

泊発電所 3 号炉 審査資料	
資料番号	資料 2
提出年月日	令和 4 年 4 月 25 日

別紙 - 10

泊発電所 3 号炉

地下水位設定方針について (耐震)

目次

第Ⅰ編 はじめに	1
1. 地下水位設定の基本方針	1
2. 地下水排水設備の仕様と信頼性向上対策の概要	2
第Ⅱ編 設計地下水位の設定方針	5
1. 基本的な考え方	5
2. 解析モデル作成	8
3. 再現解析による検証	9
4. 地下水位が上昇した場合の影響確認	14
5. 設計地下水位の設定	19
6. 観測による検証	22
7. 解析条件および地下水位設定方針の整理	23
第Ⅲ編 地下水排水設備の信頼性向上	24
1. 地下水排水設備について	24
1.1 設置目的および機能	24
1.2 機能維持を要求する期間	24
1.3 施設区分	24
1.4 設置許可基準規則との関係	25
1.5 配置と構造	25
2. 地下水排水設備の設備要件	28
2.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析	28
2.2 関係する条文の抽出	29
2.3 各構成部位の機能喪失要因の分析	31
2.4 分析結果を踏まえた信頼性向上のための配慮事項	40
2.5 監視・制御機能及び電源接続の系統構成	44
2.6 排水能力	44
3. 地下水排水設備の保守管理方針	45
3.1 保守管理について	45
3.2 集水管の内部確認と清掃について	45
4. 地下水排水設備の運用管理方針	46
4.1 運用管理について	46
4.2 復旧用水中ポンプの配備について	46
4.3 復旧対応の具体例	46
5. 信頼性向上のまとめ	47

- 添付資料 1 敷地の水文環境
- 添付資料 2 三次元浸透流解析による防潮堤設置後の影響確認
- 添付資料 3 透水係数の妥当性確認
- 添付資料 4 観測孔における地下水位観測記録
- 添付資料 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
- 添付資料 6 現行の重要度分類上の位置付けの整理
- 添付資料 7 地下水の水質分析結果
- 添付資料 8 集水管およびサブドレンの信頼性確保に係わる検討
- 添付資料 9 三次元浸透流解析結果（非定常解析）

第 I 編 はじめに

1. 地下水位設定の基本方針

泊 3 号炉では発電所建設時、敷地の岩盤状況等を踏まえ、旧汀線より海側においては朔望平均満潮位 H. W. L. (既工認時 T. P. +0.26m) に地下水位を設定し、耐震設計の条件とした。旧汀線より山側においては、土地造成前の地下水位観測記録(1998 年 1 月～1999 年 12 月)の最大値(T. P. +2.82m)を基に、建屋基礎掘削による地下水位の低下を考慮し、屋外重要土木構造物は T. P. +2.8m に地下水位を設定し、原子炉建屋等は地下水位を考慮しないことを、耐震設計の条件とした。

原子炉建屋等の建屋基礎直下およびその周囲には、地下水排水設備(別紙 10-1 図、別紙 10-2 図)を設置していた。

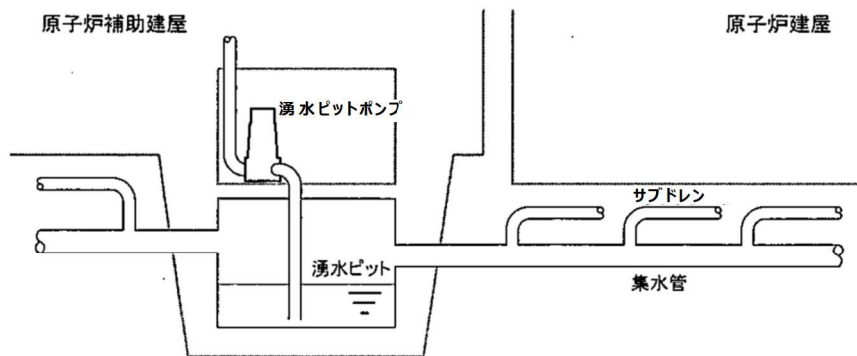
岩着構造の防潮堤設置(別紙 10-2(1)図、別紙 10-3 図)に伴い、地下水の流れが遮断される等の理由により、地下水が山から海へ向かう従来の流動場(添付資料 1 参照)が変化する可能性がある。従って、今後の泊 3 号炉における施設等の設計においては、地下水の流動場の変化を確認した上で、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下、「設置許可基準規則」という。)第 3 条第 2 項における液状化影響および第 4 条における揚圧力影響等を検討する必要がある。

以上を踏まえ、泊 3 号炉の施設等については、今後、以下の基本方針に基づき地下水位を設定する。

- 原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋および 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、地下水排水設備の機能に期待して、建屋基礎底面下に地下水位を設定する。
- 原子炉建屋等の主要建屋以外の耐震重要施設・常設重大事故等対処施設^{※1}(いずれも間接支持構造物を含む)、保管場所、アクセスルートおよびそれらの基礎地盤・周辺斜面については、構造物等の直下およびその周囲に地下水排水設備が設置されていないことから、防潮堤の設置に伴う地下水の流動場の変化を確認した上で改めて設計地下水位を設定する。

※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)

本資料では、防潮堤設置に伴う地下水流動場の変化が施設等の安全性に及ぼす影響を確認した上で、今後の施設設計に用いる地下水位の設定方針を検討した。また、地下水排水設備が必要な機能を維持するための信頼性向上について検討した。



別紙 10-1 図 地下水排水設備の概念図

2. 地下水排水設備の仕様と信頼性向上対策の概要

泊発電所における地下水排水設備の概要を別紙 10-2 図に示す。

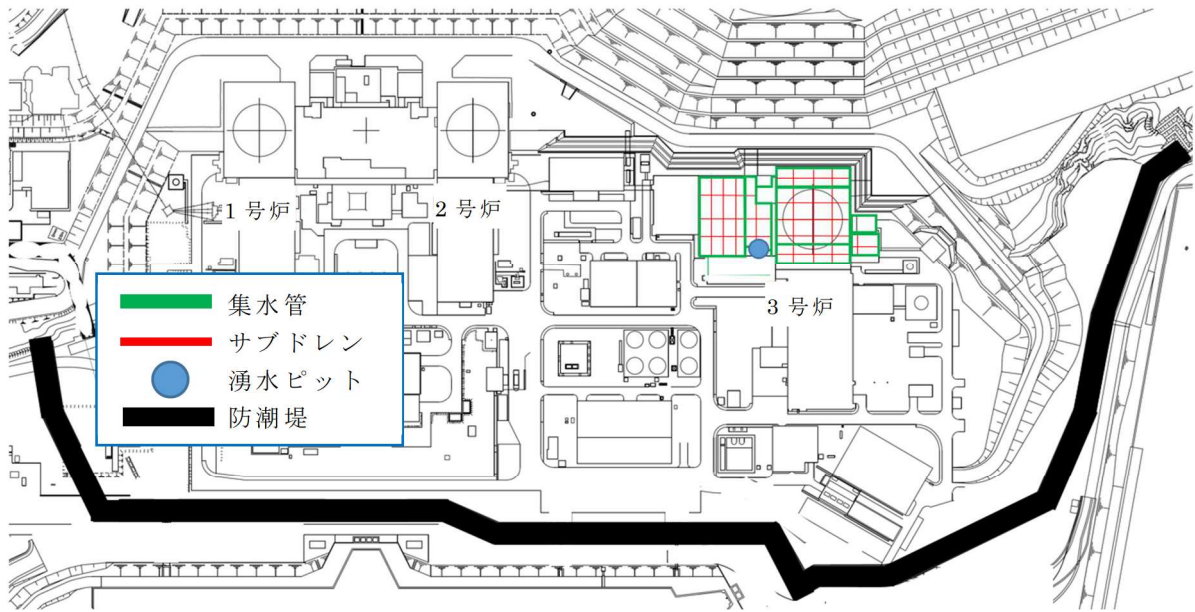
地下水排水設備は、集水機能（集水管およびサブドレン）、貯水機能（湧水ピット）、排水機能（湧水ピットポンプおよび配管）、監視制御機能（制御盤および水位計）および電源機能（電源）を有する設備である。原子炉建屋等の主要建屋の直下およびその周囲に敷設された集水管（硬質ポリ塩化ビニル製有孔管：φ200mm）とサブドレン（ポリプロピレン樹脂製合成繊維管：φ100mm）を介して地下水を湧水ピットに集水し、湧水ピットポンプ・配管を介して、外洋に繋がる放水路へ導く構造となっている。湧水ピット水位が、通常運転範囲の水位を超える T.P. -4.85m 以上に上昇すると、水位センサーが検知して湧水ピットポンプを起動し、T.P. -5.35m まで湧水ピット水位を低下させる。

地下水排水設備は原子炉建屋等の設計の前提条件となる地下水位を、建屋基礎底面に保持するために必要であることから、設計基準対象施設（耐震 C クラス：Ss 機能維持）として位置付け、保守点検のルールを定めて定期的な巡視・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。他方で、地下水排水設備の集水管は現状において保守管理性に優れた設備ではない等、防潮堤の設置に伴い、地下水の確実な排水がこれまで以上に重要になることを踏まえ、更なる信頼性向上を検討することとした。

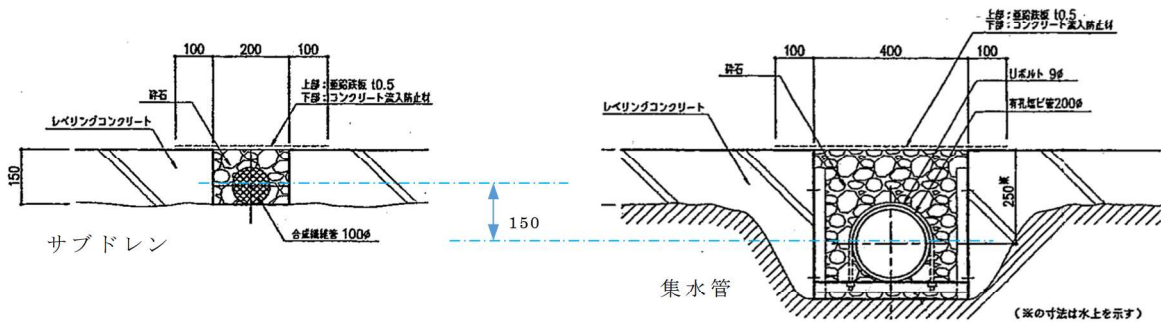
具体的には、地下水排水設備の重要性に鑑み、故障要因等を考慮した上で、湧水ピットポンプ等の設備に対して、Ss 機能維持、多重化、非常用電源確保といった対策を施した上で、それでもなお、排水機能を喪失した場合の備えとして復旧用水中ポンプも配備する。

また、地下水排水設備の集水機能を担う集水管については、地上部からアクセス可能な点検口を新たに設けることで、原子炉建屋等の主要建屋の直下およびその周囲に敷設される範囲全域を目視点検および清掃可能な構造に改善し、定期的な内部点検および清掃を実施する。

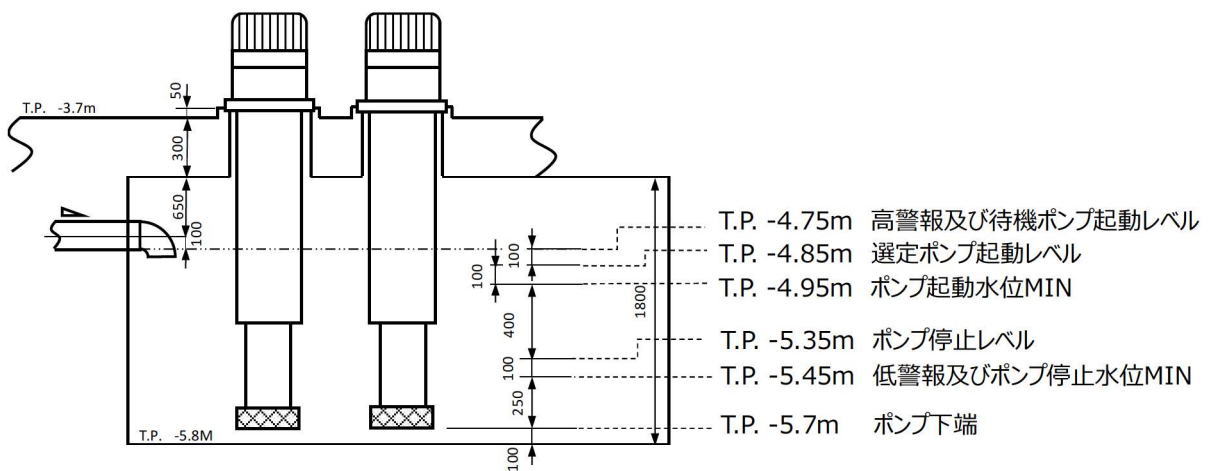
地下水排水設備の信頼性向上について、第Ⅲ編に詳細を取り纏める。



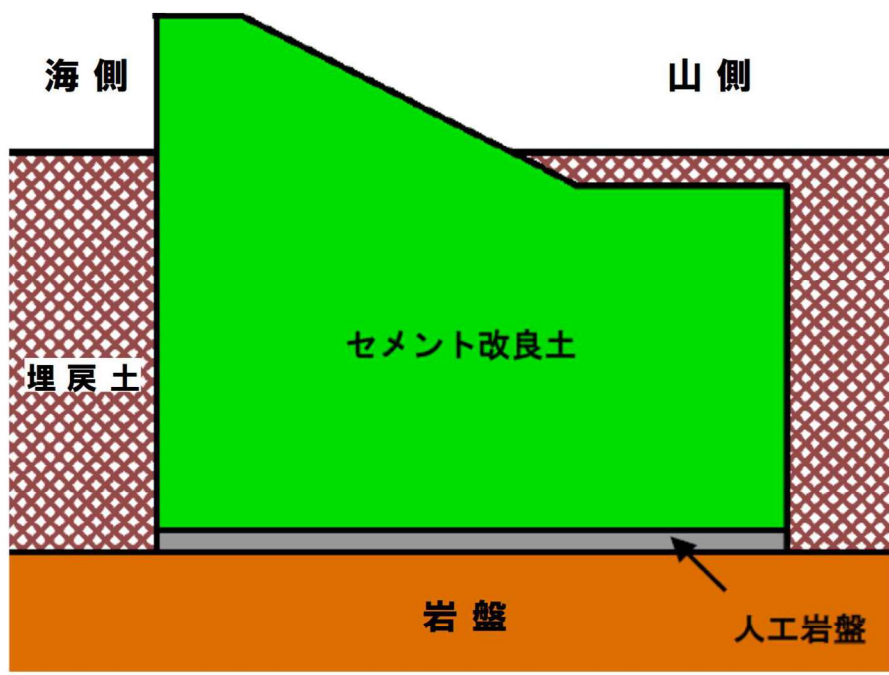
別紙 10-2(1) 図 地下水排水設備の配置概要



別紙 10-2(2) 図 地下水排水設備のうち集水管他の敷設断面図



別紙 10-2(3) 図 地下水排水設備のうち湧水ピット断面図



別紙 10-3 図 岩着構造の防潮堤概要図

第Ⅱ編 設計地下水位の設定方針

1. 基本的な考え方

防潮堤の設置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、揚圧力上昇およ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。

このことから、原子炉建屋等の主要建屋については、地下水を連続的に排水する地下水排水設備によって、地下水位を建屋基礎底面下に保持し、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。

原子炉建屋等の主要建屋以外の地下水排水設備が設置されていない施設等においては、自然水位^{※2}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および液状化、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。

ここで、原子炉建屋等の主要建屋以外の地下水排水設備が設置されていない施設等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。

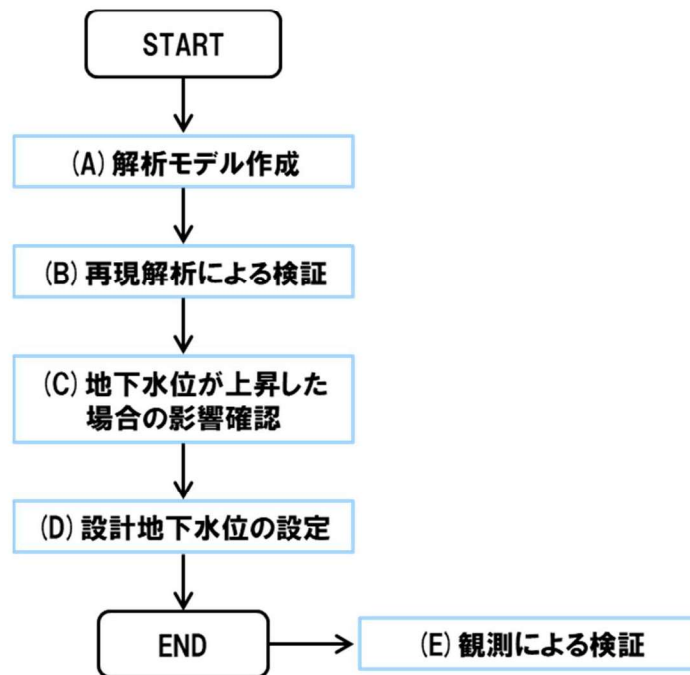
解析の保守性については、解析に用いるパラメータや解析条件の保守的な設定の他、原子炉建屋等の主要建屋に設置された地下水排水設備の機能に期待しない前提条件とすることで確保する。

以上の方針に基づき、原子炉建屋等の主要建屋以外の施設等については、設置許可段階において、浸透流解析の結果から設計地下水位を設定し、設計及び工事計画認可（以下、「設工認」という。）段階において、設計地下水位に基づく耐震評価を行いその詳細を示す。

浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フローを別紙 10-4 図に示す。

※1 第Ⅱ編 4. 項に示す地下水位が上昇した場合の揚圧力影響（設置許可基準規則第 4 条）および液状化影響（設置許可基準規則第 3 条第 2 項）。

※2 地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水位



別紙 10-4 図 浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フロー

別紙 10-4 図の各プロセスにおける検討方針を以下に示す。

(A) 解析モデル作成

- ・ 泊発電所敷地等の地形的特徴を踏まえた解析モデルを作成する。

(B) 再現解析による検証

- ・ 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・保守性を確認する。
- ・ 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) 地下水位が上昇した場合の影響確認

- ・ 防潮堤設置により敷地内の地下水の流動性が変化することを踏まえ、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を網羅的に抽出する。
- ・ 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を整理し、この影響に対する施設ごとの対応方針を定める。

(D) 設計地下水位の設定

- ・ (A) ～ (C) に基づく予測解析を実施し、設置許可段階における施設等の構造成立性を確認するための設計地下水位を設定する。なお、設工認段階における施設等の設計地下水位は設置許可段階における構造成立性検討用の地下水位と同じ設定とする方針とする。

(E) 観測による検証

- ・ 地下水位観測記録を取得し、(D)にて定める設計地下水位の妥当性を検証する。

(D)項で述べた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。

① 地下水排水設備の機能に期待しない

地下水排水設備が設置されていない施設等については、保守的に原子炉建屋等の主要建屋に設置された地下水排水設備の機能に期待しない条件にて浸透流解析を実施し、設計地下水位を設定する。

② 降雨条件

泊発電所における積雪影響を除く時期（6月～11月）の30年（1991年～2020年）平均年間降水量は約1,210mmであり、気象庁寿都特別地域気象観測所における同期間・同時期の平均年間降水量は約1,420mmである。

浸透流解析における降水量の設定条件として、上記寿都観測所における積雪影響を除く時期（6月～11月）^{※3}の30年平均年間降水量にばらつきを考慮した値（平均値+1 σ ）に、今後の気候変動予想による降水量の変化^{※4}を加味し、解析用降水量1,900mm/年を設定する。

※3 寿都特別地域気象観測所における1991年～2020年の期間の30年平均年間降水量は1,250.6mm/年であるが、積雪影響を除く時期（6月～11月）の30年平均年間降水量は1419.7mm/年となる。

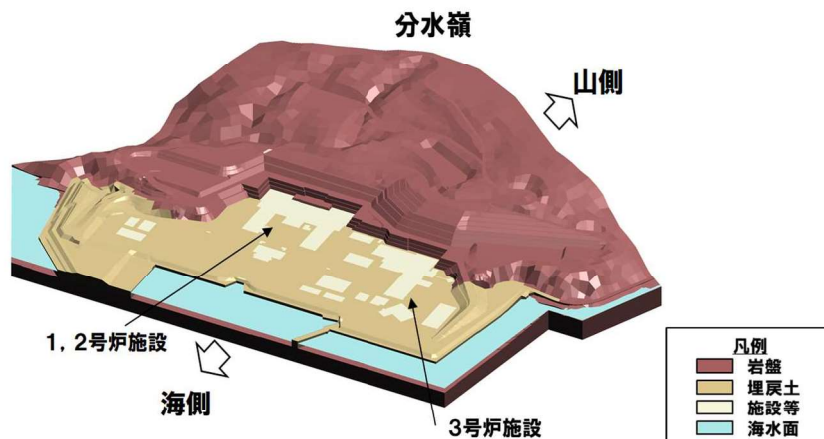
上記を踏まえ、予測解析において、より保守的な降雨条件となるように、6月～11月の30年平均年間降水量を降雨条件のベースの雨量として設定した。

※4 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

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した(解析ソフト: Dtransu-3D・EL, バージョン: Ver. 1.0i.2a)。

解析モデル鳥瞰図を別紙 10-5 図に、解析モデルの概要を別紙 10-1 表に示す。



別紙 10-5 図 解析モデル鳥瞰図

別紙 10-1 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・埋戻土を反映する。

また、敷地内における構造物等のモデル化方針について、別紙 10-6 図に示す。原子炉建屋等の主要建屋を含む構造物については、全て不透水構造物として設定した。

名称
3号炉原子炉建屋
3号炉原子炉補助建屋
A1.A2-燃料油貯油槽タンク室
3号炉ディーゼル発電機建屋
B1.B2-燃料油貯油槽タンク室
3号炉原子炉補機冷却海水管ダクト
3号炉循環水ポンプ建屋
3号炉取水ビットスクリーン室
3号炉取水路
3号炉放水路
1号炉原子炉建屋
1号炉原子炉補助建屋
1号炉原子炉補機冷却海水管ダクト
2号炉原子炉建屋
2号炉原子炉補助建屋
2号炉原子炉補機冷却海水管ダクト
1, 2号炉循環水ポンプ建屋
1, 2号炉取水ビットスクリーン室
1, 2号炉取水路
1, 2号炉放水路

別紙 10-6 図 主要建屋周辺における構造物等のモデル化方針

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3. 再現解析による検証

(1) 再現解析と観測水位との比較

再現解析の目的は、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・保守性を確認することである。

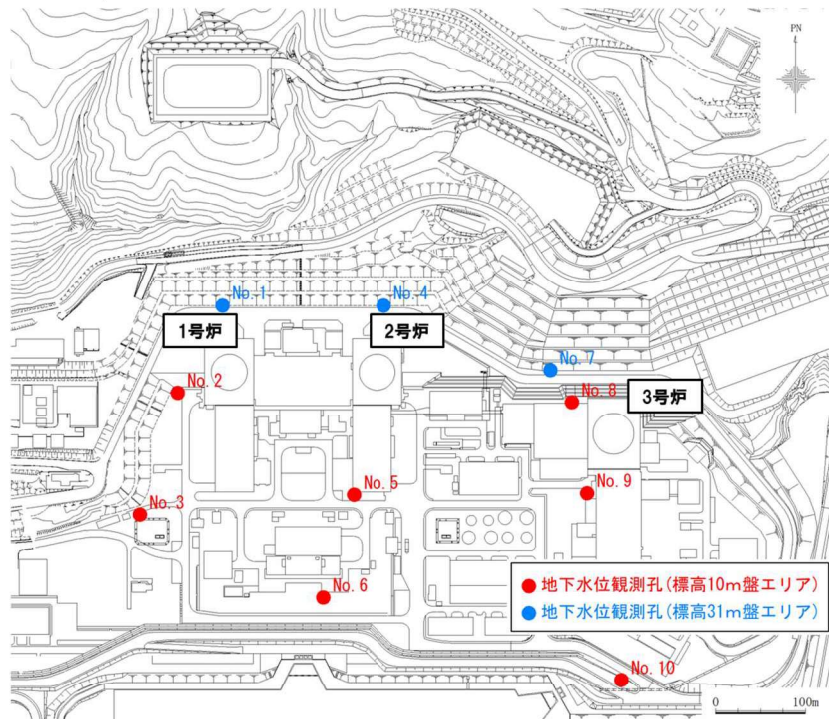
再現解析において、降雨条件を泊発電所における積雪影響を除く時期（6月～11月）の30年平均年間降水量（1,212.2mm/年）として、敷地内の定常的な地下水位を確認するため、浸透流解析（定常解析）を実施する。また、参考として観測降雨を与える浸透流解析（非定常解析）も実施する。

