

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	DB04 r. 3. 2
提出年月日	令和4年8月22日

泊発電所3号炉

設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)

第4条 地震による損傷の防止

令和4年8月
北海道電力株式会社

第4条：地震による損傷の防止

<目 次>

【今回提出】

第1部

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
 - 1.4 設備等
 - 1.5 手順等

第2部

1. 耐震設計の基本方針
 - 1.1 基本方針
 - 1.2 適用規格
2. 耐震設計上の重要度分類
 - 2.1 重要度分類の基本方針
 - 2.2 耐震重要度分類
3. 設計用地震力
 - 3.1 地震力の算定法
 - 3.2 設計用地震力
4. 荷重の組合せと許容限界
 - 4.1 基本方針
5. 地震応答解析の方針
 - 5.1 建物・構築物
 - 5.2 機器・配管系
 - 5.3 屋外重要土木構造物
 - 5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに
これらが設置された建物・構築物
6. 設計用減衰定数
7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

8. 水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する影響評価方針

9. 構造計画と配置計画

(別 添)

- 別添—1 設計用地震力
- 別添—2 動的機能維持の評価
- 別添—3 弾性設計用地震動・静的地震力による評価
- 別添—4 上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について
- 別添—5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針
- 別添—6 屋外重要土木構造物等及び津波防護施設の耐震評価における断面選定の考え方
- 別添—7 主要建屋の図面集
- 別添—8 入力地震動について

(別 紙)

- 別紙—1 既工認との手法の相違点の整理（設置許可変更申請段階での整理）
- 別紙—2 上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討
- 別紙—3 水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について
- 別紙—4 規格適用範囲外の動的機能維持の評価
- 別紙—5 地震時における燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について
- 別紙—6 土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について
- 別紙—7 後施工せん断補強筋による耐震補強について
- 別紙—8 屋外 重要土木構造物等及び津波防護施設の耐震評価における断面選定について
- 別紙—9 液状化影響の検討方針について
- 別紙—10 地下水位設定方針について
- 別紙—11 地下水排水設備について

泊発電所 3 号炉

地下水排水設備について

目次

1. 地下水排水設備の設計方針	1
2. 地下水排水設備の配置及び耐震性について	3
2.1 地下水排水設備の配置	3
2.2 地下水排水設備に期待する機能と耐震性	7
3. 地下水排水設備の排水能力	9
4. 地下水排水設備に対する想定される現象への設計配慮	9
5. 電源構成	10
6. 地下水排水設備の運用管理方針	10
6.1 運用管理について	10
6.2 復旧用水中ポンプの設置について	10
6.3 復旧対応の具体例	11
参考資料：先行プラントと比較した「泊3号炉 地下水排水設備」の設計的特徴	13

1. 地下水排水設備の設計方針

泊3号炉の原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋及びA1, A2-燃料油貯油槽タンク室（以下，「原子炉建屋等の主要建屋」という。）は，建屋基礎下に設置した地下水排水設備の機能に期待し，建屋基礎底面に地下水位を保持することで，地下水位が建屋の地下外周部まで上昇した際に生じる揚圧力を考慮しない条件で設計している。（液状化影響を受ける「敷地広範囲」の施設等に対して設備の排水機能に期待している先行BWR炉との相違について，参考資料を添付する）

また，泊3号炉の内部溢水影響では，建屋外で生じる溢水が建屋内部にある溢水防護区画に及ぼす影響を確認しており，そのうち，地下水が原子炉建屋等の主要建屋に及ぼす影響評価では，地震時及び地震後においても地下水排水設備の機能に期待して建屋基礎底面に地下水位を保持することで，建屋の地下外周部から溢水防護区画を含む建屋内への地下水流入を防止すると共に，それでもなお，地下水位が地表面まで上昇した場合も考慮し，原子炉建屋等の主要建屋外周部の壁，扉，堰等により，建屋内への流入を防止する設計としている。

以上より，地下水排水設備は基準地震動による地震力に対し耐震性を確保する方針とし，地震時及び地震後においても地下水位の上昇を抑制することで，建屋の耐震性を損なわず，建屋内への浸水も防止する設計とする。また，岩着構造の防潮堤を設置することに伴い，浸透による敷地内から海側への地下水の流れが遮断され，山側から海へ向かう流動場が変化することを考慮した場合においても，地下水排水設備に十分な排水能力を確保する設計方針とする。

泊3号炉の耐震評価並びに溢水影響評価において，地下水排水設備の機能に期待する範囲を別紙11-1表に示す。

別紙 11-1 表 地下水排水設備の機能に期待する範囲

対象施設	基礎形式	施設区分	設置許可基準規則			設計方針
			直接的に影響する可能性のある条項		間接的に影響する可能性のある条項 ※2	
			4条, 39条	9条	5条, 40条	
			地震	溢水	津波	
原子炉建屋	直接基礎	耐震重要施設かつ 常設重大事故等 対処施設 ※1	○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持※3 することで、揚圧力を考慮せず設計する方針とする。(4条, 39条) 建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、建屋の地下外周部から溢水防護区画を含む建屋内への地下水流入を防止する。(9条)
原子炉補助建屋						
ディーゼル発電機建屋						
A1, A2- 燃料油貯油槽タンク室						

