

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-066 改 36(比)
提出年月日	令和2年7月16日

島根原子力発電所 2号炉

津波による損傷の防止

比較表

令和2年7月
中国電力株式会社

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]

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>I. はじめに</p> <p>II. 耐津波設計方針</p> <p>1. 基本事項</p> <p>1.1 津波防護対象の選定</p> <p>1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>1.4 入力津波の設定</p> <p>1.5 水位変動、地殻変動の考慮</p> <p>1.6 設計または評価に用いる入力津波</p> <p>2. 設計基準対象施設の津波防護方針</p> <p>2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</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</p> <p>2.6 津波監視</p> <p>3. 重大事故等対処施設の津波防護方針</p> <p>3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離</p>	<p>第2部</p> <p>I. はじめに</p> <p>II. 耐津波設計方針</p> <p>1. 基本事項</p> <p>1.1 <u>設計基準対象施設の津波防護対象の選定</u></p> <p>1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>1.4 入力津波の設定</p> <p>1.5 水位変動・地殻変動の評価</p> <p>1.6 <u>設計又は評価に用いる入力津波</u></p> <p>2. 設計基準対象施設の津波防護方針</p> <p>2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p><u>2.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止</u></p> <p><u>2.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</u></p> <p>2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p><u>2.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</u></p> <p><u>2.4.2 浸水防護重点化範囲における浸水対策</u></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</p> <p>2.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>2.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認</p> <p>2.6 津波監視設備</p> <p>【東海第二は40条まとめ資料より抜粋】</p> <p><u>2.1.3 耐津波設計の基本方針</u></p> <p><u>2.1.3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</u></p> <p><u>2.1.3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</u></p> <p><u>2.1.3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）</u></p> <p><u>2.1.3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設</u></p>	<p>I. はじめに</p> <p>II. 耐津波設計方針</p> <p>1. 基本事項</p> <p>1.1 津波防護対象の選定</p> <p>1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>1.4 入力津波の設定</p> <p>1.5 水位変動、地殻変動の考慮</p> <p>1.6 <u>設計または評価に用いる入力津波</u></p> <p>2. 設計基準対象施設の津波防護方針</p> <p>2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</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</p> <p>2.6 津波監視</p> <p>3. <u>重大事故等対処施設の津波防護方針</u></p> <p><u>3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</u></p> <p><u>3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</u></p> <p><u>3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）</u></p> <p><u>3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離</u></p>	<p>・本比較表の添付資料 18, 20, 21, 22, 26 については、比較する先行サイトを島根 2 号炉と同様な構造物を有する東海第二及び女川 2 号炉とした。</p> <p>(2.5 は柏崎 6/7, 女川, 島根で比較)</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>(内郭防護)</p> <p>3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止</p> <p>3.6 津波監視</p> <p>4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>4.1 津波防護施設の設計</p> <p>4.2 浸水防止設備の設計</p> <p>4.3 津波監視設備の設計</p> <p>4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>(添付資料)</p> <p><u>1 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置</u></p> <p><u>2 「浸水を防止する敷地」の範囲外が浸水することによる影響について</u></p> <p><u>3 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて</u></p> <p><u>4 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について</u></p> <p><u>5 港湾内の局所的な海面の励起について</u></p> <p><u>6 管路解析の詳細について</u></p>	<p>の隔離(内郭防護)</p> <p><u>2.1.3.5 水変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止</u></p> <p><u>2.1.3.6 津波防護施設及び浸水防止設備等の設計・評価</u></p> <p><u>2.1.3.6 津波監視</u></p> <p>【40条まとめ資料より抜粋ここまで】</p> <p>3. 施設・設備の設計方針</p> <p>3.1 津波防護施設の設計</p> <p>3.2 浸水防止設備の設計</p> <p>3.3 津波監視設備</p> <p>3.4 施設・設備の設計・評価に係る検討事項</p> <p>添付資料</p> <p>1 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について</p> <p><u>2 耐津波設計における現場確認プロセスについて</u></p> <p><u>3 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて</u></p> <p><u>4 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について</u></p> <p><u>7 港湾内の局所的な海面の励起について</u></p> <p><u>5 管路解析のモデルについて</u></p> <p><u>6 管路解析のパラメータスタディについて</u></p>	<p>(内郭防護)</p> <p>3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止</p> <p>3.6 津波監視</p> <p>4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>4.1 津波防護施設の設計</p> <p>4.2 浸水防止設備の設計</p> <p>4.3 津波監視設備の設計</p> <p>4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>(添付資料)</p> <p><u>1. 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置</u></p> <p><u>2. 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて</u></p> <p><u>3. 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について</u></p> <p><u>4. 日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について</u></p> <p><u>5. 港湾内の局所的な海面の励起について</u></p> <p><u>6. 管路計算の詳細について</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は設計基準対象施設の津波防護施設及び浸水防止設備等と同様であり、別添14. において説明</p> <p>・津波と敷地形形状の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、防波壁等により津波が敷地内に流入しない</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は別添3に記載</p> <p>・津波波源と敷地距離の違いによる地震影響の考え方の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は添付資料6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>7入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>8入力津波に対する水位分布について</p> <p>9敷地への浸水防止(外殻防護1)評価のための沈下量の算定について</p> <p>10津波防護対策の設備の位置づけについて</p> <p>11タービン建屋内の区画について</p> <p>12内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲, 浸水量について</p> <p>13津波襲来時におけるタービン建屋内各エリアの溢水量評価</p> <p>14浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置, 実施範囲及び施工例</p>	<p>8入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>9津波防護対策の設備の位置付けについて</p>	<p>7入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>8入力津波に対する水位分布について</p> <p>9津波防護対策の設備の位置付けについて</p> <p>10内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲, 浸水量について</p> <p>11浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置, 実施範囲及び施工例</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は入力津波の水位一覧及び入力津波設定位置等を添付資料に整理</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は添付資料3に記載</p> <p>・設備の設置状況の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は, タービン建物内の区画を別添12.4で説明</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は津波流入防止対策によりタービン建物に津波の流入はない。</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は浸水防護重点化範囲の浸水対策等を記載</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><u>－15貯留量の算定について</u></p> <p><u>－16津波による水位低下時の常用海水ポンプの停止に関わる運用及び常用海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響</u></p> <p><u>－17基準津波に伴う砂移動評価について</u></p> <p><u>－18柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について</u></p> <p><u>－19海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</u></p>	<p><u>1.0 常用海水ポンプ停止の運用手順について</u></p> <p><u>1.1 残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果について</u></p> <p><u>1.2 貯留堰設置位置及び天端高さの決定の考え方について</u></p> <p><u>1.3 基準津波に伴う砂移動評価</u></p> <p><u>1.4 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</u></p> <p><u>1.5 漂流物の移動量算出の考え方</u></p>	<p><u>12. 基準津波に伴う砂移動評価について</u></p> <p><u>13. 島根原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について</u></p> <p><u>14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</u></p>	<p>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は引き波時の水位が, 海水ポンプの取水可能水位を下回らない。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は引き波時に常用海水ポンプの停止操作を添付 37 に記載</p> <p>・評価結果の相違 【東海第二】 島根 2 号炉の取水可能水位は JSME 基準より算出しており, 水理実験による取水可能水位の確認は不要</p> <p>・津波防護対策の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は引き波時の水位が, 海水ポンプの取水可能水位を下回らない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は周辺海域における底質土砂の分析結果を添付資料に整理</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は別添 1</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>—20津波漂流物の調査要領について</p> <p>—21燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>—22燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について</p> <p>—23<u>浚渫船の係留可能な限界流速について</u></p> <p>—24<u>車両退避の実効性について</u></p> <p>—25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>—26津波監視設備の監視に関する考え方</p> <p>—27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>1.6 津波漂流物の調査要領について</p> <p>1.9 燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>2.0 燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について</p> <p>2.6 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>15. 津波漂流物の調査要領について</p> <p>16. 燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>17. 燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について</p> <p>18. <u>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</u></p> <p>19. <u>津波監視設備の監視に関する考え方</u></p> <p>20. 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>2.5 に記載</p> <p>・漂流物になり得る船舶等の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2 号炉に浚渫船による作業は無い</p> <p>・漂流物になり得る船舶等の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は日本海東縁部に想定される地震による津波について荷揚場への遡上が想定されるが、津波襲来までの時間余裕により車両は退避可能（添付 35 に記載）</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2 号炉は漂流物評価において考慮する津波流速等を記載</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2 号炉は津波監視に関する考え方を記載（添付資料 19 は柏崎 6/7, 女川, 島根で比較）</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>－28海水貯留堰における津波波力の設定方針について</u></p> <p><u>－29基準類における衝突荷重算定式について</u></p> <p><u>－30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</u></p> <p><u>－31貯留堰設置地盤の支持性能について</u></p> <p><u>－32貯留堰継手部の漏水量評価について</u></p> <p><u>－33水密扉の運用管理について</u></p>	<p><u>2.1 鋼製防護壁の設計方針について</u></p> <p><u>2.2 鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</u></p> <p><u>2.3 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計方針について</u></p> <p><u>2.4 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</u></p> <p><u>2.7 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</u></p> <p><u>2.9 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</u></p> <p><u>2.8 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</u></p> <p><u>2.5 防潮扉の設計と運用について</u></p> <p><u>3.0 放水路ゲートの設計と運用について</u></p> <p><u>3.1 貯留堰継ぎ手部の漏水量評価について</u></p>	<p><u>21. 基準類における衝突荷重算定式について</u></p> <p><u>22. 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</u></p> <p><u>23. 水密扉の運用管理について</u></p>	<p>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は引き波時の水位が、海水ポンプの取水可能水位を下回らない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は防波壁等の設計方針等について別添 1 4.1, 添付資料 25 に記載</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は添付資料 26 に記載</p> <p>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は引き波時の水位が、海水ポンプの取水可能水位を下回らない</p> <p>・同上</p> <p>(添付資料 23 は柏崎 6/7, 女川, 島根で比較)</p> <p>・津波防護対策の相違 【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>3.2 貯留堰の構造及び仕様について</u></p> <p><u>3.3 貫通部止水対策箇所について</u></p> <p><u>3.4 隣接する日立港区及び常陸那珂港区の防波堤の延長計画の有無について</u></p> <p><u>3.5 防波堤の有無による敷地南側の津波高さについて</u></p> <p><u>3.6 防潮堤設置に伴う隣接する周辺の原子炉施設への影響について</u></p> <p><u>3.7 設計基準対象施設の安全重要度分類クラス3の設備の津波防護について</u></p> <p><u>3.8 敷地側面北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の設定について</u></p> <p><u>3.9 津波対策設備毎の条文要求、施設・設備区分及び防護区分について</u></p>		<p>島根2号炉は放水路ゲート、貯留堰は要しない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は、貫通部止水処置について別添14.2に記載</p> <p>・設備の配置状況の相違 【東海第二】 島根2号炉には隣接する港湾施設はない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は防波堤の有無を考慮して入力津波を設定している</p> <p>・設備の配置状況の相違 【東海第二】 島根2号炉は周辺に隣接する他の原子炉施設はない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は添付資料1に安全重要度クラス3の設備について記載。</p> <p>・設計条件の相違 【東海第二】 東海第二の設計変更に伴う資料</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 東海第二は津波 PRA の</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>—34 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</p>	<p>4.0 <u>東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた東海第二発電所の地震・津波による被害想定について</u></p> <p>4.1 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</p>	<p>24. 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</p> <p>25. <u>防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について</u></p> <p>26. <u>防波壁及び防波扉の津波荷重の設定方針について</u></p> <p>27. <u>海域活断層に想定される地震による津波及び日本海東縁部に想定される地震による津波に対する流入防止対策について</u></p> <p>28. <u>タービン建物及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震 S クラスの設備に対する浸水影響について</u></p>	<p>評価結果を踏まえ「津波浸水による最終ヒートシンク喪失」を事故シナリオグループに追加したことによる説明資料を添付</p> <ul style="list-style-type: none"> 立地条件の相違 【東海第二】島根 2 号炉は東北地方太平洋沖地震の被害なし 津波防護対策及び資料構成の相違 【柏崎 6/7】柏崎 6/7 は津波防護施設として防波壁を設置していない 【東海第二】東海第二は添付資料 21～27 に記載 評価条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】島根 2 号炉は基準津波として 2 つの波源を考慮していることによる流入防止対策を説明 設備の配置条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】島根 2 号炉はタービン建物等に非常用海水系配管等の津波防護対象設備を設置していることによる影響評価を実施

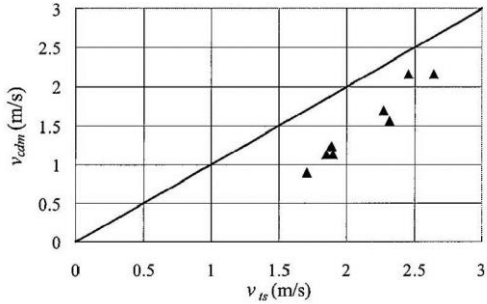
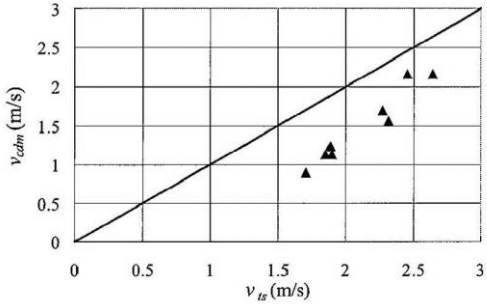
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><u>29. 1号炉取水槽流路縮小工について</u></p> <p><u>30. 取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉の設計方針及び構造成立性について</u></p> <p><u>31. 施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速</u></p> <p><u>32. 海水ポンプの実機性能試験について</u></p> <p><u>33. 海水ポンプの吸込み流速と砂の沈降速度について</u></p> <p><u>34. 水位変動・流向ベクトルについて</u></p> <p><u>35. 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>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は津波防護対策として, 1号炉取水槽に流路縮小工を設置することから, その影響評価を実施 (添付資料 29 は柏崎 6/7, 女川, 島根で比較)</p> <p>・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は防水壁及び水密扉の設計方針及び構造成立性の見通しについて示している</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> <p>・設備の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は海水ポンプの長尺化による影響評価を実施</p> <p>・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 柏崎 6/7, 東海第二は, 水位変動・流向ベクトルについて, 別添 1-2.5 に記載。</p> <p>・評価条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は荷揚場作</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>(参考資料)</p> <p>－1 <u>柏崎刈羽原子力発電所における津波評価について</u></p> <p>－2 <u>柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料1第9章)</p> <p>－3 <u>柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料1第10章)</p>	<p><u>1.7</u> 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><u>1.8</u> 地震後の防波堤の津波による影響評価について</p>	<p><u>36. 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</u></p> <p><u>37. 津波時の運用対応について</u></p> <p><u>38. 地震後の荷揚場の津波による影響評価について</u></p> <p><u>39. 防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設計及び運用管理について</u></p> <p>(補足資料)</p> <p>・ <u>津波防護上の地山範囲における地質調査 ルートマップ, 柱状図及びコア写真集</u></p> <p>(参考資料)</p> <p>－1 <u>島根原子力発電所における津波評価について</u></p> <p>－2 <u>島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料1第9章)</p> <p>－3 <u>島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料1第10章)</p> <p>－4 <u>島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添</p>	<p>業における車両・資機材が漂流物評価を実施。</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は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を実施。</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は津波発生時の全体的な対応を本資料に記載。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【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> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は防波扉の設計及び運用管理について示している。</p> <p>・設計条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は防波壁端部の地山評価が必要なため資料追加</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は基準津波の策定及び内部溢水影響評価の関連図書を参考資料として追加</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
		資料1 補足説明資料 30)	

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 添付資料18]

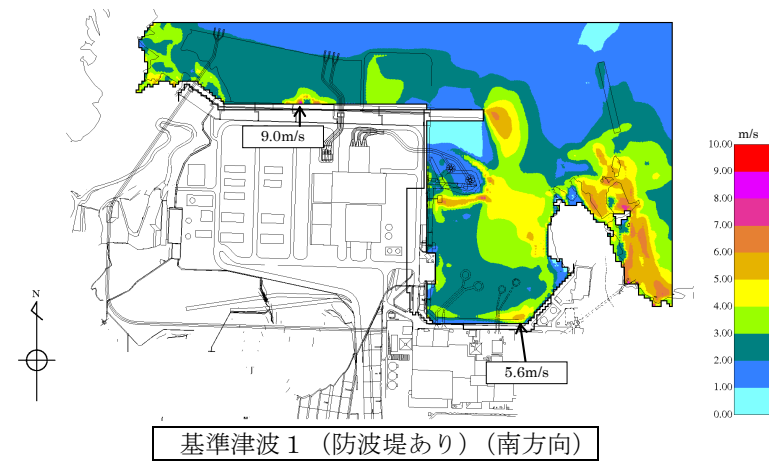
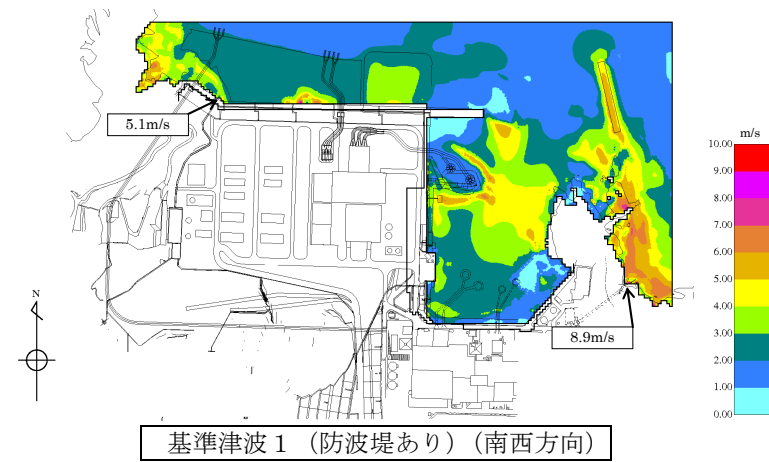
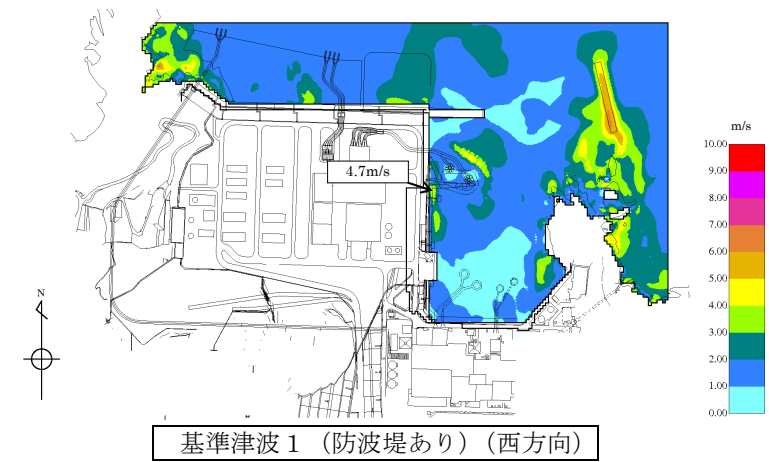
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">添付資料 15</p> <p style="text-align: center;">漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について</p> <p>1. はじめに</p> <p>津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献^{※)}によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっている (図1) が、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。</p>  <p style="text-align: 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. <u>設計に用いる遡上波の流速について</u></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、<u>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。</u>漂流物が各施設に衝突する際の荷重の大きさは、<u>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。</u>また、防波壁等、<u>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。</u></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、<u>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。</u></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

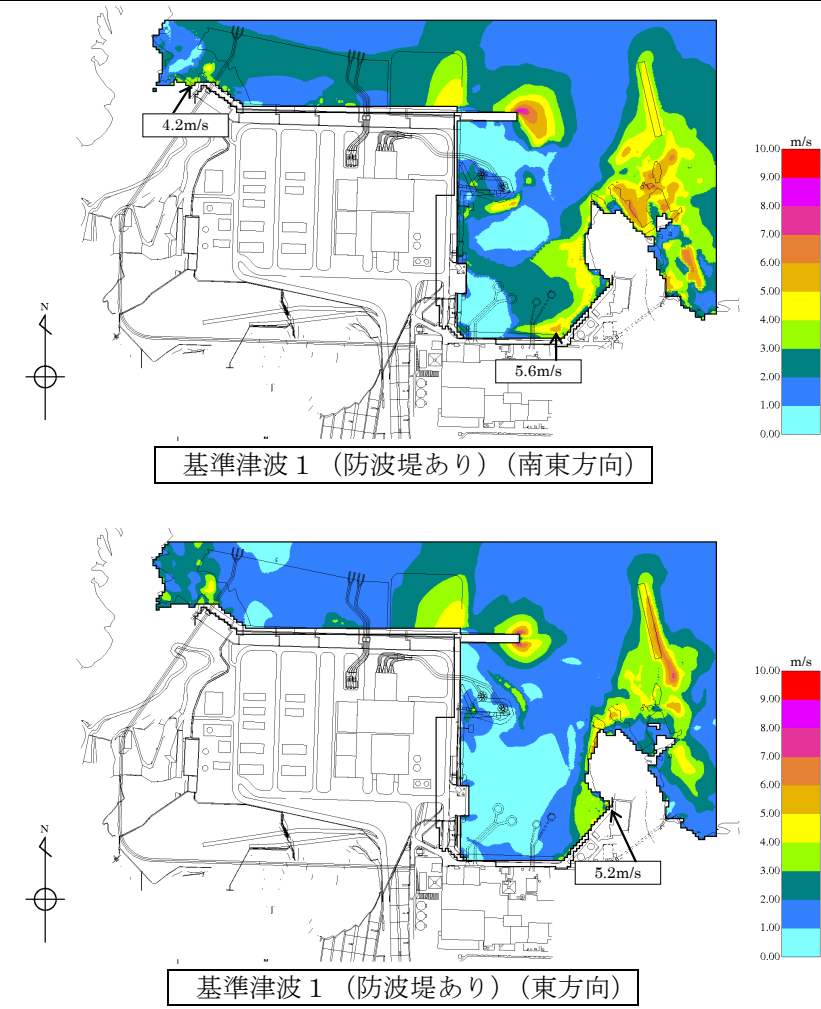


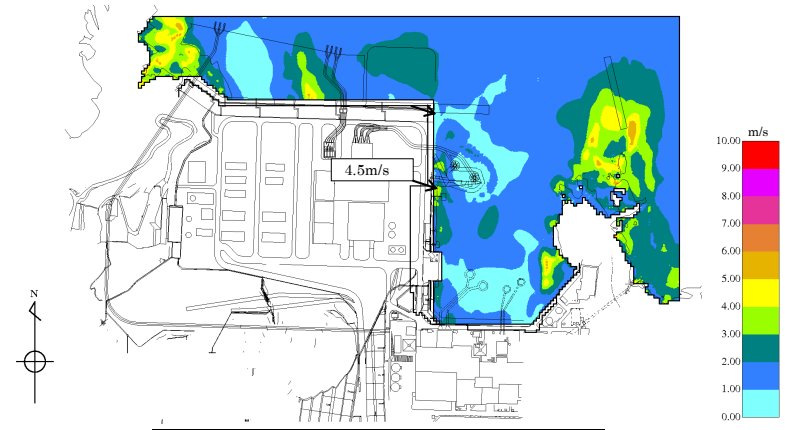
図2 基準津波 1 (防波堤あり) 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

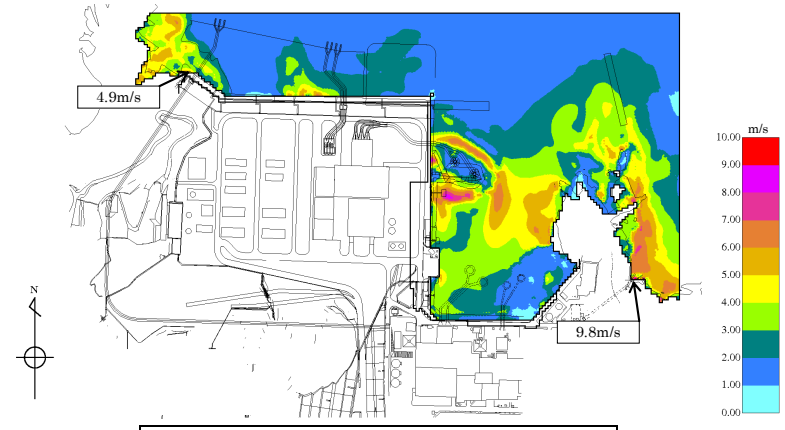
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

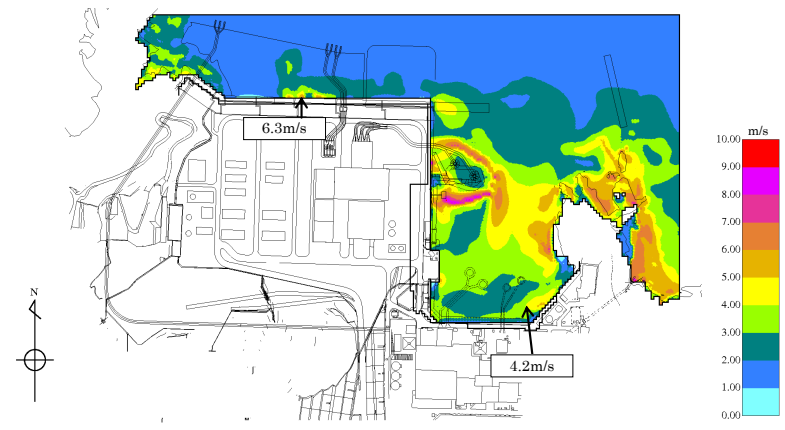
備考



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

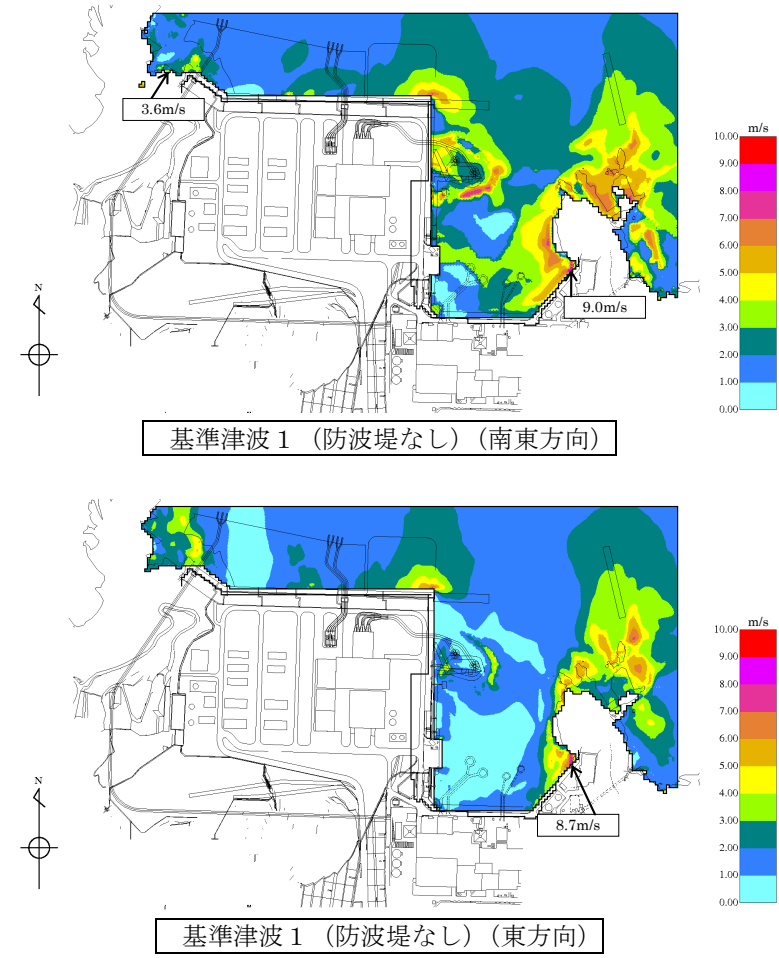


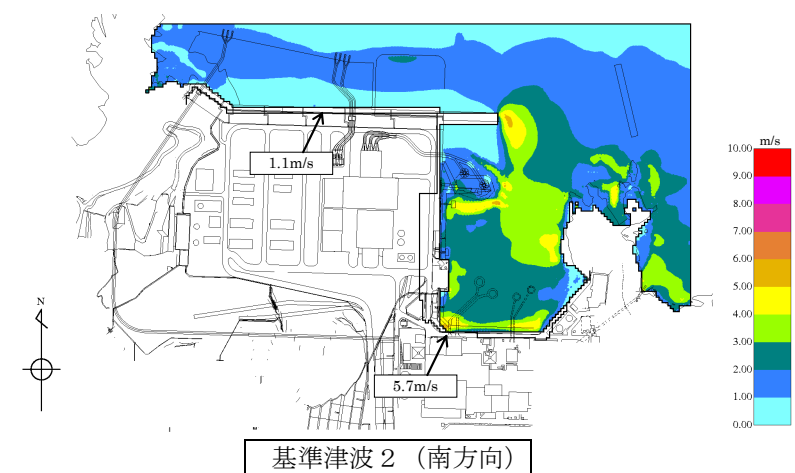
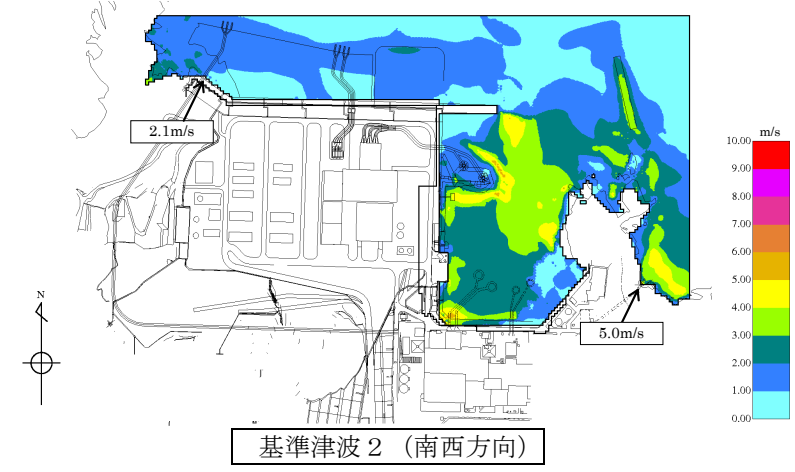
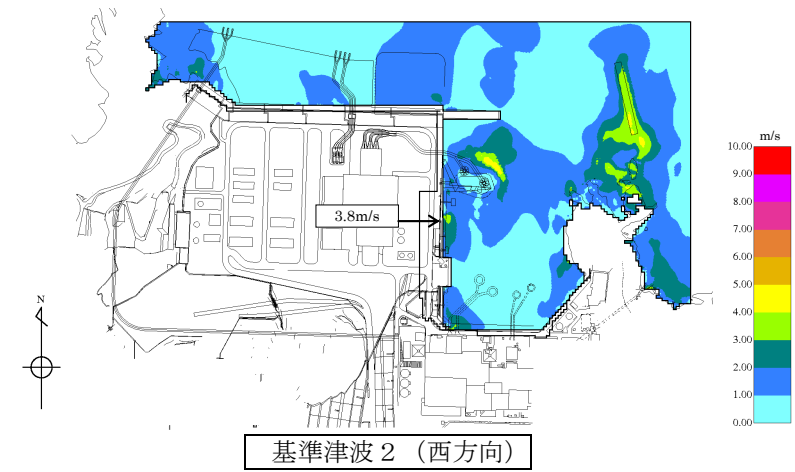
図3 基準津波 1 (防波堤なし) 最大流速分布

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

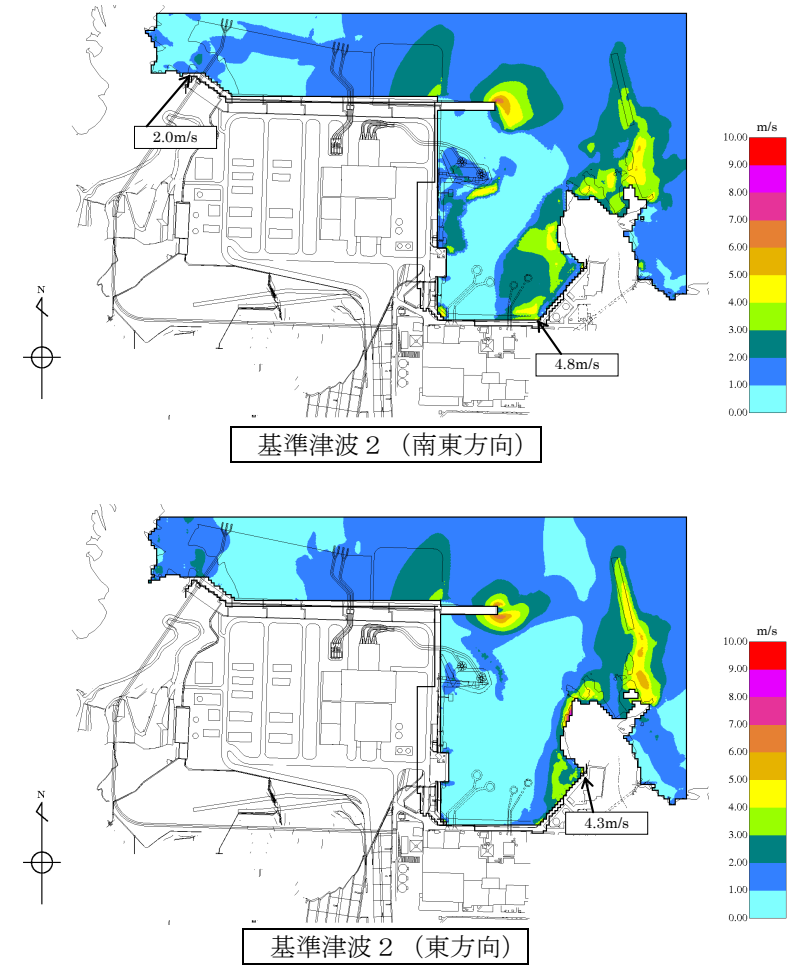


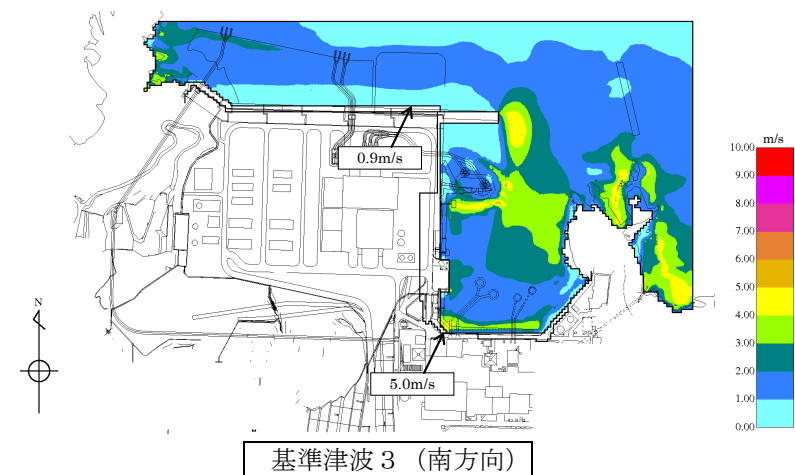
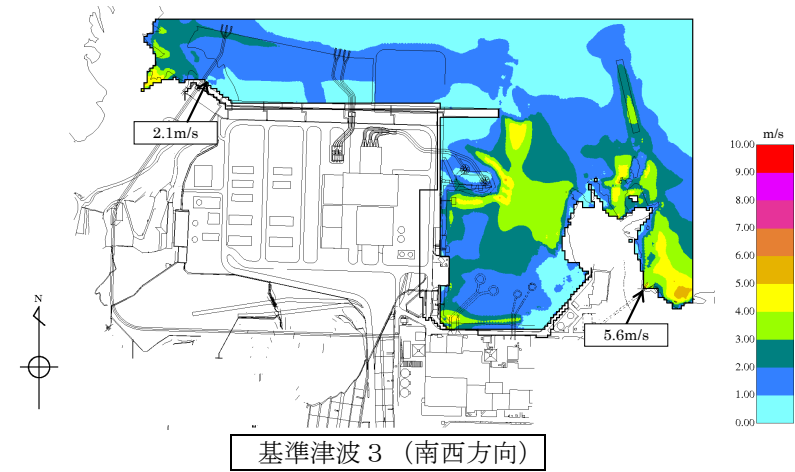
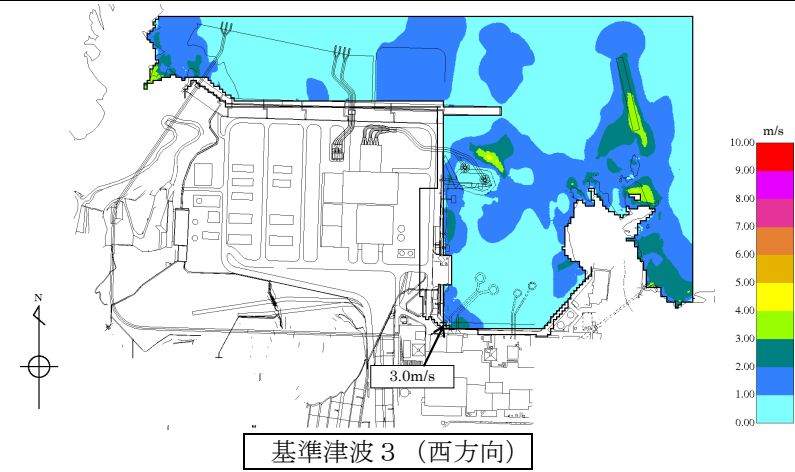
図4 基準津波 2 最大流速分布

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

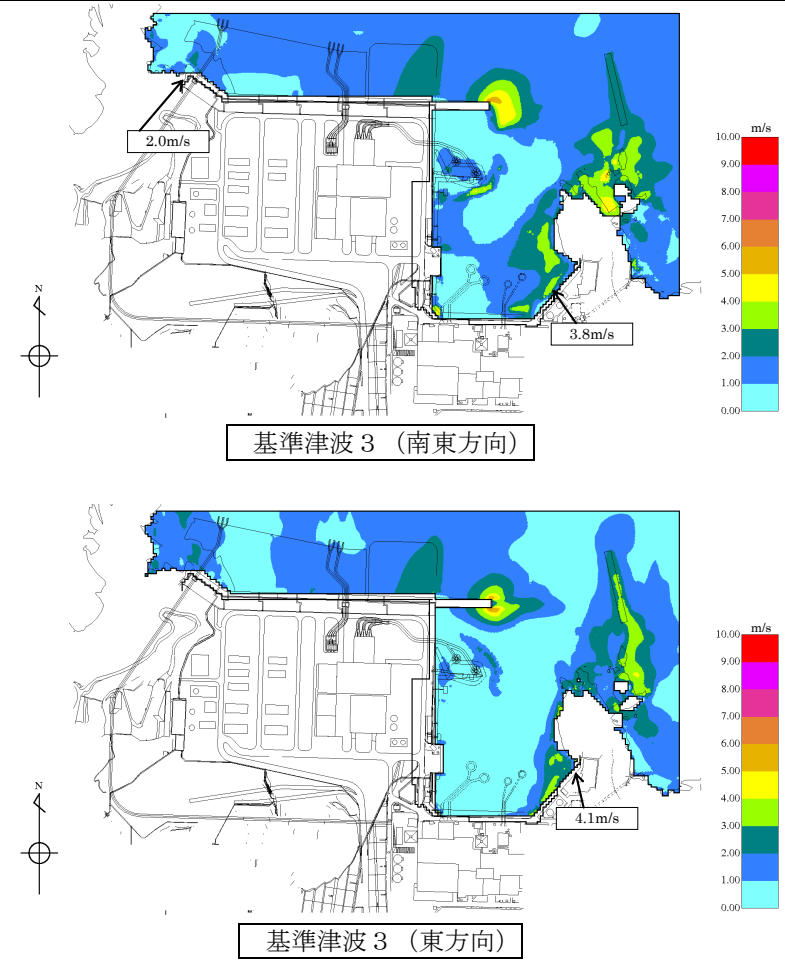


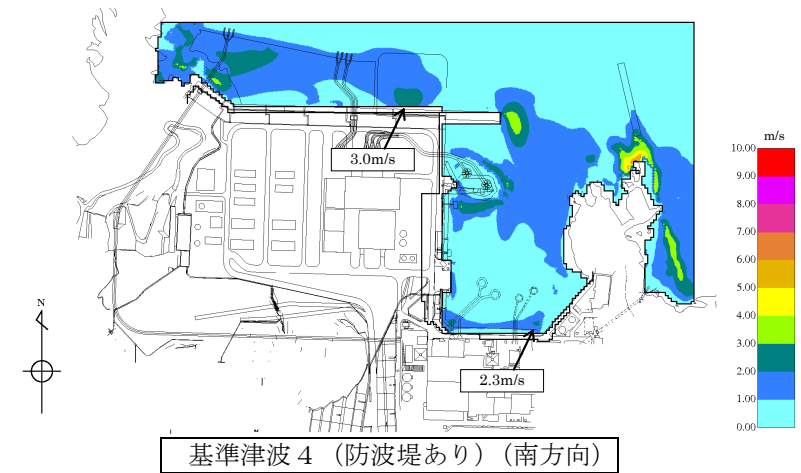
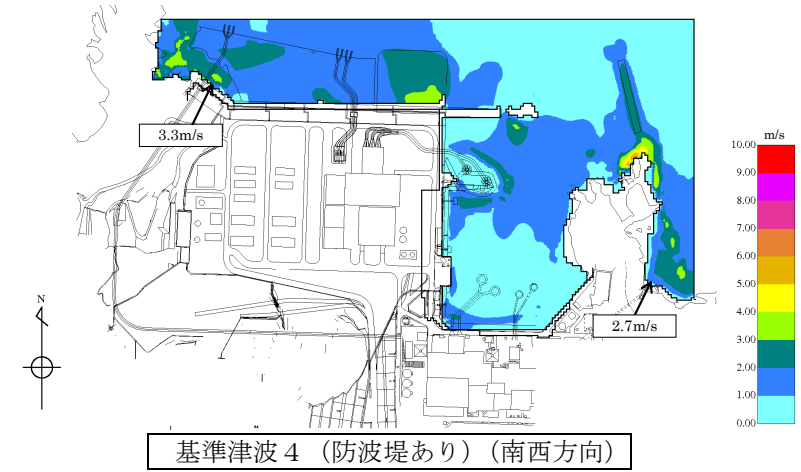
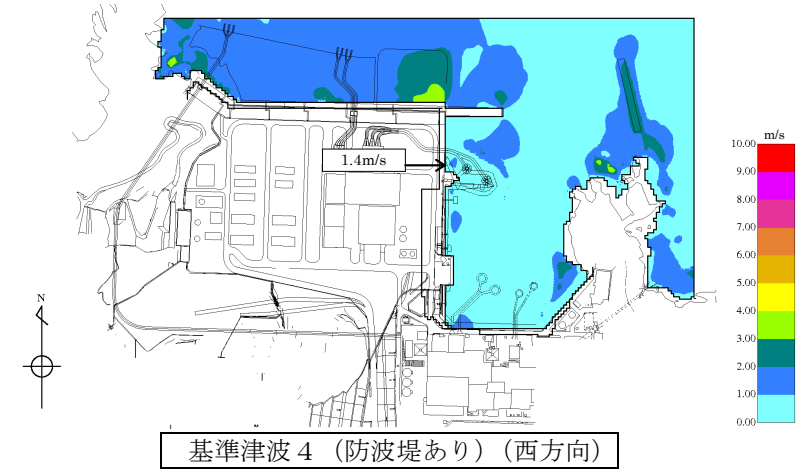
図5 基準津波3 最大流速分布

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

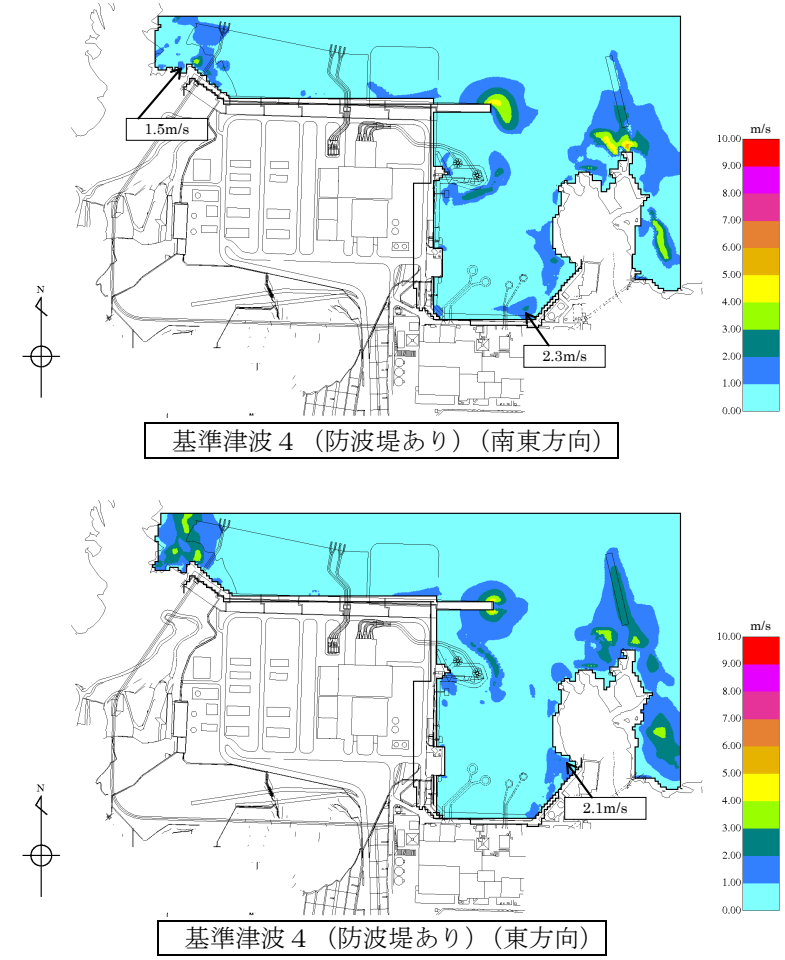


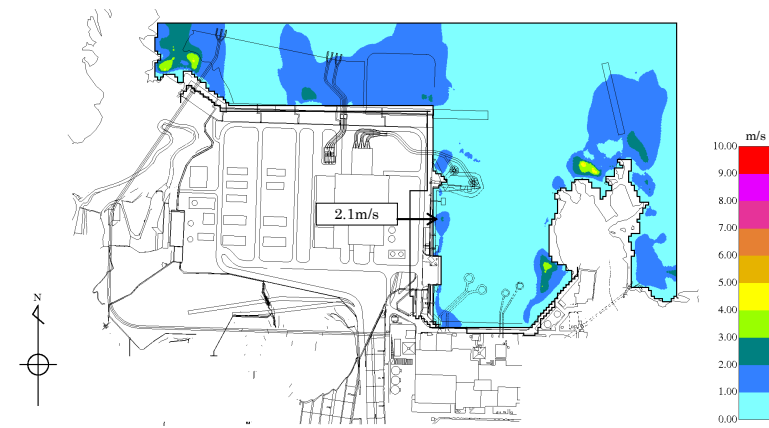
図6 基準津波4 (防波堤あり) 最大流速分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

