向きの流向を主流として襲来し、地震発生から約34分後に発電所南側エリア前面の海域に到達する。地震発生から約35分後には北西向きの流向を主流として常陸那珂火力発電所敷地へ遡上し始め、第3図(3/11)の地震発生から37.5分後における発電所周辺広域図のように、常陸那珂火力発電所敷地の北側からは南西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上し、常陸那珂火力発電所敷地の南側からは北西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約40分後には引き波となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地では地震発生から約37分後に西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生か</p>	<p><u>b. 防波堤無し</u></p> <p><u>I. 基準津波1(防波堤無し)</u></p> <p><u>(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後100分～180分)</u></p> <p><u>i) 発電所構外海域</u> 「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。</p> <p><u>ii) 発電所構内海域(輪谷湾)</u> 約116分30秒では、津波の第1波が輪谷湾に到達する。水位が1m程度上昇するが、流速の変化は小さい。その後、約180分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。水位変動は最大でも3m程度で、流速は最大でも3m/s程度である。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>ら約39分後には引き波となる。</u></p> <p><u>(b) 引き波時(地震発生後 約40分～約50分)</u></p> <p><u>i) 発電所敷地エリア</u> <u>地震発生から約40分後に引き波へと転じ、敷地前面東側から外海へ向かう流況となる。引き波時は津波襲来時のように防潮堤に沿うような流況は示さず、第3図(5/11)の地震発生から40分後における発電所敷地エリア拡大図のように、敷地前面東側の一部を除き、直接外海へ向かう流況となっている。この流況は地震発生から約50分後まで継続する。</u></p> <p><u>ii) 発電所敷地エリア</u> <u>地震発生から約40分後以降においても久慈川及び久慈川周辺陸域については遡上を続けるが、地震発生から約43分後には引き波へ転じ始め、陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況となる。この流況は地震発生から約50分後以降も継続する。発電所北側エリアの前面海域については地震発生から約40分後には引き波へと転じ、外海へ向かう流況となる。この流況は地震発生から約50分後以降も継続する(地震発生から約55分後まで引き波が継続する)。</u></p> <p><u>iii) 発電所南側エリア</u> <u>発電所南側エリアの常陸那珂火力発電所敷地では、地震発生約40分後から約45分後にかけて引き波となり、第3図(7/11)及び(8/11)の発電所周辺広域図のように、地震発生から約42分後から約45分後にかけて常陸那珂火力発電所敷地前面海域にて巡回する流況となるものの、おおむね遡上時とは逆の流向を主流とした流況となる。地震発生から約50分後には常陸那珂火力発電所敷地前面海域にて南向きの流向を主流とした流況となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地前面海域では地震発生約40分後から約50分後にかけて引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。</u></p>	<p><u>(b) 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約180分～200分)</u></p> <p><u>i) 発電所構外海域</u> <u>「a.防波堤有り」に記載した内容と同じ。</u></p> <p><u>ii) 発電所構内海域(輪谷湾)</u> <u>約183分30秒では、敷地の北西側から押し波が襲来し、輪谷湾内における流速は3m/s程度である。約184分30秒では、輪谷湾内水位が6m程度上昇し、<u>発電所構外海域</u>では押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾内への流れはない。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる。約192分30秒では、輪谷湾の水位が低い状態において、敷地の北西側から大きい押し波が襲来する。最大流速が発生する時間帯であり、9m/s程度の流れが発生する。約193分30秒では、<u>発電所構外海域</u>は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾外への流れとなる。その後、約200分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>(c) 収束時(地震発生後 約50分～約90分)</u></p> <p>i) <u>発電所敷地エリア</u> <u>敷地前面海域において、地震発生から約55分後には南向きの流況となり、地震発生から約65分後には北向きの流況となるが、いずれも継続的な流況とはならず、地震発生の約65分後から約75分後にかけては穏やかな流況が継続する。第3図(11/11)の地震発生から80分後における発電所敷地エリア拡大図のように、地震発生から約80分後に西向きの流向で津波が襲来し、物揚岸壁及び敷地前面東側の一部に津波が遡上するが、この流況が継続することはない、地震発生から約85分後には引き波へと転じ、地震発生から約90分後には一部で引き津波が継続するものの比較的穏やかな流況となる。</u></p> <p>ii) <u>発電所敷地エリア</u> <u>地震発生から約55分後までは陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況が継続する。地震発生から約60分後には北西へ向かう流向を主流とした流況となるが、継続的な流況とはならず、地震発生の約65分後から約80分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生の約85分後から約90分後では引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。</u></p> <p>iii) <u>発電所南側エリア</u> <u>地震発生から約55分後にて西向きの流向を主流とした流況となるが、継続的な流況とはならず、地震発生の約60分後から約80分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生から約85分後に引き波へと転じ、地震発生から約90分後には再び穏やかな流況となる。</u></p>	<p><u>(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約200分～360分)</u></p> <p>i) <u>発電所構外海域</u> <u>「a.防波堤有り」に記載した内容と同じ。</u></p> <p>ii) <u>発電所構内海域(輪谷湾)</u> <u>約201分では、輪谷湾外への流れとなり、流速は1m/s程度である。約205分では、押し波が襲来し、輪谷湾内への流れとなり、流速は1m/s程度となる。</u></p> <p>II. <u>基準津波4(防波堤無し)</u></p> <p><u>(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後約0分～5分)</u></p> <p>i) <u>発電所構外海域</u> <u>「a.防波堤有り」に記載した内容と同じ。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><u>ii) 発電所構内海域(輪谷湾)</u> 地震発生後約3分では、津波の第1波が輪谷湾に押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい。</p> <p><u>(b) 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約5分～7分)</u></p> <p><u>i) 発電所構外海域</u> 「a.防波堤有り」に記載した内容と同じ。</p> <p><u>ii) 発電所構内海域(輪谷湾)</u> 約6分では、大きい引き波により輪谷湾外への流れとなり、3m/s程度の流速となる。約7分では、輪谷湾内への流向となり、2m/s程度の流速となる。</p> <p><u>(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約7分～30分)</u></p> <p><u>i) 発電所構外海域</u> 「a.防波堤有り」に記載した内容と同じ。</p> <p><u>ii) 発電所構内海域(輪谷湾)</u> 約7分では、輪谷湾内への流れとなる。約9分では、輪谷湾外への流れとなるが、流速は2m/s程度である。以降、輪谷湾内への流れ、輪谷湾外への流れが短い周期で変化するが、流速は1m/s程度である。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="982 275 1062 359">時間* (分)</th> <th data-bbox="1062 275 1433 359">発電所周辺広域</th> <th data-bbox="1433 275 1659 359">発電所敷地エリア拡大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="982 359 1062 684">33.5</td> <td data-bbox="1062 359 1433 684"> <p>発電所北側エリア 発電所敷地エリア 発電所南側エリア</p> <p>久慈川 常陸那珂火力発電所敷地 東海第二発電所 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構敷地</p> </td> <td data-bbox="1433 359 1659 684"> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="982 684 1062 968">34.0</td> <td data-bbox="1062 684 1433 968"> <p>常陸那珂火力発電所敷地前面海域に津波が到達する。</p> </td> <td data-bbox="1433 684 1659 968"> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="982 968 1062 1262">34.5</td> <td data-bbox="1062 968 1433 1262"> </td> <td data-bbox="1433 968 1659 1262"> </td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1249 1272 1659 1297">※：津波の原因となる地震発生後の経過時間</p> <p data-bbox="943 1329 1709 1402">第3図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (防波堤なしの場合) (1/11)</p>	時間* (分)	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大	33.5	<p>発電所北側エリア 発電所敷地エリア 発電所南側エリア</p> <p>久慈川 常陸那珂火力発電所敷地 東海第二発電所 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構敷地</p>		34.0	<p>常陸那珂火力発電所敷地前面海域に津波が到達する。</p>		34.5				<p data-bbox="2531 1329 2742 1358">・資料構成の相違</p> <p data-bbox="2531 1373 2674 1402">【東海第二】</p> <p data-bbox="2531 1417 2813 1539">島根2号炉は、軌跡解析の傾向も踏まえ、第3図に記載</p>
時間* (分)	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大													
33.5	<p>発電所北側エリア 発電所敷地エリア 発電所南側エリア</p> <p>久慈川 常陸那珂火力発電所敷地 東海第二発電所 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構敷地</p>														
34.0	<p>常陸那珂火力発電所敷地前面海域に津波が到達する。</p>														
34.5															

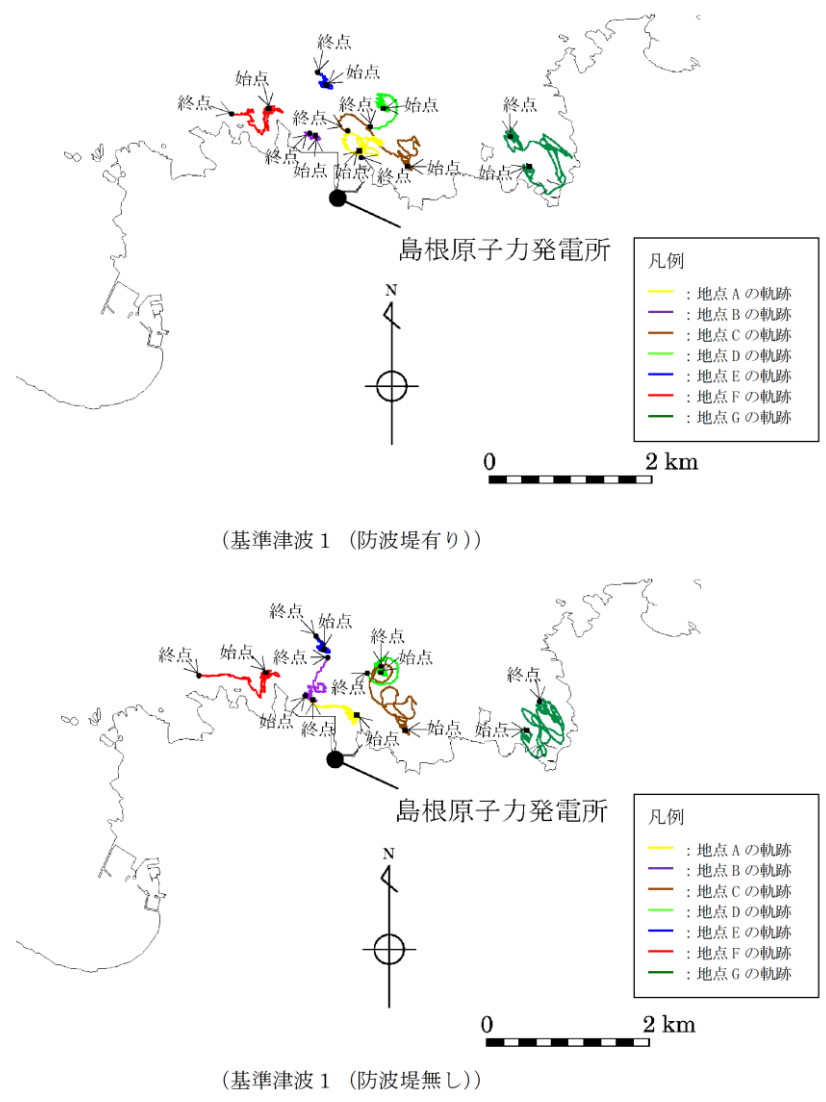
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2.2 漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価 津波流況の考察より、以下のとおり時間分類毎に漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について評価を実施した。</p> <p>(1) 津波襲来時(地震発生後 約34分～約40分) 発電所敷地エリアについては、津波襲来時の流況から、取水口以北の漂流物は敷地前面東側から敷地側面北側へ防潮堤に沿うように移動し、取水口以南の漂流物は敷地前面東側から敷地側面南側へ防潮堤に沿うように移動すると考えられる。 発電所北側エリアについては、津波襲来時の流況から、当該エリアの漂流物は北西方向へ移動すると考えられ、発電所敷地エリアでは引き波へと転じる時間においても当該エリアの漂流物は津波の遡上方向である北西へ移動すると考えられる。 発電所南側エリアのうち常陸那珂火力発電所敷地につい</p>	<p>2.2 漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価 <u>漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価にあたっては、津波流況の考察に加え、発電所周辺の漁港に停泊する船舶等が到達する可能性について、仮想的な浮遊物の動きを把握する方法として有効な軌跡解析も踏まえ評価した。</u> <u>軌跡解析の初期位置としては、周辺漁港の位置や漁船が発電所付近で操業することも考慮し、漁業制限区域近傍に1点(地点A)、3号炉北岸付近に1点(地点B)、1km地点に4点(地点C,D,E,F)、御津漁港近傍に1点(地点G)、計7地点を設定した。軌跡解析の初期位置を第2図に、軌跡解析結果を第3図に示す。</u> <u>海域活断層から想定される地震による津波(基準津波4)については、「2.1 津波流況の考察」に示したとおり、いずれの時間帯も流速が小さく、かつ、最大水位・流速を示す時間が5分～7分と短いこと、さらには、軌跡解析の特徴(第3-4図)からも移動量が小さいことから発電所周辺の漁港に停泊する船舶等は3号護岸及び輪谷湾に到達しないと評価できることから、ここでは、軌跡解析の特徴から移動量の大きい日本海東縁部に想定される地震による津波(基準津波1)について評価を実施した。評価結果を第4図に示す。なお、地点Gについては、発電所からの距離があることを踏まえ、軌跡解析の考察を実施していない。</u> <u>【軌跡解析の考察により得られた漂流物の移動傾向】</u> <u>・最大水位・流速を示す時間帯以前、以降においては、流速が小さく、移動量も小さい</u> <u>・いずれの時間帯も主に北西・南東方向の移動を繰り返す傾向がある。</u> <u>日本海東縁部に想定される地震による津波について、流向・流速・軌跡の特徴を評価した結果は以下のとおり。</u> (1) 最大水位・流速を示す時間帯以前 <u>発電所構外海域においては、地震発生後180分程度までは、流速が小さく移動量は小さい。また、流れは主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもない</u></p>	<p>・評価方法及び資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は、流況の考察に加え軌跡解析の結果も踏まえ評価を実施</p> <p>・基準津波の相違 【東海第二】 基準津波の特性の違いによる評価結果の相違(以下、同様)</p>