4条-別紙 11-2

※1 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）

※2 「間接的に影響する可能性のある条項」とは、5条、40条津波の外郭防護において「直接的に影響する可能性のある条項」である9条溢水での地下水評価結果を引用していることを示す。

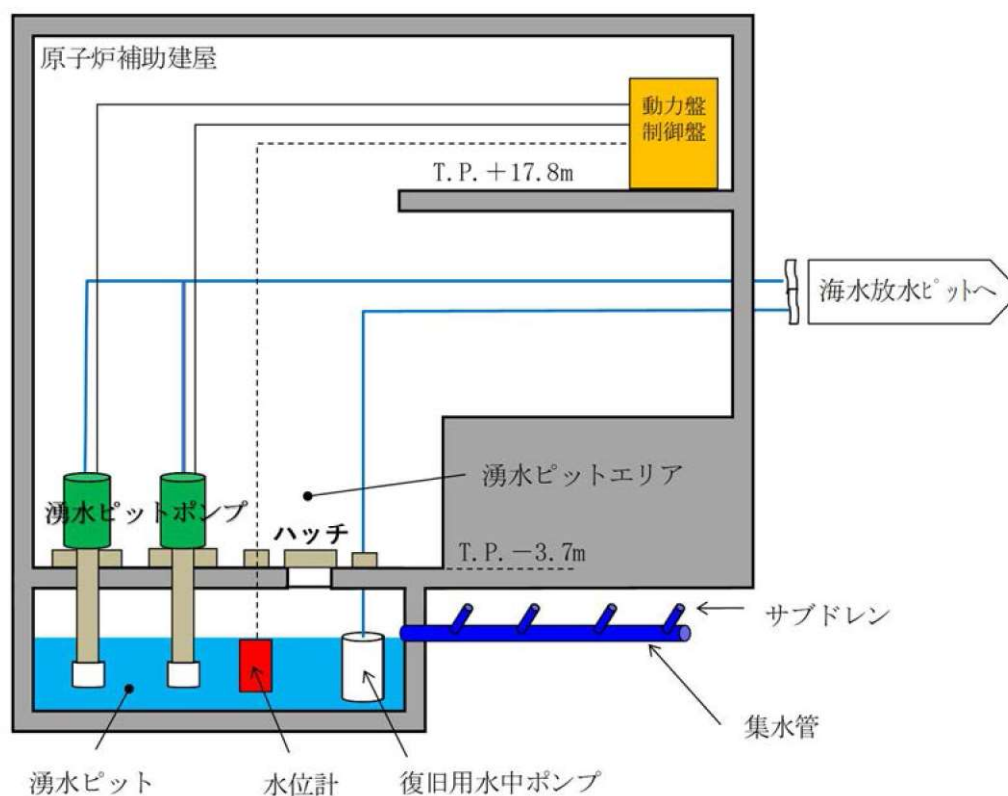
※3 上表の対象施設（原子炉建屋等の主要建屋）以外の設計地下水位については、別紙-10「地下水位設定方針について」参照。

