

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）

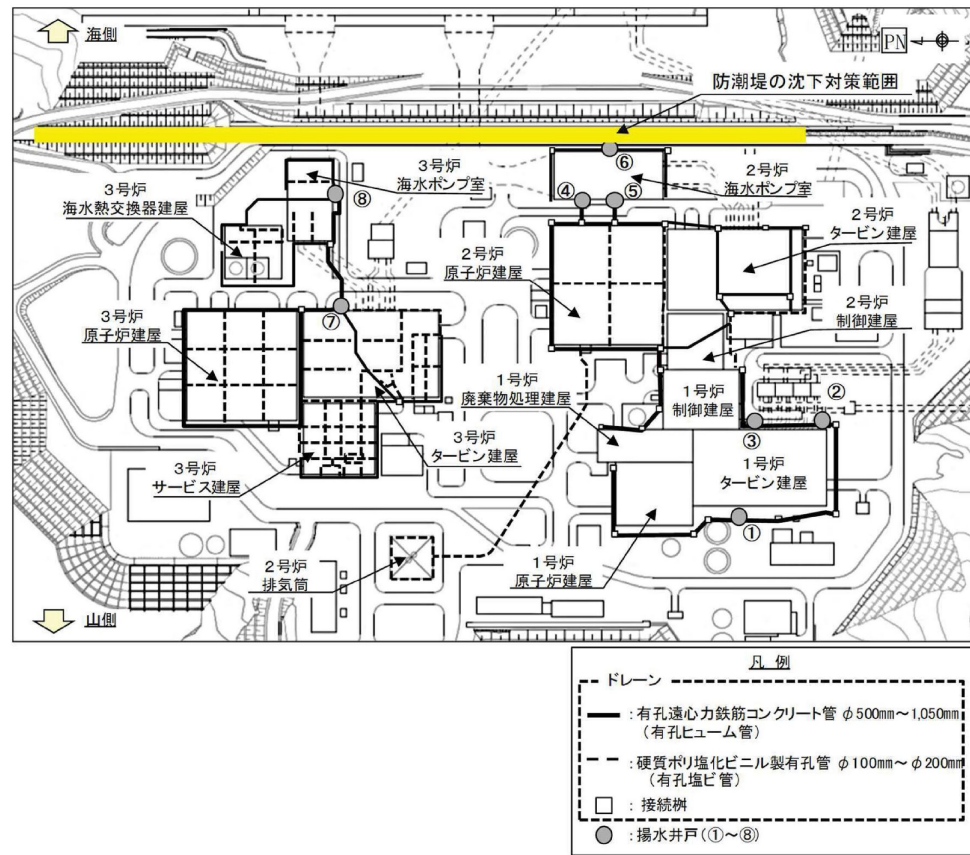
女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
<p>比較表において、相違理由を類型化したものについて以下にまとめて記載する。下記以外の相違については、備考欄に相違理由を記載する。</p> <table border="1" data-bbox="290 840 2294 1123"> <thead> <tr> <th data-bbox="290 840 587 886">相違 No.</th> <th data-bbox="587 840 2294 886">相違理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="290 886 587 932">①</td> <td data-bbox="587 886 2294 932">島根 2号炉は、地下水位低下設備を設置許可基準規則第 12 条を準用する設備としていない</td> </tr> <tr> <td data-bbox="290 932 587 978">②</td> <td data-bbox="587 932 2294 978">島根 2号炉では、設置許可段階における構造成立性検討のための地下水位を設定</td> </tr> <tr> <td data-bbox="290 978 587 1024">③</td> <td data-bbox="587 978 2294 1024">島根 2号炉は、アクセスルートについて地下水位低下設備の効果を期待していない</td> </tr> <tr> <td data-bbox="290 1024 587 1071">④</td> <td data-bbox="587 1024 2294 1071">島根 2号炉は、ドレーンが閉塞しないと評価</td> </tr> <tr> <td data-bbox="290 1071 587 1117">⑤</td> <td data-bbox="587 1071 2294 1117">島根 2号炉の地下水位低下設備は設置許可基準規則第 12 条に該当しないため、保安規定に定める運転上の制限は考慮していない</td> </tr> </tbody> </table>			相違 No.	相違理由	①	島根 2号炉は、地下水位低下設備を設置許可基準規則第 12 条を準用する設備としていない	②	島根 2号炉では、設置許可段階における構造成立性検討のための地下水位を設定	③	島根 2号炉は、アクセスルートについて地下水位低下設備の効果を期待していない	④	島根 2号炉は、ドレーンが閉塞しないと評価	⑤	島根 2号炉の地下水位低下設備は設置許可基準規則第 12 条に該当しないため、保安規定に定める運転上の制限は考慮していない
相違 No.	相違理由													
①	島根 2号炉は、地下水位低下設備を設置許可基準規則第 12 条を準用する設備としていない													
②	島根 2号炉では、設置許可段階における構造成立性検討のための地下水位を設定													
③	島根 2号炉は、アクセスルートについて地下水位低下設備の効果を期待していない													
④	島根 2号炉は、ドレーンが閉塞しないと評価													
⑤	島根 2号炉の地下水位低下設備は設置許可基準規則第 12 条に該当しないため、保安規定に定める運転上の制限は考慮していない													

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">別紙 18</p> <p>女川原子力発電所2号炉 地下水位低下設備について 目次</p> <p>第Ⅰ編 地下水位低下設備の要求機能及び地下水位の設定方針..... 1</p> <p>1. 地下水位低下設備の要求機能..... 1</p> <p>2. 設計用地下水位の設定方針..... 3</p> <p>2.1 基本的な考え方..... 3</p> <p>2.2 <u>水位評価用モデル</u>..... 7</p> <p>2.3 再現解析による検証..... 7</p> <p>2.4 地下水位が上昇した場合の影響確認..... 12</p> <p>2.5 観測による検証..... 21</p> <p>第Ⅱ編 地下水位低下設備の信頼性向上の方針..... 22</p> <p>1. 地下水位低下設備の目的,機能及び位置付け..... 22</p> <p>2. <u>安全施設への要求事項を参照した設備構成の検討</u>..... 23</p> <p>2.1 <u>設置許可基準規則第12条の要求事項の抽出</u>..... 23</p> <p>2.2 <u>設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の検討</u>..... 26</p> <p>2.3 <u>設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の妥当性</u>... 43</p> <p>3. 機能喪失要因等の分析に基づく設備構成の検討..... 48</p> <p>3.1 供用期間中における機能維持に必要な耐1生の分析..... 48</p> <p>3.2 関係する条文の抽出..... 49</p> <p>3.3 各構成部位の機能喪失要因の分析..... 51</p> <p>3.4 分析結果を踏まえた信頼性向上のための配慮事項..... 59</p> <p>3.5 監視・制御機能及び電源接続の系統構成..... 62</p> <p>4. 運用管理・保守管理上の方針..... 62</p> <p>5. 信頼性向上の方針のまとめ..... 68</p> <p>添付資料1 既設の地下水位低下設備の概要 添付資料2 ドレーンの信頼性確保の検討 添付資料3 設置変更許可段階及び工事計画認可以降の提示内容 補足説明資料 1敷地の水文環境 補足説明資料2 建設時工認段階の浸透流解析結果 補足説明資料3 構内排水路の概要</p>	<p style="text-align: right;">別紙 17</p> <p>島根原子力発電所2号炉 地下水位低下設備について 目次</p> <p>第Ⅰ編 地下水位低下設備の要求機能及び地下水位の設定方針..... 1</p> <p>1. 地下水位低下設備の要求機能..... 1</p> <p>2. 設計地下水位の設定方針..... 6</p> <p>2.1 基本的な考え方..... 6</p> <p>2.2 <u>解析モデル作成</u>..... 10</p> <p>2.3 再現解析による検証..... 12</p> <p>2.4 地下水位が上昇した場合の影響確認..... 20</p> <p>2.5 <u>設計地下水位の設定</u>..... 26</p> <p>2.6 観測による検証..... 28</p> <p>2.7 <u>解析条件及び地下水位設定方針の整理</u>..... 29</p> <p>第Ⅱ編 地下水位低下設備の信頼性向上の方針..... 30</p> <p>1. 地下水位低下設備の目的,機能及び位置付け..... 30</p> <p>2. 機能喪失要因等の分析に基づく設備構成の検討..... 32</p> <p>2.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析..... 32</p> <p>2.2 関係する条文の抽出..... 33</p> <p>2.3 各構成部位の機能喪失要因の分析..... 35</p> <p>2.4 分析結果を踏まえた信頼性向上のための配慮事項..... 43</p> <p>2.5 監視・制御機能及び電源接続の系統構成..... 46</p> <p>2.6 <u>信頼性の向上を考慮した設備構成の検討</u>..... 47</p> <p>3. 運用管理・保守管理上の方針..... 49</p> <p>4. 信頼性向上の方針のまとめ..... 52</p> <p><u>第Ⅲ編 設置許可段階における構造成立性検討用の地下水位の設定</u>..... 53</p> <p>添付資料1 ドレーンの信頼性確保の検討 添付資料2 設置変更許可段階及び工事計画認可以降の提示内容 補足説明資料1 敷地の水文環境 補足説明資料2 建設時工認段階の浸透流解析結果 補足説明資料3 構内排水路の概要</p>	<p>備考</p> <p>・解析条件の相違 島根2号炉は,再現解析と予測解析で,分水嶺までの同一のモデルを使用</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>・検討内容の相違 島根2号炉は,地下水位低下設備を設置許可基準規則第12条を準用する設備としていない(以下,①の相違)</p> <p>・検討内容の相違 島根2号炉は,設置許可段階で構造成立性の検討に用いる地下水位の設定方針について言及</p>

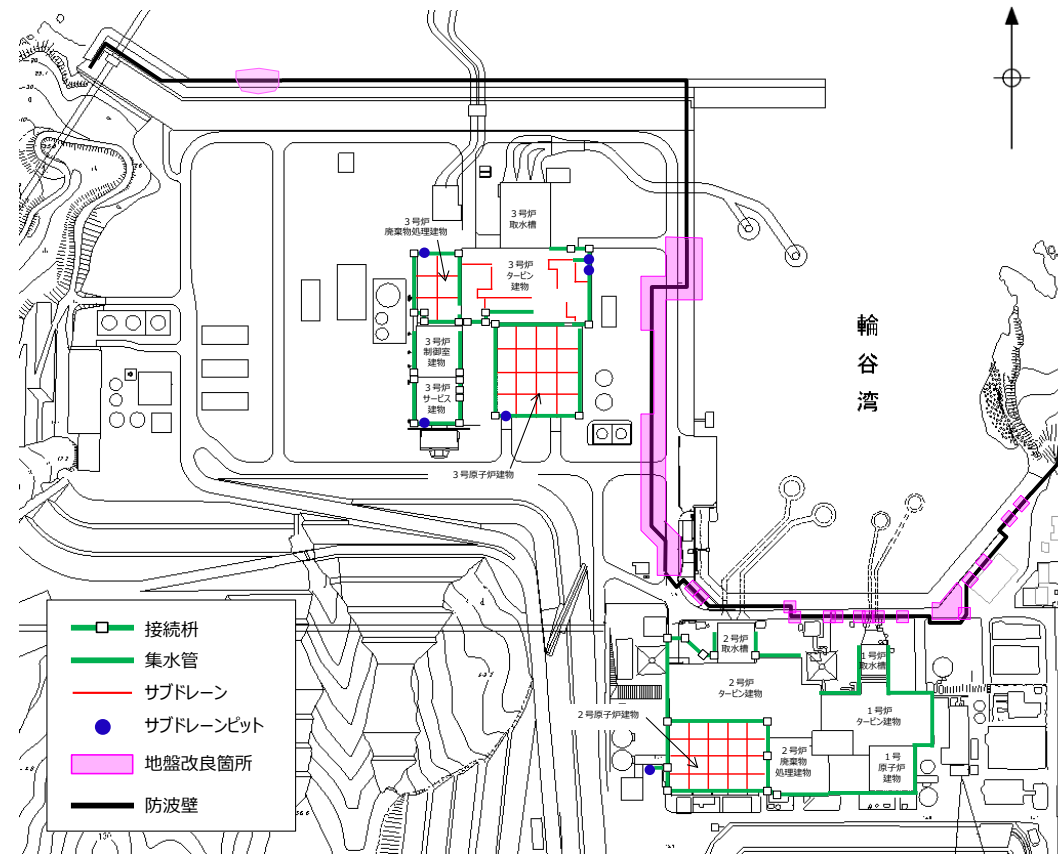
女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>補足説明資料4 三次元浸透流解析による<u>防潮堤沈下対策の影響確認結果</u></p> <p>補足説明資料5 基礎地盤の安定性評価における地下水位設定の考え方</p> <p><u>補足説明資料6 地下水位低下設備の機能喪失後の水位上昇</u></p> <p>補足説明資料7 現行の重要度分類上の位置付けの整理</p> <p>補足説明資料8 新設揚水井戸・ドレーンの構造・配置及び施工例</p> <p><u>補足説明資料9 2号炉海水ポンプ室周辺のドレーンに集水される地下水について</u></p>	<p>補足説明資料4 三次元浸透流解析による<u>3号炉北側防波壁周辺の地盤改良後の影響確認</u></p> <p>補足説明資料5 基礎地盤の安定性評価における地下水位設定の考え方</p> <p>補足説明資料6 現行の重要度分類上の位置付けの整理</p> <p>補足説明資料7 新設揚水井戸・ドレーンの構造・配置及び施工例</p> <p><u>補足説明資料8 透水係数の妥当性確認</u></p> <p><u>補足説明資料9 観測孔における地下水位観測記録</u></p>	<p>・検討内容の相違</p> <p>・検討内容の相違</p> <p>・検討内容の相違</p> <p>・検討内容の相違</p> <p>・検討内容の相違</p>

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第I編 地下水位低下設備の要求機能及び地下水位の設定方針</p> <p>1. 地下水位低下設備の要求機能</p> <p><u>原子炉建屋等の主要建屋直下及びその周囲には地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備が設置され、その機能を考慮した地下水位に基づき、施設の耐震設計を行ってきた。</u></p> <p><u>地下水位低下設備(既設)設置位置を別紙18-1図に示す(添付資料1参照)。</u></p> <p><u>地下水位低下設備は、各施設周囲の岩盤上に設置されたドレーン(硬質ポリ塩化ビニル製有孔管「以下、有孔塩ビ管」〈φ100mm～200mm〉及び有孔遠心力鉄筋コンクリート管「以下、有孔ヒューム管」〈φ500mm～1,050mm〉)により揚水井戸に集水し、揚水ポンプ・配管を介して構内排水路へ排水する構造となっている。</u></p> <p>地下水位低下設備の機能は、地下水位を一定の範囲に保持することであり、これにより地下水位低下設備の機能に期待する施設に及ぶ水位上昇に伴う影響が低減される。</p> <p><u>従前は山から海へ向かう一方向の流動場が形成されていたが(補足説明資料1参照)、津波防護施設として敷地海側に設置する防潮堤の沈下対策(下方の地盤改良)を行う(別紙18-2図)ことにより、地下水の流れが遮断され流動場が変化する。</u></p> <p>地下水位低下設備の機能に期待できない場合、地下水位は沈下対策前より上昇し、施設の安全性へ影響が生じる可能性がある。</p>	<p>第I編 地下水位低下設備の要求機能及び地下水位の設定方針</p> <p>1. 地下水位低下設備の要求機能</p> <p><u>【地下水位低下設備の位置付け】</u></p> <p><u>原子炉建物等の主要建物直下及びその周囲には地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備(既設)*1を設置しており、建物、構築物(原子炉建物等)については、揚圧力低減のため地下水位低下設備(既設)の機能に期待した地下水位を設定していた。</u></p> <p><u>一方、屋外重要土木構築物(取水槽及び屋外配管ダクト(タービン建物～排気筒))は、施設護岸に近傍しており、施設護岸が基礎捨石上に設置された構築物であるため、地下水位を朔望平均満潮位H.W.L.(既工認時EL.+0.3m)と設定していた。</u></p> <p>地下水位低下設備(既設)の機能は、地下水位を一定の範囲に保持することであり、これにより地下水位低下設備の機能に期待する施設に及ぶ水位上昇に伴う影響が低減される。</p> <p><u>従来、地下水は山から海へ向かう一方向の流動場が形成されていたが(補足説明資料1参照)、津波防護施設として防波壁の設置及び地盤改良を実施したこと(別紙17-2,3図)により、地下水の流れが遮断される等、流動場が変化する可能性がある。</u></p> <p><u>また、地下水位低下設備の機能に期待できない場合、地下水位は防波壁設置前より上昇し、施設の安全性へ影響が生じる可能性がある。</u></p> <p><u>防波壁設置後の地下水位を観測した結果、1,2号機エリアの地下水位低下設備(既設)周辺及び高台の地下水位については、大きな変化がないものの、3号機北側施設護岸周辺(改良地盤)の地下水位は若干上昇する傾向が認められる。</u></p> <p><u>以上を踏まえ、地下水位低下設備(既設)の有無による建物・構築物への影響を検討し、基準適合上の位置付けを整理する。</u></p> <p><u>地下水位低下設備(既設)の有無による建物・構築物への影響について、第3条第2項における液状化影響低減及び第4条(第39条)における揚圧力低減のため、地下水位低下設備(既設)の機能に期待する施設は、建物・構築物のうち原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒であり、地下水位低下設備(既設)の機能に期待する基礎地盤・周辺斜面、屋外重要土木構築物、津波防護施設、重大事故等対処施設及び保管場所・アクセスルートはない。</u></p> <p><u>一方で、地下水位低下設備(既設)については、ドレーン(サブドレーン、集水管及び接続柵)の直接的な確認ができない等から、保守管理性が低い設備である。</u></p> <p><u>以上を踏まえ、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒に作用す</u></p>	<p>備考</p> <p>・説明方針の相違 島根2号炉は、屋外重要土木構築物についても説明</p> <p>・説明方針の相違 島根2号炉は、防波壁設置後の地下水位について記載を拡充</p> <p>・説明方針の相違 島根2号炉は、地下水位低下設備(既設)の位置付けを説明</p>

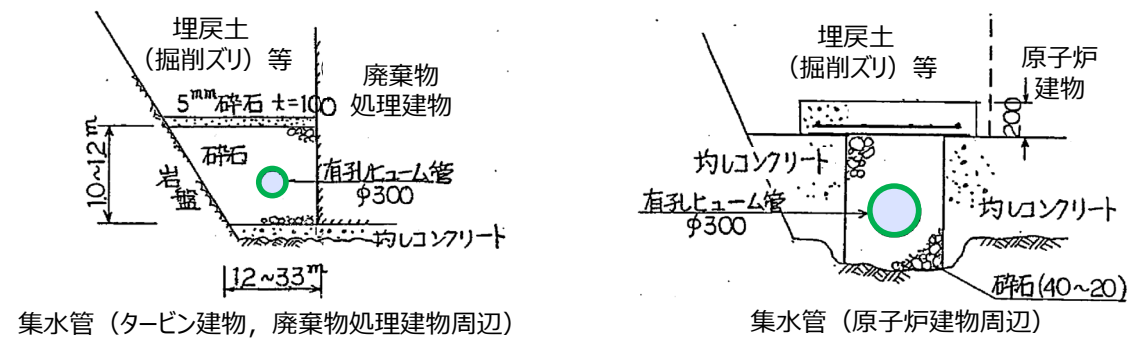
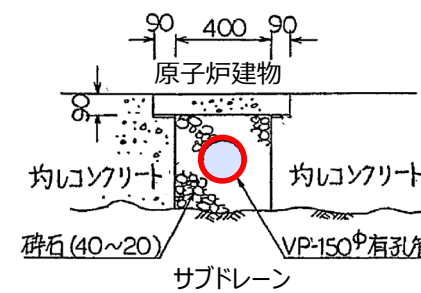
女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>本資料では、上記で述べた女川のサイト特性を踏まえ、今後の施設設計に用いる地下水位を設定するに当たり、防潮堤沈下対策後における施設の安全性に及ぼす影響を確認し、必要な機能を保持するための信頼性確保の方針について検討した。</p> <p>その上で、信頼性確保の方針を踏まえた設計用地下水位の設定方法について整理した。</p>	<p>る揚圧力及び液状化影響の低減を目的として、信頼性（耐久性・耐震性・保守管理性）を満足する地下水位低下設備^{※2}を新設する。</p> <p>また、設置許可基準規則第3条第2項及び第4条(第39条)への適合に当たり、原子炉建物等の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから、地下水位低下設備を設計基準対象施設（Cクラス：S s機能維持）として位置付ける。</p> <p>なお、地下水位低下設備は安全施設に該当しないが、設備の重要性を考慮し、故障要因等を整理したうえで信頼性向上（多重化、非常用電源確保、S s機能維持、復旧用可搬ポンプの準備等）を図る。</p> <p>本資料では、上記で述べた島根のサイト特性を踏まえ、今後の施設設計に用いる地下水位を設定するに当たり、防波壁周辺の地盤改良実施後における施設の安全性に及ぼす影響を確認し、必要な機能を保持するための信頼性確保の方針について検討した。</p> <p>そのうえで、信頼性確保の方針を踏まえた設計地下水位の設定方法について整理した。</p> <p>※1 地下水位低下設備（既設）は、集水機能（ドレーン：サブドレーン、集水管及び接続柵）、支持・閉塞防止機能（揚水井戸：サブドレーンピット）、排水機能（揚水ポンプ及び配管）、監視制御機能（制御盤及び水位計）及び電源機能（電源）を有する設備である。</p> <p>※2 地下水位低下設備は、地下水位低下設備（既設）のドレーンより低い位置で集水し、かつ地下水位低下設備（既設）から独立した、信頼性（耐久性・耐震性・保守管理性）を満足する設備とする。なお、配置及び構造については、詳細設計段階で確定する。</p> <div data-bbox="1617 1039 2092 1375" data-label="Diagram"> </div> <p>別紙17-1図 地下水位低下設備の概念図</p> <p>【地下水位低下設備（既設）の概要】</p> <p>地下水位低下設備（既設）の概要を別紙17-2図に示す。</p> <p>地下水位低下設備（既設）は、各施設周囲の岩盤上に設置されたサブドレーン（硬質ポリ塩化ビニル製有孔管〈φ150mm〉）、集水管（有孔遠心力鉄筋コンクリート管〈φ300mm〉）及び接続柵を介してサブドレーンピットに集水し、揚水ポンプ・配管を介して構内排水路へ排水する構造となっている。地下水位が、通常運転状態の水位を超えるEL. -5.90m以上に上昇すると、水位センサーが検知して揚水ポンプを起動し、EL. -5.70mまで順次起動することにより、通常運転水位まで低下させる。ポンプは保守点検のルールを定めて運用しており、定期的な巡視・点検を行っている他、地震後は速やかに設備点検し状況を確認することとしている。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・説明方針の相違 島根2号炉は、地下水位低下設備（既設）と地下水位低下設備の定義を記載 ・説明方針の相違 島根2号炉は、地下水位低下設備（既設）の運用について記載



別紙 18-1 図 地下水位低下設備(既設)設置位置



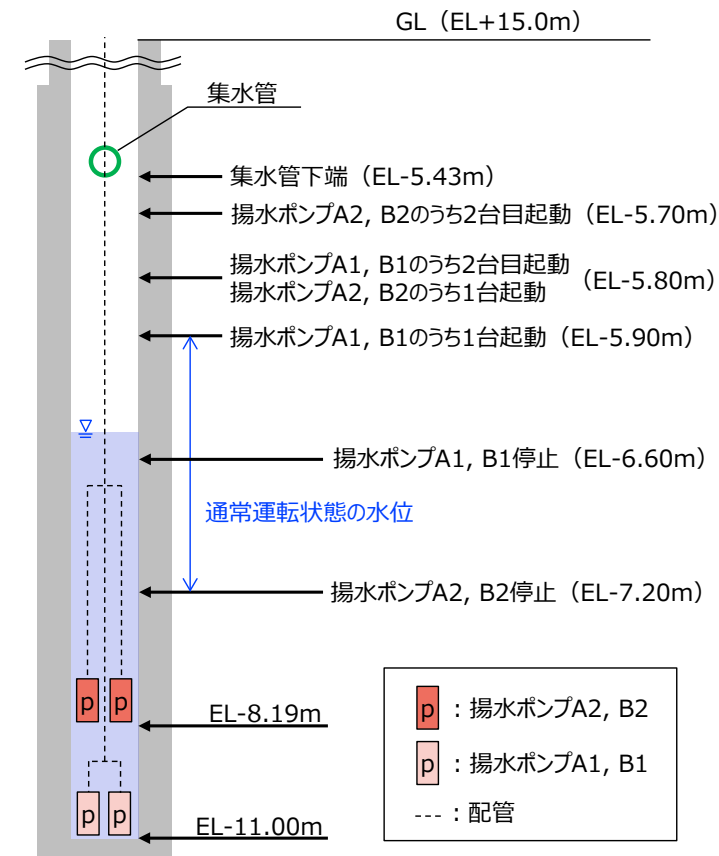
別紙 17-2(1) 図 地下水位低下設備(既設)の概要



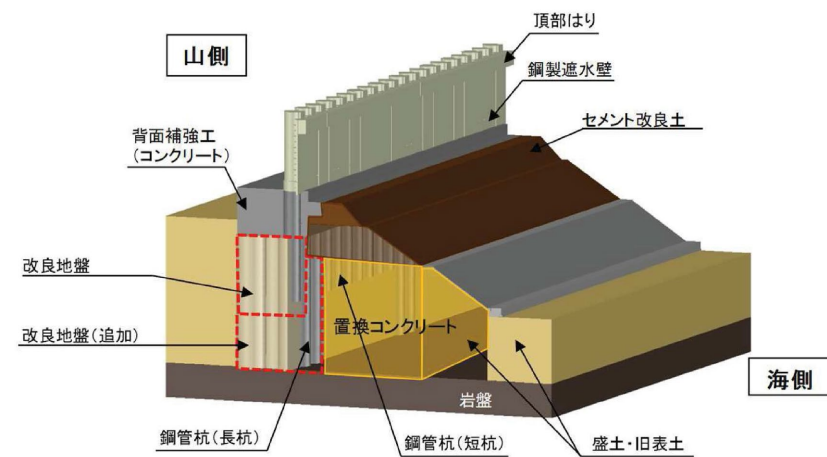
別紙 17-2(2) 図 地下水位低下設備(既設)のうちサブドレイン他の断面図

・資料構成の相違
島根2号炉は、地下水位低下設備(既設)の構造について、冒頭で記載

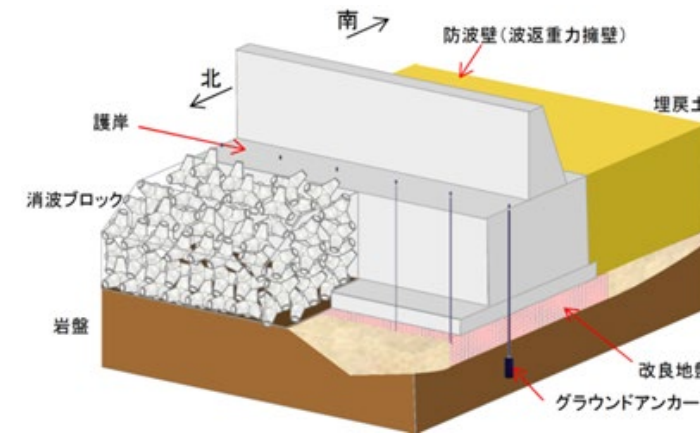
・資料構成の相違
島根2号炉は、地下水位低下設備（既設）の構造について、冒頭で記載



別紙 17-2(3) 図 地下水位低下設備（既設）のうちサブドレーンピット断面図

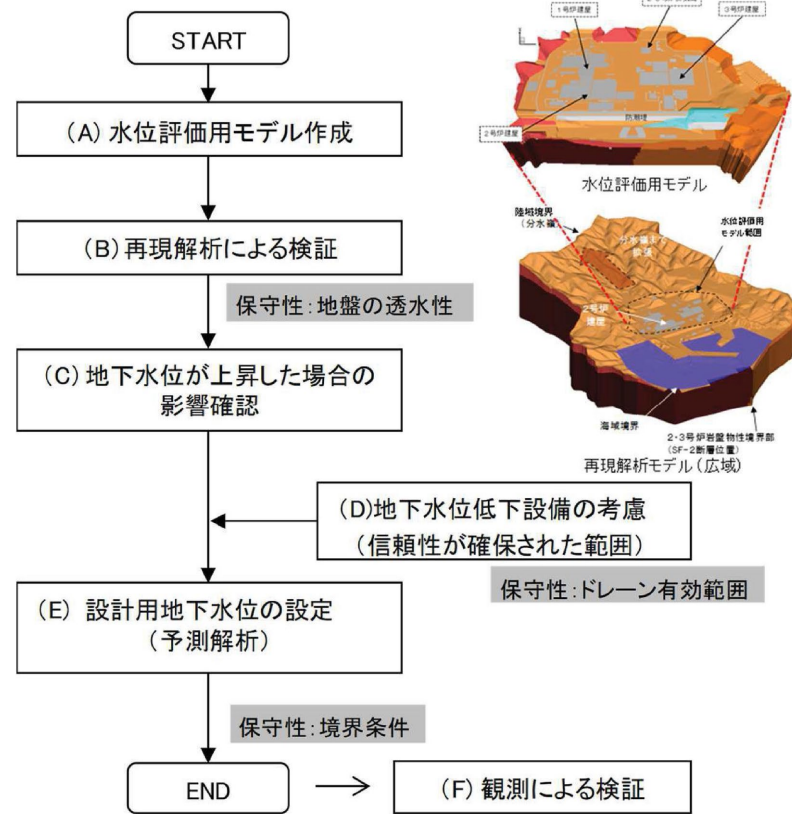


別紙 18-2 図 防潮堤の沈下対策概要

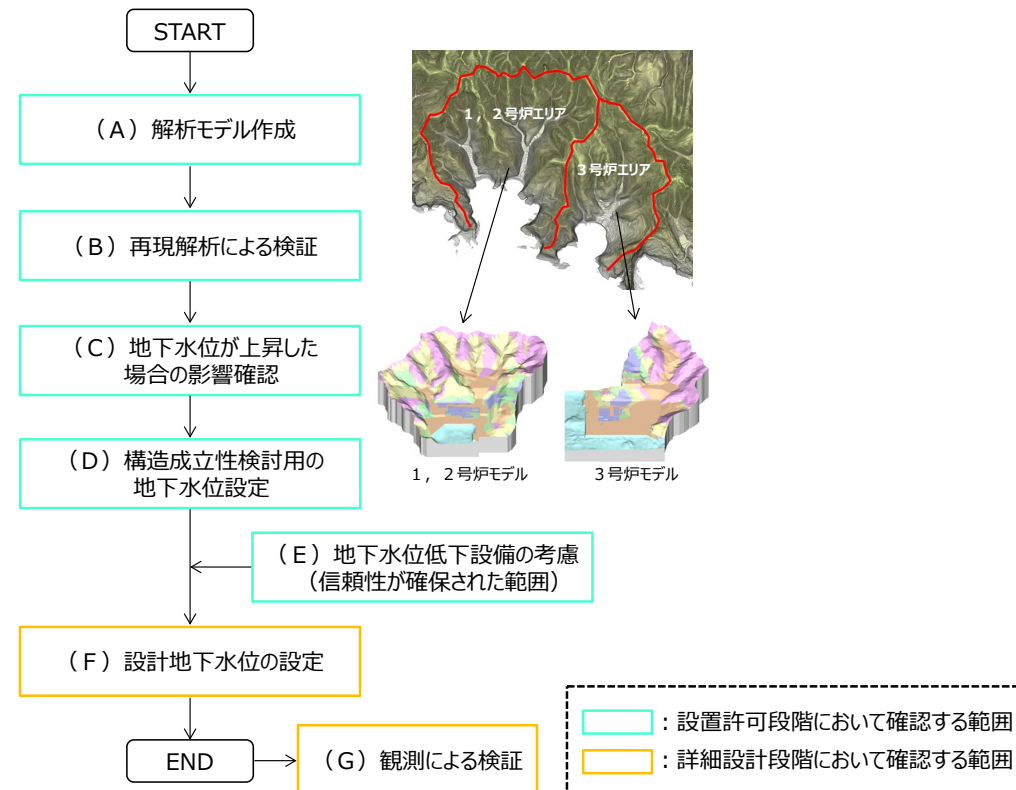


別紙 17-3 図 防波壁（波返重力擁壁）下部の地盤改良概要

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2. 設計用地下水位の設定方針</p> <p>2.1 基本的な考え方</p> <p>前述のとおり、<u>防潮堤の下方の地盤改良</u>によって地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇した場合には、揚圧力上昇及び液状化による土圧等の変化により施設等の耐震性に影響^{*1}が及ぶ可能性がある。</p> <p>このことから、施設の設計の前提が確保されるよう地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した設計用地下水位を設定し、揚圧力が作用した場合及び液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、当該施設の機能が損なわれるおそれがないように設計する方針とする。</p> <p>地下水位低下設備の効果が及ばない範囲においては、自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定し、同様に揚圧力が作用した場合及び液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、当該施設の機能が損なわれるおそれがないように設計する方針とする。</p> <p>地下水位低下設備の機能を考慮し、施設の設計用地下水位を設定するに当たっては、地形等を適切にモデル化した浸透流解析を実施することとし、保守性を確保する方針とする。</p> <p>解析の保守性については、解析に用いるパラメータや境界条件の保守的な設定の他、地下水位低下設備を信頼性が確保された範囲^{*2}に限定し考慮することにより確保する。なお、地下水位低下設備の検討に当たっては建設時工認における設計用地下水位の確保を目安とする。</p> <p>以上の方針に基づき、<u>工事計画認可段階</u>において、地下水位低下設備の機能を考慮した浸透流解析を実施の上、設計用地下水位を設定し耐震評価を行いその詳細を示す。</p> <p>浸透流解析を用いた設計用地下水位の設定フローを別紙 18-3 図に示す。</p> <p>※1 第 I 編 2.4 項に示す地下水位が上昇した場合の揚圧力影響(実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下、設置許可基準規則)第 4 条)及び液状化影響(設置許可基準規則第 3 条第 2 項)。液状化等による影響の観点から、<u>盛土・旧表土</u>の分布と施設の配置との関係を補足説明資料 4 に示す。</p> <p>※2 地下水位低下設備の重要安全施設への影響に鑑み、<u>安全機能の重要度分類を踏まえ講ずる設計上の配慮として、多重性及び独立性を確保できる確保した範囲</u>、信頼性向上の方針は第 II 編で詳述する。</p>	<p>2. 設計地下水位の設定方針</p> <p>2.1 基本的な考え方</p> <p>前述のとおり、<u>防波壁の設置及び防波壁周辺の地盤改良</u>によって地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇した場合には、揚圧力上昇及び液状化による土圧等の変化により施設等の耐震性に影響^{*1}が及ぶ可能性がある。</p> <p>このことから、施設の設計の前提が確保されるよう地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した設計地下水位を設定し、揚圧力が作用した場合及び液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、当該施設の機能が損なわれるおそれがないように設計する方針とする。</p> <p>地下水位低下設備の効果が及ばない範囲においては、自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計地下水位を設定し、同様に揚圧力が作用した場合及び液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、当該施設の機能が損なわれるおそれがないように設計する方針とする。</p> <p>地下水位低下設備の機能を考慮し、施設の設計地下水位を設定するに当たっては、地形等を適切にモデル化した浸透流解析を実施することとし、保守性を確保する方針とする。</p> <p>解析の保守性については、解析に用いるパラメータや解析条件の保守的な設定の他、地下水位低下設備を信頼性が確保された範囲^{*2}に限定し考慮することにより確保する。なお、地下水位低下設備の検討に当たっては建設時工認における設計地下水位の確保を目安とする。</p> <p>以上の方針に基づき、<u>詳細設計段階</u>において、地下水位低下設備の機能を考慮した浸透流解析の結果から設計地下水位を設定し耐震評価を行いその詳細を示す。</p> <p>浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フローを別紙 17-4 図に示す。</p> <p>※1 第 I 編 2.4 項に示す地下水位が上昇した場合の揚圧力影響(実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下、設置許可基準規則)第 4 条)及び液状化影響(設置許可基準規則第 3 条第 2 項)。液状化等による影響の観点から、<u>埋戻土(掘削ズリ)・砂礫層</u>の分布と施設の配置との関係を補足説明資料 4 に示す。</p> <p>※2 地下水位低下設備の原子炉建物等への影響に鑑み、<u>地下水位低下設備の機能を保持する設計とする</u>。信頼性向上の方針は第 II 編で詳述する。</p>	<p>備考</p> <p>・ 検討内容の相違 ①の相違</p>



別紙 18-3 図 浸透流解析を用いた設計用地下水水位の設定フロー



別紙 17-4 図 浸透流解析を用いた設計地下水水位の設定フロー

別紙 18-3 図の各プロセスにおける検討方針を以下に示す。なお、各審査段階における提示内容を添付資料 3 に示す。

(A)～(B) 水位評価用モデル作成・再現解析による検証

・解析モデル・境界条件について建設時工認を参照し設定した上で、観測記録との比較等によりモデル全体としての保守性の確認を行う。

(C) 地下水水位が上昇した場合の影響確認

・防潮堤沈下対策による地下水流動場の変化を考慮した水位評価用モデルにおいて地下水水位低下設備による地下水水位を一定の範囲に保持する機能が期待できない場合の地下水水位を算定する。

・この算定結果も踏まえ、耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等を網羅的に抽出する。

別紙 17-4 図の各プロセスにおける検討方針を以下に示す。なお、各審査段階における提示内容を添付資料 2 に示す。

(A)～(B) 解析モデル作成・再現解析による検証

・島根サイトの地形的特徴、計算機能力を踏まえ、適切に地下水水位を評価する観点から、1、2号炉エリア及び3号炉エリアそれぞれで解析モデルを作成する。

・再現解析（定常）を実施し、解析水位と観測水位の比較結果を踏まえ、解析モデルに用いる透水係数等の解析用物性値を含めたモデルの妥当性を確認する。また、参考として再現解析（非定常）を実施し、解析水位と観測水位の比較確認を行う。

(C) 地下水水位が上昇した場合の影響確認

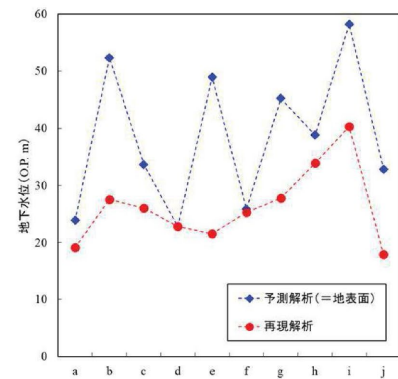
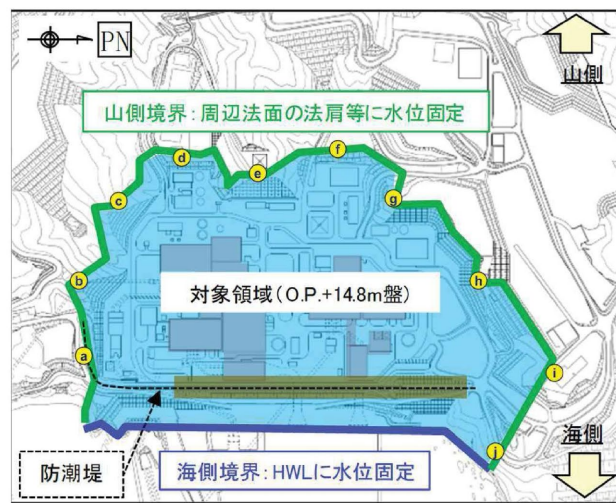
・防波壁周辺の地盤改良により敷地内の地下水の流動場が変化することを踏まえ、耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等を網羅的に抽出する。この影響確認においては、降雨条件を発電所の平均年間降水量より保守的に設定するとともに、地下水水位低下設備（既設）の機能に期待しないものとする。

・解析方法の相違
島根 2号炉は、2種類の解析モデルを作成
・説明方針の相違
島根 2号炉は、再現解析（定常）によりモデルの妥当性を確認し、参考として再現解析（非定常解析）を実施

