

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

まとめ資料比較表 〔第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料3〕

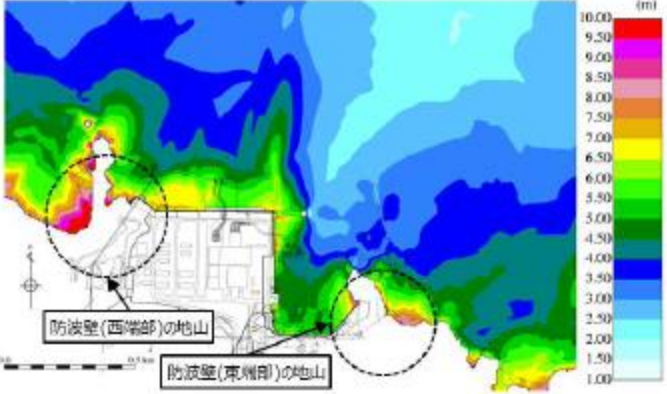
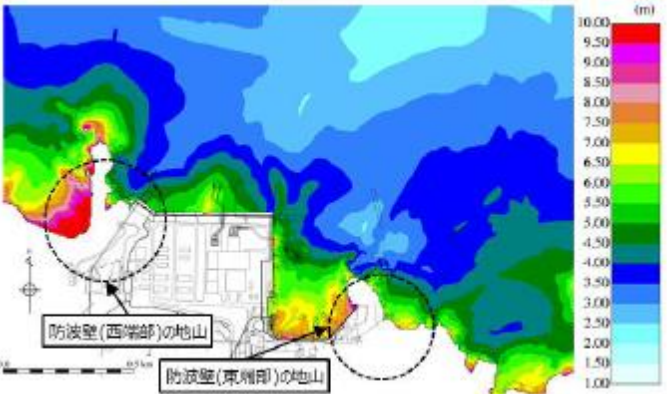
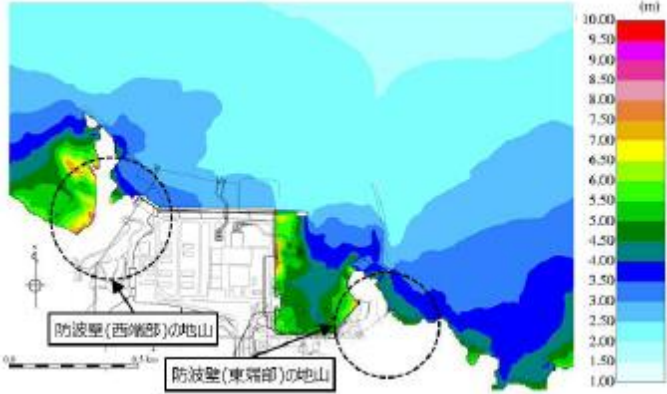
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料4</p> <p>地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について</p> <p>※安田層下部層のMIS10～MIS7 とMIS6 の境界付近の堆積物については、本資料では〔古安田層〕と仮称する。</p> <p>4.1 はじめに</p> <p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの要求事項に基づき、以下の検討方針に従い、津波遡上経路に及ぼす影響について検討する。</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>次に示す可能性があるかについて検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地震に起因する変状による地形、河川流路の変化</li> </ul> <p>入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。具体的な入力津波の設定に当たっては、以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 入力津波が各施設・設備の設計・評価に用いるものであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。</li> </ul> <p>【検討方針】</p> <p>敷地への遡上及び流下経路上の地盤等について、地震による地形、標高変化を考慮した津波評価を実施し、敷地への遡上経路に及ぼす影響及び入力津波の設定において考慮すべき地形変化について検討する。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料4</p> <p><u>敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について</u></p> <p>1. 検討方針</p> <p><u>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドに基づき、地震に起因する変状による地形、河川流路の変化に対して、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料3</p> <p>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</p> <p>1. はじめに</p> <p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの要求事項に基づき、以下の検討方針に従い、津波遡上経路に及ぼす影響について検討する。</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>次に示す可能性があるかについて検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地震に起因する変状による地形、河川流路の変化</li> <li>● <u>繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積による地形、河川流路の変化</u></li> </ul> <p>入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。具体的な入力津波の設定に当たっては、以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 入力津波が各施設・設備の設計・評価に用いるであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。</li> </ul> <p>【検討方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 敷地への遡上及び流下経路上の地盤等について、<u>地震・津波</u>による地形、標高変化を考慮した津波評価を実施し、敷地への遡上経路に及ぼす影響及び入力津波の設定において考慮すべき地形変化について検討する。</li> <li>● <u>基準地震動 S s 及び基準津波</u>による斜面崩壊の有無を検討し、崩壊が想定される場合には入力津波を設定する際の影</li> </ul>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 検討内容の相違</li> <li>【東海第二】 地盤変状の検討のみ実施。島根2号炉は斜面崩壊、地盤変状及び防波堤損傷の検討を実施。</li> <li>・ 検討内容の相違</li> <li>【柏崎6/7】 島根2号炉は津波による地形変化についても検討を実施。</li> <li>・ 検討内容の相違</li> <li>【柏崎6/7】 島根2号炉は津波による地形変化についても検討を実施。</li> </ul>

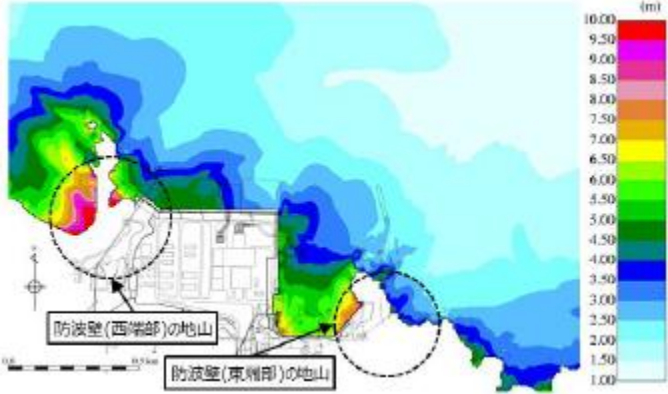
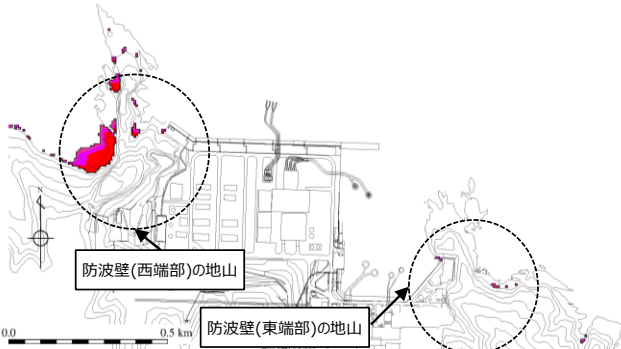
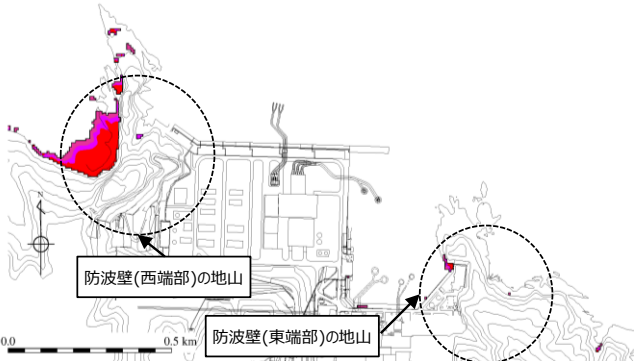
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 基準地震動Ss による損傷が想定される<u>防潮堤及び防波堤</u>については、それらが無い状態での津波評価を実施する。</li> <li>● 基準地震動Ss による沈下が想定される敷地については、沈下量を設定し地形に反映して、津波評価を実施する。</li>   <li>● 基準地震動Ss による崩壊が想定される周辺斜面については、斜面崩壊を考慮し、土砂の堆積形状を設定し地形に反映して、津波評価を実施する。</li> </ul>		<p>響要因として設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基準地震動S sによる地盤変状を想定して入力津波への影響の有無を検討し、入力津波の設定に影響を与える場合には、影響要因として設定する。</li> <li>● 基準地震動S sによる損傷が想定される防波堤について入力津波への影響の有無を検討し、入力津波の設定に影響を与える場合には、影響要因として設定する。</li> </ul>	<p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉には、防潮堤に当たる施設は存在しない。</p>

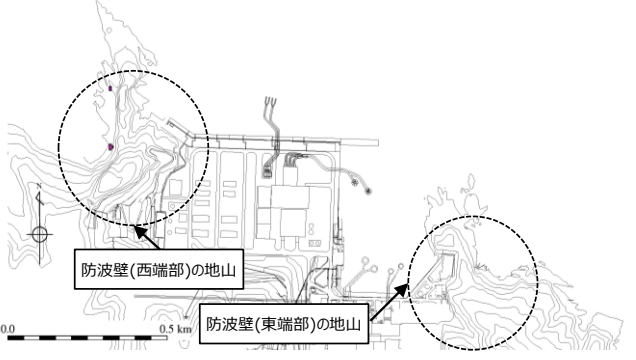
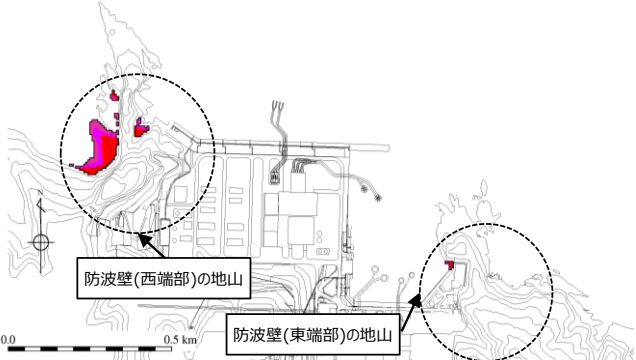


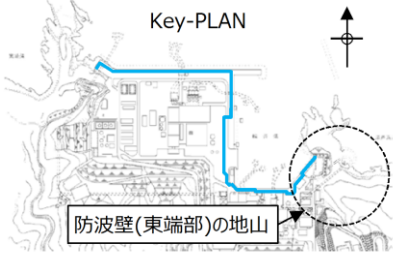
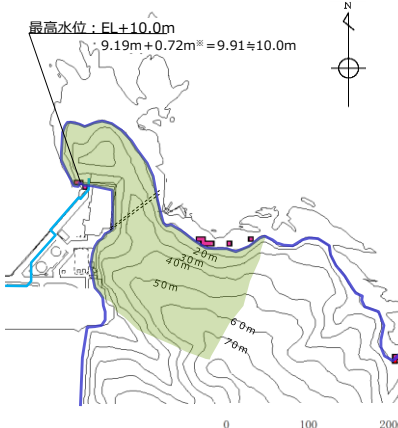
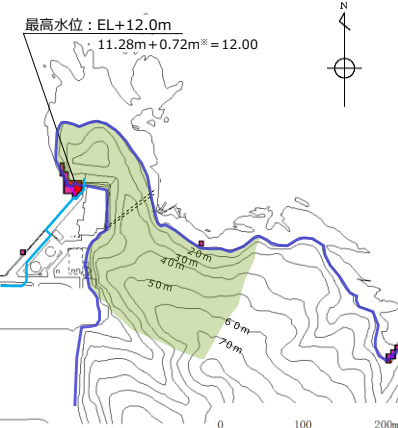
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>2. 敷地周辺斜面の崩壊に関する検討</p> <p>検討に当たっては、防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）は双方とも地山斜面（岩盤）に擦り付き、これらの地山が津波の敷地への地上部からの到達に対して障壁となっていることから、地山の耐震、耐津波設計上の位置付けも整理したうえで、基準地震動及び基準津波に対する健全性の確保について確認する。</p> <p>（1）津波遡上高の分布を踏まえた津波防護上の地山範囲の特定について</p> <p>敷地はEL. +15.0mの防波壁に取り囲まれており、その両端部は地山に擦り付き、その地山は津波防護上の障壁となっている（図2-1）。</p> <p>津波防護上の地山範囲は、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物が敷地EL. +8.5m盤にあることを踏まえ、水位上昇側の基準津波の中で、防波壁（東端部）付近及び防波壁（西端部）付近において水位EL. +8.5m以上が広範囲に分布する基準津波1（防波堤有り及び無し）の最大水位上昇量分布を基に検討する。水位上昇側の基準津波である基準津波1（防波堤有り及び無し）、基準津波2（防波堤有り）及び基準津波5（防波堤無し）の最大水位上昇量分布図を図2-2に示す。</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物が敷地EL. +8.5m盤にあることを踏まえ、防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）における敷地への遡上の可能性のある水位EL. +8.5m以上の最大水位上昇量分布を図2-3に示す。基準津波1（防波堤有り及び無し）の最大水位上昇量分布を踏まえ、津波防護上の地山範囲を図2-4に示すとおり特定した。</p> <p>津波防護上の地山範囲における地形断面図を図2-5に示す。</p> <p>防波壁（東端部）の地山は、南東側の標高が高く、幅が広くなっている。A-A'断面（高さ：26m、幅：63m）は、B-B'断面（高さ：44m、幅：145m）及びC-C'断面（高さ：69m、幅：396m）と比較して標高が低く、幅が狭いことから、津波防護の観点で最も厳しい断面と考え、津波防護を担保する地山斜面の検討対象はA-A'断面付近の範囲とする。津波防護を担保する地山斜面の検討対象（A-A'断面付近）は、防波壁等</p>	<p>・検討順序の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>柏崎6/7は、「4.3 敷地周辺斜面の崩壊形状の設定」において検討を実施。</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>に影響するおそれのある周辺斜面（赤枠）に概ね対応する。</p> <p>防波壁（西端部）の地山は、幅が広く、南西側の標高が高い。D-D'断面（高さ：27m、幅：139m）は、E-E'断面（高さ：56m、幅：208m）及びF-F'断面（高さ：77m、幅：185m）と比較して標高が低く、幅が狭いことから、津波防護の観点で最も厳しい断面と考え、津波防護を担保する地山斜面の検討対象はD-D'断面付近の範囲とする。津波防護を担保する地山斜面の検討対象（D-D'断面付近）は、防波壁等に影響するおそれのある斜面（赤枠）に概ね対応する。D-D'断面の西方の岬部分は、津波の敷地への到達に対して直接的な障壁となっていないことから、津波防護を担保する地山斜面の検討対象外とし、岬の東側付根の入り江以東を検討対象とする。なお、この断面は、表層の一部を厚さ約2m撤去する方針を示しているため、撤去する範囲を考慮し、以降の検討を実施する。</p>  <p>図2-1 地山位置図</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>図2-2(1) 最大水位上昇量分布図(基準津波1:防波堤有り)</p>  <p>図2-2(2) 最大水位上昇量分布図(基準津波1:防波堤無し)</p>  <p>図2-2(3) 最大水位上昇量分布図(基準津波2:防波堤有り)</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>図2-2(4) 最大水位上昇量分布図(基準津波5:防波堤無し)</p>  <p>図2-3(1) 最大水位上昇量分布図(基準津波1:防波堤有り) (EL. +8.5m以上表示)</p>  <p>図2-3(2) 最大水位上昇量分布図(基準津波1:防波堤無し) (EL. +8.5m以上表示)</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="1736 609 2507 735">図2-3(3) 最大水位上昇量分布図(基準津波2:防波堤有り) (EL. +8.5m以上表示)</p>  <p data-bbox="1736 1186 2507 1312">図2-3(4) 最大水位上昇量分布図(基準津波5:防波堤無し) (EL. +8.5m以上表示)</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;">Key-PLAN</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> : 防波壁</li> <li><span style="color: purple;">—</span> : 8.5mの等高線</li> <li><span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : 津波防護上の地山範囲</li> </ul> <p>(m)</p> <p style="background-color: #FF0000; color: white; padding: 2px;">9.50</p> <p style="background-color: #FF00FF; color: white; padding: 2px;">9.00</p> <p style="background-color: #FF00FF; color: white; padding: 2px;">8.50</p> <p>最大水位上昇量分布 (8.5m以上抜粋)</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>最高水位 : EL+10.0m : 9.19m+0.72m* = 9.91≒10.0m</p>  <p>基準津波 1 (防波堤有り)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>最高水位 : EL+12.0m : 11.28m+0.72m* = 12.00</p>  <p>基準津波 1 (防波堤無し)</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮</p> <p style="text-align: center;">図 2-4 (1) 防波壁(東端部)の地山: 基準津波 1 (左 防波堤有り, 右 防波堤無し)</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>Key-PLAN</p> <p>防波壁(西端部)の地山</p> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>防波壁</li> <li>8.5mの等高線</li> <li>津波防護上の地山範囲</li> </ul> <p>最大水位上昇量分布 (8.5m以上抜粋)</p> <p>9.50 (m)</p> <p>9.00</p> <p>8.50</p> <p>最高水位: EL+16.5m  <math>15.71\text{m} + 0.72\text{m}^*</math>  <math>= 16.44 \approx 16.5\text{m}</math></p> <p>最高水位: EL+17.4m  <math>16.63\text{m} + 0.72\text{m}^*</math>  <math>= 17.35 \approx 17.4\text{m}</math></p> <p>基準津波1 (防波堤有り)</p> <p>基準津波1 (防波堤無し)</p> <p>※ 朔望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮</p> <p>図2-4 (2) 防波壁(西端部)の地山: 基準津波1  (左 防波堤有り, 右 防波堤無し)</p>	

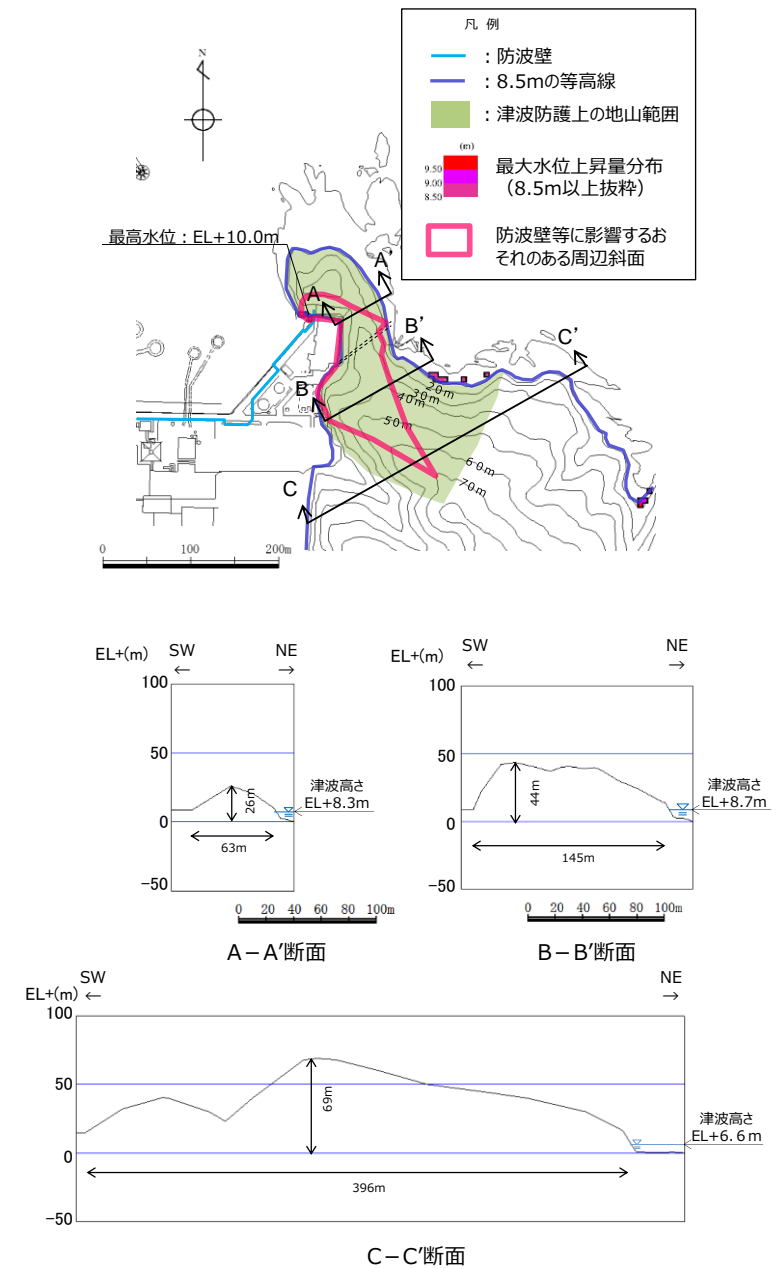
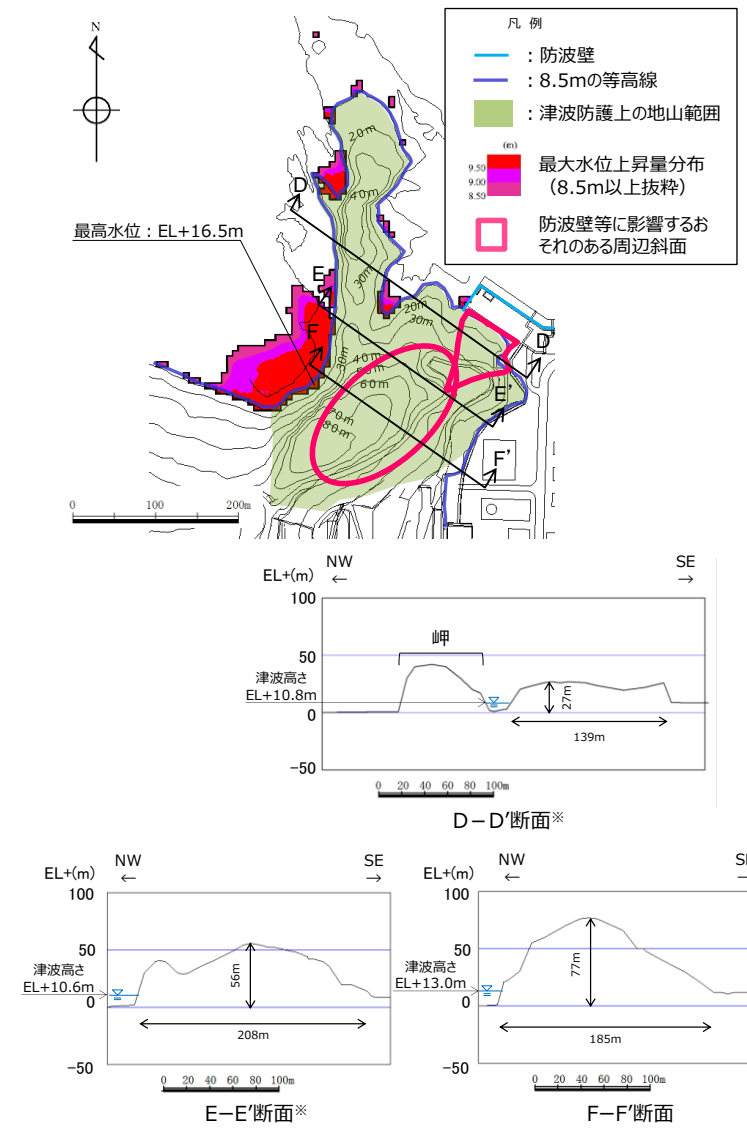


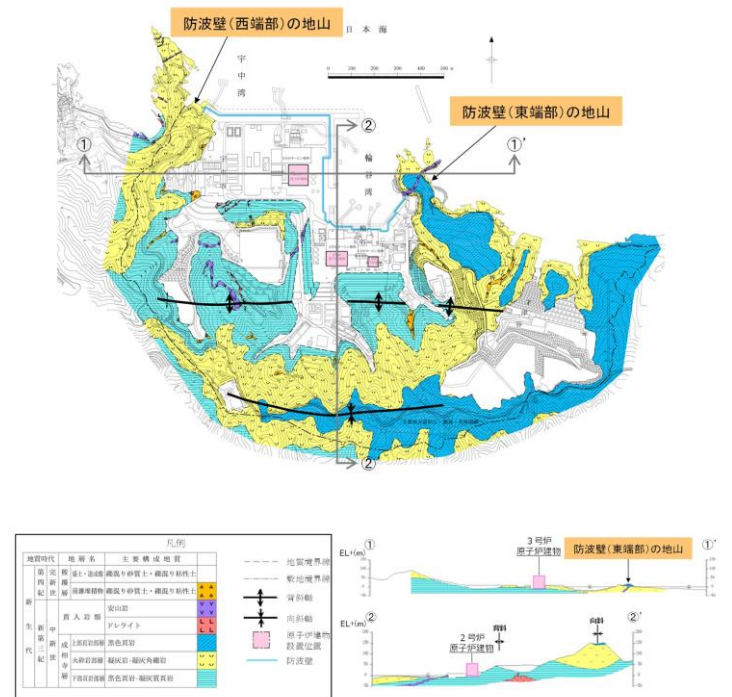
図2-5(1) 防波壁(東端部)の地形断面図



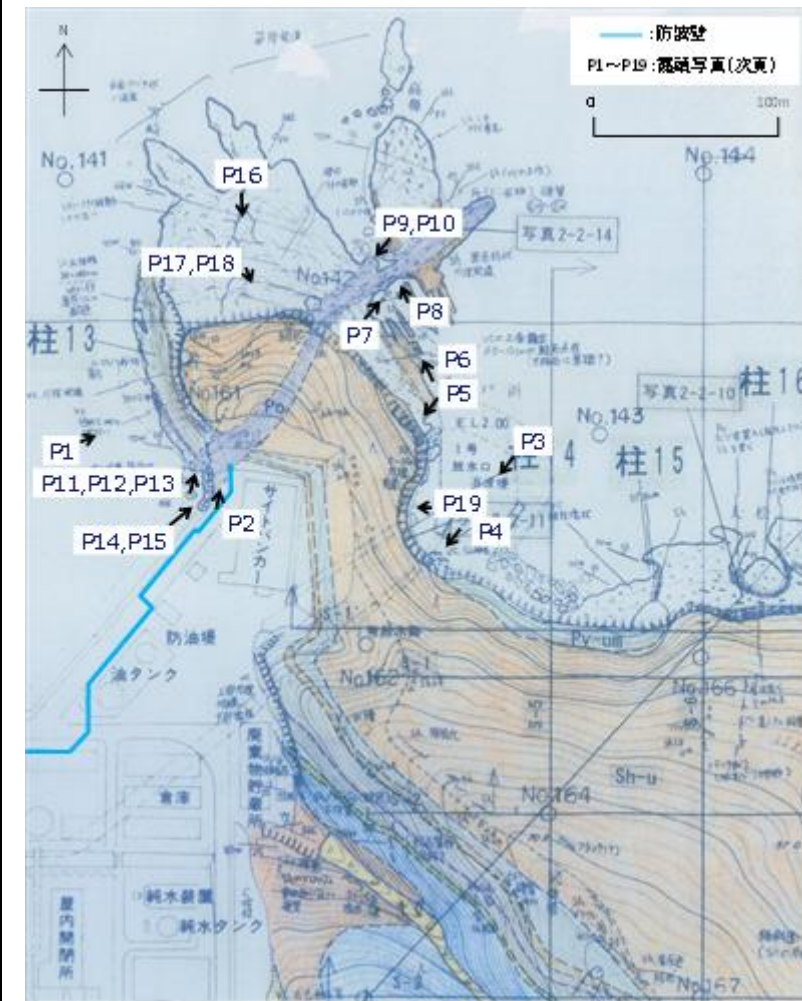


※ 地形形状は、礫質土・粘性土を切り取る前の形状。

図 2-5 (2) 防波壁 (西端部) の地形断面図

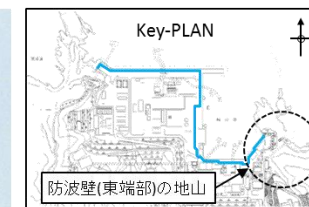
<p>柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>
		<p>(2) 地山の地質構造, 防波壁擦り付け部の構造・仕様</p> <p>津波防護上の地山の地質構造について述べるとともに, 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様について, 以下に示す。</p> <p>a. 敷地内の地質・地質構造</p> <p>島根原子力発電所の敷地内の地質図を図2-6に示す。敷地内の地質は, 新第三紀中新世の堆積岩類からなる成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四系の崖錐堆積物等から構成される。敷地に分布する成相寺層は, 下位より下部頁岩部層, 火砕岩部層, 上部頁岩部層の3つの部層に区分される。</p> <p>防波壁(東端部)の地山においては, 主として凝灰岩, 凝灰角礫岩よりなる「火砕岩部層」及び黒色頁岩よりなる「上部頁岩部層」が分布し, 安山岩の貫入が認められる。防波壁(西端部)の地山においては, 「火砕岩部層」が分布する。</p>  <p>図2-6 島根原子力発電所敷地内地質図</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>b. 防波壁(東端部)周辺の地質構造</p> <p>防波壁(東端部)周辺のルートマップを図2-7に、露頭状況写真を図2-8に示す。なおルートマップは平成8年の調査で作成したものである。</p> <p>防波壁(東端部)は、最高標高約35mの岬の一部を開削した法面に擦り付けている。この岬の海岸線沿いは全面露頭となっており、輪谷湾に面して高さ15m程度のほぼ垂直な崖が形成されている。地山は西北西走向、緩く北東に傾斜する火山礫凝灰岩及び黒色頁岩の互層からなり、北東走向の安山岩岩脈が認められ、露頭において断層構造や顕著な割れ目は認められない。岩盤表面は変質により褐色を呈する。岩質は堅硬であり、C<sub>M</sub>～C<sub>H</sub>級である。</p> <p>防波壁(東端部)周辺では、ボーリング調査を8本(No.142, 143, 161, 162, 164, 166, 602, 19E3)及び地表地質踏査を実施している。これらを踏まえて作成した防波壁(東端部)の全体的な地質・地質構造を示す地質断面図及び岩級断面図を図2-9に示す。</p> <p>防波壁(東端部)の地山は、黒色頁岩及び凝灰岩が西北西走向、北東緩傾斜の互層をなす単斜構造からなり、ここに北西傾斜の安山岩が貫入する。尾根部では表層風化によりD～C<sub>M</sub>級を呈するが、地山のほとんどがC<sub>H</sub>級である。この斜面において、褶曲や断層といった地質構造は認められず、シームは認められない。また、地滑り地形も認められない。</p>	






地質区分及び凡例

地質時代	地質名	記号	凡例
第四紀	埋土	ts	地質境界線
	埋没堆積物	tf	層面の走向・傾斜 (今回の調査)
新第三紀	珸岩	Pa	層面の走向・傾斜 ※ (既往の調査)
	粗粒玄武岩	Do	層面の走向・傾斜
新第三紀	上部黒色頁岩層	Sh-u	貫入面の走向・傾斜
	最上部フローユニット	Fy-u	層面の走向・傾斜
中生代	下部黒色頁岩層	Sh-l	写真位置
	上部フローユニット	Fy-u	柱1 露柱状露出位置
中生代	緑色凝灰岩	Tfg	ボーリング位置
	下部フローユニット	Fy-l	名称
中生代	黒色頁岩ブロック	Sh	断層名
	粗粒凝灰岩	Tfc	弾性変位測定線
中生代	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tf	断層動作成位置
	スランプ層	S Lu	空母
中生代	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tsh	
中生代	流紋岩質火砕岩	Ry	




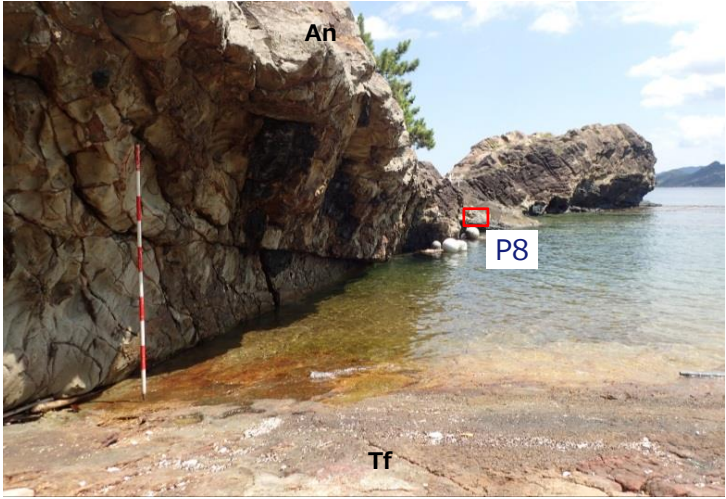
ルートマップに用いた略号  
 bk-Sh, Sh: 黒色頁岩  
 c-ss: 粗粒砂岩  
 msv: 塊状  
 Po: 安山岩  
 sdy-tf: 砂質凝灰岩  
 ss-Cg: 砂質礫岩  
 tf: 凝灰岩  
 tf-Ss: 凝灰質砂岩  
 vc: 火山礫凝灰岩

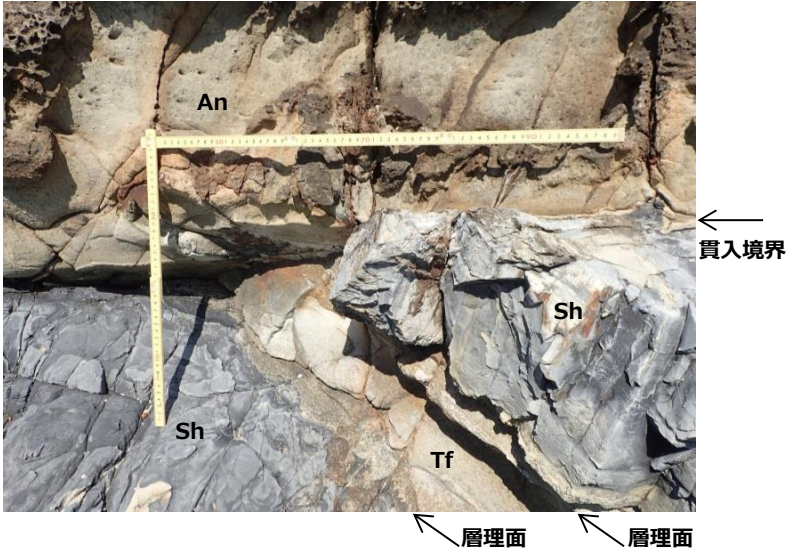
図2-7 防波壁(東端部)周辺のルートマップ

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="1825 520 2410 646"> <u>図2-8(1) 防波壁(東端部)露頭状況</u>  <u>P1 防波壁(東端部)全景</u>  <u>岩着部は尾根の先端を開削した法面に位置する。</u> </p>  <p data-bbox="1736 1014 2469 1129"> <u>図2-8(2) 防波壁(東端部)露頭状況</u>  <u>P2 防波壁岩着部</u>  <u>火山礫凝灰岩(Lp)及び安山岩(An), C<sub>M</sub>~C<sub>H</sub>級岩盤からなる。</u> </p>  <p data-bbox="1834 1409 2395 1486"> <u>図2-8(3) 防波壁(東端部)露頭状況</u>  <u>P3 防波壁(東端部)全景(1号炉放水口側)</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="1852 701 2386 779">図2-8(4) 防波壁(東端部)露頭状況 P4 斜面部</p> <p data-bbox="1739 793 2496 911">斜面部は黒色頁岩・凝灰岩の互層からなり、岩盤は直立しC<sub>M</sub>~C<sub>H</sub>級岩盤である。凝灰岩の細粒部が選択的侵食を受け、凹凸組織を呈する。</p>  <p data-bbox="1852 1377 2386 1455">図2-8(5) 防波壁(東端部)露頭状況 P5 斜面端部</p> <p data-bbox="1816 1465 2407 1497">斜面端部は黒色頁岩・凝灰岩の互層, C<sub>H</sub>級である。</p>	

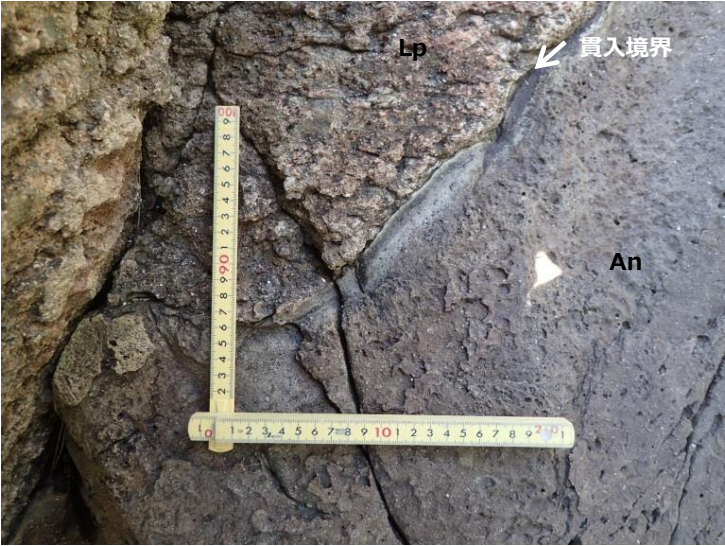
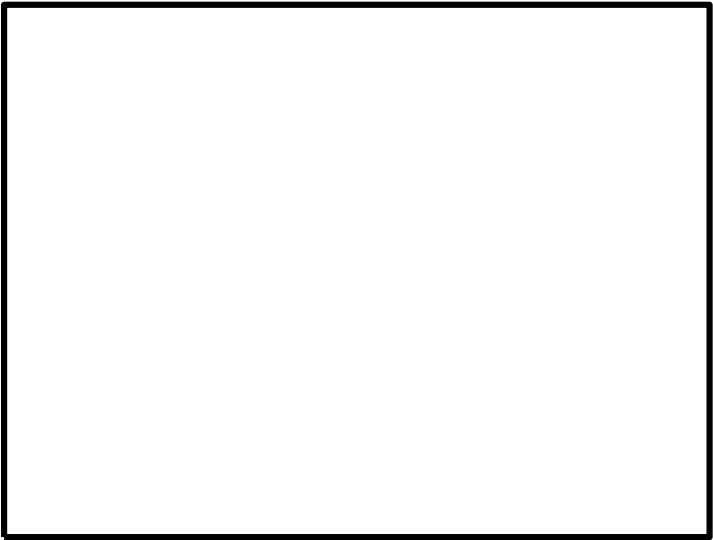
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1852 701 2386 735">図2-8(6) 防波壁(東端部)露頭状況</p> <p data-bbox="1991 747 2243 781">P6 安山岩岩脈(An)</p> <p data-bbox="1739 793 2499 869">安山岩は黒色頁岩(Sh)・凝灰岩(Tf)に比べ侵食に対する強抵抗性を示し、海面から突出した地形をなす。</p>  <p data-bbox="1852 1423 2386 1457">図2-8(7) 防波壁(東端部)露頭状況</p> <p data-bbox="1947 1470 2291 1503">P7 安山岩岩脈下盤境界全景</p> <p data-bbox="1739 1516 2499 1591">貫入境界下盤側の母岩(黒色頁岩・凝灰岩)は侵食により削剥されている。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1852 835 2386 865">図2-8(8) 防波壁(東端部)露頭状況</p> <p data-bbox="1941 884 2297 913">P8 安山岩岩脈下盤境界拡大</p> <p data-bbox="1739 926 2499 1045">貫入境界(N40E 56N)は黒色頁岩・凝灰岩の層理面に斜交し、密着する。安山岩側に急冷縁あり。貫入境界付近に破碎構造は認められない。</p>	






柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1843 1060 2445 1182">           図2-8(9) 防波壁(東端部)露頭状況            P9 安山岩岩脈(An)上盤境界            貫入境界(N48E 42N)は火山礫凝灰岩(Lp)に密着する。         </p>  <p data-bbox="1843 1780 2398 1856">           図2-8(10) 防波壁(東端部)露頭状況            P10 貫入境界拡大 安山岩側に急冷縁あり。         </p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1774 306 2466 831" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1834 926 2398 1003" data-label="Caption"> <p>図2-8(11) 防波壁(東端部)露頭状況 P11 防波壁岩着部</p> </div> <div data-bbox="1792 1073 2445 1528" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1834 1556 2398 1633" data-label="Caption"> <p>図2-8(12) 防波壁(東端部)露頭状況 P12 安山岩岩脈(An)上盤境界</p> </div> <div data-bbox="1739 1646 2502 1766" data-label="Text"> <p>みかけ水平な層理の明瞭な火山礫凝灰岩(Lp)に貫入境界が斜交する。火山礫凝灰岩の層理は整然としており、境界付近に破碎構造は認められない。</p> </div>	



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1765 835 2463 961">           図2-8(13) 防波壁(東端部)露頭状況            P13 安山岩岩脈上盤境界            貫入境界は火山礫凝灰岩に密着し、安山岩側に急冷縁あり。         </p>  <p data-bbox="1834 1554 2398 1633">           図2-8(14) 防波壁(東端部)露頭状況            P14 防波壁岩着部         </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="1834 1150 2404 1276">           図2-8(15) 防波壁(東端部)露頭状況            P15 安山岩岩脈(An)下盤境界            貫入境界は火山礫凝灰岩(Lp)に密着する。         </p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1834 835 2398 957">           図2-8(16) 防波壁(東端部)露頭状況            P16 地山北端部            堅硬な火山礫凝灰岩が広く露出する。         </p>  <p data-bbox="1834 1509 2398 1631">           図2-8(17) 防波壁(東端部)露頭状況            P17 地山北端部            火山礫凝灰岩 C<sub>0</sub>級         </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="1834 743 2407 825">図2-8(18) 防波壁(東端部)露頭状況 P18 火山礫凝灰岩 C<sub>H</sub>級</p>  <p data-bbox="1834 1329 2407 1411">図2-8(19) 防波壁(東端部)露頭状況 P19 防波扉北側岩着部拡大</p> <p data-bbox="1736 1419 2504 1501">岩盤に崩壊するような緩みや高角度亀裂等の顕著な変状は認められない。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)

東海第二発電所 (2018.9.12版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

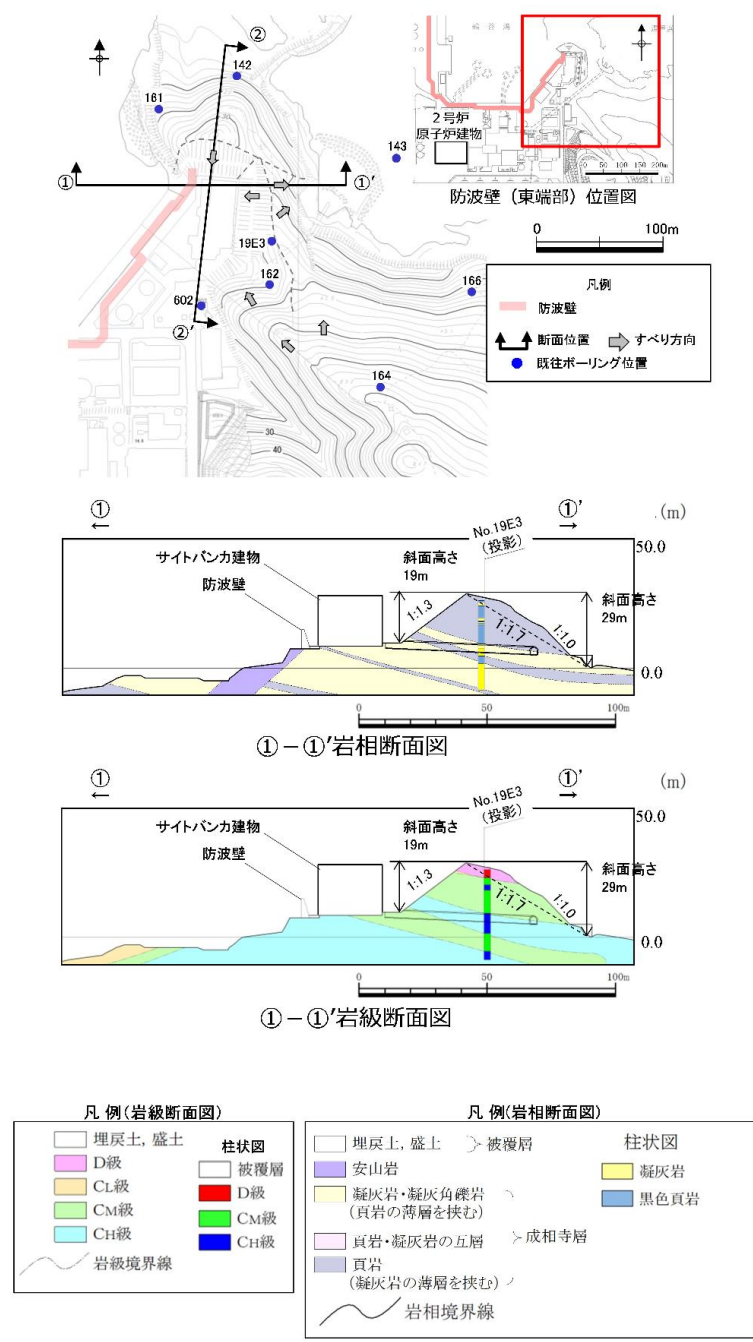
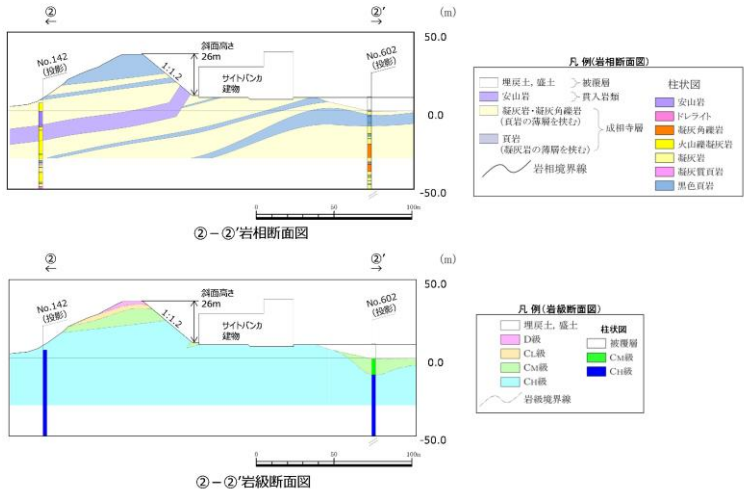


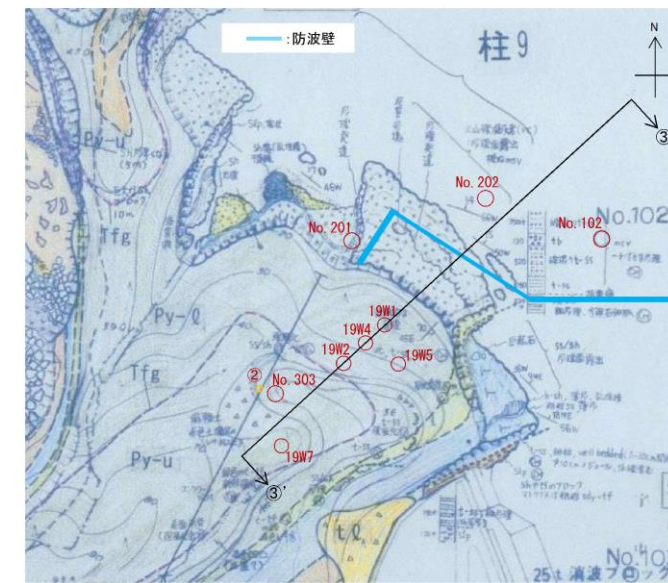
図2-9(1) 防波壁(東端部) 地質断面図・岩級断面図  
①-①'断面

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>図 2-9 (2) 防波壁(東端部)地質断面図・岩級断面図 ②-②'断面</p>	



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>c. 防波壁（西端部）周辺の地質構造</p> <p>防波壁（西端部）周辺のルートマップ（平成8年の調査により作成）を図2-10に示す。また、防波壁（西端部）周辺において、ボーリングコアや露頭の状況を整理し作成した詳細ルートマップ及び模式柱状図を図2-11に示す。</p> <p>防波壁（西端部）周辺は、凝灰岩及び火山礫凝灰岩を主体とし、凝灰角礫岩や黒色頁岩、ドレライトを挟む。西北西～北西走向、北東緩傾斜であり、局所的なスランプ褶曲が認められる。詳細ルートマップでは、複数箇所を確認される特徴的な岩相として、火山礫凝灰岩からなるK1pと黒色頁岩を主体とするKshを鍵層として扱い標記した。露頭状況写真を図2-12に示す。</p> <p>防波壁（西端部）は、緩く北東に傾斜する斜面の標高15m以下に擦り付けている。独立行政法人防災科学技術研究所（以下、「防災科研」）が作成した地すべり地形分布図（平成17年）では、防波壁（西端部）周辺に位置する地滑り地形が示されている（以下、「防災科研調査結果」）。地形判読の結果、独立行政法人防災科学技術研究所（以下、「防災科研」）の地滑り土塊とされる箇所に等高線の乱れが認められることから、表層すべりが想定される。</p> <p>現地調査の結果、防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所の側方崖末端部においては、おおむね新鮮堅硬な岩盤が認められ、そこに断層構造や顕著な割れ目は認められず、また地滑り末端部付近に生じる層理面の乱れや圧縮構造は確認されない。図2-13及び図2-14に示すとおり、周辺のボーリング調査結果（No.201孔・No.303孔）及び2号炉放水路トンネル切羽面観察結果においても滑り面は認められない。</p> <p>また、防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所の側面である開削面露頭では、凝灰岩を主体とし、最下部及び上部に黒色頁岩薄層、ほぼ中央に火山礫凝灰岩層が認められる。これらの岩相境界は明瞭で、ほぼ平滑な境界を有する。露頭最上部には粘性土及び礫質土が分布する。層理面は北へ緩く傾斜し、これに直交する高角度割れ目が認められる。露頭全体が弱変質により淡褐色を呈するが、堅硬な岩盤が認められ、シームや断層、褶曲、深層崩壊に伴う地滑り面は認められなかったが、開削面露頭上部で認められた礫質土及び粘性土（層厚：約2m）については、空中写真判読で認められた表層すべりに相当する可能性</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>が考えられる。</p> <p>深層崩壊に伴う地滑り面は認められないことから、地滑り地形ではないと判断されるが、防災科研調査の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土については、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、防波壁周辺斜面の安定性確保のため撤去する。また、標高40mより上方斜面においても礫質土が認められたことから、ルートマップ（平成8年調査）に記載された「崩積土」の範囲について、岩盤まで礫質土を全て撤去する。斜面对策工の概要について図2-15に示す。</p> <p>防波壁（西端部）周辺では、ボーリング調査を14本（No.101, 201, 202, 203, 204, 303, 304, 308, 19W1, 19W2, 19W3, 19W4, 19W5, 19W7）及び地表地質踏査を実施している。これらを踏まえて作成した防波壁（西端部）の全体的な地質・地質構造を示す地質断面図及び岩級断面図を図2-16に示す。</p> <p>防波壁（西端部）の地山は、黒色頁岩、凝灰質頁岩及び凝灰岩が西北西走向、北東緩傾斜の互層をなす単斜構造からなり、ここにシル状にドレライトと安山岩が貫入する。尾根部では表層風化によりD～C<sub>0</sub>級を呈するが、地山のほとんどがCH級である。この斜面において、褶曲や断層といった地質構造は認められず、シームは認められない。</p>	



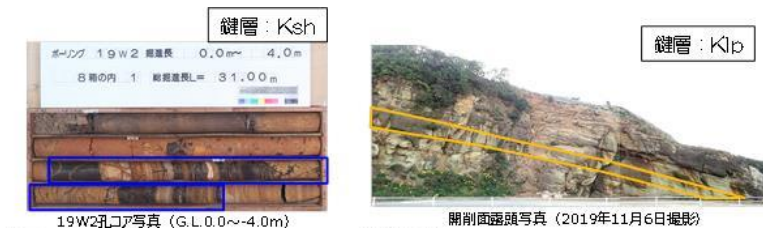
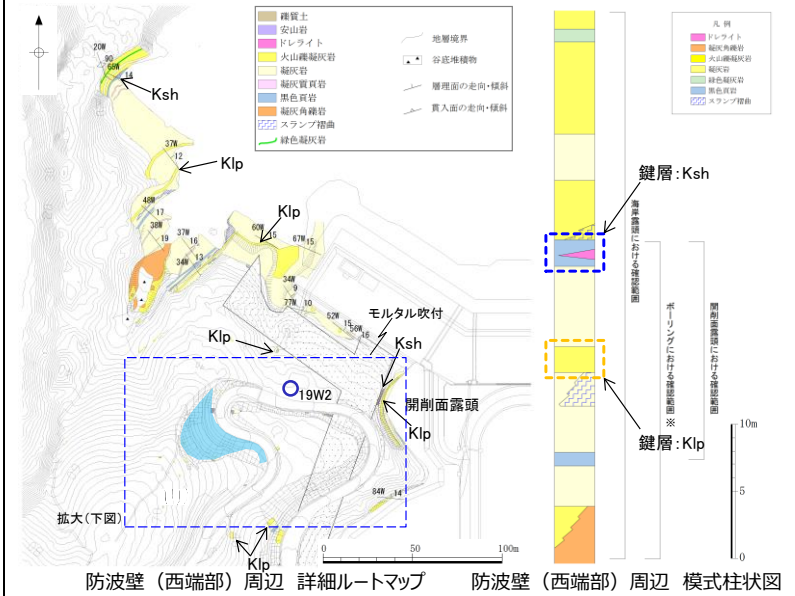
地質区分及び凡例

地質時代	地質名	記号	地質境界線
新 第三紀	礫土	bl	地質境界線
	礫層堆積物	lf	階層面の走向・傾斜 (今回の調査)
新 第四紀	沖積層	Py	階層面の走向・傾斜 (既往の調査)
	粗粒瓦礫層	Sh	階層面の走向・傾斜
中 第四紀	上部黒色頁岩層	Sh-u	真入面の走向・傾斜
	真上部フローユニット	Py-us	階層面の走向・傾斜
旧 第四紀	下部黒色頁岩層	Sh-l	階層面の走向・傾斜
	上部フローユニット	Py-u	階層面の走向・傾斜
新 第三紀	緑色凝灰岩	Tfg	柱1 露頭柱状位置
	下部フローユニット	Py-l	ボーリング位置 凡例
旧 第三紀	黒色頁岩・凝灰質頁岩層	Sh/TF	階層面
	スランプ層	Slp	階層面
代 第三紀	黒色頁岩・凝灰質頁岩層	Sh/Tch	階層面
	流紋岩質頁岩	Py	階層面



ルートマップに用いた略号  
 b-Sh, Sh: 黒色頁岩  
 c-tf: 粗粒凝灰岩  
 msv: 塊状  
 Po, An: 安山岩  
 sdy-tf: 砂質凝灰岩  
 Slp: スランプ層  
 ss: 砂岩  
 tb: 凝灰角礫岩  
 tf: 凝灰岩  
 t-ss: 凝灰質砂岩  
 vc: 火山礫凝灰岩  
 well bedded: 層理発達

図2-10 防波壁(西端部)周辺のルートマップ



鍵層：Ksh  
 黒色頁岩を主体とし、凝灰質頁岩と互層をなす。トレイト岩床を伴う場合あり。層厚約1~1.5m。

鍵層：Klp  
 φ2cm程度の流紋岩質火山礫を多く含む。層厚約1~2m。  
 (※標高40m付近より下方の情報に基づき作成)

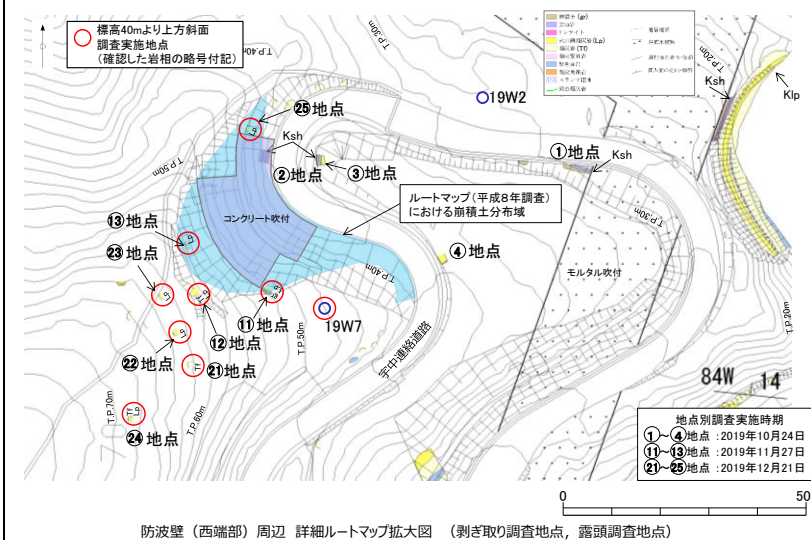


図2-11 防波壁(西端部)周辺の詳細ルートマップ及び模式柱状図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>図2-12(1) 防波壁(西端部)露頭状況 地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所</p> <p>図2-12(2) 防波壁(西端部)露頭状況 地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所</p>	



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

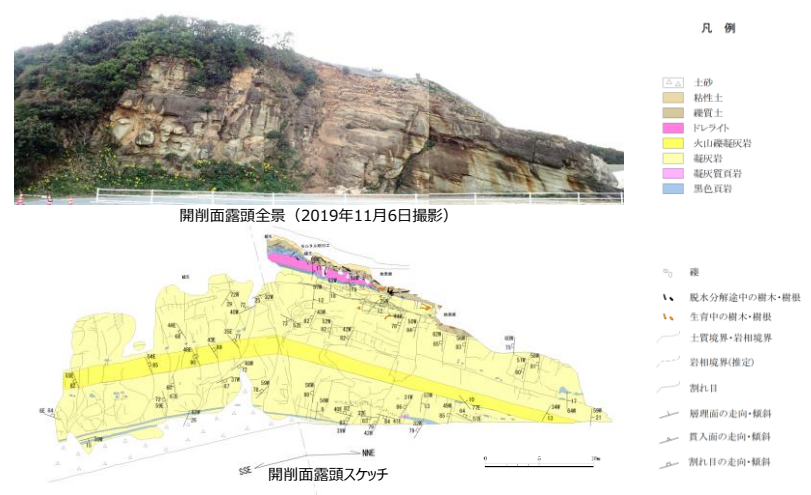


図2-12(3) 防波壁(西端部)露頭状況  
開削面露頭全景

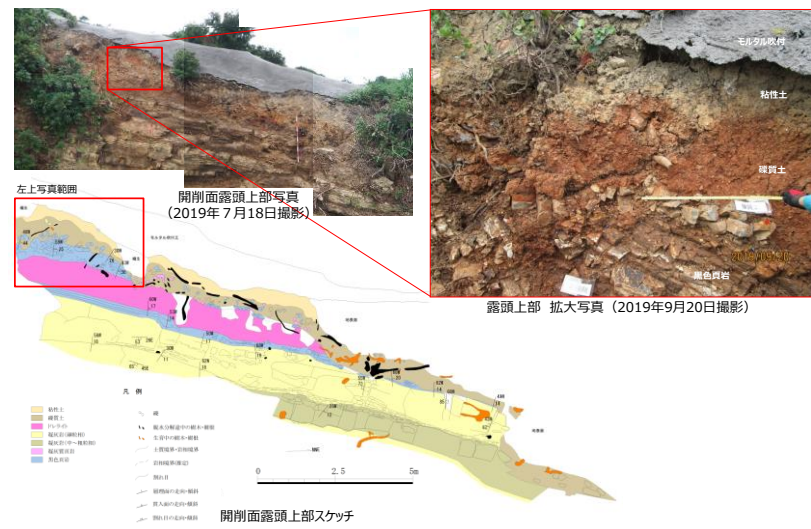
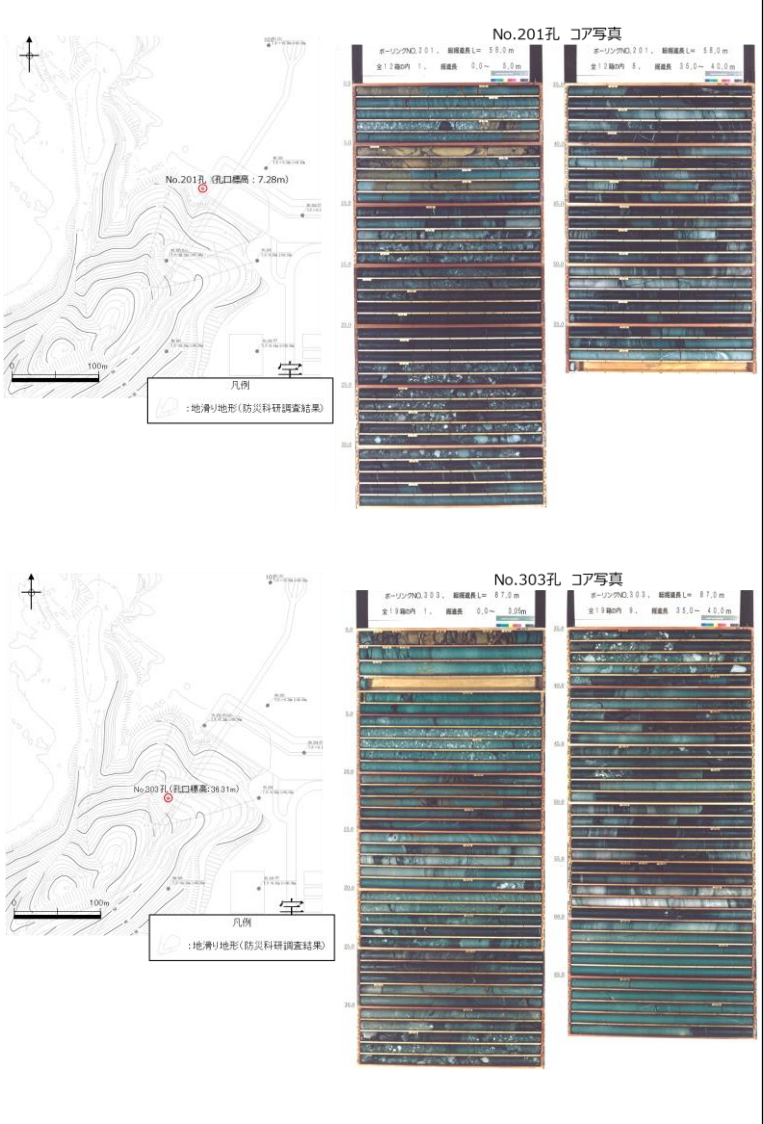
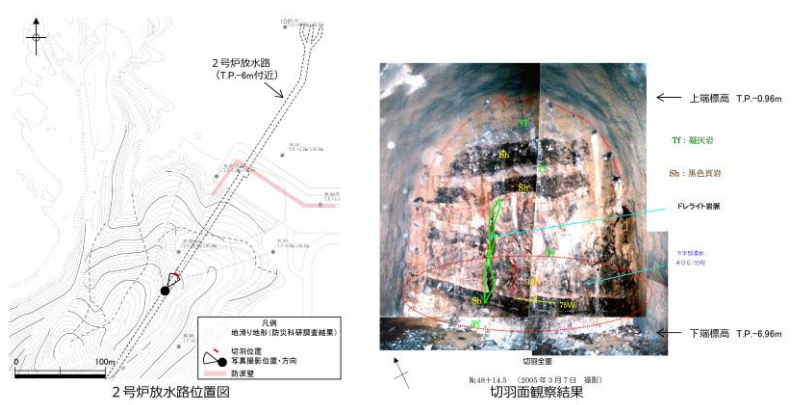
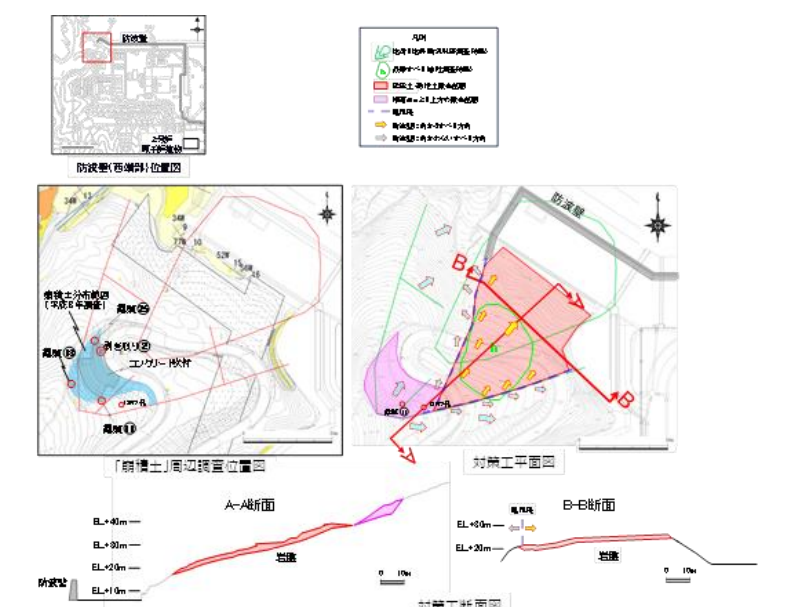


図2-12(4) 防波壁(西端部)露頭状況  
開削面露頭上部

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1765 1375 2478 1407">図 2-13 地滑り地形①近傍で掘削されたボーリングコア写真</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>2号炉放水路 (直径約6m) の切羽面観察結果</p>	
		 <p>防波壁 (西端部) 斜面对策工</p>	



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

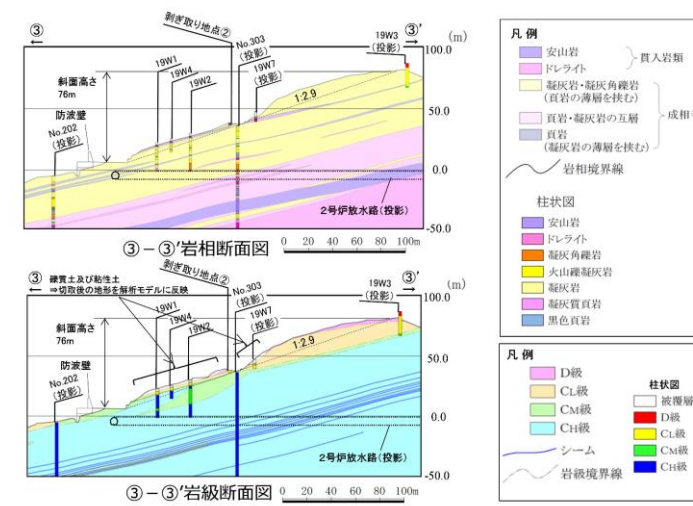
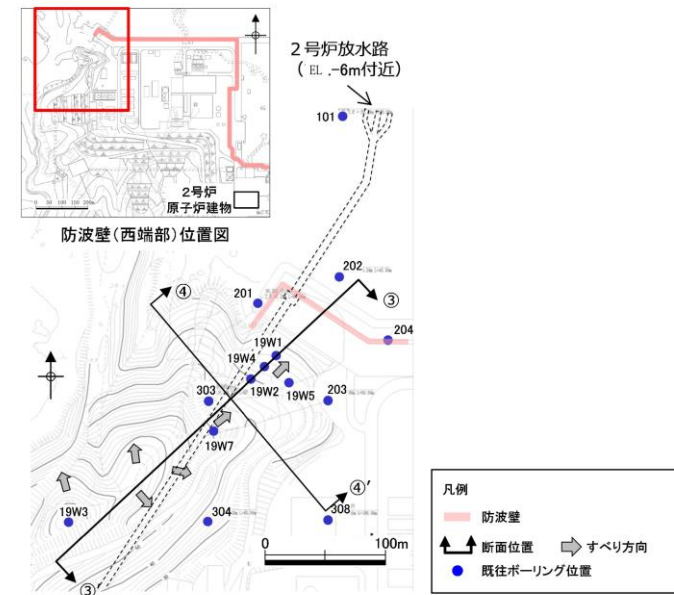


図2-16(1) 防波壁(西端部) 地質断面図・岩級断面図  
③-③' 断面

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

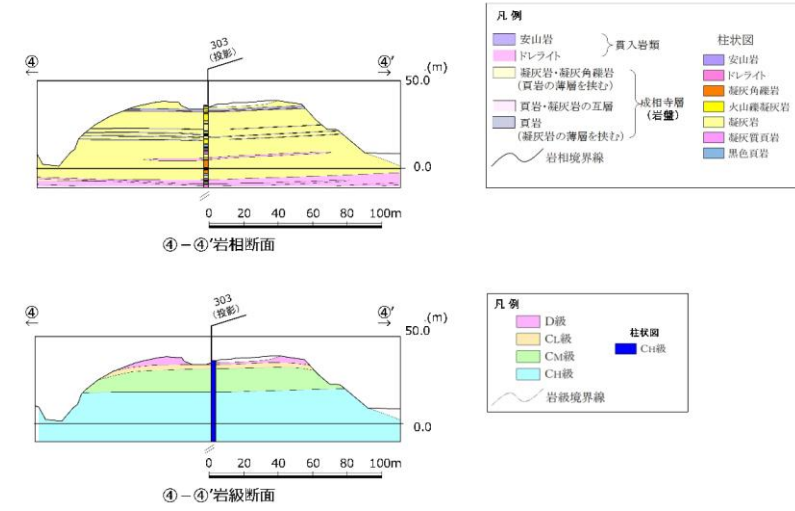
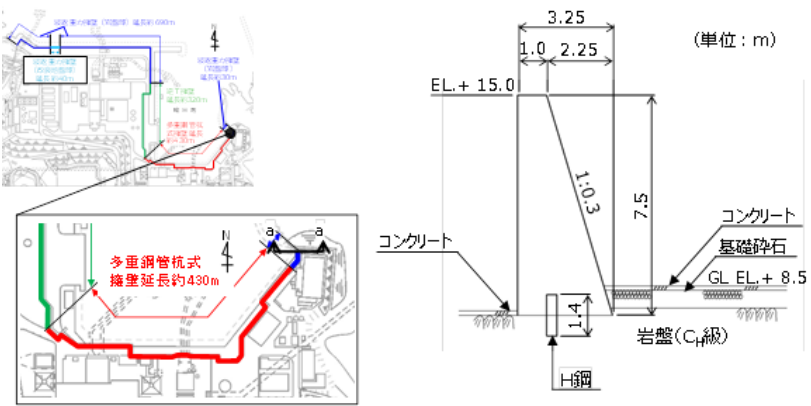


図 2-16 (2) 防波壁 (西端部) 地質断面図・岩級断面図  
④-④' 断面

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様</p> <p>防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）の擦り付け部の構造図及び状況写真を図2-17～22に示す。</p> <p>防波壁（波返重力擁壁）東端部（a-a断面）については、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼（H-350×350×12×19）を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、防波壁の前面及び背面において、露出した岩盤を保護する目的でコンクリートで被覆した。</p> <p>防波壁（波返重力擁壁）西端部（b-b断面）については、東端部同様、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼（H-350×350×12×19）を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、防波壁の前面及び背面において、露出した岩盤を保護する目的でコンクリートで被覆した。</p>  <p>図2-17 防波壁（波返重力擁壁）東端部（a-a断面）断面図</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1774 296 2410 779" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1905 793 2332 823" data-label="Caption"> <p>図 2 - 18 防波壁東端部 状況写真</p> </div> <div data-bbox="1813 890 2427 1352" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1881 1373 2356 1402" data-label="Caption"> <p>図 2 - 19 防波壁東端部 岩盤露出状況</p> </div>	

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

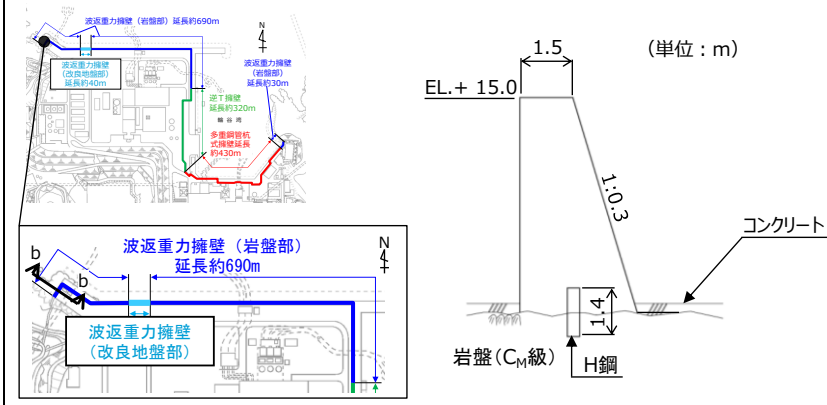
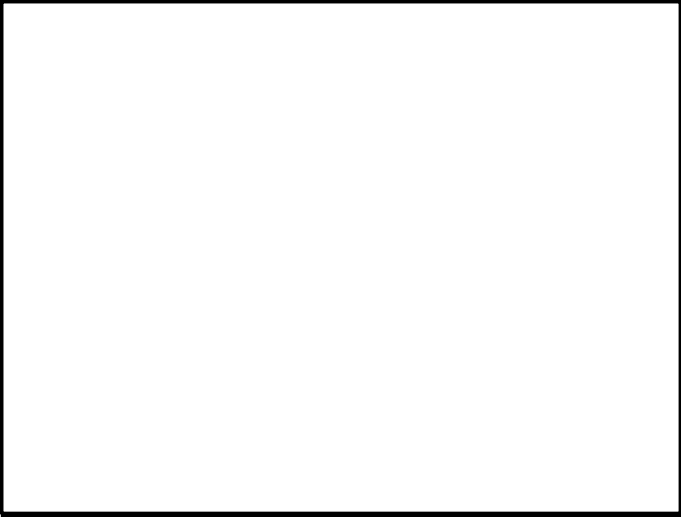


図2-20 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部 (b-b断面) 断面図



図2-21 防波壁西端部 状況写真



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="1881 793 2356 827">図2-22 防波壁西端部 岩盤露出状況</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) 地山の耐震, 耐津波設計上の位置付け</p> <p>防波壁両端部の地山について, 耐震, 耐津波設計上の位置付けを表2-1に整理した。これを踏まえ, 以下の検討を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 検討1: 津波防護施設と同等の機能を有する斜面において, 基準地震動<math>S_s</math>による地山のすべり安定性評価を行い, 基準地震動に対する健全性を確保していることを説明する。</li> <li>● 検討2: 津波防護施設同等の機能を有する斜面において, 波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性の確認及び基準津波による地山の安定性評価を行い, 基準津波に対する健全性を確保していることを説明する。</li> </ul> <p>このほか, 当該地山については, 防波壁の支持地盤としての地山及び防波壁及び1号放水連絡通路防波扉の周辺斜面としての役割もあるため, 耐震, 耐津波設計上の位置付けを整理した。</p> <p>表2-1 防波壁両端部の地山の耐震, 耐津波設計上の位置付け</p> <table border="1" data-bbox="1745 1060 2490 1619"> <thead> <tr> <th>設計上の役割</th> <th>耐震設計上の位置付け</th> <th>耐津波設計上の位置付け</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①津波防護を担保する地山斜面 (5条)</td> <td>・津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は, 基準地震動による地震力に対して, 要求される津波防護機能を保持できるようにする。【検討1】</td> <td>・津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は, 波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し, 入力津波に対する津波防護機能が保持できるようにする。【検討2】</td> </tr> <tr> <td>②防波壁の支持地盤としての地山 (3条)</td> <td>・防波壁と地山との擦り付け部は, 液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮しても, 施設の安全機能が損なわれるおそれがないようにする。 ⇒「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり, 堅硬な岩盤に支持されていることから, 液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状は発生しない。</td> <td>・防波壁と地山との擦り付け部は, 構造不連続による相対変位, ずれ等が構造健全性, 安定性, 止水性や水密性に影響を及ぼさないようにする。 ⇒「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり, 岩盤を露出させ, H鋼を打設し, 重力擁壁を堅硬な岩盤に直接設置していることから, 構造不連続による相対変位, ずれ等は発生しない。</td> </tr> <tr> <td>③防波壁の周辺斜面 (4条)</td> <td>・防波壁の周辺斜面 (「(1) 津波遡上高の分布を踏まえた津波防護上の地山範囲の特定について」参照) は, 想定される地震動の地震力により崩壊し, 当該施設の安全機能が重大な影響を受けないようにする。</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	設計上の役割	耐震設計上の位置付け	耐津波設計上の位置付け	①津波防護を担保する地山斜面 (5条)	・津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は, 基準地震動による地震力に対して, 要求される津波防護機能を保持できるようにする。【検討1】	・津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は, 波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し, 入力津波に対する津波防護機能が保持できるようにする。【検討2】	②防波壁の支持地盤としての地山 (3条)	・防波壁と地山との擦り付け部は, 液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮しても, 施設の安全機能が損なわれるおそれがないようにする。 ⇒「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり, 堅硬な岩盤に支持されていることから, 液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状は発生しない。	・防波壁と地山との擦り付け部は, 構造不連続による相対変位, ずれ等が構造健全性, 安定性, 止水性や水密性に影響を及ぼさないようにする。 ⇒「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり, 岩盤を露出させ, H鋼を打設し, 重力擁壁を堅硬な岩盤に直接設置していることから, 構造不連続による相対変位, ずれ等は発生しない。	③防波壁の周辺斜面 (4条)	・防波壁の周辺斜面 (「(1) 津波遡上高の分布を踏まえた津波防護上の地山範囲の特定について」参照) は, 想定される地震動の地震力により崩壊し, 当該施設の安全機能が重大な影響を受けないようにする。	—	
設計上の役割	耐震設計上の位置付け	耐津波設計上の位置付け													
①津波防護を担保する地山斜面 (5条)	・津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は, 基準地震動による地震力に対して, 要求される津波防護機能を保持できるようにする。【検討1】	・津波防護施設と同等の機能を有する地山斜面は, 波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し, 入力津波に対する津波防護機能が保持できるようにする。【検討2】													
②防波壁の支持地盤としての地山 (3条)	・防波壁と地山との擦り付け部は, 液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮しても, 施設の安全機能が損なわれるおそれがないようにする。 ⇒「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり, 堅硬な岩盤に支持されていることから, 液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状は発生しない。	・防波壁と地山との擦り付け部は, 構造不連続による相対変位, ずれ等が構造健全性, 安定性, 止水性や水密性に影響を及ぼさないようにする。 ⇒「(2) d. 防波壁端部の擦り付け部の構造及び防波壁の仕様」に示すとおり, 岩盤を露出させ, H鋼を打設し, 重力擁壁を堅硬な岩盤に直接設置していることから, 構造不連続による相対変位, ずれ等は発生しない。													
③防波壁の周辺斜面 (4条)	・防波壁の周辺斜面 (「(1) 津波遡上高の分布を踏まえた津波防護上の地山範囲の特定について」参照) は, 想定される地震動の地震力により崩壊し, 当該施設の安全機能が重大な影響を受けないようにする。	—													