2. 地下水排水設備の配置及び耐震性について

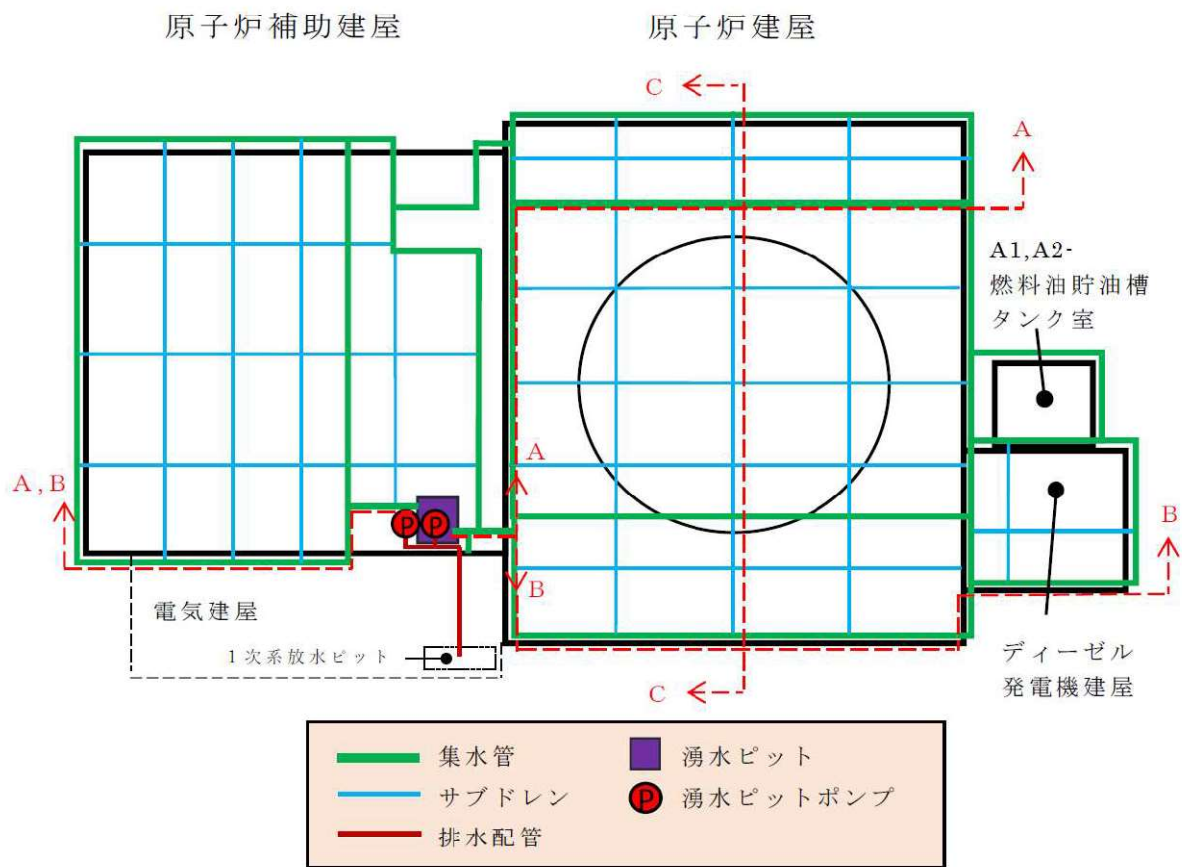
2.1 地下水排水設備の配置

地下水排水設備は、原子炉建屋等の主要建屋直下及びその周囲に敷設された集水管とサブドレンによって地下水を原子炉補助建屋最下層に配置した湧水ピットに集水することで、建屋基礎下及び建屋周囲の地下水位を建屋基礎底面下に保持することを可能としている。また、湧水ピットに集水した地下水は、湧水ピットポンプを用いて原子炉補助建屋に隣接する電気建屋内の1次系放水ピットに排水し、その後、放水路を経由して外洋に放出される。

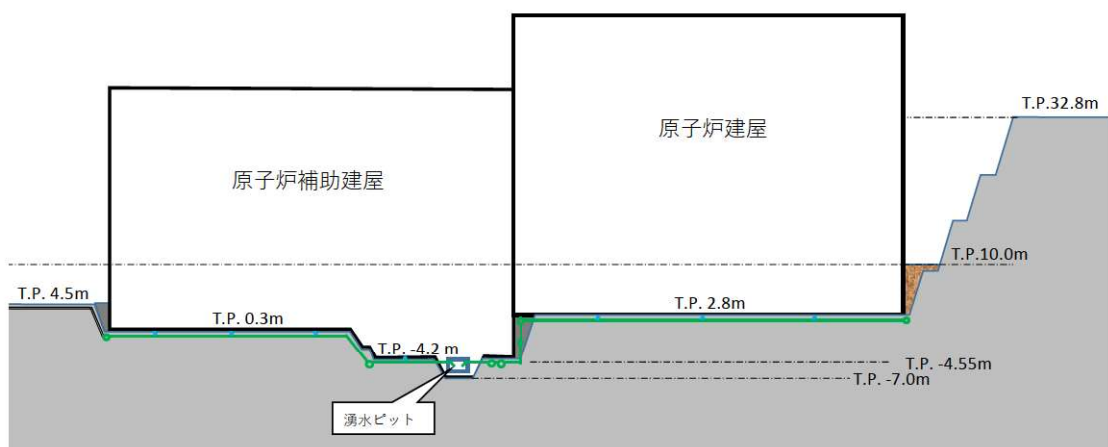
地下水排水設備の設備構成イメージを別紙 11-1 図に、配置を別紙 11-2 図に、集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベルを別紙 11-3 図に、敷設状況断面図を別紙 11-4 図に、敷設状況写真を別紙 11-5 図に、湧水ピット断面図を別紙 11-6 図に示す。