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・抽出した施設等について、地下水位の上昇により生じる影響の時系列的な変化を整理し、この影響を低減するための施設ごとの対応方針を定めた上で地下水位低下設備の信頼性を図る方針とする(第Ⅱ編にて詳述)。</p> <p>(D)地下水位低下設備の考慮</p> <p>・浸透流解析における算定条件として、地下水位低下設備は施設周辺における地下水位の保持に寄与し信頼性が確保できる範囲を有効なものとして設定する。</p> <p>(E)設計用地下水位の設定</p> <p>・工事計画認可段階で(A)～(D)に基づく予測解析を実施し、地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した設計用地下水位を設定する。</p> <p>(F)観測による検証</p> <p>・防潮堤沈下対策前後の地下水位観測データを取得し、(E)にて定める設計用地下水位の検証を行う。</p> <p>設計用地下水位の設定に当たっては、①～③に示すとおり、建設時工認段階の地下水位設定(二次元浸透流解析)において適用した保守性確保方針(解析に用いるパラメータや境界条件の保守的な設定、①と③)の他、さらに地下水位低下設備を信頼性が確保された範囲に限定し考慮する(②)ことにより保守性を確保する方針とする。</p> <p>①地盤の透水性</p> <p>建設時工認の透水係数を基本とし地下水位を高め評価するよう保守的に設定する。</p> <p>②ドレーンの有効範囲</p> <p>信頼性が確保されたドレーンのみ管路として考慮する。施設に対するドレーンの配置から期待範囲を設定し、信頼性の確保に係る3つの観点(耐久性、耐震性、保守管理性)を満たす範囲を抽出した上で、地下水位低下設備の重要安全施設への影響に鑑み、安全機能の重要度分類を踏まえ講ずる設計上の配慮として、多重性及び独立性を確保できる範囲のみ有効範囲として設定する。</p>	<p>・抽出した施設等について、地下水位の上昇により生じる影響の時系列的な変化を整理し、この影響を低減するための施設ごとの対応方針を定める。</p> <p>(D)構造成立性検討用の地下水位設定</p> <p>・(C)を踏まえ、設置許可段階における構造物の構造成立性を確認するための地下水位の設定方針を示す。</p> <p>(E)地下水位低下設備の考慮(第Ⅱ編及び添付資料1にて詳述)</p> <p>・(C)、(D)を踏まえ、地下水位低下設備(既設)の機能に期待する施設については、信頼性の確保された地下水位低下設備を新設し、その機能に期待する方針とする。</p> <p>(F)設計地下水位の設定</p> <p>・詳細設計段階で、(A)～(E)に基づく予測解析を実施し、各施設における設計地下水位を設定する。降雨条件は発電所の平均年間降水量より保守的に設定するとともに、地下水位低下設備(既設)の機能に期待しないものとする。なお、地下水位低下設備(既設)の機能に期待する施設については、信頼性の確保された地下水位低下設備の機能に期待する。</p> <p>(G)観測による検証</p> <p>・地下水位観測記録を取得し、(F)にて定める設計地下水位の検証を行う。</p> <p>設計地下水位の設定に当たっては、浸透流解析において、以下に示す保守性を確保する方針とする。</p> <p>①地下水位低下設備(既設)の機能に期待しない</p> <p>ドレーンは碎石及び土砂が流入して集水機能が低下した状態、揚水ポンプは稼働しない状態とし、揚水経路としない。</p>	<p>・検討内容の相違</p> <p>島根2号炉では、設置許可段階における構造成立性検討のための地下水位を設定(以下、②の相違)</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>島根2号炉は、地下水位低下設備(既設)の機能に期待しない</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>島根2号炉は、透水試験等に基づき透水係数を設定</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>島根2号炉は、地下水位低下設備(既設)の機能に期待しない</p> <p>・検討内容の相違</p> <p>①の相違</p>

③境界条件

解析境界の地表面に水位固定する(別紙18-4図,建設時工認と同様)。



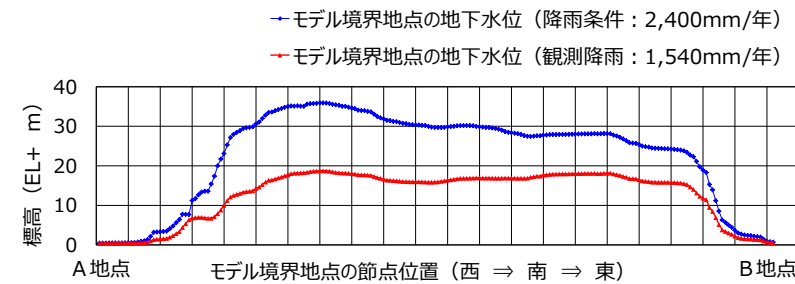
- 観測記録の再現解析(第I編2.3項)における左図a~jの位置での地下水位(●)は、地表面高さ(◆)と同等若しくは下回る。(上図)
- 対象領域の設計用地下水位の算定においては、a~jに対応する解析境界にて地表面高さ(◆)に水位を固定することにより保守性を確保する。

別紙18-4図 保守的な解析条件の設定例(③解析境界の地表面に水位固定)

②降雨条件

島根原子力発電所での地下水位観測期間における平均年間降水量は約1,540mmであり、気象庁松江地方気象台における年間降水量(1941~2018年)の平均値は約1,880mmである。
浸透流解析における降水量の設定条件として、上記松江地方気象台における年間降水量にばらつきを考慮した値(平均値+1σ)に、今後の気候変動予測による降水量の変化*を加味し、降水量を設定する。別紙17-5図に解析用降雨条件と観測降雨条件によるモデル境界地点での水位分布を示す。

※ 気象庁・環境省 「日本国内における気候変動の不確実性を考慮した結果について」より



別紙17-5図 保守的な解析条件の設定例

2.2水位評価用モデル

原子炉建屋等の施設が設置される主要エリア(0.P.+14.8m盤周辺)の地下水位の評価においては、0.P.+14.8m盤周辺の法肩までを解析範囲とした三次元地形モデルを作成する(解析ソフト:GETFLOWS(General purpose Terrestrial fluid-FLOW Simulator)バージョン:ver.6.64.0.1)。

水位評価用モデル鳥瞰図を別紙18-5図に、水位評価用モデルの概要を別紙18-1表に示す。

2.2解析モデル作成

地下水位の評価においては、敷地を取り囲む分水嶺までを解析範囲とした三次元地形モデルを作成することから、計算機能力を踏まえて適切に地下水位を評価するため、それぞれのエリアで解析モデルを作成した(解析ソフト:Dtransu-3D・EL,バージョン:ver.2af90MP)。

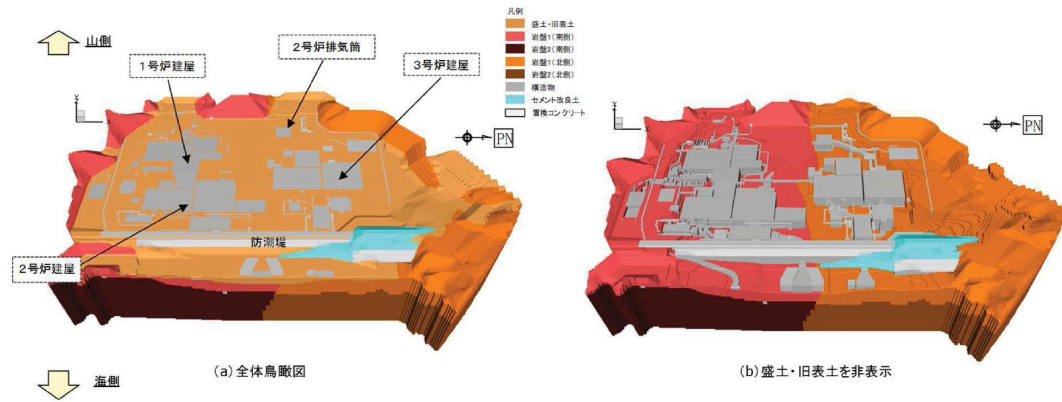
なお、両モデルの境界において、重なる部分における地下水位は概ね一致することを確認している。

解析モデル鳥瞰図を別紙17-6図に、解析モデルの概要を別紙17-1表に示す。

・解析条件の相違
女川2号炉では解析境界を水位固定としているが、島根2号炉では解析領域全域に保守的な降水量を設定している

・解析方法の相違
島根2号炉は、Dtransu-3D・ELを使用し、2種類の解析モデルを作成

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)



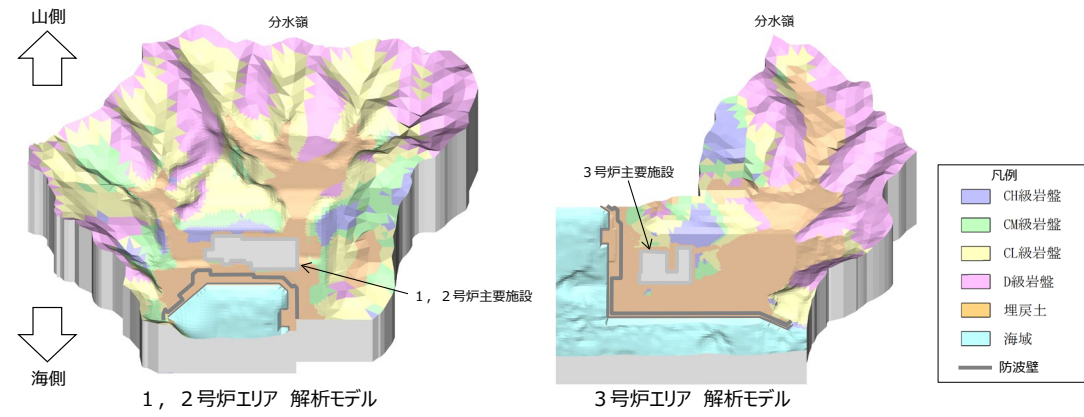
別紙18-5図 水位評価用モデル鳥瞰図

別紙18-1表 水位評価用モデルの概要

項目	内容
モデル化範囲等	<ul style="list-style-type: none"> 施設が配置される主要エリア(O.P.+14.8m盤周辺)を対象領域とする。(解析領域は周辺法面等を含む) 対象領域内の構造物※をモデル化し、敷地造成時における掘削・埋戻しを反映する。 なお、防潮堤下部の沈下対策(遮水効果)を考慮する。

※：耐震裕度向上等の目的で実施した地盤改良等は、低透水層としてモデル化する。ただし、発電所建設時に施工性向上のために海側に設置した地中連続壁(仮設)による水位低下効果は、保守的に考慮しないものとする。

島根原子力発電所 2号炉



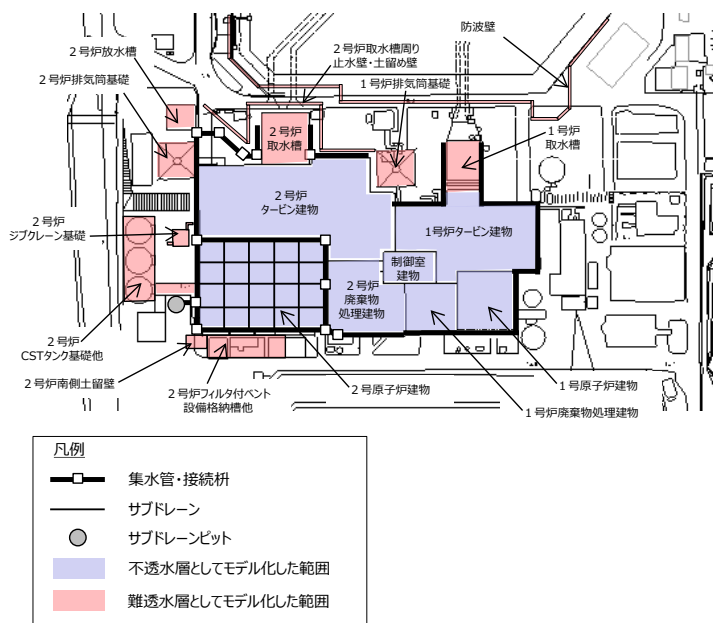
別紙 17-6 図 解析モデル鳥瞰図

別紙 17-1 表 解析モデルの概要

項目	内容
モデル化範囲等	<ul style="list-style-type: none"> 敷地を取り囲む分水嶺までを対象範囲とする。 対象領域内の構造物※をモデル化し、敷地造成時における掘削・埋戻しを反映する。

※耐震裕度向上等の目的で実施した地盤改良等は、難透水層としてモデル化する。

また、1, 2号炉主要建物周辺における構造物等のモデル化方針について、別紙 17-7 図に示す。原子炉建物等の主要建物については、揚圧力影響を検証するために不透水層として設定し、主要建物周辺の地下水流に影響を及ぼすと考えられる長大な構造物等については、実際の地下水流を模擬するため、難透水層 (1.0×10⁻⁵(cm/s)) として設定した。



名称
2号原子炉建物
2号炉タービン建物
2号炉廃棄物処理建物
制御室建物
1号原子炉建物
1号炉タービン建物
1号炉廃棄物処理建物
2号炉排気筒基礎
2号炉取水槽
2号炉放水槽
2号炉CSTタンク基礎他
2号炉フィルタ付ベント設備格納槽他
1号炉排気筒基礎
1号炉取水槽
防波壁
2号炉シブレン基礎※
2号炉取水槽周り止水壁・土留壁※
2号炉南側土留壁※

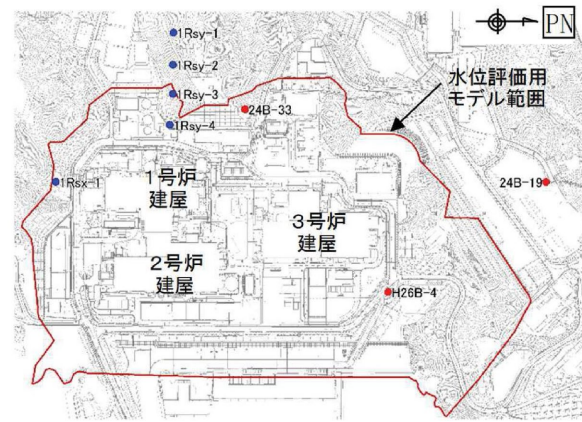
※ 2号炉建設時の工所用仮設構造物

別紙 17-7 図 主要建物周辺における構造物等のモデル化方針

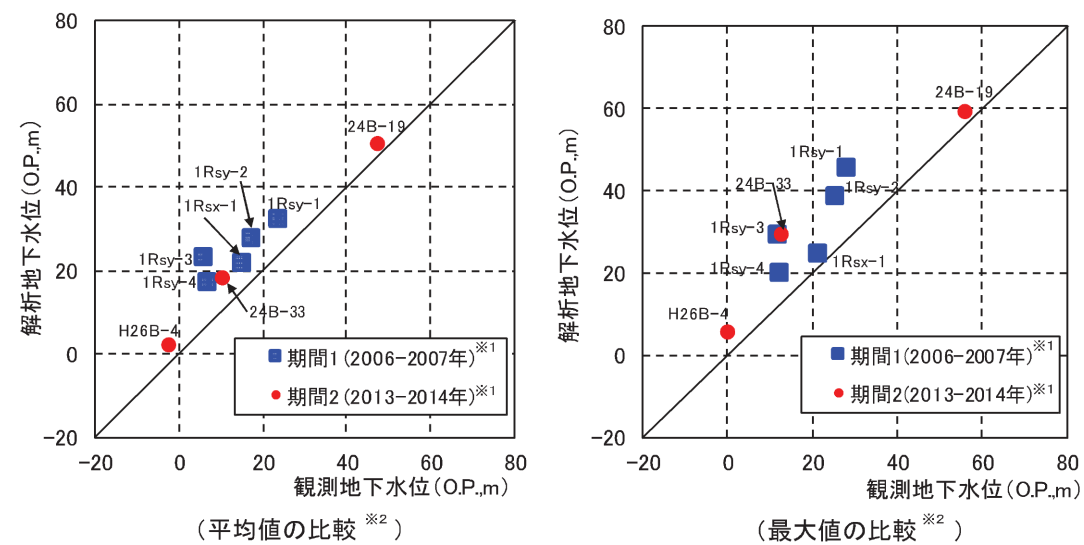
備考

・説明方針の相違
島根2号炉は、構造物のモデル化方針について記載を拡充

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2.3再現解析による検証</p> <p>(1)再現解析と観測水位との比較</p> <p>再現解析の目的は、<u>水位評価用モデルに用いる透水係数等の解析用物性値を含めたモデル全体としての保守性を確認することである。</u></p> <p>透水係数は、<u>補足説明資料2に示す建設時工認段階の評価に用いた設定値等(レジオン試験等に基づく値)とする。</u></p> <p>再現解析は、<u>前述の水位評価用モデルを敷地周辺の分水嶺まで拡張し、観測降雨を与えることにより実施した。また、保守性は解析水位が観測水位を上回るにより確認することとした(水位観測時点の構造物をモデル化しており防潮堤沈下対策は非考慮)。</u></p> <p><u>再現解析モデル鳥瞰図を別紙18-6図に、観測孔位置を別紙18-7図に、観測値と解析値の比較を別紙18-8図に示す。</u></p> <p>再現解析の結果、<u>解析値は期間平均及び最大値のいずれにおいても観測値を上回ることを確認した。この結果から、予測解析においても解析値が安全側(地下水位が高め)に評価されると考えられ、モデル全体としての保守性が確保されることを確認した。</u></p> <div data-bbox="385 1155 1038 1638"> </div> <p>別紙18-6図 再現解析モデル鳥瞰図</p>	<p>2.3再現解析による検証</p> <p>(1)再現解析と観測水位との比較</p> <p>再現解析の目的は、<u>解析モデルに用いる透水係数等の解析用物性値を含めたモデルの妥当性を確認することである。</u></p> <p><u>再現解析において、降雨条件を観測降雨*より求まる年平均降雨(1,540mm/年)として、敷地内の定常的な地下水位を確認するため、浸透流解析(定常解析)を実施する。また、参考として観測降雨を与える浸透流解析(非定常解析)も実施する。</u></p> <p><u>その他の解析条件として、透水係数は別紙17-2表のとおり透水試験等に基づき設定(補足説明資料2参照)し、揚水条件は既設の揚水ポンプの起動高さにおいて水位固定条件とする。</u></p> <p><u>解析の妥当性は解析値(解析水位)と観測値(観測水位)を比較することにより確認することとした(水位観測時点の構造物をモデル化)。</u></p> <p>観測孔位置を別紙17-8図に、観測値と解析値の比較を別紙17-9図に示す。</p> <p>再現解析(定常)の結果、<u>観測孔位置における地下水位について、解析値は観測値と概ね一致するか上回ることから、解析モデル全体として妥当性を有することを確認した。この結果から、予測解析においても解析値が適切に評価されると判断した。なお、地下水位を観測値よりも保守的に設定するため、揚水量については解析値が観測値を若干下回っている。</u></p> <p><u>※島根原子力発電所における日降水量(H28.4~H30.8)</u></p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・説明方針の相違 島根2号炉は、再現解析(定常)によりモデルの妥当性を確認し、参考として再現解析(非定常解析)を実施 ・解析条件の相違 島根2号炉は、透水試験等に基づき透水係数を設定 ・説明方針の相違 島根2号炉は、再現解析(定常)によりモデルの妥当性を確認



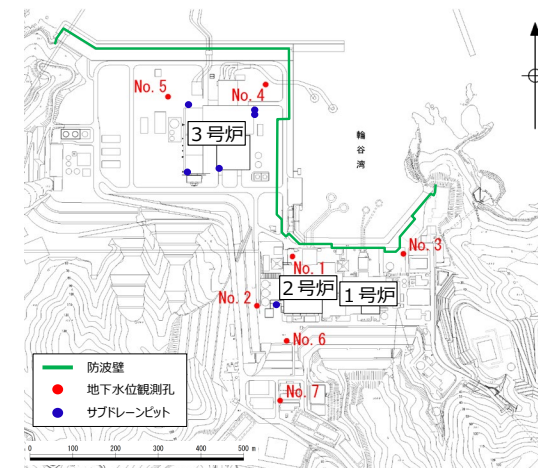
別紙18-7図 観測孔位置



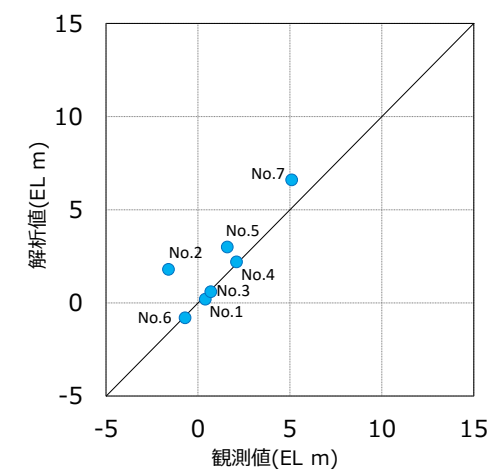
※1：安全対策工事に伴う敷地改変等に着手した2015年6月以前のうち、一定期間以上の水位観測データのある期間から選定した。
 ※2：上記期間における観測水位と解析水位それぞれの平均水位及び最大水位のプロットを示す。

別紙18-8図 観測値と解析値の比較

なお、岩盤が地表付近に近く、主に岩盤内を地下水が流れる観測孔(1Rsy-1~4, 1Rsy-1, 24B-33)において、観測値と解析値の差が比較的大きい結果が得られている。これは、建設時工認において設計用地下水水位(揚圧力)を高めめに評価するため、別紙18-2表に示すように岩盤Iの透水係数を-1σ小さく設定していることに起因するものと推察される。



別紙17-8図 観測孔位置



	揚水量(m ³ /日)
観測値	969
解析値	856

別紙17-9図 観測値と解析値の比較

・説明方針の相違
 島根2号炉は、再現解析(定常)によりモデルの妥当性を確認

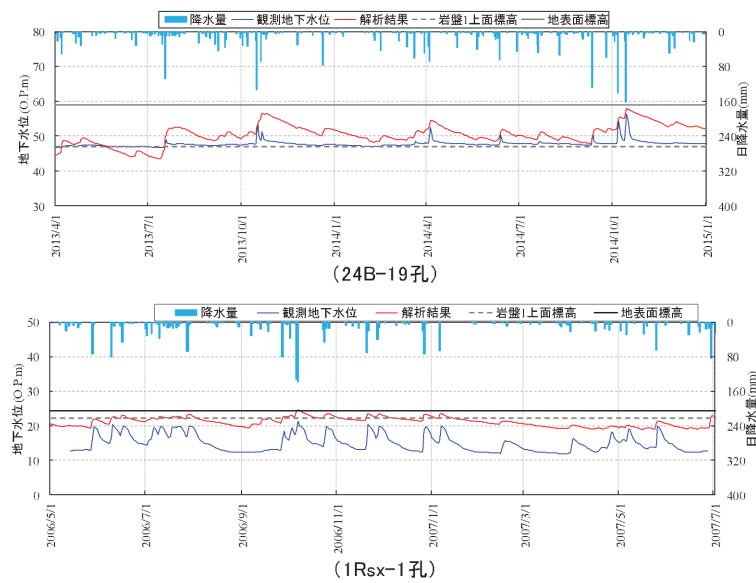
別紙18-2表 透水係数

地層区分		透水係数 (m/sec)	設定根拠
盛土・旧表土		3×10^{-5}	平均値
2号炉周辺以南	岩盤Ⅰ	7×10^{-7}	-1σ
	岩盤Ⅱ	5×10^{-7}	平均値
3号炉周辺以北	岩盤Ⅰ	2×10^{-7}	-1σ
	岩盤Ⅱ	1×10^{-7}	平均値
改良地盤・セメント改良土*		2×10^{-7}	平均値
構造物		0 (不透水)	—

※：建設時工認段階以降に取得

(2) 水位経時変化の確認

別紙18-8図に示す観測値と解析値の比較において比較的裕度の小さい24B-19孔・1Rsx-1孔を例に、解析水位と観測水位の経時変化を別紙18-9図に示す。



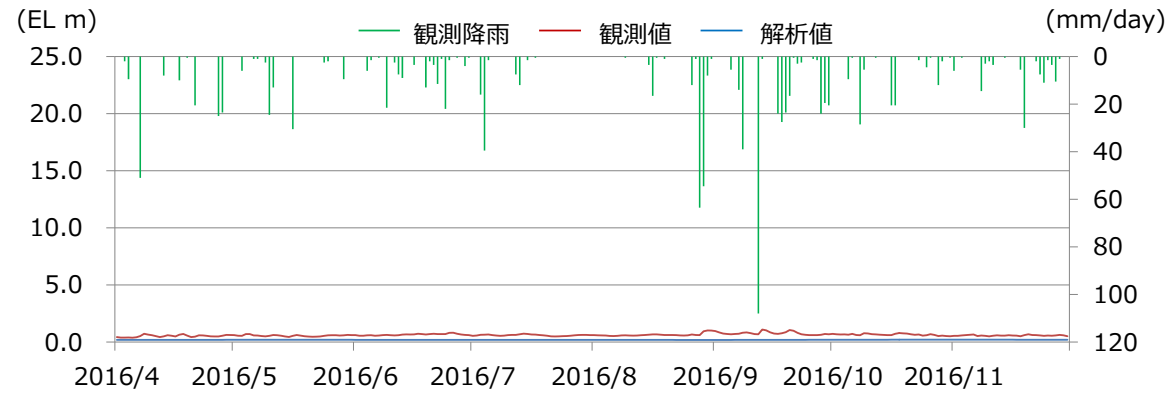
別紙18-9図 地下水位の経時変化例

別紙17-2表 透水係数

区分	透水係数 (cm/s)
C _H 級	5×10^{-5}
C _M 級	6×10^{-4}
C _L 級	1×10^{-3}
D級	2×10^{-3}
砂礫層	4×10^{-3}
埋戻土 (掘削ズリ)	2×10^{-1}
構造物, 改良地盤	1×10^{-5}

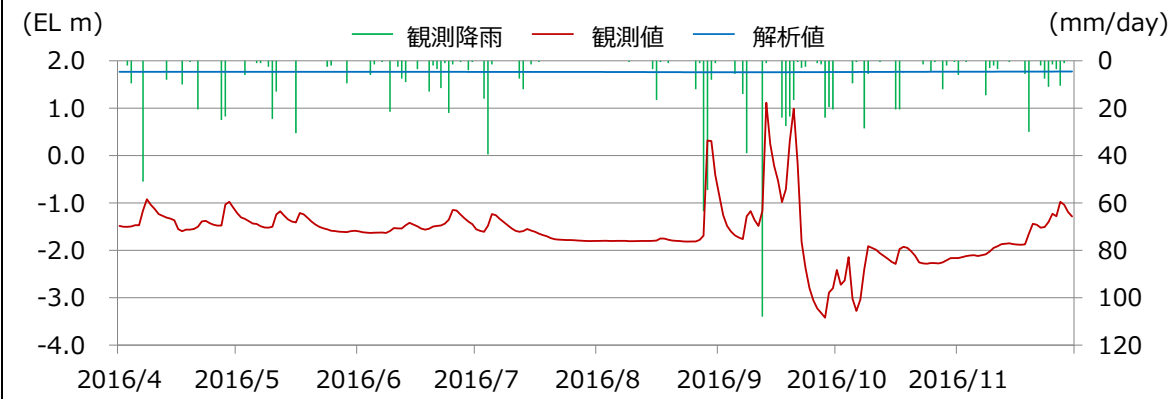
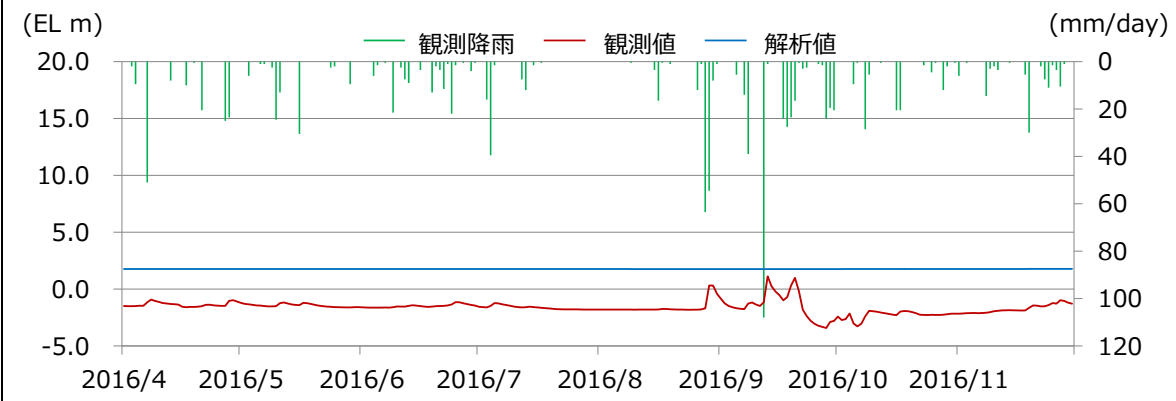
(2) 水位経時変化の確認

再現解析において、参考として非定常解析を実施し、水位の経時変化について別紙17-10図のとおり確認した。(別紙17-7図参照)。

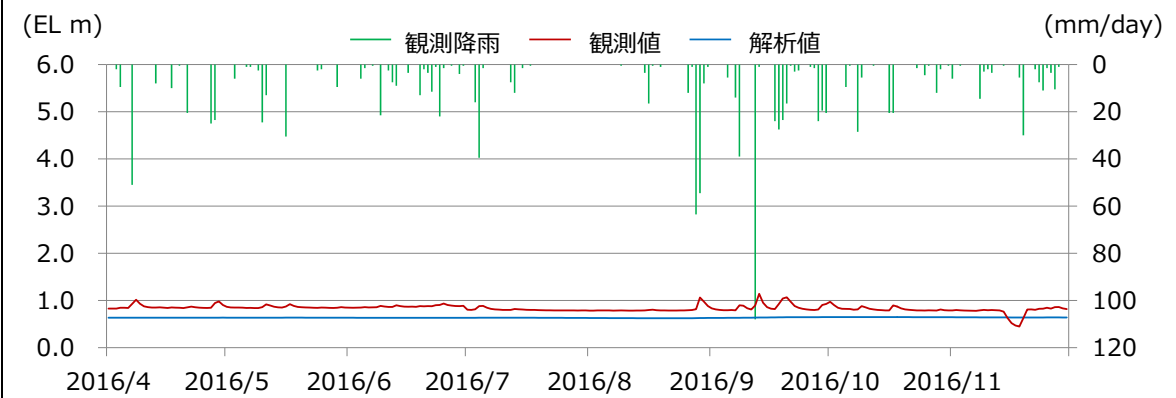
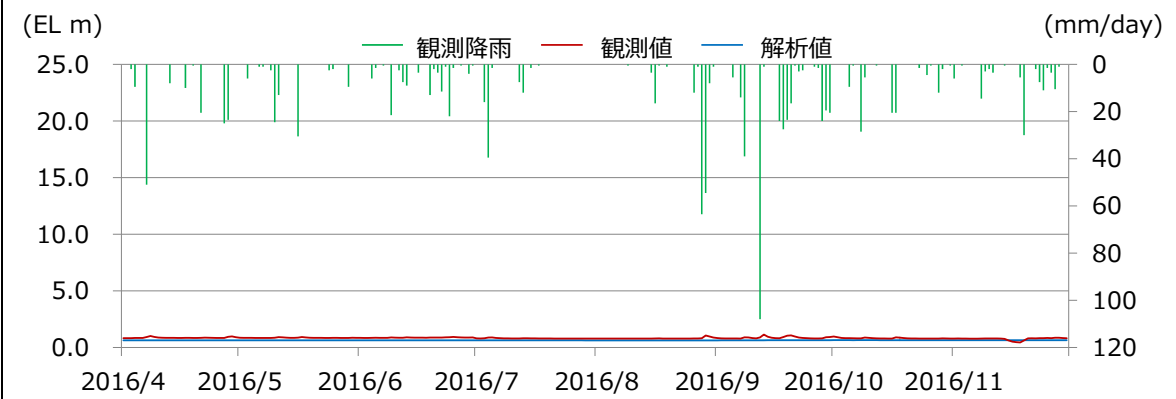


別紙17-10(1)図 地下水位の経時変化例 (No. 1孔)

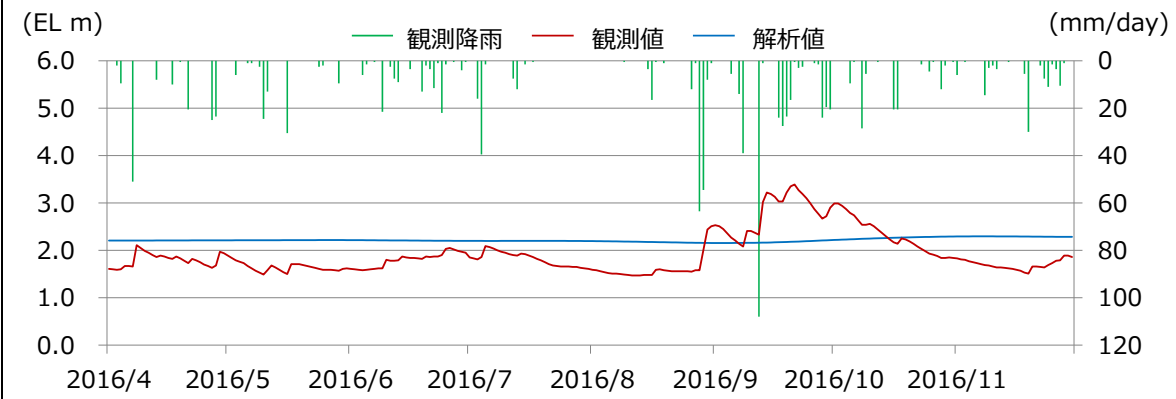
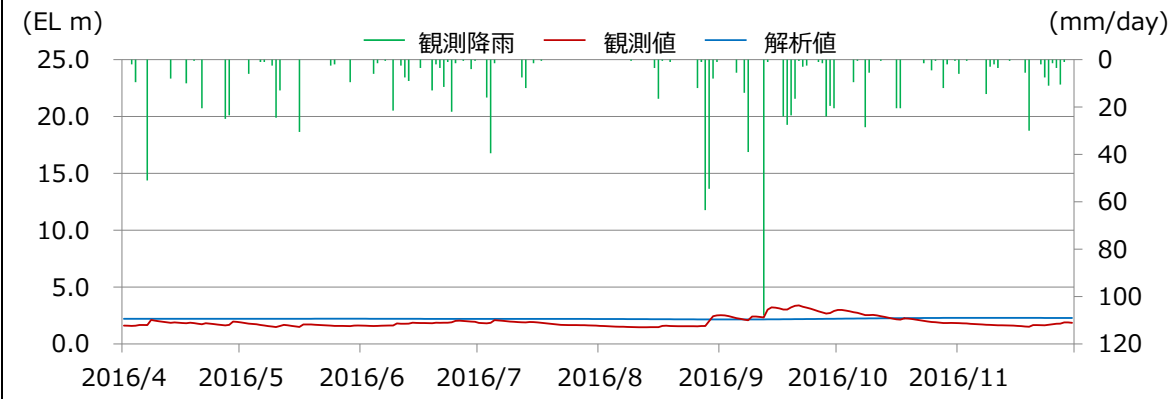
・説明方針の相違
島根2号炉は、参考として再現解析 (非定常解析) を実施



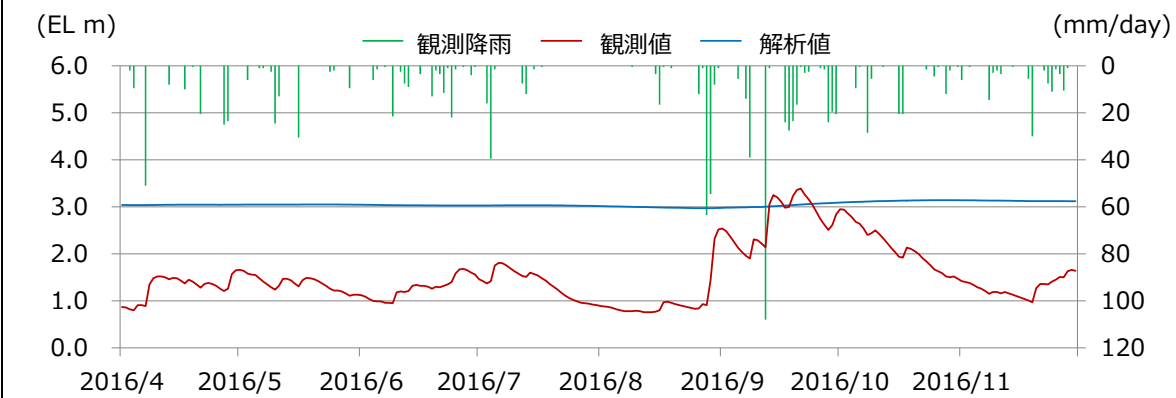
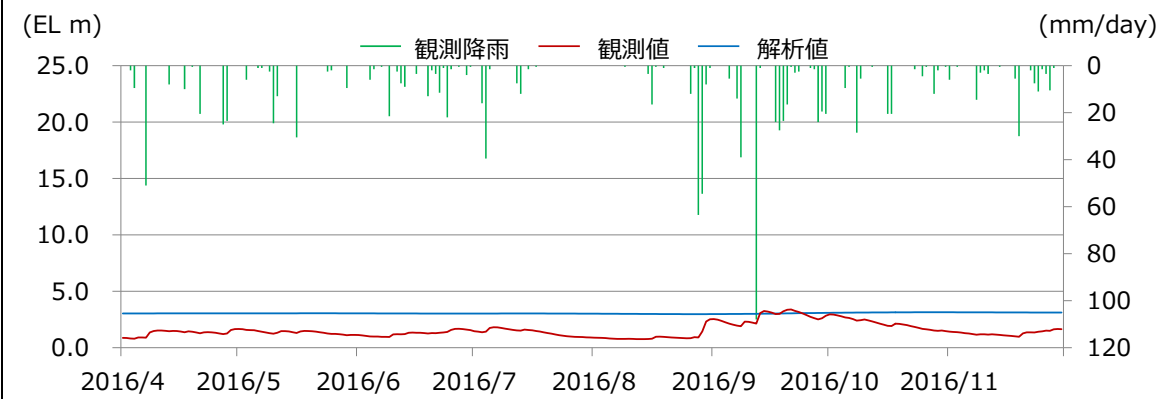
別紙 17-10(2)図 地下水位の経時変化例 (No. 2 孔)



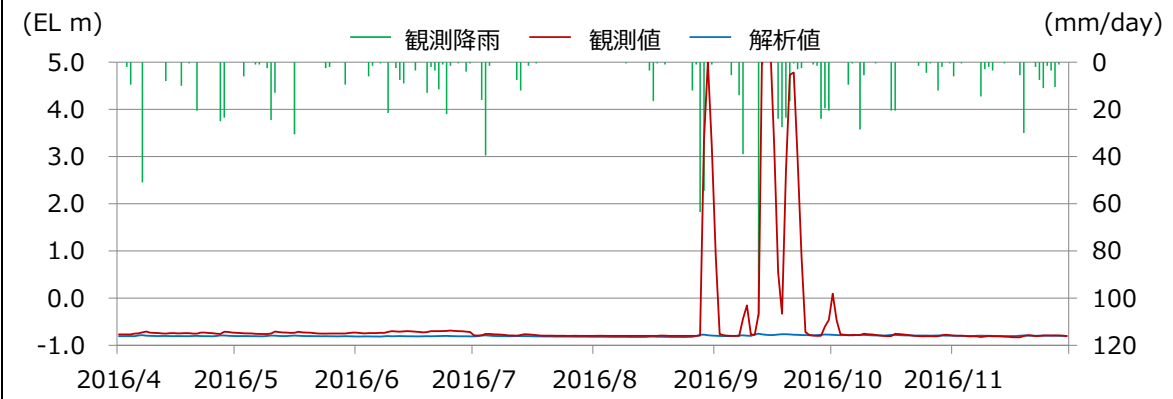
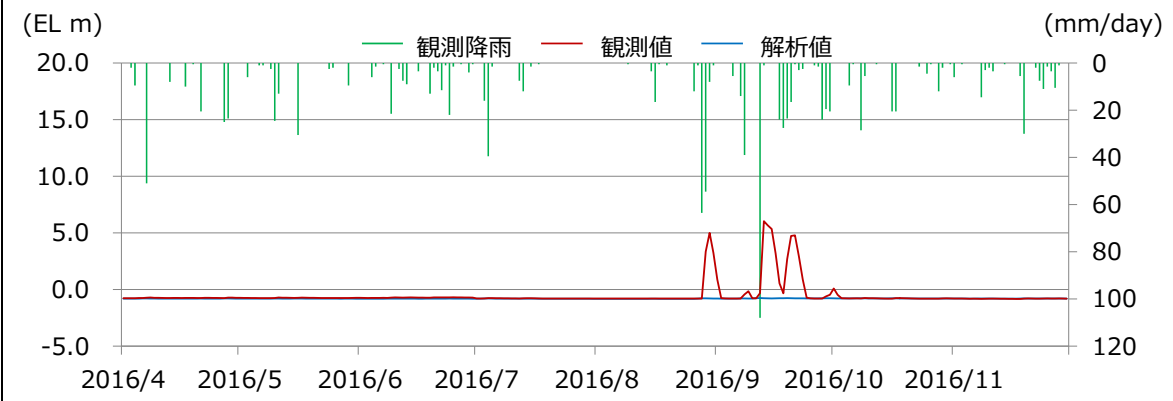
別紙 17-10(3)図 地下水位の経時変化例 (No. 3 孔)