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(4) 基準地震動に対する健全性確保の見直し</p> <p>a. 評価方針</p> <p>検討1の基準地震動に対する健全性確保として、津波防護を担保する地山の安定性評価を実施する。地山の地震による安定性評価について、基準地震動に対する健全性確保の見直しを説明する。</p> <p>検討に当たっては、図2-23の検討フローに基づいて実施する。</p> <p>図2-23 検討フロー</p>	

b. 防波壁端部地山のグループ分け

津波防護上の地山範囲について、図2-24のとおり防波壁（東端部）と防波壁（西端部）にグループ分けし、それぞれで評価対象斜面を選定する。

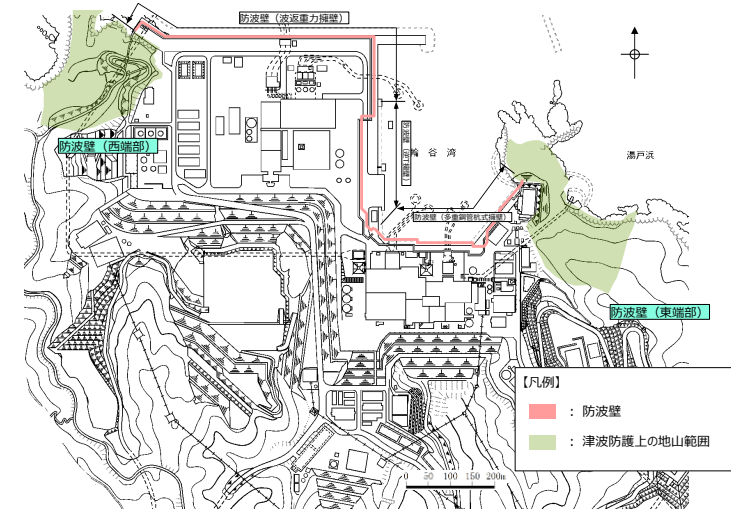


図2-24 防波壁端部地山のグループ分け

c. 評価方法

評価対象斜面の選定は、図2-25に示す影響要因及び簡便法のすべり安全率を踏まえて行う。

簡便法及び2次元動的FEM解析に用いる解析用物性値及び解析手法は、周辺斜面の安定性評価で使用したものをを用いる。

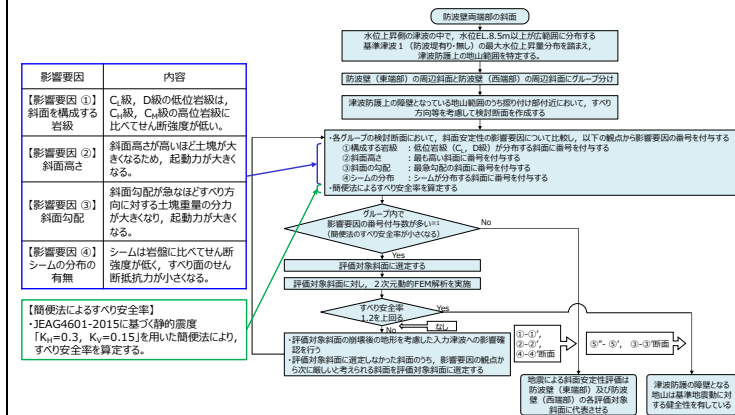
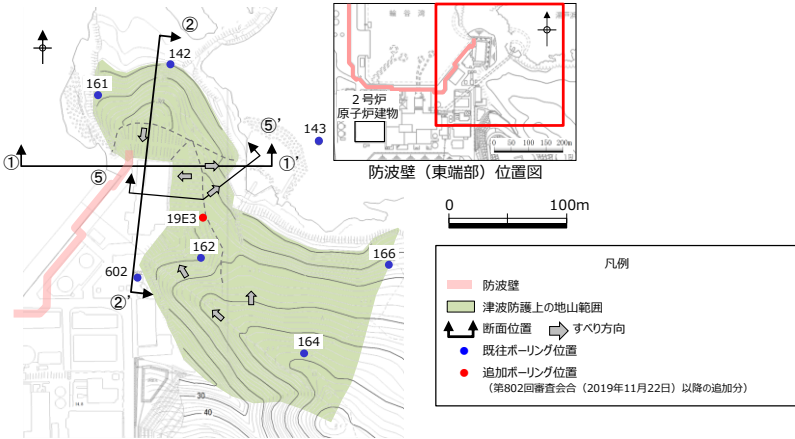


図2-25 評価対象斜面の選定に用いる影響要因等

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>d. 評価対象斜面の選定</p> <p>(a) 防波壁(東端部)の評価対象斜面の選定</p> <p>防波壁(東端部)の津波防護上の地山範囲のうち擦り付け部付近において、すべり方向等を考慮して以下のとおり①-①'断面、②-②'断面及び⑤-⑤'断面の検討断面を作成し、この中から評価対象斜面を選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①-①'断面は、防波壁東側斜面の斜面幅が最も狭い箇所を通り、地形が急勾配となる方向に設定した。</li> <li>②-②'断面は、防波壁北側斜面の頂部を通り、風化層が厚くなる尾根部を通るように設定した。</li> <li>⑤-⑤'断面は、防波壁東側斜面の斜面幅が狭い箇所を通り、尾根を境に海側・陸側にそれぞれ地形が最急勾配となる方向に設定した。</li> </ul>  <p>図2-26 評価対象断面の選定 検討断面位置図</p>	



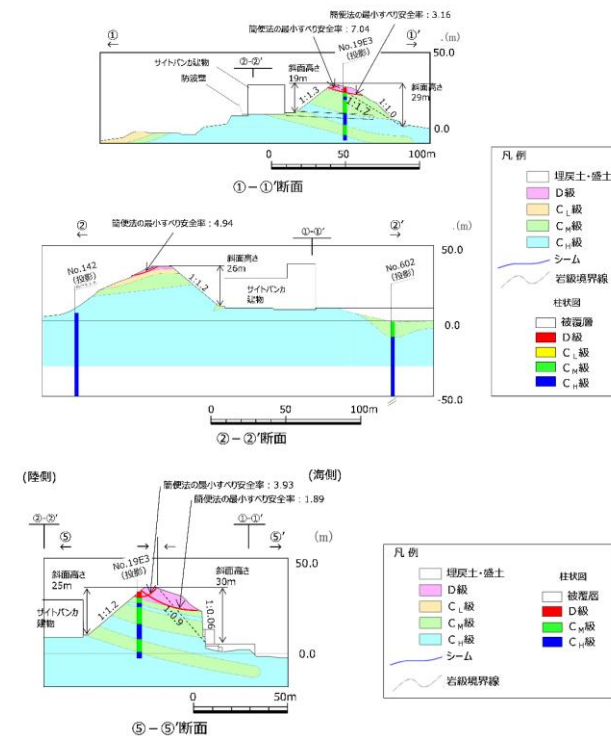


図2-27 評価対象断面の選定 検討断面 地質鉛直断面図(岩級, シーム)

①-①'断面, ②-②'断面及び⑤-⑤'断面について表2-2のとおり比較を行った結果, ⑤-⑤'断面のうち海側の斜面を2次元動的FEM解析の評価対象斜面に選定した。

表2-2 防波壁(東端部) 評価対象斜面の選定結果

防波壁東端部斜面	影響要因① 【影響要因①】 構成する岩級	影響要因②			該当する影響要因	影響要因の安全率 $\gamma$	選定理由
		【影響要因②】 斜面高さ	【影響要因②】 斜面の勾配	【影響要因②】 シームの分布の有無			
①-①'	陸側 すべり	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D級	19m	1:1.3	なし	①	⑤-⑤'断面(海側すべり)に比べ、平均勾配は緩い。表層のD級岩質は多いこと、斜面高が低いこと、及び影響要因の最小安全率が大きいことから、⑤-⑤'断面(海側すべり)の評価に代表させる。
	海側 すべり	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D級	29m	1:1.7 (一部、1:1.0 の急勾配部あり)	なし	①	
②-②'	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D級	26m	1:1.2	なし	①	4.94	
⑤-⑤'	陸側 すべり	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D級	25m	1:1.2	なし	①	
	評価対象斜面に選定 すべり	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D級	30m	1:0.9 (一部、1:0.06 の急勾配部あり)	なし	①, ②	1.89

①: 番号を付与する影響要因 ②: 影響要因の番号付与が多い(影響要因の安全率が小さい) ③: 選定した評価対象斜面

【①-①' 断面の比較結果】

⑤-⑤' 断面に比べ、平均勾配は緩いこと、表層のD級岩盤は薄いこと、斜面高さが19m・29mと低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が3.16・7.04と大きいことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。

当該斜面には1号炉放水連絡通路が存在するが、(6)で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。

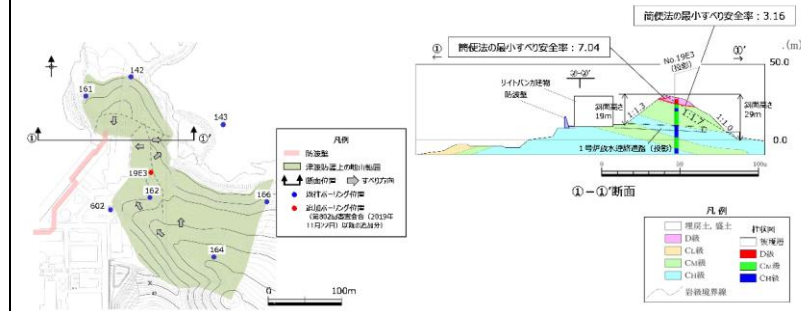


図 2-28 ①-①' 断面の比較結果

【②-②' 断面の比較結果】

⑤-⑤' 断面に比べ、平均勾配は緩いこと、表層のD級岩盤は薄いこと、斜面高さが26mと低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が4.94と大きいことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。

②'-②' 断面については、海側斜面の勾配が②-②' 断面と同等であることから、②-②' 断面に代表させた。

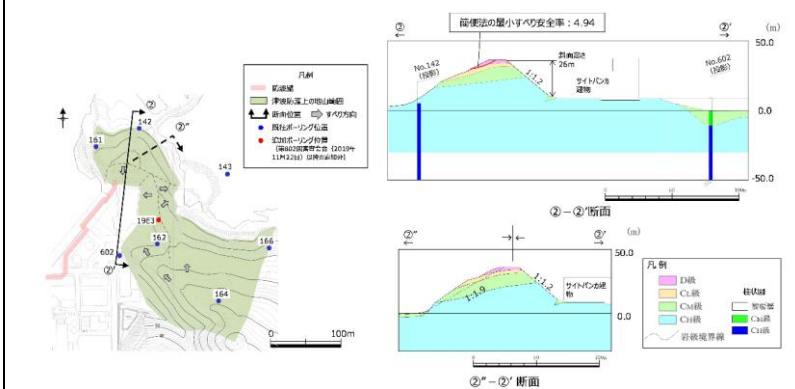


図 2-29 ②-②' 断面の比較結果

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><b>【⑤-⑤' 断面の比較結果】</b></p> <p>陸側すべりの斜面は、当該断面の海側すべりに比べ、平均勾配は緩く、表層のD級岩盤は薄いこと、斜面高さが25mと低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が3.93と大きいことから、当該断面の海側すべりの評価に代表させる。</p> <p>海側すべりの斜面は、斜面全体はC<sub>M</sub>～C<sub>H</sub>級主体の堅硬な岩盤で構成されるが、表層にD級が厚く分布すること、海側付近で1:0.06の勾配のほぼ直立した斜面が存在すること、海側の方向に流れ盤となっていること、及び簡便法の最小すべり安全率が1.89と小さいことから、評価対象斜面に選定する。</p> <p>当該斜面には1号炉放水連絡通路が存在するが、(6)で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。</p>  <p>図 2-30 ⑤-⑤' 断面の比較結果</p>	

【⑤-⑤' 断面の解析断面位置】

動的FEM解析の実施に当たり、山体の地震時の挙動を適切に解析に反映するため、⑤-⑤' 断面について、直線状の断面となるように、北東-南西方向に⑤''-⑤' 断面の地質断面図及び解析モデルを作成し、安定性評価を行うこととした。

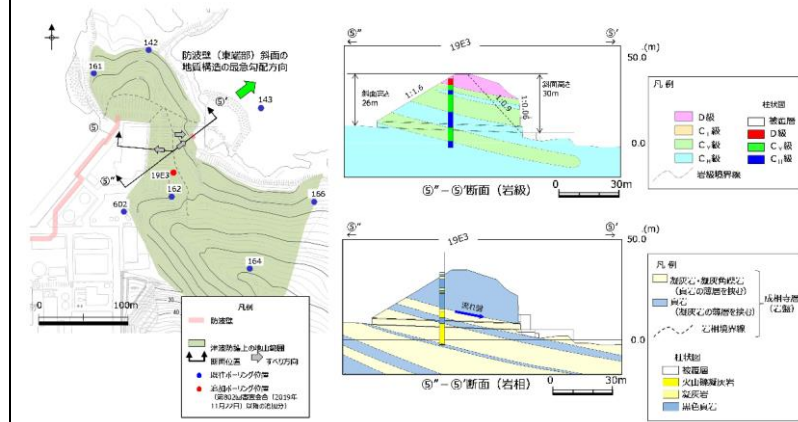


図 2-31 ⑤-⑤' 断面の解析断面位置

【⑤-⑤' 断面のモデル化】

防波壁（東端部）の⑤''-⑤' 断面の解析モデルについては、地質断面図を踏まえて作成する。

表層にはD級岩盤（頁岩）及びD級岩盤（凝灰岩）が分布するが、保守的にせん断強度の低いD級岩盤（凝灰岩）でモデル化する。

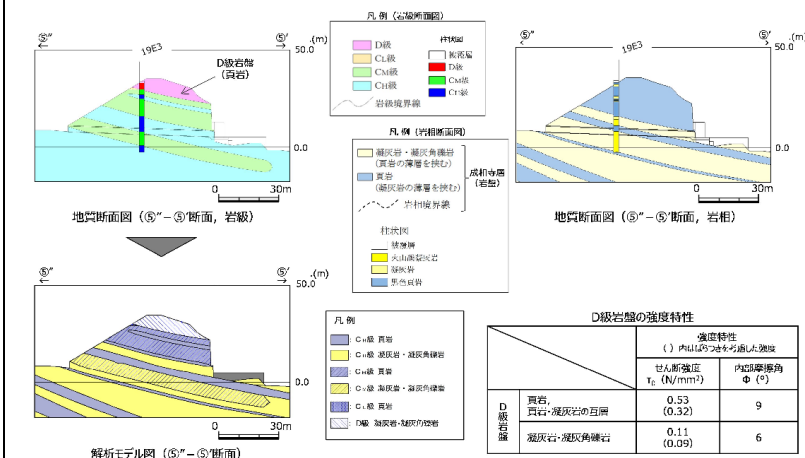
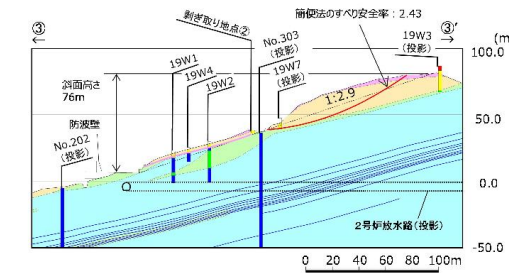


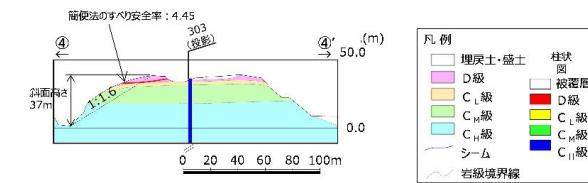
図 2-32 ⑤-⑤' 断面のモデル化

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>(b) 防波壁(西端部)の評価対象斜面の選定</p> <p>防波壁(西端部)の津波防護上の地山範囲のうち擦り付け部付近において、すべり方向等を考慮し、以下のとおり③-③'断面及び④-④'断面の検討断面を作成し、この中から評価対象斜面を選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③-③'断面は、防波壁南側斜面の頂部付近を通り、地形及び地層の最急勾配方向に流れ盤になるように設定した。</li> <li>④-④'断面は、防波壁南側の斜面幅が最も狭い箇所を通り、地形が急勾配となる方向に設定した。</li> </ul>  <p>図2-33 防波壁(西端部)の評価対象斜面の選定 検討断面位置図</p>	





③-③'断面 (岩級断面図) ※  
※礫質土・粘性土の切取を反映済



④-④'断面

図2-34 評価対象断面の選定 検討断面 地質鉛直断面図 (岩級, シーム)

③-③' 断面及び④-④' 断面について表2-3のとおり比較を行った結果, ③-③' 断面を2次元動的FEM解析の評価対象斜面に選定した。

表2-3 防波壁 (西端部) 評価対象斜面の選定結果

防波壁 東端部斜面	影響要因				該当する 影響要因	簡便法の 最小すべり 安全率 <sup>a)</sup>	選定理由
	【影響要因①】 構成する岩級	【影響要因②】 斜面高さ	【影響要因③】 斜面の勾配	【影響要因④】 シームの分布の有無			
③-③'	C <sub>1u</sub> , C <sub>1s</sub> , C <sub>1</sub> , D 級	76m	1 : 2.9	なし	①, ②	2.43	・表層にC <sub>1</sub> , D級が分布すること、斜面高さが高いこと、標高40m付近にD級岩級の薄層が分布すること、流れ層であること、及び簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、評価対象斜面に選定する。
④-④'	C <sub>1u</sub> , C <sub>1s</sub> , C <sub>1</sub> , D 級	37m	1:1.6	なし	①, ③	4.45	・③-③'断面に比べ、平均勾配は急だが、C <sub>1u</sub> ~C <sub>1s</sub> 級岩級が主体であり、斜面高さが低く、簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、③-③'断面の評価に代表させる。

■ : 番号を付与する影響要因   ■ : 影響要因の番号付与が多い (簡便法のすべり安全率が小さい)   ■ : 選定した評価対象斜面

【③-③' 断面の比較結果】

当該斜面は、表層にC<sub>L</sub>、D級が分布すること、斜面高さが76mと高いこと、標高40m付近にD級岩盤の薄層が分布すること、流れ盤であること、及び簡便法の最小すべり安全率が2.43と小さいことから、評価対象斜面に選定する。

当該斜面には2号炉放水路が存在するが、(6)で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。

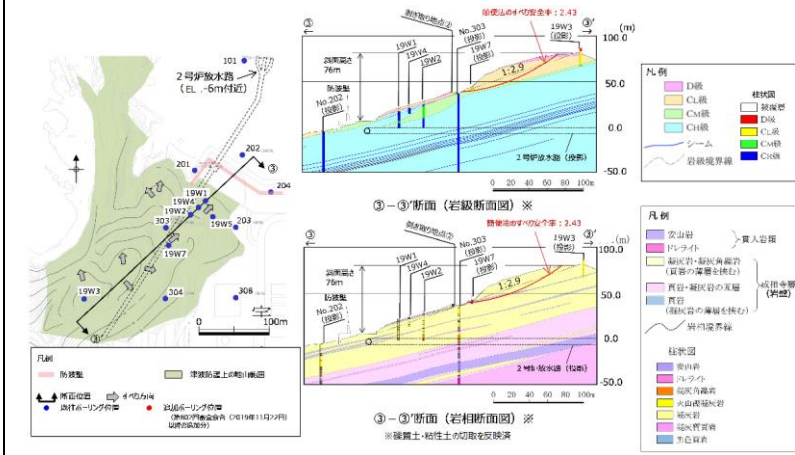


図2-35 ③-③' 断面の比較結果

【③-③' 断面のモデル化】

防波壁（東端部）の③-③' 断面の解析モデルについては、地質断面図を踏まえて作成する。

凝灰岩の割れ目密集帯については、地質調査結果を踏まえ、層厚20cmの凝灰岩（D級）として解析モデルに反映する。

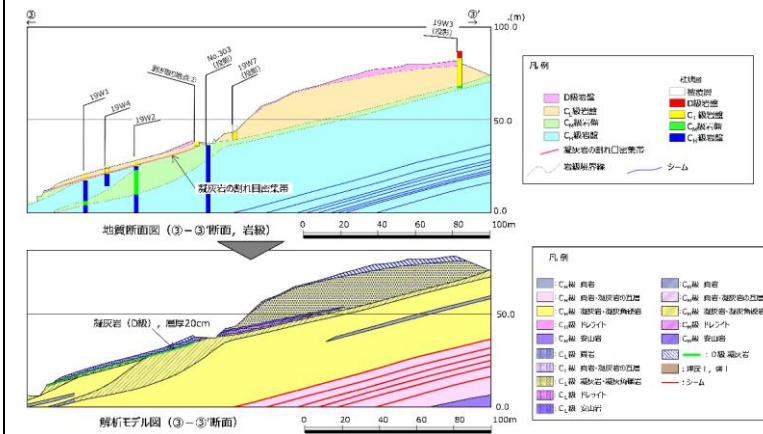
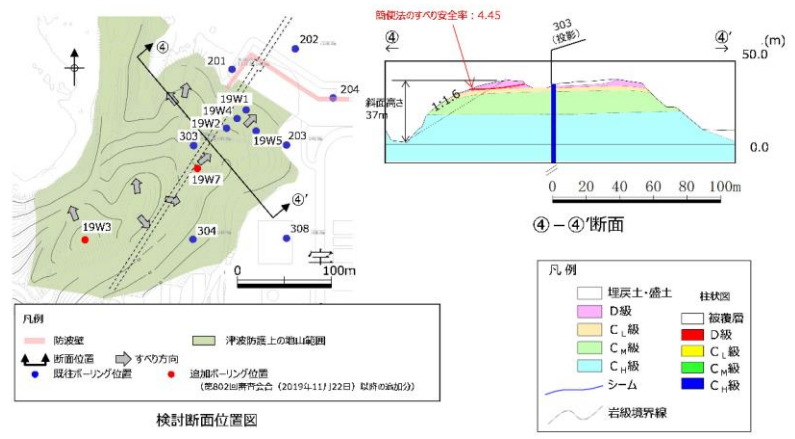
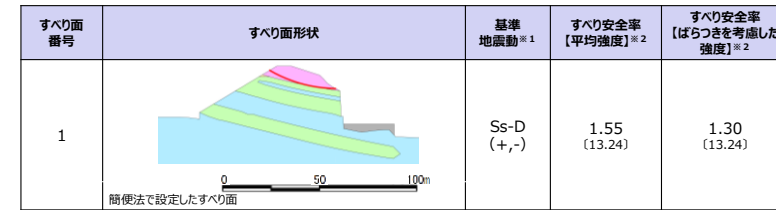


図2-36 ③-③' 断面のモデル化

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>【④-④' 断面の比較結果】</p> <p>当該斜面は、③-③' 断面に比べ、平均勾配は1:1.6と急だが、<math>C_M \sim C_H</math> 級岩盤が主体であり、斜面高さが37mと低く、簡便法の最小すべり安全率が4.45と大きいことから、③-③' 断面の評価に代表させる。</p> <p>当該斜面には2号炉放水路が存在するが、(6)で示すとおり、斜面安定性に影響がないことを確認している。</p>  <p>図 2-37 ④-④' 断面の比較結果</p>	

e. 評価結果

防波壁(東端部)の評価対象斜面である⑤”-⑤’断面を対象に、基準地震動に対する2次元動的FEM解析を実施した結果、すべり安全率は1.2を上回ることから、津波防護の障壁となる地山について、基準地震動に対する健全性確保の見通しを確認できた。



すべり面番号	すべり安全率											
	Ss-D				Ss-N1		Ss-N2				Ss-F1	Ss-F2
	(+,+)	(-,+)	(+,-)	(-,-)	(+,+)	(-,+)	水平NS		水平EW			
1	1.59	1.60	1.55	1.70	1.56	1.93	2.11	1.61	1.84	1.59	1.84	1.99

※1 基準地震動(+,+)は反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

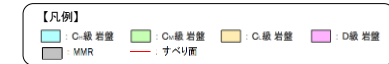


図2-38 防波壁(東端部)の基準地震動に対する2次元動的FEM解析結果

防波壁(西端部)の評価対象斜面である③-③'断面を対象に、基準地震動に対する2次元動的FEM解析を実施した結果、すべり安全率は1.2を上回ることから、津波防護の障壁となる地山について、基準地震動に対する健全性確保の見通しを確認できた。

すべり面番号	すべり面形状	基準#1地震動	切り上がり角毎の最小すべり安全率#2 [平均値]		最小すべり安全率#2 [平均値]	最小すべり安全率#2 [ばらつきを考慮した値]
			切り上がり角	すべり安全率		
1		Ss-D (+,+)	25°	3.06	2.43 (8.58)	—
			30°	2.90		
			35°	2.79		
			40°	2.72		
			45°	2.67		
			50°	2.63		
			55°	2.60		
			60°	2.57		
			65°	2.54		
			70°	2.51		
			75°	2.48		
1		Ss-D (-,+)	25°	3.32	2.58 (34.32)	—
			30°	3.15		
			35°	3.03		
			40°	2.95		
			45°	2.89		
			50°	2.84		
			55°	2.80		
			60°	2.76		
			65°	2.72		
			70°	2.69		
			75°	2.65		
1		Ss-D (+,-)	25°	2.97	2.31 (8.95)	1.97 (8.95)
			30°	2.82		
			35°	2.72		
			40°	2.65		
			45°	2.60		
			50°	2.55		
			55°	2.51		
			60°	2.48		
			65°	2.44		
			70°	2.41		
			75°	2.37		
1		Ss-D (-,-)	25°	3.45	2.62 (14.74)	—
			30°	3.27		
			35°	3.15		
			40°	3.06		
			45°	3.00		
			50°	2.94		
			55°	2.89		
			60°	2.84		
			65°	2.80		
			70°	2.75		
			75°	2.71		
1		Ss-N1 (+,+)	25°	4.05	2.97 (7.39)	—
			30°	3.83		
			35°	3.67		
			40°	3.57		
			45°	3.48		
			50°	3.41		
			55°	3.34		
			60°	3.27		
			65°	3.21		
			70°	3.14		
			75°	3.08		
1		Ss-N1 (-,+)	25°	3.54	2.67 (7.62)	—
			30°	3.35		
			35°	3.22		
			40°	3.13		
			45°	3.06		
			50°	3.00		
			55°	2.95		
			60°	2.90		
			65°	2.85		
			70°	2.81		
			75°	2.76		

※1 基準地震動(+,+)は反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。



図2-39(1) 防波壁(西端部)の基準地震動に対する2次元動的FEM解析結果



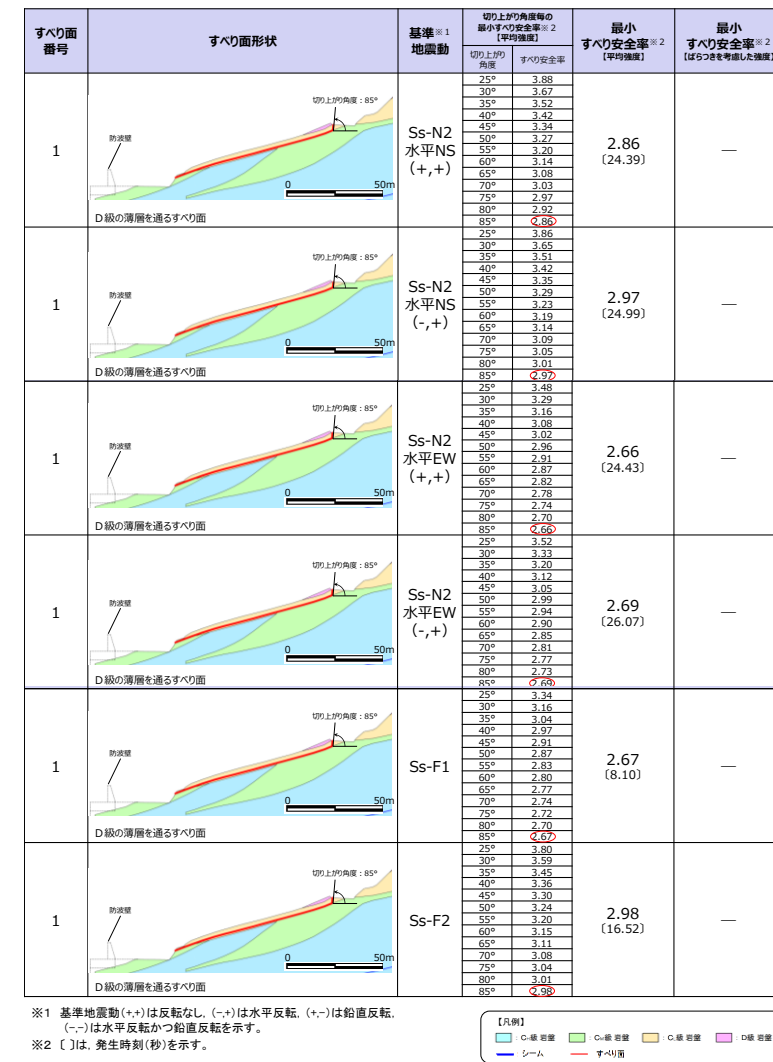
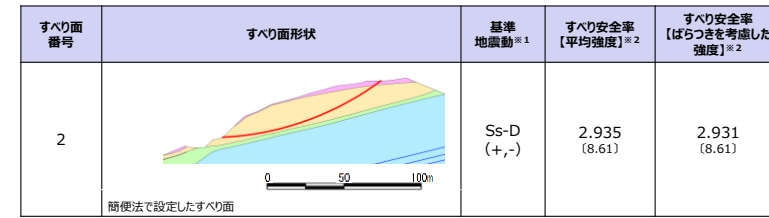


図2-39(2) 防波壁(西端部)の基準地震動に対する2次元動的FEM解析結果



すべり面 番号	すべり面形状		基準 地震動※1	すべり安全率 【平均強度】※2	すべり安全率 【ばつぎを考慮した 強度】※2
	すべり面形状				
2			Ss-D (+,-)	2.935 (8.61)	2.931 (8.61)

すべり面番号	すべり安全率										Ss-F1	Ss-F2
	Ss-D				Ss-N1		Ss-N2					
	(+,+)	(-,+)	(+,-)	(-,-)	(+,+)	(-,+)	水平NS (+,+)	(-,+)	水平EW (+,+)	(-,+)		
2	2.97	3.18	2.93	3.21	3.99	3.37	3.64	3.42	3.49	3.68	4.17	3.93

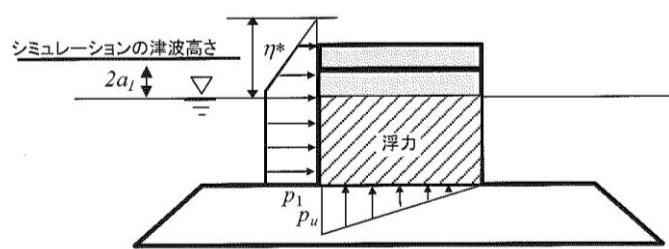
※1 基準地震動 (+,-) は鉛直反転を示す。  
 ※2 ( ) は、発生時刻 (秒) を示す。



図 2-39(3) 防波壁 (西端部) の基準地震動に対する 2次元動的 FEM解析結果

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(5) 基準津波に対する健全性確保の見通し</p> <p>検討2の基準津波に対する健全性確保として、(1)波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性の確認及び(2)基準津波による地山の安定性評価を行った。</p> <p>a. 波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性の確認</p> <p>津波防護上の地山は、図2-40及び図2-41に示すとおり岩盤から構成され一部はコンクリートに覆われていることから、波力による侵食及び洗掘による地形変化は生じない。</p>  <p>図2-40 防波壁(東端部)地山状況</p>  <p>図2-41 防波壁(西端部)地山状況</p> <p>b. 基準津波に対する地山の安定性評価</p> <p>基準津波に対する地山の安定性評価は、地山を津波防護施設と考え、直立の構造物に作用する力を保守的に津波波力として設定し、地山のせん断抵抗力と比較することで、基準津波に対する健全性確保の見通しを確認する。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>津波波力を算出するにあたり、防波壁（東端部）は擦り付け部で水位が最大となる基準津波1（防波堤無し），防波壁（西端部）は擦り付け部で水位が最大となる基準津波1（防波堤有り）を対象とする。</p> <p>津波高さは、防波壁（東端部）については図2-42右に示すEL.+12.0m、防波壁（西端部）については図2-42左に示すEL.+10.7mと設定した。</p> <p>地山のせん断面は、防波壁の擦り付け部から断面長さが最小となる位置を設定した。防波壁（東端部）については図2-42右に示す地山のEL.+8.5m位置における最小幅である約95m、防波壁（西端部）については図2-42左に示す地山のEL.+8.5m位置における最小幅である約80mと設定した。</p> <div data-bbox="1745 840 2493 1081"> </div> <p>図2-42 津波高さ及び地山のせん断面検討位置</p> <p>基準津波の波力は、「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）」に示される谷本式に基づき、波力を算定する。</p> <p>谷本式は式2-1、式2-2と示される。ここでは、地山に作用する波力を等変分布荷重とし、これを式2-3と表す。</p> $\eta^* = 3.0a_1 \quad \text{式2-1}$ $P_1 = 2.2\rho_0ga_1 \quad \text{式2-2}$ $P = P_1 \times \eta^* \times (1/2) \quad \text{式2-3}$	

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>ここで、</p> <p><math>\eta^*</math> : 静水面上の波圧作用高さ</p> <p><math>a_1</math> : 入射津波の静水面上の高さ(振幅)</p> <p><math>\rho_0 g</math> : 海水の単位体積重量(10.1kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>P_1</math> : 静水面における波圧強度</p> <p><math>P</math> : 地山に作用する波力</p>  <p>図2-43 地山に作用する波力等の分布図</p> <p>基準津波による波力の計算を以下に示す。計算に用いた津波高さを表2-4に示す。</p> <p>・防波壁</p> <p><math>\eta^* = 3.0 a_1 = 3.0 \times 6.5\text{m} = 19.5\text{m}</math></p> <p><math>P_1 = 2.2 \rho_0 g a_1 = 2.2 \times 10.1\text{kN/m}^3 \times 6.5\text{m} = 144.43\text{kN/m}^2 \approx 145\text{kN/m}^2</math></p> <p><math>P = P_1 \times \eta^* \times (1/2) = 145\text{kN/m}^2 \times 19.5\text{m} \times (1/2) = 1,501.5\text{kN/m}</math></p> <p><math>\approx 1,502\text{kN/m}</math></p> <p>地山のせん断強度は、防波壁端部の地山の大部分を構成するC<sub>11</sub>級岩盤を対象にブロックせん断試験より求めた値(地山のせん断強度: 1,140kN/m<sup>2</sup>)を設定した。</p>	



地山のせん断抵抗力は下記計算で算出される。

- ・防波壁（東端部）の地山のせん断抵抗力  
 $1,140\text{kN/m}^2$ （地山のせん断強度） $\times 95\text{m}$ （地山の最小幅）  
 $=108,300\text{kN/m}$
- ・防波壁（西端部）の地山のせん断抵抗力  
 $1,140\text{kN/m}^2$ （地山のせん断強度） $\times 80\text{m}$ （地山の最小幅）  
 $=91,200\text{kN/m}$

算出した結果を表2-4に示す。地山に作用する波力は、防波壁で $1,502\text{kN/m}$ となった。また、地山のせん断抵抗力は防波壁（東端部）で $108,300\text{kN/m}$ 、防波壁（西端部）で $91,200\text{kN/m}$ となり、地山のせん断抵抗力は波力と比較して十分に大きいため（図2-44）、基準津波に対する健全性を確認した。

表2-4 地山に作用する波力及び地山のせん断抵抗力

	シミュレーションによる津波高さ* ( $2a_1$ )	振幅 ( $a_1$ )	地山に作用する波力	地山のせん断抵抗力
防波壁（東端部）	13m[12.64m]	6.5m	1,502kN/m	108,300kN/m
防波壁（西端部）				91,200kN/m

※防波壁擦り付け部の最高水位12.0mに、参照する裕度0.64mを考慮し、保守的に設定

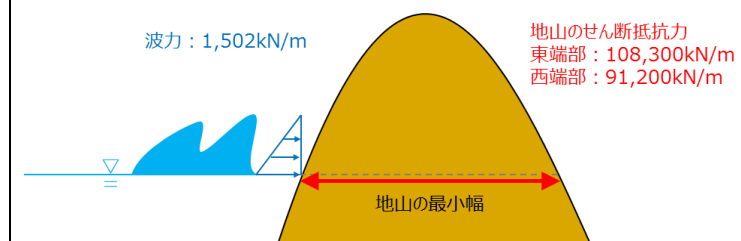
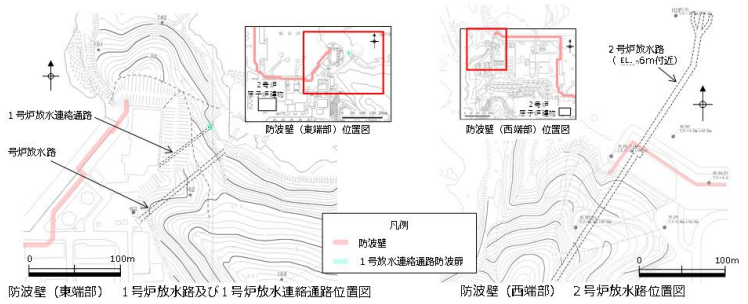
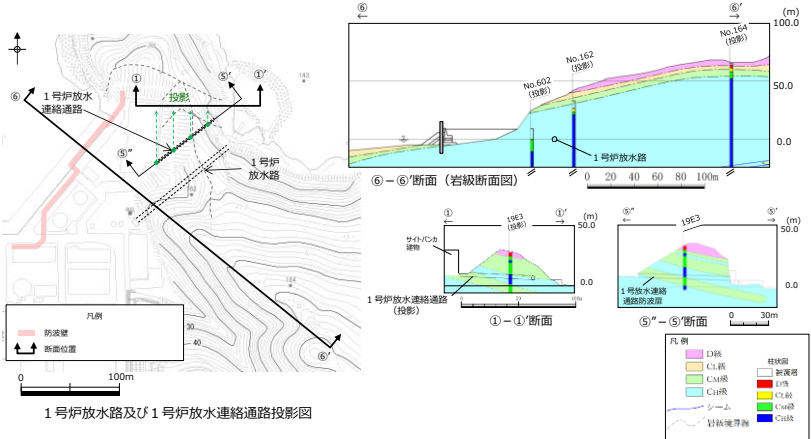


図2-44 波力と地山のせん断抵抗力の比較計算に関するイメージ

<p>柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>				
		<p>(6) 1号炉放水連絡通路の存在による影響</p> <p>防波壁(東端部)及び防波壁(西端部)には、1号炉放水連絡通路の他に、1・2号炉放水路も存在することから、両者の斜面のすべり安定性への影響について、下表の観点から確認した。</p> <p>表2-5 トンネルの斜面すべり安定性への影響</p> <table border="1" data-bbox="1757 527 2481 772"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>確認方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1・2号炉放水路及び1号炉放水連絡通路の有無による想定すべり面への影響</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>防波壁(東端部)及び防波壁(西端部)の斜面のすべり方向を考慮して選定した各断面に左記施設の断面を投影し、想定すべり面との位置関係を確認する。</li> <li>掘削前後において、「簡便法によるトンネルを通るすべり面のすべり安全率」及び「掘削解析によるすべり面上のひずみ増分」を確認する。</li> <li>静的震度については、JEA4601-2015に基づき、斜面位置における基準地震動<math>S_s</math>に対する一次元地震応答解析により設定する。なお、水平震度と鉛直震度については、保守的に全時刻を通しての最大値を組み合わせる。</li> <li>想定すべり面及びトンネルを通るすべり面については、すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を網羅的に探索している。</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>  <p>図2-45 トンネル平面位置図</p>	項目	確認方法	1・2号炉放水路及び1号炉放水連絡通路の有無による想定すべり面への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波壁(東端部)及び防波壁(西端部)の斜面のすべり方向を考慮して選定した各断面に左記施設の断面を投影し、想定すべり面との位置関係を確認する。</li> <li>掘削前後において、「簡便法によるトンネルを通るすべり面のすべり安全率」及び「掘削解析によるすべり面上のひずみ増分」を確認する。</li> <li>静的震度については、JEA4601-2015に基づき、斜面位置における基準地震動<math>S_s</math>に対する一次元地震応答解析により設定する。なお、水平震度と鉛直震度については、保守的に全時刻を通しての最大値を組み合わせる。</li> <li>想定すべり面及びトンネルを通るすべり面については、すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を網羅的に探索している。</li> </ul>	
項目	確認方法						
1・2号炉放水路及び1号炉放水連絡通路の有無による想定すべり面への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波壁(東端部)及び防波壁(西端部)の斜面のすべり方向を考慮して選定した各断面に左記施設の断面を投影し、想定すべり面との位置関係を確認する。</li> <li>掘削前後において、「簡便法によるトンネルを通るすべり面のすべり安全率」及び「掘削解析によるすべり面上のひずみ増分」を確認する。</li> <li>静的震度については、JEA4601-2015に基づき、斜面位置における基準地震動<math>S_s</math>に対する一次元地震応答解析により設定する。なお、水平震度と鉛直震度については、保守的に全時刻を通しての最大値を組み合わせる。</li> <li>想定すべり面及びトンネルを通るすべり面については、すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を網羅的に探索している。</li> </ul>						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>a. 防波壁（東端部）</p> <p>⑥-⑥'断面に1号炉放水路を投影した結果、①-①'断面に投影した1号炉放水連絡通路に比べ、斜面に占めるトンネル面積の割合が小さいこと、及び土被り厚が大きいことから、斜面のすべり安定性への影響は連絡通路より小さいと考えられるため、1号炉放水連絡通路の影響検討に代表させる。</p> <p>①-①'断面と⑤"-⑤'断面は地形・地質が同様であるため、1号炉放水連絡通路の影響検討は①-①'断面及び⑤"-⑤'断面において実施する。</p>  <p>1号炉放水路及び1号炉放水連絡通路投影図</p> <p>図 2-46 防波壁（東端部）のトンネルの代表性</p>	

(a) ①-①' 断面

①-①' 断面に1号炉放水連絡通路を投影した結果、想定すべり面（最小すべり安全率を示すすべり面）は、連絡通路に重ならないことを確認した。

連絡通路を通るすべり面を仮定し、連絡通路掘削前のすべり安全率を算定した結果、掘削前の安全率は3.93であった。連絡通路掘削後のすべり安全率を算定した結果、掘削後のすべり安全率は3.69（▲0.24）であり、影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により、連絡通路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果、最大で0.0046%であり、影響は軽微であることを確認した。

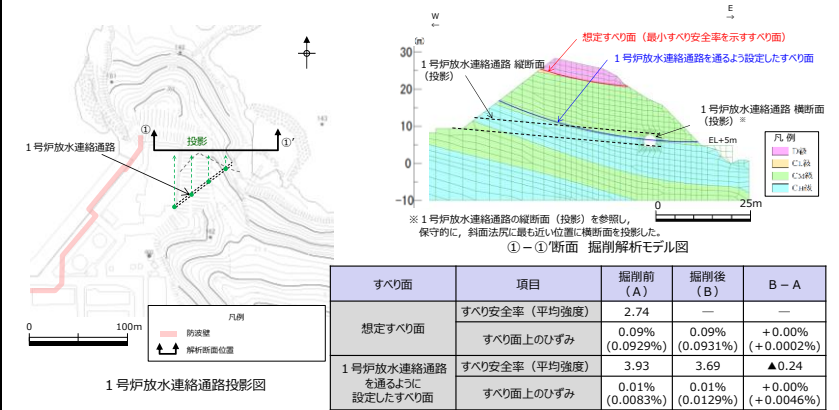


図2-47 ①-①' 断面における1号炉放水連絡通路の影響検討結果

(b) ⑤”-⑤’断面 (トンネル横断面)  
 ⑤”-⑤’断面に1号炉放水連絡通路を投影した結果、想定すべり面 (最小すべり安全率を示すすべり面) は、連絡通路に重ならないことを確認した。  
 連絡通路を通るすべり面を仮定し、連絡通路掘削前のすべり安全率を算定した結果、掘削前の安全率は3.85であった。連絡通路掘削後のすべり安全率を算定した結果、掘削後のすべり安全率は3.53 (▲0.32) であり、影響は軽微であることを確認した。  
 掘削解析により、連絡通路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果、最大で0.0042%であり、影響は軽微であることを確認した。

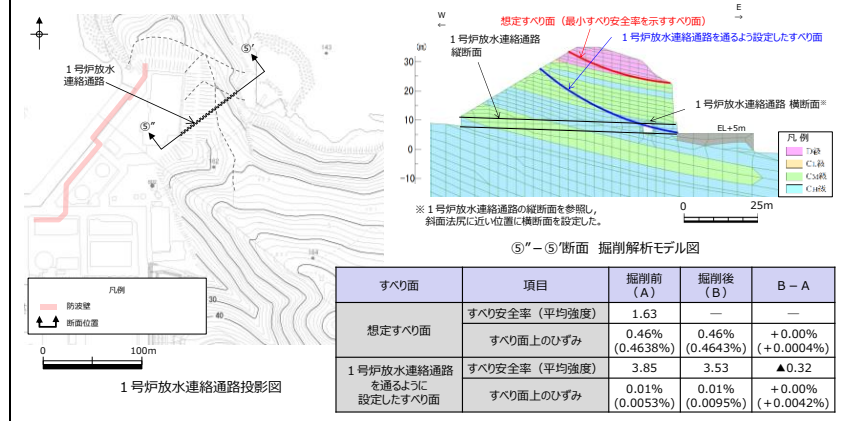


図2-48 ⑤”-⑤’断面における1号炉放水連絡通路の影響検討結果



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(c) ⑤”-⑤’断面 (トンネル縦断面)</p> <p>⑤”-⑤’断面は1号炉放水連絡通路を縦断方向に通過する断面であることから、連絡通路掘削後のFEM解析において、連絡通路の縦断面部のせん断強度等を低減してモデル化した検討も実施した。</p> <p>⑤”-⑤’断面に1号炉放水連絡通路をモデル化する際は、断面奥行方向の斜面に対する連絡通路の占める割合を考慮し、岩盤の単位体積重量、せん断強度及び静弾性係数を低減することとした。モデル化の手順は以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 連絡通路の掘削により発生する可能性のある想定すべりを検討する。連絡通路を通過すべり安全率が最小となるすべり面を網羅的に探索する。</li> <li>(2) 上記により設定した連絡通路を通る想定すべり面からすべり長さを求め、高速道路調査会(1985)に基づき、すべり長さからすべり幅を求める。</li> <li>(3) すべり幅に対する連絡通路の外形幅の割合を求め、トンネル縦断面部における岩盤の単位体積重量、せん断強度及び静弾性係数を低減する。</li> </ol> <p>図2-49 連絡通路の縦断面部のせん断強度等を低減するモデル化方法</p>	

連絡通路を通るすべり面を仮定し、連絡通路掘削前のすべり安全率を算定した結果、掘削前の安全率は3.63であった。連絡通路掘削後のすべり安全率を算定した結果、掘削後のすべり安全率は3.54 (▲0.09) であり、影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により、連絡通路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果、最大で0.0010%であり、影響は軽微であることを確認した。

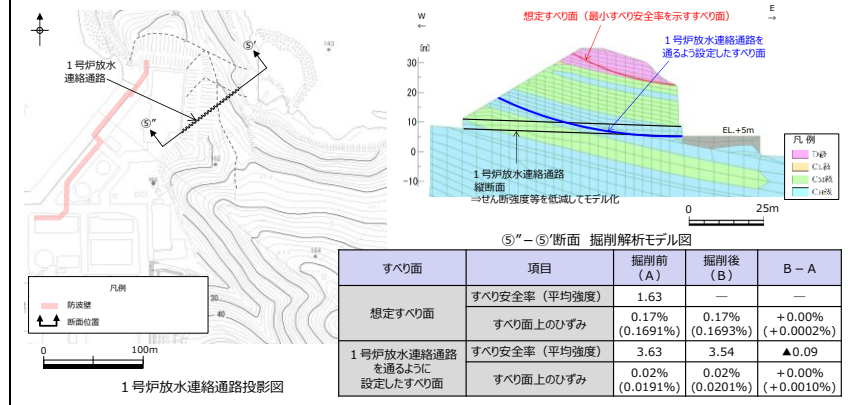


図2-50 ⑤''-⑤'断面における1号炉放水連絡通路の影響検討結果

b. 防波壁 (西端部)

③-③' 断面に2号炉放水路を投影した結果, 想定すべり面 (最小すべり安全率を示すすべり面) は, 放水路に重ならないことを確認した。

放水路を通るすべり面を仮定し, 放水路掘削前のすべり安全率を算定した結果, 掘削前の安全率は2.44であった。放水路掘削後のすべり安全率を算定した結果, 掘削後のすべり安全率は2.38 (▲0.06) であり, 影響は軽微であることを確認した。

掘削解析により, 放水路の有無における想定すべり面上のひずみ増分を計算した結果, 最大で0.0054%であり, 影響は軽微であることを確認した。

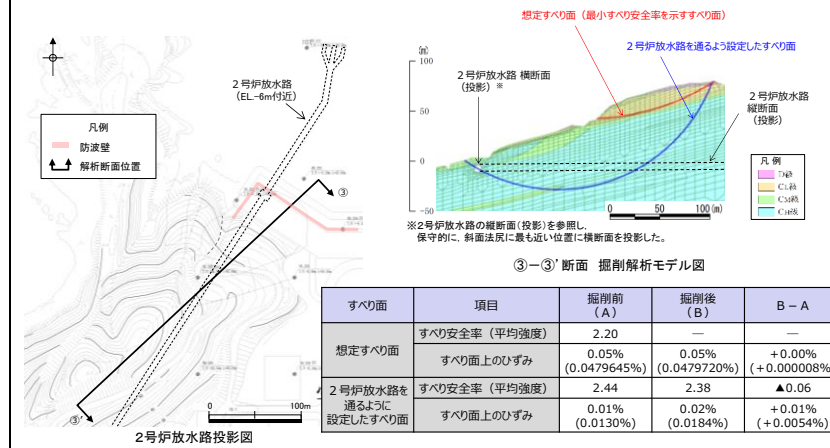


図 2-51 ③-③' 断面における 2号炉放水路の影響検討結果

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) まとめ</p> <p>防波壁両端部の津波防護上の障壁となっている地山に対して、<u>基準地震動及び基準津波に対する健全性を確保していることを確認した。</u></p> <p>以上のことから、<u>防波壁両端部の地山斜面の崩壊は、入力津波を設定する際の影響要因として設定しない。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(8) 敷地周辺斜面の崩壊に関する検討</p> <p>防波壁両端部の地山以外に、入力津波の設定に影響する地形変化を生じさせる敷地周辺斜面として、地すべり地形が判読されている地山の斜面崩壊についても検討する。(地すべり地形の評価については「第6条：外部からの衝撃による損傷の防止(外部事象の考慮について)参照」)</p> <p>検討に当たっては、地すべり土塊が海側に突入する可能性が考えられる「敷地北西方の地すべり地形(Ls23)」、「⑤北西の地すべり地形(Ls24)」、「地すべり地形⑤(Ls25)」の斜面を対象にする。(図2-52、図2-53参照)</p> <p>敷地周辺の地形のうち、地すべりLs23、Ls24及びLs25の地すべり地形の概略の土塊量を表2-6に示す。</p> <p>地すべりの土塊量はLs25の地すべりが大きいことから、Ls25の地すべりを対象に検討する。検討にあたっては、Ls25の近くにLs24が位置することから、これらの地すべりが同時崩壊することを仮定し、保守的にLs24+25の地すべりが崩壊した後の地形を対象に津波評価を実施する。</p> <p>地すべりが崩壊した後の地形については、津波評価の陸上地すべりの検討で実施した二層流モデルを用いて決定する。</p> <p>地すべり発生前後の地形断面図を図2-54に示す。</p> <p>検討ケースの評価水位を表2-7に、検討ケースの最大水位上昇量分布図又は最大水位下降量分布図を図2-55に示す。</p> <p>津波解析の結果、斜面崩壊させた場合、水位上昇側の施設護岸又は防波壁の水位は、どのケースについても基本ケースと同じもしくは基本ケースの方が大きい。一方、水位下降側の2号炉取水口の水位については、一部、基準津波3で斜面崩壊有りの方が水位が低下しているが、この差は僅か(-0.03m)であり、大半は、基本ケースの方が斜面崩壊有りのケースに対して水位が低下している。</p> <p>以上より、地震による地形変化(斜面崩壊)は入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。</p>	



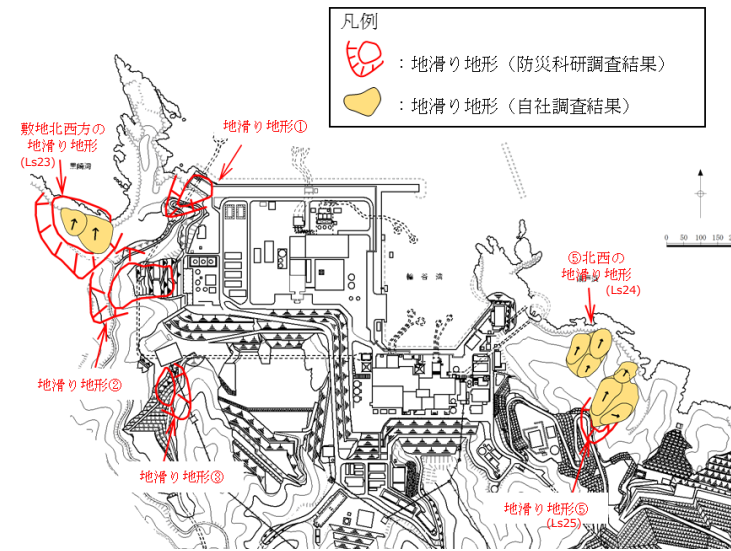


図2-52 敷地周辺地すべり位置図

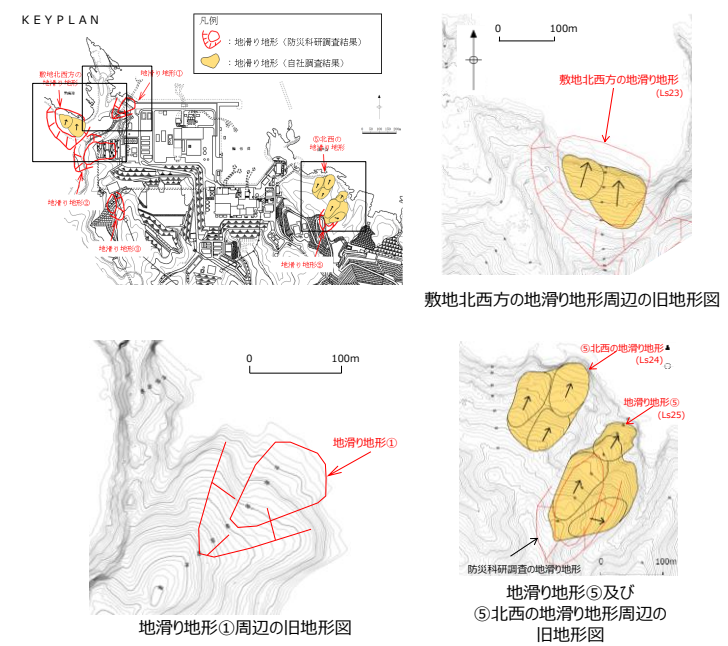


図2-53 敷地周辺地すべり拡大図

表2-6 敷地周辺地すべりの規模の比較

地すべり	長さ L(m)	幅 b(m)	厚さ t(m)	土塊量 Vs(m <sup>3</sup> )
Ls23	125	170	25	531,250
Ls24	172	80	16	220,160
Ls25	265	140	20	742,000

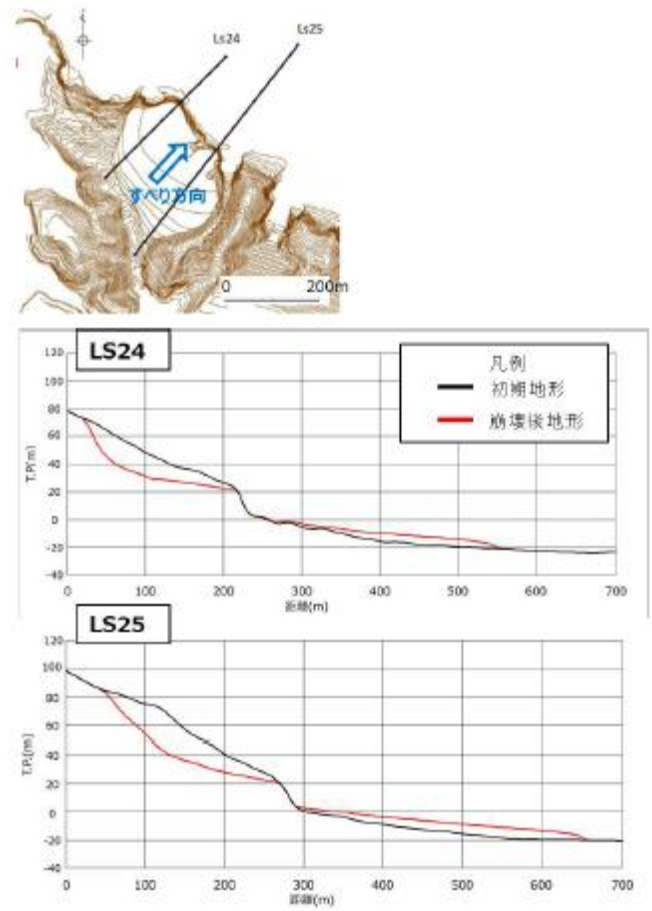
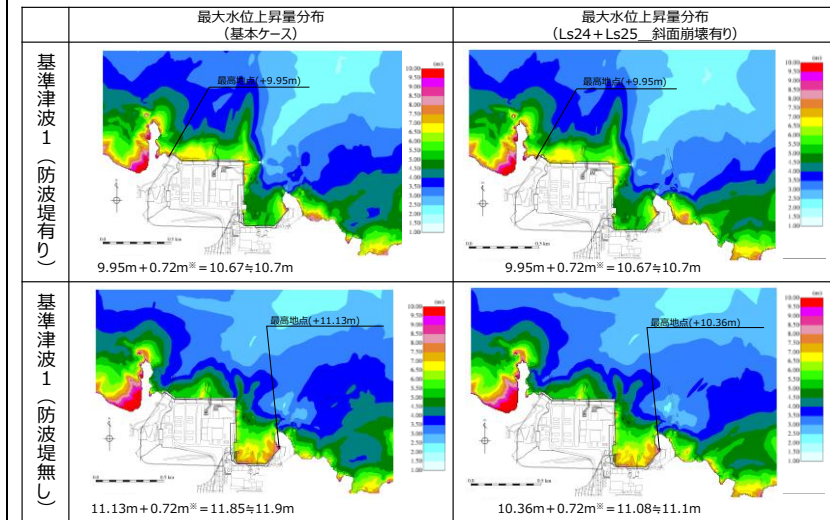
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1929 1186 2315 1228">図 2-54 Ls24・Ls25の断面図</p>	

表2-7 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による水位比較

	【水位上昇側】施設護岸又は防波壁※1			【水位下降側】2号炉取水口(東)※2		
	基本ケース (A)	斜面崩壊有り (B)	差異 (B-A)	基本ケース (A)	斜面崩壊有り (B)	差異 (B-A)
基準津波1 (防波堤有り)	+10.7m (+10.67m)	+10.7m (+10.67m)	0.0m (0.00m)	-5.2m (-5.13m)	-5.0m (-4.98m)	+0.2m (+0.15m)
基準津波1 (防波堤無し)	+11.9m (+11.85m)	+11.1m (+11.08m)	-0.8m (-0.77m)	-6.1m (-6.01m)	-5.8m (-5.79m)	+0.3m (+0.22m)
基準津波2 (防波堤有り)	+9.0m (+8.93m)	+8.9m (+8.89m)	-0.1m (-0.04m)			
基準津波3 (防波堤有り)				-4.7m (-4.63m)	-4.7m (-4.66m)	0m (-0.03m)
基準津波4 (防波堤有り)				-4.1m (-4.04m)	-4.1m (-4.04m)	0m (0.00m)
基準津波4 (防波堤無し)				-4.3m (-4.25m)	-4.3m (-4.24m)	0m (+0.01m)
基準津波5 (防波堤無し)	+11.5m (+11.45m)	+11.3m (+11.29m)	-0.2m (-0.16m)			
基準津波6 (防波堤無し)				-6.1m (-6.08m)	-6.0m (-5.99m)	+0.1m (+0.09m)

※1 期望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮 ※2 期望平均干潮位-0.02m, 潮位のばらつき0.17mを併せて-0.19mを考慮



※ 期望平均満潮位+0.58m, 潮位のばらつき0.14mを併せて+0.72mを考慮

図2-55 (1) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位上昇量分布の比較  
(基準津波1 (防波堤有り) 及び基準津波1 (防波堤無し))

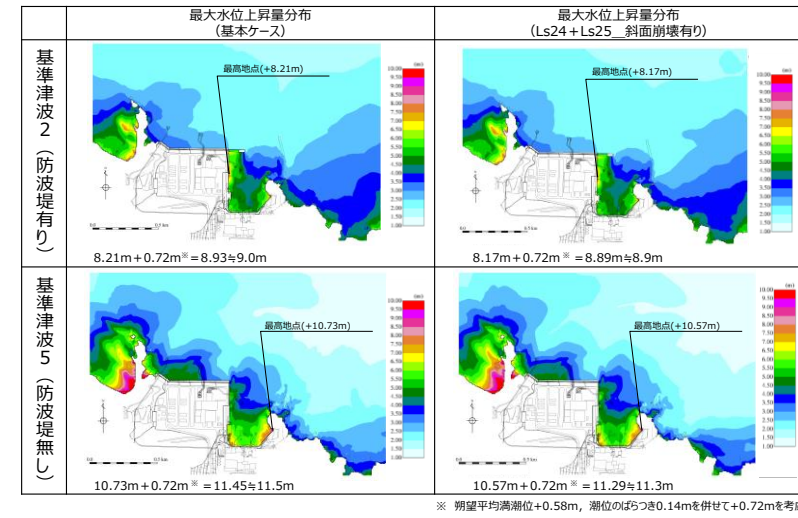


図2-55 (2) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位上昇量分布の比較  
(基準津波2 (防波堤有り) 及び基準津波5 (防波堤無し))

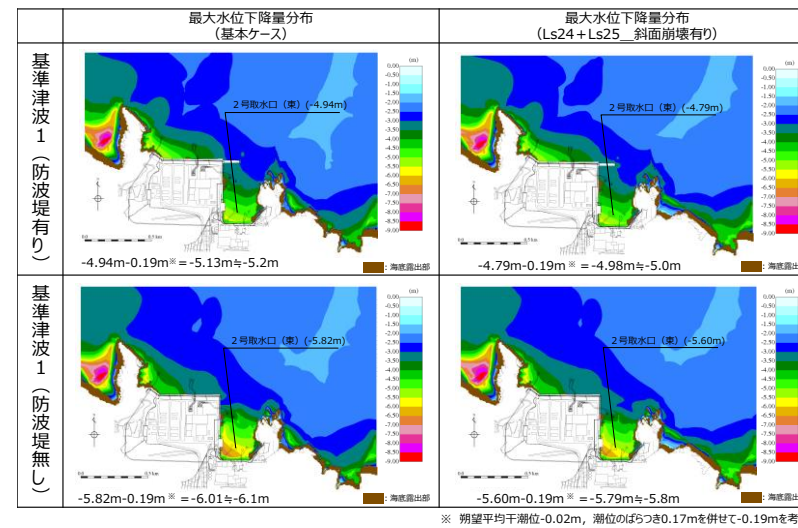


図2-55 (3) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位下降量分布の比較  
(基準津波1 (防波堤有り) 及び基準津波1 (防波堤無し))

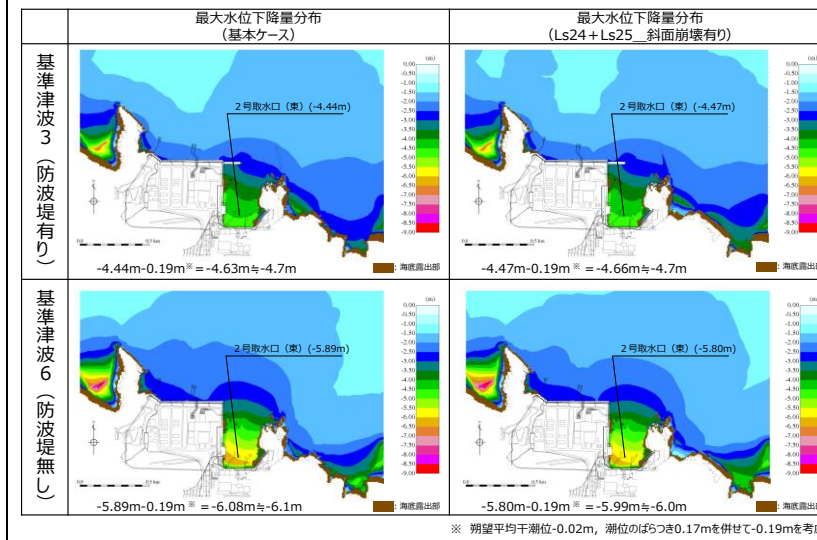


図2-55 (4) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位下降量分布の比較  
(基準津波3 (防波堤有り) 及び基準津波6 (防波堤無し))

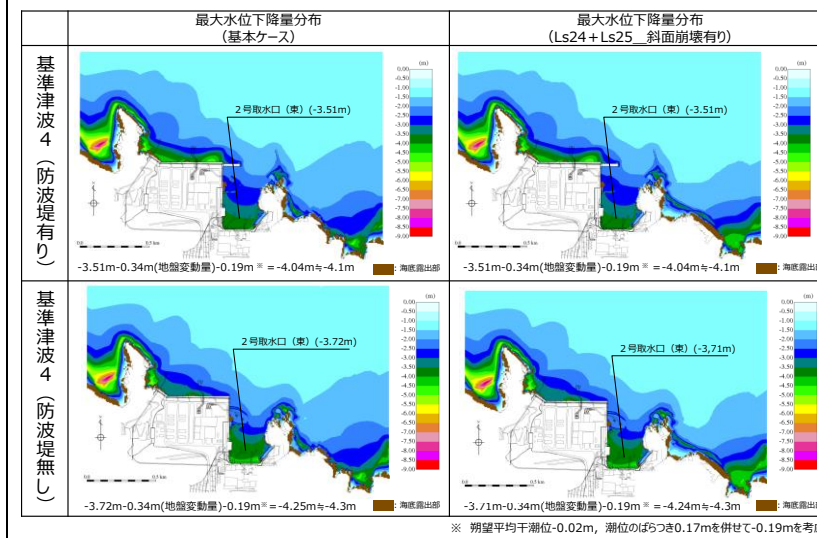


図2-55 (5) 斜面崩壊 (Ls24+Ls25) の有無による最大水位下降量分布の比較  
(基準津波4 (防波堤有り) 及び基準津波4 (防波堤無し))



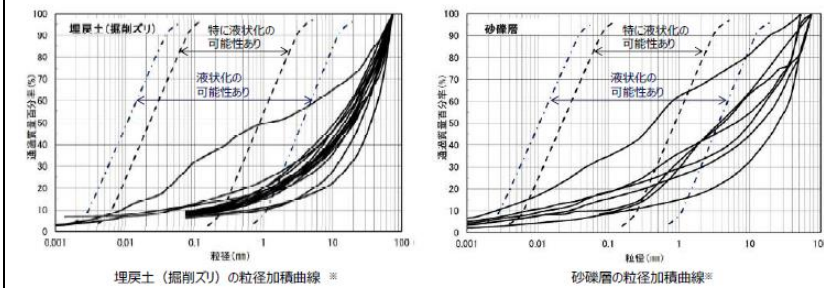
3. 敷地の地盤変状に関する検討

防波壁は、堅固な岩盤（一部、改良地盤）に支持されていることから、地震に伴う沈下は発生しない。一方、防波壁前面に存在する埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層は、地震時の液状化による沈下及び揺すり込みによる沈下が発生する可能性があるため、防波壁前面の沈下量算定の対象層とする。

埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の土質区分を図3-1に示す。埋戻土（掘削ズリ）は、粒径10mm以上の礫が主体であるが、粒径2mm未満の砂も含む土層である。砂礫層は、50%粒径が10mm以下、かつ10%粒径が1mm以下であり、細粒分含有率が35%以下の土層である。

また、護岸に使用している基礎捨石及び埋戻土（粘性土）については液状化評価対象層ではないが、入力津波の設定における影響要因の検討の際には保守的に沈下量算定の対象層とする。

津波解析にあたっては、沈下量を算定し、地形モデルに反映する。なお、沈下量は、液状化及び揺すり込みに伴う沈下並びに液状化に伴う側方流動による沈下に分けて算出し、これらを合わせて設定する。



※ 港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）（社）日本港湾協会，H19の「粒度による液状化判定」に粒径加積曲線を追記

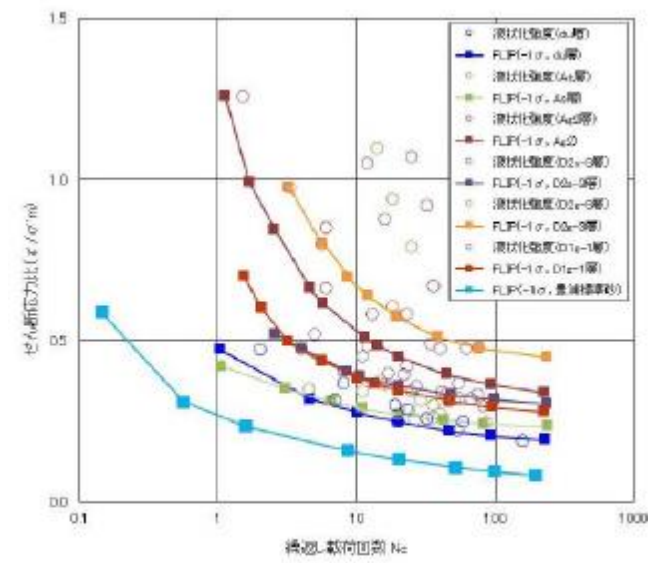
地層名	50%粒径 (平均) (mm)	10%粒径 (平均) (mm)	細粒分含有率 (平均) (%)
埋戻土 (掘削ズリ)	16.5	-	-
砂礫層	9.1	0.0651	15.6

図3-1 埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の土質区分

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.2 敷地の沈下量設定</p> <p><u>護岸付近の地盤及び敷地は、地震時の液状化に伴う地盤の沈下が想定されることから、沈下量を算定し、地形モデルに反映する沈下量を設定する。</u></p> <p>なお、<u>液状化に伴う沈下量の算定は、排水による沈下と側方流動による沈下に分けて算定する。なお、「別添1.3(1)b.敷地周辺の遡上・浸水域の把握」において把握した遡上域及び荒浜側防潮堤が損傷した場合に遡上する可能性がある敷地として、護岸付近の地盤及び荒浜側防潮堤内の敷地について、沈下量の設定を行うこととした。</u></p>	<p><u>防潮堤外側の地盤においては、地震に起因する変状による地形の変化を確認するために、有効応力解析に基づき沈下量を算定し、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価（以下「数値シミュレーション」という。）への影響を確認する。</u></p> <p><u>沈下量の検討では、地下水位を地表面に設定した有効応力解析モデルを用いて地震による残留沈下量を求め、Ishiharaほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係を用いて地震後の過剰間隙水圧の消散に伴う排水沈下量を算定する。有効応力解析には、有効応力解析コード「FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program) Ver.7.3.0.2」を用いる。検討範囲を第1図に示す</u></p> <p><u>本検討においては、液状化検討対象層である全ての砂層、礫層に対し豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定し、地盤面を大きく沈下させる条件にて評価する。豊浦標準砂は、山口県豊浦で産出される淡黄色の天然の珪砂であり、敷地には存在しないものであるが、丸みのある粒から成り、粒度が揃い、ほぼ均質で非常に液状化しやすい特性を有していることから、液状化検討対象層を強制的に液状化させることを仮定した場合の影響評価に適用する。豊浦標準砂の液状化強度試験データに基づき<math>-1\sigma</math>を考慮したFLIPによる液状化強度特性（強制的な液状化の仮定に用いる液状化強度特性）を第2図及び第3図に示す。また、第2図に示した敷地内の各土質の液状化強度特性は、試験結果に基づき<math>-1\sigma</math>を考慮した液状化強度特性（原地盤に基づく液状化強度特性）である。なお、<math>\sigma</math>は、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。</u></p> <p><u>豊浦標準砂の液状化強度特性は、原地盤の液状化強度特性の全てを包含しており、極めて液状化しやすい液状化特性を有していることから、豊浦標準砂の液状化強度特性を仮定した有効応力解析は、強制的に液状化させることを仮定した影響評価となる。</u></p>		<p>・地質条件の相違 【柏崎6/7，東海第二】 地質状況の相違による記載内容の相違。</p> <p>・設計方針の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根は地下水位以浅の埋戻土について揺すり込み沈下を考慮。</p>

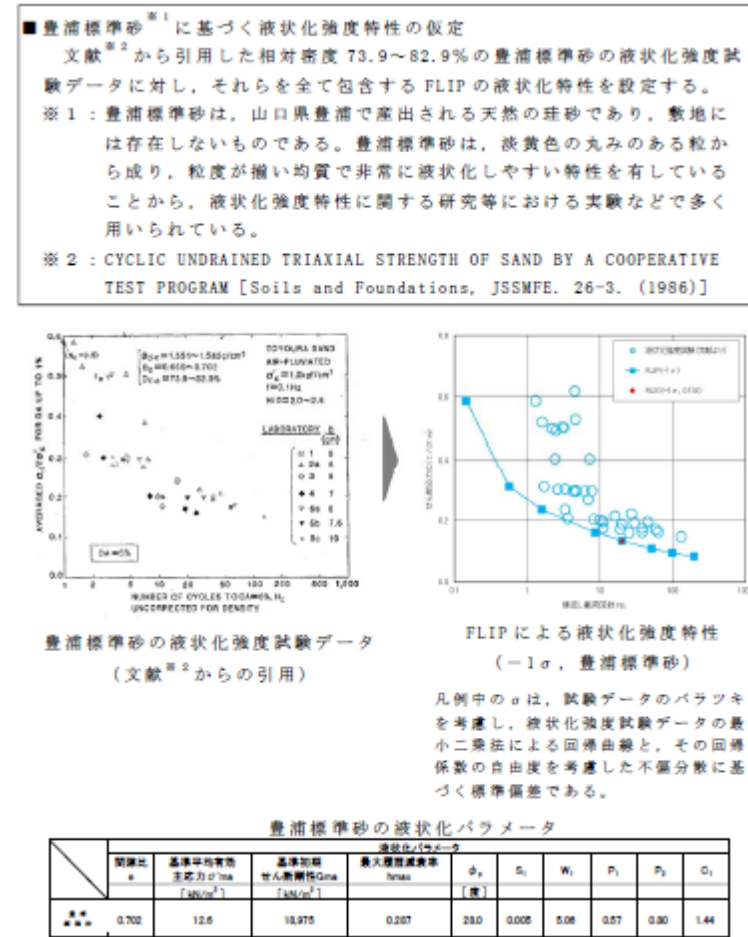


第1図沈下量検討範囲



凡例中のαは、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。

第2図 東海第二発電所の原地盤に基づく液状化強度試験データとその全てを包含するF L I P の液状化強度特性 ( - 1σ , 豊浦標準砂)



第3 図 豊浦標準砂の液状化強度試験データ及びFLIPによる豊浦標準砂の液状化強度特性 (-1σ)

(1) 液状化及び揺すり込みに伴う沈下

① 検討概要

敷地の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類からなる成相寺層及び貫入岩類、並びにそれらを覆う被覆層から構成される。成相寺層は海成層で、下位より下部頁岩部層、火砕岩部層及び上部頁岩部層に区分される。被覆層は、崖錐・海底堆積物及び盛土からなる。崖錐・海底堆積物は主に礫混じり砂質土及び礫混じり粘性土からなる。敷地の被覆層である盛土は、埋戻土(掘削ズリ)と埋戻土(粘性土)に分類している。敷地の被覆層である崖錐・海底堆積物は、砂礫層として分類している。

液状化及び揺すり込みに伴う沈下量は、図3-2に示す流れに従って、地質断面図により算定した。相対密度は、図3-3のとおり、港湾基準に基づき、マイヤホフにより提案されたN値と相対密度の関係式を用いて算出する。

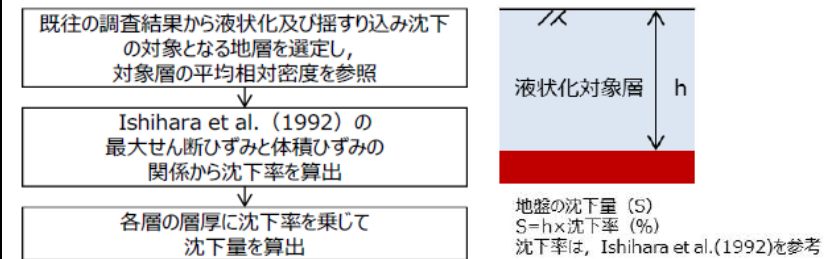


図3-2 液状化及び揺すり込みに伴う沈下量の算定フロー

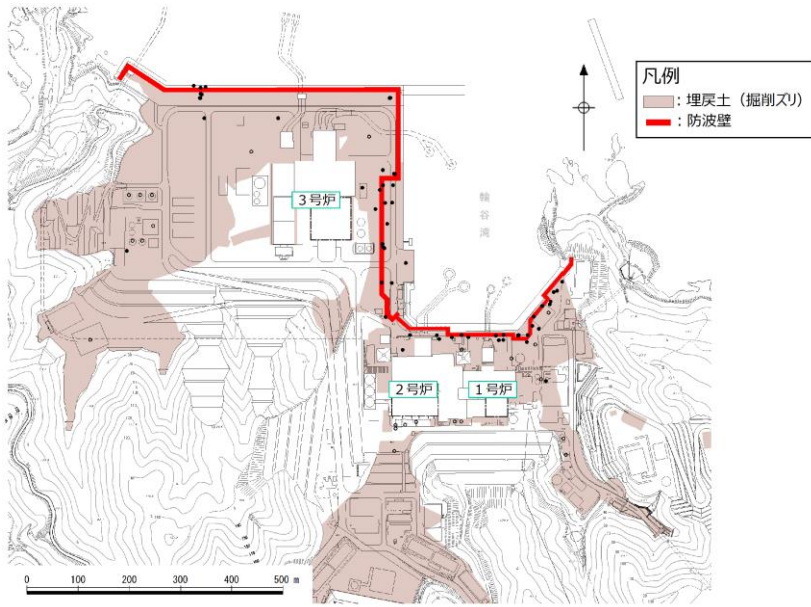
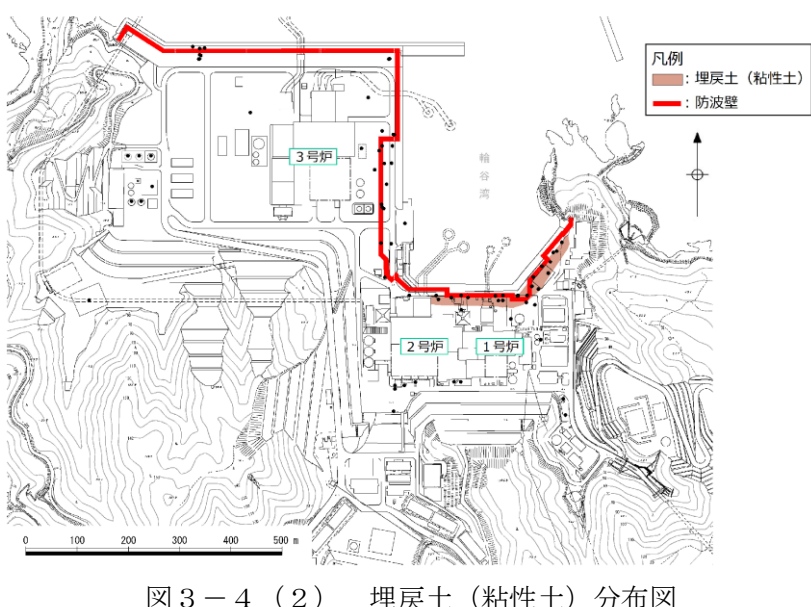
$$Dr = 21 \cdot \left( \frac{100 \cdot N}{\sigma'_{v0} + 70} \right)^{0.5}$$

Dr: 相対密度 (%)  
 N: 標準貫入試験値  
 $\sigma'_{v0}$ : 標準貫入試験値を測定した深度における有効土被り圧 (=  $\gamma \times h$ ) (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma$ : 単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 h: 標準貫入試験値を測定した深度

図3-3 マイヤホフにより提案されたN値と相対密度の関係式

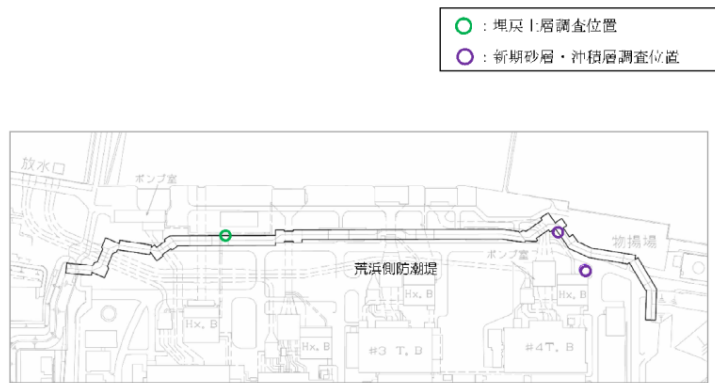
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(1) 液状化に伴う排水沈下</p> <p>① 検討概要</p> <p>護岸付近及び荒浜側防潮堤内敷地の地盤は、西山層、古安田層、埋戻土層等から構成されている。沈下量は、添付第4-1 図に示す流れに従って、地質断面図により算定した。</p> <div data-bbox="172 909 878 1188" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <pre> graph TD     A[既往の調査結果から液状化の対象となる砂層を選定し、対象層の平均相対密度を整理] --&gt; B[Ishihara ほか(1992)の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から沈下率を算出]     B --&gt; C[各層の層厚に沈下率を乗じて沈下量を算出 (右図参照)]     </pre> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>液状化対象層</p> <p>h</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>地盤の沈下量(S)</p> <p><math>S = h \times \text{沈下率}(\%)</math></p> <p>沈下率は、Ishiharaほか(1992)を参考</p> </div> </div> </div> <p>添付第 4-1 図 液状化に伴う排水沈下量の算定フロー</p>		<p>②評価対象層の選定及び相対密度の設定</p> <p>沈下量算定の対象層としては、<u>埋戻土（掘削ズリ）、埋戻土（粘性土）及び砂礫層</u>を選定した。なお、埋戻土（粘性土）は、粘性土のため液状化しないが、保守的に埋戻土（掘削ズリ）に置き換えて沈下量を算出する。砂礫層は、粒径加積曲線が埋戻土（掘削ズリ）と同様な傾向を示すことから、埋戻土（掘削ズリ）に置き換えて沈下量を算出する。埋戻土（掘削ズリ）、埋戻土（粘性土）及び砂礫層の分布を図 3-4 に示す。沈下率は、<u>Ishihara et al. (1992) の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から設定した。相対密度は、図 3-5 に示す位置において調査を実施し、図 3-6 に示すとおり平均で71.3%となり、ばらつきを考慮すると54.1%となる。</u></p> <p>Ishihara et al. (1992)の関係については、細粒分及び粗粒分が少なく粒径が比較的揃った液状化し易いきれいな砂による沈下率を示しており、埋戻土（掘削ズリ）と比較すると沈下率が大きくなると判断できるため、埋戻土（掘削ズリ）の沈下率をIshihara et al. の関係より算定することにより保守的な評価を実施する。</p> <p>沈下率は図 3-7 に示すとおり、<u>保守的に地震時の最大せん断ひずみを考慮せず、相対密度の平均値71.3%をもとに2.5%となるが、ばらつきを考慮し算出した相対密度54.1%をもとに、保守的に3.5%と評価する。</u></p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根は地下水位以浅の埋戻土について揺すり込み沈下を考慮。</p> <p>・地質条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>地質条件の相違による記載内容の相違。</p>