その他の解析条件として、透水係数は別紙 10-2 表のとおり透水試験等に基づき設定した。なお、岩盤部は1層の岩盤としてモデル化し、敷地に広く分布している火砕岩類（A級・B級）の透水係数を代表として使用した（添付資料 3 参照）。

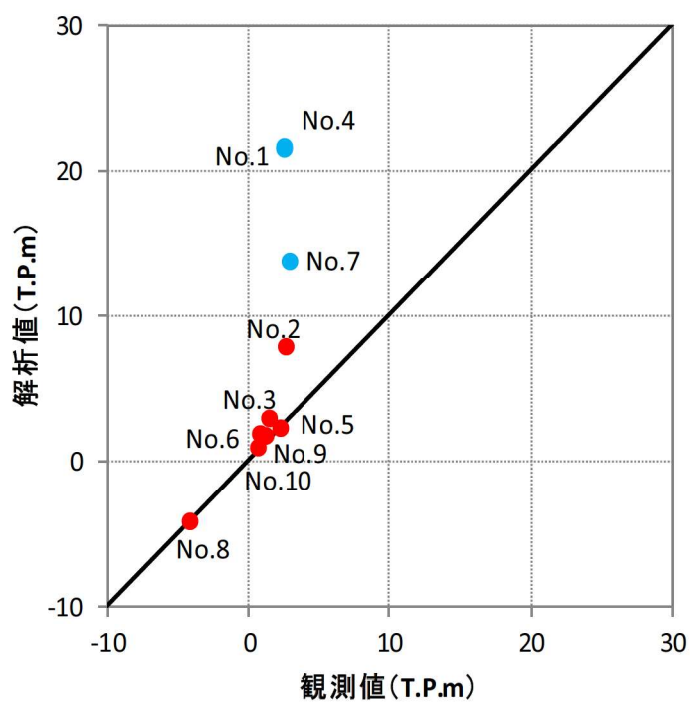
解析の妥当性・保守性は解析値（解析水位）と観測値（観測水位：添付資料 4 参照）を比較することにより確認することとした（水位観測時点の構造物をモデル化しており、岩着構造の防潮堤は設置前のためモデル化していない）。

観測孔位置を別紙 10-7 図に、観測値と解析値の比較を別紙 10-8 図に示す。

再現解析（定常）の結果、観測孔位置における地下水位の解析値は、観測値に対して、T.P.+10.0m 盤エリアでは概ね一致することから、妥当性を有するモデルとなっており、発電所敷地山側（T.P.+10.0m 盤エリアより高標高の範囲）では上回ることから保守的なモデルとなっていることを確認した。この結果から、予測解析においても解析値が適切（地下水位が実態と比べて同等以上）に評価されると判断した。



別紙 10-7 図 観測孔位置



別紙 10-8 図 観測値と解析値の比較

別紙 10-2 表 透水係数

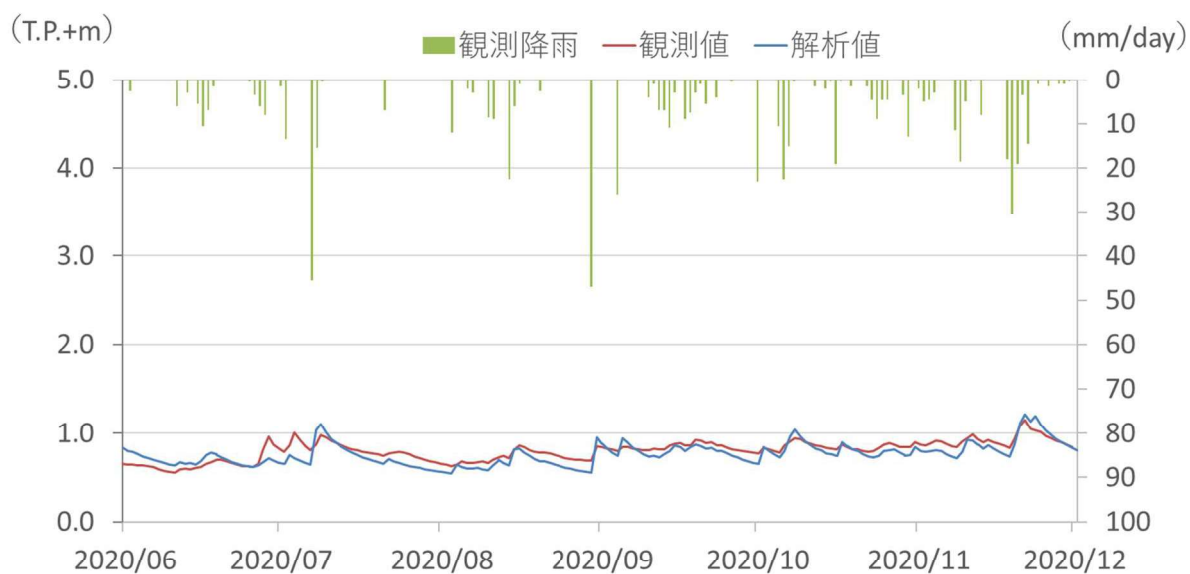
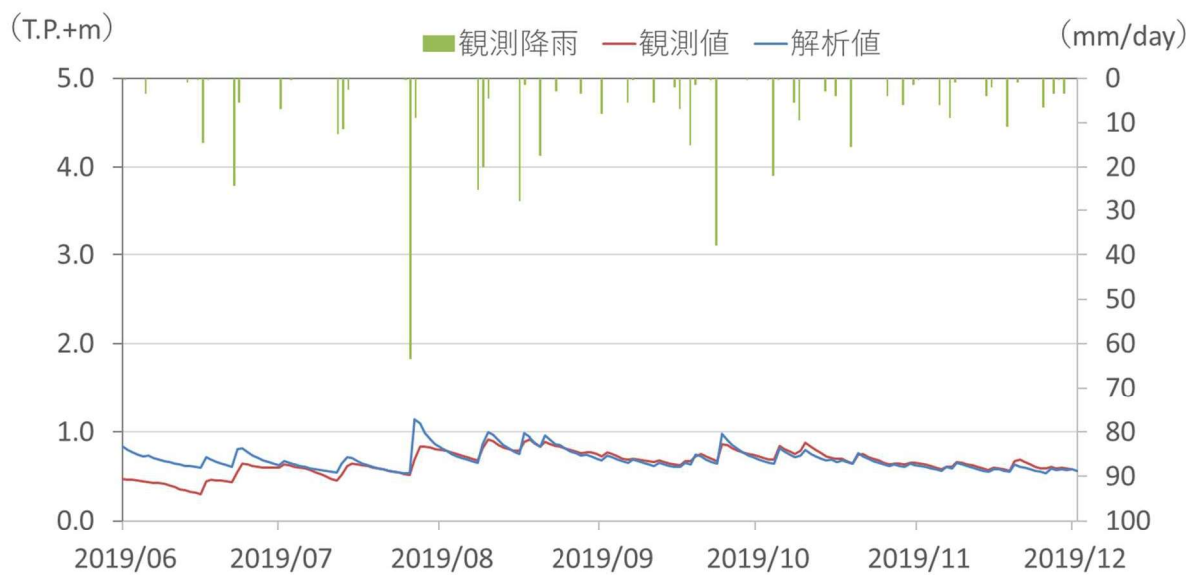
岩級	透水係数 (cm/sec)
岩盤部 (A 級・B 級相当で設定)	2.5×10^{-5}
埋戻土	1.7×10^{-3}
構造物	不透水

(2) 水位経時変化の確認

参考として非定常解析を実施し、別紙 10-7 図に示す観測孔のうち、泊 3 号炉の海側に位置する観測孔から No.9, No.10 を例に解析水位と観測水位の経時変化を別紙 10-9 図に示す（その他の観測孔を対象とした非定常解析結果を添付資料 9 に示す。）。



別紙 10-9(1)図 地下水位の経時変化例 (No.9 孔)



別紙 10-9(2)図 地下水位の経時変化例 (No.10 孔)

No.9 孔およびNo.10 孔は T. P. +10. 0m 盤エリアに位置している。No.9 孔は埋戻土の層厚が比較的薄い地点であり， No.10 孔は埋戻土の層厚が比較的厚い地点である。

地下水位の経時変化に係わる観測値と解析値を比較するとNo.9 孔， No.10 孔では概ね両者は同程度で推移しており， 降雨等に伴う水位変化の傾向も再現されていることから， 解析モデル全体として適切なモデルであることを確認した。

a. No.9 孔

No.9 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの， 大きな変動は確認されず， 概ね T. P. +2m 付近を推移している。また， 解析値でも概ね同程度で推移している。

b. No.10 孔

No.10 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの， 大きな変動は確認されず， 概ね T. P. +1m 付近を推移している。また， 解析値でも概ね同程度で推移している。










4. 地下水位が上昇した場合の影響確認

(1) 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

防潮堤の設置により敷地内の地下水の流動場が変化する可能性があることを踏まえ、地下水排水設備の有無に係わらず、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を、別紙 10-10 図の泊 3 号炉における耐震重要施設・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)、保管場所、アクセスルートおよびそれらの基礎地盤・周辺斜面から抽出する。


別紙 10-10 図に示す施設等のうち、取水口(貯留堰含む)および屋外排水路逆流防止設備については、防潮堤より海側に設置される設備であり、防潮堤の設置に伴う地下水位の上昇影響は無いため抽出対象からは除外し、これら以外の全ての施設等およびそれらの基礎地盤・周辺斜面を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として抽出した。

なお、原子炉建屋等の主要建屋についても、地下水位が上昇した場合の影響を確認する観点から抽出対象とした。抽出結果を別紙 10-3 表に示す。

凡 例	
	耐震重要施設かつ常設重大事故等対処施設(屋外)
	耐震重要施設かつ常設重大事故等対処施設(地下埋設)
	耐震重要施設(屋外)
	耐震重要施設(地下埋設)
	常設重大事故等対処施設(屋外)
	常設重大事故等対処施設(地下埋設)
	アクセスルート ※1
	保管場所 ※1
	防潮堤 ※2



別紙 10-10 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

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

別紙 10-3 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
建物・構築物	原子炉建屋
	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
	B1, B2-燃料油貯油槽タンク室
屋外重要 土木構造物	取水路
	取水ピットスクリーン室
	取水ピットポンプ室
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室
	原子炉補機冷却海水管ダクト
	B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ
津波防護施設※	防潮堤
	3号炉取水ピットスクリーン室溢水防止壁
	3号炉放水ピット溢水対策工
	1, 2号炉取水ピットスクリーン室溢水防止壁
重大事故等 対処施設	緊急時対策所（指揮所，待機所）
	代替非常用発電機
保管場所・ アクセスルート	保管場所
	アクセスルート

※津波防護施設は今後，変更となる可能性がある。

(2) 地下水位の上昇による影響と対応方針

別紙 10-10 図および別紙 10-3 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および液状化影響が生じる可能性を踏まえ，その影響に対する対応方針を整理した（添付資料 2 参照）。

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，地下水排水設備の機能に期待しない場合の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 10-4 表に示す。

別紙 10-4 表 地下水排水設備の機能に期待しない場合の
地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策

地下水水位の影響を受ける可能性のある施設等		地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水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	
				島根 2 号	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 (地表面又は自然水位※1より保守的に地下水水位を設定)	影響なし (保守的に地下水水位を地表面に設定)	影響なし
		対策	地下水排水設備 各施設等 (耐震補強)	-	-
建物・ 構築物	・原子炉建屋 ・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	評価結果	影響あり (揚圧力影響)	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	地下水排水設備 【揚圧力対策】 ○:地下水排水設備による地下水の排水(信頼性向上) 【液状化対策】 -:(施設が改良地盤等や他構造物に囲まれており、液状化等の影響がない。)	【揚圧力対策】 ○:地下水水位低下設備(既設)の設置 【液状化対策】 △:(設計地下水水位の設定において前提とする)	【揚圧力対策】 ○:地下水水位低下設備の設置 【液状化対策】 △:(設計地下水水位の設定において前提とする)
	対策	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。	△: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。
	評価結果	影響なし (地下水排水設備の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	(該当設備なし)	(該当設備なし)	
	・B1,B2-燃料油貯油槽 タンク室	対策	地下水排水設備 各施設等 (耐震補強)	-	-
		評価結果	影響なし (地下水排水設備の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	(該当設備なし)	(該当設備なし)
屋外重要 土木 構造物	・取水路 ・取水ピットスクリーン室 ・取水ピットポンプ室 ・原子炉補機冷却海水 ポンプ出口ストレナ室 ・原子炉補機冷却海水 管ダクト ・B1,B2ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ	評価結果	影響なし (地下水排水設備の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響なし (地下水水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響あり (揚圧力影響・液状化影響)
		対策	地下水排水設備 各施設等 (耐震補強)	-	△:(設計地下水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。
津波防護 施設※2	・防潮堤 ・3号炉放水ピット溢水 対策工 ・3号炉取水ピット スクリーン室溢水防止壁 ・1,2号炉取水ピット スクリーン室溢水防止壁	評価結果	影響なし (地下水排水設備の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響なし (地下水水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響あり (揚圧力影響・液状化影響)
		対策	地下水排水設備 各施設等 (耐震補強)	-	△:(設計地下水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	・緊急時対策所 (指揮所、待機所) ・代替非常用発電機	評価結果	影響なし (地下水排水設備の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響なし (地下水水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	-
		対策	地下水排水設備 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 (地下水排水設備の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響なし (地下水水位低下設備(既設)の機能に期待せず設計地下水水位を設定)	影響あり(一部) (液状化影響)
		対策	地下水排水設備 各施設等 (耐震補強)	-	△:(地下水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)

先行炉の情報に係わる記載内容については、会合資料等に基づき、弊社の責任において独自に解釈したものです。

※1 地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水水位。

※2 津波防護施設は今後、変更となる可能性がある。

凡例

○：地下水排水設備が設計上必要

△：地下水排水設備により保持される地下水水位を前提として評価・対策

-：対策不要

(3)地下水排水設備と設置許可基準規則対応条文との関連性

別紙 10-4 表での整理より，地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水位の上昇による影響については，建物・構築物（B1, B2-燃料油貯油槽タンク室除く）に作用する揚圧力影響に限定される。

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排水設備との関係を整理した。整理結果を別紙 10-5 表に示す。

原子炉建屋等の主要建屋について，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。

別紙 10-5 表 耐震評価において地下水位の影響を受ける施設等の
地下水排水設備との関係なら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 地下水排水設備の位置付け※1				関連する条文 ○は設計上必要、△は設計条件として前提とする。				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				重大事故等 対処設備		
					3条 1項	38条 1項	38条 2項※4	38条 2項※4			津波・余震重畳 40条※4
基礎地盤・ 周辺斜面	基礎地盤			○							
	周辺斜面			○							
建物・ 構築物	原子炉建屋	○						※2			
	原子炉補助建屋	○						※2			
	ディーゼル発電機建屋	○						※2			
	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	○						※2			
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室			○							
	取水路			○							
屋外重要 土木構築物	取水ピットクリン室			○							
	取水ピットポンプ室			○							
	原子炉補助機冷却海水ポンプ出口ストレナ室			○							
	原子炉補助機冷却海水管ダクト			○							
	B1,B2-ディーゼル発電機燃料油槽トレンチ			○							
	防潮堤			○							
津波防護 施設※4	3号炉取水ピットクリン室溢水防止壁			○							
	3号炉放水ピット溢水対策工 1,2号炉取水ピットクリン室溢水防止壁			○							
重大事故等対 処施設	緊急時対策所 (指揮所, 待機所)			○							T.P.+10.0m 溢り高標 高に設置
	代替非常用発電機			○							T.P.+10.0m 溢り高標 高に設置
保管場所・ アクセスルート	保管場所			○							
	アクセスルート			○							
	保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面			○							

※1 地下水位の影響を受ける施設等、および地下水位の影響を踏まえた対策については、設計段階にてその詳細を示す。

※2 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条への適合をもって第39条への適合性を確認する。

※3 津波防護施設は今後、変更となる可能性がある。

5. 設計地下水位の設定

耐震評価における施設等の地下水位の設定方針を別紙 10-6 表に示す。

構造成立性検討用の設計地下水位の設定方法については、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、地下水位を地表面又は自然水位より保守的に設定した水位とする。(添付資料 5 参照)
- ・ 原子炉建屋等の主要建屋は地下水排水設備の機能に期待する方針とし、建屋下の地下水を排水することで建屋基礎底面下に地下水位を設定する。
- ・ 地下水排水設備が設置されていない施設等については、原子炉建屋等の主要建屋に設置された地下水排水設備の機能に期待しない方針とし、以下のとおり地下水位を設定する。
 - T.P.+10.0m 盤エリアに設置される施設等については、地下水位を地表面に設定する。
 - T.P.+10.0m 盤より高標高に設置される施設等については、自然水位より保守的に設定した地下水位を設定する。

なお、設工認段階における施設等の設計地下水位は、設置許可段階における構造成立性検討用の地下水位と同じ設定とする方針とする。

別紙 10-6 表 耐震評価における施設等の地下水位設定方針

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	地表面又は自然水位 ^{※2} より保守的に設定
	周辺斜面	
建物・構築物	原子炉建屋	地下水排水設備の機能に期待して、建屋下の地下水を排水することで建屋基礎底面下に地下水位を設定
	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	
屋外重要土木構造物	B1, B2-燃料油貯油槽タンク室	地表面に設定
	取水路	地表面に設定
	取水ビットスクリーン室	
	取水ビットポンプ室	
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室	
	原子炉補機冷却海水管ダクト	
	B1, B2-ディーゼル発電燃料油貯油槽トレンチ	
B1, B2-ディーゼル発電燃料油貯油槽トレンチ		
津波防護施設 ^{※1}	防潮堤	地表面に設定
	3号炉取水ビットスクリーン室溢水防止壁	
	3号炉放水ビット溢水対策工	
	1, 2号炉取水ビットスクリーン室溢水防止壁	
重大事故等対処施設	緊急時対策所(指揮所, 待機所)	自然水位 ^{※2} より保守的に設定
	代替非常用発電機	
保管場所・アクセスルート	保管場所(T.P.+10.0m 盤より高標高)	自然水位 ^{※2} より保守的に設定
	アクセスルート(T.P.+10.0m 盤より高標高)	
	保管場所(T.P.+10.0m 盤)	地表面に設定
	アクセスルート(T.P.+10.0m 盤)	

※1 津波防護施設は今後、変更となる可能性がある。

※2 地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水位。

前ページで定めた設計地下水位の設定方針と施設等の位置関係について別紙 10-11 図に示す。

なお、防潮堤よりも海側に設置される施設等（屋外排水路逆流防止設備，取水口等）の具体的な地下水位の設定については，構造成立性に係わる個別の説明において，他の設計条件と併せて説明する。



別紙 10-11 図 敷地内に設置される施設等の位置関係図

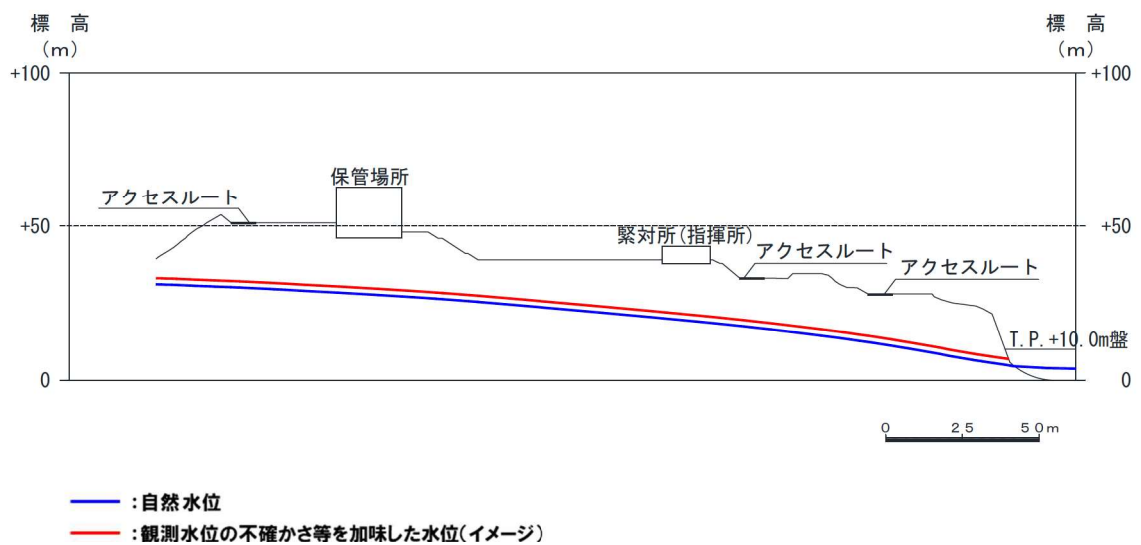
地下水排水設備の機能に期待しない施設等のうち，T.P.+10.0m 盤より高標高に設置される施設等において自然水位より保守的に地下水位を設定する場合の考え方は以下のとおり。

- ・ 浸透流解析結果から求まる自然水位に対して，観測水位の不確かさ等を加味した設計地下水位を設定する。
なお，浸透流解析（予測解析）の結果では，T.P.+10.0m 盤より高標高においては，自然水位は概ね地表面を下回る結果となっている。
上記を踏まえ，対象施設位置における自然水位が施設底面標高を十分下回ることを確認できた場合（例として，緊急時対策所（指揮所）を通る①断面における地下水位の分布を別紙 10-13 図に示す。）は，耐震評価において地下水位は設定しないものとする。
- ・ 具体的な地下水位の設定については，構造成立性に係わる個別の説明において，他の設計条件と併せて説明する。

：枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



別紙 10-12 図 予測解析結果断面位置図



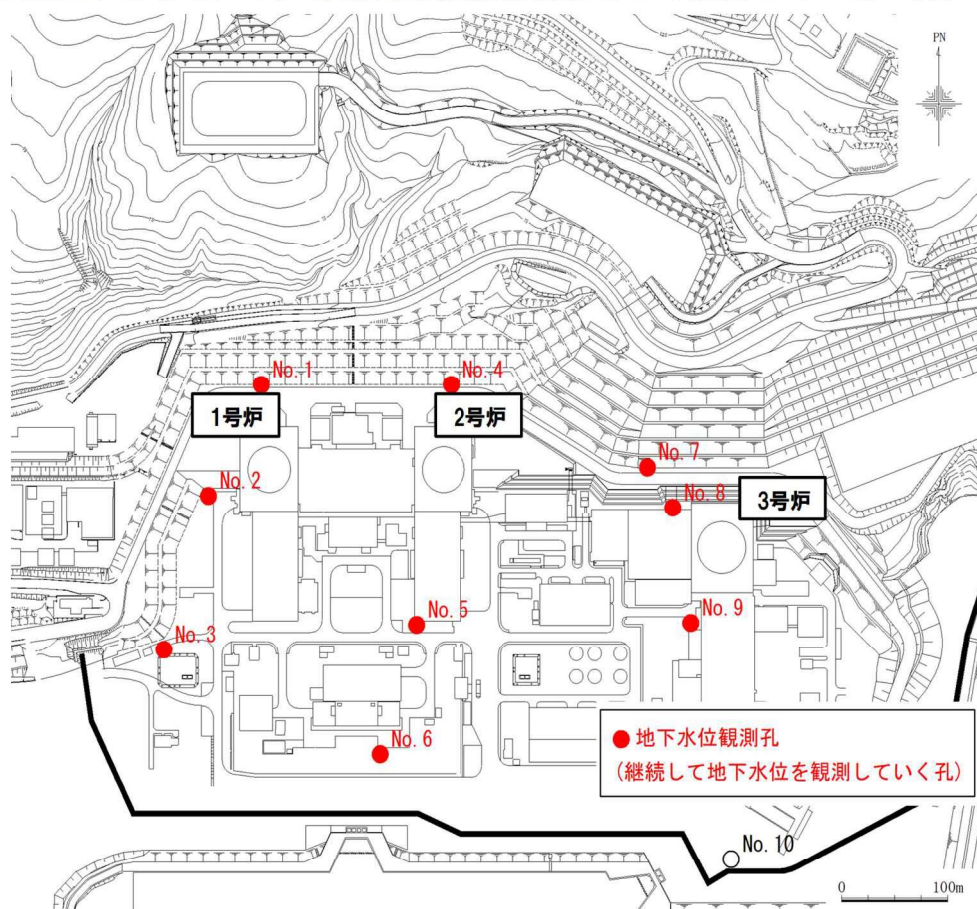
別紙 10-13 図 緊急時対策所（指揮所）を通る①断面における地下水位分布

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

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潮堤設置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、防潮堤設置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。

上記の確認として、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 10-14 図のうちNo.1 孔～No.9 孔については防潮堤による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（観測孔No.10 については、岩着構造の防潮堤設置位置に干渉する見込みとなるため、将来的な継続観測孔として設定していない。）。



※防潮堤の形状は構造検討中であり、今後、変更となる可能性がある。

別紙 10-14 図 地下水位観測計画位置

7. 解析条件および地下水位設定方針の整理

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か上回ることから、解析モデルの妥当性および保守性を確認した。

予測解析では、再現解析により妥当性および保守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。

- ・ 再現解析で使用している、泊発電所における降雨条件（1,212.2mm/年）よりも厳しい降雨条件（1,900mm/年）を定常的に与える。
- ・ 地下水排水設備が設置されていない施設等については、原子炉建屋等の主要建屋に設置された地下水排水設備の機能に期待しない。

別紙 10-7 表 各審査区分における解析条件

審査区分		設置許可段階		設工認段階
解析区分		再現解析（定常 ^{※1} ）	予測解析（定常）	設置許可段階で設定した設計地下水位を設定する。
解析の目的		解析用物性値を含めた解析モデルの妥当性および保守性確認	設計地下水位の設定（構造成立性検討）	
解析条件	(1)透水係数	透水試験結果等に基づき設定	再現解析で妥当性および保守性を確認した透水係数を設定	
	(2)地盤条件	防潮堤設置前	防潮堤設置後	
	(3)降雨条件	1,212.2mm/年	1,900mm/年	
	(4)地下水排水設備	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} ・建物・構築物のうち B1,B2-燃料油貯油槽タンク室 ・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て安定性への影響を確認

: 保守的に設定した条件

第Ⅲ編 地下水排水設備の信頼性向上

1. 地下水排水設備について

1.1 設置目的および機能

- 原子力発電所における施設の機能・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。
- 地下水排水設備の機能は、地下水排水設備が設置された施設における設計の前提が確保されるよう、地下水を連続的に排水することであり、原子炉建屋等の主要建屋では、地下水排水設備が機能することにより、地下水位を建屋基礎底面下に保持する。

1.2 機能維持を要求する期間

- 原子炉建屋等の主要建屋に設置された地下水排水設備は、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。

〔 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 〕

1.3 施設区分

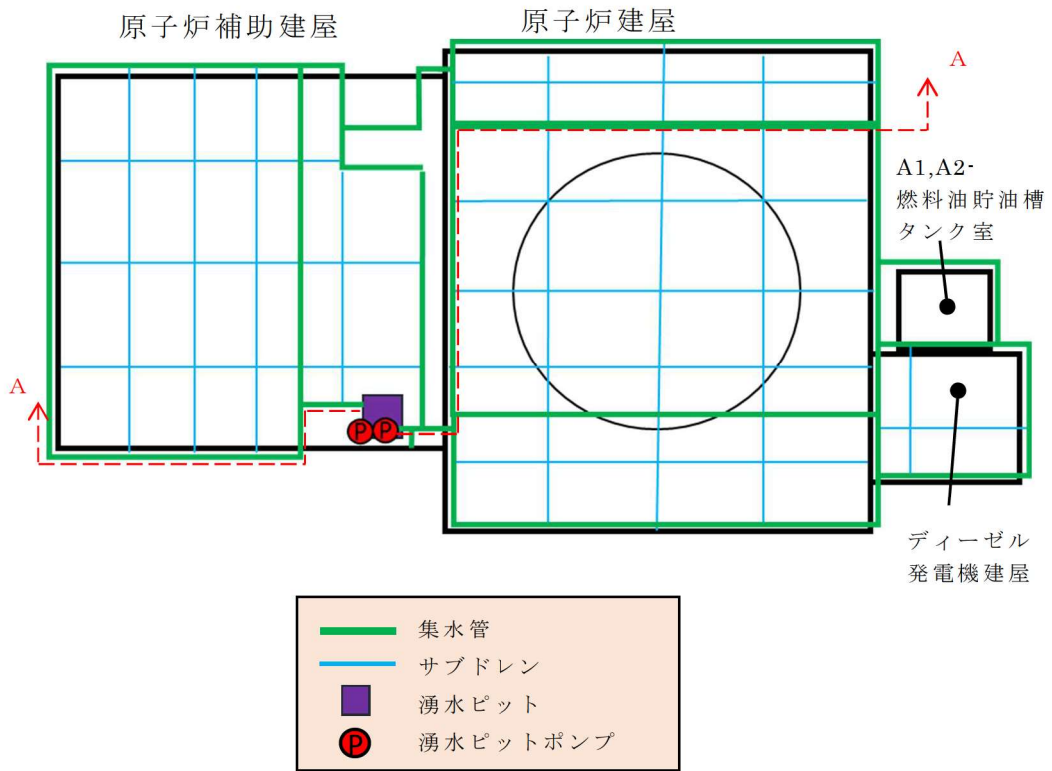
- 地下水排水設備の施設区分は、前述した設置許可基準規則への適合にあたり、施設設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に維持するために必要であることから、重要安全施設等の待機状態維持に直接係わる関連系と扱い、設計基準対象施設のうち安全施設のクラス3設備（耐震Cクラス）と位置付ける。
- また、地下水排水設備の耐震重要度は、設置許可基準規則に示されるSクラス設備及びBクラス設備のいずれにも該当しないため、Cクラスに分類できる。
- 地下水排水設備の安全重要度および耐震重要度の分類について、添付資料6に示す。
- 地下水排水設備は重大事故等に対処するための機能は有していないため、重大事故等対処施設には位置付けない。

1.4 設置許可基準規則との関係

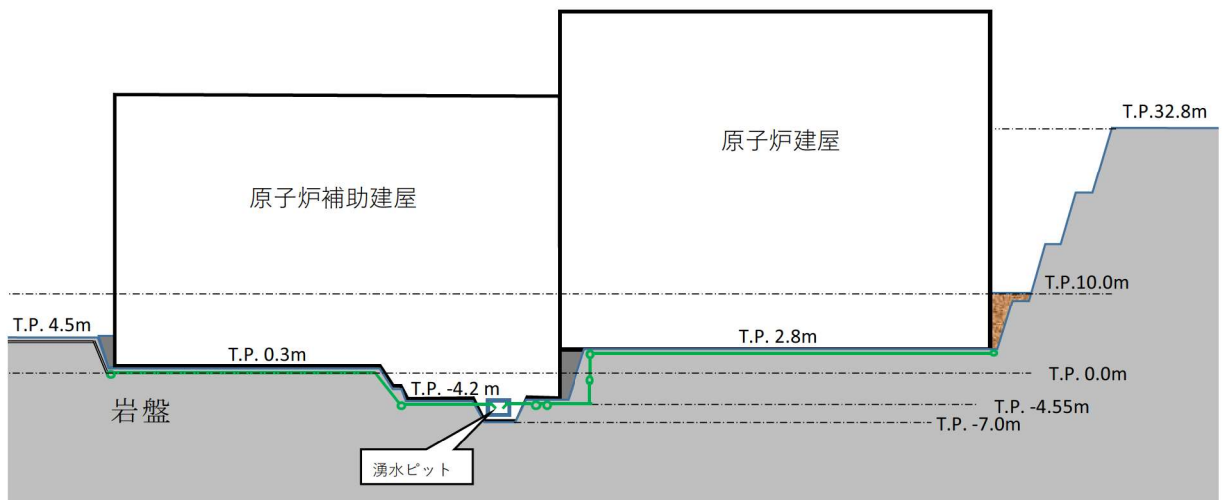
- 原子炉建屋等の主要建屋は、設計上、地下水位が低下している状態として揚圧力を考慮していない。そのため、建屋基礎底面を上回る地下水位となった場合には、基礎スラブの耐震性（間接支持機能）を確保できない可能性があることから、設置許可基準規則第4条への適合には地下水排水設備が必要である。
- 設置許可基準規則第39条は同第4条と同様の要求であり、第4条への適合をもって第39条への適合性を確認する。
- 第3条第2項（液状化影響）については、原子炉建屋等の主要建屋は岩盤に囲まれており、地下水排水設備の機能に期待しない場合でも液状化影響を受けないため、当該条項への適合に地下水排水設備は関係しない。

1.5 配置と構造

- 地下水排水設備の配置を別紙10-14図に、集水管の配置と建屋基礎底面のレベルを別紙10-15図に、泊3号炉建設時に撮影した集水管敷設状況写真を別紙10-16図に示す。
- 地下水排水設備は、建屋の基礎直下およびその周囲に集水管（硬質ポリ塩化ビニル製有孔管：φ200mm）とサブドレン（ポリプロピレン樹脂製合成繊維管：φ100mm）を配置しており、各々の建屋下で湧出する地下水は、サブドレンから集水管を経て、原子炉補助建屋内の湧水ピットに導かれる。
- サブドレンと集水管は、岩盤や建屋基礎底面等に囲まれた矩形の空間に敷設されており、その周囲には碎石を充填している。
- サブドレンは集水管より150mm上方に格子状に配置されており、上部にはコンクリート流入防止材（合成繊維不織布）と亜鉛鉄板が施工されている。
- 集水管は主に建屋外周部に沿って配置され、上部にはコンクリート流入防止材（合成繊維不織布）と亜鉛鉄板が施工されている。（第I編の別紙10-2(2)図に、集水管他の敷設断面図を示す。）
- サブドレンから集水管に導かれ、湧水ピットに貯留された地下水は、湧水ピットエリアに設置された湧水ピットポンプ・配管を介して、外洋に繋がる放水路へ導かれる構造となっている。



別紙 10-14 図 地下水排水設備の配置



別紙 10-15 図 集水管等の配置と建屋基礎底面のレベル (A-A 断面)



別紙 10-16 図 集水管敷設状況写真（泊 3 号炉建設時）

2. 地下水排水設備の設備要件

2.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析

前述のとおり，地下水排水設備の機能を要求する期間や施設区分に加え，設備配置や概略構造を説明した。

ここでは，通常運転時から重大事故等時までの供用期間中の全ての状態における地下水排水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，供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析（分析 1～4）を行う。

【分析 1】

- 地下水排水設備の機能ごとに，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 10-8 表のとおり，地下水排水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。
- 地下水排水設備の構成部位が，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 10-9 表)する。
- 分析結果を踏まえ，地下水排水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。

【分析 2】

- 分析 1 から抽出された，地下水排水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 10-10 表)する。
- 分析結果を踏まえ，地下水排水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。

【分析 3】

- 「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排水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 10-11 表)する。
- 分析結果を踏まえ，地下水排水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。

【分析 4】

- 大規模損壊の発生要因とプラントの損壊状況を踏まえ，地下水排水設備の設計を行ううえで配慮する。

2.2 関係する条文の抽出

地下水排水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、機器の故障に加え、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(別紙10-8表)。

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。

別紙 10-8 表 地下水排水設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係

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	-	地下水排水設備は、発電用原子炉施設の各設備を本条文中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）	○	-	泊3号炉で想定する外部事象として抽出した事象
第7条 不法な侵入	-	本条文中は、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 内部溢水	○	-	-
第10条 誤操作の防止	○	-	-
第11条 安全避難通路等	-	本条文中は、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	-	本条文中は、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	-	本条文中は、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 燃料体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 緊急時対策所	-		
第35条 通信連絡設備	-		
第36条 補助ボイラー	-		
		本条文中は、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	-

2.3 各構成部位の機能喪失要因の分析

(1) 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析（分析 1）

地下水排水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。

<分析 1 の前提条件>

- 機能喪失有無の判定においては，地下水排水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。
- 地下水排水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。

<分析結果>

- 分析の結果，地下水排水設備の各構成部位に対する機能喪失要因として別紙 10-9 表のとおりの結果を得た。
- これらの機能喪失要因を踏まえ地下水排水設備の設計上の信頼性を向上させる観点から別紙 10-12 表のとおり，設計上の配慮を行う。

別紙 10-9 表 地下水排水設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係

機能	構成部位	機器故障 (故障モード)	地盤 (3条)	地震 (4条)	津波 (5条)	風(台風) (6条)	竜巻 (6条)	凍結 (6条)	降水 (6条)	積雪 (6条)	落雷 (6条)	火山 (6条)	生物学的 事象 (6条)	森林火災 (外部火災) (6条)	人の不法 な侵入 (7条)	内部火災 (8条)	内部益水 (9条)	誤操作 防止 (10条)	安全避難 通路 (11条)	安全施設 (12条)	過渡事故 の拡大防止 (13条)
集水機能	集水管 パイプ	○*2		×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-			
	湧水 ピット	○*3		×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-			
貯水機能	配管	×		×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-			
		リ-ク・閉 塞																			
排水機能	湧水ピ ットボ ン	×	地下水排水設備は、発電用原子炉の各施設を本通文に合せた設置するものであることか	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○			
		継続運転 失敗・起 動失敗																			
監視・ 制御機能	制御盤 動力盤	×		×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
		不動作・ 誤動作																			
電源機能	水位計	×		×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		起動失敗																			
電源機能	電源*1 (非常用 DG)	×		×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		起動失敗																			

*1：外部電源はSs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

*2：集水管及びパイプは岩盤内部設置しており、管内への土砂供給が非常に少ないため、閉塞の可能性は非常に小さい

*3：湧水ピットは集水管からの土砂供給が非常に少ないため、閉塞の可能性は非常に小さい

*4：分析1では誤操作による機器の故障を含めた取り扱いとする

凡例○：事象に対し設備が影響を受けない

×：事象に対し設備が影響を受ける可能性あり

—：評価対象外

(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）

地下水排水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。

<分析 2 の前提条件>

- 地下水排水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。
- 地下水排水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，起動失敗等の機器の故障を考慮する。

<分析結果>

- 別紙 10-10 表に示すとおり，地下水排水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，地下水排水設備には，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，建物の安定性等の継続的な確保が必要である。
- このため，地下水排水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，「地下水排水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，建物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 10-10 表に示すとおり，地下水排水設備が機能喪失する事象発生時には，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，地下水排水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代替非常用発電機から電源供給可能な設計とすることにより，地下水排水設備の信頼性を向上させることができる。

別紙 10-10 表 地下水排水設備の機能喪失と同時に発生の可能性がある事象の分析 (1/3)

	運転時の異常な過渡変化													
	原子炉起動 時における異 常な引き抜き	出力運転 中の制御棒 の引き抜き	制御棒の 落下及び不 整合	原子炉中の 燃料の異常な 積	原子炉冷却 水の流量喪 失	原子炉冷却 水の停止の 誤起動	主給水 流量喪失	蒸気負荷の 異常な増加	2次冷却 系の異常な 減圧	蒸気発生 器への過 剰給水	負荷の 喪失	原子炉冷却 水の異常な 減圧	出力運転 中の非常な 冷却系の誤 起動	外部電源 喪失
機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
風(台風)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
竜巻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
凍結	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
降水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
降雪	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
落雷	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
火山	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
生物学的 影響	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
森林火災 (外部火災)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	*1
内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×

凡例△：地下水排水設備の機能喪失あり、ただし、過渡事象は起きない。 ×：地下水排水設備の機能喪失あり、かつ、過渡事象が起きる。
*1：外部電源は発電所外の設備も含まれており、地下水排水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 10-10 表 地下水排水設備の機能喪失と同時に発生の可能性がある事象の分析 (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	主給水管破断	主蒸気管破断	制御棒飛び出し	放射性気体廃棄物処理施設の破損	蒸気発生器伝熱管破損	燃料集合体の落下	可燃性ガスの発生																	
地下水排水設備の機能喪失要因	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△：地下水排水設備の機能喪失あり、ただし、設計基準事故は起きない。 ×：地下水排水設備の機能喪失あり、かつ、設計基準事故が起きる。

別紙 10-10 表 地下水排水設備の機能喪失と同時に発生する事象の分析 (3/3)

		重大事故等																			
		2次冷却系からの熱除去機能喪失	全動力電源喪失	原子炉冷却機機能喪失	原子炉格納容器の熱除去機能喪失	原子炉停止機能喪失	ECCS注水機能喪失	ECCS再循環機能喪失	格納容器の圧力・温度静的負荷過剰による破損	格納容器の圧力・温度静的負荷過剰による破損	高圧溶融物/格納容器周囲気直接加熱	原子炉格納容器の溶融燃料/冷却材相互作用	溶融炉心・コンクリート相互作用	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失(余熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失)	原子炉冷却材の流出	反応度の誤投入	全動力電源喪失(停止時)		
地下水排水設備の機能喪失要因	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△：地下水排水設備の機能喪失あり、ただし、重大事故は起きない。×：地下水排水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

(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）

「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、地下水排水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。

<分析 3 前提条件>

- 運転時の異常な過渡変化等の発生後に、地下水排水設備が機能喪失する状態及び地下水排水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。
- 地下水排水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。

<分析結果>

- 別紙 10-11 表に示すとおり、地下水排水設備は、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、地下水排水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、建屋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、地下水排水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、「地下水排水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、建屋の安定性等が確保されることとなる。

別紙 10-11 表 「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
地下水排水設備が機能喪失した場合の影響 (1/2)

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引き抜き	出力運転中の制御棒の引き抜き	制御棒の落下及び不整合	原子炉中の制御棒の異常な希釈	原子炉冷却材の流量喪失	原子炉冷却材の停止の誤起動	原子炉冷却材の停止ループ	主給水流量の喪失	蒸気負荷の異常な増加	2次冷却系の異常な減圧	蒸気発生器への過剰給水	負荷の喪失	原子炉冷却材の異常な減圧	出力運転中の炉心の誤起動	外部電源喪失
○ (影響なし)														
地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に影響しない														
× (影響あり)														
建屋の安全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あり														
設計基準事故														
原子炉冷却材喪失	原子炉冷却材流量喪失	原子炉冷却ポンプの軸着	原子炉冷却材の軸着	主給水管破断	主蒸気管破断	制御棒飛び出し	放射性気体廃棄物処理施設の破損	蒸気発生器伝熱管破損	燃料集合体の落下	可燃性ガスの発生				
○ (影響なし)														
地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に影響しない														
× (影響あり)														
建屋の安全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あり														

別紙 10-11 表 「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
地下水排水設備が機能喪失した場合の影響 (2/2)

重大事故等																			
2次冷却系からの除熱機能喪失	全交流電力源喪失	原子炉補冷却機能喪失	原子炉格納熱機能喪失	原子炉停止機能喪失	ECCS注水機能喪失	ECCS再循環機能喪失	格納容器ハイス	雰囲気・温度による静的負荷(格納容器過圧破損)	雰囲気・温度による静的負荷(格納容器過温破損)	高圧溶融物/格納容器直熱接	原子炉压力容器外の溶融燃料/冷却材相互作用	水素燃焼	溶融炉心・シリート相互作用	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失(余熱除去故障による停止機能喪失)	原子炉冷却材の流出	反応度の誤投入	全交流電力源喪失(停止時)
地下水排水設備の機能喪失のみの場合	○ (影響なし)																		
地下水排水設備が機能喪失し地下水位が上昇した状態で地震が発生する場合	地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に影響しない																		
地下水排水設備が機能喪失し地下水位が上昇した状態で地震が発生する場合	× (影響あり)																		
地下水排水設備が機能喪失し地下水位が上昇した状態で地震が発生する場合	建屋の安全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あり																		

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、地下水排水設備を機能維持する観点から、地下水排水設備の設計に係わ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。

分析 1 の結果から、地下水排水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 10-12 表のとおり多重化の可否を含め整理した。

別紙 10-12 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	集水管 サブトラック	地震	<ul style="list-style-type: none"> Ss 機能維持することにより集水機能を確保 	×
貯水機能	湧水ピット	地震	<ul style="list-style-type: none"> Ss 機能維持することにより貯水機能を確保 	×
	配管	機器故障 (リーク・閉塞)	<ul style="list-style-type: none"> 配管の多重化による機能維持 	○
		地震	<ul style="list-style-type: none"> Ss 機能維持 	
		竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 飛来物の影響が及ばない建屋内に設置 	
		機器故障 (継続運転失敗・起動失敗)	<ul style="list-style-type: none"> 機器類の多重化による機能維持 	
		地震	<ul style="list-style-type: none"> Ss 機能維持することにより機器類の機能を確保 	
		台風、竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 飛来物の影響が及ばない建屋内に設置 	
		凍結	<ul style="list-style-type: none"> 凍結の影響が及ばない建屋内に設置 	
		降水	<ul style="list-style-type: none"> 降水の影響が及ばない建屋内に設置 	
		積雪	<ul style="list-style-type: none"> 積雪の影響が及ばない建屋内に設置 	○
		落雷	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 火山灰が侵入しない建屋内に設置 	
		生物学的事象	<ul style="list-style-type: none"> 小動物の侵入が想定される開口部がない建屋内に設置 	
		森林火災 (外部火災)	<ul style="list-style-type: none"> 外部火災の影響が及ばない建屋内に設置 	
		内部火災	<ul style="list-style-type: none"> 共通要因故障に配慮した配置 	
		内部溢水		
	制御盤 動力盤	(機能喪失要因と対策は、上述の湧水ピットホップと同じ)		○
		機器故障 (不動作・誤操作)	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Ss 機能維持 	○
		竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 飛来物の影響が及ばない建屋内に設置 	
		落雷	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 火山灰が侵入しない建屋内に設置 	
	電源 (非常用 DG)	機器故障 (起動失敗)	<ul style="list-style-type: none"> 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 10-12 表)を集約し,別紙 10-13 表のとおり整理した。

別紙 10-13 表 地下水排水設備の設計に係わ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	集水管・サブドレン	・ Ss 機能維持	・ Ss 機能維持の確認方法は別紙 10-14 表参照 ・ 集水管及びサブドレンに関する信頼性向上は「添付資料 8」参照
貯水機能	湧水ピット	・ Ss 機能維持	・ Ss 機能維持の確認方法は別紙 10-14 表参照
排水機能	配管	・ 多重化 ・ Ss 機能維持	・ 多重化の概要は別紙 10-15 図参照 ・ Ss 機能維持の確認方法は別紙 10-14 表参照
	湧水ピットポンプ		
監視・制御機能	制御盤・動力盤	・ 屋内配置	
	水位計		
電源機能	電源(非常用 DG)	・ 多重化	・ 多重化の概要は別紙 10-15 図参照