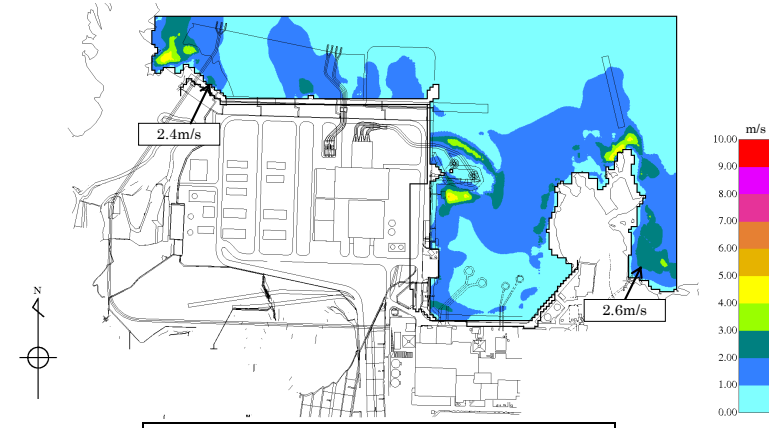
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

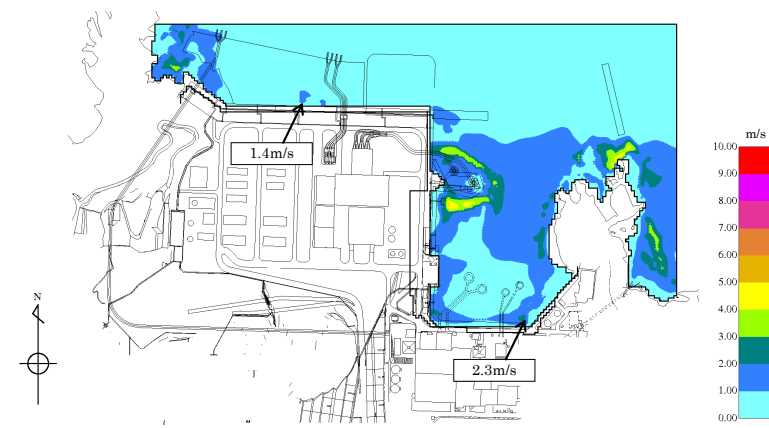
備考



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

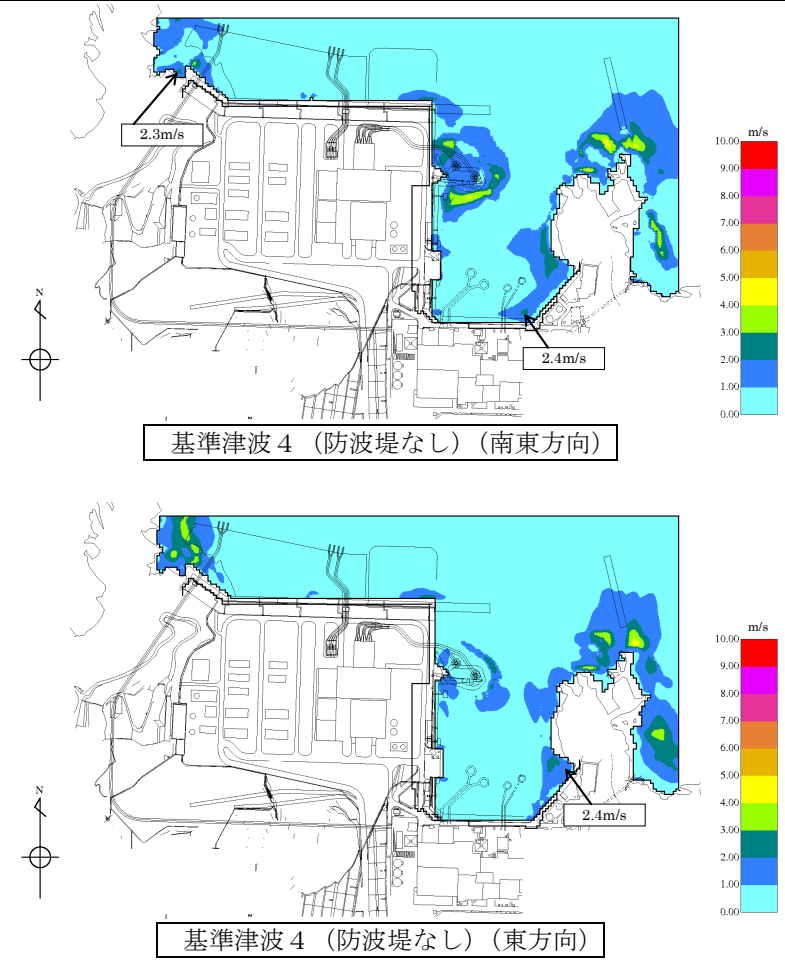


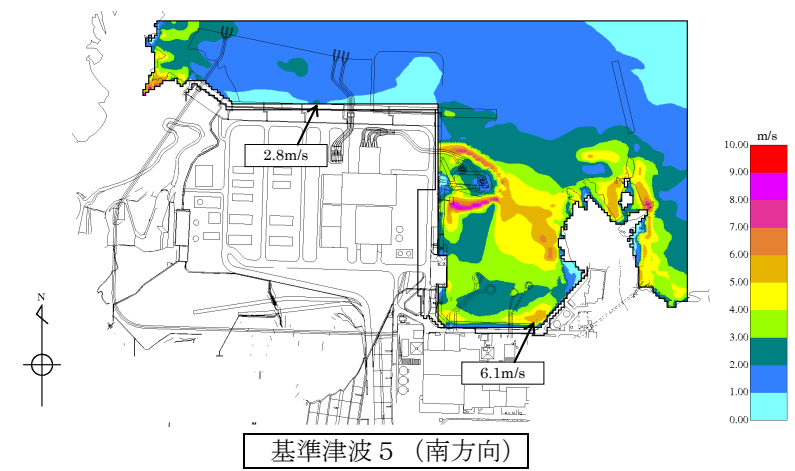
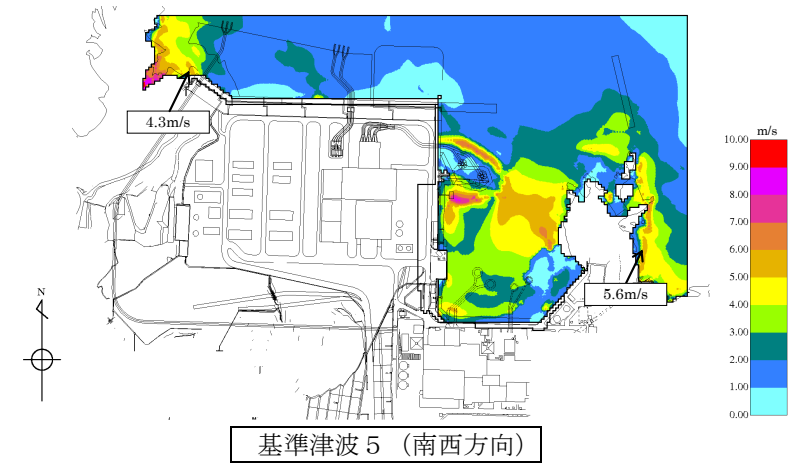
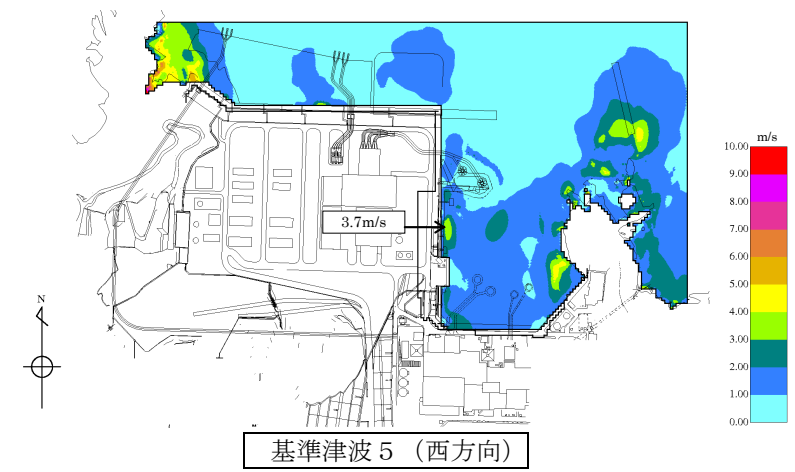
図7 基準津波4 (防波堤なし) 最大流速分布

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

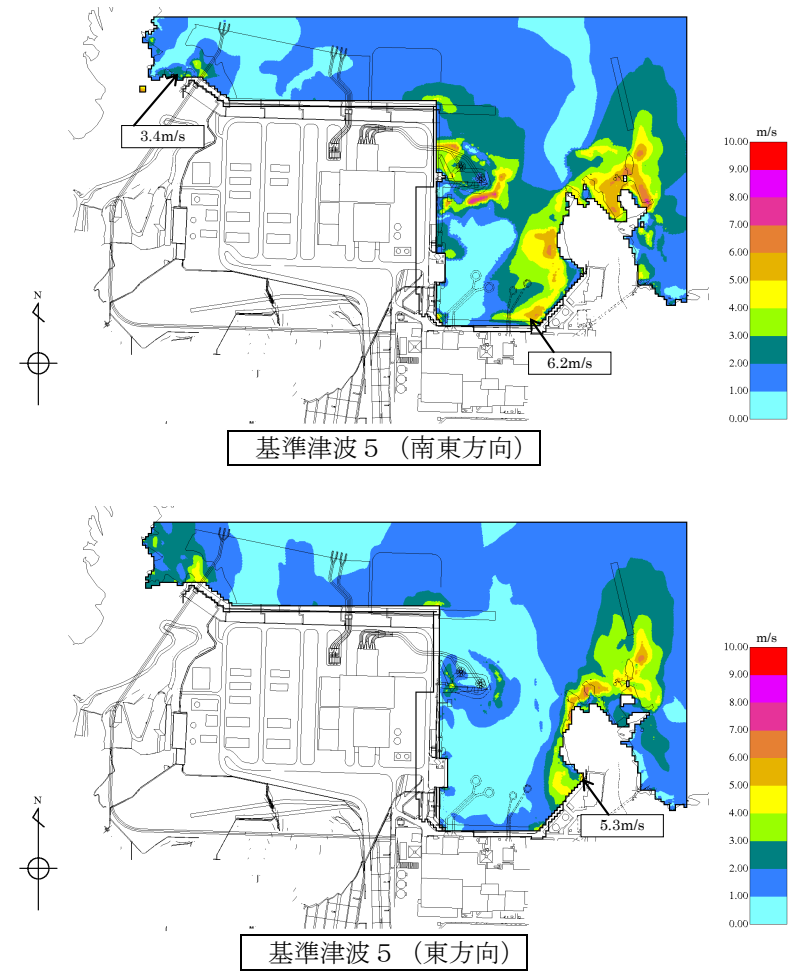


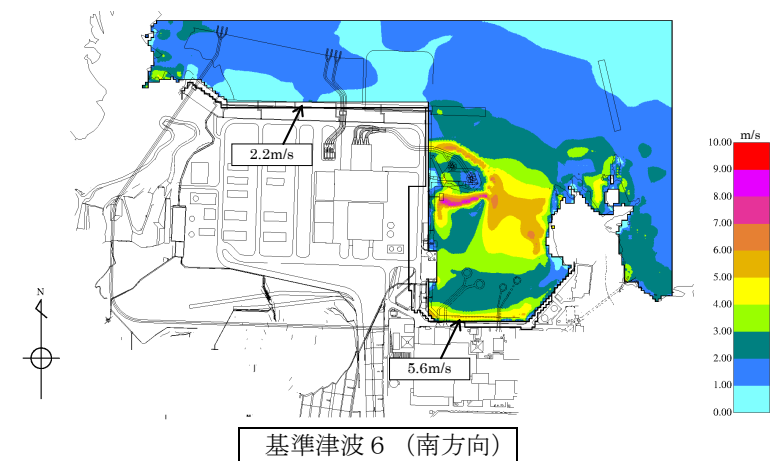
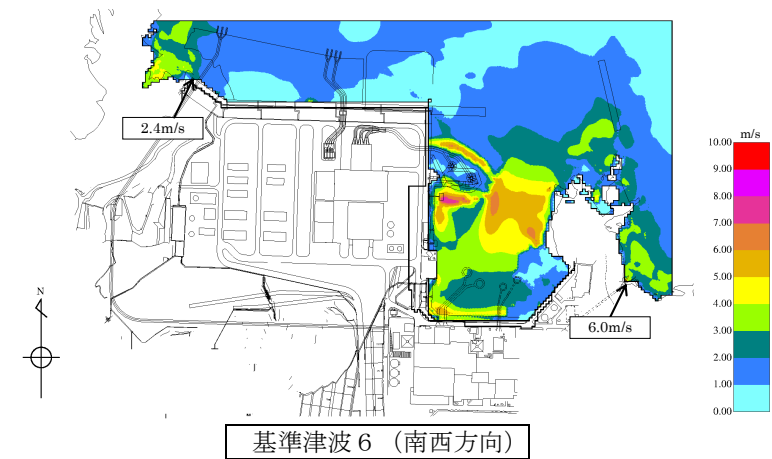
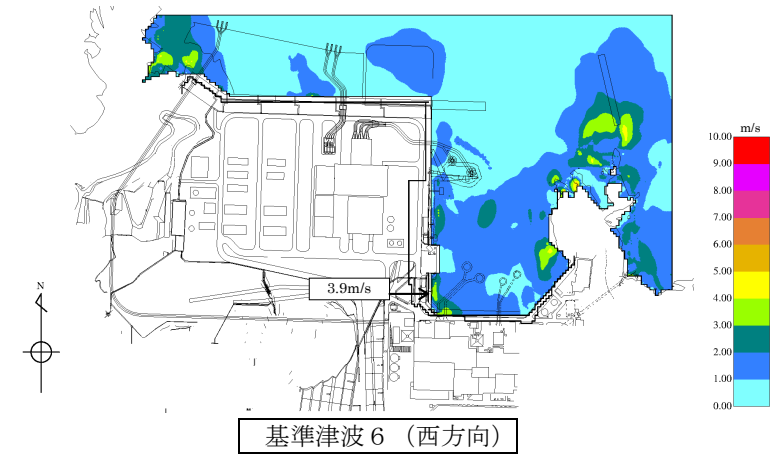
図8 基準津波 5 最大流速分布

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



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

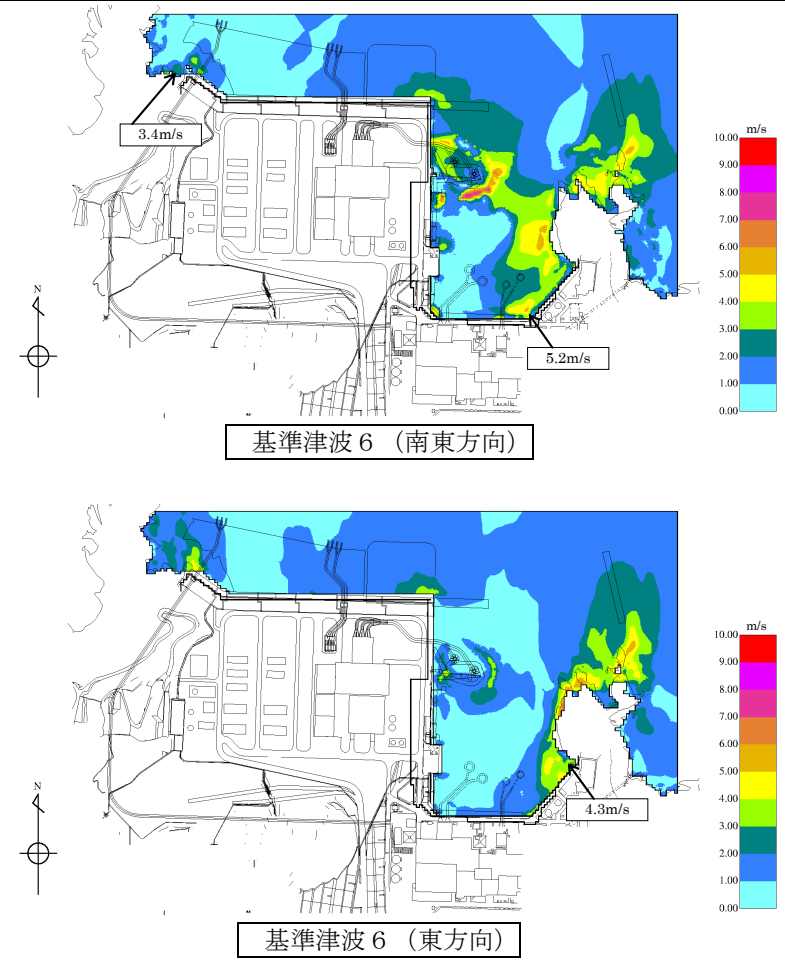


図9 基準津波6 最大流速分布

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 添付資料 20]

東海第二発電所 (2018.9.12版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																															
<p style="text-align: right;">添付資料 2.6</p> <p>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p> <p>東海第二発電所において設置する津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備については, 設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。</p> <table border="1" data-bbox="178 852 902 1522"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 耐震審査ガイド^{*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="973 840 1685 1396"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 耐震審査ガイド^{*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 (表1) 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="1733 829 2499 1470"> <thead> <tr> <th>記載箇所</th> <th>記載内容</th> <th>考慮する荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 耐震審査ガイド^{*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 2.2 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。 <u>風荷重は, 建築基準法及び同施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号を参照し, 設計基準風速を風荷重として考慮する。ただし, 竜巻による風荷重又は降下火砕物による荷重については, 「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において外部事象防護対象施設に該当する施設・設備について考慮する。</u></p> <p>2. 荷重の組合せ</p> <p>(1) <u>荷重の組合せの考え方</u> 荷重の組合せの設定に当たっては, 施設・設備の設置状況を考慮し, <u>以下の考え方により組合せを設定する。</u></p> <p>a. <u>設置場所</u> 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。<u>直接波力が作用する施設・設備については, 「津波荷重 (動・波圧)」を考慮する。経路を経由して波圧が作用する施設・設備については, 「津波荷重 (動・突き上げ)」を考慮する。</u></p> <p>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, <u>積雪荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。</u></p> <p>3. 荷重の組合せ</p> <p>(1) <u>設置状況等に応じて考慮する荷重について</u> 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<u>建築基準法の考え方を参考とし設計積雪深 (100cm) に係数0.35を考慮した荷重を組み合わせる。</u></p> <p>3. 荷重の組合せ</p> <p>3.1 <u>設置状況等に応じて考慮する荷重について</u> 荷重の組合せの設定に当たっては, 施設・設備の設置状況を考慮し, <u>各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。</u></p> <p>(1) <u>設置場所</u> 屋内<u>または海中</u>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「<u>静的荷重 (静水圧)</u>」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, <u>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。</u></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。図1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、表2に考慮する荷重を示す。</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>d. <u>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 ・<u>常時荷重+動的荷重(波力)+余震荷重</u> <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><u>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。</u></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。 <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> <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) ②<u>常時荷重+津波荷重 (静)</u> ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</p> <p>c. <u>取放水路流路縮小工</u> 取放水路流路縮小工の設計において考慮する荷重は、その設置状況により以下のとおり整理する。</p> <p>(a) 設置場所 海中設置のため、「その他自然現象に伴う荷重」は考慮不要である。</p> <p>(b) 津波荷重の種別 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として、「<u>津波荷重 (動・波力)</u>」を考慮する。 <u>余震との重畳時においては、防潮堤前面に輸入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>	<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. <u>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」</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。 <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) +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>	<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. 漂流物衝突の有無</p> <p>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) 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 (動・波力) ③常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重 	<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>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</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>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</p> <p>【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<input type="checkbox"/>入力津波水位の海水があることを仮定し、「津波荷重 (静)」を考慮する。</p> <p>(c) 漂流物衝突の有無 漂流物の衝突が想定されるため、「<u>漂流物衝突荷重</u>」を考慮する。</p> <p>上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。 ①常時荷重+地震荷重 (Ss) ②常時荷重+津波荷重 (動・波力) ③常時荷重+津波荷重 (動・波力) +漂流物衝突荷重 ④常時荷重+津波荷重 (静) +余震荷重</p>	<p>(4) <u>屋外排水路逆止弁</u> 屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は、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<u>影響</u> 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</u>の影響 屋外排水路逆止弁に対しては、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。</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】</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>・対象設備の設置箇所及び構造の違いによる考慮する荷重の相違 【東海第二, 女川2】</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(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> 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 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 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 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> 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 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> <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 【東海第二, 女川2】 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 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、「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>(7) <u>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>(8) <u>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經由して受け, 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) 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋</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 			<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>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> a. <u>除じん機エリア水密扉</u> 除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、除じん機エリア水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>(a) 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、「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>・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>i. <u>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 【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><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></p> <p><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」は考慮するが、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><u>b. タービン建物床ドレン逆止弁</u></p> <p>タービン建物床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、タービン建物床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。</p> <p>(a) 設置場所 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) 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</p> <p>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。</p> <p>a. 設置場所 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。</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, 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。</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>1. 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)</p> <p>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。</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> <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) 貫通部止水処置</p> <p>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。</p> <p>a. 設置場所 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。</p> <p>b. 津波荷重の種別 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。</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 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。</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> 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 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 (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 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>m. <u>貫通部止水処置 (2号炉原子炉建屋, 2号炉制御建屋)</u> 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 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>・資料構成の相違 【東海第二・女川2】 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><u>(9) 隔離弁, ポンプ及び配管</u></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+動的荷重 (波力) ・ 常時荷重+動的荷重 (波力) +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><u>(a) 設置場所</u> 屋外の設備であるため、<u>風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。</u></p> <p><u>(b) 津波荷重の種別</u> 津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり、<u>津波が鉛直上向きに作用する設備であるため、「津波荷重（動・突き上げ）」を考慮する。</u></p>	<p>(10) <u>津波監視カメラ</u> 津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、<u>津波監視カメラの設置状況により以下のとおり整理される。</u></p> <p>a. 設置場所 屋外に設置するため、「風荷重」及び「<u>積雪荷重</u>」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、<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。</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>動的荷重（波力）</u>」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. <u>余震荷重の影響</u> <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	動 突き上げ				
防制堤及び防制扉	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
	常時+津波(動突上げ)+漂流物	○	○				○		
放水路ゲート	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)	○	○						
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○				○		
橋内排水路逆流防止設備	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
貯留堰	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)	○	○						
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
取水路点検用開口部逆流水防止扉	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
海水ポンプノズル排水口逆止弁	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
	常時+津波(動突上げ)+余震	○	○						
取水ピット空気抜き配管逆止弁	常時+地震	○	○			○			
	常時+津波(動突上げ)+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。

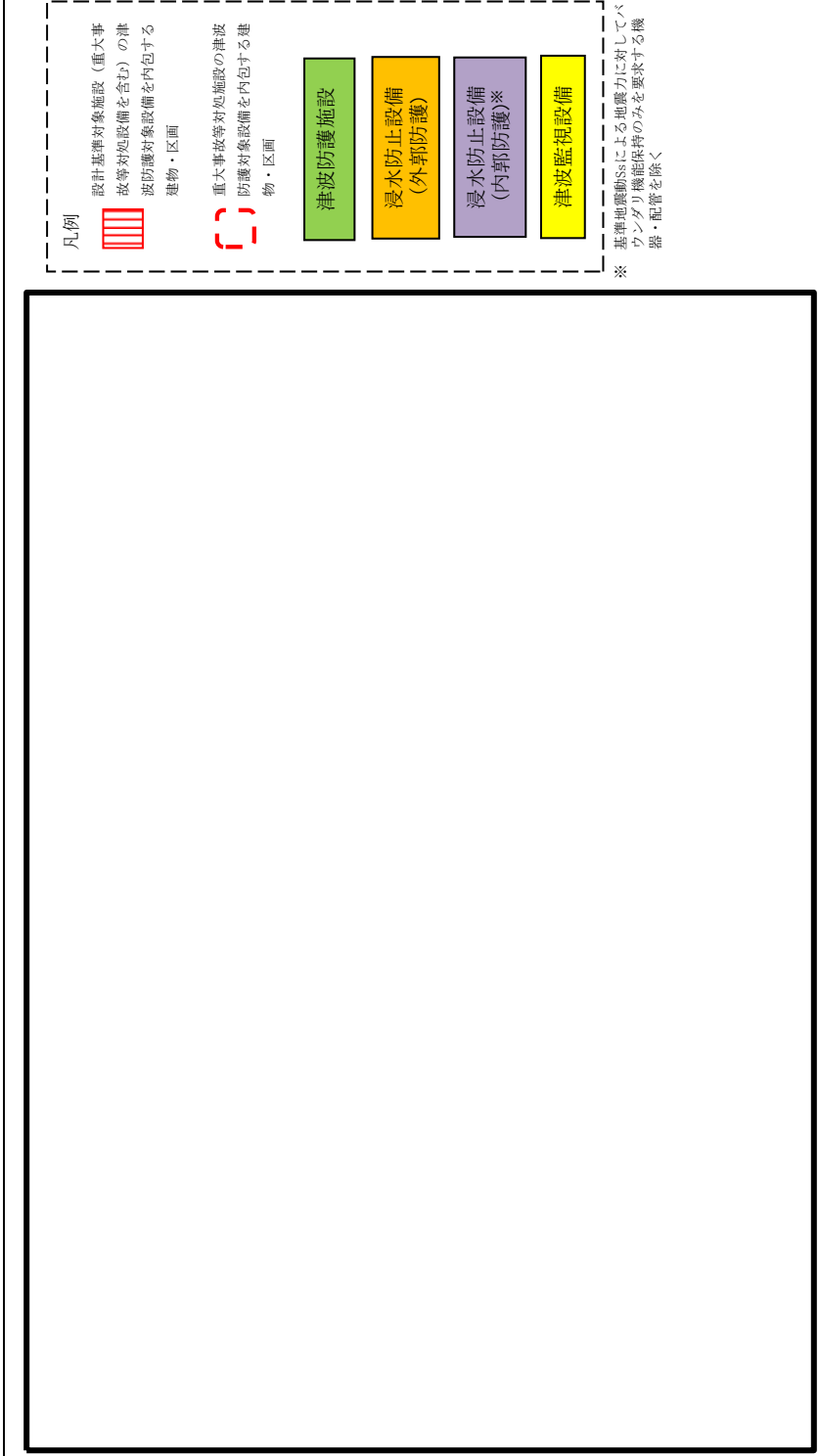
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

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

図1 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	余震 荷重	漂流物 衝突荷重	備考
				静	動 突き上げ	動 波圧				
放水踏台・ トドポイント 止水	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 トドポイント 止水	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 トドポイント 止水	常時+地震	○	○			○			限内の設置のため、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)	○	○	○						
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○	○	○				○		
緊急用海水 ポンプ室 トドポイント 排水口 止水	常時+地震	○	○			○			限内の設置のため、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)	○	○	○						
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○	○	○				○		
海水ポンプ 点検口 止水	常時+地震	○	○			○			限内の設置のため、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(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。

表2 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備で考慮する荷重

対象	設備	設置場所	常時		自然現象による荷重		地震 荷重 (Ss)	余震*	津波荷重		漂流物 衝突荷重	備考
			自重	土圧	風荷重	積雪荷重			津波 波力	静水 圧		
津波防護 施設	防波壁	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	防波扉	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	防波扉通過路防波扉及び1号放水連絡路防波扉
浸水防止 設備 (外部防護)	1号取水槽 流路部小工	屋外 (水路部)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	屋外排水逆止弁	屋外 (敷地地下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	除じん機工1号防水壁	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	除じん機工1号防水壁	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	床下排水逆止弁	屋外 (敷地地下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	貫通部止水逆止弁	屋外 (敷地地下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
浸水防止 設備 (内部防護)	復水器工1号防水壁	屋内	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	復水器工1号防水壁	屋内	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	床下排水逆止弁	屋内	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	隔離弁, ポンプ及び 配管	屋内 (配電室付内)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	貫通部止水逆止弁	屋内	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
津波監視 設備	津波監視カメラ	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	取水槽水位計	屋外	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

※ 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)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

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	漂流物衝突荷重	備考
				静	動き突き上げ	動波圧				
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)	○								
	常時+津波(静)+余震	○					○			
海水ポンプ空気通部止水処置	常時+地震	○	○							
	常時+津波(静)	○	○							
	常時+津波(静)+余震	○	○							
原子炉建屋焼損貫通部止水処置	常時+地震	○	○							
	常時+津波(静)	○	○							
	常時+津波(静)+余震	○	○							
常設代替高圧電源装置	常時+地震	○					○			
用カルバート(立坑部)貫通部止水処置	常時+津波(静)	○								
	常時+津波(静)+余震	○								
防弾壁及び防弾扉下部貫通部止水処置	常時+地震	○	○							
	常時+津波(動波圧)	○	○							
	常時+津波(動波圧)+余震	○	○							

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

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	その他自然現象による荷重*	津波荷重			地震荷重	余震荷重	漂流物衝突荷重	備考
				静	動き上げ	動波圧				
津波・構内監視カメラ	常時+地震	○	○				○			
	常時+地震	○	○				○			
	常時+津波(動突き上げ)	○	○		○					
	常時+津波(動突き上げ)+余震	○	○		○			○		
測位計	常時+地震	○	○				○			

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

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 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)

表-1 各施設の許容漂流速度

	選定式	対象施設		
		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
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	小型 衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	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	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

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。

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

表 1 各施設の許容漂流速度

	選定式	対象施設		
		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
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	小型 衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	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	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

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。

島根原子力発電所 2号炉

表-1 各施設の許容漂流速度

	選定式	対象施設		
		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
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	小型 衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	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	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

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評価式に関する既往の研究論文
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。

備考

・検討方針の相違による記載内容の相違
【東海第二, 女川2】

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> <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> <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>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> <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> <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>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通り提案している。</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通り提案している。</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> <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> <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>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>																		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

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。 $F_i = C_m u_{max} \sqrt{km}$ 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。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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>2.4×10^9</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	2.4×10^9	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	2.4×10^9														
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,																

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

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。 $F_i = C_m u_{max} \sqrt{km}$ 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。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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>2.4×10^9</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	2.4×10^9	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	2.4×10^9														
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																

島根原子力発電所 2号炉

備考

○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。

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

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

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

$$m = (m_1 m_2) / (m_1 + m_2)$$

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><u>表－2 最大流速発生時の流況</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 1281 2496 1537"> <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>※ <u>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</u></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】

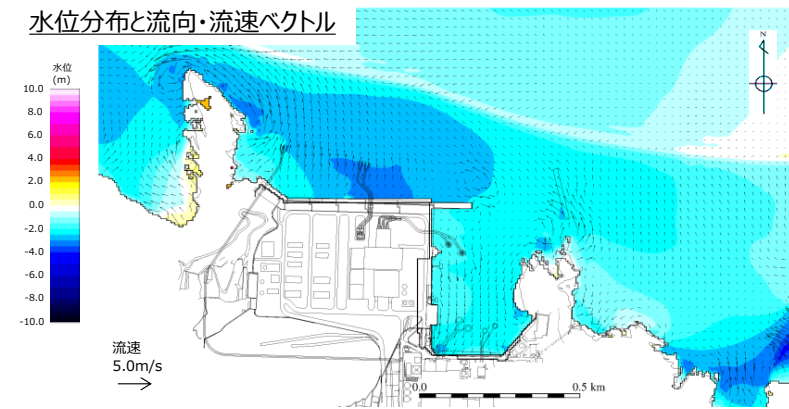


図-1 水位分布と波向き・波高ベクトル(180分 57.10秒:最大流速発生時刻-30秒)

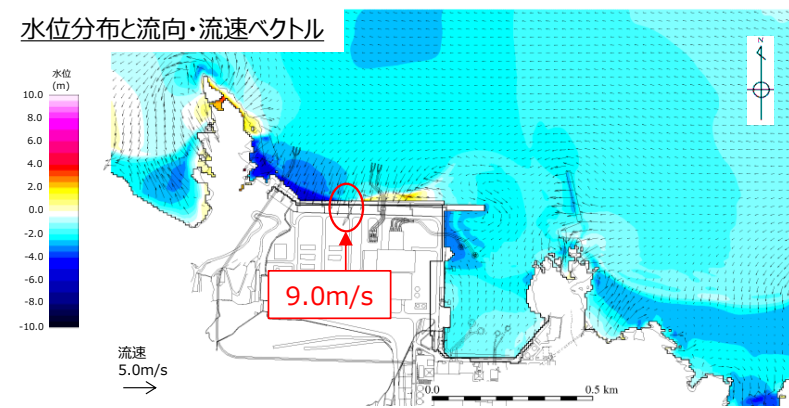


図-2 水位分布と波向き・波高ベクトル(181分 27.10秒:最大流速発生時刻)

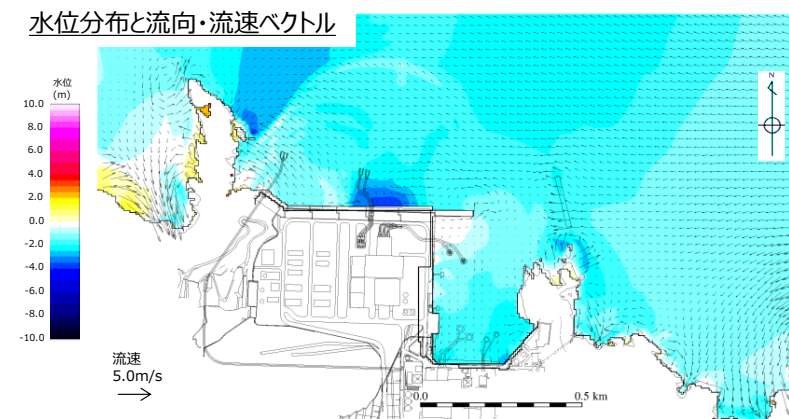


図-3 水位分布と波向き・波高ベクトル(181分 57.10秒:最大流速発生時刻+30秒)

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

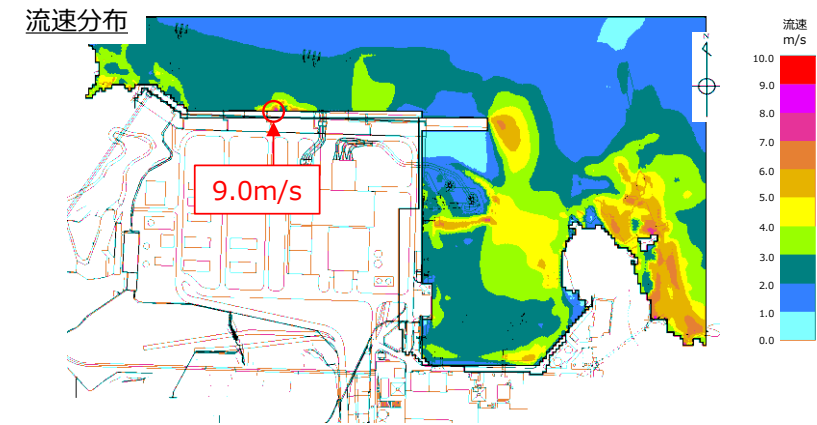


図-4 流速分布_南方向(181分27.10秒:最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面】

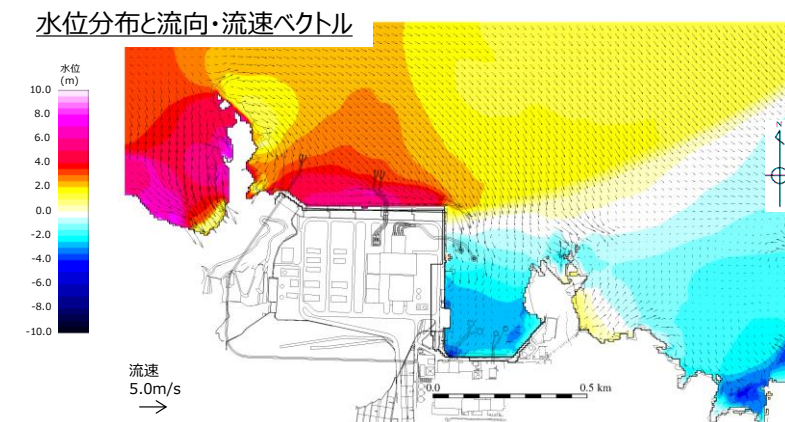


図-5 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分10.85秒:最大流速発生時刻-30秒)

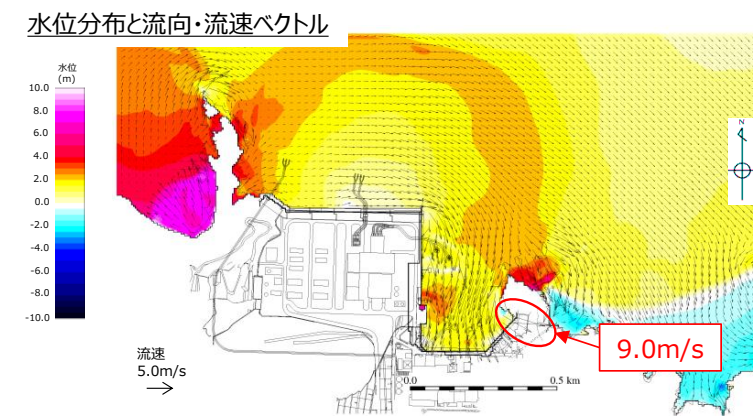


図-6 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分40.85秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

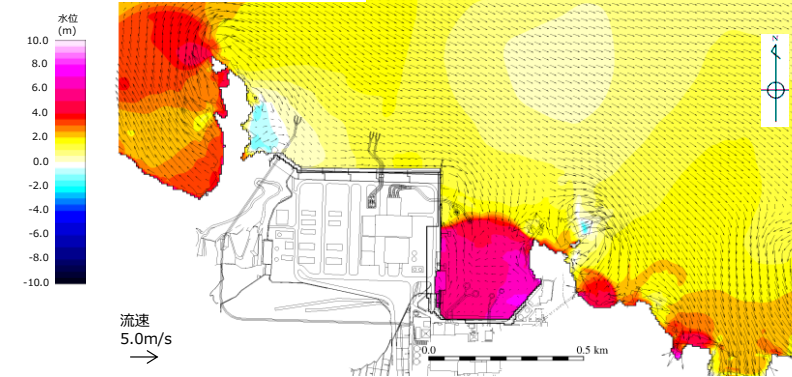


図-7 水位分布と波向き・波高ベクトル(193分 10.85秒:最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

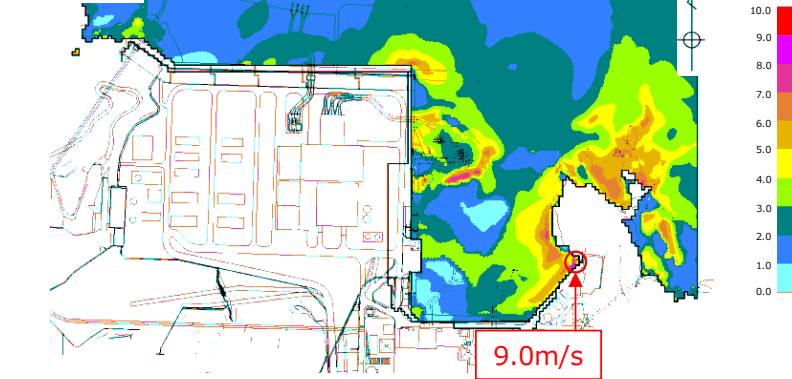


図-8 流速分布_南東方向(192分 40.85秒:最大流速発生時刻)

【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

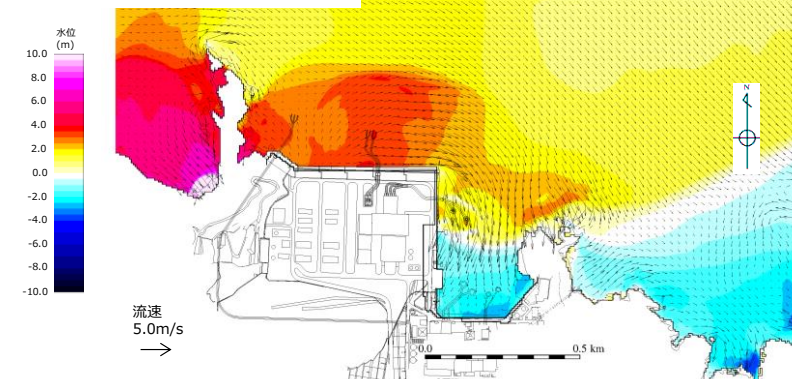


図-9 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分 25.35秒:最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

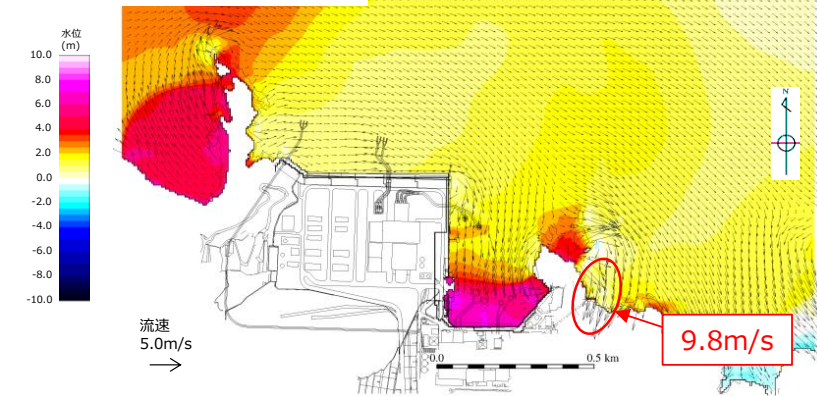


図-10 水位分布と波向き・波高ベクトル(192分55.35秒:最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

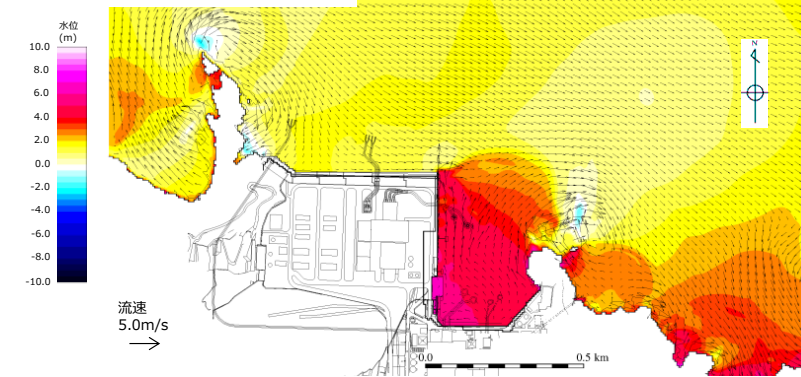


図-11 水位分布と波向き・波高ベクトル(193分25.35秒:最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

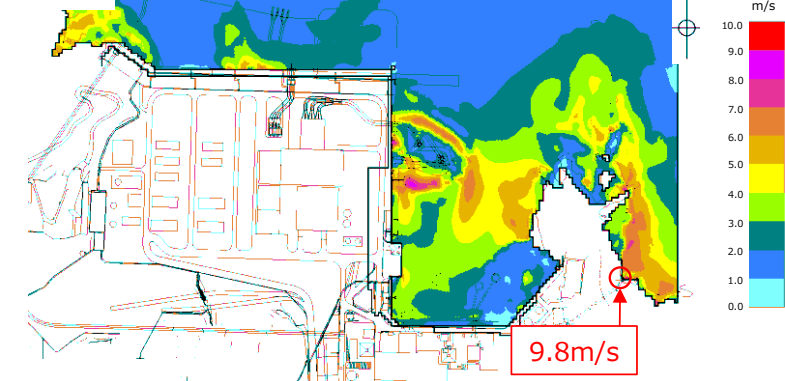


図-12 流速分布_南西方向(192分55.35秒:最大流速発生時刻)

6. 漂流物の配置位置及び種類等

「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、港湾内で漂流物となる作業船及び荷揚場設備等並びに発電所近傍を航行する可能性のある漁船を抽出した。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。

表-3 抽出した漂流物一覧

配置位置	名称	種類	重量 (船舶:総トン数)	
構内	海域	船舶	温排水影響調査作業船	約10t
			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		
	陸域*	荷揚場詰所(壁材)	鉄骨造建物	—
		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	
構外	海域	漁船	約0.9t 最大19t	

※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

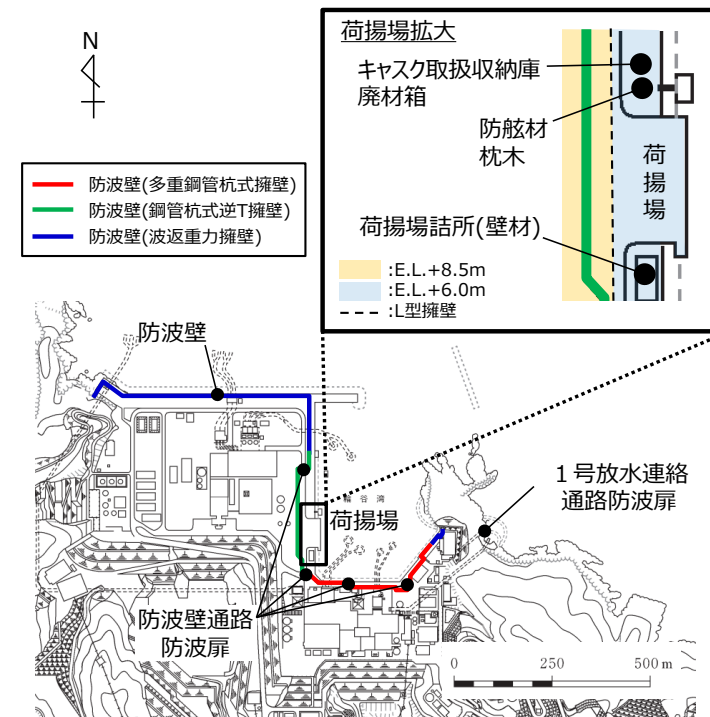
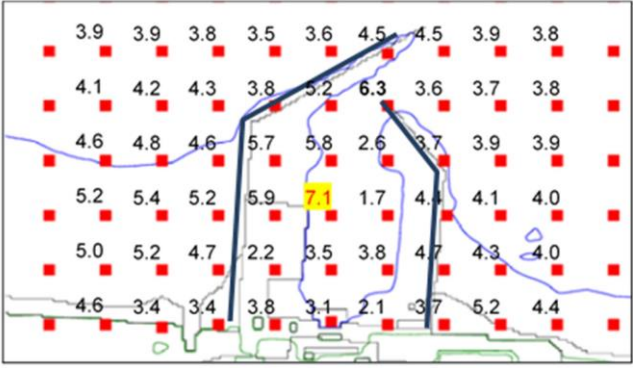


図-13 漂流物配置位置

・検討方針の相違による記載内容の相違

【東海第二, 女川2】

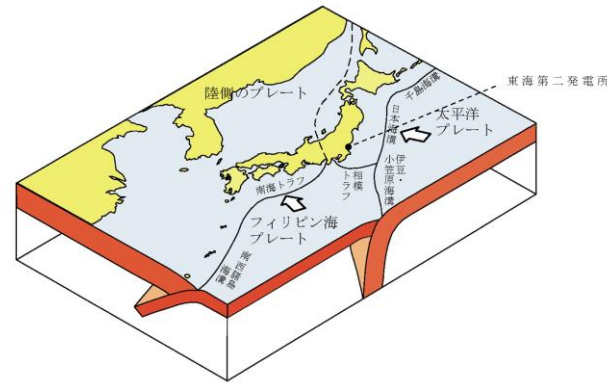
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5. 漂流物の衝突荷重算定式の選定</p> <p>既往の知見によると、さまざまな漂流物の衝突力算定式が提案されていることから、今後その他の衝突荷重の算定式の適用性についても検討し、詳細設計に反映する。</p> <p>ここでは、(財)沿岸技術研究センター及び国土交通省による検討においても、漁船の衝突荷重の算定については「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に記載されている参考規格・基準類のうち、道路橋示方書に示される算定式を採用していることから、道路橋示方書による方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><u>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。詳細設計段階において、抽出した漂流物の配置、種類等を踏まえ、算定式の適用性を確認し、漂流物衝突荷重を算定する。</u></p> <p><u>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。</u></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="418 611 652 642">(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 682 1089">(防波堤 1 m沈下モデル)</p> <p data-bbox="320 1102 747 1134">第 1 図 前面海域の最大流速分布図</p> <p data-bbox="151 1192 872 1224">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)</p> <p data-bbox="192 1239 923 1360">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 1 m沈下モデルにおいて 6.9m/s であった。</p> <p data-bbox="192 1373 914 1451">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。</p> <p data-bbox="192 1463 914 1541">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。</p> <p data-bbox="192 1554 923 1631">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。</p> <p data-bbox="234 1644 842 1675">漂流物の衝突荷重 $P = 0.1 \times 15 \times 9.8 \times 10 = 147$ (kN)</p>			