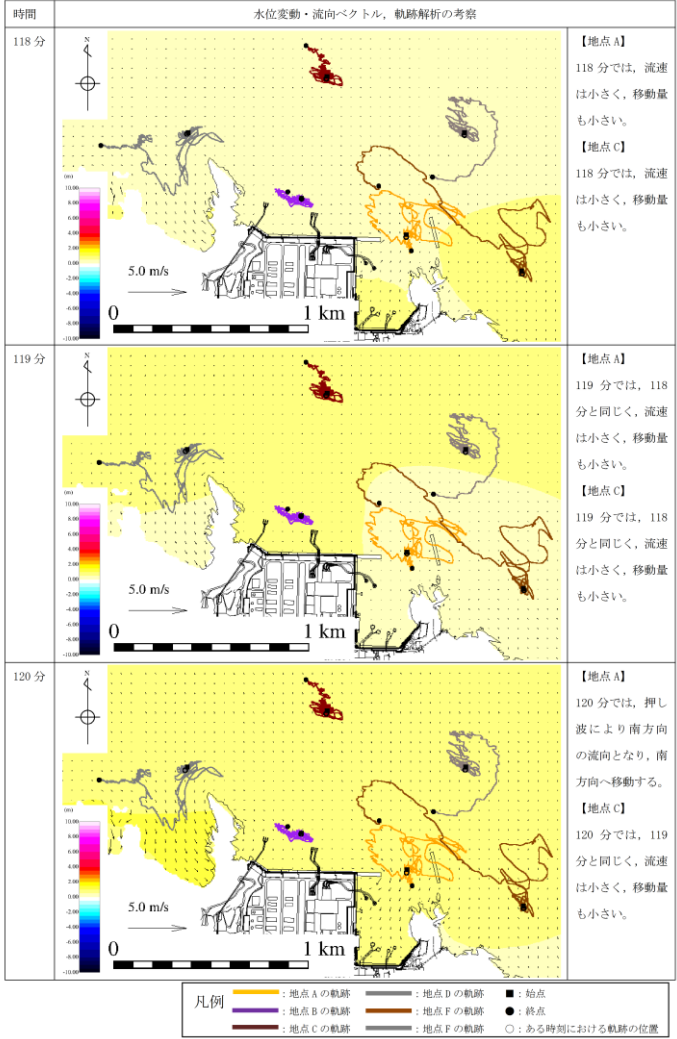
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>では、津波襲来時の流況から、常陸那珂火力発電所の敷地における漂流物のうち北側に存在するものは南方向へ移動し、南側にあるものは北方向へ移動すると考えられる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地については、津波襲来時の流況から、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地に存在する施設・設備は津波の遡上方向である西へ移動すると考えられる。しかしながら、発電所南側エリアの一部については東海第二発電所の敷地に隣接していることから、漂流物が津波防護施設である防潮堤の敷地前面東側及び敷地側面南側、取水口へ向かうことを否定できない。</u></p> <p>以上より、漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり整理した。</p> <p><u>a. 津波防護施設等への到達可能性評価</u></p> <p><u>発電所敷地エリアについては漂流物が津波防護施設である防潮堤の敷地前面東側、敷地側面北側及び敷地側面南側へ向かう可能性があるため、津波防護施設等へ向かう可能性があるものと評価した。なお、漂流物の衝突力が大きいと考えられる津波襲来時の流況として、敷地前面東側においては防潮堤の軸直交方向に津波が襲来し、敷地側面北側及び敷地側面南側においては防潮堤に沿うように軸方向に津波が襲来することから、漂流物の衝突による影響が大きくなるのは敷地前面東側であると考えられる。</u></p> <p><u>発電所南側エリアについては漂流物が津波防護施設である防潮堤の敷地前面東側及び敷地側面南側へ向かう可能性があるため、津波防護施設等へ向かう可能性があるものと評価した。</u></p> <p><u>発電所北側エリアについては漂流物が津波の遡上方向である北西へ移動すると考えられることから津波防護施設等へ向かわないと評価した。</u></p>	<p><u>ため3号護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。</u></p> <p><u>発電所構内海域(輪谷湾)においては、地震発生後180分程度までは、流速が小さく移動量は小さい。また、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所構内海域(輪谷湾)に漂流物は到達しないと考えられる。</u></p> <p>以上より、漂流物の津波防護施設及び取水口への到達可能性について以下のとおり評価した。</p> <p><u>a. 津波防護施設等への到達可能性評価</u></p> <p><u>発電所構外海域において、180分程度までは、流速が小さく移動量は小さい。また、流れは主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもないため3号護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられることから、津波防護施設に到達しないと評価した。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所(2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>b. 取水口への到達可能性評価</u> <u>発電所南側エリアについては漂流物が取水口へ向かう可能性があるものと評価した。</u> <u>その他のエリアにおける漂流物は陸域側又は久慈川上流へ移動すると考えられることから、取水口へ向かわないと評価した。</u></p> <p><u>(2) 引き波時(地震発生後 約40分～約50分)</u> <u>発電所敷地エリアについては、引き波時の流況から、漂流物が津波襲来時に敷地側面北側及び敷地側面南側へ移動した後に外海方向へ移動すると考えられるが、津波襲来時に敷地前面東側に漂流物が留まった場合、引き波時において漂流物が貯留堰、取水口へ向かうことを否定できない。</u> <u>発電所北側エリアについては、引き波時の流況から、漂流物が外海方向へ移動すると考えられる。</u> <u>発電所南側エリアのうち常陸那珂火力発電所敷地については、引き波時の流況から、漂流物が外海へ移動すると考えられる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地については、引き波時の流況から、漂流物が外海へ移動すると考えられる。</u> <u>以上より、漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり整理した。</u></p> <p><u>a. 津波防護施設等への到達可能性評価</u> <u>発電所敷地エリアについては、津波襲来時に防潮堤の敷地側面北側及び敷地側面南側へ到達した漂流物が、引き波時に津波防護施設である貯留堰へ向かう可能性があるため、津波防護施設等へ向かう可能性があるものと評価した。</u> <u>その他のエリアにおける漂流物は継続的に外海方向へ移動すると考えられることから津波防護施設等へ向かわないと評価した。</u></p>	<p><u>b. 取水口への到達可能性評価</u> <u>発電所構外海域では、流れは主に北西・南東方向に変化しており、発電所への連続的な流れはなく流速も小さいことから、移動量も小さい。また、港湾部においては、その形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価した。</u></p> <p><u>(2) 最大水位・流速を示す時間帯</u> <u>発電所構外海域においては、地震発生後約180～200分では、流速は速くても2m/sであり、流れは短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもないため、3号護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。</u> <u>発電所構内海域(輪谷湾)においては、地震発生後約180～200分では、流速は最大9m/s程度と速いが、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾部に漂流物は到達しないと考えられる。</u></p> <p><u>以上より、漂流物の津波防護施設及び取水口への到達可能性について以下のとおり評価した。</u></p> <p><u>a. 津波防護施設等への到達可能性評価</u> <u>発電所構外海域では、流れは主に北西・南東方向に変化しており、発電所への連続的な流れはなく流速は2m/s程度であることから移動量も小さい。また、3号炉北岸及び1号炉放水連絡通路近傍を航行し得る船舶については、大津波警報発</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>b. 取水口への到達可能性評価</u> <u>発電所敷地エリアについては漂流物が取水口へ向かう可能性がある。</u> <u>その他のエリアにおける漂流物は継続的に外海方向へ移動すると考えられることから、取水口へ向かわないと評価した。</u></p> <p><u>(3) 収束時（地震発生後 約50分～約90分）</u> <u>発電所敷地エリアについては、収束時の流況から、発電所敷地前面の漂流物は一時的に外海へ移動すると考えられるが、比較的穏やかな流況が継続することから、漂流物は大きな移動を伴わないと考えられる。</u> <u>発電所北側エリアについては、収束時の流況から、当該エリアの漂流物は一時的に外海へ移動すると考えられるが、比較的穏やかな流況が継続することから、漂流物は大きな移動を伴わないと考えられる。</u> <u>発電所南側エリアについては、収束時の流況から、当該エリアの漂流物は一時的に外海へ移動すると考えられるが、比較的穏やかな流況が継続することから、漂流物は大きな移動を伴わないと考えられる。</u> <u>以上より、漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり整理した。</u></p> <p><u>a. 津波防護施設等への到達可能性評価</u> <u>各エリアにおける漂流物は大きな移動を伴わないと考えられることから、津波防護施設等へは向かわないと評価した。</u></p> <p><u>b. 取水口への到達可能性評価</u> <u>各エリアにおける漂流物は大きな移動を伴わないと考えられることから、取水口へ向かわないと評価した。</u></p>	<p><u>令時には沖合に退避等することから、津波防護施設に到達しない。周辺漁港に停泊する船舶等についても軌跡解析の傾向では発電所方向の連続的な流れは確認されない。</u> <u>さらに、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じており、漂流物は港湾部に到達しないことから、津波防護施設へ到達する可能性はないと評価した。</u></p> <p><u>b. 取水口への到達可能性評価</u> <u>発電所構外海域では、流れは主に北西・南東方向に変化しており、発電所への連続的な流れはなく流速は2m/s程度であることから移動量も小さい。また、港湾部においては、その形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価した。</u></p> <p><u>(3) 最大水位・流速を示す時間帯以降</u> <u>発電所構外海域においては、地震発生後約200分以降は、流速が小さく移動量は小さい。また、流れは主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもなく3号護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。</u> <u>発電所構内海域（輪谷湾）においては、地震発生後約200分以降は、流速が小さく移動量は小さい。また、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾部に漂流物は到達しないと考えられる。</u></p> <p><u>以上より、漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり評価した。</u></p> <p><u>a. 津波防護施設等への到達可能性評価</u> <u>発電所構外海域においては、地震発生後約200分以降は、流速が小さく移動量は小さい。また、流れは主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもない</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>め発電所に<u>3号護岸及び輪谷湾</u>しないと考えられることから、<u>津波防護施設に到達しないと評価した。</u></p> <p>b. 取水口への到達可能性評価</p> <p><u>発電所構外海域では、流れは主に北西・南東方向に変化しており、発電所への連続的な流れはなく流速も小さいことから、移動量も小さい。また、港湾部においては、その形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価した。</u></p>  <p><u>第2図 軌跡解析の初期配置</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p style="text-align: center;">第3-1図 軌跡解析結果</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、本資料に軌跡解析結果を記載（以降、同様な図であり記載を省略する）</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉(2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>第3-1図 水位変動・流向ベクトル、軌跡解析の評価結果</p>	<p>・評価内容の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、水位変動・流向ベクトルに加え、軌跡解析の傾向も踏まえ評価を実施</p> <p>(以降、同様な図であり記載を省略する)</p>

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料37]

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
		<p>表1 気象庁から発令される津波警報・注意報の種類と津波高さの関係</p> <table border="1" data-bbox="1774 348 2466 632"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>津波予想高さ</th> <th>発令警報</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">大津波警報</td> <td>津波高さ 10m 超</td> <td>津波の高さ 10m 超</td> </tr> <tr> <td>津波高さ 5m 超～10m 以下</td> <td>津波の高さ 10m</td> </tr> <tr> <td>津波高さ 3m 超～5m 以下</td> <td>津波の高さ 5m</td> </tr> <tr> <td>津波警報</td> <td>津波高さ 1m 超～3m 以下</td> <td>津波の高さ 3m</td> </tr> <tr> <td>津波注意報</td> <td>津波高さ 0.2m 以上～1m 以下</td> <td>津波の高さ 1m</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 津波注意報, 津波警報又は大津波警報発令時(津波襲来前) 地震発生後, 津波注意報, 津波警報又は大津波警報が発令された場合は, 速やかに湾岸及び取水槽廻りから待避するよう所内通信連絡設備(警報装置を含む。)により発電所内に周知し, 所員は高台(EL11.9m以上)に待避を行う運用としている。ただし, 漂流物発生防止に係る対応を実施する場合は, 対応実施後に退避を行う。また, 津波に関する情報(津波到達予想時刻, 津波規模, 津波監視カメラによる津波の状況等)を確認し作業安全が確認されるまでは, 湾岸及び取水槽廻りでの作業は実施しないこととしている。</p> <p>さらに, 大津波警報の場合は, 緊急時警戒体制を発令し, 緊急時対策要員を非常招集することにより, 速やかに重大事故等に対処できる体制を整える。</p> <p>これらの他, 発令される警報の種類(津波注意報, 津波警報又は大津波警報)に応じ, 津波に対する対応を以下のとおり実施する。</p> <p>a. 津波監視に係る対応 気象庁から発信される津波情報も含め, 津波に関する情報を収集するとともに, 津波監視カメラによる津波襲来状況の監視を強化する。</p> <p>b. 原子炉の停止に係る対応 大津波警報が発令された場合は, 原子炉の停止操作及び冷却操作を開始する。ただし, 地震により原子炉が自動停止する場合を除く。</p>	種類	津波予想高さ	発令警報	大津波警報	津波高さ 10m 超	津波の高さ 10m 超	津波高さ 5m 超～10m 以下	津波の高さ 10m	津波高さ 3m 超～5m 以下	津波の高さ 5m	津波警報	津波高さ 1m 超～3m 以下	津波の高さ 3m	津波注意報	津波高さ 0.2m 以上～1m 以下	津波の高さ 1m	
種類	津波予想高さ	発令警報																	
大津波警報	津波高さ 10m 超	津波の高さ 10m 超																	
	津波高さ 5m 超～10m 以下	津波の高さ 10m																	
	津波高さ 3m 超～5m 以下	津波の高さ 5m																	
津波警報	津波高さ 1m 超～3m 以下	津波の高さ 3m																	
津波注意報	津波高さ 0.2m 以上～1m 以下	津波の高さ 1m																	