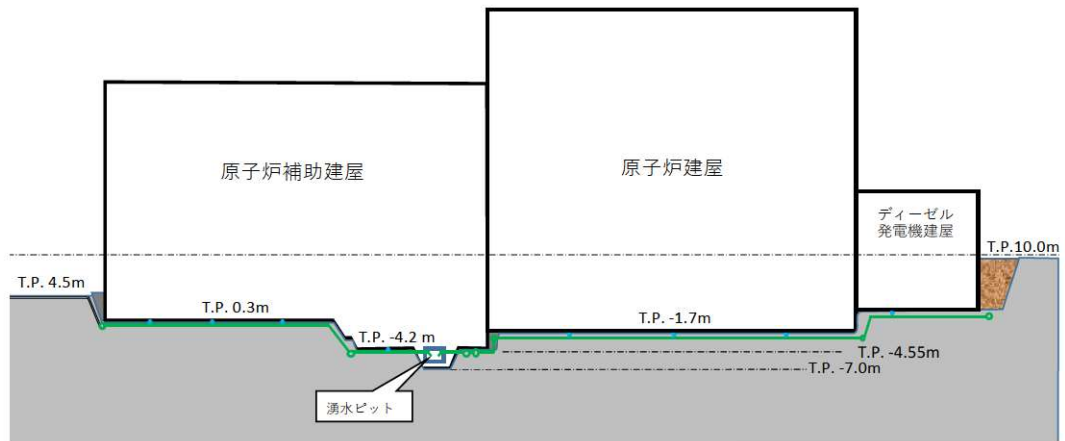
別紙 11-1 図 地下水排水設備の設備構成イメージ



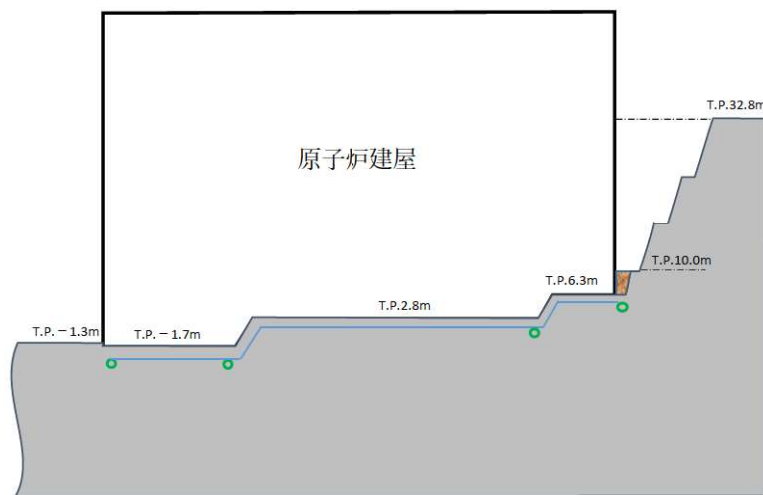
別紙 11-2 図 地下水排水設備の配置



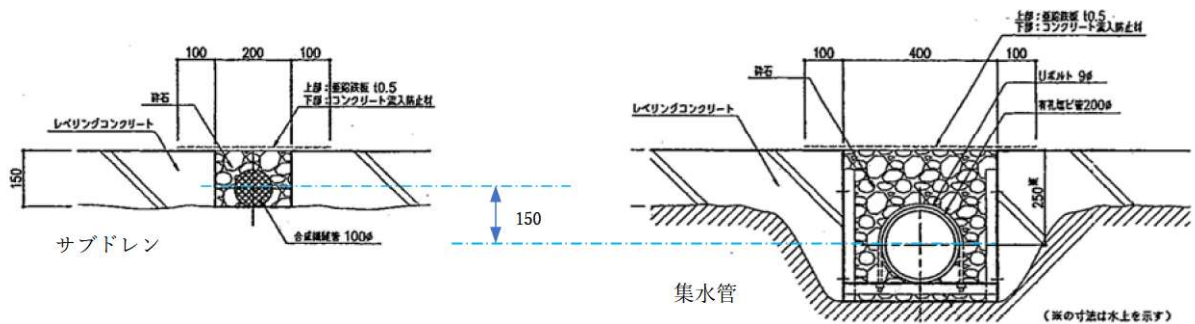
別紙 11-3(1) 図 集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベル (別紙 11-2 図の A-A)



別紙 11-3(2) 図 集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベル (別紙 11-2 図の B-B)



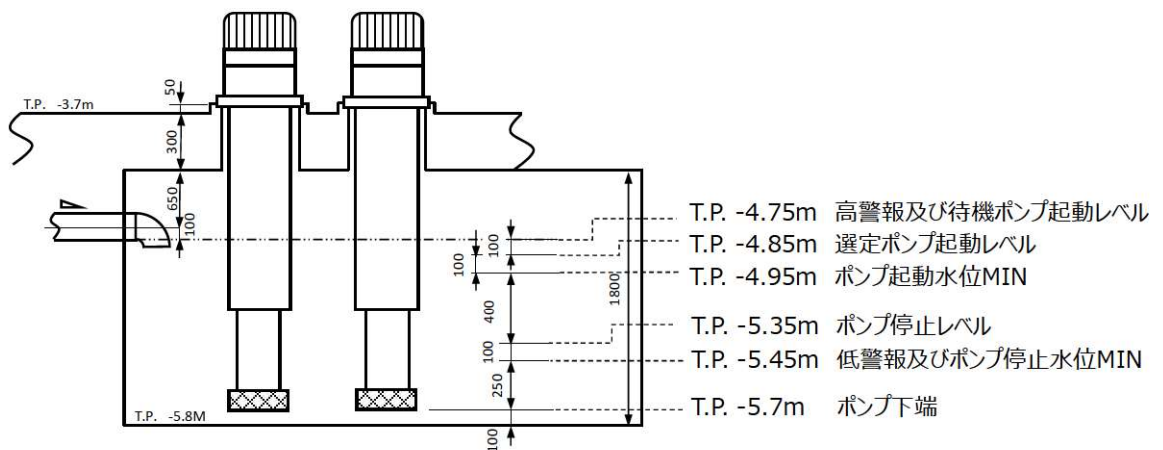
別紙 11-3(3) 図 集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベル (別紙 11-2 図の C-C)