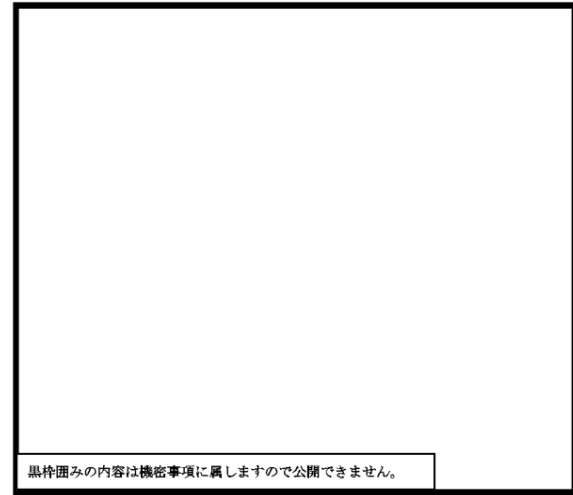
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>② 評価対象層の選定及び相対密度の設定</p> <p><u>排水沈下量算定の対象層としては、砂層の分布状況等から、古安田層中の砂層、新期砂層・沖積層及び埋戻土層を選定した。各層の沈下率は、Ishihara ほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係から設定した。相対密度の調査位置を添付第4-2図に、各層の相対密度を添付第4-3図に示す。</u></p> <p>沈下率は、添付第4-4図に示すとおり、相対密度のばらつきを考慮するとともに、最大せん断ひずみによらず体積ひずみ(沈下率)の最大値を採用し、保守的に埋戻土層2.8%、新期砂層・沖積層1.7%、古安田層中の砂層2.1%と設定した。</p>		 <p>図3-4(1) 埋戻土(掘削ズリ)分布図</p>  <p>図3-4(2) 埋戻土(粘性土)分布図</p>	<p>・地質条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 地質条件の相違による記載内容の相違。</p> <p>・地質条件の相違に伴う評価結果の相違</p> <p>【柏崎6/7】 相対密度算定結果の相違。</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
-------------------------------------	-------------------------	--------------	----



荒浜側



大湊側

添付第 4-2 図(1) 相対密度の調査位置 [埋戻し層及び新期砂層・沖積層]

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

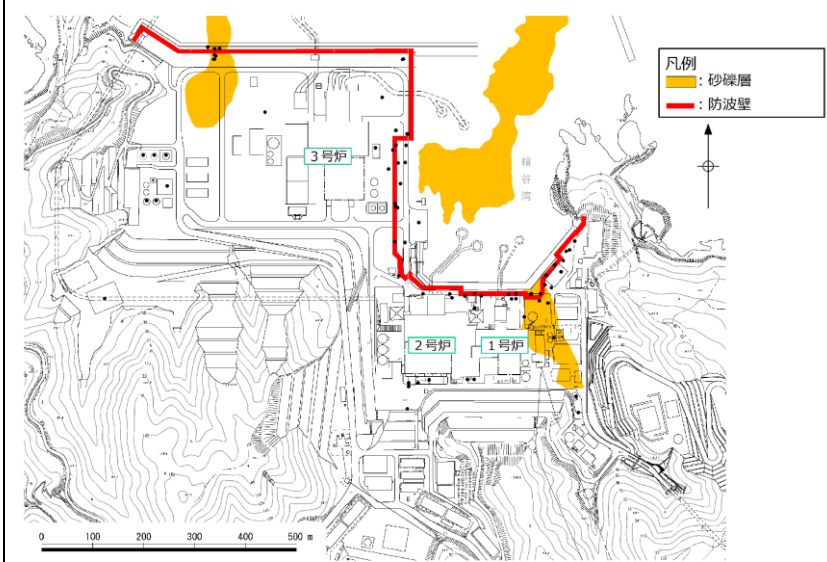


図 3-4 (3) 砂礫層分布図

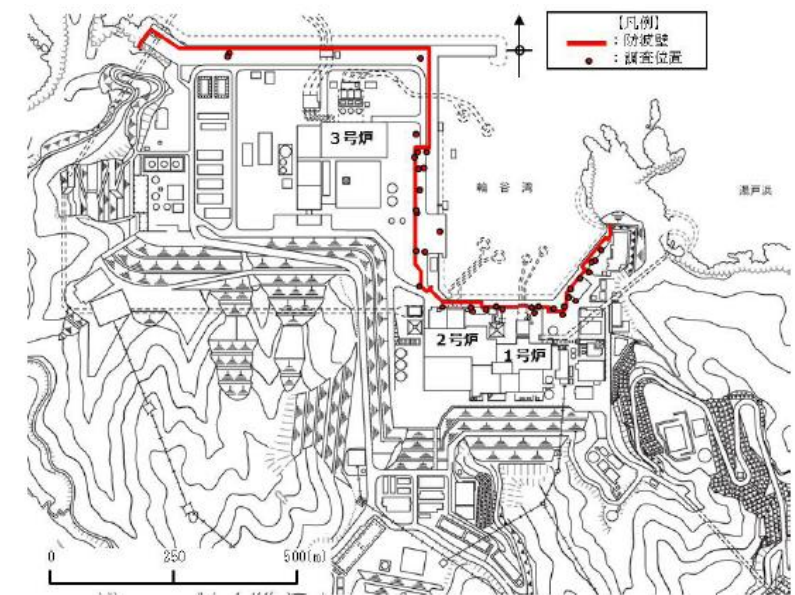


図 3-5 相対密度の調査位置

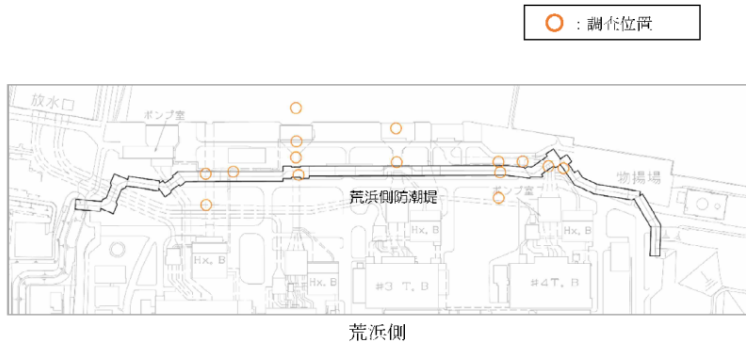
・地質条件の相違  
**【柏崎6/7】**  
 地質条件の相違による記載内容の相違。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

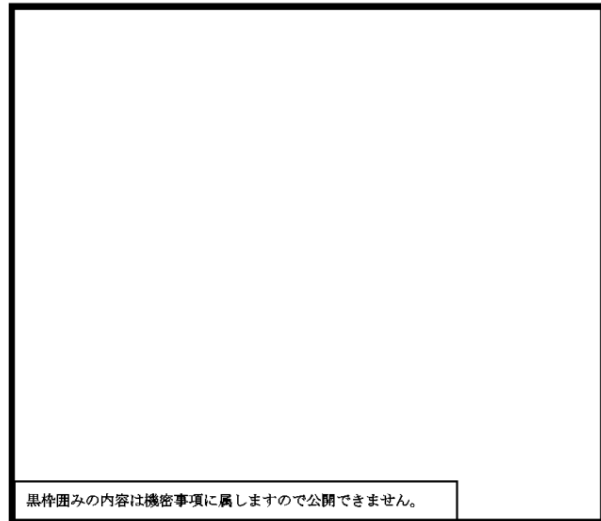
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



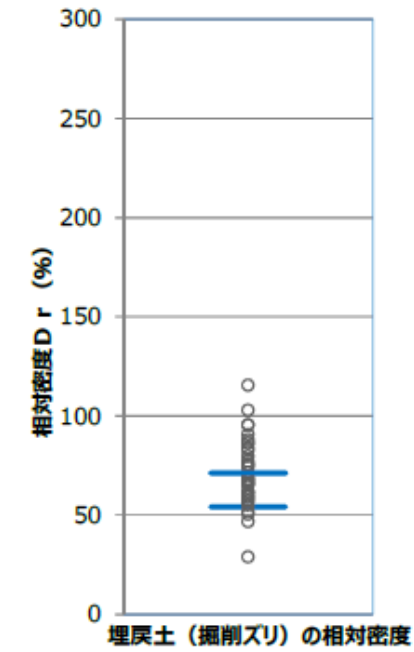
荒浜側



黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

大浜側

添付第 4-2 図(2) 相対密度の調査位置〔古安田層内の砂層〕



埋戻土 (掘削ズリ) の相対密度

	相対密度 $D_r$ (%)	
	平均	平均-1 $\sigma$
埋戻土 (掘削ズリ)	71.3	54.1

図 3-6 埋戻土 (掘削ズリ) の相対密度

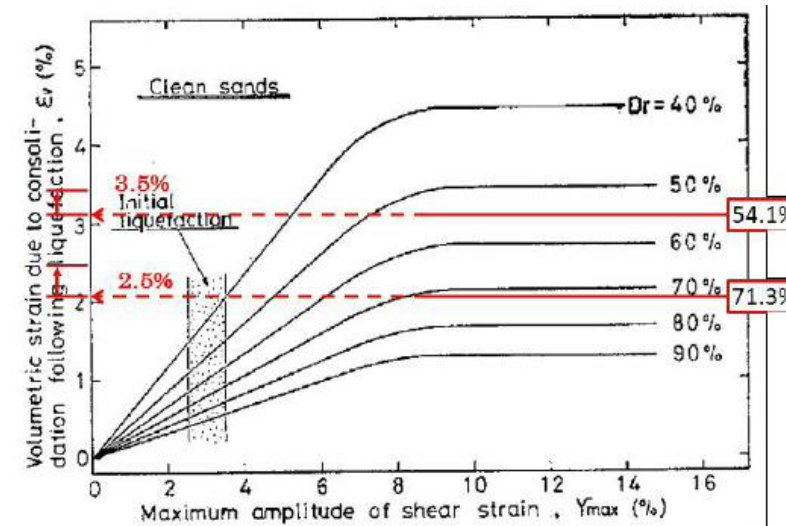
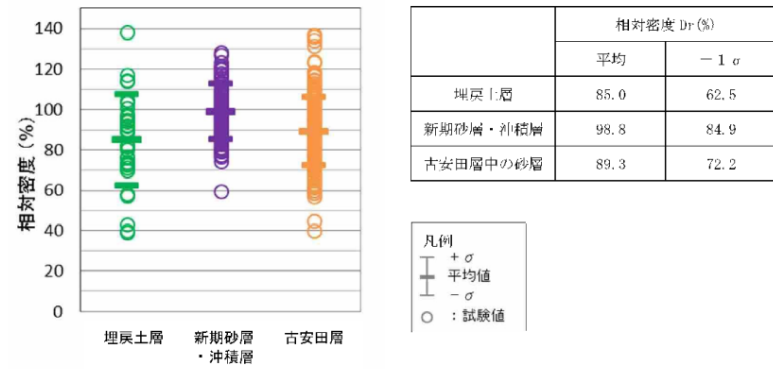
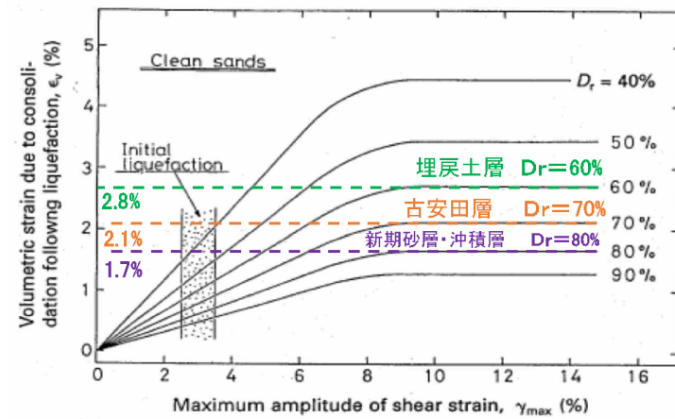


図 3-7 Ishihara et al. (1992) の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した沈下率

・地質条件の相違  
【柏崎6/7】  
地質条件の相違による  
記載内容の相違。



添付第 4-3 図 地盤の相対密度



添付第 4-4 図 Ishihara ほか(1992)の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した沈下率

③沈下量

防波壁前面の沈下量は、防波壁前面に沈下量算定の対象層が存在する 3号炉東側エリア及び1, 2号炉北側エリアの地質断面図に基づき算定した。敷地平面図を図3-8に、沈下量算定の対象層が防波壁前面に分布する 3号炉東側エリア及び1, 2号炉北側エリアの地質断面図を図3-9に示す。

図3-9に示すとおり、3号炉東側エリアには、沈下量算定の対象層である埋戻土(掘削ズリ)がEL.+8.5mからEL.-9.6mに存在する。1, 2号炉北側エリアには、沈下量算定の対象層がEL.+8.5mからEL.-14.1mに存在する。なお、1, 2号炉北側エリアの防波壁前面の砂礫層地盤改良範囲を考慮した液状化層厚は、地盤改良部において17.1m施設護岸部において14.4mとなる。

1, 2号炉北側エリアの断面図を図3-10に示す。1, 2号炉北側エリアに存在する砂礫層は地盤改良(①地盤改良部)されているが、防波壁前面において一部地盤改良されていない範囲(②施設護岸部)があるため、沈下量を算定する層厚を算定した。その結果、1, 2号炉北側エリアにおける防波壁前面の沈下量を算定する層厚は地盤改良部において17.1m、施設護岸部において14.4mとなり、3号炉東側エリアにおける層厚18.1mを上回らないことを確認した。

以上より、層厚が最大となるようEL.+8.5mからEL.-9.6mを考慮し、沈下量を算定するための層厚は18.1mとした。

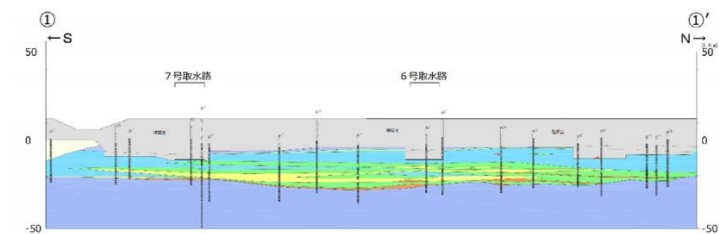
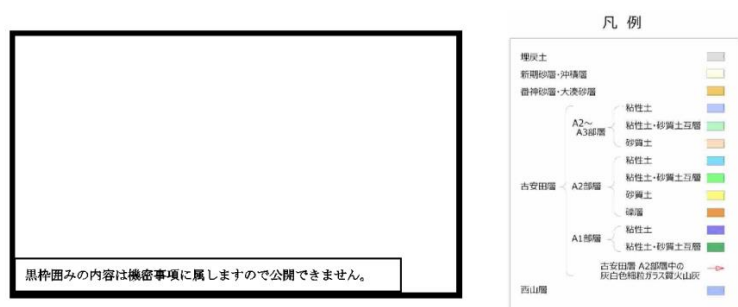
沈下量は、上記層厚及びIshihara et al. (1992) の関係を用いて相対密度の平均値にばらつきを考慮して保守的に設定した沈下率3.5%より0.65m\*を保守的に考慮する。

※ 層厚18.1m×沈下率3.5%⇨沈下量0.65m

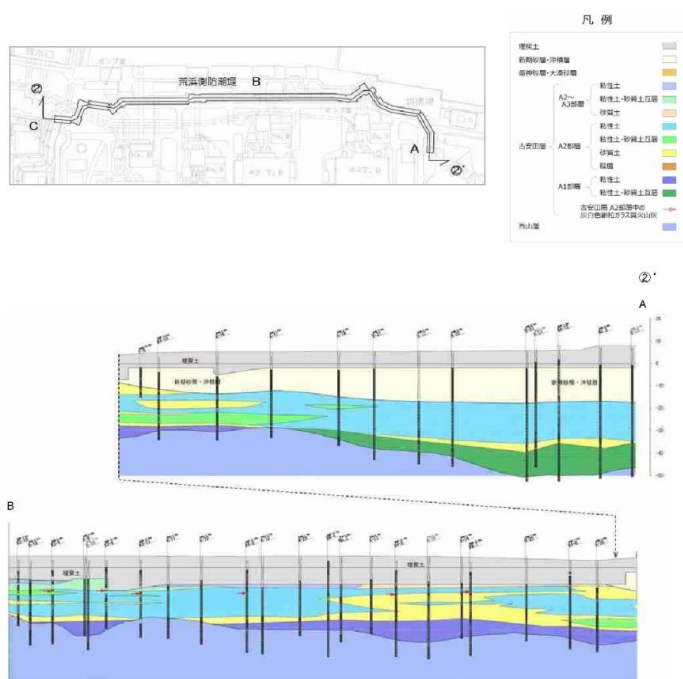
・地質条件の相違に伴う評価結果の相違  
【柏崎6/7】  
相対密度及び沈下率算定結果の相違。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>③ 護岸付近の排水沈下量</p> <p>護岸付近の排水沈下量は、大湊側を6号及び7号炉の取水路に直交する地質断面図、荒浜側を荒浜側防潮堤沿いの地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第4-5図に示す。</p> <p>各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第4-6図に示す。</p> <p>大湊側護岸付近の平均沈下量は0.53m、最大沈下量は0.64m、荒浜側護岸付近の平均沈下量は0.46m、最大沈下量は0.68mとなった。</p>		<p>図3-8 敷地平面図</p> <p>図3-9 (1) 地質断面図 (3号炉東側エリア)</p>	<p>・地質条件の相違 【柏崎6/7】 地質条件の相違による記載内容の相違。</p> <p>・地質条件の相違に伴う評価結果の相違 【柏崎6/7】 沈下量算定結果の相違。</p>





添付第4-5図(1) 地質断面図(大湊側 ①-①' 断面)



添付第4-5図(2) 地質断面図(荒浜側 ②-②' (A-B) 断面)

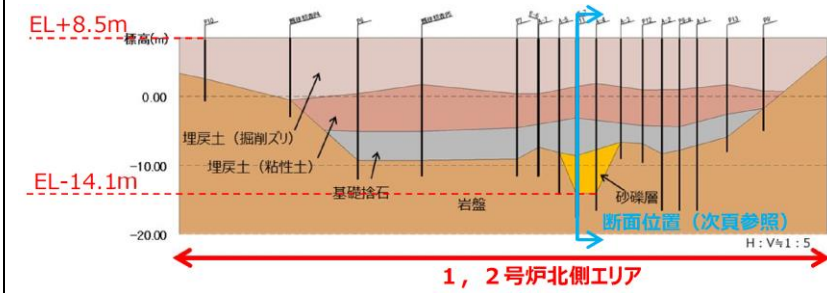


図3-9(2) 地質断面図(1, 2号炉北側エリア)

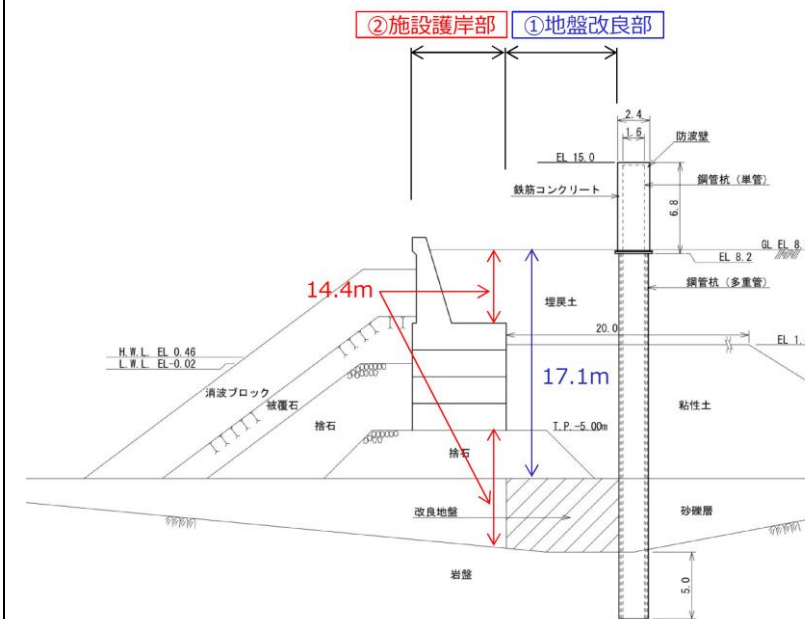
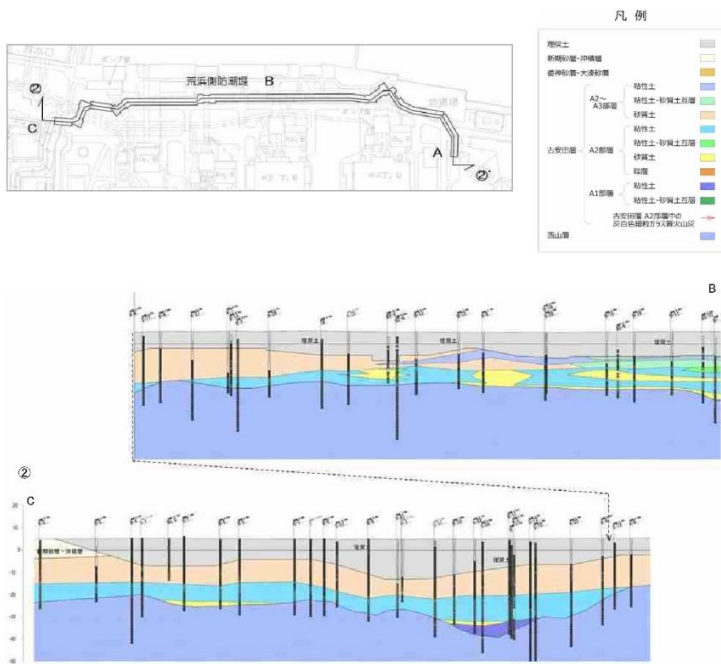


図3-10 断面図(1, 2号炉北側エリア)

・地質条件の相違  
【柏崎6/7】  
地質条件の相違による  
記載内容の相違。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-5 図(3) 地質断面図 (荒浜側 ②-②' (B-C) 断面)</p>			<p>・地質条件の相違  <b>【柏崎6/7】</b>  地質条件の相違による記載内容の相違。</p>

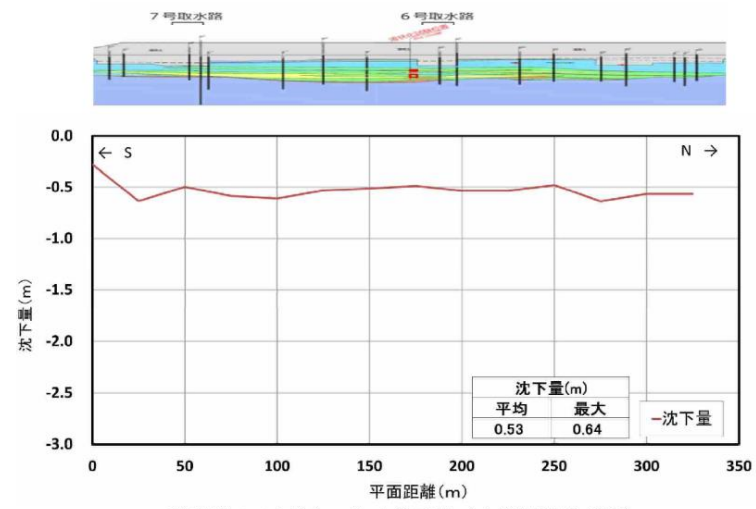


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

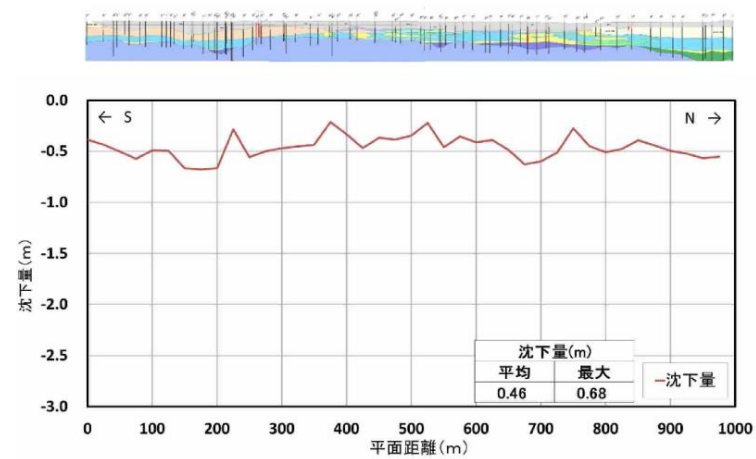
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

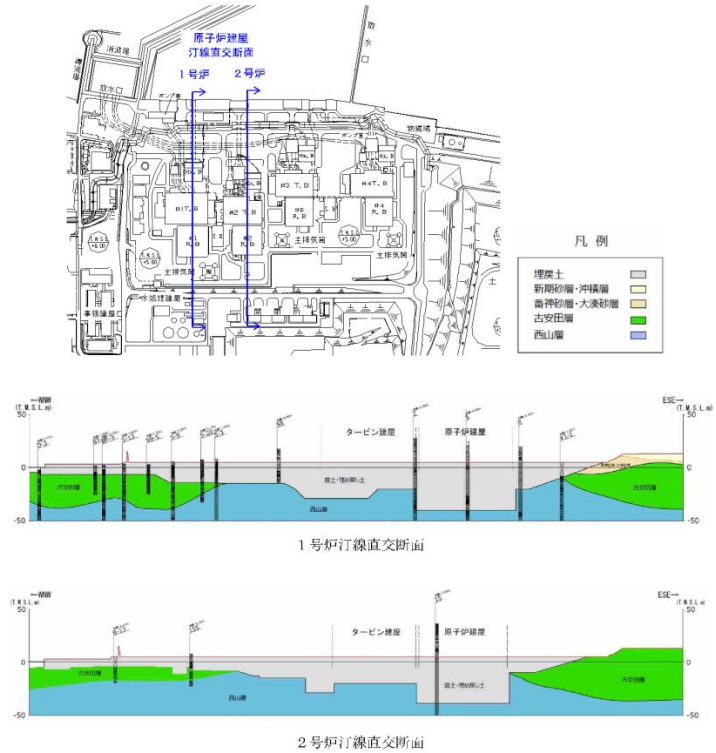


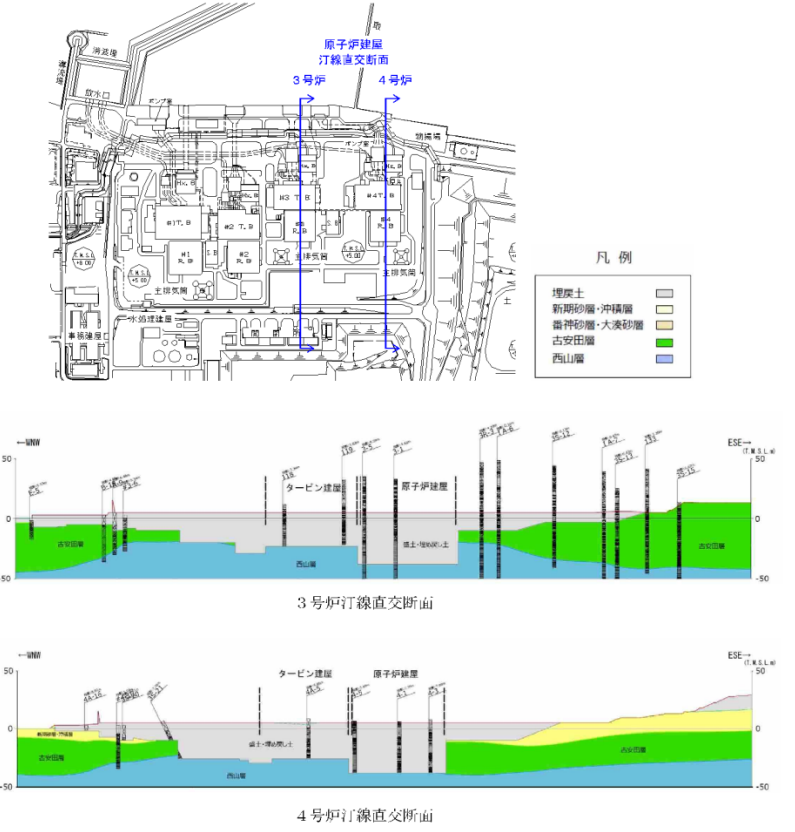
添付第 4-6 図(1) 排水沈下量 (大湊側護岸付近)

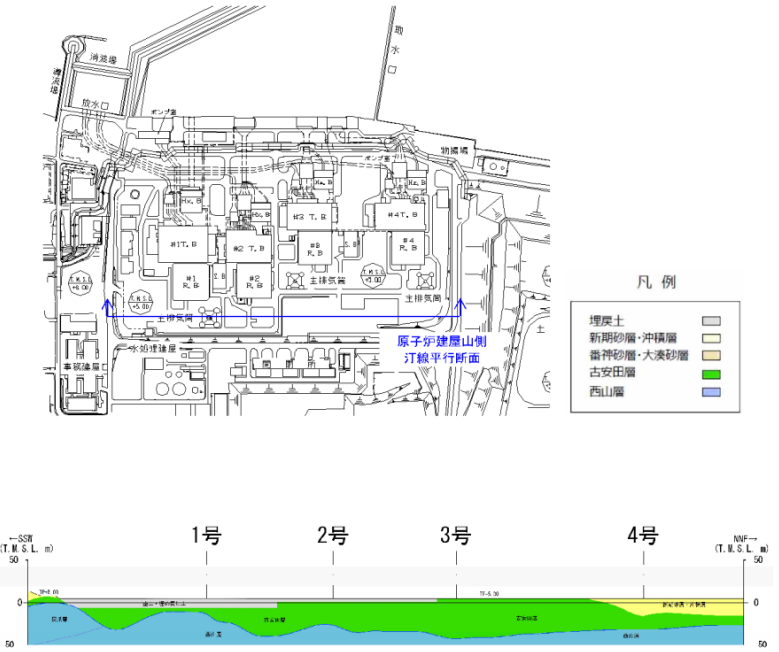


添付第 4-6 図(2) 排水沈下量 (荒浜側護岸付近)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>④ <u>荒浜側防潮堤内敷地の排水沈下量</u></p> <p><u>荒浜側防潮堤内の敷地 (T.M.S.L.+5m) の沈下量は、護岸付近と同様な考え方で、1～4号炉の原子炉建屋に直交する地質断面図及び原子炉建屋山側の汀線に平行な地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第4-7図に示す。なお、古安田層については、液状化しない粘性土も広く分布しているが、ここでは全層を液状化評価対象層として保守的に沈下量を算定した。</u></p> <p><u>各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第4-8図に示す。1号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.77m、最大1.03m、山側で平均0.77m、最大1.06m となった。2号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.53m、最大0.58m、山側で平均0.83m、最大1.05m となった。3号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.72m、最大0.95m、山側で平均0.93m、最大1.15m となった。4号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.83m、最大0.97m、山側で平均0.88m、最大1.07m となった。山側汀線平行断面の沈下量は、平均0.69m、最大1.01m となった。</u></p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第4-7図(1)地質断面図(1, 2号炉汀線直交断面図)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第4-7図(2)地質断面図(3, 4号炉汀線直交断面図)</p>			

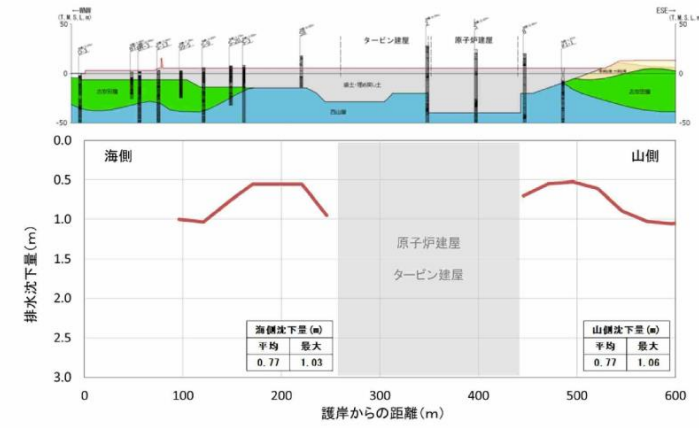
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-7 図 (3) 地質断面図 (原子炉建屋山側 汀線平行断面図)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

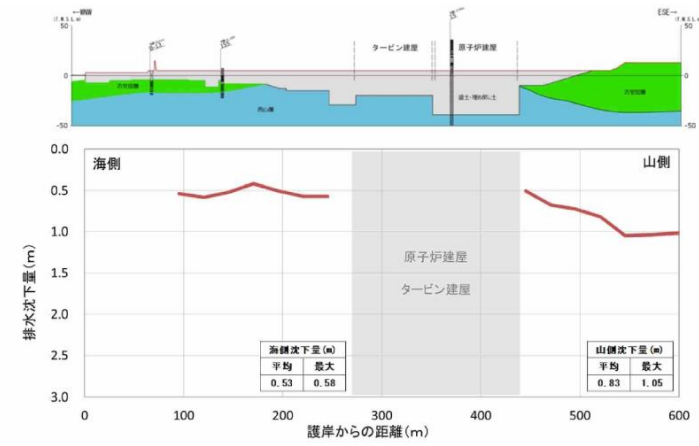
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



添付第 4-8 図(1) 排水沈下量 (1号炉汀線直交断面)



添付第 4-8 図(2) 排水沈下量 (2号炉汀線直交断面)

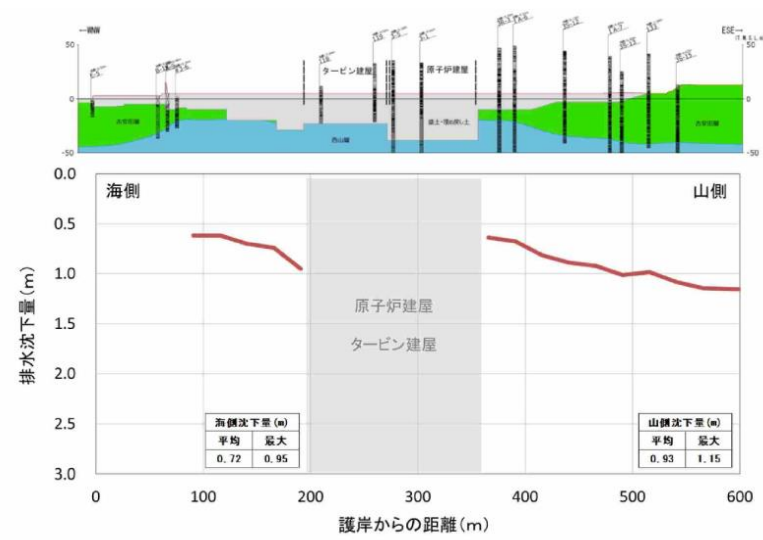


柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

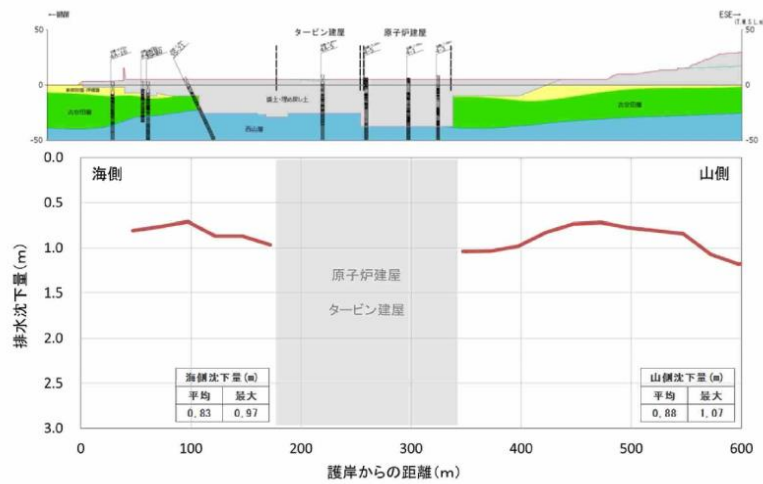
東海第二発電所 (2018.9.12版)

島根原子力発電所 2号炉

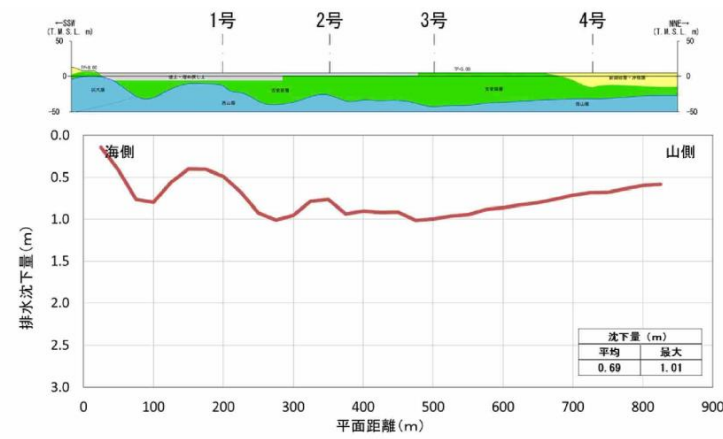
備考



添付第4-8図(3) 排水沈下量 (3号炉汀線直交断面)



添付第4-8図(4) 排水沈下量 (4号炉汀線直交断面)



添付第 4-8 図(5) 排水沈下量 (原子炉建屋山側汀線平行断面)

(2) 液状化に伴う側方流動による沈下

① 評価方針

地震時の地盤の液状化に伴う側方流動が想定されることから、二次元有効応力解析 (解析コード「FLIP Ver. 7.1.9」) により側方流動による沈下量を算定する。評価を行う解析断面は、以下の観点から 3号炉東側エリアの沈下による遡上の影響が大きいと判断し、3号炉東側エリアを対象として、有効応力解析を実施する。

- ・ 1, 2号炉北側エリアと比較して埋戻土 (掘削ズリ) の分布が広範囲かつ層厚が厚いこと
- ・ 1, 2号炉北側エリアと比較して基準津波遡上範囲が広いこと

3号炉東側の解析断面位置図を図 3-11 に示す。

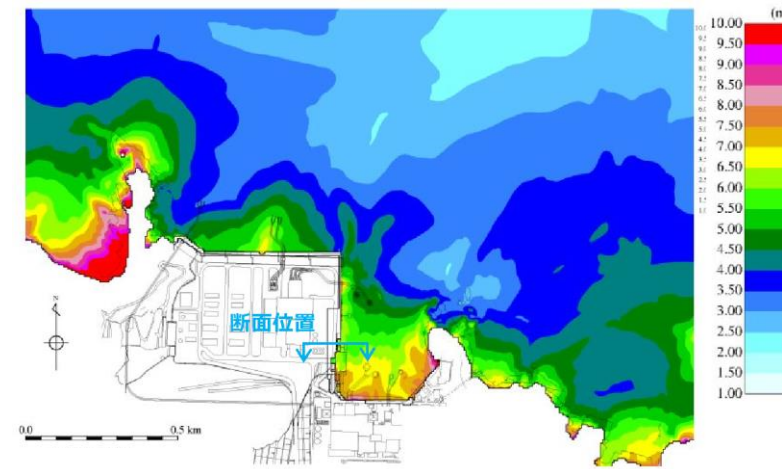
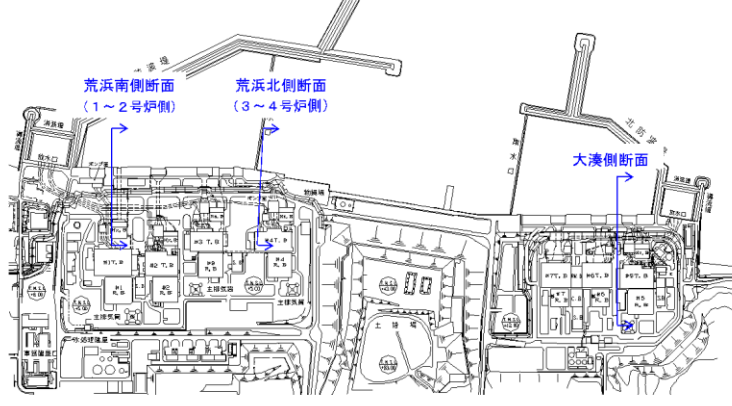


図 3-11 解析断面位置図

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2) 液状化に伴う側方流動による沈下</p> <p>① 評価方針</p> <p>護岸付近の地盤については、地震時の地盤の液状化に伴う側方流動が想定されることから、二次元有効応力解析(解析コード「FLIP Ver. 7.2.3.5」)により側方流動による沈下量を算定した。評価を行う解析断面には、添付第4-9図に示すとおり、荒浜側2断面、大湊側1断面を選定した。</p>  <p>添付第4-9図 評価断面位置</p>	<p>2. 検討内容</p> <p>(1) 有効応力解析による残留沈下量</p> <p>防潮堤前面の地盤の沈下量を二次元有効応力解析により算定した。解析モデルは構造物を線形梁要素、地盤をマルチスプリング要素でモデル化した。解析において、地下水位は保守的に地表面に設定し、地震動は基準地震動S s-D1を用いた。また、全ての液状化検討対象層に対して、豊浦標準砂の液状化強度特性(-1σ)により強制的な液状化を仮定した。</p> <p>検討断面は、敷地南側の第四紀層が薄い範囲の代表地点としてA断面、敷地北側の第四紀層が厚く堆積した範囲の代表として過圧密粘土層(Ac層)が最も薄い地点のB断面、敷地東側の海岸より約100m以内の範囲の地点としてC断面及びD断面を選定した。平面図、地質断面図及び解析断面位置を第4図に示し、A~D断面の解析モデルを第5図に示す。</p> <p>有効応力解析による残留沈下量の検討結果を第1表に示す。</p> <p>有効応力解析による地表面の残留沈下量の最大は、敷地南側では0.049m、敷地北側では0.021m、敷地東側では0.210mとなった。</p>	<p>②解析条件</p> <p>3号炉東側断面の解析モデル図を図3-12に示す。地盤は、地質区分に基づき平面ひずみ要素でモデル化し、防波壁は、線形はり要素でモデル化した。</p> <p>地下水位は、防波壁周辺の朔望平均満潮位(EL.+0.46m)前後であることから、港湾基準に準じてEL.+0.14m<sup>*</sup>とする。</p> <p>入力地震動は、表3-1に示すとおり、基準地震動のうち、繰返し応力及び繰返し回数に着目し、水平加速度が大きく、継続時間が長い地震動が液状化評価において最も厳しいと考えられることから、S s-Dを選定する。したがって、基準地震動S s-Dを、一次元波動論によって解析モデル下端位置で評価した波形を用いた。</p> <p>※ <math>L.W.L.EL.-0.02m+1/3 \times (H.W.L.EL.+0.46m-L.W.L.EL.-0.02m) = EL.+0.14m</math></p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>資料構成の相違</li> <li>【東海第二】</li> <li>柏崎及び島根の解析条件については(2)②に記載。</li> <li>設計方針の相違</li> <li>【柏崎6/7, 東海第二】</li> <li>代表断面の考え方について記載。</li> </ul>

② 解析条件

荒浜南側(1~2号炉側)、荒浜北側(3~4号炉側)及び大湊側の解析モデル図を添付第4-10図に示す。地盤は、地質区分に基づき平面ひずみ要素でモデル化し、護岸矢板、控え杭は、非線形はり要素でモデル化した。

地下水位は、地震荷重に伴う液状化による変形を保守的に考慮するために、朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)に余裕を考慮したT.M.S.L.+1.00mとした。

入力地震動は、荒浜側、大湊側それぞれの解放基盤面で定義される基準地震動Ssを、一次元波動論によって解析モデル下端位置で評価した波形を用いた。

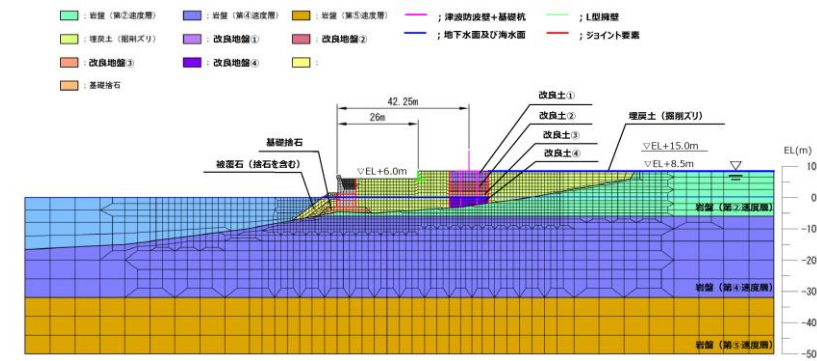


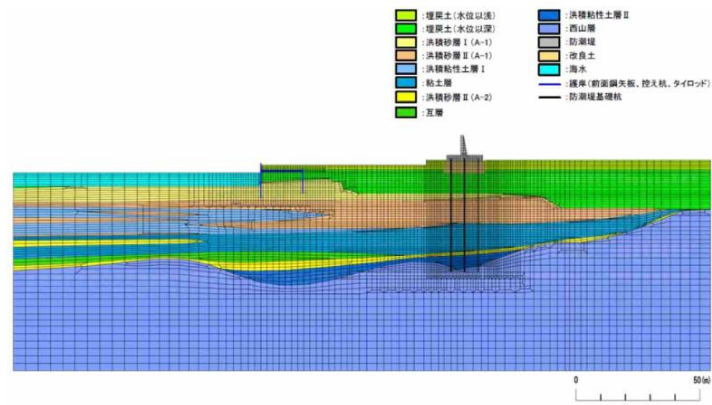
図3-12 解析モデル図(3号炉東側断面)

表3-1 基準地震動の加速度時刻歴波形

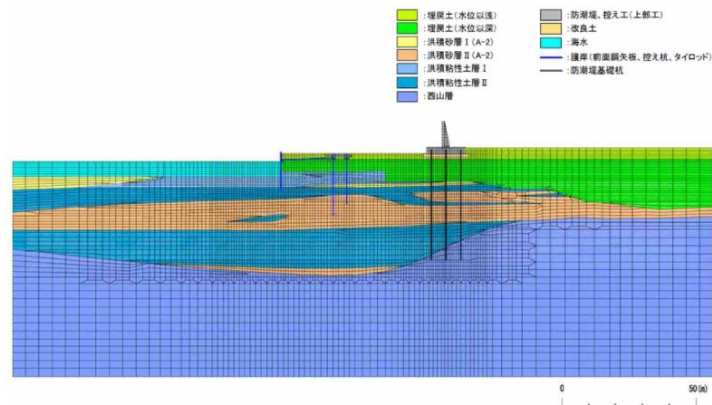
基準地震動	水平方向 (NS成分)	水平方向 (EW成分)	鉛直方向
Ss-D 敷地ごとに震源を特定して算定する地震動による基準地震動 [広帯域スペクトル手法による基準地震動]			
Ss-F1 敷地ごとに震源を特定して算定する地震動による基準地震動 [断層モデル手法による基準地震動 穴道断層による地震の4断層中 地震の相対発生レベルの不確かさ 総相対発生率5]			
Ss-F2 敷地ごとに震源を特定して算定する地震動による基準地震動 [断層モデル手法による基準地震動 穴道断層による地震の4断層中 地震の相対発生レベルの不確かさ 総相対発生率6]			
Ss-N1 震源を特定せず算定する地震動による基準地震動 [2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET)基研]の検討結果に保守性を考慮した地震動]			
Ss-N2 震源を特定せず算定する地震動による基準地震動 [2000年鳥取県西部地震の資料「GJM (新倉部)」の観測記録]			

※表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形[縦軸:加速度(cm/s<sup>2</sup>), 横軸:時間(s)]

・設計方針の相違  
【柏崎6/7】  
解析条件の相違による記載内容の相違。



添付第4-10図(1) 解析モデル図 [荒浜南側 (1~2号炉側)]



添付第4-10図(2) 解析モデル図 [荒浜北側 (3~4号炉側)]

第1表 有効応力解析による残留沈下量

	敷地南側 (A断面)	敷地北側 (B断面)	敷地東側 (C, D断面)
最大残留沈下量 (m)	0.049	0.021	0.210



第4図平面図, 地質断面図及び解析断面位置

・設計方針の相違  
【柏崎6/7, 東海第二】  
解析条件の相違による  
記載内容の相違。

地盤の物性値は、「島根原子力発電所2号炉設計基準対象施設について 第4条：地震による損傷の防止 別紙-11 液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定した。液状化の評価対象として取り扱う埋戻土(掘削ズリ)及び砂礫層の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、液状化試験結果(繰返し非排水せん断試験結果)に基づき、地盤のばらつき等を考慮し、保守的に簡易設定法により設定した。

試験結果等から設定した解析上の液状化強度曲線を図3-13に示す。

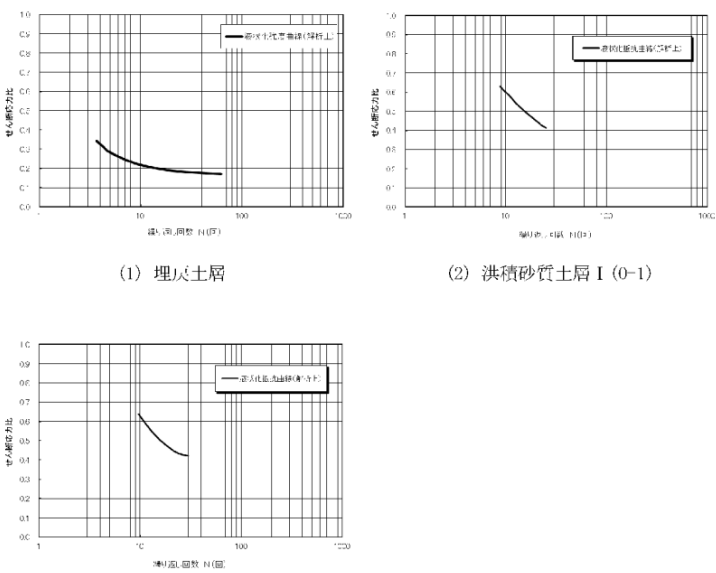
解析用地盤物性値を表3-2に示す。



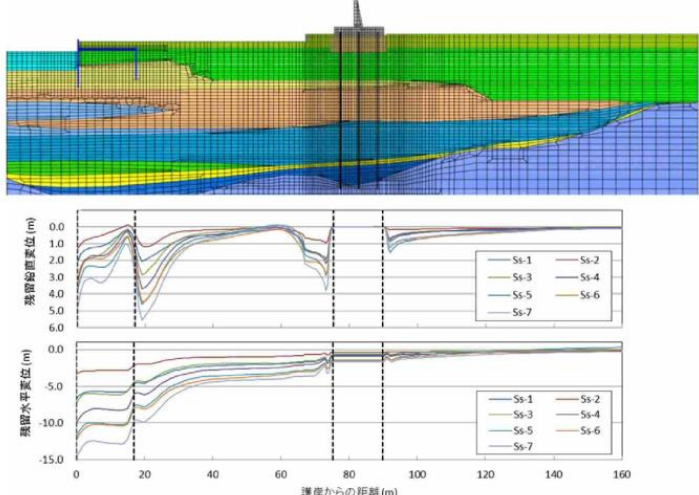


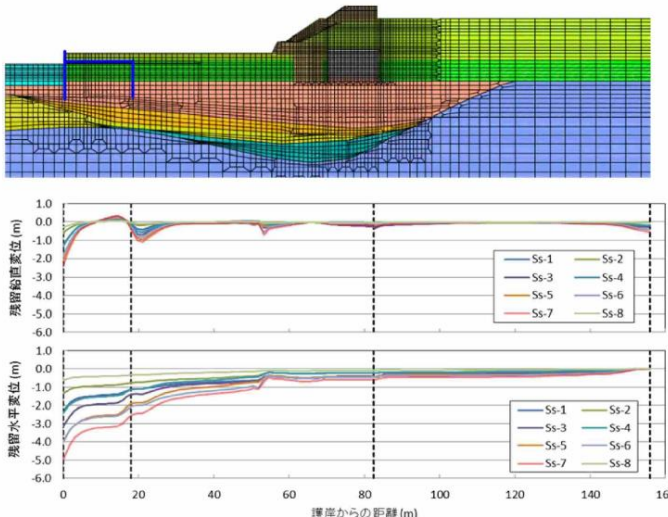


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(1) 埋灰土層</p> <p>(2) 洪積砂層 I (A-1)</p> <p>(3) 洪積砂層 II (A-1)</p> <p>(4) 洪積砂層 I (A-2)</p> <p>(5) 洪積砂層 II (A-2)</p> <p>添付第 4-11 図 液状化強度曲線 (荒浜側)</p>			<p>・設計方針の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>解析条件の相違による記載内容の相違。</p>

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>(1) 埋戻土層</p> <p>(2) 洪積砂質土層 I (0-1)</p> <p>(3) 洪積砂質土層 II (0-1)</p> <p>添付第 4-12 図 液状化強度曲線 (大湊側)</p>	-	<p>③ 評価結果</p> <p><u>基準地震動 S<sub>s</sub>-D による 3 号炉東側の残留変形量を図 3-14 に示す。防波壁より海側では、L 型擁壁までの EL. +8.5m 盤において、防波壁直下の改良地盤と埋戻土（掘削ズリ）の境界部を中心とした比較的大きな沈下が確認される。これは、地震による L 型擁壁の海側への傾きに伴い、埋戻土（掘削ズリ）が自立する改良地盤から海側へ側方流動したことに起因するものである。</u></p> <p><u>なお、解析条件については、以下のとおり保守的に設定する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地内の地下水位については、防波壁より海側の地下水位を海水位に、防波壁より陸側の地下水位を地表面に設定する。</li> <li>・埋戻土（掘削ズリ）の液状化強度特性は敷地全体の N 値に基づく簡易設定法*により設定する。</li> </ul> <p><u>津波が浸水する EL. +6.0m 盤における沈下量は 0.04m 程度であるが、海岸線から離れた EL. +8.5m 盤では改良地盤近傍で局所的に 1~2m 程度の沈下が生じている。このため、側方流動による EL. +6.0m 盤から EL. +8.5m 盤全体の沈下量としては、EL. +6.0m 盤から EL. +8.5m 盤の埋戻土（掘削ズリ）の各節点における沈下量を節点数で割った平均沈下量（0.33m 程度）を考慮し、保守的に 0.35m とする。</u></p> <p><u>※簡易設定法による液状化強度特性は、埋戻土（掘削ズリ）の液状化試験結果（ロータリー式三重管サンプラー及び表層試料採取）による液状化強度特性よりも十分保守的である。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>③ 評価結果</p> <p><u>荒浜南側（1～2号炉側）、荒浜北側（3～4号炉側）及び大湊側の地表面の残留変形量を、それぞれ添付第4-13図、添付第4-14図、添付第4-15図に示す。</u></p> <p><u>荒浜南側（1～2号炉側）の護岸付近については、護岸から30m程度の範囲や防潮堤前面では護岸矢板や控え杭、防潮堤の海側への変位に伴い、局所的に1～6m程度の沈下が生じているものの、護岸から30m～60mの範囲では概ね1m以下の沈下である。また、防潮堤山側については、防潮堤背面の局所的な最大1.5m程度の沈下を除き概ね50cm以下の沈下であり、側方流動による沈下への影響は小さい。</u></p> <p><u>荒浜北側（3～4号炉側）の護岸付近については、護岸から30m程度の範囲や防潮堤前面では護岸矢板や控え杭、防潮堤の海側への変位に伴い、局所的に1m程度の沈下が生じているものの、それ以外の範囲では概ね50cm以下であり側方流動による沈下への影響は小さい。また、防潮堤山側については、防潮堤背面の局所的な最大2m程度の沈下を除き概ね50cm以下の沈下であり、側方流動による沈下への影響は小さい。</u></p> <p><u>大湊側の護岸付近については、護岸から30m程度の範囲や防潮堤前面では護岸矢板や控え杭、防潮堤の海側への変位に伴い、局所的に3m程度の沈下が生じているものの、それ以外の範囲では概ね50cm以下であり側方流動による沈下への影響は小さい。また、防潮堤山側については、概ね50cm以下の沈下であり、側方流動による沈下への影響は小さい。</u></p>		<p>図3-14 基準地震動のS<sub>s</sub>-Dによる地表面残留変形量（3号炉東側断面）</p>	<p>・地質条件の相違に伴う評価結果の相違</p> <p>【柏崎6/7】沈下量算定結果の相違。</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>添付第 4-13 図 地表面残留変形量【荒浜南側 (1～2号炉側)】</p>  <p>添付第 4-14 図 地表面残留変形量【荒浜北側 (3～4号炉側)】</p>			<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地質条件の相違に伴う評価結果の相違</li> <li>【柏崎6/7】</li> <li>沈下量算定結果の相違。</li> </ul>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="296 913 682 945">添付第 4-15 図 地表面残留変形量〔大湊側〕</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 325">・地質条件の相違に伴う 評価結果の相違</p> <p data-bbox="2522 336 2819 420">【柏崎6/7】 沈下量算定結果の相違。</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>(2) <u>過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 (排水沈下量)</u></p> <p><u>排水沈下量の算定は、有効応力解析を実施した地点で行った。</u></p> <p><u>排水沈下率は、Ishiharaほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係から設定した。排水沈下量の計算に用いる豊浦標準砂の相対密度は、豊浦標準砂の液状化強度試験に用いられた供試体の相対密度が73.9%~82.9%であったことから、沈下量の算定上保守的に70%とし、沈下率の設定においても解析結果の最大せん断ひずみによらず、安全側に体積ひずみ(沈下率)の最大値を採用した。排水沈下量の算定フローを第6図に、相対密度より設定した沈下率を第7図に示す。</u></p> <p><u>排水沈下量の検討結果を第2表に示す。</u></p> <p><u>敷地南側の排水沈下量は最大0.362m、敷地北側の排水沈下量は最大0.715m、敷地東側の排水沈下量は最大0.708mとなった。</u></p>		<p>・資料構成の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>排水沈下量について、柏崎は(1)③及び④に記載。島根は(1)③に記載。</p>

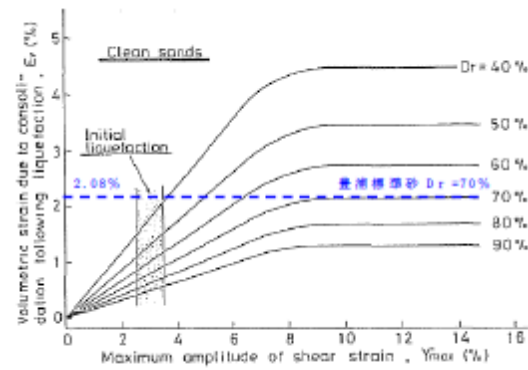


第2表 排水沈下量

	敷地南側	敷地北側	敷地東側
最大排水沈下量(m)	0.362	0.715	0.708



第6図 排水沈下量の算定フロー



第7図 Ishiharaほか(1992)の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した豊浦標準砂の沈下率

(3) 津波解析における沈下量の設定  
津波解析における沈下は、沈下考慮範囲を対象とする(図3-15)。また、荷揚場は一部岩着し、沈下しない範囲もあるが、本検討では、保守的に荷揚場全体が沈下する前提で検討を行い、護岸のパラペットについてもモデル化を行わないこととする。なお、防波壁周辺については、地盤改良を実施していることから、沈下しないこととする。

液状化及び揺すり込みに伴う沈下量を相対密度の平均値から求まる沈下率(2.5%)による0.5mとしていたが、保守的にばらつきを考慮した相対密度から求まる沈下率(3.5%)による0.65mを採用し、側方流動による沈下量0.35mを加え、1mとした。

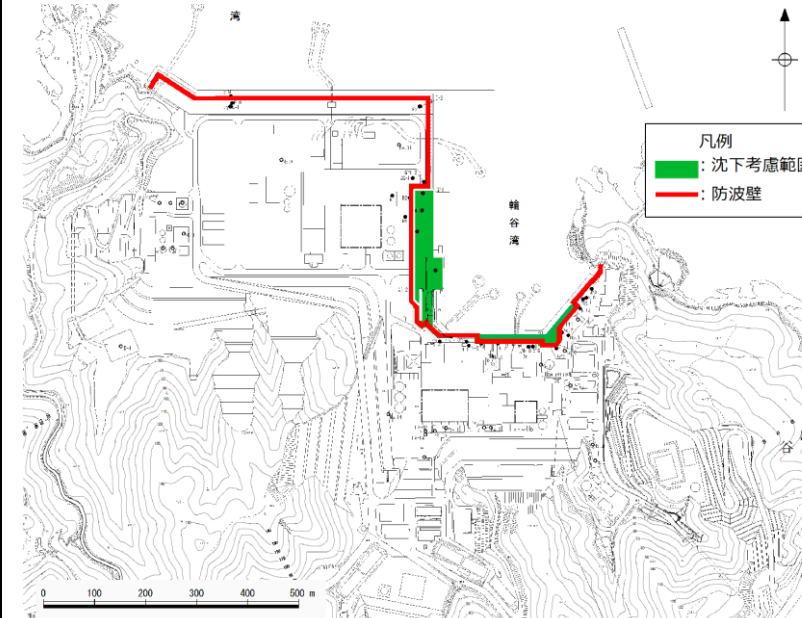


図3-15 津波評価において沈下を考慮する範囲

・資料構成の相違  
【東海第二】  
排水沈下量について、柏崎は(1)③及び④に記載。島根は(1)③に記載。

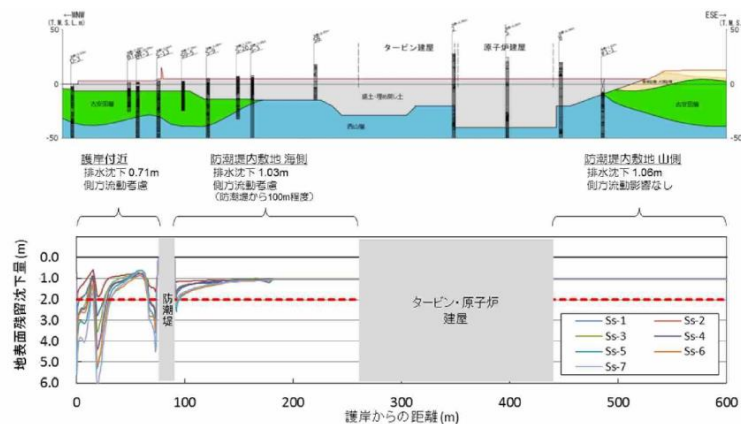
(3) 津波評価における沈下量の設定

荒浜南側（1～2号炉側）、荒浜北側（3～4号炉側）及び大湊側の側方流動による沈下に、排水沈下を加えた液状化による地表面沈下量を、それぞれ添付第4-16図、添付第4-17図、添付第4-18図に示す。なお、排水沈下については、保守的に「(1) 液状化に伴う排水沈下」で算出した沈下分布の最大値を採用し、各断面に加えた。

荒浜側は、南側（1～2号側）の護岸付近の一部で局所的に側方流動による大きな沈下が生じているものの、護岸付近及び荒浜側防潮堤内敷地（T.M.S.L.+5m）における沈下量は概ね2m以内である。

大湊側の沈下量は、護岸付近の一部で局所的に側方流動による大きな沈下が生じているものの、護岸付近における沈下量は概ね2m以内である。

上記より、津波遡上解析における荒浜側の護岸付近、荒浜側防潮堤内敷地（T.M.S.L.+5m）及び大湊側の護岸付近の沈下量は、保守的にすべての範囲を2mに設定し、津波評価の地形モデルとして反映する。沈下を考慮する範囲を添付第4-19図に示す。なお、荒浜南側の護岸付近の局所的な沈下の影響については、2mの沈下に加え、護岸から30m程度の範囲をなくした地形モデルにより影響検討を実施する。なお、2007年新潟県中越沖地震に伴う敷地の沈下量は、建屋近傍の揺すり込み沈下等の局所的な変状を除けば、沈下量は荒浜側、大湊側ともに最大で0.3～0.5mである。（「柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉設計基準対象施設について 第4条：地震による損傷の防止 別紙-11 液状化影響の検討方針について」参照）



添付第4-16図 液状化による地表面沈下量 [荒浜南側 (1～2号炉側)]

3. 検討結果

有効応力解析から算定した残留沈下量及びIshiharaほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係から算定した排水沈下量の合計を第3表に示す。

敷地南側では合計沈下量が0.411mとなったことから、数値シミュレーションにおいて想定する津波遡上経路の沈下量(以下「想定沈下量」という。)は保守的に0.5mとする。敷地北側では合計沈下量が0.736mとなったことから、想定沈下量は保守的に1.0mとする。敷地東側では合計沈下量が0.918mとなったことから、想定沈下量を1.5mとする。

以上の検討結果に基づき、数値シミュレーションで考慮する地震に起因する変状による地形の変化は、第8図に示すとおり設定する。

第3表 有効応力解析から算定した残留沈下量及びIshiharaほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係から算定した排水沈下量

	敷地南側	敷地北側	敷地東側
	最大沈下量(m)	最大沈下量(m)	最大沈下量(m)
有効応力解析から算定した残留沈下量	0.049	0.021	0.210
Ishiharaほか(1992)から算定した排水沈下量	0.362	0.715	0.708
合計	0.411	0.736	0.918
数値シミュレーションにおいて想定する津波遡上経路の沈下量	0.5	1.0	1.5

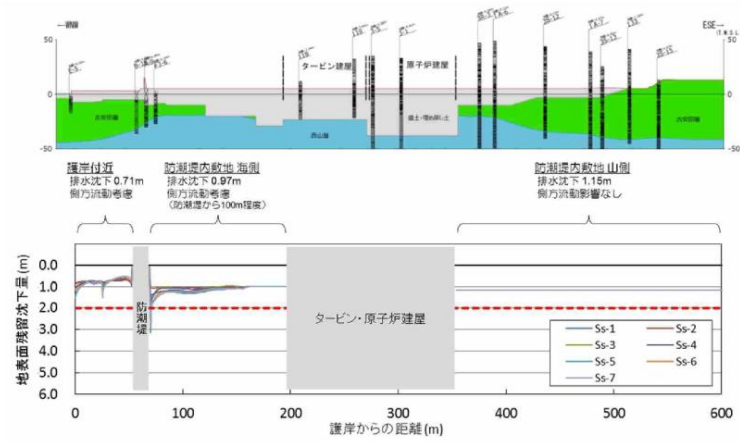
・地質条件の相違に伴う評価結果の相違  
【柏崎6/7, 東海第二】沈下量算定結果の相違。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

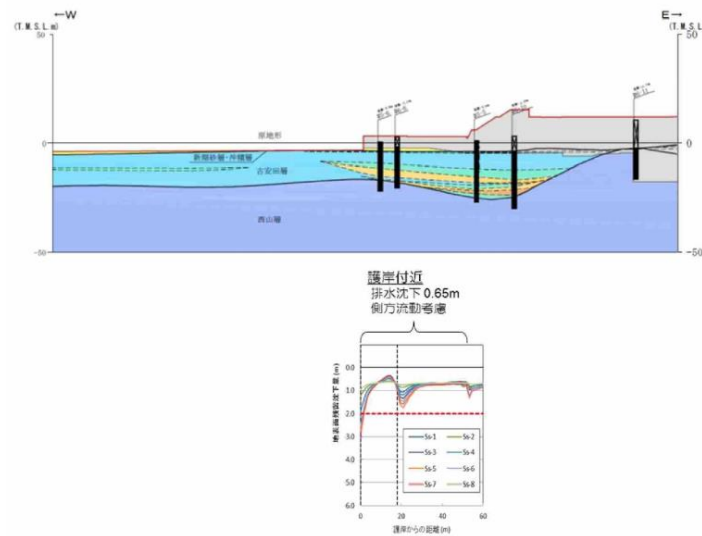
東海第二発電所 (2018.9.12版)

島根原子力発電所 2号炉

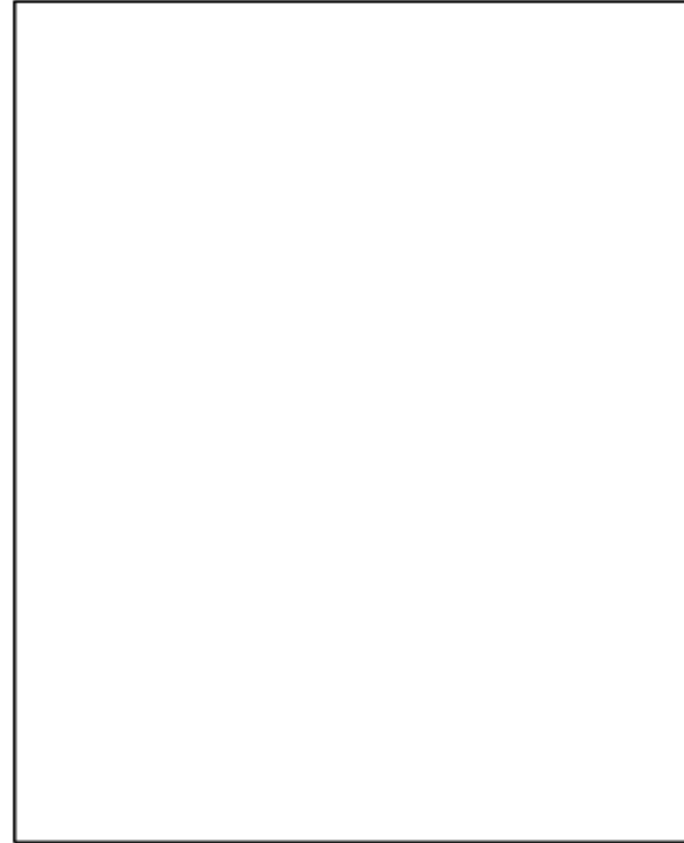
備考



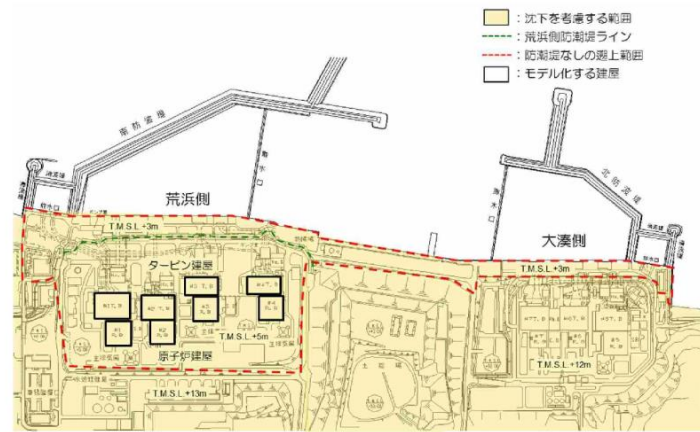
添付第 4-17 図 液状化による地表面沈下量〔荒浜北側 (3~4号炉側)〕



添付第 4-18 図 液状化による地表面沈下量〔大湊側〕



第8 図 想定沈下量評価結果



添付第4-19図 津波評価において沈下を考慮する範囲

(4) 地盤変状を考慮した津波解析

(1)～(3)を踏まえ、沈下量を保守的に1mと設定し、津波解析を実施した。

基準津波1～6のケースを対象に基本ケース及び1m沈下させたケースを比較し、その差異を表3-3に示す。また、最大水位上昇量分布を図3-16に示す。

津波解析の結果、1m沈下させた場合、水位上昇側の施設護岸又は防波壁の水位は、どのケースについても基本ケースと同じもしくは基本ケースの方が大きい。また、水位下降側の2号炉取水口の水位については全ケースで同じ水位となった。

以上より、地震による地形変化(地盤変状)は、入力津波を設定する際の影響要因として考慮しない。

表3-3 基本ケースと地盤変状を考慮したケースの水位比較

	【水位上昇側】施設護岸又は防波壁 <sup>※1</sup>			【水位下降側】2号炉取水口(東) <sup>※2</sup>		
	基本ケース (沈下無し)(A)	沈下有り1m (B)	差異(B-A)	基本ケース (沈下無し)(A)	沈下有り1m (B)	差異(B-A)
基準津波1(防波堤有り)	+10.7m (+10.67m)	+10.7m (+10.67m)	0.0m (0.00m)	-5.2m (-5.13m)	-5.2m (-5.13m)	0.0m (0.00m)
基準津波1(防波堤無し)	+11.9m (+11.85m)	+11.9m (+11.85m)	0.0m (0.00m)	-6.1m (-6.01m)	-6.1m (-6.01m)	0.0m (0.00m)
基準津波2(防波堤有り)	+9.0m (+8.93m)	+9.0m (+8.92m)	0.0m (-0.01m)			
基準津波3(防波堤有り)				-4.7m (-4.63m)	-4.7m (-4.63m)	0.0m (0.00m)
基準津波4(防波堤有り)				-4.1m (-4.04m)	-4.1m (-4.04m)	0.0m (0.00m)
基準津波4(防波堤無し)				-4.3m (-4.25m)	-4.3m (-4.25m)	0.0m (0.00m)
基準津波5(防波堤無し)	11.5m (+11.45m)	11.5m (+11.45m)	0.0m (0.00m)			
基準津波6(防波堤無し)				-6.1m (-6.08m)	-6.1m (-6.08m)	0.0m (0.00m)

※1 雨量平均高潮位+0.58m、潮位の約±0.14mを併せて+0.72mを考慮 ※2 雨量平均干潮位-0.02m、潮位の約±0.17mを併せて-0.19mを考慮



・資料構成の相違  
【柏崎6/7】  
「4.5 津波評価結果」に  
おいて検討を実施。

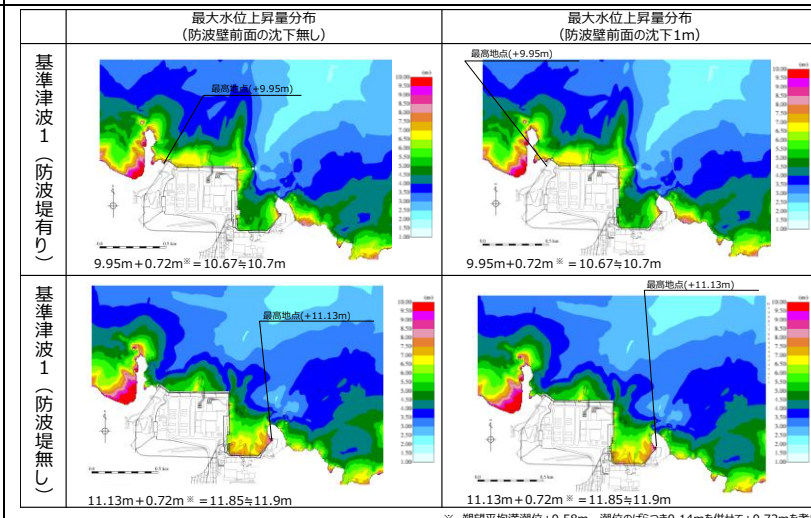


図3-16 (1) 地盤変状の有無による最大水位上昇量分布の比較  
(基準津波1 (防波堤有り) 及び基準津波1 (防波堤無し))

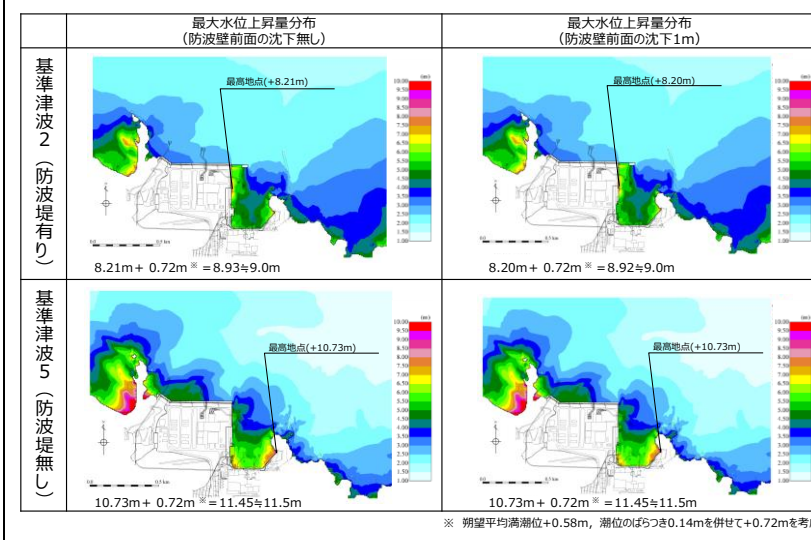


図3-16 (2) 地盤変状の有無による最大水位上昇量分布の比較  
(基準津波2 (防波堤有り) 及び基準津波5 (防波堤無し))

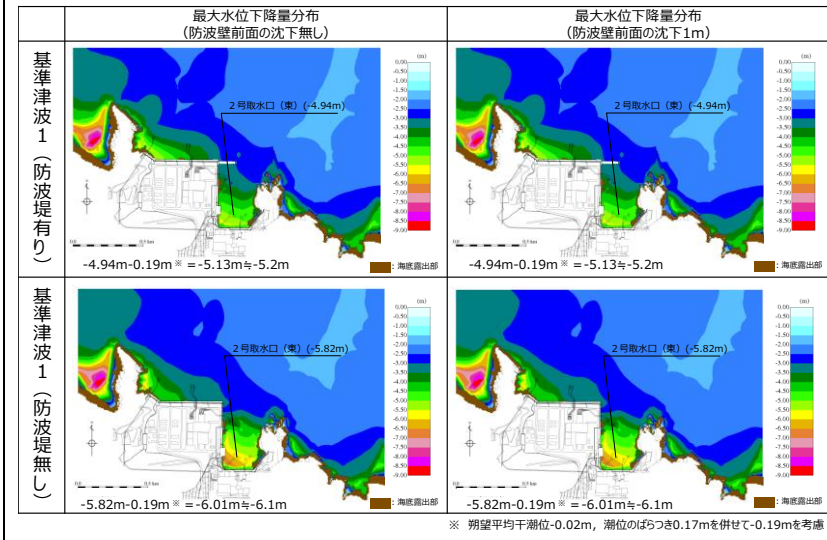


図3-16(3) 地盤変状の有無による最大水位下降量分布の比較  
(基準津波1(防波堤有り)及び基準津波1(防波堤無し))

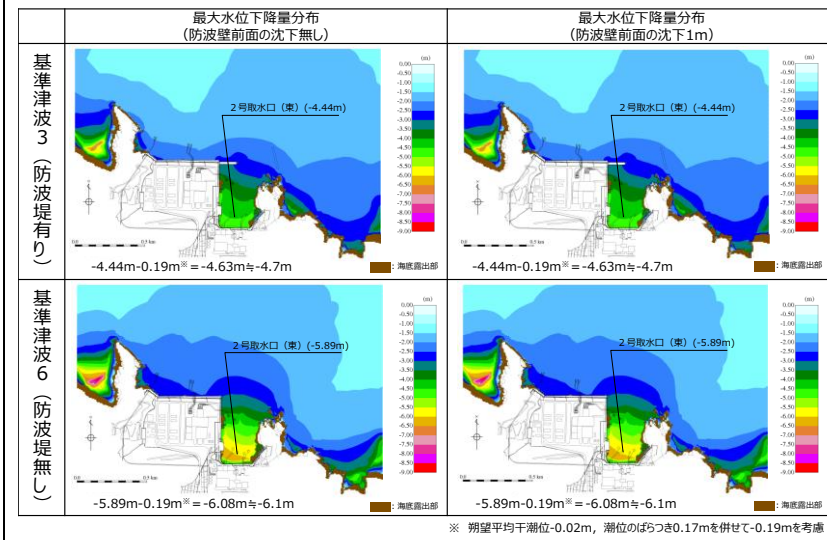


図3-16(4) 地盤変状の有無による最大水位下降量分布の比較  
(基準津波3(防波堤有り)及び基準津波6(防波堤無し))