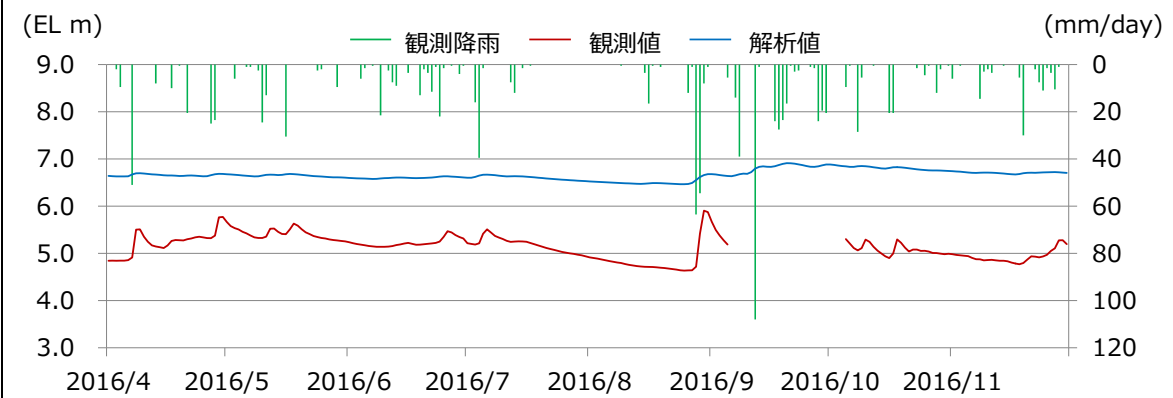
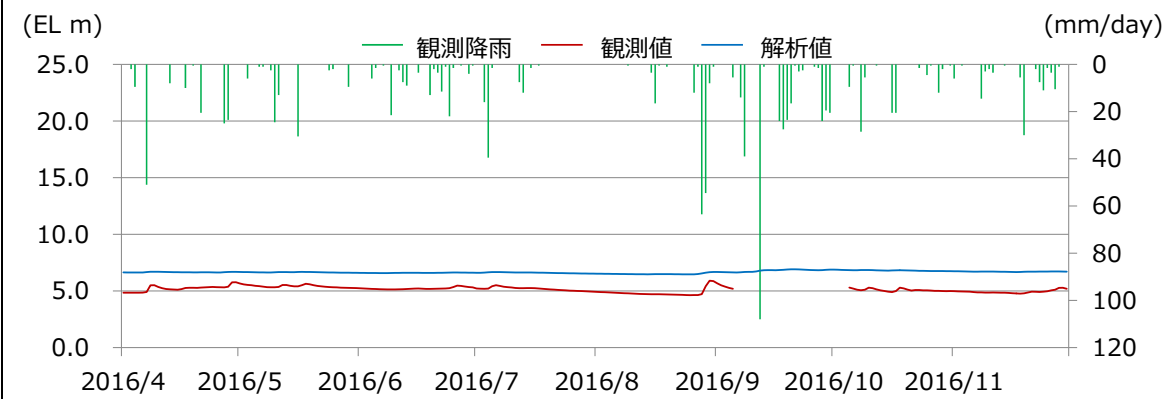
別紙 17-10(4)図 地下水位の経時変化例 (No. 4 孔)



別紙 17-10(5)図 地下水位の経時変化例 (No. 5 孔)



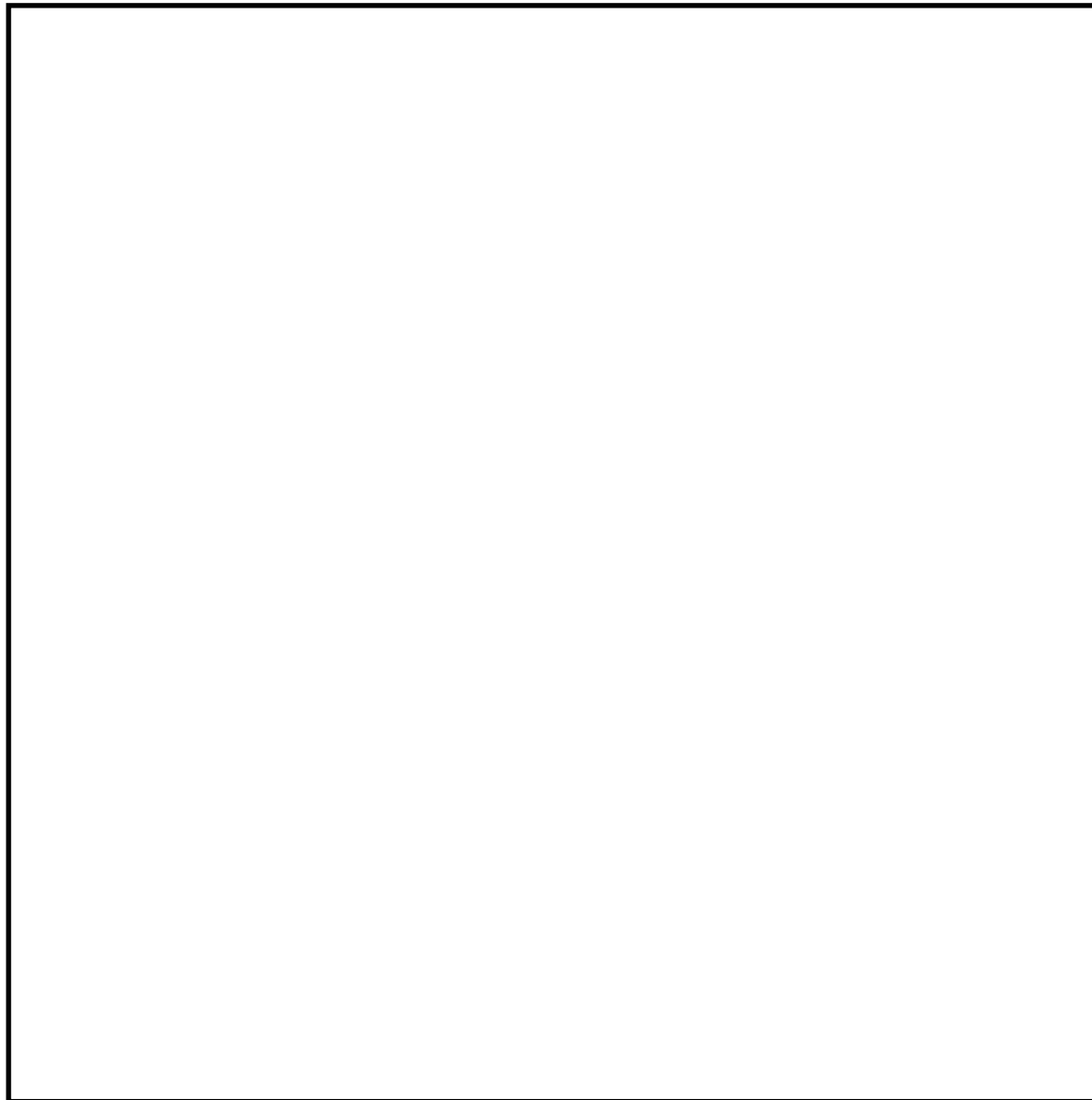
別紙 17-10(6)図 地下水位の経時変化例 (No. 6 孔)



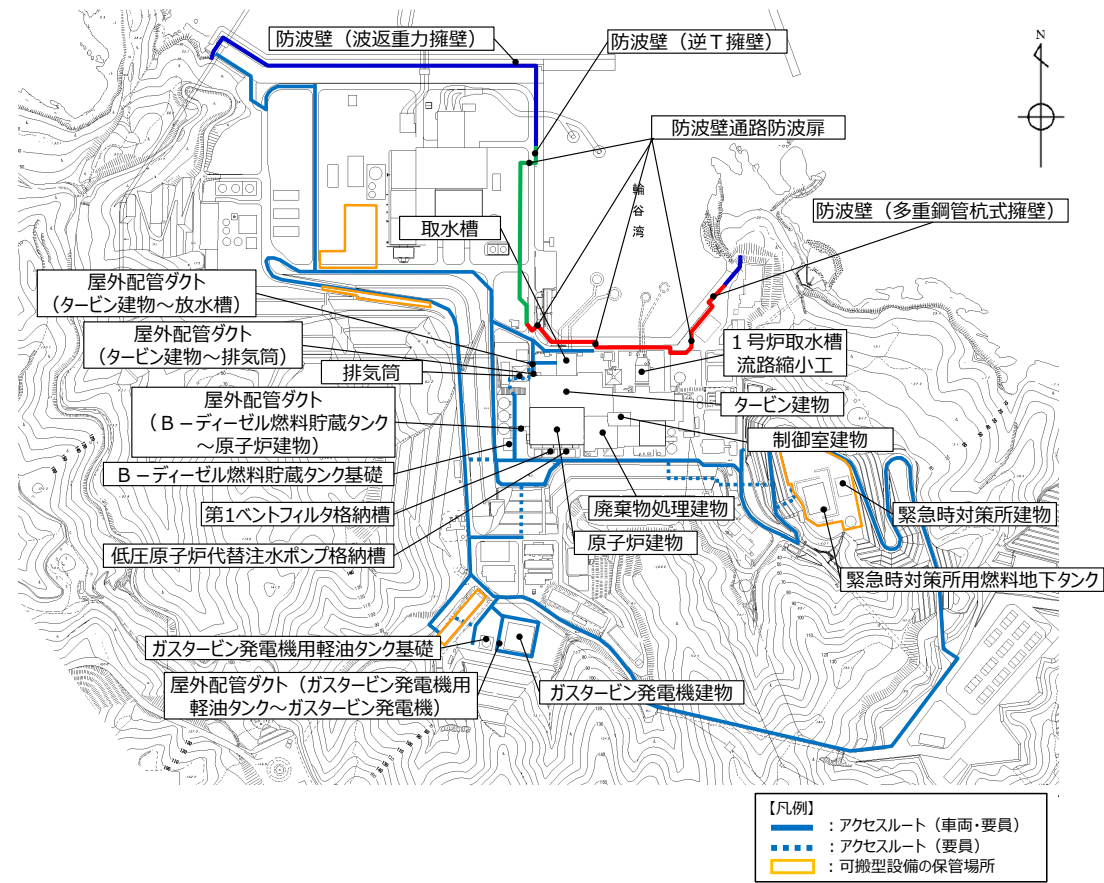
別紙 17-10(7)図 地下水位の経時変化例 (No. 7 孔)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>24B-19孔は盛土層厚が大きい地点、1R_{Sx}-1孔は岩盤が地表面に近い地点であるが、いずれも降雨時には解析値が観測値を上回っており、保守的な結果となっている。</p> <p>それぞれの観測孔における地下水位の経時変化の傾向を以下に示す。</p> <p>a. 24B-19孔 盛土層が厚い24B-19孔では、解析値と観測値それぞれの水位変動と降雨との連動性は概ね一致し、降雨時には解析値が観測値を全て上回っている。これは、盛土層が厚い他の観測孔(H26B-4孔)においても同様である。 なお、観測水位が岩盤表面以下に下がらない状況が確認されるが、観測孔位置は沢部であるため周囲から岩盤表面の地下水が集まりやすい構造であることに起因するものと考えられる。 沢地形部における小降雨時の地下水の流れのイメージを別紙18-10図に示す。</p>  <p>別紙18-10図 沢地形部における小降雨時の地下水の流れ(イメージ)</p> <p>b. 1R_{Sx}-1孔 岩盤が地表付近に近い1R_{Sx}-1孔では、解析値と観測値それぞれの水位変動と降雨との連動性は概ね一致し、降雨時には解析値が観測値を全て上回っている。 これは、岩盤が地表付近に近い他の観測孔(1R_{Sy}-1~4, 24B-33)においても同様である。</p>	<p>No. 1, 3 孔は2号炉の北側に、No. 2, 6 孔は2号原子炉建物近傍に、No. 4, 5 孔は3号炉の北側に位置し、埋戻土(掘削ズリ)の層厚の比較的薄い地点である。一方で、No. 7 孔は敷地の南側に位置し、埋戻土(掘削ズリ)の層厚の比較的厚い地点である。地下水位の経時変化に係る観測値と解析値を比較すると、No. 1, 3, 4 孔では概ね両者は同程度であり、No. 2, 5, 7 孔では解析値が観測値を上回っている。No. 6 孔では一部の降雨に対して、短期的な地下水位挙動は再現できないものの、その他の期間では観測値と解析値が概ね同程度である。</p> <p>また、降雨時の地下水位の反応について観測値と解析値を比較すると、観測値は降雨と連動して地下水位が変化しているが、解析値は観測値と比較して地下水位の感度が小さい。この理由として、局所的に潜在する割れ目や水みち、主要建物周辺工事の影響等が挙げられるが、再現解析の解析モデルに反映できていない。</p> <p>今後、解析モデルへの反映の可否を含めて検討し、非定常解析の位置付け及び非定常解析の信頼性を向上させるための取り組みについて、詳細設計段階で説明する。</p> <p>それぞれの観測孔における地下水位の経時変化の傾向を以下に示す。</p> <p>a. No. 1 孔 No. 1 孔の観測値によると、降雨等に伴い地下水位の上昇が認められるものの、大きな変動は確認されず、概ね EL. 0~+1m の間を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移していることを確認した。</p> <p>b. No. 2 孔 No. 2 孔の観測値によると、観測孔近傍に設置されている地下水位低下設備(既設)の機能により、他の観測孔と比較して降雨等に伴う地下水位上昇後の低下が早い傾向があり、一部の降雨時を除くと、地下水位は EL. 0m を超えない範囲を推移している。一方で、解析値では、それよりも高い概ね EL. +2m であることを確認した。</p> <p>c. No. 3 孔 No. 3 の観測値によると、降雨等に伴い、地下水位の上昇が認められるものの、大きな変動は確認されず、概ね EL. 0~+1m の間を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移していることを確認した。</p> <p>d. No. 4 孔 No. 4 孔の観測値によると、既設のサブドレーンピット近傍の観測孔 (No. 2, No. 6) と比較して、降雨等による水位上昇後、緩やかに低下する傾向があり、概ね EL. +1~3m の間を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移していることを確認した。</p> <p>e. No. 5 孔 No. 5 孔の観測値によると、既設のサブドレーンピット近傍の観測孔 (No. 2, No. 6) と比較して、降雨等による水位上昇後、緩やかに低下する傾向があり、概ね EL. +1~3m の間を推移してい</p>	<p>・説明方針の相違 島根2号炉は、詳細設計段階において、非定常解析の信頼性向上等について検討</p>

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2.4地下水水位が上昇した場合の影響確認</p> <p>(1)耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等の抽出</p> <p><u>防潮堤の沈下対策により敷地内の地下水の流動場が変化することを踏まえ、耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等として、基礎地盤・周辺斜面の他、O.P.+14.8m盤及びO.P.+62m盤エリアに設置される耐震重要施設・常設重大事故等対処施設(いずれも間接支持構造物を含む)、並びに車両通行性への影響の観点等から保管場所・アクセスルート</u>を抽出した。</p> <p>耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等の抽出結果を別紙18-11図及び別紙18-3表に示す。</p>	<p><u>る。一方で、解析値では、それよりも高い概ねEL.+3mであることを確認した。</u></p> <p>f.No.6孔</p> <p><u>No.6孔の観測値によると、観測孔近傍に設置されている地下水水位低下設備(既設)の機能により、他の観測孔と比較して降雨等に伴う地下水水位上昇後の低下が早い傾向があり、一部の降雨時を除くと、地下水水位はEL.-1~0mの間を推移している。また、No.6孔は南側の盛土斜面から地下水が流れ込むため、一部の降雨時に地下水水位が短期的な挙動を示す傾向が認められる。一方で、解析値では、短期的な地下水水位挙動は再現できないものの、その他の期間については、概ね同等で推移している。</u></p> <p>g.No.7孔</p> <p><u>No.7孔の観測値によると、降雨等による水位上昇後、緩やかに低下する傾向にあり、概ねEL.+5~6mの間を推移している。一方で、解析値では、それよりも高い概ねEL.+6~7mの間を推移していることを確認した。</u></p> <p>2.4地下水水位が上昇した場合の影響確認</p> <p>(1)耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等の抽出</p> <p><u>防波壁周辺の地盤改良により敷地内の地下水の流動場が変化することを踏まえ、耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等として、EL.+8.5m盤、EL.+15m盤、EL.+44m盤及びEL.+50m盤エリアに設置される耐震重要施設・常設重大事故等対処施設(いずれも間接支持構造物を含む)及びそれらの基礎地盤・周辺斜面、並びに車両通行性への影響の観点等から保管場所・アクセスルート</u>を抽出した。</p> <p>耐震評価において地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等の抽出結果を別紙17-11図及び別紙17-3表に示す。</p>	



別紙18-11図 耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等の抽出結果



別紙17-11図 耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等の抽出結果

別紙18-3表 耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある
施設等の抽出結果

施設等		備考
基礎地盤・周辺斜面	基礎地盤	
	周辺斜面	対象となる周辺斜面はなし
建物・構築物※	原子炉建屋	
	制御建屋	
	3号炉海水熱交換器建屋	
	排気筒	
	緊急時対策建屋	0. P. +62m 盤に設置
	緊急用電気品建屋	0. P. +62m 盤に設置
土木構造物・ 津波防護施設・ 浸水防止設備	防潮堤	
	防潮壁	
	海水ポンプ室	
	原子炉機器冷却海水配管ダクト	
	取水路	
	軽油タンク室	
	軽油タンク室 (H)	
	復水貯蔵タンク基礎	
	軽油タンク連絡ダクト	
	排気筒連絡ダクト	
	3号炉海水ポンプ室	
	取放水路流路縮小工	
	ガスタービン発電設備軽油タンク室	0. P. +62m 盤に設置
	貫通部止水処置	
3号炉補機冷却海水系放水ピット		
揚水井戸 (3号炉海水ポンプ室防潮壁区画内)	浸水防止蓋の間接支持構造物	
保管場所・ アクセスルート	保管場所	0. P. +14. 8m 盤
	アクセスルート	0. P. +14. 8m 盤
	保管場所・アクセスルート	0. P. +62m 盤に設置
	保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面	

※ 土木構造物を除く

別紙17-3表 耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある
施設等の抽出結果

設備分類		設備名称
基礎地盤・周辺斜面		基礎地盤
		周辺斜面
設計基準対象施設	建物, 構築物	原子炉建物
		タービン建物
		廃棄物処理建物
		制御室建物
		排気筒
	屋外重要土木構造物	取水槽
		屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒)
		B-ディーゼル燃料貯蔵タンク基礎
	津波防護施設	屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク~原子炉建物)
		防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)
		防波壁 (逆T擁壁)
		防波壁 (波返重力擁壁)
		1号炉取水槽流路縮小工
		防波壁通路防波扉
重大事故等 対処施設	第1ベントフィルタ格納槽	
	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
	緊急時対策所建物	
	緊急時対策所用燃料地下タンク	
	ガスタービン発電機建物	
	ガスタービン発電機用軽油タンク基礎	
保管場所・ アクセスルート	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機)	
	保管場所	
	アクセスルート	

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2)地下水位の上昇による影響と対応方針</p> <p>別紙18-11図及び別紙18-3表に示した耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、地下水位が上昇した場合は施設等への揚圧力影響及び液状化影響が生じる可能性を踏まえ、その影響を低減するための対応方針を整理した(補足説明資料4参照)。</p> <p>a. <u>地下水位が上昇した場合における施設に生じる影響について</u></p> <p><u>地下水位が上昇した場合には、揚圧力上昇及び液状化による土圧等の変化により施設の耐震性等に影響が及ぶ可能性がある。</u></p> <p><u>地下水位の上昇に伴う影響は別紙18-12図に示すステップ順に段階的に生じるものと考えられる。</u></p> <div data-bbox="329 682 1101 1010" data-label="Diagram"> </div> <p>別紙18-12図 地下水位上昇時に施設に段階的に生じる影響の概念図</p> <p>b. <u>地下水位上昇の影響を低減するための対応方針</u></p> <p><u>地下水位上昇の影響を低減するため地下水位を低下させる対策や施設の耐震補強の選択肢が考えられるが、地下水位の上昇による影響が段階的に進むことを踏まえ、早期に影響が生じる建物・構築物の揚圧力影響の低減に着目し、地下水位を一定の範囲に保持する地下水低下設備を検討の上、設置することとする。</u></p> <p><u>液状化影響は、地下水位を一定の範囲に保持する地下水低下設備の機能を考慮した設計用地下水水位を用い評価し、当該施設の機能が損なわれないことを確認する。また、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を実施する。</u></p> <p><u>一方、以下の施設は設計用地下水水位の設定において地下水低下設備の機能に期待しない。</u></p>	<p>(2)地下水位の上昇による影響と対応方針</p> <p>別紙 17-11 図及び別紙 17-3 表に示した耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、地下水位が上昇した場合は施設等への揚圧力影響及び液状化影響が生じる可能性を踏まえ、その影響を低減するための対応方針を整理した(補足説明資料4参照)。</p>	<p>備考</p> <p>・説明方針の相違</p> <p>島根2号炉は、建物・構築物に作用する揚圧力、及び液状化影響の低減を目的として、地下水位低下設備を設置する旨を冒頭で説明</p>

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・緊急時対策建屋, 緊急用電気品建屋及びガスタービン発電設備軽油タンク室(いずれもO. P. +62m盤で, 自然水位(地下水位低下設備の効果が及ばない範囲の地下水位)より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定)</p> <p>・取放水路流路縮小工 (岩盤内に設置され, 地下水位は設計に影響しない)</p> <p>・可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートにおいて評価する斜面 (自然水位(地下水位低下設備の効果が及ばない範囲の地下水位)より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定)</p> <p>また, アクセスルートについては, c. アクセスルートの機能維持の方針で述べる。 なお, 可搬型重大事故等対処設備保管場所については, 支持力のみの要求であり, 岩盤・MMR上に設置されるため, 地下水位の影響は受けない。</p> <p>以上の対応方針については, 工事計画認可段階において浸透流解析の結果を踏まえ, 詳細を提示する。</p> <p>c. アクセスルートの機能維持の方針 アクセスルートは, 地震時の液状化に伴う地下構造物の浮き上がり^{*1}の影響を受けることなく通行性を確保する設計とする。アクセスルートの機能維持に係る配慮事項を別紙18-4表及び以下に示す。</p> <p>・地下水位低下設備の重要安全施設への影響に鑑み, 安全機能の重要度分類を踏まえて講ずる設計上及び機能喪失時の配慮^{*2}により, 地下水位は一定の範囲に保持される。このことから, 地下水位低下設備の機能を考慮した設計用地下水位を設定する区間においては, 地震時の液状化に伴う地下構造物の浮き上がりが発生せず, アクセスルートの通行性は確保される。</p> <p>・また, 地下水位低下設備の機能喪失を想定しても, 地震時の液状化に伴う地下構造物の浮き上がりに対してアクセスルートの通行性を一定期間確保する設計^{*4}とする。</p> <p>・地下水位低下設備が機能喪失した場合に復旧作業等を行うため, 必要な資機材として, 可搬型設備及び予備品を確保する。</p> <p>・地下水位低下設備の機能喪失が外部からの支援が可能となるまでの一定期間を超え長期に及ぶ場合においては, 予め整備する手順と体制に従い, 外部支援等によりアクセスルートの通行性を</p>		

確保する。

※1: アクセスルートの地下構造物の浮き上がり評価において用いる地下水位は、地下水位低下設備の機能を考慮した水位又は地表面とする。

※2: 機能喪失時の配慮については、第II編で詳述する。

※3: 地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定して、工事計画認可段階で機能喪失に伴う地下水位の上昇程度を評価した上で、地震時の液状化に伴う地下構造物の浮き上がりによるアクセスルートへの影響について評価し、アクセスルートの通行性を一定期間確保する設計とする。この結果、アクセスルートの通行性が一定期間確保できない場合は、地盤改良等の対策を講じる。

※4: 概略評価で150日間程度はアクセスルートの通行性に影響がない見通しを得ているが、外部からの支援が可能となるまでの期間を踏まえ、一定期間として2か月程度を確保することを目安に、工認段階における詳細評価も踏まえて地盤改良等の対策要否を判断する。

別紙18-4表 アクセスルートの機能維持に係る配慮事項

配慮事項	通常運転状態	設計基準事故等状態	重大事故等状態
地下水位低下設備に対する設計上の配慮	<ul style="list-style-type: none"> 安全機能の重要度分類におけるクラス1相当の設計（外部事象等への配慮、非常用交流電源設備に接続等） 耐震性の確保（Ss 機能維持*） 常設代替交流電源設備（GTG）に接続 		
地下水位低下設備に対する機能喪失時の配慮	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型設備及び予備品による復旧 		
アクセスルートに対する配慮	<ul style="list-style-type: none"> アクセスルートの通行性が一定期間確保できない場合は、地盤改良等の対策 外部支援等の活用による通行性の確保 		

※ 基準地震動 Ss に対し機能維持することを確認する。以下同様に記載

d. 地下水位の影響を踏まえた評価と対応

a. ~ c. までの整理結果を踏まえ耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、地下水位の影響を踏まえた評価と対応を第18-5表のとおり整理した。

a. 地下水位の影響を踏まえた評価と対策

耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策を別紙 17-4 表に示す。

別紙18-5表 地下水位の影響を踏まえた評価と対応(1/3)

地下水位の影響を受ける施設等		地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策	
基礎地盤 ・周辺斜面	基礎地盤	評価結果	影響なし (原子炉建屋の地下水位は基礎版中央に設定しているが、地下水位の設定は基礎地盤の評価結果に影響しない。なお、その他は周辺地盤を含め地表面に設定。)
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —
建物・構築物	原子炉建屋 ・制御建屋 ・3号炉海水熱交換器建屋 ・排気筒	評価結果	影響あり (揚圧力影響、液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 【揚圧力対策】 ○：地下水位低下設備の設置 【液状化対策】 △：(設計用地下水位の設定において前提とする。) 各施設等(耐震補強) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。
	緊急時対策建屋 ・緊急用電気品建屋	評価結果	影響なし (地下水位低下設備に期待せず設計用地下水位を設定)
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —

凡例
○：地下水位低下設備が設計上必要
△：地下水位低下設備により保持される地下水位を前提として評価・対策
—：対策不要

別紙18-5表 地下水位の影響を踏まえた評価と対応(2/3)

地下水位の影響を受ける施設等		地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策	
土木構築物・津波防護施設・浸水防止設備	防湖堤 ・防湖壁 ・海水ポンプ室 ・原子炉機器冷却海水配管ダクト ・取水路 ・軽油タンク室 ・軽油タンク室(H) ・復水貯蔵タンク基礎 ・軽油タンク連絡ダクト ・排気筒連絡ダクト ・3号炉海水ポンプ室 ・貫通部止水処置 ・3号炉補機冷却海水系放水ピット ・揚水井戸 (3号炉海水ポンプ室防湖壁区画内)	評価結果	影響あり (揚圧力影響、液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 △：(設計用地下水位の設定において前提とする。) 各施設等(耐震補強) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。
	取放水路流路縮小工 ・ガスタービン発電設備軽油タンク室	評価結果	影響なし (地下水位低下設備に期待せず設計用地下水位を設定)
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —

凡例
○：地下水位低下設備が設計上必要
△：地下水位低下設備により保持される地下水位を前提として評価・対策
—：対策不要

別紙17-4表 地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策(1/2)

地下水位の影響を受ける可能性のある施設等		地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策		他サイトとの比較	
				東海第二	女川2号
基礎地盤・周辺斜面	基礎地盤 ・周辺斜面	評価結果	影響なし (保守的に地表面に設定)※	影響なし	影響なし
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —	—	—
建物、構築物	原子炉建物 ・タービン建物 ・廃棄物処理建物 ・制御室建物 ・排気筒	評価結果	影響あり (揚圧力影響・液状化影響)	影響あり (揚圧力影響・液状化影響)	影響あり (揚圧力影響・液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 【揚圧力対策】 ○：地下水位低下設備(既設)の設置 【液状化対策】 △：(設計用地下水位の設定において前提とする) 各施設等(耐震補強) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。	【揚圧力対策】 ○：地下水位低下設備の設置 【液状化対策】 △：(設計用地下水位の設定において前提とする) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。	【揚圧力対策】 ○：地下水位低下設備の設置 【液状化対策】 △：(設計用地下水位の設定において前提とする) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。
	屋外重要土木構築物	評価結果	影響なし (地下水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計用地下水位を設定)	影響なし	影響あり (揚圧力影響・液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —	—	△：(設計用地下水位の設定において前提とする) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。

※周辺斜面の液状化範囲については、2次元浸透流解析により設定する。 先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

凡例
○：地下水位低下設備が設計上必要
△：地下水位低下設備により保持される地下水位を前提として評価・対策
—：対策不要

別紙17-4表 地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策(2/2)

地下水位の影響を受ける可能性のある施設等		地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策		他サイトとの比較	
				東海第二	女川2号
津波防護施設	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) ・防波壁 (逆T擁壁) ・防波壁 (波返し力擁壁) ・1号炉取水路縮小工 ・防波壁通路防波扉	評価結果	影響なし (地下水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計用地下水位を設定)	影響なし	影響あり(一部) (揚圧力影響・液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —	—	△：(設計用地下水位の設定において前提とする) △：耐震評価の結果、当該施設の機能に影響が及ぶ場合は、適切な対策(地盤改良等の耐震補強)を講ずる。
重大事故等 対処施設	第1ベントフィルタ格納槽 ・低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 ・緊急時対策所建物 ・緊急時対策所用燃料地下タンク ・ガスタービン発電機建物 ・ガスタービン発電機用軽油タンク基礎 ・屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	評価結果	影響なし (地下水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計用地下水位を設定)	影響なし	—
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —	—	—
保管場所 ・アクセスルート	保管場所 ・アクセスルート	評価結果	影響なし (地下水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計用地下水位を設定)	影響なし	影響あり(一部) (液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 — 各施設等(耐震補強) —	—	△：(地下水位低下設備が機能喪失した場合は初期水位として考慮) △：(アクセスルートの通行性が一定期間確保できない場合は、地盤改良等の対策・外部支援等の活用による通行性の確保)

先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

凡例
○：地下水位低下設備が設計上必要
△：地下水位低下設備により保持される地下水位を前提として評価・対策
—：対策不要

・説明方針の相違
島根2号炉は、屋外重要土木構築物、津波防護施設、重大事故等対処施設及び保管場所・アクセスルートについて、地下水位の上昇による影響はない

別紙18-5表 地下水位の影響を踏まえた評価と対応(3/3)

地下水位の影響を受ける施設等		地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策	
保管場所・ アクセスルート	・保管場所 (O.P.+14.8m盤)	評価結果	影響なし (地下水位低下設備により一定の範囲に保持される地下水位を前提として設計用地下水位を設定しているが、保管場所(O.P.+14.8m盤)は、岩盤、MMR上に設置されるため、地下水位の設定は評価結果に影響しない)
		対策	地下水位低下設備 各施設等(耐震補強)
	・アクセスルート (O.P.+14.8m盤)	評価結果	影響あり(液状化影響)
		対策	地下水位低下設備 各施設等(耐震補強)
・保管場所、アクセスルート (O.P.+62m盤)	評価結果	影響なし(地下水位低下設備に期待せず設計用地下水位を設定)	
	対策	地下水位低下設備 各施設等(耐震補強)	
・保管場所、アクセスルート において評価する斜面	評価結果	影響なし(地下水位低下設備に期待せず設計用地下水位を設定)	
	対策	地下水位低下設備 各施設等(耐震補強)	

凡例
○: 地下水位低下設備が設計上必要
△: 地下水位低下設備により保持される地下水位を前提として評価・対策
—: 対策不要

b. 地下水位の設定方針

a. を踏まえ、耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、地下水位の設定方針を別紙 17-5 表に示す(各審査区分における解析条件については、「2.7 解析条件及び地下水位設定方針の整理」参照)。

構造成立性検討用の地下水位設定方針については、以下のとおり。

- ・設置許可段階で安全性評価が要求される基礎地盤・周辺斜面については、地震時の動的解析において地下水位を地表面とする。なお、周辺斜面の液状化範囲については、二次元浸透流解析により地下水位を設定する。
- ・屋外重要土木構造物及び津波防護施設等は地下水位低下設備(既設)の機能に期待しない方針とし、揚水ポンプが停止した条件における三次元浸透流解析結果により地下水位を設定する。

詳細設計段階における設計地下水位の設定方針(地下水位低下設備の考慮)については、以下のとおり。

- ・地下水位低下設備(既設)については、保守管理性が低いため、その機能に期待しない。
- ・建物、構築物に作用する揚圧力及び液状化影響の低減を目的として、信頼性(耐久性・耐震性・保守管理性)を満足する地下水位低下設備を新設する。
- ・建物、構築物は新設する地下水位低下設備の機能に期待する方針とし、揚水ポンプが稼働した条件における三次元浸透流解析結果より保守的に設定した地下水位を設定する。
- ・屋外重要土木構造物及び津波防護施設等は新設する地下水位低下設備の機能に期待しない方針とし、揚水ポンプが停止した条件における三次元浸透流解析結果(自然水位)より保守的に設定した地下水位を設定する。

・説明方針の相違
島根2号炉は、各施設の地下水位の設定方針をまとめとして記載

別紙 17-5 表 耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等の地下水位の設定方針

設備分類	設備名称	地下水位の設定方針
基礎地盤・周辺斜面	基礎地盤	保守的に地表面に設定 ^{※1}
	周辺斜面	
建物、構築物	原子炉建物	地下水位低下設備の機能に期待して、設計地下水位を設定する。
	タービン建物	
	廃棄物処理建物	
	制御室建物	
	排気筒	
屋外重要土木構造物	取水槽	自然水位 ^{※2} より保守的に設定した水位
	屋外配管ダクト(タービン建物～排気筒)	
	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク基礎	
	屋外配管ダクト(B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)	
津波防護施設	防波壁(多重鋼管杭式擁壁)	
	防波壁(逆T擁壁)	
	防波壁(波返重力擁壁)	
	1号炉取水槽流路縮小工	
	防波壁通路防波扉	
重大事故等対処施設	第1バントフィルタ格納槽	
	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	
	緊急時対策所建物	
	緊急時対策所用燃料地下タンク	
	ガスタービン発電機建物	
	ガスタービン発電機用軽油タンク基礎	
保管場所・アクセスルート	屋外配管ダクト(ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	
	保管場所	
	アクセスルート	

※1 周辺斜面の液状化範囲については、二次元浸透流解析により設定する
 ※2 地下水位低下設備の機能に期待しない場合の地下水位

・説明方針の相違
 島根2号炉は、地下水位の設定方針をまとめとして記載

(3)地下水位が上昇した場合の影響評価まとめ

地下水位の影響を踏まえた評価と対応方針を踏まえ、耐震評価において地下水位の影響を受ける施設等の地下水位低下設備との関係を整理した。整理結果を別紙18-6表に示す(基準適合の考え方は添付資料3に示す)。

a. 地下水位低下設備の設置許可基準規則における位置付け等

別紙18-6表の整理を踏まえ、施設の設置許可基準規則第4条(第39条)への適合に当たり、施設の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持する必要であることから、地下水位低下設備を設計基準対象施設として位置付ける。

各施設の耐震設計については、防潮堤の下方を地盤改良するために地下水の流れが遮断され地下水位が上昇するおそれがあるという女川サイト固有の状況を踏まえ地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した水位、自然水位(地下水位低下設備の効果が及ばない範囲の地下水位)より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定し、揚圧力が作用した場合及び液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても当該施設の機能が損なわれないように設計することで基準適合が図られる。

なお、地下水位の影響を受ける施設等、及び地下水位の影響を踏まえた対策については、工事計画認可段階にその詳細を示す。

(3)地下水位が上昇した場合の影響評価まとめ

地下水位の影響を踏まえた評価と対応方針を踏まえ、耐震評価において地下水位の影響を受ける施設等の地下水位低下設備との関係を整理した。整理結果を別紙17-6表に示す(基準適合の考え方は添付資料2に示す)。

a. 地下水位低下設備の設置許可基準規則における位置付け等

別紙17-6表の整理を踏まえ、施設の設置許可基準規則第4条(第39条)への適合に当たり、施設の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから、地下水位低下設備を設計基準対象施設として位置付ける。

各施設の耐震設計については、防波壁の周辺を地盤改良するために地下水の流れが遮断され地下水位が上昇するおそれがあるという島根サイト固有の状況を踏まえ地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した水位、自然水位(地下水位低下設備の機能に期待しない場合の地下水位)より保守的に設定した水位又は地表面にて設計地下水位を設定し、揚圧力が作用した場合及び液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても当該施設の機能が損なわれないように設計することで基準適合が図られる。

なお、地下水位の影響を受ける施設等、及び地下水位の影響を踏まえた対策については、詳細設計段階にその詳細を示す。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 地下水位低下設備と対応条文の関連性等</p> <p>建物・構築物について、設置許可基準規則第39条は同第4条と同様の要求であり、第4条への適合をもって第39条への適合性を確認する。</p> <p>施設等について、余震時に対する要求を含む設置許可基準規則第5条・第40条及び第39条については、第4条への適合をもって確認する。また、同第3条第2項及び第38条第2項、第4条及び第39条は、それぞれ同一の地盤、地震に対する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の適合性を要求しているものであり、地震時の影響については、代表的に設置許可基準規則第4条への適合性を示すことにより確認する。</p> <p>以上から、地震時の影響については、代表的に設置許可基準規則第4条或いは第39条への適合性を示すことにより確認する。</p>	<p>b. 地下水位低下設備と対応条文の関連性等</p> <p>建物、構築物について、設置許可基準規則第39条は同第4条と同様の要求であり、第4条への適合をもって第39条への適合性を確認する。</p> <p>施設等について、余震時に対する要求を含む設置許可基準規則第5条・第40条及び第39条については、第4条への適合をもって確認する。また、同第3条第2項及び第38条第2項、第4条及び第39条は、それぞれ同一の地盤、地震に対する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の適合性を要求しているものであり、地震時の影響については、代表的に設置許可基準規則第4条への適合性を示すことにより確認する。</p> <p>以上から、地震時の影響については、代表的に設置許可基準規則第4条或いは第39条への適合性を示すことにより確認する。</p>	

別紙 18-6 表 耐震評価において地下水位の影響を受ける施設等の
地下水位低下設備との関係並びに設置許可基準規則における対応条文の整理

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)

施設等	安全性確保における 地下水位低下設備の位置付け※1		関連する条文					備考	
	(A) 設計値保持 のために 直接的に必要	(B) 左記(A)により保持される 地下水位を前提とする (必要時は対策)	(C) 不要	地震					
				38条 1項	38条 2項 ※4	39条 ※4	40条 ※4		43条
基礎地盤 周辺斜面			○※2						対称面なし
原子炉建屋	○			△	○	※3			
制御建屋	○			△	○	※3			
3号炉補水熱交換器建屋	○			△	○	※3	△		
排気筒	○			△	○	※3			O.P.+62m盤 O.P.+62m盤
緊急時対策建屋		○		△					
緊急用電気品建屋		○		△					
防噴壁		○		△					
防朝壁		○		△					
海水ポンプ室		○		△					
原子炉機器冷却海水配管ダクト		○		△					
取水路		○		△					
整油タンク室		○		△					
整油タンク室(H)		○		△					
海水貯蔵タンク基礎		○		△					
整油タンク連絡ダクト		○		△					
排気筒連絡ダクト		○		△					
3号炉補水ポンプ室		○		△					
取水路連絡路橋小工		○		△					
3号炉補水ポンプ室放水セット		○		△					
ガスタービン発電設備軽油タンク室		○		△					O.P.+62m盤
共通部止水処置		○		△					
3号炉補機冷却海水ポンプ室(防潮壁区画内)		○		△					
機水井戸(3号炉補水ポンプ室防潮壁区画内)		○		△					
保管場所(O.P.+14.8m盤)		○		△					
アークスラット(O.P.+62m盤)		○		△					
保管場所、アークスラット(O.P.+62m盤)		○		△					
保管場所、アークスラット		○		△					

※1 地下水位の影響を受ける施設等、及び地下水位の影響を踏まえた対策については、工事計画認可段階にその詳細を示す。
 ※2 基礎地盤の評価に地下水位が影響しないため、条文適用上不要と整理した。なお、基礎地盤の安定性の評価条件の一つとして、地下水位の設定について設置変更許可申請書に記載する。
 ※3 設置許可基準規則第39条は同規則第4条と同様の要求であり、規則第4条への適合をもつて第39条への適合性を確認する。
 ※4 余震時に対する要求を含む設置許可基準規則第5条、第40条及び第39条については、第4条への適合をもつて確認する。また、同第3条2項及び第38条第2項、第4条及び第39条は、それぞれ同一の地盤、地震に対する設計基準対象施設及び重大事故等対策施設第4条への適合性を示すことにより確認する。また、代表的に設置許可基準規則第4条への適合性を示すことにより確認する。

島根原子力発電所 2号炉

別紙 17-6 表 耐震評価において地下水位の影響を受ける施設等の
地下水位低下設備との関係並びに設置許可基準規則における対応条文の整理

設備分類	設備名称	安全性確保における 地下水位低下設備の位置付け※1		関連する条文					備考		
		(A) 設計値 保持のため 直接的に必要	(B) 左記(A)により保持され る地下水位を前提とする (必要時は対策)	(C) 不要	地震						
					38条 1項	38条 2項 ※4	39条 ※4	40条 ※4		43条	
設計・建造 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築 ・構築	基礎地盤 周辺斜面										
	原子炉建屋	○			△	○	※3				
	タービン建屋	○			△	○	※3				
	廃棄物処理建屋	○			△	○	※3				
	制御室建屋	○			△	○	※3				
	排気筒	○			△	○	※3				
	取水槽		○		△	○	※3				
	屋外配管ダクト(タービン建屋～排気筒)		○								
	屋外配管ダクト(タービン建屋～放水槽)		○								
	B-タービン燃料貯蔵タンク基礎		○								
	屋外配管ダクト (B-タービン燃料貯蔵タンク～原子炉建屋)		○								
	防波壁(多重鋼管杭式擁壁)		○								
	防波壁(逆T擁壁)		○								
	防波壁(波返し力擁壁)		○								
	1号炉取水槽流路廊小工		○								
防波壁通路防波扉		○									
第1ハンフトリ外格納槽		○									
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽		○									
緊急時対策所建屋		○									
緊急時対策所用燃料地下タンク		○									
ガスタービン発電機建屋		○									
ガスタービン発電機用軽油タンク基礎		○								EL+50m盤に設置 EL+50m盤に設置 EL+44m盤に設置 EL+44m盤に設置	
屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)		○								EL+44m盤に設置	
保管場所		○									
アークスラット		○									
保管場所、アークスラット		○									
保管場所、アークスラット		○									