分析 2 の結果からは分析 1 と同様の対策(別紙 10-12 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,代替非常用発電機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 10-12 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,地下水排水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,地下水排水設備が機能喪失する状態も考え,復旧用水中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. 地下水排水設備の運用管理方針」参照)。

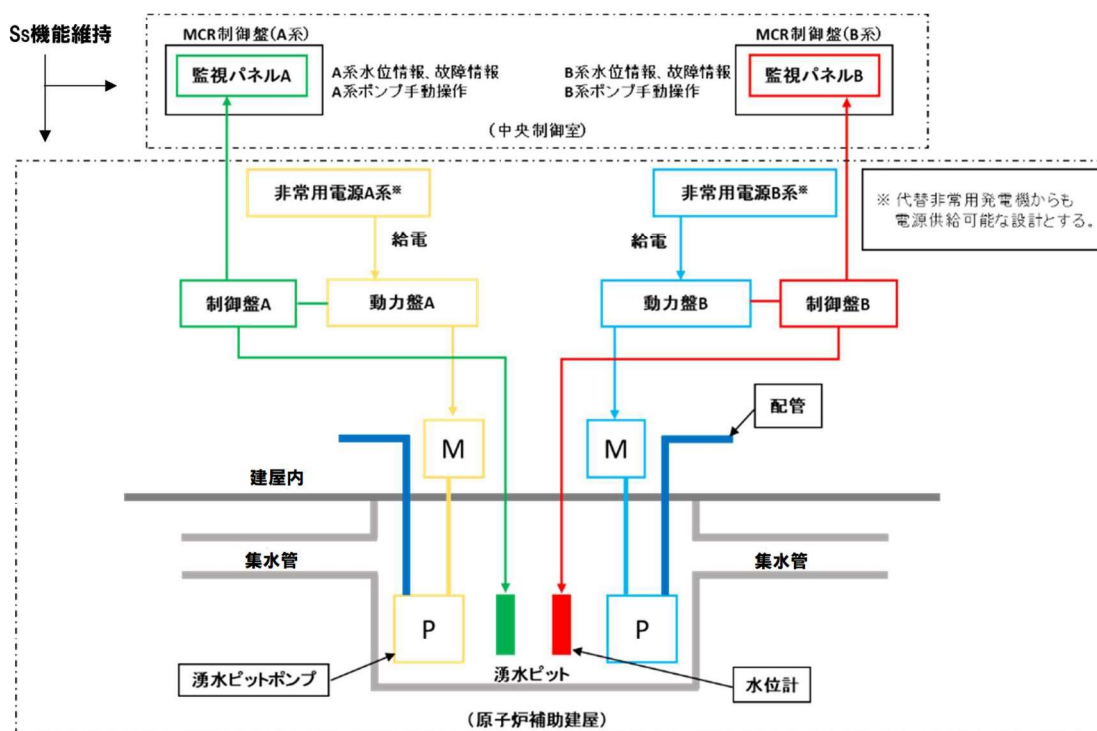
地下水排水設備の各構成部位における Ss 機能維持の確認方法を別紙 10-14 表に示す。

別紙 10-14 表 地下水排水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法

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	集水管 サブトレン	解析	<ul style="list-style-type: none"> 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。
貯水機能	湧水ピット	解析	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss に対し地下水の貯水機能を維持する設計とする。
排水機能	配管	解析	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss に対して湧水ピット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。
	湧水 ピットポンプ	解析	<ul style="list-style-type: none"> 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（湧水ピットポンプの支持機能）を維持する設計とする。
監視・制御機能	制御盤 動力盤	解析・加振 試験	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss に対し機能（湧水ピットポンプの制御機能）を維持する設計とする。
	水位計	解析・加振 試験	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss に対し機能（湧水ピット内に継続的に流入する地下水位監視機能、湧水ピット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

地下水排水設備の電源系，監視・制御系の系統構成概要を別紙 10-17 図に示す。湧水ピットポンプ，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 10-17 図 地下水排水設備の電源系，監視・制御系の系統構成概要

2.6 排水能力

地下水排水設備の排水能力の設定には，岩着構造の防潮堤を解析モデルに反映して実施した浸透流解析の結果から，別紙 10-15 表に示す湧水量を想定する。

別紙 10-15 表 浸透流解析に基づく想定湧水量と湧水ピットポンプ排水能力

想定湧水量（解析結果）	湧水ピットポンプ排水能力
167.3 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）

今後，防潮堤が設置される過程および設置後において，湧水量を継続的に測定し，上表の排水能力の設定により，十分な排水能力の裕度を確保できているか確認を行う。

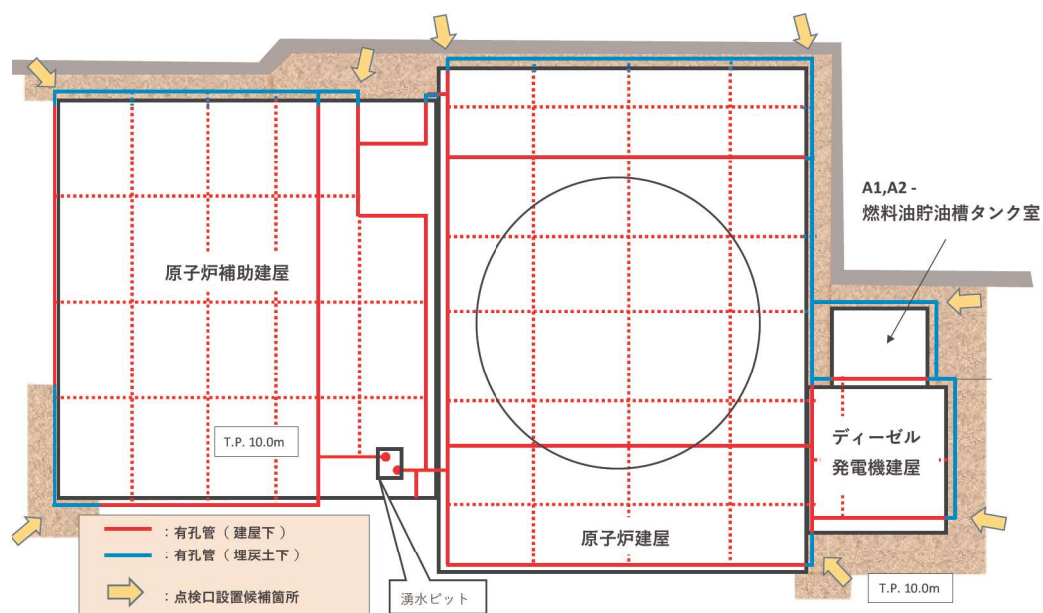
3. 地下水排水設備の保守管理方針

3.1 保守管理について

- 地下水排水設備を「予防保全」の対象と位置付け、保全計画を策定する。
- 機能喪失した場合に備え復旧用水中ポンプを確保した上で、機能喪失時には原因調査を行い補修する。

3.2 集水管の内部確認と清掃について

- 原子炉建屋等の主要建屋周囲の埋戻土部に、集水管に直接アクセス可能な点検口を複数箇所設けることで、全ての集水管を定期的に内部点検し、必要に応じて水流や吸引等による管内清掃を行う。
- サブドレンは合成繊維管であり、直接的な目視点検は集水管との接続部に限られるが、岩盤からサブドレンに流入する湧水は清浄であること、埋戻土由来の土砂類の持ち込みが否定できない集水管に比べて、サブドレンは設置レベルが 150mm 高いことを踏まえると、流路を全閉塞するような堆積物が生じることは考え難い。（地下水の水質分析結果を添付資料 7 に示す）
- 集水管およびサブドレンの信頼性確保に係る検討については、添付資料 8 に詳細を示す。



別紙 10-18 図 点検口の設置候補箇所

4. 地下水排水設備の運用管理方針

4.1 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。
- ・ 地下水排水設備が機能喪失した場合に，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。

4.2 復旧用水中ポンプの配備について

地下水排水設備は高い信頼性を確保する設計とするものの，それでもなお，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配備する。

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，機器の故障が発生しても復旧用水中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 10-16 表参照）

別紙 10-16 表 復旧用水中ポンプの配備数

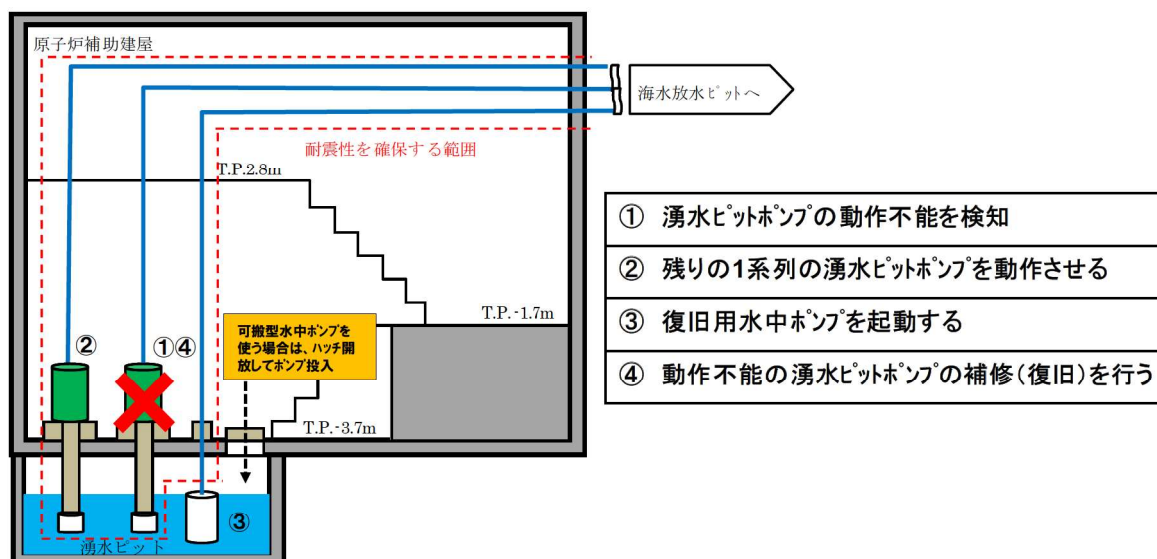
項目		配備数
湧水ピット内水中ポンプ	・ 揚水ポンプ ・ 常用系電源	一台
可搬型水中ポンプ	・ 揚水ポンプ ・ 発電機 等	一式

4.3 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。

地下水排水設備 1 系列が動作不能の場合は，別紙 10-16 表で示した復旧用水中ポンプの何れかを動作可能な状態とし，動作不能の 1 系列の機器補修を行う。その期間，地下水排水設備 1 系列が動作可能であれば，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。

上記により 2 系列動作可能な状態に復帰する。



別紙 10-19 図 復旧用水中ポンプの運用例
(湧水ピットポンプ 1 系列が動作不能な場合)

5. 信頼性向上のまとめ

地下水排水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。

地下水排水設備については、機能の目的およ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屋内配置、Ss 機能維持および多重化を基本方針とする。

それでもなお動作不能が発生した場合を想定し、復旧用水中ポンプを用いて機能復旧を行う多段な対策によりその信頼性向上に努める。

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

敷地の水文環境

泊発電所の敷地は、海岸線から山側に向かって標高 40～130m の丘陵地で、海岸に向かって次第に低下し、海岸付近では急峻な海食崖となっている。

敷地を含む周辺の表流水のほとんどは、敷地北側の茶津川（流域面積 2.9km²）および敷地東側の発足川（流域面積 18.2km²）に集まり、日本海へ注いでいる。

山側に降った雨は、蒸発散分を除き、表面水として敷地へ流入するものと岩盤内に浸透し地下水として敷地に流入するものに分かれる。

表面水は構内排水路を通じて海へ排水される。また、地下水は主要建屋周辺に設置した地下水排水設備により集水後、放水路へ排水される。

主な地表水の流れを添付 1-2 図に示す。

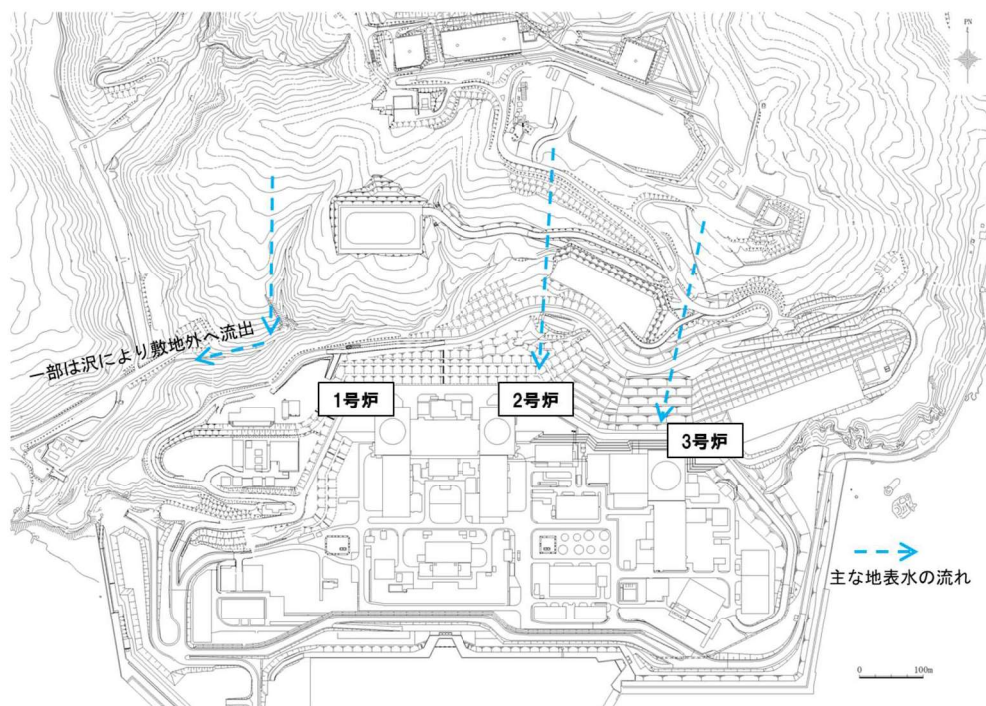


— 分水嶺
泊原子力発電所周辺の空中写真
出典：北海道電力㈱（1981年撮影）



— 分水嶺
泊原子力発電所周辺の空中写真
出典：北海道電力㈱（1981年撮影）

添付 1-1 図 発電所周辺の分水嶺等の分布状況
（上段：空撮のみ 下段：等高線重ね合わせ）



添付 1-2 図 発電所周辺の主な地表水の流れ

地下水位の設定に係わる浸透流解析における、敷地の地下水位に影響を与える降雨条件について、保守的な評価となるよう検討する。

降雨条件については、泊発電所の周辺に位置する気象庁寿都特別地域気象観測所の過去 30 年間（1991～2020 年）の積雪影響を除く時期（6 月～11 月）の年間降水量の記録に基づき、年間降水量の平均値およびばらつきを考慮する。この期間における年間降水量の平均値は、1,419.7mm/年であり、ばらつきを考慮した値（平均値+1 σ ）は 1,664mm/年である。

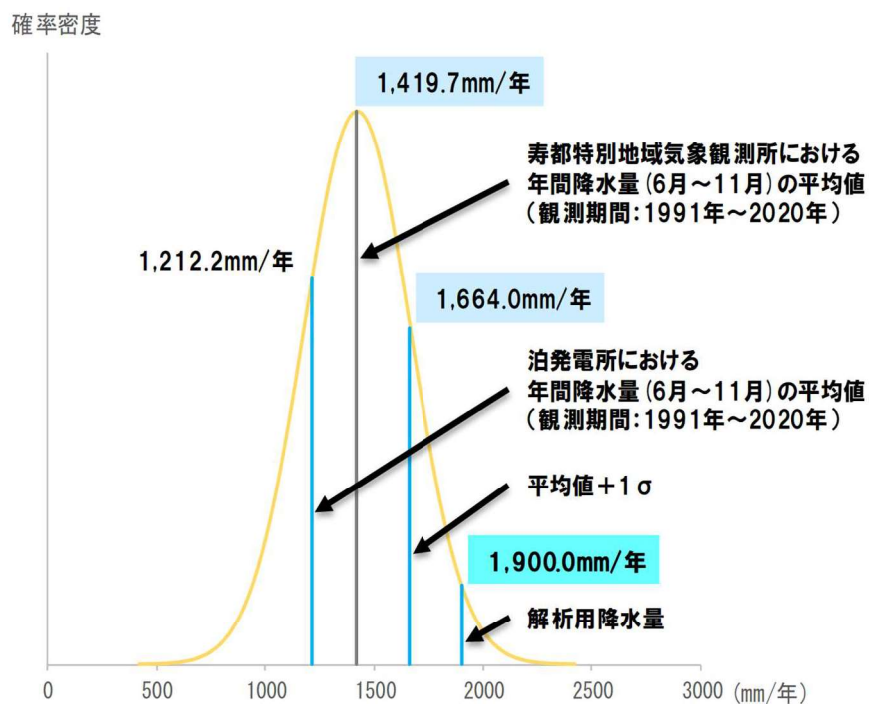
また、気象庁・環境省における今後の気候変動予測に関する分析によると、北日本日本海側において、地球温暖化が深刻に進展したシナリオでは、将来的に（2080 年～2100 年）年間降水量が約 160mm/年増加する可能性があることが報告されている。

上記を踏まえ、地下水位の設定に係わる浸透流解析を実施するに当たっては、降雨条件として 1,900mm/年を用い、定常的に与えることとする。

添付 1-1 表 浸透流解析に用いる降雨条件の考え方

(単位：mm/年)

		ベース降水量	累計降水量
(参考) 泊発電所における年間降水量の平均値 (6月～11月)		1,212.2	
寿都特別地域気象観測所における年間降水量の平均値		1,419.7	
加味する 保守性	標準偏差 1σ	(+ 244.3)	1,664.0
	気候変動予測における降水量の将来的な増加量	(+ 153.9)	1,817.9
	保守性を考慮	(+ 82.1)	1,900.0
解析用降水量		1,900	



添付 1-3 図 寿都特別地域気象観測所の年間降水量の正規分布

三次元浸透流解析による防潮堤設置後の影響確認

防潮堤設置後において、保主的に地下水排水設備の機能に期待しない予測解析 (Case2) を実施し、再現解析 (Case1) の結果と比較することにより、現状と将来の地下水位の変化について確認を行う。

1. 防潮堤設置による影響

(1) 解析条件等

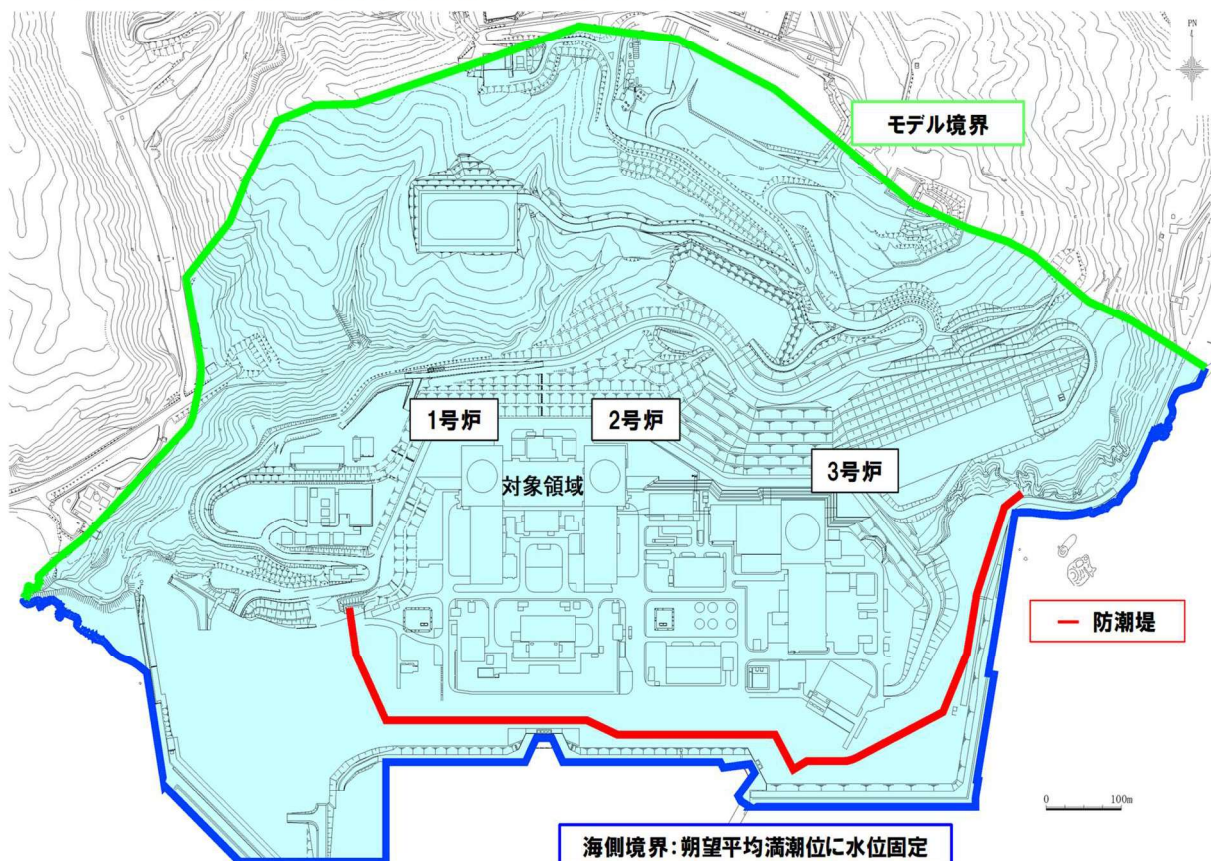
a. Case2 の領域とモデル化範囲

解析領域およびモデル化範囲は再現解析と同様とする。

領域内の構造物をモデル化する。

防潮堤設置後とし、防潮堤をモデル化する。

三次元浸透流解析の範囲等を添付 2-1 図に示す。



添付 2-1 図 三次元浸透流解析の範囲等

※防潮堤の形状は構造検討中であり、今後、変更となる可能性がある。

b. 透水係数

透水係数は、添付 2-1 表に示すとおり、透水試験の結果等に基づき設定する。

添付 2-1 表 浸透流解析に係わる透水係数設定値一覧

区分	透水係数 (cm/sec)
岩盤部 (A 級・B 級相当で設定)	2.5×10^{-5}
埋戻土	1.7×10^{-3}
構造物	不透水

c. 解析条件

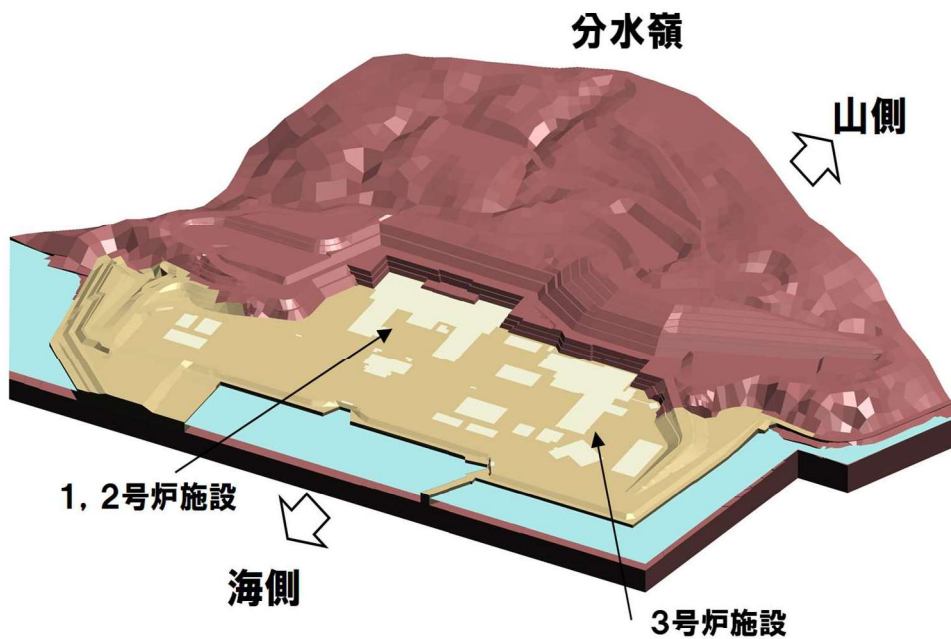
解析条件は、添付 2-2 表のとおりとする。

添付 2-2 表 解析条件一覧

	Case1 (再現解析)	Case2 (予測解析)
解析モデル	防潮堤設置前	防潮堤設置後
降雨条件	1,212.2mm/年	1,900mm/年
海側境界	朔望平均満潮位	同左
地下水排水設備の状態	稼働	非稼働