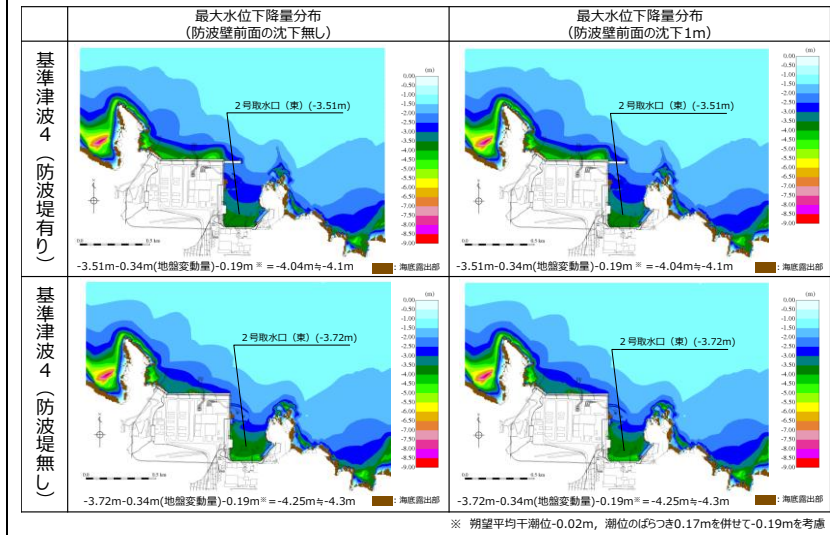
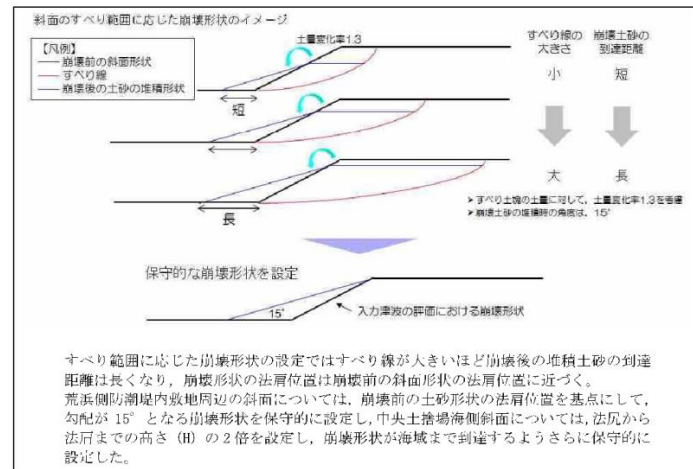


図3-16 (5) 地盤変状の有無による最大水位下降量分布の比較  
(基準津波4 (防波堤有り) 及び基準津波4 (防波堤無し))

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><b>4.3 敷地周辺斜面の崩壊形状の設定</b></p> <p>敷地周辺斜面は、基準地震動Ss による震動で斜面が崩壊する可能性があることから、斜面崩壊を考慮した地形モデルを作成した。なお、地形モデルの作成にあたっては、遡上が想定される中央土捨場の斜面及び荒浜側防潮堤内敷地の周辺斜面の崩壊を考慮することとした。</p> <p>斜面の崩壊角度については、添付第4-20 図に示すとおり、安息角と内部摩擦角の関係及び土砂の移動時の内部摩擦角の下限値を考慮し、崩壊土砂の堆積時の角度を15° に設定した。崩壊形状については、添付第4-21 図に示す斜面の崩壊範囲に応じた崩壊形状の設定方法から、崩壊前の土砂形状の法肩位置を基点に、勾配が15° となるように崩壊形状を保守的に設定した。なお、中央土捨場の海側斜面については、さらに保守的に崩壊土砂が海域まで到達する場合を想定し、「宅地防災マニュアルの解説」(添付第4-22 図)を参考に法尻から法肩までの高さ(H)の2 倍として崩壊形状を設定した。</p> <p>上記の崩壊形状の設定に基づき、各斜面の崩壊形状を設定した。崩壊を考慮する斜面範囲を添付第4-23 図に、代表的な位置における斜面の崩壊形状として、荒浜側防潮堤内敷地における周辺斜面の断面図を添付第4-24 図に、中央土捨場海側斜面の断面図を添付第4-25 図に示す。</p> <div data-bbox="213 1318 848 1701"> <p>■ 安息角とは、自然にとりうる土の最大傾斜角で、乾燥した粗粒土の場合は高さに関係しないが、粘性土の場合は高さに影響されるので、安息角は一定の値にならないと説明されている。(地盤工学会：土質工学用語集)</p> <p>■ 砂の安息角と内部摩擦角 図の応力状態時の斜面が安定するには、すべり力Tと抵抗力Sの間に、<math>T \leq S</math>の条件が成り立つ必要がある。これを展開すると、以下ようになる。</p> <math display="block">W \cdot \sin \beta \leq W \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi</math> <math display="block">\tan \beta \leq \tan \phi</math> <math display="block">\phi \geq \beta</math> <p>すなわち、内部摩擦角φは斜面勾配β以上の値であり、安全率1.00の極限状態では内部摩擦角φは斜面勾配βと等しくなる。</p> <p>■ 土砂の移動時の内部摩擦角 【土砂災害防止に関する基礎調査の手引き】(財)砂防フロンティア整備推進機構、H13.6 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の内部摩擦角φ φ : 15° ~ 40° 【砂防設計公式集(マニュアル)】(社)全国治水砂防協会、S59.11 土石流の力や高さの検討に用いる土砂の内部摩擦角φ 普通土(固いもの) : 25° ~ 35° 普通土(やや軟らかいもの) : 20° ~ 30° 普通土(軟らかいもの) : 15° ~ 25°</p>  </div> <p>添付第 4-20 図 崩壊土砂の堆積角度</p>			<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は、「2. 敷地周辺斜面の崩壊に関する検討」において検討を実施。</p>



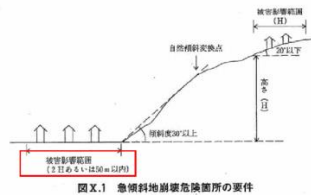
添付第4-21図 斜面崩壊形状の設定イメージ

土砂災害に係る危険箇所のうち、宅地造成に伴う災害に最も関連の深い急傾斜地崩壊危険箇所の考え方を以下に示す。

【危険箇所としての要件】

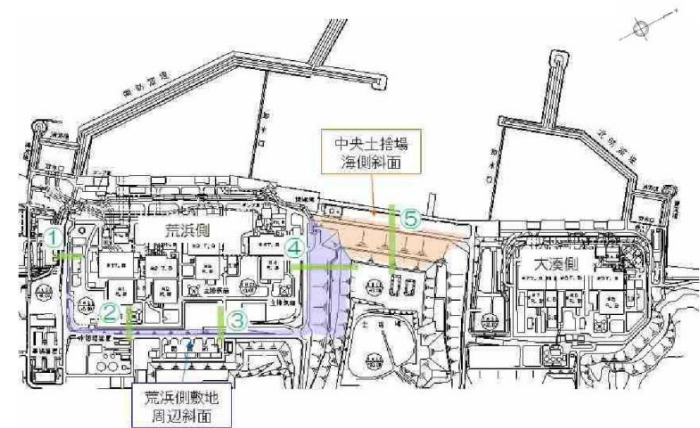
- ① 水平面とのなす角度が30度以上であること。
- ② 斜面の高さが5m以上であること。
- ③ 斜面上部又は下部に人家が5戸以上あること（官公署、学校、病院、旅館等がある場合は5戸未満でも可）。

斜面上部又は下部とは、下図に示すように急傾斜地（傾斜30度以上のがけ）の下縁及び上縁から当該急傾斜地の高さの、それぞれ2倍及び1倍程度の範囲（概ね50mを限度とする）をいう。

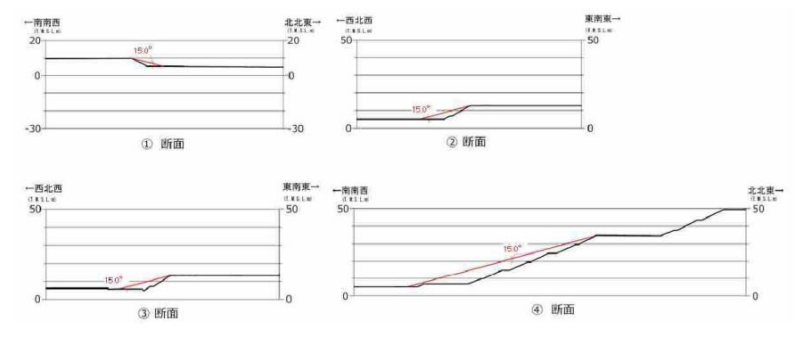


添付第4-22図 「宅地防災マニュアルの解説」における急傾斜地崩壊危険箇所の要件

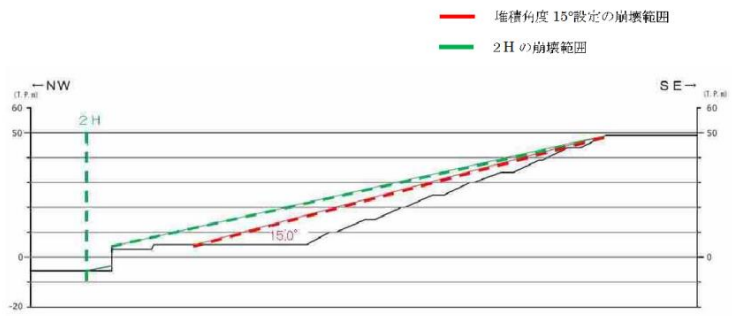
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
-------------------------------------	-------------------------	--------------	----

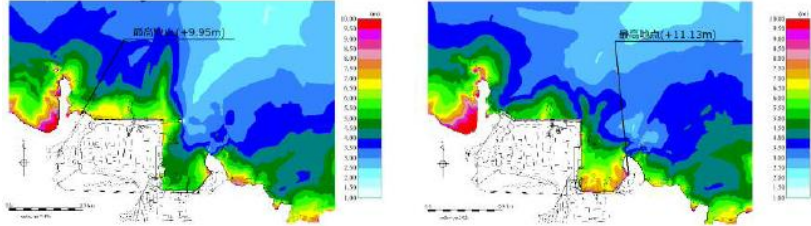


添付第 4-23 図 崩壊を考慮する斜面範囲

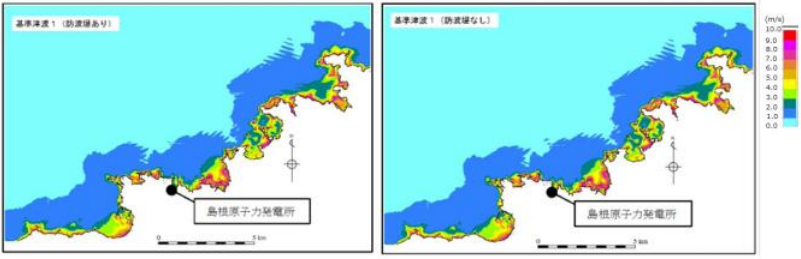
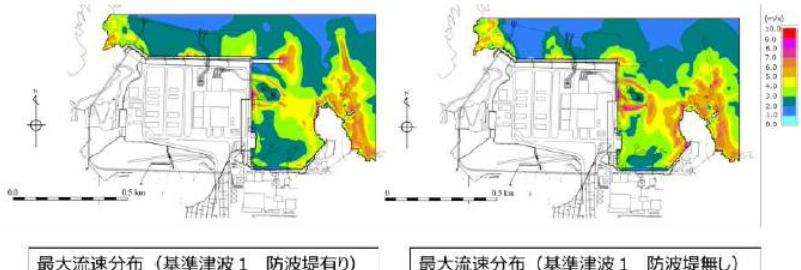


添付第 4-24 図 荒浜側防潮堤内敷地の周辺斜面断面図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="290 655 786 682">添付第 4-25 図 中央土捨場海側の斜面断面図 (㊦ 断面)</p>			


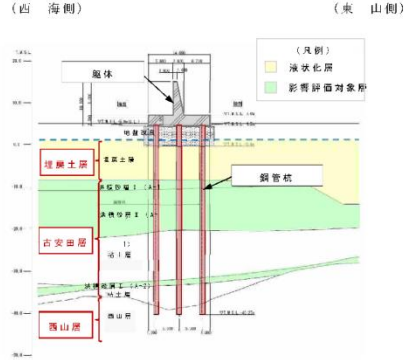
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考									
		<p>4. 防波堤損傷に関する検討</p> <p>島根原子力発電所では、輪谷湾に防波堤及び東防波堤を設置しており、これら防波堤は、敷地周辺の地震により損傷する可能性は否定できないことから、防波堤の状態による入力津波への影響の有無を検討する。検討にあたっては、津波高さと同高さ以外に区分して、実施する。</p> <p>(1) 検討結果</p> <p>①津波高さ</p> <p>基準津波策定の際に、防波堤の有無により津波高さに有意な差を与えることを確認した(表4-1、図4-1)。</p> <p>②津波高さ以外(流況等)</p> <p>発電所沖合については、防波堤の有無により流況の変化が認められない(図4-2)。また、港湾内及び港湾外については、防波堤の有無により流況の変化が認められる。(図4-3)</p> <p>表4-1 防波堤の有無による最大水位上昇量の比較</p> <table border="1" data-bbox="1745 1018 2490 1222"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討対象 基準津波</th> <th rowspan="2">防波堤</th> <th>最大水位上昇量(m)</th> </tr> <tr> <th>施設護岸又は防波壁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">基準津波1</td> <td>有り</td> <td>+10.0</td> </tr> <tr> <td>無し</td> <td>+11.2</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">  </div> <p>図4-1 防波堤の有無による最大水位上昇量分布の比較</p>	検討対象 基準津波	防波堤	最大水位上昇量(m)	施設護岸又は防波壁	基準津波1	有り	+10.0	無し	+11.2	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>柏崎6/7は、「4.5 津波評価結果(5) 防波堤の有無による水位への影響について(水位上昇・下降側)」において検討を実施。</p>
検討対象 基準津波	防波堤	最大水位上昇量(m)										
		施設護岸又は防波壁										
基準津波1	有り	+10.0										
	無し	+11.2										



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>最大流速分布 (基準津波1 防波堤有り)      最大流速分布 (基準津波1 防波堤無し)</p> <p>図4-2 発電所沖合の流況</p>  <p>最大流速分布 (基準津波1 防波堤有り)      最大流速分布 (基準津波1 防波堤無し)</p> <p>図4-3 港湾内及び港湾外の流況</p>	

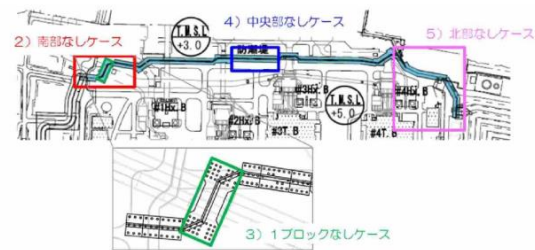
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.4 津波評価条件</p> <p>(1) 概要</p> <p>敷地への遡上及び流下経路上の地盤等について、「4.2 敷地の沈下量の設定」及び「4.3 敷地周辺斜面の崩壊形状の設定」を踏まえ、以下に示す地震による地形等の変化を考慮した津波遡上解析を実施し、敷地への遡上経路に及ぼす影響及び入力津波の設定において考慮すべき地形変化について検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基準地震動<math>S_s</math>による損傷が想定される荒浜側防潮堤及び防波堤については、それらが無い状態での津波評価を実施する。</li> <li>● 護岸付近及び荒浜側防潮堤内の敷地 (T. M. S. L. +5m) を含む敷地は、基準地震動<math>S_s</math>による沈下を想定し、保守的に設定した沈下量2mを地形に反映して、津波評価を実施する。</li> <li>● 敷地の中央に位置する中央土捨場及び荒浜側防潮堤内敷地 (T. M. S. L. +5m) の周辺斜面は、基準地震動<math>S_s</math>による斜面崩壊を考慮し、保守的に設定した土砂の堆積形状を地形に反映して、津波評価を実施する。</li> </ul> <p>(2) 荒浜側防潮堤の損傷状態に関する検討</p> <p>検討にあたり、荒浜側防潮堤の損傷が荒浜側敷地への遡上 (水位、浸水範囲) に与える影響について、複数の損傷状態を設定して検討した。荒浜側防潮堤の概要図を添付第4-26 図に示す。</p> <p>防潮堤は参考資料に示すとおり、基準地震動<math>S_s</math>に対し基礎杭の支持性能が不足する見通しであるものの、躯体が損</p>		<p>5. 津波評価条件</p> <p>地震による地形変化の影響の検討結果及びその結果を踏まえた入力津波設定における地形の条件は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 敷地周辺斜面の崩壊形状については、防波壁両端部の地山を対象に基準地震動<math>S_s</math>により津波が敷地に遡上するような崩壊は起こらないことを確認した。また、地すべり地形が判読されている地山の斜面崩壊についても検討し、敷地に与える影響がほとんどないことから、斜面崩壊の影響要因として考慮せず評価を行う。</li> <li>● 防波壁は、堅固な岩盤 (一部、地盤改良) に支持されていることから、地震時の液状化に伴う沈下は発生しない。一方、防波壁前面に存在する埋戻土は、地震時の液状化により沈下する可能性があるため、基準地震動<math>S_s</math>による防波壁前面の沈下を考慮した津波解析を実施した結果、入力津波高さが変わらないこと等を確認したことから、地盤変状を影響要因として考慮せず評価を行う。</li> <li>● 防波堤損傷に関する検討の結果、津波高さについては、防波堤の有無による差異が認められることから、影響要因として考慮する。また、津波高さ以外については、発電所沖合は防波堤の有無による最大流速分布に差異が認められないことから影響要因として考慮しない。一方、港湾内及び港湾外は最大流速分布に差異が認められることから、影響要因として考慮する。</li> </ul>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】 柏崎6/7は前項までに各影響要因を考慮した津波解析を実施していないが、島根2号炉は前項までに各影響要因を考慮した津波解析を実施。</p> <p>・設備の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉には、防潮堤に当たる施設は存在しない。</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>傷したり、津波時に漂流物となる可能性は小さいと想定されるが、地震後および津波後の状態を精緻に想定することは困難であることから、ここでは防潮堤の一部または全部が損傷した場合について、保守的に損傷部分の防潮堤がないものと仮定し、敷地への遡上影響について検討した。検討ケースを添付第4-1 表に、ケース2～5の損傷状態を添付第4-27 図に示す。なお、検討には、地震による津波の最大ケースである、日本海東縁部（2領域モデル）および海域の活断層（5断層連動モデル）の波源を用いた。</u></p> <p><u>各ケースの最高水位分布を添付第4-28 図に示す。いずれの波源においても「防潮堤なし」が荒浜側敷地の遡上（水位、浸水範囲）への影響が大きく、保守的な評価となる。</u></p> <p><u>また、荒浜側防潮堤の損傷が荒浜側敷地への遡上（流況）に与える影響について、同様に検討した。敷地内の漂流物が海域へ流出する状況を考慮して、海域方向の最大流速分布について比較した。なお、検討には、浸水範囲が大きい日本海東縁部（2領域モデル）の波源を用いた。</u></p> <p><u>各ケースの最大流速分布を添付第4-29 図に示す。最大流速及び流速が大きくなる範囲は「防潮堤なし」が最も大きく、漂流物の海域への流出という観点で保守的な評価となる。</u></p> <p><u>以上より、以降の検討では、荒浜側防潮堤の損傷状態として「防潮堤なし」の状態を地形モデルに反映して津波評価を実施する。</u></p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-26 図(1) 荒浜側防潮堤の概要</p>  <p>添付第 4-26 図(2) 代表断面位置 5条-別添1-添付4-33</p>			

添付第 4-1 表 検討ケース

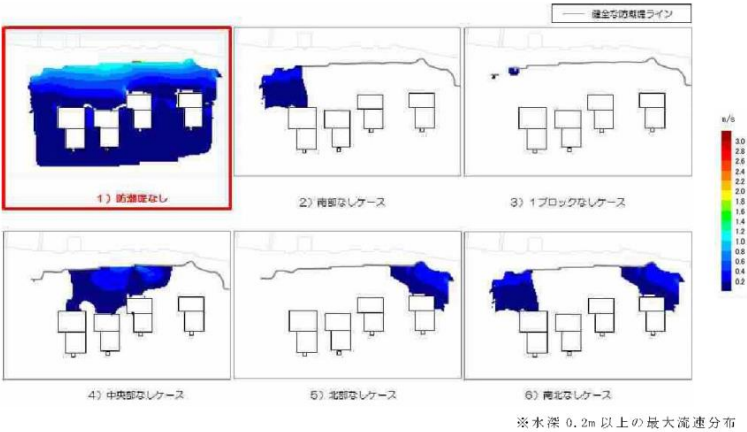
検討ケース	ケース設定の考え方
1) 防潮堤なしケース	
2) 南部なしケース	防潮堤ありの週上解析において比較的水位が高かった南側に着目
3) 1ブロックなしケース	2) に対して、流入範囲をさらに絞った場合の影響
4) 中央部なしケース	防潮堤の中央部が損傷した場合の影響
5) 北部なしケース	大浜側に近い北側が損傷した場合の影響
6) 南北なしケース	損傷箇所が複数の場合の影響



添付第 4-27 図 各検討ケースの防潮堤損傷状態

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>添付第 4-28 図(1) 最高水位分布 [日本海東縁部 (2 領域モデル)]</p> <p>添付第 4-28 図(2) 最高水位分布 [海域の活断層 (5 断層連動モデル)]</p>			

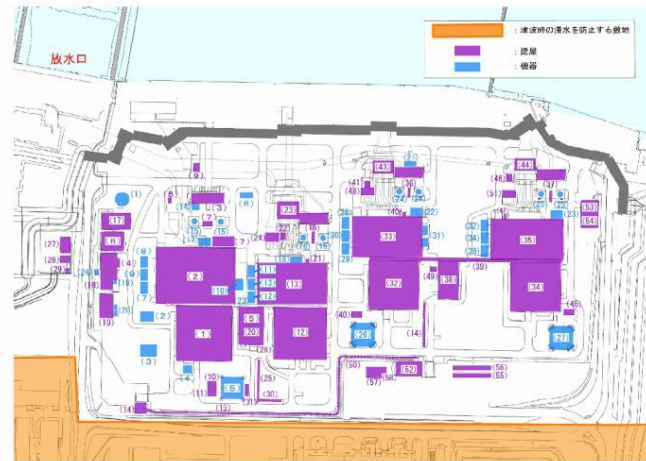


柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第4-29図 最大流速分布(海域方向) [日本海東縁部(2領域モデル)]</p> <p>※水深0.2m以上の最大流速分布</p> <p>(3) 荒浜側防潮堤敷地内の施設に関する検討</p> <p><u>防潮堤の損傷を考慮した場合、防潮堤内の敷地へ津波が遡上することから、防潮堤内敷地の施設が遡上に与える影響について検討した。</u></p> <p><u>防潮堤内敷地に設置されている施設等を、添付第4-2表、添付第4-30図に示す。ここでは、防潮堤が地震により損傷している状態であることを踏まえ、防潮堤内敷地の主要な建屋である1～4号炉原子炉建屋及びタービン建屋を考慮したケースと、西山層に岩着しているその他の施設を追加したケースについて検討した。各ケースの防潮堤内敷地の地形モデルを添付第4-31図に示す。なお、検討には、浸水範囲が大きい日本海東縁部(2領域モデル)の波源を用いた。</u></p> <p><u>防潮堤内敷地の最高水位の一覧を添付第4-3表に、最高水位分布を添付第4-32図に示す。添付第4-3表より、最高水位は主要建屋を考慮したケースの方が若干高く、保守的な評価となる。また、添付第4-32図より、各ケースで考慮した施設前面において反射の影響が認められるものの、最高水位分布の全体の傾向に有意な差は認められない。</u></p> <p><u>以上より、以降の検討では、防潮堤の損傷を考慮した検討においては、主要な建屋である1～4号炉原子炉建屋及びタービン建屋をモデル化した地形モデルを用いて津波評価を実施する。</u></p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																								
添付第4-2(1)表 荒浜側防潮堤内敷地 建屋名称一覧																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>名称</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1号機原子炉複合建屋</td></tr> <tr><td>2</td><td>1号機タービン建屋</td></tr> <tr><td>3</td><td>1号機海水機器建屋</td></tr> <tr><td>4</td><td>所内ボイラー建屋</td></tr> <tr><td>5</td><td>1/2号機サービス建屋</td></tr> <tr><td>6</td><td>荒浜側洗濯設備建屋</td></tr> <tr><td>7</td><td>1号機N2ポンプ室</td></tr> <tr><td>8</td><td>1号機温海水ポンプ建屋</td></tr> <tr><td>9</td><td>自然海水ポンプ室</td></tr> <tr><td>10</td><td>1号機主排気モニター建屋</td></tr> <tr><td>11</td><td>2号機主排気モニター建屋</td></tr> <tr><td>12</td><td>2号機原子炉建屋</td></tr> <tr><td>13</td><td>2号機タービン建屋</td></tr> <tr><td>14</td><td>旧出入り管理所</td></tr> <tr><td>15</td><td>連絡通路1期(一部撤去)</td></tr> <tr><td>16</td><td>2号機海水熱交換器建屋</td></tr> <tr><td>17</td><td>雑固体廃棄物焼却設備建屋(荒浜側)</td></tr> <tr><td>18</td><td>所内ボイラー建屋(増築)</td></tr> <tr><td>19</td><td>荒浜側補助ボイラー建屋増築</td></tr> <tr><td>20</td><td>1/2号機サービス建屋増築</td></tr> <tr><td>21</td><td>2号機消火用CO2ポンベ建屋</td></tr> <tr><td>22</td><td>2号機西側ポンベ建屋</td></tr> <tr><td>23</td><td>2号機循環水ポンプ建屋</td></tr> <tr><td>24</td><td>2号機ボール捕集器ピット上屋</td></tr> <tr><td>25</td><td>1/2号機連絡通路</td></tr> <tr><td>26</td><td>1/2号機サービス建屋見学者用通路</td></tr> <tr><td>27</td><td>水素トレーラー建屋</td></tr> <tr><td>28</td><td>液酸タンク建屋</td></tr> <tr><td>29</td><td>電気計装室・散水ポンプ室</td></tr> <tr><td>30</td><td>荒浜側連絡通路増築</td></tr> </tbody> </table>	No.	名称	1	1号機原子炉複合建屋	2	1号機タービン建屋	3	1号機海水機器建屋	4	所内ボイラー建屋	5	1/2号機サービス建屋	6	荒浜側洗濯設備建屋	7	1号機N2ポンプ室	8	1号機温海水ポンプ建屋	9	自然海水ポンプ室	10	1号機主排気モニター建屋	11	2号機主排気モニター建屋	12	2号機原子炉建屋	13	2号機タービン建屋	14	旧出入り管理所	15	連絡通路1期(一部撤去)	16	2号機海水熱交換器建屋	17	雑固体廃棄物焼却設備建屋(荒浜側)	18	所内ボイラー建屋(増築)	19	荒浜側補助ボイラー建屋増築	20	1/2号機サービス建屋増築	21	2号機消火用CO2ポンベ建屋	22	2号機西側ポンベ建屋	23	2号機循環水ポンプ建屋	24	2号機ボール捕集器ピット上屋	25	1/2号機連絡通路	26	1/2号機サービス建屋見学者用通路	27	水素トレーラー建屋	28	液酸タンク建屋	29	電気計装室・散水ポンプ室	30	荒浜側連絡通路増築	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>名称</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31</td><td>第二無線局舎</td></tr> <tr><td>32</td><td>3号機原子炉建屋</td></tr> <tr><td>33</td><td>3号機タービン建屋</td></tr> <tr><td>34</td><td>4号機原子炉建屋</td></tr> <tr><td>35</td><td>4号機タービン建屋</td></tr> <tr><td>36</td><td>3号機海水熱交換器建屋</td></tr> <tr><td>37</td><td>4号機海水熱交換器建屋</td></tr> <tr><td>38</td><td>3/4号機サービス建屋</td></tr> <tr><td>39</td><td>4号機連絡通路</td></tr> <tr><td>40</td><td>3号機主排気モニター建屋</td></tr> <tr><td>41</td><td>3号機消火用CO2ポンベ建屋</td></tr> <tr><td>42</td><td>3号機西側ポンベ建屋</td></tr> <tr><td>43</td><td>3号機循環水ポンプ建屋</td></tr> <tr><td>44</td><td>4号機循環水ポンプ建屋</td></tr> <tr><td>45</td><td>4号機主排気モニター建屋</td></tr> <tr><td>46</td><td>4号機復水器連続洗浄装置制御盤室 及びH<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>ポンベ建屋</td></tr> <tr><td>47</td><td>4号機消火用CO2ポンベ建屋</td></tr> <tr><td>48</td><td>3号機ボール捕集器ピット上屋</td></tr> <tr><td>49</td><td>3/4号機サービス建屋車庫</td></tr> <tr><td>50</td><td>連絡通路</td></tr> <tr><td>51</td><td>4号機ボール捕集器ピット上屋</td></tr> <tr><td>52</td><td>防護本部建屋</td></tr> <tr><td>53</td><td>使用済燃料容器(キャスク)保管施設</td></tr> <tr><td>54</td><td>使用済燃料容器(キャスク)保管施設増築</td></tr> <tr><td>55</td><td>荒浜側直員車庫A棟</td></tr> <tr><td>56</td><td>荒浜側直員車庫B棟</td></tr> <tr><td>57</td><td>自衛消防センター</td></tr> <tr><td>58</td><td>自衛消防センター増築</td></tr> </tbody> </table>	No.	名称	31	第二無線局舎	32	3号機原子炉建屋	33	3号機タービン建屋	34	4号機原子炉建屋	35	4号機タービン建屋	36	3号機海水熱交換器建屋	37	4号機海水熱交換器建屋	38	3/4号機サービス建屋	39	4号機連絡通路	40	3号機主排気モニター建屋	41	3号機消火用CO2ポンベ建屋	42	3号機西側ポンベ建屋	43	3号機循環水ポンプ建屋	44	4号機循環水ポンプ建屋	45	4号機主排気モニター建屋	46	4号機復水器連続洗浄装置制御盤室 及びH <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> ポンベ建屋	47	4号機消火用CO2ポンベ建屋	48	3号機ボール捕集器ピット上屋	49	3/4号機サービス建屋車庫	50	連絡通路	51	4号機ボール捕集器ピット上屋	52	防護本部建屋	53	使用済燃料容器(キャスク)保管施設	54	使用済燃料容器(キャスク)保管施設増築	55	荒浜側直員車庫A棟	56	荒浜側直員車庫B棟	57	自衛消防センター	58	自衛消防センター増築		
No.	名称																																																																																																																										
1	1号機原子炉複合建屋																																																																																																																										
2	1号機タービン建屋																																																																																																																										
3	1号機海水機器建屋																																																																																																																										
4	所内ボイラー建屋																																																																																																																										
5	1/2号機サービス建屋																																																																																																																										
6	荒浜側洗濯設備建屋																																																																																																																										
7	1号機N2ポンプ室																																																																																																																										
8	1号機温海水ポンプ建屋																																																																																																																										
9	自然海水ポンプ室																																																																																																																										
10	1号機主排気モニター建屋																																																																																																																										
11	2号機主排気モニター建屋																																																																																																																										
12	2号機原子炉建屋																																																																																																																										
13	2号機タービン建屋																																																																																																																										
14	旧出入り管理所																																																																																																																										
15	連絡通路1期(一部撤去)																																																																																																																										
16	2号機海水熱交換器建屋																																																																																																																										
17	雑固体廃棄物焼却設備建屋(荒浜側)																																																																																																																										
18	所内ボイラー建屋(増築)																																																																																																																										
19	荒浜側補助ボイラー建屋増築																																																																																																																										
20	1/2号機サービス建屋増築																																																																																																																										
21	2号機消火用CO2ポンベ建屋																																																																																																																										
22	2号機西側ポンベ建屋																																																																																																																										
23	2号機循環水ポンプ建屋																																																																																																																										
24	2号機ボール捕集器ピット上屋																																																																																																																										
25	1/2号機連絡通路																																																																																																																										
26	1/2号機サービス建屋見学者用通路																																																																																																																										
27	水素トレーラー建屋																																																																																																																										
28	液酸タンク建屋																																																																																																																										
29	電気計装室・散水ポンプ室																																																																																																																										
30	荒浜側連絡通路増築																																																																																																																										
No.	名称																																																																																																																										
31	第二無線局舎																																																																																																																										
32	3号機原子炉建屋																																																																																																																										
33	3号機タービン建屋																																																																																																																										
34	4号機原子炉建屋																																																																																																																										
35	4号機タービン建屋																																																																																																																										
36	3号機海水熱交換器建屋																																																																																																																										
37	4号機海水熱交換器建屋																																																																																																																										
38	3/4号機サービス建屋																																																																																																																										
39	4号機連絡通路																																																																																																																										
40	3号機主排気モニター建屋																																																																																																																										
41	3号機消火用CO2ポンベ建屋																																																																																																																										
42	3号機西側ポンベ建屋																																																																																																																										
43	3号機循環水ポンプ建屋																																																																																																																										
44	4号機循環水ポンプ建屋																																																																																																																										
45	4号機主排気モニター建屋																																																																																																																										
46	4号機復水器連続洗浄装置制御盤室 及びH <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> ポンベ建屋																																																																																																																										
47	4号機消火用CO2ポンベ建屋																																																																																																																										
48	3号機ボール捕集器ピット上屋																																																																																																																										
49	3/4号機サービス建屋車庫																																																																																																																										
50	連絡通路																																																																																																																										
51	4号機ボール捕集器ピット上屋																																																																																																																										
52	防護本部建屋																																																																																																																										
53	使用済燃料容器(キャスク)保管施設																																																																																																																										
54	使用済燃料容器(キャスク)保管施設増築																																																																																																																										
55	荒浜側直員車庫A棟																																																																																																																										
56	荒浜側直員車庫B棟																																																																																																																										
57	自衛消防センター																																																																																																																										
58	自衛消防センター増築																																																																																																																										

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																												
<p style="text-align: center;">添付第 4-2(2)表 荒浜側防潮堤内敷地 機器名称一覧</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No.</th> <th style="width: 95%;">名称</th> <th style="width: 5%;">No.</th> <th style="width: 95%;">名称</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>SPHサージタンク</td><td>31</td><td>3号機励磁電源変圧器</td></tr> <tr><td>2</td><td>空冷チラー設備</td><td>32</td><td>3/4号機低起動変圧器</td></tr> <tr><td>3</td><td>環境改善用冷凍設備</td><td>33</td><td>4号機主変圧器</td></tr> <tr><td>4</td><td>窒素ガス供給装置</td><td>34</td><td>4号機所内変圧器</td></tr> <tr><td>5</td><td>1/2号機排気筒</td><td>35</td><td>4号機励磁電源変圧器</td></tr> <tr><td>6</td><td>1/2号機NSD収集処理設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>1号機主変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>1号機所内変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>1号機励磁電源変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>1/2号機低起動変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>2号機主変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>2号機所内変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>2号機励磁電源変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>空冷チラー設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>1号機軽油タンク</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>2号機軽油タンク</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>1号機泡消火設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>2号機泡消火設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td>(3A)補助ボイラー用変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>補助ボイラー(5A)変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>補助ボイラー(5B)変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>3/4号機NSD収集処理設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>3号機泡消火設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>4号機泡消火設備</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>3号機軽油タンク</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>4号機軽油タンク</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>3号機排気筒</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td>4号機排気筒</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td>3号機主変圧器</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>3号機所内変圧器</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	No.	名称	No.	名称	1	SPHサージタンク	31	3号機励磁電源変圧器	2	空冷チラー設備	32	3/4号機低起動変圧器	3	環境改善用冷凍設備	33	4号機主変圧器	4	窒素ガス供給装置	34	4号機所内変圧器	5	1/2号機排気筒	35	4号機励磁電源変圧器	6	1/2号機NSD収集処理設備			7	1号機主変圧器			8	1号機所内変圧器			9	1号機励磁電源変圧器			10	1/2号機低起動変圧器			11	2号機主変圧器			12	2号機所内変圧器			13	2号機励磁電源変圧器			14	空冷チラー設備			15	1号機軽油タンク			16	2号機軽油タンク			17	1号機泡消火設備			18	2号機泡消火設備			19	(3A)補助ボイラー用変圧器			20	補助ボイラー(5A)変圧器			21	補助ボイラー(5B)変圧器			22	3/4号機NSD収集処理設備			23	3号機泡消火設備			24	4号機泡消火設備			25	3号機軽油タンク			26	4号機軽油タンク			27	3号機排気筒			28	4号機排気筒			29	3号機主変圧器			30	3号機所内変圧器					
No.	名称	No.	名称																																																																																																																												
1	SPHサージタンク	31	3号機励磁電源変圧器																																																																																																																												
2	空冷チラー設備	32	3/4号機低起動変圧器																																																																																																																												
3	環境改善用冷凍設備	33	4号機主変圧器																																																																																																																												
4	窒素ガス供給装置	34	4号機所内変圧器																																																																																																																												
5	1/2号機排気筒	35	4号機励磁電源変圧器																																																																																																																												
6	1/2号機NSD収集処理設備																																																																																																																														
7	1号機主変圧器																																																																																																																														
8	1号機所内変圧器																																																																																																																														
9	1号機励磁電源変圧器																																																																																																																														
10	1/2号機低起動変圧器																																																																																																																														
11	2号機主変圧器																																																																																																																														
12	2号機所内変圧器																																																																																																																														
13	2号機励磁電源変圧器																																																																																																																														
14	空冷チラー設備																																																																																																																														
15	1号機軽油タンク																																																																																																																														
16	2号機軽油タンク																																																																																																																														
17	1号機泡消火設備																																																																																																																														
18	2号機泡消火設備																																																																																																																														
19	(3A)補助ボイラー用変圧器																																																																																																																														
20	補助ボイラー(5A)変圧器																																																																																																																														
21	補助ボイラー(5B)変圧器																																																																																																																														
22	3/4号機NSD収集処理設備																																																																																																																														
23	3号機泡消火設備																																																																																																																														
24	4号機泡消火設備																																																																																																																														
25	3号機軽油タンク																																																																																																																														
26	4号機軽油タンク																																																																																																																														
27	3号機排気筒																																																																																																																														
28	4号機排気筒																																																																																																																														
29	3号機主変圧器																																																																																																																														
30	3号機所内変圧器																																																																																																																														

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 4-30 図 荒浜側防潮堤内敷地 建屋・機器配置図



添付第 4-31 図(1) 地形モデル図

[主要建屋 (原子炉建屋, タービン建屋) を考慮したケース]

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 4-31 図(2) 地形モデル図 [西山層岩着施設を追加したケース]

添付第 4-3 表 津波評価結果 [日本海東縁部 (2領域モデル)]

波源	地形モデル		荒浜側防潮堤内 最高水位 T.M.S.L. (m)
	沈下, 斜面崩壊	施設条件	
日本海東縁部 (2領域モデル)	なし	主要建屋 考慮	+6.3
		西山層岩着施設 追加	+6.2
	2m 沈下, 斜面崩壊 考慮	主要建屋 考慮	+6.3
		西山層岩着施設 追加	+6.1

※主要建屋：1～4号炉原子炉建屋およびタービン建屋

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="320 304 736 577" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="231 592 842 646" data-label="Caption"> <p>添付第 4-32 図(1) 最高水位分布 (沈下, 斜面崩壊なし) 〔主要建屋 (原子炉建屋, タービン建屋) を考慮したケース〕</p> </div> <div data-bbox="320 682 736 955" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="231 970 771 1029" data-label="Caption"> <p>添付第 4-32 図(2) 最高水位分布 (沈下, 斜面崩壊なし) 〔西山層岩着施設を追加したケース〕</p> </div> <div data-bbox="154 1056 504 1089" data-label="Section-Header"> <p><u>(4) 津波評価解析の検討条件</u></p> </div> <div data-bbox="184 1100 923 1314" data-label="Text"> <p><u>検討に用いる基準津波の概要を添付第4-4 表に示す。上記の防潮堤の損傷状態に関する検討を踏まえた本検討の検討ケースを添付第4-5 表に、各検討ケースで設定する沈下形状を添付第4-33 図に示す。津波遡上解析に用いる地形モデルの代表例を添付第4-34 図に示す。</u></p> </div> <div data-bbox="184 1325 923 1539" data-label="Text"> <p><u>また、防潮堤の損傷を考慮したケースでは、(3)の検討を踏まえ、添付第4-35 図に示すとおり、防潮堤内敷地の主要な建屋である1～4号炉原子炉建屋及びタービン建屋を考慮する。なお、両建屋については、西山層に岩着していることから沈下は考慮しない。</u></p> </div>			

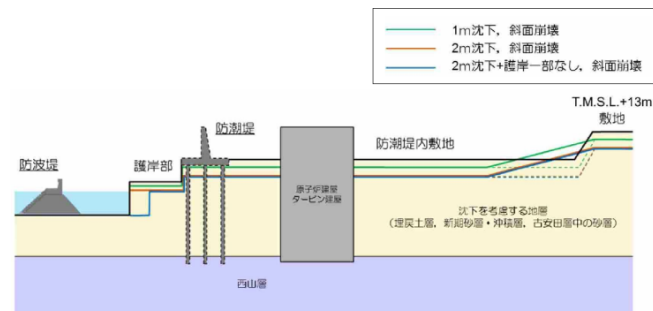


添付第4-4表 基準津波の概要

名称	対象水位	地形モデル	水位評価地点	津波波源	
				地震(断層モデル)	地すべり
基準津波1	水位上昇側	防潮堤あり/なし	・港湾内(1-7号炉取水口前面) ・荒浜側防潮堤内敷地	日本海東縁部(2領域モデル)	LS-2
基準津波2	水位下降側	防潮堤あり	・港湾内(1-7号炉取水口前面) ・荒浜側防潮堤前面	日本海東縁部(2領域モデル)	-
基準津波3	水位上昇側			海城の活断層(5断層連動モデル)	LS-2

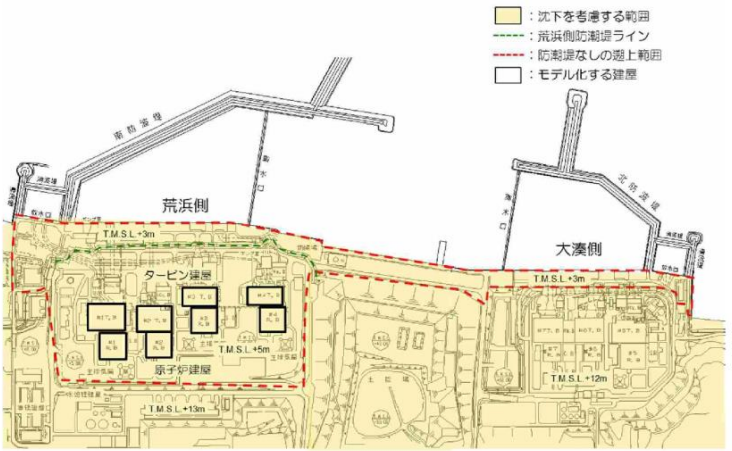
添付第4-5表 検討ケース一覧

津波波源	防波堤	防潮堤	沈下, 斜面崩壊
基準津波1	あり	あり	なし
基準津波2			1m沈下, 斜面崩壊
基準津波3	なし	なし	2m沈下, 斜面崩壊
			2m沈下+護岸一部なし, 斜面崩壊



添付第4-33図 各検討ケースの沈下・斜面崩壊形状イメージ

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>添付第 4-34 図(1) 津波遡上解析の地形モデル (敷地近傍, 防潮堤あり, 現地形)</p>  <p>添付第 4-34 図(2) 津波遡上解析の地形モデル (敷地近傍, 防潮堤なし, 沈下 2m, 斜面崩壊あり)</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="231 856 825 886">添付第 4-35 図 荒浜側防潮堤内敷地において考慮する建屋</p>			

4.5 津波評価結果

(1) 津波評価結果

津波評価結果として、基準津波1（水位上昇側）における各取水口前面及び荒浜側防潮堤内敷地の最高水位の一覧を添付第4-6表に、基準津波2（水位下降側）における各取水口前面の最低水位の一覧を添付第4-7表に、基準津波3（水位上昇側）における荒浜側防潮堤前面の最高水位を第4-8表に示す。

添付第4-6表 津波評価結果（最高水位）〔基準津波1〕

流域	防波堤	防潮堤	地形	取水口前面水位 T.M.S.L. (m)							荒浜側防潮堤内敷地水位 T.M.S.L. (m) ()は水深(m)
				1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉	
基準津波1	防波堤あり	防潮堤あり	現地形	6.9	6.8	6.7	6.6	6.3	6.4	6.3	-
			1m以下斜面上部	7.0	6.9	6.8	6.7	6.3	6.3	6.3	-
			2m以下斜面上部	6.9	6.9	6.7	6.6	6.4	6.4	6.4	-
		防潮堤なし	現地形	6.7	6.7	6.6	6.5	6.3	6.4	6.3	6.9 (1.9)
			1m以下斜面上部	6.5	6.5	6.4	6.3	6.2	6.2	6.3	6.5 (2.5)
			2m以下斜面上部	6.3	6.3	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.7 (3.7)
	防波堤なし	防潮堤あり	現地形	6.5	6.3	6.2	6.2	7.4	7.5	7.2	-
			1m以下斜面上部	6.5	6.3	6.2	6.2	7.4	7.6	7.4	-
			2m以下斜面上部	6.4	6.2	6.2	6.1	7.4	7.6	7.4	-
		防潮堤なし	現地形	6.1	6.2	6.1	6.1	7.3	7.5	7.2	6.4 (1.4)
			1m以下斜面上部	6.3	6.1	6.2	6.2	7.3	7.6	7.5	6.7 (2.7)
			2m以下斜面上部	6.2	6.1	6.2	6.3	7.2	7.4	7.5	6.6 (3.6)

※1 浸水径は、浸水径の最大値を示しており、浸水径の地点と異なる場合がある。

・資料構成の相違  
【柏崎6/7】  
島根2号炉は前項までに各影響要因を考慮した津波解析を実施。

添付第4-7表 津波評価結果(最低水位) [基準津波2]

波源	防波堤	防潮堤	地形	敷水口前水位 T.M.S.L. (m)						
				1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
基準津波 2	防波堤 あり	防潮堤 あり	現地形	-5.4	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下 斜面崩壊	-5.3	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下 斜面崩壊	-5.3	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
		防潮堤 なし	現地形	-5.4	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下 斜面崩壊	-5.3	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下 斜面崩壊	-5.2	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
	防波堤 なし	防潮堤 あり	現地形	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下 斜面崩壊	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下 斜面崩壊	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
		防潮堤 なし	現地形	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下 斜面崩壊	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下 斜面崩壊	-5.3	-5.4	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5

※ 5, 6, 7号機敷水口前水位は、防波堤の高さ  
 ※ 群集の際には、地盤変動を保守的に扱う

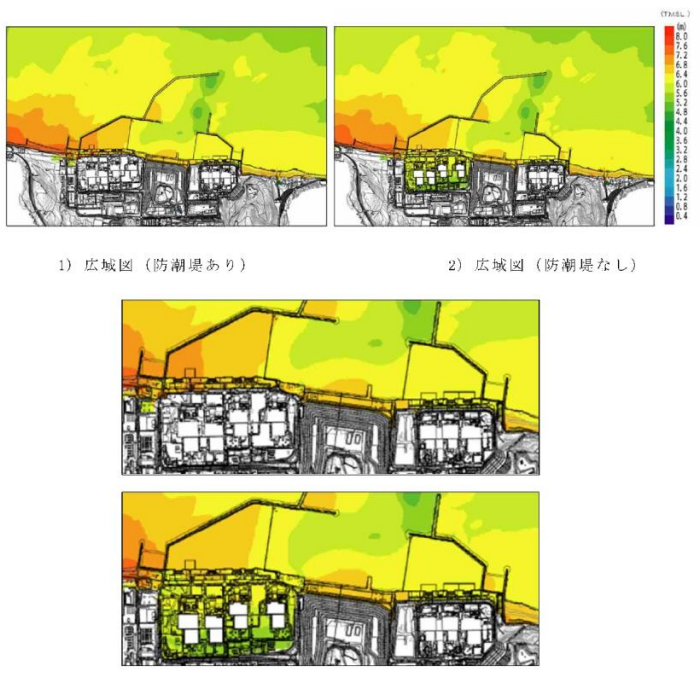
添付第4-8表 津波評価結果(最高水位) [基準津波3]

波源	防波堤	防潮堤	地形	氾濫側防波堤水位 T.M.S.L. (m) (): 浸水深 <sup>※2</sup>
基準津波 3	防波堤 あり	防潮堤 あり <sup>※1</sup>	現地形	7.8 (3.0)
			1m沈下 斜面崩壊	7.7 (3.8)
			2m沈下 斜面崩壊	7.5 (4.7)
	防波堤 なし	防潮堤 あり <sup>※1</sup>	現地形	7.8 (3.7)
			1m沈下 斜面崩壊	7.9 (4.7)
			2m沈下 斜面崩壊	7.8 (5.7)

※1 基準津波3は、防潮堤前面を評価地点としたとき  
 の数値であるため、「防潮堤あり」のみ掲載  
 ※2 浸水深は、常水位の最大値を示しており、最高水  
 位の地点と異なる場合がある。

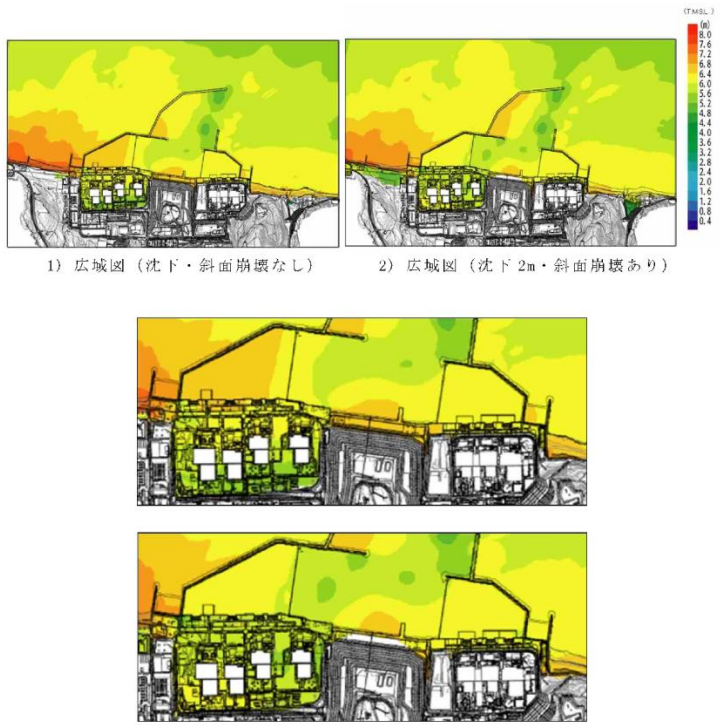
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2) 荒浜側防潮堤の有無による水位への影響について (水位上昇側)</p> <p>荒浜側防潮堤の有無に対する最高水位分布の比較を添付第4-36 図に、水位時刻歴波形の比較を添付第4-37 図に示す。また、添付第4-6 表に示す基準津波 1 における取水口前面水位データを防潮堤有無に分けて比較した図を添付第4-38 図に示す。</p> <p>添付第4-36 図、添付第4-37 図より、防潮堤の有無により敷地への遡上に影響があるものの、海域の最高水位分布に有意な差は認められず、取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められない。添付第4-38 図より、防潮堤ありと比べて防潮堤なしの取水口前面水位は同程度もしくは若干低下する傾向が認められる。以上のことから、防潮堤がある状態は若干保守的な評価であり、海域の水位や流況への影響は小さい。</p> <p>また、いずれのケースも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、防潮堤の有無が敷地の遡上経路へ大きな影響を及ぼすことはない。</p>			



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>1) 広域図 (防潮堤あり)      2) 広域図 (防潮堤なし)</p> <p>3) 敷地及び港湾付近 拡大図 (上: 防潮堤あり, 下: 防潮堤なし)</p> <p>添付第 4-36 図 荒浜側防潮堤の有無に対する最高水位分布の比較 (基準津波 1, 沈下・斜面崩壊なし)</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="201 304 854 472"> </p> <p data-bbox="201 483 854 546">添付第 4-37 図 荒浜側防潮堤の有無に対する水位時刻歴波形の比較 (基準津波 1, 6号炉取水口前面)</p> <p data-bbox="341 609 712 976"> </p> <p data-bbox="201 997 854 1060">添付第 4-38 図 荒浜側防潮堤の有無に対する取水口前面水位比較 (基準津波 1 における取水口前面水位データ)</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) <u>沈下・斜面崩壊の有無による水位への影響について（水位上昇側）</u></p> <p><u>沈下・斜面崩壊の有無に対する最高水位分布の比較を添付第4-39 図に、水位時刻歴波形の比較を添付第4-40 図に示す。また、添付第4-6 表に示す基準津波 1 における取水口前面水位及び防潮堤内敷地、添付第4-8 表に示す基準津波 3 における防潮堤前面水位データを沈下・斜面崩壊の有無に分けて比較した図を添付第4-41 図に示す。</u></p> <p><u>添付第4-39 図、添付第4-40 図より、沈下及び斜面崩壊の有無により海域の最高水位分布に有意な差は認められず、取水口前面や防潮堤内敷地の水位時刻歴波形に有意な差は認められない。また、添付第4-41 図より、沈下・斜面崩壊の有無に対して取水口前面、防潮堤内敷地及び防潮堤前面水位に若干のばらつきは認められるものの有意な差は認められない。以上のことから、各評価地点の水位や海域の流況への影響は小さい。</u></p> <p><u>また、いずれのケースも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、防潮堤の有無が敷地の遡上経路へ大きな影響を及ぼすことはない。</u></p>			

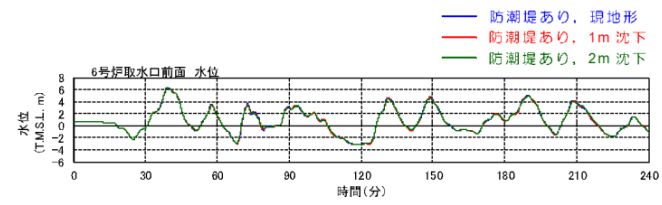
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-39 図 沈下・斜面崩壊の有無に対する最高水位分布の比較 (基準津波 1, 防潮堤なし)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

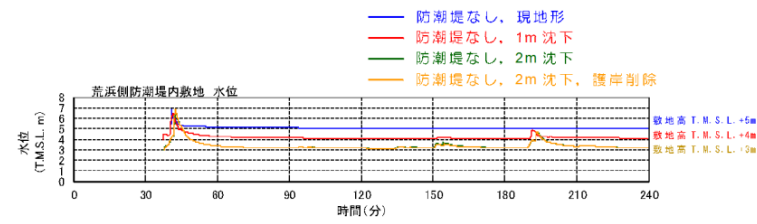
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

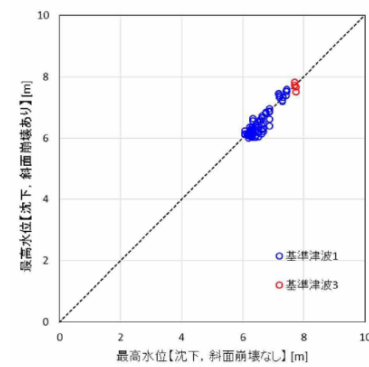


1) 基準津波 1, 6号炉取水口前面



2) 基準津波 1, 荒浜側防潮堤内敷地

添付第 4-40 図 沈下・斜面崩壊の有無に対する水位時刻歴波形の比較



添付第 4-41 図 沈下・斜面崩壊の有無に対する水位比較

(基準津波 1 における取水口前面水位及び防潮堤内敷地, 基準津波 3 における防潮堤前面水位データ)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(4) 荒浜側防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無による影響について (水位下降側)</p> <p>防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対する最低水位分布の比較を添付第4-42 図に、取水口前面の水位時刻歴波形の比較を添付第4-43 図に示す。</p> <p>添付第4-42 図、添付第4-43 図より、防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無により海域の最低水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、津波水位が貯留堰を下回る時間への影響もないことから、海域の取水口前面水位や流況への影響は小さい。</p>  <p>1) 防潮堤あり / 沈下・斜面崩壊なし      2) 防潮堤なし / 沈下 2m・斜面崩壊あり</p> <p>添付第 4-42 図 防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対する最低水位分布の比較 (基準津波 2)</p>  <p>添付第 4-43 図 防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対する水位時刻歴波形の比較 (基準津波 2, 水位下降側, 6号炉取水口前面)</p>			



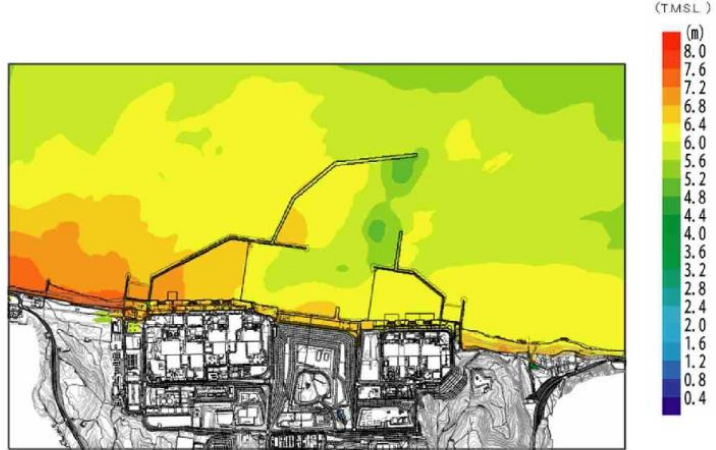
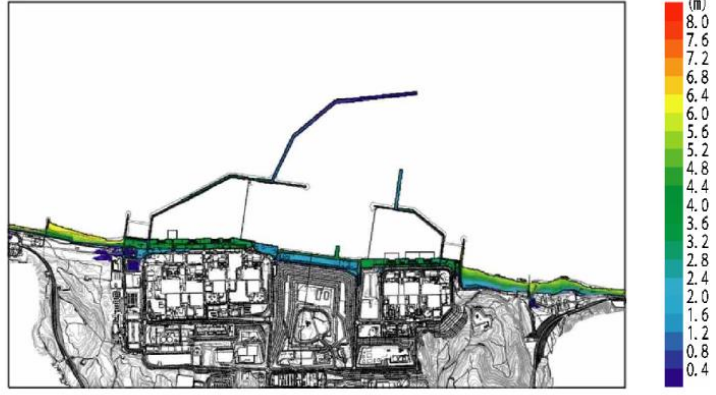
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(5) 防波堤の有無による水位への影響について(水位上昇・下降側)</p> <p>防波堤の有無に対する最高水位分布の比較を添付第4-44 図に、最低水位分布の比較を添付第4-45 図に示す。なお、防波堤なしについては、防波堤を取り除いた状態(傾斜堤捨石マウンドを含む)を地形モデルに反映しており、海底地形は添付第4-46 図に示すとおり港湾内外に標高差がある。</p> <p>添付第4-44 図、添付第4-45 図より、防波堤の有無により海域の最高・最低水位分布に変化が認められ、海域の流況への影響があるものの、いずれのケースも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、防潮堤の有無が敷地の遡上経路へ大きな影響を及ぼすことはない。</p> <div data-bbox="192 840 875 1102"> <p>1) 防波堤あり                      2) 防波堤なし</p> </div> <p>添付第 4-44 図 防波堤の有無に対する最高水位分布の比較 (基準津波 1, 防潮堤なし, 沈下・斜面崩壊あり)</p> <div data-bbox="192 1207 875 1470"> <p>1) 防波堤あり                      2) 防波堤なし</p> </div> <p>添付第 4-45 図 防波堤の有無に対する最低水位分布の比較 (基準津波 2, 防潮堤あり, 沈下・斜面崩壊なし)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="222 310 851 705" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="379 745 688 781" data-label="Caption"> <p>添付第 4-46 図 海底地形図</p> </div>			

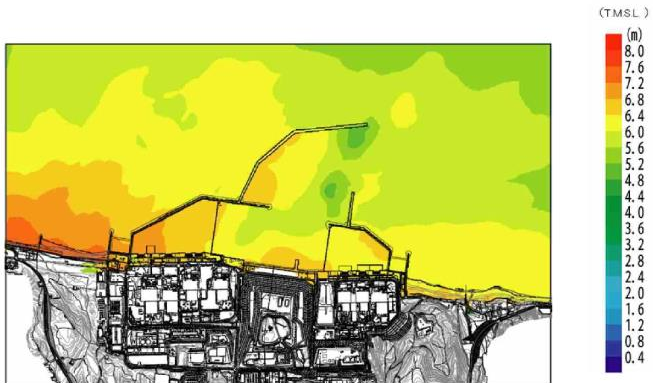
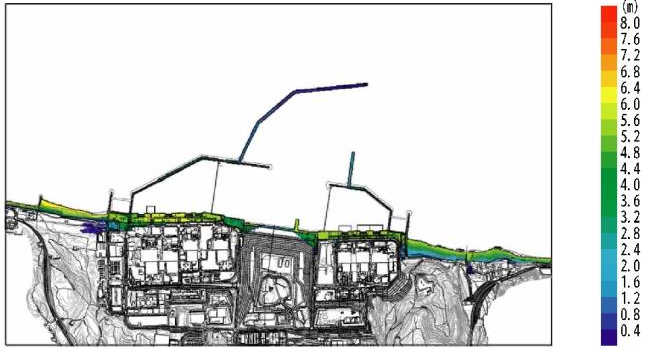
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(6) 津波の遡上経路に対する地形の影響及び入力津波水位の設定について</p> <p>地形変化を考慮した津波評価を実施した結果、全検討ケースにおいて津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、地形変化が敷地の遡上経路へ影響を及ぼすことはない。また、(2)～(5)の検討を踏まえ、入力津波の設定及びそれを用いた設計における地形の考え方は以下のとおりとし、添付第4-9表に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 取水口前面の水位（上昇側：基準津波1）については、防潮堤がある状態が若干保守的な評価となること、沈下・斜面崩壊の有無に対して、海域の最大水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とし、敷地への遡上に対する評価（取放水路の管路解析を含む）等を行う。</li> <li>● 取水口前面の水位（下降側：基準津波2）については、防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対して、海域の最大水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とし、水位低下時の貯留堰による取水性の評価等を行う。</li> <li>● 荒浜側防潮堤内敷地の水位（上昇側：基準津波1）については、沈下・斜面崩壊の有無に対して、敷地の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、沈下・斜面崩壊を考慮しない地形を基本とし、防潮堤がない状態におけるアクセスルート等への遡上に対する評価や大湊側敷地への流入経路（電気洞道）に対する評価を行う。</li> <li>● 荒浜側防潮堤前面の水位（上昇側：基準津波3）については、沈下・斜面崩壊の有無に対して、敷地の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、沈下・斜面崩壊を考慮しない地形を基本とし、防潮堤が健全な状態における敷地への遡上に対する評価を行う。</li> <li>● 流向・流速を用いた評価については、設計・評価に及ぼす影響の度合いは必ずしも明かでないと考えられることから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とし、評価</li> </ul>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>項目・対象に応じて、評価に影響を及ぼすと想定される状態をすべて考慮して評価を行う。なお、敷地の遡上域を除く港湾等の海域における流向・流速を用いた評価については、防潮堤の有無及び沈下・斜面崩壊の有無に対して、海域の最大水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、海域の水位や流況への影響は小さいことから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とする。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>防波堤の有無については、防波堤の有無に対して海域の最大水位分布に変化が認められ、海域の流況に影響を及ぼすことから、すべての評価項目に対して防波堤がない状態を考慮した影響評価を行う。</u></li> </ul>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
<p style="text-align: center;">添付第 4-9 表 耐津波設計における地形の考え方</p> <table border="1" data-bbox="195 310 857 592"> <thead> <tr> <th>評価項目</th> <th>防潮堤</th> <th>沈下 斜面崩壊</th> <th>防波堤</th> <th>主な評価対象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取水口前面水位 (水位上昇側)</td> <td>あり</td> <td>なし</td> <td>あり なし</td> <td>・潮上波の地上部からの到達・流入防止 ・取放水路等の経路から津波流入防止</td> </tr> <tr> <td>取水口前面水位 (水位下降側)</td> <td>あり</td> <td>なし</td> <td>あり なし</td> <td>・非常用冷却系の取水性確保 (水位低下時の貯留量による貯留量確保)</td> </tr> <tr> <td>荒浜側防潮堤内敷地水位 (水位上昇側)</td> <td>なし</td> <td>なし</td> <td>あり なし</td> <td>・アクセスルート等への潮上波到達防止 ・電気経道からの大浜側敷地への流入防止</td> </tr> <tr> <td>荒浜側防潮堤前面水位 (水位上昇側)</td> <td>あり</td> <td>なし</td> <td>あり なし</td> <td>・潮上波の地上部からの到達・流入防止 (防潮堤が健全な状態)</td> </tr> <tr> <td>流向・流速<sup>※</sup> (波力、漂流物評価等)</td> <td>あり なし</td> <td>あり なし</td> <td>あり なし</td> <td>・砂の移動・堆積に対する安全性評価 ・漂流物に対する安全性評価 ・津波防護施設、浸水防止設備の設計</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※ 評価項目・対象に応じて、考慮する状態を設定 海城の評価については、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とする</small></p>	評価項目	防潮堤	沈下 斜面崩壊	防波堤	主な評価対象	取水口前面水位 (水位上昇側)	あり	なし	あり なし	・潮上波の地上部からの到達・流入防止 ・取放水路等の経路から津波流入防止	取水口前面水位 (水位下降側)	あり	なし	あり なし	・非常用冷却系の取水性確保 (水位低下時の貯留量による貯留量確保)	荒浜側防潮堤内敷地水位 (水位上昇側)	なし	なし	あり なし	・アクセスルート等への潮上波到達防止 ・電気経道からの大浜側敷地への流入防止	荒浜側防潮堤前面水位 (水位上昇側)	あり	なし	あり なし	・潮上波の地上部からの到達・流入防止 (防潮堤が健全な状態)	流向・流速 <sup>※</sup> (波力、漂流物評価等)	あり なし	あり なし	あり なし	・砂の移動・堆積に対する安全性評価 ・漂流物に対する安全性評価 ・津波防護施設、浸水防止設備の設計			
評価項目	防潮堤	沈下 斜面崩壊	防波堤	主な評価対象																													
取水口前面水位 (水位上昇側)	あり	なし	あり なし	・潮上波の地上部からの到達・流入防止 ・取放水路等の経路から津波流入防止																													
取水口前面水位 (水位下降側)	あり	なし	あり なし	・非常用冷却系の取水性確保 (水位低下時の貯留量による貯留量確保)																													
荒浜側防潮堤内敷地水位 (水位上昇側)	なし	なし	あり なし	・アクセスルート等への潮上波到達防止 ・電気経道からの大浜側敷地への流入防止																													
荒浜側防潮堤前面水位 (水位上昇側)	あり	なし	あり なし	・潮上波の地上部からの到達・流入防止 (防潮堤が健全な状態)																													
流向・流速 <sup>※</sup> (波力、漂流物評価等)	あり なし	あり なし	あり なし	・砂の移動・堆積に対する安全性評価 ・漂流物に対する安全性評価 ・津波防護施設、浸水防止設備の設計																													

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="163 252 890 283">(補足) 代表ケースの最高・最低水位分布及び水位時刻歴波形</p>  <p data-bbox="252 777 816 850">添付第 4-47 図 基準津波 1 における最高水位分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</p>  <p data-bbox="252 1365 816 1438">添付第 4-48 図 基準津波 1 における最大浸水深分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</p>			

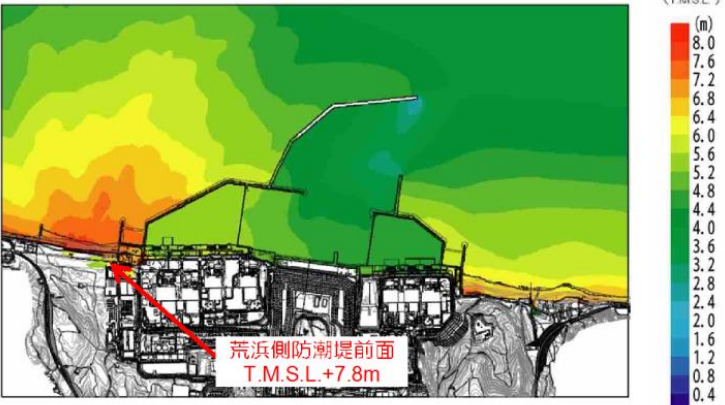



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-49 図 基準津波 1 における最高水位分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 2m 沈下, 斜面崩壊)</p>  <p>添付第 4-50 図 基準津波 1 における最大浸水深分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 2m 沈下, 斜面崩壊)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="201 294 875 693" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="252 745 831 819" data-label="Caption"> <p>添付第 4-51 図 基準津波 1 における最高水位分布 (防波堤あり, 防潮堤なし, 現地形)</p> </div> <div data-bbox="201 924 875 1302" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="252 1344 831 1417" data-label="Caption"> <p>添付第 4-52 図 基準津波 1 における最大浸水深分布 (防波堤あり, 防潮堤なし, 現地形)</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-53 図 基準津波 1 における最高水位分布 (防波堤あり, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)</p>  <p>添付第 4-54 図 基準津波 1 における最大浸水深分布 (防波堤あり, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="189 289 860 682" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="240 697 780 764" data-label="Caption"> <p>添付第 4-55 図 基準津波 2 における最低水位分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>添付第 4-56 図 基準津波 3 における最高水位分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</p>  <p>添付第 4-57 図 基準津波 3 における最大浸水深分布 (防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="172 275 884 682" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="222 720 863 789" data-label="Caption"> <p>添付第 4-58 図 基準津波 1 における最高水位分布 (防波堤なし, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)</p> </div> <div data-bbox="172 905 884 1289" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="210 1329 863 1398" data-label="Caption"> <p>添付第 4-59 図 基準津波 1 における最大浸水深分布 (防波堤なし, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)</p> </div>			

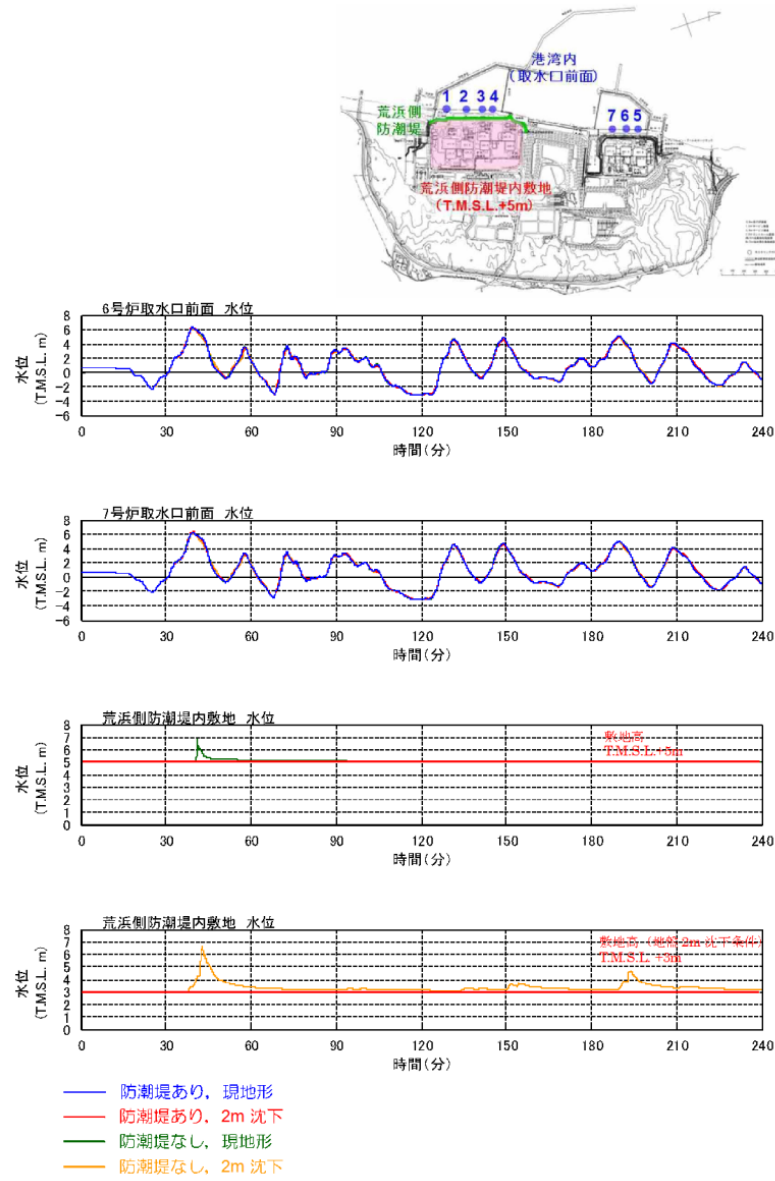


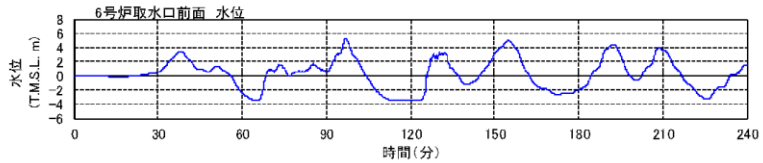
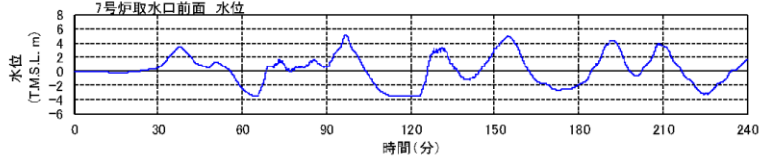
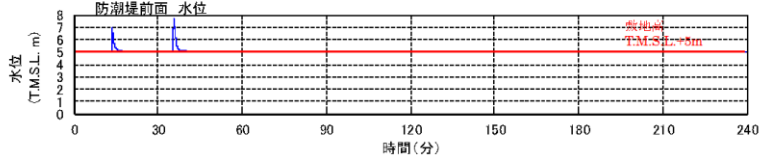
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

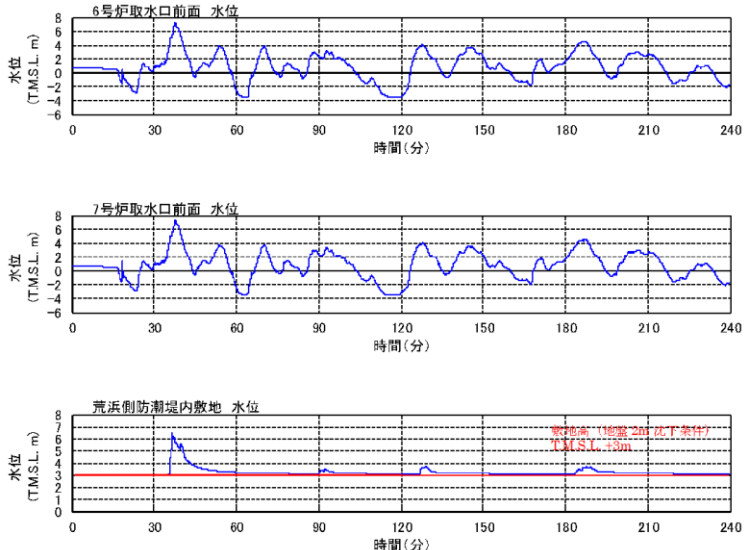
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

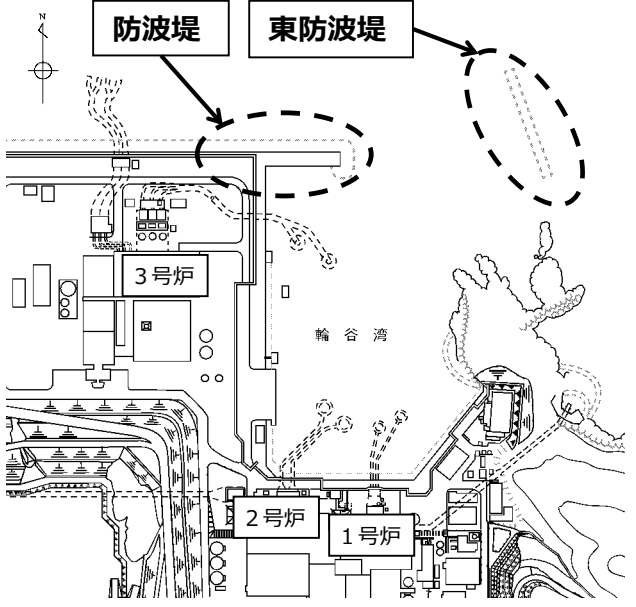
島根原子力発電所 2号炉

備考



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>6号炉取水口前面 水位</p>  <p>7号炉取水口前面 水位</p> <p>添付第 4-61 図 水位時刻歴波形 (基準津波 2, 防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</p>  <p>防潮堤前面 水位</p> <p>添付第 4-62 図 水位時刻歴波形 (基準津波 3, 防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)</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="311 808 875 871">添付第 4-63 図 水位時刻歴波形 (基準津波 1, 防波堤なし, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)</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]防波堤の位置付け・モデル化</p> <p>(1) 防波堤の位置付け</p> <p>島根原子力発電所では、輪谷湾に防波堤及び東防波堤を設置している(図5-1)。これら防波堤は、敷地周辺の地震により損傷する可能性は否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とする。基準津波5,6は自主設備である防波堤の有無が基準津波の選定に影響が有ることから選定した。</p>  <p>図5-1 防波堤位置</p> <p>(2) 防波堤のモデル化</p> <p>防波堤の有無によるモデル化については、防波堤有り条件では、防波堤ケーソン、捨石マウンドをモデル化しており、防波堤無し条件では、防波堤ケーソン、捨石マウンドを全て取り除いた状態で実施している(図5-2)。なお、消波ブロック*は、透過性を有するため、防波堤有り条件においては、安全側の評価となるよう消波ブロックをモデル化しないものとしている。</p> <p>また、消波ブロックをモデル化した場合の津波への影響を検討するため、東防波堤のEL. -4.9m~EL. +1.8m区間の消波ブロックをモデル化し、消波ブロックの透過率を施工実績より算出し50%と設定し、防波堤有り条件のうち、施設護岸又は防波壁で最大水位上昇量を示した基準津波1を対象に実施した。</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は防波堤の位置付け・モデル化について記載。</p>

その結果、消波ブロックをモデル化した場合、消波ブロックをモデル化しない場合と比較し、津波の敷地への影響は小さいことから、消波ブロックをモデル化しない津波解析は安全側の評価となることを確認した。水位の影響については、表5-1及び図5-3に示す。また、流向・流速の影響については、図5-4に示す。

※ 一般に消波ブロックは短周期の波浪に対する軽減効果を持つとされており、土木学会(2016)においても構造物(消波ブロック)が無いものとして取り扱うことが多いと記載されている。