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

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

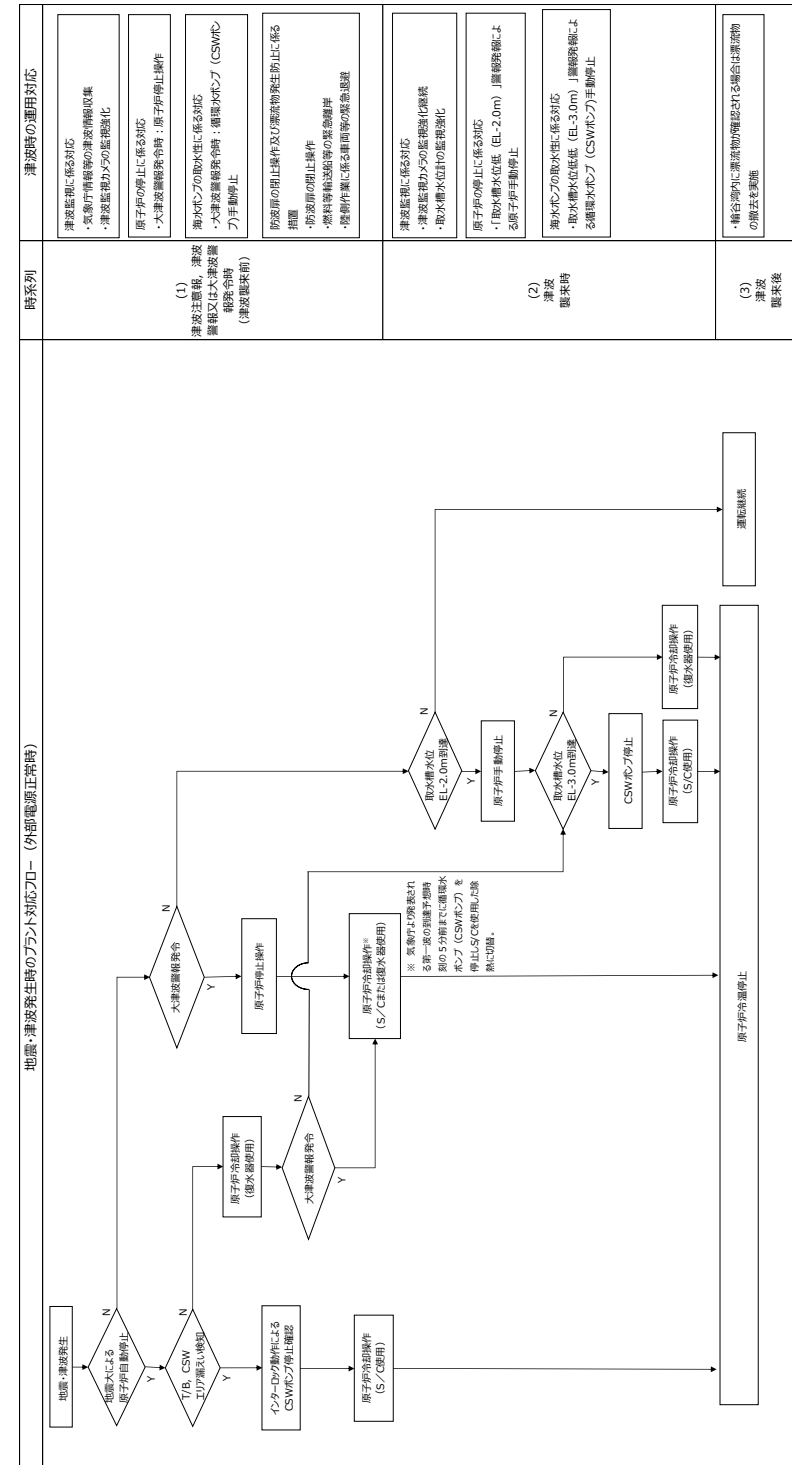


図1-1 地震・津波発生時のプラント対応フロー (外部電源正常時)

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報発生時 (津波発生時)	<ul style="list-style-type: none"> 津波監視に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・緊急庁舎警報の津波情報収集 ・津波監視カメラの監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：原子炉停止操作 取水機の水位監視に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：取水機水位 (CSWC) の自動停止 防波堤の閉止操作及び緊急発生停止に係る措置 <ul style="list-style-type: none"> ・防波堤の閉止操作 ・燃料等輸送船等の緊急離岸 ・陸揚げ船に係る車両等の緊急退避
(2) 津波発生時	<ul style="list-style-type: none"> 津波監視に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・津波監視カメラの監視強化継続 ・取水機水位計の監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・「取水機水位 (EL+2.0m)」警報発生による原子炉自動停止 取水機の水位監視に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・取水機水位 (EL+3.0m) 警報発生による取水機水位計 (CSWC) の自動停止
(3) 津波発生後	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送船等に漂流物が確認される場合は漂流物の撤去を要する

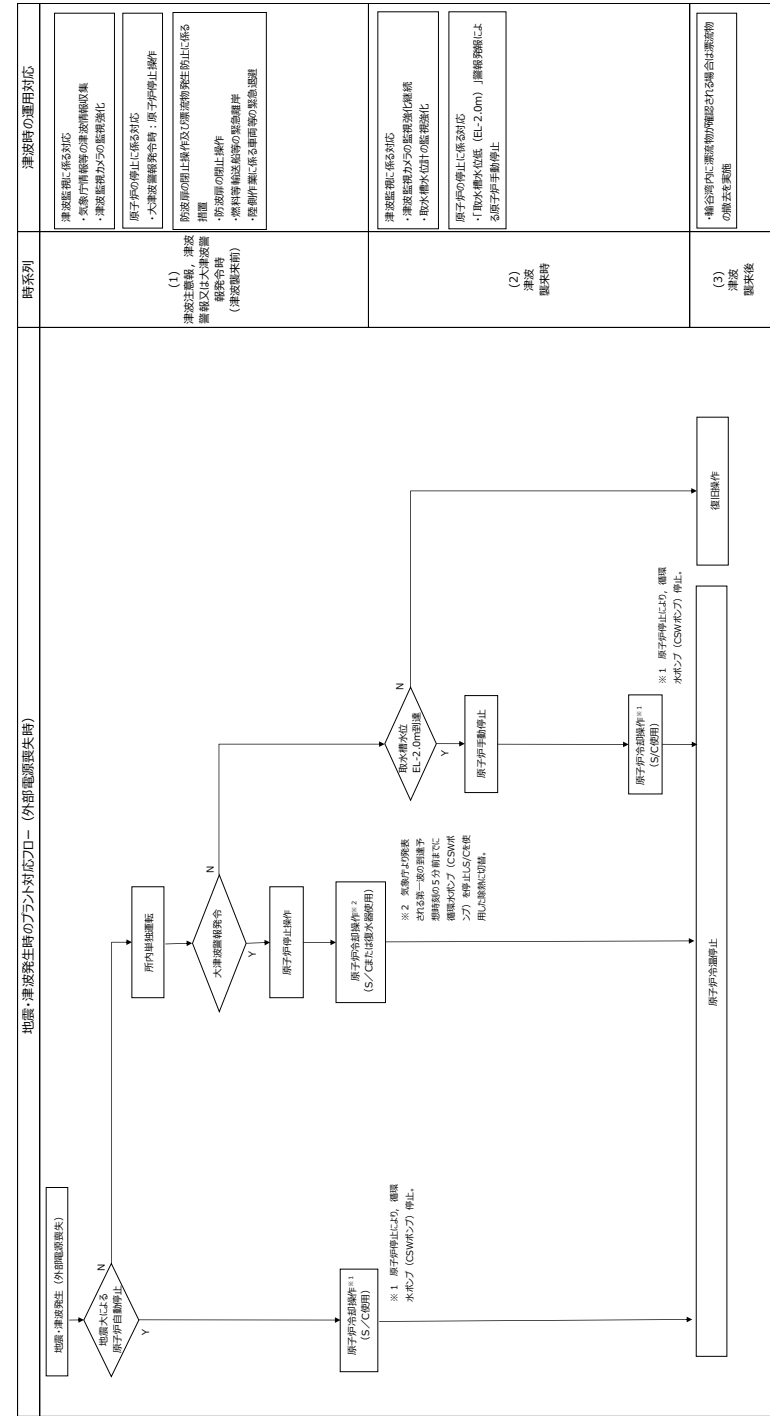


図1-2 地震・津波発生時のプラント対応フロー (外部電源喪失時)

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報又は大津波警報発生時 (津波警報未発)	<ul style="list-style-type: none"> 津波警報に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉自動制御の津波警報検出 ・津波警報からの注意警報化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：原子炉停止操作 取水機水位の停止操作及び廃液物貯留停止に係る運用に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・取水機水位の停止操作 ・廃液物貯留停止に係る運用時の緊急処置
(2) 津波警報発生時	<ul style="list-style-type: none"> 津波警報に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・津波警報からの注意警報化 ・取水機水位の注意警報化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・取水機水位 (EL-2.0m) 超過警報による原子炉自動停止
(3) 津波警報発生後	<ul style="list-style-type: none"> ・構内構内に滞留物の確認される場合は滞留物の除去を要する

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

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料38]

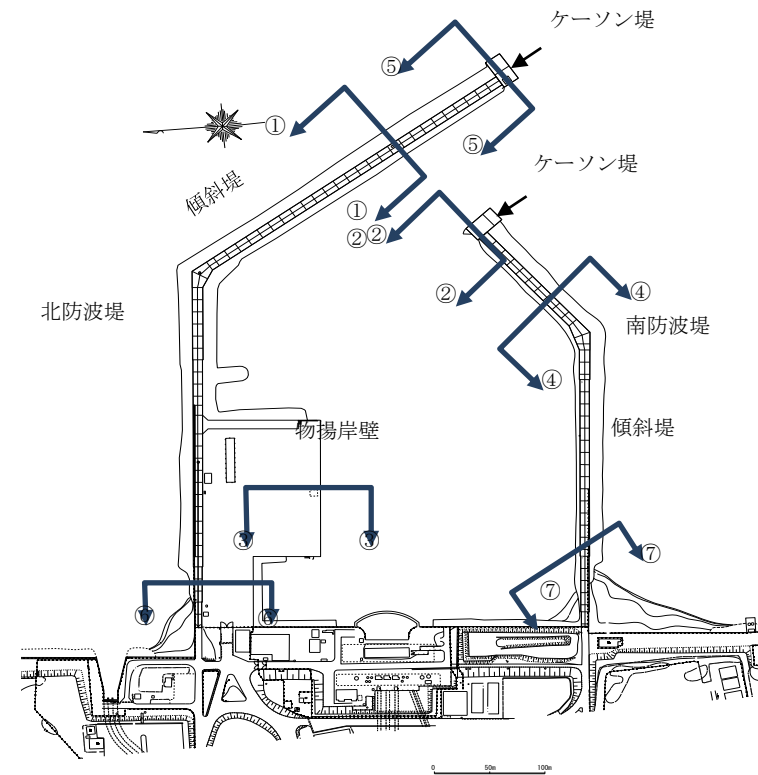
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 18</p> <p style="text-align: center;">地震後の防波堤の津波による影響評価について</p> <p style="text-align: center;">目 次</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>防波堤の施設概要</u> 2. <u>防波堤の漂流物化に係る検討方針</u> 3. <u>地震時評価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