(2) 解析モデル

解析モデルの概要を添付 2-2 図に示す。Case1, 2 のモデルの違いは防潮堤の有無と防潮堤設置に伴う敷地内道路形状等の差異のみであり、他の条件は同一である。



添付 2-2 図 解析モデルの概要

a. Case1（再現解析：防潮堤設置前）

防潮堤設置前における地下水位のコンター図を添付 2-3 図に示す。

これによると、解析領域境界（山側）より 3 号炉の主要建屋に向かって地下水位は下降しており、地下水排水設備による水位低下効果が確認できる。



添付 2-3 図 三次元浸透流解析結果(定常状態・防潮堤設置前モデル)

b. Case2（予測解析：防潮堤設置後）

防潮堤設置後における地下水位のコンター図を添付 2-4 図に示す。この結果は地下水排水設備の機能に期待せずに設定した定常的な地下水位分布となる。

防潮堤の設置により敷地内から海側への排水経路が遮断されることから、敷地内に流入した地下水が滞留し、この結果、地下水位が地表面（T.P. +10.0m）付近まで上昇する。



添付 2-4 図 三次元浸透流解析結果(定常状態・防潮堤設置後モデル)

 ：枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

2. 地下水排水設備が機能しない場合の影響

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、設置許可基準規則の該当条項および審査区分と、地下水位が上昇した場合の常時および地震時の影響を添付 2-3 表のとおり評価した（既工認の設計における地下水位との相対比較による）。

添付 2-3(1)表 地下水排水設備の機能に期待しない場合の影響および設置許可基準規則の
 該当条項(基礎地盤・周辺斜面)

設備名称	設置許可基準規則※1		適合性審査において地下水排水設備の機能に期待しない場合の影響および設置許可基準規則の該当条項		(参考) 既設置許可における地下水水位の扱い	
	3条 38条	4条4項 39条2項	43条	常時	設計地下水位	設計への 反映事項
基礎地盤・ 周辺斜面※2	○ (基礎地盤)	○ (周辺斜面)	○ (周辺斜面)	—	基礎地盤は地表面(T.P.+10.0m)を 基本として、原子炉建屋および原子炉 補助建屋の基礎底面標高に設定。 周辺斜面は浸透流解析により設定。	—

※1 [A条(B条)]の表示は、A条の適合確認をもってB条の適合確認が合わせて可能であることを示す。

※2 基礎地盤・周辺斜面の評価は設置許可段階において実施。

※3 地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水水位。

※4 原子炉建屋基礎地盤の安定性評価における地下水水位設定については、原子炉建屋および原子炉補助建屋の地下水水位は基礎底面とし、周辺地盤の地下水水位は地表面に設定(添付資料5)。

添付 2-3(2)表 地下水排水設備の機能に期待しない場合の影響および設置許可基準規則の
 該当条項(建物・構築物)

設備名称	基礎	耐震クラス 検討用 地震動	設置許可 基準規則※1	適合性審査において地下水排水設備の機能に期待しない 場合の影響および設置許可基準規則の該当条項		(参考)建設時工認等の 設計における地下水水位の扱い	
				常時	地震時	設計用 揚圧力	設計への 反映事項
原子炉建屋				常時	液状化影響(周辺地盤)	揚圧力影響	
原子炉補助建屋				影響小	設計上、地下水水位が低下している 状態として揚圧力を考慮していない ため、基礎スラブ底面を上回る地 下水位となった場合には、基礎スラ ブの耐震性(間接支持機能)を 確保できない可能性がある。 [4条, 39条]	揚圧力 (地下水水位 の設定なし)	— (地下水位 の設定なし)
ディーゼル 発電機建屋 A1,A2-燃料油 貯油槽タンク室	直接基礎	S※2	4条(3条2項), 39条(38条2項)	— (地下水排水設備の機能に期待せ ず設計地下水水位を設定し、耐震 設計を実施しているため影響なし。)			
B1,B2-燃料油 貯油槽タンク室				影響なし			

※1 [A条(B条)]の表示は、A条の適合確認をもってB条の適合確認が合わせて可能であることを示す。

※2 外部遮蔽および中央制御室遮蔽のみ耐震Sクラス。それ以外については、耐震Sクラス設備等の支持構造物。

添付 2-3(3)表 地下水排水設備の機能に期待しない場合の影響および設置許可基準規則の

該当条項(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)

設備名称	基礎	耐震クラス 検討用 地震動	設置許可 基準規則※1	常時	適合性審査において地下水排水設備の機能に期待しない 場合の影響および設置許可基準規則の該当条項		(参考)建設時工認等の 設計における地下水位の扱い
					液状化影響(周辺地盤)※4	地震時	
取水路							
取水ピットスクリン室							
取水ピットポンプ室	直接基礎	—※2 (Ss)	4条(3条2項), 39条(38条2項)	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。[4条(3条2項), 39条(38条2項)]	T.P.+ 0.26m	耐震評価に用 いる地震応答 解析の解析条 件として考慮
原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレージ室							
原子炉補機冷却海水管ダクト						T.P.+ 2.80m	
B1,B2-ディーゼル発電機燃料油 貯油槽トレンチ	直接基礎	—※2 (Ss)	4条(3条2項), 39条(38条2項)	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。[4条(3条2項), 39条(38条2項)]		
防潮堤※5	直接基礎	S※3	4条(3条2項), 39条(38条2項), 5条, 40条	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。 [4条(3条2項), 39条(38条2項), 5条, 40条]		
3号炉放水ピット漏水対策工※5	直接基礎	S※3	4条(3条2項), 39条(38条2項), 5条, 40条	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。 [4条(3条2項), 39条(38条2項), 5条, 40条]		
3号炉取水ピットスクリーン室溢水防止壁※5 1,2号炉取水ピットスクリーン室溢水防止壁※5	直接基礎	S※3	4条(3条2項), 39条(38条2項), 5条, 40条	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。 [4条(3条2項), 39条(38条2項), 5条, 40条]		
緊急時対策所(指揮所, 待機所)	直接基礎	—※4 (Ss)	39条(38条2項)	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。[39条(38条2項)]		
代替非常用発電機	直接基礎	— (Ss)	43条	影響なし	地下水排水設備の機能に期待せずに設計地下水位を設定することから影響なし。[43条]		
保管場所							
アクセスルート							

※1 [A条(B条)]の表示は, A条の適合確認をもってB条の適合確認が合わせて可能であることを示す。

※2 屋外重要土木構造物

※3 津波防護施設

※4 重大事故等対処施設

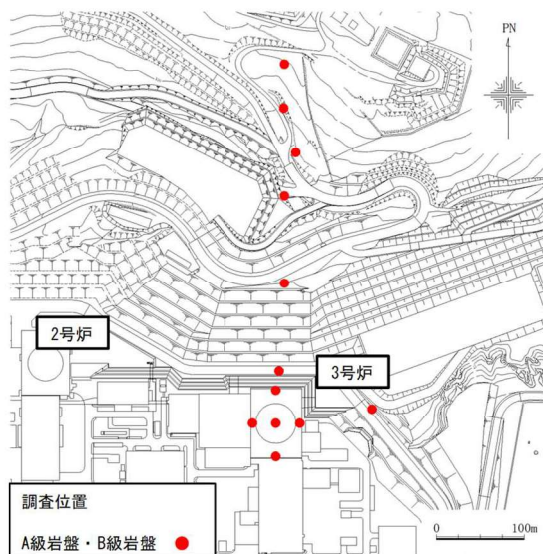
※5 津波防護施設は今後, 変更となる可能性がある。

透水係数の妥当性確認

1. 岩盤部

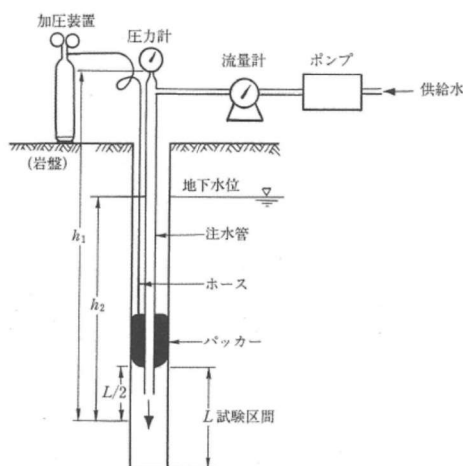
三次元浸透流解析を行うに当たり、岩盤部は1層の岩盤としてモデル化し、敷地に広く分布している火砕岩類（A級・B級）の透水係数を代表として設定した。^{※1}

添付 3-1 図のとおり建設時設置許可段階の現場透水試験より透水係数を設定した。



	透水係数 (cm/sec)	試験方法
A 級岩盤	2.5×10^{-5}	ルジオン試験
B 級岩盤	2.5×10^{-5}	

添付 3-1 図 現場透水試験結果（A 級・B 級）

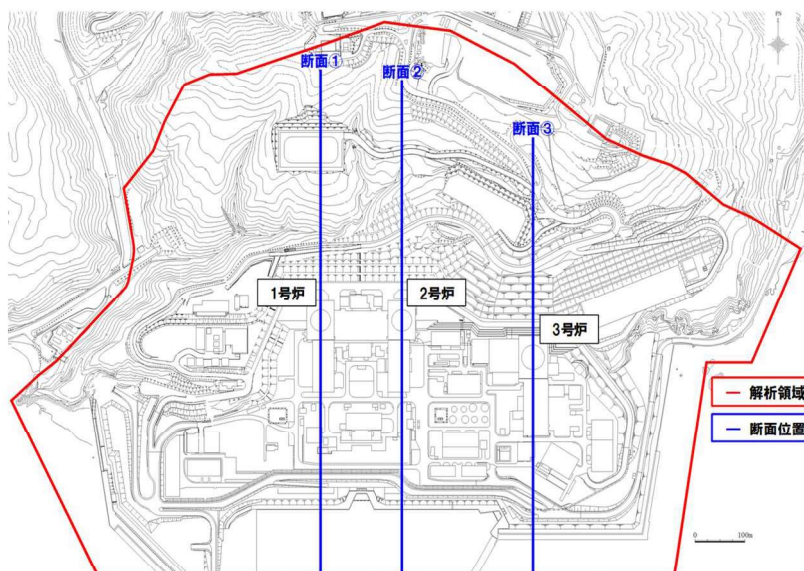


添付 3-2 図 現場透水試験（ルジオン試験）の概要図
（地盤調査の方法と解説（地盤工学会，2013））

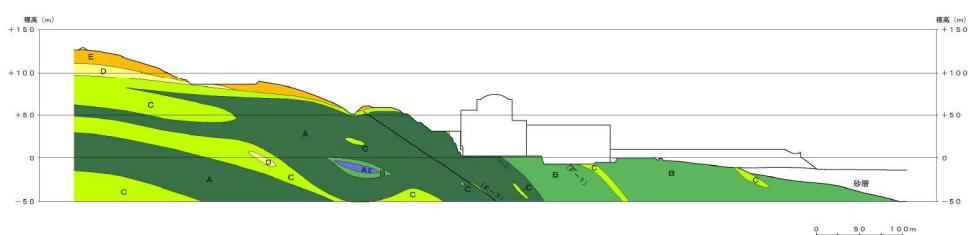
※1 岩盤部の透水係数を火砕岩類 A 級・B 級で代表することの妥当性について

敷地内における A 級岩盤と B 級岩盤の分布を確認するため、①～③断面にて浸透流解析の解析領域内における各岩級の出現頻度を算出した。

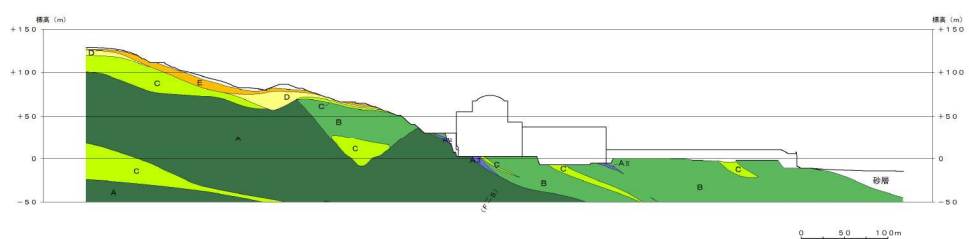
各断面の位置図を添付 3-3 図に、各断面の岩盤分類図を添付 3-4 図に示す。



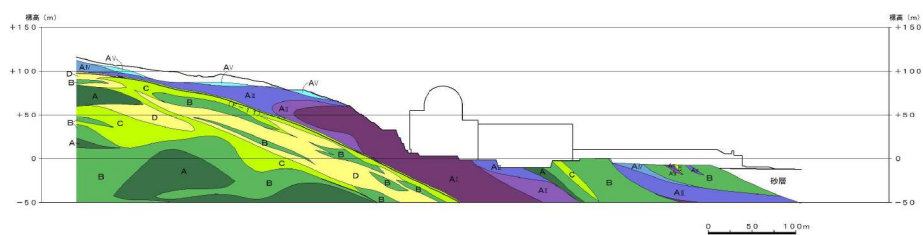
添付 3-3 図 浸透流解析範囲と断面位置図



(断面①)



(断面②)



(断面③)

添付 3-4 図 各断面における岩盤分類図

出現する各岩級の透水係数を添付 3-1 表、各岩級の出現頻度の算出結果を添付 3-2 表に示す。

添付 3-1 表に示すとおり、透水係数が A 級・B 級岩盤の透水係数 $2.5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ よりも明確に低い（1 オーダーの差がある）岩種・岩級は、A_I 級、A_{II} 級、D 級であり、これらの岩級の出現頻度は添付 3-2 表の算出結果に示すとおり、解析領域において約 1 割と少ない。

つまり、解析領域の岩盤部は全体として、A 級・B 級岩盤と同等もしくは高透水であると考えられることから、浸透流解析モデルの設定条件として A 級・B 級岩盤の透水係数 ($2.5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$) を一律に設定することは、解析結果が実態よりも保守的になる（水位が高く算出される）ものと考えられる。

再現解析（定常）の結果（別紙 10-8 図参照）においても、解析値が観測値と概ね一致するか上回る結果となることを確認している。

以上より、浸透流解析において A 級・B 級岩盤の透水係数を岩盤部の代表値として使用することは妥当性があるものと判断した。

添付 3-1 表 各岩級の透水係数（3 号建設時設置許可段階の試験値）

岩種・岩級		透水係数 (cm/s)
火砕岩類	A 級	2.5×10^{-5}
	B 級	2.5×10^{-5}
	C 級	2.0×10^{-5}
	D 級	7.9×10^{-6}
	E 級	3.2×10^{-4}
安山岩	A _I 級	6.3×10^{-6}
	A _{II} 級	7.9×10^{-6}
	A _{III} 級	3.2×10^{-5}
	A _{IV} 級	2.5×10^{-4}
	A _V 級	4.0×10^{-5}

透水係数が $2.5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ よりも明確に低い岩種・岩級

添付 3-2 表 各岩級の出現頻度（単位：％）

	火砕岩類					安山岩				
	A 級	B 級	C 級	D 級	E 級	A _I 級	A _{II} 級	A _{III} 級	A _{IV} 級	A _V 級
断面①	51.1	19.2	23.9	2.1	3.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
断面②	55.8	27.3	12.7	1.9	1.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
断面③	13.4	29.8	14.8	13.3	0.0	13.1	4.4	9.4	1.1	0.8
平均	41.4	25.2	17.2	5.4	1.8	3.9	1.3	3.1	0.3	0.2

※出現頻度は CAD により算出

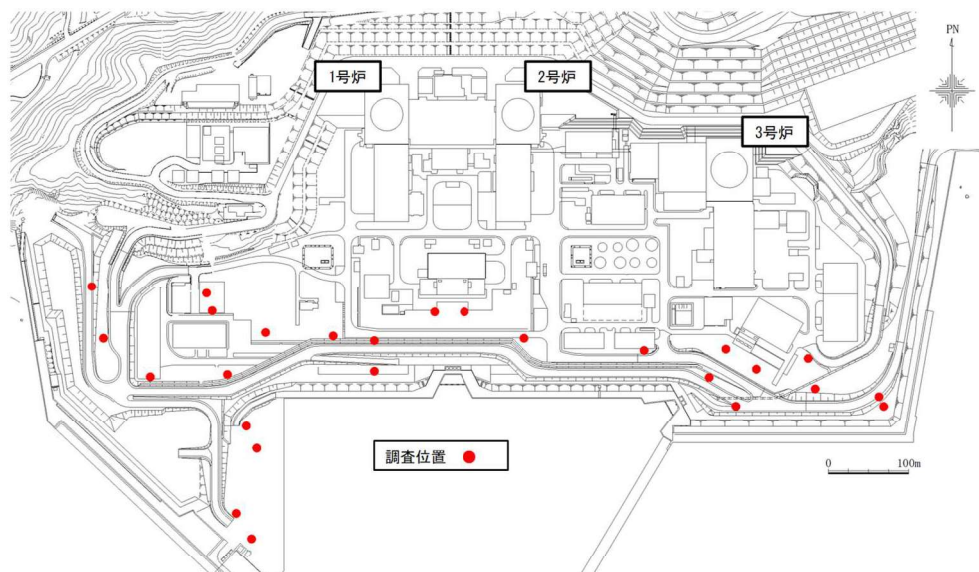
□ 計 10.6%

2. 埋戻土

埋戻土については、粒径加積曲線から求めた 20%粒径 D_{20} の最低値が 0.1mm 程度であることを踏まえ、クレーガーの方法※（地盤工学会）により添付 3-6 図から推定した透水係数 $1.7 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ を設定した（添付 3-6 図より $D_{20}=0.1\text{mm}$ として透水係数 $1.75 \times 10^{-3} \text{cm/s} \div 1.7 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ とした。）。

埋戻土は敷地全域に分布しているため、幅広い地点で試験を実施した。

※ 粒径加積曲線から求まる 20%粒径 D_{20} を用いて透水係数の概略値を推定する方法



	20%粒径 (mm) (最低値)	透水係数 (cm/sec)
埋戻土	0.1	1.7×10^{-3}

添付 3-5 図 埋戻土の粒度試験結果

D_{20} (mm)	k (m/s)	D_{20} (mm)	k (m/s)
0.005	3.0×10^{-8}	0.18	6.85×10^{-5}
0.01	1.05×10^{-7}	0.20	8.90×10^{-5}
0.02	4.00×10^{-7}	0.25	1.40×10^{-4}
0.03	8.50×10^{-7}	0.30	2.20×10^{-4}
0.04	1.75×10^{-6}	0.35	3.20×10^{-4}
0.05	2.80×10^{-6}	0.40	4.50×10^{-4}
0.06	4.60×10^{-6}	0.45	5.80×10^{-4}
0.07	6.50×10^{-6}	0.50	7.50×10^{-4}
0.08	9.00×10^{-6}	0.60	1.10×10^{-3}
0.09	1.40×10^{-5}	0.70	1.60×10^{-3}
0.10	1.75×10^{-5}	0.80	2.15×10^{-3}
0.12	2.60×10^{-5}	0.90	2.80×10^{-3}
0.14	3.80×10^{-5}	1.00	3.60×10^{-3}
0.16	5.10×10^{-5}	2.00	1.80×10^{-2}