別紙 11-4 図 集水管及びサブドレンの敷設断面図



別紙 11-5 図 集水管及びサブドレンの敷設状況写真（泊 3 号炉建設時）



別紙 11-6 図 湧水ピット断面図

2.2 地下水排水設備に期待する機能と耐震性

設計基準対象施設の耐震重要度は、設置許可基準規則上、その重要度に応じたクラス分類 (S, B, C)、また、それらに該当する施設が示されており、地下水排水設備は S クラス設備および B クラス設備のいずれにも該当しないため、耐震重要度は別紙 11-2 表に示すとおり C クラスに分類できる。

別紙 11-2 表 設置許可基準規則における耐震重要度分類の考え方

耐震クラス	定義	対象とする施設の例	該当
S	地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいもの	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器、配管系 使用済燃料を貯蔵するための施設 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設等 	×
B	安全性能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響が S クラス施設と比べ小さい施設	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和 53 年通商産業省令第 77 号）第 2 条第 2 項第 6 号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。）等 	×
C	S クラスに属する施設及び B クラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設	—	○

但し、1 項で述べたように、地下水排水設備は地震時及び地震後においても地下水位の上昇を抑制することで、建屋の耐震性を損なわず、建屋内への浸水も防止する設計とすることから、基準地震動による地震力に対し耐震性を確保する方針とする。

地下水排水設備の各構成部位における基準地震動に対する機能維持の範囲を以下に示す。また、設備構成イメージと耐震性を有する部位を別紙 11-7 図に示す。

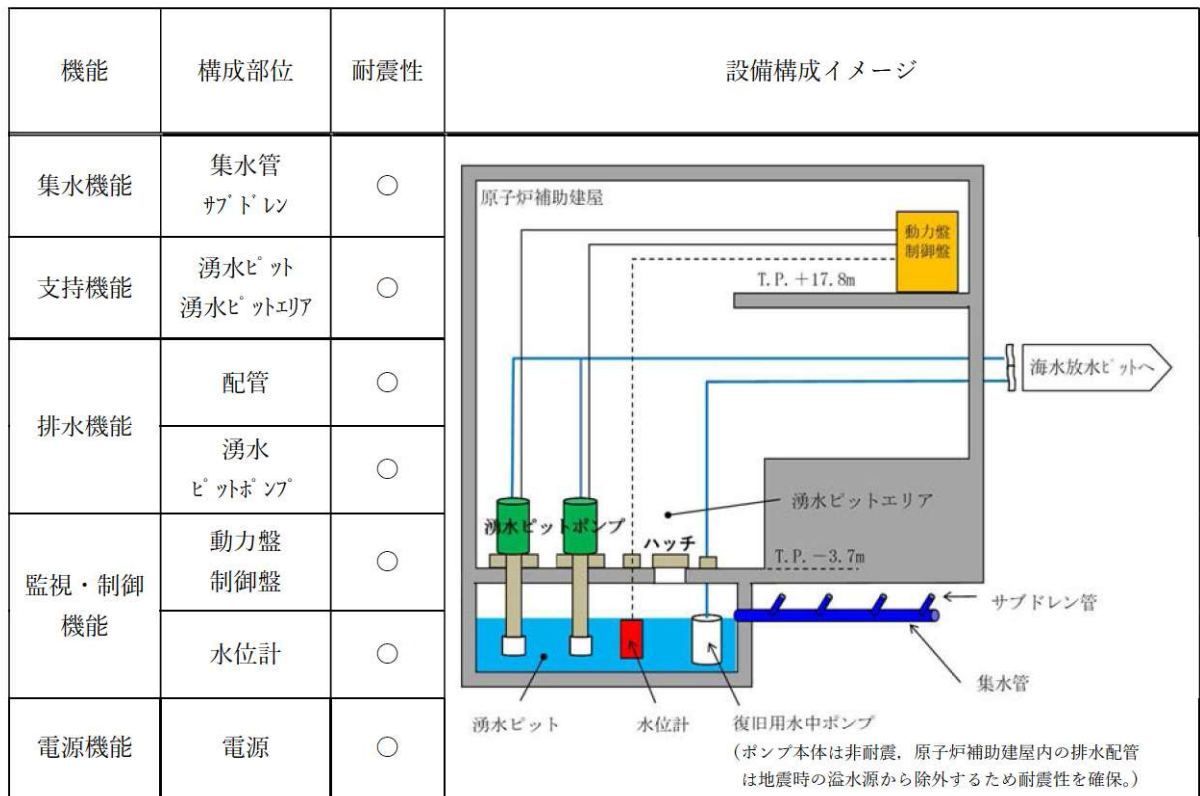
(1) 地下水を集水する機能

集水管及びサブドレンは、原子炉建屋等の主要建屋基礎底面と岩盤に挟まれた空間に碎石と共に設置される箇所、建屋外周の埋戻土下の岩盤を掘削した空間に碎石と共に設置される箇所の二つのケースがあり、全ての集水管及びサブドレンが地震時及び地震後に必要な集水機能を維持できる設計とする。