1. 防波堤の施設概要

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

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

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

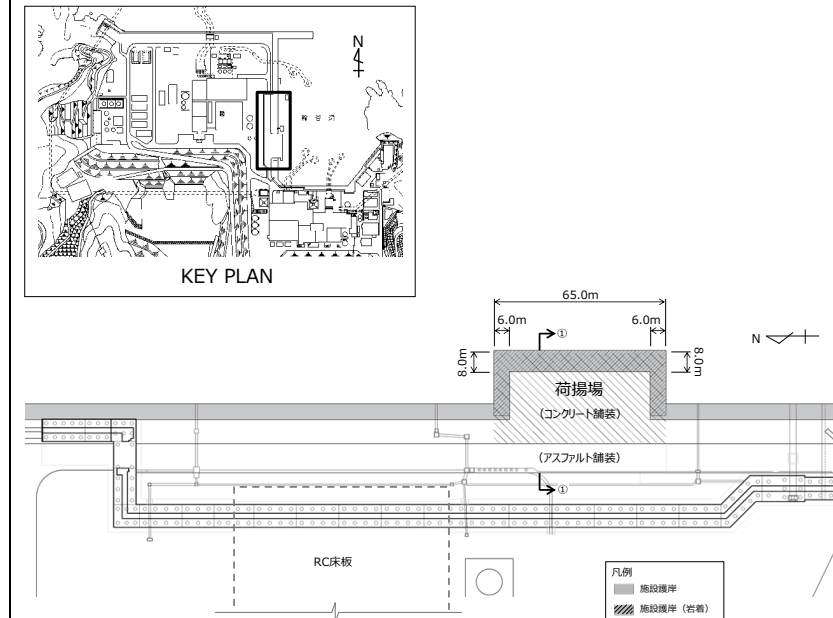


第1図 港湾施設平面図

1. 荷揚場の施設概要

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

評価を行う断面は、構造が概ね一樣なため、代表断面①-①とした。

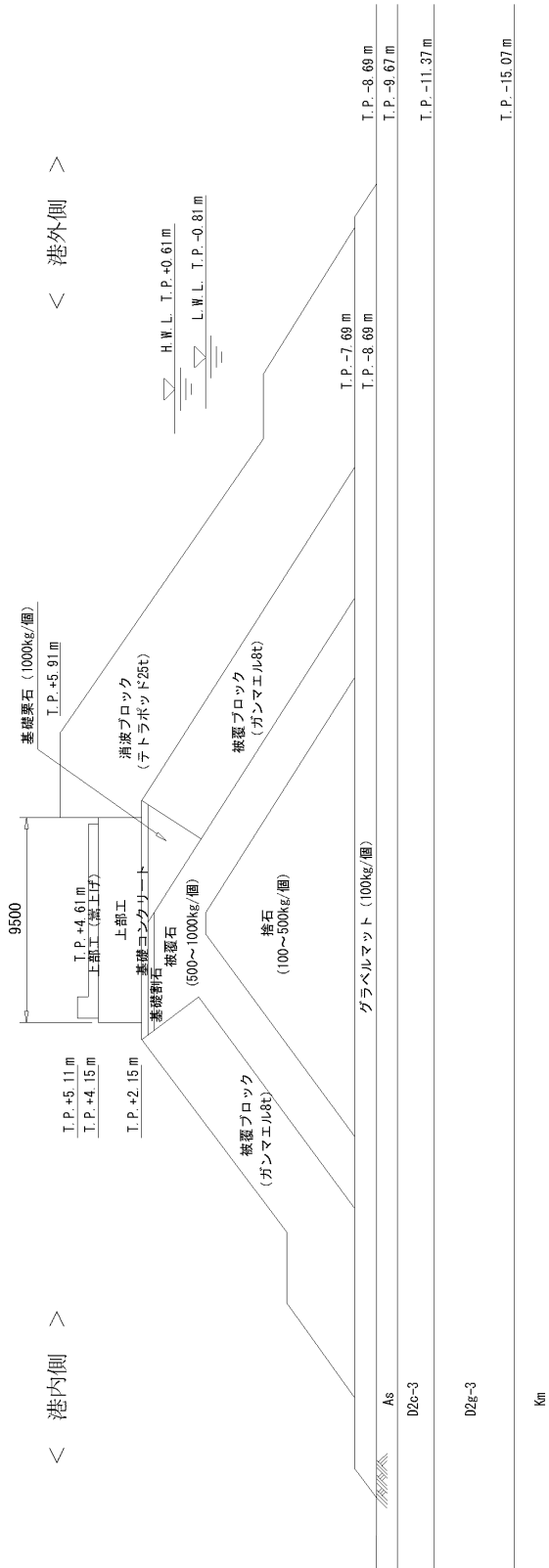


第1図 荷揚場平面図

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

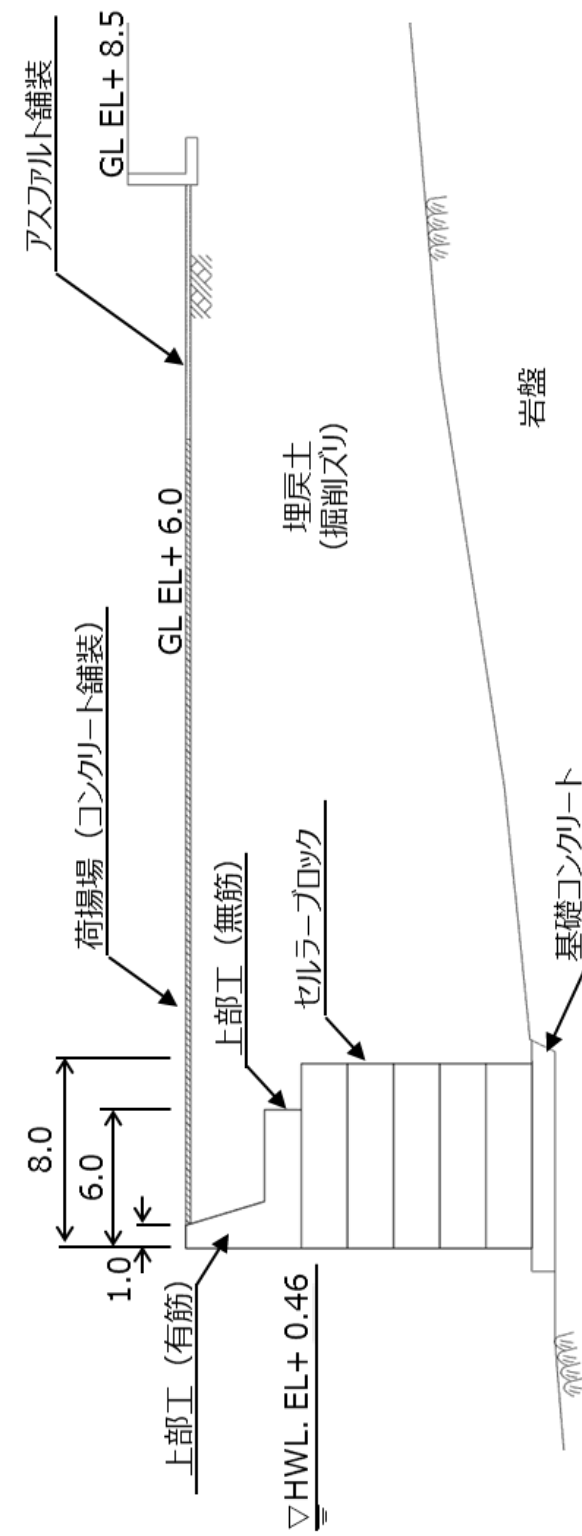
・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。

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



第2図 北側防波堤傾斜堤断面 (①-①)

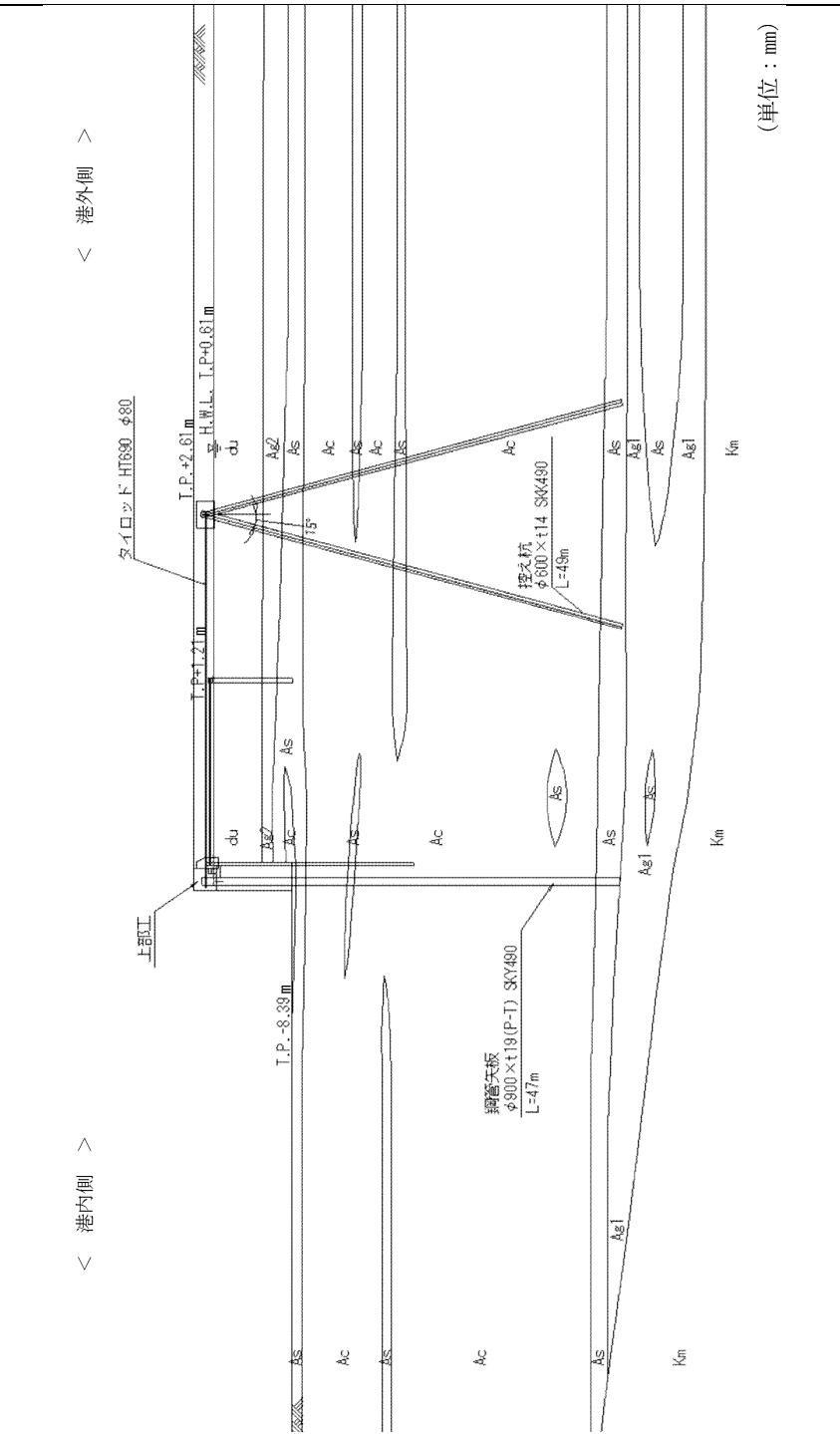
(単位 : mm)



第2図 荷揚場断面 (①-①)

・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場断面を記載している。

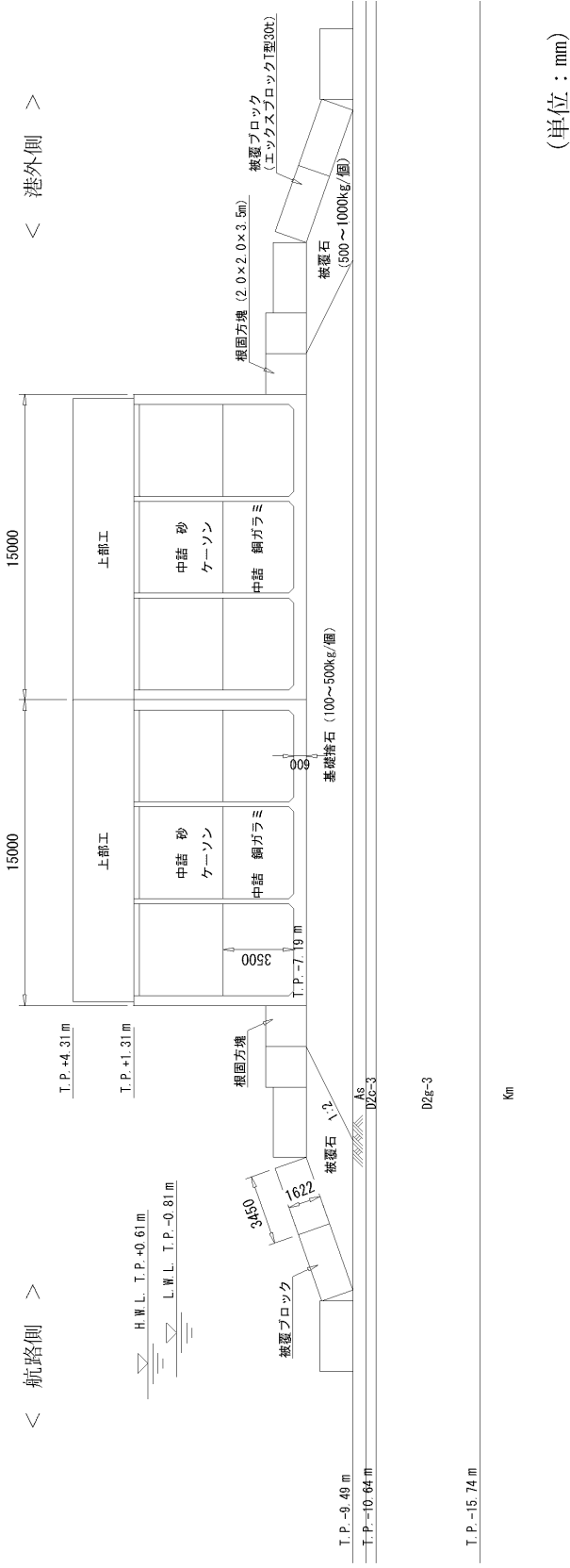
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">第3図 南側防波堤ケーソン堤断面 (②-②)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>