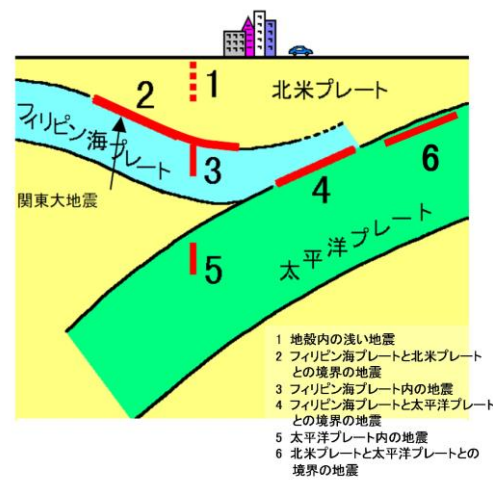
実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止 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>

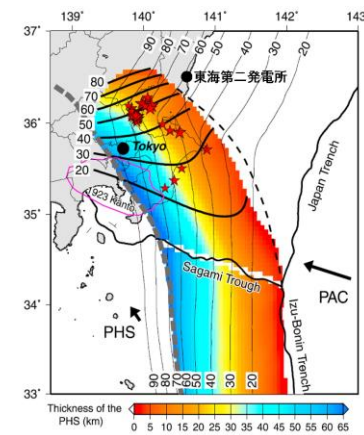


(防災科学技術研究所 HP に一部加筆)



(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。

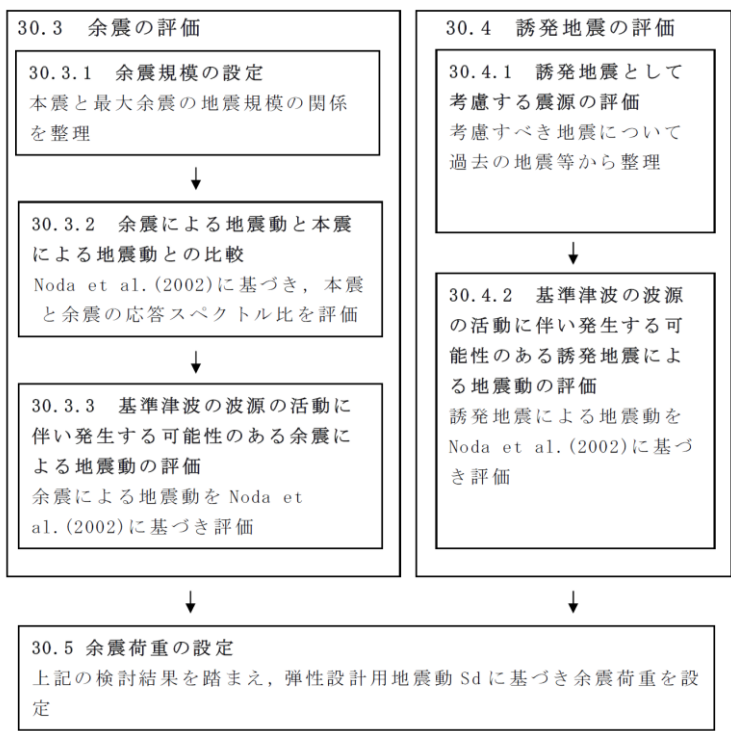
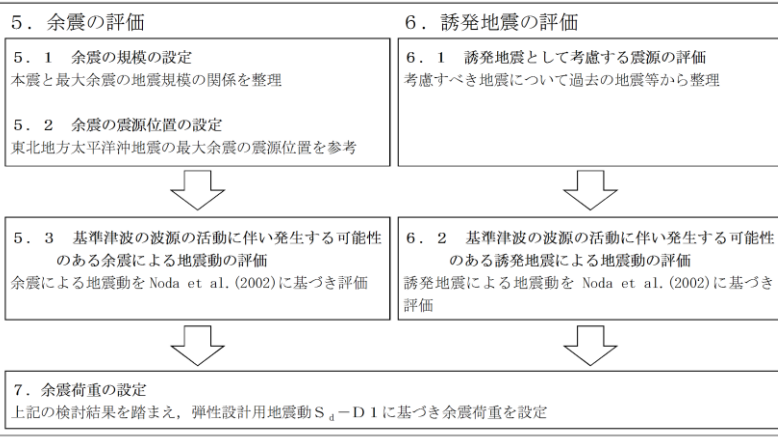
(Uchida et al. (2010) に一部加筆)

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>30.2 検討方針</p> <p>余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理した。</p> <p>検討は以下の流れで実施した。</p>	<p>4. 検討方針</p> <p><u>東海第二発電所周辺のプレートテクトニクス的背景や基準津波と同じ地震発生様式(プレート間地震)である2011年東北地方太平洋沖地震の余震発生状況(第4図)を踏まえ、基準津波の波源の活動(本震)に伴い発生する可能性のある余震を設定し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。</u></p> <p>なお、本検討では、<u>日本地震工学会(2014)を参考に、本震の震源域とその周辺において発生する地震(アウターライズの地震及び破壊域内のスラブ内地震を含む。)</u>を余震とし、<u>この余震発生域外において、本震がトリガーとなって発生する地震を誘発地震として整理した。</u></p> <p><u>余震荷重の検討フローを第5図に示す。</u></p> <div data-bbox="964 934 1706 1354" data-label="Figure"> </div> <p>第4図 東北地方太平洋沖地震の余震・誘発地震の発生状況 (<u>東京大学地震研究所HPに地震発生様式を加筆</u>)</p>	<p>2. 検討方針</p> <p><u>余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理し、図1の流れで検討を実施した。</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、「3. 余震の評価」及び「4. 誘発地震の評価」において、余震及び誘発地震の具体的な検討内容を記載</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉では、「3. 余震の評価」及び「4. 誘発地震の評価」において、余震及び誘発地震の具体的な検討内容を記載</p>

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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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>↓</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。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。</u></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>

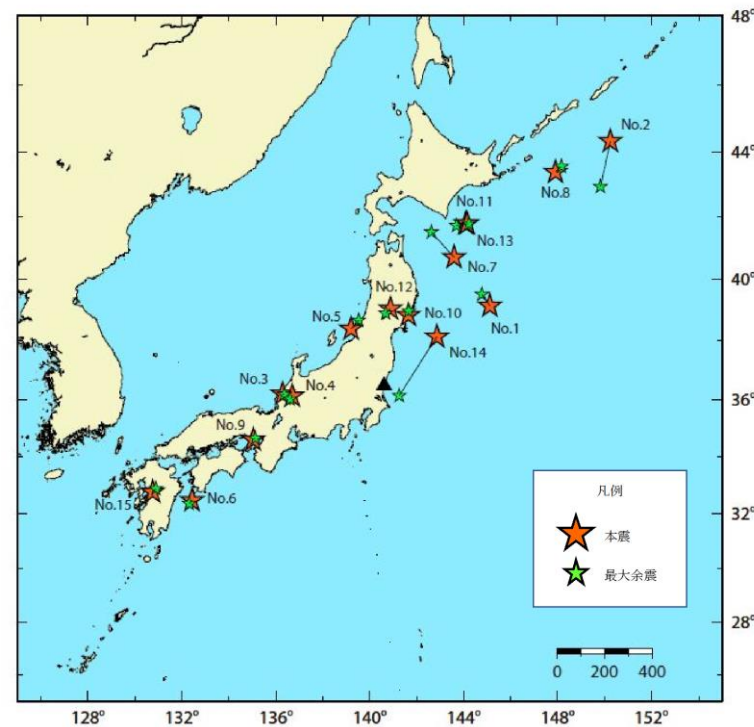
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30. 3. 3 基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動の評価</p> <p>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震による地震動を評価する。柏崎刈羽原子力発電所における基準津波の波源は、添付第 30-4 図に示す「基準津波 1 及び 2 の波源」及び「基準津波 3 の波源」である。それぞれの波源について地震動を評価するに当たり、添付第 30-2 表及び添付第 30-5 図に示す震源モデルを設定し、上記の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 [*] 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

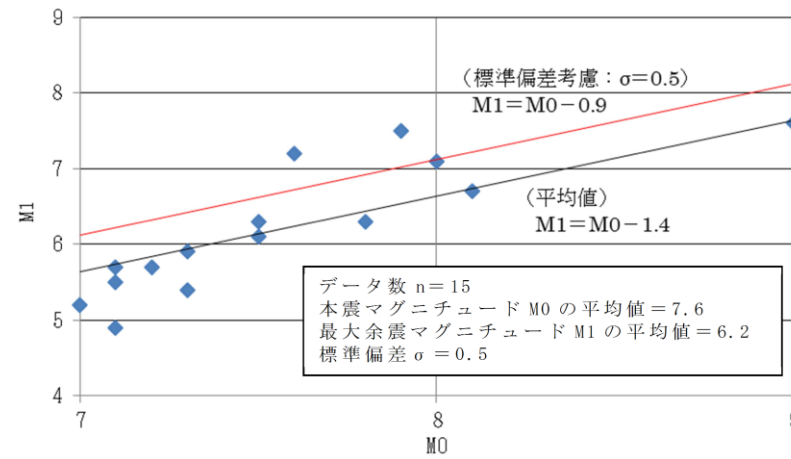
※2：気象庁による最新の震源情報を参照



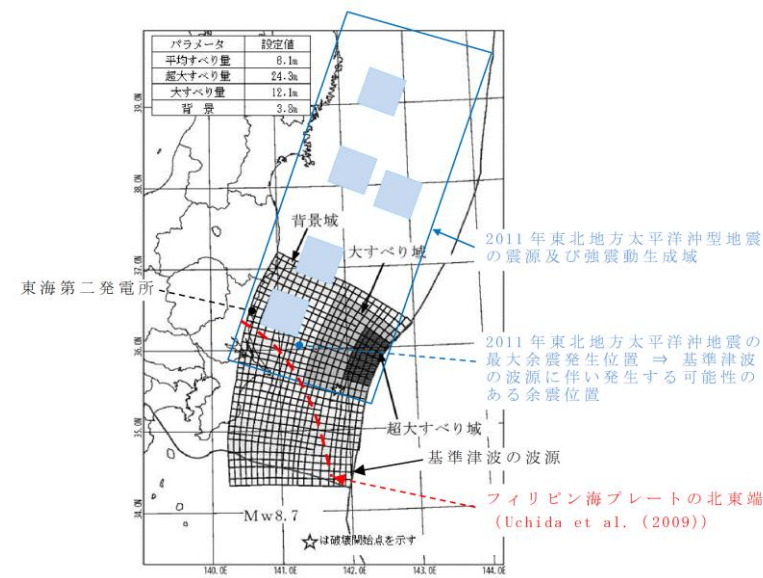
第7図 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布

・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)



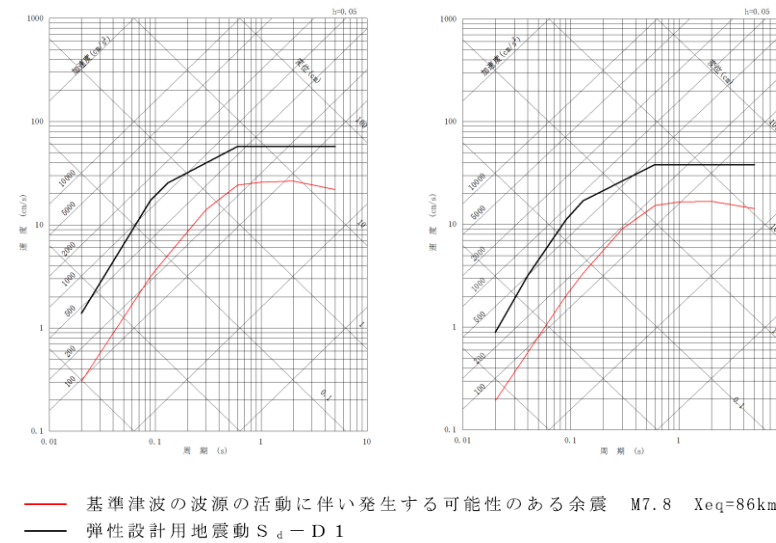
第9図 基準津波の波源と2011年東北地方太平洋沖型地震の震源及び最大余震発生位置

・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



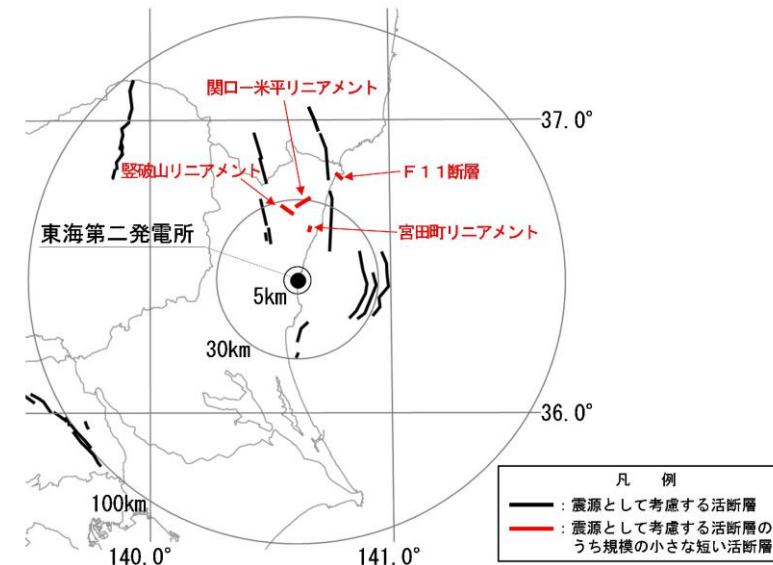
第10図 設定した余震と弾性設計用地震動 S_d-D1 との比較
 (左：水平動，右：鉛直動)

・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

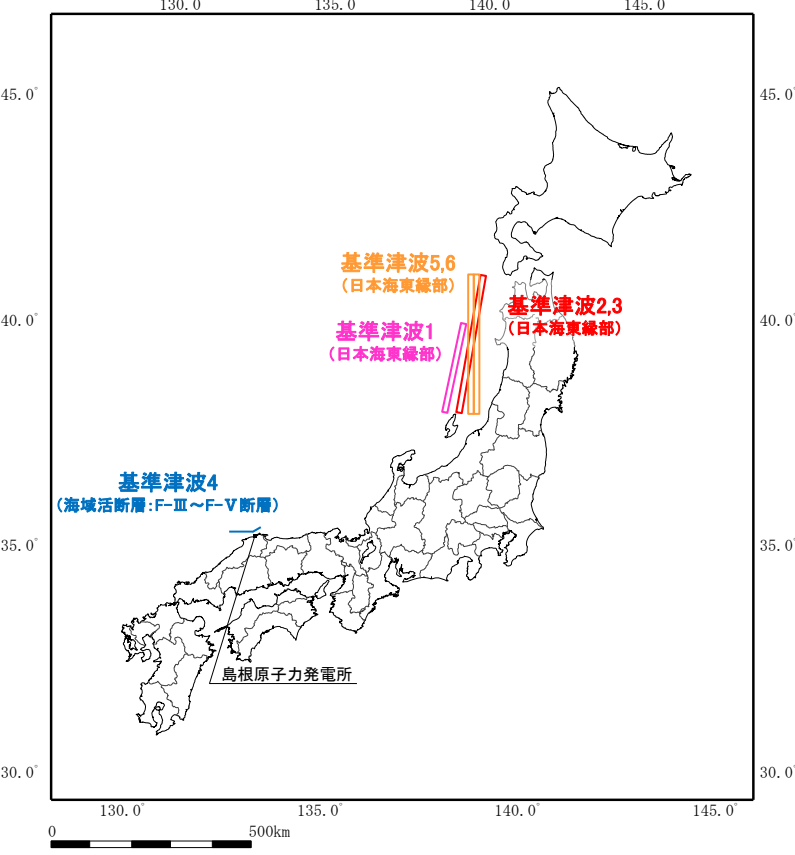
地震名	地震規模 M	等価震源距離 (km)
宮田町リニアメント	6.8	21
関口-米平リニアメント	6.8	27
堅破山リニアメント	6.8	25
F 1 1 断層	6.8	38

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

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

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="964 289 1691 514" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="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="1038 1501 1617 1627" data-label="Caption"> <p>第13図 規模の小さな短い活断層による地震と 弾性設計用地震動 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>

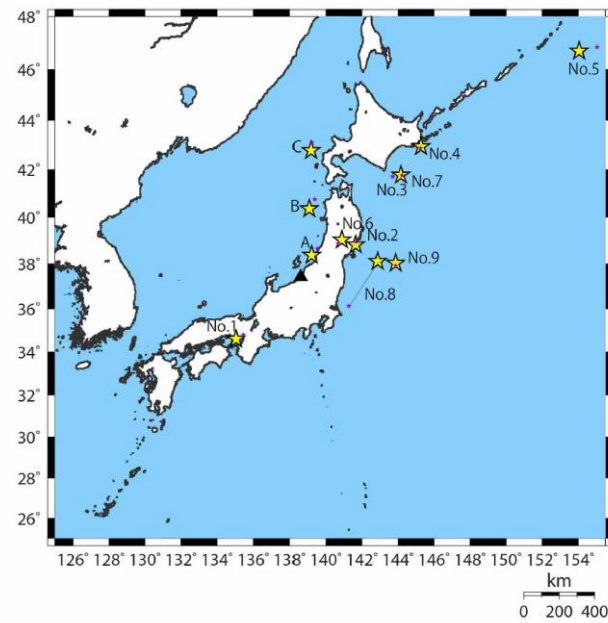
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>30.5 余震荷重の設定</p> <p>以上の検討結果から、<u>弾性設計用地震動 Sd は余震及び誘発地震による地震動を上回ることが確認された。弾性設計用地震動 Sd のうち、Sd-1 は全ての周期帯において、余震及び誘発地震による地震動を十分に上回ることから、保守的に Sd-1 による荷重を津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。</u></p> <p>【参考文献】</p> <p>Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, 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/110311tohoku/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"><u>図2 島根原子力発電所と基準津波の波源</u></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

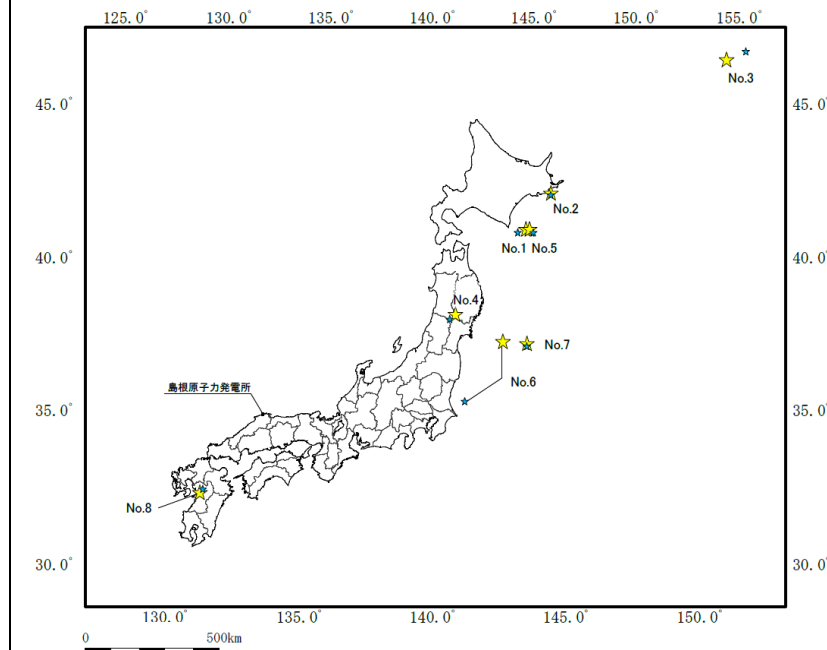
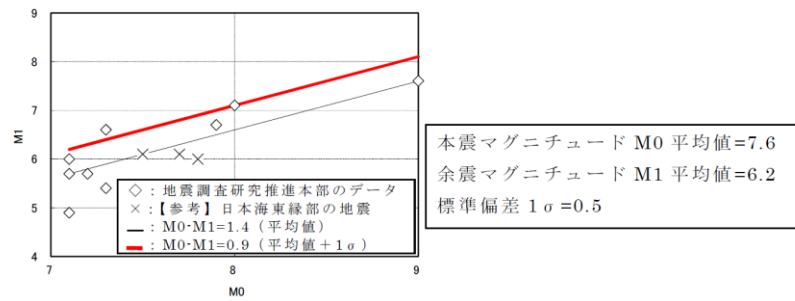


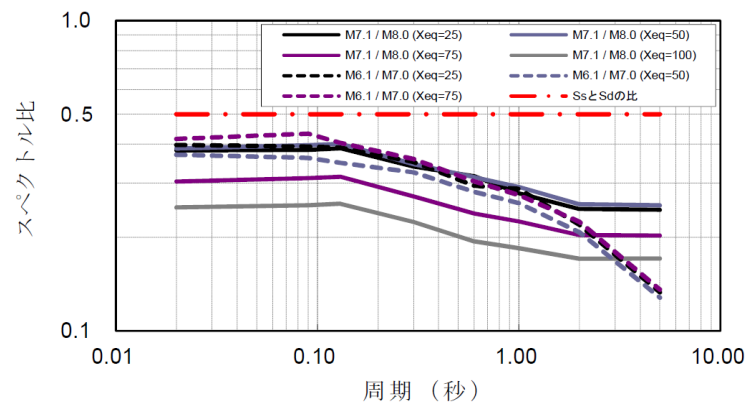
図3 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布
[本震 (★), 余震 (★)]

・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)

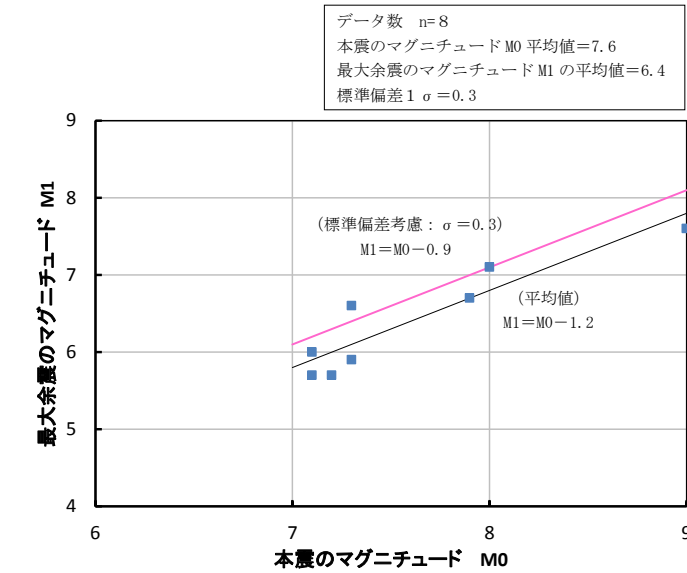
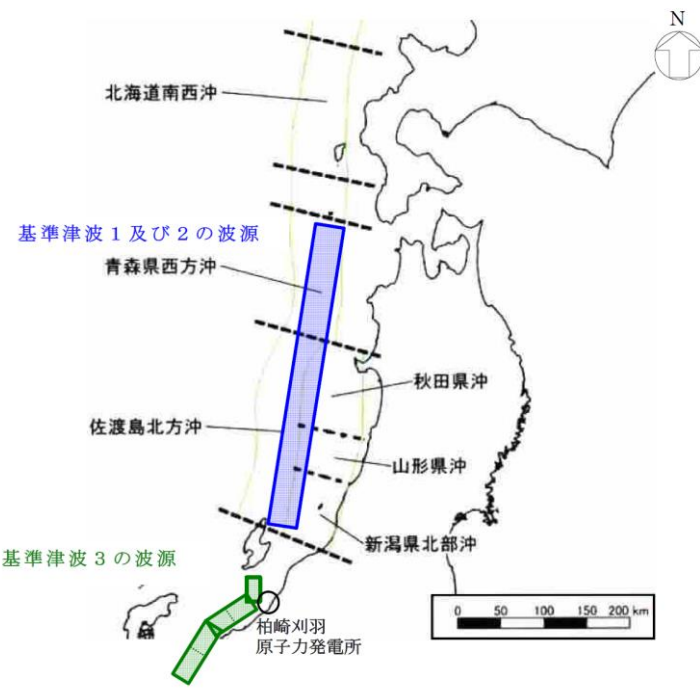


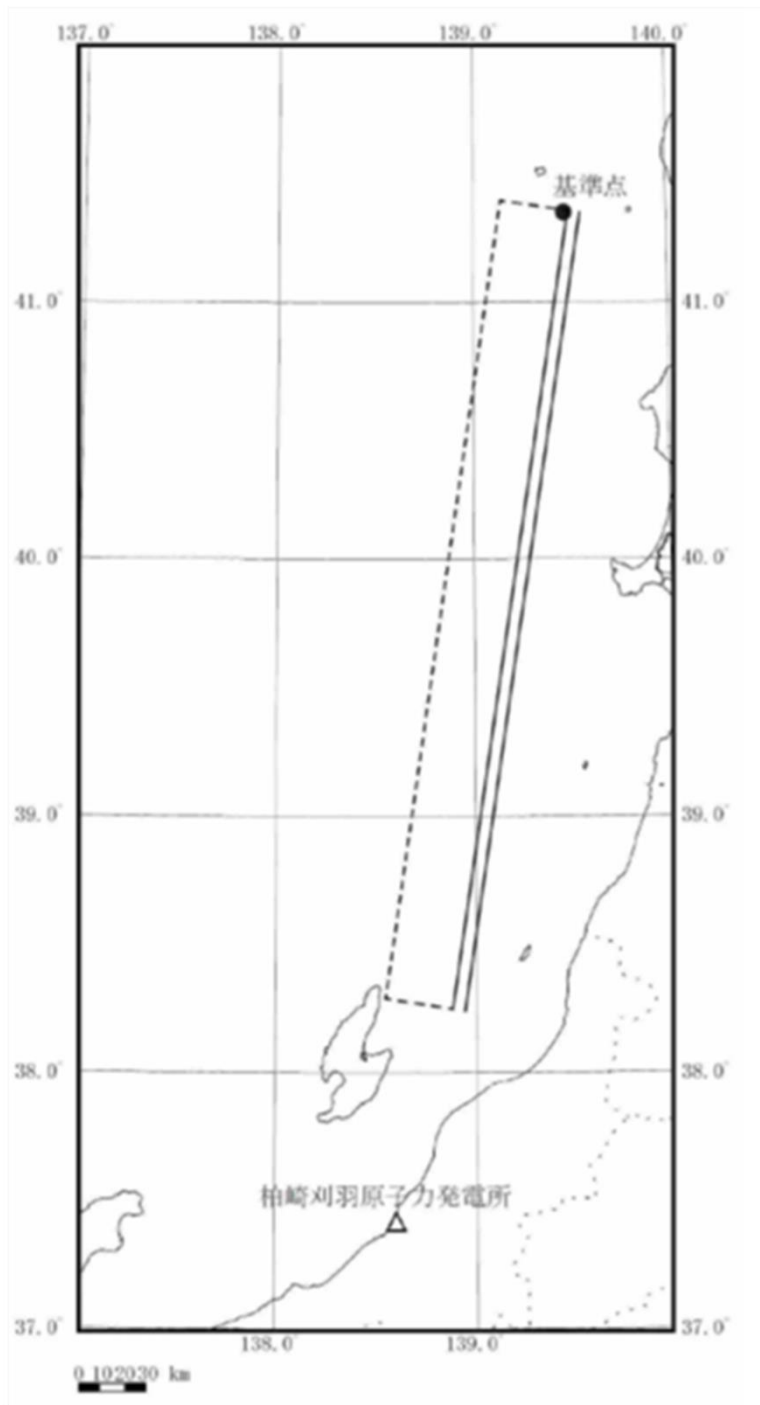
図 4 本震と最大余震の地震規模の関係 (M7.0 以上)

・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

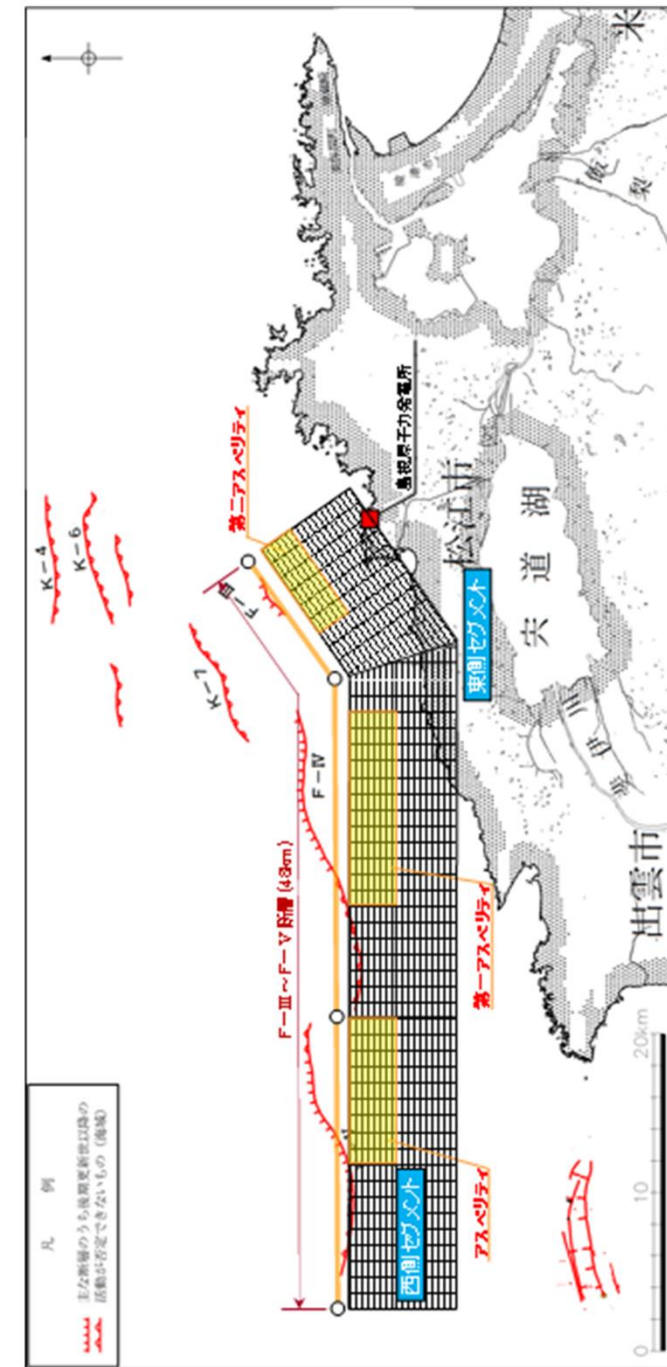


図5 基準津波4の波源に対する震源モデル

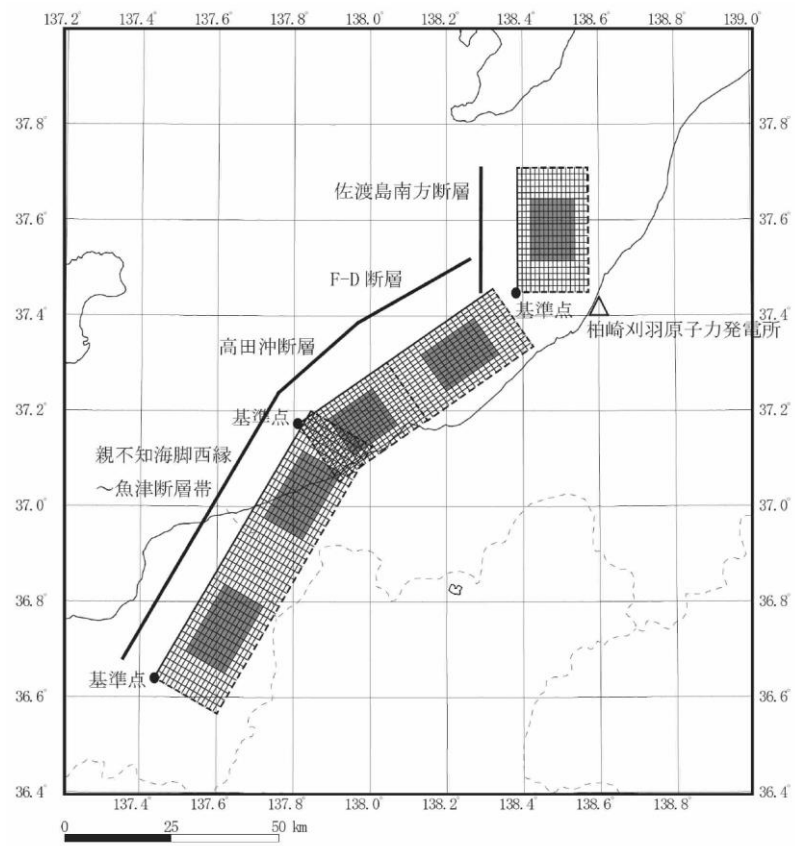
・資料構成の相違
【東海第二】
東海第二の第9図に
対応

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

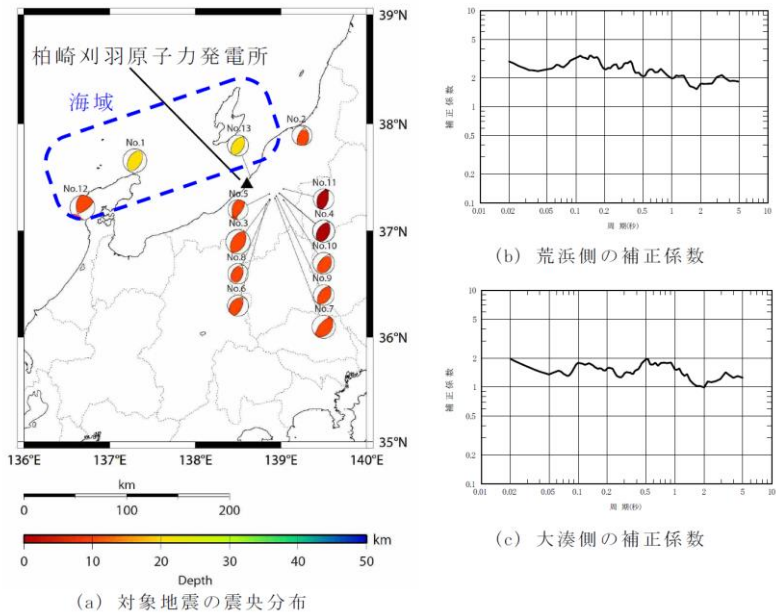


添付第 30-5 図 (b) 基準津波 3 の波源に対する震源モデル

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

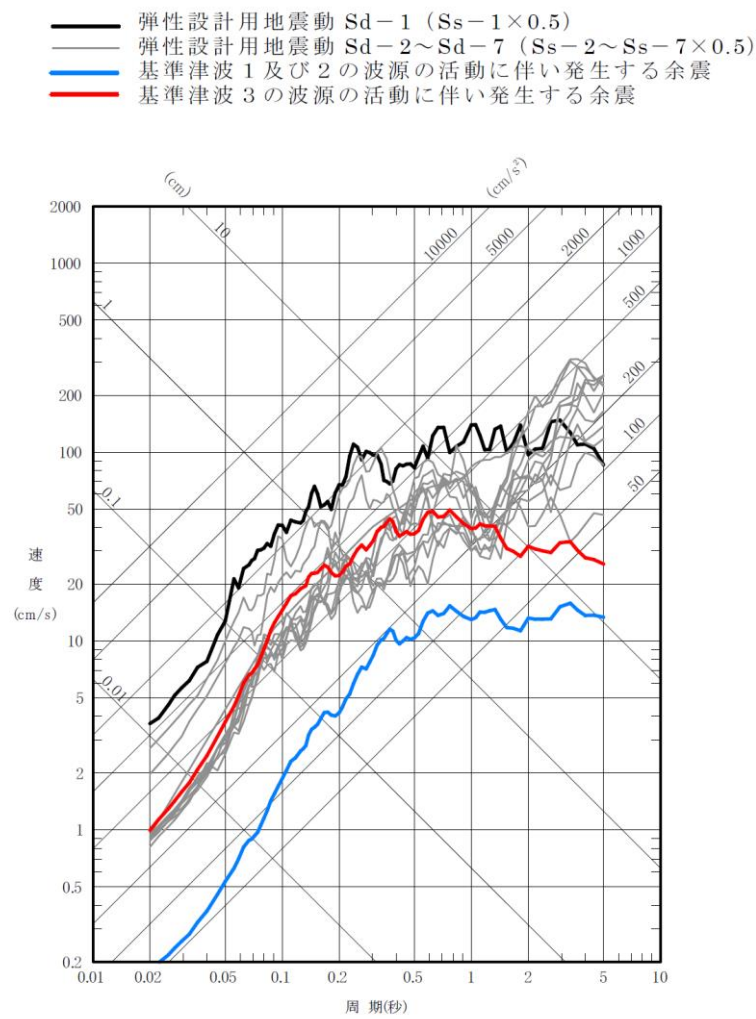
※1: 本震と余震のマグニチュードの差 D1=0.9 として、余震の規模を評価。
 ※2: 添付第 30-5 図に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002) に基づき等価震源距離を評価。なお、Noda et al. (2002) による地震動評価手法の適用性については、M=5.4~8.1、等価震源距離 Xeq=14~218km の範囲で確認されていることから、今回設定した余震の評価に適用可能と判断した。



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)

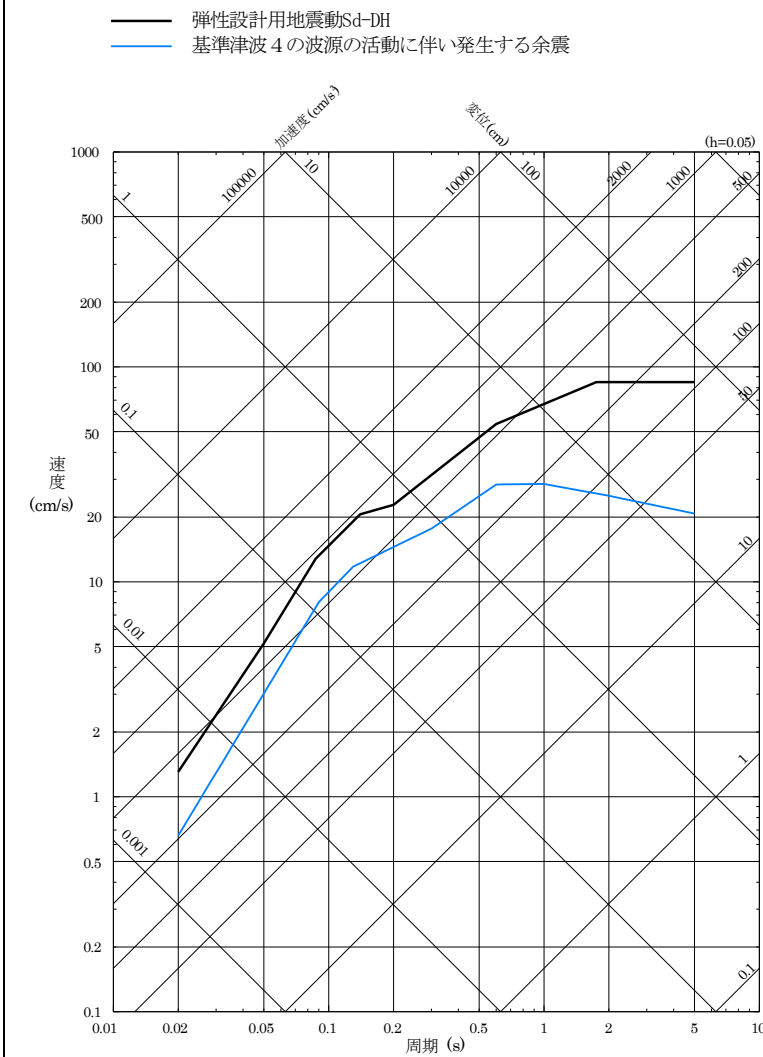


図 6 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

・資料構成の相違
 【東海第二】
 東海第二の第 10 図に
 対応

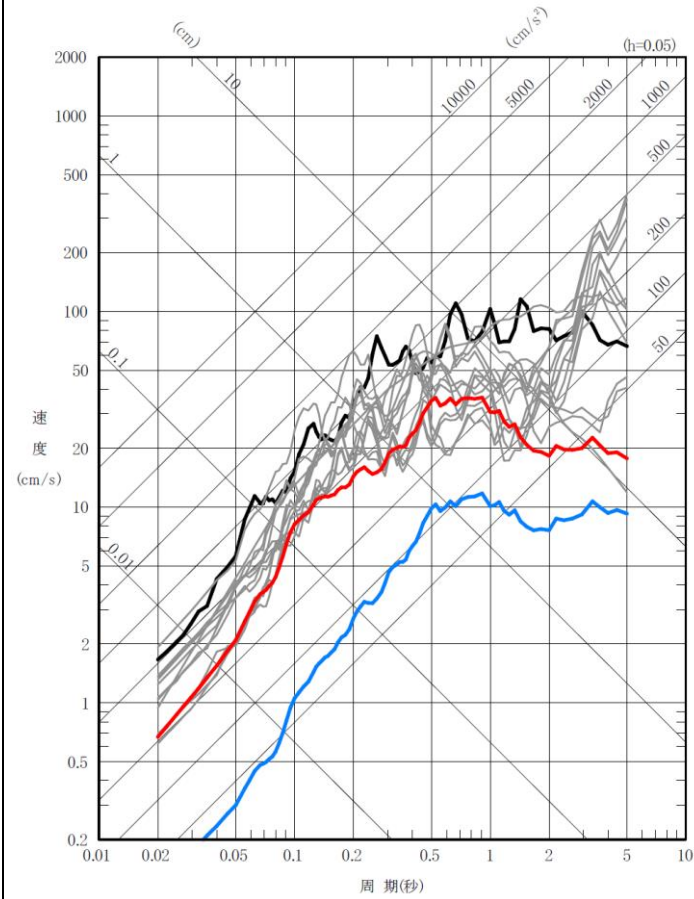
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

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)

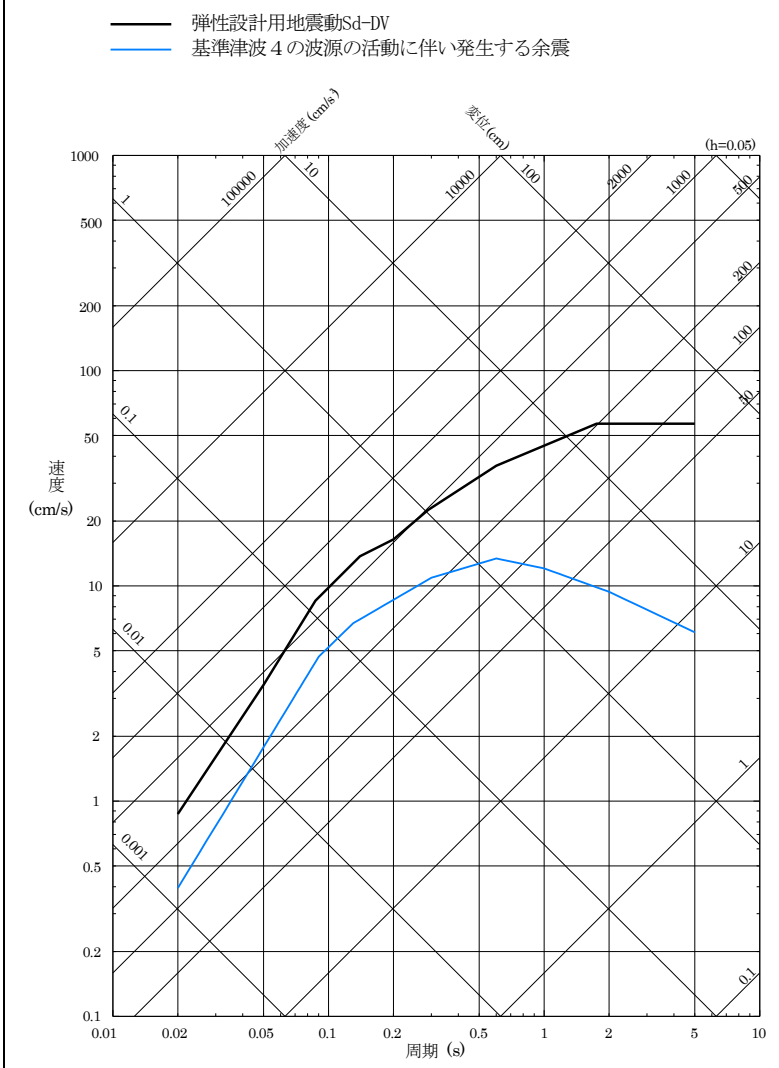
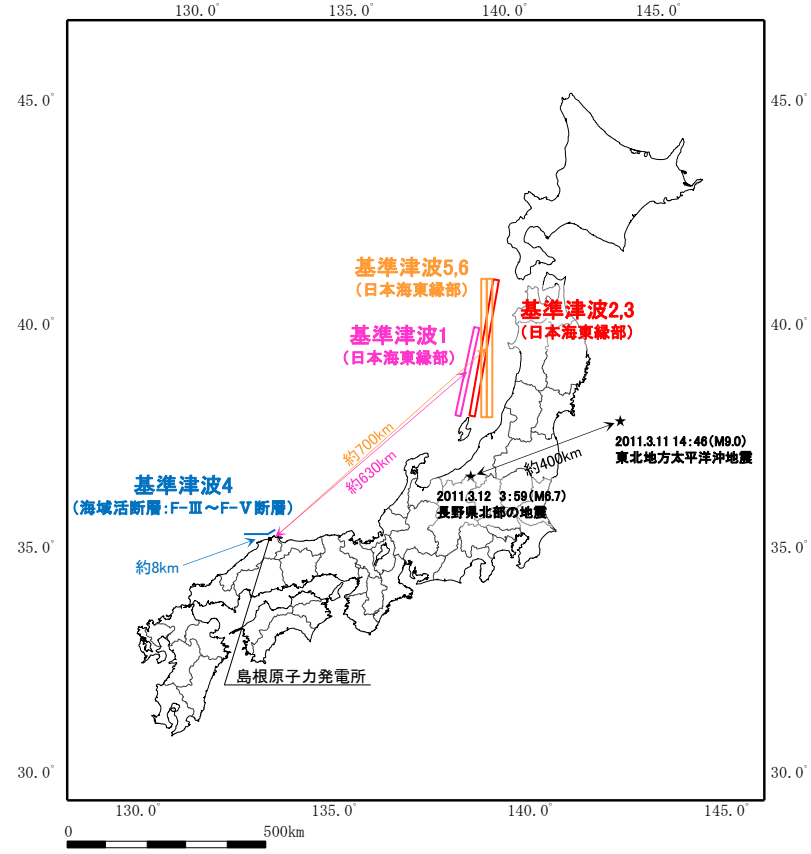
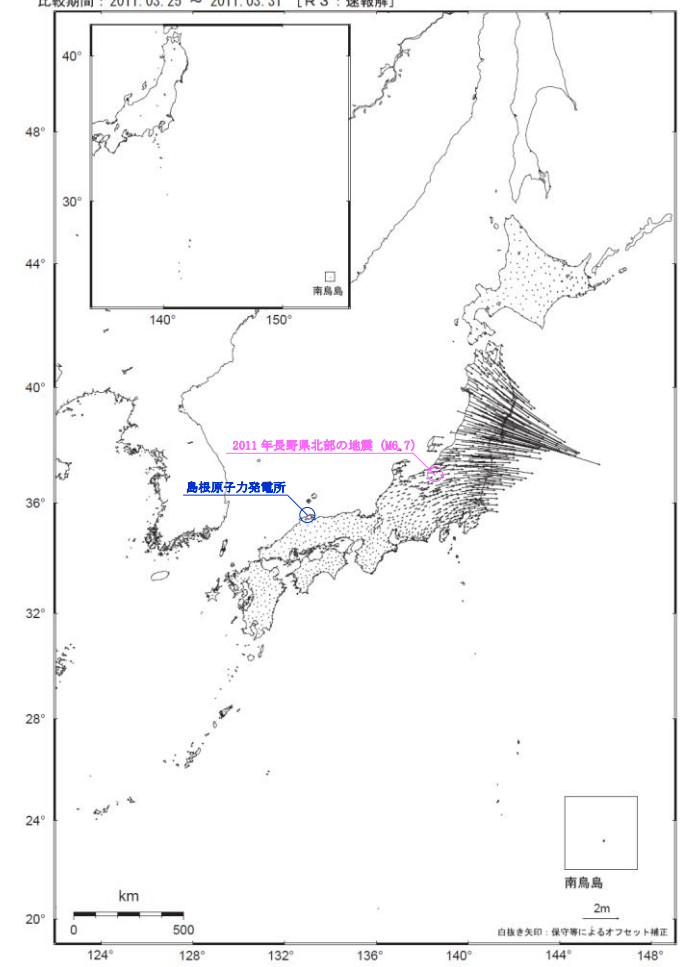
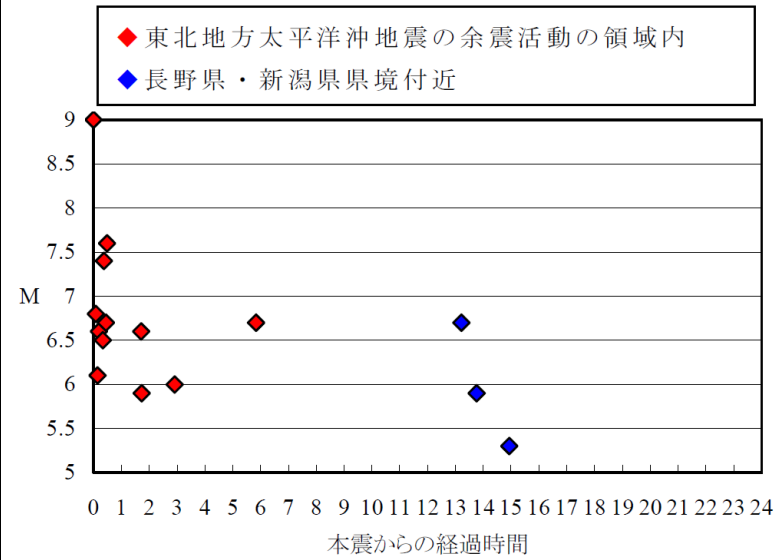