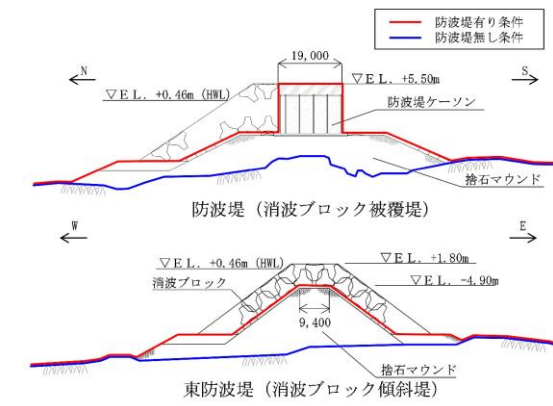
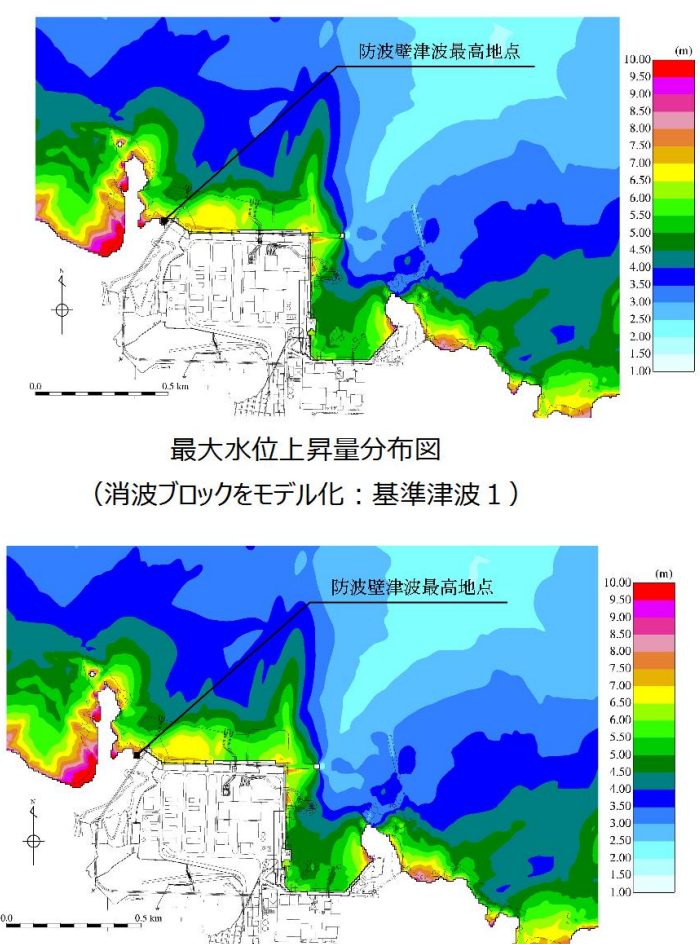


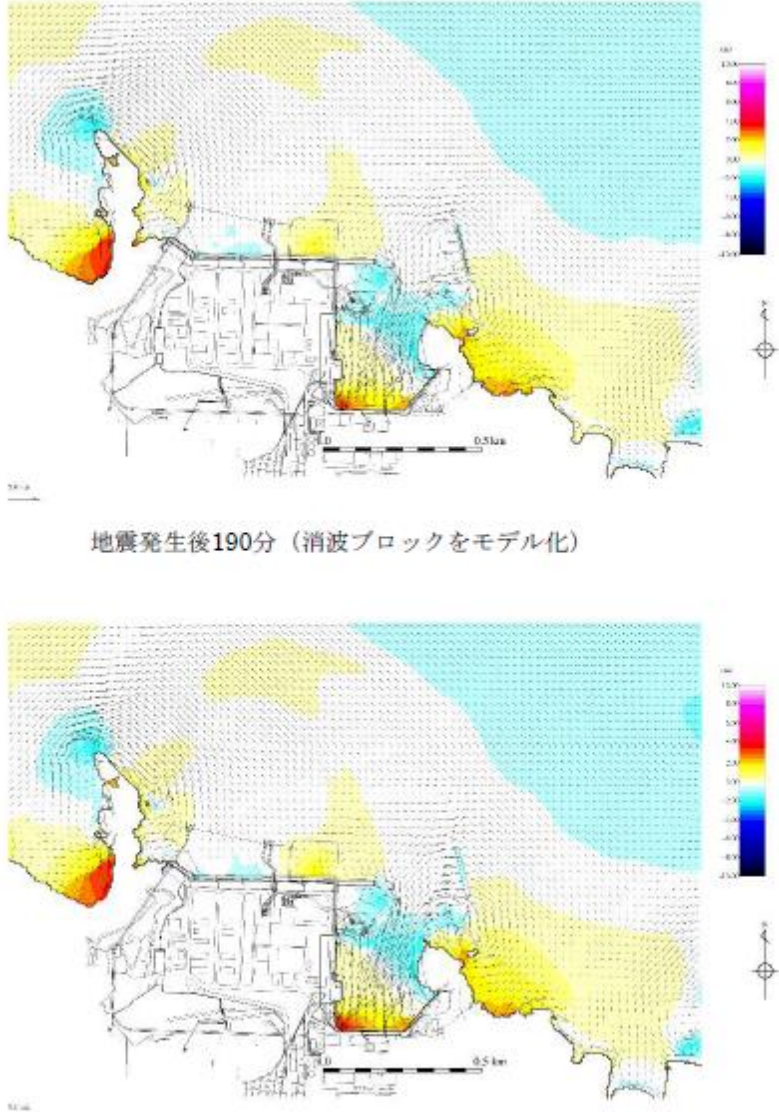
図5-2 防波堤断面図

表5-1 消波ブロックのモデル化検討結果

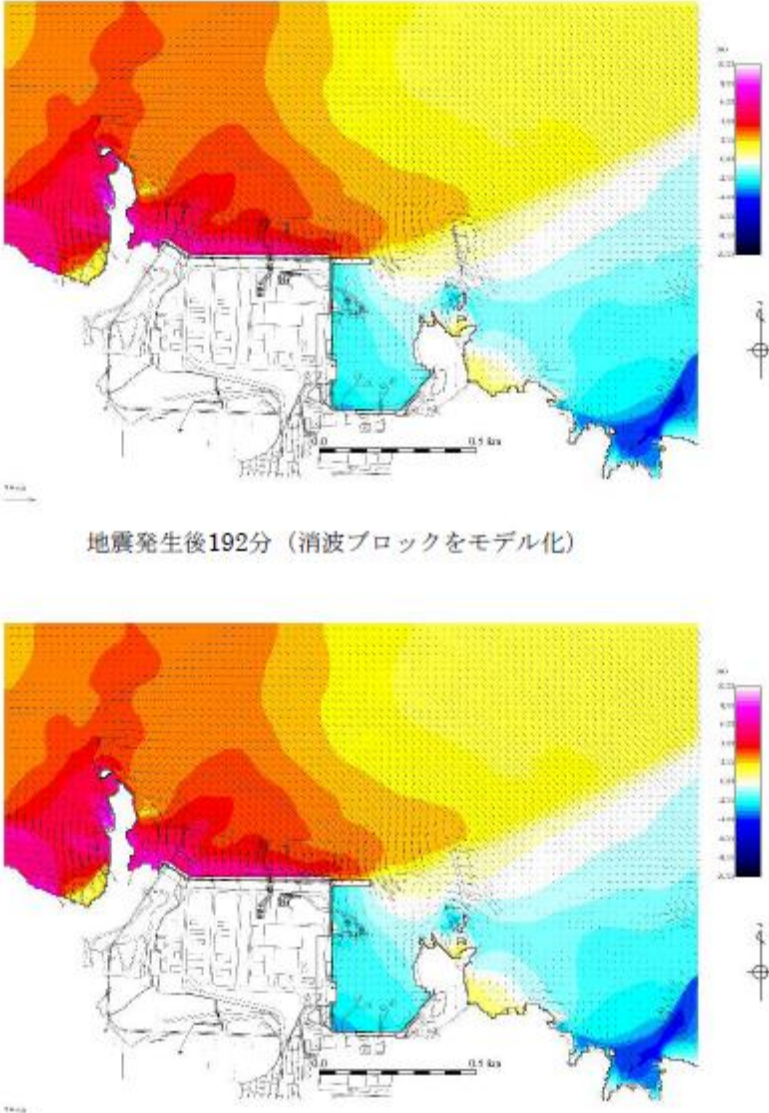
基準津波	消波ブロックのモデル化	評価水位 (EL. m)		
		上昇側 施設護岸又は 防波壁	2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)
基準津波1 (防波堤有り)	消波ブロックを モデル化	+10.4	-4.8	-4.8
	消波ブロックを モデル化しない	+10.5	-5.0	-5.0

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="1840 672 2255 756">最大水位上昇量分布図 (消波ブロックをモデル化：基準津波1)</p> <p data-bbox="1840 1155 2315 1239">最大水位上昇量分布図 (消波ブロックをモデル化しない：基準津波1)</p> <p data-bbox="1869 1323 2344 1365">図5-3 最大水位上昇量分布図比較</p>	

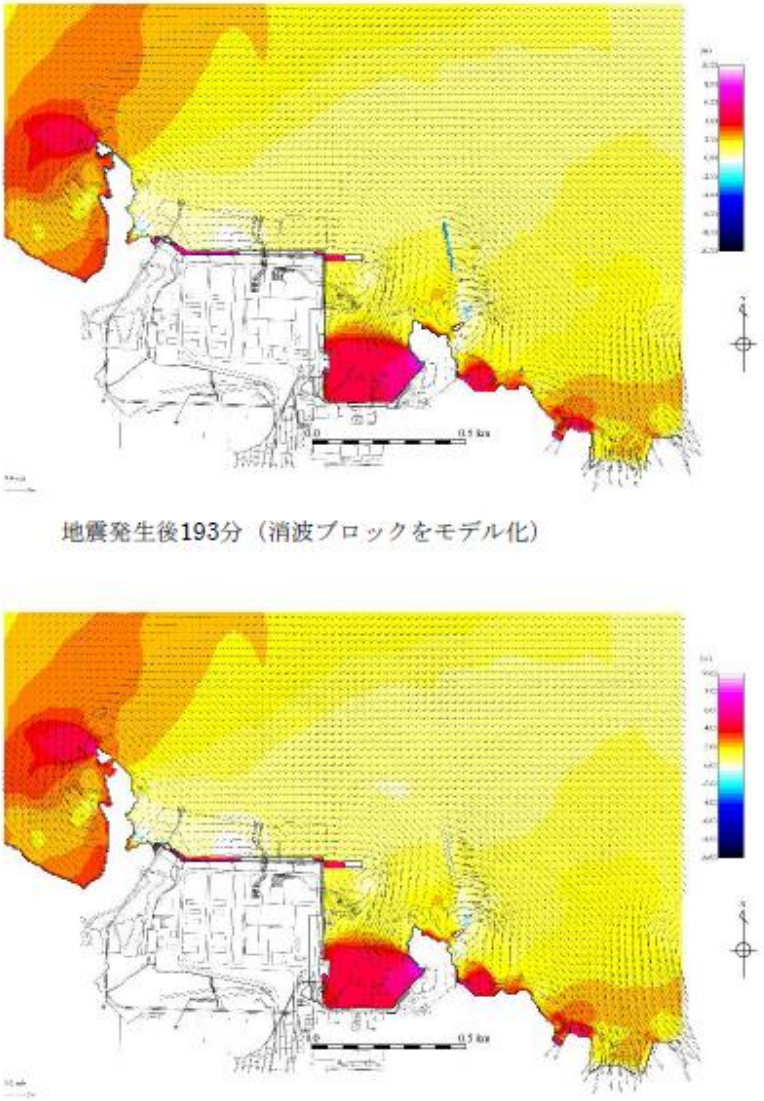


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1825 745 2300 777">地震発生後190分 (消波ブロックをモデル化)</p> <p data-bbox="1795 1323 2329 1354">地震発生後190分 (消波ブロックをモデル化しない)</p> <p data-bbox="1884 1417 2359 1449">図5-4(1) 流向・流速分布図比較</p>	

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>地震発生後191分 (消波ブロックをモデル化)</p> <p>地震発生後191分 (消波ブロックをモデル化しない)</p> <p>図5-4 (2) 流向・流速分布図比較</p>	


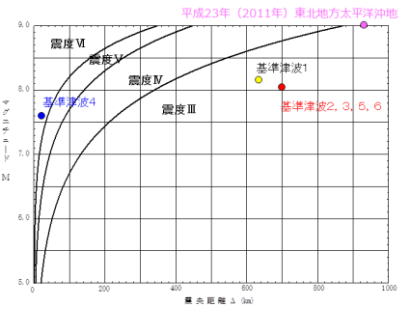
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1834 766 2300 793">地震発生後192分 (消波ブロックをモデル化)</p> <p data-bbox="1804 1348 2329 1375">地震発生後192分 (消波ブロックをモデル化しない)</p> <p data-bbox="1884 1423 2359 1451">図5-4 (3) 流向・流速分布図比較</p>	



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 data-bbox="1810 745 2270 777">地震発生後193分 (消波ブロックをモデル化)</p> <p data-bbox="1810 1312 2300 1344">地震発生後193分 (消波ブロックをモデル化しない)</p> <p data-bbox="1884 1375 2359 1407"><u>図5-4(4) 流向・流速分布図比較</u></p>	

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料4]

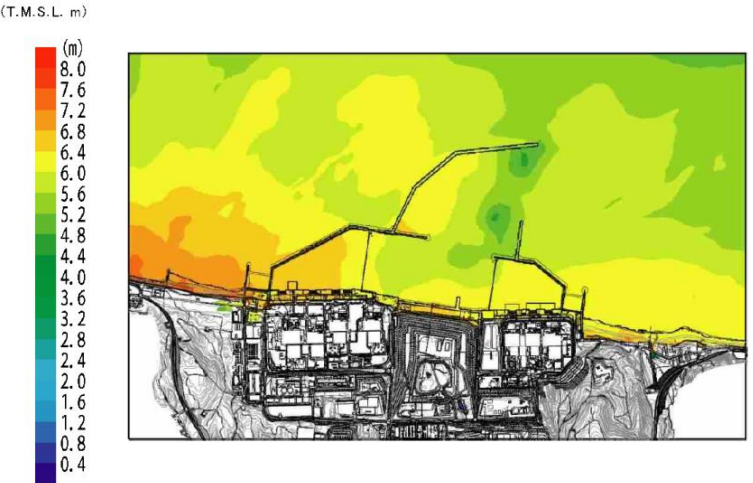
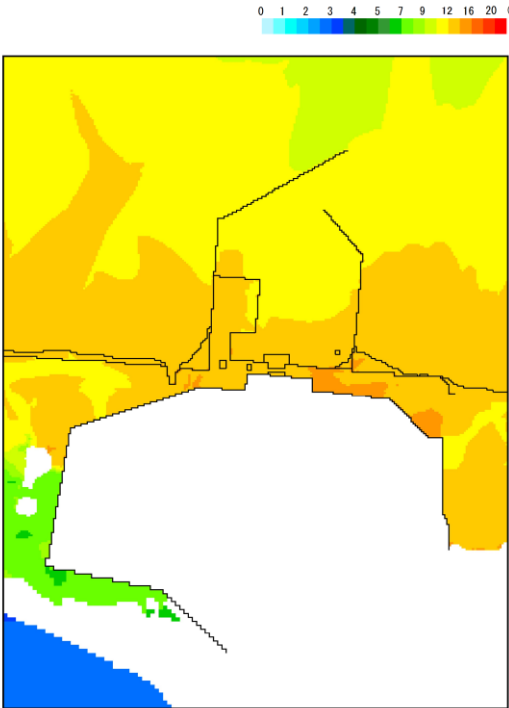
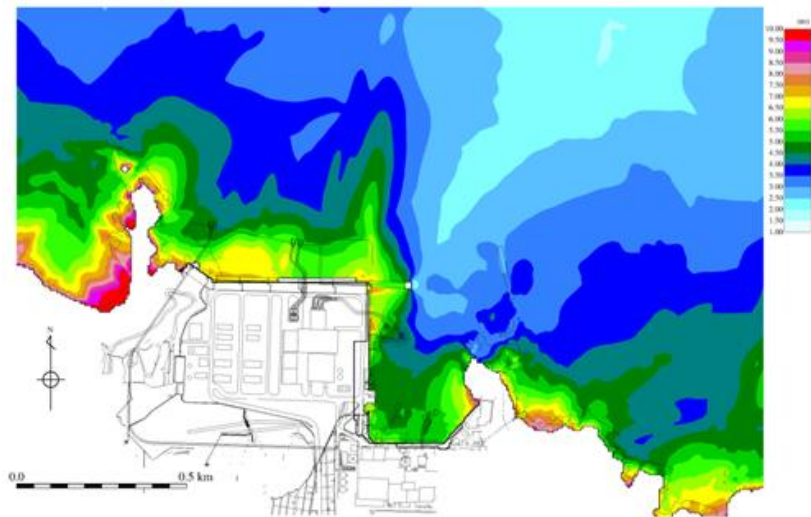
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">添付資料4</p> <p><u>日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について</u></p> <p>島根2号炉では、<u>日本海東縁部に想定される地震による津波を基準津波として設定している。基準津波の波源である日本海東縁部、敷地周辺海域と島根原子力発電所の位置関係を図1に、マグニチュードと震央距離及び発電所敷地で推定される震度の関係を図2に示す。</u></p> <p><u>日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1, 2, 3, 5, 6）の波源は、発電所敷地から約600km以上離れており、発電所敷地への地震による影響は十分小さい（図2）。</u></p>  <p style="text-align: center;">図1 島根原子力発電所の基準津波の波源図</p>  <p style="text-align: center;">図2 マグニチュードMと震央距離及び発電所敷地で推定される震度の関係図</p>	<p>・基準津波の波源と立地の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>日本海東縁部に想定される地震は敷地から離れていることから、波源と立地位置の影響を記載。</p>

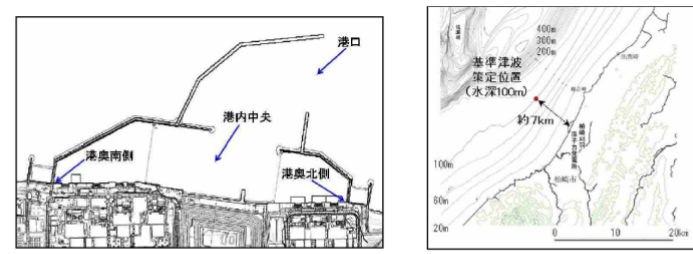
実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）  
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料5]

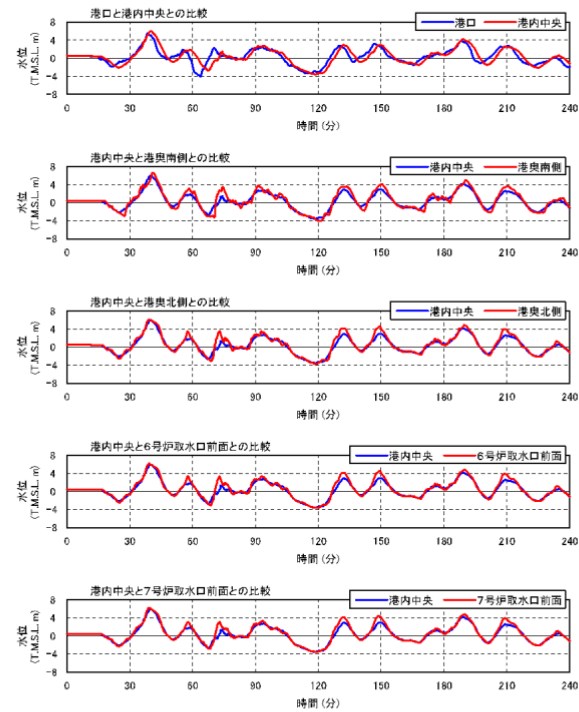
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料5</p> <p style="text-align: center;">港湾内の局所的な海面の励起について</p> <p>基準津波による発電所周辺における最高水位分布を添付第5-1図に、時刻歴波形の評価地点を添付第5-2図に示す。また、津波の伝播経路を考慮し、<u>港口と港内中央、港内中央と港奥（北側・南側）、港内中央と取水口前面（6号及び7号炉）、基準津波策定位置と港口における基準津波1の水位をそれぞれ重ね合わせた水位時刻歴波形を添付第5-3図及び添付第5-4図に示す。</u></p> <p>添付第5-1図より、<u>港湾の内外で最高水位分布や傾向に大きな差異はない。また、添付第5-3図より、港内の伝播に伴い、上昇側のピーク値が多少大きくなるものの、周期特性や時間の経過に伴う減衰傾向に大きな差はなく、港内の固有周期との共振による特異な増幅は生じていない。</u></p> <p>また、添付第5-4図より、<u>港口と基準津波策定位置は大きな波形の傾向は変わらないが、港口の方が基準津波策定位置より変動が大きくなっている。これは、水深が浅くなることによる一般的な増幅による水位変動であると推察される。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料7</p> <p style="text-align: center;">港湾内の局所的な海面の励起について</p> <p>第1図に基準津波による敷地周辺の最大水位上昇量分布、第2図に港湾内の時刻歴波形の地点別比較を示す。</p> <p>第1図より、<u>港湾の内外において、最大水位上昇量や傾向に大きな差異はなく、文献<sup>(1)</sup>より求めた港湾の固有周期(4分程度)と基準津波の周期(30分程度)が大きく異なることから、港湾内の局所的な海面の励起は生じていないと推測される。</u></p> <p>第2図は、津波の伝播経路を考え、<u>①港口→②泊地中央、②泊地中央→④港奥北、②泊地中央→③取水口、②泊地中央→⑤港奥南をそれぞれ重ね合わせて示している。</u></p> <p>第2図より、<u>40分付近の第1ピークは、第1図の最大水位上昇量分布からも分かるように、敷地に津波が遡上し、港湾外からの越流も含まれているため、②泊地中央よりも③取水口・④港奥北・⑤港奥南で大きくなっている。</u></p> <p>第1ピーク以降において、<u>①港口→②泊地中央の波形はあまり変わらないのに対し、②泊地中央→④港奥北・⑤港奥南では上昇側のピーク値が伝播先の奥側で大きくなっている傾向が確認できる。</u></p> <p><u>上昇が著しいのは100分付近の第3ピークで②泊地中央のピーク値に対して④港奥北で0.6m、⑤港奥南で0.7m程度の増幅となっている。これら時間帯の直前の引き波が最も大きいピークであることから、大きな引き波の後に押し寄せる押し波によって増幅傾向が増大していると推察される。</u></p> <p>一方、<u>第2、第4の上昇側ピークについては増幅があまり大きくない。特に、③取水口地点では第3ピークが0.3m程度の増幅で最大となっている。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料5</p> <p style="text-align: center;">港湾内の局所的な海面の励起について</p> <p>基準津波による発電所周辺における最高水位分布を図1に、時刻歴波形の評価地点を図2に示す。また、津波の伝播経路を考慮し、<u>①湾口と②湾中央、②湾中央と③湾奥西、②湾中央と④湾奥東及び②湾中央と⑤2号炉取水口における基準津波1の水位をそれぞれ重ね合わせた水位時刻歴波形を図3に示す。</u></p> <p>図1より、<u>湾の内外ともに水深が浅くなる沿岸部および隅角部において、その付近での最高水位分布を示す傾向にあり、湾の内外で最高水位分布の傾向に大きな差異はない。港湾の固有周期が3分程度(図4参照)であり、時刻歴波形から読み取れる湾中央での基準津波の周期が3分程度であることから、港湾内の海面の固有振動による励起の発生の可能性も含め確認を行った。なお、図3に示すとおり、防波堤の有無による傾向に差がないことから、以降の考察は防波堤有り条件のケースに関して実施する。</u></p> <p>図3より、<u>①港口→②湾中央の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大1.8m程度(②湾中央:3.61m-①港口:1.80m)、大きくなる傾向が確認できる。</u></p> <p><u>②湾中央→③湾奥西の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大2.5m程度(③湾奥西:4.32m-②湾中央:1.82m)、大きくなる傾向が確認できる。</u></p> <p><u>②湾中央→④湾奥東の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大4.9m程度(④湾奥東:6.92m-②湾中央:2.01m)、大きくなる傾向が確認できる。上昇が著しい時間帯としては、188分、191分、193分頃であり、いずれも上昇側のみピーク値の増加が顕著である。</u></p> <p>次に取水口位置における確認を行う。<u>②湾中央→⑤2号炉取水口(東及び西)の波形については、上昇側のピーク値が伝播先で最大1.8m程度(⑤2号炉取水口:3.65m-②湾中央:1.82m)、大きくなる傾向が確認できる。この水位変動の傾向は、湾奥西(最大2.5m)、湾奥東(最大4.9m)に比較し小さい。</u></p> <p><u>湾奥西及び取水口位置の水位変動については、水深が浅くなる</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は東海第二の資料構成で資料を作成。</p>



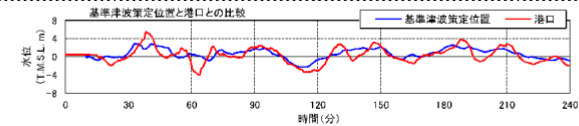
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>以上から、④港奥北と⑤港奥南では、隅角部であることや水深が浅いことから、局所的に海面の振動が増幅されているものの、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起は生じていないと考えられる。</p>  <p>添付第 5-1 図 最高水位分布</p>	<p>以上から、④港奥北と⑤港奥南では、隅角部であることや水深が浅いことから、局所的に海面の振動が増幅されているものの、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起は生じていないと考えられる。</p>  <p>第 1 図 基準津波 (上昇側) による敷地周辺における最大水位上昇量分布</p>	<p>ことによる増幅の影響及び湾の固有周期と湾中央での基準津波の周期が近いことから海面の固有振動による励起の影響と推察される。</p> <p>湾奥東の水位変動については、上記の湾奥西及び取水口位置における影響に加えて、水位変動は上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められることから、隅角部における反射の影響による水位変動が支配的であると推察される。</p> <p>以上のことから、湾の伝搬先で水位のピーク値が大きくなる傾向は、伝搬先の水深が浅くなることによる増幅の影響及び海面の固有振動による励起の影響と推察される。また、一部地点(湾奥東)においては、上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められることから、上記影響に加えて、隅角部における反射の影響が支配的であると考えられる。伝搬先の水深が浅くなることによる水位の増幅、海面の固有振動による励起及び隅角部における反射の影響は、津波数値シミュレーションにおいて適切に再現されている。</p> <p>なお、湾奥東の地点のように、ピーク値の増加が顕著に認められる地点があることから、入力津波の設定にあたっては、保守的な評価となるよう当該地点における最大の水位を一律に評価地点(施設護岸又は防波壁)の入力津波高さとして設定している。</p>  <p>図 1 (1) 最高水位分布 (基準津波 1 (防波堤有り))</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・評価結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根 2号は固有周期による励起の影響が推察される。(以下, ①の相違)</li> <li>・評価結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 ①の相違。</li> <li>・評価方針の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根 2号はピーク値の増加が顕著な地点を評価地点としている。</li> </ul>



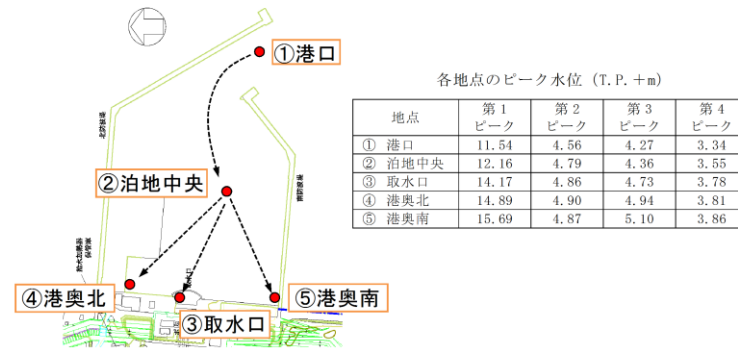
添付第5-2図 評価位置 (左: 港湾内, 右: 基準津波策定位置)



添付第5-3図 水位時刻歴波形 (日本海東縁部: 2領域モデル+LS-2)



添付第5-4図 水位時刻歴波形 (基準津波策定位置と港口の比較)



各地点のピーク水位 (T.P.+m)

地点	第1ピーク	第2ピーク	第3ピーク	第4ピーク
① 港口	11.54	4.56	4.27	3.34
② 泊地中央	12.16	4.79	4.36	3.55
③ 取水口	14.17	4.86	4.73	3.78
④ 港奥北	14.89	4.90	4.94	3.81
⑤ 港奥南	15.69	4.87	5.10	3.86

第2図 港湾内における時刻歴波形の地点別比較

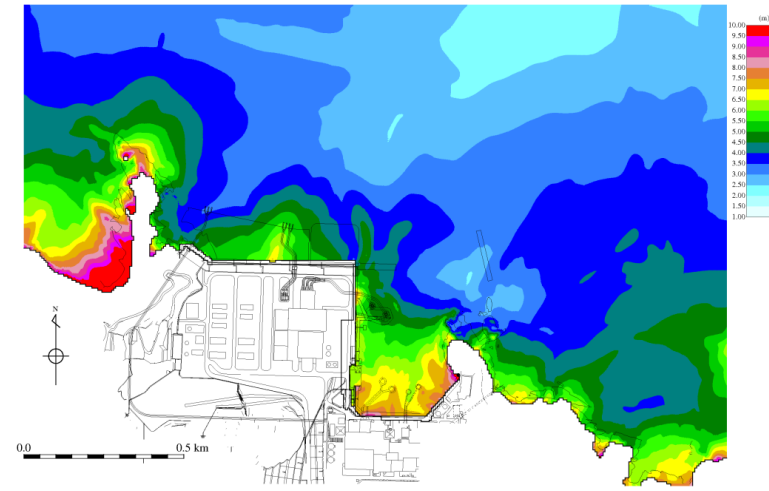


図1(2) 最高水位分布 (基準津波1 (防波堤無し))

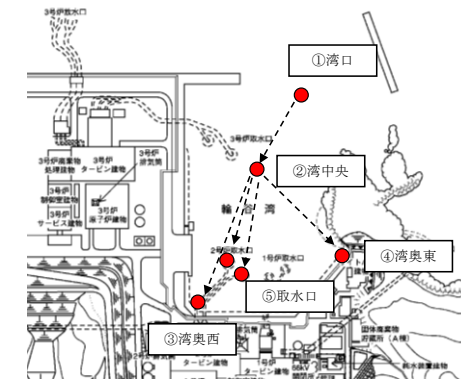


図2 評価地点

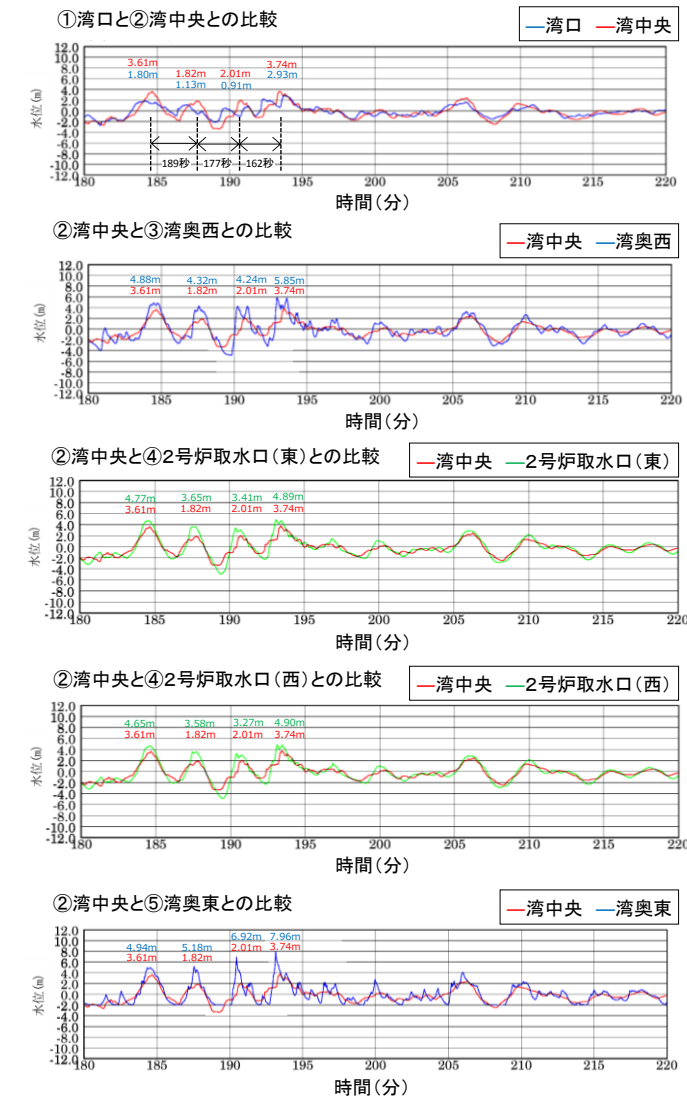


図3 (1) 基準津波1 (防波堤有り) の水位の時刻歴波形 (輪谷湾)

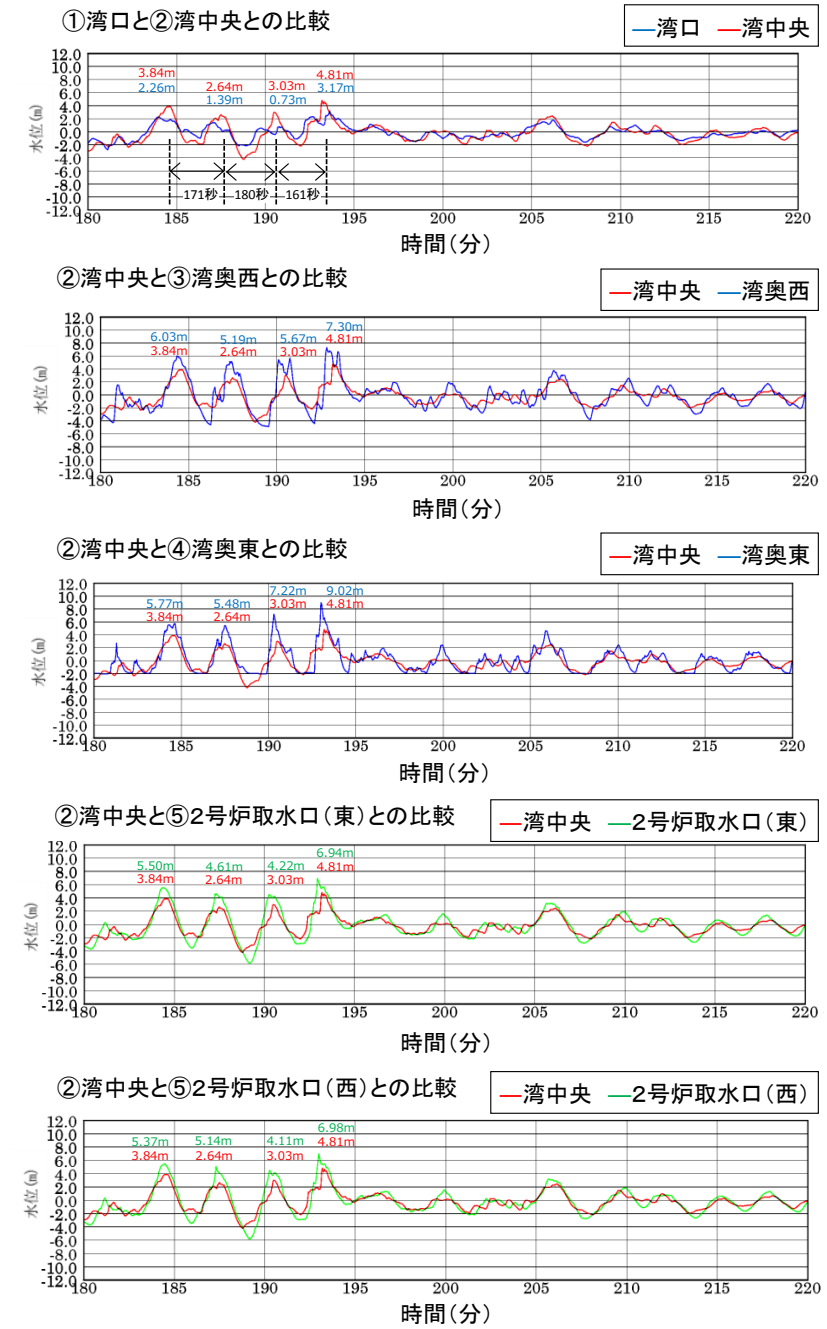


図3(2) 基準津波1(防波堤無し)の水位の時刻歴波形(輪谷湾)

2. 既往津波の検討 2-2 数値シミュレーション手法等 (1) 数値シミュレーション手法  
**計算格子サイズの妥当性に係る検討** 第575回審査会合 資料1-3 P18 再掲 20

「湾口～湾中央部」及び「湾奥」について、土木学会による計算格子サイズの目安を満足しており、輪谷湾内の計算格子サイズは妥当であると考えられる。

妥当性確認結果			妥当性確認に要するパラメーター一覧		
区分	土木学会による計算格子サイズの目安		値	算定根拠	
	考え方	値			
湾口～湾中央部	Lvの1/40程度	55.9m	6.25m	輪谷湾内の計算格子サイズ	
湾奥	Loの1/100以下	15.8m	6.25m	輪谷湾内の計算格子サイズ	
湾の奥行き	a(m)	456.25		解析上の輪谷湾の奥行き長さ	
湾内平均水深	h(m)	14		解析上の輪谷湾の平均水深	
固有周期 <sup>※</sup>	T(s)	156			$T = \frac{4a}{(2m-1)\sqrt{gh}}$
湾口幅	b(m)	325.00		解析上の輪谷湾口の幅	
湾口補正係数	γ	1.297			$\gamma = \left(1 + \frac{2b}{\pi a} \left(0.9228 - \frac{\pi b}{4a}\right)\right)^{1/2}$
湾口補正した固有周期	T'(s)	202			T'=Tγ
湾口水深	h(m)	25		解析上の輪谷湾口付近の平均水深	
湾内平均波長	Lv(m)	2,236			$L_v = T' \left(\frac{gh}{2}\right)^{1/2}$
湾中央部より奥の平均波長	Lo(m)	1,581			$L_o = T' \left(\frac{gh}{4}\right)^{1/2}$

※ 基本周期とLm=1とする。



図4 港湾の固有周期



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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料6]

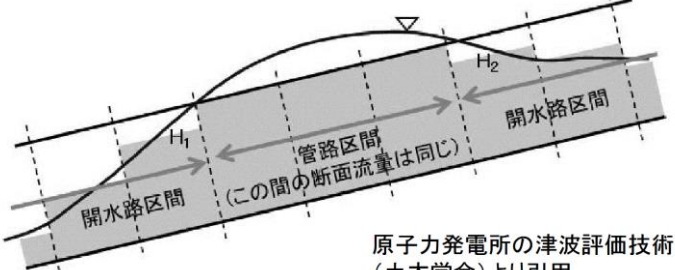
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料6</p> <p style="text-align: center;">管路解析の詳細について</p> <p>6.1 はじめに            海洋から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路解析を実施した。取水路は、敷地前面の港湾内（取水口前面）における最大ケース（基準津波1）及び最小ケース（基準津波2）を入力波形として解析を実施した。なお、影響評価として、防波堤の損傷を考慮した管路解析を実施した。</p> <p>6.2 管路解析に基づく評価            管路解析を行う上での不確かさの考慮として、添付第6-1表に示す各項目についてパラメータスタディを実施し、入力津波の選定及び津波水位への影響を確認した。            管路解析の解析条件を添付第6-2表に、貝代を考慮する範囲を添付第6-1図に示す。取水路及び放水路の構造図を添付第6-2図、添付第6-3図に示す。また基礎方程式を下記に示す。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料5</p> <p style="text-align: center;">管路解析のモデルについて</p> <p>1. 取水口～取水ピット            東海第二発電所の取水設備は、取水口～取水ピットに区分され、鉄筋コンクリート造の8連～10連の矩形ボックスカルバート構造である。第1-1図に取水口から取水ピットまでの概略構造図、第1-2図に取水路の管路解析モデルを示す。            モデルは、外海と取水ピットを管路モデルや節点で結び、損失水頭のうち管路内の摩擦は各管路モデルで、それ以外の損失は各節点で表現するようにモデル化した。第1-1表～第1-3表及び第1-3図～第1-6図に各損失を示す。また、第1-4表に損失水頭表の対応一覧を示し、第1-5表～第1-20表に計算条件毎の具体的な損失水頭を整理した。なお、解析には解析コード「SURGE」を使用した。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料6</p> <p style="text-align: center;">管路計算の詳細について</p> <p>1. はじめに            海洋から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路計算を基準津波1～6（水位上昇側：基準津波1, 2, 4, 5, 水位下降側：基準津波1, 3, 4, 6）を入力波形として計算を実施した。</p> <p>2. 管路計算に基づく評価            管路計算を行う上での不確かさの考慮として、表1に示す各項目についてパラメータスタディを実施し、入力津波の選定及び津波水位への影響を確認した。            管路計算の計算条件を表2に、貝付着を考慮する範囲を図1に示す。取水路及び放水路の構造図を図2に示す。また、基礎方程式等の数値計算手法は、「原子力発電所の津波評価技術2016（土木学会原子力土木委員会津波評価部会，2016）」に基づき次頁以降に示すとおりとする。            取・放水経路は開水路区間と管路区間が混在するため、微小区間に分割した水路の各部分が、開水路状態か管路状態かを逐次判定し、管路区間はその上下流端の開水路区間の水位（自由水面の水位）を境界条件として流量計算を行い、開水路区間は、開水路の一次元不定流の式により流量・水位を計算する。また、水槽及び立坑部は、水面面積を鉛直方向に積算した水位－容積関係を用いて、水槽及び立坑部に接続する水路の流量合計値から水位を算定する。なお、解析には先行審査で実績のある解析コード「SURGE」を使用した。            解析モデルについて、管路は管路延長・管路勾配・管径を考慮したモデル化とし、各管路モデルで摩擦による損失を考慮する。摩擦損失以外の損失は次頁以降の解析モデルに示す各節点において考慮する。また、水槽及び立坑部は、水槽及び</p>	<p>・記載方法の相違  <b>【柏崎6/7，東海第二】</b>            島根2号炉は柏崎6/7の資料をベースに、東海第二の記載内容も含めて記載する。</p> <p>・計算方法、条件を記載  <b>【柏崎6/7，東海第二】</b>            島根2号炉の計算方法、条件について、詳細に記載。</p>



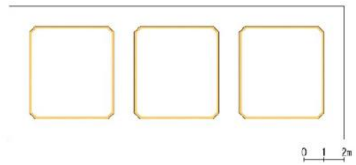
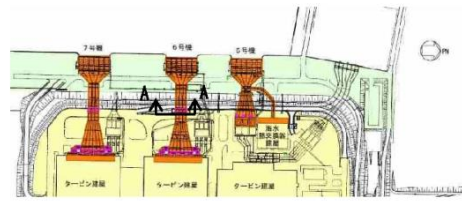
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
<p>取水路における取水路奥の各冷却海水ポンプ位置(補機取水槽)の最高水位をまとめた結果を添付第6-3表に、放水路における放水庭の最高水位をまとめた結果を添付第6-4表に示す。また、それらの詳細な結果について、それぞれ添付第6-5表、添付第6-6表に示す。また時刻歴波形をそれぞれ添付第6-4図、添付第6-5図に示す。</p> <p style="text-align: center;">添付第6-1表 条件設定</p> <table border="1" data-bbox="255 1073 786 1270"> <thead> <tr> <th colspan="2">計算条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>スクリーン損失の有無*</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>貝付着の有無</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>補機冷却海水ポンプ稼働の有無</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">※取水路のみ</p>	計算条件		1	スクリーン損失の有無*	2	貝付着の有無	3	補機冷却海水ポンプ稼働の有無		<p><u>立坑部の面積を鉛直方向の分布に応じて考慮し、次頁以降の解析モデル図に示す池としてモデル化を行い、池モデル内においては、保守的に損失水頭は生じないこととする。管路計算モデルを図3に示す。</u></p> <p><u>管路計算は、取・放水口における水位の時刻歴波形を入力条件、取・放水槽におけるポンプ取・放水量(号機毎にポンプ運転時・停止時の取・放水量を設定)を境界条件として実施する。</u></p> <p><u>表3、4及び図4～10に管路計算モデルに用いた各損失を示す。また、表5に各取放水施設の損失水頭表の整理結果を示す。</u></p> <p>水位上昇側の評価結果を表6に、水位下降側の評価結果を表7に示す。また、日本海東縁部に想定される地震による津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図11及び図12に、海域活断層から想定される地震による津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図13及び図14に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 条件設定</p> <table border="1" data-bbox="1849 1066 2383 1215"> <thead> <tr> <th colspan="2">計算条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>貝付着の有無</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>循環水ポンプ稼働の有無</td> </tr> </tbody> </table>	計算条件		1	貝付着の有無	2	循環水ポンプ稼働の有無	<p>・設備の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉のスクリーンは耐震性、耐津波性を有する。</p>
計算条件																	
1	スクリーン損失の有無*																
2	貝付着の有無																
3	補機冷却海水ポンプ稼働の有無																
計算条件																	
1	貝付着の有無																
2	循環水ポンプ稼働の有無																

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6-2表 管路解析における解析条件 (1/2)		表2 管路計算における計算条件									
計算領域	取水口～スクリーン室～取水路～取水槽～取水路分岐～補機取水路～補機取水槽	項目	計算条件								
計算時間間隔 Δt	0.005秒 (取水路) 0.001秒 (放水路)	計算領域	【取水施設】 1,2号炉 取水口～取水管～取水槽 3号炉 取水口～取水路～取水槽 【放水施設】 放水口～放水路～放水槽								
潮位のバラツキ	+0.16m (上昇側), -0.15m (下降側)	計算時間間隔	0.01秒								
地盤変動	-0.29m (下降側)	取水槽側境界条件 (ポンプ取水量)	1号炉 循環水ポンプ停止時: 1.0m <sup>3</sup> /s <sup>*1</sup> 2号炉 循環水ポンプ運転時: 59m <sup>3</sup> /s, 循環水ポンプ停止時: 2.3m <sup>3</sup> /s 3号炉 循環水ポンプ運転時: 95m <sup>3</sup> /s <sup>*2</sup> , 循環水ポンプ停止時: 3m <sup>3</sup> /s								
取水条件	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ポンプ種類</th> <th>ポンプ稼働条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 CWP(循環水ポンプ)</td> <td>0(m<sup>3</sup>/h)<sup>*</sup></td> </tr> <tr> <td>7 RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)</td> <td>1,800(m<sup>3</sup>/h/台) x6台 =10,800(m<sup>3</sup>/h)</td> </tr> <tr> <td>7 TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)</td> <td>0(m<sup>3</sup>/h)</td> </tr> </tbody> </table>	ポンプ種類	ポンプ稼働条件	6 CWP(循環水ポンプ)	0(m <sup>3</sup> /h) <sup>*</sup>	7 RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	1,800(m <sup>3</sup> /h/台) x6台 =10,800(m <sup>3</sup> /h)	7 TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	0(m <sup>3</sup> /h)	摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	【取水施設】 (貝付着なし) 1・2号炉取水口 <sup>*3</sup> , 1・2号炉取水管 <sup>*3</sup> : 0.014m <sup>-1/3</sup> ・s 3号炉取水口 <sup>*4</sup> , 3号炉取水路 <sup>*4</sup> , 1～3号炉取水槽 <sup>*4</sup> : 0.015m <sup>-1/3</sup> ・s (貝付着あり) 1・2号炉取水口 <sup>*3</sup> , 1・2号炉取水管 <sup>*3</sup> , 3号炉取水口 <sup>*4</sup> , 3号炉取水路 <sup>*4</sup> , 1～3号炉取水槽 <sup>*4</sup> : 0.02 m <sup>-1/3</sup> ・s 【放水施設】 (貝付着なし) 1～3号炉放水口 <sup>*4</sup> , 1～3号炉放水路 <sup>*4</sup> , 1～3号炉放水槽 <sup>*4</sup> : 0.015m <sup>-1/3</sup> ・s (貝付着あり) 1～3号炉放水口 <sup>*4</sup> , 1～3号炉放水路 <sup>*4</sup> , 1～3号炉放水槽 <sup>*4</sup> : 0.02 m <sup>-1/3</sup> ・s
	ポンプ種類	ポンプ稼働条件									
	6 CWP(循環水ポンプ)	0(m <sup>3</sup> /h) <sup>*</sup>									
	7 RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	1,800(m <sup>3</sup> /h/台) x6台 =10,800(m <sup>3</sup> /h)									
	7 TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	0(m <sup>3</sup> /h)									
	5 CWP(循環水ポンプ)	貝の付着代	点検結果を踏まえ5cmを考慮								
5 RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	局所損失係数	電力土木技術協会(1995): 火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版- 千秋信一(1967): 発電水力演習 土木学会(1999): 水理公式集[平成11年版]による									
5 TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	想定する潮位条件	水位上昇側: 朔望平均満潮位EL.+0.58mに潮位のばらつき+0.14mを考慮 水位下降側: 朔望平均干潮位EL.-0.02mに潮位のばらつき-0.17mを考慮									
HPSW(高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却海水ポンプ)	地盤変動条件	海域活断層から想定される地震による津波については, 0.34mの隆起を考慮 日本海東縁部に想定される地震による津波については, 津波が起きる前の海域活断層による地殻変動量として0.34mの隆起を考慮									
400(m <sup>3</sup> /h)	計算時間	日本海東縁部に想定される地震による津波は地震発生後6時間まで 海域活断層から想定される地震による津波は地震発生後3時間まで									
放水条件	取水条件で記載した取水量がそのまま放水されるものとして設定	※1	1号炉取水槽に津波防護施設である流路縮小工を設置することにより, 循環水ポンプの運転に必要な通水量が確保できないことから, 循環水ポンプの運転は行わない。								
ポンプ停止条件	全ポンプ 0(m <sup>3</sup> /h)	※2	燃料装荷前であり, 原子炉を運転するものではないが, メンテナンス等により循環水ポンプを運転する可能性がある。								
摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	n=0.02m <sup>-1/3</sup> ・s (貝付着あり) n=0.015m <sup>-1/3</sup> ・s (貝付着なし)	※3	鋼製								
貝の付着代	貝代 10cm を考慮	※4	コンクリート製								
<small>※ 非常用海水冷却系の海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ) の取水源を確保することを目的に, 取水口前面には海水貯留槽を設置し, 津波による水位低下時には循環水ポンプを停止する運用とすることから, 管路解析の前提として「循環水ポンプ停止」とした。</small>											

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6-2表 管路解析における解析条件 (2/2)			
局所損失係数	電力土木技術協会(1995) : 火力・原子力発電所土木構造物の設計—増補改訂版— 下秋信 (1967) : 発電水力演習, 土木学会(1999) : 水理公式集 [平成 11 年版] による		
スクリーン有無	局所損失係数 16.8 (スクリーンあり) 局所損失係数 0.0 (スクリーンなし)		
貯留堰	津波数値シミュレーションに反映		
基準津波	基準津波 1 : 日本海東縁部 (2 領域モデル) + 地すべり (LS-2) 基準津波 2 : 日本海東縁部 (2 領域モデル)		
初期水位	上昇側 : 湖望平均満潮位 (T.M.S.L.+0.49m) 下降側 : 湖望平均干潮位 (T.M.S.L.+0.03m)		
計算時間	地震発生から 4 時間		

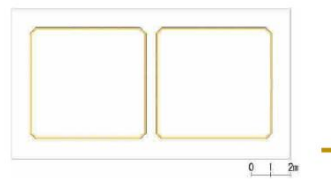
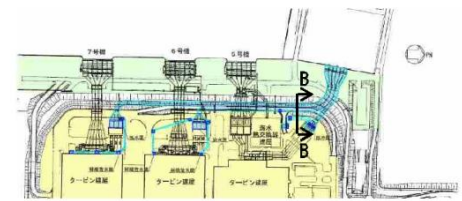
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>※基礎方程式 管路解析では、非定常の開水路及び管路流れの連続式・運動方程式を用いた。</p> <p>【開水路】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運動方程式  <math display="block">\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left( \frac{n^2  v  v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{ v  v}{2g} \right) = 0</math> </li> <li>連続式  <math display="block">\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0</math> </li> </ul> <p>【管路】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運動方程式  <math display="block">\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left( \frac{n^2  v  v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{ v  v}{2g} \right) = 0</math> </li> <li>連続式  <math display="block">\frac{\partial Q}{\partial x} = 0</math> </li> </ul> <p>ここに、<math>t</math> : 時間 <math>Q</math> : 流量 <math>v</math> : 流速 <math>x</math> : 管底に沿った座標  <math>A</math> : 流水断面積  <math>H</math> : 圧力水頭+位置水頭(管路の場合), 位置水頭(開水路の場合)  <math>z</math> : 管底高 <math>g</math> : 重力加速度  <math>n</math> : マニングの粗度係数 <math>R</math> : 径深  <math>\Delta x</math> : 管路の流れ方向の長さ <math>f</math> : 局所損失係数</p> <p>【水槽及び立坑部】</p> $A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$ <p>ここに <math>A_p</math>: 水槽の平面積(水位の関数となる) <math>H_p</math>: 水槽水位  <math>Q_s</math>: 水槽へ流入する流量の総和 <math>t</math>: 時間</p>		<p>※基礎方程式 管路計算では、非定常の開水路及び管路流れの連続式・運動方程式を用いた。</p> <p>【開水路】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運動方程式  <math display="block">\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left( \frac{n^2  v  v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{ v  v}{2g} \right) = 0</math> </li> <li>連続式  <math display="block">\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0</math> </li> </ul> <p>【管路】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運動方程式  <math display="block">\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left( \frac{n^2  v  v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{ v  v}{2g} \right) = 0</math> </li> <li>連続式  <math display="block">\frac{\partial Q}{\partial x} = 0</math> </li> </ul> <p><math>t</math>: 時間, <math>Q</math>: 流量, <math>v</math>: 流速, <math>x</math>: 管底に沿った座標, <math>A</math>: 流水断面積  <math>H</math>: 圧力水頭+位置水頭(管路の場合), 位置水頭(開水路の場合)  <math>z</math>: 管底高, <math>g</math>: 重力加速度, <math>n</math>: マニングの粗度係数, <math>R</math>: 径深  <math>\Delta x</math>: 水路の流れ方向の長さ, <math>f</math>: 局所損失係数</p> <p>【水槽及び立坑部】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>連続式  <math display="block">A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s</math> </li> </ul> <p>ここに <math>A_p</math>: 水槽の平面積(水位の関数となる) <math>H_p</math>: 水槽水位  <math>Q_s</math>: 水槽へ流入する流量の総和 <math>t</math>: 時間</p> <p>【開水路・管路の区別】</p>  <p>原子力発電所の津波評価技術 2016 (土木学会)より引用</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)



貝代付着考慮範囲

添付第 6-1 図 (1) 貝代考慮範囲 (6号炉取水路 A-A 断面図)



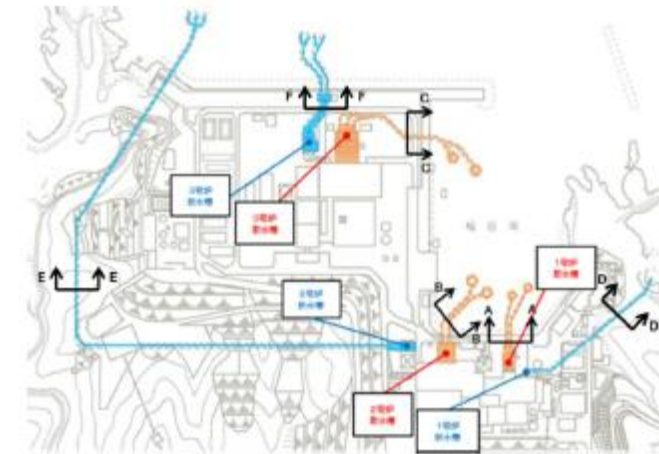
貝代付着考慮範囲

添付第 6-1 図 (2) 貝代考慮範囲 (6・7号炉放水路 B-B 断面図)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

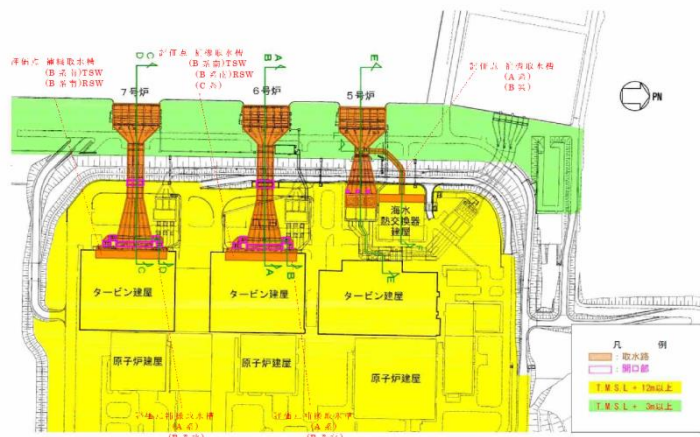


	1号炉	2号炉	3号炉
取水設備	 A-A 断面	 B-B 断面	 C-C 断面
放水設備	 D-D 断面	 E-E 断面	 F-F 断面

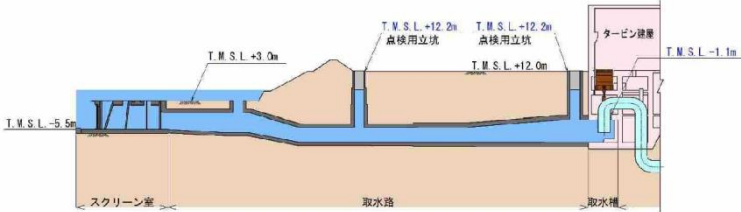
貝代付着考慮範囲

図 1 貝代付着考慮範囲

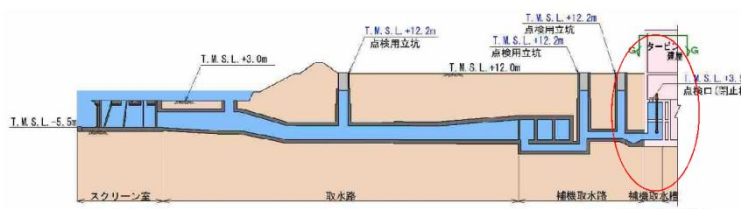
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)



添付第6-2図(1) 大湊側取水路配置平面図

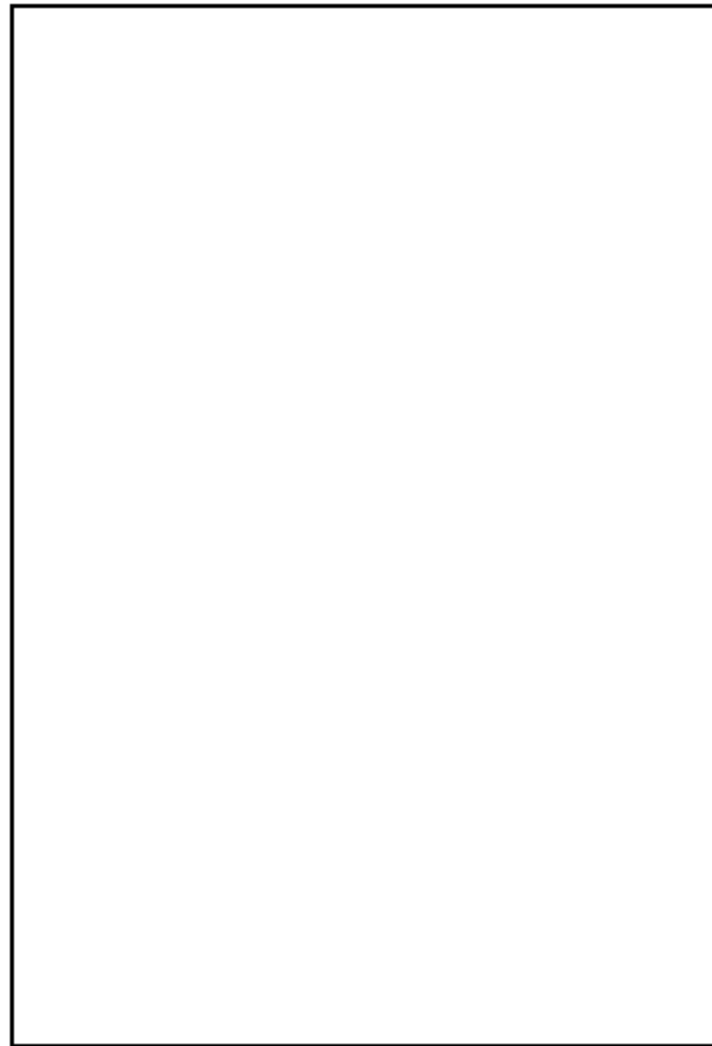


添付第6-2図(2) 6号炉取水路(A-A断面)



添付第6-2図(3) 6号炉取水路(B-B断面)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第1-1図 取水口～取水ピット概略構造図(1/2)

島根原子力発電所 2号炉

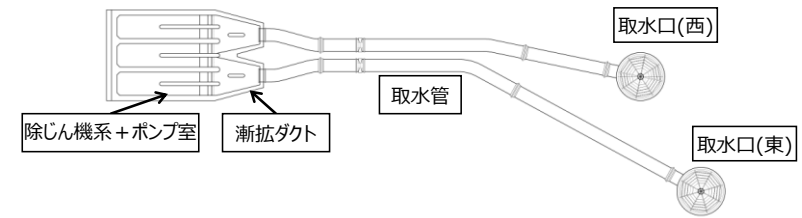


図2-1 1号炉取水施設断面図

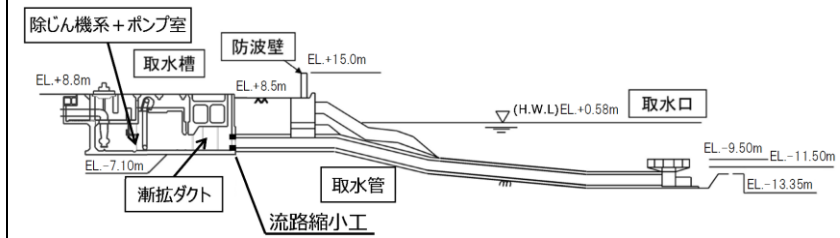


図2-2 1号炉取水施設断面図

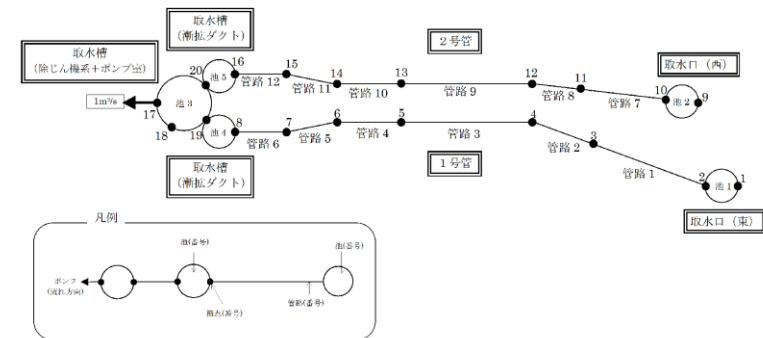
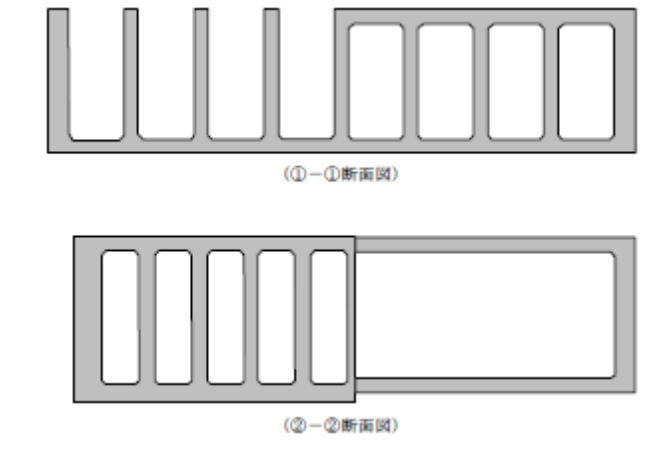
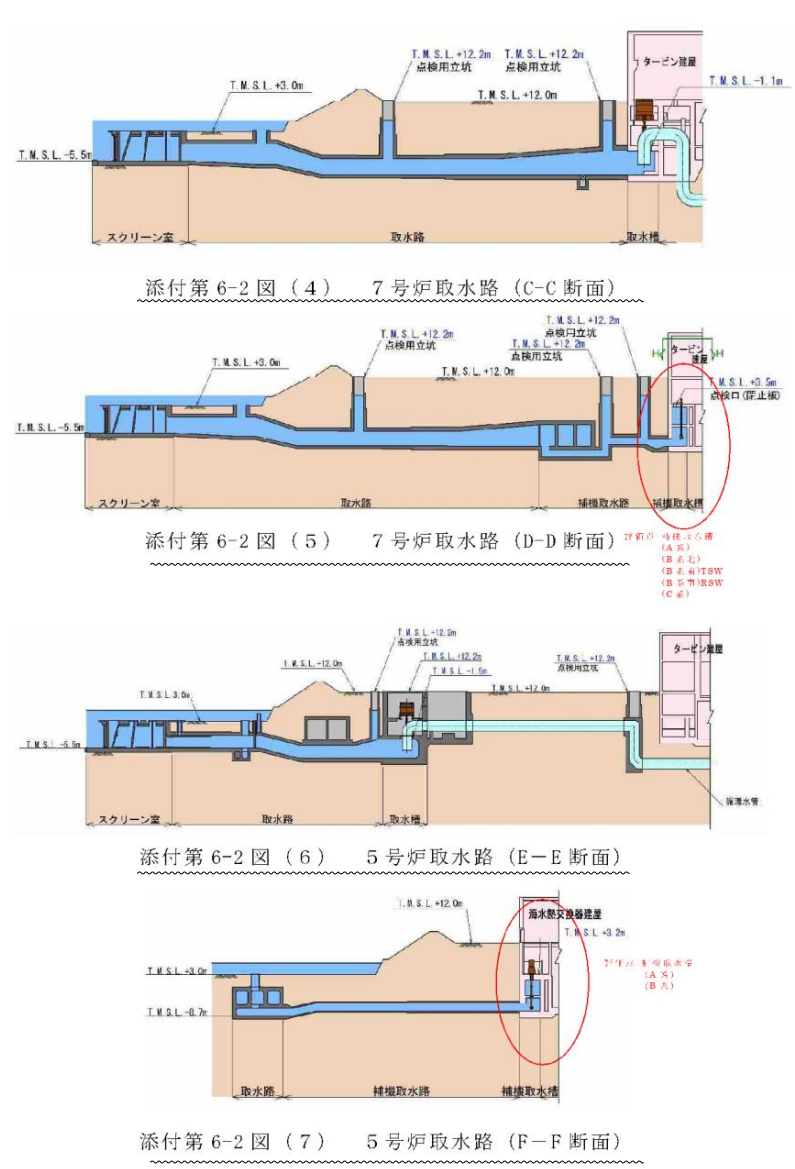


図3-1 1号炉取水施設の管路計算モデル図

備考





第1-1 図 取水口～取水ピット概略構造図 (2 / 2)

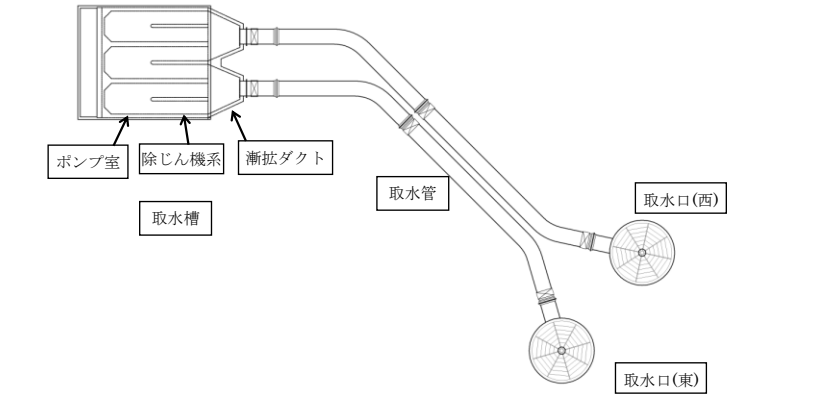


図 2 - 3 2号炉取水施設平面図

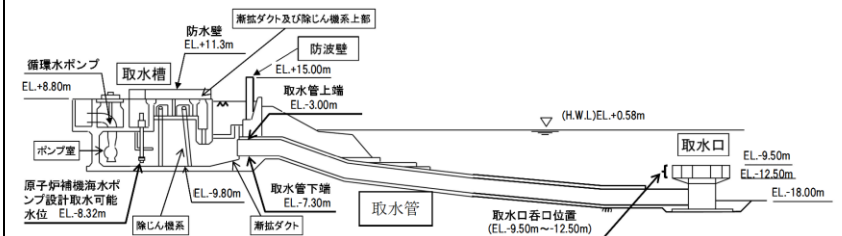


図 2 - 4 2号炉取水施設断面図

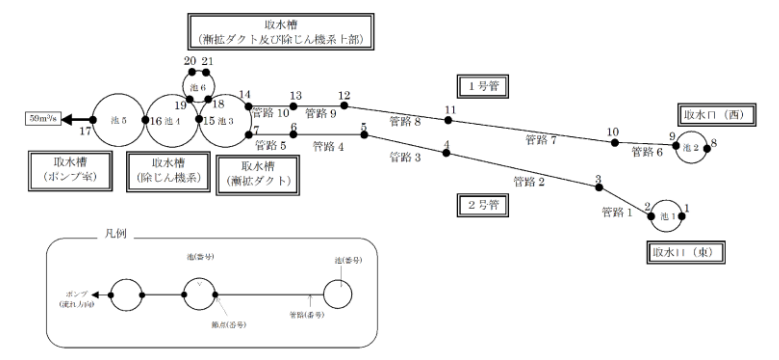
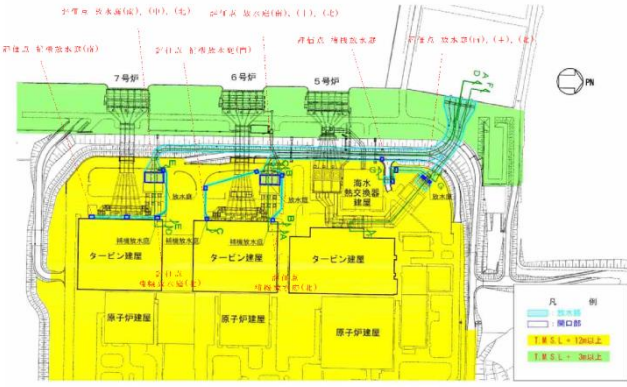
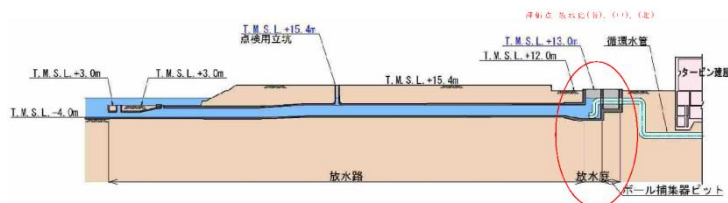


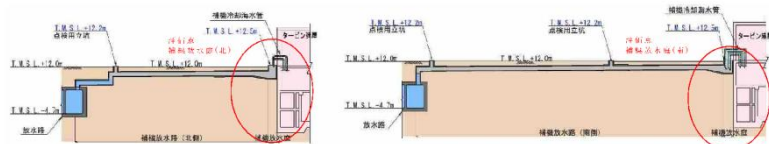
図 3 - 2 2号炉取水施設の管路計算モデル図



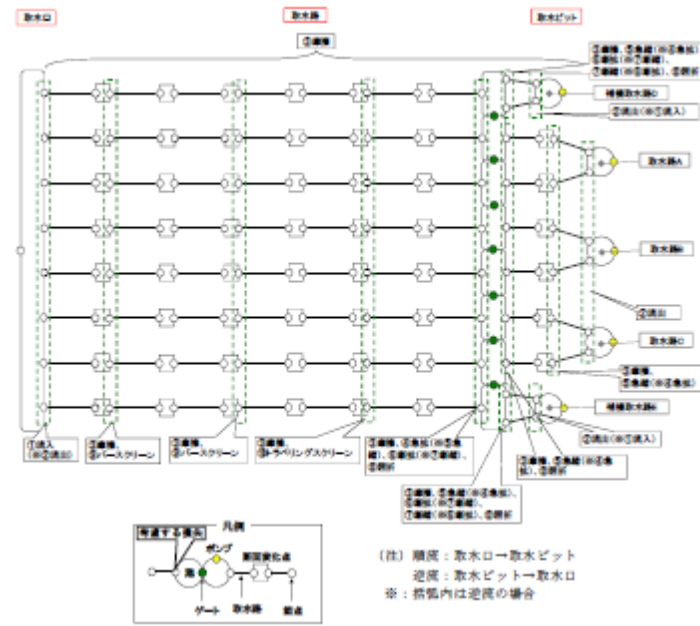
添付第6-3図(1) 大湊側放水路配置平面図



添付第6-3図(2) 6号炉放水路(A-A断面)



添付第6-3図(3) 6号炉放水路(左:B-B断面, 右:C-C断面)



第1-2図 取水路の管路解析モデル

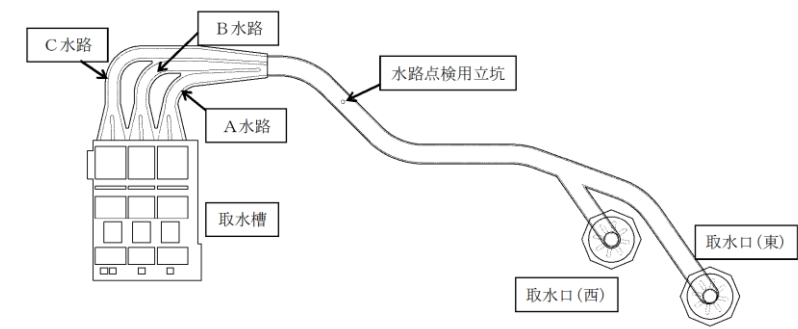


図2-5 3号炉取水施設平面図

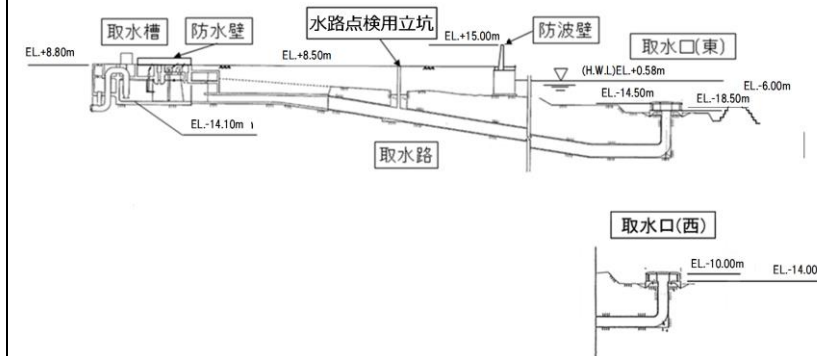


図2-6 3号炉取水施設断面図

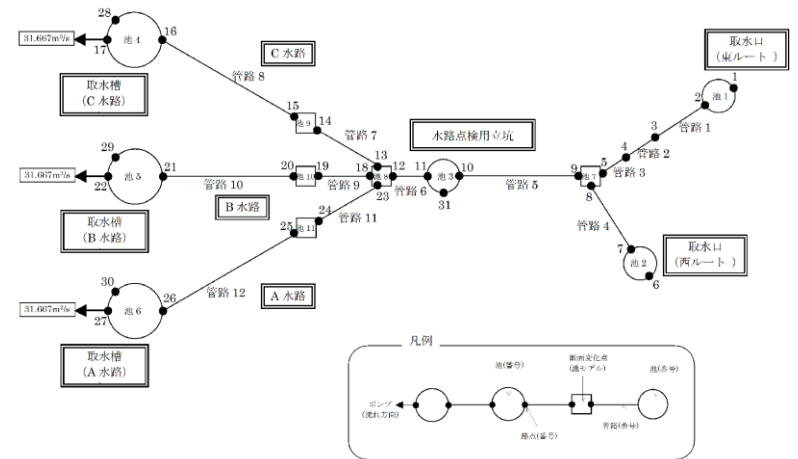
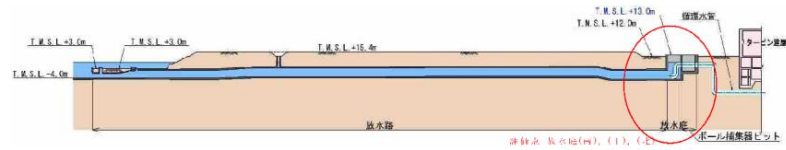


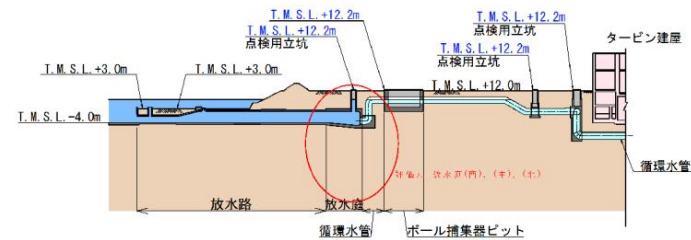
図3-3 3号炉取水施設の管路計算モデル図



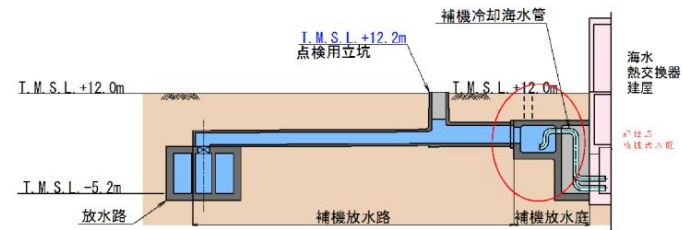
添付第 6-3 図 (4) 7号炉放水路 (D-D 断面)



添付第 6-3 図 (5) 7号炉放水路 (E-E 断面)



添付第 6-3 図 (6) 5号炉放水路 (F-F 断面)



添付第 6-3 図 (7) 5号炉放水路 (G-G 断面)