※1 地下水位の影響を受ける施設等、及び地下水位の影響を踏まえた対策については、工事計画認可段階にその詳細を示す。
 ※2 基礎地盤の評価に地下水位が影響しないため、条文適用上不要と整理した。なお、基礎地盤の安定性の評価条件の一つとして、地下水位の設定について設置変更許可申請書に記載する。
 ※3 設置許可基準規則第39条は同規則第4条と同様の要求であり、規則第4条への適合をもつて第39条への適合性を確認する。
 ※4 余震時に対する要求を含む設置許可基準規則第5条、第40条及び第39条については、第4条への適合をもつて確認する。また、同第3条第2項、第4条及び第39条は、それぞれ同一の地盤、地震に対する設計基準対象施設及び重大事故等対策施設第4条への適合性を示すことにより確認する。また、代表的に設置許可基準規則第4条への適合性を示すことにより確認する。

備考

2.5設計地下水位の設定

詳細設計段階で設定する設計地下水位の設定方法について、地下水位低下設備の機能に期待しない屋外重要土木構造物等のうち、箱型構造物及び線状構造物の設定例を示す。

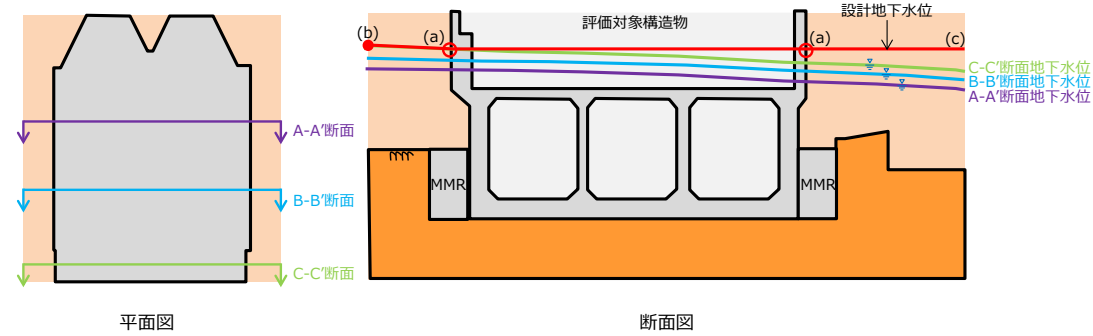
設計地下水位は解析断面における地下水位を用いて、構造物側面や解析断面境界等の各点での最高水位を結んで保守的な設定とする。

箱型構造物の設計地下水位設定の考え方について、別紙17-12図に、線状構造物の設計地下水位設定の考え方について、別紙17-13図に示す。

なお、再現解析における解析結果と観測記録の差異を踏まえ、以下に示す(a)～(c)の水位に余裕を加えて設計地下水位を設定する。

【箱型構造物】

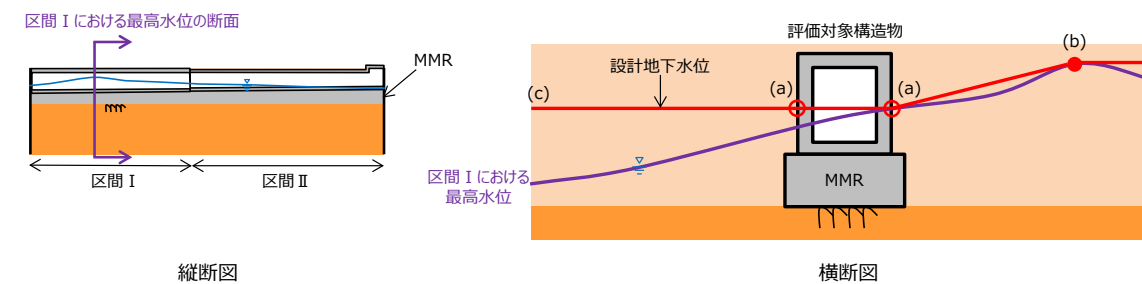
- ・構造物側面の地下水位は、三次元浸透流解析結果より、構造的特徴や周辺状況を踏まえて設定した各解析断面における構造物側面の最高水位(a)を採用する。
- ・構造物周辺地盤の地下水位は、構造物側面の水位(a)とその側方地盤の最高水位(b)を結ぶ。
- ・ただし、構造物周辺地盤の地下水位が構造物から離れる方向に低下しても設計地下水位は最高水位で一定(c)とする。



別紙17-12図 箱型構造物の設計地下水位設定の考え方

【線状構造物】

- ・構造物側面の地下水位は、三次元浸透流解析結果より、縦断面において構造的特徴や周辺状況を踏まえて設定した区間毎の最高水位(a)を採用する。
- ・構造物周辺地盤の地下水位は、構造物側面の水位(a)とその側方地盤の最高水位(b)を結ぶ。
- ・ただし、構造物周辺地盤の地下水位が構造物から離れる方向に低下しても設計地下水位は最高水位で一定(c)とする。



別紙17-13図 線状構造物の設計地下水位設定の考え方

・説明方針の相違
島根2号炉は、詳細設計段階における地下水位の設定方法について説明

2.5観測による検証

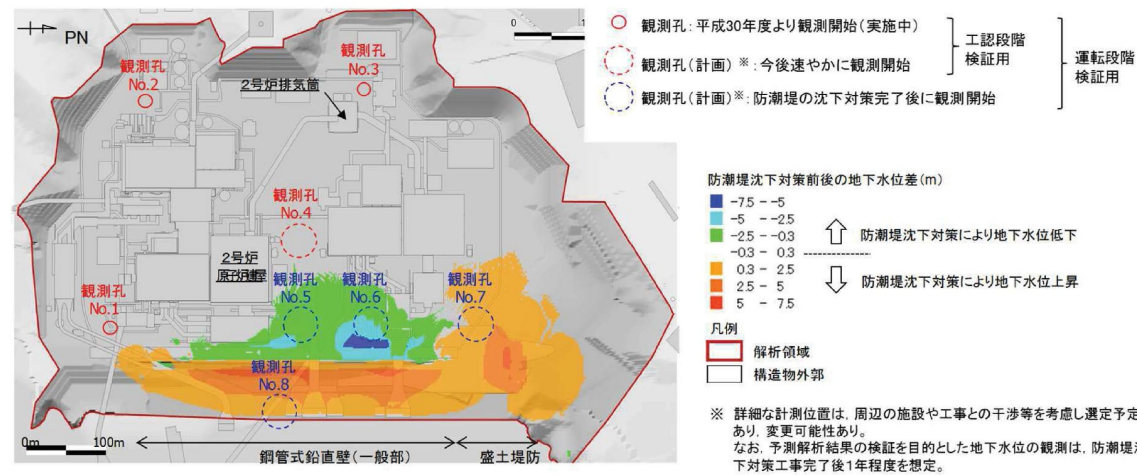
設計用地下水位の設定に用いる予測解析は防潮堤沈下対策完了後の状態をモデル化することから、予測解析結果の妥当性の検証として、防潮堤沈下対策の工事完了後に地下水位の観測を行い、解析にて想定した地下水位を観測水位が下回ることを確認する。

観測孔は、防潮堤の沈下対策による地下水位への影響範囲を考慮し設定する。

地下水位観測計画位置を別紙18-13図に示す。

工事計画認可段階の予測解析の検証においては、防潮堤の沈下対策の影響を受けないNo. 1～No. 4孔の観測記録を参照する。また、防潮堤の沈下対策工事完了後の運転段階においては、防潮堤外も含めてNo. 5～No. 8孔の観測記録を検証材料に加える。

なお、今後の地下水位設定の信頼性確認等への活用を念頭に、別紙18-13図のうち複数孔については防潮堤沈下対策影響の検証後も観測を継続し、基礎データとして集積していく。

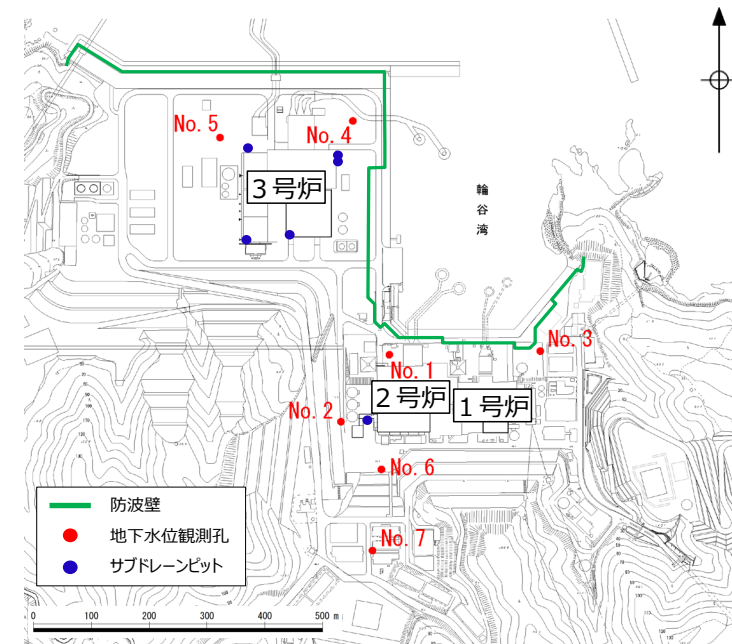


別紙18-13図 地下水位観測計画位置

2.6観測による検証

設計地下水位の設定に用いる予測解析は防波壁周辺の地盤改良完了後の状態をモデル化することから、予測解析結果の妥当性の検証として、防波壁周辺の地盤改良の工事完了後の地下水位観測記録を用いて、解析結果が観測記録に対して保守的であることを確認する。

なお、今後の地下水位設定の信頼性確認等への活用を念頭に、別紙17-14図のうち複数孔については防波壁周辺の地盤改良影響の検証後も観測を継続し、基礎データとして集積していく。



別紙 17-14 図 地下水位観測計画位置

- ・説明方針の相違
 島根2号炉は、防波壁沿いの観測孔を今後も活用する

2.7解析条件及び地下水位設定方針の整理

設置許可段階における再現解析では、年平均降雨・透水係数を設定した定常解析の結果、解析水位と観測水位が概ね一致することから、解析モデルの妥当性を確認した。

設置許可段階及び詳細設計段階における予測解析では、再現解析により妥当性を確認した解析モデルを用いて、以下の保守性を考慮する。

- ・発電所における年平均降水量(1,540mm/年)よりも厳しい降雨条件(2,400mm/年)を定常的に与える。
- ・地下水位低下設備(既設)のうち、ドレーンは砕石及び土砂が流入して集水機能が低下した状態、揚水ポンプは稼働しない状態とし、揚水経路としない。
- ・原子炉建物等の建物、構築物は信頼性のある地下水位低下設備の機能に期待するが、屋外重要土木構造物や保管場所・アクセスルート等については保守的に期待しない。

再現解析における解析結果と観測記録の差異を踏まえ、浸透流解析より求まる水位に余裕を加えて設計地下水位を設定する。

別紙17-7表 各審査区分における解析条件

審査区分		設置許可段階		詳細設計段階	
解析区分		再現解析(定常※1)		予測解析(定常)	
解析の目的		解析用物性値を含めた解析モデルの妥当性確認		構造成立性検討	設計地下水位の設定
解析条件	(1)透水係数	透水試験結果等に基づき設定		再現解析で妥当性を確認した透水係数を設定	
	(2)地盤条件	一部、地盤改良未実施		地盤改良完了後	
	(3)降雨条件	1,540mm/年 (発電所 年平均降雨)	2,400mm/年	2,400mm/年	2,400mm/年
	(4)	地下水位低下設備(既設)	機能に期待する	機能に期待しない	機能に期待しない
地下水位低下設備		-	-	機能に期待する	機能に期待しない
解析対象		(解析水位と観測水位を比較)	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎地盤・周辺斜面※2 ・屋外重要土木構造物 ・津波防護施設 ・重大事故等対処施設 ・保管場所・アクセスルート 	<ul style="list-style-type: none"> 建物、構築物 ・原子炉建物 ・タービン建物 ・廃棄物処理建物 ・制御室建物 ・排気筒 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外重要土木構造物 ・津波防護施設 ・重大事故等対処施設 ・保管場所・アクセスルート

※1 参考として非定常解析を実施

※2 設置許可段階ですべり安定性への影響を確認

: 保守的に設定した条件

・説明方針の相違
島根2号炉は、第I編で説明した解析方法のまとめを記載

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第Ⅱ編 地下水位低下設備の信頼性向上の方針</p> <p>1. 地下水位低下設備の目的, 機能及び位置付け</p> <p>地下水位低下設備の目的及び機能, また, 機能維持を要求する期間は, 以下のとおりである。</p> <p>①地下水位低下設備の目的及び機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 原子力発電所の施設の機能・構造は, 地盤の健全性が確保された前提で各種設計がなされている。 ➤ 地下水位低下設備の機能は, 施設の設計の前提が確保されるよう, 「地下水位を一定の範囲に保持する」ことである。 ➤ 地下水位低下設備が機能することにより, 施設周辺の地下水位が一定の範囲に保持され, 施設に及ぶ揚圧力及び液状化影響が低減される。この地下水位低下設備の機能を考慮した設計用地下水位を設定し, 揚圧力が作用した場合及び液状化, 揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないよう設計する。 <p>また, 地下水位低下設備の機能に期待しない場合は, 自然水位(地下水位低下設備の効果が及ばない範囲の地下水位)より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定し, 揚圧力が作用した場合及び液状化, 揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないよう設計する。</p> <p>②地下水位低下設備の機能維持を要求する期間</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 地下水位低下設備は, 以下に示す原子力発電所の供用期間の全ての状態において機能維持が必要である。 <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時(起動時, 停止時含む) ・運転時の異常な過渡変化時 ・設計基準事故時 ・重大事故等時 ➤ また, プラント供用期間中において発生を想定する大規模損壊についても, その発生要因とプラントの損壊状況を踏まえ, 地下水位低下設備の設計を行う上で配慮する。 <p>地下水位低下設備の目的, 機能及び要求期間を踏まえ, 重要安全施設への影響に鑑み, 地下水位低下設備を設置許可基準規則第12条で規定される安全機能の重要度分類における重要度の高いクラス1に相当する設備として多重性及び独立性を確保した設計・運用を行っていくこととする。</p>	<p>第Ⅱ編 地下水位低下設備の信頼性向上の方針</p> <p>1. 地下水位低下設備の目的, 機能及び位置付け</p> <p>地下水位低下設備の目的及び機能, また, 機能維持を要求する期間は, 以下のとおりである。</p> <p>①地下水位低下設備の目的及び機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 原子力発電所の施設の機能・構造は, 地盤の健全性が確保された前提で各種設計がなされている。 ➤ 地下水位低下設備の機能は, 施設の設計の前提が確保されるよう, 「地下水位を一定の範囲に保持する」ことである。 ➤ 地下水位低下設備が機能することにより, 原子炉建物等の建物, 構築物周辺の地下水位が一定の範囲に保持され, 原子炉建物, タービン建物, 廃棄物処理建物, 制御室建物及び排気筒に作用する揚圧力及び液状化影響が低減される。この地下水位低下設備の機能を考慮した設計用地下水位を設定し, 揚圧力が作用した場合及び液状化, 揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないよう設計する。 <p>また, 地下水位低下設備の機能に期待しない場合は, 自然水位(地下水位低下設備を考慮しない場合の地下水位)より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定し, 揚圧力が作用した場合及び液状化, 揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないよう設計する。</p> <p>②地下水位低下設備の機能維持を要求する期間</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 地下水位低下設備は, 以下に示す原子力発電所の供用期間の全ての状態において機能維持が必要である。 <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時(起動時, 停止時含む) ・運転時の異常な過渡変化時 ・設計基準事故時 ・重大事故等時 ➤ また, プラント供用期間中において発生を想定する大規模損壊についても, その発生要因とプラントの損壊状況を踏まえ, 地下水位低下設備の設計を行ううえで配慮する。 <p>③地下水位低下設備の位置付け</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 施設の設置許可基準規則第3条第2項及び第4条(第39条)への適合に当たり, 施設の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから, 地下水位低下設備を設計基準対象施設として位置付ける。 ➤ 地下水位低下設備は重大事故等に対処するための機能は有していないため, 重大事故等対処施設には位置付けない。 <p>地下水位低下設備の目的, 機能及び要求期間を踏まえ, 重要安全施設への影響に鑑み地下水位低下設備の信頼性向上のための配慮項目を整理したうえで設計・運用を行う。</p>	<p>備考</p> <p>(島根2号炉は, 信頼性の向上を考慮した設備構成の検討を第Ⅱ編2.4に記載)</p>

2. 安全施設への要求事項を参照した設備構成の検討

2.1 設置許可基準規則第12条の要求事項の抽出

ここでは、地下水位低下設備に対して、設計上配慮すべき要件及び機能喪失要因の分析を行うことにより、信頼性向上のあり方について整理を行う。
 地下水位低下設備を安全機能の重要度分類におけるクラス1に相当する設備と位置付けるに際して、設置許可基準規則第12条を一部準用することとし、地下水位低下設備の設計上配慮すべき要求事項を別紙18-7表のとおり抽出した。

別紙18-7表 設置許可基準規則第12条の要求事項(1/3)

設置許可基準規則	「設置許可基準規則の解釈」から抜粋
(安全施設) 第十二条 安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。	1 第1項に規定する「安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたもの」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」による。ここで、当該指針における「安全機能を有する構築物、系統及び機器」は本規定の「安全施設」に読み替える。
2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機械又は器具の単一故障(単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと(従属要因による多重故障を含む。)をいう。以下同じ。)が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保する【要求事項①】ものでなければならない。	2 第2項の「単一故障」は、従属要因に基づく多重故障に含まれる。【要求事項②】 3 第2項に規定する「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」は、上記の指針を踏まえ、以下に示す機能を有するものとする。 一 その機能を有する系統の多重性又は多様性を要求する安全機能 二 その機能を有する複数の系統があり、それぞれの系統について多重性又は多様性を要求する安全機能 4 第2項に規定する「単一故障」は、動的機器の単一故障及び静的機器の単一故障に分けられる。重要度の特に高い安全機能を有する系統は、短期間では動的機器の単一故障を仮定しても、長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定しても、所定の安全機能を達成できるように設計されていることが必要【要求事項③】である。 5 第2項について、短期間と長期間の境界は24時間を基本とし、運転モードの切替えを行う場合はその時点を短期間と長期間の境界とする。例えば運転モードの切替えとして、加圧水型軽水炉の非常用炉心冷却系及び格納容器熱除去系の注入モードから再循環モードへの切替えがある。また、動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定すべき長期間の安全機能の評価に当たっては、想定される最も過酷な条件下においても、その単一故障が安全上支障のない期間に除去又は修復できることが確実であれば、その単一故障を仮定しなくてよい。 さらに、単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合、あるいは、単一故障を仮定することで系統の機能が失われる場合であっても、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できれば、当該機器に対する多重性の要求は適用しない。

・ 検討内容の相違
 ①の相違

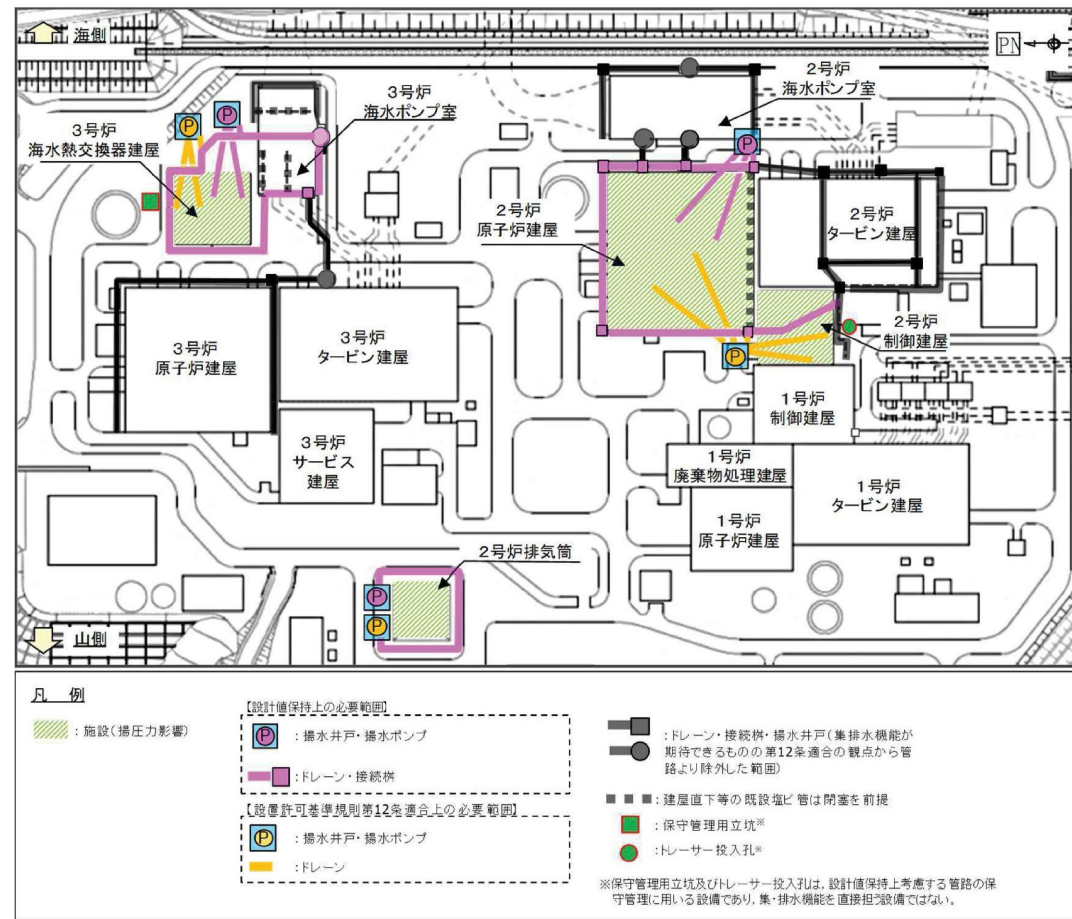
別紙18-7表 設置許可基準規則第12条の要求事項(2/3)

設置許可基準規則	「設置許可基準規則の解釈」から抜粋
<p>(安全施設) 第十二条</p> <p>3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮【要求事項④】することができるものでなければならない。</p>	<p>6 第3項に規定する「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、その機能が期待されている構築物、系統及び機器が、その間にさらされると考えられる全ての環境条件【要求事項⑤】をいう。</p>
<p>4 安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる【要求事項⑥】ものでなければならない。</p>	<p>7 第4項に規定する「発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる」とは、実システムを用いた試験又は検査が不適当な場合には、試験用のバイパス系を用いること等を許容することを意味する。</p> <p>8 第4項に規定する「試験又は検査」については、次の各号によること。</p> <p>一 発電用原子炉の運転中に待機状態にある安全施設は、運転中に定期的に試験又は検査(実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成25年原子力規制委員会規則第6号。以下「技術基準規則」という。)に規定される試験又は検査を含む。)ができること。【要求事項⑦】ただし、運転中の試験又は検査によって発電用原子炉の運転に大きな影響を及ぼす場合は、この限りでない。また、多重性又は多様性を備えた系統及び機器にあつては、各々が独立して試験又は検査ができること。【要求事項⑧】</p> <p>二 運転中における安全保護系の各チャンネルの機能確認試験にあつては、その実施中においても、その機能自体が維持されていると同時に、原子炉停止系及び非常用炉心冷却系等の不必要な動作が発生しないこと。</p> <p>三 発電用原子炉の停止中に定期的に行う試験又は検査は、原子炉等規制法及び技術基準規則に規定される試験又は検査を含む。</p> <p>9 第4項について、下表の左欄に掲げる施設に対しては右欄に示す要求事項を満たさなければならない。</p>
<p>5 安全施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない【要求事項⑨】ものでなければならない。</p>	<p>10 第5項に規定する「蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物」とは、内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する弁及び配管の破断、高速回転機器の破損、ガス爆発又は重量機器の落下等によって発生する飛散物をいう。なお、二次的飛散物、火災、化学反応、電氣的損傷、配管の破損又は機器の故障等の二次的影響も考慮する【要求事項⑩】ものとする。</p> <p>また、上記の「発生する飛散物」の評価については、「タービンミサイル評価について」(昭和52年7月20日原子力委員会原子炉安全専門審査会)等によること。</p>

別紙18-7表 設置許可基準規則第12条の要求事項(3/3)

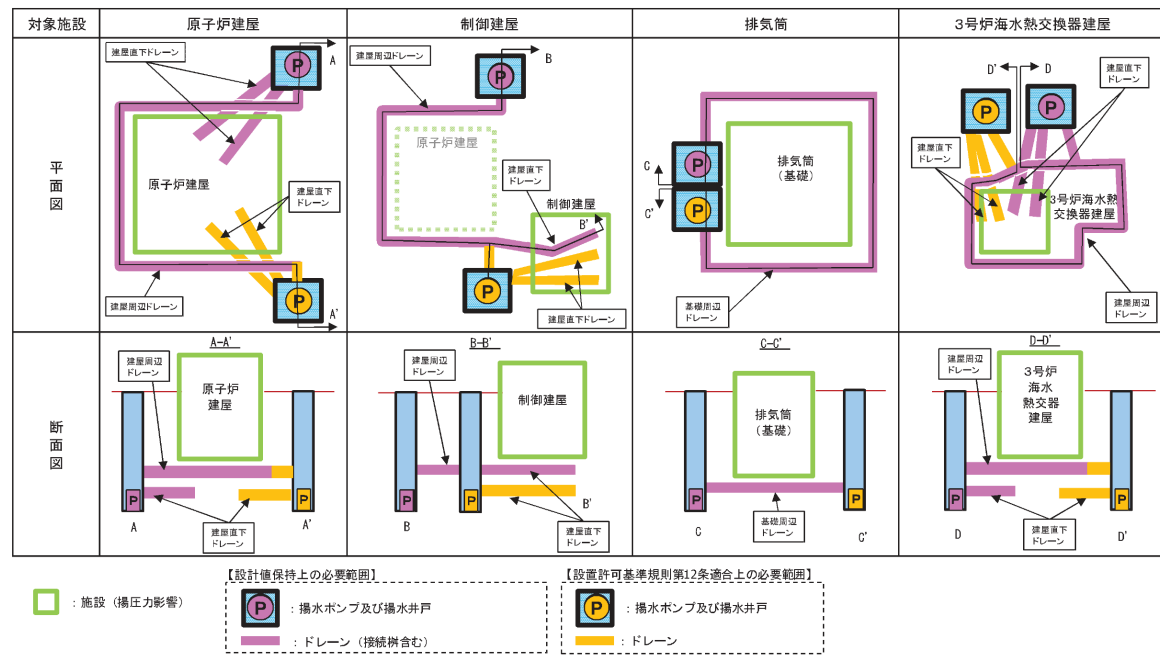
設置許可基準規則	「設置許可基準規則の解釈」から抜粋
<p>(安全施設) 第十二条</p> <p>6 重要安全施設は、二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない【要求事項⑩】。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合は、この限りでない。</p> <p>7 安全施設（重要安全施設を除く。）は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。</p>	<p>11 第6項に規定する「重要安全施設」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」においてクラスMS-1に分類される下記の機能を有する構築物等を対象とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉の緊急停止機能 ・未臨界維持機能 ・原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能 ・原子炉停止後の除熱機能 ・炉心冷却機能 ・放射性物質の閉じ込め機能並びに放射線の遮蔽及び放出低減機能（ただし、可搬型再結合装置及び沸騰水型発電用原子炉施設の排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能を持つ構造物）を除く。） ・工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能 ・安全上特に重要な関連機能（ただし、原子炉制御室遮蔽、取水口及び排水口を除く。） <p>12 第6項に規定する「安全性が向上する場合」とは、例えば、ツインプラントにおいて運転員の融通ができるように居住性を考慮して原子炉制御室を共用した設計のように、共用対象の施設ごとに要求される技術的要件を満たしつつ、共用することにより安全性が向上するとの評価及び設計がなされた場合をいう。</p> <p>13 第6項に規定する「共用」とは、2基以上の発電用原子炉施設間で、同一の構築物、系統又は機器を使用することをいう。</p> <p>14 第6項に規定する「相互に接続」とは、2基以上の発電用原子炉施設間で、系統又は機器を結合することをいう。</p>

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2.2 設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の検討</p> <p>ここでは、2.1で抽出した設置許可基準規則第12条に係る地下水位低下設備への設計上の要求事項に照らして、集水機能(ドレーン等)及び排水機能(揚水ポンプ等)の機能保持が可能な設備構成を検討する。</p> <p>なお、検討に当たっては、網羅的に故障想定を行うため、動的機器の単一故障(短期、長期)として揚水ポンプの故障、並びに静的機器の単一故障(長期)としてドレーンの閉塞を想定することとした。</p> <p>設備構成の検討においては、第I編の整理から地下水位低下設備が機能しない場合の影響として、施設へ作用する揚圧力(設置許可基準規則第4条)及び液状化影響(設置許可基準規則第3条第2項)が抽出されているが、ここでは早期に影響が現れる建物・構築物の揚圧力影響の低減に着目し、地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備を設置することとし、集水及び排水機能に係る設備構成の検討を行った。</p> <p>なお、液状化影響に対しては、地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した水位より設計用地下水位を設定し、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないことを確認し、機能に影響が及ぶ場合は適切な対策を講ずる設計とする。</p> <p>また、設備構成の検討に当たっては信頼性確保が重要となることから、添付資料2に示すとおり、施設に対するドレーンの配置から期待範囲を設定し、信頼性の確保に係る3つの観点(耐久性、耐震性、保守管理性)を満たす範囲を抽出した上で、設置許可基準規則第12条の要求に対して機能保持できる範囲を有効なドレーンとして設定した。</p> <p>原子炉建屋及び3号炉海水熱交換器建屋直下の有孔塩ビ管は、その構造や堆砂事象の進展速度等から閉塞しないものと評価しているが、万が一閉塞等が発生した場合の検知と修復に不確実性があるものと考えられるため、閉塞した状態(管路ではなく透水層)を前提とした。</p> <p>(1)設備構成概要</p> <p>設置許可基準規則第3条第2項、第4条及び第12条要求を考慮した地下水位低下設備の構成例を別紙18-14図に示す。</p> <p>これは、早期に影響が現れる揚圧力影響(設置許可基準規則第4条)の低減に着目した建物・構築物(原子炉建屋、制御建屋、排気筒、3号炉海水熱交換器建屋)に対し、設置許可基準規則条文適合上必要な集水及び排水機能の範囲を示したものであり、設計値保持上の必要範囲(■)と、設置許可基準規則第12条適合上の必要範囲(■)にて構成される。</p> <p>また、ドレーン・接続桝・揚水井戸として耐久性、耐震性及び保守管理性を満たし、集水及び排水機能が期待できるものの、設置許可基準規則第12条適合の観点から管路より除外した範囲(■)については透水層として取扱う。</p> <p>なお、別紙18-14図は揚圧力影響(設置許可基準規則第4条)の低減に着目した設備構成案であるが、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないことを確認し、機能に影響が及ぶ場合は適切な対策を講ずる設計とする。</p>		<p>・ 検討内容の相違</p> <p>①の相違</p> <p>(島根2号炉は、設備構成の検討について第II編2.6に記載)</p>



別紙18-14図 地下水位低下設備の構成例

別紙18-14図における各施設の範囲における集水及び排水機能の設備構成例(模式図)を別紙18-15図に示す。本模式図を用い、施設ごとに、集水及び排水機能を構成する動的・静的機器の単一故障に対する機能保持の考え方を整理し、検討結果を以降に示す。



別紙18-15図 各施設の範囲における集水及び排水機能の設備構成例(模式図)

(2) 原子炉建屋周辺ドレーンにおける信頼性向上の対応

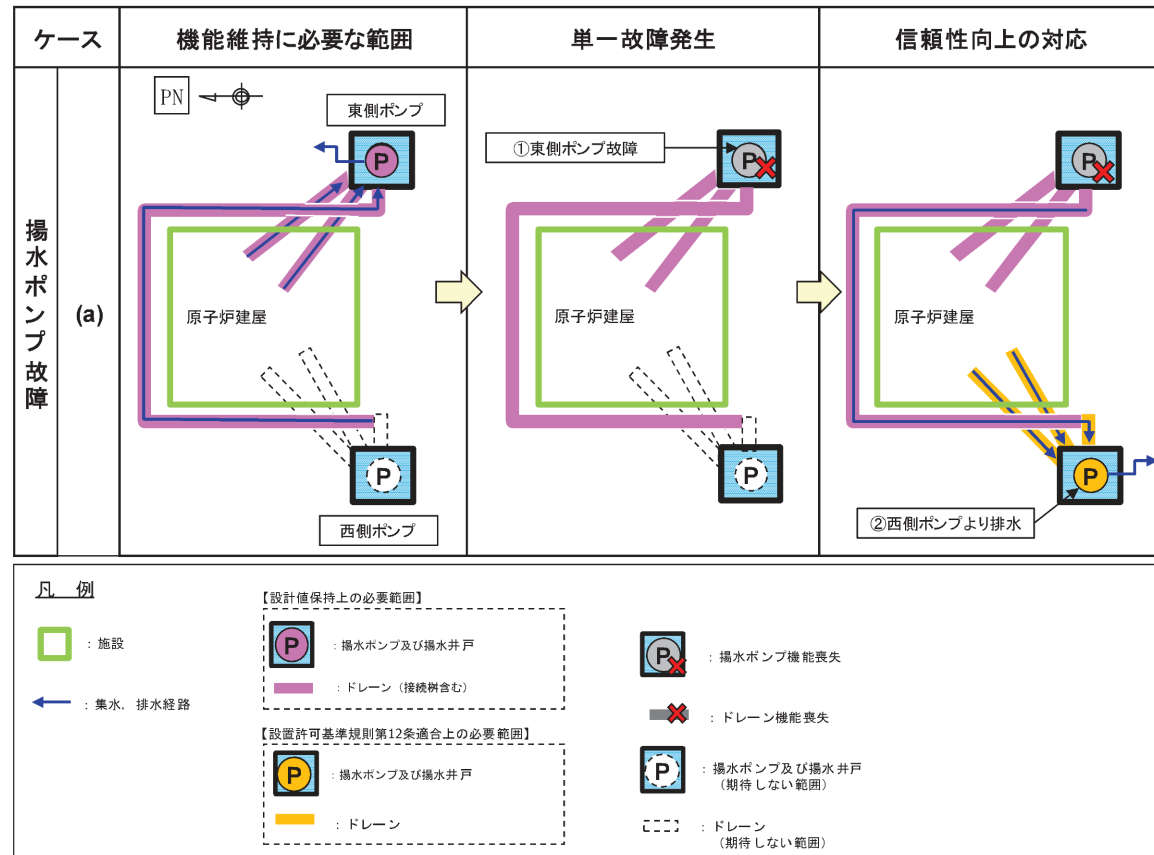
原子炉建屋における故障想定を別紙18-8表に示す。

別紙18-8表 設置許可基準規則第12条を考慮した検討ケース
(原子炉建屋)

機能維持に必要な範囲	ケース	短期・長期		故障想定		備考
		短期	長期	ポンプ故障	ドレーン閉塞	
<p>(a) 東側ポンプ故障 ポンプ故障により、排水機能が喪失</p> <p>(b) 建屋周辺ドレーン部分閉塞 部分閉塞により、閉塞箇所から上流側の集水機能が喪失</p> <p>(c) 建屋直下ドレーン部分閉塞 部分閉塞により、閉塞箇所から上流側の集水機能が喪失</p>	(a)	○	○	東側ポンプ故障	—	ポンプ故障により、建屋周辺ドレーンからの排水機能が喪失する
	(b)	—	○	—	建屋周辺ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する
	(c)	—	○	—	建屋直下ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する

原子炉建屋における, 動的機器(揚水ポンプ)の単一故障(短期・長期)に係る検討例を別紙18-16図に示す。

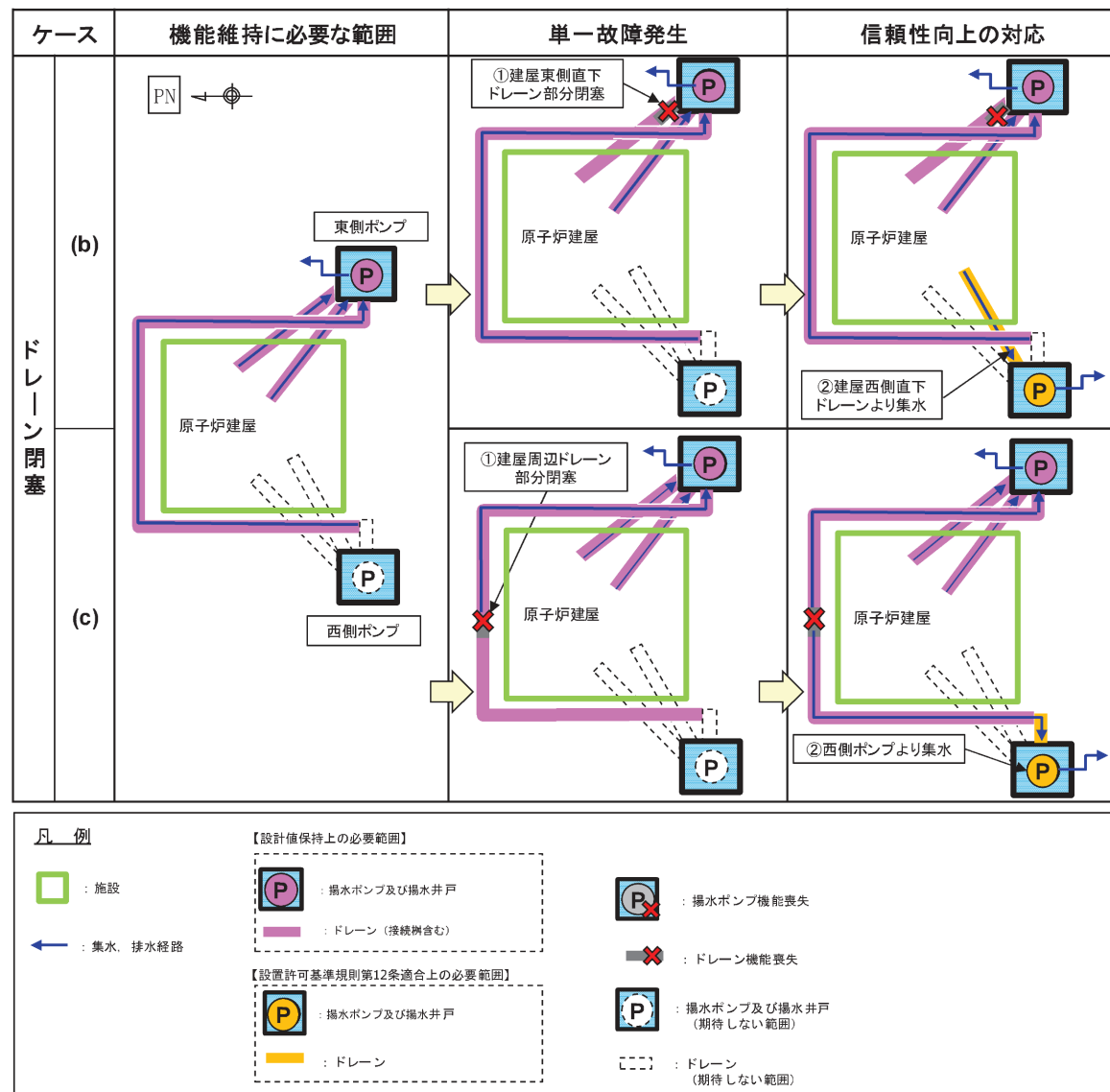
揚水ポンプの単一故障に対して, 多重化により要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



別紙18-16図 原子炉建屋の設備構成検討例
(動的機器(揚水ポンプ)の単一故障)

原子炉建屋における, 静的機器(ドレーン)の単一故障(長期)に係る検討例を別紙18-17図に示す。

ドレーンの単一故障に対して, 揚水井戸・揚水ポンプの配置により機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



別紙18-17図 原子炉建屋の設備構成検討例
(静的機器(ドレイン)の単一故障)

(3) 制御建屋周辺ドレーンにおける信頼性向上の対応

制御建屋周辺ドレーンにおける故障想定を別紙18-9表に示す。

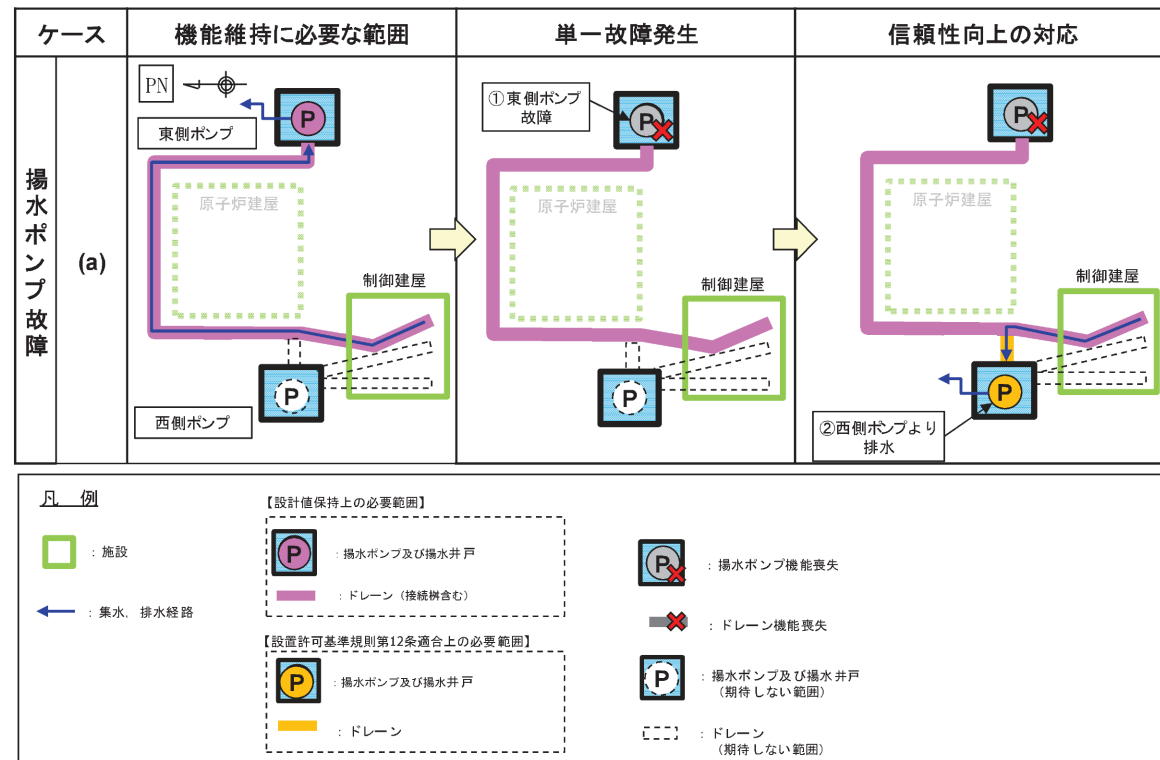
別紙18-9表 設置許可基準規則第12条を考慮した検討ケース(制御建屋)