図6 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動S d - Dの比較 (鉛直方向)

- ・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 1722"> ・評価方針の相違 【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(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 M	等価震源距離 Xeq (km)
1	た と 田の戸断層	6.8	16.0
2	おおふなやまひがし 大船山東断層	6.8	16.1
3	ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	6.8	26.2
4	ひがしきまち しんたばた 東来待-新田畑断層	6.8	20.2
5	やない 柳井断層	6.8	18.3
6	みとやきた 三刀屋北断層	6.8	32.1
7	はんば いしはら 半場-石原断層	6.8	25.7
8	ふべ 布部断層	6.8	32.1
9	ひがしいんべ 東忌部断層	6.8	17.3
10	きんのうじ 山王寺断層	6.8	22.2
11	おおい 大井断層	6.8	16.0

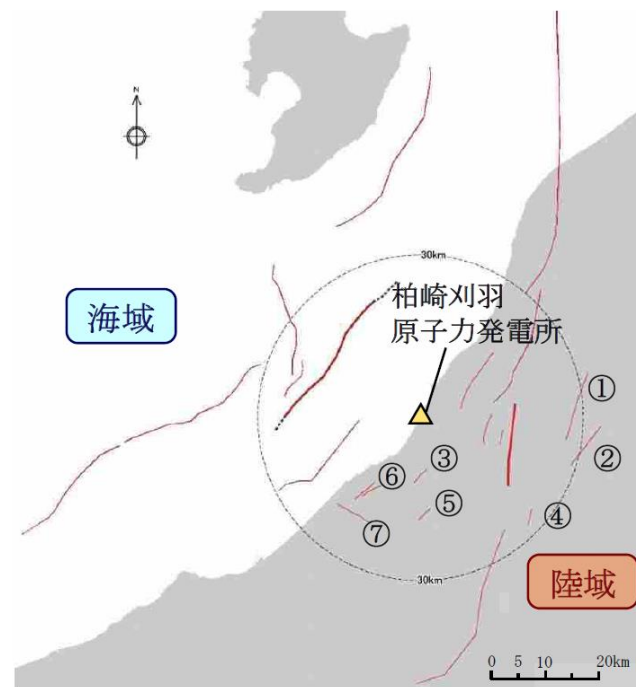
- ・資料構成の相違
【柏崎 6/7】
島根 2 号炉では、「4.1 誘発地震の選定」において文章により記載
- ・資料構成の相違
【東海第二】
東海第二の第 3 表に対応
- ・立地地点の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

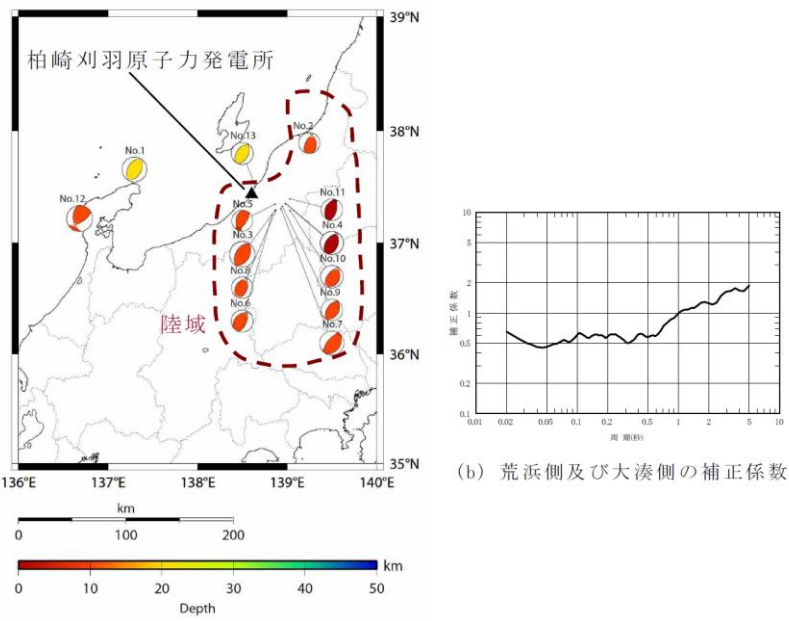
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 30-9 図 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布



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

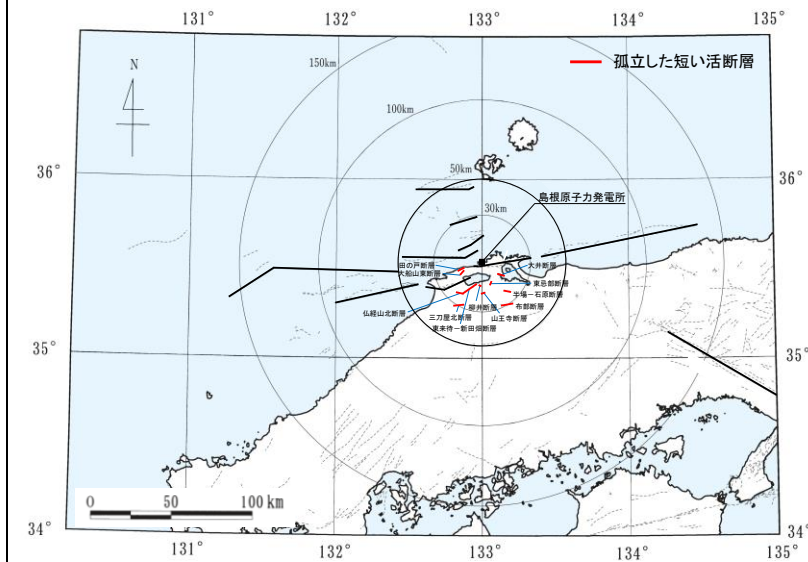
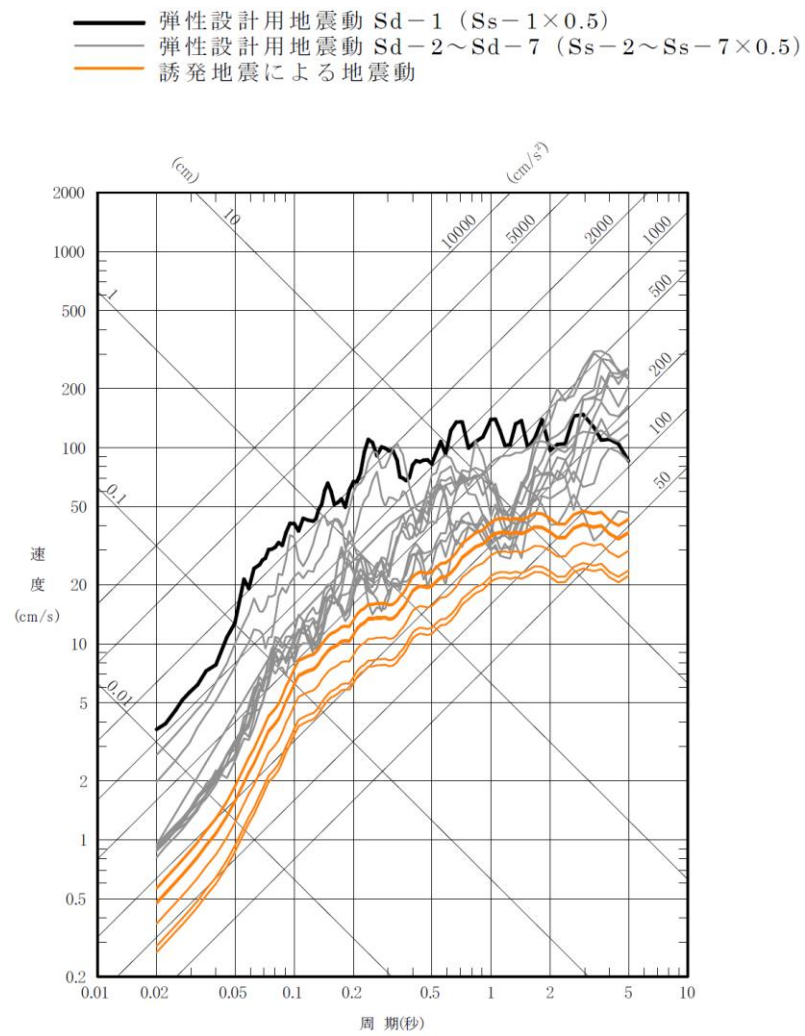


図 9 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布

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

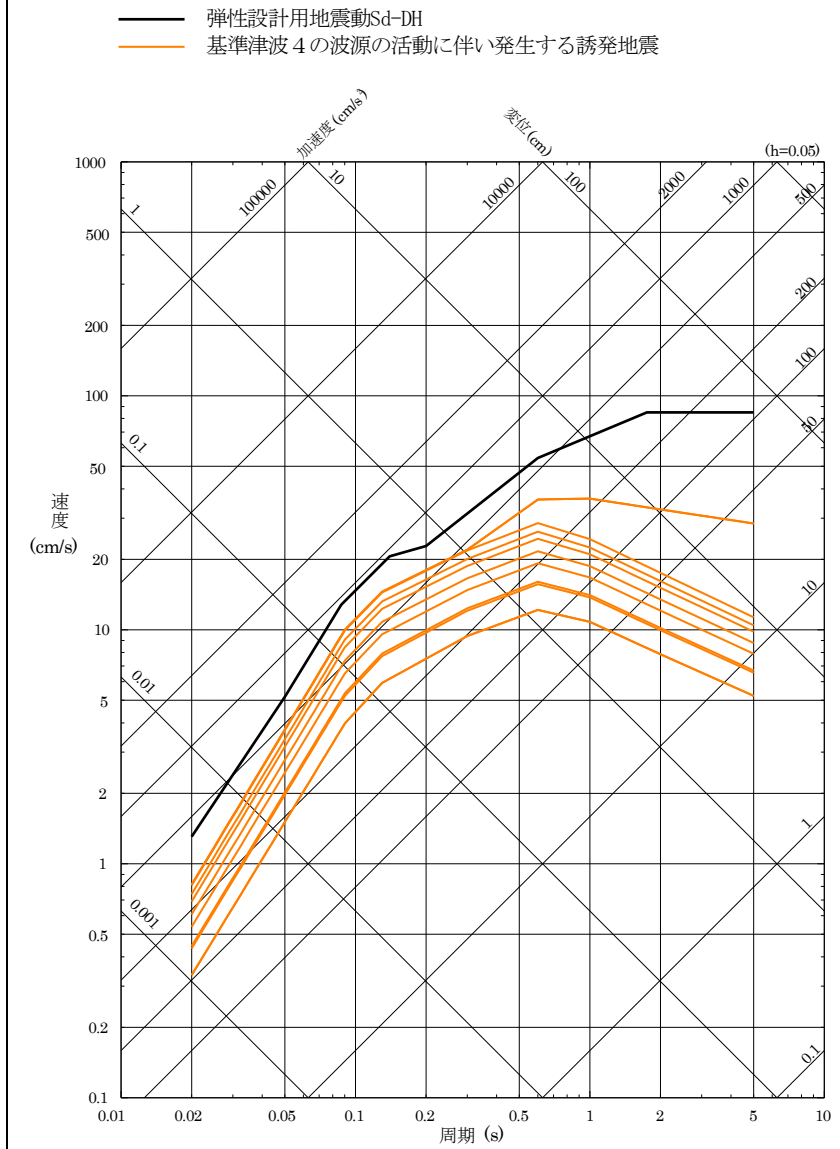


図 10 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

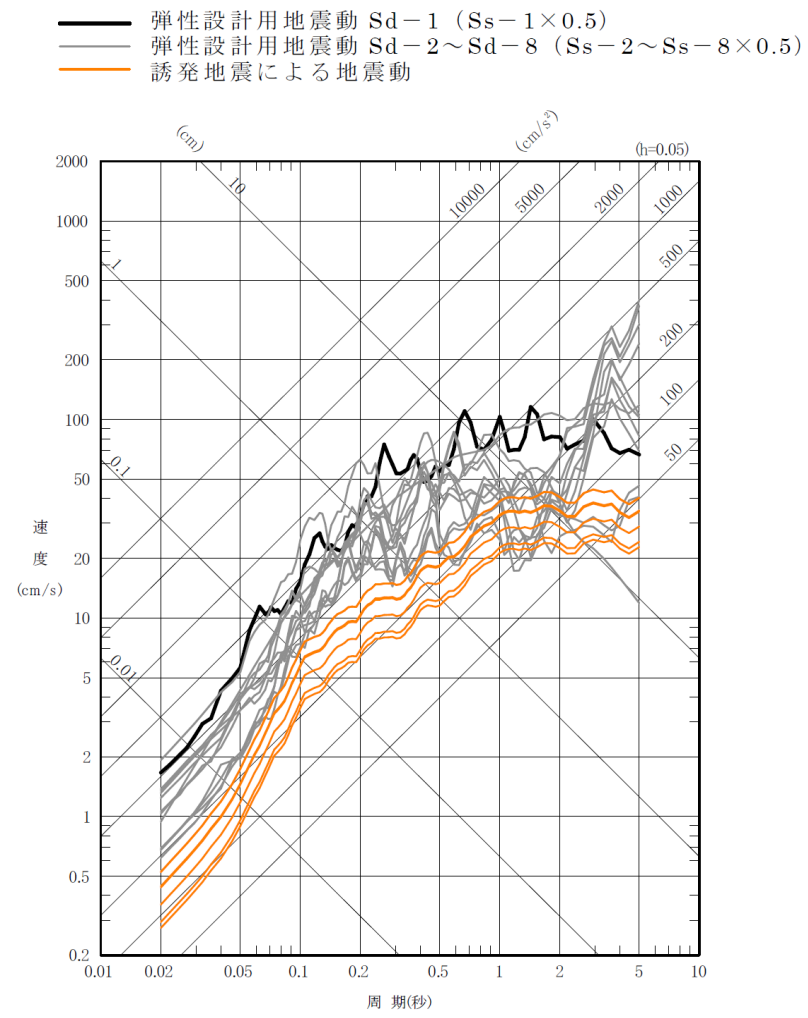
・資料構成の相違
【東海第二】
東海第二の第 13 図に
対応

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



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

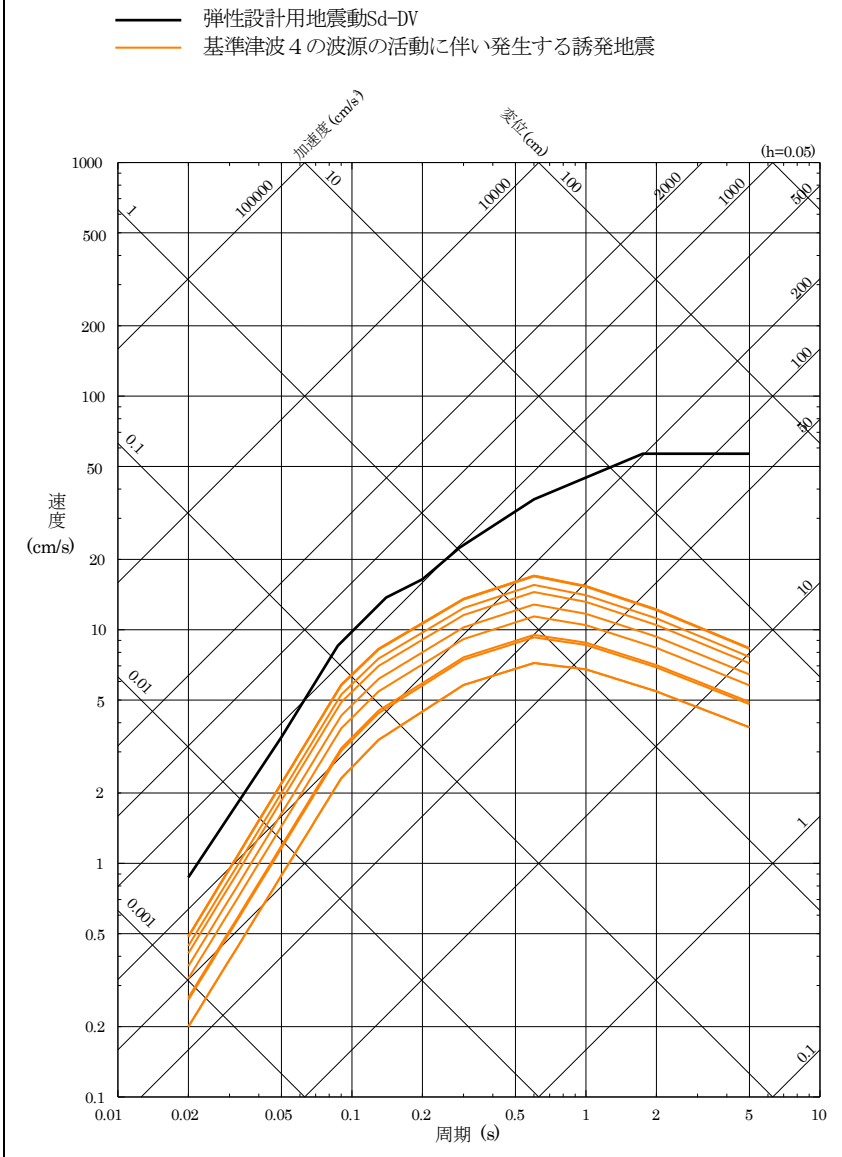


図10(2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較(鉛直方向)

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

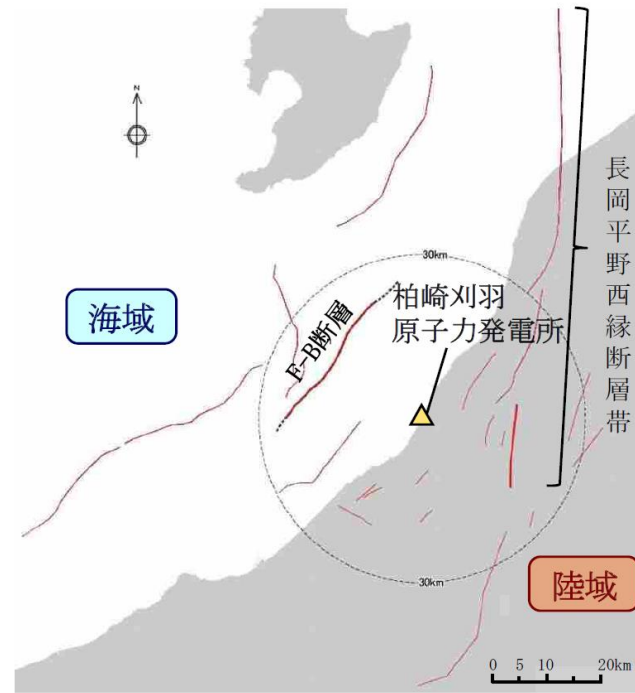
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">(参考)</p> <p><u>基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせについて</u></p> <p>1. <u>規制基準における要求事項等</u></p> <p><u>基準地震動 Ss による地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていることを確認する。その場合、地震力以外の荷重については、津波荷重を含む。</u></p> <p>2. <u>基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせについて</u></p> <p><u>基準地震動 Ss の策定における検討用地震は第 1 図に示す F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯による地震である。これらの断層については、敷地に近い位置に存在し、地震波と津波は伝播速度が異なることを考慮すると、両者の組み合わせを考慮する必要はないと考えられる。以下、「2.1 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が同一の場合」と「2.2 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が異なる場合」とに分けて詳細に検討した結果を示す。</u></p> <p><u>2.1 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が同一の場合</u></p> <p><u>F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する時間は第 2 図に示すとおり、地震発生後 1 分以内であるのに対し、同時帯において敷地における津波の水位変動量はおおむね 0m である。そのため、両者が同時に敷地に到達することはないことから、基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせを考慮する必要はない。</u></p> <p><u>2.2 基準地震動 Ss の震源と津波の波源が異なる場合</u></p> <p><u>F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴い、津波を起こす地震が誘発される可能性は低いと考えられる。仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する地震発生後 1 分以内に、誘発地震に伴う津波が敷地に到達することはない。また、活断層調査結果に基づく個々の活断層による地震に伴い津波が発生しても、敷地に遡上しない。</u></p> <p><u>以上により、基準地震動 Ss による地震力と津波荷重の組み合わせを考慮する必要はない。</u></p>			<p>・資料構成の相違</p> <p>【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



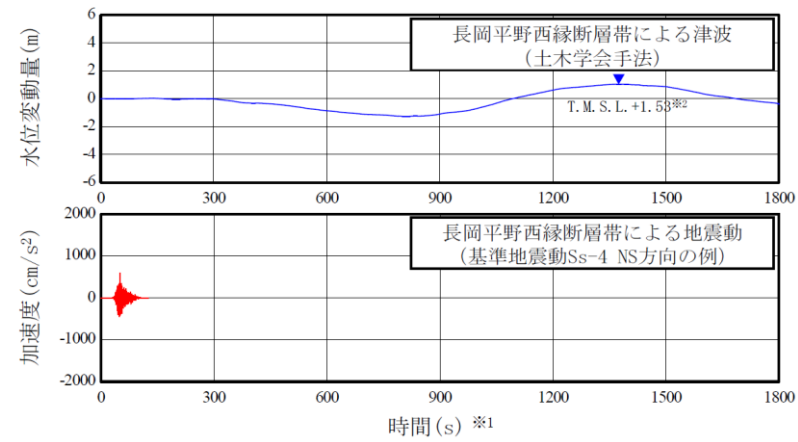
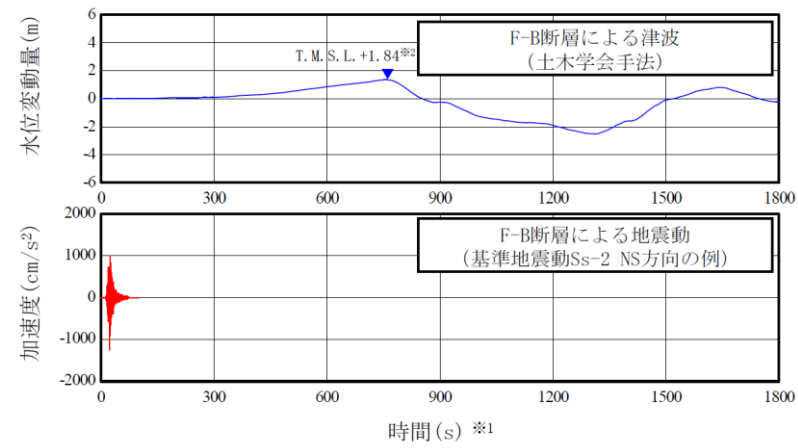
第1図 敷地周辺の活断層分布

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

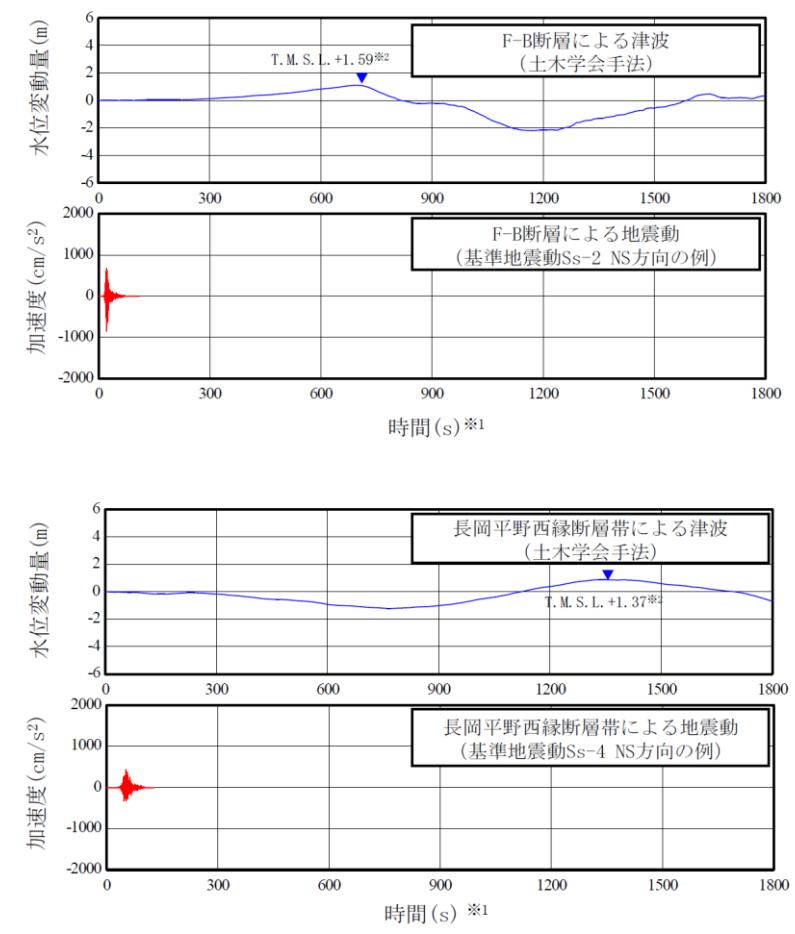
備考



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

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2図 (b) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (大湊側)</p> <p>※1 : 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す</p> <p>※2 : 朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m を考慮</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;">(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

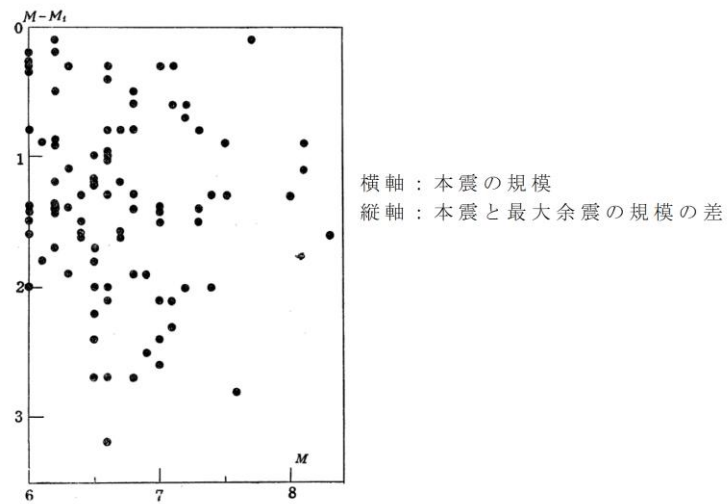
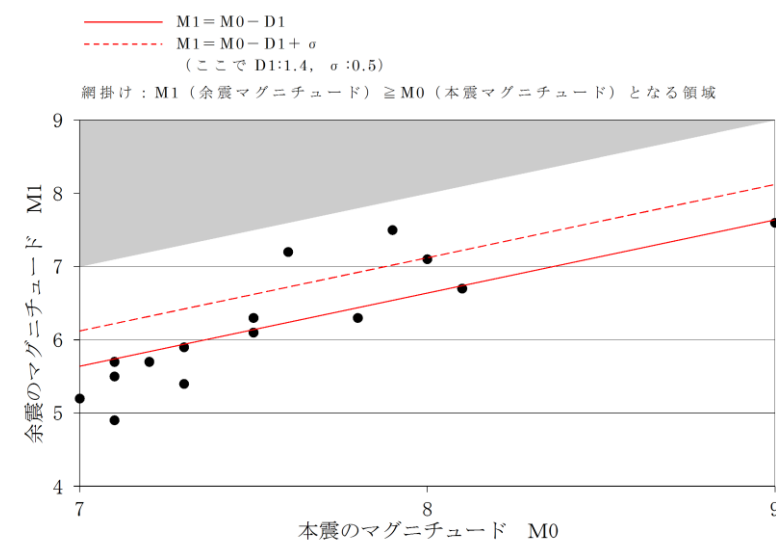


Fig. 3. Relation between magnitude of main-shock M and magnitude of the largest after-shock M_1

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

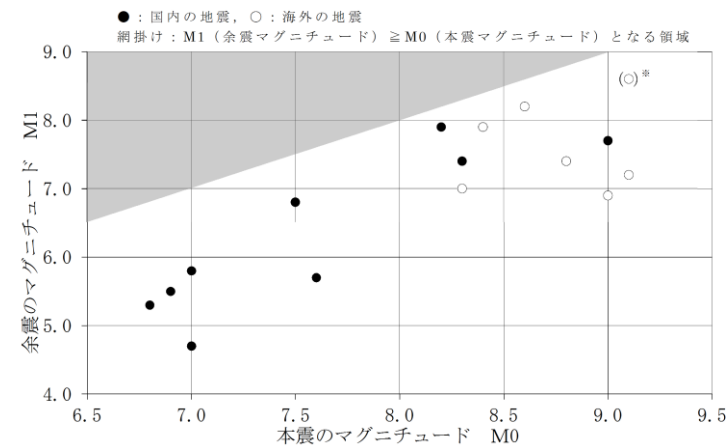


第2図 本検討における本震規模と最大余震規模の関係

第1表 過去の地震における本震と最大余震の関係 (Mw)

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

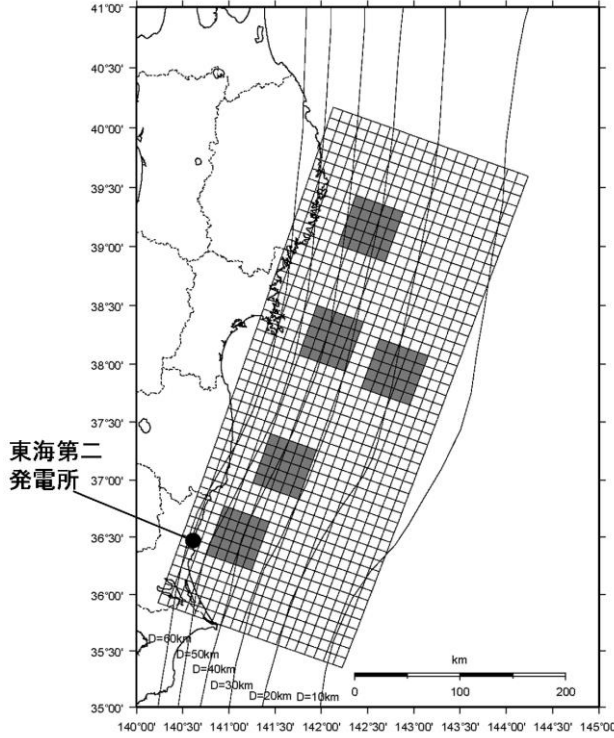
※検討に用いる地震は、第2図のデータのうち、本震及び最大余震のモーメントマグニチュードが得られている地震と、海外の巨大地震のうち、本震発生と最大余震の発生間隔が概ね12時間以内の地震である。モーメントマグニチュード (Mw) は気象庁、アメリカ地質調査所、防災科学技術研究所が公表している値を参照している。

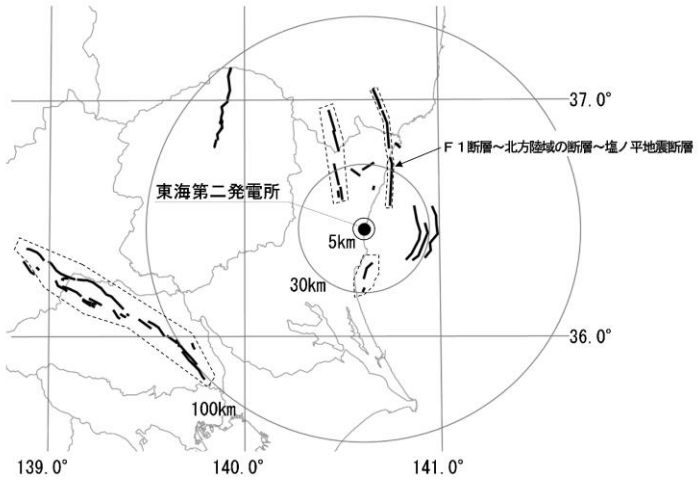


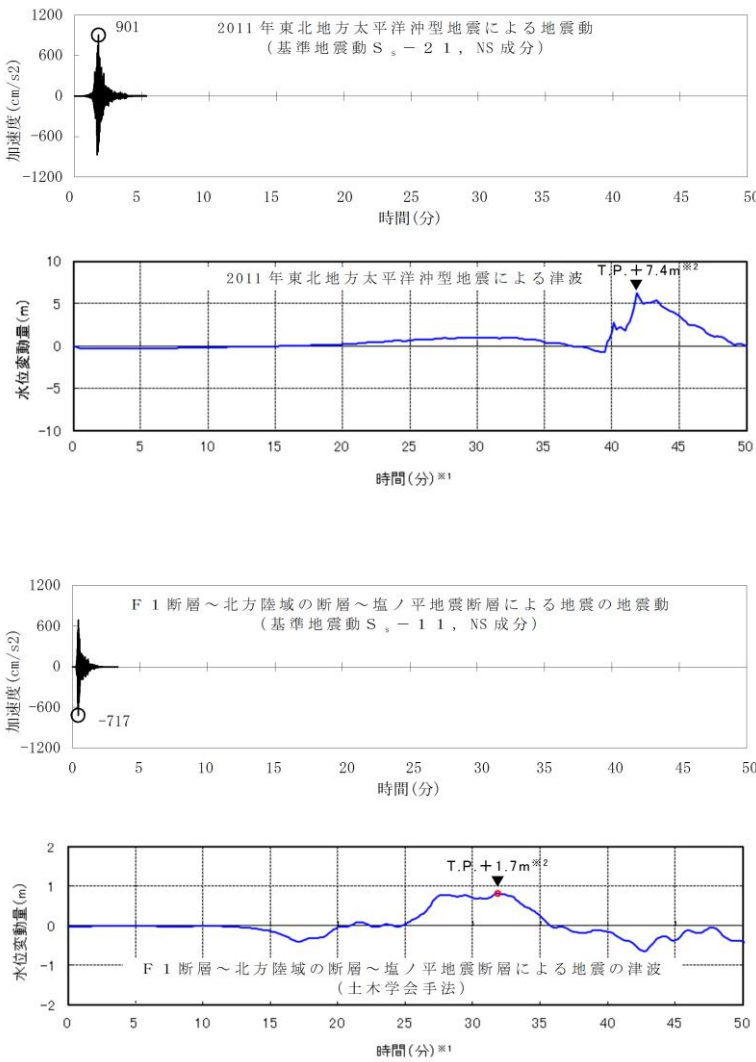
※2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) の震源域付近では2005年に Mw8.6, 2007年に Mw8.4, 2012年に Mw8.6 の地震が発生しているが、Mw9クラスの巨大地震の影響は長期間に亘ると予想されることから、これらの地震も余震として扱うことが考えられる。また Mw9クラスの地震に対するデータは少ないことから、本震発生からの経過時間の制約 (12時間以内) を外し、最も規模の大きい Mw8.6 の地震 (第1表の No. 13) を2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) の最大余震とした場合を参考で示した。

第3図 国内外の本震規模と最大余震規模の関係 (Mw)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">(参考2)</p> <p><u>基準地震動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 data-bbox="1003 793 1656 829">F 1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震</p> <p data-bbox="1142 882 1513 913"><u>第1図 基準地震動の震源分布</u></p>		

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;"><u>別紙1</u></p> <p><u>荷重の組合せに関する津波と地震の組合せの方針について</u></p> <p><u>1. 津波と地震の組合せについて</u></p> <p><u>第6条 (外部からの衝撃による損傷の防止) において自然現象の組合せは、発生頻度及び最大荷重の継続時間を考慮して検討するとしており、基準津波と基準地震動を独立事象として扱う場合は、それぞれの発生頻度が十分小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。それ以外の組合せについて、以下に示す。</u></p> <p><u>2. 基準津波と地震の組合せについて</u></p> <p><u>基準津波と当該津波の波源を震源とする本震は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないため、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する必要はない。</u></p> <p><u>基準津波 (海域活断層) と当該津波の波源を震源とする余震は、同時に敷地に到達することを想定し、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する。</u></p> <p><u>一方、基準津波 (日本海東縁部) と当該津波の波源を震源とする余震については、当該津波の波源が敷地から遠く、余震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。さらに、当該津波については、仮に余震以外のその他の地震として、頻度が高く年に1回程度発生する地震動レベルの小さい地震を独立事象として想定したとしても、当該津波の発生頻度及び最大荷重継続時間 (120分と設定：別紙2参照) を踏まえると、当該津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度は、表1のとおり、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><u>※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</u></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"> <u>・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</u> <u>・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)</u> 	

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)																							
$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$																							
$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$																											

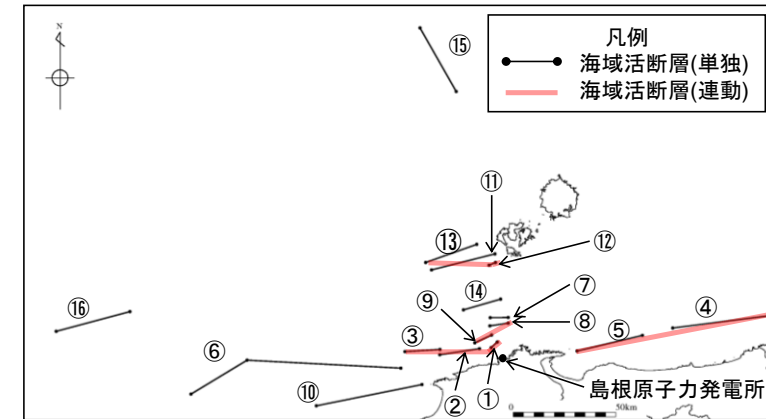


図1 敷地周辺海域の主な活断層の分布

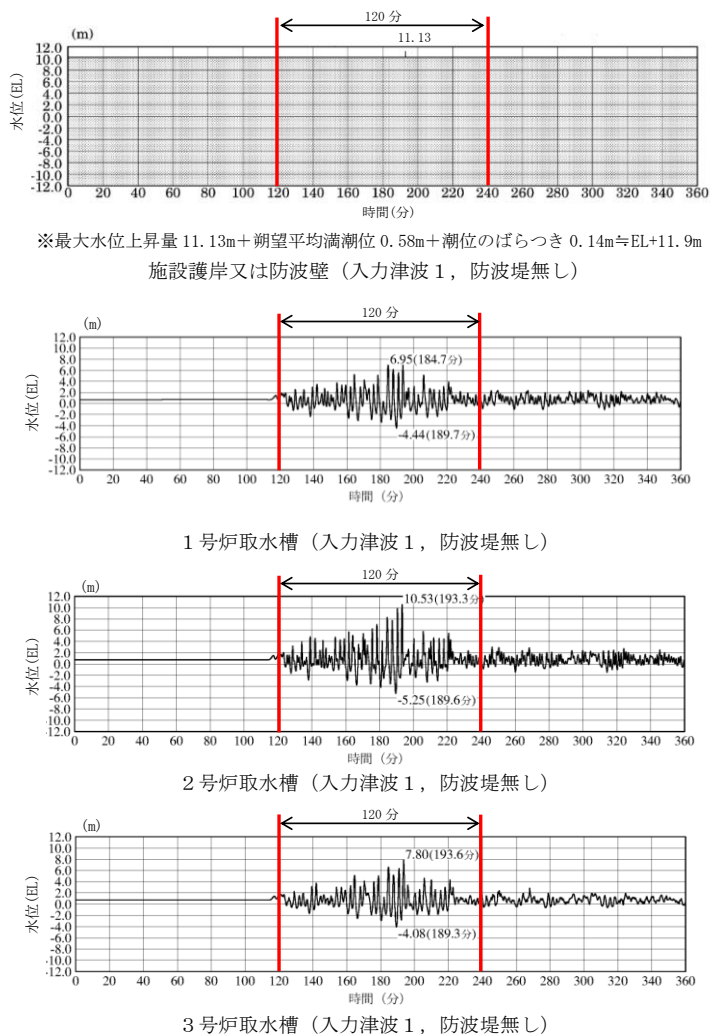
表2 阿部(1989)の予測式に基づく敷地周辺海域の
主な活断層による津波の予測高^{※1}

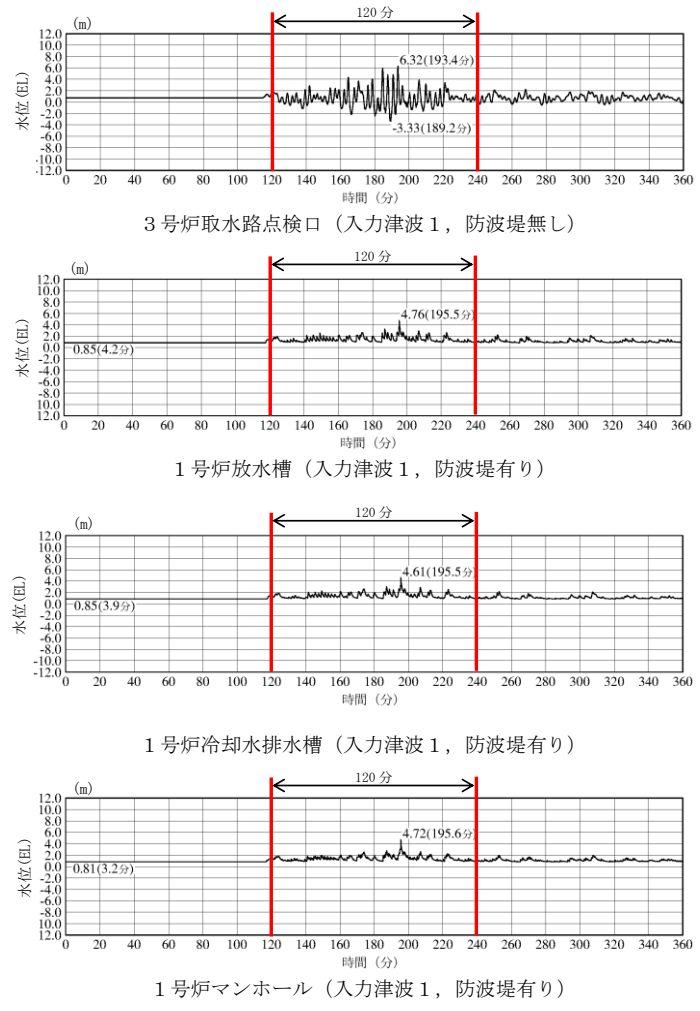
No.	断層(図1の番号) ^{※2}	断層長さ L(km)	津波の 伝播距離 Δ(km)	Mw	予測高 H(m)
1	F-III~F-V断層 (①+②+③) [基準津波の波源の断層]	48.0	24	7.3	3.6
2	鳥取沖東部断層~ 鳥取沖西部断層(④+⑤)	98	84	7.7	2.7
3	F57断層(⑥)	108	103	7.7	2.2
4	K-4~K-7撓曲 (⑦+⑧+⑨)	19.0	12.9	6.7	1.8
5	大田沖断層(⑩)	53	67	7.3	1.4
6	K-1撓曲+K-2撓曲 +Fk0断層(⑪+⑫+⑬)	36	50	7.1	1.2
7	Fk-1断層(⑭)	19.0	28.4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

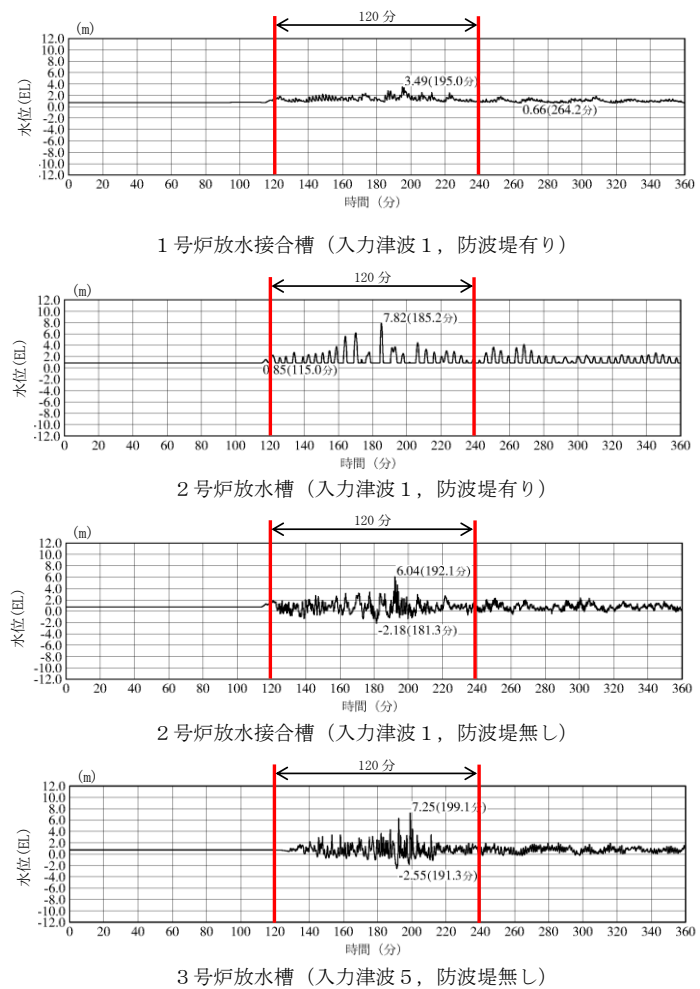
※1 数値は、第771回審査会合資料1-2 44頁から引用

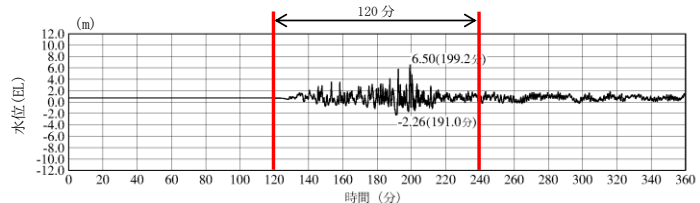
※2 日本海の九州から北海道までの津波波源のうち、日本海東縁部の断層以外で国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)により島根県に与える影響が大きいとされている断層(上表のNo.1~3)及びその他の敷地周辺海域の活断層(上表のNo.4~9)について評価