添付 3-6 図 クレーガーの方法（地盤材料試験の方法と解説（地盤工学会，2020））

観測孔における地下水位観測記録

泊発電所では、2019年4月より添付4-1図に示す地下水位観測孔において地下水位を記録している。各観測孔における地下水位の観測結果を添付4-2図に示す。

a. No.1 孔

No.1 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、概ね T. P. +3m 付近を推移している。

b. No.2 孔

No.2 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +3m 付近を推移している。

c. No.3 孔

No.3 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +2m 付近を推移している。

d. No.4 孔

No.4 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、概ね T. P. +3m 付近を推移している。

e. No.5 孔

No.5 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +2m 付近を推移している。

f. No.6 孔

No.6 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位な変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +1m 付近を推移している。

g. No.7 孔

No.7 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位な変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +3m 付近を推移している。

h. No.8 孔

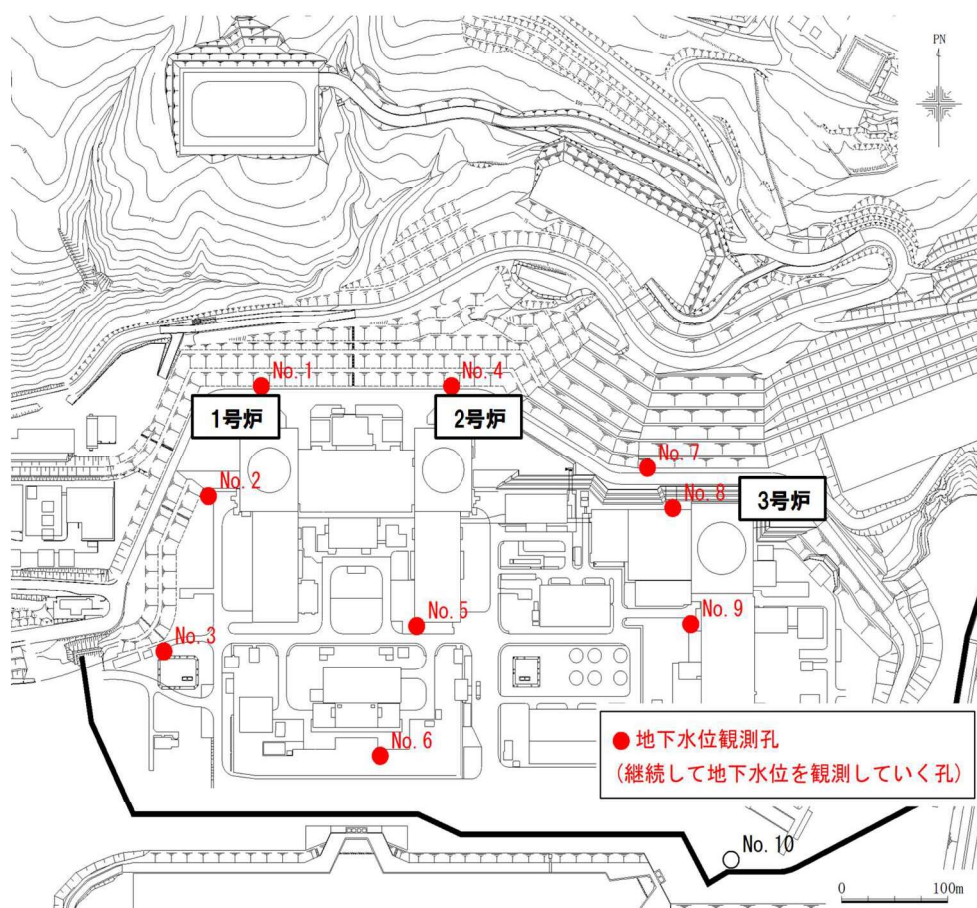
No.8 孔の観測値は降雨等に伴う地下水位の変動は確認されず、概ね T.P. -4m 付近を推移している。

i. No.9 孔

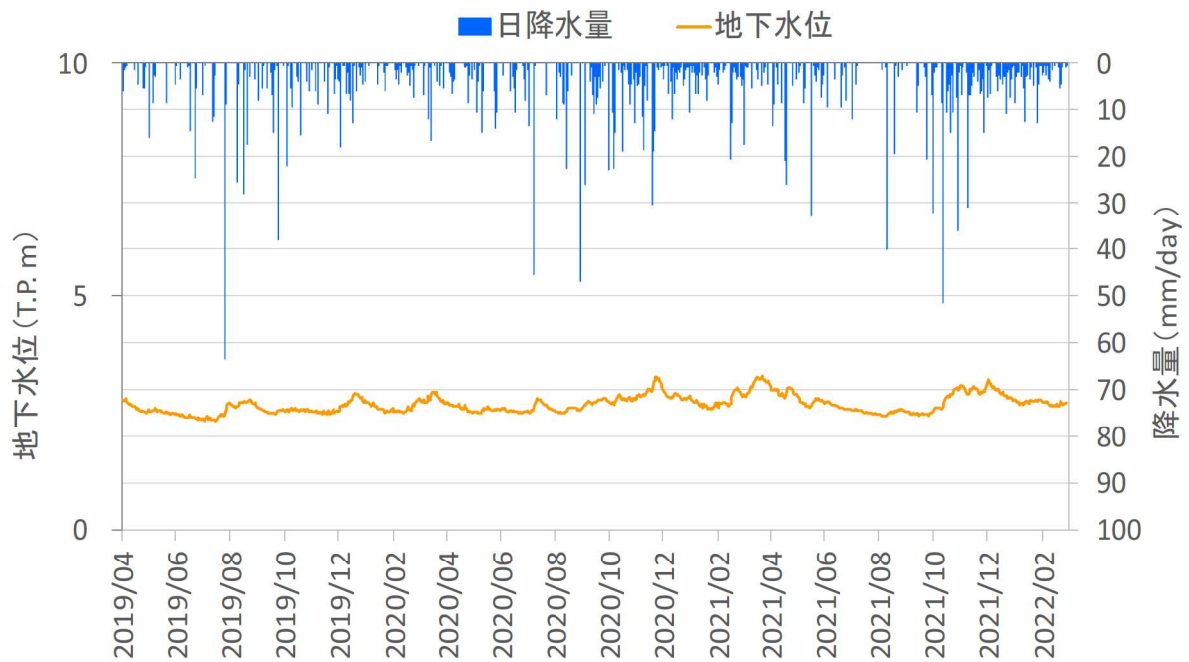
No.9 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位な変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T.P. +2m 付近を推移している。

j. No.10 孔

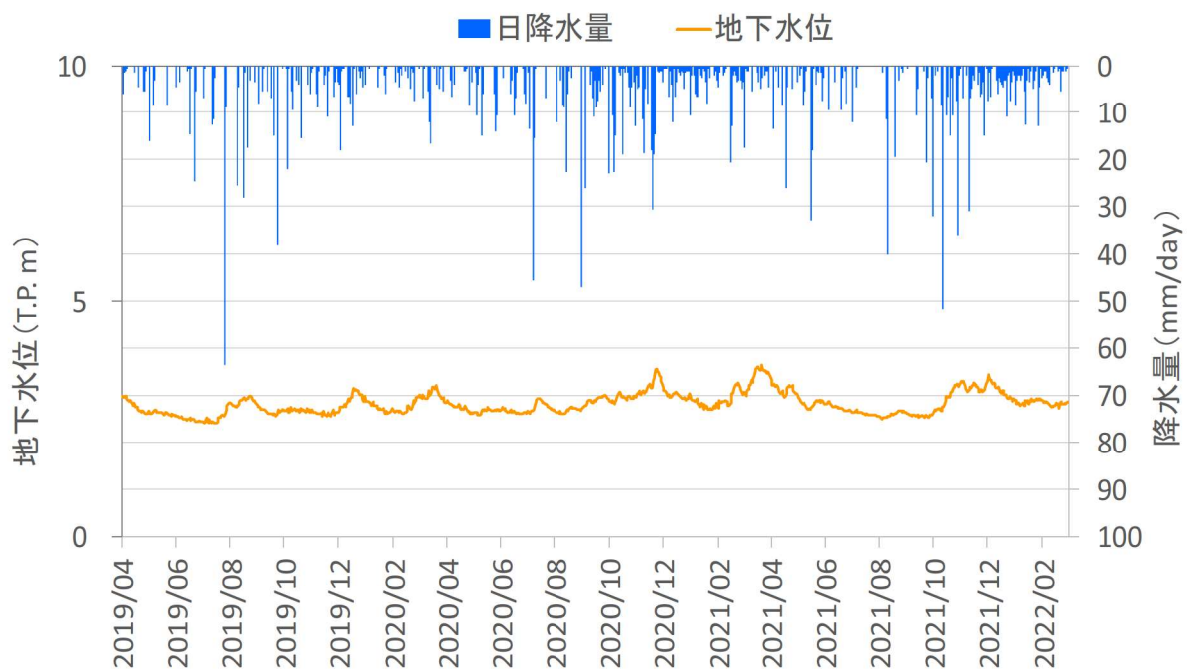
No.10 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T.P. +1m 付近を推移している。



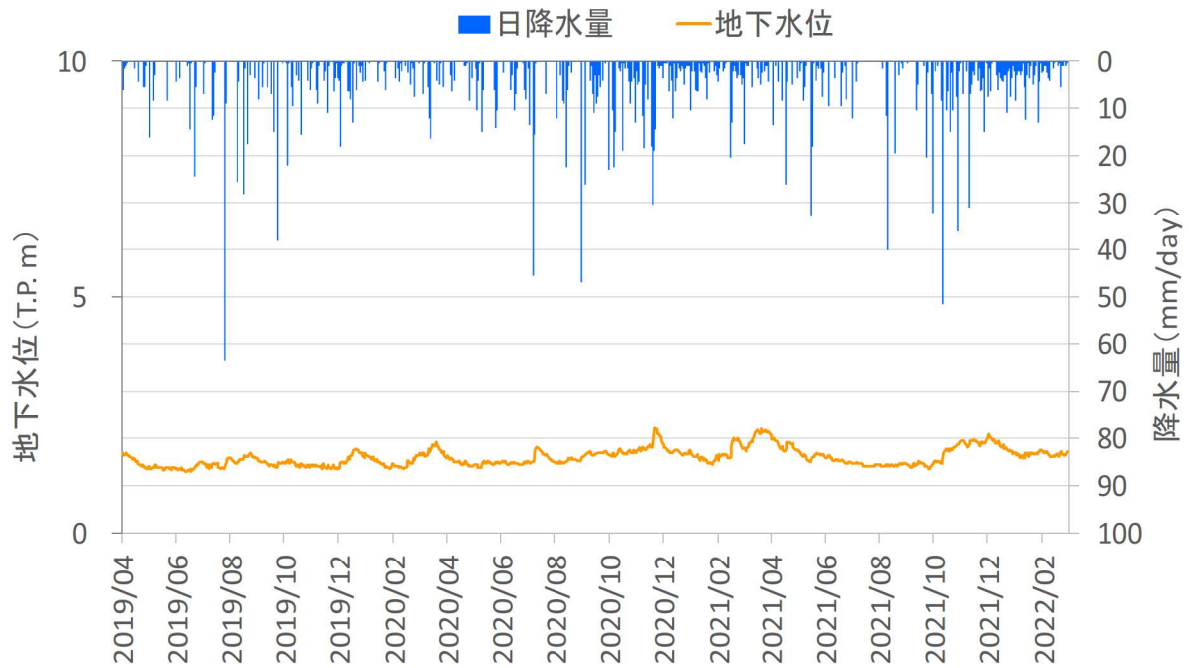
添付 4-1 図 観測孔位置



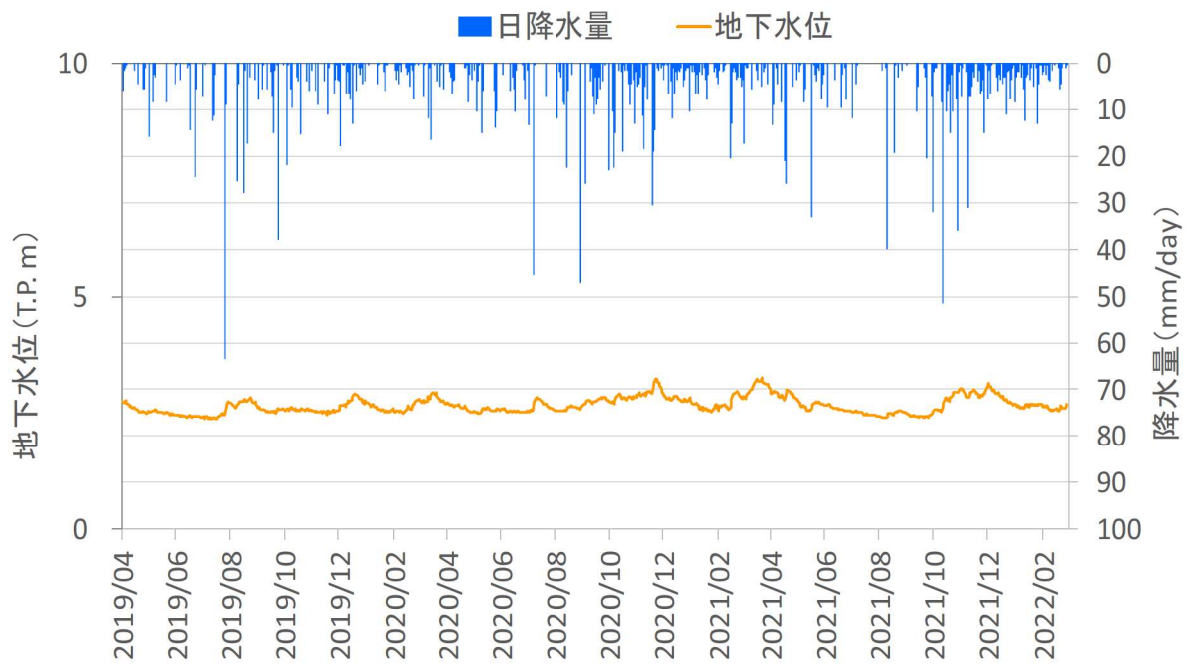
添付 4-2(1) 図 地下水位観測記録 (No.1 孔)



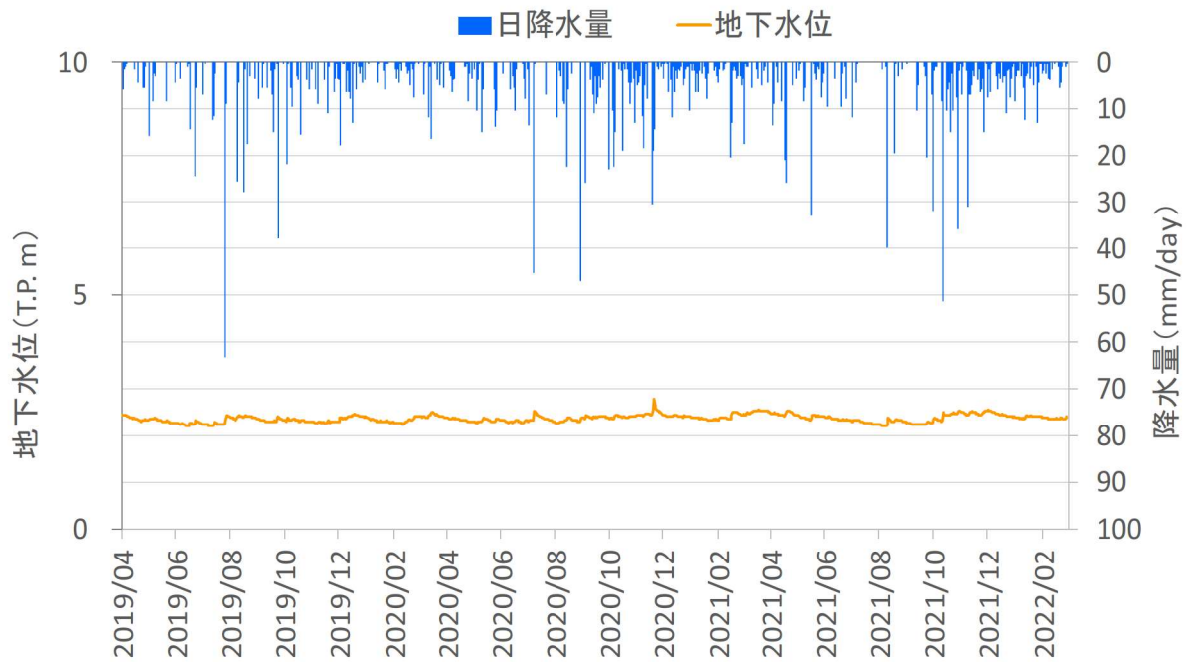
添付 4-2(2) 図 地下水位観測記録 (No.2 孔)



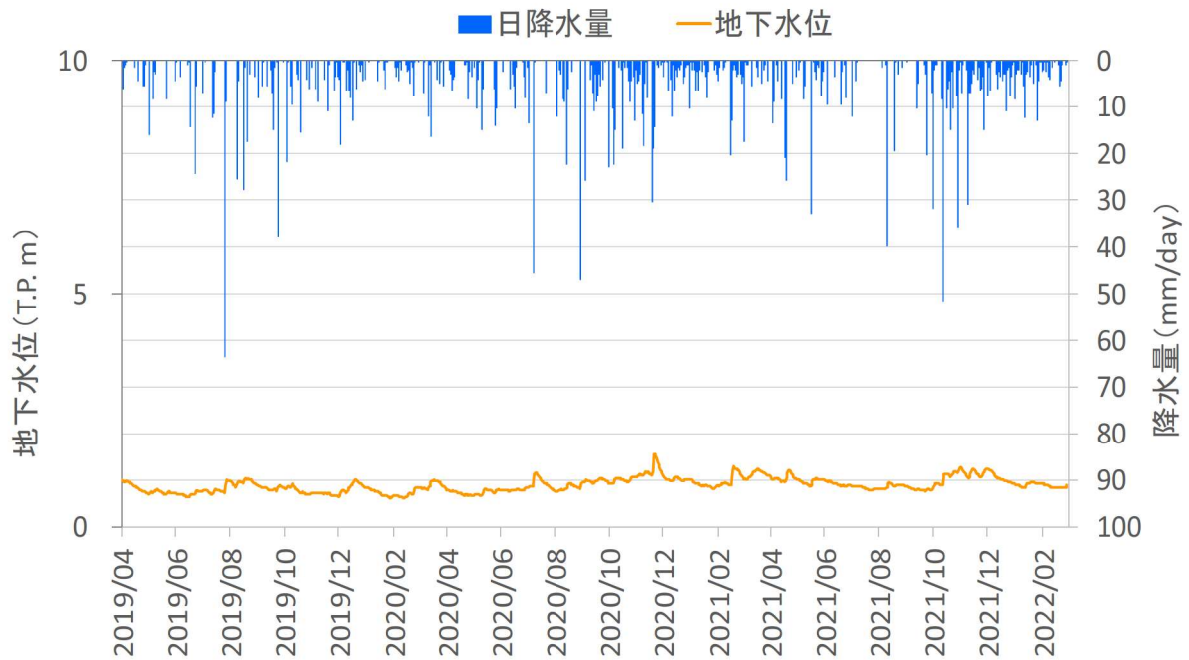
添付 4-2(3) 図 地下水位観測記録 (No.3 孔)



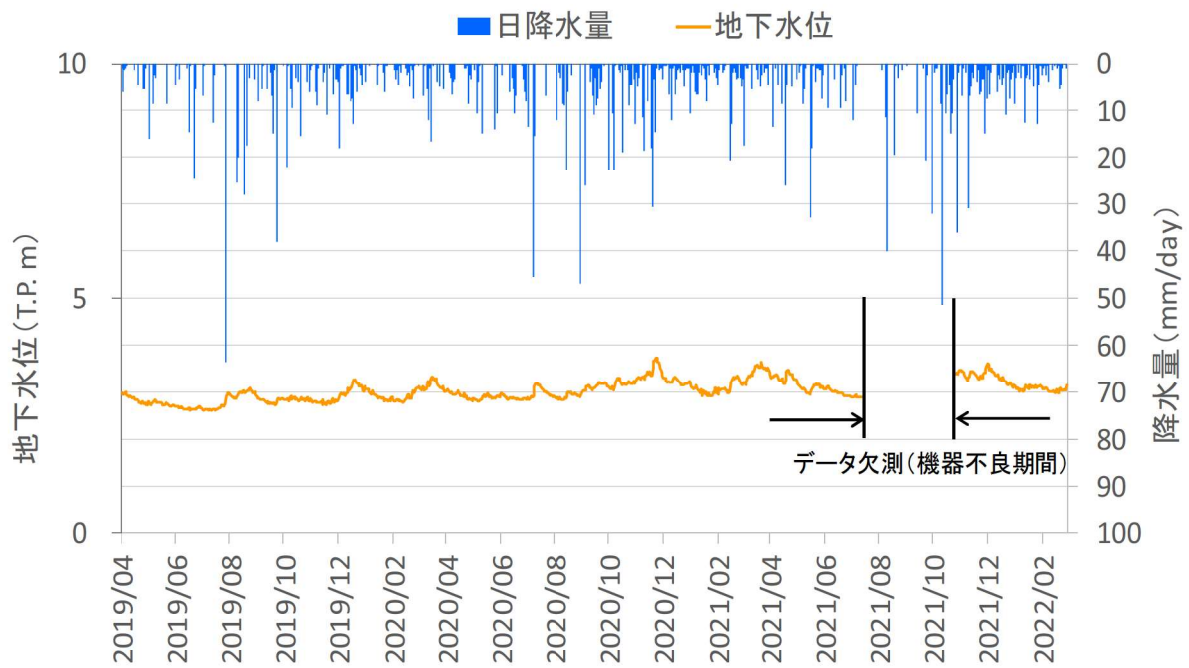
添付 4-2(4) 図 地下水位観測記録 (No.4 孔)



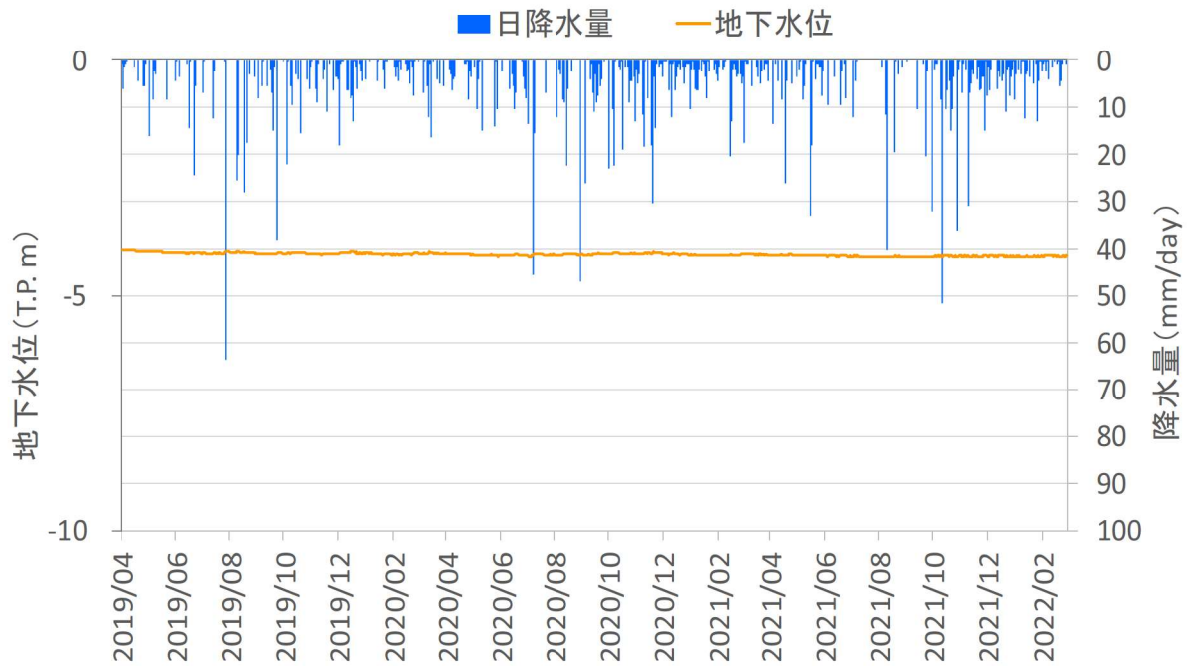
添付 4-2(5) 図 地下水位観測記録 (No.5 孔)



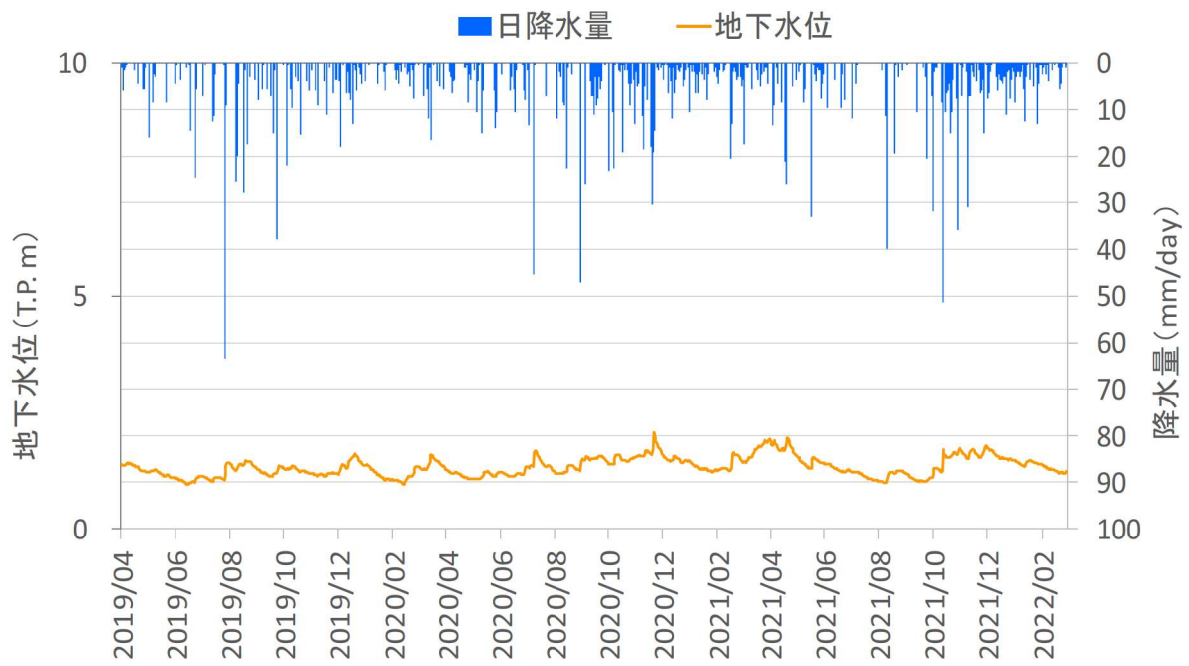
添付 4-2(6) 図 地下水位観測記録 (No.6 孔)