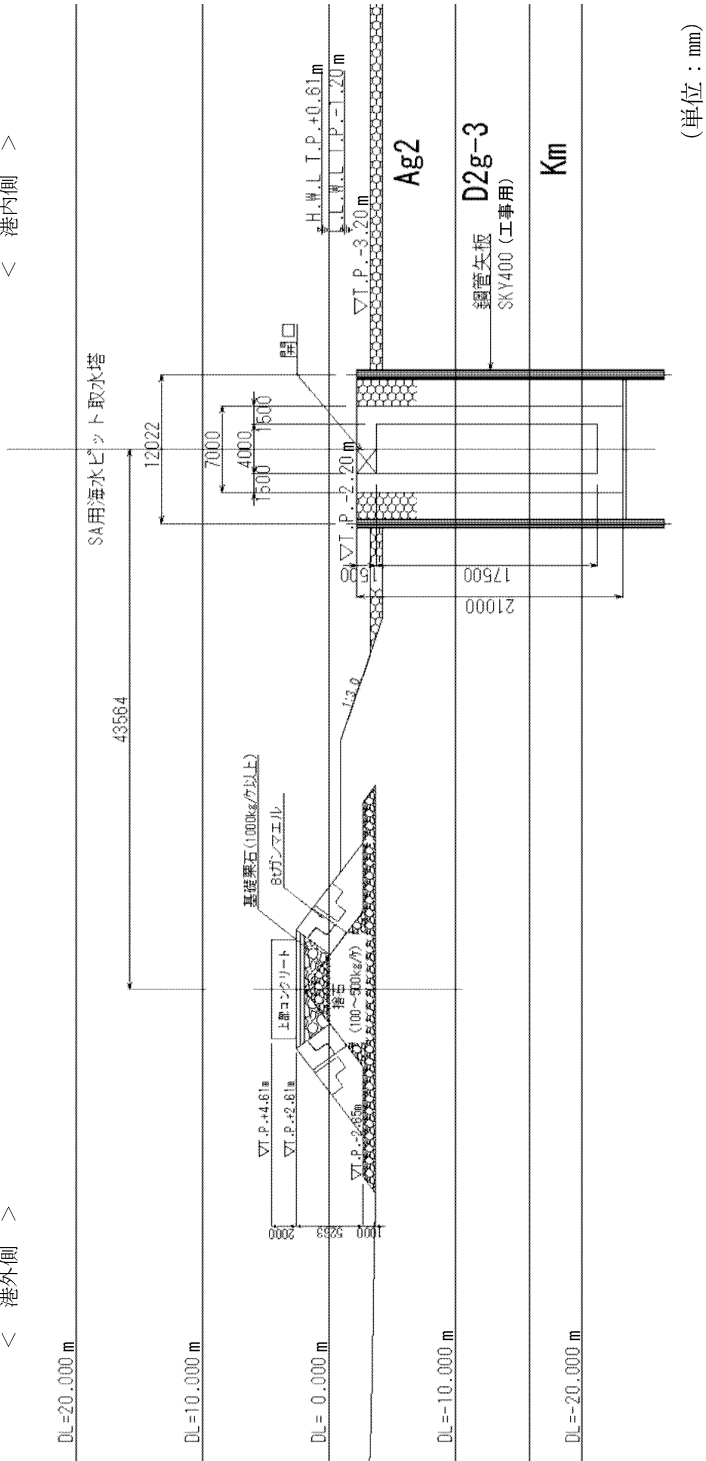
第4図 物揚岸壁断面 (③-③)

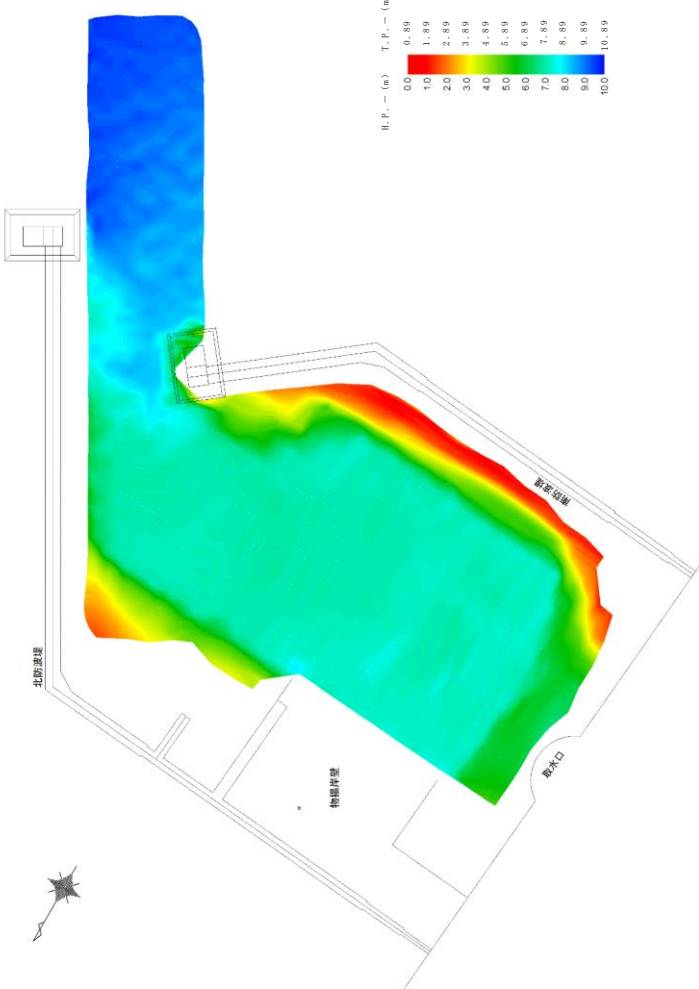
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。

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

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

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="1032 1329 1608 1360">第9図 東海港深浅図 (2016年12月12日測量)</p>		<p data-bbox="2531 254 2813 464">・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の施設概要について記載している。</p>

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

第1表 波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

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

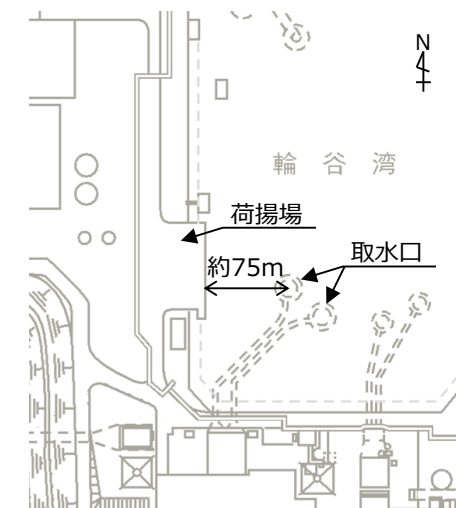


第10図 波及的影響検討対象施設図

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

第1表 波及的影響検討対象施設と損傷モード一覧表

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

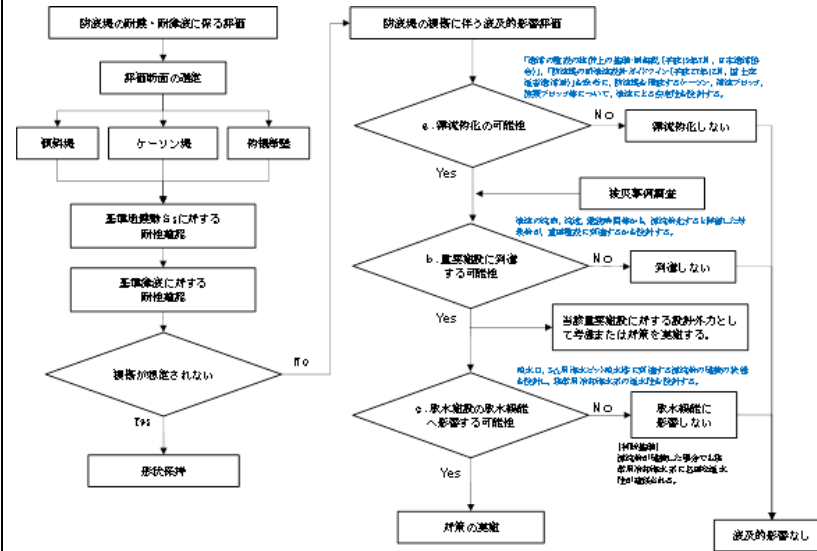


第3図 波及的影響検討対象施設図

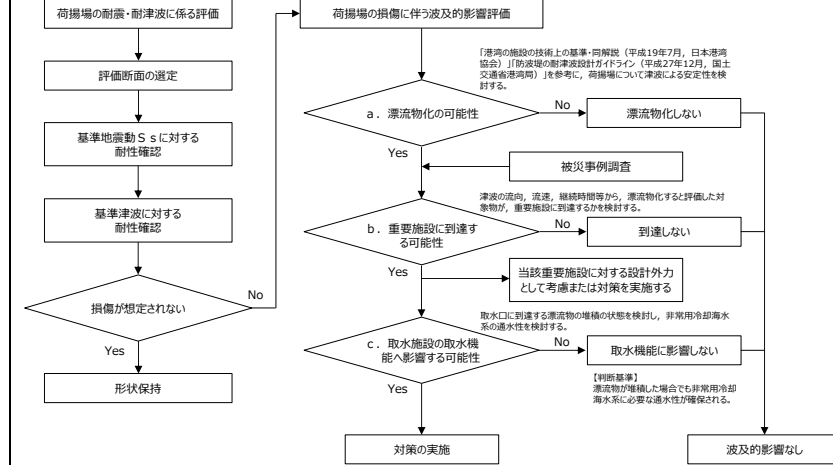
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の漂流物化について記載している。

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

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



第 11 図 防波堤の漂流物化による波及的影響検討フロー



第 4 図 荷揚場の漂流物化による波及的影響検討フロー

3. 地震時評価

(1) 解析方法

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

1) 構造部材

ケーソン及び上部工は、剛体として挙動するため線形弾性体としてモデル化する。

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

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

2) 地盤

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

3. 地震時評価

(1) 解析方法

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

1) 構造部材

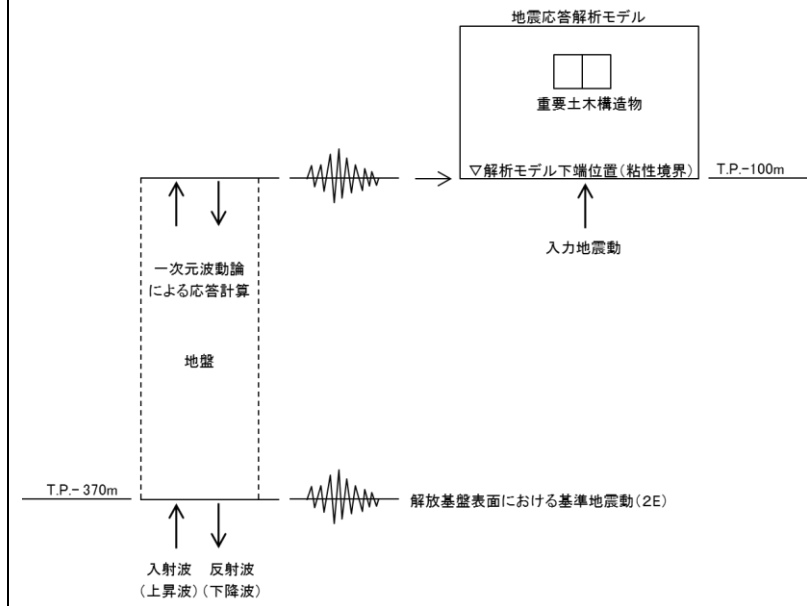
荷揚場の上部工、セルラーブロック、基礎コンクリートは線形平面要素でモデル化する。

2) 地盤

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

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

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



第12図 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを第13図及び第14図に示す。

1) 解析領域

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

3) 境界条件

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

3) 構造物のモデル化

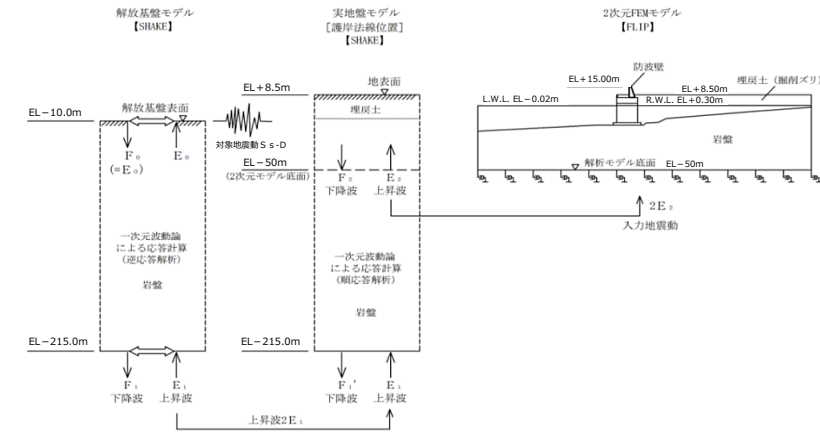
構造物のコンクリート部材は線形平面要素、鋼部材は非線形はり要素又は非線形バネ要素でモデル化する。また、傾斜堤の石材はマルチスプリング要素、消波ブロックは節点荷重でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