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;"><u>別紙2</u></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><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (1 / 4)</u></p>	

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

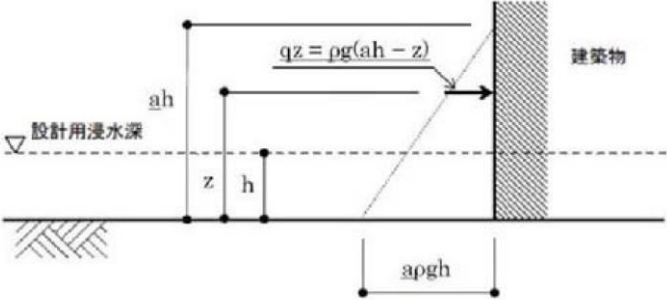
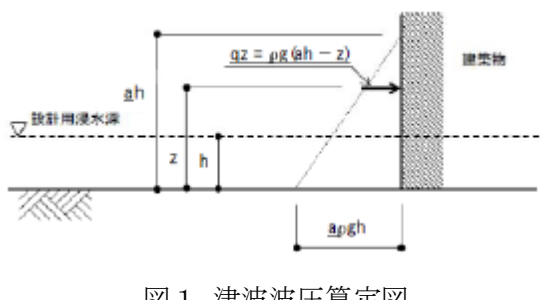
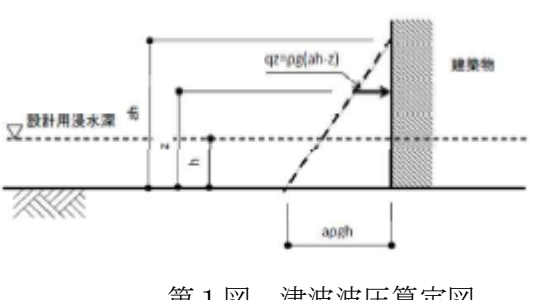
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>1号炉放水接合槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>2号炉放水槽 (入力津波1, 防波堤有り)</p> <p>2号炉放水接合槽 (入力津波1, 防波堤無し)</p> <p>3号炉放水槽 (入力津波5, 防波堤無し)</p>	
<p><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (3 / 4)</u></p>			

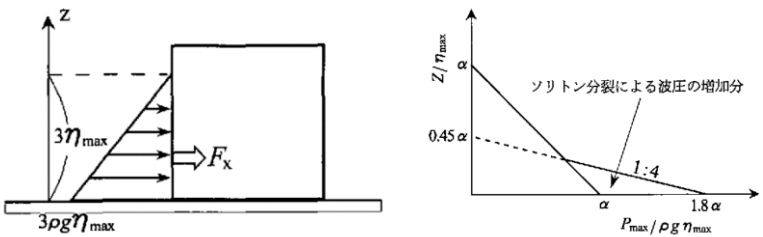
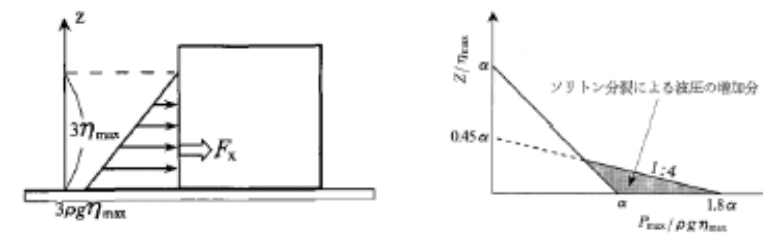
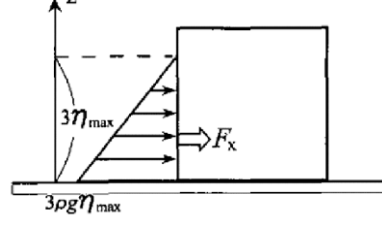
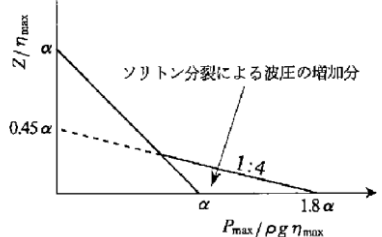
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1929 472 2344 493">3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)</p> <p data-bbox="1780 567 2463 598"><u>図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)</u></p>	

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

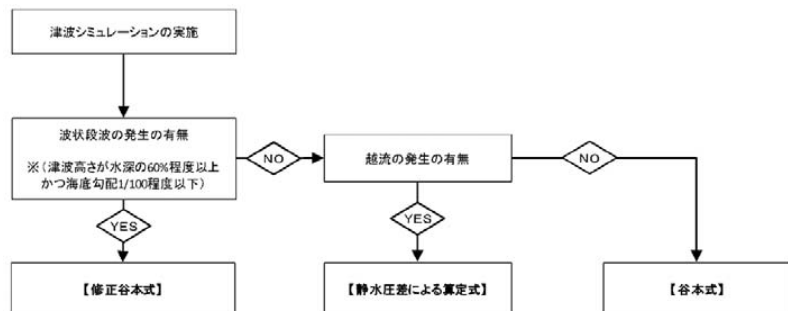
東海第二発電所（2018.9.12版）	女川原子力発電所 2号炉（2019.11.6版）	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 27</p> <p>防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 21</p> <p>防潮堤における津波波力の設定方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 26</p> <p>防波壁及び防波扉における津波荷重の設定方針について</p>	

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>

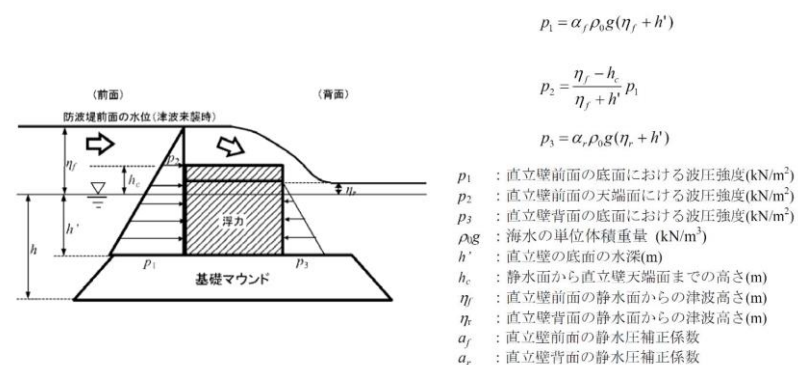
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 津波荷重の算定式</p> <p>津波防護施設の津波荷重の算定式は、朝倉ら (2000) の研究を元にした「港湾の津波避難施設の設計ガイドライン (国土交通省港湾局, 平成25年10月)」や「防波堤の耐津波設計ガイドライン (平成27年12月一部改訂) 等を参考に設定する。以下に、参考にした文献の津波荷重算定式の考え方と津波防護施設への適用を示す。</p> <p>(1) 津波波圧算定式に関する文献の記載</p> <p>a. 東日本大震災における津波による建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圧分布の倍率) α は最大で3.0となるとしている。一方, ソリトン分裂波の場合は, 構造物前面に働く津波波圧は, 構造物底面近傍で非分裂波の α を1.8倍した値となるとしている(第2図及び第3図)。</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圧分布の倍率) 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>	<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圧分布の倍率) α は最大で3.0となるとしている。一方, ソリトン分裂波の場合は, 構造物前面に働く津波波圧は, 構造物底面近傍で非分裂波の α を1.8倍した値となるとしている(第2図及び第3図)。</p>	
		 	
<p>第2図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <p>第3図 分裂波の無次元最大波圧分布</p>	<p>図2 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <p>図3 分裂波の無次元最大波圧分布</p>	<p>第2図 非分裂波の場合の津波水平波圧</p> <p>第3図 分裂波の無次元最大波圧分布</p>	
<p>d. NRA技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成28年12月) 持続波圧を対象としてフルード数が1を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が1以下になることが確認できれば, 水深係数は3を適用できるとされている。</p>	<p>d. NRA技術報告「防潮堤に作用する津波波圧評価に用いる水深係数について」(平成28年12月) 持続波圧を対象としてフルード数が1を超える場合の防潮堤に対する作用波圧の評価方法を明確にするため, 水理試験及び解析を実施した結果, 従来の評価手法でフルード数が1以下になることが確認できれば, 水深係数は3を適用できるとされている。</p>	<p>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圧差による算定式</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圧差による算定式</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圧差による算定式を, 越流しない場合は谷本式を用いることとしている。(第4図～第5図)。</p>	

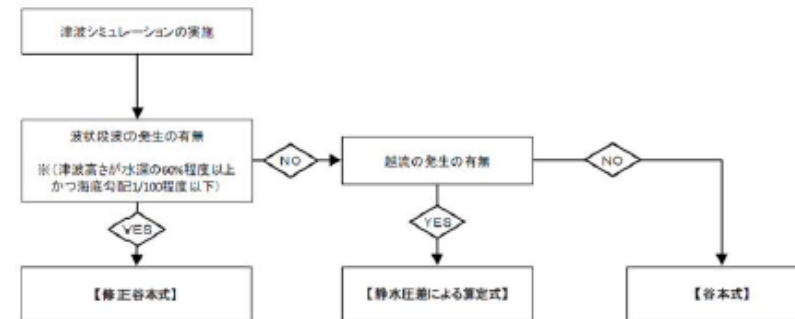
を、越流しない場合は谷本式を用いることとしている(第4図～第5図)。



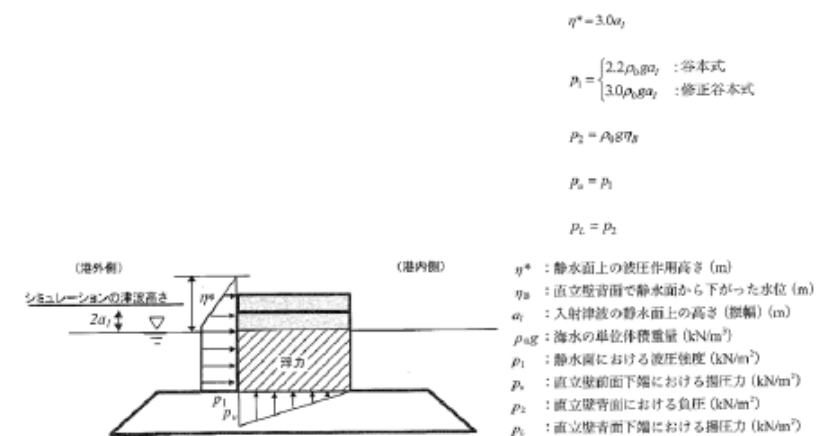
第4図 防波堤に対する津波荷重算定



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><u>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。</u></p> <p><u>※ 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。</u></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 style="text-align: center;"><u>各検討項目及び検討内容を第1表に示す</u></p> <p style="text-align: center;">第1表 検討項目及び検討内容</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">検討項目</th> <th style="width: 50%;">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><u>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。</u></p> <p><u>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</u></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</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><u>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。</u></p> <div data-bbox="1730 1234 2502 1381"> </div> <p><u>第7図 ソリトン分裂波及び非分裂波のイメージ</u></p> <p><u>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</u></p> <p><u>※ η_{max} 後の水位の上昇は反射波を示す。</u></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	・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	・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)

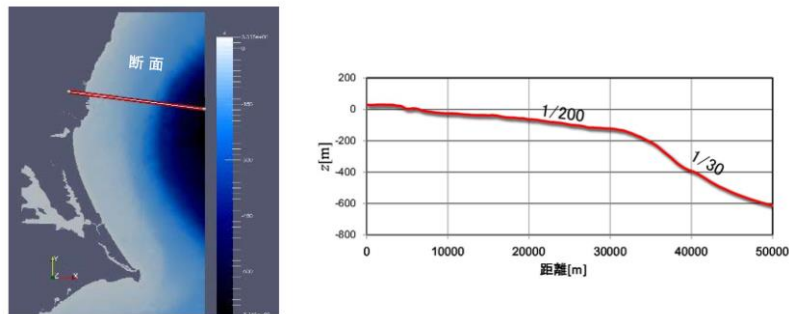
2. 東海第二発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握について

(1) 分裂波発生に関する検討

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。

- 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)
- ② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅

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。



第6図 海底地形断面位置図及び海底地形断面図

第1表 津波高さと水深の関係

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%

* 津波数値解析による津波高さを1/2を入射津波高さと定義(防潮堤の耐津波設計ガイドライン)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

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

(1) 分裂波発生に関する概略検討

沖合から伝播してくる津波が、サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。

- 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)
- ② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅

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。

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。

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。

島根原子力発電所 2号炉

3. ソリトン分裂波及び砕波の発生、並びに津波波圧への影響

(1) 平面二次元津波シミュレーションによる検討

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、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。

条件①：津波高さが水深の60%程度以上

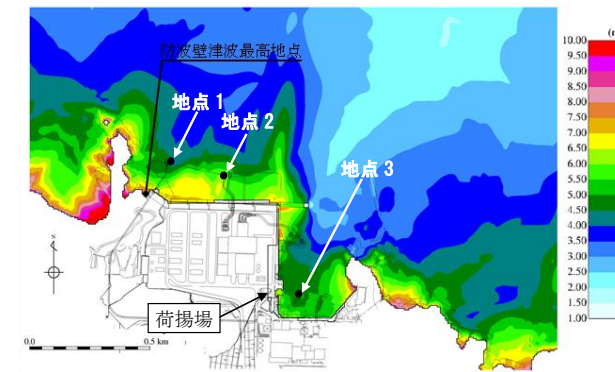
条件②：海底勾配1/100程度以下

条件①について検討した結果を以下に示す。

第3表 津波高さと水深の関係

地点	(1)水深	(2)津波高さ*		(2)/(1)	
		防波堤有り	防波堤無し	防波堤有り	防波堤無し
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%

* 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



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)

備考

・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

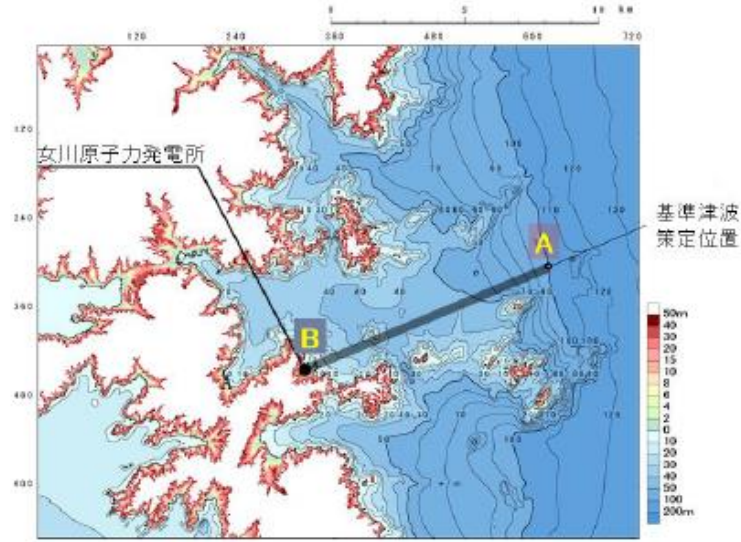


図4 女川原子力発電所 周辺海底地形図

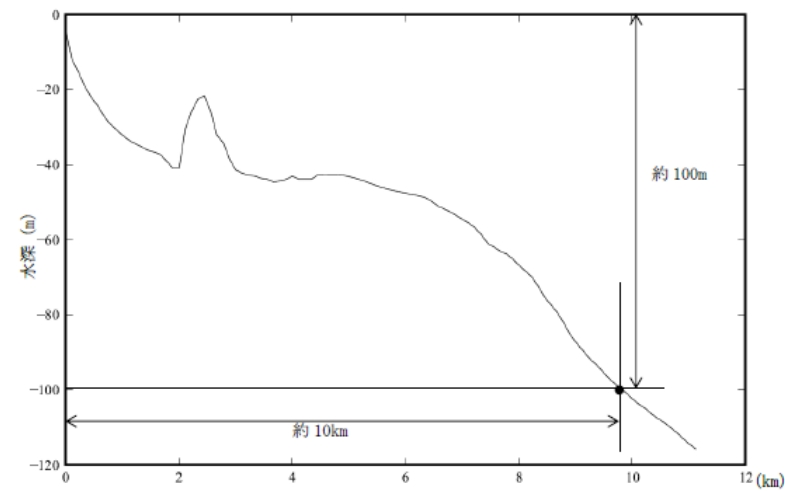
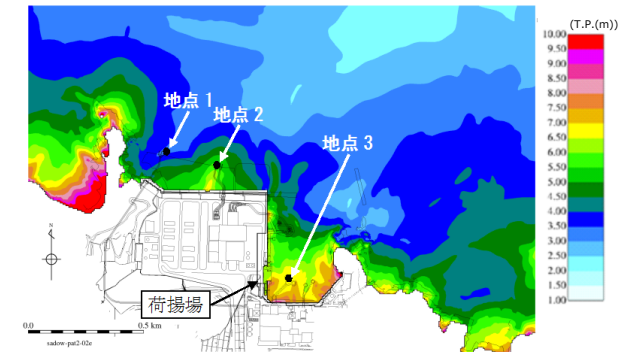


図5 海底地形図 (A-B 縦断)

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

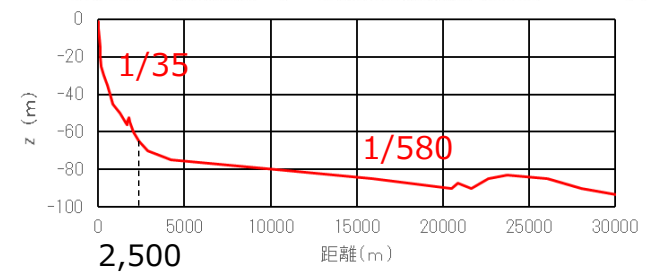
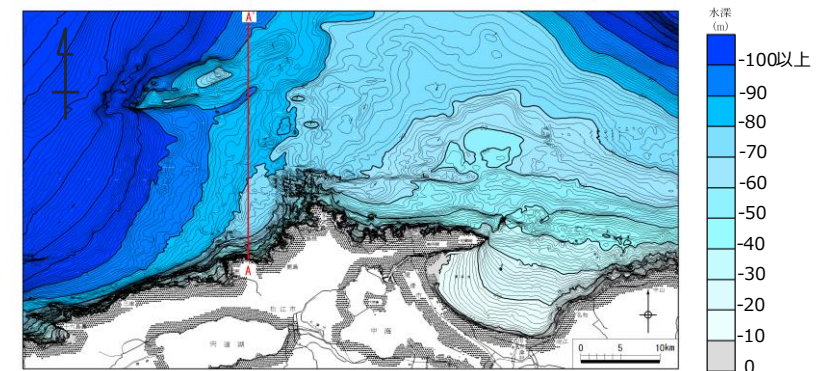


第9図 基準津波による最高水位分布
(基準津波1：防波堤無し)

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T.P.+11.24mであり、朔望平均満潮位 (T.P.+0.58m)、潮位のばらつき (0.14m) 及び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T.P.+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は約2,500mから施設近傍までの平均勾配は約1/35 (>1/100) となった。



第10図 海底地形図

・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。

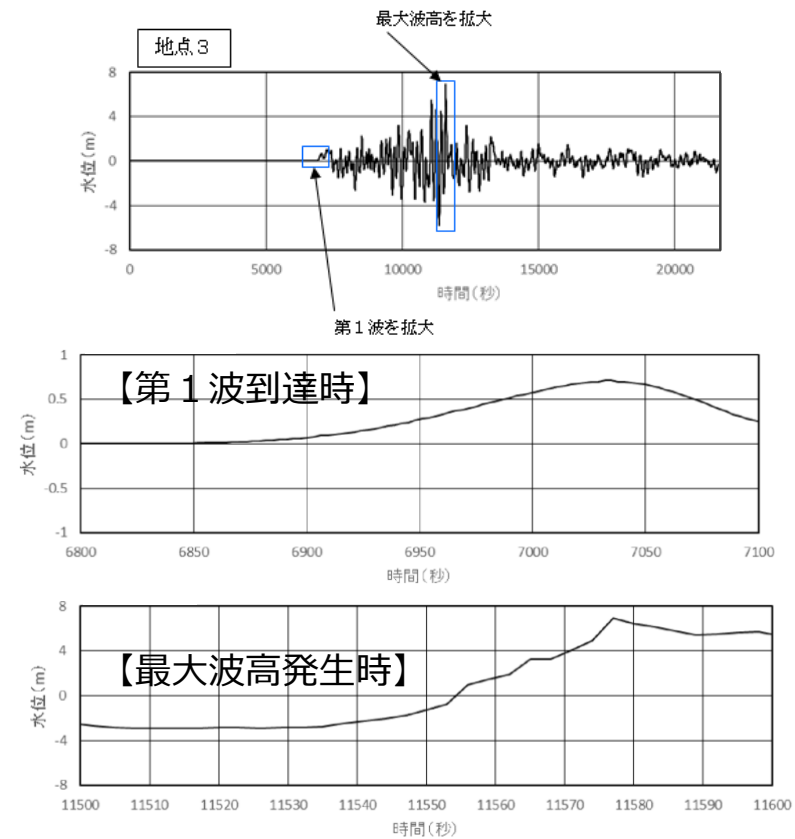
b. 検討方法

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



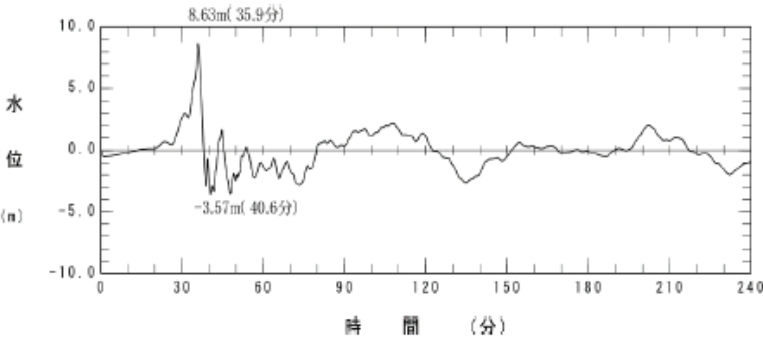
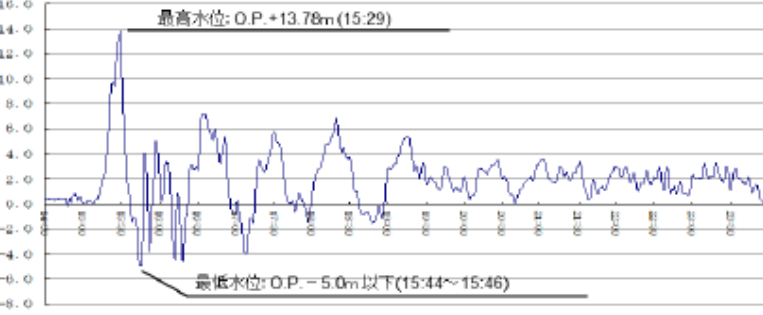
第11図 津波高さの時刻歴波形図
(地点3, 基準津波1: 防波堤無し)

「防波堤の耐津波設計ガイドライン」の条件①及び条件②の条件に合致していないためソリトン分裂波は発生しないと考える。しかしながら、科学的根拠に基づきソリトン分裂波及び碎波発生の有無を確認するため、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションを実施する。

・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。		
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) ↓ 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) ↓ 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) ↓ 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) ↓ 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)。 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>  <p>図 7 基準津波の時刻歴波形 (水位上昇側)</p>  <p>観測記録: 3月11日14:30~24:00 (地盤変動量考慮前) (東北電力(2011)より)</p> <p>図 8 東北地方太平洋沖地震の観測波形 (港湾内潮位計)</p>		

(2) 水理模型実験

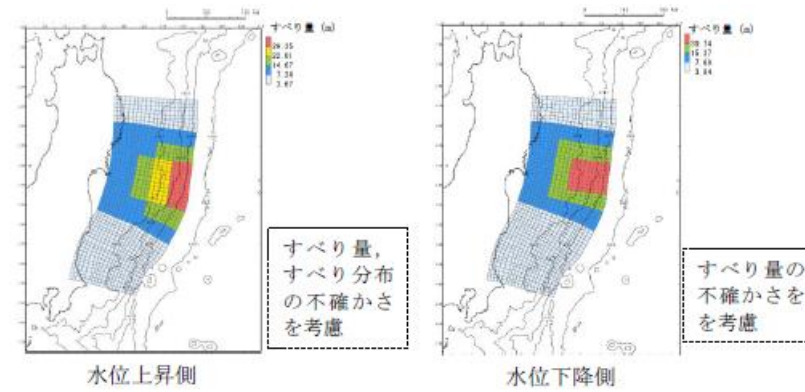


図9 基準津波 (東北地方太平洋沖型の地震)

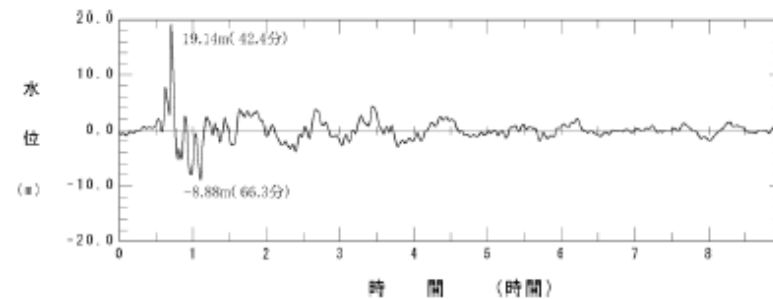


図10 基準津波 (水位上昇側) の2号炉取水口前面における水位時刻歴波形

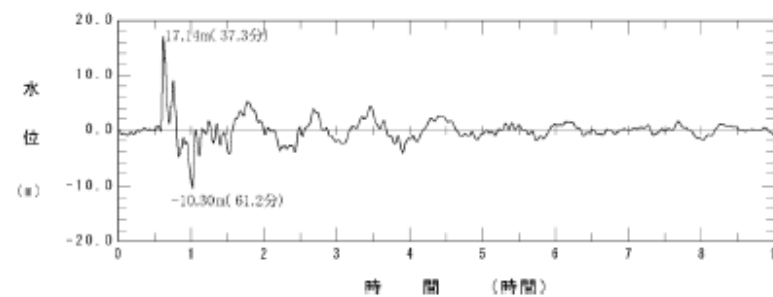


図11 基準津波 (水位下降側) の2号炉取水口前面における水位時刻歴波形

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。

(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を選定する。

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。

なお、水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーション結果については、敷地高以深の構造物(防波壁(波返重力擁壁)のケーソン等)の評価が可能である3号炉を対象とする。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 津波波圧に影響するサイト特性

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	防波堤有	防波壁周辺の地形変状の不確かさを考慮 ⇒防波堤有り及び防波堤無し	①, ②
津波	津波高さ	T.P.+12.6m (基準津波1の入力津波高さ)	津波高さの不確かさを考慮 ⇒基準津波1及び波圧検討用津波(1.5m津波)	①, ③
	波形	短周期	津波周期の不確かさを考慮 ⇒基準津波1及び基準津波1の半周期	③, ⑥

第5表 検討ケース一覧表

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①	基準津波1 (T.P.+12.6m)	基準津波1 1.5m津波 (T.P.+15.0m)	有	有	有	○	○
ケース②			無	有	有	○	—
ケース③	有		有	有	○	○	
ケース④*	有		有	無	○	—	
ケース⑤*	有		無	無	○	—	
ケース⑥	基準津波1の半周期		有	有	有	○	—

※通過波計測ケース

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ソリトン分裂波が発生しない沖合約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。

・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

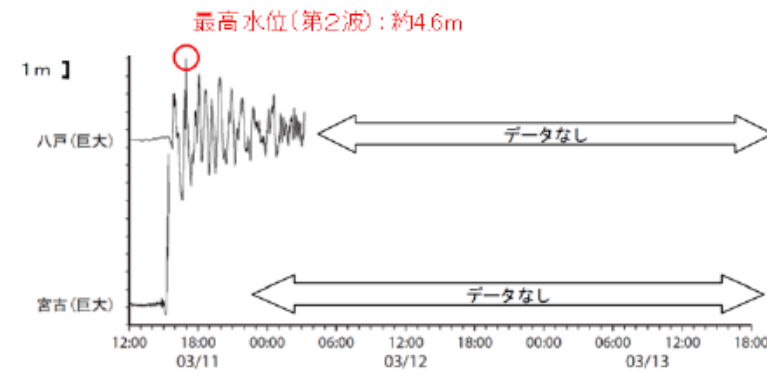


図12 東北地方太平洋沖地震における八戸港の津波観測記録 (気象庁 (2011) を一部加筆)

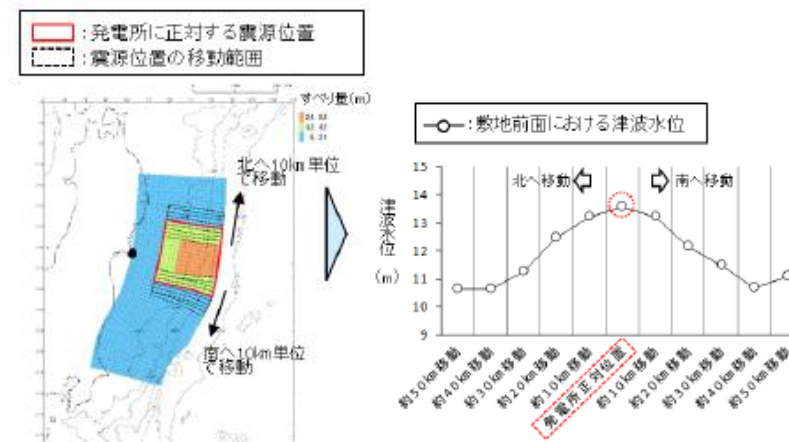


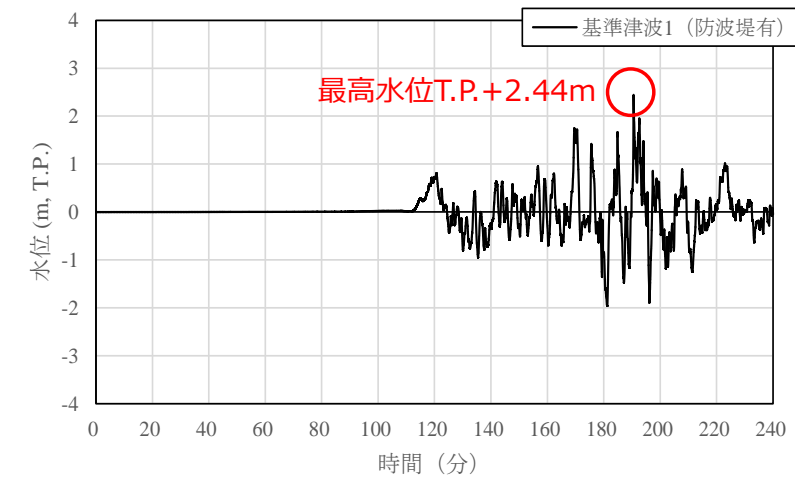
図13 宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル (東北地方太平洋沖型の地震)

図14 震源位置と津波水位の関係

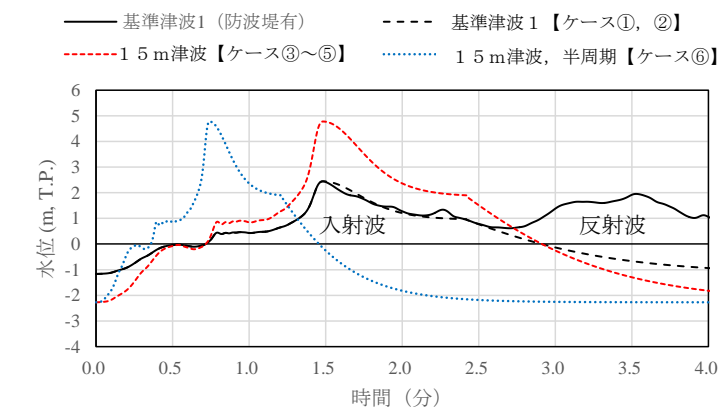
入射津波高さについては、基準津波1と、不確かさを考慮した波圧検討用津波(1.5m津波)を設定する。波圧検討用津波は、基準津波1と同じ周期として防波壁前面における反射波を含む遡上高がT.P.+15mとなるよう振幅を調整する。なお、本波圧検討用津波は、防波壁等の設計用津波波圧として用いるものではない。

入射津波の周期については、基準津波1の周期と、不確かさを考慮した基準津波1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。

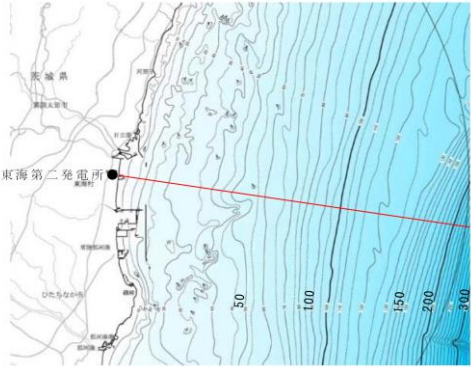
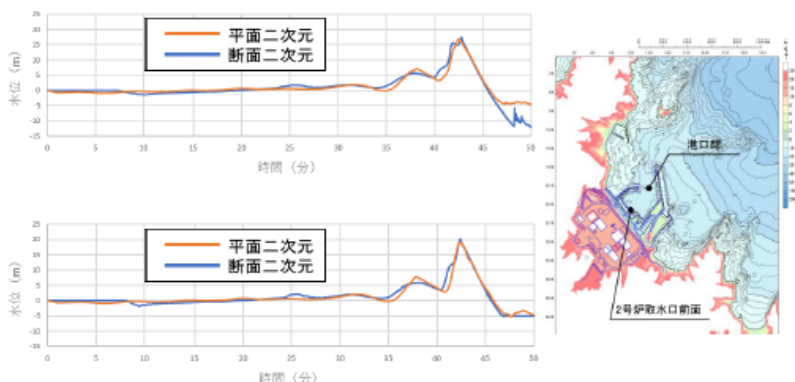
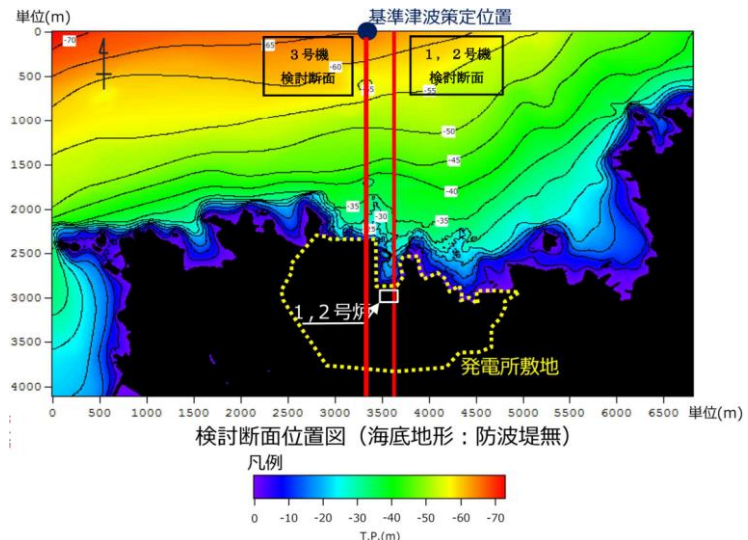
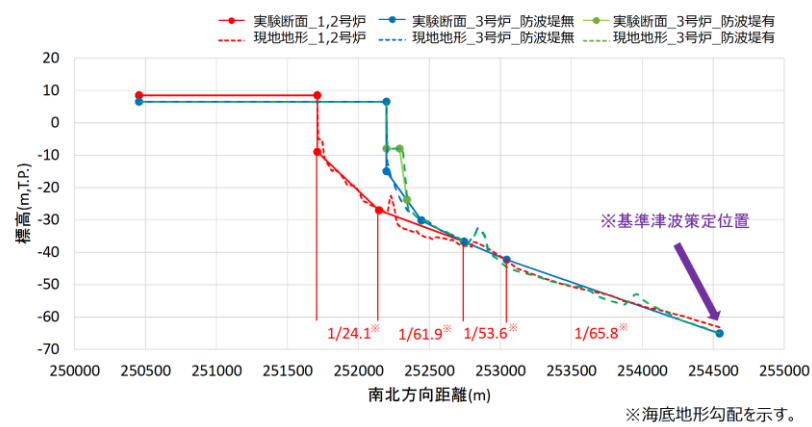


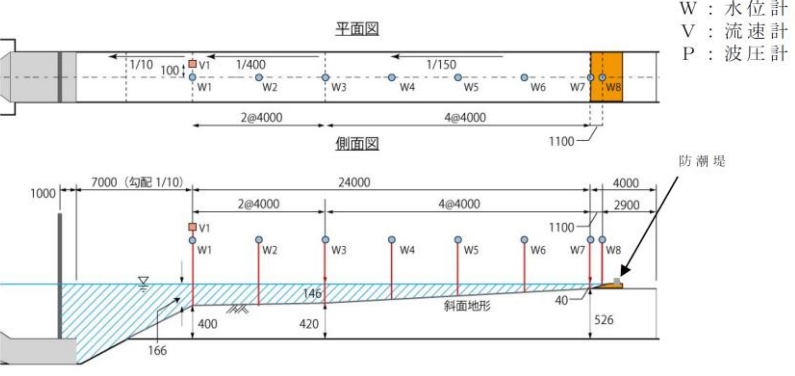
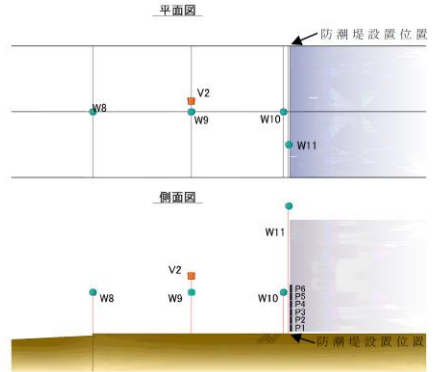

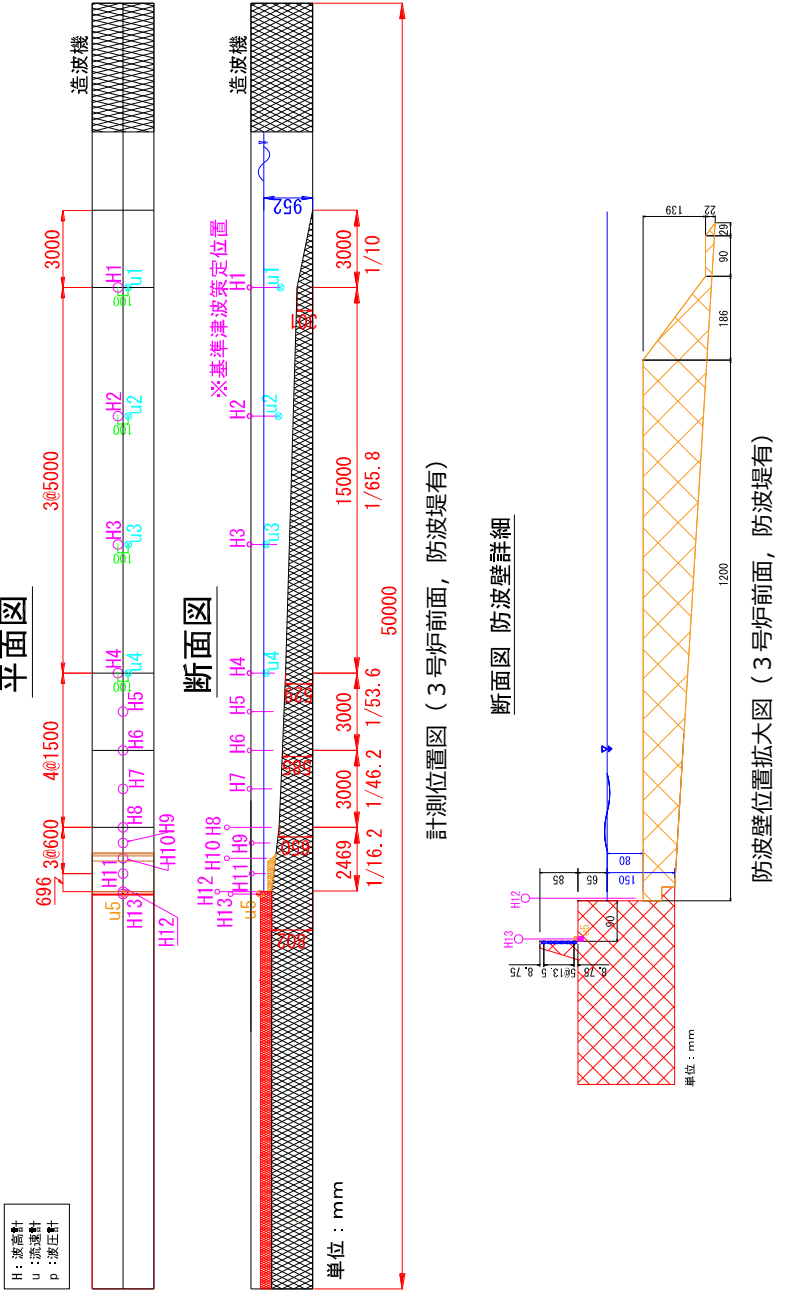
第12図 入射津波の造波波形図 (3号炉, 防波堤有)



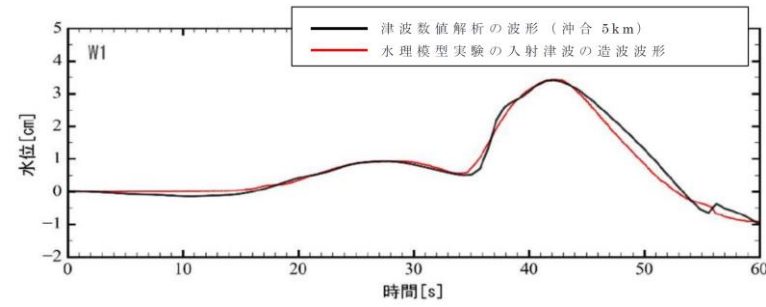
第13図 入射津波の造波波形図 (3号炉, 防波堤有) 拡大図

・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. 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>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>  <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>(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>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設計方針の相違による記載内容の相違</p>

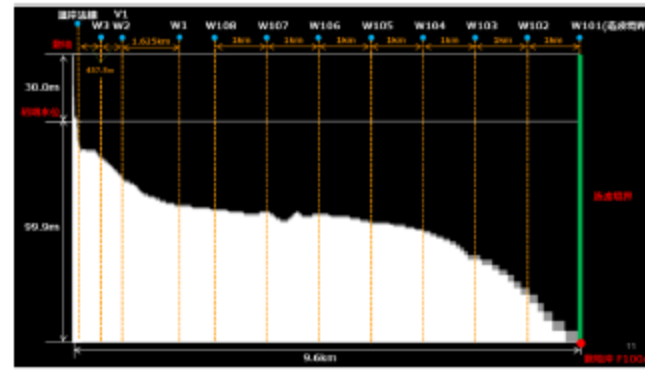
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 実験条件</p> <p>断面二次元実験施設の水路は、長さ 60m×幅 1.2m (貯水部は 1.8m)×高さ 1.5m とし、沖合 5km から陸側の範囲を再現するために、実験縮尺 (幾何縮尺) は 1/200 とした (第 8 図)。</p>  <p>W : 水位計 V : 流速計 P : 波圧計</p> <p>第 8 図(1) 計測位置図</p>  <p>第 8 図(2) 防潮堤位置拡大図</p>  <p>第 8 図(3) 実験施設写真</p> <p>d. 入射津波の造波</p> <p>水理模型実験における再現範囲の最沖地点はソリトン分裂波が発生しない沖合 5.0km の位置とし、基準津波の波源モデルを用いた数値解析から求めた同地点における津波波形を入力した。また、この津波波形を防潮堤位置で平面二次元津波シミュレーション解析結果と同様の高さになるよう振幅を調整した (第 9 図)。</p>	<p>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>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号炉前面, 防波堤有)</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)

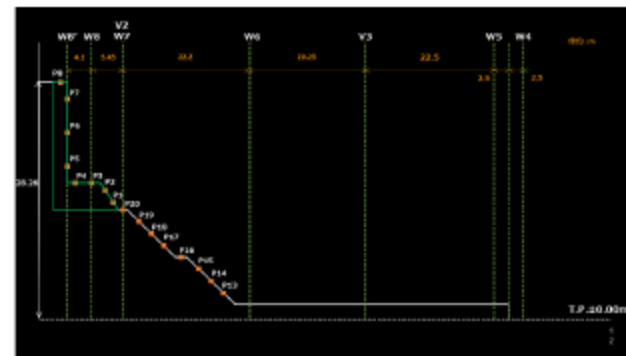


第9図 入射津波の造波波形図 (沖合 5km 地点)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)



(基準津波策定位置～敷地)



(0. P. +2.5m～防潮堤)