機能維持に必要な範囲	ケース	短期・長期		故障想定		備考
		短期	長期	ポンプ故障	ドレーン閉塞	
	(a)	○	○	東側ポンプ故障	—	ポンプ故障により、建屋直下ドレーンからの排水機能が喪失する
	(b)	—	○	—	建屋直下ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する
	(c)	—	○	—	R/B建屋周辺ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する

<p>■ : 施設 (揚圧力影響)</p> <p>✕ : 単一故障想定箇所</p>	<p>【設計維持上の必要範囲】</p> <p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸</p> <p>— : ドレーン (接続箇所含む)</p>	<p>【設置許可基準規則第12条適合上の必要範囲】</p> <p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸</p> <p>— : ドレーン</p>
---	---	--

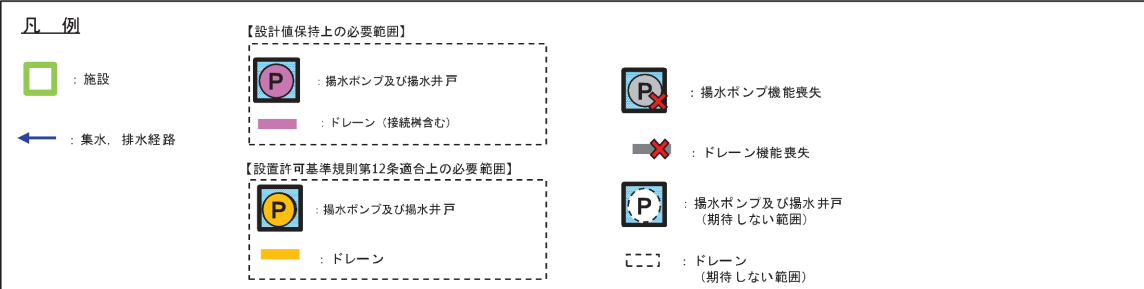
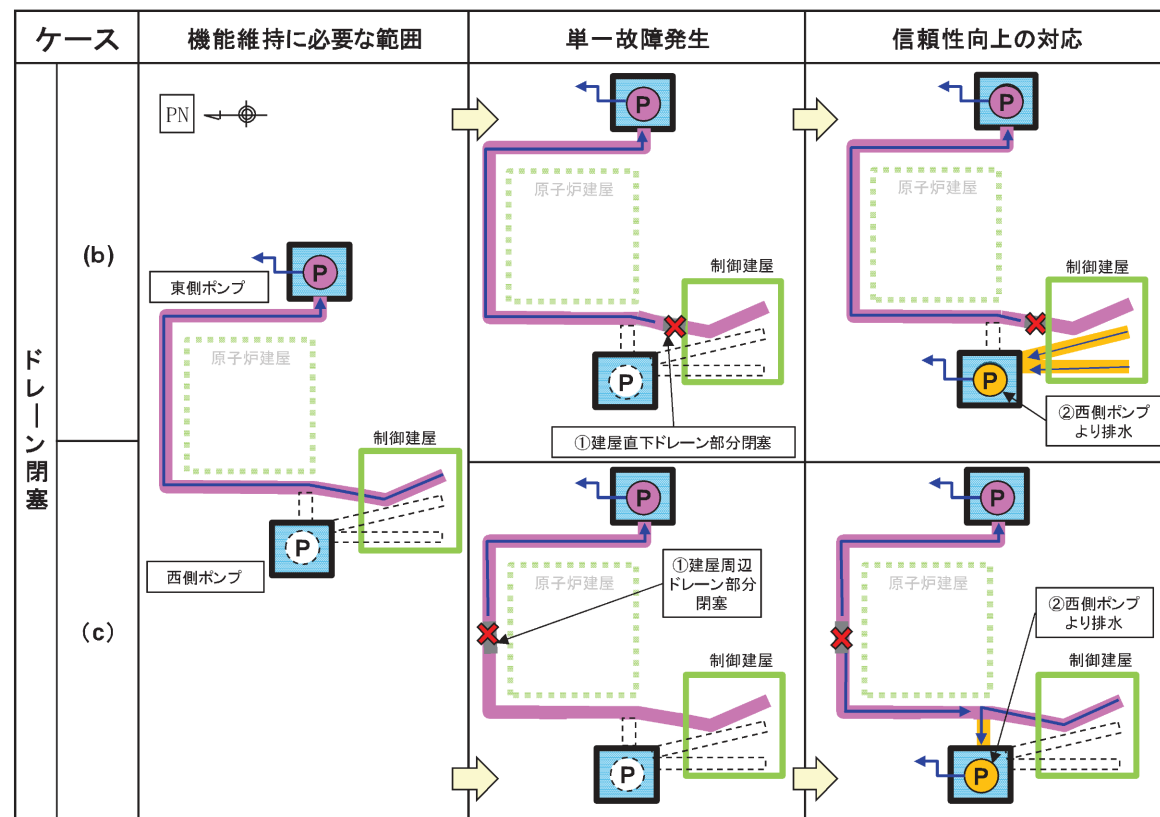
制御建屋における、動的機器(揚水ポンプ)の単一故障(短期・長期)に係る検討例を別紙18-18図に示す。

揚水ポンプの単一故障に対して、多重化により要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



別紙 18-18 図 制御建屋の設備構成検討例
(動的機器(揚水ポンプ)の単一故障)

制御建屋における, 静的機器(ドレーン)の単一故障(長期)に係る検討例を別紙18-19図に示す。
ドレーンの単一故障に対して, 揚水井戸・揚水ポンプの配置により要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



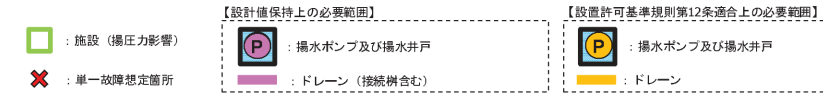
別紙18-19図 制御建屋の設備構成検討例
(静的機器(ドレイン)の単一故障)

(4) 排気筒基礎周辺ドレインにおける信頼性向上の対応

排気筒基礎周辺ドレインにおける故障想定を別紙18-10表に示す。

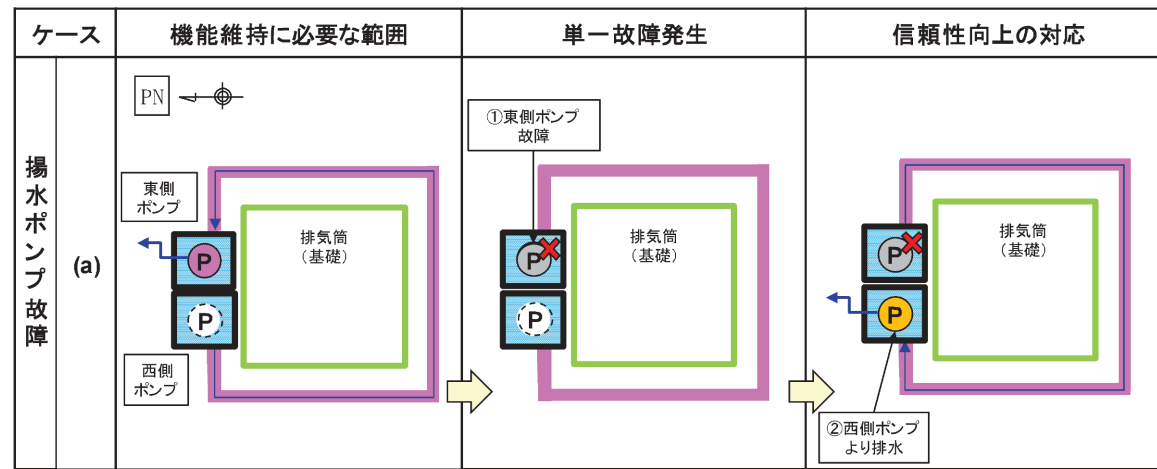
別紙18-10表 設置許可基準規則第12条を考慮した検討ケース
(排気筒基礎)

機能維持に必要な範囲	ケース	短期・長期		故障想定		備考
		短期	長期	ポンプ故障	ドレーン閉塞	
	(a)	○	○	東側ポンプ故障	—	ポンプ故障により、基礎周辺ドレーンからの排水機能が喪失する
	(b)	—	○	—	基礎周辺ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する



排気筒基礎における、動的機器(揚水ポンプ)の単一故障(短期・長期)に係る検討例を別紙18-20図に示す。

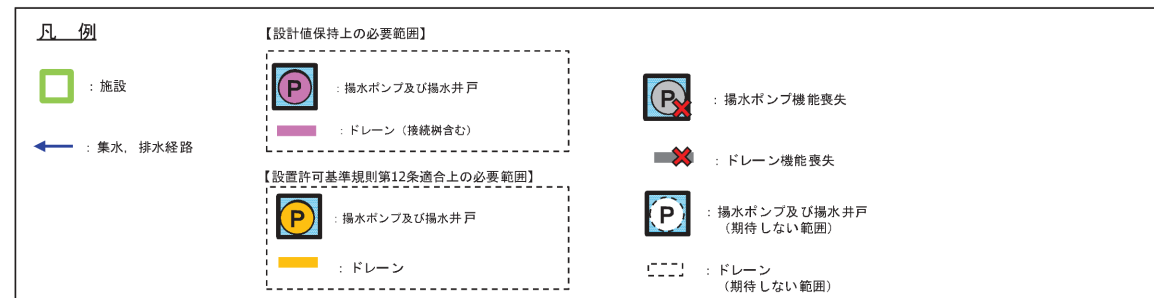
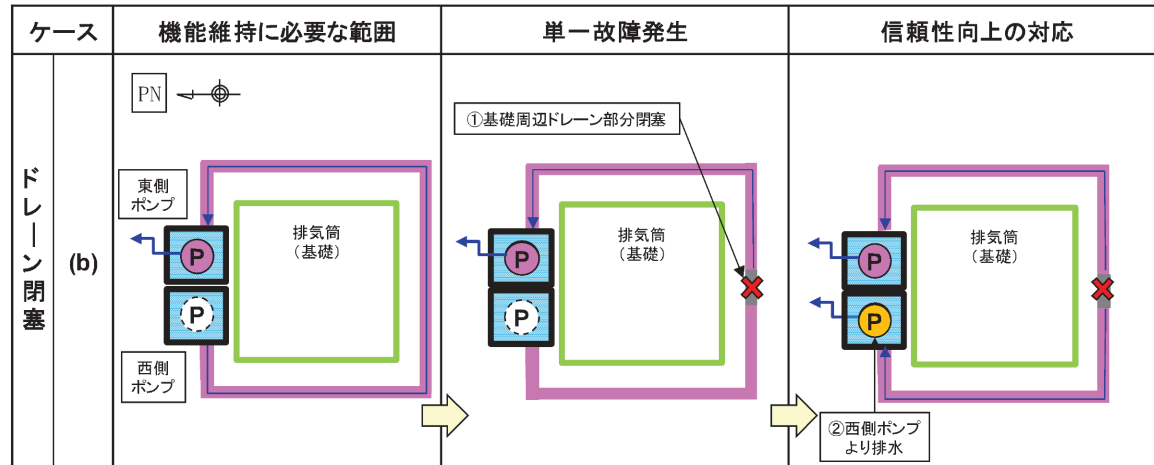
揚水ポンプの単一故障に対して、多重化により要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



別紙18-20図 排気筒基礎の設備構成検討例
(動的機器(揚水ポンプ)の単一故障)

排気筒基礎における, 静的機器(ドレーン)の単一故障(短期・長期)に係る検討例を別紙18-21図に示す。

ドレーンの単一故障に対して, 揚水井戸・揚水ポンプの配置により機能要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



別紙18-21図 排気筒基礎の設備構成検討例
(静的機器(ドレーン)の単一故障)

(5) 3号炉海水熱交換器建屋周辺ドレーンにおける信頼性向上の対応

3号炉海水熱交換器建屋周辺ドレーンにおける故障想定を別紙18-11表に示す。

別紙18-11表 設置許可基準規則第12条を考慮した検討ケース
(3号炉海水熱交換器建屋)

機能維持に必要な範囲	ケース	短期・長期		故障想定		備考
		短期	長期	ポンプ故障	ドレーン閉塞	
<p>(a) 南側ポンプ故障 ポンプ故障により、排水機能が喪失</p> <p>(b) 建屋直下ドレーン部分閉塞 部分閉塞により、閉塞箇所から上流側の集水機能が喪失</p> <p>(c) 建屋周辺ドレーン部分閉塞 部分閉塞により、閉塞箇所から上流側の集水機能が喪失</p>	(a)	○	○	南側ポンプ故障	—	ポンプ故障により、基礎周辺ドレーンからの排水機能が喪失する
	(b)	—	○	—	建屋直下ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する
	(c)	—	○	—	建屋周辺ドレーン部分閉塞	ドレーン部分閉塞により、閉塞箇所上流の集水機能が喪失する

<p>□ : 施設 (揚圧力影響)</p> <p>✕ : 単一故障想定箇所</p>	<p>【設計値保持上の必要範囲】</p> <p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸</p> <p>— : ドレーン (接続箇所含む)</p>	<p>【設置許可基準規則第12条適合上の必要範囲】</p> <p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸</p> <p>— : ドレーン</p>
---	--	--

3号炉海水熱交換器建屋における、動的機器(揚水ポンプ)の単一故障(短期・長期)に係る検討例を別紙18-22図に示す。揚水ポンプの単一故障に対して、多重化により要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。

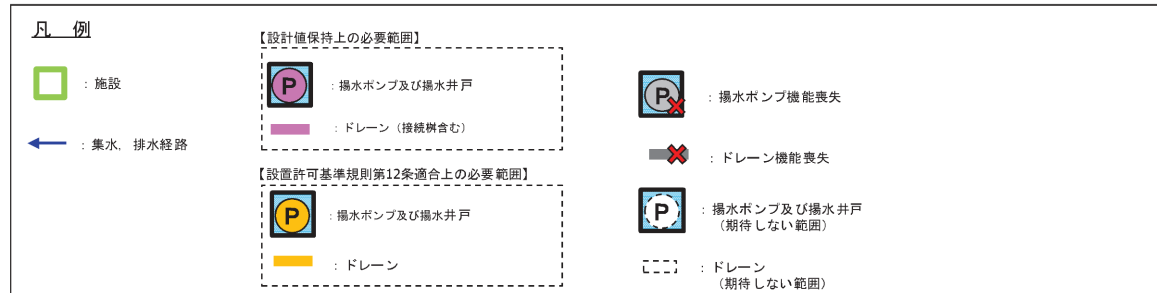
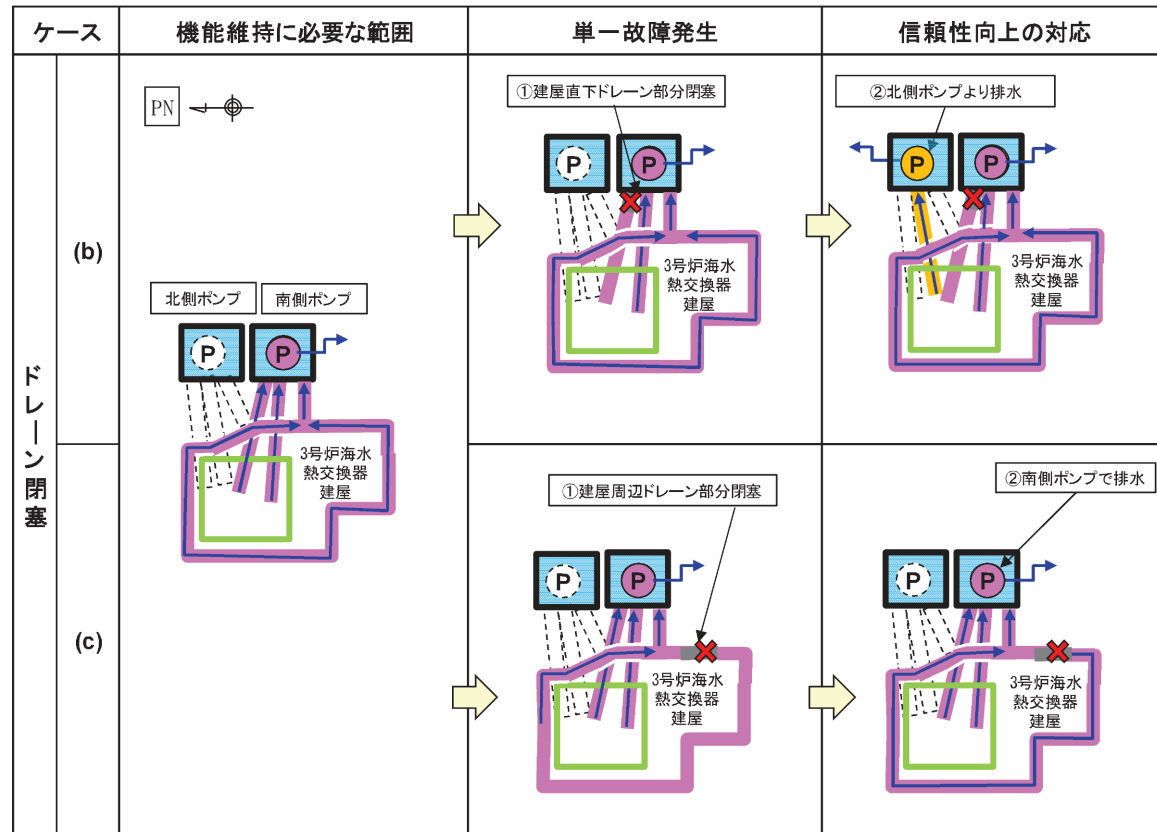
ケース	機能維持に必要な範囲	単一故障発生	信頼性向上の対応
揚水ポンプ故障 (a)			

<p>凡例</p> <p>□ : 施設</p> <p>← : 集水、排水経路</p>	<p>【設計値保持上の必要範囲】</p> <p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸</p> <p>— : ドレーン (接続箇所含む)</p>	<p>Ⓟ✕ : 揚水ポンプ機能喪失</p> <p>✕ : ドレーン機能喪失</p>
	<p>【設置許可基準規則第12条適合上の必要範囲】</p> <p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸</p> <p>— : ドレーン</p>	<p>Ⓟ : 揚水ポンプ及び揚水井戸 (期待しない範囲)</p> <p>Ⓟ : ドレーン (期待しない範囲)</p>

別紙18-22図 3号炉海水熱交換器建屋の設備構成検討例
(動的機器(揚水ポンプ)の単一故障)

3号炉海水熱交換器建屋における, 静的機器(ドレーン)の単一故障(長期)に係る検討例を別紙18-23図に示す。

ドレーンの単一故障に対して, 揚水井戸・揚水ポンプの配置により要求される機能(地下水位を一定の範囲に保持)が維持される。



別紙18-23図 3号炉海水熱交換器建屋の設備構成検討例
(静的機器(ドレーン)の単一故障)

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>(6)まとめ</u></p> <p>設置許可基準規則第3条第2項及び第4条並びに第12条に係る要求事項に照らし、地下水位低下設備の集水及び排水機能に係る設備構成を検討した。</p> <p>検討の結果、別紙18-14図に示した設備構成案にて設置許可基準規則第12条の要求事項に対しても集水及び排水機能が保持されることを確認した。ここまですべて整理した設備構成について、同第12条の要求事項全体を踏まえた設備設計の妥当性は「2.3設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の妥当性」にて確認する。</p> <p>工事計画認可段階においては、設計上の必要範囲が機能する場合並びに設置許可基準規則第12条適合上の必要範囲が機能する場合等、検討ケースごとに対応した浸透流解析を実施し、設計用地下水位を設定する(第1編及び添付資料2を参照)。</p> <p>新設する揚水井戸の構造・配置例について補足説明資料8に示す。なお、詳細な配置・構造等については工事計画認可段階における詳細検討で確定する。</p> <p><u>2.3設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の妥当性</u></p> <p>「2.2設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の検討」において整理した地下水位低下設備の設備構成について、設置許可基準規則第12条の要求事項全体を踏まえた設備設計の妥当性について、以下に整理する。なお、整理に当たっては、設置許可基準規則第12条で規定される、単一故障想定ごと(短期間については「動的機器単一故障」、長期間については「動的機器の単一故障」及び「静的機器の単一故障」)に分けて、妥当性を確認する。</p> <p>(1)短期間に発生する故障想定に対する設備設計の妥当性</p> <p>短期間において、動的機器に単一故障を想定した場合の地下水位低下設備の設備設計の妥当性を別紙18-12表に示す。</p>		<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検討内容の相違 ①の相違 ・ 検討内容の相違 ①の相違

別紙 18-12 表 設置許可基準規則第 12 条の要求事項を踏まえた地下水位低下設備の部位ごとに配慮すべき事項 (短期間)

設置許可基準規則 第 12 条	設置許可基準規則第 12 条解釈	集水機能 トレーン・接続 樹	支持・閉塞防止 機能 揚水井戸	排水機能 揚水ポンプ (吐出配管含む)	監視・制御機能		電源機能
					制御盤	水位計	
当該システムを構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合において、外部電源が利用できない場合においても機能で器具有の機能・構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保する【要求事項①】	「単一故障」は、従属要因に基づく多重故障を含まれる。【要求事項②】 短期間では動的機器の単一故障を仮定しても、長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定しても、所定の安全機能を達成できるように設計されていることが必要【要求事項③】	-	-	○ (動的機器であるポンプに単一故障を想定)	○ (ポンプの単一故障で代表)	○ (ポンプの単一故障で代表)	○ (ポンプの単一故障で代表)
設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮【要求事項④】	「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、その機能が期待されている構造物、系統及び機器が、その間にさらされると考えられる全ての環境条件【要求事項⑤】	(静的であり不要)	(静的であり不要)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・多重化 (A系、B系で独立性を持たせた上で、多重化) ・非常用電源からの給電 (別紙18-24図参照)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・多重化 (井戸も含めて多重化を図り、1つの井戸に水位計を1台設置) ・非常用電源からの給電 (別紙18-24図参照)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・外部電源の喪失を想定し、非常用電源から給電 ・非常用電源は、A系、B系に異なる非常用の母線から給電 (別紙18-24図参照)	○ (ポンプの単一故障で代表)
原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる【要求事項⑥】	運転中に定期的な試験又は検査(実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に關する規則(平成25年原子力規制委員会規則第6号。以下「技術基準規則」という。))に規定される試験又は検査を含む。)ができること。【要求事項⑦】	○	○	○	○	○	○
蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損傷に伴う飛散物により、安全性を損なわない【要求事項⑧】	多重性又は多様性を備えた系統及び機器にあっては、各々が独立して試験又は検査ができること。【要求事項⑨】 二次的飛散物、火災、化学反応、電氣的損傷、配管の破損又は機器の故障等の二次的影響も考慮する【要求事項⑩】	○	○	○	○	○	○
二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない【要求事項⑩】		○	○	○	○	○	○
地下水位低下設備は、全て2号炉に帰属する設備として設計							

○: 要求事項を踏まえて設計上の配慮を行った項目

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

- ・ 検討内容の相違
- ①の相違

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>(2)長期間に発生する故障想定に対する設備設計の妥当性</u></p> <p>長期間において、動的機器に単一故障を想定した場合の地下水位低下設備の設備設計の妥当性を別紙18-13表に示す。</p> <p>長期間において、静的機器に単一故障を想定した場合の地下水位低下設備の設備設計の妥当性を別紙18-14表に示す。</p>		<p>・ 検討内容の相違</p> <p>①の相違</p>

別紙 18-13 表 設置許可基準規則第 12 条の要求事項を踏まえた地下水位低下設備の部位ごとに配慮すべき事項

(長期間：動的機器)

設置許可基準規則 第 12 条	設置許可基準規則第 12 条解釈	集水機能 トレーン・接続 機	支持・閉塞防止 機能 揚水井戸	排水機能 揚水ポンプ (吐出配管含む)	監視・制御機能		電源機能
					制御盤	水位計	
当該システムを構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、外部電源が利用できない場合においても機能で器具有する機械又は器具の機能・構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保する【要求事項①】	「単一故障」は、従来要因に基づく多重故障を含まれる。【要求事項②】 短期間では動的機器の単一故障を仮定しても、長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定しても、所定の安全機能を達成できるように設計されていることが必要【要求事項③】	-	-	○ (動的機器であるポンプに単一故障を想定)	○ (ポンプの単一故障で代表)	○ (ポンプの単一故障で代表)	○ (ポンプの単一故障で代表)
設計基準事故時及び設計基準事故時に至るまでの間に想定される全ての環境条件【要求事項④】	「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、その機能が期待されている構築物、系統及び機器が、その間にさらされると考えられる全ての環境条件【要求事項⑤】	(静的であり不要)	(静的であり不要)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・多重化 (井戸も含めて) ・多重化 (井戸も含めて) ・多重化 (井戸も含めて) ・井戸は独立設計・非常用電源から給電 (別紙 18-24 図参照)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・多重化 (井戸も含めて) ・多重化 (井戸も含めて) ・多重化 (井戸も含めて) ・井戸は独立設計・非常用電源からの給電 (別紙 18-24 図参照)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・多重化 (井戸も含めて) ・多重化 (井戸も含めて) ・多重化 (井戸も含めて) ・井戸は独立設計・非常用電源からの給電 (別紙 18-24 図参照)	○ (ポンプの単一故障で代表) ・外部電源の喪失を想定し、非常用電源から給電 ・非常用電源は、A 系、B 系に異なる非常用の母線から給電 (別紙 18-24 図参照)
原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる【要求事項⑥】	運転中に定期的な試験又は検査 (実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則 (平成 25 年原子力規制委員会規則第 6 号、以下「技術基準規則」という。)) に規定される試験又は検査を含む。【要求事項⑦】	○	○	○	○	○	○
蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損傷に伴う飛散物により、安全性を損なわない【要求事項⑧】	多重性又は多様性を備えた系統及び機器にあっては、各々が独立して試験又は検査ができること。【要求事項⑧】 二次的飛散物、火災、化学反応、電氣的損傷、配管の破損又は機器の故障等の二次的影響も考慮する【要求事項⑩】	○	○	○	○	○	○
二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない【要求事項⑩】	地下水位低下設備は、全て 2 号炉に帰属する設備として設計	○	○	○	○	○	○

○：要求事項を踏まえて設計上の配慮を行った項目

女川原子力発電所 2 号炉 (2019. 7. 30 版)

島根原子力発電所 2 号炉

備考

- ・ 検討内容の相違
- ①の相違

別紙 18-14 表 設置許可基準規則第 12 条の要求事項を踏まえた地下水水位低下設備の部位ごとに配慮すべき事項
(長期間：静的機器)

設置許可基準規則 第 12 条	設置許可基準規則第 12 条解釈	集水機能		支持・閉塞防 止機能		排水機能		監視・制御機能		電源機能	
		ドレーン・接 統弁	閉塞による 機能喪失を 想定)	揚水井戸	揚水ポンプ (吐出配管含む)	制御盤	水位計	電源			
当該システムを構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できなくなるよう、当該システムを構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保する【要求事項①】	「単一故障」は、従属要因に基づく多重故障を含める。【要求事項②】 短期間では動的機器の単一故障を仮定しても、早期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定しても、所定の安全機能を達成できるように設計されていることが必要【要求事項③】	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	—	—	—	—	—	—	—
設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件【要求事項④】において、その機能を発揮【要求事項④】	「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、その機能が期待されている機器、系統及び機器が、その間にさらされると考えられる全ての環境条件【要求事項⑤】	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる【要求事項⑥】	運転中に定期的に試験又は検査(使用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に關する規則(平成 25 年原子力規制委員会規則第 6 号、以下「技術基準規則」という。)に規定される試験又は検査を含む)ができること。【要求事項⑦】	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損傷に伴う飛散物により、安全性を損なわない【要求事項⑧】	多重性又は多様性を備えた系統及び機器にあつては、各々が独立して試験又は検査ができること。【要求事項⑧】 二次的飛散物、火災、化学反応、電氣的損傷、配管の破損又は機器の故障等の二次的影響を考慮する【要求事項⑩】	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであつてはならぬ【要求事項⑨】	(蒸気タービン等の損傷に伴う飛散物により安全性を損なわない設計) 地下水位低下設備は、全て 2 号炉に備ふる設備として設計	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

○：要求事項を踏まえて設計上の配慮を行った項目

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

- ・ 検討内容の相違
①の相違

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 機能喪失要因等の分析に基づく設備構成の検討</p> <p>3.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析</p> <p><u>前述のとおり、地下水位低下設備の機能を維持するために、設置許可基準規則第12条における安全機能の重要度分類を踏まえたクラス1に相当する設備としての設計に当たった考え方を説明した。</u></p> <p><u>ここでは、通常運転時から大規模損壊発生時までの供用期間中の全ての状態における地下水位低下設備の信頼性を向上するために必要な耐性を検討するため、以下の分析を行う。</u></p> <p>【分析1】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水位低下設備の機能ごとに、設置許可基準規則第3条から第13条までにおいて考慮することが要求される事象を、「想定する機能喪失要因」とする。 ・なお、設置許可基準規則第14条から第36条までに対しては、別紙18-15表のとおり、地下水位低下設備に対する機能について影響するものではないので機能喪失要因の対象とはならない。 ・地下水位低下設備の構成部位が、想定する機能喪失要因により機能喪失するかを分析(別紙18-16表)する。 ・分析結果を踏まえ、地下水位低下設備の機能維持の観点から必要な対策について整理する。 <p>【分析2】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分析1から抽出された、地下水位低下設備の機能喪失要因となる事象が発生した場合に、同時に「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」が発生するかについて分析(別紙18-17表)する。 ・分析結果を踏まえ、地下水位低下設備の機能維持の対策に加え、追加の対策が必要であるかについて整理する。 <p>【分析3】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」発生後に、何らかの原因により地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定し、運転時の異常な過渡変化等の事象収束に対して影響があるかを分析(別紙18-18表)する。 ・分析結果を踏まえ、地下水位低下設備の機能維持の対策に加え、追加の対策が必要であるかについて整理する。 <p>【分析4】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大規模損壊の発生要因について、プラントの損壊状況を踏まえ、地下水位低下設備の設計を行う上で配慮する。 	<p>2. 機能喪失要因等の分析に基づく設備構成の検討</p> <p>2.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析</p> <p>通常運転時から大規模損壊発生時までの供用期間中の全ての状態における地下水位低下設備の信頼性を向上するために必要な耐性を検討するため、以下の分析を行う。</p> <p>【分析1】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水位低下設備の機能ごとに、設置許可基準規則第3条から第13条までにおいて考慮することが要求される事象を、「想定する機能喪失要因」とする。 ・なお、設置許可基準規則第14条から第36条までに対しては、別紙17-8表のとおり、地下水位低下設備に対する機能について影響するものではないので機能喪失要因の対象とはならない。 ・地下水位低下設備の構成部位が、想定する機能喪失要因により機能喪失するかを分析(別紙17-9表)する。 ・分析結果を踏まえ、地下水位低下設備の機能維持の観点から必要な対策について整理する。 <p>【分析2】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分析1から抽出された、地下水位低下設備の機能喪失要因となる事象が発生した場合に、同時に「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」が発生するかについて分析(別紙17-10表)する。 ・分析結果を踏まえ、地下水位低下設備の機能維持の対策に加え、追加の対策が必要であるかについて整理する。 <p>【分析3】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」発生後に、何らかの原因により地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定し、運転時の異常な過渡変化等の事象収束に対して影響があるかを分析(別紙17-11表)する。 ・分析結果を踏まえ、地下水位低下設備の機能維持の対策に加え、追加の対策が必要であるかについて整理する。 <p>【分析4】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大規模損壊の発生要因について、プラントの損壊状況を踏まえ、地下水位低下設備の設計を行ううえで配慮する。 	<p>・ 検討内容の相違</p> <p>①の相違</p>

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.2 関係する条文の抽出</p> <p>地下水位低下設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係を別紙18-15表に示す。</p> <p>地下水位低下設備の各構成部位が機能喪失する可能性のある事象として、<u>ランダム故障</u>に加え、設置許可基準規則第3条から第13条までの要求事項を踏まえ、地震(第4条)、津波(第5条)、外部事象(地震、津波以外)(第6条)、内部溢水(第8条)、内部火災(第9条)及び誤操作の防止(第10条)が考えられるため要因として抽出した。</p> <p>これ以外の設置許可基準規則における設計基準対象施設に対する要求は、個別設備に対する設計要求である等の理由から機能喪失する可能性のある事象から除外した。</p>	<p>2.2 関係する条文の抽出</p> <p>地下水位低下設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係を別紙17-8表に示す。</p> <p>地下水位低下設備の各構成部位が機能喪失する可能性のある事象として、<u>機器の故障</u>に加え、設置許可基準規則第3条から第13条までの要求事項を踏まえ、地震(第4条)、津波(第5条)、外部事象(地震、津波以外)(第6条)、内部火災(第8条)、内部溢水(第9条)及び誤操作の防止(第10条)が考えられるため要因として抽出した。</p> <p>これ以外の設置許可基準規則における設計基準対象施設に対する要求は、個別設備に対する設計要求である等の理由から機能喪失する可能性のある事象から除外した。</p>	

別紙 18-15 表 地下水位低下設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)

設置許可基準規則の要求事項	分析対象	対象外とした理由	備考
第3条 地震	—	・地下水位低下設備は、発電用原子炉施設の各設備を本文に適合させるために設置するものであることから、分析の対象外	—
第4条 地震	○	—	—
第5条 津波	○	—	—
第6条 風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山、生物学的事象、森林火災(外部火災)	○	—	2号炉で想定する外部事象として抽出した事象
第7条 不法な投入	—	・本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第8条 内部放水	○	—	—
第9条 内部放水	○	—	—
第10条 制御棒の閉止	○	—	—
第11条 安全運転通路等	—	・本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第12条 安全施設	—	・本条文は、安全施設への要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第13条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	—	・本条文は、運転時の異常な過渡変化に対する要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第14条 全交流動力電源喪失対策設備	—	—	—
第15条 炉心等	—	—	—
第16条 燃料棒等の取扱施設及び貯蔵施設	—	—	—
第17条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	—	—	—
第18条 蒸気タービン	—	—	—
第19条 非常用炉心冷却設備	—	—	—
第20条 一次冷却材の減少分を補給する設備	—	—	—
第21条 残留熱を除去することができる設備	—	—	—
第22条 最終コンドレンクへ熱を輸送することができる設備	—	—	—
第23条 計測制御系統施設	—	—	—
第24条 安全保護回路	—	—	—
第25条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	—	—	—
第26条 原子炉制御室等	—	—	—
第27条 放射性廃棄物の処理施設	—	—	—
第28条 放射性廃棄物の貯蔵施設	—	—	—
第29条 工場周辺における直接ガンマ線等からの防護	—	—	—
第30条 放射線からの放射線業務従事者の防護	—	—	—
第31条 監視設備	—	—	—
第32条 原子炉格納施設	—	—	—
第33条 保安電源設備	—	—	—
第34条 緊急時対応所	—	—	—
第35条 通信連絡設備	—	—	—
第36条 補助ボイラー	—	—	—

・本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外

別紙 17-8 表 地下水位低下設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係

島根原子力発電所 2号炉

備考

設置許可基準規則の要求事項	分析対象	対象外とした理由	備考
第3条 地震	—	・地下水位低下設備は、発電用原子炉施設の各設備を本文に適合させるために設置するものであることから、分析の対象外	—
第4条 地震	○	—	—
第5条 津波	○	—	—
第6条 風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山、生物学的事象、森林火災(外部火災)	○	—	2号炉で想定する外部事象として抽出した事象
第7条 不法な投入	—	・本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第8条 内部火災	○	—	—
第9条 内部放水	○	—	—
第10条 制御棒の閉止	○	—	—
第11条 安全運転通路等	—	・本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第12条 安全施設	—	・本条文は、安全施設への要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第13条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	—	・本条文は、運転時の異常な過渡変化に対する要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第14条 全交流動力電源喪失対策設備	—	—	—
第15条 炉心等	—	—	—
第16条 燃料棒等の取扱施設及び貯蔵施設	—	—	—
第17条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	—	—	—
第18条 蒸気タービン	—	—	—
第19条 非常用炉心冷却設備	—	—	—
第20条 一次冷却材の減少分を補給する設備	—	—	—
第21条 残留熱を除去することができる設備	—	—	—
第22条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備	—	—	—
第23条 計測制御系統施設	—	—	—
第24条 安全保護回路	—	—	—
第25条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	—	—	—
第26条 原子炉制御室等	—	—	—
第27条 放射性廃棄物の処理施設	—	—	—
第28条 放射性廃棄物の貯蔵施設	—	—	—
第29条 工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護	—	—	—
第30条 放射線からの放射線業務従事者の防護	—	—	—
第31条 監視設備	—	—	—
第32条 原子炉格納施設	—	—	—
第33条 保安電源設備	—	—	—
第34条 緊急時対応所	—	—	—
第35条 通信連絡設備	—	—	—
第36条 補助ボイラー	—	—	—

・本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.3 各構成部位の機能喪失要因の分析</p> <p>(1) 供用期間中における機能維持に必要な耐生の分析(分析1)</p> <p>地下水位低下設備の各構成部位が、抽出した機能喪失要因により機能喪失が発生するかについて分析する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。</p> <p>〈分析1前提条件〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 機能喪失有無の判定においては、地下水位低下設備に必要となる設計上の配慮事項を抽出する観点から、全ての構成部位に対し設計上の外部事象への配慮が講じられていない状態を前提とする。 地下水位低下設備の全ての構成部位は、屋外に設置されている状態を前提とする。 <p>〈分析結果〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 分析の結果、地下水位低下設備の各構成部位に対する機能喪失要因として別紙18-16表のとおり結果を得た。 これらの機能喪失要因を踏まえ地下水位低下設備の設計上の信頼性を向上させる観点から別紙18-20表のとおり、設計上の配慮を行うこととする。 なお、既設の地下水位低下設備において、設計上配慮されている事項は下表の水色網掛けの箇所であるが、これらについても新規設置に当たり、配慮した設計とする。 	<p>2.3 各構成部位の機能喪失要因の分析</p> <p>(1) 供用期間中における機能維持に必要な耐生の分析(分析1)</p> <p>地下水位低下設備の各構成部位が、抽出した機能喪失要因により機能喪失が発生するかについて分析する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。</p> <p>〈分析1前提条件〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 機能喪失有無の判定においては、地下水位低下設備に必要となる設計上の配慮事項を抽出する観点から、全ての構成部位に対し設計上の外部事象への配慮が講じられていない状態を前提とする。 地下水位低下設備の全ての構成部位は、屋外に設置されている状態を前提とする。 <p>〈分析結果〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 分析の結果、地下水位低下設備の各構成部位に対する機能喪失要因として別紙17-9表のとおり結果を得た。 これらの機能喪失要因を踏まえ地下水位低下設備の設計上の信頼性を向上させる観点から別紙17-12表のとおり、設計上の配慮を行うこととする。 	