地盤は、地質区分に基づき、平面ひずみ要素でモデル化する。

5) ジョイント要素

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



第5図 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを第6図に示す。

1) 解析領域

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

2) 境界条件

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

3) 構造物のモデル化

構造物のコンクリート部材は線形平面要素でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

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

5) ジョイント要素

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

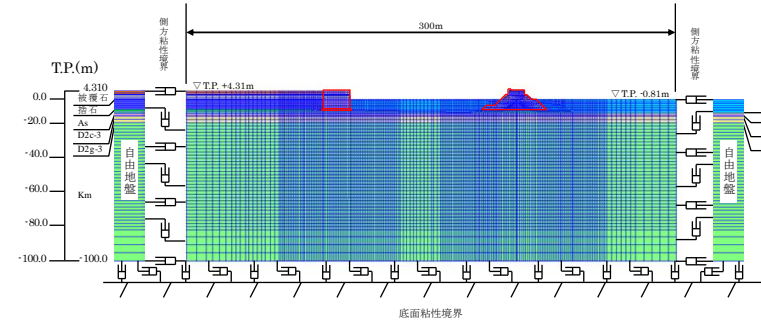
・解析条件の相違
【東海第二】
島根2号炉は解放基盤表面が EL-10.0m にある。

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

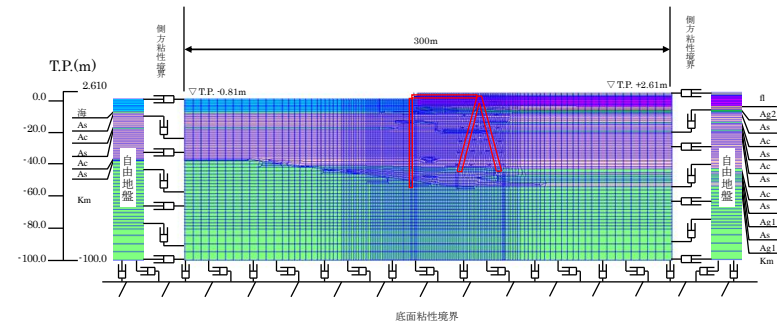
・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の解析モデルについて記載している。

6) 水位条件

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



第13図 地震応答解析モデル (傾斜堤, ケーソン堤断面)

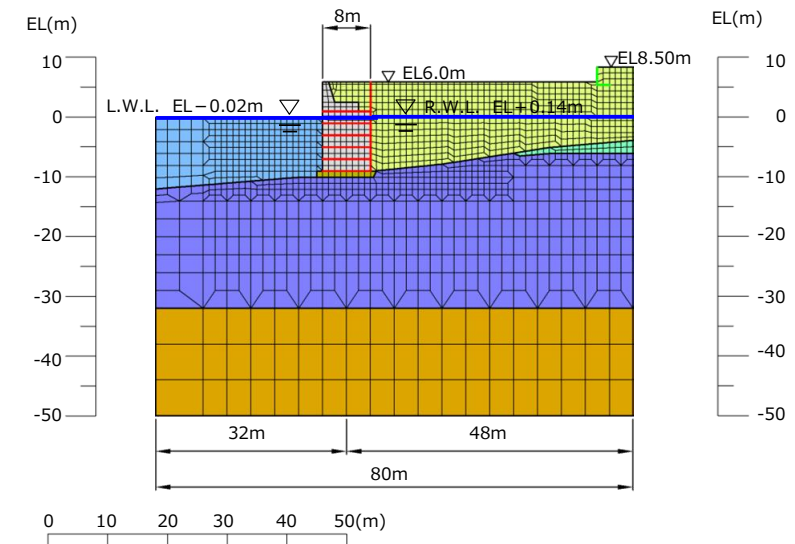


第14図 地震応答解析モデル (物揚岸壁断面)

6) 水位条件

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

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



第6図 地震応答解析モデル (荷揚場断面)

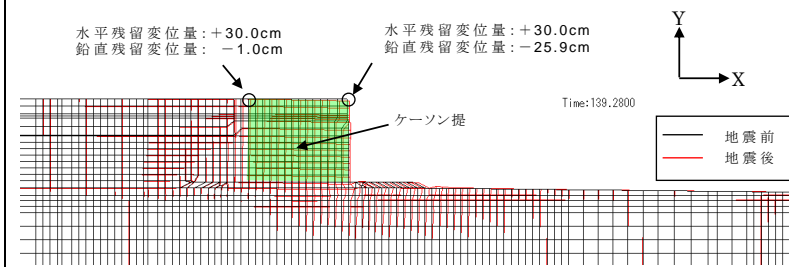
・解析条件の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の水位条件を港湾基準に基づき設定している。

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

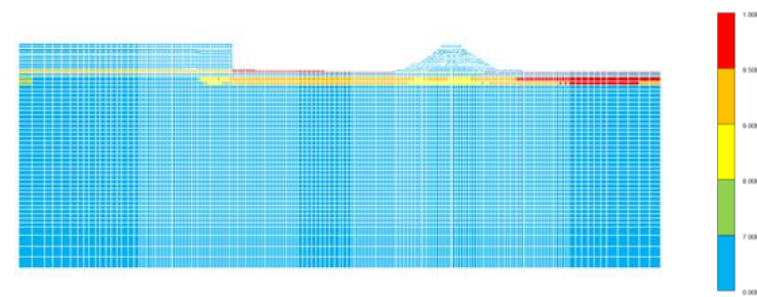
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																	
	<p>(5) 使用材料及び材料の物性値</p> <p>1) 構造物の物性値</p> <p>使用材料を第3表に、材料の物性値を第4表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3表 使用材料</p> <table border="1" data-bbox="973 472 1673 661"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>部位</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">コンクリート</td> <td>上部工</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td>基礎</td> <td>設計基準強度 18.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ケーソン (海中)</td> <td>設計基準強度 24.0N/mm²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼材</td> <td>鋼管矢板, 控え工鋼管杭</td> <td>SKY490, SKK490</td> </tr> <tr> <td>タイロッド</td> <td>HT690</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第4表 材料の物性値</p> <table border="1" data-bbox="1012 871 1635 1081"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">部位</th> <th rowspan="2">単位体積重量 (kN/m³)</th> <th rowspan="2">ヤング係数 (kN/mm²)</th> <th colspan="2">ポアソン比</th> </tr> <tr> <th>飽和, 湿潤</th> <th>水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">コンクリート</td> <td>上部工</td> <td>24.0</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>基礎</td> <td>22.6</td> <td>22</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>21.8</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン (海中)</td> <td>21.8</td> <td>25</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>根固方塊</td> <td>22.6</td> <td>22</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼材</td> <td>鋼管矢板, 控え工鋼管杭</td> <td>77.0</td> <td>200</td> <td>0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイロッド</td> <td>-</td> <td>200</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 地盤の物性値</p> <p>解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを第5表に示す。<u>液状化検討対象層である du 層, Ag2 層, As 層, Ag1 層及び D2g-3 層について液状化強度特性を設定する。液状化パラメータについては, 液状化強度試験結果より設定する。</u></p> <p><u>試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を第15図に示す。なお, 液状化強度特性が保守的に評価されるように, 液状化強度試験値の平均-1σ の液状化強度特性を再現するように設定する。</u></p>	材料	部位	諸元	コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0N/mm ²	基礎	設計基準強度 18.0N/mm ²	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²		ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²	鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	SKY490, SKK490	タイロッド	HT690	材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比		飽和, 湿潤	水中	コンクリート	上部工	24.0	25	0.2		基礎	22.6	22	0.2		ケーソン (海中)	21.8	25	0.2		ケーソン (海中)	21.8	25	0.2			根固方塊	22.6	22	0.2		鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	77.0	200	0.3		タイロッド	-	200	-		<p>(5) 使用材料及び材料の物性値</p> <p>1) 構造物の物性値</p> <p>使用材料を第3表に、材料の物性値を第4表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3表 使用材料</p> <table border="1" data-bbox="1739 472 2496 766"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>部位</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">コンクリート</td> <td>上部工 (有筋)</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm²</td> </tr> <tr> <td>上部工 (無筋)</td> <td>設計基準強度 14.7N/mm²</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">セルラーブロック</td> <td>気中</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm²</td> </tr> <tr> <td>水中</td> <td>設計基準強度 20.6N/mm²</td> </tr> <tr> <td>基礎コンクリート</td> <td>設計基準強度 14.7N/mm²</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第4表 材料の物性値</p> <table border="1" data-bbox="1739 871 2496 1134"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="2">単位体積重量 (kN/m³)</th> <th rowspan="2">ヤング係数 (kN/mm²)</th> <th rowspan="2">ポアソン比</th> </tr> <tr> <th>飽和, 湿潤</th> <th>水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">コンクリート</td> <td>上部工 (有筋)</td> <td>24.0</td> <td>-</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>上部工 (無筋)</td> <td>22.6</td> <td>-</td> <td>20.4</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>セルラーブロック (コンクリート詰)</td> <td>23.0</td> <td>12.9</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>セルラーブロック (栗石詰)</td> <td>22.0</td> <td>11.9</td> <td>23.3</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>基礎コンクリート</td> <td>22.6</td> <td>12.5</td> <td>20.4</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 地盤の物性値</p> <p>解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを第5表に示す。<u>地盤の物性値は, 「島根原子力発電所2号炉設計基準対象施設について第4条:地震による損傷の防止 別紙-11液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定する。液状化の評価対象として取り扱う埋戻土 (掘削ズリ) 及び砂礫層の有効応力解析に用いる液状化パラメータは, 液状化試験結果 (繰返し非排水せん断試験結果) に基づき, 地盤のばらつき等を考慮し, 保守的に簡易設定法により設定した。設定した液状化強度曲線を第7図に示す。</u></p>	材料	部位	諸元	コンクリート	上部工 (有筋)	設計基準強度 20.6N/mm ²	上部工 (無筋)	設計基準強度 14.7N/mm ²	セルラーブロック	気中	設計基準強度 20.6N/mm ²	水中	設計基準強度 20.6N/mm ²	基礎コンクリート	設計基準強度 14.7N/mm ²	材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)		ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比	飽和, 湿潤	水中	コンクリート	上部工 (有筋)	24.0	-	23.3	0.2	上部工 (無筋)	22.6	-	20.4	0.2	セルラーブロック (コンクリート詰)	23.0	12.9	23.3	0.2	セルラーブロック (栗石詰)	22.0	11.9	23.3	0.2	基礎コンクリート	22.6	12.5	20.4	0.2	<p>・解析条件の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の使用材料の物性値を記載している。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は荷揚場の地盤物性値について記載している。</p>
材料	部位	諸元																																																																																																																		
コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0N/mm ²																																																																																																																		
	基礎	設計基準強度 18.0N/mm ²																																																																																																																		
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²																																																																																																																		
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0N/mm ²																																																																																																																		
鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	SKY490, SKK490																																																																																																																		
	タイロッド	HT690																																																																																																																		
材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比																																																																																																																
				飽和, 湿潤	水中																																																																																																															
コンクリート	上部工	24.0	25	0.2																																																																																																																
	基礎	22.6	22	0.2																																																																																																																
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2																																																																																																																
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2																																																																																																																
	根固方塊	22.6	22	0.2																																																																																																																
鋼材	鋼管矢板, 控え工鋼管杭	77.0	200	0.3																																																																																																																
	タイロッド	-	200	-																																																																																																																
材料	部位	諸元																																																																																																																		
コンクリート	上部工 (有筋)	設計基準強度 20.6N/mm ²																																																																																																																		
	上部工 (無筋)	設計基準強度 14.7N/mm ²																																																																																																																		
	セルラーブロック	気中	設計基準強度 20.6N/mm ²																																																																																																																	
		水中	設計基準強度 20.6N/mm ²																																																																																																																	
	基礎コンクリート	設計基準強度 14.7N/mm ²																																																																																																																		
材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)		ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比																																																																																																															
		飽和, 湿潤	水中																																																																																																																	
コンクリート	上部工 (有筋)	24.0	-	23.3	0.2																																																																																																															
	上部工 (無筋)	22.6	-	20.4	0.2																																																																																																															
	セルラーブロック (コンクリート詰)	23.0	12.9	23.3	0.2																																																																																																															
	セルラーブロック (栗石詰)	22.0	11.9	23.3	0.2																																																																																																															
	基礎コンクリート	22.6	12.5	20.4	0.2																																																																																																															

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

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



第16図 残留変位図 (ケーソン堤)

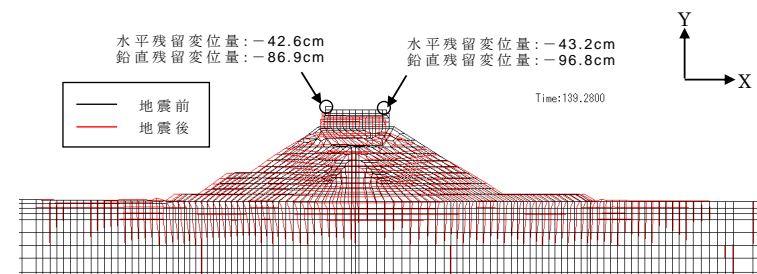


第17図 過剰間隙水圧比分布図

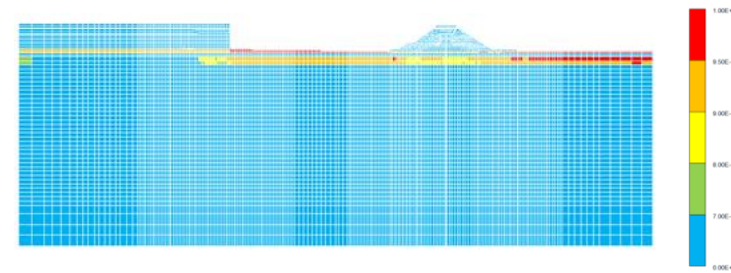
2) 傾斜堤

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

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



第18図 残留変位図 (傾斜堤)