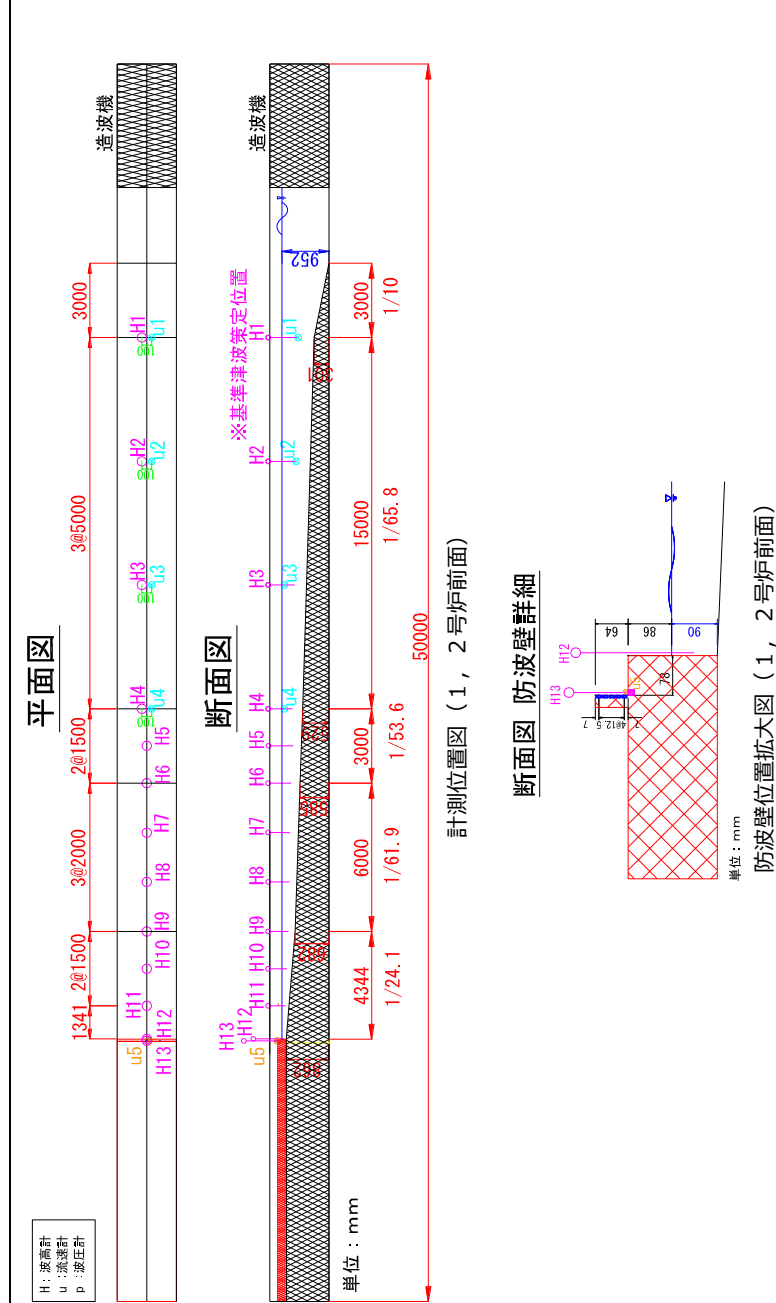
図 16 解析モデル

b. 通過波解析

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。

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。

島根原子力発電所 2号炉



第17図 実験施設水路 (1, 2号炉前面)

備考

・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
	<div data-bbox="964 283 1676 840" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1038 861 1587 892" data-label="Caption"> <p>図 17 水位・流速の時系列波形 (通過波解析)</p> </div> <div data-bbox="934 955 1706 1701" data-label="Text"> <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> </div>	<div data-bbox="1736 283 2507 357" data-label="Text"> <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> </div> <div data-bbox="1825 378 2389 745" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1958 766 2270 808" data-label="Caption"> <p>第 18 図 実験施設写真</p> </div> <div data-bbox="1825 871 2389 1291" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="2018 1312 2211 1344" data-label="Caption"> <p>(1) 正面より</p> </div> <div data-bbox="1825 1365 2389 1785" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="2018 1806 2211 1837" data-label="Caption"> <p>(2) 側面より</p> </div> <div data-bbox="1855 1848 2359 1879" data-label="Caption"> <p>第 19 図 実験模型 (3号北, 防波堤有)</p> </div>	<div data-bbox="2522 283 2819 451" data-label="Text"> <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> </div>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)

e. 水理模型実験の結果

(a) 水理模型実験におけるソリトン分裂波の確認

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

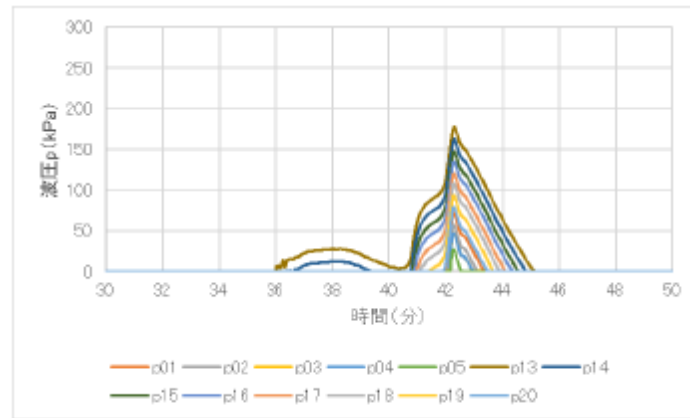


図 18 波圧の時系列波形

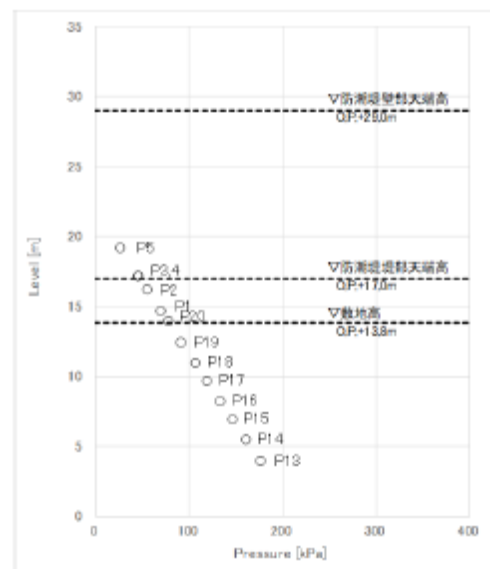


図 19 最大波圧分布

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

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

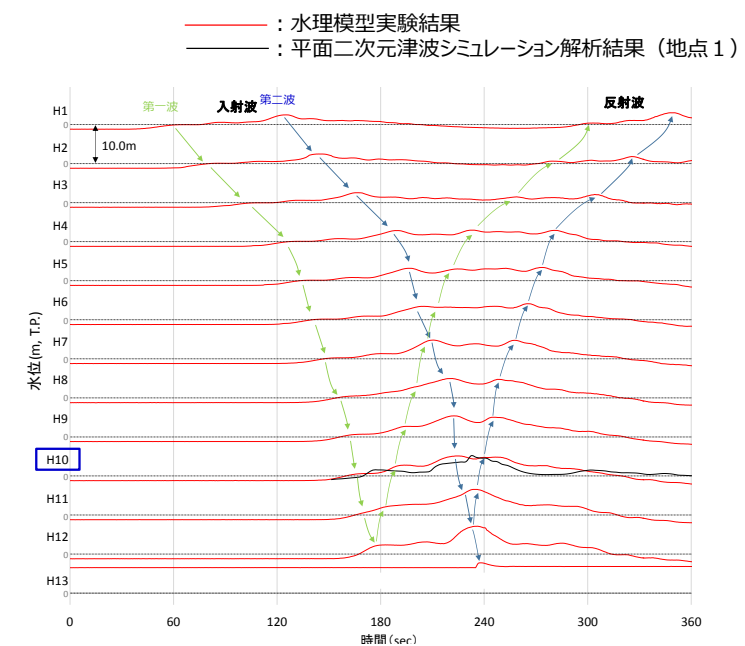
防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇していることを確認した。実験条件を第 6 表に、時刻歴波形を第 20 図に示す。

第 6 表 実験条件 (ケース①)

検討ケース	津波高さ	波形 (周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波 1 (T.P.+12.6m)	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※	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	無	有
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

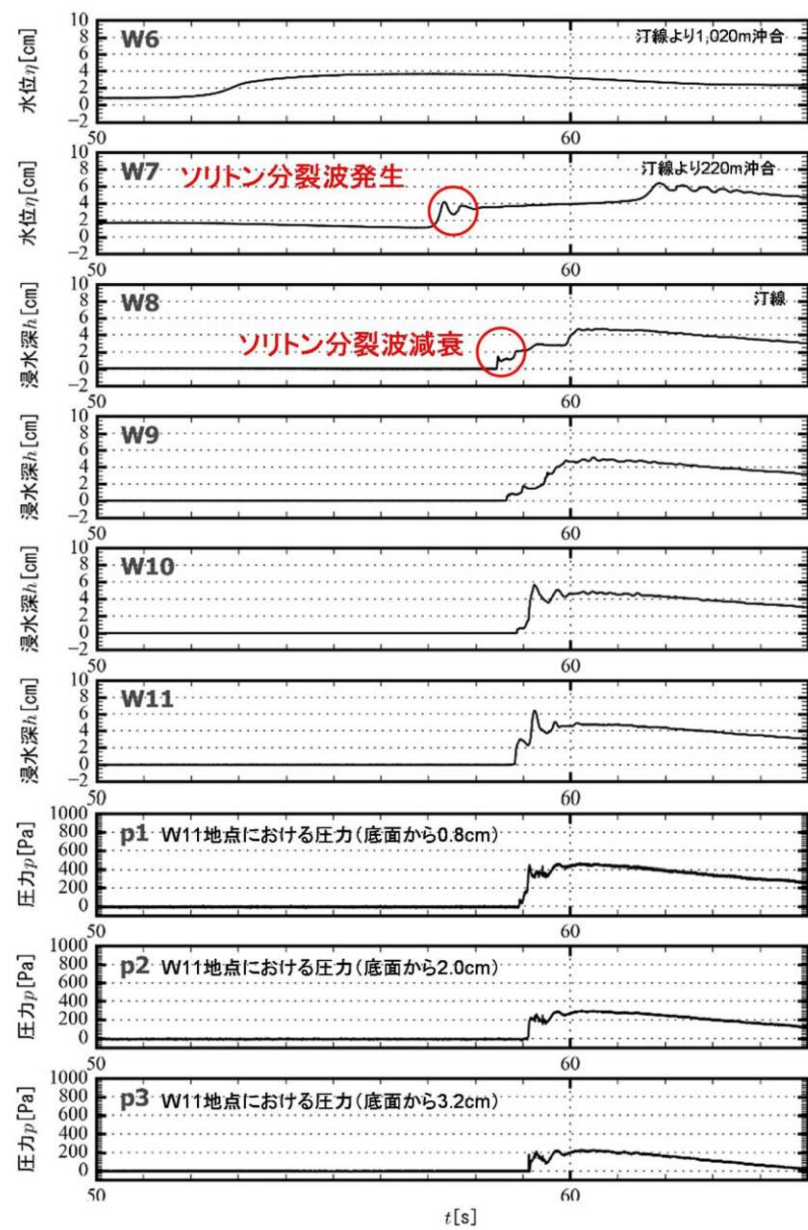


第 20 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース①, 基準津波 1, 防波壁有, 防波堤有)

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10図 水理模型実験における時刻歴図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

(5) 水理模型実験による検討

a. 実験条件

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。

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。

津波の波形特性(周期、波高)の不確かさが津波波圧等を与える影響を確認するため、津波の周期を2種類、波高を6種類で変化させた計12種類の津波波形(1波形あたり3回)による水理模型実験を行った(表4)。なお、二段型津波の波形信号は、半周期20分のガウス分布に半周期5分の同じ津波高さのガウス分布を重ね合わせた(図21)。

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0.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。

島根原子力発電所 2号炉

(b) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース②】

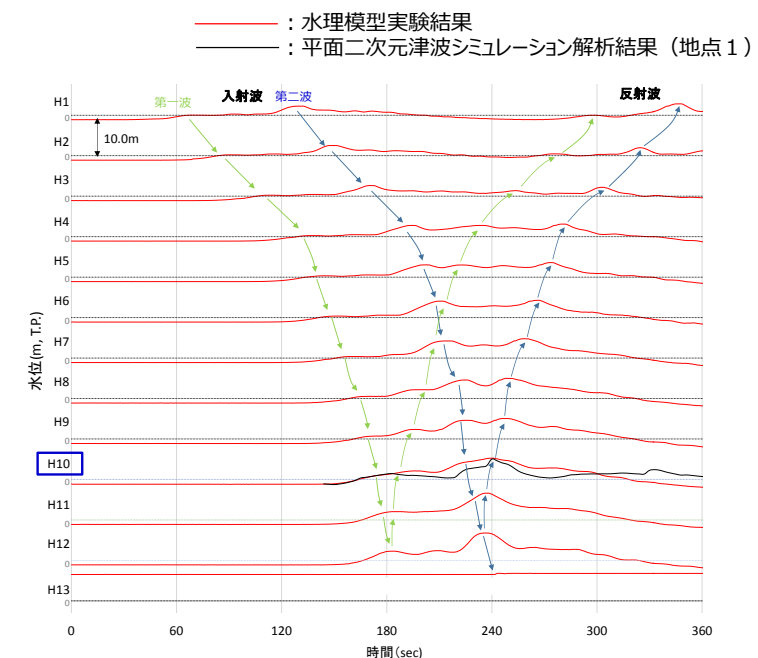
発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12地点)。また、水理模型実験(H10地点)と同等な水深における平面二次元津波シミュレーション(地点1)の時刻歴波形を比較した結果、同等の津波を再現できていることを確認した。

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7表に、時刻歴波形を第21図に示す。

第7表 実験条件(ケース②)

検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波1 (T.P.+12.6m)	基準津波1	有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	1.5m津波 (T.P.+15.0m)	基準津波1	有	有	有
ケース④*			有	無	有
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥		基準津波1の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース



第21図 水理模型実験における水位の時刻歴波形(ケース②, 基準津波1, 防波壁有, 防波堤無)

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

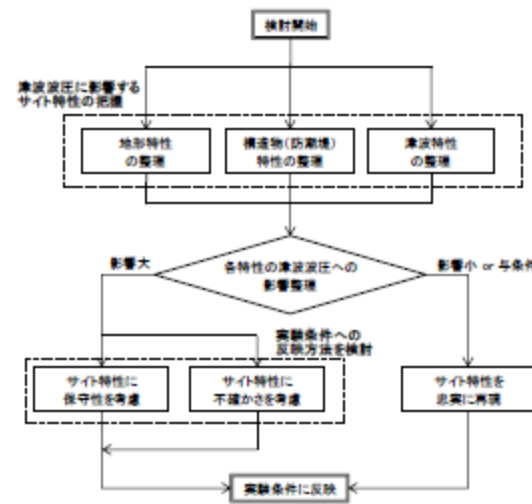


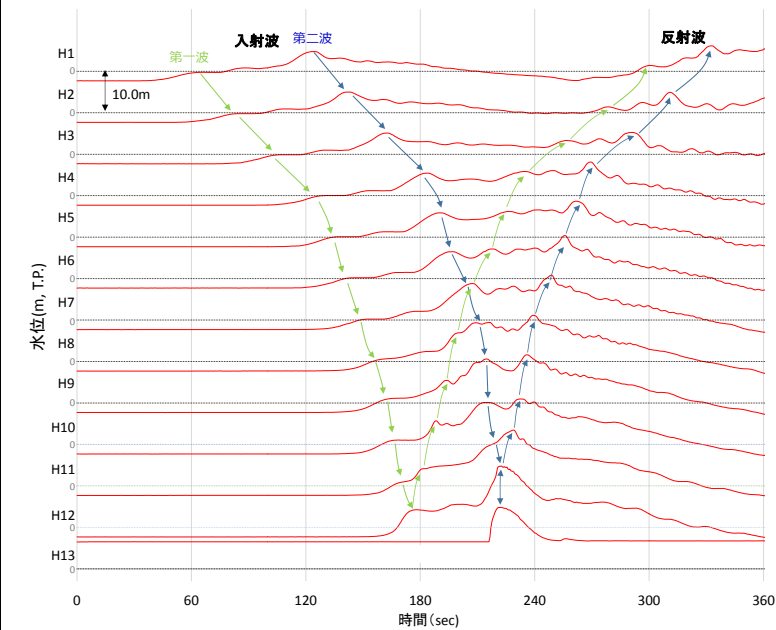
図 20 水理模型実験の条件設定フロー

(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、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。
 防波壁前面の H13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。
 また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。
 実験条件を第 8 表に、時刻歴波形を第 22 図に示す。

第 8 表 実験条件 (ケース③)

検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波 1 (T.P.+12.6m)		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※	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	無	有
ケース⑤※			有	無	無
ケース⑥		基準津波 1 の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース



第 22 図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース③, 波圧検討用津波, 防波壁有, 防波堤有)

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

・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

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以下程度の遠達で、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	・ <u>サイト特性を再現(与条件)</u> ※:津波高さが深いソリトン分裂波の有無に影響するため、津波高さが項目で反映
	防波堤	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)	・ <u>保守性を考慮(防波堤なしでモデル化)</u> ・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也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、実験では水位条件としての波圧計測を目的とするので防波堤なしでの条件設定は妥当
	前面地形 (防波堤海側)	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	・ <u>サイト特性を再現(与条件)</u>
構造物 (防波堤)	設置位置	法面上部 (法肩)	・汀線から離れるほど津波が減勢し、津波波圧は小さくなる	・ <u>サイト特性を再現(与条件)</u>
	防波堤高さ	O.P.+29m	・影響なし	・ <u>サイト特性を再現(与条件)</u>
	形状	鋼管式鉛直壁 (一般部、岩壁部)と盛土堤防の併用	・鋼管式鉛直壁(直立構造)と比較して、盛土堤防は津波遡上に伴う減勢効果があり、津波波圧が小さくなる可能性がある ・構造物設置高さ(海側地形の標高)が高い方が構造物に作用する津波の水深が小さくなる(津波波圧は小さくなる)	・ <u>保守性を考慮(鋼管式鉛直壁(一般部)でモデル化)</u> ・鋼管式鉛直壁は盛土堤防よりも津波遡上に伴う減勢効果は小さいと考えられる ・鋼管式鉛直壁の岩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	・ <u>不確かさを考慮(半周期5分、20分の2ケース)</u> ・基準津波の第1波の半周期が約10~20分、二段型波形のうちの個別波部分の半周期が約5分であることを考慮して設定
	津波高さ	O.P.+24.4m (入力津波高さ)	・津波高さが高い方が、流速も含めた津波のエネルギーが大きく、津波波圧は大きくなる	・ <u>不確かさを考慮(O.P.+17.0m~O.P.+37.5mの6ケース)</u> ・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

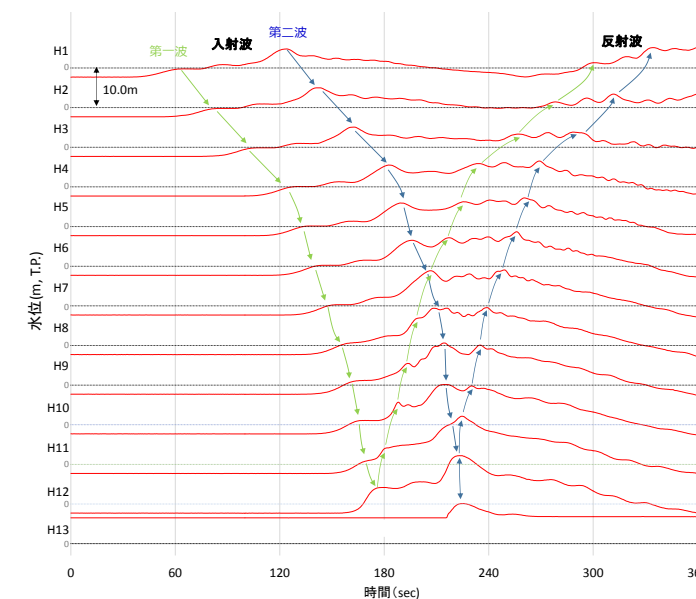
表4 入射津波条件 (目標波形)

(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、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した (H1~H12 地点)。
防波壁前面のH13 地点においても、ソリトン分裂波及び砕波は発生しないことを確認した。
また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認した。実験条件を第9表に、時刻歴波形を第23図に示す。

第9表 実験条件 (ケース④)

検討ケース	津波高さ	波形 (周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波1 (T.P.+12.6m)	基準津波1	有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	1.5m津波 (T.P.+15.0m)	基準津波1	有	有	有
ケース④※			有	無	有
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23図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース④, 波圧検討用津波, 防波壁無, 防波堤有)

・設計方針の相違
【東海第二, 女川】
 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)

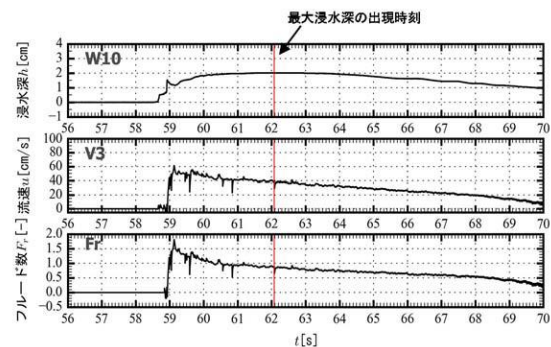
(b) フルード数

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)

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.]	越流水深	半周期	津波水位 [DL]	越流水深
WAVE 001	単峰型	5分	+17.0m	非越流	26.8秒	0.136m	非越流
WAVE 002			+25.0m	非越流		0.200m	非越流
WAVE 003			+36.0m	7.0m		0.288m	0.056m
WAVE 004			+32.5m	3.5m		0.260m	0.028m
WAVE 005			+35.0m	6.0m		0.280m	0.048m
WAVE 006			+37.5m	8.5m		0.300m	0.068m
WAVE 101	二段型	20分	+17.0m	非越流	107.3秒	0.136m	非越流
WAVE 102			+25.0m	非越流		0.200m	非越流
WAVE 103			+36.0m	7.0m		0.288m	0.056m
WAVE 104			+32.5m	3.5m		0.260m	0.028m
WAVE 105			+35.0m	6.0m		0.280m	0.048m
WAVE 106			+37.5m	8.5m		0.300m	0.068m

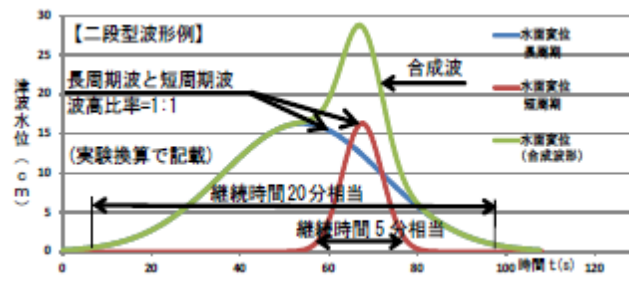


図21 波形の概要

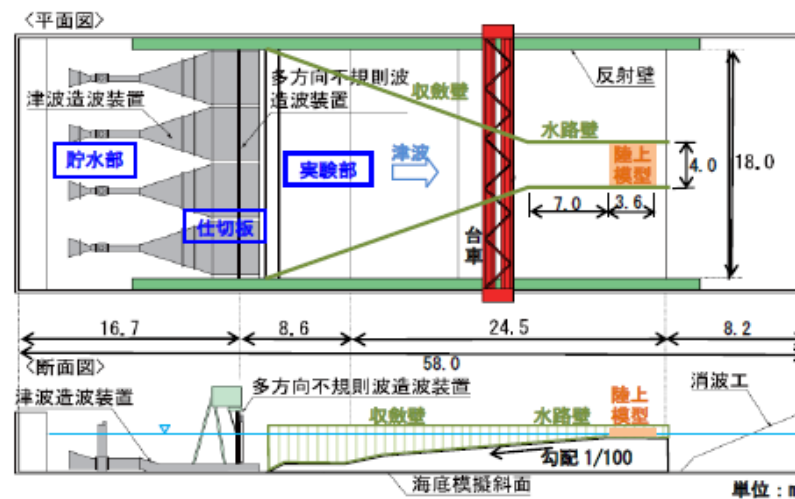


図22 実験装置概要図

島根原子力発電所 2号炉

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前後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前後であることから、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

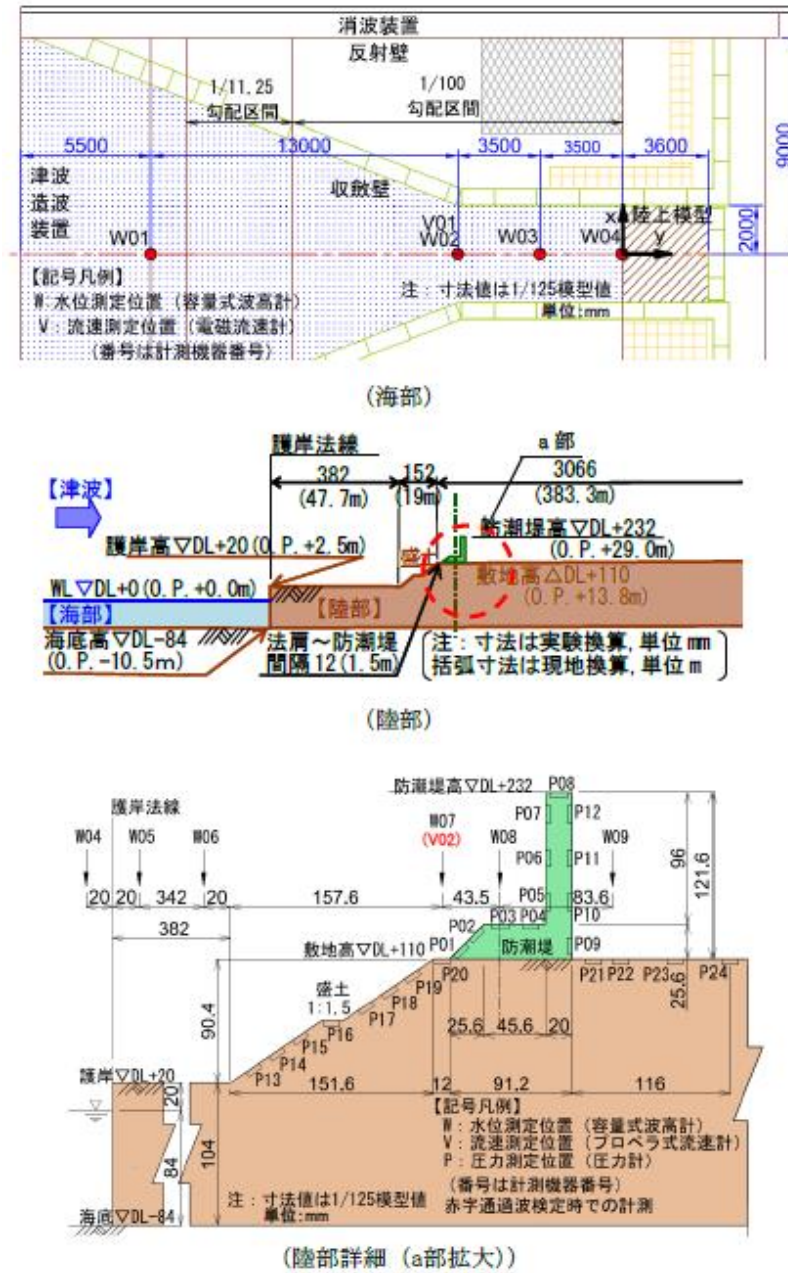
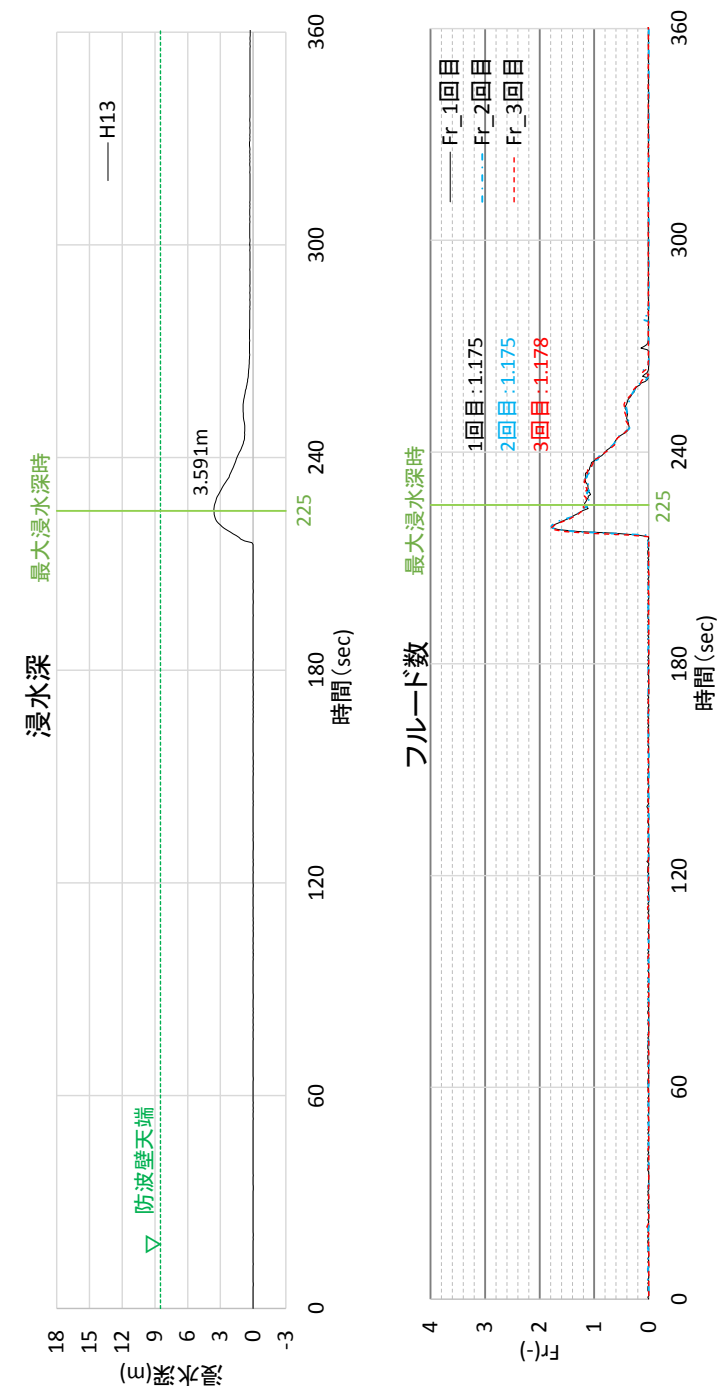


図 23 実験模型概要図



第 2 4 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

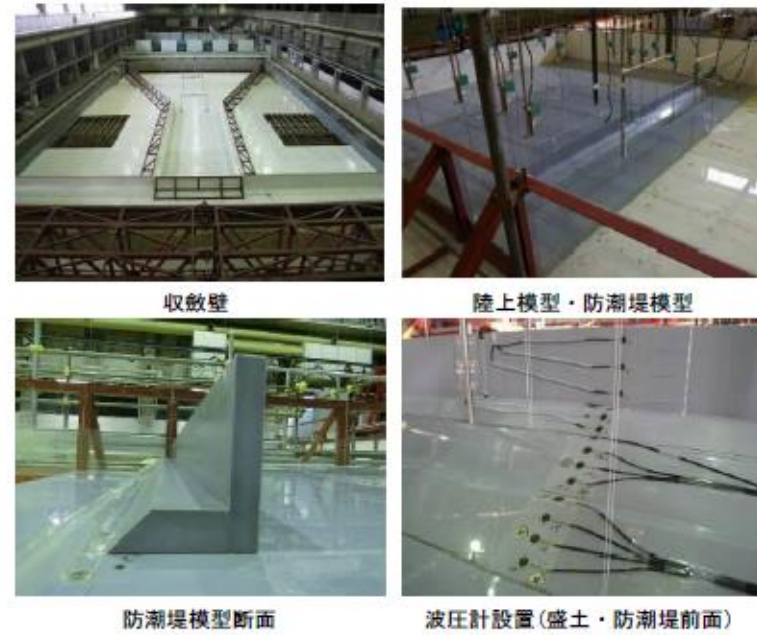


写真1 実験装置

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。

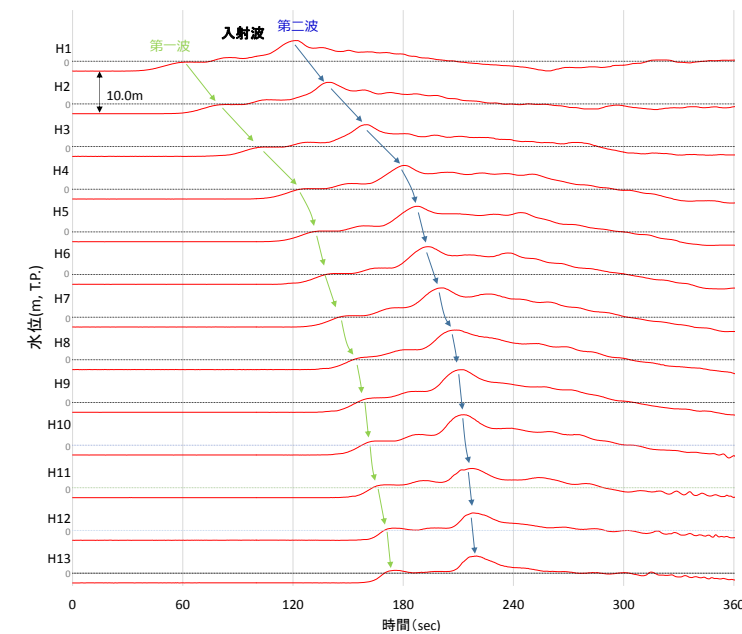
各ケースでの通過波実験 (防潮堤なし) における津波の水利諸量を表5に示す。また、防潮堤前面位置でのフルード数は単峰型で0.8程度、二段型で0.6程度となり、最大でも0.843で1.0を下回った。津波の水平流速の小ささ (周期の長さ) や2段敷地の盛土法面の影響等によって津波が減勢し、防潮堤前面位置では常流 ($Fr < 1.0$) となった可能性が考えられる。

(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し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、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12地点)。実験条件を第11表に、時刻歴波形を第25図に示す。

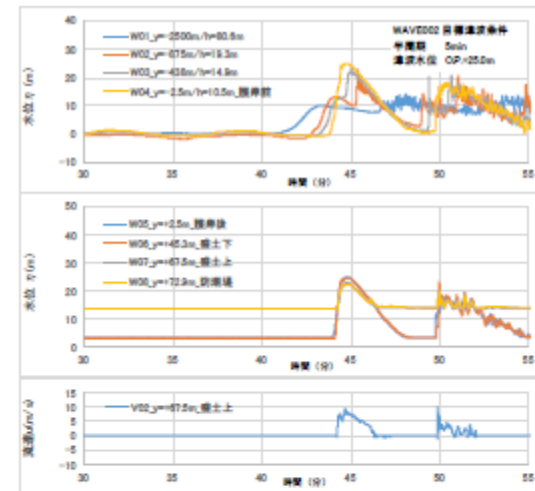
第11表 実験条件 (ケース⑤)

検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波1 (T.P.+12.6m)	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*	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	無	有
ケース⑤*			有	無	無
ケース⑥			基準津波1 の半周期	有	有

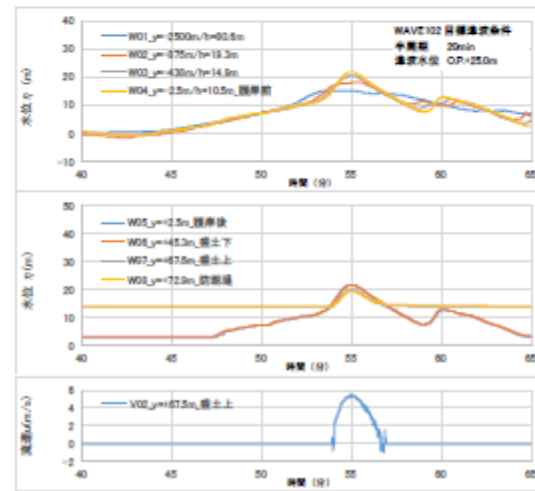
※通過波計測ケース



第25図 水利模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑤, 波圧検討用津波, 敷地無, 防波壁無, 防波堤有)



(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)

(f) ソリトン分裂波及び砕波の確認【ケース⑥】

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

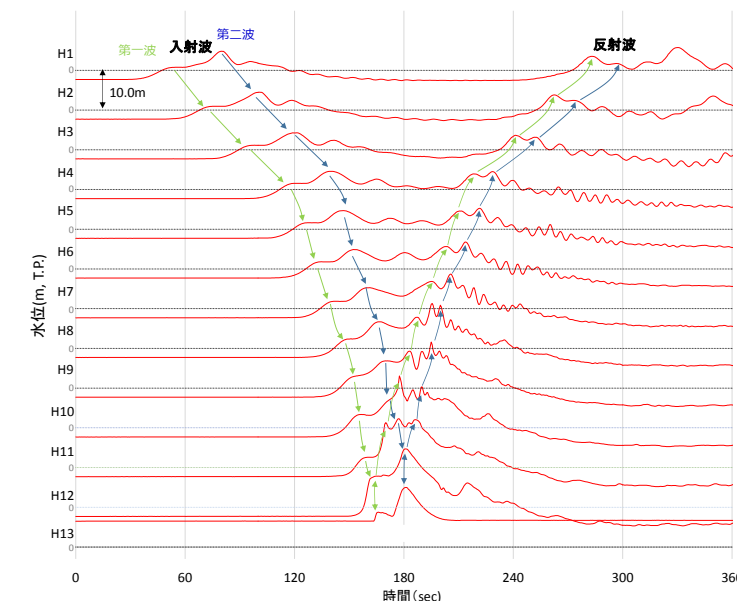
発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波を示す波形がなく、水位は緩やかに上昇していることを確認した(H1~H12)。

また、第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について乱れを確認したことから、波圧を算定して影響を確認する。実験条件を第12表に、時刻歴波形を第26図に示す。

第12表 実験条件 (ケース⑥)

検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波1 (T.P.+12.6m)	基準津波1	有	有	有
ケース②			無	有	有
ケース③	1.5m津波 (T.P.+15.0m)	基準津波1	有	有	有
ケース④※			有	無	有
ケース⑤※			有	無	無
ケース⑥		基準津波1の半周期	有	有	有

※通過波計測ケース



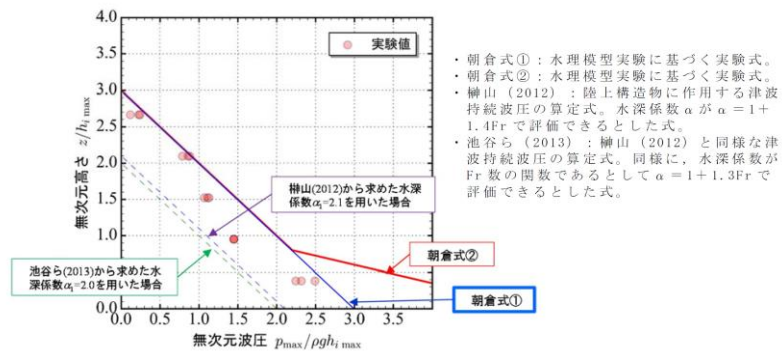
第26図 水理模型実験における水位の時刻歴波形 (ケース⑥, 半周期, 波圧検討用津波, 防波壁有, 防波堤有)

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)

(c) 防潮堤壁面におけるソリトン分裂波の最大津波波圧
防潮堤壁面における津波波圧計測結果を通過波の最大浸水深で除して無次元化した結果を以下に示す。

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



第12図 既往の津波波圧算定式との比較
(無次元最大津波波圧分布図)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

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。

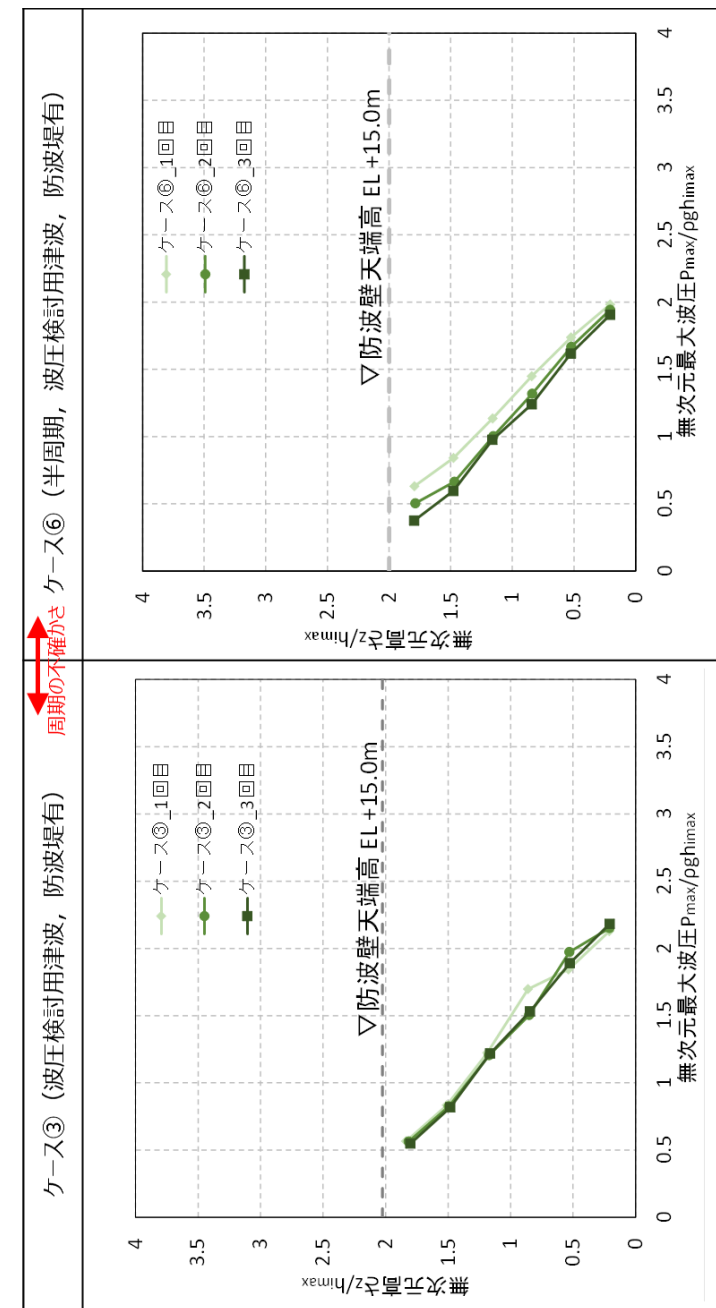
防潮堤に作用する最大波圧分布を図26に示す。防潮堤壁部(鋼管式鉛直壁)と下部の盛土法面の境界付近に若干の段差が見られるものの、波圧分布としてはおおむね連続しており、静水圧型の分布形状(直線分布)となった。

島根原子力発電所 2号炉

(g) 波圧の算定結果

水理模型実験において計測した防波壁に作用する波圧分布を第27図に示す。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。

なお、基準津波1のケース①、②については、浸水がわずかであることから、波圧算定は行わない。



第27図 水理模型実験により算出した波圧分布

備考

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

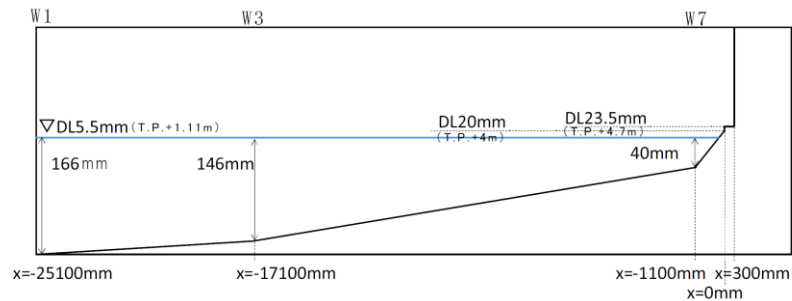
東海第二発電所 (2018.9.12 版)

(3) 水理模型実験結果の検証 (再現性検討)

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

a. 水理模型実験結果の再現性

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



第 13 図 解析モデル図

断面二次元津波シミュレーション解析の結果を第 14 図 (1)~(2) に示す。水理模型実験結果と同様、沖合約 220m 地点 (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。

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

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)



写真 2-1 実験状況 (津波荷重実験)

島根原子力発電所 2号炉

(4) 断面二次元津波シミュレーションによる検討

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

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

・発電所沖合から防波壁の近傍において、ソリトン分裂波を示す波形がなく、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。

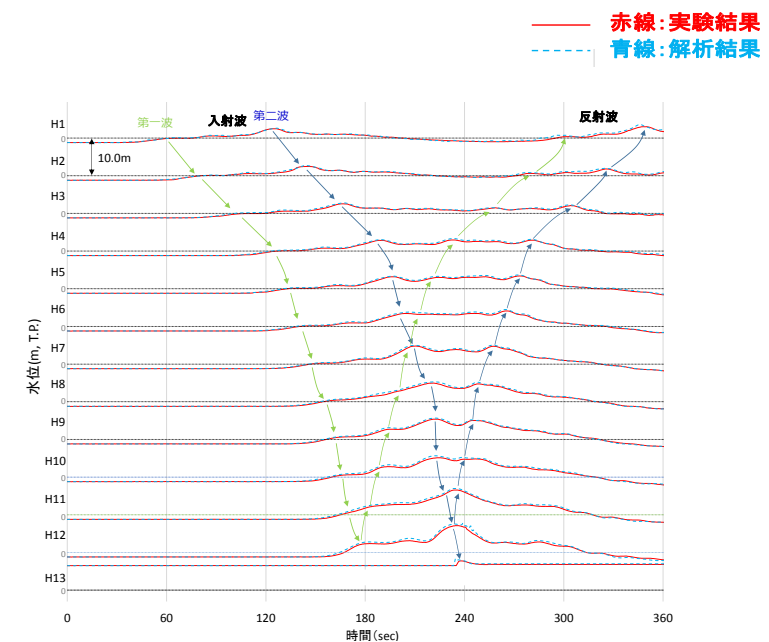
・第一波の反射波と第二波の入射波がぶつかった後の波形について、緩やかに上昇している。

解析条件を第 1 3 表に、時刻歴波形を第 2 8 図に示す。

第 1 3 表 解析条件 (ケース①)

検討ケース	津波高さ	波形 (周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波 1 (T.P.+12.6m)	基準津波 1 (T.P.+15.0m)	有	有	有
ケース②	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		無	有	有
ケース③	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	有	有
ケース④*	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	無	有
ケース⑤*	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	無	無
ケース⑥	基準津波 1 の半周期		有	有	有

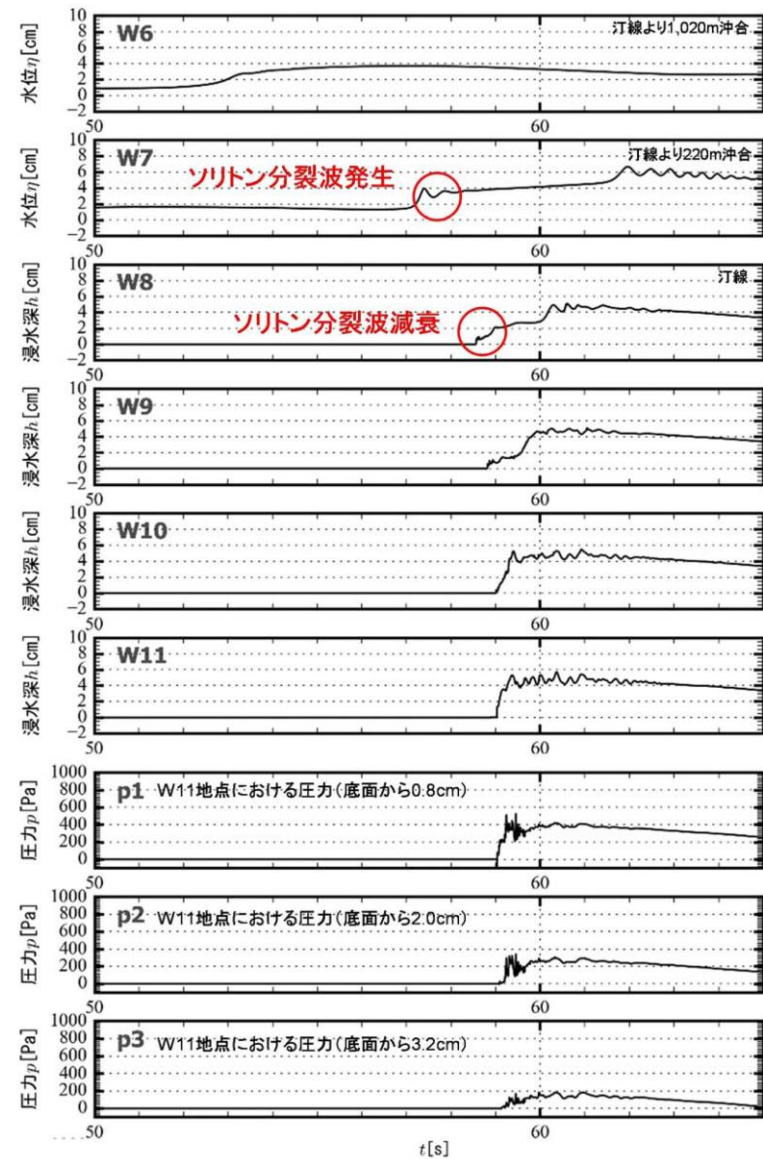
※通過波計測ケース



第 2 8 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, 基準津波 1, 防波壁有, 防波堤有)