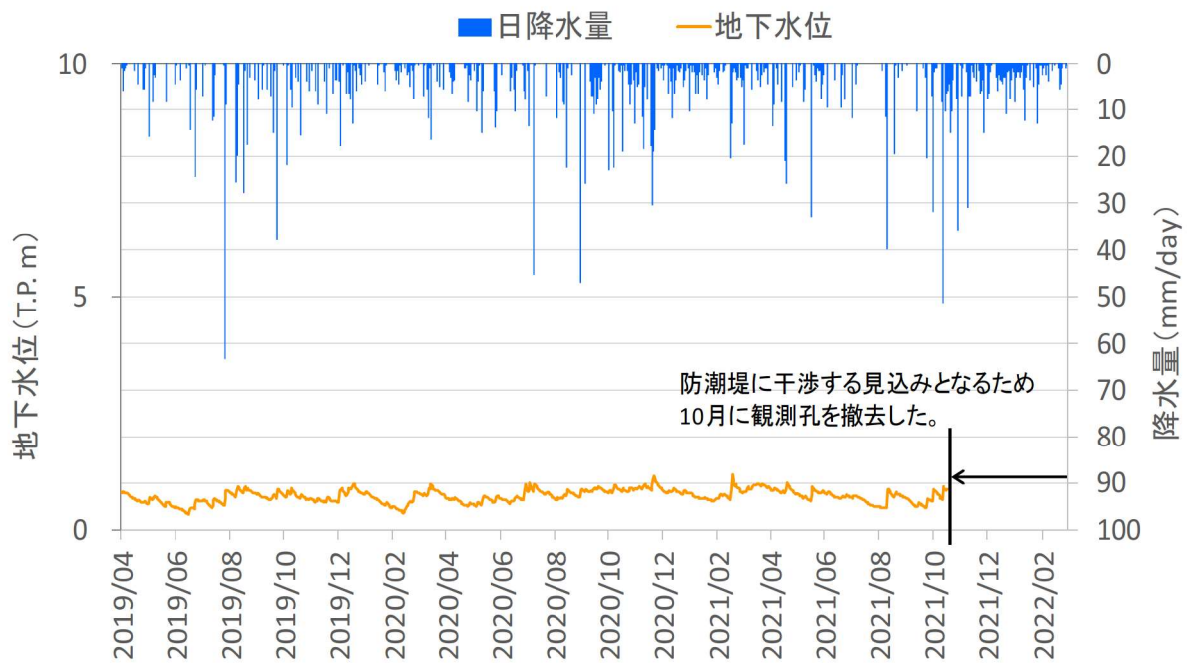
添付 4-2(7) 図 地下水位観測記録 (No.7 孔)



添付 4-2(8) 図 地下水位観測記録 (No.8 孔)



添付 4-2(9) 図 地下水位観測記録 (No.9 孔)

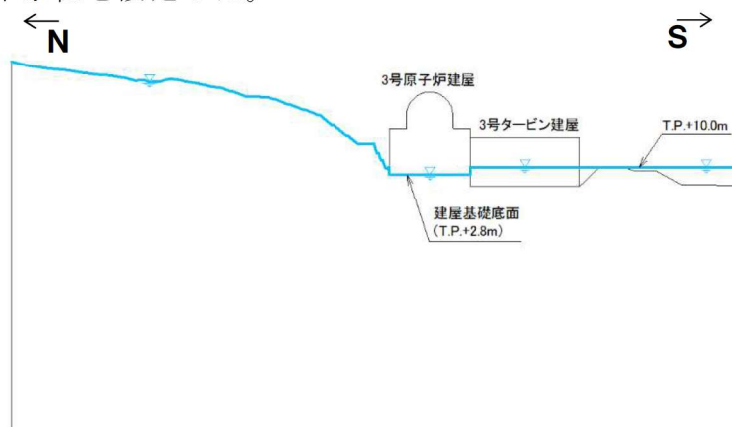


添付 4-2(10) 図 地下水位観測記録 (No.10 孔)

基礎地盤の安定性評価における地下水位設定の考え方

添付 5-1 図に示すとおり，原子炉建屋基礎地盤の安定性評価における地下水位の設定については，浸透流解析結果を踏まえ，T. P. +10.0m 盤においては保守的に「地表面」と設定した。

ただし，3 号原子炉建屋等の地下水排水設備を有する施設の直下においては，建屋基礎底面下に地下水位を設定した。



添付 5-1 図 原子炉建屋基礎地盤の地下水位

現行の重要度分類上の位置付けの整理

1. 設置許可基準規則における耐震重要度分類

耐震重要度分類指針の観点から地下水排水設備に関する信頼性向上について以下のとおり整理を行った。

設置許可基準規則における耐震重要度分類の考え方を添付 6-1 表に示す。

- ・ 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、C クラスに分類できる。
- ・ 第Ⅱ編に示した機能喪失時の影響確認の結果を踏まえ、原子炉建屋基礎等の間接支持構造物の耐震性を確保する観点から、地下水排水設備の耐震性については、間接支持構造物に要求される耐震性 (Ss 機能維持) を考慮する。
- ・ 以上を踏まえ、地下水排水設備の耐震重要度分類については、C クラスに分類し、基準地震動 Ss に対して機能維持させる設計とする。

添付 6-1 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ベ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	—	○

2. 設置許可基準規則における安全施設

設置許可基準規則第2条の観点から、地下水排水設備について以下のとおり整理を行った。

- ・ 設置許可基準規則第2条における以下の定義から、地下水排水設備は安全機能を有するものではない。
- ・ また、安全機能を有するものではないことから、安全施設にも該当しない。

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 に関する規則における定義

第二条

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

ハ「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。

3. 安全機能の重要度分類

2項で示したとおり，設置許可基準規則における安全施設に該当しないことから，地下水排水設備が有する機能に着目し，設備の位置付けについての観点から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（以下「重要度分類指針」という。）に基づく整理を行った。

- 地下水排水設備が有する機能について安全機能の重要度分類指針における位置づけを確認した結果，以降に示すとおり，安全機能を有する構築物，系統及び機器に該当しないことを確認した。

(1)安全機能の区分

安全機能を有する構築物，系統および機器は，それが果たす安全機能の性質に応じて，次の2種に分類される。

- ① その機能の喪失により，原子炉施設を異常状態に陥れ，もって一般公衆ないし従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのあるもの（異常発生防止系。以下「PS」という。）。
- ② 原子炉施設の異常状態において，この拡大を防止し，又はこれを速やかに収束せしめ，もって一般公衆ないし従事者に及ぼすおそれのある過度の放射線被ばくを防止し，又は緩和する機能を有するもの（異常影響緩和系。以下「MS」という。）。

(2)重要度分類

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（以下「重要度分類指針」という。）では，PSおよびMSのそれぞれに属する構築物，系統および機器を，その有する安全機能の重要度に応じ，それぞれクラス1，クラス2およびクラス3に分類している。安全上の機能別重要度分類を添付6-2表に示す。

なお，重要度分類指針においては，所要の安全機能を直接果たす構築物，系統および機器を「当該系」，当該系が機能を果たすのに直接，間接に必要な構築物，系統および機器を「関連系」と定義している。

添付 6-2 表 安全上の機能別重要度分類

重要度による分類	機能による分類	安全機能を有する構築物，系統および機器		安全機能を有しない構築物，系統および機器
		異常の発生防止の機能を有するもの（PS）	異常の影響緩和の機能を有するもの（MS）	
安全に関連する構築物，系統および機器	クラス1	PS-1	MS-1	-
	クラス2	PS-2	MS-2	
	クラス3	PS-3	MS-3	
安全に関連しない構築物，系統および機器		-	-	安全機能以外の機能のみを行うもの

(3) 地下水排水設備の重要度分類上の位置付け

重要度分類指針の分類に基づき、地下水排水設備の位置付けを整理した結果、『安全に関連する構築物、系統および機器』に分類されないため、『安全機能以外の機能のみを行うもの』と整理できる。

安全上の機能別重要度分類に係る定義および機能と地下水排水設備の位置付けを添付 6-3 表～添付 6-5 表に示す。

添付 6-3 表 安全上の機能別重要度分類に係る定義および機能と
地下水排水設備の位置付け

分類	定義	機能	地下水排水設備の位置付け
クラス 1	PS-1 その損傷又は故障により発生する事象によって、(a)炉心の著しい損傷、又は(b)燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統および機器	(1)原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	該当しない
		(2)過剰反応度の印加防止機能	該当しない
		(3)炉心形状の維持機能	該当しない
	MS-1 (1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統および機器	(1)原子炉の緊急停止機能	該当しない
		(2)未臨界維持機能	該当しない
		(3)原子炉冷却材圧力バウンダリの加圧防止機能	該当しない
		(4)原子炉停止後の除熱機能	該当しない
		(5)炉心冷却機能	該当しない
		(6)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へいおよび放出低減機能	該当しない
	安全上必須なその他の構築物、系統および機器	(1)工学的安全施設および原子炉停止系への作動信号の発生機能	該当しない
(2)安全上特に重要な関連機能		該当しない	

添付 6-4 表 安全上の機能別重要度分類に係る定義および機能と
地下水排水設備の位置付け

分類	定義	機能	地下水排水設備の位置付け
クラス 2	(1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統および機器	(1)原子炉冷却材を内蔵する機能(ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のものおよびバウンダリに直接接続されていないものは除く。)	該当しない
		(2)原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	該当しない
		(3)燃料を安全に取り扱う機能	該当しない
	(2) 通常運転時および運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統および機器	(1)安全弁および逃がし弁の吹き止り機能	該当しない
	MS-2 (1) PS-2の構築物、系統および機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統および機器	(1)燃料プール水の補給機能	該当しない
		(2)放射性物質放出の防止機能	該当しない
(2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統および機器		(1)事故時のプラント状態の把握機能	該当しない
		(2)異常状態の緩和機能	該当しない
		(3)制御室外からの安全停止機能	該当しない

添付 6-5 表 安全上の機能別重要度分類に係る定義および機能と
地下水排水設備の位置付け

分類	定義	機能	地下水排水設備の位置付け	
クラス 3	(1) 異常状態の起因事象となるものであって、P S - 1 および P S - 2 以外の構築物、系統および機器	(1) 原子炉冷却材保持機能 (P S - 1, P S - 2 以外のもの。)	該当しない	
		(2) 原子炉冷却材の循環機能	該当しない	
		(3) 放射性物質の貯蔵機能	該当しない	
		(4) 電源供給機能 (非常用を除く。)	該当しない	
		(5) プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)	該当しない	
		(6) プラント運転補助機能	該当しない	
	(2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統および機器	(1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	該当しない	
		(2) 原子炉冷却材の浄化機能	該当しない	
	M S - 3	(1) 運転時の異常な過度変化があっても、M S - 1, M S - 2 とあいまって、事象を緩和する構築物、系統および機器	(1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	該当しない
			(2) 出力上昇の抑制機能	該当しない
(3) 原子炉冷却材の補給機能			該当しない	
(2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統および機器		緊急時対策上重要なものおよび異常状態の把握機能	該当しない	

地下水の水質分析結果

1. はじめに

泊 3 号炉周辺の地下水位観測孔から地下水を採取し、水質を確認した結果、地下水は清浄であり、腐食性を示す水質であるため、現時点において集水管およびサブドレン内に各種スケールが大量に生成される水質ではないことを確認している。

次項以降に、採水を行った地下水位観測孔や採水方法、確認項目毎の水質分析結果を示す。

2. 採水位置

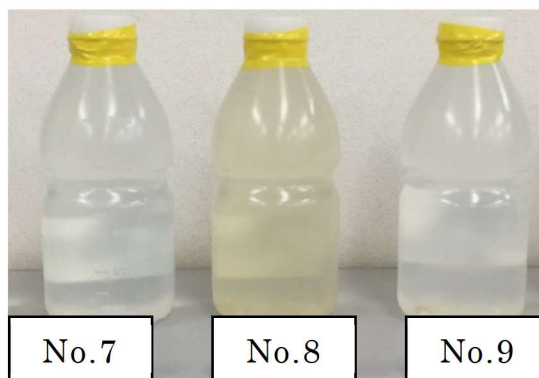
泊発電所の地下水位観測孔のうち、添付 7-1 図に示す箇所から地下水を採水し、水質分析を実施した。



添付 7-1 図 採水位置図

3. 採水方法

地下水位観測孔の地下水は、極力地山中の新鮮な地下水を汲み上げるため、採水する前日にあらかじめ孔内に溜まっている水を汲み上げておき、あらたに流入してきた地下水を汲み上げるようにした。



添付 7-2 図 採水した試料

4. 水質分析試験結果

地下水の水質分析結果を添付7-1表に示す。水質分析の試料となった地下水は清浄であり、腐食性を示す水質であるため、現時点において各種スケールが大量に生成される水質ではないことを確認した。No.9の電気伝導率が大きい原因は、海洋からの水しぶき等により敷地に飛散した塩分を含有しているためと推定される。

添付7-1表 地下水の水質分析結果（令和3年2月25日 採水）

項目	試料名	No. 7	No. 8	No. 9
pH	—	7.3	7.5	6.8
電気伝導率	mS/m	51.5	68.4	526
ランゲリア指数※	—	-0.86（腐食）	-0.64（腐食）	-0.91（腐食）

※ ランゲリア指数とは、水の実際のpHと理論的pH（pHs：水中の炭酸カルシウムが溶解も析出もしない平衡状態にある時のpH）との差のことであり、炭酸カルシウムスケール形成のされやすさの目安となる。ランゲリア指数が正の値で絶対値が大きいほど炭酸カルシウムの析出が起りやすく、ゼロであれば平衡状態にあり、負の値では炭酸カルシウムの被膜は形成されないことを示す。

なお、令和4年2月に同じ箇所では採水した試料に対する水質分析結果は添付7-2表のとおりであり、令和3年2月の分析結果と同様に、ランゲリア指数は腐食性を示す結果となっている。

添付7-2表 地下水の水質分析結果（令和4年2月16日 採水）

項目	試料名	No. 7	No. 8	No. 9
pH	—	7.0	7.1	6.2
電気伝導率	mS/m	46.6	63.5	807
ランゲリア指数※	—	-1.38（腐食）	-1.01（腐食）	-1.58（腐食）

集水管およびサブドレンの信頼性確保に係わる検討

1. はじめに

集水機能を担う集水管（硬質ポリ塩化ビニル製有孔管：φ200mm）およびサブドレン（ポリプロピレン樹脂製合成繊維管：φ100mm）は、通水面積の減少等による機能喪失リスクを考慮する必要がある。そのため、集水管およびサブドレンの設置状況や保守管理性を踏まえ、機能喪失に至る可能性のある事象を挙げ、それらに対する対応の考え方を添付 8-1 表に整理した。

添付 8-1 表 集水機能の喪失要因と対応の考え方（1/2）

機能喪失への影響が想定される事象	設計・保守管理における対応の考え方と取扱い
<p>経年劣化や地震により損傷し、断面形状を保持できなくなる。</p>	<p>《耐久性》</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 集水管，サブドレン共に紫外線や高熱環境にない建屋基礎下において，劣化しない材料を選定している。 ● また，両者共に疎水性の材料特性を有しており，腐食性の水質を示す地下水によって劣化することはない。 <p>《耐震性》</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 岩盤と建屋基礎底面等に囲まれた範囲に設置された集水管およびサブドレンは，地震時（Ss）に設置空間が保持されており，自重と管周囲に充填された碎石により生じる地震力を受けるが，集水管およびサブドレンは当該の地震力に対して十分な構造強度を有しているため損傷しない。 ● 集水管の耐震評価結果は設工認段階でお示しする。 ● 埋戻土下に敷設された集水管については，設工認段階で行う集水管の耐震性評価の結果を踏まえ，地震時に埋戻土による荷重が集水管に作用しない構造（荷重に耐える鋼板の設置等）に改造し，建屋基礎下の集水管と同様の使用環境とすることを検討する。
<p>集水管およびサブドレンの有効範囲以外からの雨水流入，その他想定以上の雨水流入により，集水能力が不足する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 泊発電所の敷地に降る雨は，構内排水路や敷地表面を介して，防潮堤下に設置する構内排水設備に導く設計としており，構内排水設備は設計基準降水量（57.5mm/h）に対して十分な保守性を有する排水機能を有しているため，長期間に渡って降水が敷地に滞留し続けることで，集水管およびサブドレンに流入する湧水（雨水）が著しく増加することはない。 ● 泊3号炉において，過去の降雨時に湧水量が増加した最大実績値は約 200m³/日であり，これは集水管 1 本の許容流量（1,000m³/日以上）を十分に下回っている。 ● 今後，防潮堤が設置される過程および設置以降において，湧水量を継続的に測定し，集水能力を超えていないことを確認する。

添付 8-1 表 集水機能の喪失要因と対応の考え方 (2/2)

機能喪失への影響が想定される事象	設計・保守管理における対応の考え方と取扱い
<p>土砂流入により通水面積が減少し、集水機能を喪失する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 湧水量に対し十分な余裕を有する断面となる管径を設定するとともに、定期的な点検、集水管については土砂排除等の清掃を実施する。(次頁 2 項(1)(2)) ● 集水管については、原子炉建屋等の主要建屋の基礎直下およびその周囲に敷設される範囲全域を目視点検および清掃可能とするため、地上部からアクセス可能な開口を新たに設ける。(次頁 2 項(3)) ● 集水管の有孔部から管内への土砂流入は微量であり、有孔部に対し管径が十分大きく、土砂堆積による通水断面の減少は非常に緩慢に進行することから、十分な余裕を有する断面をもつことで、短期間で機能喪失には至らない。 ● サブドレンは集水管に比べて設置レベルが 150mm 高いことに加え、埋戻土下部には敷設されないことを踏まえると、サブドレンが全閉塞するような土砂堆積が生じることは考え難い。
<p>地下水に含まれる不純物の析出により通水面積が減少し、集水機能を喪失する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要建屋周囲の地下水水位観測孔から採水した地下水を水質分析した結果によると、地下水は清浄（電気伝導率：約 50～500 mS/m）であり、腐食性を示す水質であるため、各種スケールが大量に生成される水質ではないことを確認している。(水質分析結果を添付資料 7 に示す)
<p>点検口設置工事等による目詰まりにより集水・排水機能を喪失する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 施工時の規制を行う。(施工方法の検討)

以上より、土砂流入をはじめとして、機能喪失への影響が想定される事象は、設計(耐久性・耐震性の確保)並びに保守管理により対処し集水管およびサブドレンの機能を維持することが可能である。

2. 集水管の保守管理手法

前項に示す機能喪失事象の整理により，集水管の保守管理の重要性が抽出されたことから，集水管の敷設状況等を踏まえた保守管理手法を検討した。

(1) 内部点検および管内清掃

現在，泊発電所では集水管の内部点検と管内清掃を実施する装置として，農業用の暗渠管向けに開発された管内清掃装置の採用を検討している。装置の概略を以下に示す。

① 装置の構成

装置は高圧ポンプユニット，耐圧ホース（ホースリール），カメラ付噴射ノズルにて構成され，先端のノズル後方から噴射される高圧水によって装置の推進力を生むと同時に噴射された高圧水により管内清掃を行う構造である。

② カメラ付噴射ノズル

カメラ付噴射ノズルの首を振ることで進入方向を選択できることが特徴であり，曲がり易さを優先して噴射ノズルを設計している。



添付 8-1 図 カメラ付噴射ノズル

③ 推進距離

噴射ノズル外径との遊びが少ない場合（配管系φ100）に推進距離が 300m までの実績がある。遊びが少なければ噴射の反力が推進力として効率的に利用されるが，配管径が大きくなると遊びも大きくなるため挿入距離は変わる。

：枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 点検頻度

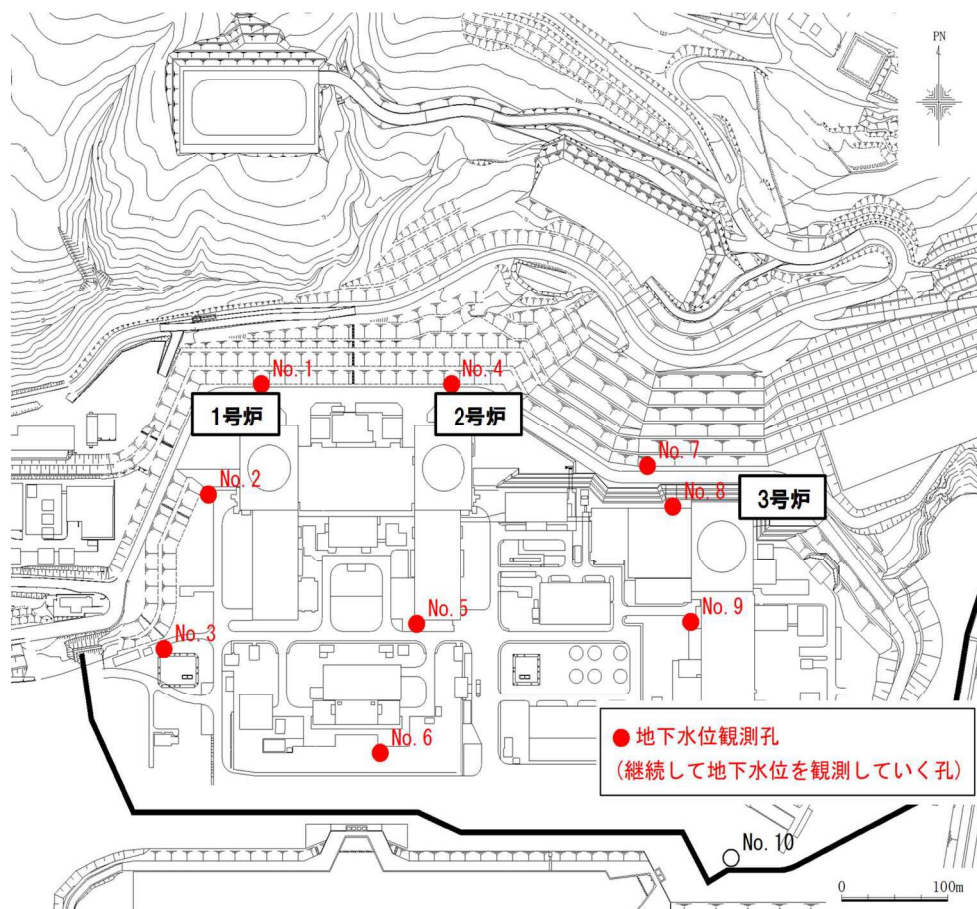
今後、定期検査毎に管内清掃装置を用いた集水管内部点検を計画し、清掃の実績踏まえて適宜点検頻度を検討する。