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2) 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(分析2)</p> <p>地下水位低下設備の機能喪失要因により、同時に「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」(以下、「各事象」)が発生するかについて分析を行い、事象収束にあたり追加の対策が必要かについて確認する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。</p> <p>〈分析2前提条件〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水位低下設備の機能喪失要因として、分析1により抽出された項目を前提とし、ここでの分析を行う。 ・地下水位低下設備の全ての構成部位に対し設計上の外部事象への配慮が講じられていない状態を前提とする。 ・電源に関して、非常用電源の共通要因による機能喪失は考慮しない。また、非常用DGの状態において、プラント運転中は2系列が待機状態にあることとする。 ・プラント停止中は、外部電源は基準地震動S_s未満の地震により機能喪失する可能性があるため、機能喪失状態を前提とする。さらに、停止中はDG本体又は海水系片系が点検のために待機除外である状態を想定する。また、停止中の非常用DGに対しては、<u>ランダム故障要因</u>を考慮する。 <p>〈分析結果〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別紙18-17表に示すとおり、地下水位低下設備が機能喪失する外部事象発生時には、外部事象により敷地外の送変電設備が損傷し、「運転時の異常な過渡変化(外部電源喪失)」が発生する可能性がある。 ・これを防止するために、地下水位低下設備には、外部電源喪失に配慮した設計が必要となる。 ・また、各事象が収束した以降も収束状態を維持する観点から、<u>建屋</u>の安定性等の継続的な確保が必要である。 ・このため、地下水位低下設備の各機能喪失要因に対する設計上の配慮を行うことで、「地下水位低下設備の機能喪失により地下水位が上昇した状態で基準地震動S_s規模の地震が発生する」という状況を回避でき、<u>建屋</u>の安定性等が確保されることとなる。 ・上記の配慮を行うことで、通常運転中の安全施設(異常発生防止系及び異常影響緩和系)への影響を防止することができている。 ・別紙18-18表に示すとおり、地下水位低下設備が機能喪失する外部事象発生時には、外部事象により、同時に「全交流動力電源喪失(停止時)」が発生する。 ・このことから、地下水位低下設備の機能喪失要因に配慮した対策、及び非常用電源に関する信頼性向上の観点からの常設代替交流電源から電源供給可能な設計とすることにより、地下水位低下設備の信頼性を向上させることができる。 	<p>(2) 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(分析2)</p> <p>地下水位低下設備の機能喪失要因により、同時に「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」(以下、「各事象」)が発生するかについて分析を行い、事象収束にあたり追加の対策が必要かについて確認する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。</p> <p>〈分析2前提条件〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水位低下設備の機能喪失要因として、分析1により抽出された項目を前提とし、ここでの分析を行う。 ・地下水位低下設備の全ての構成部位に対し設計上の外部事象への配慮が講じられていない状態を前提とする。 ・電源に関して、非常用電源の共通要因による機能喪失は考慮しない。また、非常用DGの状態において、プラント運転中は2系列が待機状態にあることとする。 ・プラント停止中は、外部電源は基準地震動S_s未満の地震により機能喪失する可能性があるため、機能喪失状態を前提とする。さらに、停止中はDG本体又は海水系片系が点検のために待機除外である状態を想定する。また、停止中の非常用DGに対しては、<u>起動失敗等の機器の故障</u>を考慮する。 <p>〈分析結果〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別紙17-10表に示すとおり、地下水位低下設備が機能喪失する外部事象発生時には、外部事象により敷地外の送変電設備が損傷し、「運転時の異常な過渡変化(外部電源喪失)」が発生する可能性がある。 ・これを防止するために、地下水位低下設備には、外部電源喪失に配慮した設計が必要となる。 ・また、各事象が収束した以降も収束状態を維持する観点から、<u>建物</u>の安定性等の継続的な確保が必要である。 ・このため、地下水位低下設備の各機能喪失要因に対する設計上の配慮を行うことで、「地下水位低下設備の機能喪失により地下水位が上昇した状態で基準地震動S_s規模の地震が発生する」という状況を回避でき、<u>建物</u>の安定性等が確保されることとなる。 ・上記の配慮を行うことで、通常運転中の安全施設(異常発生防止系及び異常影響緩和系)への影響を防止することができている。 ・別紙17-10表に示すとおり、地下水位低下設備が機能喪失する外部事象発生時には、外部事象により、同時に「全交流動力電源喪失(停止時)」が発生する。 ・このことから、地下水位低下設備の機能喪失要因に配慮した対策、及び非常用電源に関する信頼性向上の観点からの常設代替交流電源から電源供給可能な設計とすることにより、地下水位低下設備の信頼性を向上させることができる。 	

別紙 18-17 表 地下水水位低下設備の機能喪失と同時に発生する事象の分析 (その1)

原因	運転時の異常な過渡変化											
	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	出力運転中異常な引き抜き	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止
ランダム	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
風(台風)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
竜巻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
雹	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降雪	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降雨	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
霧	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
火山	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物学的影響	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
森林火災(外部火災)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

△: 地下水水位低下設備の機能喪失があり、ただし、過渡事象及び設計基準事故は起きない
 ×: 地下水水位低下設備の機能喪失があり、かつ、過渡事象及び設計基準事故は起きる

※1 外部電源は発電所外の設備も含まれており、地下水水位低下設備の機能喪失要因に対して耐性の確認・確保が困難であるため、全ての機能喪失要因に対して発生すると整理した。

別紙 17-10 表 地下水水位低下設備の機能喪失と同時に発生する事象の分析 (1/3)

原因	運転時の異常な過渡変化											
	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	出力運転中異常な引き抜き	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止	原子炉冷却材の停止
機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
風(台風)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
竜巻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
凍結	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降雪	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
落雷	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
火山	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物学的影響	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
森林火災(外部火災)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

△: 地下水水位低下設備の機能喪失があり、ただし、過渡事象及び設計基準事故は起きない
 ×: 地下水水位低下設備の機能喪失があり、かつ、過渡事象及び設計基準事故は起きる

※1 外部電源は発電所外の設備も含まれており、地下水水位低下設備の機能喪失要因に対して耐性の確認・確保が困難であるため、全ての機能喪失要因に対して発生すると整理した。

別紙 17-10 表 地下水水位低下設備の機能喪失と同時に発生する事象の分析 (2/3)

	設計基準事故									
	原子炉冷却材喪失	原子炉冷却材流量の喪失	原子炉冷却材ポンプの軸固着	制御棒落下	放射性気体廃棄物処理施設の破損	主蒸気管破断	燃料集合体の落下	可燃性ガスの発生	動荷重の発生	
機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
風(台風)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
竜巻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
凍結	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降雪	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
落雷	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
火山	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物学的影響	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
森林火災(外部火災)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

凡例△：地下水水位低下設備の機能喪失あり、ただし、設計基準事故は起きない。×：地下水水位低下設備の機能喪失あり、かつ、設計基準事故が起きる。

別紙 18-18 表 地下水位低下設備の機能喪失と同時に発生する事象の分析 (その2)

ラシダム	重大事故等																
	高圧・低圧注水機能喪失	高圧注水・減圧機能喪失	全交流動力電源喪失	崩壊熱除去機能喪失	原子炉停止機能喪失	LOCA時注水機能喪失	格納容器バイパス(SILOCA)	格納容器力・温度による静的格納容器過圧破損	高圧溶融物格納容器冷却材相相互作用	溶融炉心・コンクリート相互作用	水素燃焼	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失(RHRの故障による停止時冷却機能喪失)	原子炉冷却材の漏出	反応度の誤投入	全交流動力電源喪失(停止時)
ラシダム	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	※
風(台風)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
竜巻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
凍結	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降雪	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
落雷	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
火山	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物学的影響	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
森林火災(外部火災)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

△: 地下水位低下設備の機能喪失するが、地下水位低下設備の機能喪失原因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない。
 ※: 待機中の非常用DGがランダム故障により機能喪失することによる発生。
 △: 地下水位低下設備の機能喪失するが、地下水位低下設備の機能喪失原因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない。
 ×: 地下水位低下設備の機能喪失あり、かつ、重大事故が起きる。

※ 待機中の非常用DGがランダム故障により機能喪失することによる発生。

別紙 17-10 表 地下水位低下設備の機能喪失と同時に発生する事象の分析 (3/3)

ラシダム	重大事故等																
	高圧・低圧注水機能喪失	高圧注水・減圧機能喪失	全交流動力電源喪失	崩壊熱除去機能喪失	原子炉停止機能喪失	LOCA時注水機能喪失	格納容器バイパス(SILOCA)	格納容器力・温度による静的格納容器過圧破損	高圧溶融物格納容器冷却材相相互作用	溶融炉心・コンクリート相互作用	水素燃焼	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失(RHRの故障による停止時冷却機能喪失)	原子炉冷却材の漏出	反応度の誤投入	全交流動力電源喪失(停止時)
機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	※
風(台風)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
竜巻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
凍結	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
降雪	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
落雷	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
火山	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
生物学的影響	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
森林火災(外部火災)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

△: 地下水位低下設備の機能喪失するが、地下水位低下設備の機能喪失原因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない。
 ※: 待機中の非常用DGが起動失敗等の機器の故障により機能喪失することによる発生。

凡例△: 地下水位低下設備の機能喪失あり、ただし、重大事故は起きない。×: 地下水位低下設備の機能喪失あり、かつ、重大事故が起きる。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(分析3)</p> <p>「運転時の異常な過渡変化」, 「設計基準事故」又は「重大事故等」が発生した状態で, 地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定し, 事象収束にあたり追加の対策が必要かについて確認する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。</p> <p>〈分析3前提条件〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運転時の異常な過渡変化等の発生後に, 地下水位低下設備が機能喪失する状態及び地下水位低下設備の機能喪失後に, さらに基準地震動S s 規模の地震が発生する状態に対し分析する。 ・地下水位低下設備の全ての構成部位に対し外部事象への設計上の配慮が講じられていない状態を前提とする。 <p>〈分析結果〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別紙18-19表に示すとおり, 地下水位低下設備は, 事象収束に必要な緩和機能を有していないため, 事象の収束に直接は影響しない。 ・しかしながら, 地下水位低下設備の機能喪失により地下水位が上昇している状態で, 同時に基準地震動S s 規模の地震の発生を想定した場合には, <u>建屋</u>の安定性等に影響があることから, 事象の収束に対する影響の懸念がある。 ・このため, 地下水位低下設備の各機能喪失要因に対する設計上の配慮を行うことで, 「地下水位低下設備の機能喪失により地下水位が上昇した状態で基準地震動S s 規模の地震が発生する」という状況を回避でき, <u>建屋</u>の安定性等が確保されることとなる。 	<p>(3) 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(分析3)</p> <p>「運転時の異常な過渡変化」, 「設計基準事故」又は「重大事故等」が発生した状態で, 地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定し, 事象収束にあたり追加の対策が必要かについて確認する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。</p> <p>〈分析3前提条件〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運転時の異常な過渡変化等の発生後に, 地下水位低下設備が機能喪失する状態及び地下水位低下設備の機能喪失後に, さらに基準地震動S s 規模の地震が発生する状態に対し分析する。 ・地下水位低下設備の全ての構成部位に対し外部事象への設計上の配慮が講じられていない状態を前提とする。 <p>〈分析結果〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別紙17-11表に示すとおり, 地下水位低下設備は, 事象収束に必要な緩和機能を有していないため, 事象の収束に直接は影響しない。 ・しかしながら, 地下水位低下設備の機能喪失により地下水位が上昇している状態で, 同時に基準地震動S s 規模の地震の発生を想定した場合には, <u>建物</u>の安定性等に影響があることから, 事象の収束に対する影響の懸念がある。 ・このため, 地下水位低下設備の各機能喪失要因に対する設計上の配慮を行うことで, 「地下水位低下設備の機能喪失により地下水位が上昇した状態で基準地震動S s 規模の地震が発生する」という状況を回避でき, <u>建物</u>の安定性等が確保されることとなる。 	

3.4 分析結果を踏まえた信頼性向上のための配慮事項

分析1から分析4までの整理を踏まえ、原子力発電所の供用期間の全ての状態において、地下水位低下設備を機能維持する観点から、地下水位低下設備の設計に係る信頼性向上のための配慮事項は以下のとおりとなった。

なお、分析4における具体的なプラント損壊状態と設計上の配慮事項については、大規模損壊に対する対応として別途説明している。

分析1の結果から、地下水位低下設備に対して配慮すべき機能喪失要因が抽出されており、これに対する個々の対策を別紙18-20表のとおり整理した。

別紙18-20表 機能喪失要因とこれを踏まえた設計上の配慮項目

機能	構成部位	機能喪失要因	対策
集水機能	ドレーン・接続桝	ランダム故障	・閉塞による機能喪失の可能性に対して、ドレーンの配置・形状を考慮した新設ドレーン・揚水井戸の配置等の配慮により機能維持
		地震	・Ss機能維持することにより集水機能を確保
支持・閉塞防止機能	揚水井戸	地震	・Ss機能維持することにより支持・閉塞防止機能を確保
排水機能	揚水ポンプ	ランダム故障	・ポンプの多重化による機能維持
		地震	・Ss機能維持することにより揚水ポンプの機能を確保
		竜巻	・井戸に飛来物影響の防護が可能な蓋を設置
		落雷	・制御盤への保安器の設置等による避雷対策、又は避雷針の保護範囲内への設置
		火山	・井戸に対する火山灰の侵入を蓋の設置により防止
	配管	ランダム故障	・吐出配管の多重化
		地震	・Ss機能維持
		竜巻	・井戸に飛来物影響の防護が可能な蓋を設置
		ランダム故障	・多重化により機能維持。また、水位計、動力・制御盤及び中央制御室監視盤間を接続するケーブルについても同様に多重化
		地震	・Ss機能維持
監視・制御機能	制御盤	台風、竜巻	・屋内設置
		凍結	・凍結防止装置を設置、又は屋内設置
		降水	・防水処理、又は屋内設置
		積雪	・積雪荷重を受けないように屋根等を設置、又は屋内設置
		落雷	・制御盤への保安器の設置等による避雷対策、又は屋内設置
		火山	・火山灰の侵入防止措置の実施、又は屋内設置
		生物学的事象	・止水や貫通部処理による小動物の侵入防止、又は屋内設置
		森林火災(外部火災)	・火災の影響を受けないよう屋内設置
		内部火災	・制御盤の分離、離隔距離を確保した配置
		内部溢水	・共通要因故障に配慮した配置
	水位計	ランダム故障	・多重化による機能維持を図ることとし、片系が機能喪失した場合には設定水位に到達時にもう片系の水位計の検知によりバックアップ
		地震	・Ss機能維持
		竜巻	・井戸に飛来物影響の防護が可能な蓋を設置
		落雷	・制御盤への保安器の設置等による避雷対策、又は避雷針の保護範囲内への設置
電源機能	電源(非常用DG)	ランダム故障	・ランダム故障に対しては多重化による機能維持

分析1の結果から抽出された個々の機能喪失要因に対する対策(別紙18-20表)を集約し、別紙18-21表のとおり整理した。

2.4 分析結果を踏まえた信頼性向上のための配慮事項

分析1から分析4までの整理を踏まえ、原子力発電所の供用期間の全ての状態において、地下水位低下設備を機能維持する観点から、地下水位低下設備の設計に係る信頼性向上のための配慮事項は以下のとおりとなった。

なお、分析4における具体的なプラント損壊状態と設計上の配慮事項については、大規模損壊に対する対応として別途説明する。

分析1の結果から、地下水位低下設備に対して配慮すべき機能喪失要因が抽出されており、これに対する個々の対策を別紙17-12表のとおり多重化の要否を含め整理した。

別紙17-12表 機能喪失要因とこれを踏まえた設計上の配慮項目

機能	構成部位	機能喪失要因	対策	多重化要否	
集水機能	ドレーン	地震	・Ss機能維持することにより集水機能を確保	×	
支持・閉塞防止機能	揚水井戸	地震	・Ss機能維持することにより支持・閉塞防止機能を確保	×	
排水機能	揚水ポンプ	機器故障(継続運転失敗・起動失敗)	・ポンプの多重化による機能維持	○	
		地震	・Ss機能維持することにより揚水ポンプの機能を確保		
		竜巻	・井戸に飛来物影響の防護が可能な蓋を設置		
		落雷	・制御盤への保安器の設置等による避雷対策、又は避雷針の保護範囲内への設置		
		火山	・井戸に対する火山灰の侵入を蓋の設置により防止		
	配管	機器故障(リーク・閉塞)	・配管の多重化による機能維持	○	
		地震	・Ss機能維持		
		竜巻	・井戸に飛来物影響の防護が可能な蓋を設置		
		機器故障(不動作・誤操作)	・多重化により機能維持		○
		地震	・Ss機能維持		
台風、竜巻	・屋内設置				
凍結	・凍結防止装置を設置、又は屋内設置				
降水	・防水処理、又は屋内設置				
監視・制御機能	制御盤	積雪	・積雪荷重を受けないように屋根等を設置、又は屋内設置	○	
		落雷	・制御盤への保安器の設置等による避雷対策、又は屋内設置		
		火山	・火山灰の侵入防止措置の実施、又は屋内設置		
		生物学的事象	・止水や貫通部処理による小動物の侵入防止、又は屋内設置		
		森林火災(外部火災)	・火災の影響を受けないよう屋内設置		
		内部火災	・制御盤の分離、離隔距離を確保した配置		
		内部溢水	・共通要因故障に配慮した配置		
		機器故障(不動作・誤操作)	・多重化による機能維持を図ることとし、片系が機能喪失した場合には設定水位に到達時にもう片系の水位計の検知によりバックアップ		○
		地震	・Ss機能維持		
		竜巻	・井戸に飛来物影響の防護が可能な蓋を設置		
落雷	・制御盤への保安器の設置等による避雷対策、又は避雷針の保護範囲内への設置				
火山	・井戸に対する火山灰の侵入を蓋の設置により防止				
電源機能	電源(非常用DG)	機器故障(起動失敗)	・機器故障に対しては多重化による機能維持	○	

分析1の結果から抽出された個々の機能喪失要因に対する対策(別紙17-12表)を集約し、別紙17-13表のとおり整理した。

・分析結果の相違
④の相違

別紙18-21表 地下水位低下設備の設計に係る信頼性向上のための配慮事項

機能	構成部位	対策	備考
集水機能	ドレーン・接続柵	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持 ドレーンの配置・形状を考慮した新設ドレーン・揚水井戸の配置等の配慮 	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持の確認方法は別紙18-22表参照 閉塞に関する配慮は「2.2 設置許可基準規則第12条の要求事項に基づく設備構成の検討」参照
支持・閉塞防止機能	揚水井戸	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持 蓋の設置 	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持の確認方法は別紙18-22表参照
排水機能	揚水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 Ss機能維持 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙18-24図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙18-22表参照
	配管	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持 吐出配管の多重化 	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持の確認方法は別紙18-22表参照
監視・制御機能	制御盤	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 水位計、動力・制御盤及び中央制御室監視盤間を接続するケーブルについても多重化 Ss機能維持 隔離を確保した屋内設置 内部事象に起因する共通要因故障に配慮した配置 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙18-24図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙18-22表参照
	水位計	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 Ss機能維持 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙18-24図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙18-22表参照
電源機能	電源(非常用DG)	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙18-24図参照

青字:分析結果を踏まえ、新たに設計上の配慮事項として講じる対策

分析2の結果からは分析1と同様の対策(別紙18-20表)が必要という結果を得た。また、これに加えて、停止時における全交流動力電源喪失への配慮として、常設代替交流電源からの電源供給が可能な設計とする。

分析3の結果からは、分析1と同様の対策(別紙18-20表)が必要という結果を得た。

以上のとおり、分析1から分析3を踏まえ、地下水位低下設備の信頼性向上の観点から対策を講じることとする。

なお、分析4については、分析1から分析3での対策により、設計上の配慮を行うことができる。

また、上記のような信頼性向上の観点からの対策を行ってもなお、地下水位低下設備が機能喪失する状態も考え、復旧のための予備品の確保及び可搬型設備を用いた機動的な措置について手順等の整備を行う(「4.運用管理・保守管理上の方針」参照)。

地下水位低下設備の各構成部位におけるS s機能維持の確認方法を別紙18-22表に示す。

別紙17-13表 地下水位低下設備の設計に係る信頼性向上のための配慮事項

機能	構成部位	対策	備考
集水機能	ドレーン	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持 	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持の確認方法は別紙17-14表参照 ドレーンに関する信頼性向上は「添付資料1」参照
支持・閉塞防止機能	揚水井戸	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持 蓋の設置 	<ul style="list-style-type: none"> Ss機能維持の確認方法は別紙17-14表参照
排水機能	揚水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 Ss機能維持 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙17-15図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙17-14表参照
	配管	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 Ss機能維持 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙17-15図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙17-14表参照
監視・制御機能	制御盤	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 Ss機能維持 隔離を確保した屋内設置 内部事象に起因する共通要因故障に配慮した配置 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙17-15図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙17-14表参照
	水位計	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 Ss機能維持 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙17-15図参照 Ss機能維持の確認方法は別紙17-14表参照
電源機能	電源(非常用DG)	<ul style="list-style-type: none"> 多重化 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化の概要は別紙17-15図参照

分析2の結果からは分析1と同様の対策(別紙17-12表)が必要という結果を得た。また、これに加えて、停止時における全交流動力電源喪失への配慮として、常設代替交流電源からの電源供給が可能な設計とする。

分析3の結果からは、分析1と同様の対策(別紙17-12表)が必要という結果を得た。

以上のとおり、分析1から分析3を踏まえ、地下水位低下設備の信頼性向上の観点から対策を講じることとする。

なお、分析4については、分析1から分析3での対策により、設計上の配慮を行うことができる。

また、上記のような信頼性向上の観点からの対策を行ってもなお、地下水位低下設備が機能喪失する状態も考え、復旧用可搬ポンプを用いた機動的な措置について手順等の整備を行う(「4.運用管理・保守管理上の方針」参照)。

地下水位低下設備の各構成部位におけるS s機能維持の確認方法を別紙17-14表に示す。

・分析結果の相違
④の相違

・設備の相違
島根2号炉は、アクセスルートについて地下水位低下設備の効果を期待していない(以下、③の相違)

別紙18-22表 地下水位低下設備の各構成部位における
Ss機能維持の確認方法と設計方針

機能	構成部位	Ss機能維持の確認方法	
		分類	具体的な方法
集水機能	ドレーン・接続柵	解析	・基準地震動Ssに対し地下水の集水機能を維持する設計とする。
支持・閉塞防止機能	揚水井戸	解析	・基準地震動Ssに対し機能（揚水ポンプ及び配管の支持機能並びに閉塞防止機能）を維持する設計とする。
排水機能	揚水ポンプ	解析・加振試験	・基準地震動Ssに対し機能（地下水の排水機能）を維持する設計とする。 ・支持金物は基準地震動Ssに対し機能（揚水ポンプの支持機能）を維持する設計とする。
	配管	解析	・基準地震動Ssに対し揚水ポンプで汲み上げた地下水の排水経路を維持する設計とする。 ・支持金物は、基準地震動Ssに対し機能（配管の支持機能）を維持する設計とする。
監視・制御機能	制御盤	解析・加振試験	・基準地震動Ssに対し機能（揚水ポンプの制御機能）を維持する設計とする。
	水位計	解析・加振試験	・基準地震動Ssに対し機能（揚水井戸内に継続的に流入する地下水位監視機能、揚水ポンプの起動停止の制御機能）を維持する設計とする。 ・支持金物は基準地震動Ssに対し機能（水位計の支持機能）を維持する設計とする。

3.5 監視・制御機能及び電源接続の系統構成

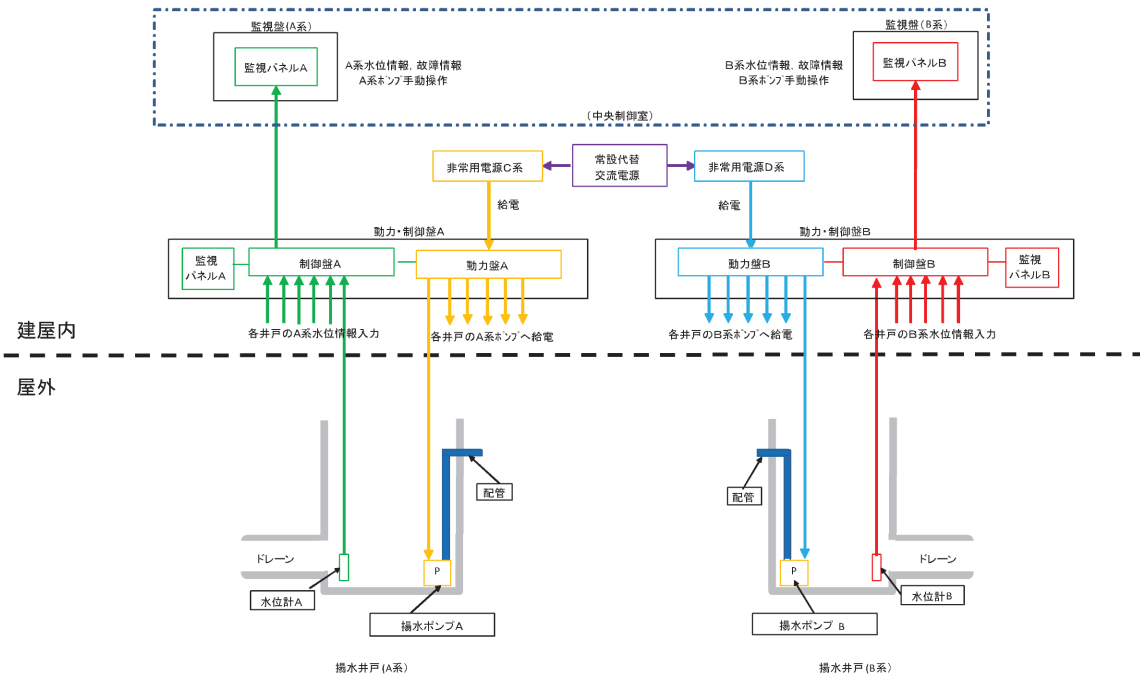
地下水位低下設備の電源系、監視・制御系の系統構成概要を別紙18-24図に示す。各井戸における揚水ポンプ、水位計、現場における監視・制御系、中央制御室の監視盤及び非常用電源からの電源供給については多重性及び独立性を確保した設計とする。

別紙17-14表 地下水位低下設備の各構成部位における
S s 機能維持の確認方法と設計方針

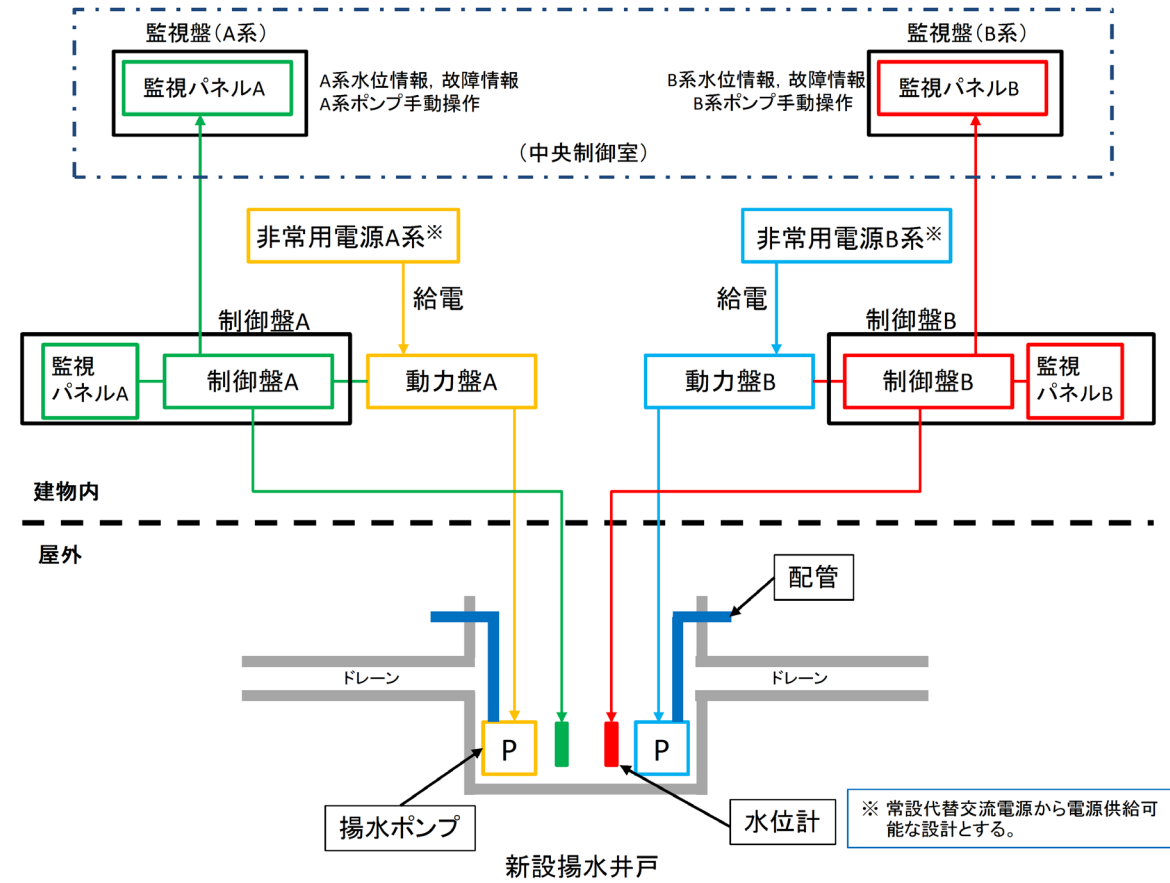
機能	構成部位	S s 機能維持の確認方法	
		分類	具体的な方法
集水機能	ドレーン	解析	・基準地震動 Ss に対し地下水の集水機能を維持する設計とする。
支持・閉塞防止機能	揚水井戸	解析	・基準地震動 Ss に対し機能（揚水ポンプ及び配管の支持機能並びに閉塞防止機能）を維持する設計とする。
排水機能	揚水ポンプ	解析・加振試験	・基準地震動 Ss に対し機能（地下水の排水機能）を維持する設計とする。 ・支持金物は基準地震動 Ss に対し機能（揚水ポンプの支持機能）を維持する設計とする。
	配管	解析	・基準地震動 Ss に対し揚水ポンプで汲み上げた地下水の排水経路を維持する設計とする。 ・支持金物は、基準地震動 Ss に対し機能（配管の支持機能）を維持する設計とする。
監視・制御機能	制御盤	解析・加振試験	・基準地震動 Ss に対し機能（揚水ポンプの制御機能）を維持する設計とする。
	水位計	解析・加振試験	・基準地震動 Ss に対し機能（揚水井戸内に継続的に流入する地下水位監視機能、揚水ポンプの起動停止の制御機能）を維持する設計とする。 ・支持金物は基準地震動 Ss に対し機能（水位計の支持機能）を維持する設計とする。

2.5 監視・制御機能及び電源接続の系統構成

地下水位低下設備の電源系、監視・制御系の系統構成概要を別紙17-15図に示す。井戸における揚水ポンプ、水位計、現場における監視・制御系、中央制御室の監視盤及び非常用電源からの電源供給については信頼性の向上を考慮した設計とする。

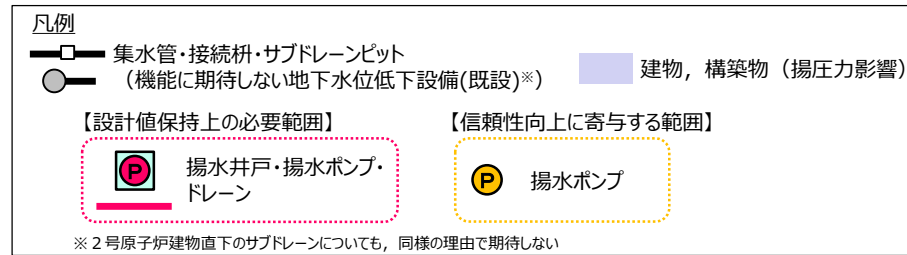
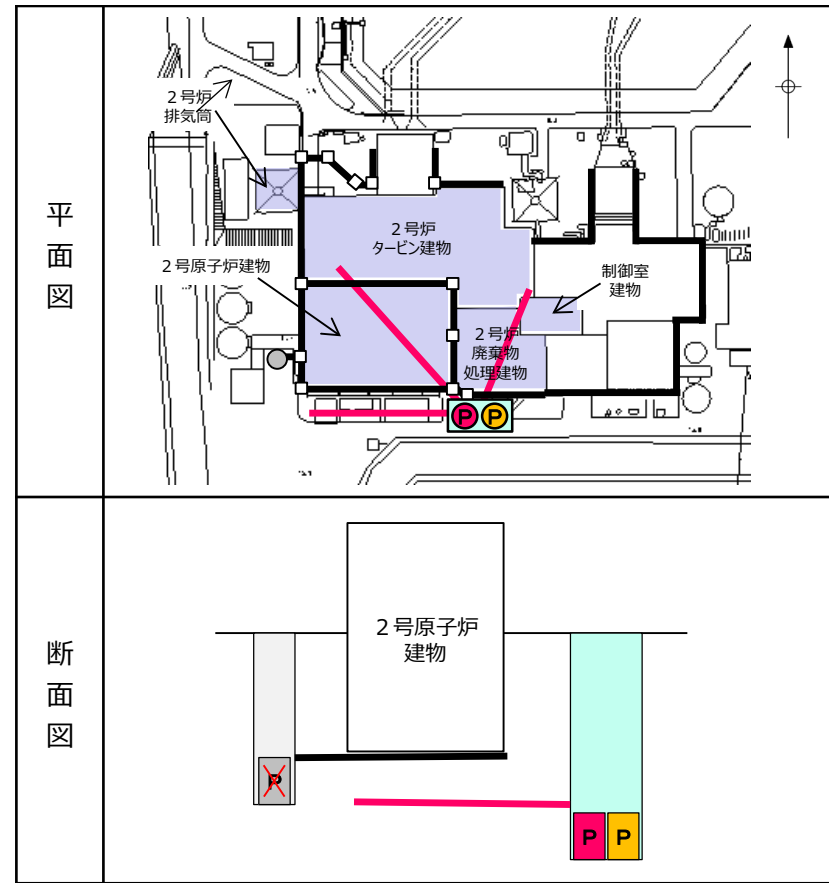


別紙18-24図 地下水位低下設備の電源系、監視・制御系の系統構成概要



別紙17-15図 地下水位低下設備の電源系、監視・制御系の系統構成概要

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2.6 信頼性の向上を考慮した設備構成の検討</p> <p>ここでは、地下水位低下設備の目的、機能及び要求期間を踏まえ、原子炉建物等への影響を鑑み、集水機能(ドレーン等)及び排水機能(揚水ポンプ等)の設備構成を検討する。</p> <p>なお、検討に当たっては、揚水ポンプの故障を想定することとした。</p> <p>設備構成の検討においては、第I編の整理から地下水位低下設備が機能しない場合の影響として、施設へ作用する揚圧力(設置許可基準規則第4条)及び液状化影響(設置許可基準規則第3条第2項)が抽出されているが、ここでは早期に影響が現れる建物、構築物の揚圧力影響の低減に着目し、地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備を設置することとし、集水及び排水機能に係る設備構成の検討を行った。</p> <p>なお、液状化影響に対しては、地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備の機能を考慮した水位より設計地下水位を設定し、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないことを確認し、機能に影響が及ぶ場合は適切な対策を講ずる設計とする。</p> <p>設備構成の検討に当たっては信頼性確保が重要となることから、添付資料2に示すとおり、施設に対するドレーンの配置から期待範囲を設定し、信頼性の確保に係る3つの観点(耐久性、耐震性、保守管理性)を満たす地下水位低下設備を新設する。また、検討に当たっては、揚水ポンプを多重化することとした。</p> <p>(1)設備構成概要</p> <p>主要建物周辺に新たに設置する地下水位低下設備の配置例及び構成例を別紙17-16図に示す。</p> <p>これは、早期に影響が現れる揚圧力影響(設置許可基準規則第4条)の低減に着目した建物、構築物(原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒)に対し、設置許可基準規則条文適合上必要な集水及び排水機能の範囲を示したものであり、設計値保持上の必要範囲(■)と、信頼性向上に寄与する範囲(■)にて構成される。</p> <p>また、揚水ポンプの故障を想定し、同等の排水能力を有する揚水ポンプを設置することにより多重化した。</p> <p>なお、別紙17-16図は揚圧力影響(設置許可基準規則第4条)の低減に着目した設備構成案であるが、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても機能が損なわれないことを確認し、機能に影響が及ぶ場合は適切な対策を講ずる設計とする。</p>	<p>・ 検討内容の相違</p> <p>①の相違</p> <p>(女川2号炉は、設備構成の検討について第II編2.2に記載)</p>



別紙17-16図 地下水位低下設備の配置例及び構成例

設置許可基準規則第3条第2項及び第4条に係る要求事項に照らし、地下水位低下設備の集水及び排水機能に係る設備構成を検討した。

詳細設計段階においては、設計上の必要範囲が機能する場合の浸透流解析を実施し、設計地下水位を設定する(第I編及び添付資料2を参照)。

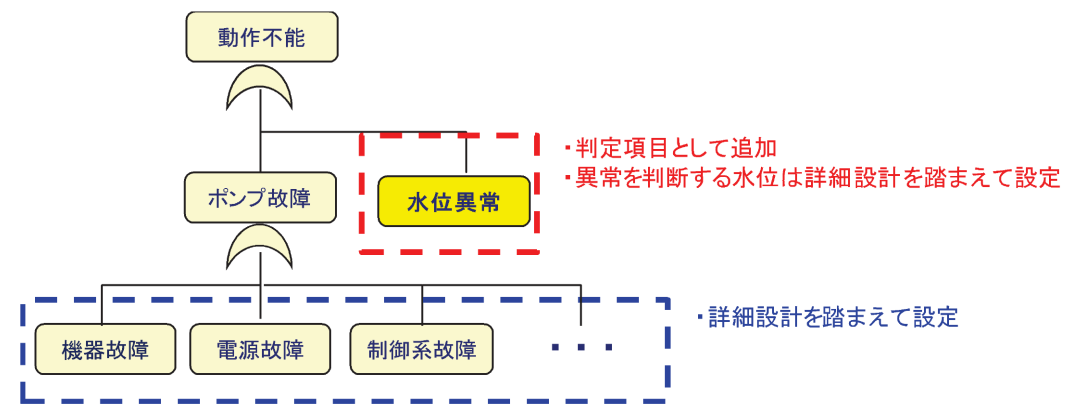
新設する地下水位低下設備の構造・配置例について補足説明資料7に示す。なお、地下水位低下設備は既設のドレーンより低い位置で集水し、かつ地下水位低下設備(既設)から独立した設備とすることとし、揚水井戸及びドレーンの配置及び構造については詳細設計段階で確定する。

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<p>4.運用管理・保守管理上の方針</p> <p>(1)運用管理及び保守管理に係る位置付け</p> <p><u>原子炉施設保安規定及びこれに関連付けた社内規定類において、地下水位低下設備の運用管理、保守管理に係る事項を定める。具体的には、運用管理については<u>運転上の制限等を定めるとともに、必要な手順を整備した上で管理していく。また、保守管理については予防保全対象として管理していく。</u></u></p> <p>【運用管理の方針(案)】</p> <p>➤ <u>原子炉施設保安規定において、地下水位低下設備に運転上の制限(以下、「LC0」と記載)を設定する。</u></p> <p><u>〈具体的な対応〉</u></p> <p>・ <u>LC0, LC0を満足していない場合に要求される措置及び要求される措置の完了時間(以下、「A0T」と記載)を設定し、逸脱した場合には、原子炉を停止することを定める。</u></p> <p>・ 地下水位低下設備が動作可能であることを定期的に確認することを定める。</p> <p>➤ <u>原子炉施設保安規定に関連付けた社内規定類において地下水位低下設備の運転管理方法を定める。</u></p> <p><u>〈具体的な対応〉</u></p> <p>・ 地下水位低下設備の運用に係る体制、確認項目・対応等を整備する。</p> <p>・ 地下水位低下設備が機能喪失した場合に、<u>可搬型設備</u>による機動的な対応による復旧を行うための手順を定める。</p>	<p>3.運用管理・保守管理上の方針</p> <p>(1)運用管理及び保守管理に係る位置付け</p> <p>地下水位低下設備の運用管理、保守管理に係る事項を<u>QMS文書</u>に定める。具体的には、運用管理については、必要な手順を整備したうえで管理していく。また、保守管理については予防保全対象として管理していく。</p> <p>【運用管理の方針(案)】</p> <p>➤ <u>QMS文書において、地下水位低下設備が動作可能であることを定期的に確認することを定める。</u></p> <p>➤ <u>QMS文書において地下水位低下設備の運転管理方法を定める。</u></p> <p><u>〈具体的な対応〉</u></p> <p>・ 地下水位低下設備の運用に係る体制、確認項目・対応等を整備する。</p> <p>・ 地下水位低下設備が機能喪失した場合に、<u>復旧用可搬ポンプ</u>による機動的な対応による復旧を行うための手順を定める。</p> <p>①<u>復旧用可搬ポンプの考え方</u></p> <p><u>地下水位低下設備は、重要安全施設への影響に鑑み、高い信頼性を確保する設計とするものの、それでもなお、動作不能が発生した場合を想定し、復旧用可搬ポンプを配備する。</u></p> <p><u>地下水位低下設備は、常時待機状態の緩和系とは異なり、比較的高い頻度での稼働が必要な設備である。</u></p> <p><u>こうした性質を勘案して、機器の故障が発生しても、復旧用可搬ポンプでの対応が可能となるよう、必要台数を配備する。(別紙17-15表参照)</u></p> <p style="text-align: center;">別紙17-15表 資機材の配備数</p> <table border="1" data-bbox="1389 1583 2338 1724"> <thead> <tr> <th data-bbox="1389 1583 1739 1629">項目</th> <th data-bbox="1739 1583 2021 1629">配備数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1389 1629 1739 1724">復旧用可搬ポンプ</td> <td data-bbox="1739 1629 2021 1724"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 揚水ポンプ ・ 発電機 等 </td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="2021 1629 2338 1724">一式</td> </tr> </tbody> </table>	項目	配備数	復旧用可搬ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揚水ポンプ ・ 発電機 等 		一式	<p>・ 運用の相違</p> <p>島根2号炉の地下水位低下設備は設置許可基準規則第12条に該当しないため、保安規定に定める運転上の制限は考慮していない(以下、⑤の相違)</p> <p>・ 運用の相違</p> <p>⑤の相違</p> <p>・ 設備の相違</p> <p>③の相違</p> <p>(女川2号炉は、保守管理方針(案)に記載)</p>
項目	配備数							
復旧用可搬ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揚水ポンプ ・ 発電機 等 							
	一式							