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 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)

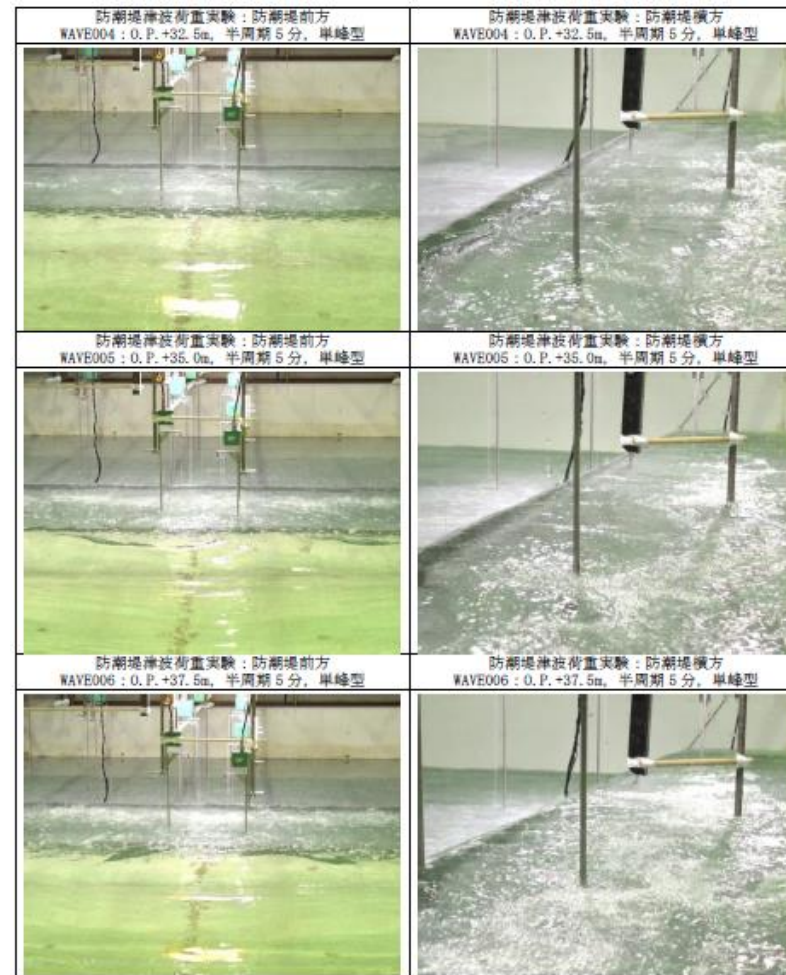


写真 2-2 実験状況 (津波荷重実験)

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。

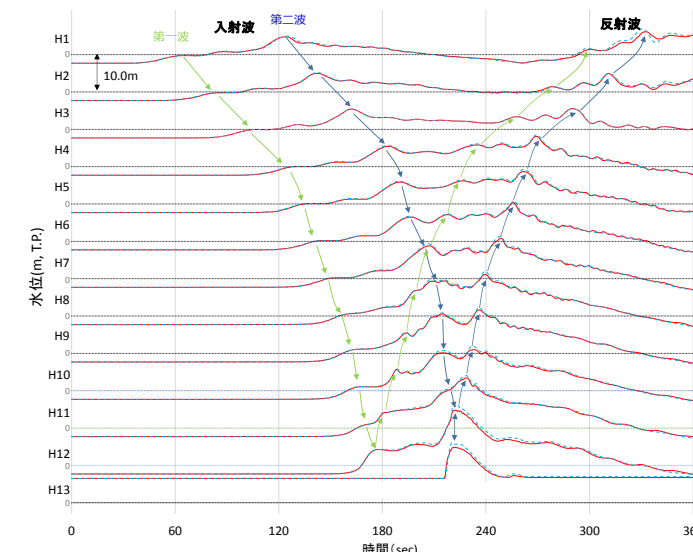
解析条件を第 1 4 表に、時刻歴波形を第 2 9 図に示す。

第 1 4 表 解析条件 (ケース③)

検討ケース	津波高さ	波形(周期)	防波堤	防波壁	敷地護岸
ケース①	基準津波 1 (T.P.+12.6m)		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※	1.5m津波 (T.P.+15.0m)		有	無	有
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

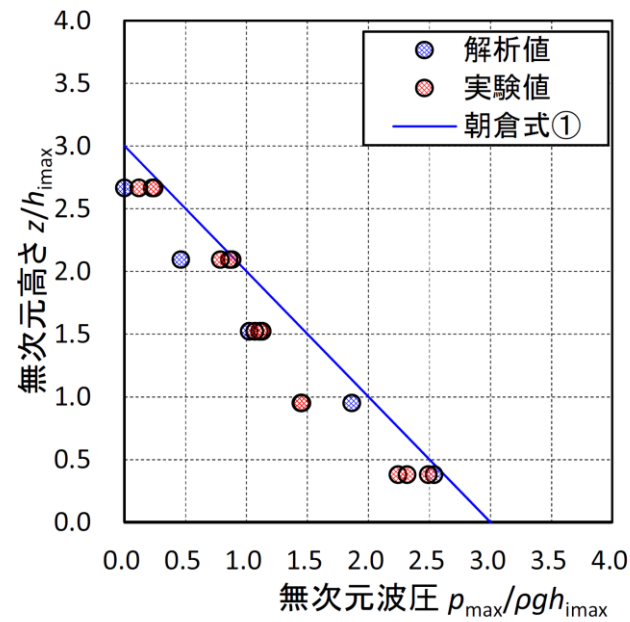
— 赤線: 実験結果
- - - 青線: 解析結果



第 2 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③, 波圧検討用津波, 防波壁有, 防波堤有)

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 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)

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

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。

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。

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。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)



写真 2-3 実験状況 (津波荷重実験)

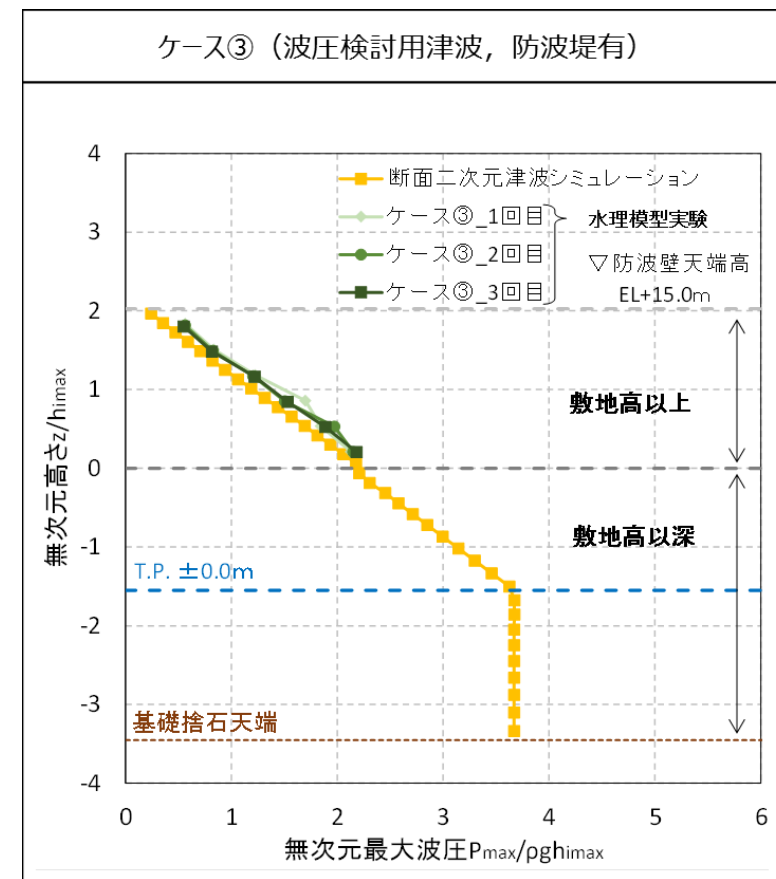
島根原子力発電所 2号炉

(c) 波圧の算定結果

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に作用する波圧分布を第 30 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による波圧分布も示す。

断面二次元津波シミュレーションにより算出した波圧分布は、水理模型実験と同等の波圧分布であり、再現性があることを確認した。

直線型の波圧分布となることから、ソリトン分裂波や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。

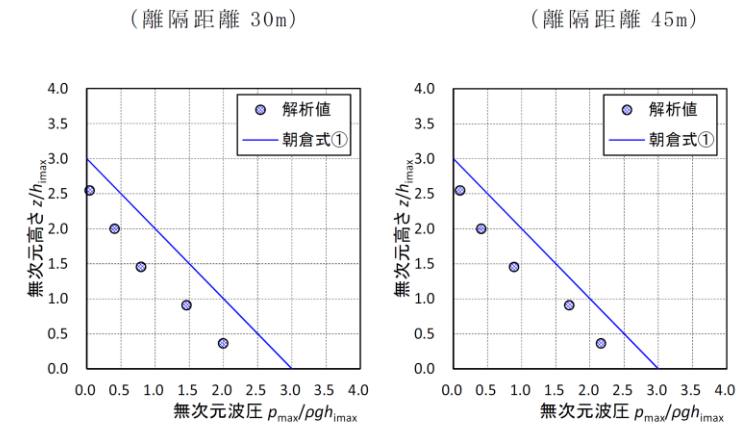


第 30 図 断面二次元津波シミュレーションにより波圧分布

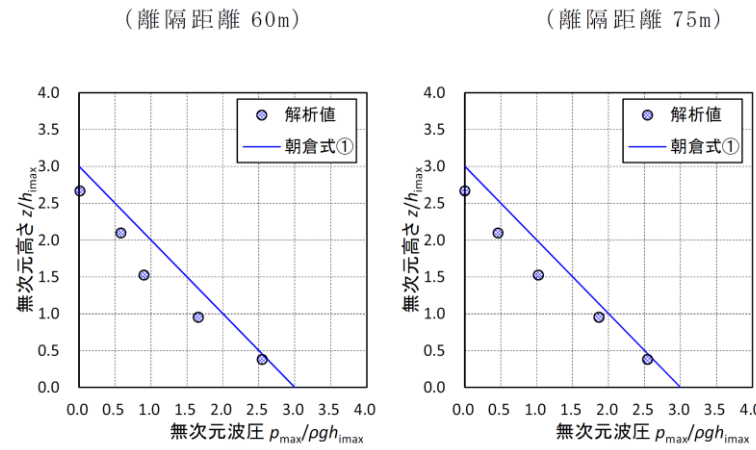
備考

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第 15 図(1) 防潮堤壁面の最大波圧分布図



第 15 図(2) 防潮堤壁面の最大波圧分布図

c. 津波遡上高さが異なる津波が防潮堤に与える影響について

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

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

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

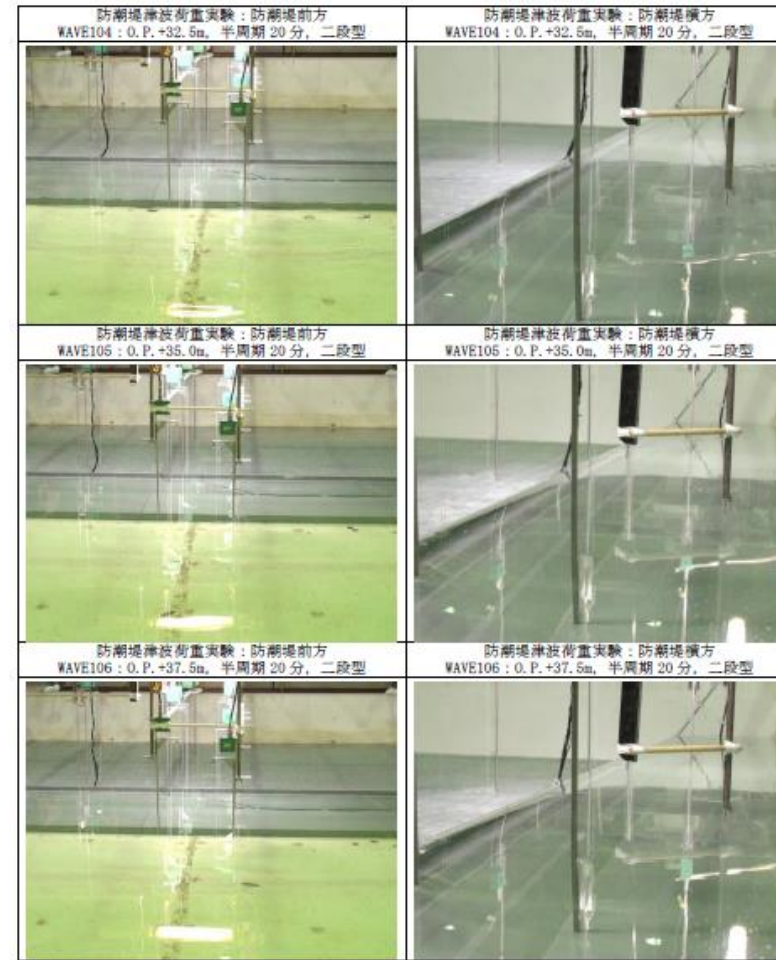


写真 2-4 実験状況（津波荷重実験）

島根原子力発電所 2号炉

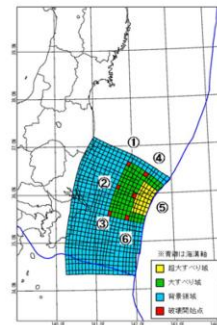
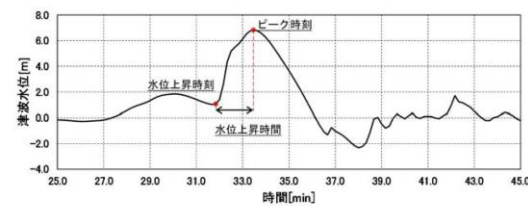
備考

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 ^{※1}	津波遡上高さ (T.P.(m))	水位上昇時間 [min]	破壊伝播速度 ^{※2} [km/s]	破壊 開始点	立ち上り時間 ^{※3} [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 立ち上り時間：断層のある点において破壊開始から終了するまでの時間



第16図 水位上昇時間の定義図 第17図 破壊開始点位置図

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

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

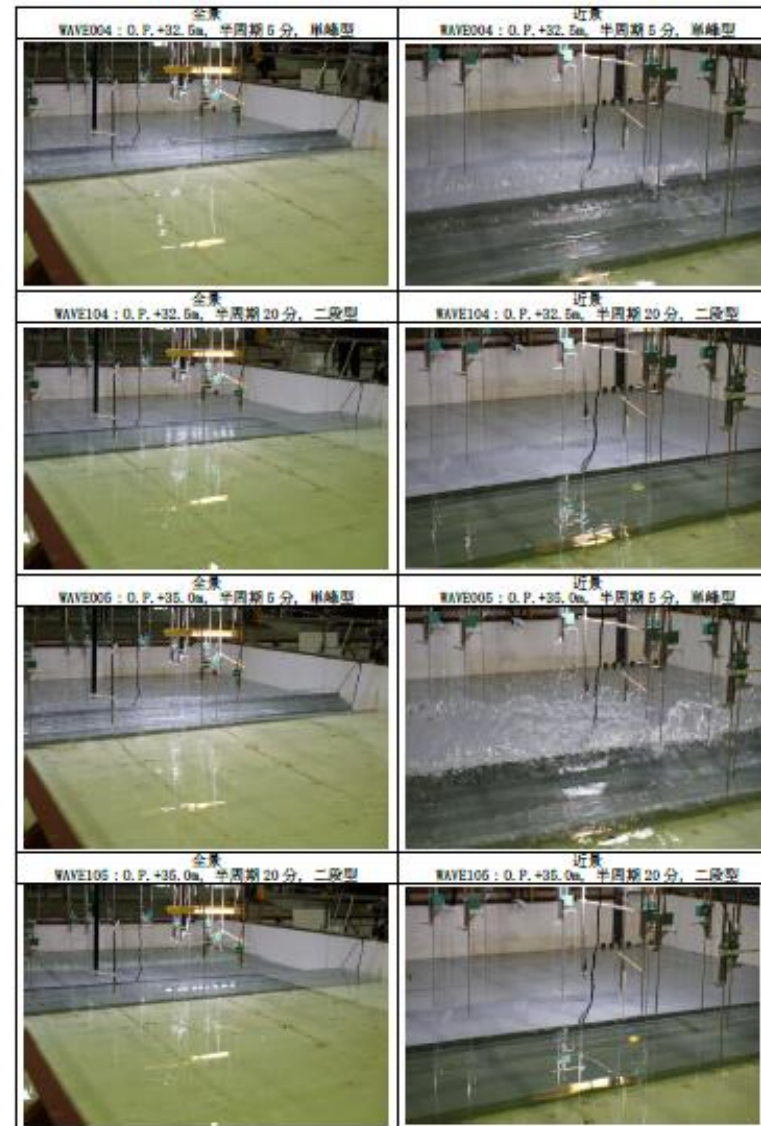


写真 2-5 実験状況 (津波荷重実験)

島根原子力発電所 2号炉

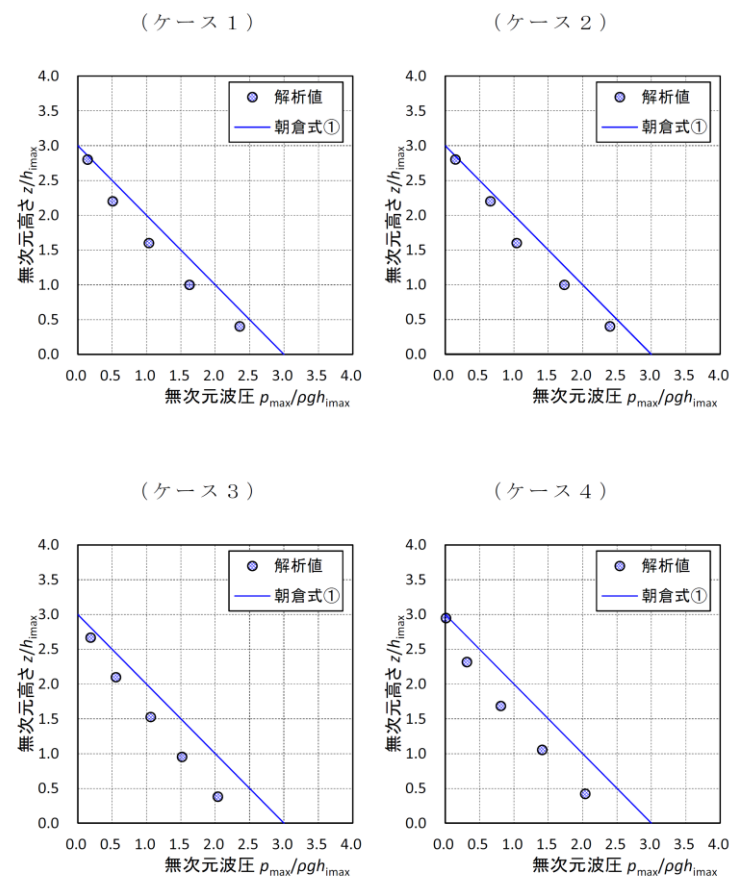
備考

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



第 18 図(1) 最大波圧分布図

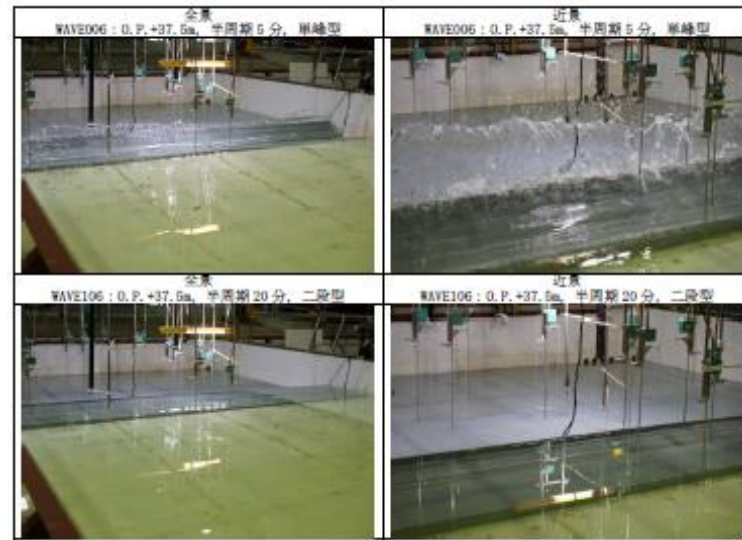
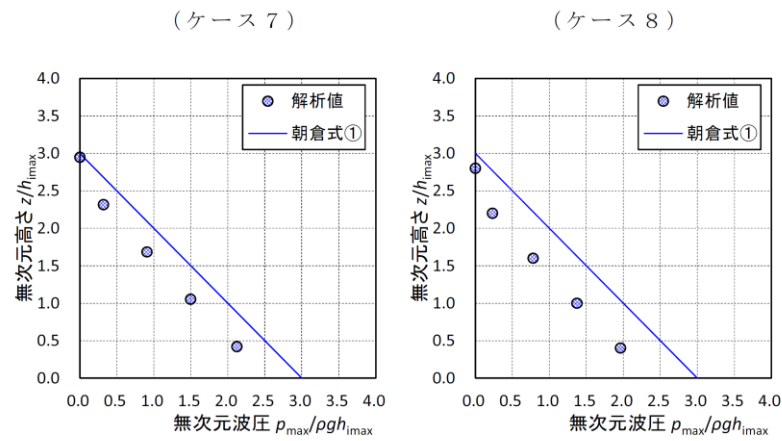
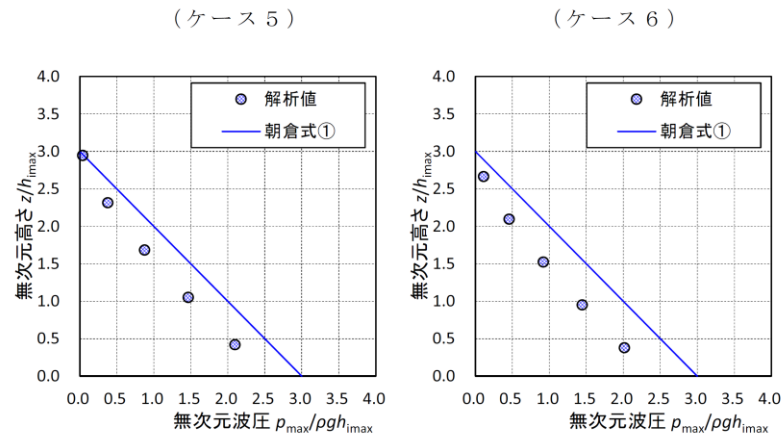
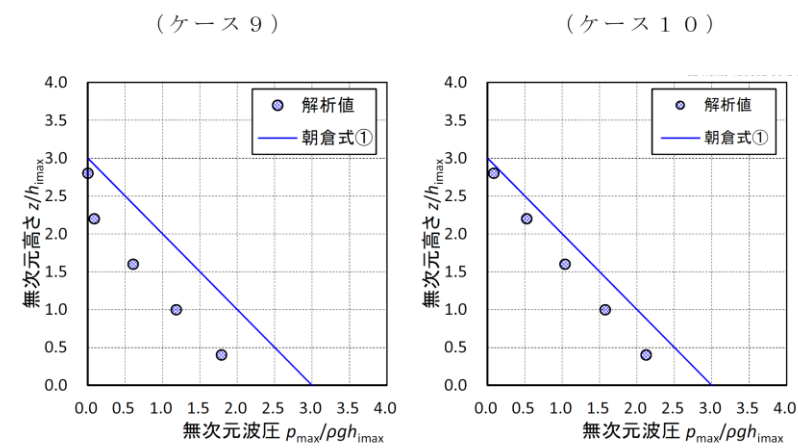


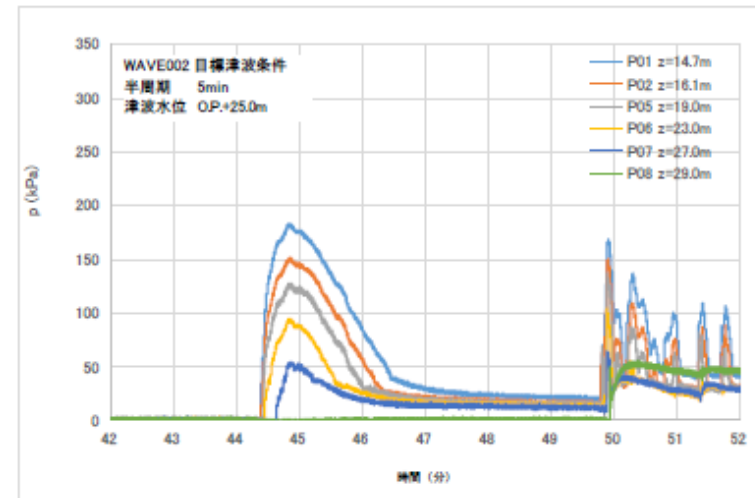
写真 2-6 実験状況 (津波荷重実験)



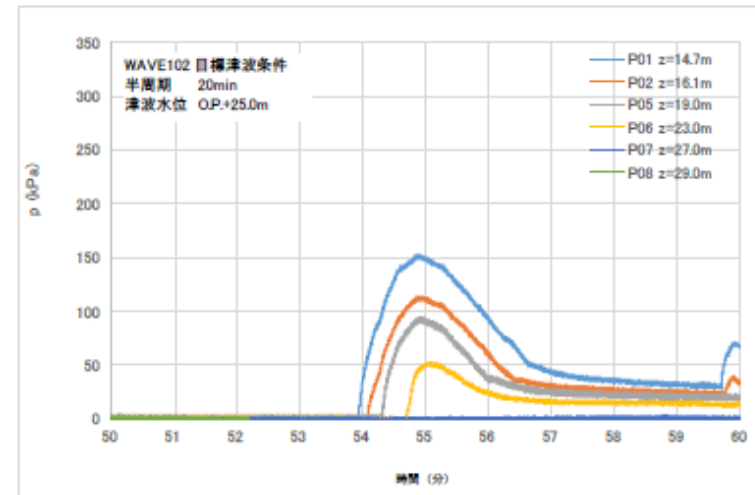
第 18 図 (2) 最大波圧分布図



第 18 図 (3) 最大波圧分布図



(単峰型：半周期 5 分)

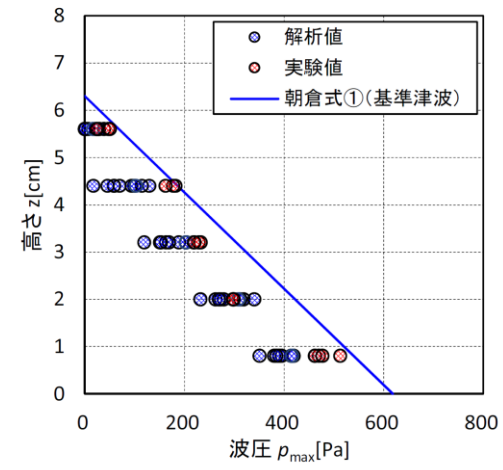


(二段型：半周期 20 分)

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

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>(目標津波水位0.P.+25.0m)</p> <p>(目標津波水位0.P.+17.0m)</p> <p>図 26-1 最大波圧分布 (左図：単峰型，右図：二段型)</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

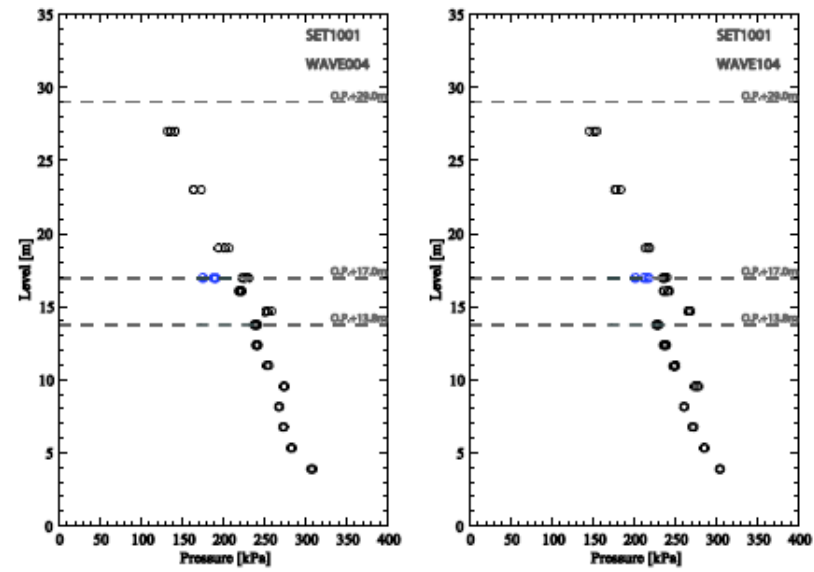


第 19 図 最大波圧分布

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)



(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)

島根原子力発電所 2号炉

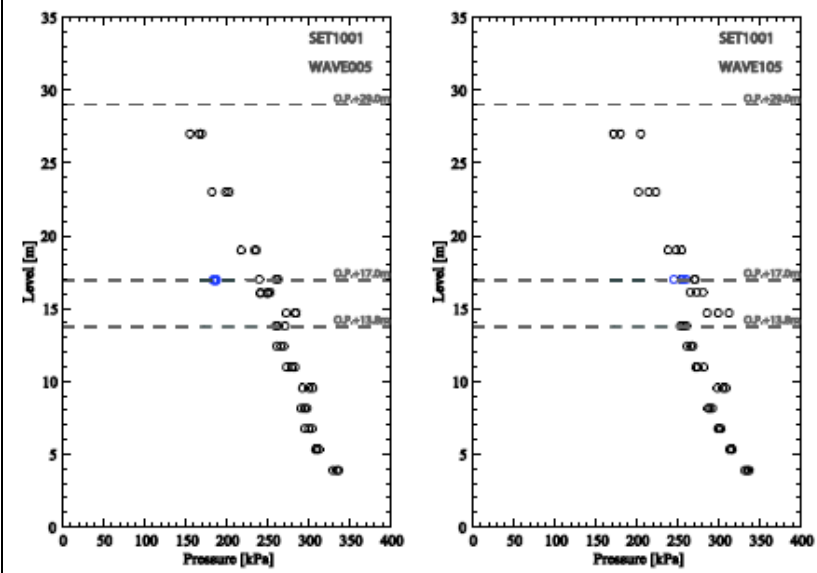
備考

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

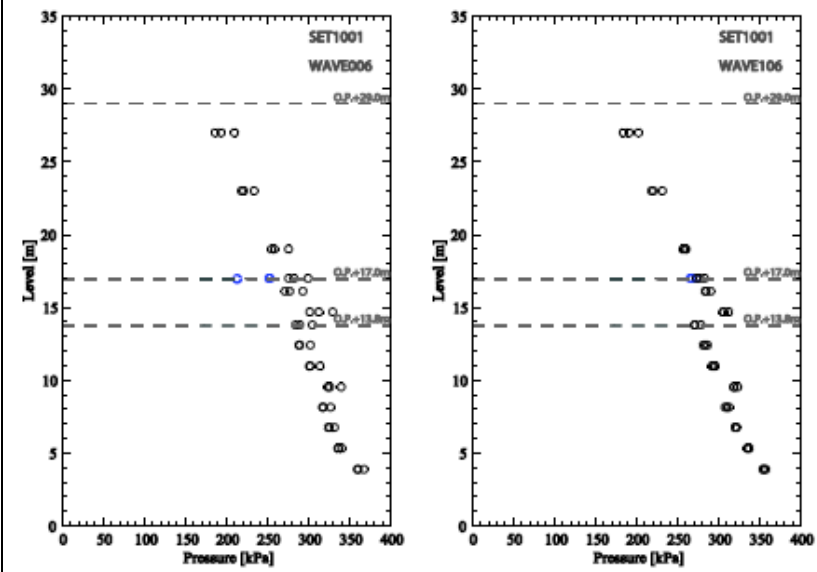
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



(目標津波水位0. P. +35. 0m)



(目標津波水位0. P. +37. 5m)

図 26-3 最大波圧分布 (左図：単峰型，右図：二段型)

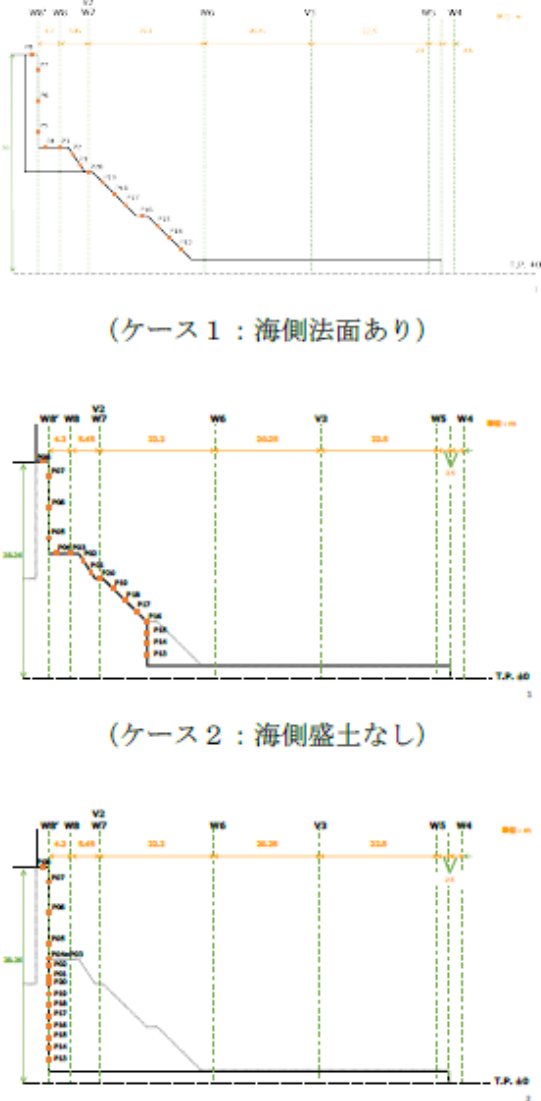
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>d. まとめ</p> <p>女川原子力発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧について、鋼管式鉛直壁を模擬した水理模型実験により、不確かさとして津波の波形特性（周期，波高）の違いが津波波圧等に与える影響を確認した。</p> <p>検討の結果，防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず，防潮堤前面位置でのフルード数は1以下となった。また，津波の波形特性（周期，波高）の違いに関わらず，津波の衝撃圧は発生せず，持続圧が作用した。また，防潮堤に作用する波圧分布はいずれも直線型となった。</p>		

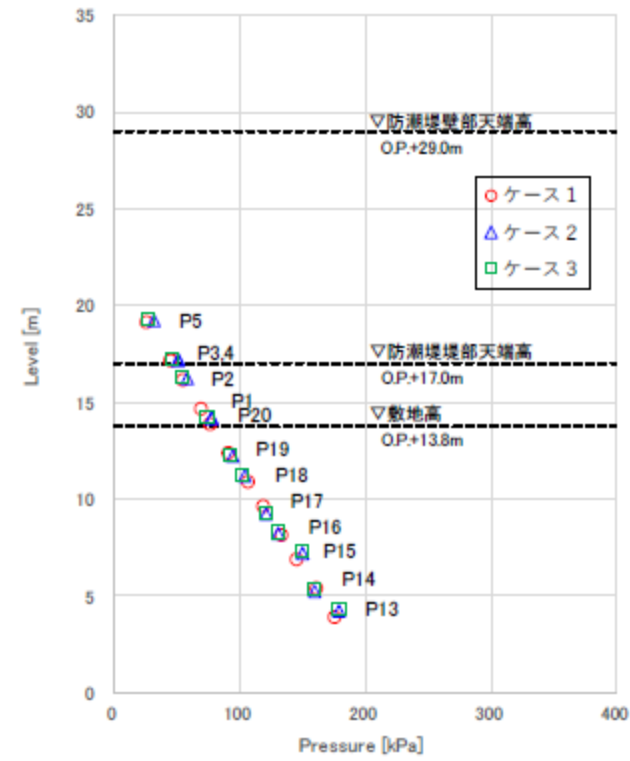
(6) 津波波圧評価に影響を与える不確かさの考慮方法
 女川原子力発電所の防潮堤に作用する津波波圧について、数値流体解析及び水理模型実験による検討を行っているが、津波波圧評価に影響を与える項目を網羅的に抽出・整理(表3)した上で、影響の大きい項目に対して不確かさを考慮した検討を行っている。津波波圧に影響する不確かさの考慮方法を表6に示す。
 津波波圧の検討においては、水理模型実験で周期と波高の不確かさを考慮しているが、数値流体解析で考慮する不確かさの検討結果を以下に示す。

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もつことを確認するため、法面の形状変化を仮定した感度解析を実施
構造物 (防潮堤)	設置位置	法面上部 (法層)	— (与条件)	— (与条件)
	高さ	O.P.+29m	— (与条件)	— (与条件)
	形状	鋼管式鉛直壁(一般部、岩盤部)と盛土堤防の併用	— 【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)	

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>a. 敷地法面の形状を変化させた検討</p> <p>防潮堤海側の盛土法面は、地震による液状化等による変状の可能性があること、津波波圧を減勢させる効果がある可能性があることを踏まえ、基準津波（水位上昇側）を対象に、法面形状を変化させた数値流体解析（断面二次元津波シミュレーション解析）を実施した。防潮堤の構造概要及び検討ケースを図 27 及び図 28 に示す。</p> <p>ケース 1 は法面の形状変更を考慮しない基本ケース、ケース 2 は法面の盛土・旧表土部分を仮想的に考慮しないケース、ケース 3 は置換コンクリート及びセメント改良土を含めた法面全体を仮想的に考慮しないケース（直立構造の防潮堤への津波作用を仮想したケース）としているが、各ケースの最大波圧分布は同程度となっており、法面形状の違いによる有意な差異は確認されなかった（図 29）。</p> <p>このことから、防潮堤海側の盛土法面による津波波圧の減勢効果はほとんどないと考えられる。本要因について、図 30 に示すように基準津波（水位上昇側）の第 1 波は波の重なり合いによる二段型波形が特徴であり、半周期が約 10～20 分と長いので、法面形状に関係なく、防潮堤（敷地法面）に作用する津波波圧がおおむね静水圧と小さくなった影響によるものと考えられる。</p> <div data-bbox="952 1276 1685 1682" data-label="Image"> </div> <p>図 27 防潮堤の構造概要：鋼管式鉛直壁（一般部）</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>(ケース1：海側法面あり)</p> <p>(ケース2：海側盛土なし)</p> <p>(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>		



(最大波圧分布)

図 29 敷地法面の形状を変化させた検討結果

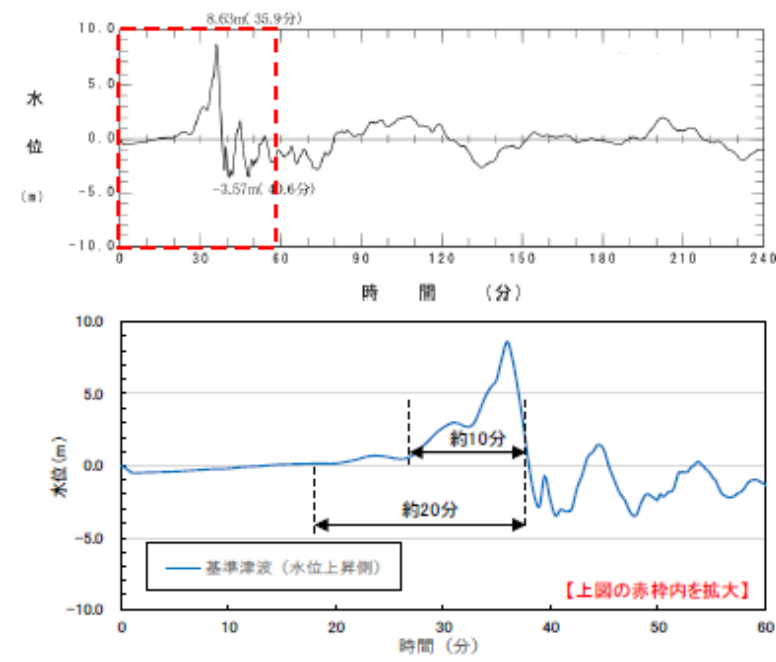


図 30 基準津波 (水位上昇側) の時刻歴波形

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. 基準津波（水位下降側）の検討</p> <p>基準津波（水位上昇側）と波形特性が異なる津波の影響を確認するため、基準津波（水位下降側）を対象に非線形分散波理論に基づいた数値流体解析（断面二次元津波シミュレーション解析）を実施し、解析結果の比較を行った。基準津波（水位下降側）の波形は、基準津波（上昇側）と同様に第1波が二段型波形となっているが、基準津波（水位上昇側）とは異なり一段目の波形が二段目の波形よりも高くなる特徴がある。</p> <p>基準津波（水位下降側）は、基準津波（水位上昇側）と比較して津波高さが低いため、津波波圧は小さくなることを確認した(図31)。また、基準津波（水位上昇側）と同様に、津波波圧は静水圧型の分布形状となることを確認した。さらに、基準津波（水位上昇側）と同様に、基準津波（水位下降側）もソリトン分裂は発生しないことを確認した（図32）。</p> <div data-bbox="1032 1003 1605 1696" data-label="Figure"> </div> <p>図31 最大波圧分布</p>		

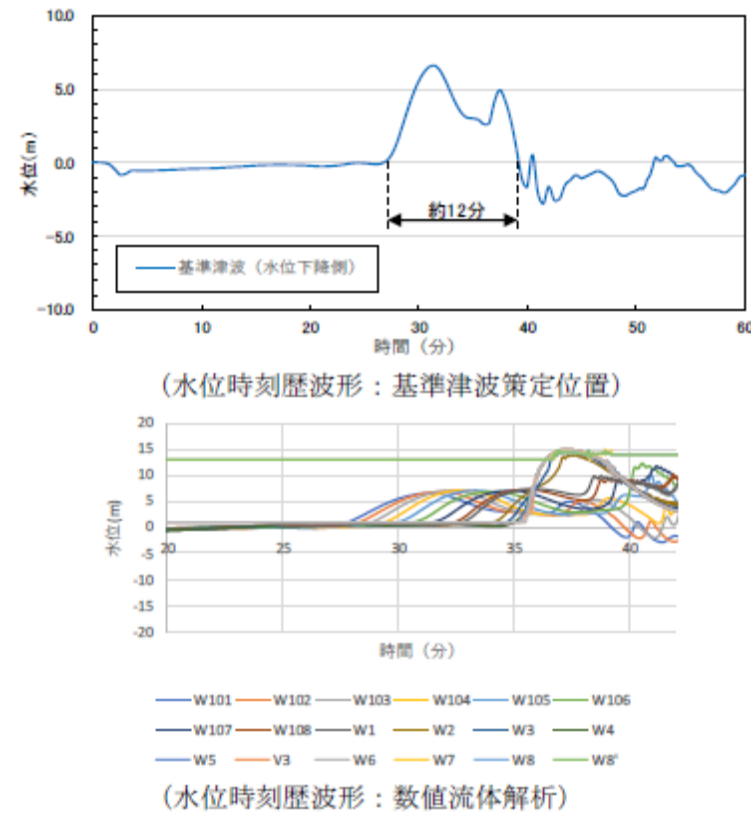


図 32 基準津波（水位下降側）の検討結果

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

(7) 既往の津波波圧算定式との比較

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

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>水理模型実験による無次元化結果を既往の津波波圧算定式と比較した結果を図 35 に示す。</p> <p>水深係数 α は無次元波圧分布を一次関数とした場合の切片であり、静水圧に対する倍数を示す（通過波浸水深による静水圧は水深係数 1.0、最大浸水深による静水圧は水深係数 2.0）。</p> <p>数値流体解析（基準津波：水位上昇側）による水深係数は 2.19（ケース 1：海側法面あり）となり、おおむね最大浸水深による静水圧程度となった。また、水深係数をフルード数の関数として整理した榊山（2012）、池谷ら（2013）ともおおむね整合する結果となった。</p> <p>水理模型実験（波形特性の不確かさを考慮した模擬津波）による水深係数は平均で 2.12～2.39、最大でも 2.34～2.85 となった。実験結果のばらつきはあるが、数値流体解析の結果より実験値が大きくなる傾向があり、実験結果の平均値で比較した場合、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の水深係数 3.0 を下回った。</p> <p>数値流体解析及び水理模型実験で計測した防潮堤に作用する最大津波波圧は、朝倉式①（非分裂波の場合）及び朝倉式②（ソリトン分裂波の場合）による算定値よりも小さい値となり、朝倉式②のような構造物底面近傍の水深係数が大きくなる波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった（朝倉式①の方が津波波圧分布の再現性がよいことを確認した）。</p> <p>以上の結果より、女川防潮堤に作用する津波波圧について、ソリトン分裂波及び碎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>		

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

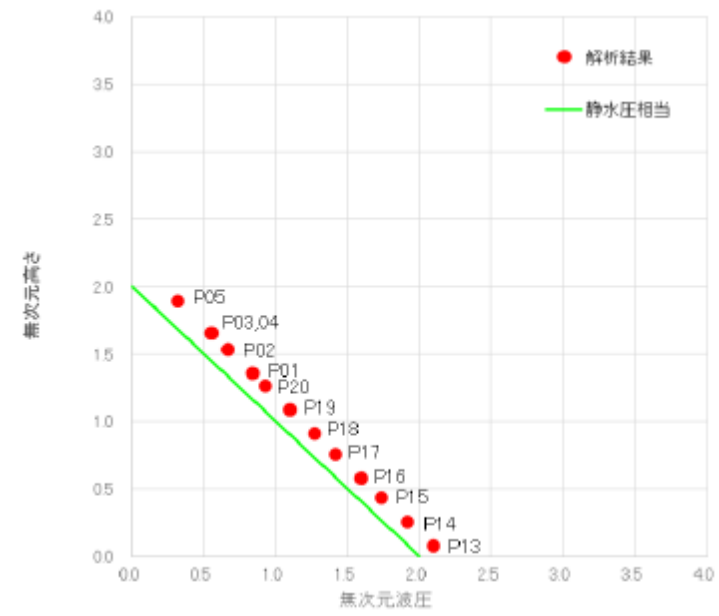


図 33 無次元波圧分布 (数値流体解析 : 水深係数 $\alpha = 2.19$)

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
-----------------------	----------------------------	--------------	----