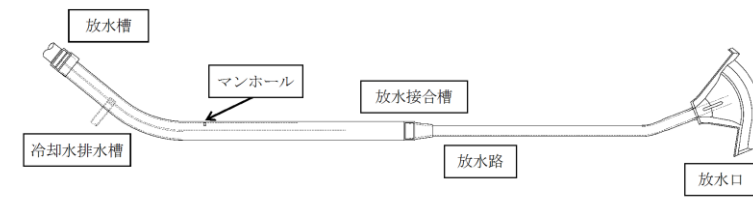


図 2-7 1号炉放水施設平面図

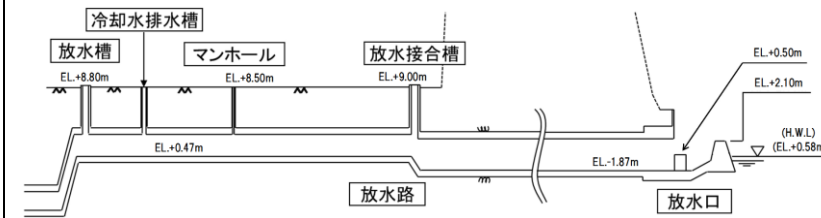


図 2-8 1号炉放水施設断面図

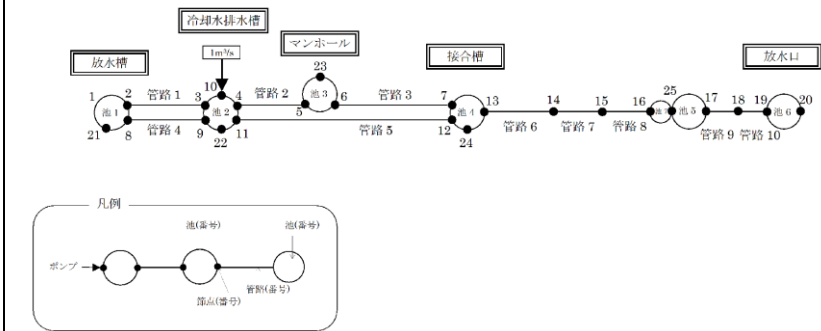
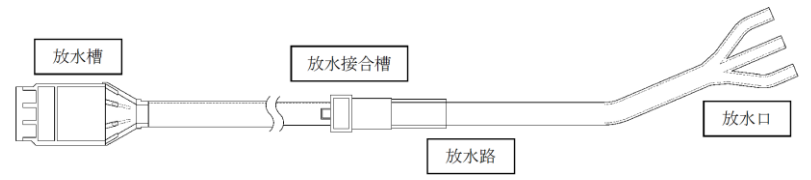
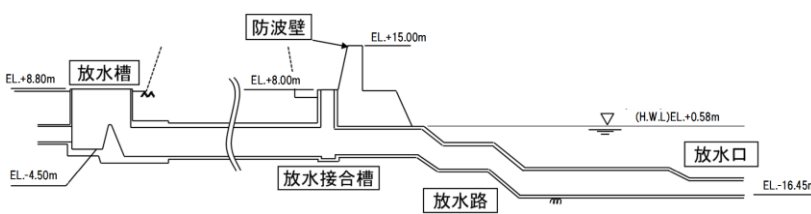
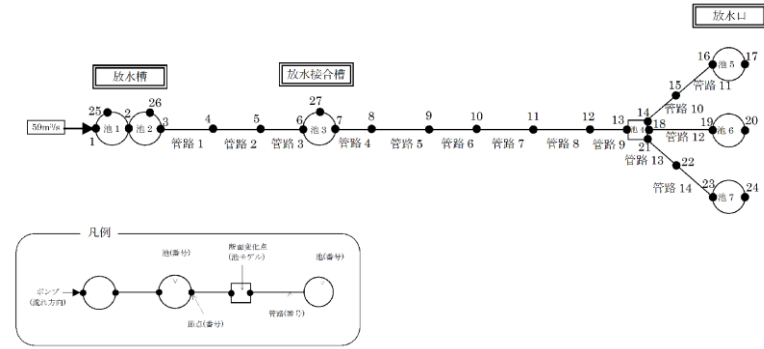
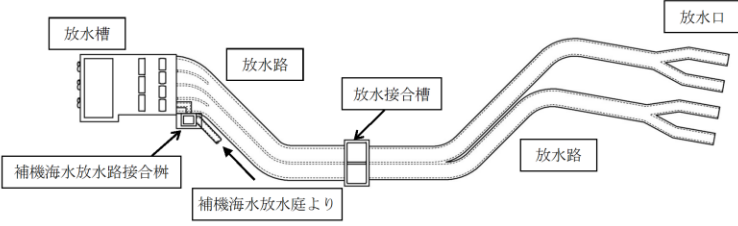
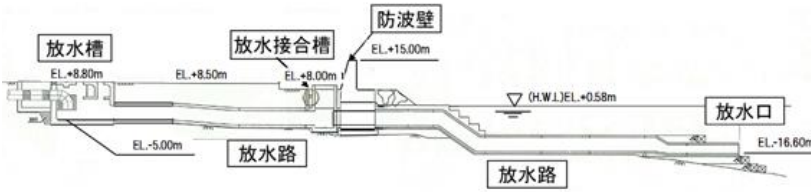
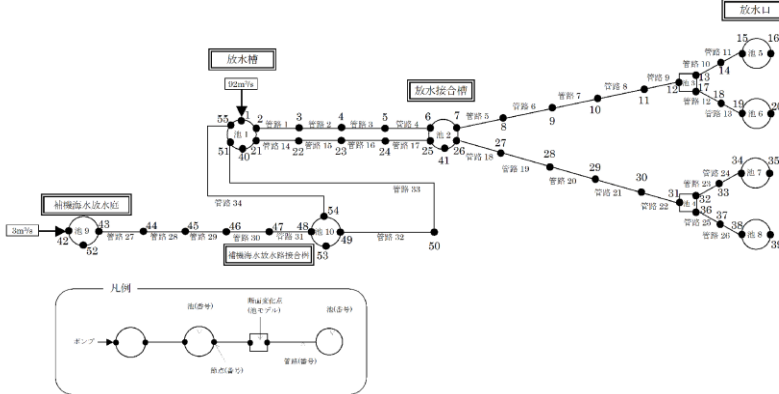


図 3-4 1号炉放水施設の管路計算モデル図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1914 472 2315 514">図 2 - 9 2号炉放水施設平面図</p>  <p data-bbox="1914 787 2315 829">図 2 - 10 2号炉放水施設断面図</p>  <p data-bbox="1825 1239 2404 1281">図 3 - 5 2号炉放水施設の管路計算モデル図</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1923 520 2315 556">図 2-11 3号炉放水施設平面図</p>  <p data-bbox="1923 835 2315 871">図 2-12 3号炉放水施設断面図</p>  <p data-bbox="1840 1333 2389 1365">図 3-6 3号炉放水施設の管路計算モデル図</p>	



第1-1 表 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
①流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	$f_e$ : 流入による損失水頭 (m) 【第1-3図、ベルマウス】 $f_e$ : 流入損失係数 (0.05) $V$ : 管内流速 (m/s)	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.374-375
②流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	$h_o$ : 流出による損失水頭 (m) $V$ : 管内流速 (m/s) $f_o$ : 流出損失係数 (1.0)	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.375
③摩擦損失	$h_f = n^2 \cdot V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	$V$ : 平均流速 (m/s) $L$ : 水路の長さ (m) $R$ : 水路の径深 (m) $n$ : 粗度係数 ( $m^{-1/3} \cdot s$ ) 【第1-2図】	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.788, p.829
④急拡損失	$h_w = f_w \frac{V_1^2}{2g}$ $f_w = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	$f_w$ : 急拡損失係数 $A_1$ : 急拡前の管断面積 ( $m^2$ ) $A_2$ : 急拡後の管断面積 ( $m^2$ )	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.829
⑤急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	$f_{sc}$ : 急縮損失係数 (管断面積による値【第1-3表】) $V_2$ : 急縮後の平均流速 (m/s)	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.829-830
⑥漸拡損失	$h_{se} = f_{se} \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g}$	$f_{se}$ : 漸拡損失係数 (管断面積による値【第1-4図】) $V_1$ : 漸拡前の平均流速 (m/s) $A_1$ : 漸拡前の管断面積 ( $m^2$ ) $A_2$ : 漸拡後の管断面積 ( $m^2$ )	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830
⑦漸縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	$f_{sc}$ : 漸縮損失係数 (管断面積による値【第1-5図】) $V_2$ : 漸縮後の平均流速 (m/s)	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830-831
⑧屈折損失	$h_w = f_w \frac{V^2}{2g}$ $f_w = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	$h_w$ : 各屈折後の本管動水位 (m) $V$ : 管内平均流速 (m/s) $f_w$ : 屈折損失係数 $\theta$ : 屈折角	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.376-377
⑨バースクリン損失	$h_{s1} = f_{s1} \frac{V^2}{2g}$	$f_{s1}$ : スクリン損失係数 (2.26) $V$ : スクリン上流側での平均流速 (m/s)	
⑩トラバリンダスクリン損失	$h_{s2} = f_{s2} \frac{V^2}{2g}$	$f_{s2}$ : スクリン損失係数 (8.0) $V$ : スクリン上流側での平均流速 (m/s)	

※引用文献を以下に示す。  
 ・土木学会 (1999) : 土木学会水理公式集 (平成11年版)  
 ・電力土木技術協会 (1995) : 火力原子力発電所土木構造物の設計

表3-1 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
①流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	$f_e$ : 流入損失係数 $V$ : 管内流速 (m/s)	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.374-375【図4参照】
②流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	$f_o$ : 流出損失係数 $V$ : 管内流速 (m/s)	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.375
③摩擦損失	$h_f = n^2 V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	$V$ : 平均流速 (m/s) $L$ : 水路の長さ (m) $R$ : 水路の径深 (m) $n$ : 粗度係数 ( $m^{-1/3} \cdot s$ )	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.829
④急拡損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left\{1 - \left(\frac{A_1}{A_2}\right)\right\}^2$	$f_{se}$ : 急拡損失係数 $V_1$ : 急拡前の平均流速 (m/s) $A_1$ : 急拡前の管断面積 ( $m^2$ ) $A_2$ : 急拡後の管断面積 ( $m^2$ )	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.829
⑤急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	$f_{sc}$ : 急縮損失係数 $V_2$ : 急縮後の平均流速 (m/s)	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.829-830【表4参照】
⑥漸拡損失	$h_{se} = f_{se} \cdot f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left\{1 - \left(\frac{A_1}{A_2}\right)\right\}^2$	$f_{se}$ : 漸拡損失係数 $V_1$ : 漸拡前の平均流速 (m/s) $A_1$ : 漸拡前の管断面積 ( $m^2$ ) $A_2$ : 漸拡後の管断面積 ( $m^2$ )	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830【図5参照】
⑦漸縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	$f_{sc}$ : 漸縮損失係数 $V_2$ : 漸縮後の平均流速 (m/s)	発電水力演習 p.84【図6参照】
⑧屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\alpha}{2}$	$f_{be}$ : 屈折損失係数 $V$ : 管内平均流速 (m/s) $\alpha$ : 屈折角 ( $^\circ$ )	発電水力演習 p.88【図7参照】



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3-2 損失水頭算定公式</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 20%;">公式</th> <th style="width: 40%;">係数</th> <th style="width: 30%;">根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>⑨ 曲がり損失</td> <td> <math display="block">h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}</math> <math display="block">f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \times (D/\rho)^{0.72}</math> <math display="block">f_{b2} = (\theta/90)^{1.02}</math> </td> <td> <math>V</math>:管内平均流速(m/s)  <math>f_{b1}</math>:曲がりの曲率半径 <math>\rho</math> と管径 <math>D</math> との比によって決まる損失係数  <math>f_{b2}</math>:任意の曲がり中心角 <math>\theta</math> の場合の損失と中心角 <math>90^\circ</math> の場合の損失との比 </td> <td>発電水力演習 p.86-87 【図8参照】</td> </tr> <tr> <td>⑩ ビヤーによる損失</td> <td> <math display="block">\Delta h_p' = \left\{ \frac{1}{C^2} \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^2 - 1 \right\} \frac{V_1^2}{2g}</math> </td> <td> <math>V_1</math>:ビヤー上流側の流速(m/s)  <math>C</math>:ビヤーの水平断面形状による係数  <math>b_1</math>:ビヤー直前の水路幅(m)  <math>b_2</math>:水路幅からビヤー幅の総計を控除した幅(m) </td> <td>発電水力演習 p.92-93 【図9参照】</td> </tr> <tr> <td>⑪ 分流による損失</td> <td> <math display="block">H_a - H_\gamma = f_{d,\gamma} \times \frac{V_a^2}{2g}</math> <math display="block">H_a - H_\beta = f_{d,\beta} \times \frac{V_a^2}{2g}</math> </td> <td> <math>H_a, H_\gamma</math>:分流前後の本管動水位(位置水頭と圧力水頭の和)(m)  <math>H_\beta</math>:支管動水位(m)  <math>V_a</math>:分流前の本管内流速(m/s)  <math>f_{d,\gamma}, f_{d,\beta}</math>:分流損失係数 </td> <td>土木学会水理公式集(平成11年版) p.376-377 【図10参照】</td> </tr> <tr> <td>⑫ 合流による損失</td> <td> <math display="block">H_a - H_\gamma = f_{c,\alpha} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}</math> <math display="block">H_\beta - H_\gamma = f_{c,\beta} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}</math> </td> <td> <math>H_a, H_\gamma</math>:合流前後の本管動水位(m)  <math>H_\beta</math>:支管動水位(m)  <math>V_\gamma</math>:合流後の本管内流速(m/s)  <math>f_{c,\alpha}, f_{c,\beta}</math>:合流損失係数 </td> <td>土木学会水理公式集(平成11年版) p.377 【図10参照】</td> </tr> <tr> <td>⑬ 分岐による損失</td> <td> <math display="block">h_b = f_b \times \frac{V_0^2}{2g}</math> </td> <td> <math>V_0</math>:分流前の水圧管内の平均流速(m/s)  <math>f_b</math>:分岐による損失係数(Y分岐:0.75、三分岐:0.69) </td> <td>発電水力演習 p.120-123</td> </tr> </tbody> </table>		公式	係数	根拠	⑨ 曲がり損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \times (D/\rho)^{0.72}$ $f_{b2} = (\theta/90)^{1.02}$	$V$ :管内平均流速(m/s) $f_{b1}$ :曲がりの曲率半径 $\rho$ と管径 $D$ との比によって決まる損失係数 $f_{b2}$ :任意の曲がり中心角 $\theta$ の場合の損失と中心角 $90^\circ$ の場合の損失との比	発電水力演習 p.86-87 【図8参照】	⑩ ビヤーによる損失	$\Delta h_p' = \left\{ \frac{1}{C^2} \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^2 - 1 \right\} \frac{V_1^2}{2g}$	$V_1$ :ビヤー上流側の流速(m/s) $C$ :ビヤーの水平断面形状による係数 $b_1$ :ビヤー直前の水路幅(m) $b_2$ :水路幅からビヤー幅の総計を控除した幅(m)	発電水力演習 p.92-93 【図9参照】	⑪ 分流による損失	$H_a - H_\gamma = f_{d,\gamma} \times \frac{V_a^2}{2g}$ $H_a - H_\beta = f_{d,\beta} \times \frac{V_a^2}{2g}$	$H_a, H_\gamma$ :分流前後の本管動水位(位置水頭と圧力水頭の和)(m) $H_\beta$ :支管動水位(m) $V_a$ :分流前の本管内流速(m/s) $f_{d,\gamma}, f_{d,\beta}$ :分流損失係数	土木学会水理公式集(平成11年版) p.376-377 【図10参照】	⑫ 合流による損失	$H_a - H_\gamma = f_{c,\alpha} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}$ $H_\beta - H_\gamma = f_{c,\beta} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}$	$H_a, H_\gamma$ :合流前後の本管動水位(m) $H_\beta$ :支管動水位(m) $V_\gamma$ :合流後の本管内流速(m/s) $f_{c,\alpha}, f_{c,\beta}$ :合流損失係数	土木学会水理公式集(平成11年版) p.377 【図10参照】	⑬ 分岐による損失	$h_b = f_b \times \frac{V_0^2}{2g}$	$V_0$ :分流前の水圧管内の平均流速(m/s) $f_b$ :分岐による損失係数(Y分岐:0.75、三分岐:0.69)	発電水力演習 p.120-123	
	公式	係数	根拠																								
⑨ 曲がり損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \times (D/\rho)^{0.72}$ $f_{b2} = (\theta/90)^{1.02}$	$V$ :管内平均流速(m/s) $f_{b1}$ :曲がりの曲率半径 $\rho$ と管径 $D$ との比によって決まる損失係数 $f_{b2}$ :任意の曲がり中心角 $\theta$ の場合の損失と中心角 $90^\circ$ の場合の損失との比	発電水力演習 p.86-87 【図8参照】																								
⑩ ビヤーによる損失	$\Delta h_p' = \left\{ \frac{1}{C^2} \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^2 - 1 \right\} \frac{V_1^2}{2g}$	$V_1$ :ビヤー上流側の流速(m/s) $C$ :ビヤーの水平断面形状による係数 $b_1$ :ビヤー直前の水路幅(m) $b_2$ :水路幅からビヤー幅の総計を控除した幅(m)	発電水力演習 p.92-93 【図9参照】																								
⑪ 分流による損失	$H_a - H_\gamma = f_{d,\gamma} \times \frac{V_a^2}{2g}$ $H_a - H_\beta = f_{d,\beta} \times \frac{V_a^2}{2g}$	$H_a, H_\gamma$ :分流前後の本管動水位(位置水頭と圧力水頭の和)(m) $H_\beta$ :支管動水位(m) $V_a$ :分流前の本管内流速(m/s) $f_{d,\gamma}, f_{d,\beta}$ :分流損失係数	土木学会水理公式集(平成11年版) p.376-377 【図10参照】																								
⑫ 合流による損失	$H_a - H_\gamma = f_{c,\alpha} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}$ $H_\beta - H_\gamma = f_{c,\beta} \times \frac{V_\gamma^2}{2g}$	$H_a, H_\gamma$ :合流前後の本管動水位(m) $H_\beta$ :支管動水位(m) $V_\gamma$ :合流後の本管内流速(m/s) $f_{c,\alpha}, f_{c,\beta}$ :合流損失係数	土木学会水理公式集(平成11年版) p.377 【図10参照】																								
⑬ 分岐による損失	$h_b = f_b \times \frac{V_0^2}{2g}$	$V_0$ :分流前の水圧管内の平均流速(m/s) $f_b$ :分岐による損失係数(Y分岐:0.75、三分岐:0.69)	発電水力演習 p.120-123																								



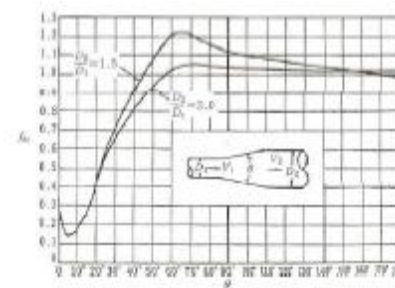
第1-3 図 入口形状と損失係数  
(土木学会水理公式集(平成11年版) p.375)

第1-2 表 貝等の付着代と粗度係数  
(火力原子力発電所土木構造物の設計 p.788 より抜粋)

	貝付着なし	貝付着あり
貝付着厚	0 [cm]	10 [cm]
粗度係数	0.015 [m <sup>-1/2</sup> ・s]	0.020 [m <sup>-1/2</sup> ・s]

第1-3 表 急縮損失係数(火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830)

D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub>	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f <sub>sc</sub>	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0



第1-4 図 漸拡損失係数(火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830)

D1, D2 : 漸拡前後の管径 (m), V1, V2 : 漸拡前後の平均流速 (m/s),  
θ : 漸拡部の開き

(※本施設では矩形断面管の漸拡に上記の図による値を適用する。矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、半径D1, D2 を算出した。)

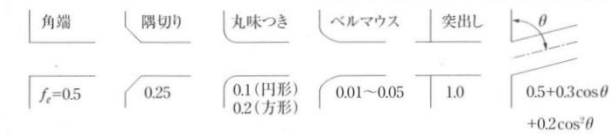


図4 入口形状と損失係数 (土木学会水理公式集 (平成11年版) p.375)

表4 急縮損失係数 (火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830)

D <sub>2</sub> / D <sub>1</sub>	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f <sub>sc</sub>	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

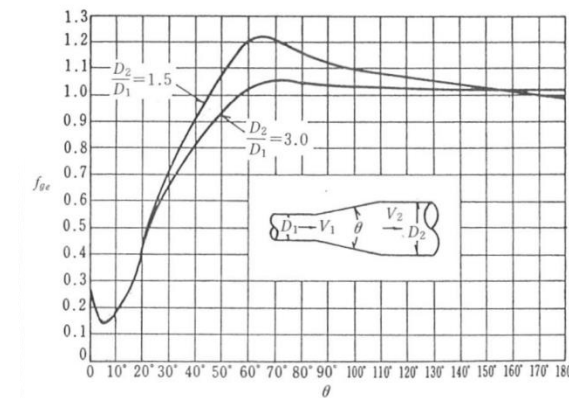
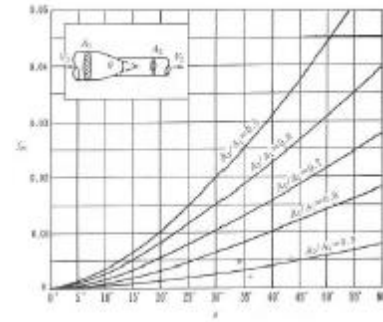


図5 漸拡損失係数 (火力原子力発電所土木構造物の設計 p.830)

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : 漸拡前後の管径(m), V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> : 漸拡前後の平均流速(m/s),  
θ : 漸拡部の開き (°)

(※本施設では、円形断面管と矩形断面管の漸拡に上記の図による値を適用する。矩形断面管の場合、矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、半径 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> を算出した。)



第1-5 図 漸縮損失係数(火力原子力発電所土木構造物の設計 p. 831)

D1, D2 : 漸縮前後の管径 (m), V1, V2 : 漸縮前後の平均流速 (m/s),  
 $\theta$  : 漸縮部の開き  
 (※本施設では矩形断面管の漸縮に上記の図による値を適用する。矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、半径D1, D2 を算出した。)

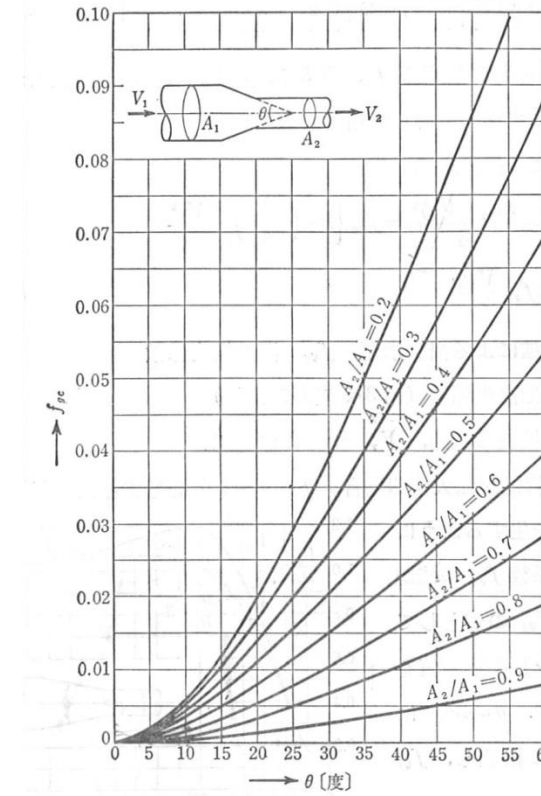


図6 漸縮損失係数 (発電水力演習 p.84)

$A_1, A_2$  : 漸縮前後の管断面積 (m<sup>2</sup>),  $V_1, V_2$  : 漸縮前後の平均流速 (m/s),  
 $\theta$  : 漸縮部の開き (°)  
 (※本施設では、円形断面管と矩形断面管の漸縮に上記の図による値を適用する。)

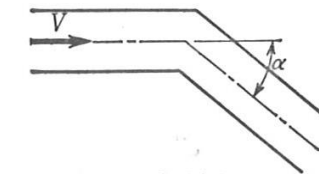


図7 屈折損失係数 (発電水力演習 p.88)

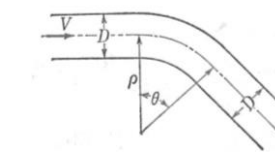
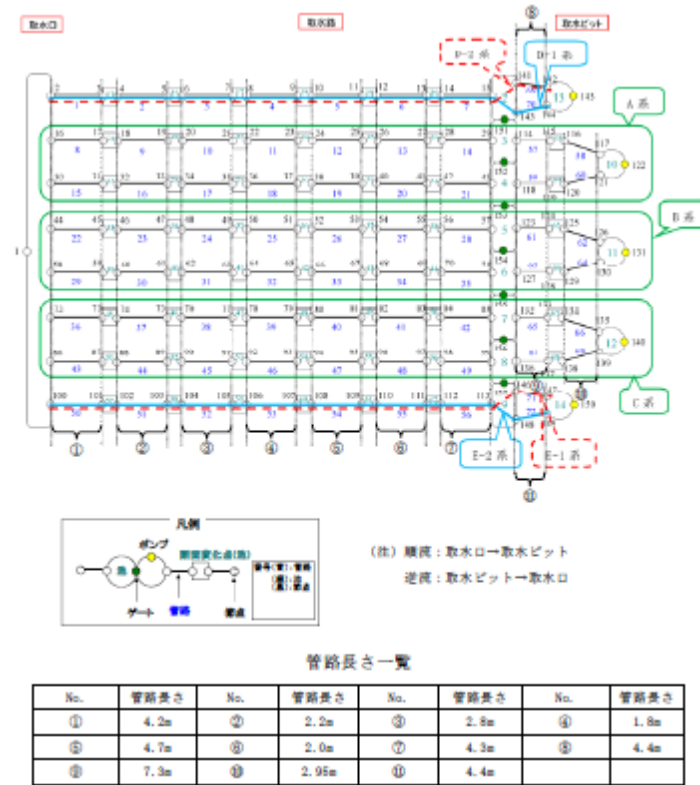


図8 曲がりの損失係数 (発電水力演習 p.87)



第1-6 図 取水路の管路解析モデル (管路, 節点番号)

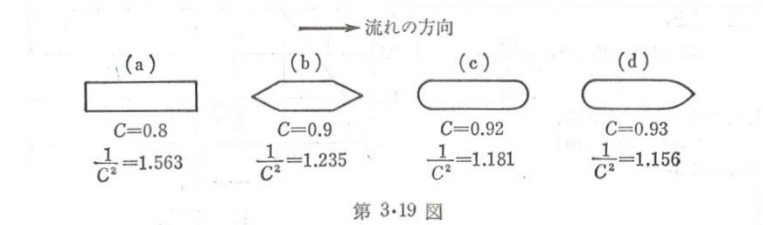


図 9 ピヤーの形状による係数Cの値 (発電水力演習p.92)

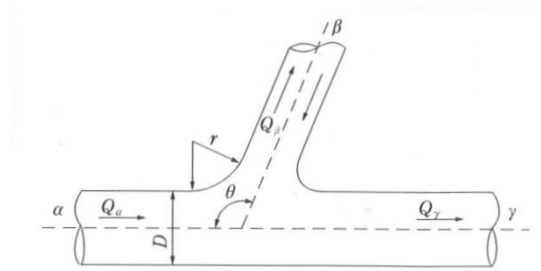


図10 分・合流管 (土木学会水理公式集 (平成11年版) p.377)

(a)分流による損失係数

$$f_{d,\gamma} = 0.58q_\beta^2 - 0.26q_\beta + 0.03$$

$$f_{d,\beta} = 0.95(1 - q_\beta)^2 + q_\beta^2 \left( 1.3 \cot \frac{\theta}{2} - 0.3 + \frac{0.4 - 0.1\phi}{\phi^2} \right) \cdot \left( 1 - 0.9 \sqrt{\frac{\rho}{\phi}} \right) + 0.4q_\beta(1 - q_\beta) \left( 1 + \frac{1}{\phi} \right) \cot \frac{\theta}{2}$$

ここに、 $f_{d,\gamma}$ ,  $f_{d,\beta}$  : 分流損失係数、 $\theta$  : 本管と支管の交角、 $\phi$  : 本管断面積に対する支管断面積の比、 $\rho = r/D$  : 支管と本管の接続部面取り半径  $r$  の本管直径に対する比、 $q_\beta = Q_\beta/Q_\alpha$  : 分流前の本管流量  $Q_\alpha$  に対する支管流量  $Q_\beta$  の比

(b)合流による損失係数

$$f_{c,\alpha} = -q_\beta^2 \left\{ 2.59 + (1.62 - \sqrt{\rho}) \left( \frac{\cos \theta}{\phi} - 1 \right) - 0.62\phi \right\} - q_\beta(1.94 - \phi) + 0.03$$

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
		$f_{c,\beta} = -q_\beta^2 \left\{ (1.2 - \sqrt{\rho}) \left( \frac{\cos \theta}{\phi} - 1 \right) + 0.8 \left( 1 - \frac{1}{\phi^2} \right) - (1 - \phi) \frac{\cos \theta}{\phi} \right\} - (1 + q_\beta) \{ 0.92 + q_\beta (2.92 - \phi) \}$ <p>ここに、<math>f_{c,\alpha}, f_{c,\beta}</math> : 合流損失係数、<math>\theta</math> : 本管と支管の交角、<math>\phi</math> : 本管断面積に対する支管断面積の比、<math>\rho = r/D</math> : 支管と本管の接続部面取り半径 <math>r</math> の本管直径に対する比、<math>q_\beta = Q_\beta/Q_\gamma</math> : 合流後の本管流量 <math>Q_\gamma</math> に対する支管流量 <math>Q_\beta</math> の比</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

表5-1 1号炉取水施設の損失水頭表  
(貝付着無し, 循環水ポンプ停止時)

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )		損失水頭 (m)		モデル化		
			1号管	2号管	1号管	2号管	1号管	2号管			
取水口	0.500	流入	F	0.500	0.500	75.398	75.398	0.000	0.000	節点2.10	
		急縮	F	0.480	0.480	12.566	12.566	0.000	0.000	節点2.10	
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ·s)	0.014	0.014						
			長さ(m)	2.600	2.600	12.566	12.566	0.000	0.000	0.000	節点2.10
			径深(m)	1.000	1.000						
		屈折	F	0.986	0.986	12.566	12.566	0.000	0.000	0.000	節点2.10
		急縮	F	0.140	0.140	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	節点2.10
取水管	0.500	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ·s)	0.014	0.014						
			長さ(m)	127.075	102.915	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	管路1~6 管路7~12
			径深(m)	0.838	0.838						
		曲がり	F <sub>s1</sub>	0.135	0.135						
			F <sub>s2</sub>	0.279	0.319	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	節点3.11
		曲がり	F <sub>s1</sub>	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	節点4.12
			F <sub>s2</sub>	0.571	0.366						
		曲がり	F <sub>s1</sub>	0.135	0.135						
			F <sub>s2</sub>	0.412	0.379	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	節点5.13
		曲がり	F <sub>s1</sub>	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	節点6.14
			F <sub>s2</sub>	0.413	0.413						
		曲がり	F <sub>s1</sub>	0.135	0.135	8.814	8.814	0.000	0.000	0.000	節点7.15
			F <sub>s2</sub>	0.413	0.413						
		流路縮小工	0.500	急縮	F	0.282	0.282	4.407	4.407	0.000	0.000
急拡	F			0.754	0.754	4.407	4.407	0.000	0.000	節点8.16	
取水槽	0.500	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ·s)	0.015	0.015						
			長さ(m)	9.100	9.100	41.667	41.667	0.000	0.000	0.000	節点8.16
			径深(m)	1.682	1.682						
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ·s)	0.015	0.015						
			長さ(m)	1.700	1.700	50.000	50.000	0.000	0.000	0.000	節点8.16
			径深(m)	1.716	1.716						
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ·s)	0.015	0.015						
			長さ(m)	1.000	1.000	31.250	31.250	0.000	0.000	0.000	節点8.16
			径深(m)	0.805	0.805						
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ·s)	0.015	0.015						
			長さ(m)	2.000	2.000	33.333	33.333	0.000	0.000	0.000	節点8.16
			径深(m)	0.820	0.820						
		ピヤ-	ピアの水平断面形状による係数	0.920	0.920						
			ピア直前の水路幅(m)	6.859	6.859	45.455	45.455	0.000	0.000	0.000	節点8.16
		水路幅からピア幅の総計を控除した幅(m)		6.059	6.059						
			F <sub>pe</sub>	0.280	0.280	33.500	33.500	0.000	0.000	0.000	節点8.16
		漸縮	F <sub>ss</sub>	0.204	0.204						
			F	0.020	0.020	42.557	42.557	0.000	0.000	0.000	節点8.16
		急縮	F	0.100	0.100	32.237	32.237	0.000	0.000	0.000	節点8.16
		漸拡	F <sub>pe</sub>	0.200	0.200	32.237	32.237	0.000	0.000	0.000	節点8.16
			F <sub>ss</sub>	0.003	0.003						
流出	F	1.000	1.000	34.185	34.185	0.000	0.000	0.000	節点8.16		
合計							0.000	0.000			



第1-4表 損失水頭表の対応一覧

計算条件				損失水頭表	
貝付着 あり/なし	スクリーン による損失 あり/なし	海水ポンプ運転状態		順流	逆流
		循環水ポンプ (常用系)	海水ポンプ (非常用系)		
あり	あり	0台	5台	第1-5表	第1-6表
		0台	0台	第1-7表	第1-8表
なし	なし	0台	5台	第1-9表	第1-10表
		0台	0台	第1-11表	第1-12表
なし	あり	0台	5台	第1-13表	第1-14表
		0台	0台	第1-15表	第1-16表
	なし	0台	5台	第1-17表	第1-18表
		0台	0台	第1-19表	第1-20表

表5-2 2号炉取水施設の損失水頭表  
(貝付着無し, 循環水ポンプ運転時)

場所	流量 (m³/s)	種類	係数		断面積 (m²)		損失水頭 (m)※		モデル化				
			1号管	2号管	1号管	2号管	1号管	2号管					
取水口	29.500	流入	F	0.500	0.500	160.221	160.221	0.001	0.001	第点2.9			
		急縮	F	0.440	0.440	50.265	50.265	0.008	0.008	第点2.9			
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014								
			長さ(m)	5.350	5.350	50.265	50.265	0.000	0.000		第点2.9		
			径深(m)	2.000	2.000								
		屈折	F	0.986	0.986	50.265	50.265	0.017	0.017		第点2.9		
急縮	F	0.410	0.410	14.522	14.522	0.086	0.086		第点2.9				
取水管	29.500	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.014	0.014								
			長さ(m)	136.358	130.657	14.522	14.522	0.100	0.096		管路1~5 管路6~10		
			径深(m)	1.075	1.075								
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.134	0.134	14.522	14.522	0.017	0.016		第点3.10		
			F <sub>32</sub>	0.603	0.565								
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.133	0.133	14.522	14.522	0.004	0.004		第点3.10		
			F <sub>32</sub>	0.156	0.156								
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.133	0.133	14.522	14.522	0.006	0.006		第点4.11		
			F <sub>32</sub>	0.228	0.228								
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.134	0.134	14.522	14.522	0.020	0.020		第点5.12		
			F <sub>32</sub>	0.707	0.707								
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.133	0.133	14.522	14.522	0.010	0.010		第点5.12		
			F <sub>32</sub>	0.367	0.359								
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.133	0.133	14.522	14.522	0.013	0.013		第点6.13		
			F <sub>32</sub>	0.460	0.453								
		急拡	F	0.395	0.395	14.522	14.522	0.083	0.083		第点7.14		
		取水槽	29.500	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.015	0.015						
					長さ(m)	8.000	8.000	55.037	55.037	0.000	0.000		第点7.14
					径深(m)	1.941	1.941						
				摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.015	0.015						
長さ(m)	1.000				1.000	81.044	81.044	0.000	0.000		第点7.14		
径深(m)	2.093				2.093								
摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)			0.015	0.015								
	長さ(m)			3.500	3.500	65.265	65.265	0.000	0.000		第点7.14		
	径深(m)			1.139	1.139								
ビヤ-	ビアの水平断面形状による係数			0.900	0.900								
	ビア直前の水路幅(m)			7.933	7.933	51.304	51.304	0.026	0.026		第点7.14		
	水路幅からビア幅の総計を控除した幅(m)			5.533	5.533								
漸拡	F <sub>31</sub>			0.670	0.670	39.060	39.060	0.007	0.007		第点7.14		
	F <sub>32</sub>			0.338	0.338								
急縮	F			0.040	0.040	82.991	82.991	0.000	0.000		第点7.14		
漸縮	F			0.001	0.001	79.170	79.170	0.000	0.000		第点7.14		
急縮	F			0.060	0.060	65.250	65.250	0.001	0.001		第点7.14		
流出	F	1.000	1.000	65.250	65.250	0.010	0.010		第点7.14				
合計						0.409	0.404						

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示

第1-5表(1) 取水路の損失水頭表  
(A系, 貝付着あり, スクリーンによる損失あり, 流量2,549.4(m<sup>3</sup>/hr), 順流側)

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数	断面積 (m <sup>2</sup> )	損失水頭 (m)	モデル化
A系 取水路	0.09	流入	F	0.030	31.688	1.2E-08 節点18.30
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	31.688	9.1E-09 管路8.15
			長さ(m)	4.200		
			径深(m)	1.346		
		スクリーン	F	2.280	36.017	7.2E-07 節点18.32
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	36.017	3.6E-09 管路9.16
			長さ(m)	2.232		
			径深(m)	1.374		
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	31.688	6.0E-09 管路10.17
			長さ(m)	2.788		
			径深(m)	1.346		
		スクリーン	F	8.000	36.017	2.5E-04 節点22.38
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	36.017	2.9E-09 管路11.18
			長さ(m)	1.800		
			径深(m)	1.374		
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	31.688	1.0E-08 管路12.19
			長さ(m)	4.700		
			径深(m)	1.346		
		スクリーン	F	8.000	36.017	2.5E-04 節点26.40
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	36.017	3.3E-09 管路13.20
			長さ(m)	2.000		
			径深(m)	1.374		
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	31.688	8.8E-09 管路14.21
			長さ(m)	4.200		
径深(m)	1.410					
スクリーン	F	0.036	222.614	5.0E-08 節点29.43		
	F	0.037	222.623	9.1E-09 節点29.43		
	F	0.016	222.623	4.0E-09 節点29.43		
摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	322.623	1.5E-09 節点3.4		
	長さ(m)	4.200				
	径深(m)	3.624				
スクリーン	F	0.027	394.299	8.1E-09 節点114.118		
	F	0.187	249.714	7.7E-09 節点114.118		
	F	0.020	26.277	0.00000 管路57.59		
摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	13.881	0.00000 節点118.120		
	長さ(m)	7.200				
	径深(m)	1.180				
摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.020	13.881	0.00000 管路58.80		
	長さ(m)	2.950				
	径深(m)	0.910				
流出	F	1.000	13.881	0.00000 節点117.121		
合計					0.00001	

(以下, 第1-5表~第1-20表 省略)

表5-3 3号炉取水施設の損失水頭表  
(貝付着無し, 循環水ポンプ運転時)

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )		損失水頭 (m)※		モデル化			
			東ルート	西ルート	東ルート	西ルート	東ルート	西ルート				
取水口	47.500	流入	0.900	0.900	251.327	251.327	0.001	0.001	節点2.7			
		急流	F	0.490	0.490	23.758	23.758	0.100	0.100	節点2.7		
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	23.758	23.758	0.015	0.014	節点2.7		
			長さ(m)	25.65	23.106							
		取水トンネル	47.500	曲がり	Fb1	0.294	0.294	23.758	23.758	0.060	0.060	節点2.7
					Fb2	1.000	1.000					
				漸拡	Fpe	1.200	1.200	23.758	23.758	0.062	0.029	節点2.7
Fpe	0.254				0.117							
Fpe	0.015				0.015							
合流点	95.000	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	47.902	36.125	0.008	0.008	管路1~3 管路4		
			長さ(m)	90.429	38.509							
		曲がり	Fb2	0.924	—	47.902	—	0.004	—	節点3		
			Fb1	0.132	—							
			Fb2	0.291	—							
小計	95.000	合流	F	0.127	—	47.902	47.902	0.011	0.055	節点5.6		
			F	0.057	0.274						0.254	0.267
小計(東ルートと西ルートの平均値)												
合流点 水路点検 用立坑	95.000	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	47.902	—	0.039	—	管路5		
			長さ(m)	106.338	1.929							
		曲がり	Fb1	0.132	—	47.902	—	0.012	—	節点9		
			Fb2	0.471	—							
			Fb1	0.132	—							
水路点検 用立坑 ～ 排合水路	95.000	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	47.902	—	0.014	—	管路6		
			長さ(m)	38.954	1.929							
小計										0.103		

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数			断面積 (m <sup>2</sup> )			損失水頭 (m)※			モデル化		
			C水路	B水路	A水路	C水路	B水路	A水路	C水路	B水路	A水路			
排合水路	95.000	急流	F	0.020	0.020	0.020	47.902	47.902	47.902	0.001	0.001	0.001	節点13.18.23	
			粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	0.015	17.248	15.719	16.519	0.022	0.035	0.027	管路7.9.11	
		長さ(m)	30.000	30.000	30.000									
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.009	0.032	0.038	17.140	—	—	0.000	—	—	—	節点13
			長さ(m)	1.000	0.832	0.938								
		漸拡	Fpe	—	0.180	0.180	16.998	16.998	—	0.000	0.000	0.000	0.000	節点18.23
			Fpe	—	0.021	0.021								
		急流	F	—	0.110	0.110	13.338	13.338	—	0.032	0.032	0.032	0.032	節点18.23
			Fpe	—	0.200	0.200								
		漸拡	Fpe	—	0.081	0.025	12.252	14.421	—	0.006	0.001	0.001	0.001	節点18.23
			Fpe	—	0.015	0.015								
		3号 炉の ス 水路	31.667	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	0.015	17.140	17.140	17.140	0.038	0.028	0.013
長さ(m)	83.790				37.780	19.790								
曲がり	Fb1			1.000	1.000	1.000	17.140	17.140	17.140	0.023	0.023	0.023	0.023	節点15.20.25
	Fb2			1.000	1.000	1.000								
	Fb2			1.000	1.000	1.000								
摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	0.015	18.454	18.454	18.454	0.001	0.001	0.001	0.001	節点16.21.26		
	長さ(m)	1.200	1.200	1.200										
漸拡	Fpe	0.020	0.020	0.020	17.140	17.140	17.140	0.001	0.001	0.001	0.001	節点16.21.26		
	Fpe	0.020	0.020	0.020										
取水槽	31.667	急流	F	0.299	0.299	0.299	19.988	19.988	19.988	0.051	0.051	0.051	節点16.21.26	
			粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	0.015								
		摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	2.580	2.580	2.580	59.975	59.975	59.975	0.000	0.000	0.000	0.000	節点16.21.26
			長さ(m)	1.115	1.115	1.115								
		漸拡	Fpe	0.450	0.450	0.450	53.967	53.967	53.967	0.000	0.000	0.000	0.000	節点16.21.26
Fpe	0.041		0.041	0.041										
摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015	0.015	51.733	51.733	51.733	0.002	0.002	0.002	0.002	節点16.21.26		
	長さ(m)	11.020	11.020	11.020										
漸拡	Fpe	1.284	1.284	1.284	70.370	70.370	70.370	0.000	0.000	0.000	0.000	節点16.21.26		
	Fpe	0.400	0.400	0.400										
スクリーン	F	0.281	0.281	0.281	51.733	51.733	51.733	0.002	0.002	0.002	0.002	節点16.21.26		
	Fpe	0.281	0.281	0.281										
流出	F	1.000	1.000	1.000	109.998	109.998	109.998	0.004	0.004	0.004	0.004	節点16.21.26		
合計														

※小計点以下4桁目を四捨五入で表示

2. 放水口～放水ピット

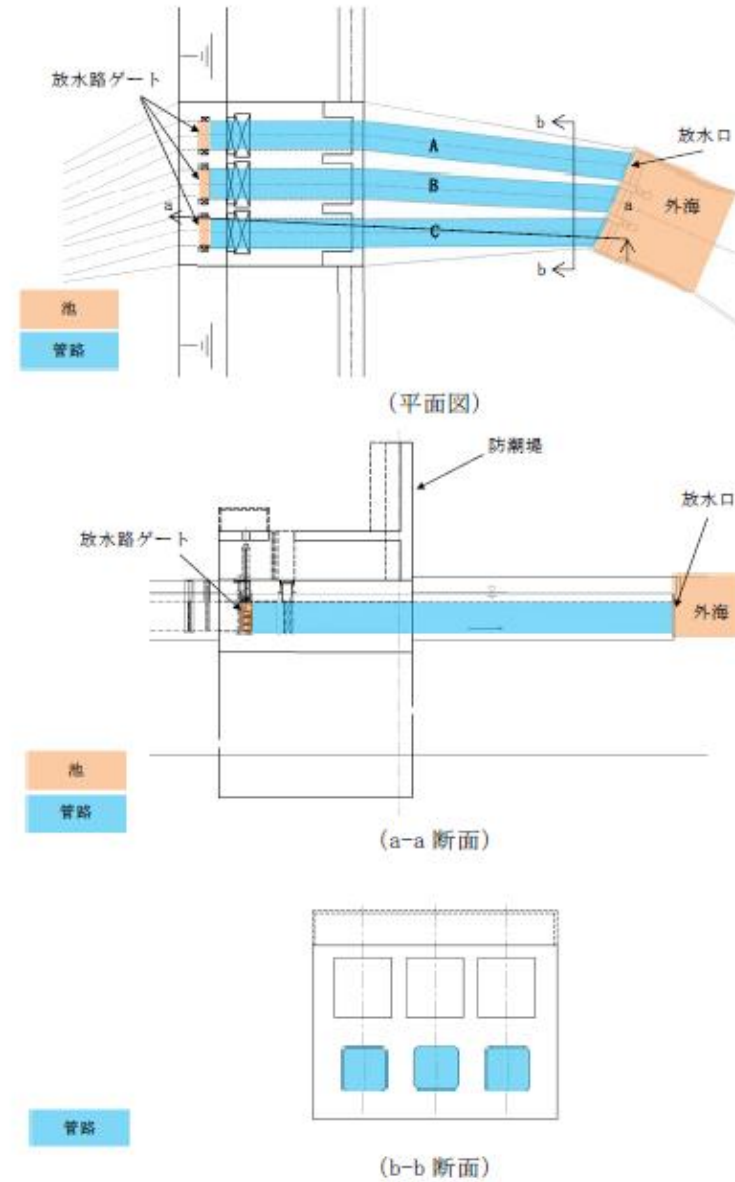
東海第二発電所の放水路は、鉄筋コンクリート製の3連の矩形ボックスカルバート構造であり、放水口（開渠式表層放水方式）に接続される。第2-1図に放水路ゲートから放水口までの概略構造図、第2-2図に放水路の管路解析モデルを示す。

放水ピットに流入した海水、プラント排水等は、直管部、曲がり部を有するA、B、Cの3水路を通り外海に放水される。放水路モデルは池と管路から成っており、池、管路間は節点により接続する。また、本解析では放水路ゲートを池でモデル化し、放水路ゲートと外海を管路モデルや節点で結び、損失水頭のうち管路内の摩擦は各管路モデルで、それ以外の損失は各節点で表現するようにモデル化した。第2-1表及び第2-3図に解析に用いた各損失を示す。第2-2表に損失水頭表の対応一覧を示し、第2-3表から第2-9表に計算条件毎の具体的な損失水頭を整理した。なお、解析には解析コード「SURGE」を使用した。

表5-4 1号炉放水施設の損失水頭表  
(貝付着無し、循環水ポンプ停止時)

場所	流量 (m³/s)	種類	係数	断面積 (m²)		損失水頭 (m)		モデル化		
				北ルート	南ルート	北ルート	南ルート			
放水槽	0.000	流入	F	0.100	0.100	0.000	0.000	0.000	節点2.8	
		摩擦		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	節点2.8	
一般部(矩形)	0.000	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	0.015	0.000	0.000	0.000	節点1.4	
			長さ(m)	27.800	27.800	0.000	0.000	0.000	節点3.9	
			径深(m)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	節点4.11	
冷却水排水槽	0.000	急流	F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	節点4.11	
			粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	0.015	0.000	0.000	0.000	節点4.11	
			長さ(m)	2.800	2.800	0.000	0.000	0.000	節点4.11	
一般部(矩形)	0.500	急流	F	0.049	0.049	0.696	0.696	0.001	0.001	節点4.11
			粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	—	—	—	—	—	—
			長さ(m)	43.833	—	0.696	—	0.044	—	—
マンホール	0.500	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	—	0.015	—	—	—	—	
			長さ(m)	—	141.646	—	—	0.696	—	0.143
			径深(m)	—	0.197	—	—	—	—	—
一般部(矩形)	0.500	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	—	0.015	—	—	—	—	
			長さ(m)	—	93.823	—	—	0.696	—	0.005
			径深(m)	—	0.197	—	—	—	—	—
混合槽	0.500	急流	F	0.032	0.032	0.696	0.696	0.001	0.001	
			粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	—	—	—	—	—	—
			長さ(m)	4.000	—	3.077	—	0.000	—	—
一般部(異径管)	1.000	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	—	—	—	—	—	
			長さ(m)	102.171	—	9.212	—	0.000	—	
			径深(m)	1.168	—	—	—	—	—	
放水口	1.000	急流	F	0.159	0.159	9.212	9.212	0.000	0.000	
			粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	—	—	—	—	—	
			長さ(m)	6.061	—	10.526	—	0.000	—	
堰	1.000	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	—	—	—	—	—	
			長さ(m)	17.065	—	—	—	—	—	
			径深(m)	1.272	—	—	—	—	—	
ピヤー	1.000	急流	粗度係数(m <sup>-1/2</sup> ,g)	0.015	—	—	—	—	—	
			長さ(m)	17.065	—	20.000	—	0.000	—	
			径深(m)	1.272	—	—	—	—	—	
合計	0.177	0.180								

・記載方法の相違  
【東海第二】  
島根2号炉は、取水施設、放水施設とまとめて記載。



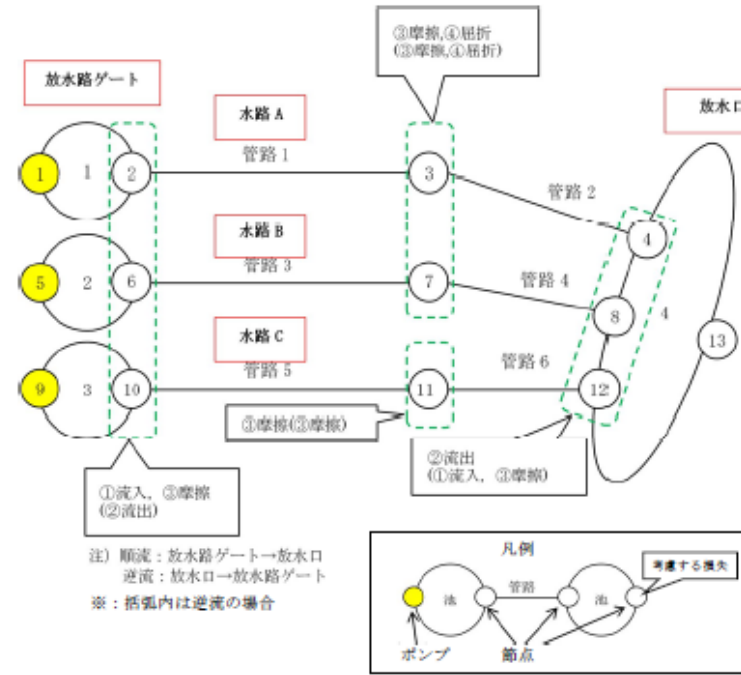
第2-1 図 放水路ゲート～放水口概略構造図

表5-5 2号炉放水施設の損失水頭表  
(貝付着無し, 循環水ポンプ停止時)

場所	流量 (m³/s)	種類	係数	断面積 (m²)	損失水頭 (m)※	モデル化		
放水路(漸縮部) 17.6m × 6.0m →6.0m × 6.0m	59.000	流入	F	0.500	103.850	0.008	節点3	
			漸縮	F	0.080	35.500	0.011	節点3
		ビヤ-	ピアの水平断面形状による係数		0.920	89.187	0.011	節点3
			ピア直前の水路幅(m)		15.097			
			水路幅からピア幅の総計を控除した幅(m)		13.497			
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)		0.015			
放水路(漸縮部) 6.0m × 6.0m →馬蹄	59.000	漸縮	F	0.000	30.575	0.000	節点3	
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.015				
		摩擦	長さ(m)		3.900	32.851	0.002	節点3
			径深(m)		1.538			
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)		0.015			
			長さ(m)		1183.727			
放水路(一般部) 馬蹄	59.000	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)		30.575	0.567	管路1~3	
			長さ(m)					
			径深(m)					
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.131	30.575	0.025	節点4	
			F <sub>2</sub>	1.000				
			F <sub>21</sub>	0.131				
放水接合槽	59.000	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)		30.575	0.015	節点5	
			長さ(m)					
			径深(m)					
		急流	F	0.428	30.575	0.081	節点6	
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)					
			長さ(m)					
放水路(一般部) 5.8m × 5.8m	59.000	急縮	F		33.140	0.060	節点7	
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)					
			長さ(m)					
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)		33.140	0.050	管路4~9	
			長さ(m)					
			径深(m)					
		屈折	F	0.067	33.140	0.011	節点8	
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)					
			長さ(m)					
		屈折	F	0.067	33.140	0.011	節点9	
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)					
			長さ(m)					
屈折	F	0.067	33.140	0.011	節点10			
	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)							
	長さ(m)							
屈折	F	0.067	33.140	0.011	節点11			
	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)							
	長さ(m)							
曲がり	F <sub>31</sub>	0.136	33.140	0.011	節点12			
	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)							
	長さ(m)							
放水路(分岐部)	59.000	急縮	F	0.089	25.621	0.024	節点13	
		分岐	F	0.690	33.140	0.112	節点13	
小計					1.022			

場所	流量 (m³/s)	種類	係数			断面積 (m²)			損失水頭 (m)※			モデル化	
			東側	中央	西側	東側	中央	西側	東側	中央	西側		
放水路(先端部) φ2.9m(円形)	19.667	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)			6.605	6.605	6.605	0.092	0.084	0.092	管路10,11	
			長さ(m)										
			径深(m)										
		曲がり	F <sub>31</sub>	0.170	—	0.170	6.605	—	6.605	0.044	—	0.044	管路12,13,14,15,22
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ・s)										
			長さ(m)										
流出	F	1.000	1.000	1.000	6.605	6.605	6.605	0.452	0.452	0.452	管路16,19,23		
小計								0.588	0.536	0.588			
小計 (両側と中央の平均)										1.584			
合計										1.584			

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示



管路長さ一覧

管路 No.	管路長さ	管路 No.	管路長さ
1	35.695m	2	19.511m
3	35.695m	4	17.565m
5	35.695m	6	15.767m

第2-2 図 放水路の管路解析モデル(管路, 節点番号)

表5-6 3号炉放水施設の損失水頭表  
(貝付着無し, 循環水ポンプ停止時)

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )		損失水頭 (m)※		モデル化	
			西側	東側	西側	東側	西側	東側		
放水路(漸縮部) (西)8.439m×5.2m (東)8.5m×5.2m →5.2m×5.2m	47.500	流入	F	0.500	0.500	42.883	43.200	0.031	0.031	節点2.21
		漸縮	F	0.004	0.004	26.540	26.540	0.001	0.001	節点2.21
		曲がり	F <sub>90</sub>	0.138	0.189	32.781	32.872	0.010	0.012	節点2.21
			F <sub>45</sub>	0.057	0.077					
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015					
		摩擦	長さ(m)	16.256	15.795	32.781	32.872	0.006	0.005	節点2.21
径深(m)	1.283		1.285							
急転	F	0.016	0.017	28.644	27.261	0.002	0.003	節点2.21		
放水路(一般部) 5.2m×5.2m	47.500	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015						管路1~4
			長さ(m)	59.430	58.073	26.540	26.540	0.029	0.028	管路14~17
			径深(m)	1.352	1.352					
		屈折	F	0.001	0.001	26.540	26.540	0.000	0.000	節点3.22
			F	0.001	0.001	26.540	26.540	0.000	0.000	節点4.23
			F <sub>90</sub>	0.155	0.136	26.540	26.540	0.018	0.016	節点5.24
曲がり	F <sub>90</sub>	0.707	0.707	26.540	26.540	0.018	0.018	節点5.24		
放水路接合槽	47.500	急転	F	0.348	0.348	26.540	26.540	0.057	0.057	節点6.25
		粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015						
			長さ(m)	7.300	7.300	64.658	64.658	0.000	0.000	節点6.25
			径深(m)	2.633	2.633					
放水路(一般部) 5.2m×5.2m	47.500	急転	F	0.343	0.343	26.540	26.540	0.056	0.056	節点7.26
		粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015						
			長さ(m)	123.034	116.283	26.540	26.540	0.060	0.056	管路5~9
			径深(m)	1.352	1.352					管路18~22
		曲がり	F <sub>90</sub>	0.136	0.136	26.540	26.540	0.016	0.016	節点8.27
			F <sub>45</sub>	0.707	0.707					
		屈折	F	0.093	0.093	26.540	26.540	0.015	0.015	節点9.28
			F	0.093	0.093	26.540	26.540	0.015	0.015	節点10.29
		曲がり	F <sub>90</sub>	0.136	0.136	26.540	26.540	0.017	0.017	節点11.30
			F <sub>45</sub>	0.782	0.782					
放水路(分枝部) 分岐	47.500	急転	F	0.091	0.091	20.612	20.612	0.025	0.025	節点12.31
		分岐	F	0.750	0.750	26.540	26.540	0.123	0.123	節点12.31
放水路(先端部) φ3.2m(円形)	23.750	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.015						管路10.11
			長さ(m)	31.103	31.103	8.042	8.042	0.082	0.082	管路12.13
			径深(m)	0.800	0.800					管路23.24 管路25.26
		曲がり	F <sub>90</sub>	0.134	0.134	8.042	8.042	0.027	0.027	節点14.18
			F <sub>45</sub>	0.453	0.453					節点33.37
		流出	F	1.000	1.000	8.042	8.042	0.445	0.445	節点15.19 節点34.38
合計						1.035	1.030			

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	損失水頭 (m)	モデル化		
補機海水放水路 連絡ダクト1 1.7m×1.7m	3.000	流入	F	0.500	5.190	0.009	節点43		
		漸縮	F	0.001	2.810	0.000	節点43		
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015					
			長さ(m)	7.000	3.645	0.003	節点43		
		摩擦	径深(m)	0.506					
			粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015					
			長さ(m)	140.273	2.810	0.106	管路27~31		
			径深(m)	0.444					
		補機海水放水路 接合槽	3.000	屈折	F	0.067	2.810	0.004	節点44
					F	0.380	2.810	0.022	節点45
F	0.183				2.810	0.011	節点46		
流出	F			0.183	2.810	0.011	節点47		
	F			1.000	2.810	0.058	節点48		
	F			1.000	2.810	0.058	節点48		
補機海水放水路 連絡ダクト2 φ800mm	3.000	摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	13.548	0.000	節点48		
			長さ(m)	2.000					
			径深(m)	1.126					
		流出	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	18.064	0.000	節点48		
			長さ(m)	1.500					
			径深(m)	1.386					
補機海水放水路 連絡ダクト3 1.0m×1.0m	3.000	流入	F	0.986	15.464	0.002	節点48		
		流入	F	0.500	0.503	0.907	節点54		
		粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.010						
摩擦	長さ(m)	2.000	0.503	0.061	管路34				
	径深(m)	0.200							
	流出	F	1.000	0.503	1.815	節点55			
	F	1.000	0.503	3.009					

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	損失水頭 (m)※	モデル化
補機海水放水路 連絡ダクト3 1.0m×1.0m	3.000	流入	F	0.500	0.920	0.271	節点49
		摩擦	粗度係数(m <sup>-1/3</sup> ·s)	0.015	0.920	0.148	管路32.33
			長さ(m)	10.346			
			径深(m)	0.261			
		屈折	F	0.002	0.920	0.001	節点49
			F	0.002	0.920	0.001	節点50
			F	0.986	0.920	0.535	節点50
			F	0.002	0.920	0.001	節点50
			F	0.002	0.920	0.001	節点51
		流出	F	1.000	0.920	0.543	節点51
合計					1.501		

※小数点以下4桁目を四捨五入で表示



柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

添付第6-3表 補機取水槽における最大ケース

号炉	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				取水口前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系北)	補機取水槽 (B系南) TSW	補機取水槽 (B系南) RSW	補機取水槽 (C系)
基準津波1 6号炉	なし	なし	なし	+6.4	+6.9	+6.7	+6.7	+6.7	+7.0
7号炉	なし	あり	なし	+6.3	+7.2	+6.6	+6.7	+6.7	+7.1
5号炉	あり	あり	なし	+6.3	+6.4	+6.4			-
基準津波2 6号炉	なし	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
7号炉	なし	あり	あり	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7

添付第6-4表 放水庭における最大ケース

号炉	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			放水口前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭 (南)	放水庭 (中)	放水庭 (北)
基準津波1 6号炉	なし	なし	+6.4	-	-	+8.5	+8.8	+8.7
7号炉	あり	あり	+6.4	-	+9.9	+9.0	+9.0	+9.0
5号炉	あり	あり	+6.4			+7.4	+7.2	+7.2

-: 津波による水位変動の影響がないことを示す

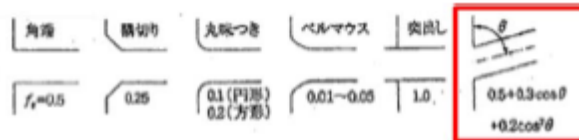
東海第二発電所 (2018.9.12版)

第2-1表 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
①流入損失	$h_a = f_a \frac{V^2}{2g}$	$h_a$ : 流入による損失水頭 [m] [第2-3図 角度あり] $f_a$ : 流入損失係数 (0.5, 0) $V$ : 管内流速 [m/s]	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.374-375
②流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	$h_o$ : 流出による損失水頭 [m] $V$ : 管内流速 [m/s] $f_o$ : 流出損失係数 (1.0)	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.375
③摩擦損失	$h_f = \lambda \cdot L \cdot \frac{V^2}{2gR}$	$V$ : 平均流速 (m/s) $L$ : 水路の長さ (m) $R$ : 水路の半径 (m) $\lambda$ : 粗度係数 ( $m^{-1/3} \cdot s$ ) $\lambda = 0.020$	火力原子力発電所土木構造物の設計 p.788, p.829
④屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	$h_{be}$ : 合流前後の本管動水位 (m) $V$ : 管内平均流速 (m/s) $f_{be}$ : 屈折損失係数 $\theta$ : 屈折角	土木学会水理公式集 (平成11年版) p.376-377

※引用文献を以下に示す。

- ・土木学会 (1999): 土木学会水理公式集 (平成11年版)
- ・電力土木技術協会 (1995): 火力原子力発電所土木構造物の設計



第2-3図 入口形状と損失係数  $f_{be}$   
(土木学会水理公式集 (平成11年版) p.375)

島根原子力発電所 2号炉

表6-1 水位上昇側の評価結果 (取水施設)

波源	防波堤有無	貝付着有無	ポンプ運転状況	入力津波高さ EL. (m) ※1			
				1号炉取水槽 ※2	2号炉取水槽	3号炉取水槽	3号炉取水路点検口
日本海東縁部	基準津波1	有り	運転	-	+6.5	+5.1	+4.2
			停止	+6.3	+8.8	+6.9	+6.0
		無し	運転	-	+7.2	+6.0	+4.7
			停止	+6.4	+9.3	+7.1	+6.4 [+6.31]
		無し	有り	運転	-	+8.0	+5.5
	停止		+6.8	+10.1	+7.5	+6.2	
	無し		運転	-	+9.1	+6.5	+4.9
	基準津波2	有り	運転	-	+6.4	+5.5	+4.5
			停止	+6.0	+8.4	+7.1	+6.1
		無し	運転	-	+7.0	+6.3	+4.8
停止			+7.0	+10.6	+7.8	+6.4 [+6.32]	
基準津波5	有り	運転	-	+7.1	+5.0	+3.9	
		停止	+6.4	+9.7	+7.1	+5.6	
	無し	運転	-	+8.6	+6.0	+4.2	
		停止	+6.7	+10.4	+7.6	+6.0	
		無し	運転	-	+2.0	+1.7	+1.5
海城活断層	基準津波4	有り	運転	-	+2.7 [+2.61]	+2.8	+3.5
			停止	+2.7 [+2.61]	+2.8	+3.5	+2.6
		無し	運転	-	+2.4	+1.9	+1.6
			停止	+2.7 [+2.68]	+2.9	+3.7	+2.7
		無し	有り	運転	-	+2.1	+1.4
	停止		+2.5	+4.6	+3.4	+2.4	
	無し		運転	-	+2.9	+1.8	+1.3
	海城活断層 上昇側最大となるケース	有り	運転	-	+1.6	+1.5	+1.3
			停止	+2.5	+2.4	+3.4	+2.4
		無し	運転	-	+1.8	+1.7	+1.4
停止			+2.5	+2.4	+3.6	+2.5	
有り			運転	-	+1.9	+1.2	+1.1
無し	停止	+2.5	+4.2	+3.3	+2.3		
	無し	運転	-	+2.5	+1.6	+1.2	
停止	+2.6	+4.5	+3.4	+2.4			

※1 下線を引いた箇所が最大ケース。

※2 1号炉取水槽は流路縮小工を設置して評価している。

備考



柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

添付第6-5表(1) 取水路管路解析における計算結果 (6号炉 水位上昇側)

スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準津波1	あり	あり	+6.1	+6.5	+6.1	+6.5	+6.5	+6.8
		なし	+6.1	+6.8	+6.6	+6.7	+6.7	+6.8
	なし	あり	+6.1	+6.5	+6.1	+6.5	+6.5	+6.8
		なし	+6.4	+6.8	+6.6	+6.7	+6.7	+6.8
	なし	あり	+6.4	+6.6	+6.4	+6.5	+6.5	+6.9
		なし	+6.4	+6.9	+6.6	+6.7	+6.7	+6.9
なし	あり	+6.4	+6.6	+6.4	+6.6	+6.5	+6.9	
	なし	+6.4	+6.9	+6.7	+6.7	+6.7	+7.0	

添付第6-5表(2) 取水路管路解析における計算結果 (6号炉 水位下降側)

スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準津波2	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
	なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
	なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6

東海第二発電所 (2018.9.12版)

第2-2表 損失水頭表の対応一覧

計算条件				損失水頭表		
貝付着	海水ポンプ運転状態			水路	順流	逆流
	ケース	循環水ポンプ (常用系)	海水ポンプ (非常用系)			
あり	海水ポンプ 停止時	0台	-	A	第2-3表(1)	第2-3表(4)
		0台	0台	B	第2-3表(2)	第2-3表(5)
		0台	0台	C	第2-3表(3)	第2-3表(6)
	海水ポンプ 運転ケース 1-1	0台	-	A	第2-4表(1)	第2-4表(4)
		0台	7台	B	第2-4表(2)	第2-4表(5)
		0台	0台	C	第2-4表(3)	第2-4表(6)
	海水ポンプ 運転ケース 1-2	0台	-	A	第2-5表(1)	第2-5表(4)
		0台	0台	B	第2-5表(2)	第2-5表(5)
		0台	7台	C	第2-5表(3)	第2-5表(6)
	海水ポンプ 運転ケース 2-1	0台	-	A	第2-6表(1)	第2-6表(4)
		2台	7台	B	第2-6表(2)	第2-6表(5)
		0台	0台	C	第2-6表(3)	第2-6表(6)
	海水ポンプ 運転ケース 2-2	0台	-	A	第2-7表(1)	第2-7表(4)
		0台	0台	B	第2-7表(2)	第2-7表(5)
		2台	7台	C	第2-7表(3)	第2-7表(6)
	海水ポンプ 運転ケース 3-1	0台	-	A	第2-8表(1)	第2-8表(4)
		0台	5台	B	第2-8表(2)	第2-8表(5)
		0台	0台	C	第2-8表(3)	第2-8表(6)
海水ポンプ 運転ケース 3-2	0台	-	A	第2-9表(1)	第2-9表(4)	
	0台	0台	B	第2-9表(2)	第2-9表(5)	
	0台	5台	C	第2-9表(3)	第2-9表(6)	

-: 海水ポンプ (非常用系) の配管がA水路には接続されていない。

島根原子力発電所 2号炉

表6-2 水位上昇側の評価結果 (放水施設)

波源	防波堤有無	貝付着有無	ポンプ 運転 状況	入力津波高さ EL. (m) *								
				1号炉 放水槽	1号炉 冷却水 排水槽	1号炉 マンホール	1号炉 放水接合槽	2号炉 放水槽	2号炉 放水接合槽	3号炉 放水槽	3号炉 放水接合槽	
日本海東縁部	基準津波1	有り	運転	-	-	-	-	+7.0	+5.9	+6.9	+6.2	
			停止	+4.3	+4.5	+4.2	+3.4	+7.2	+5.6	+6.5	+5.8	
		無し	運転	-	-	-	-	+7.0	+5.9	+6.9	+6.2	
			停止	+4.8	+4.7	+4.8	+3.5	+7.9	+5.7	+6.8	+6.2	
		基準津波2	有り	運転	-	-	-	-	+6.4	+6.0	+6.5	+5.8
				停止	+4.4	+4.2	+3.9	+3.4	+7.1	+6.1 [+6.04]	+6.4	+5.9
	無し		運転	-	-	-	-	+6.2	+5.9	+6.6	+6.3	
			停止	+4.0	+3.9	+3.6	+3.4	+7.8	+5.1 [+6.04]	+6.8	+6.2	
	基準津波5		有り	運転	-	-	-	-	+6.3	+4.2	+4.5	+4.4
				停止	+3.3	+3.3	+3.2	+3.0	+5.3	+3.7	+5.0	+4.7
		無し	運転	-	-	-	-	+6.3	+4.0	+4.5	+4.2	
			停止	+3.4	+3.4	+3.3	+3.2	+5.5	+3.9	+5.0	+4.5	
海域活断層	基準津波4	有り	運転	-	-	-	-	+5.8	+4.5	+6.5	+5.9	
			停止	+2.7	+2.7	+2.5	+2.3	+4.8	+5.1	+7.0	+6.3	
		無し	運転	-	-	-	-	+5.9	+4.1	+6.8	+6.3	
			停止	+2.8	+2.8	+2.5	+2.4	+5.5	+4.6	+7.3	+6.5	
		海城活断層 計算最大ケース	有り	運転	-	-	-	-	+4.1	+2.8 [+2.80]	+3.1	+2.9
				停止	+1.9	+1.8	+1.8 [+1.73]	+1.8	+3.2	+2.5	+3.1	+3.2
	無し		運転	-	-	-	-	+3.5	+2.7	+2.8	+2.6	
			停止	+1.9	+1.9 [+1.83]	+1.8 [+1.76]	+1.8	+3.7	+2.4	+3.3 [+3.27]	+3.5	
	有り		運転	-	-	-	-	+4.2	+2.8 [+2.79]	+3.1	+2.9	
			停止	+2.0	+1.9 [+1.82]	+1.8 [+1.79]	+1.8	+3.3	+1.8	+2.8	+2.5	
	海城活断層 計算最大ケース	有り	運転	-	-	-	-	+3.5	+2.6	+2.8	+2.6	
			停止	+2.1	+1.9 [+1.88]	+1.8 [+1.80]	+1.9	+3.7	+1.8	+3.3 [+3.26]	+2.8	
無し		運転	-	-	-	-	+4.0	+2.7	+3.0	+2.7		
		停止	+1.8	+1.7	+1.6	+1.6	+2.7	+2.1	+2.6	+2.7		
有り		運転	-	-	-	-	+3.3	+2.5	+2.7	+2.5		
		停止	+1.8	+1.7	+1.7	+1.6	+3.0	+2.1	+2.8	+2.9		
無し	運転	-	-	-	-	+4.0	+2.7	+3.0	+2.7			
	停止	+1.8	+1.7	+1.7	+1.7	+2.9	+1.6	+2.8	+2.4			
有り	運転	-	-	-	-	+3.4	+2.5	+2.7	+2.5			
	停止	+1.8	+1.7	+1.7	+1.7	+3.1	+1.6	+3.1	+2.5			

※下線を引いた箇所が最大ケース。

備考

添付第6-5表(3) 取水路管路解析における計算結果  
(7号炉 水位上昇側)

スクリーン	目代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)						
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSF	補機 取水槽 (B系南) RSF	補機 取水槽 (C系)	
基準津波1	あり	あり	+6.3	+6.9	+6.5	+6.5	+6.5	+7.1	
		なし	+6.3	+7.1	+6.6	+6.7	+6.7	+7.1	
	なし	あり	+6.3	+6.5	+6.5	+6.5	+6.5	+6.7	
		なし	+6.3	+6.7	+6.6	+6.6	+6.6	+6.7	
	なし	あり	あり	+6.3	+7.0	+6.6	+6.5	+6.5	+7.1
			なし	+6.3	+7.2	+6.6	+6.7	+6.7	+7.1
		なし	あり	+6.3	+6.6	+6.6	+6.6	+6.6	+6.7
			なし	+6.3	+6.8	+6.6	+6.7	+6.7	+6.7

添付第6-5表(4) 取水路管路解析における計算結果  
(7号炉 水位下降側)

スクリーン	目代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)						
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSF	補機 取水槽 (B系南) RSF	補機 取水槽 (C系)	
基準津波2	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6	
		なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6	
		あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6	
		なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6	
	なし	あり	あり	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7

第2-3表(1) 放水路の損失水頭表  
(水路A, 貝付着あり, 流量0(m³/hr), 順流側)

場所	流量 (m³/s)	種類	係数		断面積 (m²)	損失水頭 (m)	モデル化
			F	0.500			
水路A	0.00	流入	粗度係数 (m <sup>-1/2</sup> ・g)		10.773	0.00000	節点2
			0.020	0.020			
	0.00	摩擦	長さ(m)		10.773	0.00000	管路1
			35.685	0.853			
			0.853	0.853			
	0.00	屈折	F		10.773	0.00000	節点3
			0.007	0.007			
			0.020	0.020			
	0.00	摩擦	長さ(m)		10.773	0.00000	管路2
			19.511	0.853			
0.853			0.853				
0.00	流出	F		10.773	0.00000	節点4	
合計						0.00000	

(以下, 第2-3表(2)~第2-9表(6) 省略)

表7 水位下降側の評価結果(2号炉取水施設)

波源	防波堤 有無	貝付着 有無	ポンプ 運転 状況	入力津波高さ EL. (m) *	
				2号炉 取水槽	
日本海東縁部	あり	あり	運転	-6.8	
			停止	-5.8	
			運転	-6.5	
		なし	停止	-5.8	
			運転	-8.2	
			停止	-5.9	
	なし	あり	運転	-8.0	
			停止	-5.9	
			運転	-5.9	
		なし	あり	運転	-6.5
				停止	-5.6
				運転	-6.5
なし	停止		-5.7		
	運転		-5.4		
	停止		-6.0		
海城活断層	あり	あり	運転	-6.1	
			停止	-4.8	
			運転	-6.1	
		なし	停止	-5.0	
			運転	-6.4	
			停止	-5.0	
	なし	あり	運転	-6.5	
			停止	-5.1	
			運転	-5.1	
		あり	あり	運転	-4.4
				停止	-5.2
				運転	-4.5
なし	停止		-4.6		
	運転		-5.6		
	停止		-4.7		

※下線を引いた箇所が最大ケース。

添付第 6-5 表 (5) 取水路管路解析における計算結果  
(5号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波 1	あり	あり	あり	+6.3	+6.2	+6.3
			なし	+6.3	+6.4	+6.4
		なし	あり	+6.3	+6.2	+6.3
			なし	+6.3	+6.1	+6.4
	なし	あり	あり	+6.3	+6.2	+6.3
			なし	+6.3	+6.1	+6.1
		なし	あり	+6.3	+6.2	+6.3
			なし	+6.3	+6.1	+6.4

添付第 6-5 表 (6) 取水路管路解析における計算結果  
(5号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波 2	あり	あり	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
		なし	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
	なし	あり	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
		なし	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2

3. SA用海水ピット取水塔～SA用海水ピット～緊急用海水ポンプピット

東海第二発電所の緊急用海水系は、SA用海水ピット取水塔からSA用海水ピットを経て、緊急用海水ポンプピットに至る。第3-1 図に緊急用海水系の平面図及び断面図、第3-2 図に緊急用海水系の管路解析モデルを示す。

本解析では外海、SA用海水ピット取水塔、SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットを池でモデル化し、管路モデルや節点で結んでいる。損失水頭のうち管路内の摩擦は各管路モデルで、それ以外の損失は各節点で表現するようにモデル化した。第3-1 表～第3-3 表及び第3-3 図～第3-5 図に解析に用いた各損失を示す。第3-4 表、第3-5 表に計算毎の具体的な損失水頭を整理した。なお、解析には解析コード「SURGE」を使用した。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

添付第6-6表(1) 放水路管路解析における計算結果(6号炉)

	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			放水口 前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	+6.4	-	-	+8.3	+8.4	+8.4
		なし	+6.4	-	-	+8.4	+8.6	+8.5
	なし	あり	+6.4	-	-	+8.5	+8.6	+8.6
		なし	+6.4	-	-	+8.5	+8.8	+8.7

- : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第6-6表(2) 放水路管路解析における計算結果(7号炉)

	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			放水口 前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	+6.4	-	+9.9	+9.0	+9.0	+9.0
		なし	+6.4	-	+8.5	+8.8	+8.8	+8.8
	なし	あり	+6.4	-	+9.9	+9.2	+9.2	+9.2
		なし	+6.4	-	+8.7	+8.9	+8.9	+8.9

- : 津波による水位変動の影響がないことを示す

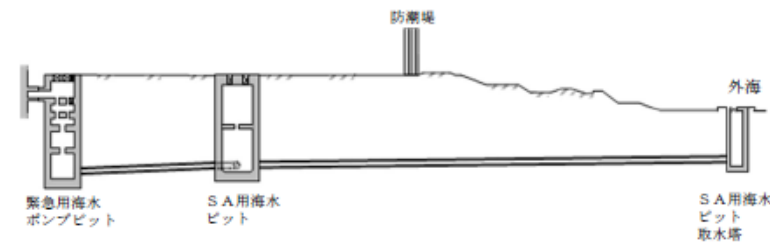
添付第6-6表(3) 放水路管路解析における計算結果(5号炉)

	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)			
			放水口 前面	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	+6.4	+7.4	+7.2	+7.2
		なし	+6.4	+7.0	+7.0	+7.1
	なし	あり	+6.4	+7.3	+7.2	+7.2
		なし	+6.4	+7.3	+7.2	+7.3

東海第二発電所 (2018.9.12版)



第3-1 図(1) 緊急用海水系の平面図



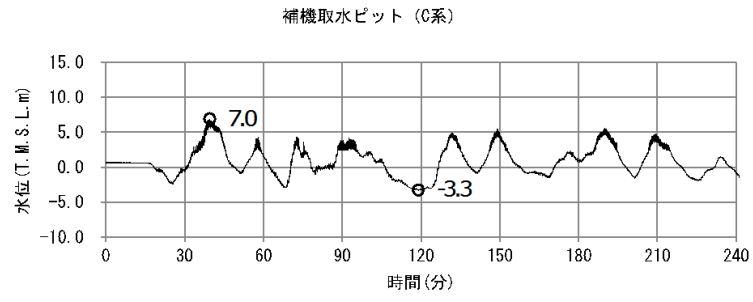
第3-1 図(2) 緊急用海水系の断面図

(S A用海水ピット取水塔～S A用海水ピット～緊急用海水ポンプピット)

島根原子力発電所 2号炉

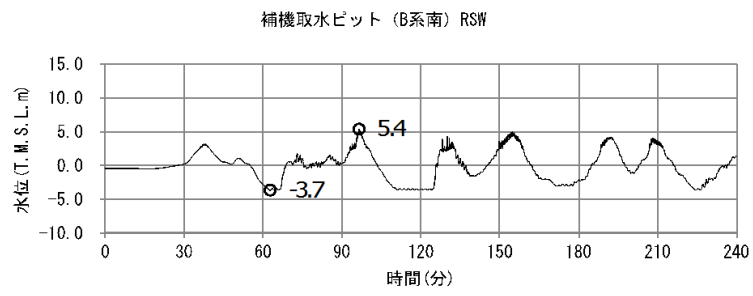
備考

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)



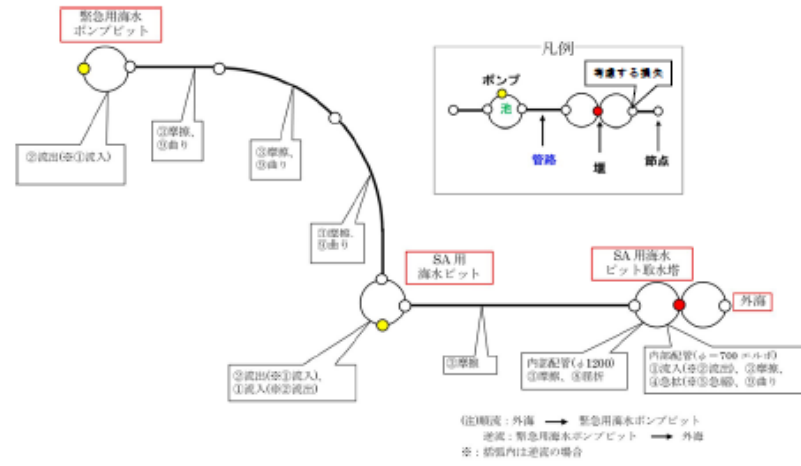
補機取水ビット (C系)

添付第 6-4 図 (1) 時刻歴波形 (6号炉 水位上昇側)



補機取水ビット (B系南) RSW

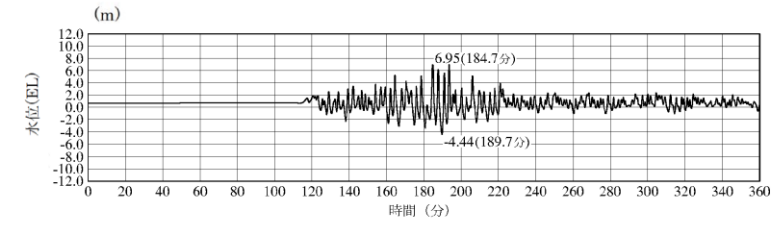
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



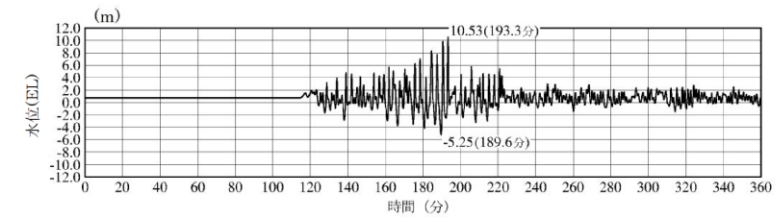
第3-2 図(1) 緊急用海水系の管路解析モデル (1 / 2)