(2) 地下水を地上に排水する機能

地下水排水設備のうち、湧水ピットは耐震 S クラス設備の間接支持構造物である原子炉補助建屋の躯体の一部として構成される。湧水ピット上部の湧水ピットエリアについても、湧水ピットと同じく原子炉補助建屋の一部であり耐震性を有する。湧水ピット及び湧水ピットエリアには、耐震性のある湧水ピットポンプ及び排水配管を設置する。また、湧水ピット水位計及び制御盤／動力盤に対しても耐震性を持たせる設計とすることで、地震時及び地震後も地下水を外洋に排水する機能を維持する。

なお、排水配管は現状その一部が電気建屋に敷設されており、湧水ピットに集水した地下水は電気建屋内の 1 次系放水ピットに排水している。今後、新たに策定される基準地震動に対して、電気建屋内の排水配管や 1 次系放水ピットの耐震性を確保することが困難な場合には、耐震性を有する排水配管を原子炉補助建屋や原子炉建屋内に新規設置する等の対策を施し、地震時及び地震後に電気建屋内の排水配管及び 1 次系放水ピットの損傷によって、地下水の排水機能を損なうことない設計とする。



別紙 11-7 図 地下水排水設備の構成部位と耐震性

3. 地下水排水設備の排水能力

地下水排水設備の排水能力は、設計及び工事計画認可段階（以下、「設工認段階」という。）で防潮堤設置後の予測解析モデルにて予測解析を実施し、地下水排水設備に集水される湧水量を予測した結果を踏まえ、必要な排水能力を確認した上でポンプ容量を設定する。予測解析モデルについては、ポンプ容量の設定に用いる解析モデルとして保守的なモデルとなっていることを確認する（別紙-10「地下水位設定方針について」参照）。また、設工認段階で行うポンプ容量の設定においては、過去に降水等によって湧水ピットへの集水量が一時的に増加した実績も考慮する。

今後、防潮堤が設置される過程及び設置後において、湧水量を継続的に測定し、上記方針で設定したポンプ容量が、十分な排水能力の裕度を確保できているか確認を行う。

なお、別紙11-3表に示すように、設置許可段階で「設計地下水位の設定方針」の策定を目的に行った暫定の予測解析で用いた解析モデルを流用し、想定湧水量を導出した結果と既存の湧水ピットポンプ排水能力の比較では、湧水ピットポンプが十分な排水能力の裕度を有する結果となっている。

別紙 11-3 表 浸透流解析に基づく暫定の想定湧水量と湧水ピットポンプ排水能力

想定湧水量（暫定の解析結果）	湧水ピットポンプ排水能力
172.1 m ³ /日	600 m ³ /日（1台当たり） （湧水ピットポンプは2台設置）

湧水ピットの水位レベルとポンプ起動及び停止等の関係については、前述の別紙 11-6 図に記載している。

4. 地下水排水設備に対する想定される現象への設計配慮

設置許可基準規則第 2 条の定義^{*}から、地下水排水設備は安全機能を有するものではなく、安全施設に該当しない。安全施設に該当しない地下水排水設備は、設置許可基準規則の津波（第 5 条）、外部事象（第 6 条）、内部火災（第 8 条）、内部溢水（第 9 条）における防護対象にも選定されない。但し、地下水排水設備は基準地震動後にも機能を期待することから、基準地震動により発生が想定される溢水や火災影響に対し機能を損なわないよう設計の配慮を行う。

また、地下水排水設備は、重要度が特に高い安全機能を有する系統設備（クラス 1）を含む溢水防護対象設備が、地下水の影響によって機能喪失することを防止するために必要な防護設備であるため、溢水防護対象設備の重要度の 1 つ下位のクラス 2 相当で設計する。

※ 設置許可基準規則第2条

五「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、次に掲げるものをいう。

イ その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能

ロ 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所(以下「工場等」という。)外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能

八「安全施設」とは、設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものをいう。

5. 電源構成

地下水排水設備のうち、湧水ピットポンプの電動機、湧水ピットの水位計及び制御盤については、非常用電源（非常用ディーゼル発電機）から給電可能な設計とする。

6. 地下水排水設備の運用管理方針

6.1 運用管理について

- QMS文書において、地下水排水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。
- QMS文書において地下水排水設備の運転管理方法を定める。

〈具体的な対応〉

- ・ 地下水排水設備の運用に係る体制、確認項目、対応等を整備する。
- ・ 地下水排水設備が故障した場合に、復旧用水中ポンプ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。

6.2 復旧用水中ポンプの設置について

地下水排水設備の故障により、排水機能を喪失した場合を想定し復旧用水中ポンプを設置する。地下水排水設備は、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。こうした性質を勘案して、仮に機器の故障が発生した場合を想定しても、地下水の排水を継続しながら復旧対応が可能となるよう復旧用水中ポンプを設置する。(別紙 11-4 表参照)