①LCOの設定の考え方

LCOについては、対象エリア*ごとに地下水位低下設備の多重性確保の観点から踏まえた設定を行う。揚水ポンプ等の機器故障及び揚水井戸の水位の視点からの動作不能の判断基準を設定する。これにより、揚水ポンプが稼働している状態において何らかの要因により排水機能に影響が生じ、揚水井戸の水位が上昇した場合においても、水位による動作不能の判断を行うことが可能となる。なお、機能喪失の詳細な判定項目(揚水ポンプ故障の要因等)は詳細設計を踏まえ設定する。(別紙18-25図参照)

※対象エリアとは、2号炉原子炉建屋・制御建屋周辺、3号炉海水熱交換器建屋周辺及び2号炉排気筒周辺を指す。



別紙18-25図 地下水位低下設備の動作不能要因イメージ

②要求される措置の考え方

- 地下水位低下設備1系列が動作可能であれば、揚水井戸の水位を一定の範囲で保持することが可能であることから、1系列が動作不能の場合は、残りの1系列について動作可能であることを確認するとともに、可搬型設備を設置し地下水位を低下させる措置を開始し、予備品への交換を行う。
- 上記で要求される措置を完了時間内に達成できない場合、または、地下水位低下設備2系列が動作不能の場合には、原子炉を停止する。それに加えて、原子炉を停止した後の原子炉の状態においても地下水位低下設備の機能が要求されることから、可搬型設備により地下水位を低下させる措置を開始し、予備品への交換を行い継続的に常設機の復旧を図る。

③AOTの設定の考え方:

- 地下水位低下設備1系列が動作不能時のAOTはn日間*1とする。
- 地下水位低下設備2系列が動作不能の場合には、24時間で高温停止、36時間で低温停止する。
- 可搬型設備によりα時間*2以内に地下水位を低下させる措置を完了する。

※1:nについては、地下水位低下設備はプラントの状態に関わらず高い頻度で稼働するという性質を踏まえ、工事計画認可段階での浸透流解析結果に基づき、現実的な設備の復旧時間等を勘案して設定することとする。

※2:体制構築時間及び可搬型設備設置後の起動時間を積み上げ、この時間が設計用地下水位到達

・運用の相違
⑤の相違

・運用の相違
⑤の相違

・運用の相違
⑤の相違

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>までの時間(X時間)に包絡されるものとする。また、α時間は工認設計段階での浸透流解析結果により決定するが、設定する際、体制構築時間等に一定の保守性を確保する。(別紙18-26図参照)</p>  <p>別紙18-26図 可搬型設備による水位を低下させる措置の概念</p> <p>④サーバランスの設定の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水水位低下設備の電源系及び制御系に異常がないこと、水位レベル及びポンプの運転に伴い水位が低下していることを、1回/日の頻度で、制御盤で確認する。 <p>⑤常時監視の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水水位低下設備については、揚水井戸の水位及び揚水ポンプの運転状況を中央制御室において常時監視する。 <p>【保守管理の方針(案)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 保全計画の策定では、原子炉施設保安規定において地下水水位低下設備にLC0を設定することから、他のLC0設定設備と同様に、地下水水位低下設備を「予防保全」の対象と位置付け管理していく。 機能喪失した場合に備え予め予備品を確保した上で、機能喪失時には原因調査を行い補修する。 <p>①可搬型設備及び予備品確保の考え方</p> <p>地下水水位低下設備は、重要安全施設への影響に鑑み、原子炉施設の安全機能の重要度分類を踏まえて、高い信頼性を確保する設計とするものの、それでもなお、動作不能が発生した場合を想定し、可搬型設備及び予備品を配備する。</p> <p>地下水水位低下設備は、常時待機状態の緩和系とは異なり、比較的高い頻度での稼働が必要な設備である。</p> <p>こうした性質を勘案して、対象エリア各々で単一故障が発生し、かつ、その状態が重なる場合を想定しても、可搬型設備での対応が可能となるよう、必要台数を配備することとする。</p> <p>また、可搬型設備を設置した上で予備品により恒久的な復旧を図るため、別紙18-23表に示す必要な資機材を配備する。</p>	<p>【保守管理の方針(案)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 保全計画の策定では、地下水水位低下設備を「予防保全」の対象と位置付け管理していく。 機能喪失した場合に備え予め復旧用可搬ポンプを確保したうえで、機能喪失時には原因調査を行い補修する。 	<p>備考</p> <p>(島根2号炉は、試験又は検査の例を別紙18-15表に記載)</p> <p>(島根2号炉は、監視について別紙18-16図に記載)</p> <p>・設備の相違 ③の相違</p> <p>(島根2号炉は、【運用管理の方針(案)】に記載)</p> <p>・検討結果の相違 島根2号炉は、機器故障の重畳は考慮していない</p>

別紙18-23表 資機材の配備数

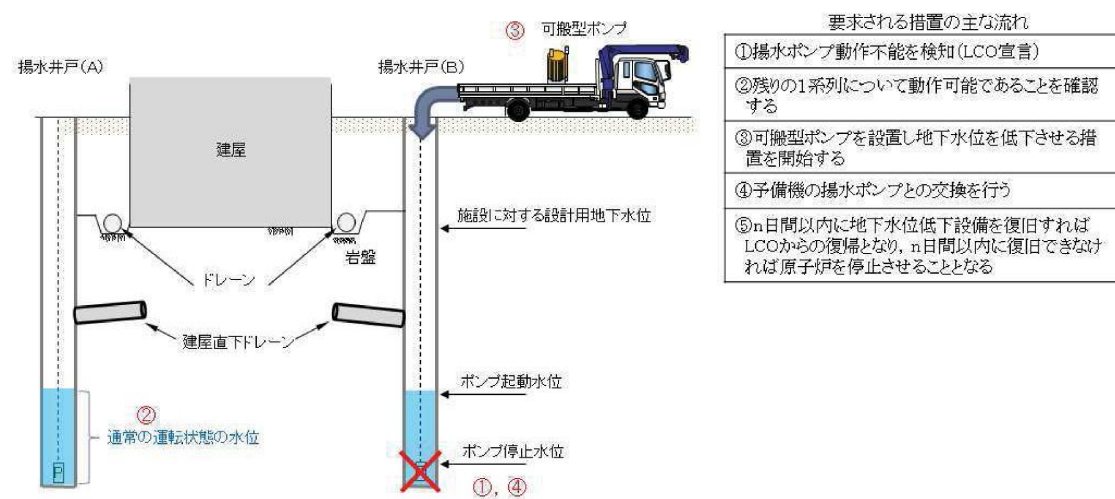
項目	配備数	備考
可搬型設備 ・揚水ポンプ ・発電機 等	・対象エリアごとに1セット	
予備品 ・揚水ポンプ ・制御盤の構成部品 ・水位計 等	・サイトとして一式	対象エリアで設置するポンプ容量が異なる場合は、容量ごとに一式

(2) 要求される措置の具体的な例

揚水ポンプ1系列が動作不能の場合における新たに設置する揚水ポンプの運用例を別紙18-27図に示す。

地下水位低下設備1系列が動作可能であれば、揚水井戸の水位を一定の範囲に保持することが可能であるが、1系列が動作不能の場合は、可搬型設備を設置し地下水位を低下させる措置を開始するとともに、残りの1系列について動作可能であることを確認し、予備品の揚水ポンプとの交換(復旧)を行う。

上記により2系列動作可能な状態に復帰する。



別紙18-27図 新たに設置する揚水ポンプの運用例
(揚水ポンプ1系列が動作不能の場合)

揚水ポンプ2系列が動作不能の場合における新たに設置する揚水ポンプの運用例を別紙18-28図に示す。

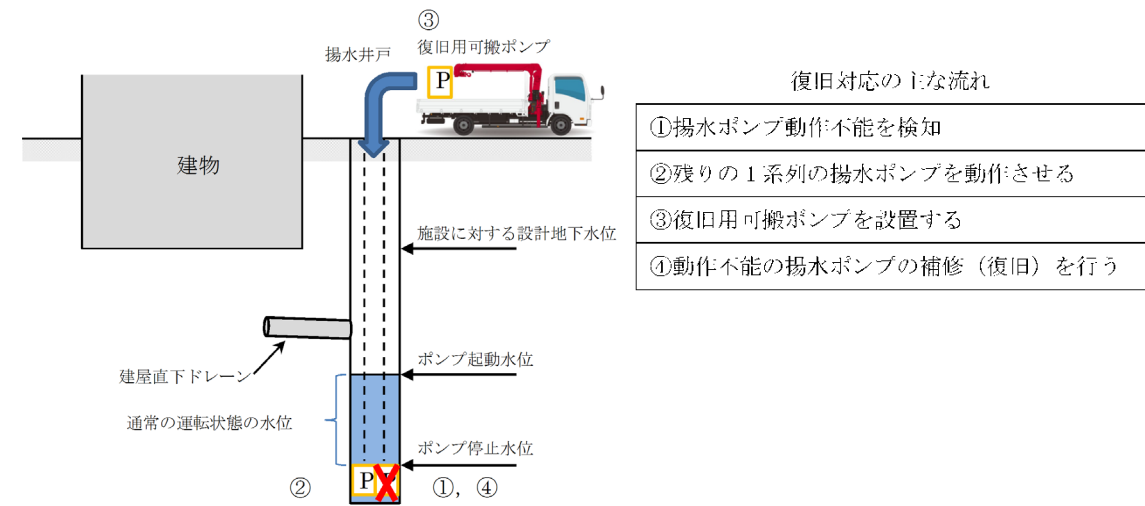
地下水位低下設備2系列が動作不能の場合には、地震が発生すると施設に対し揚圧力による影響があることから原子炉を停止する。それに加えて、原子炉を停止した後の原子炉の状態においても地下水位低下設備の機能が要求されることから、可搬型設備及び予備品により地下水位を低下させる措置を行う。

(2) 復旧対応の具体的な例

揚水ポンプ1系列が動作不能の場合における新たに設置する揚水ポンプの運用例を別紙17-17図に示す。

地下水位低下設備1系列が動作可能であれば、揚水井戸の水位を一定の範囲に保持することが可能であるが、1系列が動作不能の場合は、復旧用可搬ポンプを設置し、動作不能の揚水ポンプの補修(復旧)を行う。

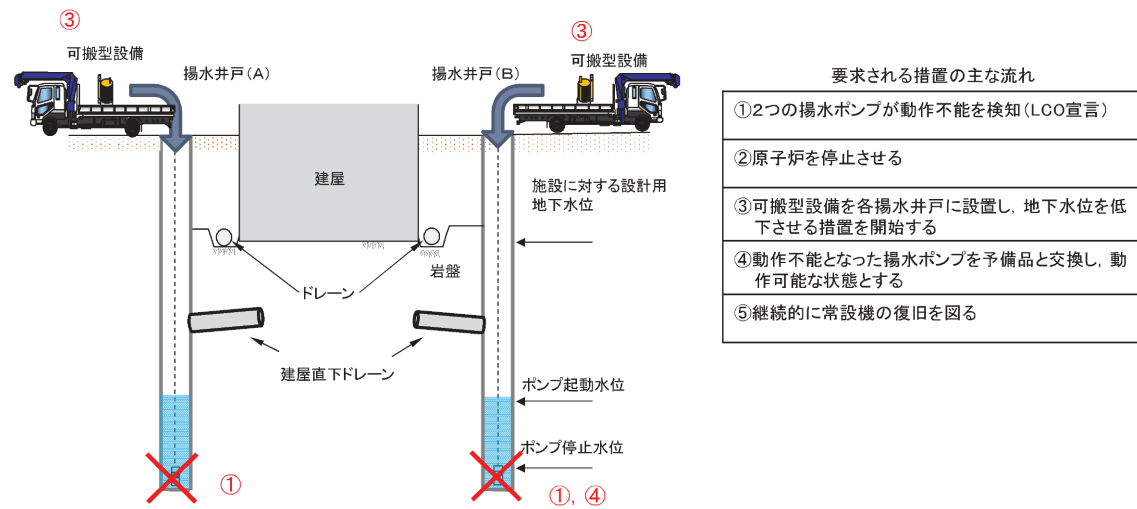
上記により2系列動作可能な状態に復帰する。



別紙17-17図 新たに設置する揚水ポンプの運用例
(揚水ポンプ1系列が動作不能の場合)

・設備の相違
③の相違

・検討結果の相違
島根2号炉は、機器故障の重量は考慮していない



別紙18-28図 新たに設置する揚水ポンプの運用例
(揚水ポンプ2系列が動作不能の場合)

(3) 地下水位低下設備の具体的な試験又は検査

設置許可基準規則第12条の解釈において、試験又は検査について以下の要求事項がある。

- ・ 運転中に定期的に試験又は検査(実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成25年原子力規制委員会規則第6号)に規定される試験又は検査を含む。)ができること。
- ・ 多重性又は多様性を備えた系統及び機器にあつては、各々が独立して試験又は検査ができること。

これを踏まえて、地下水位低下設備は独立して試験又は検査ができる設計とする。

地下水位低下設備に係る試験又は検査の例を別紙18-24表に、地下水位低下設備の検査項目と範囲を別紙18-29図に示す。

(3) 地下水位低下設備の具体的な試験又は検査

信頼性向上のため、試験又は検査について以下を考慮する。

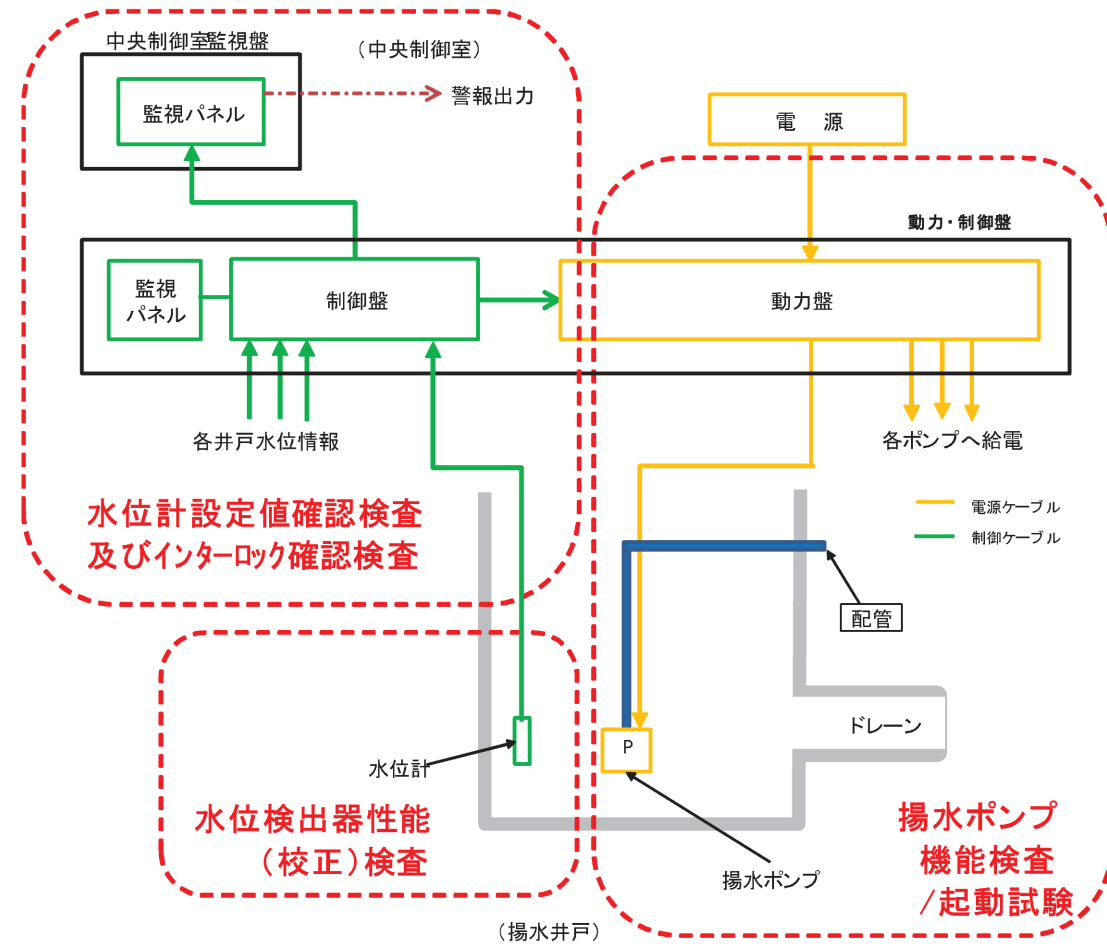
- ・ 運転中に定期的に試験又は検査ができること。
- ・ 信頼性向上の配慮により多重化した系統及び機器にあつては、各々が独立して試験又は検査ができること。

これを踏まえて、地下水位低下設備は独立して試験又は検査ができる設計とする。

地下水位低下設備に係る試験又は検査の例を別紙17-16表に、地下水位低下設備の検査項目と範囲を別紙17-18図に示す。

別紙18-24表 地下水水位低下設備に係る試験又は検査の例

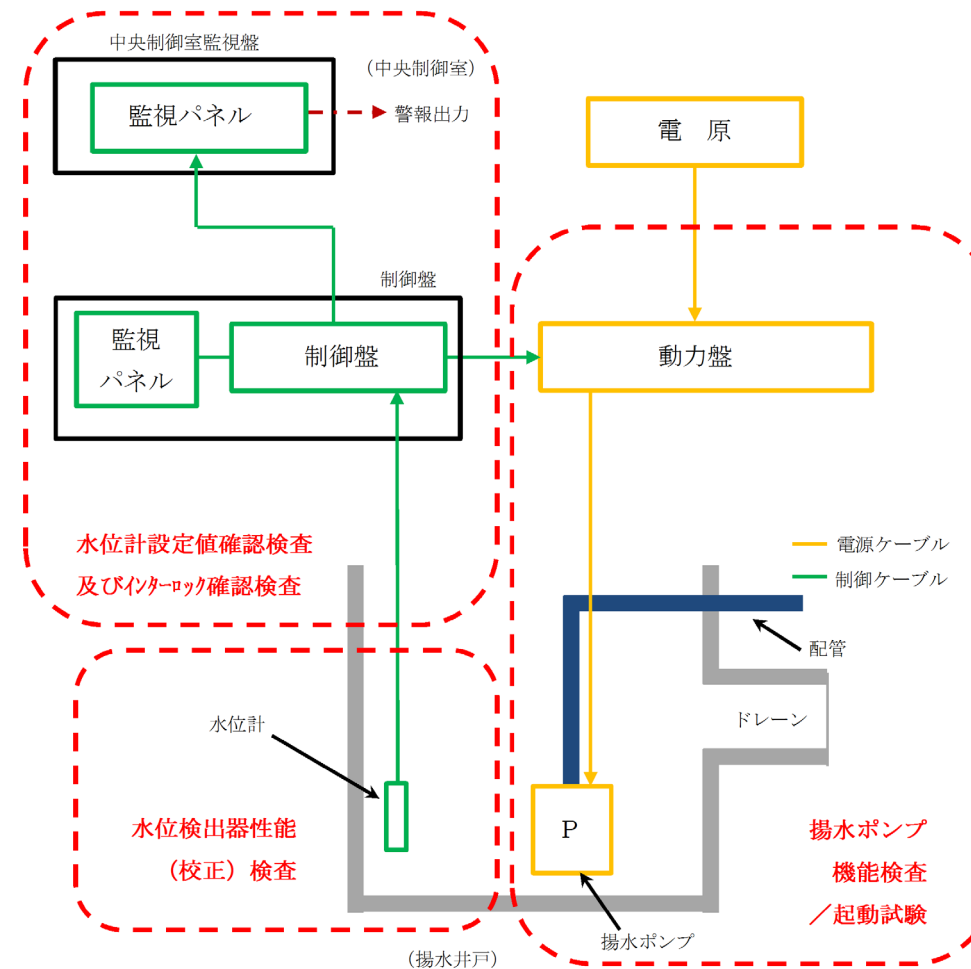
項目	内容	頻度
水位検出器性能（校正）検査	水位検出器の校正を行い、適切な値が伝送されることを確認する。	定期検査ごと
水位計設定値確認検査及びインターロック確認検査	水位計設定値が適切な値であること、インターロックが作動することを確認する。	定期検査ごと
揚水ポンプ機能検査	インターロックの入力信号によりポンプが起動・停止することを確認する。	定期検査ごと
揚水ポンプ起動試験	揚水ポンプが起動することを確認する。	1回/月



別紙18-29図 地下水水位低下設備の試験又は検査項目と範囲

別紙17-16表 地下水水位低下設備に係る試験又は検査の例

項目	内容	頻度
水位検出器性能（校正）検査	水位検出器の校正を行い、適切な値が伝送されることを確認する。	定期検査ごと
水位計設定値確認検査及びインターロック確認検査	水位計設定値が適切な値であること、インターロックが作動することを確認する。	定期検査ごと
揚水ポンプ機能検査	インターロックの入力信号によりポンプが起動・停止することを確認する。	定期検査ごと
揚水ポンプ起動試験	揚水ポンプが起動することを確認する。	1回/月
揚水井戸点検	ひび割れ等の変状が発生していないことを確認する。	別途、「島根原子力発電所土木建築関係設備点検手順書」にて定める
ドレーン点検	ドレーンにカメラ等を挿入し、通水面積が保持されていることを確認する。	



別紙17-18図 地下水水位低下設備の試験又は検査項目と範囲

5.信頼性向上の方針のまとめ

地下水位低下設備の設置目的と機能の重要性に鑑み、安全機能の重要度分類におけるクラス1に相当する設備と位置付け、設備構成を検討した。

さらに、地下水位低下設備については、機能の目的及び機能の維持期間を踏まえ、別紙18-30図に示すようにハード対策及びソフト対策といった多段な対策によりその信頼性向上に努める。

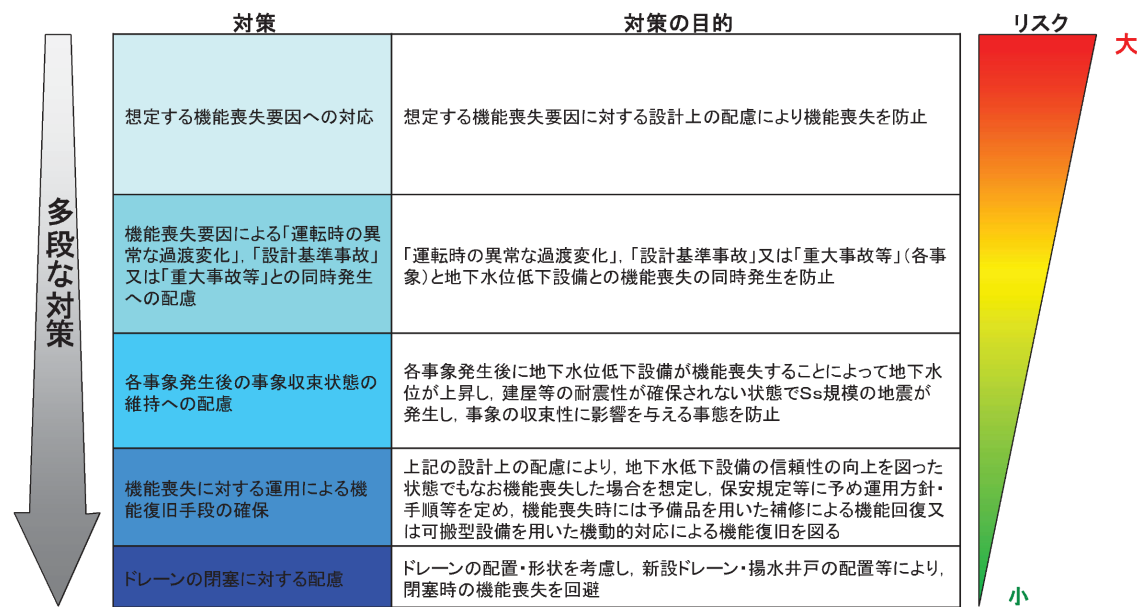
これにより、原子炉施設に対する炉心損傷又は燃料破損等のリスクの低減を図ることができる。

4.信頼性向上の方針のまとめ

地下水位低下設備の設置目的と機能の重要性に鑑み、設備構成を検討した。

さらに、地下水位低下設備については、機能の目的及び機能の維持期間を踏まえ、信頼性向上に係る対策として地下水位低下設備のS s機能維持及び多重化を行う。それでもなお動作不能が発生した場合を想定し、復旧用可搬ポンプを用いて復旧を行う多段な対策によりその信頼性向上に努める。

これにより、原子炉施設に対する炉心損傷又は燃料破損等のリスクの低減を図ることができる。



別紙18-30図 地下水位低下設備の信頼性向上の方針まとめ

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>第Ⅲ編 設置許可段階における構造成立性検討用の地下水位の設定</u></p> <p>耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、設置許可段階における構造成立性を確認する場合、第Ⅰ編 別紙 17-5 表「耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等の地下水位の設定方針」に基づき地下水位を設定する。</p> <p>なお、地下水位条件については、構造成立性に係る個別の説明資料において、他の設計条件と併せて説明する。</p>	<p>・ 検討内容の相違 ②の相違</p>

女川原子力発電所 2号炉 (2019.7.30版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料1</p> <p style="text-align: center;"><u>既設の地下水位低下設備の概要</u></p> <p>1. 全体構成</p> <p>既設の地下水位低下設備は、原子炉建屋、制御建屋、タービン建屋及び排気筒、海水ポンプ室等の各号炉の主要施設下部周辺に設置しており、地下水はドレーンによって集水し、揚水井戸内に設置した揚水ポンプ・配管により構内排水路(補足説明資料3)へ排水される。</p> <p>建設時工認(女川2号炉及び3号炉工認)では地下水位低下設備の機能を考慮した二次元浸透流解析を参照し、周辺施設(屋外重要土木構造物等)の設計用地下水位の設定、揚水ポンプ容量等の設定を行っている(補足説明資料2)。</p> <p>地下水位低下設備は、添付1-1図に示す部位により構成され、添付1-2図に示す地下水の集水機能、支持・閉塞防止機能、排水機能並びに地下水位の監視機能等を維持することによりその機能を保持する。</p> <p>女川原子力発電所の地下水位低下設備は、各号炉の建設時に設置され、その後、保守管理を行いながらその機能を維持している。なお、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後に実施した主要な設備の目視確認の範囲においては、ドレーン及び揚水井戸の集水及び排水機能に異常は確認されなかった(添付資料1「5. 保守管理の状況」を参照)。</p> <div data-bbox="415 1008 1009 1260" style="text-align: center;"> <pre> graph TD Drain[ドレーン・接続管] --> Well[揚水井戸] Well --> Pump[揚水ポンプ※] Pump --> Pipe[配管※] Pipe --> Drainage[構内排水路へ] Power[電源] --> Control[制御盤] Control --> Pump Control --> Meter[水位計※] Meter --> Control Well --> Path[地下水の集水・排水経路] </pre> <p>※ 支持金物を含む</p> </div> <p>添付 1-1 図地下水位低下設備(既設)の基本構成</p>		<p>・資料構成の相違</p> <p>島根2号炉では、浸透流解析(予測解析)において、地下水位低下設備(既設)の機能に期待しないため、記載を省略(添付資料1の相違理由は以下同様)</p>

機能	構成部位	設備構成のイメージ
集水機能	ドレーン・ 接続樹	
支持・ 閉塞防止機能	揚水井戸	
排水機能	揚水ポンプ 配管※2	
監視・制御※1 機能	水位計※2	
	制御盤	
電源機能	電源	

※1 伝送機能を含む ※2 支持金物を含む

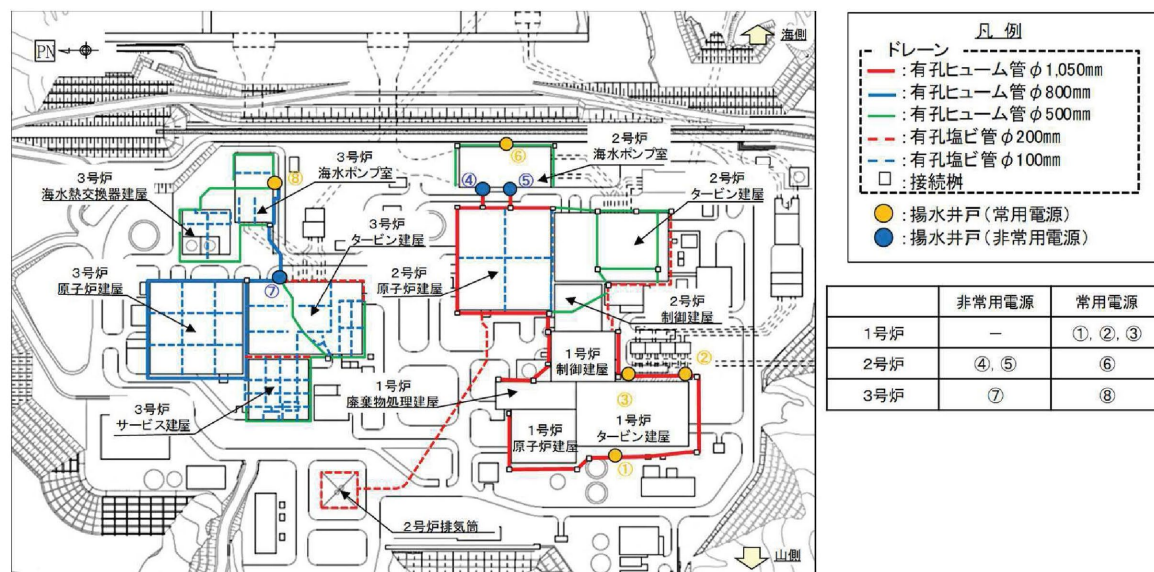
添付 1-2 図 地下水位低下設備(既設)の機能と構成部位

2. 地下水位低下設備の設置位置

地下水位低下設備のうちドレーン・揚水井戸の配置を添付1-3図に示す。

地下水位低下設備は、各施設周囲の岩盤上に設置されたドレーン(有孔塩ビ管〈φ100mm, 200mmの2種類〉及び有孔ヒューム管〈φ500mm, 800mm, 1,050mmの3種類〉)により揚水井戸に集水し、揚水ポンプ(2台/1箇所)・配管を介して構内排水路へ排水する構造となっている。ドレーンの分岐部、曲がり部は鉄筋コンクリート造の接続樹が設置されている箇所もある。

女川原子力発電所においては、異常時等において点検を行う場合を考慮し、原子炉建屋周辺等において一部大口径のドレーン(φ800mm, φ1,050mmの有孔ヒューム管)を採用している。



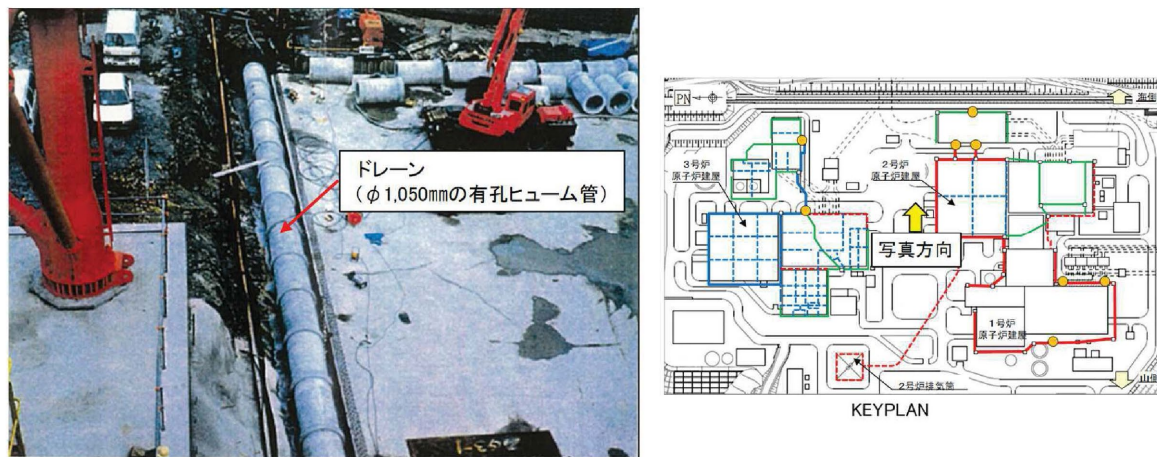
添付 1-3 図 地下水位低下設備(既設)のドレーン・揚水井戸区分

3. 各構成部位の設置状況

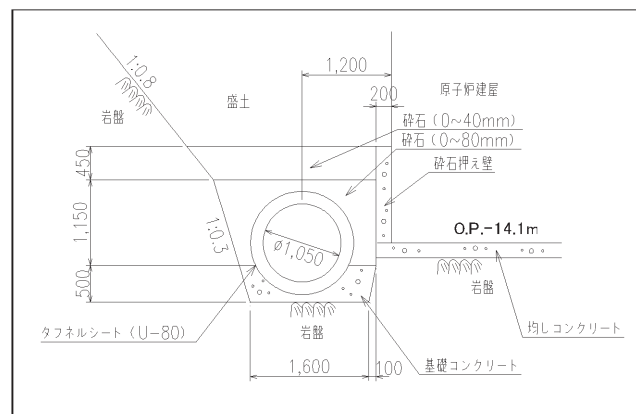
(1) ドレーン・接続柵

a. 建屋等の外周のヒューム管

ドレーンは、掘削した岩盤内に敷設している。2号炉原子炉建屋外周のヒューム管設置状況を添付1-4図に示す。また、土砂等の流入により有孔ヒューム管に目詰まりが生じないように、管を覆うように連続長繊維不織布(タフネルシート)を巻き、建屋側に碎石押え壁を設置して管周辺を連続した高透水性材料(碎石)で充填している。なお、管底部は基礎コンクリートにより固定している。施工概念を添付1-5図に、ドレーン関連部材の役割を添付1-1表に示す。



添付 1-4 図 建屋外周のヒューム管設置状況
(2号炉原子炉建屋北側φ1,050mmの有孔ヒューム管の例)



添付 1-5 図 建屋外周のヒューム管施工概念
(φ1,050mm有孔ヒューム管の例)

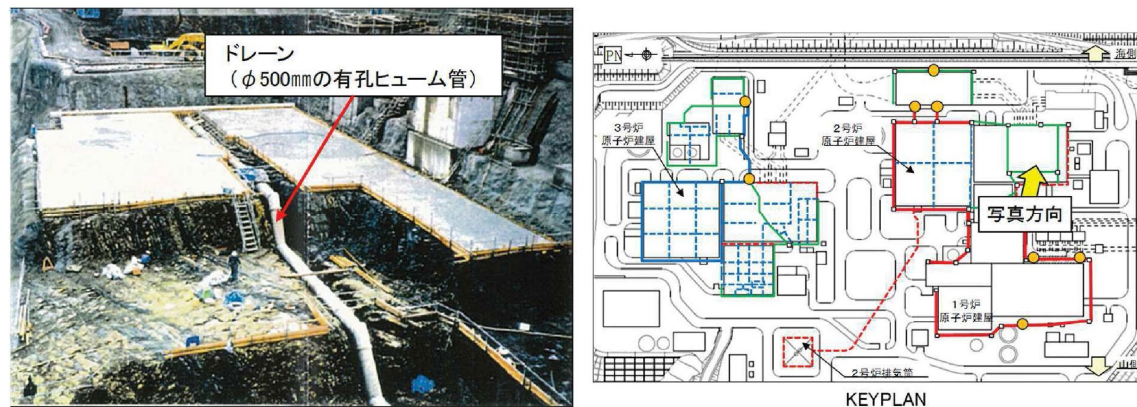
添付 1-1 表 ドレーン関連部材の役割

集水の 流れ ↓	各部材の役割		備考
	高透水性材料 (砂, 砕石)	透水性の良い土質材で, 岩盤や盛土中の地下水をドレーンに導水する。	砂: 有孔塩ビ管周辺 砕石: 有孔ヒューム管周辺
	連続長繊維不織布 (タフネルシート)	フィルター材で, 土中水の移動による土粒子のドレーンへの流入を抑制する。	高強度繊維を不織布で挟んだ3層構造で耐酸性, 耐アルカリ性に優れた材料
	ドレーン (有孔塩ビ管, 有孔ヒューム管, 接続材)	有孔管路で, 地下水を集水する。	

b. 建屋等の直下のヒューム管

2号炉及び3号炉タービン建屋等の直下及び周辺には, φ500mmの有孔ヒューム管等を敷設している。2号炉タービン建屋直下の有孔ヒューム管の敷設状況を添付1-6図に示す。

この有孔ヒューム管は, 岩盤を掘削して管を敷設後, 同じく連続長繊維不織布(タフネルシート)を巻き, 管周辺を連続した高透水性材料(砕石)で充填している(添付1-5図参照)。

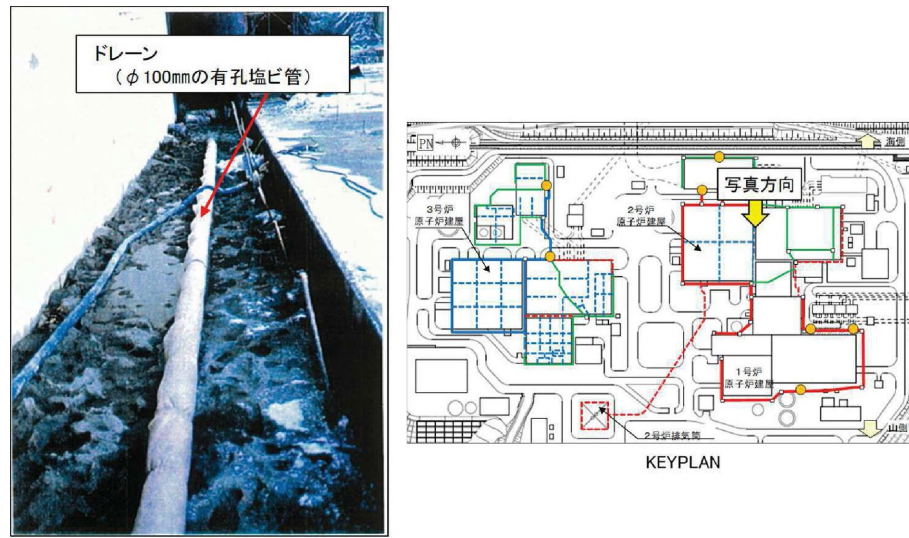


添付 1-6 図 建屋等の直下のヒューム管設置状況
(2号炉タービン建屋直下のφ500有孔ヒューム管の例)

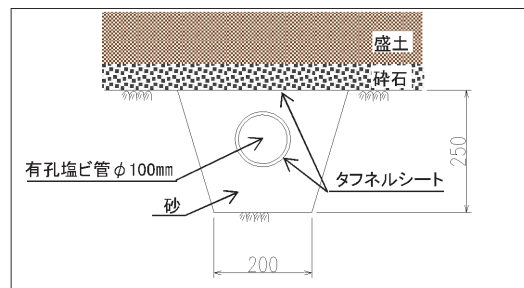
c. 建屋等の外周の有孔塩ビ管

2号炉及び3号炉原子炉建屋直下や2号炉原了炉建屋と2号炉タービン建屋間等にφ100mmの有孔塩ビ管を敷設している。2号炉原子炉建屋と2号炉タービン建屋間の有孔塩ビ管の設置状況を添付1-7図に, 施工概念を添付1-8図示す。

この有孔塩ビ管は, 岩盤を掘削して管を敷設後, 土砂等の流入により有孔塩ビ管に目詰まりが生じないように連続長繊維不織布(タフネルシート)を巻き, 管周辺を連続した高透水性材料(砂)で充填している。



添付 1-7 図 2号炉原子炉建屋・タービン建屋間(φ100mmの有孔塩ビ管)

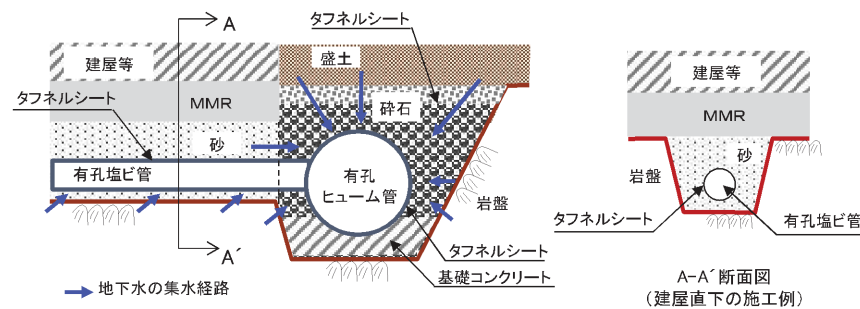


添付 1-8 図 ドレイン(有孔塩ビ管)施工概念図(建屋間の施工例)

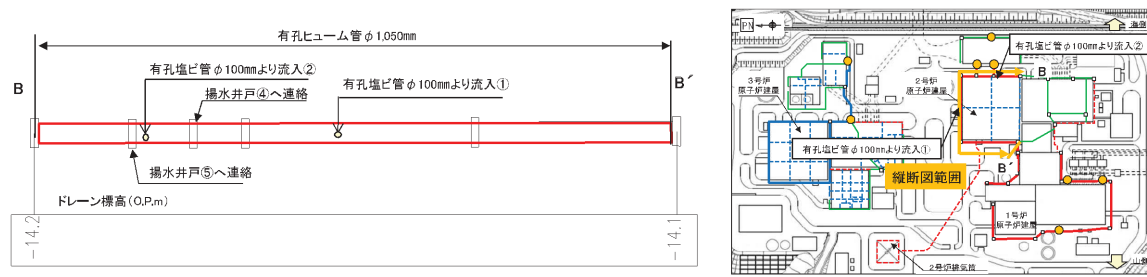
d. 建屋等直下の有孔塩ビ管

建屋直下の有孔塩ビ管は建屋外縁の有孔ヒューム管に接続されている。有孔塩ビ管と有孔ヒューム管の接続概念を添付1-9図に、ドレイン縦断を添付1-10図に示す。

有孔塩ビ管, 有孔ヒューム管いずれも岩盤を掘り込み敷設後, 土砂等の流入により有孔塩ビ管, 有孔ヒューム管に目詰まりが生じないように, 管を覆うように連続長繊維不織布(タフネルシート)を巻き, 管周辺を連続した高透水性材料(砂, 砕石)で充填している。