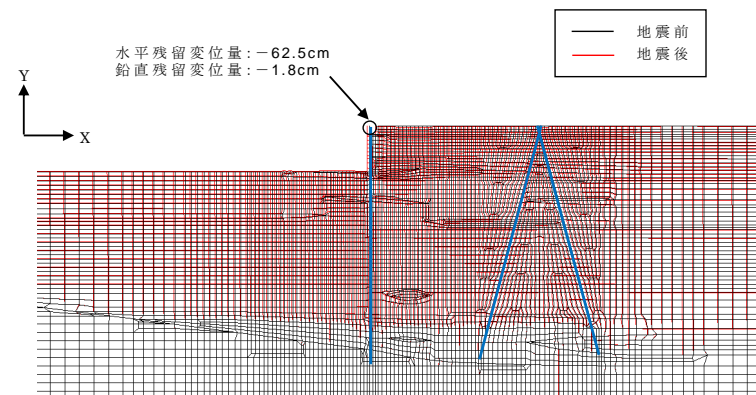
第19図 過剰間隙水圧比分布図

3) 物揚岸壁

a. 残留変位量

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

残留変位図を第 20 図、過剰間隙水圧比分布図を第 21 図に示す。



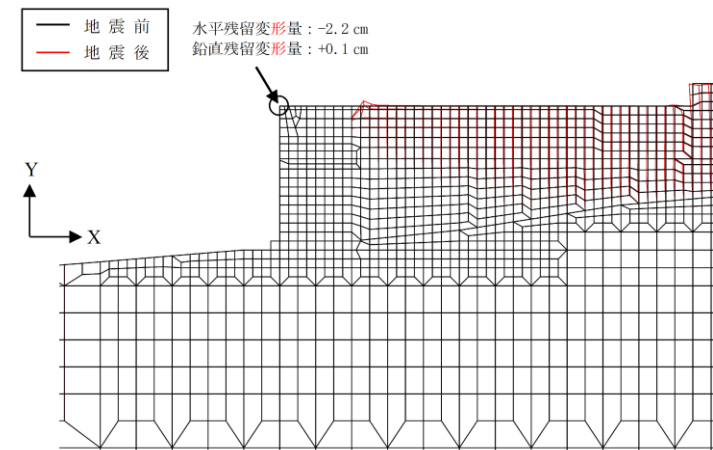
第20図 残留変位図 (物揚岸壁)

a. 最終変形量

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

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

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



第8図 最終変形量図

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

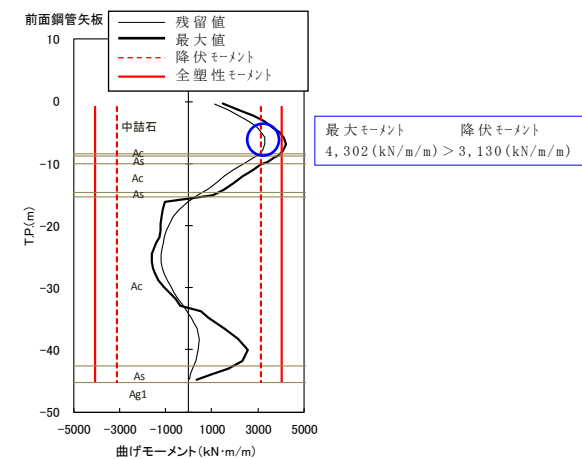
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1003 1402 1706 1648" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1127 1690 1528 1732" data-label="Caption"> <p>第 21 図 過剰間隙水圧比分布図</p> </div>	<div data-bbox="1780 273 2448 661" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1840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

b. 照査結果

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

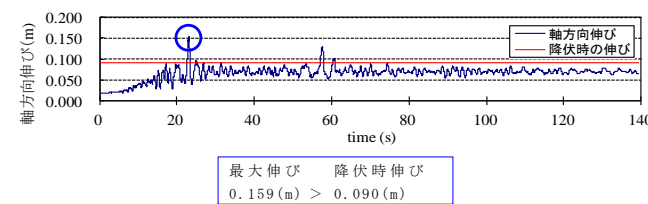
前面鋼管矢板は, 曲げに対して海底面付近で降伏モーメントを超過する。また, 前面鋼管矢板を支えるタイロッドは, 降伏時の伸びを超過する。さらに, 控え工鋼管杭 (斜杭) は, 作用軸力が地盤の極限支持力以下であるが, 最大曲げモーメント位置における軸力を考慮した合成照査において, 降伏モーメントを超過する。

① 前面鋼管矢板



第 22 図 前面鋼管矢板の最大曲げモーメント分布図

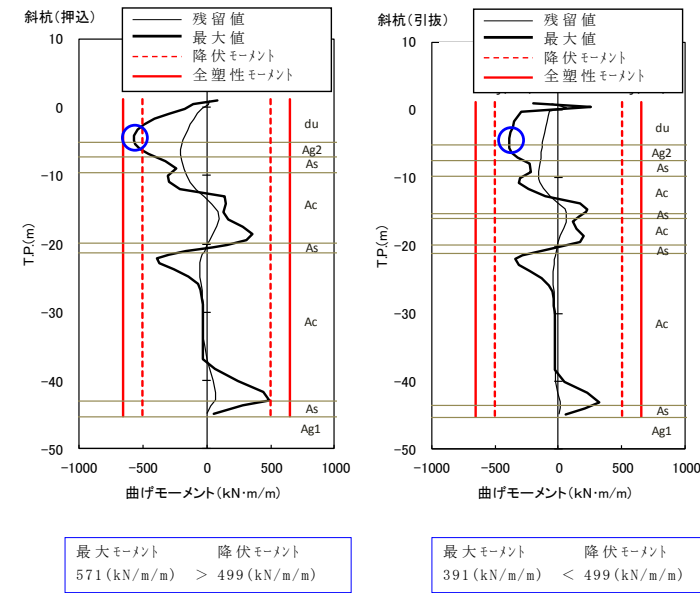
② タイロッド



第 23 図 タイロッドの軸方向伸び量時刻歴図

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

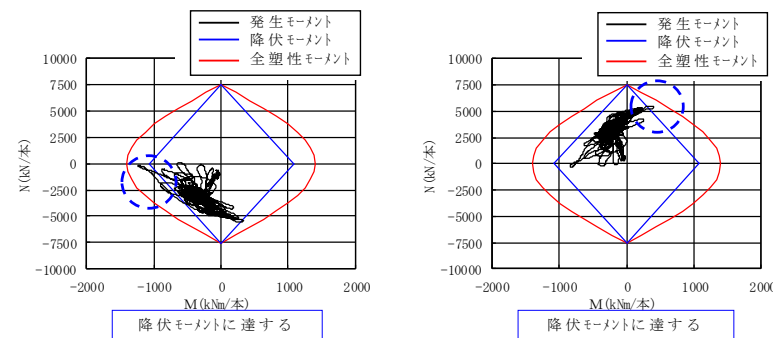
③ 控え工鋼管杭 (斜杭)



第 24 図 控え工鋼管杭 (斜杭) の最大曲げモーメント図

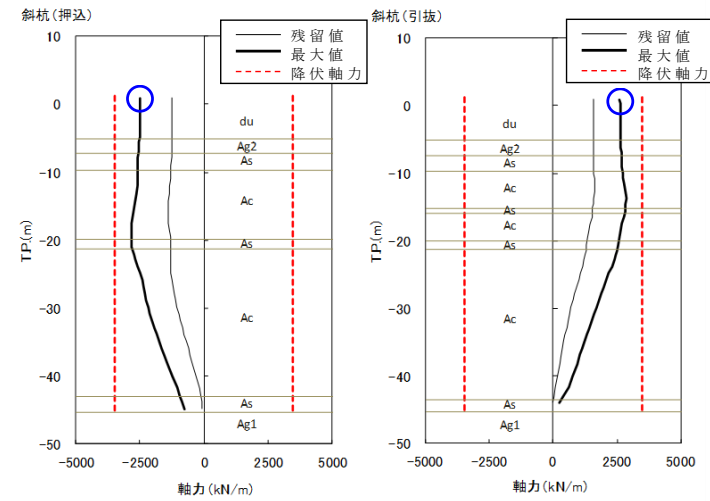
(押込杭)

(引抜杭)



第 25 図 控え工鋼管杭 (斜杭) のM-N図 (最大モーメント位置)

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



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

※1 控え工鋼管杭間隔

第 26 図 控え工鋼管杭（斜杭）の最大軸力分布図

第 6 表 控え工鋼管杭（斜杭）の支持力照査結果

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

※2 極限支持力の算出：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編にて算定

c. 物揚岸壁の評価結果

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

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

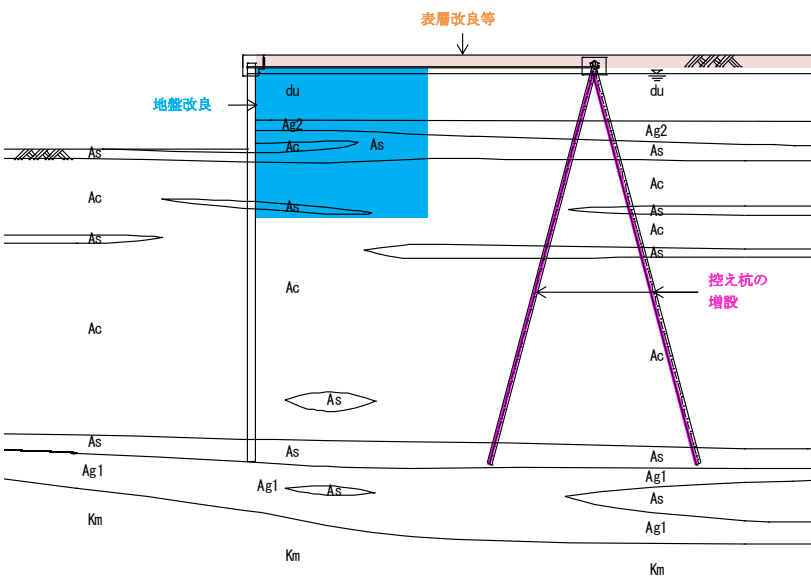
b. 評価結果

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

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

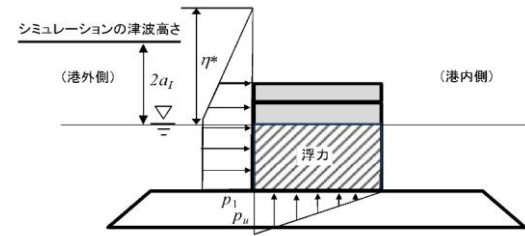
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根 2 号炉は荷揚場の評価結果について記載している。

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>d. 物揚岸壁対策の方針</p> <p>物揚岸壁においては、<u>前面鋼管矢板、タイロッド、並びに控え工鋼管杭の発生断面力を低減させるために、地盤改良、控え工の増設等による対策を検討し、基準地震動S_s後においても、物揚岸壁が健全な状態を維持するように設計する。</u></p> <p>また、津波襲来時の越流による前面鋼管矢板背後地盤の洗掘防止に対しては、<u>表層改良等により、津波襲来時の土砂流出等を防止する方針とする。物揚岸壁の対策工イメージを第27図に示す。</u></p>  <p>第27図 物揚岸壁の対策工イメージ図</p> <p>(7) 基準地震動S_sによる防波堤への影響評価のまとめ</p> <p>基準地震動S_sが防波堤に及ぼす影響としては、主に傾斜堤の沈下であるが、地震後の残留変位量の評価結果から、<u>大規模な損傷には至らないと考えられる。</u>したがって、<u>基準地震動S_s後に航路への影響はないものと考えられる。</u>また、物揚岸壁においては、<u>対策工を実施する方針とすることにより、物揚岸壁の健全性を維持することから、基準地震動S_sによる大型船舶の緊急離岸に関しては、影響はないものと判断される。</u></p>	<p>(7) 基準地震動S_sによる荷揚場への影響評価のまとめ</p> <p>基準地震動S_sが荷揚場に及ぼす影響としては、主に荷揚場の沈下であるが、地震後の最終変形量が許容限界を満足していることから、基準地震動S_sによる大型船舶の緊急離岸への影響はないものと判断される。</p>	<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>※2 「<u>港湾の施設の技術上の基準・同解説</u> (日本港湾協会, 平成19年7月)」の滑動, 転倒照査式</p> <p>○堤体の滑動照査式</p> $f_d(W_d - P_{B_d} - P_{U_d}) \geq \gamma_a P_{H_d}$ <p>f: 壁体底面と基礎との摩擦係数 W: 堤体の重量 (kN/m) P_B: 浮力 (kN/m) P_U: 津波の揚圧力 (kN/m) P_H: 津波の水平波力 (kN/m) γ_a: 構造解析係数</p> <p>○堤体の転倒照査式</p> $a_1 W_d - a_2 P_{B_d} - a_3 P_{U_d} \geq \gamma_a a_4 P_{H_d}$ <p>W: 堤体の重量 (kN/m) P_B: 浮力 (kN/m) P_U: 津波の揚圧力 (kN/m) P_H: 津波の水平波力 (kN/m) $a_1 \sim a_4$: 各作用のアーム長 (m) γ_a: 構造解析係数</p> <p>※3 「<u>防波堤の耐津波設計ガイドライン</u> (国土交通省, 平成27年12月)」の津波波力算定式</p> $\eta^* = 3.0a_I$ $p_1 = 3.0\rho_0 g a_I$ $p_u = p_1$ <p>η^*: 静水面上の波圧作用高さ (m) a_I: 入射津波の静水面上の高さ (振幅) (m) $\rho_0 g$: 海水の単位体積重量 (kN/m³) p_1: 静水面における波圧強度 (kN/m²) p_u: 直立壁前面下端における揚圧力 (kN/m²)</p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>