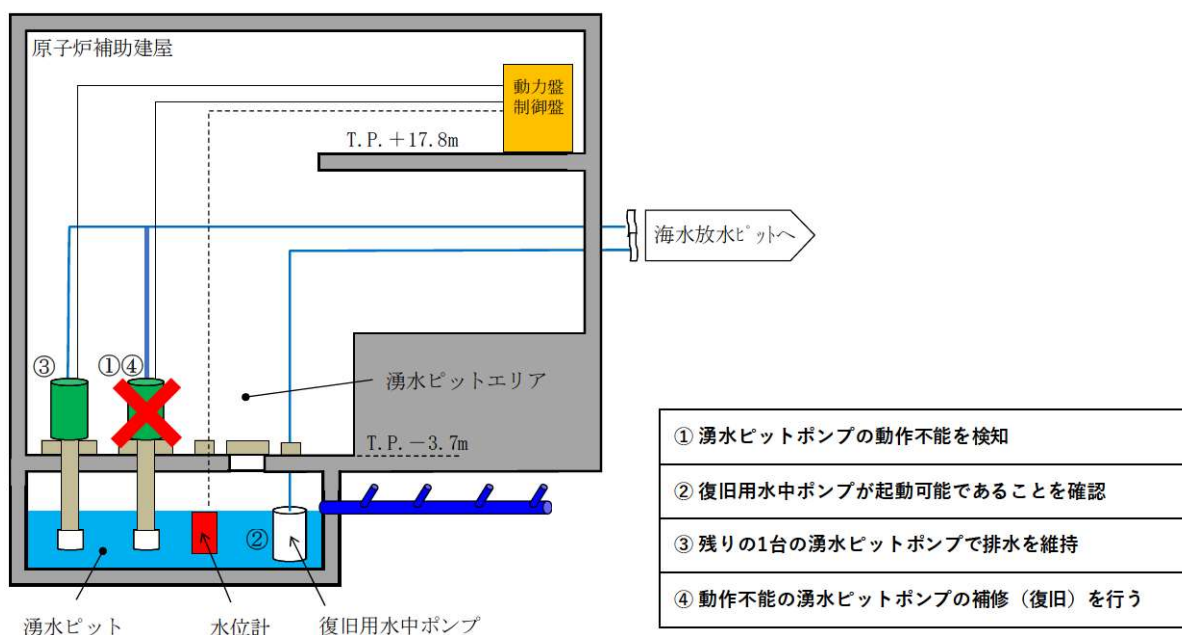
別紙 11-4 表 復旧用水中ポンプの設置場所等

項目	ポンプ形式等	設置場所	設置数
復旧用水中ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 非耐震 ・ 渦巻式水中ポンプ ・ 常用系電源 ・ 定格流量 60 m³/h 	湧水ピット内	一台

6.3 復旧対応の具体例

地下水排水設備が動作不能となった場合における、復旧用水中ポンプの運用例を示す。

仮に湧水ピットポンプ 1 台が機器の故障により動作不能となった場合は、別紙 11-4 表で示した復旧用水中ポンプが起動可能であることを確認したうえで、動作不能の 1 台の機器補修を行い、2 台動作可能な状態に復帰する。その期間、残りの湧水ピットポンプ 1 台は動作可能であるため、湧水ピットの水位を一定の範囲に保持することが可能である。



別紙 11-8 図 復旧用水中ポンプの運用例
(湧水ピットポンプ 1 台が動作不能な場合)

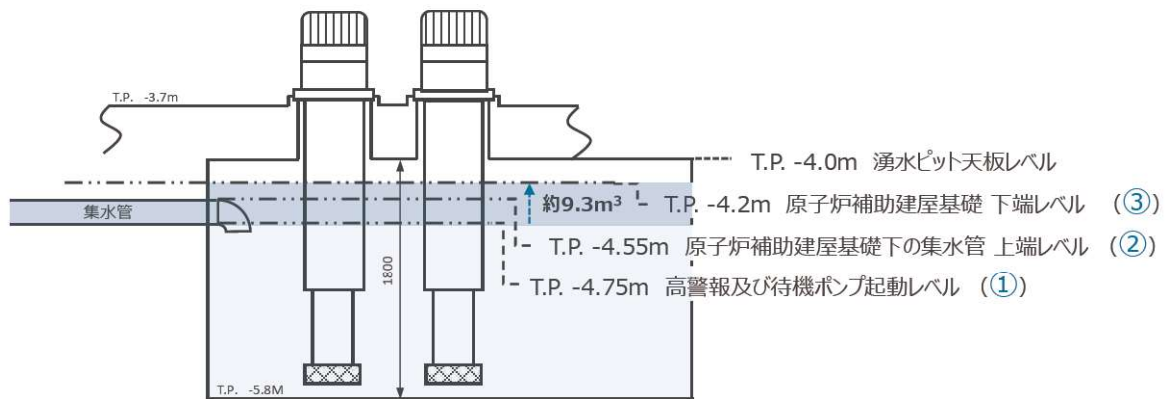
更に、万が一、湧水ピットポンプ 2 台が機能を喪失し、復旧用水中ポンプを起動しない場合には、地下水水位が建屋基礎底面下のレベルを超えて上昇し、建屋に揚圧力が生じることで耐震性を確保できない状態となる。また、溢水防護の観点では建屋外周部の壁、扉、堰等により、建屋内への流入を防止する設計としているものの、地下水水位の上昇が長時間継続する状態は回避すべきである。