島根原子力発電所 2号炉

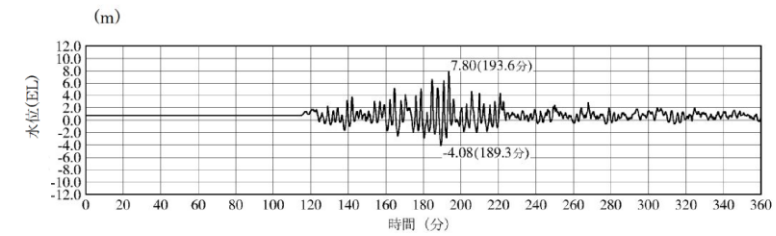
備考



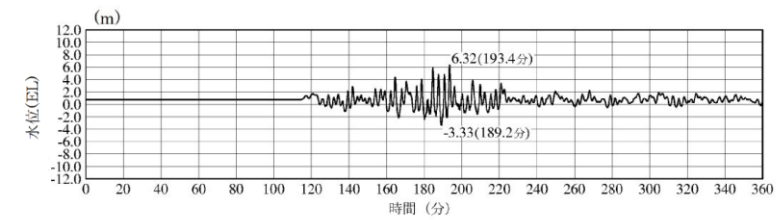
1号炉取水槽最大ケース



2号炉取水槽最大ケース

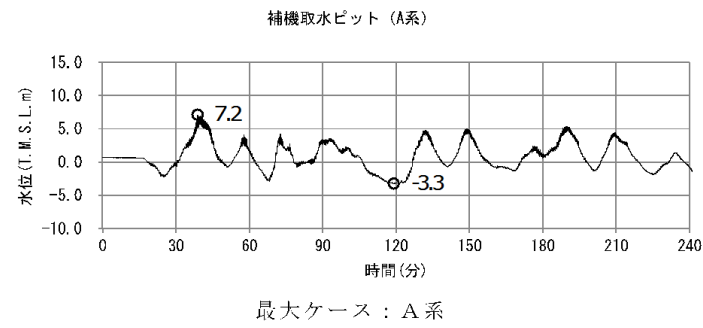


3号炉取水槽最大ケース

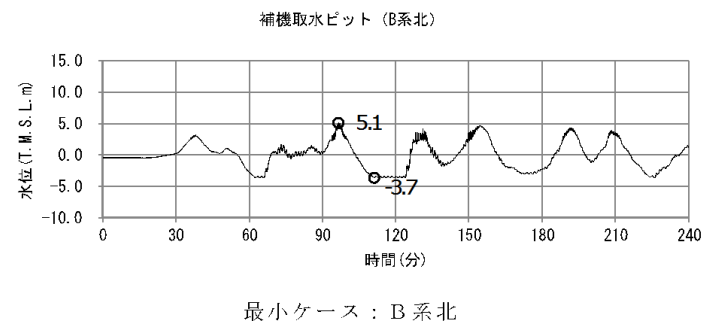


3号炉取水路点検口最大ケース

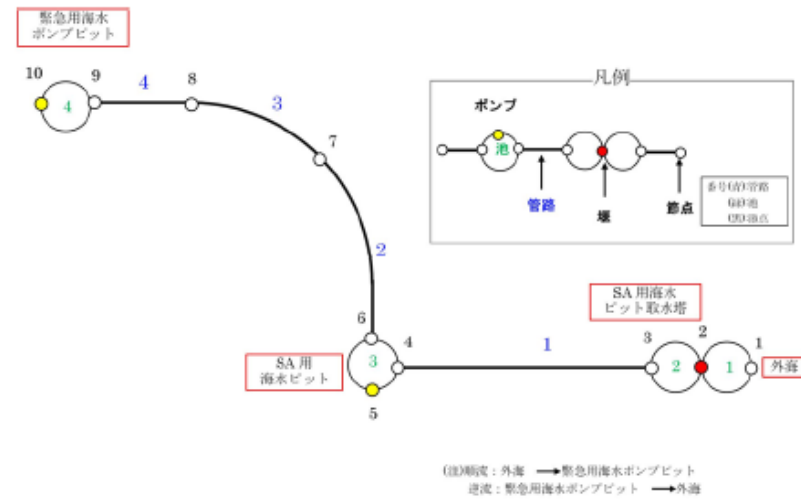
図11-1 水位上昇側の時刻歴波形 日本海東縁部 (1 / 3)



添付第 6-4 図 (3) 時刻歴波形 (7号炉 水位上昇側)



添付第 6-4 図 (4) 時刻歴波形 (7号炉 水位下降側)



管路長さ一覧

管路 No.	管路長さ	管路 No.	管路長さ
1	157.557m	2	76.904m
3	58.111m	4	35.908m

第3-2 図(2) 緊急用海水系の管路解析モデル(管路, 節点番号) (2 / 2)

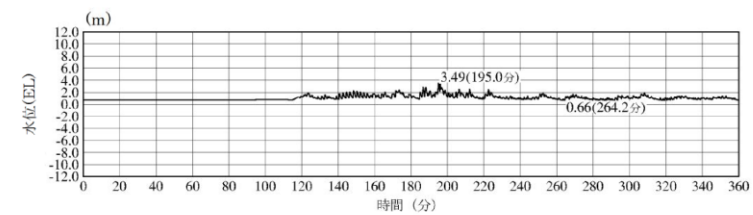
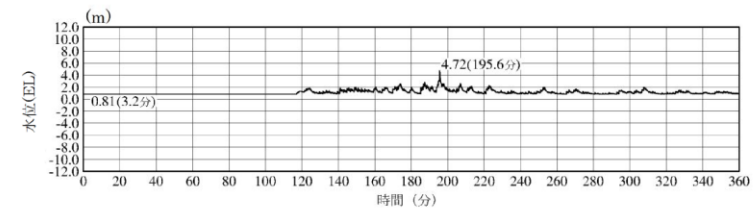
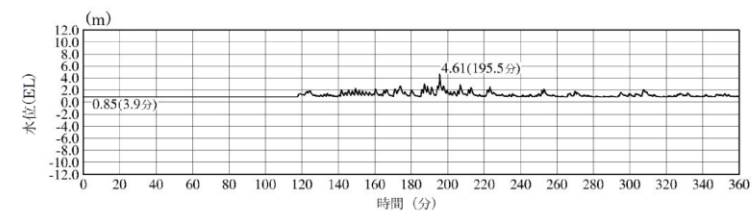
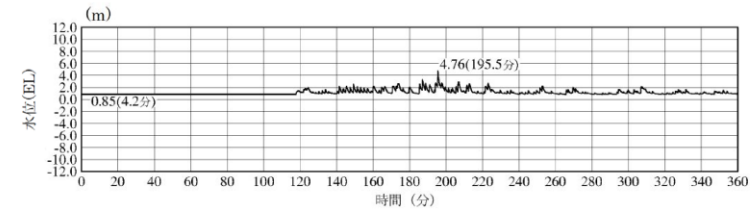
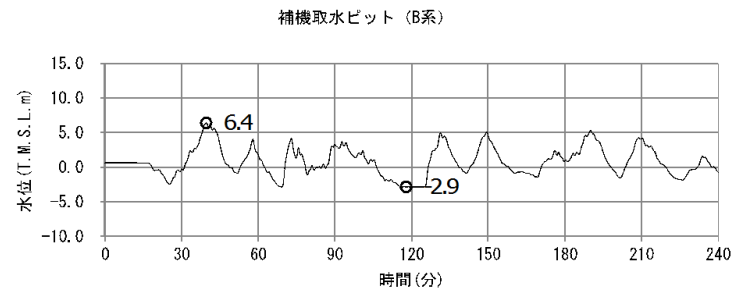


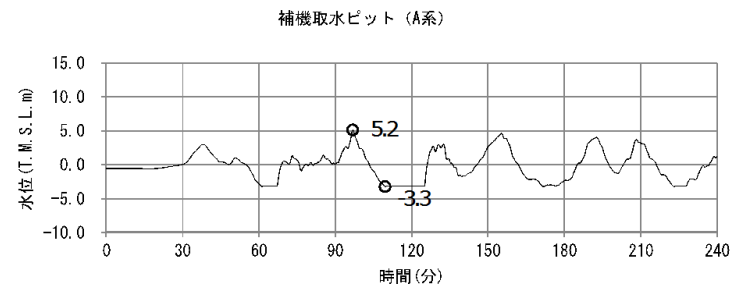
図11-2 水位上昇側の時刻歴波形 日本海東縁部 (2 / 3)





最大ケース：B系

添付第 6-4 図 (5) 時刻歴波形 (5号炉 水位上昇側)



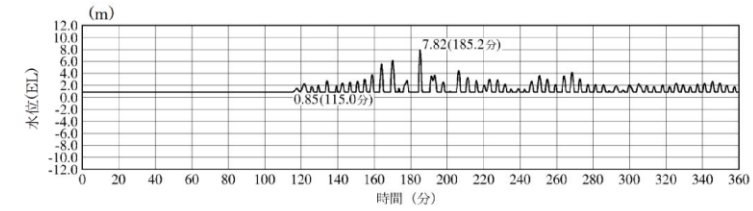
最小ケース：A系

添付第 6-4 図 (6) 時刻歴波形 (5号炉 水位下降側)

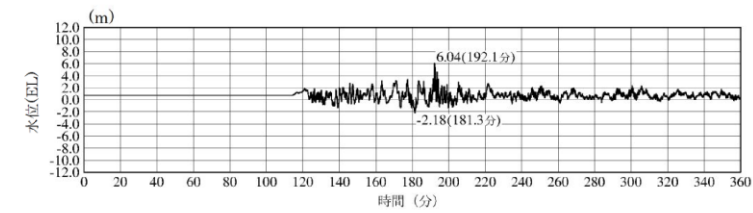
第3-1 表 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
①流入損失	$h_f = f_i \frac{V^2}{2g}$	$h_f$ : 流入による損失水頭 (m) [第 3-3 図 角継] $f_i$ : 流入損失係数 (0.03) $V$ : 管内流速 (m/s)	土木学会水理公式集 (平成 11 年版) p. 374-375
②流出損失	$h_f = f_o \frac{V^2}{2g}$	$h_f$ : 流出による損失水頭 (m) $V$ : 管内流速 (m/s) $f_o$ : 流出損失係数 (1.0)	土木学会水理公式集 (平成 11 年版) p. 375
③摩擦損失	$h_f = n^2 V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	$V$ : 平均流速 (m/s) $L$ : 水路の長さ (m) $R$ : 水路の径深 (m) $n$ : 粗度係数 ( $m^{-1/2} \cdot s$ ) [第 3-2 表]	火力原子力発電所土 木構造物の設計 p. 788, p. 829
④急拡大損失	$h_m = f_m \frac{V_1^2}{2g}$ $f_m = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	$f_m$ : 急拡大損失係数 $A_1$ : 急拡大前の管断面積 ( $m^2$ ) $A_2$ : 急拡大後の管断面積 ( $m^2$ )	火力原子力発電所土 木構造物の設計 p. 829
⑤急縮小損失	$h_m = f_m \frac{V_2^2}{2g}$	$f_m$ : 急縮小損失係数 (管路断面積による値[第 3-3 表]) $V_2$ : 急縮小後の平均流速 (m/s)	火力原子力発電所土 木構造物の設計 p. 829-830
⑥漸拡大損失	$h_m = f_m \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g}$	$f_m$ : 漸拡大損失係数 (管路断面積による値[第 3-4 図]) $V_1$ : 漸拡大前の平均流速 (m/s) $A_1$ : 漸拡大前の管断面積 ( $m^2$ ) $A_2$ : 漸拡大後の管断面積 ( $m^2$ )	火力原子力発電所土 木構造物の設計 p. 830
⑦漸縮小損失	$h_m = f_m \frac{V_2^2}{2g}$	$f_m$ : 漸縮小損失係数 (管路断面積による値[第 3-5 図]) $V_2$ : 漸縮小後の平均流速 (m/s)	火力原子力発電所土 木構造物の設計 p. 830-831
⑧屈折損失	$h_m = f_m \frac{V^2}{2g}$ $f_m = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	$h_m$ : 合流前後の本管動水位 (m) $V$ : 管内平均流速 (m/s) $f_m$ : 屈折損失係数 $\theta$ : 屈折角	土木学会水理公式集 (平成 11 年版) p. 376-377
⑨曲り損失	$h_m = f_m f_c \frac{V^2}{2g}$	$f_m$ : 曲りの曲率半径 $\rho$ と管径 $D$ との比より決まる損失係数 $f_c$ : 任意の曲り中心角 $\theta$ , 中心角 $90^\circ$ の場合の損失比 $V$ : 管内平均流速 (m/s)	土木学会水理公式集 (平成 11 年版) p. 376

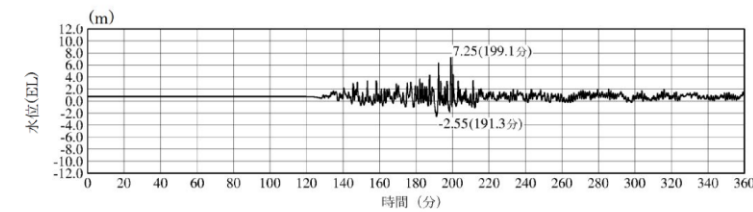
※引用文献を以下に示す。  
 ・土木学会 (1999): 土木学会水理公式集 (平成 11 年版)  
 ・電力土木技術協会 (1995): 火力原子力発電所土木構造物の設計



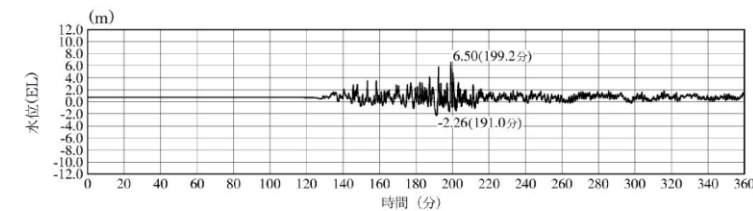
2号炉放水水槽最大ケース



2号炉放水接合槽最大ケース



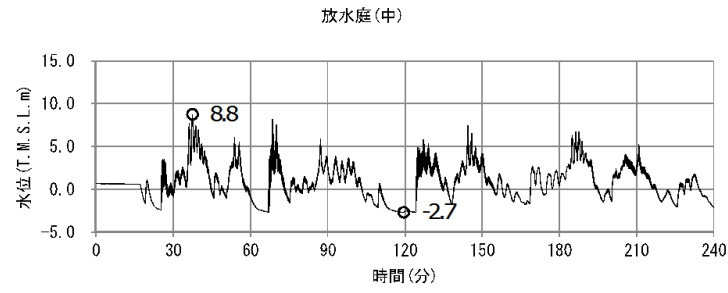
3号炉放水水槽最大ケース



3号炉放水接合槽最大ケース

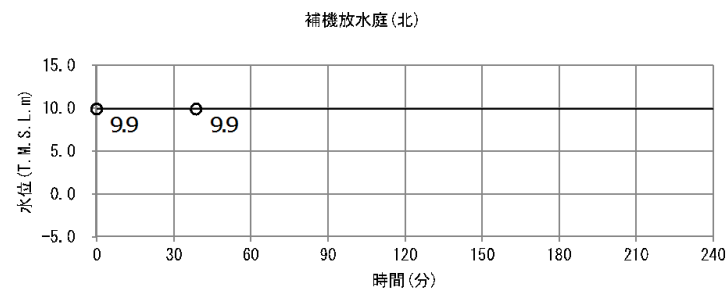
図11-3 水位上昇側の時刻歴波形 日本海東縁部 (3/3)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)



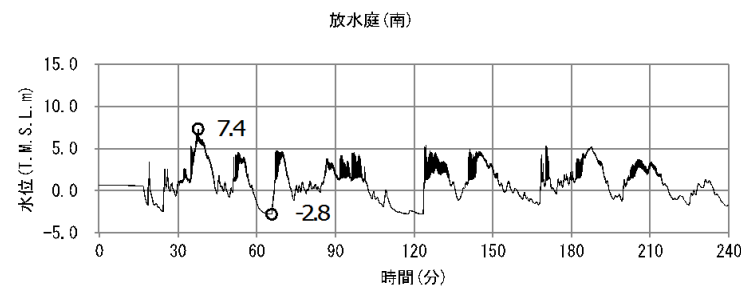
最大ケース：放水庭(中)

添付第 6-5 図 (1) 放水路時刻歴波形 (6号炉)



最大ケース：補機放水庭(北)

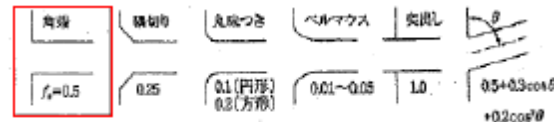
添付第 6-5 図 (2) 放水路時刻歴波形 (7号炉)



最大ケース：放水庭(南)

添付第 6-5 図 (3) 放水路時刻歴波形 (5号炉)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



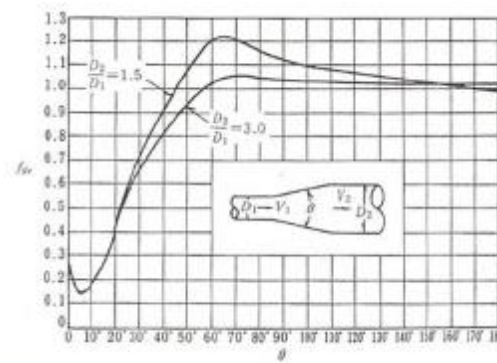
第3-3 図 入口形状と損失係数  
(土木学会水理公式集(平成11年版) p. 375)

第3-2 表 貝等の付着代と粗度係数  
(火力原子力発電所土木構造物の設計 p. 788 より抜粋)

	貝付着なし	貝付着あり
貝付着厚	0 [cm]	10 [cm]
粗度係数	0.015 [m <sup>-1/3</sup> ・s]	0.020 [m <sup>-1/3</sup> ・s]

第3-3 表 急縮損失係数(火力原子力発電所土木構造物の設計  
p. 830)

D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub>	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f <sub>ss</sub>	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

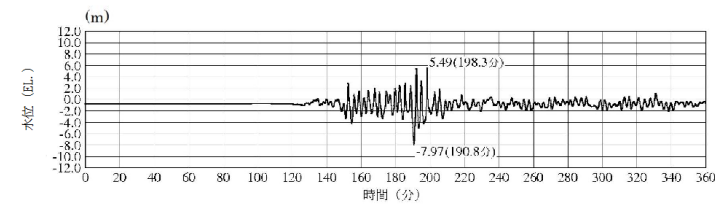


第3-4 図 漸拡損失係数(火力原子力発電所土木構造物の設計  
p. 830)

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>: 漸拡前後の管径 (m), V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>: 漸拡前後の平均流速 (m/s), θ : 漸拡部の開き

(※本施設では矩形断面管の漸拡に上記の図による値を適用する。矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、半径D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> を算出した。)

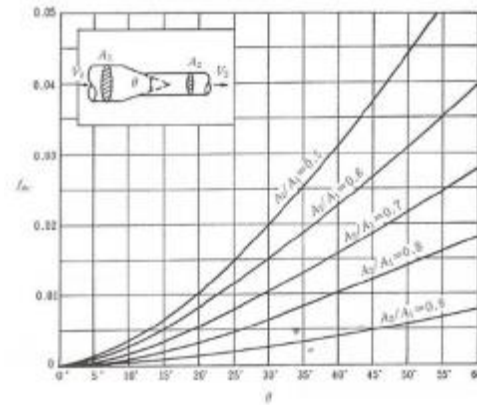
島根原子力発電所 2号炉



※最大水位下降量-7.97m-地盤変動量0.34m≒EL. -8.4m  
2号炉取水槽 (入力津波 6 防波堤無し) ※下降側 ポンプ運転時  
2号炉取水槽最大ケース

図12 水位下降側の時刻歴波形 日本海東縁部

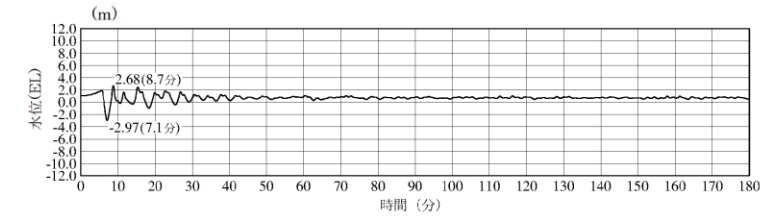
備考



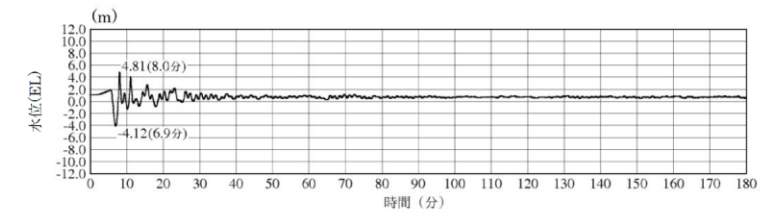
第3-5 図 漸縮損失係数(火力原子力発電所土木構造物の設計 p. 831)

$D_1, D_2$ : 漸縮前後の管径 (m),  $V_1, V_2$ : 漸縮前後の平均流速 (m/s),  $\theta$ : 漸縮部の開き

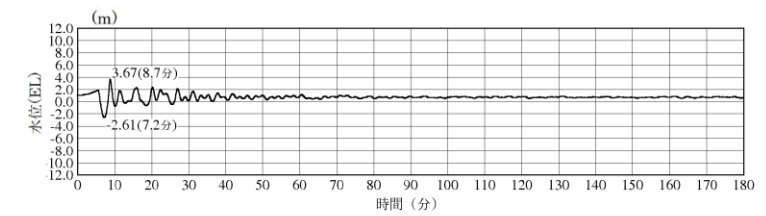
(※本施設では矩形断面管の漸縮に上記の図による値を適用する。矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、半径 $D_1, D_2$ を算出した。)



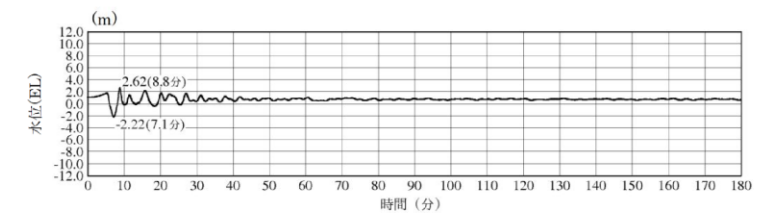
1号炉取水槽最大ケース



2号炉取水槽最大ケース



3号炉取水槽最大ケース



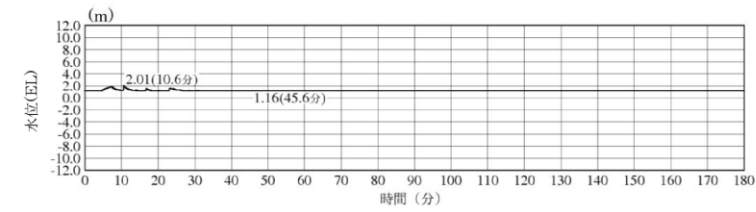
3号炉取水路点検口最大ケース

図13-1 水位上昇側の時刻歴波形 海域活断層 (1 / 3)

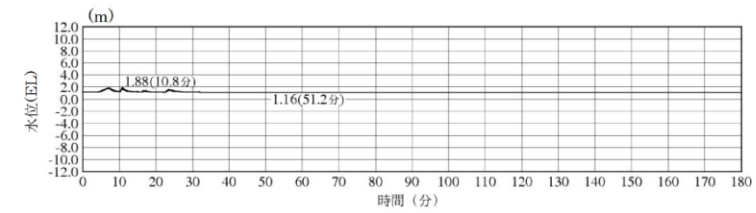
第3-4表(1) 緊急用海水系の損失水頭表 (貝付着なし, 順流)

場所	流量 (m <sup>3</sup> /s)	種類	係数		断面積 (m <sup>2</sup> )	損失水頭 (m)	モデル化
			F				
SA用海水ピット取水塔 (内部配管φ700エルボ)	0.000	流入	F	0.500	0.385	0.00000	節点3
			摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ・s)			
			長さ(m)	1.117			
			径深(m)	0.175			
		曲り	F <sub>sl</sub>	0.286	0.385	0.00000	節点3
	F <sub>sw</sub>	1.000					
		急拡	F	0.435	0.385	0.00000	節点3
SA用海水ピット取水塔 (内部配管φ1200)	0.000	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.015	1.131	0.00000	節点3
			長さ(m)	12.205			
			径深(m)	0.300			
		屈折	F	0.986	1.131	0.00000	節点3
管路1(φ1200)	0.000	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.015	1.131	0.00000	管路1
			長さ(m)	157.557			
			径深(m)	0.300			
SA用海水ピット	0.000	流出	F	1.000	1.131	0.00000	節点4
	0.000	流入	F	0.500	1.131	0.00000	節点6
管路2,3,4(φ1200)	0.000	摩擦	粗度係数 (m <sup>-1/3</sup> ・s)	0.015	1.131	0.00000	管路2,3,4
			長さ(m)	170.923			
			径深(m)	0.300			
		曲り	F <sub>sl</sub>	0.131	1.131	0.00000	節点7
		F <sub>sw</sub>	0.931				
緊急用海水ポンプピット	0.000	流出	F	1.000	1.131	0.00000	節点9
合計						0.00000	

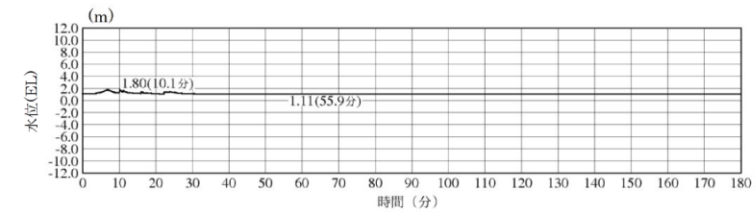
(以下, 第3-4表(2)~第3-5表(2) 省略)



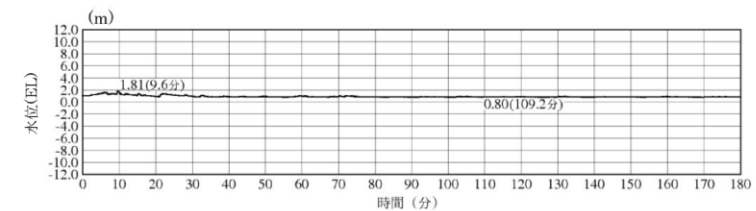
1号炉放水槽最大ケース



1号炉冷却水排水槽最大ケース

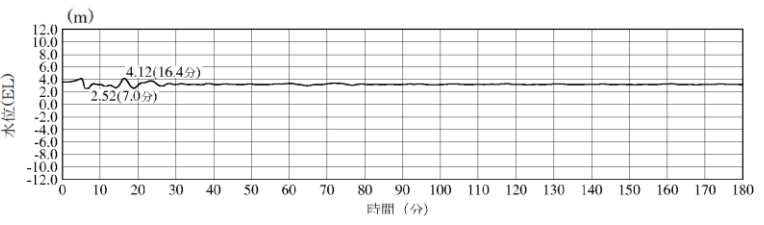
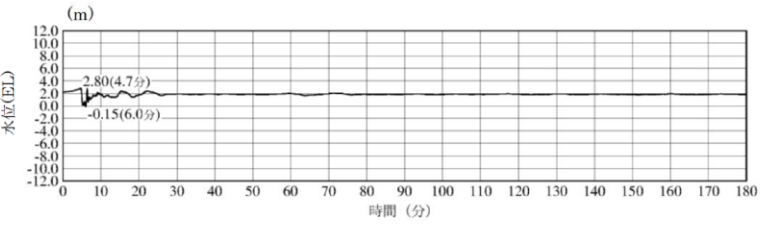
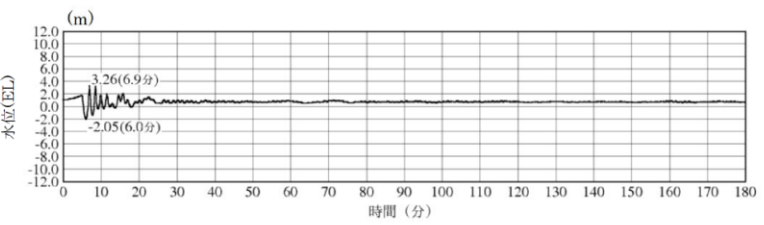
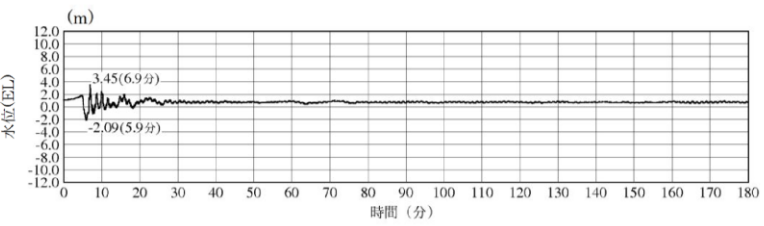


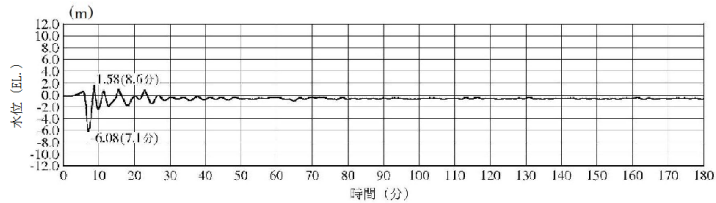
1号炉マンホール最大ケース



1号炉放水接合槽最大ケース

図13-2 水位上昇側の時刻歴波形 海域活断層 (2 / 3)

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;">2号炉放水槽最大ケース</p>  <p style="text-align: center;">2号炉放水接合槽最大ケース</p>  <p style="text-align: center;">3号炉放水槽最大ケース</p>  <p style="text-align: center;">3号炉放水接合槽最大ケース</p> <p>図13-3 水位上昇側の時刻歴波形 海域活断層 (3 / 3)</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>※最大水位下降量-6.08m—地盤変動量0.34m≒EL. -6.5m  2号炉取水槽 (入力津波4 防波堤無し) ※下降側 ポンプ運転時  2号炉取水槽最大ケース</p> <p>図14 水位下降側の時刻歴波形 海域活断層</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>6.3 防波堤の損傷を考慮した影響評価</p> <p><u>管路解析に関わる影響評価として、防波堤が地震により損傷する場合を保守的に想定し、その際に生じる水位に対する外郭防護の成立性の確認を行った。</u></p> <p><u>具体的には、各補機取水槽及び放水庭の<input/>入力津波に対し、防波堤がない条件における遡上解析により評価した取水口及び放水口前面の水位を<input/>入力波形として改めて管路解析を実施することにより、防波堤が損傷した場合を模擬した各所の水位を算定した。取水路における取水路奥の各冷却海水ポンプ位置（補機取水槽）の最高水位をまとめた結果を添付第6-7表に、放水路における放水庭の最高水位をまとめた結果を添付第6-8表に示す。また、それらの詳細な結果について、それぞれ添付第6-9表、添付第6-10表に示す。また時刻歴波形をそれぞれ添付第6-6図、添付第6-7図に示す。</u></p> <p><u>その上で、この水位と外郭防護における許容津波高さとの比較を行うことにより、外郭防護の成立性の確認を行った。取水路（補機取水槽）、放水路（放水庭）に対する確認結果をそれぞれ添付第6-11表、添付第6-12表に示す。</u></p> <p><u>以上より、防波堤が地震により損傷した場合においても、外郭防護の成立性に影響のないことを確認した。</u></p>			<p>・記載方法の相違</p> <p><b>【柏崎6/7】</b></p> <p>島根2号炉は防波堤有無の検討をまとめて実施。（評価結果にまとめて記載している。）</p>

添付第6-7表 補機取水槽における最大ケース

炉号	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)						
				取水口前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系北)	補機取水槽 (B系南) TSF	補機取水槽 (B系南) RSF	補機取水槽 (C系)	
基準津波1	6号炉	なし	なし	あり	+7.5	+8.3	+8.1	+8.2	+8.1	+8.4
	7号炉	なし	なし	なし	+7.2	+8.3	+7.6	+7.6	+7.6	+8.1
	5号炉	なし	なし	なし	+7.4	+7.7	+7.7			-
基準津波2	6号炉	なし	なし	あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-4.0	-3.8
	7号炉	なし	あり	あり	-3.5	-4.0	-4.3	-4.1	-4.1	-3.9

添付第6-8表 放水庭における最大ケース

炉号	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)						
			放水口前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭 (南)	放水庭 (中)	放水庭 (北)	
基準津波1	6号炉	なし	なし	+7.0	-	-	+8.3	+8.4	+8.2
	7号炉	なし	あり	+7.0	-	+10.3	+9.8	+9.8	+9.9
	5号炉	なし	なし	+7.0			+8.3	+8.2	+8.3

- : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第6-9表(1) 取水路管路解析における計算結果  
(6号炉 水位上昇側)

スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準建設1	あり	あり	+7.5	+8.0	+8.0	+8.1	+8.1	+8.1
		なし	+7.5	+8.1	+8.3	+8.2	+8.2	+8.1
		あり	+7.5	+8.1	+8.0	+8.1	+8.1	+8.1
		なし	+7.5	+8.1	+8.3	+8.2	+8.2	+8.1
	なし	あり	+7.5	+8.2	+8.0	+8.1	+8.1	+8.4
		なし	+7.5	+8.3	+8.3	+8.2	+8.2	+8.3
		あり	+7.5	+8.3	+8.1	+8.2	+8.1	+8.4
		なし	+7.5	+8.3	+8.3	+8.3	+8.3	+8.4

添付第6-9表(2) 取水路管路解析における計算結果  
(6号炉 水位下降側)

スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (D系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準建設2	あり	あり	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
		なし	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
		あり	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
		なし	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
	なし	あり	-3.5	-3.8	-1.0	-3.9	-3.9	-3.8
		なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8
		あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-4.0	-3.8
		なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8

添付第6-9表(3) 取水路管路解析における計算結果  
(7号炉 水位上昇側)

スクリーン	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波1	あり	あり	+7.2	+8.0	+7.5	+7.3	+7.3	+8.1
		なし	+7.2	+8.1	+7.6	+7.1	+7.1	+8.1
		あり	+7.2	+8.0	+7.3	+7.4	+7.4	+8.0
		なし	+7.2	+8.2	+7.5	+7.6	+7.6	+8.0
	なし	あり	+7.2	+8.1	+7.6	+7.4	+7.4	+8.2
		なし	+7.2	+8.2	+7.6	+7.5	+7.5	+8.2
		あり	+7.2	+8.1	+7.4	+7.4	+7.4	+8.1
		なし	+7.2	+8.3	+7.6	+7.6	+7.6	+8.1

添付第6-9表(4) 取水路管路解析における計算結果  
(7号炉 水位下降側)

スクリーン	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
			取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波2	あり	あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-3.9	-3.7
		なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.8	-3.7
		あり	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8
		なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.8	-3.8
	なし	あり	-3.5	-4.0	-4.3	-4.1	-4.1	-3.9
		なし	-3.5	-3.9	-4.2	-4.0	-4.0	-3.9
		あり	-3.5	-3.9	-1.1	-1.0	-1.0	-3.9
		なし	-3.5	-3.9	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9

添付第 6-9 表 (5) 取水路管路解析における計算結果  
(5号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波1	あり	あり	あり	+7.4	+7.2	+7.4
			なし	+7.4	+7.7	+7.7
		なし	あり	+7.4	+7.2	+7.4
			なし	+7.4	+7.7	+7.7
	なし	あり	あり	+7.4	+7.3	+7.4
			なし	+7.4	+7.7	+7.7
		なし	あり	+7.4	+7.3	+7.4
			なし	+7.4	+7.7	+7.7

添付第 6-9 表 (6) 取水路管路解析における計算結果  
(5号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波2	あり	あり	あり	-3.0	-3.5	-3.5
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
		なし	あり	-3.0	-3.5	-3.5
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
	なし	あり	あり	-3.0	-3.5	-3.6
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
		なし	あり	-3.0	-3.5	-3.6
			なし	-3.0	-3.5	-3.5

添付第6-10表(1) 放水路管路解析における計算結果(6号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L.(m)					
			放水口前面	補機放水庭(南)	補機放水庭(北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波1	あり	あり	+7.0	-	-	+8.0	+8.0	+8.0
		なし	+7.0	-	-	+8.2	+8.3	+8.2
	なし	あり	+7.0	-	-	+8.1	+8.1	+8.0
		なし	+7.0	-	-	+8.3	+8.4	+8.2

- : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第6-10表(2) 放水路管路解析における計算結果(7号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L.(m)					
			放水口前面	補機放水庭(南)	補機放水庭(北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波1	あり	あり	+7.0	-	+10.2	+9.7	+9.7	+9.7
		なし	+7.0	-	+9.6	+9.5	+9.5	+9.5
	なし	あり	+7.0	-	+10.3	+9.8	+9.8	+9.9
		なし	+7.0	-	+9.7	+9.6	+9.6	+9.6

- : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第6-10表(3) 放水路管路解析における計算結果(5号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L.(m)			
			放水口前面	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波1	あり	あり	+7.0	+7.7	+7.5	+7.5
		なし	+7.0	+8.2	+8.2	+8.3
	なし	あり	+7.0	+7.7	+7.5	+7.6
		なし	+7.0	+8.3	+8.2	+8.3

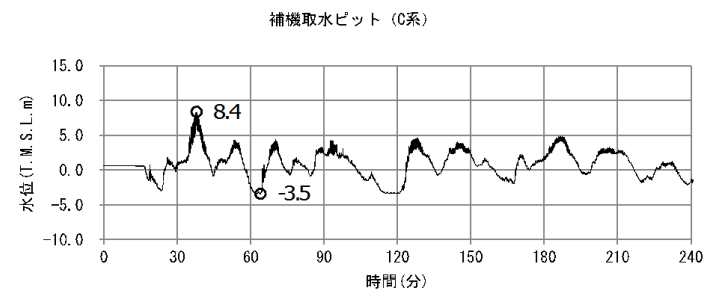


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

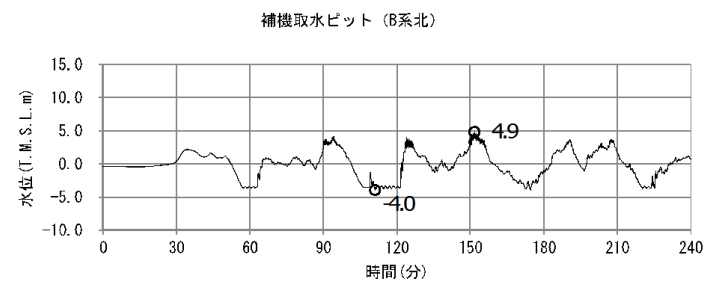
島根原子力発電所 2号炉

備考



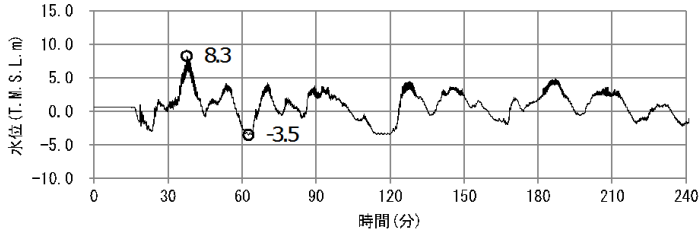
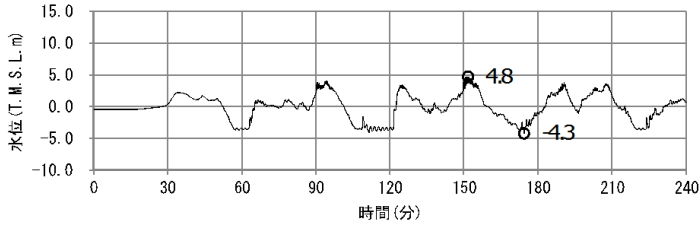
最大ケース : C系

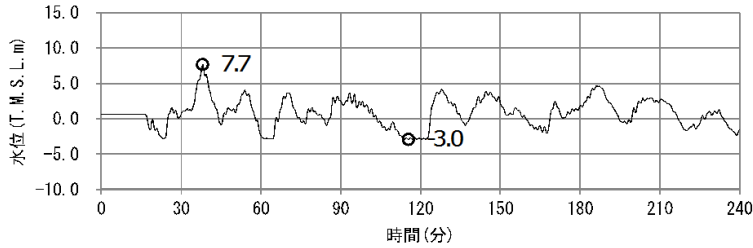
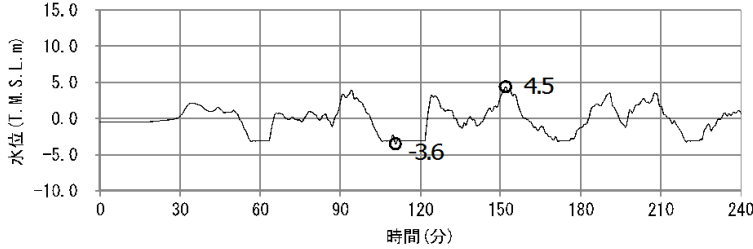
添付第 6-6 図 (1) 時刻歴波形 (6号炉 水位上昇側)



最小ケース : B系北

添付第 6-6 図 (2) 時刻歴波形 (6号炉 水位下降側)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="427 304 587 325">補機取水ビット (A系)</p>  <p data-bbox="418 588 596 609">最大ケース：A系</p> <p data-bbox="201 661 854 682">添付第 6-6 図 (3) 時刻歴波形 (7号炉 水位上昇側)</p> <hr/> <p data-bbox="427 787 587 808">補機取水ビット (B系北)</p>  <p data-bbox="409 1060 614 1081">最小ケース：B系北</p> <p data-bbox="201 1134 854 1155">添付第 6-6 図 (4) 時刻歴波形 (7号炉 水位下降側)</p> <hr/>			

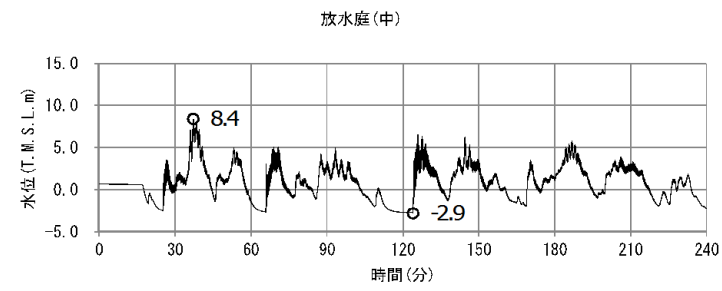
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="427 289 596 315">補機取水ピット (A系)</p>  <p data-bbox="415 592 608 617">最大ケース : A系</p> <p data-bbox="184 667 884 697">添付第 6-6 図 (5) 時刻歴波形 (5号炉 水位上昇側)</p> <hr/> <p data-bbox="427 814 596 840">補機取水ピット (B系)</p>  <p data-bbox="415 1138 608 1163">最小ケース : B系</p> <p data-bbox="184 1213 884 1243">添付第 6-6 図 (6) 時刻歴波形 (5号炉 水位下降側)</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)

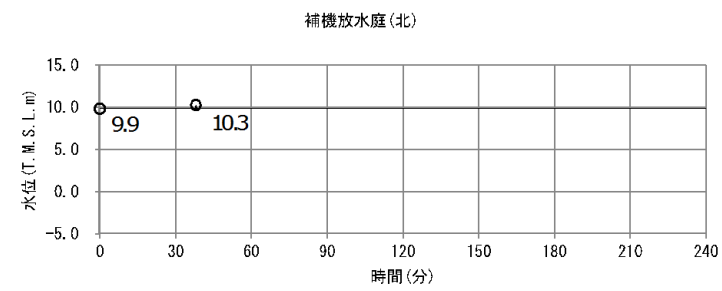
島根原子力発電所 2号炉

備考



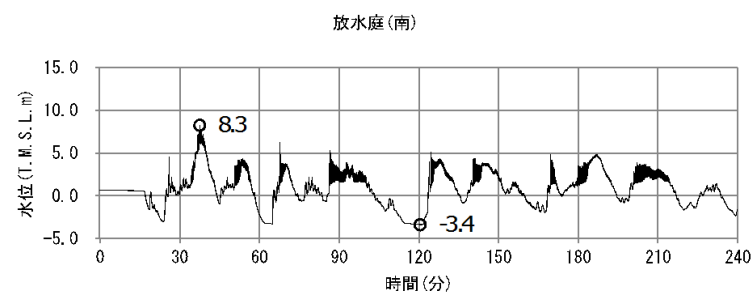
最大ケース：放水庭(中)

添付第 6-7 図 (1) 放水路時刻歴波形 (6号炉)



最大ケース：補機放水庭(北)

添付第 6-7 図 (2) 放水路時刻歴波形 (7号炉)



最大ケース：放水庭(南)

添付第 6-7 図 (3) 放水路時刻歴波形 (5号炉)

添付第6-11表 防波堤の損傷を考慮した管路解析の影響評価(取水路)

基準津波 名称	想定対象 とする 入力津波 の種類	防波堤 有無	水位 T.M.S.L. (m)					
			5号炉		6号炉		7号炉	
			取水口前面	取水口前面	補機取水槽	取水口前面	補機取水槽	
基準津波 1	取水路 水位上昇量	有り	+6.3	-6.4	+7.0	+6.3	+7.2	
		無し	+7.4	-7.5	+8.4	+7.2	+8.3	
影響評価			5号炉取水路に関する最低許容津波高さ は T.M.S.L.+12.2m であり、この程度の範囲内であることを確認		6号炉取水路に関する最低許容津波高さは T.M.S.L.+12.2m でありこの程度の範囲内であることを確認 ※補機取水槽点検口の許容津波高さは T.M.S.L.+3.5m であるが取水槽閉止板を設置しており津波への流入はない		7号炉取水路に関する最低許容津波高さは T.M.S.L.+12.2m でありこの程度の範囲内 ※補機取水槽点検口の許容津波高さは T.M.S.L.+3.5m であるが取水槽閉止板を設置しており津波への流入はない	

※ハッチング部：影響評価ケース

添付第6-12表 防波堤の損傷を考慮した管路解析の影響評価(放水路)

基準津波 名称	想定対象 とする 入力津波 の種類	防波堤 有無	水位 T.M.S.L. (m)					
			5号炉		6号炉		7号炉	
			放水口前面	放水口	放水口前面	放水口	放水口前面	放水口
基準津波 1	放水路 水位上昇量	有り	+6.4	+7.4	+6.4	+8.8	+6.4	+9.9
		無し	+7.0	+8.3	+7.0	+8.4	+7.0	+10.3
影響評価			5号炉放水路に関する最低許容津波高さは T.M.S.L.-12.2m であり、この程度の範囲内であることを確認		6号炉放水路に関する最低許容津波高さは T.M.S.L.-12.2m であり、この程度の範囲内であることを確認		7号炉放水路に関する最低許容津波高さは T.M.S.L.+12.2m であり、この程度の範囲内であることを確認	

※ハッチング部：影響評価ケース

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6</p> <p style="text-align: center;"><u>管路解析のパラメータスタディについて</u></p> <p>海洋から水路部（取水路，放水路，SA用海水ピットの海水引込み管及び緊急用海水取水管）を経由する各評価地点（取水ピット，放水路ゲート設置箇所，SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピット）までの水路について，水理特性を考慮した管路解析を実施した。管路解析において評価地点の水位に影響がある条件について，パラメータスタディを実施した結果を以下に示す。</p> <p>(1) 取水路管路解析</p> <p>基準津波による取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧を第1表に，解析ケース毎の時刻歴波形を第2表及び第3表にそれぞれ示す。また，取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧を第4表に，解析ケース毎の時刻歴波形を第5表及び第6表にそれぞれ示す。なお，下降側水位については非常用海水ポンプの取水性評価に用いることから，非常用海水ポンプが据え付けられている取水ピットに限定し，パラメータスタディを実施した。</p> <p>(2) 放水路管路解析</p> <p>基準津波による放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧を第7表に，解析ケース毎の時刻歴波形を第8表及び第9表にそれぞれ示す。</p> <p>(3) SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピット管路解析</p> <p>基準津波によるSA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析結果（上昇側最高水位）一覧を第10表に，解析ケース毎の時刻歴波形を第11表にそれぞれ示す。</p>		<p>・記載方法の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>柏崎6/7，島根2号炉は，管路計算の条件と結果をまとめて添付資料に記載。</p>



第1表 取水路の管路解析結果(上昇側最高水位)一覧(1/2)

解析ケース	パラメータ			取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最高水位(T.P.m)	
	防液堤	スクリーン損失	異付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)		循環水ポンプ(北側)
①	あり	あり	あり	なし	+15.79	+15.79	+15.95	+16.04	+15.95	+16.04
②	あり	あり	あり	あり	+15.79	+15.79	+15.95	+16.04	+15.95	+16.04
③	あり	なし	あり	なし	+16.91	+16.91	+16.74	+16.56	+16.74	+16.91
④	あり	なし	あり	あり	+16.91	+16.91	+16.74	+16.57	+16.74	+16.91
⑤	あり	あり	なし	なし	+15.68	+15.68	+15.97	+16.09	+15.97	+16.09
⑥	あり	あり	なし	あり	+15.68	+15.68	+15.97	+16.09	+15.97	+16.09
⑦	あり	なし	なし	なし	+17.10	+17.10	+16.56	+16.46	+16.56	+17.10
⑧	あり	なし	なし	あり	+17.09	+17.09	+16.56	+16.46	+16.56	+17.09

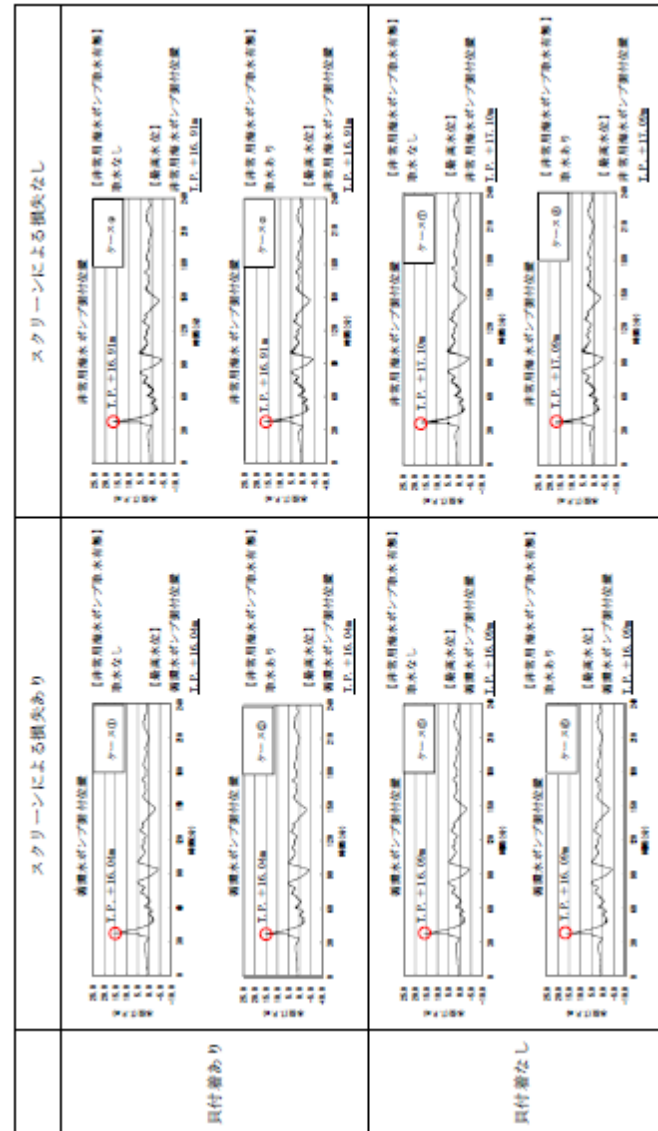
■：解析ケース毎の最高水位

第1表 取水路の管路解析結果(上昇側最高水位)一覧(2/2)

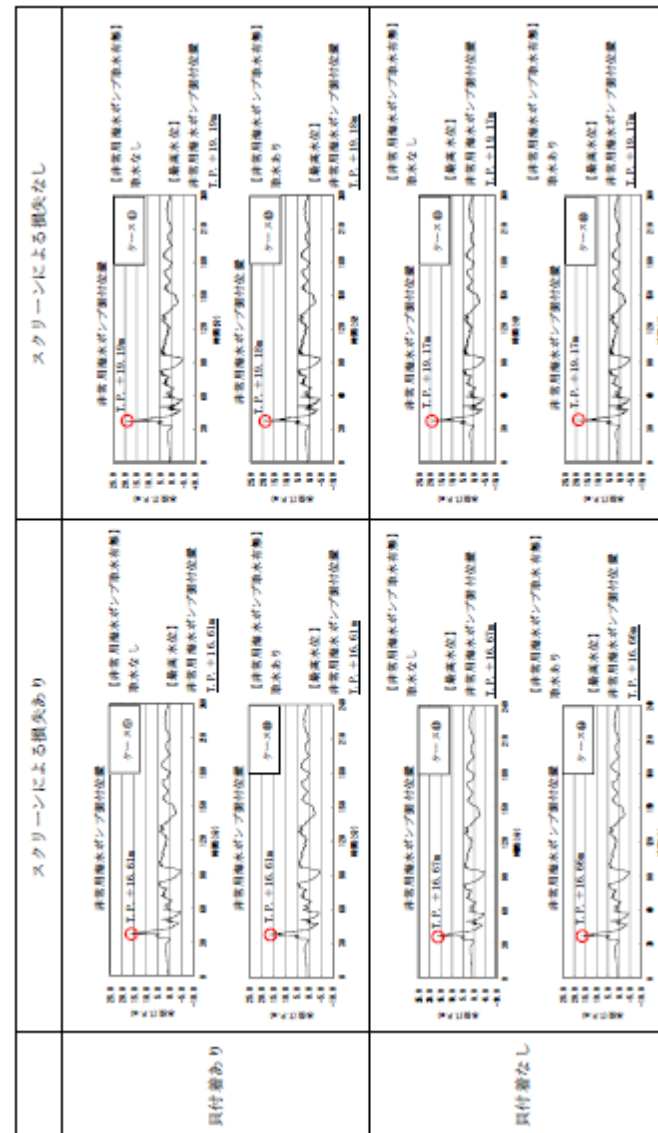
解析ケース	パラメータ			取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最高水位(T.P.m)	
	防振壁	スクリーン損失	異付着	非常用海水ポンプの取込	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)		循環水ポンプ(北側)
㊸	なし	あり	あり	なし	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61
㊹	なし	あり	あり	あり	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61
㊺	なし	なし	あり	なし	+19.19	+19.19	+18.35	+17.87	+18.35	+19.19
㊻	なし	なし	あり	あり	+19.18	+19.18	+18.35	+17.87	+18.35	+19.18
㊼	なし	あり	なし	なし	+16.67	+16.67	+16.40	+16.49	+16.40	+16.67
㊽	なし	あり	なし	あり	+16.66	+16.66	+16.39	+16.49	+16.39	+16.66
㊾	なし	なし	なし	なし	+19.17	+19.17	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17
㊿	なし	なし	なし	あり	+19.17	+19.17	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17

■：解析ケース毎の最高水位  
■：上昇側最高水位

第2表 取水ピットにおける上昇側水位の解析ケース毎の時刻歴波形 (防波堤あり)



第3表 取水ピットにおける上昇側水位の解析ケース毎の時刻歴波形 (防波堤なし)



第4表 取水路の管路解析結果(下降側最低水位)一覧(1/2)

解析ケース	防犯壁		パラメータ		取水ピット水位(L.P.m)				解析ケース毎の最低水位(L.P.m)		
	あり	なし	スクリーニング損失	異付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	取水ピット水位(南側)		取水ピット水位(中央)	取水ピット水位(北側)
①	あり	あり	あり	あり	なし	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94
②	あり	あり	あり	あり	あり	-4.95	-4.95	-4.94	-4.94	-4.94	-4.95
③	あり	なし	なし	あり	なし	-4.97	-4.97	-4.98	-4.98	-4.98	-4.97
④	あり	なし	なし	あり	あり	-4.97	-4.97	-4.98	-4.98	-4.98	-4.97
⑤	あり	あり	あり	なし	なし	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94
⑥	あり	あり	あり	なし	あり	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
⑦	あり	なし	なし	なし	なし	-4.95	-4.95	-4.96	-4.96	-4.96	-4.95
⑧	あり	なし	なし	なし	あり	-4.95	-4.95	-4.96	-4.96	-4.96	-4.95

※：下降側水位については非常用海水ポンプを対象に評価を実施した。

■：解析ケース毎の最低水位

第4表 取水路の管路解析結果(下降側最低水位)一覧(2/2)

解析ケース	防波堤		パワメータ		非常用海水ポンプの取水	取水ピット水位(L.P.m)				解析ケース毎の最低水位値 (L.P.m)
	防波堤	防波堤	スクリーン損失	具付着		非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	非常用海水ポンプ(中央)	非常用海水ポンプ(北側)	
㊸	なし	なし	あり	あり	なし	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
㊹	なし	なし	あり	あり	あり	-4.95	-4.95	-4.96	-4.95	-4.95
㊺	なし	なし	なし	あり	なし	-5.02	-5.02	-5.05	-5.02	-5.02
㊻	なし	なし	なし	あり	あり	-5.03	-5.03	-5.05	-5.03	-5.03
㊼	なし	なし	あり	なし	なし	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
㊽	なし	なし	あり	なし	あり	-4.96	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
㊾	なし	なし	なし	なし	なし	-5.03	-5.03	-5.05	-5.02	-5.03
㊿	なし	なし	なし	なし	あり	-5.03	-5.02	-5.06	-5.02	-5.03

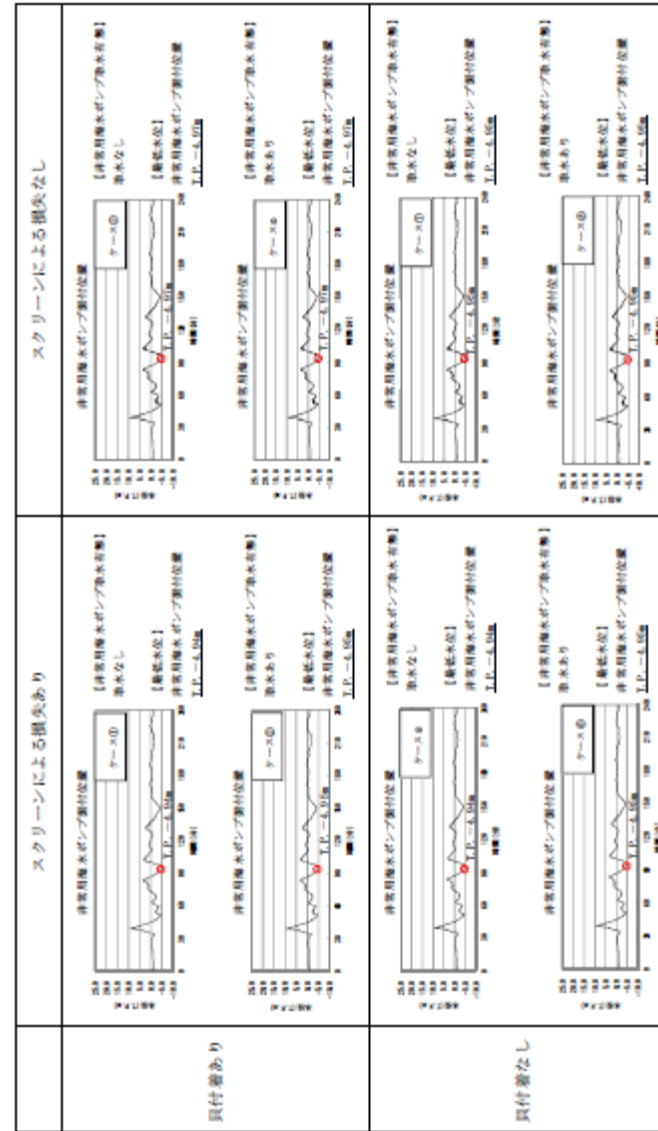
※：下降側水位については非常用海水ポンプを対象に評価を実施した。

■：解析ケース毎の最低水位

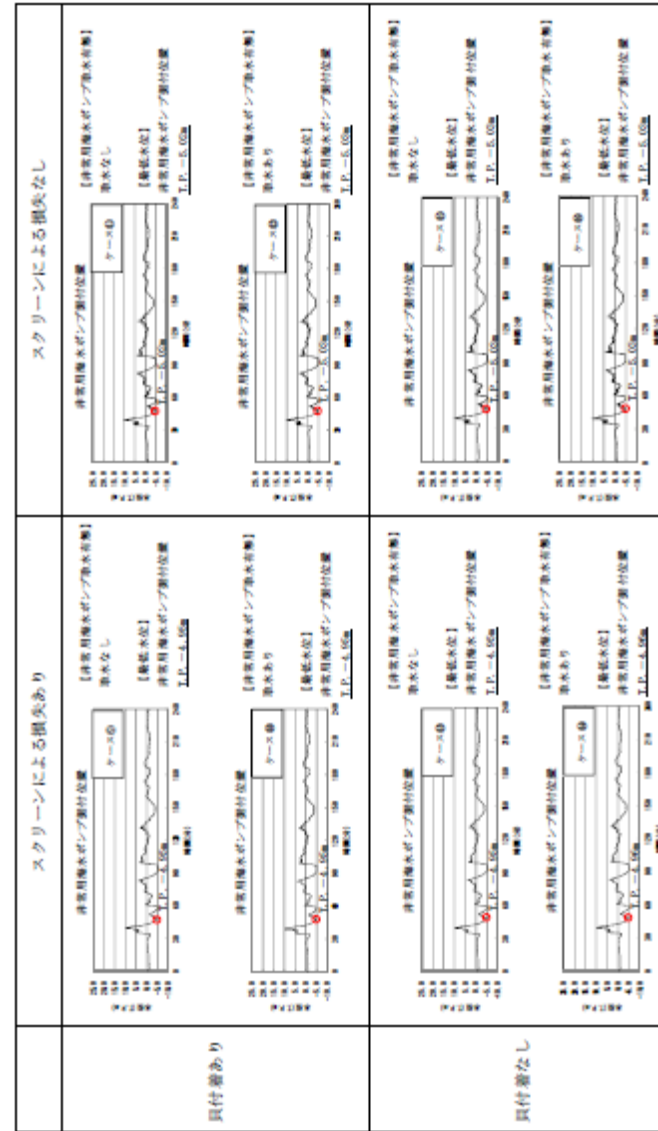
■：下降側最低水位



第5表 取水ピットにおける下降側水位の解析ケース毎の時刻歴  
波形 (防波堤あり)



第6表 取水ピットにおける下降側水位の解析ケース毎の時刻歴波形 (防波堤なし)



第7表 放水路の管路解析結果(上昇側最高水位)一覧

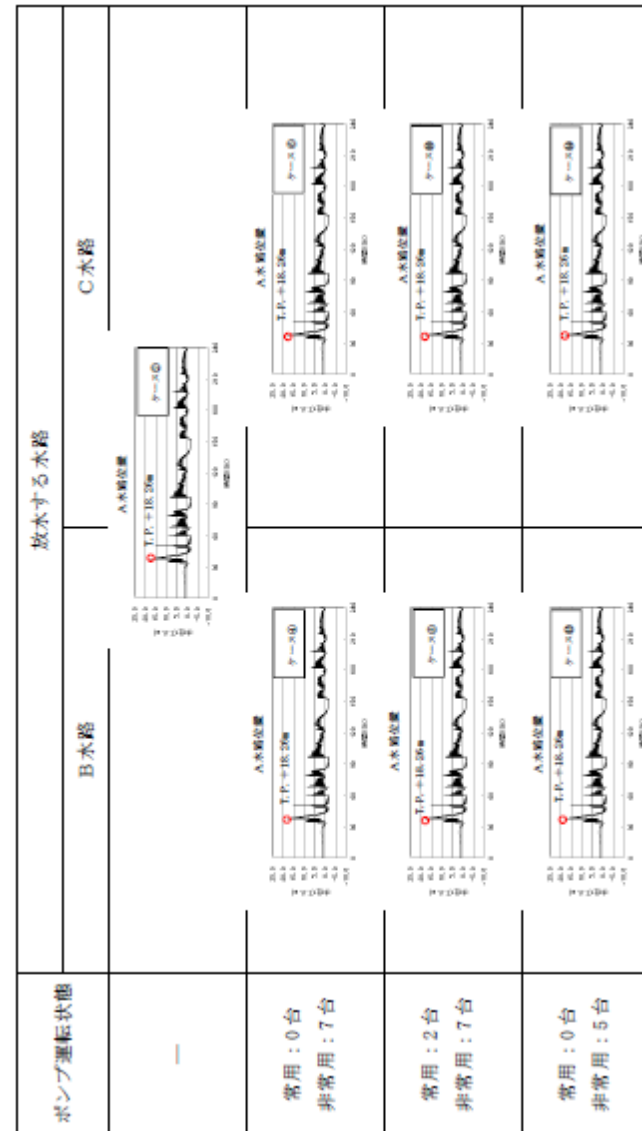
解析ケース	防振壁の有無	貝付壁の有無	パラメータ		放水路ゲート設置箇所水位(γ.P.m)	解析ケース毎の最高水位		
			非常用種本ポンプの運転状態	放水する水路		A水路(北側)	B水路(東側)	C水路(南側)
①	あり	あり	—	—	+17.36	+19.01	+18.25	+19.01
②	なし	あり	—	—	+18.26	+16.53	+18.19	+18.26
③	あり	あり	常用:0台 非常用:7台	B水路	+17.36	+19.00	+18.25	+19.00
④	なし	あり	常用:0台 非常用:7台	B水路	+18.26	+17.20	+18.19	+18.26
⑤	あり	あり	常用:0台 非常用:7台	C水路	+17.36	+19.01	+18.39	+19.01
⑥	なし	あり	常用:0台 非常用:7台	C水路	+18.26	+16.53	+18.12	+18.26
⑦	あり	あり	常用:2台 非常用:7台	B水路	+17.36	+18.89	+18.25	+18.89
⑧	なし	あり	常用:2台 非常用:7台	B水路	+18.26	+17.65	+18.19	+18.26
⑨	あり	あり	常用:2台 非常用:7台	C水路	+17.36	+19.01	+18.32	+19.01
⑩	なし	あり	常用:2台 非常用:7台	C水路	+18.26	+16.53	+17.80	+18.26
⑪	あり	あり	常用:0台 非常用:5台	B水路	+17.36	+19.01	+18.25	+19.01
⑫	なし	あり	常用:0台 非常用:5台	B水路	+18.26	+16.92	+18.19	+18.26
⑬	あり	あり	常用:0台 非常用:5台	C水路	+17.36	+19.01	+18.34	+19.01
⑭	なし	あり	常用:0台 非常用:5台	C水路	+18.26	+16.53	+18.16	+18.26

■ : 解析ケース毎の最高水位 ■ : 上昇側最高水位

第8表 放水路ゲート設置箇所における上昇側水位の解析ケース毎の時刻歴波形 (防波堤あり)



第9表 放水路ゲート設置箇所における上昇側水位の解析ケース毎の時刻歴波形 (防波堤なし)



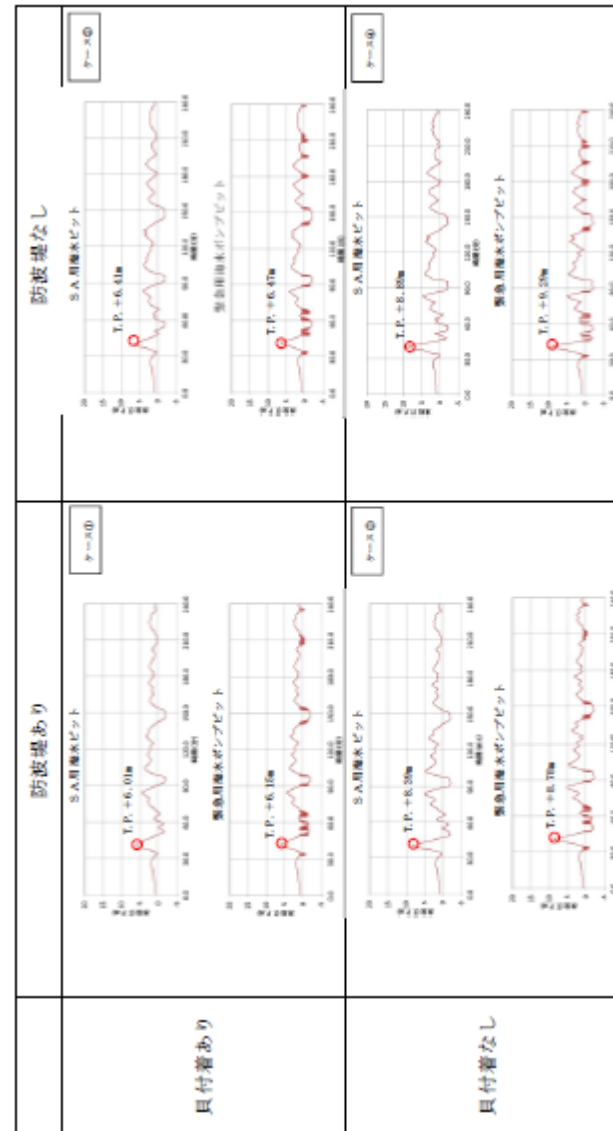
第10表 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析結果(上昇側最高水位)一覧

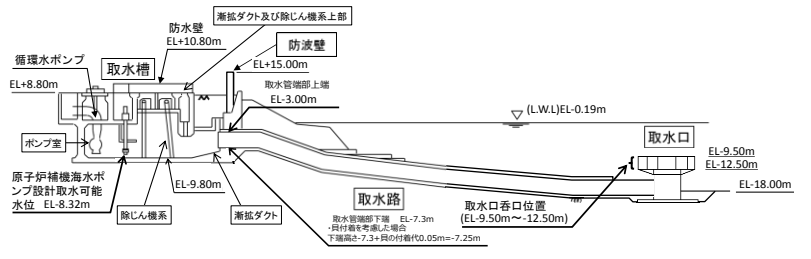
解析ケース	パラメータ		各ピットの水位(T.P.m)		解析ケース毎の最高水位(T.P.m)
	防振壁	貝付壁	S A用海水ピット	緊急用海水ポンプピット	
①	あり	あり	+6.01	+6.15	S A用海水ピット : +8.89 緊急用海水ポンプピット : +9.29
②	なし	あり	+6.41	+6.47	
③	あり	なし	+8.39	+8.78	
④	なし	なし	+8.89	+9.29	

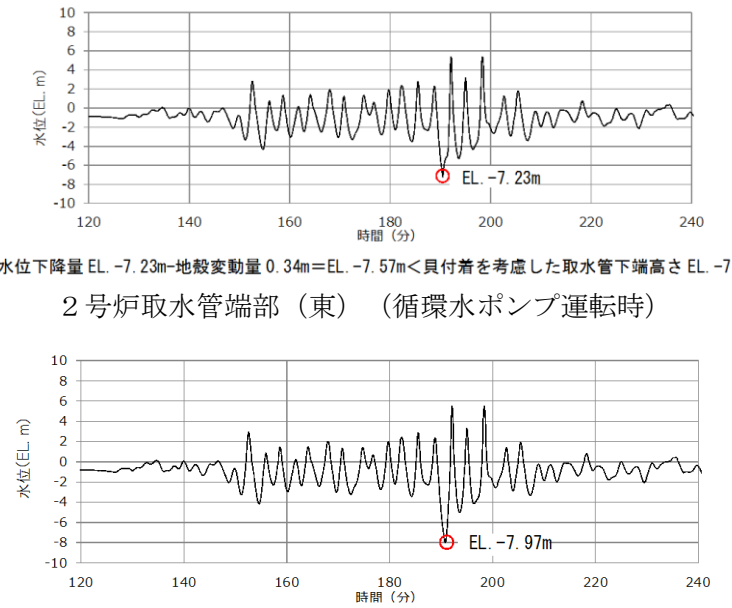
■ : 上昇側最高水位

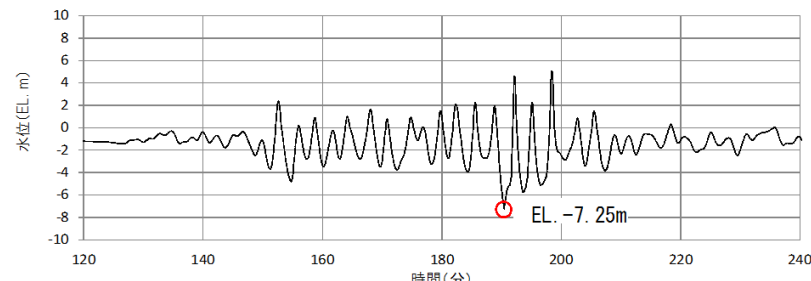
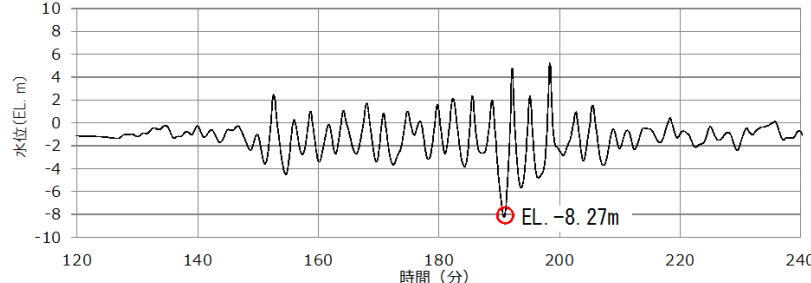


第11表 SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける  
上昇側水位の解析ケース毎の時刻歴波形



<p>柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018.9.12版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>												
		<p>3. <u>2号炉取水施設の評価位置における入力津波水位について</u>  <u>日本海東縁部を波源とする基準津波6による水路内最低水位(EL.-8.31m)は、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位に対して余裕がないことから、大津波警報発令時には循環水ポンプを停止する運用に見直す</u>が、参考としてポンプ運転状態での地殻変動による取水への影響を検討する。<u>2号炉取水施設断面図を図15に示す。</u></p> <p><u>入力津波の設定における水位下降側の水路内水位は、管路計算結果から地殻変動(隆起)分の水位を引き下げ、設定している。計算条件を表8に示す。この計算における取水槽及び取水管端部下端の水位は図16のとおり。</u></p> <p><u>地殻変動量(隆起0.34m)分を考慮した場合、取水管端部下端における水位はEL.-7.57mとなり、貝付着を考慮した取水管端部下端高さ(EL.-7.25m)を下回る値となったが、取水槽における水位はEL.-8.31mとなり、許容津波高さ(EL.-8.32m)を下回らない。</u></p>  <p style="text-align: center;">図15 2号炉取水施設断面図</p> <p style="text-align: center;">表8 管路計算結果から隆起分の水位を引き下げ、  <u>入力津波を設定する際の計算条件</u></p> <table border="1" data-bbox="1914 1428 2315 1627"> <tr> <td>波源</td> <td>基準津波6</td> </tr> <tr> <td>地形変化</td> <td>防波堤無し</td> </tr> <tr> <td>潮位変動</td> <td>-0.19m</td> </tr> <tr> <td>地殻変動</td> <td>隆起0.34m</td> </tr> <tr> <td>貝付着</td> <td>有り, 5cm</td> </tr> <tr> <td>循環水ポンプ状態</td> <td>運転</td> </tr> </table>	波源	基準津波6	地形変化	防波堤無し	潮位変動	-0.19m	地殻変動	隆起0.34m	貝付着	有り, 5cm	循環水ポンプ状態	運転	<p>・検討内容の相違  <b>【柏崎6/7, 東海第二】</b>          島根2号炉は地殻変動に関する詳細な検討を実施。</p>
波源	基準津波6														
地形変化	防波堤無し														
潮位変動	-0.19m														
地殻変動	隆起0.34m														
貝付着	有り, 5cm														
循環水ポンプ状態	運転														

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>最大水位下降量 EL. -7.23m-地殻変動量 0.34m=EL. -7.57m&lt;貝付着を考慮した取水管下端高さ EL. -7.25m 2号炉取水管端部 (東) (循環水ポンプ運転時)</p> <p>最大水位下降量 EL. -7.97m-地殻変動量 0.34m=EL. -8.31m&gt;許容高さ EL. -8.32m 2号炉取水槽 (循環水ポンプ運転時)</p> <p>図16 管路計算結果から隆起分の水位を引き下げる場合の 取水槽及び取水管端部における水位の時刻歴波形</p> <p>取水管端部下端において、評価水位が取水管端部下端高さを下回ることから、地殻変動の影響を詳細に確認するため、初期条件として地殻変動量を考慮した管路計算を実施した。計算条件を表9に示す。この計算における取水槽及び取水管端部下端の水位は図17のとおり。</p> <p>地殻変動量(隆起0.34m)を初期条件として考慮した場合、取水管端部における水位はEL. -7.25mとなり、貝付着を考慮した取水管端部下端高さと同じ高さ(EL. -7.25m)となった。また、取水槽における水位はEL. -8.27mとなり、許容津波高さ(EL. -8.32m)を下回らないことを確認した。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		<p>表9 初期条件として地殻変動量を考慮し、 入力津波を設定する際の計算条件</p> <table border="1" data-bbox="1914 336 2315 567"> <tr> <td>波源</td> <td>基準津波6</td> </tr> <tr> <td>地形変化</td> <td>防波堤無し</td> </tr> <tr> <td>潮位変動</td> <td>-0.19m</td> </tr> <tr> <td>地殻変動</td> <td>初期条件として 隆起0.34m考慮</td> </tr> <tr> <td>貝付着</td> <td>有り, 5cm</td> </tr> <tr> <td>循環水ポンプ状態</td> <td>運転</td> </tr> </table>  <p>EL. -7.25m=貝付着を考慮した取水管下端高さ EL. -7.25m 2号炉取水管端部 (東) (循環水ポンプ運転時)</p>  <p>EL. -8.27m(初期条件として地殻変動を考慮) &gt; EL. -8.32m 2号炉取水槽 (循環水ポンプ運転時)</p> <p>図17 初期条件として地殻変動量を考慮した場合の 取水槽及び取水管端部における水位の時刻歴波形</p>	波源	基準津波6	地形変化	防波堤無し	潮位変動	-0.19m	地殻変動	初期条件として 隆起0.34m考慮	貝付着	有り, 5cm	循環水ポンプ状態	運転	
波源	基準津波6														
地形変化	防波堤無し														
潮位変動	-0.19m														
地殻変動	初期条件として 隆起0.34m考慮														
貝付着	有り, 5cm														
循環水ポンプ状態	運転														

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

まとめ資料比較表 [第5条 津波による損傷の防止 別添1 添付資料7]

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7</p> <p style="text-align: center;">入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>7.1 はじめに</p> <p>入力津波による水位変動に用いる潮位条件には、<u>観測地点「柏崎」における平成22年1月から平成26年12月まで(2010年1月～2014年12月)の5カ年の潮位観測記録より求めた朔望平均潮位を使用している。ここでは、観測記録の抽出期間の妥当性を確認するため、10カ年の潮位観測記録について同様の分析を行い、潮位条件への影響の有無を確認した。</u></p> <p>また、<u>柏崎刈羽原子力発電所の潮位観測に用いている観測地点「柏崎」(国土交通省国土地理院柏崎験潮場)は、敷地から南西約11kmと離れていることから、発電所港湾の近傍に設置されている波高計記録と比較し、妥当性を確認した。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料8</p> <p style="text-align: center;">入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>1. はじめに</p> <p>入力津波による水位変動に用いる潮位条件には、<u>茨城港日立港区における平成18年1月から平成22年12月まで(2006年1月～2010年12月)の5カ年の朔望潮位データを使用しているが、観測期間の妥当性を確認するため、10カ年の朔望潮位データについて分析を行い、影響の有無を確認した。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料7</p> <p style="text-align: center;">入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>1. はじめに</p> <p>入力津波による水位変動に用いる潮位条件には、<u>図1に示す地点における潮位観測記録より求めた朔望平均潮位を使用している。朔望平均満潮位は、2015年1月から2019年12月の潮位観測記録に基づき設定し、朔望平均干潮位は、1995年9月から1996年8月の潮位観測記録に基づき設定している。ここでは、観測記録の抽出期間及び観測地点の妥当性を確認するため、潮位観測地点「輪谷湾」における約24カ年の潮位観測記録及び最寄りの気象庁潮位観測地点「境」(敷地から東約23km地点)における5カ年の潮位観測記録について分析を行った。</u></p> <div data-bbox="1804 940 2427 1297" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図1 潮位観測地点「輪谷湾」の潮位計※設置地点        (※敷地における津波監視機能を有する設備には該当しない、自主設備)</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
-------------------------------------	-------------------------	--------------	----