添付 1-9 図 有孔塩ビ管と有孔ヒューム管の接続概念

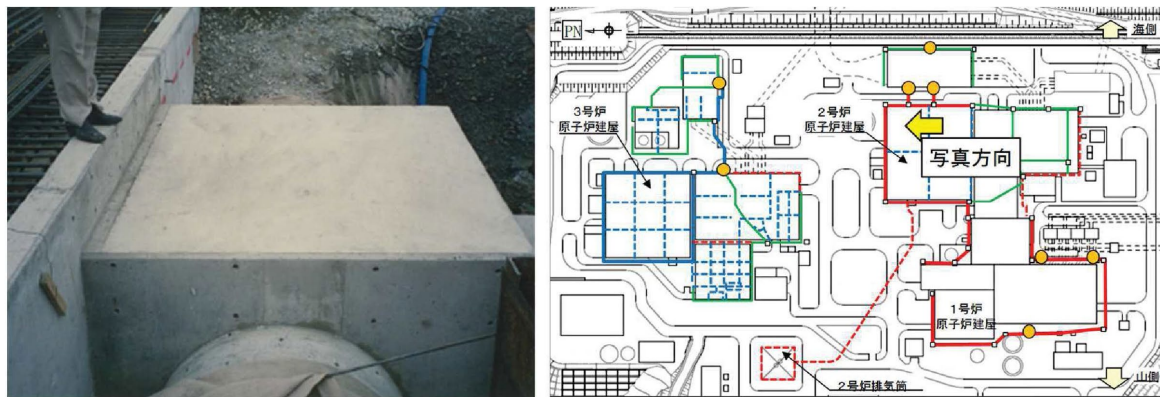


添付 1-10 図 2号炉原子炉建屋周辺ドレーン縦断(B-B' 断面)

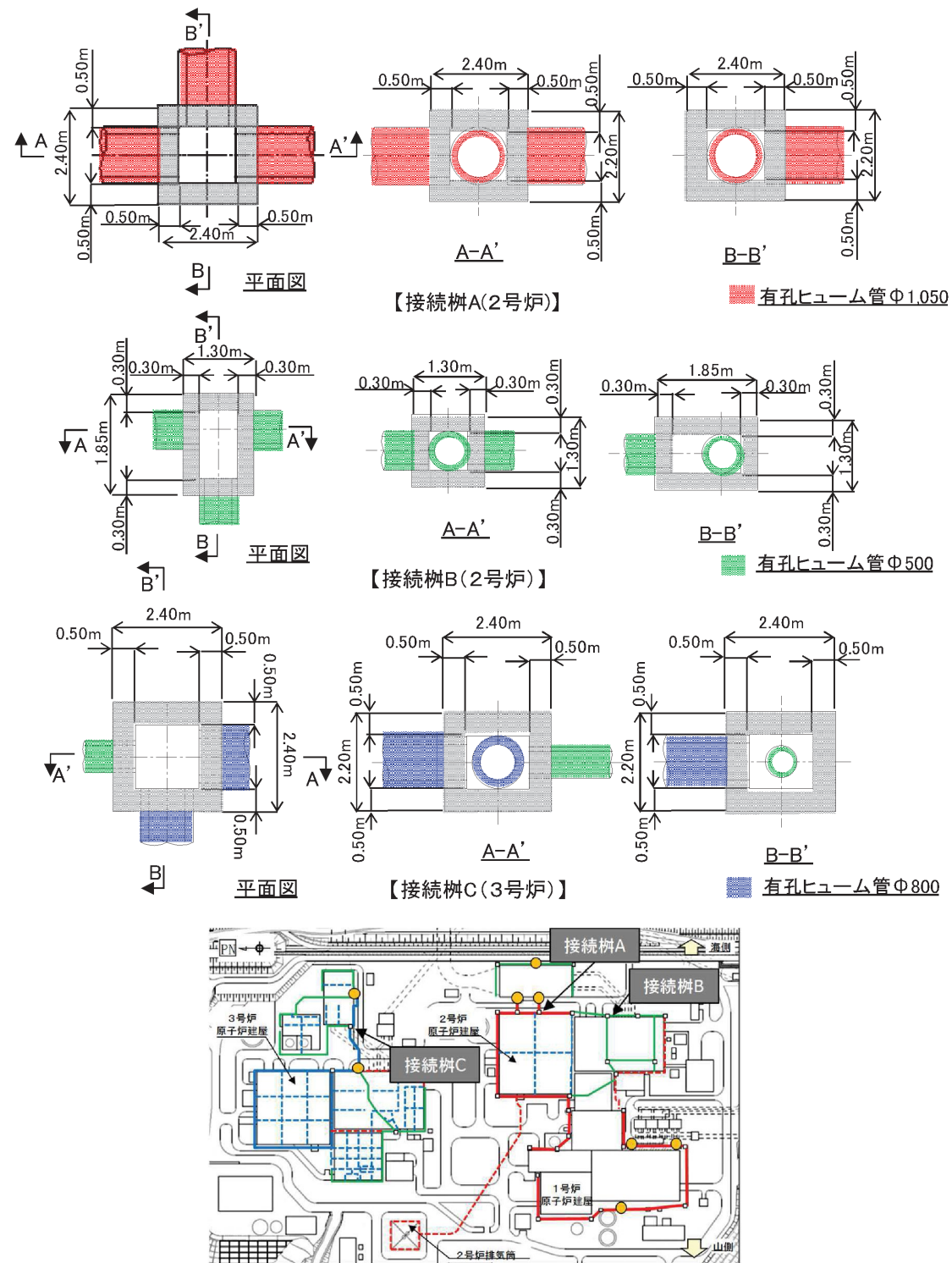
e. 接続桎

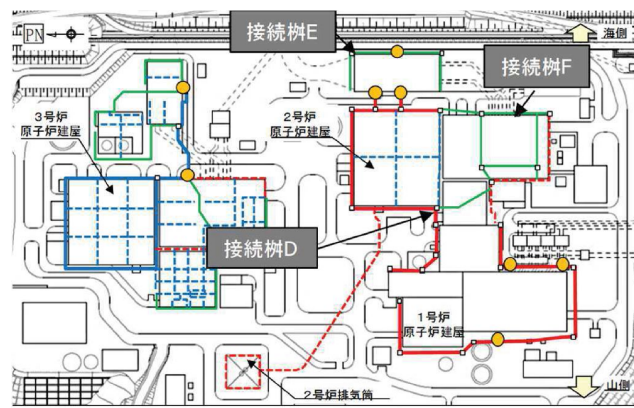
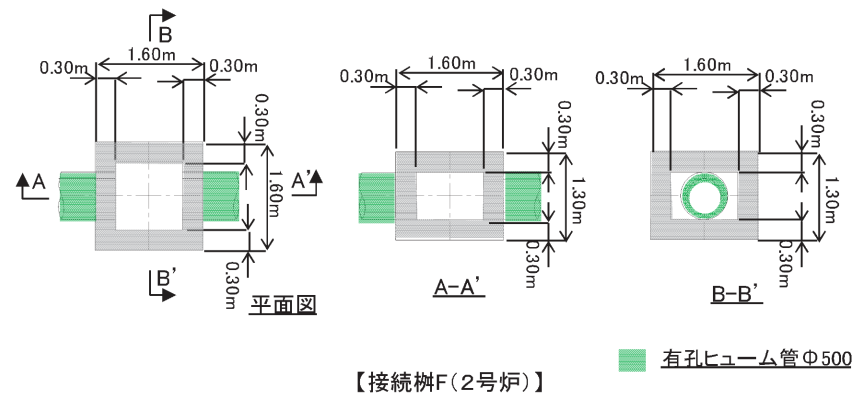
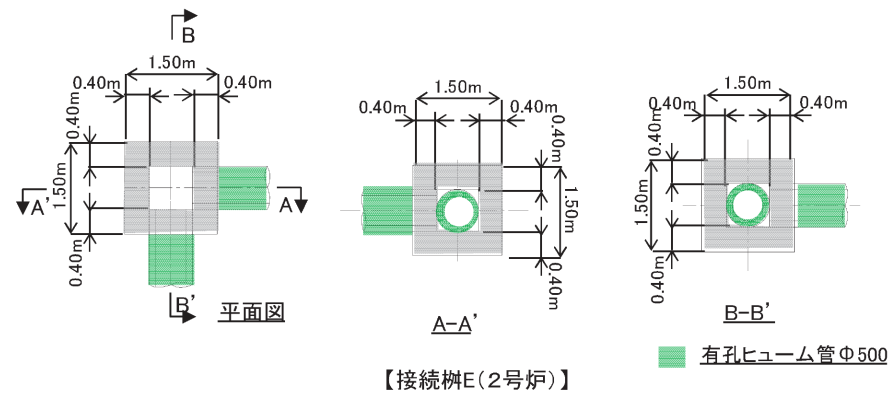
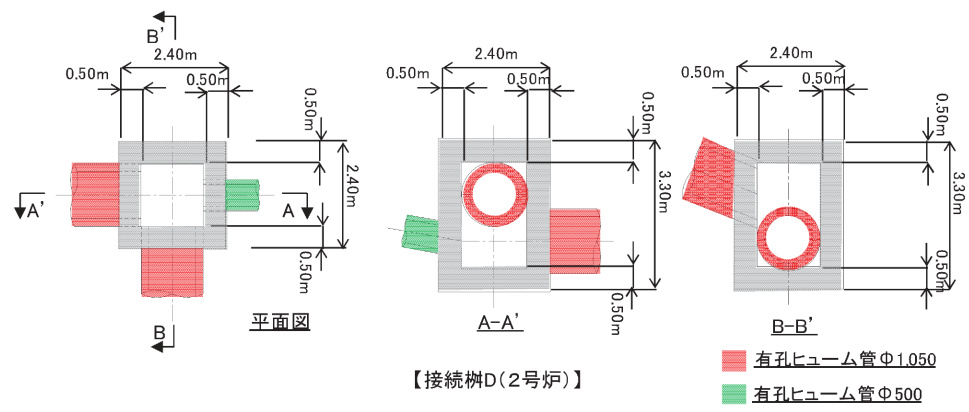
ドレーンの分岐部，曲がり部には鉄筋コンクリート造の接続桎を設置している。接続桎についてもドレーンと同様に岩盤を掘り込んで設置されている。

接続桎の設置状況を添付1-11図に，ドレーン径ごとの主要な接続桎を添付1-12図に示す。



添付 1-11 図 2号炉原子炉建屋周囲接続桎の例





添付 1-12 図(2)接続樹の構造概要(2/2)

(2) 揚水井戸・配管

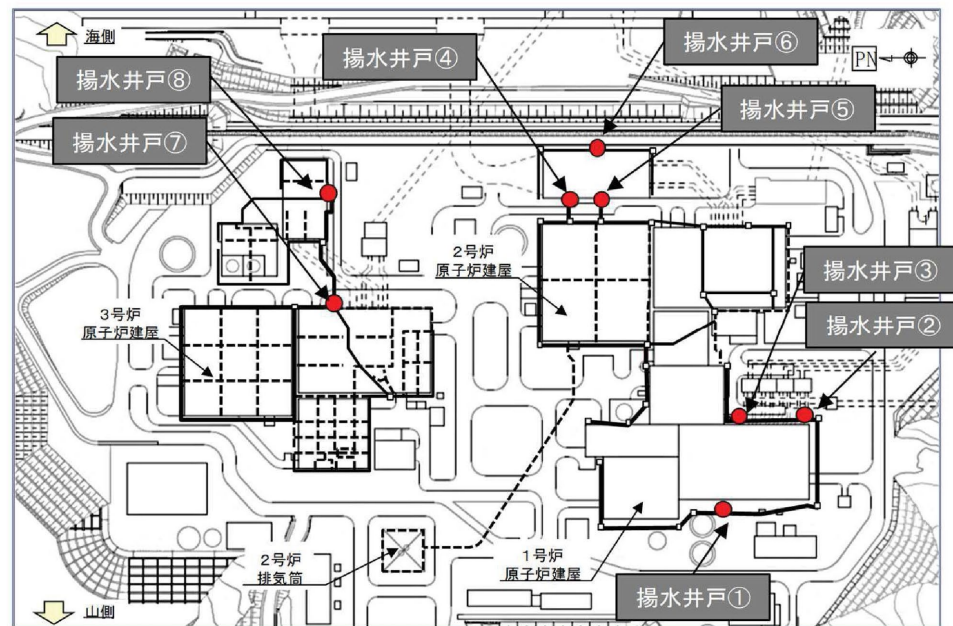
揚水井戸は、1号炉用に3箇所、2号炉用に3箇所、3号炉用に2箇所設置している。揚水井戸位置を添付1-13図に示す。

揚水井戸はいずれも岩盤上に設置しており、1号炉及び2号炉は鉄筋コンクリート製立坑である。

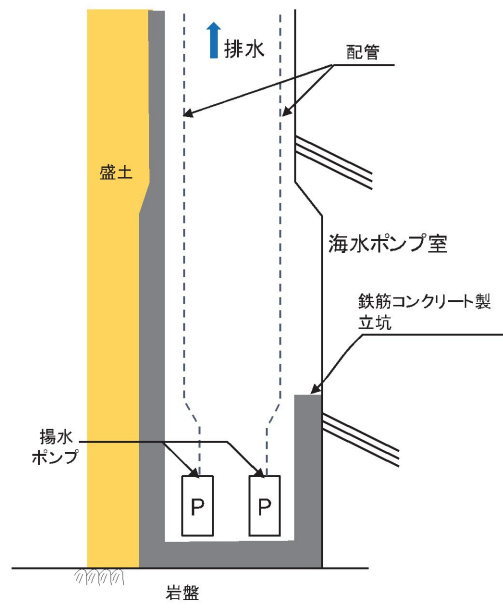
また、2号炉揚水井戸は2号炉海水ポンプ室及び2号炉原子炉機器冷却海水配管ダクトと一体となって設置している。2号炉揚水井戸の設置例を添付1-14図に、平面図及び断面図を添付1-15図及び添付1-16図に示す。

3号炉揚水井戸は上部を鋼製シャフトにより、下部は鉄筋コンクリート製の集水ピットにより構築している。3号炉揚水井戸の設置例を添付1-17図に、平面図及び断面図を添付1-18図及び添付1-19図に示す。

配管は炭素鋼鋼管(φ125mm~200mm)であり、O.P.+14.8m盤の構内排水路に接続している。

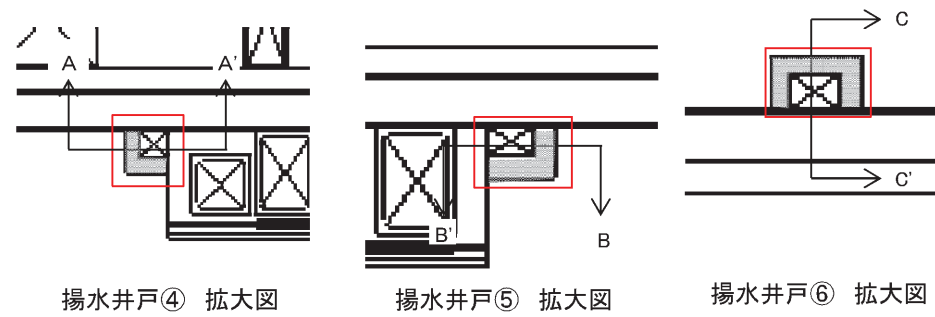
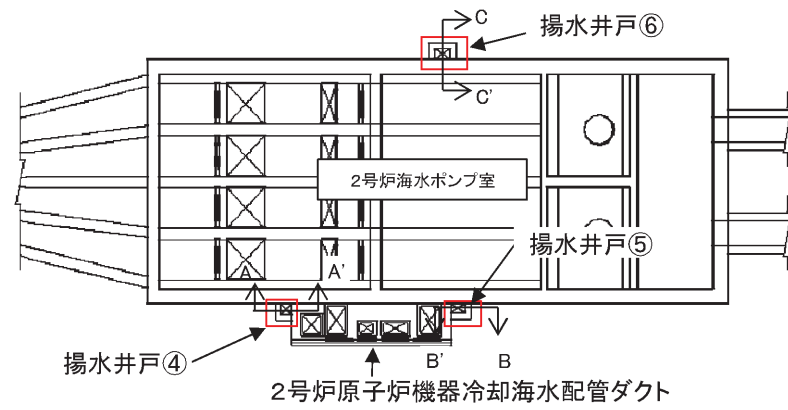


添付 1-13 図 揚水井戸位置

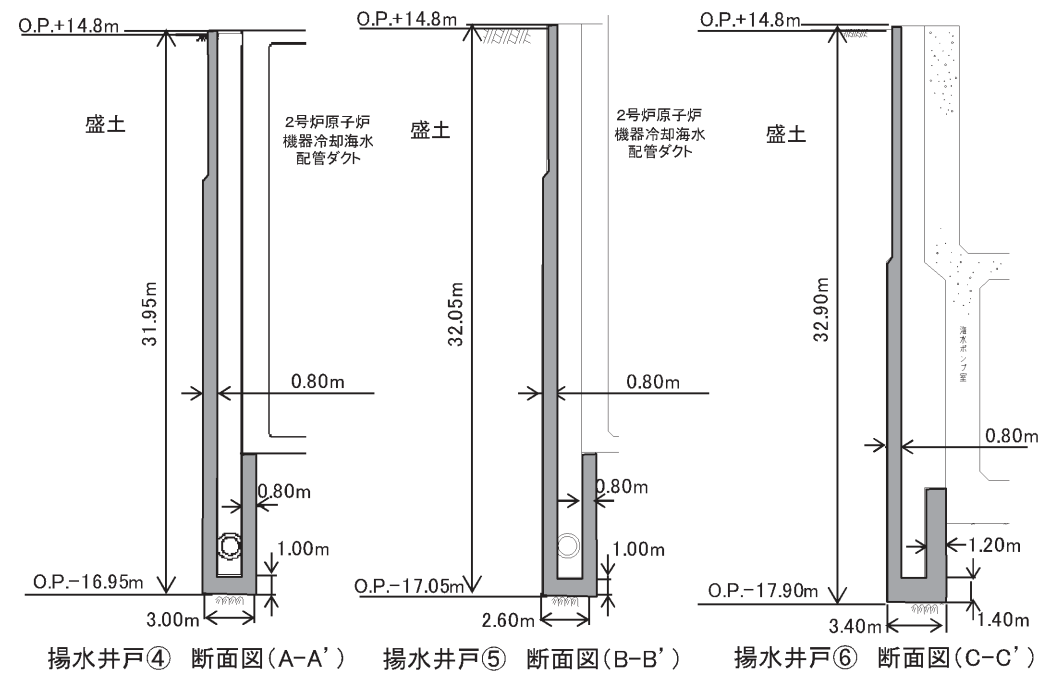


配管の写真

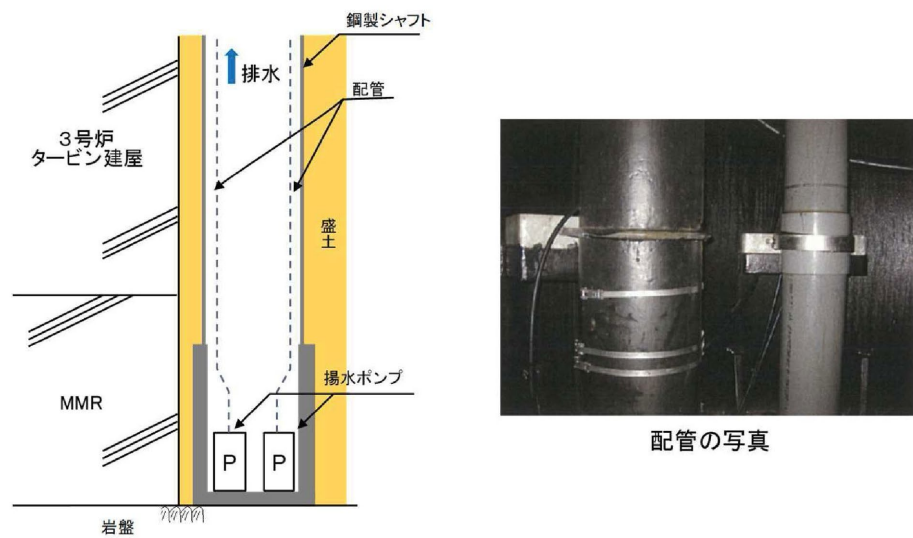
添付 1-14 図 2号炉揚水井戸の設置例(揚水井戸④)

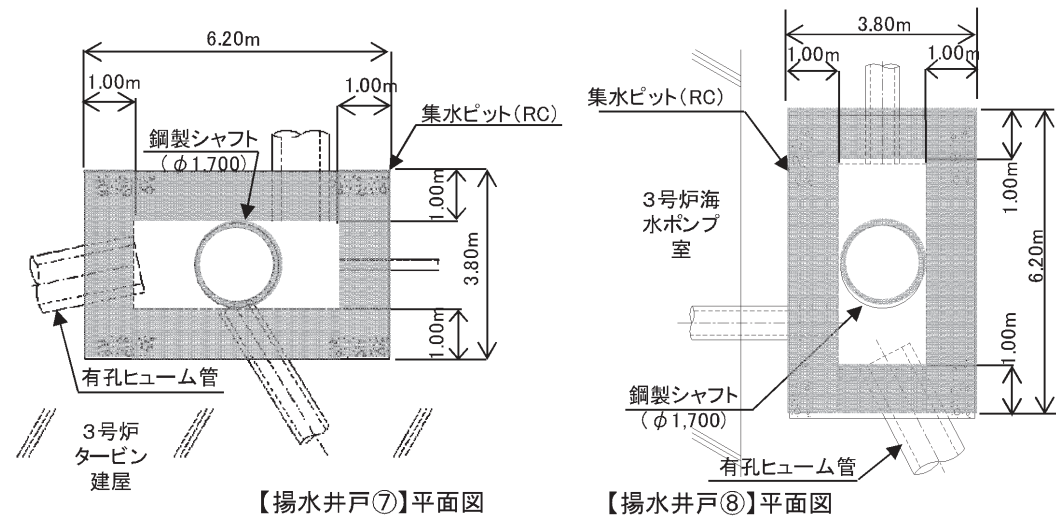


添付 1-15 2号炉揚水井戸平面図

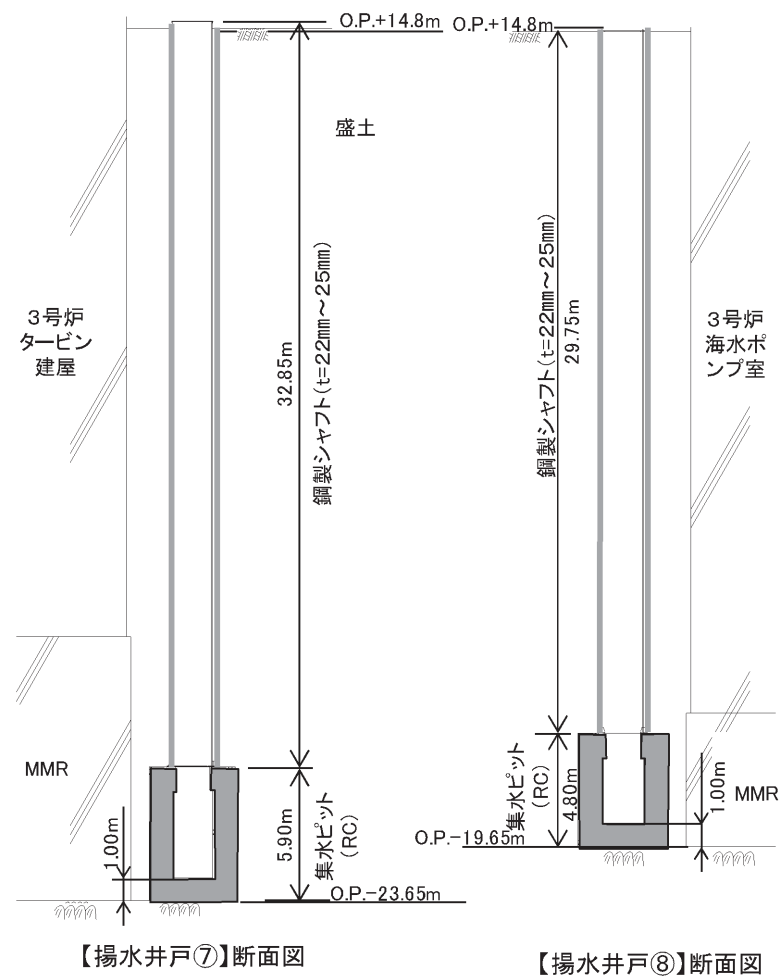


添付 1-16 図 2号炉揚水井戸断面図





添付 1-18 図 3号炉揚水井戸平面図

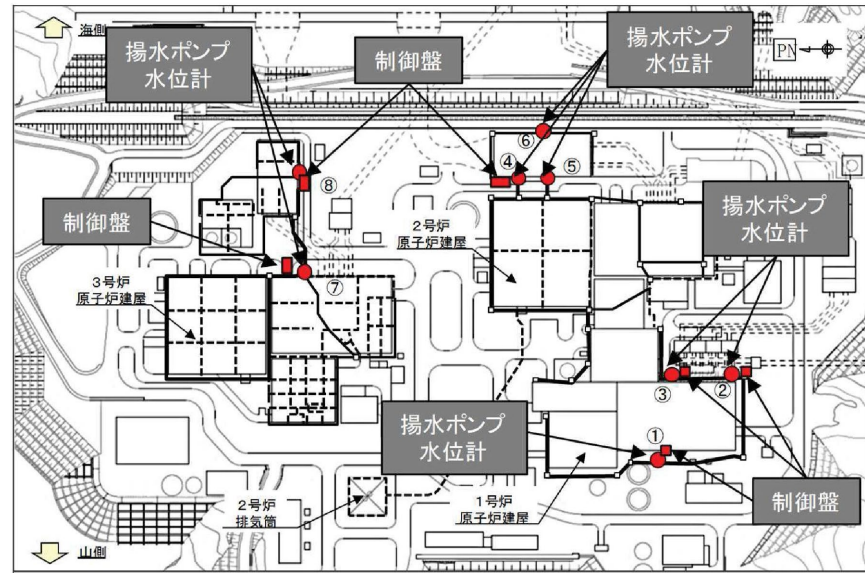


添付 1-19 図 3号炉揚水井戸断面図

(3) 揚水ポンプ・水位計

揚水ポンプは、各揚水井戸内に2台設置(うち1台は予備の揚水ポンプ)し、揚水井戸に支持される配管を通じて0.P. +14.8m盤の構内排水路に接続している。設置位置を添付1-20図に示す、水位計は、各揚水井戸内に1台設置されており、形式は全て圧力式である。概要を添付1-21図に示す。

揚水ポンプの容量は、ポンプ稼働実績に対して十分な余裕を有している。各揚水ポンプの諸元を添付1-2表に、ポンプ容量と稼働実績の関係を添付1-22図に示す。



添付 1-20 図 揚水ポンプ・水位計位置図



2号炉揚水ポンプの例(揚水井戸⑥)

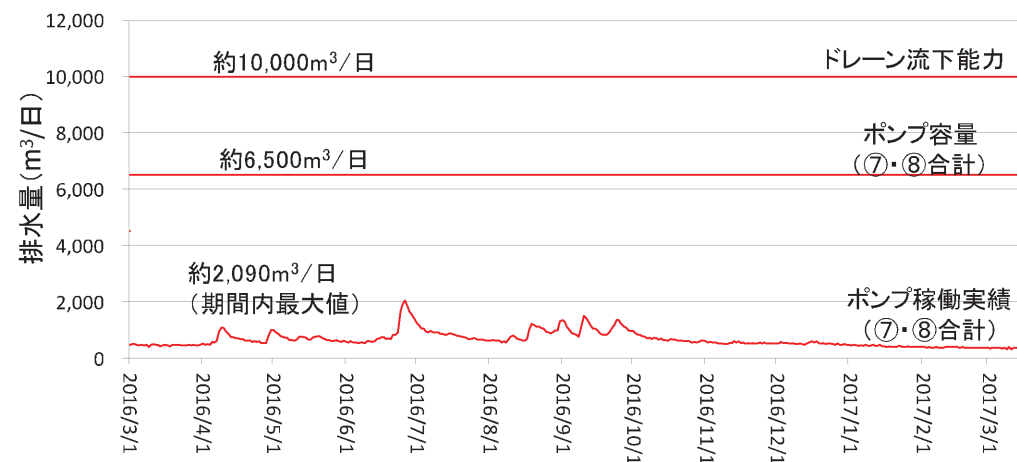


3号炉水位計の例(揚水井戸⑦)

添付 1-21 図 揚水ポンプ・水位計の概要

添付 1-2 表 各揚水ポンプの諸元

号炉	揚水井戸	全揚程 (m)	台数	ポンプ容量 (m ³ /日・台)	出力 (kW/台)
1号炉	NO.①	約25.0	2	約1,300	7.5
	NO.②	約30.0	2	約1,700	15
	NO.③	約25.0	2	約1,300	7.5
2号炉	NO.④	約35.0	2	約2,900	22
	NO.⑤	約35.0	2	約3,500	37
	NO.⑥	約35.0	2	約6,500	45
3号炉	NO.⑦	約36.9	2	約4,600	45
	NO.⑧	約35.2	2	約1,900	19



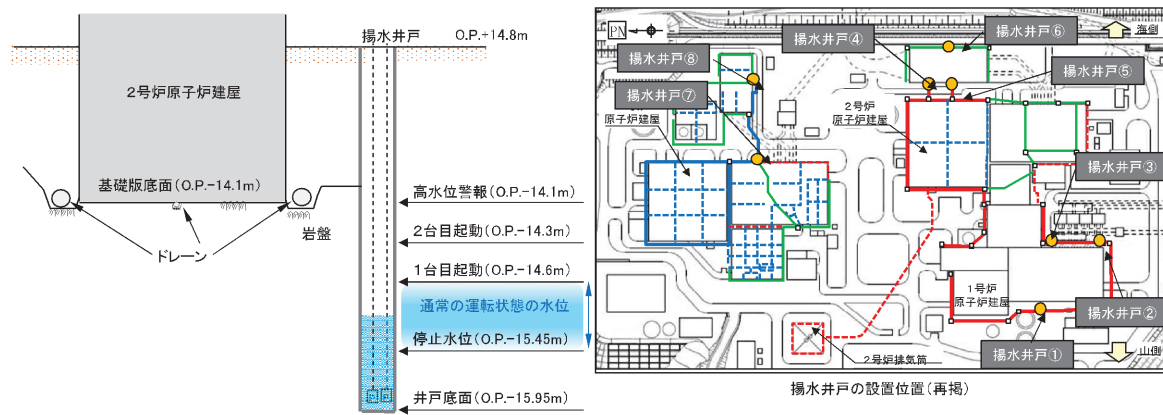
添付 1-22 図 ポンプ容量と稼働実績の関係(3号炉側地下水位低下設備の例)
(2016年3月～2017年3月)

4. 運用状況

揚水井戸ごとに、原子炉建屋等に生じる揚圧力を設計値以下に抑えるために、運用上の制限水位を設け、制限水位以下を維持するよう常時は自動運転としており、揚水井戸内の地下水位は水位計により検知している。既設の揚水ポンプの運用例を添付1-23図に示す。

揚水井戸内の水位が上昇し警報水位を超過した際は警報を発報する。なお、運転時における警報の発報実績はない。

揚水ポンプは保守点検のルールを定め運用しており、定期的な巡視・点検を行っている他、地震後は速やかに設備点検し状況を確認することとしている。



添付 1-23 図 既設の揚水ポンプの運用 (揚水井戸④の例)

5. 保守管理の状況

既設の地下水位低下設備は、原子炉施設保安規定に基づく保全計画において点検項目・点検頻度を定め、定期的に巡視・点検を行っている他、地震後は速やかに設備点検し、状況を確認することとしている。保守管理内容を添付1-3表に示す。

また、揚水ポンプ、水位計、制御盤については、計画的に取替を実施している。

添付 1-3 表既設の地下水位低下設備の保守管理内容

構成部位	点検項目※	点検内容	備考
ドレーン・接続樹	—	—	事後保全対象とし、地震後等は臨時点検を実施
揚水ポンプ	外観点検	各部の外観点検・電圧測定を行う。	自主的に約8年に1回の頻度で取替を実施
	分解点検	各部の分解点検、手入れ、補修塗装、計測、消耗品取替等を行う。	
	機能性能試験	試運転を行い、漏水の有無、表示灯の表示確認等を行う。	
配管	外観点検	配管の破損・腐食、逆止弁の破損・腐食・異物混入・磨耗、接続ボルトの緩みの状況の確認を行う。	点検結果に基づき、適宜、塗装・取替等を実施
揚水井戸	外観点検	コンクリート等の亀裂、破損、劣化の状況、堆積物の状況の確認を行う。	
水位計	外観点検	水位計の清掃、消耗品の交換及び本体の損傷、腐食等を目視で確認する。	点検結果や経過年数に基づき、適宜、補修・取替を実施
	特性点検	水位計の校正を行う。	
	機能性能試験	規定水位でのポンプ起動確認を行う。	
制御盤	特性試験	端子・ケーブル配線等の絶縁抵抗・電圧測定等を行う。	点検結果や経過年数に基づき、適宜、補修・取替を実施
	機能性能試験	表示の点灯、スイッチ類の動作確認、電流計の指示等を確認する。	

※ 分解点検は3年に1回、それ以外の点検・試験は1年に1回実施

なお、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震直後及びその後に実施している。主要な設備の目視確認結果のうち、2号炉揚水井戸(揚水井戸⑤)及び周辺のドレーンの状況を添付1-24図に、3号炉揚水井戸(揚水井戸⑦)及び周辺のドレーンの状況を添付1-25図に示す。

目視確認の範囲では著しい損傷や断面阻害等は認められず、ドレーン及び揚水井戸の集水及び排水機能は維持されている。



写真A ドレーン(有孔ポリエチレン管φ1,050mm)
2018/9/18撮影



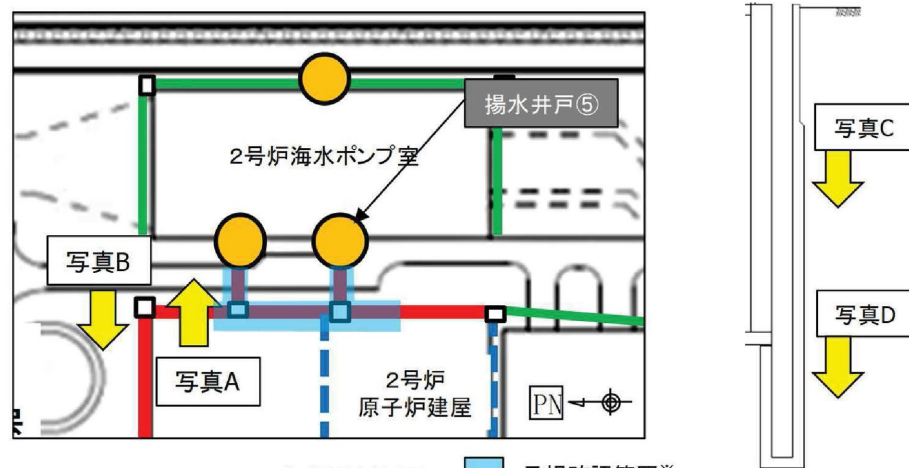
写真B ドレーン(有孔ポリエチレン管φ1,050mm)
2018/9/18撮影



写真C 揚水井戸⑤(中段部)
2017/3/17撮影



写真D 揚水井戸⑤(下段部)
2017/3/17撮影



写真撮影位置 ■ 目視確認範囲※

※: 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後に実施した目視確認の範囲

添付 1-24 図 2号炉揚水井戸(揚水井戸⑤)及び周辺ドレーンの状況



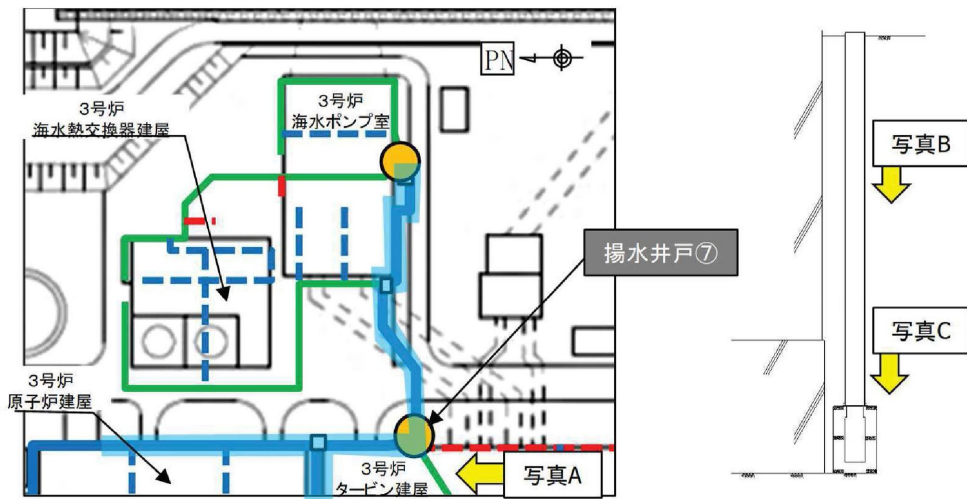
写真A ドレーン(有孔ヒューム管φ800mm)
2018/9/18撮影



写真B 揚水井戸⑦(中間部)
2017/3/16撮影



写真C 揚水井戸⑦(下段部)
2017/3/16撮影



写真撮影位置 ■ 目視確認範囲※

※:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後に実施した目視確認の範囲

添付 1-25 図 2号炉揚水井戸(揚水井戸⑦)及び周辺ドレーンの状況

6. ドレーンの耐久性等

既設地下水位低下設備のうちドレーンの構成部材の耐久性等について添付1-4表に示す。

有孔ヒューム管の一般的な耐用年数は50年とされている(一般的なコンクリート構造物)。建設当時の使用前検査では湧水が腐食環境下にあるかの確認を目的に水質調査を添付1-5表に示すとおり実施している。これによると、地下水はやや海水成分を有しているが、腐食環境下でないことを確認している。

また、接続桝については、鉄筋かぶりは50mm~70mmで、水セメント比は55%で施工されている。湧水の塩素イオン濃度の最大値により、コンクリート標準示方書の塩害の照査を実施すると50年以上と評価される。

添付 1-4 表 ドレーン関連部材の耐久性等

構成部位	部材	材質等	設置環境	主な機能	耐久性
ドレーン	高透水性材料	砂, 砕石	・管(有孔ヒューム管・有孔塩ビ管)の周囲	・岩盤及び盛土中の地下水を管へ導水(高透水性材料自体も、透水性に応じた流下能力を有する)	・一般的な土質材料としての耐久性を有する
	連続長繊維不織布(タフネルシート)	ポリプロピレン	・管外面及び砕石と盛土材の間	・土粒子の管内への流入防止(集水機能に關連しない)	・化学的安定性と高い強度を有する ・地下埋設のため材料(ポリプロピレン)の主な劣化要因である紫外線が作用しないことから、今後の供用期間において劣化はないと考えられる。
	有孔ヒューム管・接続桝	鉄筋 コンクリート	・対象施設周囲の岩盤上	・対象施設周辺地盤の地下水位低下	・耐用年数: 50年程度(有孔ヒューム管) ^{※1} 50年以上(接続桝) ^{※2} ・これまでの点検において異常は確認されておらず、供用環境(土被り、気温・湿度等)は今後も変わらず安定的な状況が維持されると想定されるが、今後適切に保守管理することで機能確保を図ることとする。
	有孔塩ビ管	硬質ポリ塩化ビニル	・対象施設直下の岩盤内 ・対象施設周囲の岩盤上	・対象施設の揚圧力低減 ・対象施設周辺地盤の地下水位低下	・耐用年数は50年程度 ^{※3} ・耐食性に優れた材料 ^{※4}

※1: 全国ヒューム管協会 (<http://www.hume-pipe.org/data/data07.pdf>)
 ※2: コンクリート標準示方書 設計編(2012)を参照した塩害評価による
 ※3: 塩化ビニル管・継手協会 (<http://www.pvfa.gr.jp/02/index-a04.html>)
 ※4: 水道施設設計指針・解説(日本水道協会)

添付 1-5 表 湧水の水質試験結果(2号炉使用前検査資料)

分析項目	採水位置				水道水の水質基準
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	
pH	8.1	7.2	6.9	7.2	5.8 ~ 8.6
ミネラル硬度 (mg/ℓ)	224	237	90.8	77.9	—
カルシウム硬度 (mg/ℓ)	355	285	153	365	300以下
全硬度 (mg/ℓ)	770	545	224	744	* 500以下
蒸発残留物 (mg/ℓ)	2.430	1.660	498	1.790	500以下
導電率 (μS/cm)	4.110	2.800	785	2.680	—
塩素イオン (mg/ℓ)	1.030	618	57.1	495	200以下
採水月日	3.1.10	3.1.10	3.1.10	3.1.10	—