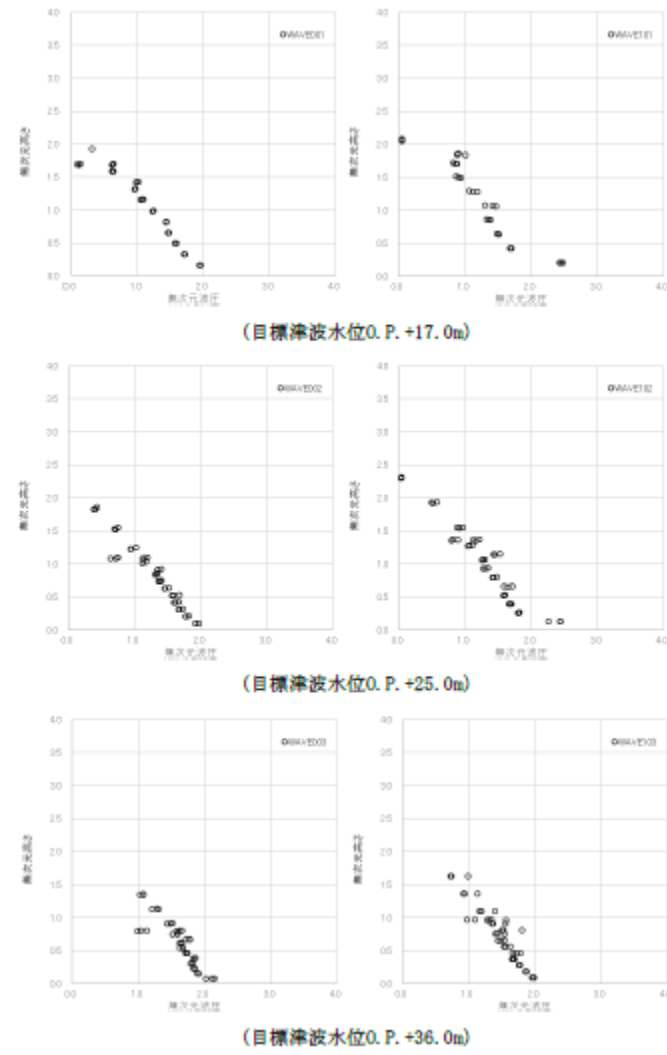


図 34-1 最大波圧分布 (水理模型実験) (左図：単峰型，右図：二段型)

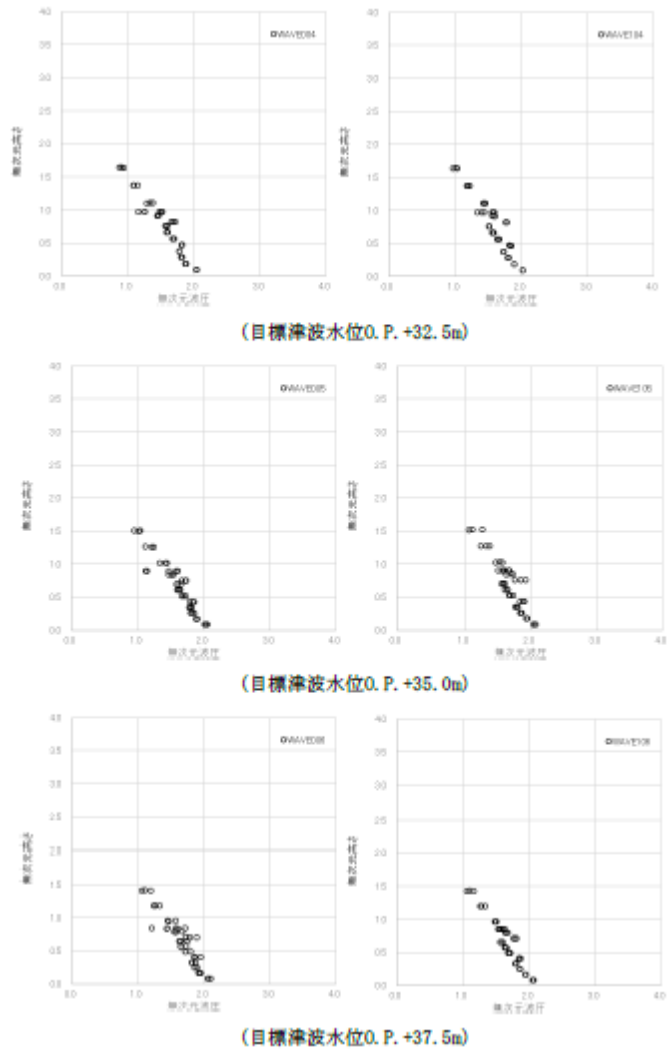
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p>(目標津波水位0. P. +32.5m)</p> <p>(目標津波水位0. P. +35.0m)</p> <p>(目標津波水位0. P. +37.5m)</p> <p>図 34-2 最大波圧分布 (水理模型実験) (左図：単峰型，右図：二段型)</p>		

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

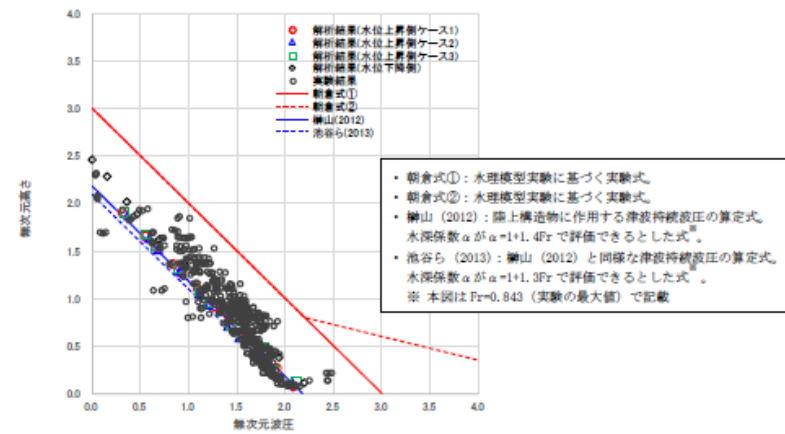
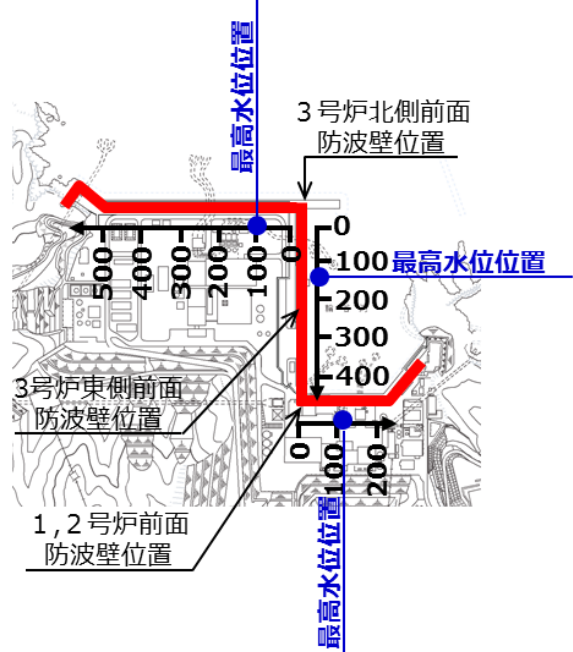
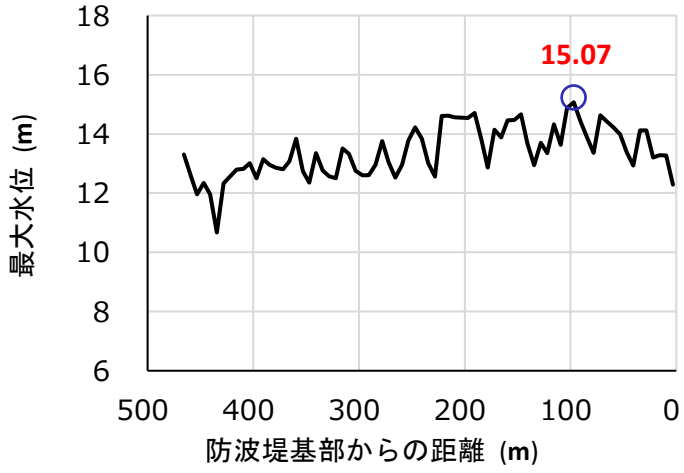
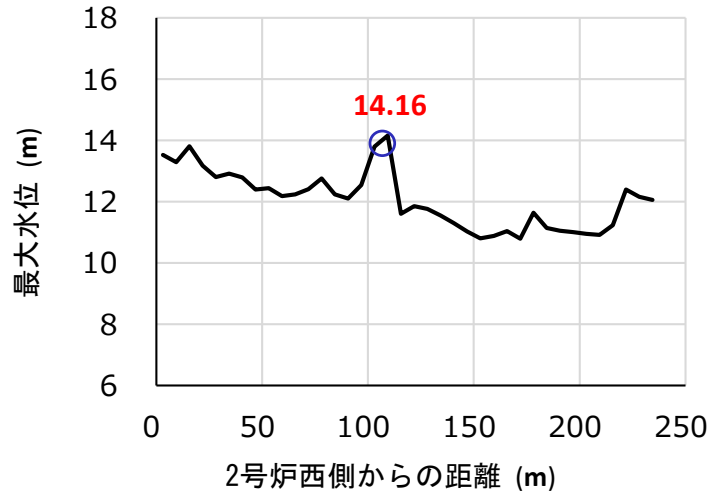
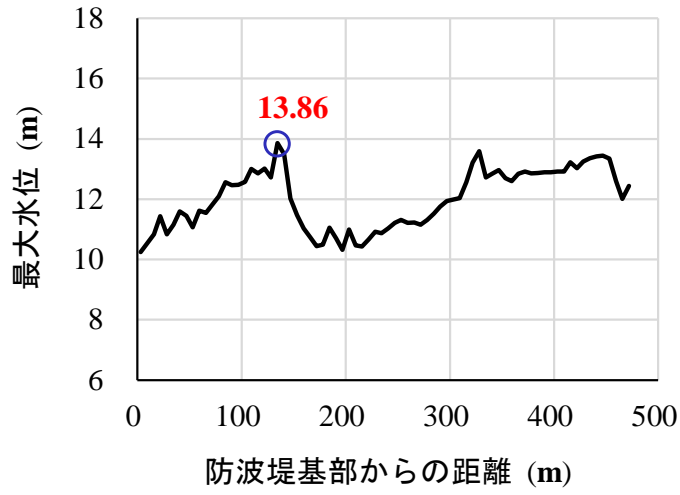


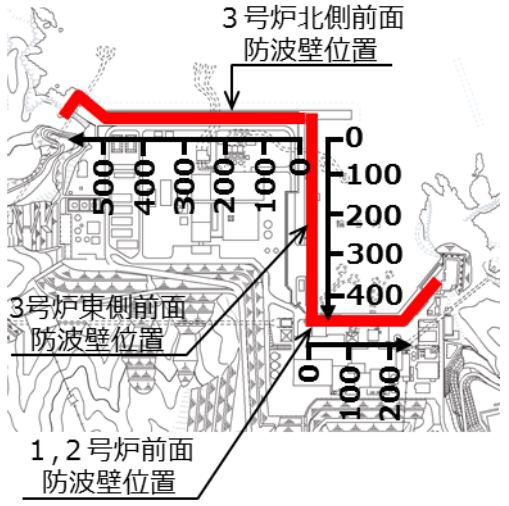
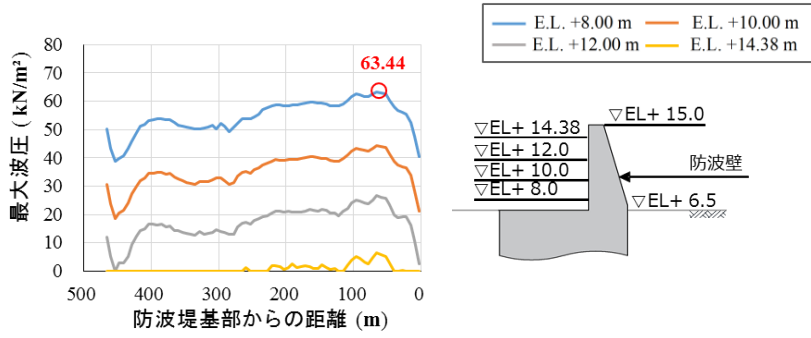
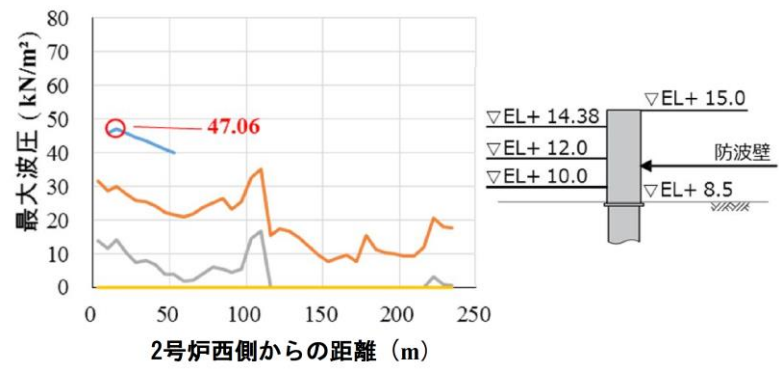
図 35 既往の津波波圧算定式との比較 (無次元最大津波波圧分布)

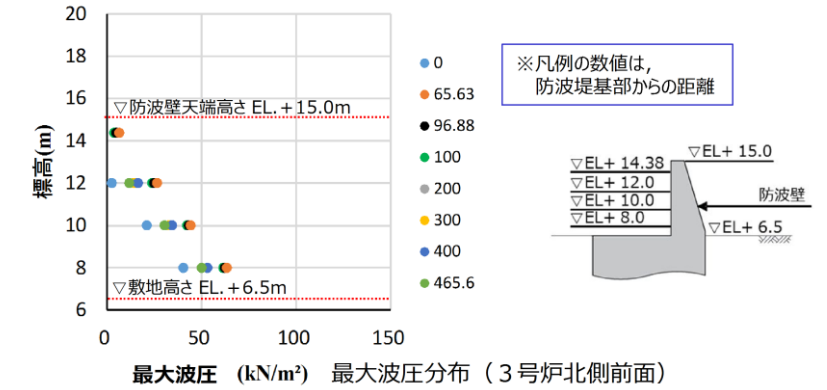
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1730 279 2255 310"><u>4. 三次元津波シミュレーションによる検討</u></p> <p data-bbox="1730 321 1914 352"><u>(1) 検討概要</u></p> <p data-bbox="1730 363 2502 583">前項で行った水理模型実験及び断面二次元津波シミュレーションでは、島根原子力発電所の代表断面について検討したため、ここでは複雑な地形特性及び津波特性に応じた評価が可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 data-bbox="1730 594 2502 804">入射津波については、基準津波1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(1.5m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 data-bbox="1730 814 2502 940">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31図に示す。</p> <div data-bbox="1774 993 2457 1476"> <p data-bbox="1938 1371 2294 1392">検討断面位置図 (海底地形：防波堤無)</p> <p data-bbox="1997 1402 2234 1476">凡例 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 T.P.(m)</p> </div> <p data-bbox="1923 1497 2309 1528">第31図(1) 3号炉前面地形</p> <div data-bbox="1774 1539 2457 1833"> <p data-bbox="1774 1854 2457 1885">第31図(2) 入射津波の造波波形図 (3号炉, 防波堤有)</p> </div>	<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>

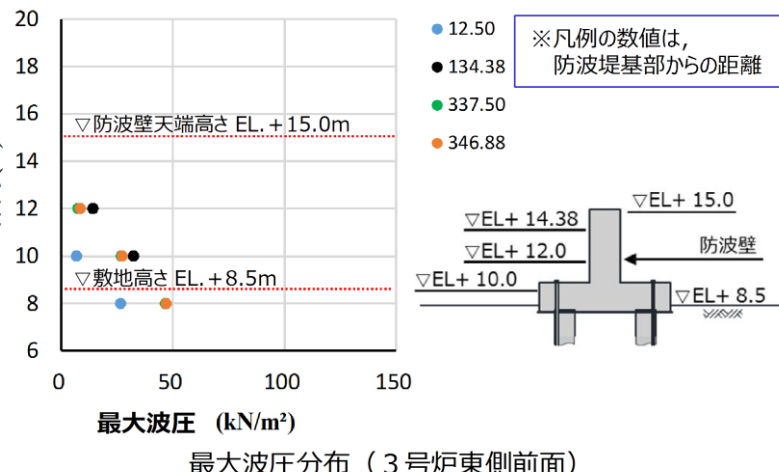
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<div data-bbox="1804 327 2427 705" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="1852 726 2368 758">第31図 (3) 解析モデル図 (距離の定義)</p> <p data-bbox="1745 821 1935 852">(2) 解析条件等</p> <p data-bbox="1724 863 2504 936">防波壁位置での津波の波形を抽出し、ソリトン分裂波や砕波の発生を確認する。</p> <p data-bbox="1724 953 2504 1121">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。</p> <p data-bbox="1724 1136 2504 1209">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 data-bbox="1745 1226 2089 1257">解析条件を第15表に示す。</p> <div data-bbox="1991 1314 2237 1346" data-label="Caption"> <p>第15表 解析条件</p> </div> <table border="1" data-bbox="1783 1356 2466 1514"> <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>	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 data-bbox="2534 726 2807 894">・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>
モデル化領域	南北方向：2,175m，東西方向：1,125m								
格子間隔	$\Delta x=6.25m$ ， $\Delta y=6.25m$ ， $\Delta z=1.0\sim 2.0m$								
解析時間	1079秒（基準津波1の押し波最大波）								

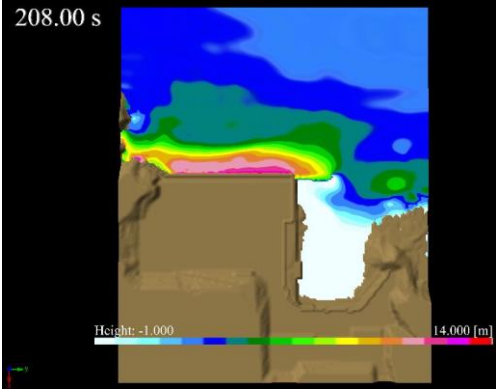
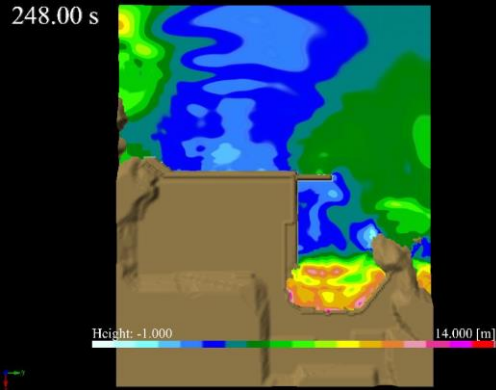
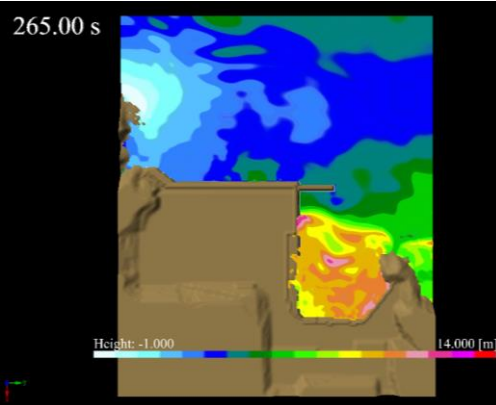
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1730 279 2502 447">(3) <u>三次元津波シミュレーションより直接算定される最高水位</u> <u>波圧検討用津波を用いた三次元津波シミュレーションにより抽出された防波壁前面における最高水位位置を第32図に, 最高水位分布を第33図に示す。</u></p>  <p data-bbox="1745 1129 2487 1213"><u>第32図 三次元津波シミュレーションにおける断面位置及び最高水位位置</u></p>  <p data-bbox="1819 1759 2427 1843"><u>第33図(1) 防波壁前面における最高水位分布 (3号炉北側前面)</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 data-bbox="1804 814 2410 898">第33図(2) 防波壁前面における最高水位分布 (1, 2号炉北側前面)</p>  <p data-bbox="1804 1444 2410 1528">第33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="2531 814 2813 982">・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>(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分布の距離の定義を第34図に、最大波圧分 布を第35図に示す。</p>  <p>第34図 距離の定義</p>  <p>第35図(1) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布 (3号炉北 側前面)</p>  <p>第35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>	<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>

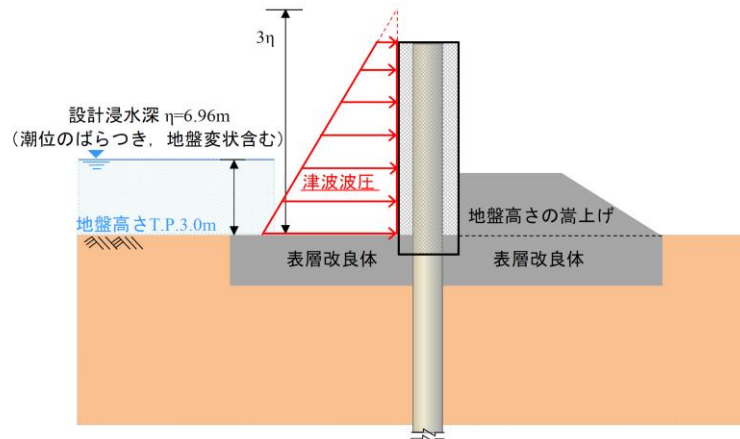
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1730 289 2175 611">  </p> <p data-bbox="1730 636 2502 716"> 第35図 (3) 防波壁に作用する標高別の最大波圧分布 (3号炉東側前面) </p> <p data-bbox="1730 772 2502 852"> (5) 三次元津波シミュレーションより直接算定される津波波圧 (標高毎) </p> <p data-bbox="1730 863 2502 982"> <u>波圧検討用津波を用いた防波壁有りモデルによる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36図に示す。</u> </p> <p data-bbox="1730 1056 2502 1419">  </p> <p data-bbox="1730 1444 2502 1482"> 第36図 (1) 防波壁に作用する波圧分布 (3号炉北側前面) </p>	<p data-bbox="2531 636 2798 800"> ・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>最大波圧分布 (1, 2号炉前面)</p> <p>第36図(2) 防波壁に作用する波圧分布 (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>
		 <p>最大波圧分布 (3号炉東側前面)</p> <p>第36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 data-bbox="1730 279 2502 401">(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37図に示す。</p>  <p data-bbox="1813 816 2418 848">第37図(1) 津波の作用状況 (3号炉北側前面)</p>  <p data-bbox="1813 1310 2418 1341">第37図(2) 津波の作用状況 (1, 2号炉前面)</p>  <p data-bbox="1813 1803 2418 1835">第37図(3) 津波の作用状況 (3号炉北側前面)</p>	<p data-bbox="2531 279 2813 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>

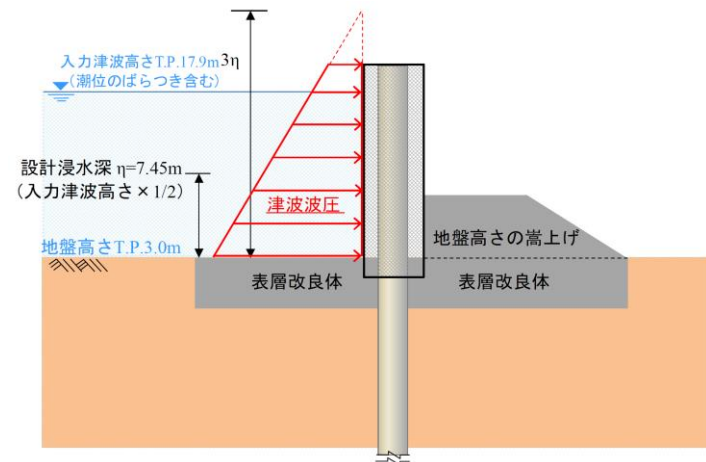
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 津波波圧算定式適用に対する考え方</p> <p>(1) 防潮堤及び防潮扉</p> <p>防潮堤及び防潮扉位置図を第20図に示す。</p> <p>防潮堤がないモデルで実施した水理模型実験においては、防潮堤通過位置におけるフルード数が1.0を下回っており、水理模型実験結果及び分散波理論に基づく断面二次元津波シミュレーション解析結果から、設計用津波波圧は朝倉式①に基づき算定する。</p> <p>朝倉式①に用いるη (設計浸水深)については、水理模型実験結果、断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、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、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>「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (平成30年5月) によると、護岸に作用する津波波力の算定方法は、海中の直立壁に作用する津波波力と陸上の直立壁に作用する津波波力の2種類の算定方法が示されている。</p> <p>従って、敷地高以上については、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、朝倉式により算出した津波波圧と比較することで、津波波圧算定式の妥当性を確認する。</p> <p>敷地高以下については、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、谷本式により算出した津波波圧と比較することで、津波波圧算定式の妥当性を確認する。</p> <p>島根原子力発電所の防波壁の位置図を第38図に、断面図を第39図に示す。</p>  <p>第38図 防波壁位置図</p>  <p>第39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

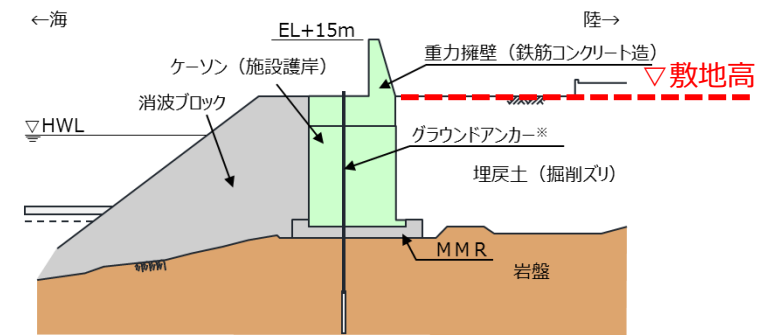
確認方法	確認結果
数値流体解析	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 女川防潮堤(鋼管式鉛直壁)を模擬した数値流体解析により、基準津波の特性や津波波圧等を確認した。 ✓ 防潮堤の近傍で津波のソリトン分裂は確認されず、防潮堤前面位置でのフルード数は 1 以下となった。 ✓ 基準津波の作用により、津波の衝撃圧は発生せず、持続圧が作用した。また、防潮堤に作用する波圧分布は単直線型となり、おおむね静水圧となった。 ✓ 護岸からの通過波浸水深を基準に無次元化した場合の水深係数は 3 以下となった。なお、盛土堤防を模擬したモデルでの解析は行ってないが、鋼管式鉛直壁より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

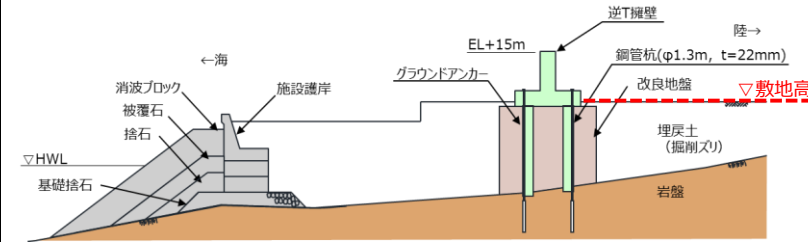
表 10 津波波圧確認結果の全体概要と考察

島根原子力発電所 2号炉



第 39 図 (2) 防波壁構造図 (波返重力擁壁)

断面図



第 39 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

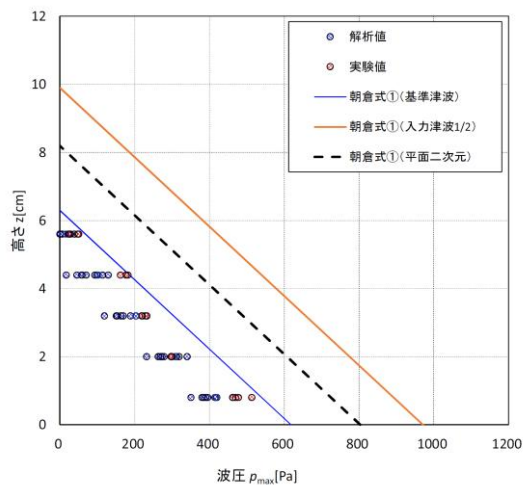
津波シミュレーションにより防波壁に作用する波圧を直接算定し、既往評価式による津波波圧と比較することで、既往評価式による津波波圧の妥当性を確認する。検討フローを第 40 図に示す。

- ① 津波シミュレーションより直接算出される津波波圧を抽出する。
- ② 朝倉式により、保守的に「通過波の浸水深」を入力津波高さの 1/2 と仮定して津波波圧を算定する。
- ③ 津波シミュレーションより直接算定される津波波圧を抽出する。
- ④ 津波シミュレーションにより、防波壁前面の津波高さを求め、谷本式による津波波圧を算定する。

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)



第 23 図 最大波圧分布の比較

(2) 貯留堰

a. 貯留堰に適用する津波波圧算定式

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

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

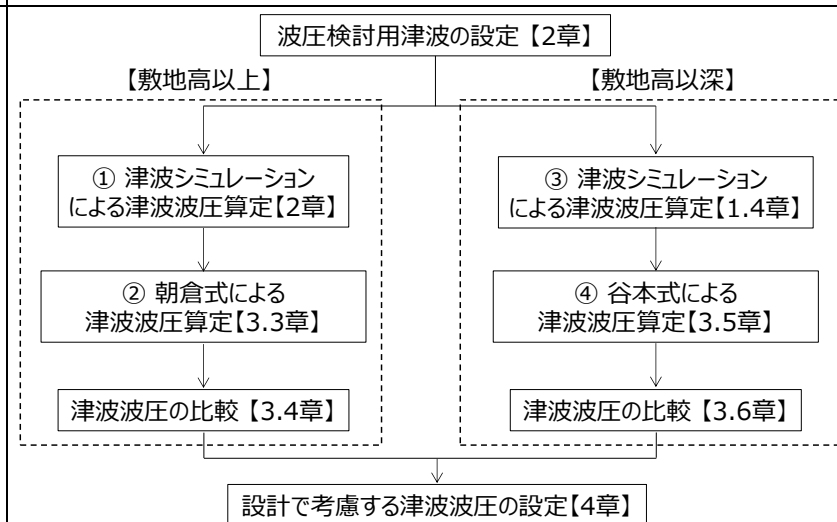
「防波堤の耐津波設計ガイドライン (国土交通省港湾局)」(平成 27 年 12 月一部改訂) によると、津波が構造物を越流する場合の津波荷重の算定については、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態の方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較して高い方を採用する必要があるとしている。

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

検討ケース	評価対象 考慮の目的	検討方法	算定結果			備考
			分層波の 高さ	算定波の 高さ	波圧分布の 形状	
高波算定 (水面上算定)	— 【基本ケース】	数値シミュレーション	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	2.19
高波算定 (水面上算定)	敷地位置の 地形変化の影響 確認(浸水深度 による変位の有 無を考慮)	数値シミュレーション	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	ケース1: 2.19 ケース2: 2.17 ケース3: 2.20
高波算定 (水面上算定)	基本ケースと異 なる特殊の津波 の影響確認	数値シミュレーション	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	2.24
高波算定 (中算定)	敷地の異状(津 波の影響確認 (高波算定の第 1波の算定特性 を考慮))	水理模型実験	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	5月: 2.18~2.21 20日: 2.20~2.28 (算定結果の 平均値で算定)
高波算定 (中算定)	波面の異状(津 波の影響確認 (防波堤設置の 有無による算定 特性を考慮))	水理模型実験	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	算定しない (非評価)	OP+133m OP+135m OP+137.5m 21.0m: 2.18~2.28 22.0m: 2.17~2.22 23.0m: 2.21~2.24 24.0m: 2.22~2.24 25.0m: 2.21~2.23 (算定結果の 平均値で算定)

島根原子力発電所 2号炉



第 40 図 検討フロー

(3) 朝倉式による津波波圧算定

朝倉式は、津波の通過波の浸水深に応じて波圧を算定する式であり、保守的に「通過波の浸水深」を入力津波高さの 1/2 と仮定して津波波圧を算定する。朝倉式の考え方を以下に示す。

なお、波圧検討用津波を用いた津波シミュレーションより算出した津波波圧と比較する場合、朝倉式で使用する浸水深は、津波シミュレーションより抽出された防波壁前面最高水位を使用する。朝倉式概念図を第 4-1 図に、朝倉式における津波波圧の考え方を第 4-2 図に示す。

朝倉式

$$q Z = \rho g (a \eta - z)$$

ここに、

$q Z$: 津波波圧 (kN/m²)

η : 浸水深 (通過波の浸水深 = 最大浸水深の 1/2)

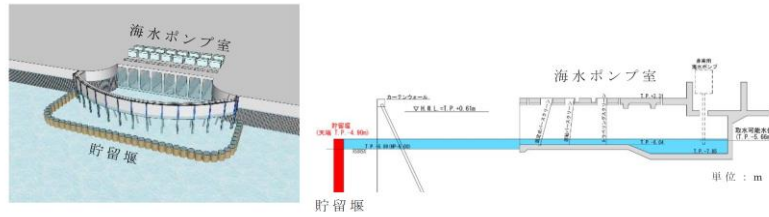
z : 当該部分の地盤面からの高さ

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

a : 水深係数 (最大: 3)

ρg : 海水の単位体積重量 (kN/m³)

・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 24 図 貯留堰鳥瞰図 第 25 図 貯留堰断面図

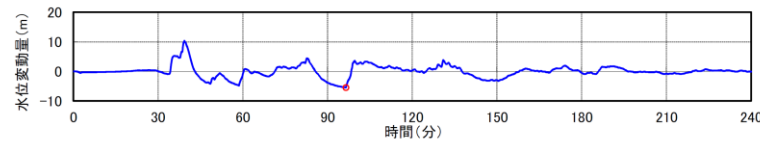
b. 越流直前の津波波力の設定方針

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。

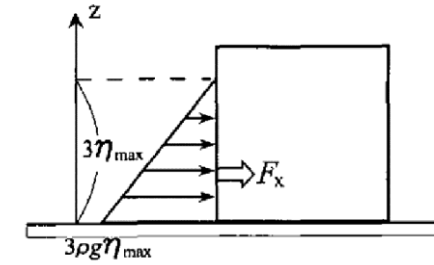
貯留堰前面の水位は若干残るものの保守的に海底面が露出したと仮定し、その後の押し波を遡上波と考え津波波力を設定する。

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。

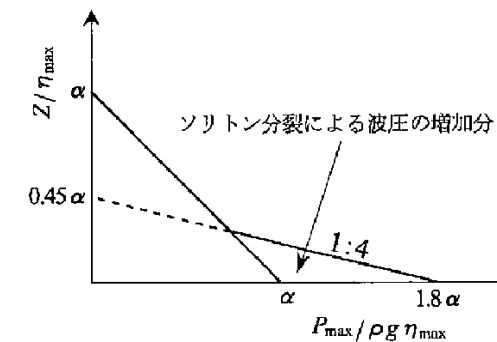
津波波力は、「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」の考え方に従って、津波高さの 3 倍の高さまで静水圧荷重を考慮する。津波波力の作用イメージを第 27 図に示す。



第 26 図 貯留堰周りにおける引き波水位の時刻歴図

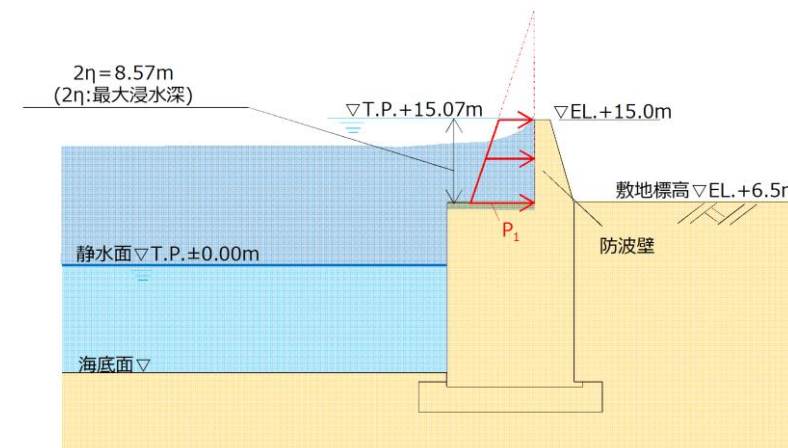


(1) 非分裂波の場合の津波水平波圧



(2) 分裂波の無次元最大波圧分布

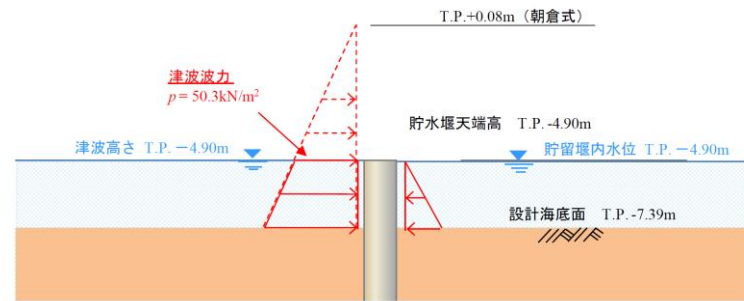
第 4 1 図 朝倉式の概念図



第 4 2 図 朝倉式における津波波圧の考え方

・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)



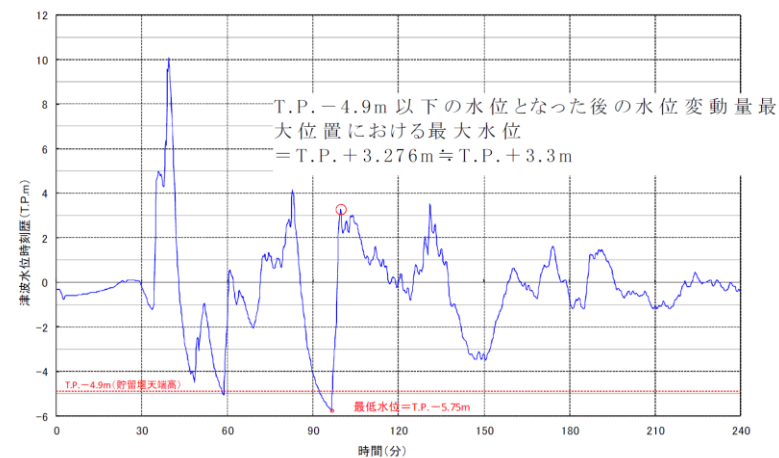
第 27 図 津波波力の作用イメージ図

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。



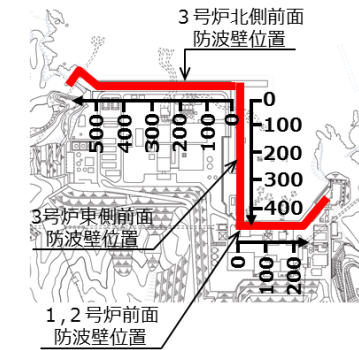
第 28 図 貯留堰の内外の水位差が最大となる時刻歴水位波形図

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

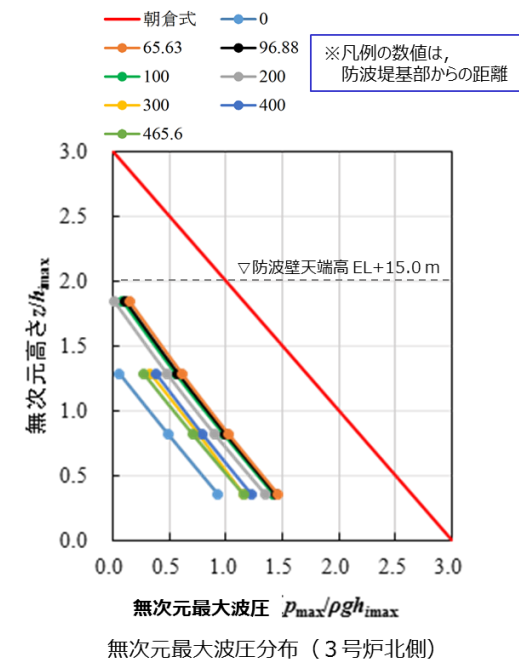
島根原子力発電所 2号炉

備考

(4) 津波波圧の比較 朝倉式 (敷地高以上)
 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 43 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。三次元津波シミュレーションにより直接算定した波圧分布は、3号炉北側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。
 これらの直接算定した波圧は、朝倉式による波圧に包絡されることを確認した。また、3号炉北側前面の防波壁において、水理模型実験及び断面二次元シミュレーション結果に基づく波圧についても、朝倉式による波圧に包絡されることを確認した。



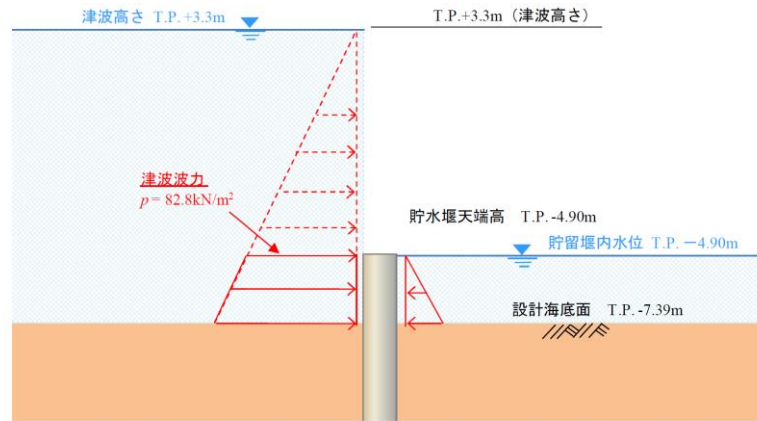
(1) 位置図



(2) 3号炉北側

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

東海第二発電所 (2018.9.12 版)



第 29 図 津波波力の作用イメージ図

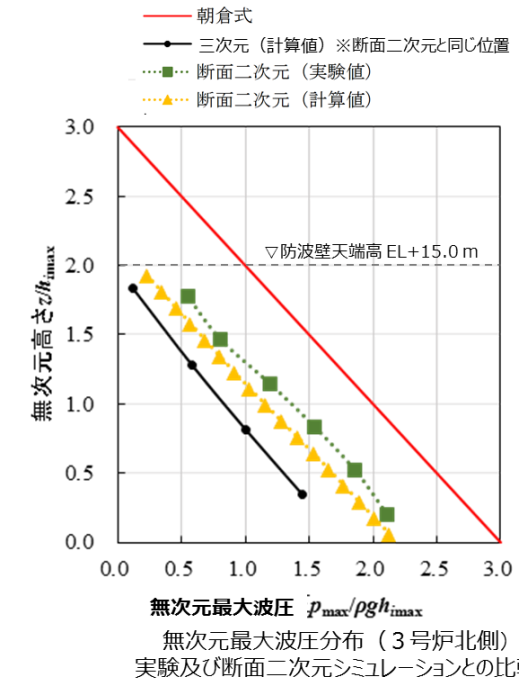
d. まとめ

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

女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

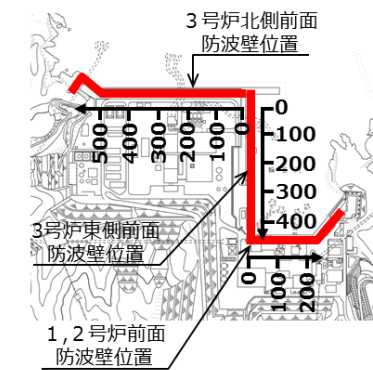


(3) 3号炉北側実験及び断面二次元シミュレーションとの比較

第 4 3 図 無次元最大波圧分布

1, 2号炉北側及び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 4 4 図に示す。三次元津波シミュレーションにより直接算定した波圧分布は、1, 2号炉前面及び3号炉東側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。

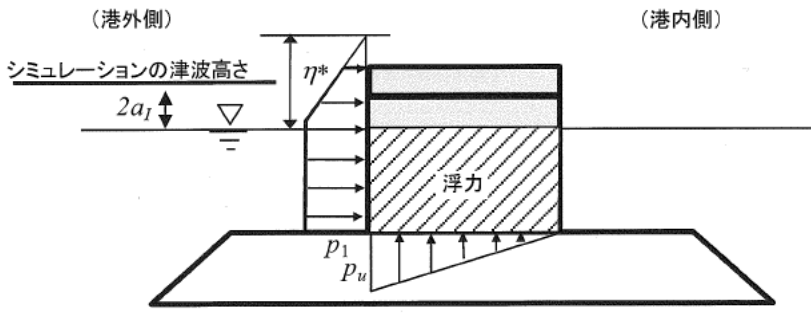
これらの直接算定した波圧は、朝倉式による波圧に包絡されることを確認した。



(1) 位置図

・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>島根原子力発電所 2号炉</p> <p>※凡例の数値は、2号炉西側からの距離</p> <p>朝倉式 6.25 15.63 31.25 43.75 109.38</p> <p>無次元高さ z/h_{max}</p> <p>無次元最大波圧 $p_{max}/\rho g h_{max}$</p> <p>無次元最大波圧分布 (1, 2号炉)</p> <p>(2) 1, 2号炉</p> <p>※凡例の数値は、防波堤基部からの距離</p> <p>朝倉式 12.50 134.38 337.50 346.88</p> <p>無次元高さ z/h_{max}</p> <p>無次元最大波圧 $p_{max}/\rho g h_{max}$</p> <p>無次元最大波圧分布 (3号炉東側)</p> <p>(3) 3号炉東側</p> <p>第4.4図 無次元最大波圧分布</p>	<p>備考</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(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、津波シミュレーションより算出した津波波圧と比較する場合は、谷本式で使用する津波高さ(2a_I)は、津波シミュレーションより抽出された防波壁前面の最高水位を使用する。谷本式による波圧分布を第45図に示す。</p> <p>谷本式</p> $\eta^* = 3.0 a_I$ $P_1 = 2.2 \rho_0 g a_I$ $P_u = P_1$ <p>ここに、</p> <p>η^* : 静水面上の波圧作用高さ (m)</p> <p>a_I : 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>第45図 谷本式による波圧分布 (背面水位が押し波時に静水面より下がらない場合)</p> <p>・島根原子力発電所の防波壁背後は敷地であるため、港湾外の波圧を算定した図を引用した。</p> <p>・なお、「背面水位が押し波時に静水面より下がる場合」でも港外側に作用する津波波圧は同じである。</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【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>(6) 津波波圧の比較 谷本式 (敷地高以深)</p> <p>3号炉北側の防波壁のうち敷地高以深における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を第46図に示す。3号炉北側前面の防波壁 (敷地高以深) において、断面二次元津波シミュレーションにより算出した波圧は、谷本式による波圧に包絡されることを確認した。なお、三次元津波シミュレーションによる波圧分布については、取りまとめ次第反映する。</p> <div data-bbox="1745 632 2475 1423"> <p>ケース③ (波圧検討用津波, 防波堤有)</p> </div> <p>第46図 断面二次元津波シミュレーションにより算出した波圧と谷本式による波圧の比較</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】 設計方針の相違による記載内容の相違</p>

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 data-bbox="973 625 1700 1031" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $p = \rho \cdot g \cdot (\alpha \cdot \eta - z)$ <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> <div data-bbox="943 1087 1700 1291" style="text-align: center;"> </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"> 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. 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. 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. 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><u>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。</u></p> <p><u>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, 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接型, 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><u>三次元津波シミュレーション解析の結果, 地形特性や津波特性を反映し, 1, 2号炉北側, 3号炉北側及び3号炉東側における最高水位及び最大波圧を算出し, 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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>上記検討結果を踏まえ, 設計で考慮する津波波圧を以下のとおり設定する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地高以上については, 平面二次元津波シミュレーション解析で設定した入力津波高さの 1/2 を浸水深として, 朝倉式により津波波圧を設定する。 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。津波波圧設定フローを第 4 7 図に, 波圧算定イメージ (3号炉前面) を第 4 8 図に示す。 <div data-bbox="1834 1444 2383 1833" style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[平面二次元津波シミュレーション] --> B[入力津波高さの設定] B --> C["【敷地高以上】"] B --> D["【敷地高以深】"] C --> E[朝倉式により津波波圧設定] D --> F[谷本式により津波波圧設定] </pre> </div> <p>第 4 7 図 津波波圧設定フロー</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>	<p>第48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>