7.2 観測記録の抽出期間の影響について

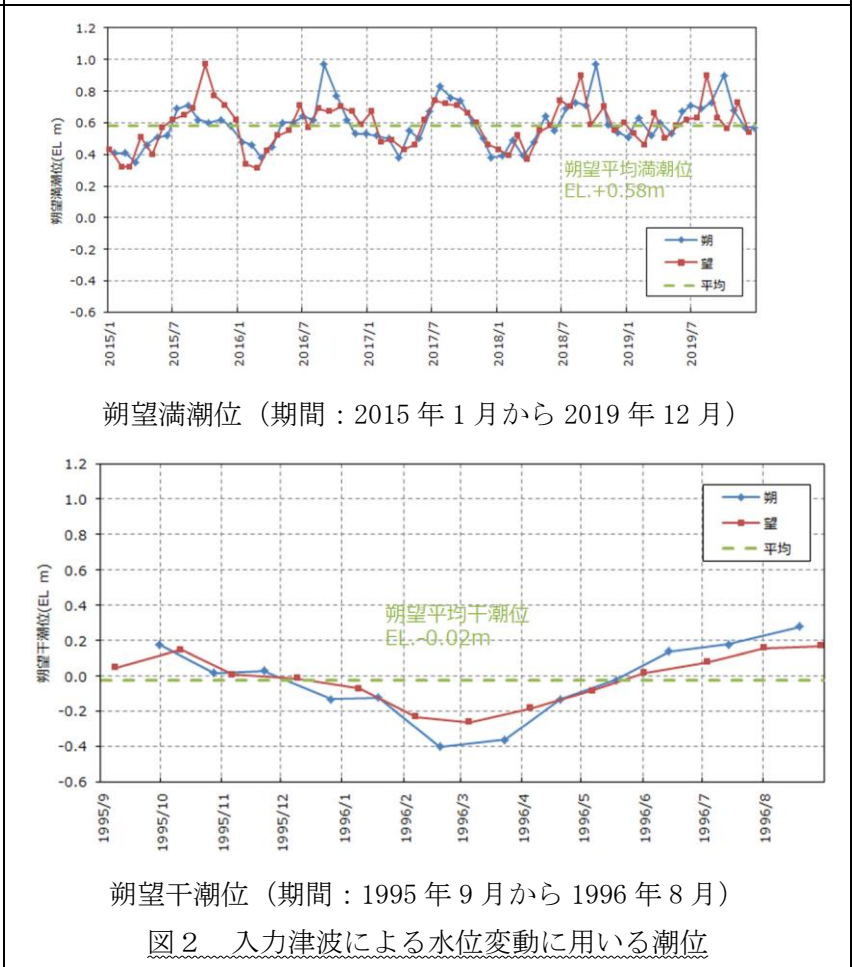
入力津波による水位変動に用いる平成22年1月から平成26年12月まで(2010年1月～2014年12月)の5カ年の潮位観測記録に対して、平成17年1月からの10カ年(2005年1月～2014年12月)の潮位観測記録のデータ分析を行った。分析結果を添付第7-1表に示す。

添付第7-1表から5カ年及び10カ年の朔望満潮位、朔望干潮位及びそれらの標準偏差について、いずれも同程度であることを確認した。また、添付第7-1図に10カ年(2005年1月～2014年12月)の潮位変化を示す。

2. 観測期間の影響について

入力津波による水位変動に用いる平成18年1月から平成22年12月まで(2006年1月～2010年12月)の5カ年の朔望潮位データに対して、平成13年1月からの10カ年(2001年1月～2010年12月)の朔望潮位データの分析を行った。朔望潮位に関する分析結果を第1表に示す。

第1表から5カ年及び10カ年の朔望満潮位、朔望干潮位及びそれらの標準偏差について、いずれも同程度であることを確認した。また、第1図に10カ年(2001年1月～2010年12月)の潮位変化を示す。



2. 観測記録の抽出期間の影響について

入力津波による水位変動に用いる潮位観測記録に対して、1995年9月から2019年12月までの約24カ年の潮位観測記録のデータ分析を行った。分析結果を表1に示す。

朔望平均満潮位及び潮位のばらつきは、当初「発電所構内(輪谷湾)」における1カ年(1995.9～1996.8)の潮位観測記録に基づき設定していたが、図3に示す約24カ年の潮位観測記録のとおり、潮位は近年緩やかな上昇傾向(0.15m程度)が認められることから、近年5カ年(2015.1～2019.12)の潮位観測記録に基づき、朔望平均満潮位をEL.+0.58m、満潮位のばらつきを0.14mと設定する。

朔望平均干潮位及び潮位のばらつきは、図3に示す「発電所構内(輪谷湾)」における約24カ年の潮位観測記録のとおり、潮位は近年緩やかな上昇傾向(0.15m程度)が認められるため、朔望



添付第7-1表 朔望潮位に関する分析結果

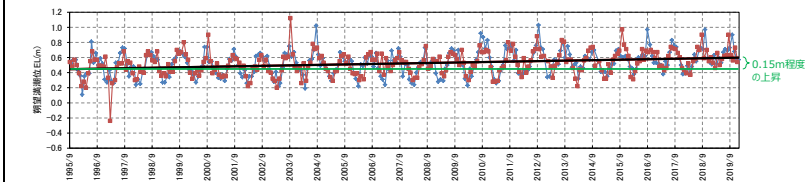
	朔望満潮位 (m)		朔望干潮位 (m)	
	5カ年	10カ年	5カ年	10カ年
平均値	T. M. S. L. +0.49	T. M. S. L. +0.49	T. M. S. L. +0.03	T. M. S. L. +0.01
標準偏差	0.16	0.15	0.15	0.14

第1表 朔望潮位に関する分析結果

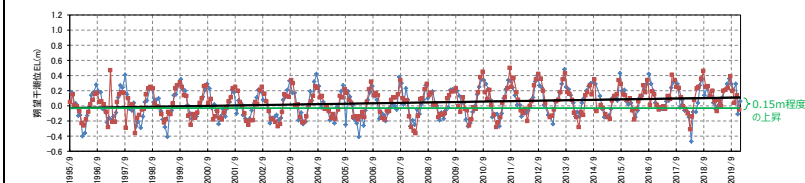
	朔望満潮位 (m)		朔望干潮位 (m)	
	5カ年	10カ年	5カ年	10カ年
平均値	T. P. +0.65	T. P. +0.64	T. P. -0.81	T. P. -0.80
標準偏差	0.14	0.13	0.16	0.15

表1 朔望平均潮位に関する分析結果

	朔望満潮位 (m)			朔望干潮位 (m)		
	5カ年	1カ年	約24カ年	5カ年	1カ年	約24カ年
平均値	EL. +0.58	EL. +0.46	EL. +0.52	EL. +0.09	EL. -0.02	EL. +0.04
標準偏差	0.14	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18



朔望満潮位

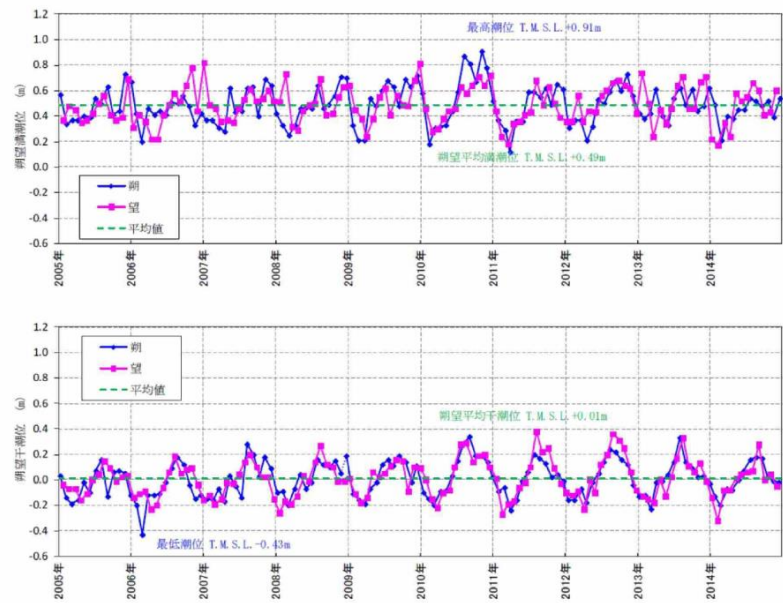


朔望干潮位

図3 約24カ年(1995年9月~2019年12月)の潮位変化

平均満潮位と同様に近年5カ年(2015.1~2019.12)の潮位観測記録に基づき設定していたが、保守的な評価となるよう朔望平均干潮位が最低となる1995年9月から1996年8月までの1カ年の潮位観測記録に基づき、当初のとおり朔望平均干潮位をEL. -0.02m、干潮位のばらつきを0.17mと設定する。

潮位観測記録を1995年9月から1996年8月の1カ年として朔望平均干潮位を設定することの妥当性を確認するため、潮位観測記録について分析を行った。図4に「発電所構内(輪谷湾)」における24カ年の朔望平均干潮位の年平均を示す。この図より、24カ年の朔望平均干潮位の最低水位は、1995年9月から1996年8月の1カ年における値のEL. -0.02mである。また、2002年1月から2002年12月の1カ年及び2006年1月から2006年12月の1カ年においても、同様にEL. -0.02mである。以上のことから、保守的な評価となるよう、既許可と同様に1995年9月から1996年8月までの1カ年の潮位観測記録に基づき、朔望平均干潮位をEL. -0.02mと設定した。



添付第7-1図 10ヵ年(2005年1月～2014年12月)の潮位変化  
(上：朔望満潮位，下：朔望干潮位)

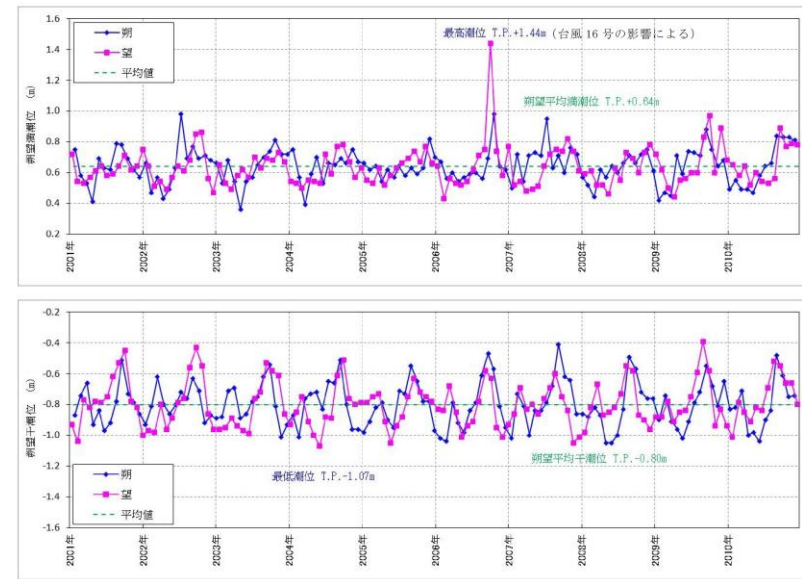
7.3 柏崎験潮場と敷地港外の波高計との比較について

柏崎刈羽原子力発電所の潮位観測に用いている観測地点「柏崎」(国土交通省国土地理院柏崎験潮場)は、敷地から南西約11kmと離れているため、発電所港湾の近傍に設置されている波高計記録と比較した。

柏崎験潮場の位置を添付第7-2図に、敷地港外に設置されている波高計位置図を添付第7-3図に示す。

柏崎験潮場と波高計の違いを下記に示す。

- 波高計は、超音波式沿岸波高計であり、海底に超音波送受波器を設置し、水中から発射した超音波が海面で反射して戻るまでの時間を計ることにより、海面の水位変動を0.5秒間隔で計測している。概念図を添付第7-4図に示す。
- 柏崎験潮場は、フロート式の潮位計であり、導水管を通過して井戸に入り出る海水の昇降を30秒間隔で計測し、日ごとの朔望満潮位を示している。波浪などの海水面の短周期変動成分



第1図 10ヵ年(2001年1月～2010年12月)の潮位変化  
(上：朔望満潮位，下：朔望干潮位)

3. 茨城港日立港区の潮位データの扱いについて

津波評価で使用している潮位データには、1971年～2010年までの茨城港日立港区の験潮所の観測データを用いている。2011年以降の潮位データについては公表されていない。

そのため、発電所の近接観測点であり、観測が継続している銚子漁港と小名浜の各地点の2006年1月～2010年12月、2012年1月～2016年12月における朔望平均満干潮位、年平均潮位、高潮を含む年最高潮位の推移及び過去約40年(1971年～2010年)及び過去約45年(1971年～2016年(2011年を除く))における最高潮位の超過発生確率を用いて、2011年以降の日立港区の潮位の傾向を推定した。験潮所位置図を第2図に、各地点の朔望平均満干潮位を第2表に、各地点の年平均潮位の推移を第3図に、各地点の年最高潮位の推移を第4図、各地点の最高潮位の超過発生確率の推移を第5図に示す。第2表から銚子漁港と小名浜の朔望平均満干潮位について、2006年～2010年と

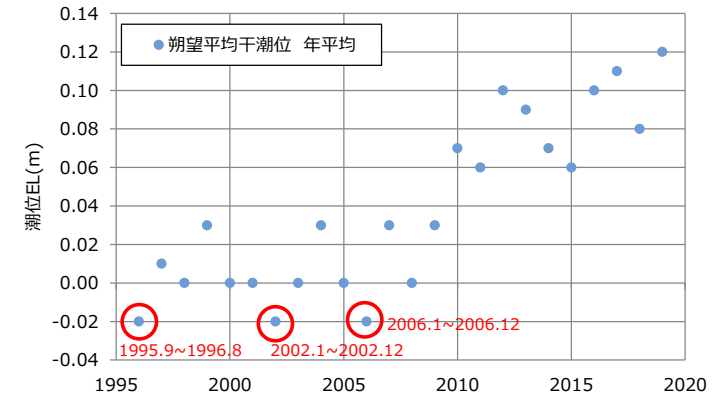


図4 約24ヵ年の朔望干潮位の年平均

3. 島根原子力発電所潮位観測記録と気象庁観測記録との比較について

島根原子力発電所の潮位観測に用いている潮位観測地点「輪谷湾」と最寄りの気象庁潮位観測地点「境」(敷地から東約23km地点)の潮位観測記録を比較した。

潮位観測地点「境」の位置を図5に示す。

・観測機器の違い  
【柏崎6/7】  
島根2号炉はいずれの観測も潮位計で実施しているため、波高計との違いに関する記載はしない。

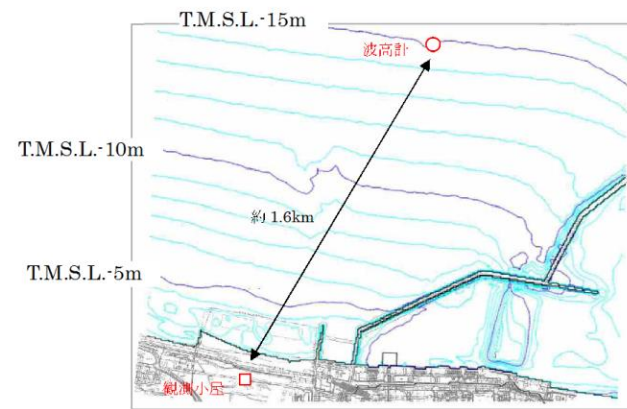
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>を取り除き、観測基準点からの高さを標高に換算している。<u>標高の基準としては、東京湾平均海面を用いている。</u>概念図を添付第7-5図に示す。</p> <p>波高計の記録と潮位計の記録を比較するため、計測された水位を、波高計の記録の短周期成分を取り除き、1時間平均値として整理した。対象期間については、1年間を通して潮位データが比較できることを考慮し、欠測が少ない期間とした。潮位計と波高計の各月の朔望満干潮位の推移を添付第7-6図に、朔望平均満潮位・干潮位を添付第7-2表に示す。</p> <p>検討結果から、<u>柏崎験潮場潮位と波高計の波形には大きな差がなく、柏崎験潮場と波高計の朔望満潮位及び朔望干潮位の差は朔望平均満潮位で4cm、朔望平均干潮位で5cm程度であり、大きな差がないことを確認した。</u></p> <p><u>*比較対象期間</u></p> <p>① 2006年1月～2006年12月  ② 2011年1月～2011年12月  ③ 2012年1月～2012年12月</p>	<p>2012年～2016年の値を比較したところ、<u>2006年～2010年に対し2012年～2016年の方が、朔望平均満干潮位の差が小さくなる傾向を示している。</u>また、第3図及び第4図から2006年～2010年における日立港区、銚子漁港及び小名浜の年平均潮位及び年最高潮位を比較したところ、<u>日立港区は銚子漁港及び小名浜と概ね同様の傾向を示している。</u></p> <p>さらに、<u>過去約40年(1971年～2010年)における日立港区、銚子漁港及び小名浜の最高潮位の超過発生確率を比較しても、日立港区の曲線は銚子漁港及び小名浜と概ね同様の傾向を示している。</u>また、2011年以降のデータを含む過去約45年(1971年～2016年(2011年を除く))と2011年以前のデータである<u>過去40年(1971年～2010年)における銚子漁港と小名浜の最高潮位の超過発生確率を比較すると、曲線は概ね同様の傾向を示すとともに、2011年以前のデータによる超過発生確率に比べて、2011年以降のデータを含んだ超過発生確率に有意な差はない。</u></p> <p>したがって、<u>2011年以降の日立港区の潮位は2010年以前の潮位と同様の傾向で推移し、また顕著な高潮は生じていないことが推測される。</u></p> <p>次に、<u>日立港区と東海第二発電所の月平均潮位を比較した。日立港区と東海第二発電所の潮位変動量の比較を第6図に示す。</u>なお、<u>東海第二発電所潮位データについては、検潮小屋のフロア高さを基準高さに用いているため、日立港区(2007年1月)の潮位値を基準値としている。</u>日立港区と東海第二発電所の潮位データがともに得られている2007年から2009年の月平均潮位を比較したところ、<u>日立港区と東海第二発電所は概ね同様の傾向を示している。</u>したがって、<u>日立港区の潮位には東海第二発電所における潮位変動の情報が反映されていることが推察される。</u></p> <p><u>以上のことから、2010年以前の茨城港日立港区の潮位データを津波評価で使用することは妥当と判断した。</u></p>	<p>潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の記録を比較するため、両地点の潮位月報から、<u>朔望平均満潮位・干潮位の値を整理した。</u>潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の2015年1月から2019年12月までの5ヵ年の朔望満干潮位の推移を図6に、<u>朔望平均満潮位・干潮位を表2に示す。</u></p> <p>検討結果から、<u>潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の波形には大きな差がなく、潮位観測地点「輪谷湾」と「境」の朔望満潮位及び朔望干潮位の差は朔望平均満潮位で5cm程度、朔望平均干潮位で4cm程度であり、大きな差がないことを確認した。</u></p> <p><u>気象庁によって潮位観測地点「境」検潮所の観測基準面標高が、1997年以降に4.4cm見直されている(「輪谷湾」の観測開始は1995年9月以降であるため、期間の近い1997年以降を参照した。)</u>。この観測基準面の標高の見直しは、<u>国土地理院による「2000年度平均成果」等の反映によるものであり、その見直し分4.4cmは、「輪谷湾」と「境」の朔望平均の標準偏差に比較し小さく、また、朔望平均の差とほぼ同程度(「輪谷湾」と「境」の差が小さくなる傾向)である。</u>境検潮所における基準面の履歴を表3に示す。</p> <p>なお、<u>島根原子力発電所で観測している「輪谷湾」の潮位は、発電所の運用管理上、敷地・施設に対する相対的な関係の確認を目的としたものであり、地殻変動による沈降は、運用管理上問題となる不等沈下を伴うものではないことから、境検潮所のような見直しは行っていない。</u></p>	<p>・検討内容の違い</p> <p>【柏崎6/7、東海第二】  島根2号炉は潮位観測地点の基準面に関する検討を実施。</p>



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

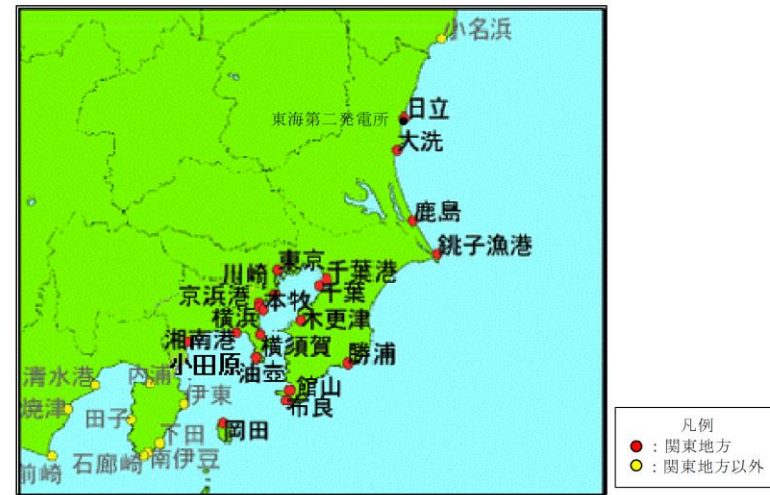


添付第 7-2 図 柏崎験潮場の位置



添付第 7-3 図 波高計の設置位置

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



※大洗、鹿島の実測潮位については示されていない。  
気象庁(2017)に加筆

第 2 図 験潮所位置図

島根原子力発電所 2号炉



図 5 潮位観測地点「境」の位置

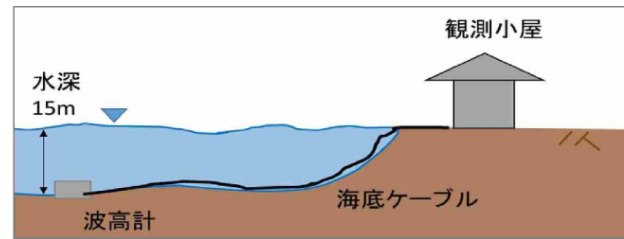
備考

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

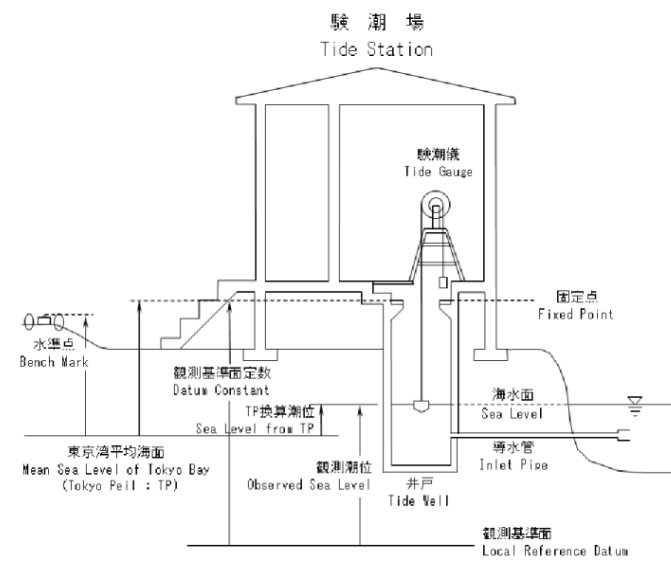
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

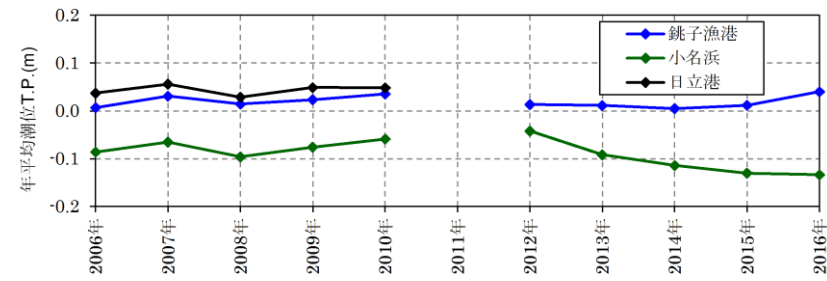
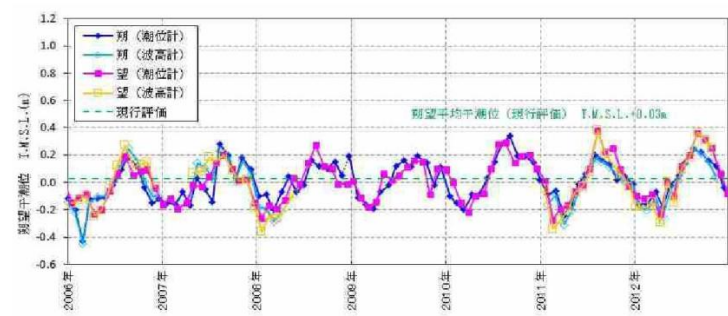
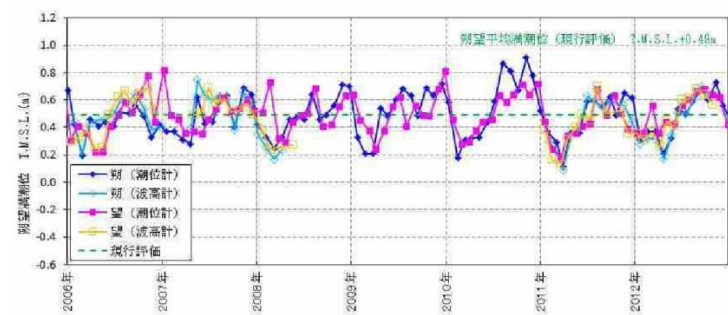
備考



添付第 7-4 図 超音波式沿岸波高計の概念図



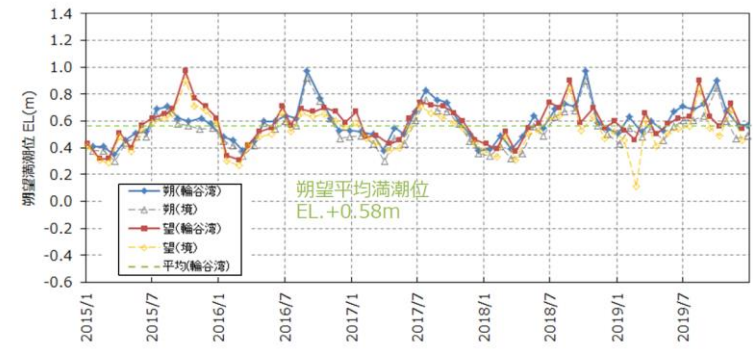
添付第 7-5 図 潮位計の概念図 (国土地理院 HP より)



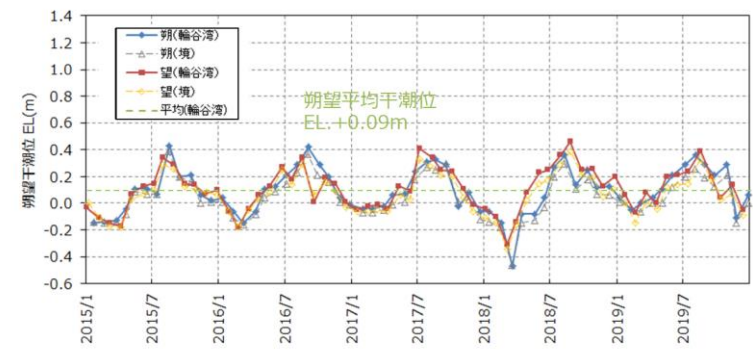
第3図 各地点の年平均潮位の推移



第4図 各地点の年最高潮位の推移



朔望満潮位



朔望干潮位

図6 5ヵ年(2015年1月~2019年12月)の潮位比較



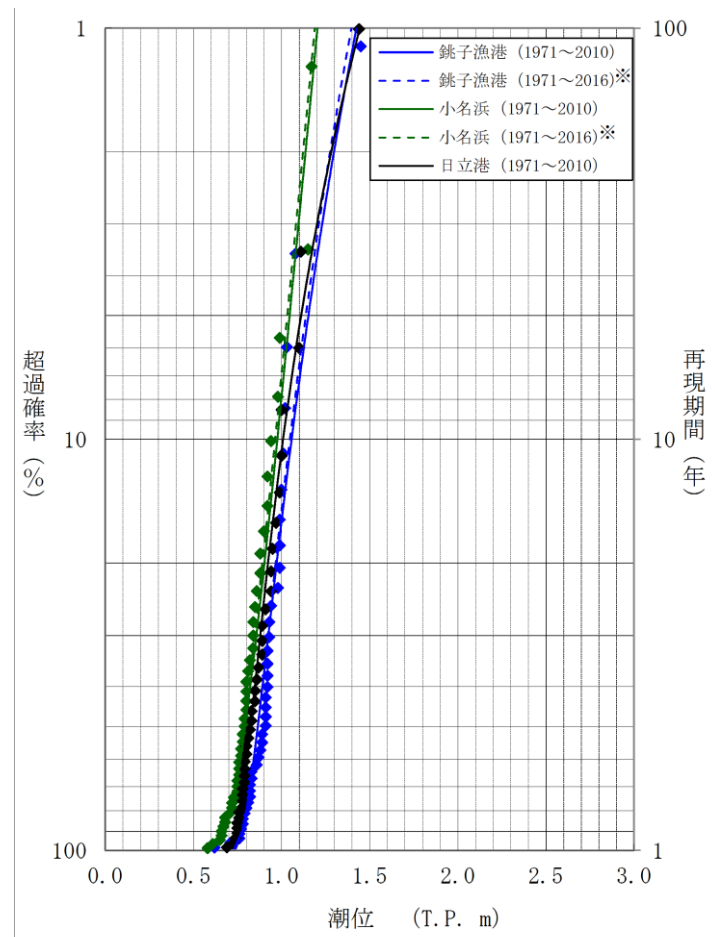
添付第7-2表 朔望平均の比較

	観測期間	朔望満潮位 (m)	朔望干潮位 (m)
敷地波高計	2006年1月～2006年12月	T.M.S.L. +0.47	T.M.S.L. -0.04
	2011年1月～2011年12月	T.M.S.L. +0.42	T.M.S.L. -0.03
	2012年1月～2012年12月	T.M.S.L. +0.46	T.M.S.L. +0.01
	平均値	T.M.S.L. +0.45	T.M.S.L. -0.02
柏崎験潮場	2010年1月～2010年12月	T.M.S.L. +0.55	T.M.S.L. +0.06
	2011年1月～2011年12月	T.M.S.L. +0.45	T.M.S.L. +0.02
	2012年1月～2012年12月	T.M.S.L. +0.50	T.M.S.L. +0.04
	2013年1月～2013年12月	T.M.S.L. +0.51	T.M.S.L. +0.02
	2014年1月～2014年12月	T.M.S.L. +0.45	T.M.S.L. +0.00
	現行評価 (平均値)	T.M.S.L. +0.49	T.M.S.L. +0.03

第2表 各地点の朔望平均満干潮位

		鏡子漁港		小名浜		日立港区
		2006～2010年	2012～2016年	2006～2010年	2012～2016年	2006～2010年
朔望満潮位	平均	0.65	0.62	0.54	0.49	0.65
	標準偏差	0.13	0.11	0.13	0.11	0.14
朔望干潮位	平均	-0.88	-0.82	-0.92	-0.88	-0.80
	標準偏差	0.14	0.13	0.15	0.13	0.15

単位：T.P. m



※2011年のデータを除く

第5図 各地点の超過発生確率

表2 朔望平均の比較

	地点	期間	平均値 (m)	標準偏差 (m)
朔望満潮位	輪谷湾	5カ年(2015.1～2019.12)	EL. +0.58	0.14
	境	5カ年(2015.1～2019.12)	EL. +0.53	0.14
朔望干潮位	輪谷湾	5カ年(2015.1～2019.12)	EL. +0.09	0.17
	境	5カ年(2015.1～2019.12)	EL. +0.05	0.15

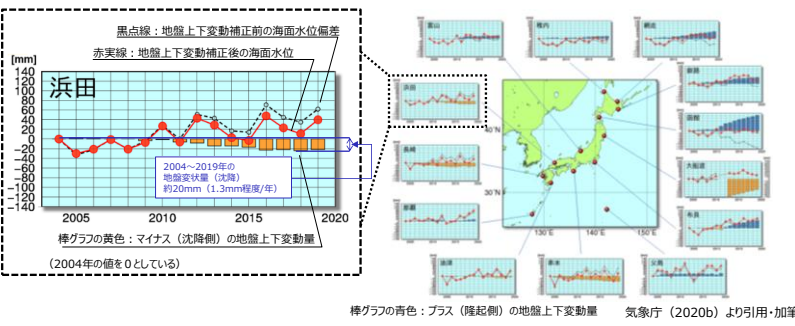
表3 境検潮所における基準面の履歴 (気象庁※)

期間	球分体の高さ (センチ)		観測基準面の標高 (センチ)	備考
	観測基準面 (DL) 上	標高上		
1978.05.01-	329.9	214.2	-115.7	検潮所移設
1983-	329.9	210.7	-119.2	
1987-	329.9	212.0	-117.9	
1988-	329.9	212.3	-117.6	
1990-	329.9	209.2	-120.7	
1997-	329.9	209.9	-120.0	
2003-	329.9	214.0	-115.9	基本水準点成果の2000年度平均成果への改定
2004-	329.9	215.0	-114.9	
2008-	329.9	214.9	-115.0	
2012-	329.9	215.2	-114.7	
2015-	329.9	215.8	-114.1	
2016-	329.9	214.3	-115.6	

※気象庁ホームページで公開されている境検潮所の「基準面の履歴」に一部修正

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="949 262 1706 567"> </div> <div data-bbox="1187 577 1676 640"> <p>※東海第二発電所の潮位データは、検潮小屋のフロア高さを基準高さに用いているため、日立港区(2007年1月)の潮位値を基準値としている。 また、2009年1月、2010年3月から2012年2月の潮位データは欠測。</p> </div> <div data-bbox="934 651 1706 735"> <p>第6図 日立港区と東海第二発電所における月平均潮位の変動量の比較</p> </div>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>4. 日本沿岸の海面水位の長期変化傾向について</p> <p>検潮記録に緩やかな上昇傾向が認められるため、その要因を分析するため文献調査を行った。</p> <p>日本沿岸の海面水位の長期傾向について、気象庁(2020a)<sup>(1)</sup>は、図7を示し、以下の点をまとめている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象庁(2020a)は「IPCC(2019)<sup>(2)</sup>の報告より、日本沿岸の海面水位は1906～2010年の期間では上昇傾向は見られないが、2006～2015年の期間では1年あたり4.1mmの割合で上昇していることを確認した」としている。</li> <li>・気象庁(2020a)は「日本沿岸の海面水位は、地球温暖化のほか地盤変動や海洋の十年規模の変動など様々な要因で変動しているため、地球温暖化の影響がどの程度現れているのかは明らかではない」としている。</li> </ul> <div data-bbox="1736 892 2493 1123" data-label="Figure"> <p>1906年から1959年までは、各地点ごとに年毎の海面水位の年平均を4地点で平均し(白丸・黒線)の推移、1960年以降については、各地点ごとに20年の平均海面水位の年平均の平均値(白三角・黒線)の推移を示す。1981年から2010年までの期間で求めた年平均値を示している。黒線は4地点平均の年平均値の年平均値(1960年以降の5年移動平均値を黒線で示す)、赤線は4地点平均の年平均値の5年移動平均値を示す。</p> <p>気象庁(2020a)より引用・加筆</p> </div> <p>図7 日本沿岸の海面水位変化(1906～2019年)</p> <p>上記より、日本沿岸の海面水位は、2006年以降、緩やかな上昇傾向があると考えられる(2006～2015年、4.1mm程度/年)。日本沿岸の海面水位は、地球温暖化、地盤変動、海洋の十年規模など様々な要因で変動しており、地球温暖化の影響の程度は明らかではない。各影響の要因(地球温暖化、地盤変動、海洋の十年規模)について考察する。</p> <p>(1) 地盤変動の影響について</p> <p>日本沿岸の海面水位の長期傾向に関して、気象庁(2020b)<sup>(3)</sup>は、地盤変動の影響を考慮した、より正確な海面水位変動を見積もるため、2003年から全国13地点の検潮所に国土地理院が設置したGPS観測装置を用いて地盤変動の監視を行なっている。その結果として下に示す海面水位偏差の時系列グラフを公開している。発電所</p>	<p>・検討内容の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】島根2号炉は検潮記録に緩やかな上昇傾向が認められるため、地球温暖化を含めた要因について検討を実施。</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>最寄りの観測地点「浜田」においては、図8のとおり。</p>  <p>図8 GPS併設検潮所の海面水位偏差の時系列グラフ(2004～2019年)</p> <p>GPS観測装置を用いた地盤変動の監視により、発電所最寄りの観測地点「浜田」における地盤変動は、2004年以降、沈降傾向が認められる。(2004～2019年で20mm程度沈降、1.3mm程度/年)。発電所最寄りの観測地点「浜田」において、地盤変動の沈降が認められることから、海面水位の上昇要因として、地盤変動の影響が考えられる。</p> <p>(2) 海洋の十年規模の変動の影響について 日本沿岸海面水位の20年周期の変動について、気象庁(2020c)<sup>(4)</sup>は、主に北太平洋の冬季偏西風の強度変動が原因であることが明らかとなったとし、以下の点をまとめている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象庁(2020c)は、「日本沿岸海面水位変動と、偏西風帯の風応力東西成分を比較すると、どちらも20年周期の変動が卓越しており、偏西風が強い年の約4年後は日本沿岸海面水位が高いことがわかる」としている。</li> <li>・気象庁(2020c)では、「1980年代以降の冬季偏西風の変化による日本沿岸海面水位上昇率(年あたり1.0mm)は、1980年代半ば以降の実際の海面水位上昇より小さく、残りの上昇は地球温暖化に伴う世界平均海面水位上昇が寄与している」としている。</li> </ul>	

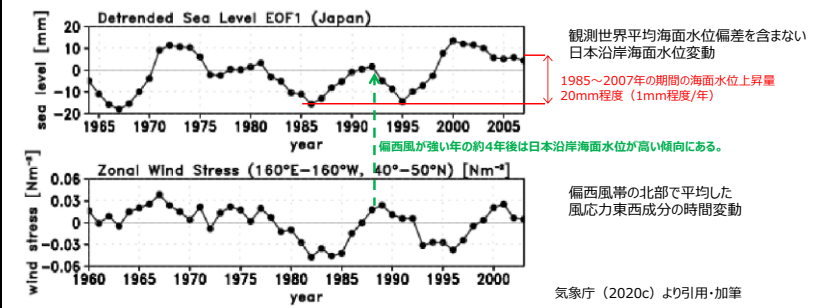


図9 北太平洋の冬季偏西風の強度変動

日本沿岸海面水位変動と偏西風帯の強度変動の比較から偏西風の影響により、日本沿岸の海面水位は、1985年以降、上昇傾向が認められる(1985~2007年で20mm程度上昇、1mm程度/年)。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、偏西風の強度変動の影響が考えられる。

日本沿岸の海面水位における偏西風の影響について、気象庁(2020c)は、以下のように解説を行っている。

- ・気象庁(2020c)は「北半球では、偏西風下の海洋表面で南向きの流れ(エクマン流)が生じる。エクマン流の強さは海上風の強さに比例する。このため、偏西風の南側の海洋表面では海水が収束し、海面を押し上げる」としている。
- ・気象庁(2020c)は「このように上昇した海面水位偏差は、地球自転の影響を受けて西向きに伝播し、4~5年かけて日本沿岸に到達して海面水位を上昇させる」としている。

風によって引き起こされる海洋中のエクマン流のイメージ図を図10に示す。

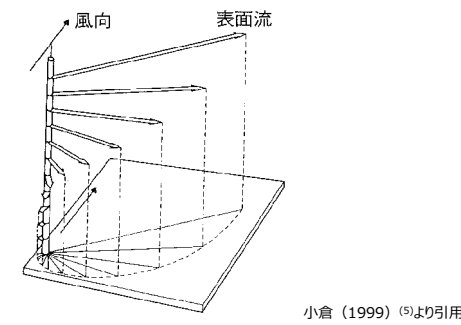


図10 風によって引き起こされる海洋中のエクマン境界層内の流れの立体的説明図

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(3) 世界の海面水位における地球温暖化の影響について 海面水位における世界規模の地球温暖化の影響について、気象庁(2020d)<sup>(6)</sup>は、2013年までの衛星海面高度計による測定データを解析し、以下の傾向が認められることをまとめている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象庁(2020d)は「気象庁で2013年までの衛星海面高度計による測定データを解析した結果、世界の平均海面水位の上昇率は2.99mm/年である」としている。</li> <li>・気象庁(2020d)は「海面水位の変化率は海域によって異なり、西太平洋では低緯度を中心に大きく上昇している」としている。</li> </ul> <div data-bbox="1757 709 2472 1087"> <p>人工衛星搭載の高度計から求めた世界平均海面水位偏差(66°N-66°S)の推移 (1996年~2006年の平均を0としている) 気象庁(2020d)より引用・加筆</p> </div> <p>図11 人工衛星搭載の高度計から求めた世界平均海面水位偏差(北緯66度-南緯66度)の推移</p> <div data-bbox="1757 1245 2472 1602"> <p>人工衛星搭載の高度計から求めた1993~2013年の海面水位変化率 (mm/年) 気象庁(2020d)より引用</p> </div> <p>図12 人工衛星搭載の高度計から求めた1993~2010年の海面水位変化率 (mm/年)</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>世界の平均海面水位は、2013年以降、上昇している（1993～2010年、2.99mm程度/年）。また、日本沿岸の海面水位についても、上昇傾向が認められる。</p> <p>世界規模の海面水位の上昇に対する要因とそれぞれの寄与について、気象庁（2020e）<sup>(7)</sup>は、地球温暖化の影響を評価している、IPCC(2019)を引用し、以下のとおり確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象庁は（2020e）は「海面水位上昇に大きな影響を与える要因としては、海洋の熱膨張、氷河の変化、グリーンランドの氷床と周囲の氷河の変化、南極の氷床と周囲の氷河の変化及び陸域の貯水量の変化が挙げられている」としている。</li> <li>・気象庁は（2020e）は「観測された海面水位の上昇に対する寄与は、表のように見積もられている。」としている。</li> </ul> <p style="text-align: center;">表4 世界平均海面水位の上昇率</p> <table border="1" data-bbox="1765 892 2151 1134"> <thead> <tr> <th colspan="2">上昇率 (mm/年)</th> </tr> <tr> <th>要因</th> <th>2006年～2015年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>海洋の熱膨張</td> <td>1.40 [1.08～1.72]</td> </tr> <tr> <td>氷河の変化(グリーンランドと南極の氷河を除く)</td> <td>0.61 [0.53～0.69]</td> </tr> <tr> <td>グリーンランドの氷床と周囲の氷河の変化</td> <td>0.77 [0.72～0.82]</td> </tr> <tr> <td>南極の氷床と周囲の氷河の変化</td> <td>0.43 [0.34～0.52]</td> </tr> <tr> <td>陸域の貯水量の変化</td> <td>-0.21 [-0.36～-0.06]</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>3.00 [2.62～3.38]</td> </tr> <tr> <td>観測</td> <td>3.58 [3.10～4.06]</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; color: red; font-size: small;">地球温暖化の影響と考えられる海洋の熱膨張、および氷河の融解により、海面水位が上昇している。(3mm程度/年、2006～2015年)</p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">気象庁（2020e）より引用・加筆</p> <p>地球温暖化の影響と考えられる海洋の熱膨張や氷河の融解により、世界の海面水位は、2006年以降、上昇傾向が認められる（2006～2015年、3mm程度/年）。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、地球温暖化の影響が考えられる。</p> <p>（4）日本沿岸の海面水位の長期変化傾向に関するまとめ</p> <p>検潮記録に緩やかな上昇傾向が認められるため、地球温暖化を含めた要因について文献調査を行った。当社の考察結果を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本沿岸の海面水位は、2006年以降、緩やかな上昇傾向があると考えられる（2006～2015年、4.1mm程度/年）。気象庁によると、日本沿岸の海面水位は、地球温暖化、地盤変動、海洋の十年規模など様々な要因で変動しており、地球温暖化の影響の程度は明らかではない。</li> </ul>	上昇率 (mm/年)		要因	2006年～2015年	海洋の熱膨張	1.40 [1.08～1.72]	氷河の変化(グリーンランドと南極の氷河を除く)	0.61 [0.53～0.69]	グリーンランドの氷床と周囲の氷河の変化	0.77 [0.72～0.82]	南極の氷床と周囲の氷河の変化	0.43 [0.34～0.52]	陸域の貯水量の変化	-0.21 [-0.36～-0.06]	合計	3.00 [2.62～3.38]	観測	3.58 [3.10～4.06]	
上昇率 (mm/年)																					
要因	2006年～2015年																				
海洋の熱膨張	1.40 [1.08～1.72]																				
氷河の変化(グリーンランドと南極の氷河を除く)	0.61 [0.53～0.69]																				
グリーンランドの氷床と周囲の氷河の変化	0.77 [0.72～0.82]																				
南極の氷床と周囲の氷河の変化	0.43 [0.34～0.52]																				
陸域の貯水量の変化	-0.21 [-0.36～-0.06]																				
合計	3.00 [2.62～3.38]																				
観測	3.58 [3.10～4.06]																				

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
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・GPS観測装置を用いた地盤変動の監視により、発電所最寄りの観測地点「浜田」における地盤変動は、2004年以降、沈降傾向が認められる（2004～2019年で20mm程度沈降，1.3mm程度/年）。発電所最寄りの観測地点「浜田」において、地盤変動の沈降が認められることから、海面水位の上昇要因として、地盤変動の影響が考えられる。</li> <li>・日本沿岸海面水位変動と偏西風帯の強度変動の比較から偏西風の影響により、日本沿岸の海面水位は、1985年以降、上昇傾向が認められる（1985～2007年で20mm程度上昇，1mm程度/年）。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、偏西風の強度変動の影響が考えられる。</li> <li>・地球温暖化の影響と考えられる海洋の熱膨張や氷河の融解により、世界の海面水位は、2006年以降、上昇傾向が認められる（2006～2015年，3mm程度/年）。日本沿岸の海面水位の上昇要因として、地球温暖化の影響が考えられる。</li> </ul> <p>文献調査の結果、日本沿岸の海面水位の上昇傾向の要因として、地盤変動，偏西風，地球温暖化の影響が一定程度，認められるとされている。</p> <p>上記要因のうち地球温暖化に関しては、気象庁により地球温暖化の影響の程度は明らかにはされていないことを踏まえ、その影響の程度は現在のところ明確になっていないと考える。</p> <p>(1)気象庁地球環境・海洋部（2020a）：日本沿岸の海面水位の長期変化傾向，  <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_trend.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_trend.html</a></p> <p>(2)IPCC，（2019）：Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, H.-O. Portner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. Weyer (eds.), .In press.</p> <p>(3)気象庁（2020b）：地盤上下変動を補正した日本周辺の2004年以降の海面水位変化，  <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/sl_gctrend/sl_gctrend.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/sl_gctrend/sl_gctrend.html</a></p> <p>(4)気象庁（2020c）：日本の海面水位の変動要因（偏西風との関</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
		係) , <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_ref/sl_model.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/a_1/sl_trend/sl_ref/sl_model.html</a> (5)小倉義光 (1999) : 一般気象学【第2版】 , P.150 (6)気象庁 (2020d) : 海面水位, <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/sl_trend/sl_sat.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/sl_trend/sl_sat.html</a> (7)気象庁 (2020e) : 海面水位の変動要因, <a href="https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/sl_trend/sl_cont.html">https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/sl_trend/sl_cont.html</a>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		<p>5. <u>高潮発生状況について</u></p> <p><u>潮汐以外の要因による潮位変動について、潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況(程度、台風等の高潮要因)について把握する。また、高潮の発生履歴を考慮して、高潮の可能性とその程度(ハザード)について検討し、津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の要否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。</u></p> <p><u>また、島根原子力発電所の潮位観測に用いている潮位観測地点「輪谷湾」と、最寄りの気象庁潮位観測地点「境」(敷地から東約23km地点)の潮位観測データを比較し、妥当性を確認した。</u></p> <p><u>さらに上記、再現期間を検討した期間(輪谷湾:1995年~2009年、境:1967年~2012年)以降の近年の潮位観測記録(2019年まで)についても確認し、既往の最高潮位との比較を行った。</u></p> <p><u>(1) 高潮の評価</u></p> <p><u>観測地点「発電所構内(輪谷湾)」における約15年(1995年~2009年)の年最高潮位を表5に示す。また、表から算定した観測地点「発電所構内(輪谷湾)」における最高潮位の超過発生確率を図13に示す。これより、再現期間と期待値は次のとおりとなる。</u></p> <table data-bbox="1774 1192 2012 1453"> <tr><td><u>2年</u></td><td><u>EL. +0.77m</u></td></tr> <tr><td><u>5年</u></td><td><u>EL. +0.91m</u></td></tr> <tr><td><u>10年</u></td><td><u>EL. +1.01m</u></td></tr> <tr><td><u>20年</u></td><td><u>EL. +1.12m</u></td></tr> <tr><td><u>50年</u></td><td><u>EL. +1.25m</u></td></tr> <tr><td><u>100年</u></td><td><u>EL. +1.36m</u></td></tr> </table>	<u>2年</u>	<u>EL. +0.77m</u>	<u>5年</u>	<u>EL. +0.91m</u>	<u>10年</u>	<u>EL. +1.01m</u>	<u>20年</u>	<u>EL. +1.12m</u>	<u>50年</u>	<u>EL. +1.25m</u>	<u>100年</u>	<u>EL. +1.36m</u>	<p>・高潮による影響を記載【柏崎6/7、東海第二】島根2号炉の高潮による影響を説明するために記載。</p>
<u>2年</u>	<u>EL. +0.77m</u>														
<u>5年</u>	<u>EL. +0.91m</u>														
<u>10年</u>	<u>EL. +1.01m</u>														
<u>20年</u>	<u>EL. +1.12m</u>														
<u>50年</u>	<u>EL. +1.25m</u>														
<u>100年</u>	<u>EL. +1.36m</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><u>表5 観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における年最高潮位</u></p> <table border="1" data-bbox="1762 310 2484 863"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>最高潮位 発生日</th> <th>年最高潮位 (EL. m)</th> <th>(参考) 年最高潮位上位10位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1995</td><td>9月3日</td><td>+0.72</td><td>9</td></tr> <tr><td>1996</td><td>6月18日</td><td>+0.81</td><td>5</td></tr> <tr><td>1997</td><td>8月10日</td><td>+0.79</td><td>7</td></tr> <tr><td>1999</td><td>10月29日</td><td>+0.80</td><td>6</td></tr> <tr><td>2000</td><td>9月17日</td><td>+0.90</td><td>4</td></tr> <tr><td>2001</td><td>8月22日</td><td>+0.71</td><td></td></tr> <tr><td>2002</td><td>9月1日</td><td>+0.97</td><td>3</td></tr> <tr><td>2003</td><td>9月13日</td><td>+1.12</td><td>1</td></tr> <tr><td>2004</td><td>8月19日</td><td>+1.02</td><td>2</td></tr> <tr><td>2005</td><td>7月4日</td><td>+0.67</td><td></td></tr> <tr><td>2006</td><td>8月12日</td><td>+0.67</td><td></td></tr> <tr><td>2007</td><td>8月14日</td><td>+0.72</td><td>9</td></tr> <tr><td>2008</td><td>8月15日</td><td>+0.75</td><td>8</td></tr> <tr><td>2009</td><td>12月6日</td><td>+0.70</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>※1998年はデータが1月～3月までしか計測されていないため考慮しない。</p> <p><u>(参考) 年最高潮位上位10位と発生要因</u></p> <table border="1" data-bbox="1742 1024 2484 1436"> <thead> <tr> <th>順位</th> <th>発生年月日</th> <th>高潮潮位 (EL. m)</th> <th>発生要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2003年9月13日</td><td>+1.12</td><td>台風14号</td></tr> <tr><td>2</td><td>2004年8月19日</td><td>+1.02</td><td>台風15号</td></tr> <tr><td>3</td><td>2002年9月1日</td><td>+0.97</td><td>台風15号</td></tr> <tr><td>4</td><td>2000年9月17日</td><td>+0.90</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>1996年6月18日</td><td>+0.81</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>1999年10月29日</td><td>+0.80</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>1997年8月10日</td><td>+0.79</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>2008年8月15日</td><td>+0.75</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>1995年9月3日</td><td>+0.72</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>2007年8月14日</td><td>+0.72</td><td></td></tr> </tbody> </table>	年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位	1995	9月3日	+0.72	9	1996	6月18日	+0.81	5	1997	8月10日	+0.79	7	1999	10月29日	+0.80	6	2000	9月17日	+0.90	4	2001	8月22日	+0.71		2002	9月1日	+0.97	3	2003	9月13日	+1.12	1	2004	8月19日	+1.02	2	2005	7月4日	+0.67		2006	8月12日	+0.67		2007	8月14日	+0.72	9	2008	8月15日	+0.75	8	2009	12月6日	+0.70		順位	発生年月日	高潮潮位 (EL. m)	発生要因	1	2003年9月13日	+1.12	台風14号	2	2004年8月19日	+1.02	台風15号	3	2002年9月1日	+0.97	台風15号	4	2000年9月17日	+0.90		5	1996年6月18日	+0.81		6	1999年10月29日	+0.80		7	1997年8月10日	+0.79		8	2008年8月15日	+0.75		9	1995年9月3日	+0.72		9	2007年8月14日	+0.72		
年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位																																																																																																								
1995	9月3日	+0.72	9																																																																																																								
1996	6月18日	+0.81	5																																																																																																								
1997	8月10日	+0.79	7																																																																																																								
1999	10月29日	+0.80	6																																																																																																								
2000	9月17日	+0.90	4																																																																																																								
2001	8月22日	+0.71																																																																																																									
2002	9月1日	+0.97	3																																																																																																								
2003	9月13日	+1.12	1																																																																																																								
2004	8月19日	+1.02	2																																																																																																								
2005	7月4日	+0.67																																																																																																									
2006	8月12日	+0.67																																																																																																									
2007	8月14日	+0.72	9																																																																																																								
2008	8月15日	+0.75	8																																																																																																								
2009	12月6日	+0.70																																																																																																									
順位	発生年月日	高潮潮位 (EL. m)	発生要因																																																																																																								
1	2003年9月13日	+1.12	台風14号																																																																																																								
2	2004年8月19日	+1.02	台風15号																																																																																																								
3	2002年9月1日	+0.97	台風15号																																																																																																								
4	2000年9月17日	+0.90																																																																																																									
5	1996年6月18日	+0.81																																																																																																									
6	1999年10月29日	+0.80																																																																																																									
7	1997年8月10日	+0.79																																																																																																									
8	2008年8月15日	+0.75																																																																																																									
9	1995年9月3日	+0.72																																																																																																									
9	2007年8月14日	+0.72																																																																																																									

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

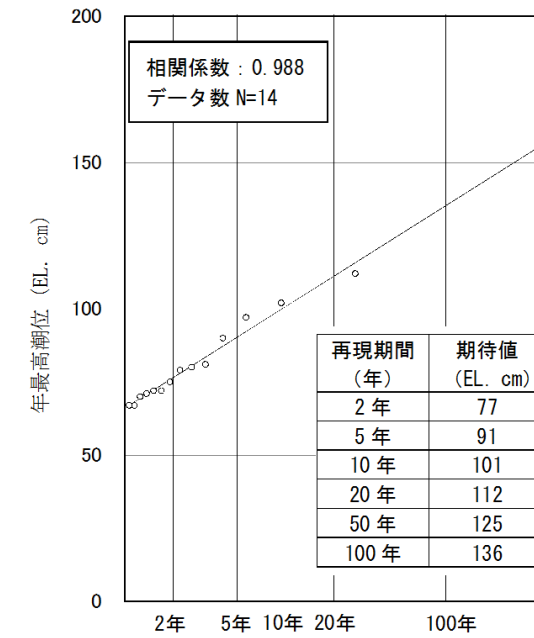
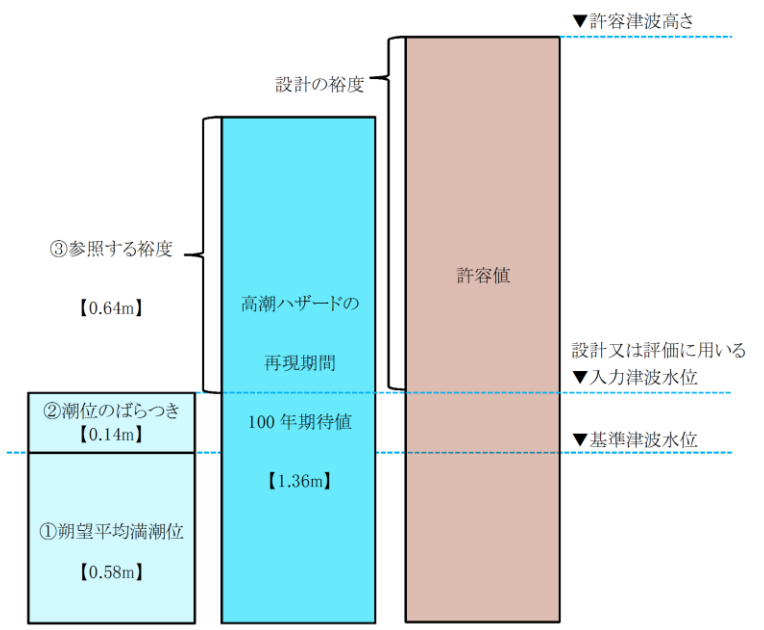


図 13 発電所構内（輪谷湾）における最高潮位の超過発生確率

(2) 高潮の考慮

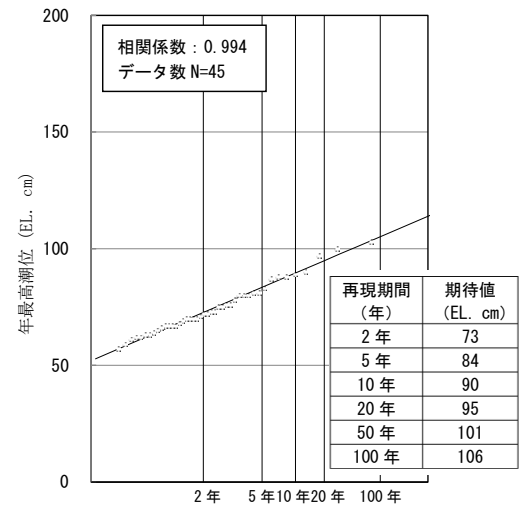
基準津波による水位の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性が極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラントの運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 (EL. +1.36m) と、入力津波で考慮する朔望平均満潮位 (EL. +0.58m) 及び潮位のばらつき (0.14m) の合計の差である 0.64m を外郭防護の裕度評価において参照する。(図 14)



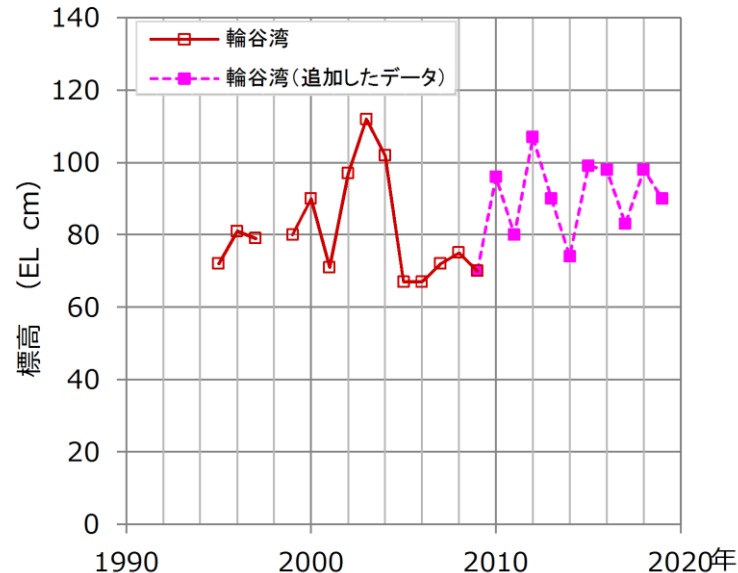
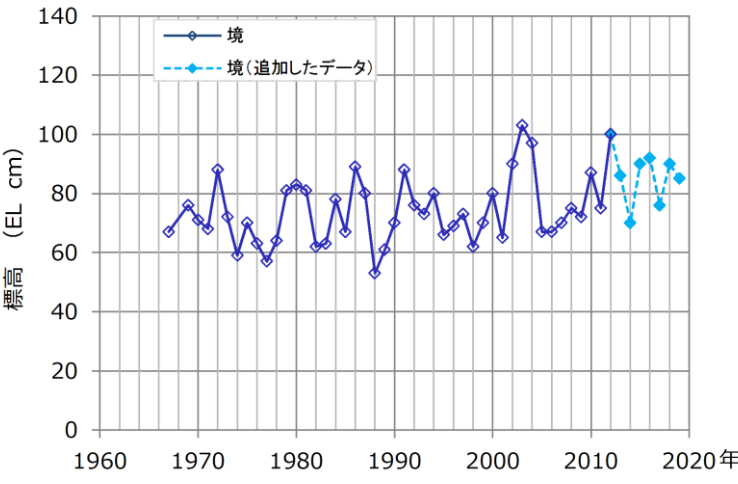
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		 <p style="text-align: center;">図 14 高潮の考慮のイメージ</p> <p>(3) <u>高潮の評価 (最寄地点)</u></p> <p>発電所敷地の最寄りの気象庁潮位観測地点「境」(敷地から東約23km地点)における約45年(1967年～2012年)の年最高潮位を表6に示す。また、表から算定した気象庁潮位観測地点「境」における最高潮位の超過発生確率を図15に示す。これより、再現期間と期待値は次のとおりとなる。</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td><u>2年</u></td><td><u>EL. +0.73m</u></td></tr> <tr><td><u>5年</u></td><td><u>EL. +0.84m</u></td></tr> <tr><td><u>10年</u></td><td><u>EL. +0.90m</u></td></tr> <tr><td><u>20年</u></td><td><u>EL. +0.95m</u></td></tr> <tr><td><u>50年</u></td><td><u>EL. +1.01m</u></td></tr> <tr><td><u>100年</u></td><td><u>EL. +1.06m</u></td></tr> </table> <p>気象庁潮位観測地点「境」における、再現期間100年に対する期待値はEL. +1.06mであり、「発電所構内(輪谷湾)」における期待値と比べて、小さい値であることを確認した。</p>	<u>2年</u>	<u>EL. +0.73m</u>	<u>5年</u>	<u>EL. +0.84m</u>	<u>10年</u>	<u>EL. +0.90m</u>	<u>20年</u>	<u>EL. +0.95m</u>	<u>50年</u>	<u>EL. +1.01m</u>	<u>100年</u>	<u>EL. +1.06m</u>	
<u>2年</u>	<u>EL. +0.73m</u>														
<u>5年</u>	<u>EL. +0.84m</u>														
<u>10年</u>	<u>EL. +0.90m</u>														
<u>20年</u>	<u>EL. +0.95m</u>														
<u>50年</u>	<u>EL. +1.01m</u>														
<u>100年</u>	<u>EL. +1.06m</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>表6(1) 気象庁潮位観測地点「境」における年最高潮位</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>最高潮位 発生日</th> <th>年最高潮位 (EL. m)</th> <th>(参考) 年最高潮位上位10位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1967</td><td>7月3日</td><td>+0.67</td><td></td></tr> <tr><td>1969</td><td>8月24日</td><td>+0.76</td><td></td></tr> <tr><td>1970</td><td>12月3日</td><td>+0.71</td><td></td></tr> <tr><td>1971</td><td>8月16日</td><td>+0.68</td><td></td></tr> <tr><td>1972</td><td>8月10日</td><td>+0.88</td><td>6</td></tr> <tr><td>1973</td><td>8月18日</td><td>+0.72</td><td></td></tr> <tr><td>1974</td><td>7月7日</td><td>+0.59</td><td></td></tr> <tr><td>1975</td><td>8月23日</td><td>+0.70</td><td></td></tr> <tr><td>1976</td><td>10月29日</td><td>+0.63</td><td></td></tr> <tr><td>1977</td><td>7月2日</td><td>+0.57</td><td></td></tr> <tr><td>1978</td><td>8月3日</td><td>+0.64</td><td></td></tr> <tr><td>1979</td><td>8月18日</td><td>+0.81</td><td>10</td></tr> <tr><td>1980</td><td>10月26日</td><td>+0.83</td><td>9</td></tr> <tr><td>1981</td><td>9月4日</td><td>+0.81</td><td>10</td></tr> <tr><td>1982</td><td>8月28日</td><td>+0.62</td><td></td></tr> <tr><td>1983</td><td>7月3日</td><td>+0.63</td><td></td></tr> <tr><td>1984</td><td>8月22日</td><td>+0.78</td><td></td></tr> <tr><td>1985</td><td>7月18日</td><td>+0.67</td><td></td></tr> <tr><td>1986</td><td>8月29日</td><td>+0.89</td><td>5</td></tr> <tr><td>1987</td><td>8月31日</td><td>+0.80</td><td></td></tr> <tr><td>1988</td><td>11月13日</td><td>+0.53</td><td></td></tr> <tr><td>1989</td><td>11月1日</td><td>+0.61</td><td></td></tr> <tr><td>1990</td><td>8月23日</td><td>+0.70</td><td></td></tr> <tr><td>1991</td><td>7月30日</td><td>+0.88</td><td>6</td></tr> <tr><td>1992</td><td>9月25日</td><td>+0.76</td><td></td></tr> <tr><td>1993</td><td>6月3日</td><td>+0.73</td><td></td></tr> <tr><td>1994</td><td>10月13日</td><td>+0.80</td><td></td></tr> <tr><td>1995</td><td>9月3日</td><td>+0.66</td><td></td></tr> <tr><td>1996</td><td>6月18日</td><td>+0.69</td><td></td></tr> <tr><td>1997</td><td>8月10日</td><td>+0.73</td><td></td></tr> <tr><td>1998</td><td>7月20日</td><td>+0.62</td><td></td></tr> <tr><td>1999</td><td>10月29日</td><td>+0.70</td><td></td></tr> <tr><td>2000</td><td>9月17日</td><td>+0.80</td><td></td></tr> </tbody> </table>	年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位	1967	7月3日	+0.67		1969	8月24日	+0.76		1970	12月3日	+0.71		1971	8月16日	+0.68		1972	8月10日	+0.88	6	1973	8月18日	+0.72		1974	7月7日	+0.59		1975	8月23日	+0.70		1976	10月29日	+0.63		1977	7月2日	+0.57		1978	8月3日	+0.64		1979	8月18日	+0.81	10	1980	10月26日	+0.83	9	1981	9月4日	+0.81	10	1982	8月28日	+0.62		1983	7月3日	+0.63		1984	8月22日	+0.78		1985	7月18日	+0.67		1986	8月29日	+0.89	5	1987	8月31日	+0.80		1988	11月13日	+0.53		1989	11月1日	+0.61		1990	8月23日	+0.70		1991	7月30日	+0.88	6	1992	9月25日	+0.76		1993	6月3日	+0.73		1994	10月13日	+0.80		1995	9月3日	+0.66		1996	6月18日	+0.69		1997	8月10日	+0.73		1998	7月20日	+0.62		1999	10月29日	+0.70		2000	9月17日	+0.80		
年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位																																																																																																																																								
1967	7月3日	+0.67																																																																																																																																									
1969	8月24日	+0.76																																																																																																																																									
1970	12月3日	+0.71																																																																																																																																									
1971	8月16日	+0.68																																																																																																																																									
1972	8月10日	+0.88	6																																																																																																																																								
1973	8月18日	+0.72																																																																																																																																									
1974	7月7日	+0.59																																																																																																																																									
1975	8月23日	+0.70																																																																																																																																									
1976	10月29日	+0.63																																																																																																																																									
1977	7月2日	+0.57																																																																																																																																									
1978	8月3日	+0.64																																																																																																																																									
1979	8月18日	+0.81	10																																																																																																																																								
1980	10月26日	+0.83	9																																																																																																																																								
1981	9月4日	+0.81	10																																																																																																																																								
1982	8月28日	+0.62																																																																																																																																									
1983	7月3日	+0.63																																																																																																																																									
1984	8月22日	+0.78																																																																																																																																									
1985	7月18日	+0.67																																																																																																																																									
1986	8月29日	+0.89	5																																																																																																																																								
1987	8月31日	+0.80																																																																																																																																									
1988	11月13日	+0.53																																																																																																																																									
1989	11月1日	+0.61																																																																																																																																									
1990	8月23日	+0.70																																																																																																																																									
1991	7月30日	+0.88	6																																																																																																																																								
1992	9月25日	+0.76																																																																																																																																									
1993	6月3日	+0.73																																																																																																																																									
1994	10月13日	+0.80																																																																																																																																									
1995	9月3日	+0.66																																																																																																																																									
1996	6月18日	+0.69																																																																																																																																									
1997	8月10日	+0.73																																																																																																																																									
1998	7月20日	+0.62																																																																																																																																									
1999	10月29日	+0.70																																																																																																																																									
2000	9月17日	+0.80																																																																																																																																									

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																				
		<p>表6(2) 気象庁潮位観測地点「境」における年最高潮位</p> <table border="1" data-bbox="1804 310 2433 688"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>最高潮位 発生日</th> <th>年最高潮位 (EL. m)</th> <th>(参考) 年最高潮位上位10位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2001</td><td>8月22日</td><td>+0.65</td><td></td></tr> <tr><td>2002</td><td>9月1日</td><td>+0.90</td><td>4</td></tr> <tr><td>2003</td><td>9月13日</td><td>+1.03</td><td>1</td></tr> <tr><td>2004</td><td>8月20日</td><td>+0.97</td><td>3</td></tr> <tr><td>2005</td><td>7月4日</td><td>+0.67</td><td></td></tr> <tr><td>2006</td><td>8月12日</td><td>+0.67</td><td></td></tr> <tr><td>2007</td><td>8月14日</td><td>+0.70</td><td></td></tr> <tr><td>2008</td><td>8月15日</td><td>+0.75</td><td></td></tr> <tr><td>2009</td><td>12月6日</td><td>+0.72</td><td></td></tr> <tr><td>2010</td><td>8月12日</td><td>+0.87</td><td>8</td></tr> <tr><td>2011</td><td>7月4日</td><td>+0.75</td><td></td></tr> <tr><td>2012</td><td>9月18日</td><td>+1.00</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <p>(参考) 年最高潮位上位10位と発生要因</p> <table border="1" data-bbox="1792 840 2445 1234"> <thead> <tr> <th>順位</th> <th>発生年月日</th> <th>高潮潮位 (EL. m)</th> <th>発生要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2003年9月13日</td><td>+1.03</td><td>台風14号</td></tr> <tr><td>2</td><td>2012年9月18日</td><td>+1.00</td><td>台風16号</td></tr> <tr><td>3</td><td>2004年8月20日</td><td>+0.97</td><td>台風15号</td></tr> <tr><td>4</td><td>2002年9月1日</td><td>+0.90</td><td>台風15号</td></tr> <tr><td>5</td><td>1986年8月29日</td><td>+0.89</td><td>台風13号</td></tr> <tr><td>6</td><td>1972年8月10日</td><td>+0.88</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>1991年7月30日</td><td>+0.88</td><td>台風19号</td></tr> <tr><td>8</td><td>2010年8月12日</td><td>+0.87</td><td>台風4号</td></tr> <tr><td>9</td><td>1980年10月26日</td><td>+0.83</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>1979年8月18日</td><td>+0.81</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>1981年9月4日</td><td>+0.81</td><td></td></tr> </tbody> </table>	年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位	2001	8月22日	+0.65		2002	9月1日	+0.90	4	2003	9月13日	+1.03	1	2004	8月20日	+0.97	3	2005	7月4日	+0.67		2006	8月12日	+0.67		2007	8月14日	+0.70		2008	8月15日	+0.75		2009	12月6日	+0.72		2010	8月12日	+0.87	8	2011	7月4日	+0.75		2012	9月18日	+1.00	2	順位	発生年月日	高潮潮位 (EL. m)	発生要因	1	2003年9月13日	+1.03	台風14号	2	2012年9月18日	+1.00	台風16号	3	2004年8月20日	+0.97	台風15号	4	2002年9月1日	+0.90	台風15号	5	1986年8月29日	+0.89	台風13号	6	1972年8月10日	+0.88		6	1991年7月30日	+0.88	台風19号	8	2010年8月12日	+0.87	台風4号	9	1980年10月26日	+0.83		10	1979年8月18日	+0.81		10	1981年9月4日	+0.81		
年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	(参考) 年最高潮位上位10位																																																																																																				
2001	8月22日	+0.65																																																																																																					
2002	9月1日	+0.90	4																																																																																																				
2003	9月13日	+1.03	1																																																																																																				
2004	8月20日	+0.97	3																																																																																																				
2005	7月4日	+0.67																																																																																																					
2006	8月12日	+0.67																																																																																																					
2007	8月14日	+0.70																																																																																																					
2008	8月15日	+0.75																																																																																																					
2009	12月6日	+0.72																																																																																																					
2010	8月12日	+0.87	8																																																																																																				
2011	7月4日	+0.75																																																																																																					
2012	9月18日	+1.00	2																																																																																																				
順位	発生年月日	高潮潮位 (EL. m)	発生要因																																																																																																				
1	2003年9月13日	+1.03	台風14号																																																																																																				
2	2012年9月18日	+1.00	台風16号																																																																																																				
3	2004年8月20日	+0.97	台風15号																																																																																																				
4	2002年9月1日	+0.90	台風15号																																																																																																				
5	1986年8月29日	+0.89	台風13号																																																																																																				
6	1972年8月10日	+0.88																																																																																																					
6	1991年7月30日	+0.88	台風19号																																																																																																				
8	2010年8月12日	+0.87	台風4号																																																																																																				
9	1980年10月26日	+0.83																																																																																																					
10	1979年8月18日	+0.81																																																																																																					
10	1981年9月4日	+0.81																																																																																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
		 <table border="1" data-bbox="2166 535 2359 724"> <thead> <tr> <th>再現期間 (年)</th> <th>期待値 (EL, cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2年</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>5年</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>10年</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>20年</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>50年</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>100年</td> <td>106</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1736 787 2507 871">図 15 気象庁潮位観測地点「境」における最高潮位の超過発生確率</p> <p data-bbox="1736 966 2507 1228"> <u>(4) 近年の潮位観測記録との比較</u>  <u>観測地点「発電所構内(輪谷湾)」における再現期間を検討した期間(1995年～2009年)以降及び気象庁潮位観測地点「境」における再現期間を検討した期間(1967年～2012年)以降の近年の潮位観測記録の年最高潮位を表7, 表8, 図16, 図17に示す。</u>  <u>これより, 上記検討した期間の最高潮位を超える潮位はない。</u> </p>	再現期間 (年)	期待値 (EL, cm)	2年	73	5年	84	10年	90	20年	95	50年	101	100年	106	
再現期間 (年)	期待値 (EL, cm)																
2年	73																
5年	84																
10年	90																
20年	95																
50年	101																
100年	106																

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="1768 254 2496 285"><u>表7 観測地点「発電所構内(輪谷湾)」における年最高潮位</u></p> <table border="1" data-bbox="1748 310 2490 898"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>最高潮位 発生日</th> <th>年最高潮位 (EL. m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2010</td><td>8月12日</td><td>+0.96</td></tr> <tr><td>2011</td><td>8月12日</td><td>+0.80</td></tr> <tr><td>2012</td><td>9月18日</td><td>+1.07</td></tr> <tr><td>2013</td><td>8月30日</td><td>+0.90</td></tr> <tr><td>2014</td><td>9月9日</td><td>+0.74</td></tr> <tr><td>2015</td><td>10月2日</td><td>+0.99</td></tr> <tr><td>2016</td><td>8月31日</td><td>+0.98</td></tr> <tr><td>2017</td><td>9月12日</td><td>+0.83</td></tr> <tr><td>2018</td><td>10月6日</td><td>+0.98</td></tr> <tr><td>2019</td><td>10月3日</td><td>+0.90</td></tr> <tr> <td>1995年～2009年 の最高潮位</td> <td>2003年9月13日</td> <td>+1.12</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1798 1016 2439 1047"><u>表8 気象庁潮位観測地点「境」における年最高潮位</u></p> <table border="1" data-bbox="1748 1073 2490 1528"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>最高潮位 発生日</th> <th>年最高潮位 (EL. m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2013</td><td>8月30日</td><td>+0.86</td></tr> <tr><td>2014</td><td>8月11日</td><td>+0.70</td></tr> <tr><td>2015</td><td>10月2日</td><td>+0.90</td></tr> <tr><td>2016</td><td>8月31日</td><td>+0.92</td></tr> <tr><td>2017</td><td>7月25日</td><td>+0.76</td></tr> <tr><td>2018</td><td>10月7日</td><td>+0.90</td></tr> <tr><td>2019</td><td>10月4日</td><td>+0.85</td></tr> <tr> <td>1967年～2012年 の最高潮位</td> <td>2003年9月13日</td> <td>+1.03</td> </tr> </tbody> </table>	年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	2010	8月12日	+0.96	2011	8月12日	+0.80	2012	9月18日	+1.07	2013	8月30日	+0.90	2014	9月9日	+0.74	2015	10月2日	+0.99	2016	8月31日	+0.98	2017	9月12日	+0.83	2018	10月6日	+0.98	2019	10月3日	+0.90	1995年～2009年 の最高潮位	2003年9月13日	+1.12	年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)	2013	8月30日	+0.86	2014	8月11日	+0.70	2015	10月2日	+0.90	2016	8月31日	+0.92	2017	7月25日	+0.76	2018	10月7日	+0.90	2019	10月4日	+0.85	1967年～2012年 の最高潮位	2003年9月13日	+1.03	
年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)																																																																
2010	8月12日	+0.96																																																																
2011	8月12日	+0.80																																																																
2012	9月18日	+1.07																																																																
2013	8月30日	+0.90																																																																
2014	9月9日	+0.74																																																																
2015	10月2日	+0.99																																																																
2016	8月31日	+0.98																																																																
2017	9月12日	+0.83																																																																
2018	10月6日	+0.98																																																																
2019	10月3日	+0.90																																																																
1995年～2009年 の最高潮位	2003年9月13日	+1.12																																																																
年	最高潮位 発生日	年最高潮位 (EL. m)																																																																
2013	8月30日	+0.86																																																																
2014	8月11日	+0.70																																																																
2015	10月2日	+0.90																																																																
2016	8月31日	+0.92																																																																
2017	7月25日	+0.76																																																																
2018	10月7日	+0.90																																																																
2019	10月4日	+0.85																																																																
1967年～2012年 の最高潮位	2003年9月13日	+1.03																																																																

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="1745 835 2493 865">図16 観測地点「発電所構内（輪谷湾）」における最高潮位変化</p>  <p data-bbox="1804 1465 2463 1495">図17 気象庁潮位観測地点「境」における最高潮位変化</p>	



柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
		<p>(5) 近年の潮位観測記録による高潮評価について</p> <p>高潮の評価について、近年のデータも含めたうえで、最高潮位の超過確率を算定するとともに、再現期間100年に対する期待値(EL. +1.36m)を用いることにした妥当性について説明する。</p> <p>近年のデータを含む24ヵ年(1995年～2019年)を対象に、輪谷湾におけるプラントの運転期間を超える再現期間100年に対する期待値を算出した結果を図18に示す。この図より、100年に対する期待値はEL. +1.23mであり、従来から用いている期待値より小さくなっている。</p> <p>以上のことから、保守的な評価となるよう、従来から用いている1995年～2009年を対象に算出した再現期間100年に対する期待値(EL. +1.36m)を用いる。</p> <div data-bbox="1863 898 2368 1486" data-label="Figure"> <table border="1" data-bbox="2169 1224 2356 1440"> <thead> <tr> <th>再現期間 (年)</th> <th>期待値 (EL cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2年</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>5年</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>10年</td> <td>104</td> </tr> <tr> <td>20年</td> <td>111</td> </tr> <tr> <td>50年</td> <td>118</td> </tr> <tr> <td>100年</td> <td>123</td> </tr> </tbody> </table> </div>	再現期間 (年)	期待値 (EL cm)	2年	84	5年	97	10年	104	20年	111	50年	118	100年	123	
再現期間 (年)	期待値 (EL cm)																
2年	84																
5年	97																
10年	104																
20年	111																
50年	118																
100年	123																

図18 近年の観測記録による最高潮位の超過発生確率