(2) 傾斜堤の津波時安定性

1) 基準津波襲来時 (1 波目) での限界流速

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

第7表 被覆材等の安定性に係る限界流速 (1)

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

2) 基準津波襲来後 (2 波目以降) の限界流速

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

第8表 被覆材等の安定性に係る限界流速 (2)

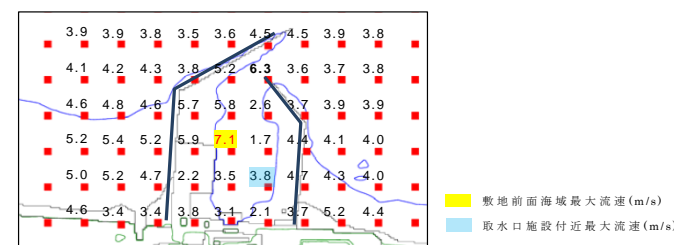
・対象施設の相違
【東海第二】
島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。

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

3) 敷地前面海域の流速

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

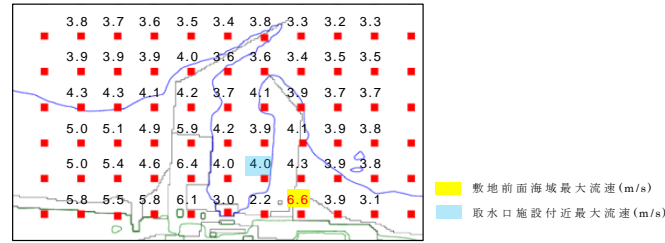
敷地前面海域における最大流速分布図を第28図～第30図、漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材について第9表及び第31図に示す。



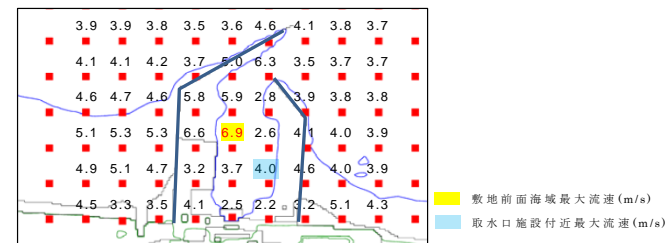
第28図 前面海域における最大流速分布図(防波堤あり)

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

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



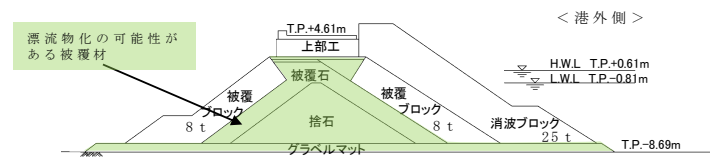
第29図 前面海域における最大流速分布図 (防波堤なし)



第30図 前面海域における最大流速分布図 (防波堤1m沈下)

第9表 漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材

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



第31図 漂流物化の可能性がある範囲図
 (二次元有効応力解析断面)

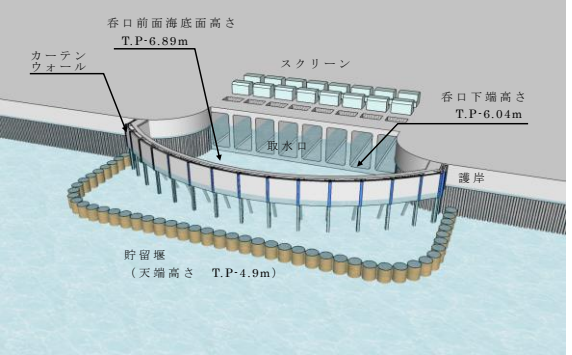
(3) ケーソン堤の津波時安定性

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>動, 転倒照査を行った。</u></p> <p><u>ケーソン堤位置の最大津波高さは, 南防波堤で T.P. +13m 程度であり, 滑動, 転倒照査の結果, 安定性は確保されない結果となった。ケーソン堤照査図を第 32 図に示す。</u></p> <div data-bbox="1020 491 1626 722" data-label="Diagram"> </div> <p>第 32 図 ケーソン堤照査図</p> <p><u>また, イスバッシュ式による安定性の評価は, 第 7 表, 第 8 表に示す通り, 限界流速が最大流速を上回ることから, ケーソンは漂流物化しないものと判断される。</u></p> <p>※2 : 添付 18-32 ページで示した式。</p> <p>※3 : 添付 18-33 ページで示した式。</p> <p>(4) <u>防波堤漂流物の重要施設への到達の可能性評価</u></p> <p>1) <u>傾斜堤</u></p> <p><u>傾斜堤においては, 基準津波襲来後 (2 波目以降) に, 海底表層の液状化による緩い状態の地盤面に落下し埋もれることから, 限界流速が増加するため, 2t 被覆ブロック以下の重量のマウンドの被覆材については, 安定性が確保されずに漂流物化するものとする。</u></p> <p><u>しかし, 取水施設付近での最大流速は概ね 4m/s 程度であり限界流速を下回ることから, マウンドの被覆材が漂流物化したとしても, これらの施設へ到達する可能性は低いと考えられるが, 保守的に漂流物化する可能性があるものとして取り扱う。</u></p> <p>2) <u>ケーソン堤</u></p> <p><u>海域の沖合に 4 函設置されているケーソン堤は, 取水施設から直線距離にして 350m~550m 程度の離隔距離がある。ケーソン堤に関する既往の津波被災事例^{※4}を調査した結果, 津波による強い流れによって防波堤</u></p>		<p>・対象施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>のマウンドが大きく洗掘・流出し、かつ津波による強い水平力が原因でケーソン堤が転倒し、場合によっては回転しながらの移動が推定されるとされている。また、津波によるケーソン堤の移動距離は、最大150m程度の事例（東北地方太平洋沖地震、田老漁港、1,000t級ケーソン）が報告されている。</u></p> <p><u>東海第二発電所のケーソン堤は、5,000t級の重量構造物であり、取水施設まで十分な離隔距離があること及びイスパッシュ式による評価では限界流速が最大津波流速を上回っているため、漂流物として取水施設までの到達を考慮しない。第33図に取水設備からの離隔距離図を示す。</u></p> <div data-bbox="1107 806 1555 1180" style="border: 1px solid black; height: 178px; width: 151px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">第33図 取水設備からの離隔距離図</p> <p>※4 <u>水産総合研究センター 震災復興に向けた活動報告集1、平成24年3月、東日本大震災による漁港施設の地震・津波被害に関する調査報告（第1報）、独立行政法人水産総合研究センター</u></p> <p>3) <u>物揚岸壁</u></p> <p><u>物揚岸壁は、耐震性を確保する対策工及び岸壁背後地の洗掘防止対策工を実施することから、物揚岸壁構造部材並びに背後地の土砂の漂流物化はないものと考えられる。</u></p>	<p><u>入力津波が荷揚場に及ぼす影響としては、荷揚場の漂流物化が考えられる。</u></p> <p><u>荷揚場は、前述のとおり、基準地震動Ss後でも、ほぼ当初の位置及び高さ確保しており、荷揚場背後地はコンクリート舗装等の洗掘防止対策工を実施することから、荷揚場構造部材並びに背後地の土砂の漂流物化はないものと考えられる。</u></p>	<p>・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p> <p>・対象施設の相違 【東海第二】 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。</p>

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

※5 マウンドの被覆材の透水係数:

「水理公式集(土木学会) P375 表 1.1」より

表 1.1 透水係数の概略値と決定法^{*)}

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

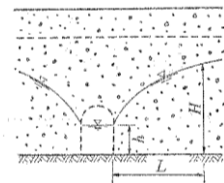
※6 捨石の堆積箇所における通水量:

「水理公式集(土木学会) P383 表 1.5」より

・集水暗きよの取水量公式

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

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



※左式は水路両面からの流入量のため、算出は 1/2 倍とする。

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

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

※7 非常用ポンプ必要取水量:

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

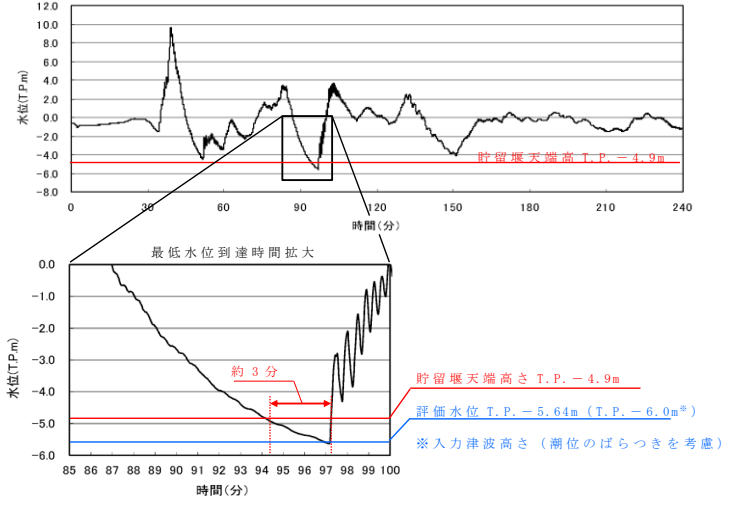
必要取水量: $72.05 \text{ m}^3/\text{min} = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$

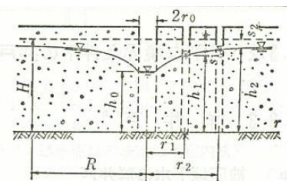
2) 貯留堰

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

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

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

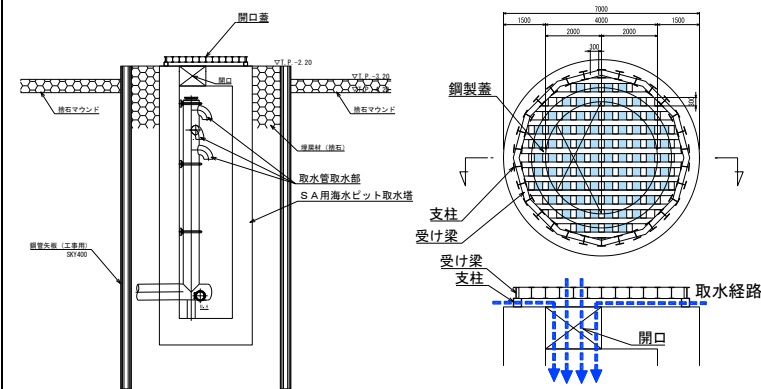
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>※8 スロッシングによる溢水量： <u>「貯留堰の設置位置及び天端高さの決定の考え方」から引用</u></p>  <p>第 37 図 <u>引き波の継続時間</u></p> <p>3) <u>S A用海水ピット取水塔</u></p> <p><u>S A用海水ピット取水塔の平面図を第 38 図, 断面図を第 39 図に示す。S A用海水ピット取水塔は, 海底面から RC 構造の立坑が 1m 程度突出した構造であり, 立坑内には鋼製の通水管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

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

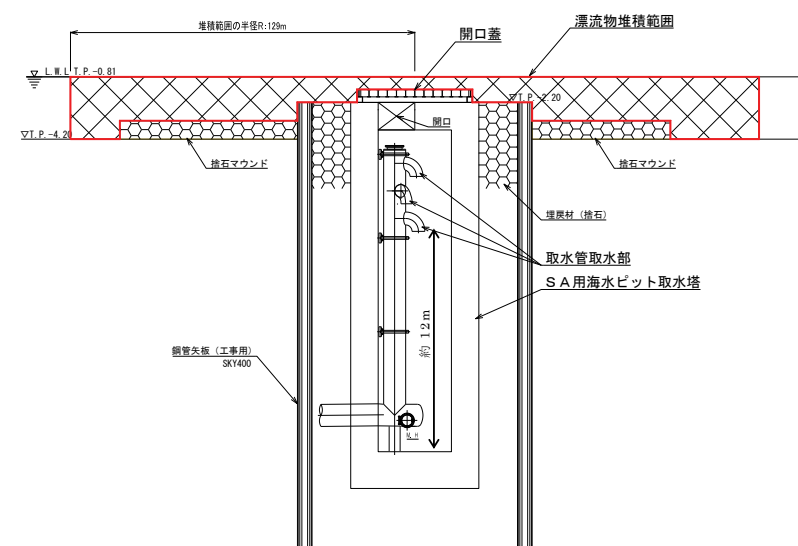
・対象施設の相違
【東海第二】
 島根2号炉は荷揚場の漂流化について記載している。



第38図 SA用海水ピット取水塔の平面図



第39図 SA用海水ピット取水塔の断面図 (案)



第40図 SA用海水ピット取水塔部漂流物堆積イメージ図

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