別紙 11-5 表では、湧水ピットポンプ 2 台が機能を喪失した際、復旧用水中ポンプを起動するまでの猶予時間の目安を、別紙 11-3 表で示した暫定の想定湧水量を用いて算出した結果を示しており、最も基礎底面が深い原子炉補助建屋では、地下水排水設備の機能喪失から約 1 時間で、地下水水位が基礎底面下のレベルまで上昇する結果となる。この猶予時間の目安に対して、復旧用水中ポンプは常用電源に常時接続されており、運転員が異常を検知して現場確認した以降、現場盤による操作によって速やかにポンプを起動して地下水の排水を再開することが可能であり、地下水の排水を切れ目なく継続できる。

別紙 11-5 表 原子炉補助建屋に揚圧力が生じるまでの時間

想定湧水量 (暫定の解析結果)	湧水ピットと集水管 による貯留可能量	原子炉補助建屋に揚圧力 が生じるまでの時間
172.1 m ³ /日	9.3 m ³ ※	1 時間 18 分

※ 貯留可能量は、運転員が異常を検知できる湧水ピット水位高警報の発報から、原子炉建屋等の主要建屋のうち建屋基礎底面が最も深部である原子炉補助建屋の基礎底面まで地下水を貯留可能な容量として、別紙 11-9 図に示す①～③の湧水ピット容量：約 4.5m³，①～②の集水管内容積：約 4.8m³ の合計 9.3m³ としている。

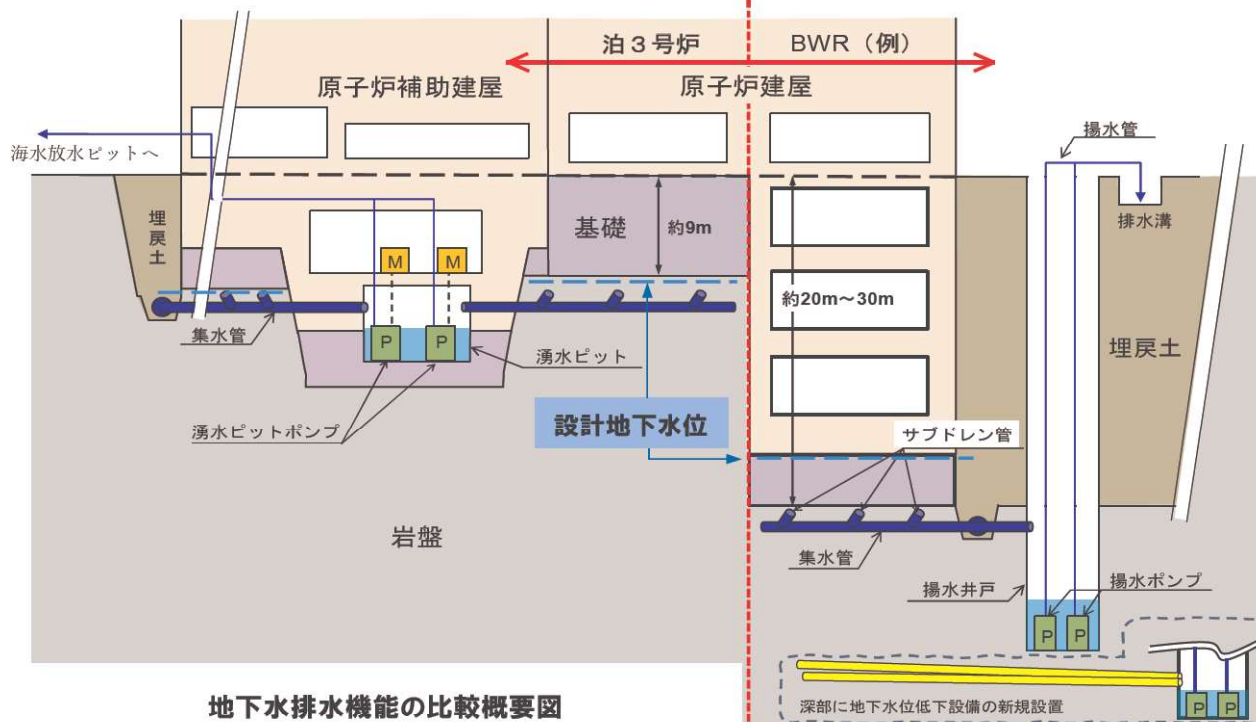


別紙 11-9 図 湧水ピットと集水管による貯留可能量

参考資料：先行プラントと比較した「泊 3 号炉 地下水排水設備」の設計的特徴

先行プラントと比較した「泊3号炉 地下水排水設備」の設計的特徴

	泊3号炉	BWR (例)
設備の機能に期待する施設等	地下水排水設備が敷設されている「原子炉建屋等の主要建屋」のみ	液状化影響を受ける「敷地広範囲」の施設等（屋外重要土木構造物等を含む）
原子炉建屋の構造と湧水量	原子炉建屋の設置レベルが地中浅い（GL-10m程度）構造であるため、湧水量は先行プラント（BWR）と比較して少ない	原子炉建屋の設置レベルが地中深い（GL-20m～-30m）構造であり湧水量が多い
集水ピットの配置	原子炉補助建屋内に地下水集水用の湧水ピットを設置	屋外に地下水集水用のサブドレンピット（揚水井戸）を設置



地下水排水機能の比較概要図