(3) 集水管の点検口

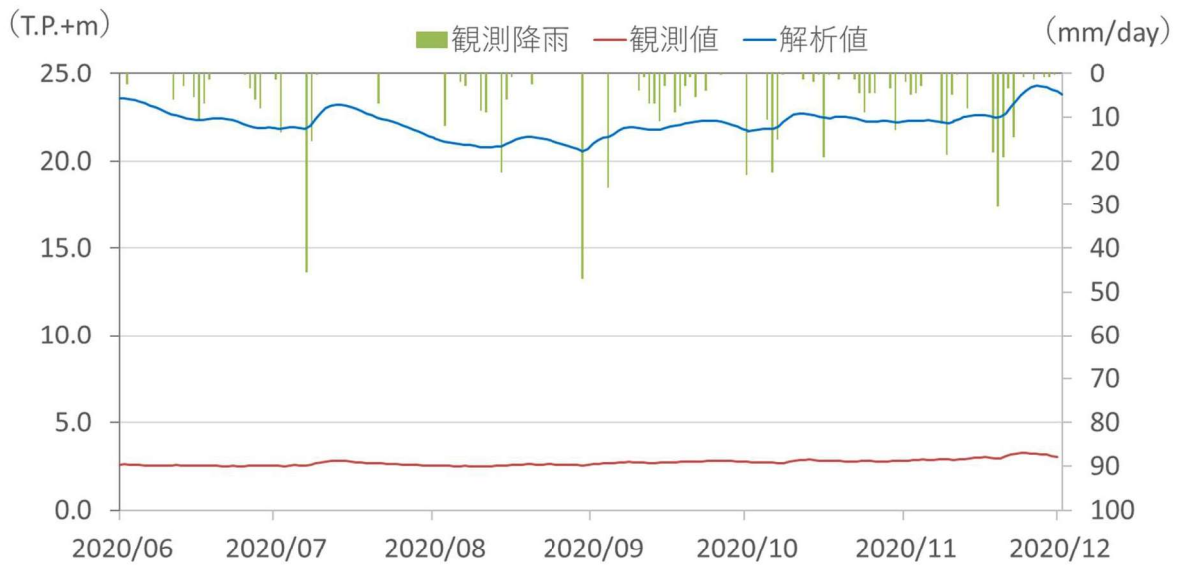
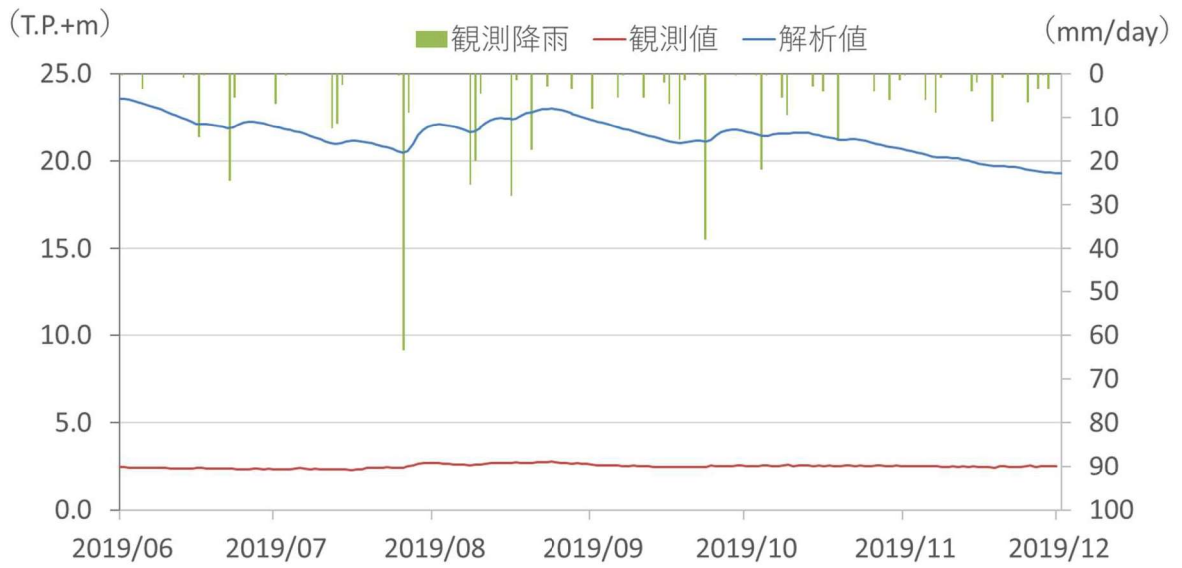
管内清掃装置による集水管の清掃を確実にするため、カメラ付噴射ノズルを挿入するためのアクセス開口（点検口）を複数設ける計画である。点検口は別紙 10-18 図に示す埋戻土下部の集水管敷設範囲角部（曲り部）に設けることを検討している。なお、設工認段階で行う集水管の耐震性評価の結果を踏まえ、必要に応じて集水管に生じる埋戻土由来の土圧を遮る鋼板等を集水管上部に設置することを検討する。

三次元浸透流解析結果（非定常解析）

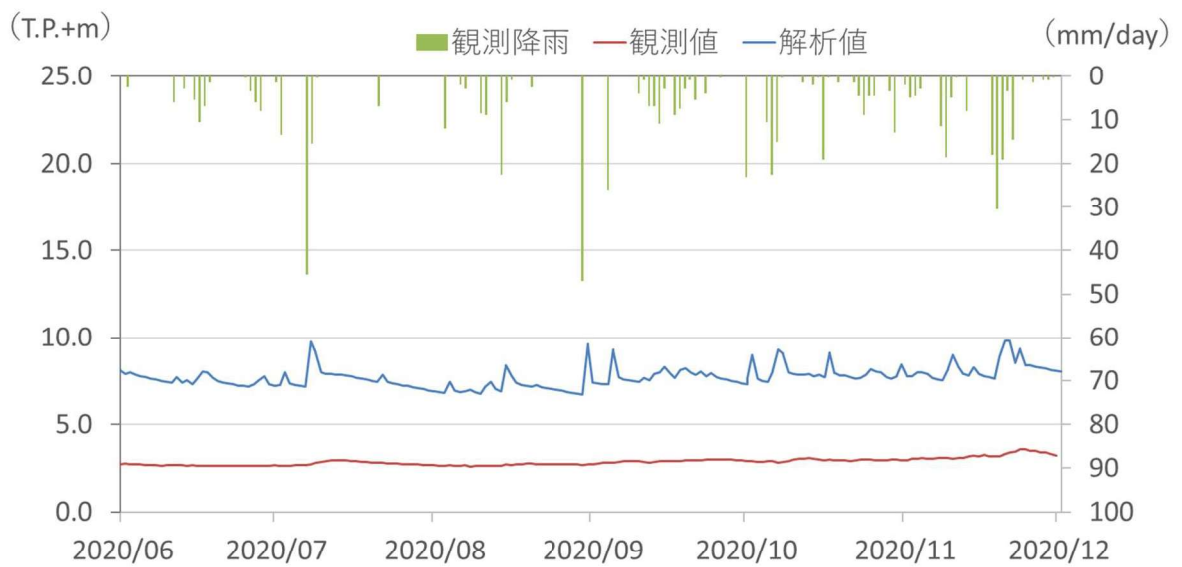
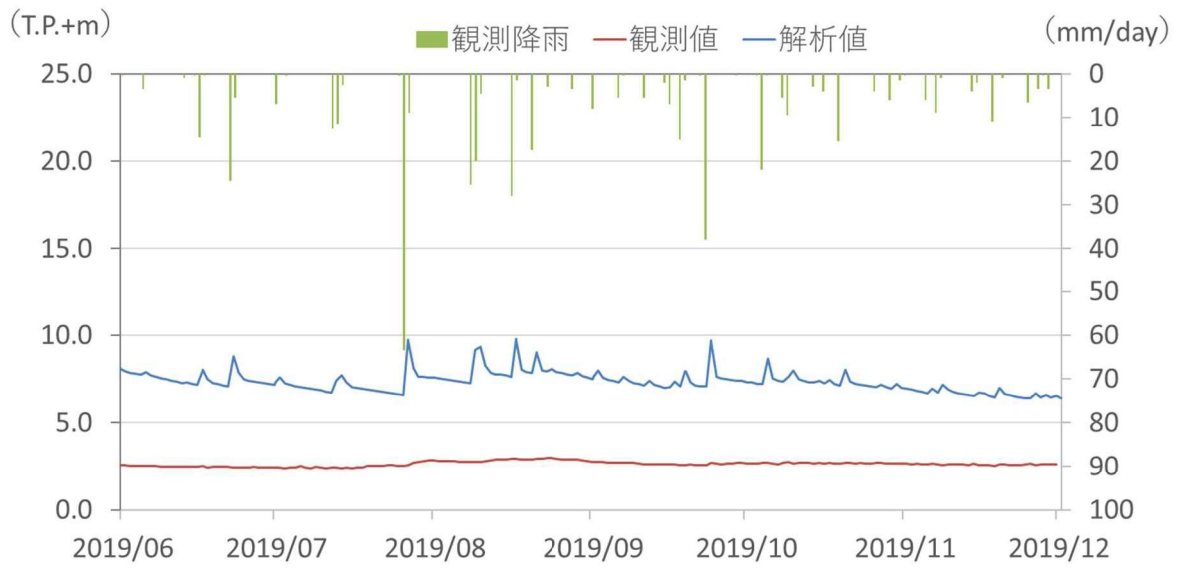
再現解析において、参考として非定常解析を実施し、水位の経時変化について確認した。添付 9-1 図に示す地下水位観測孔において地下水位を記録しており、各観測孔における非定常解析結果水位との比較を添付 9-2 図に示す。



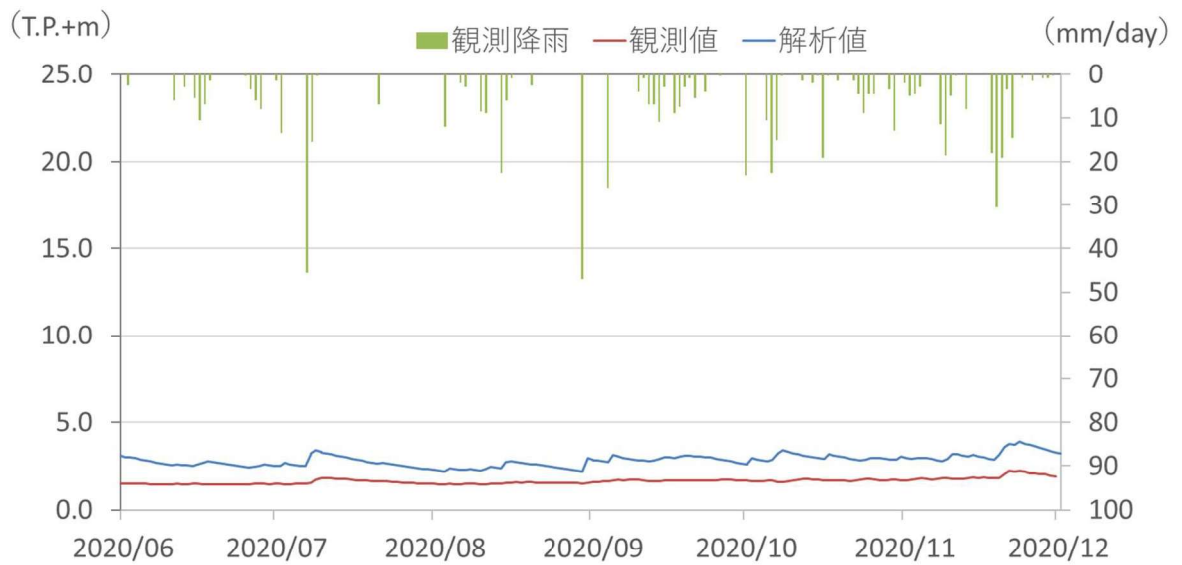
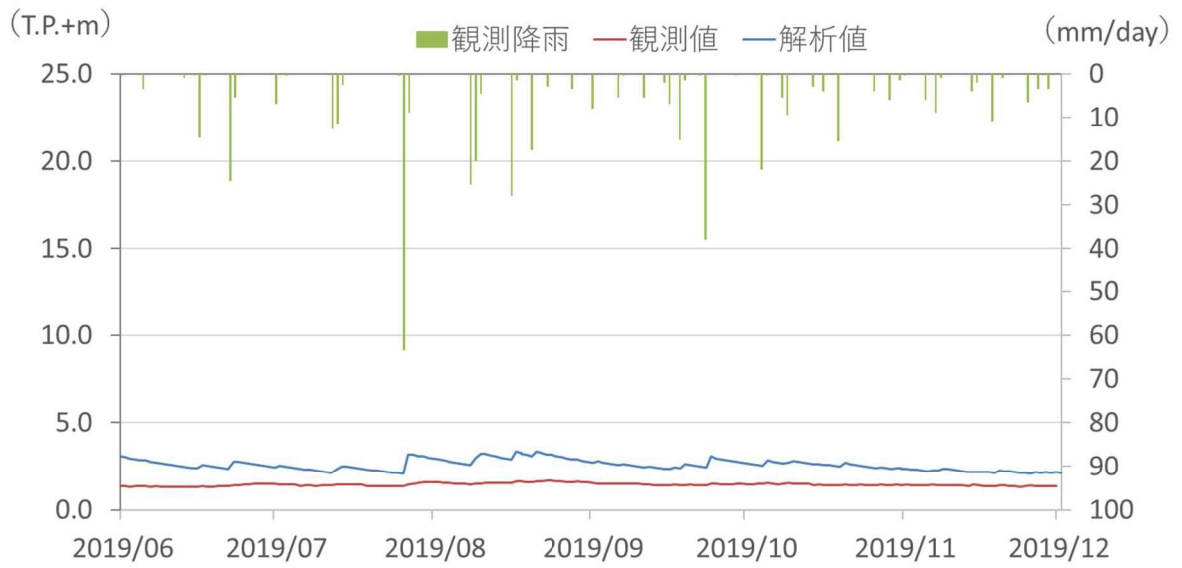
添付 9-1 図 観測孔位置



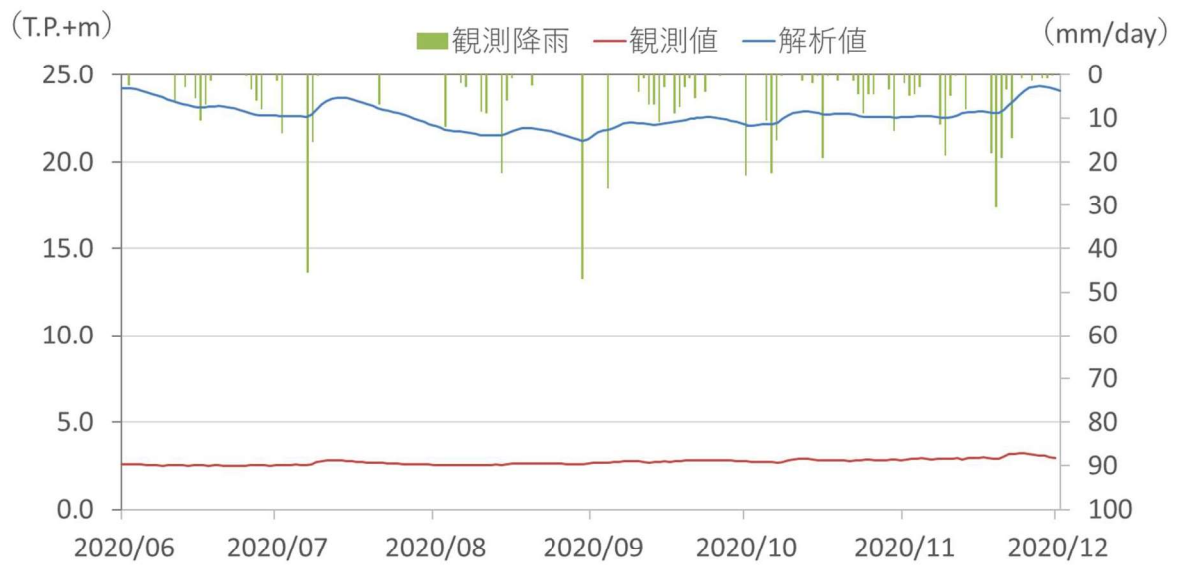
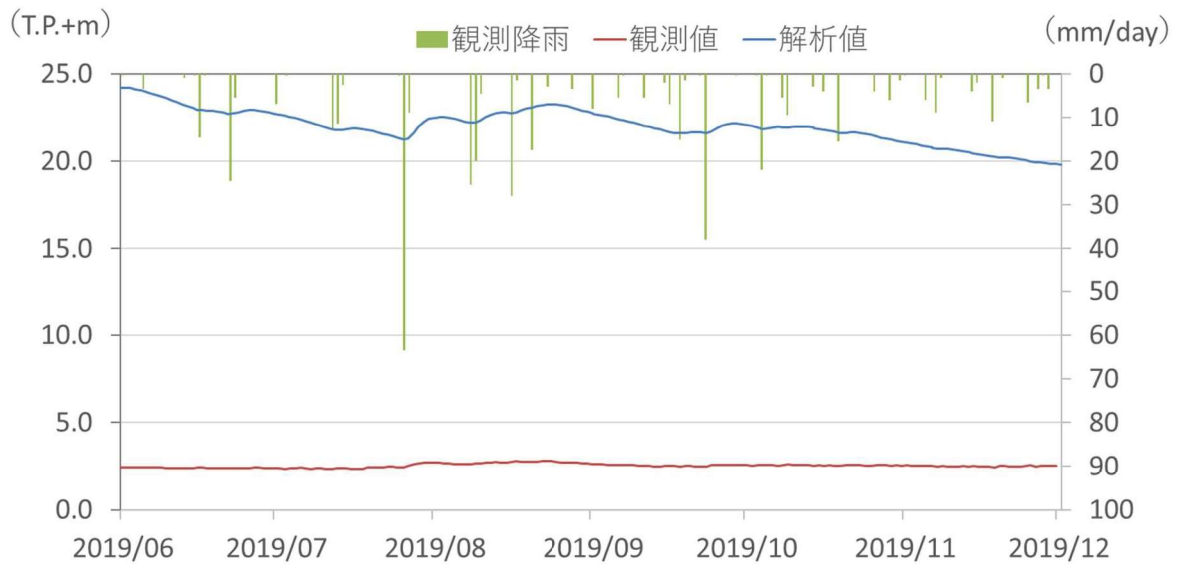
添付 9-2(1) 図 地下水位の経時変化例 (No.1 孔)



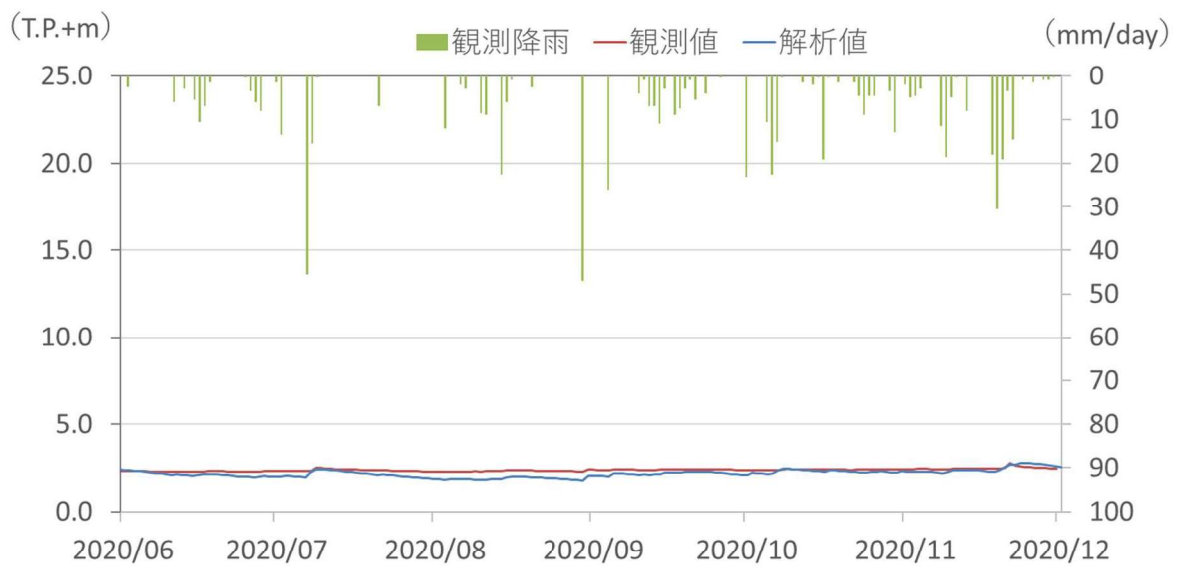
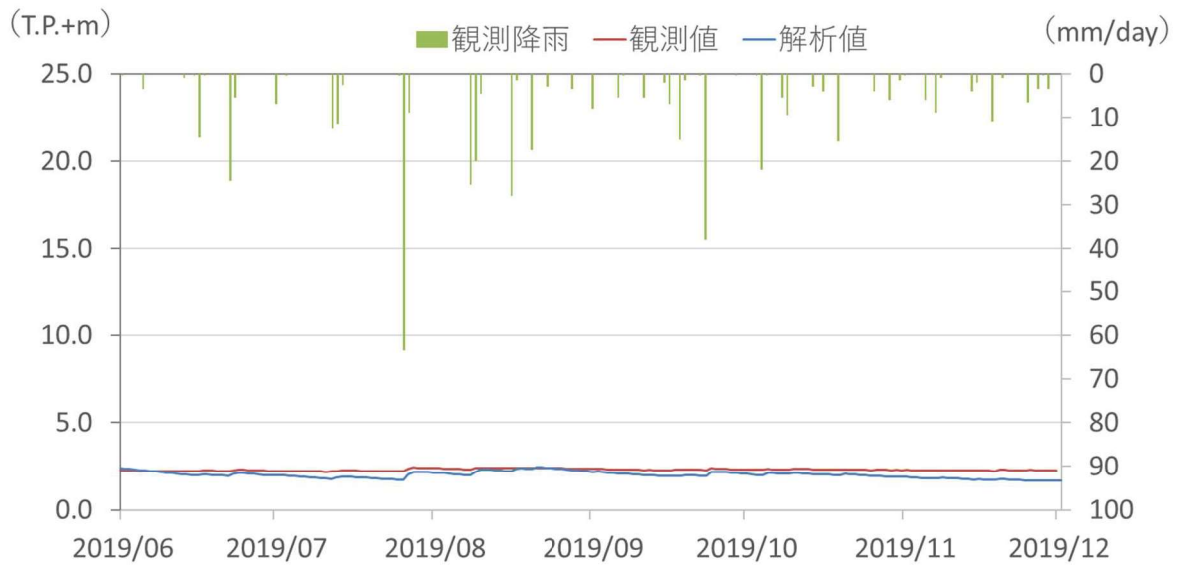
添付 9-2(2) 図 地下水位の経時変化例 (No.2 孔)



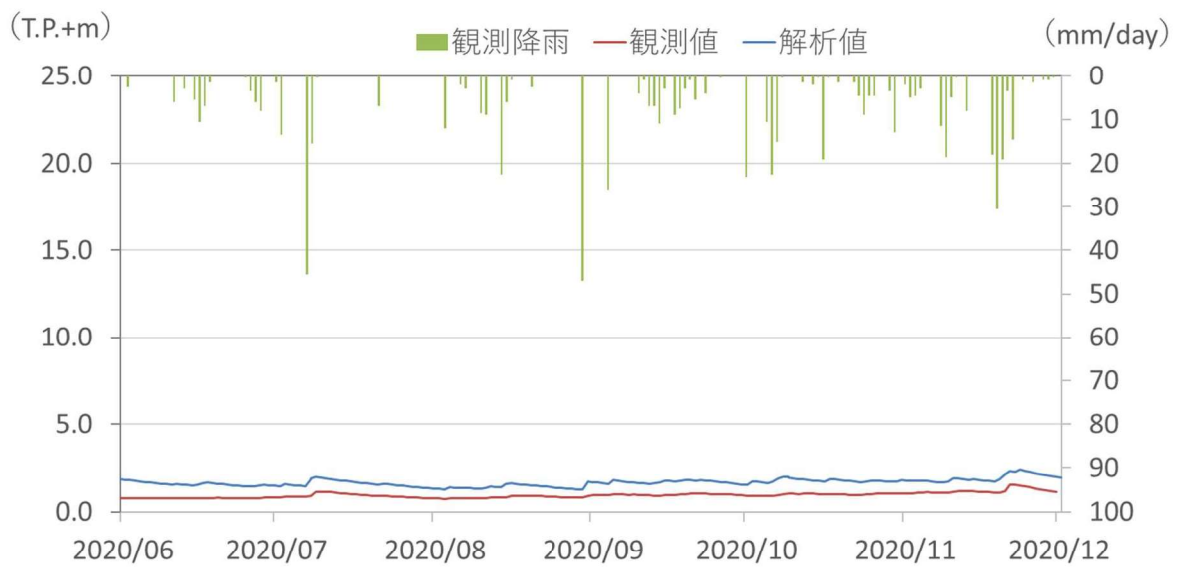
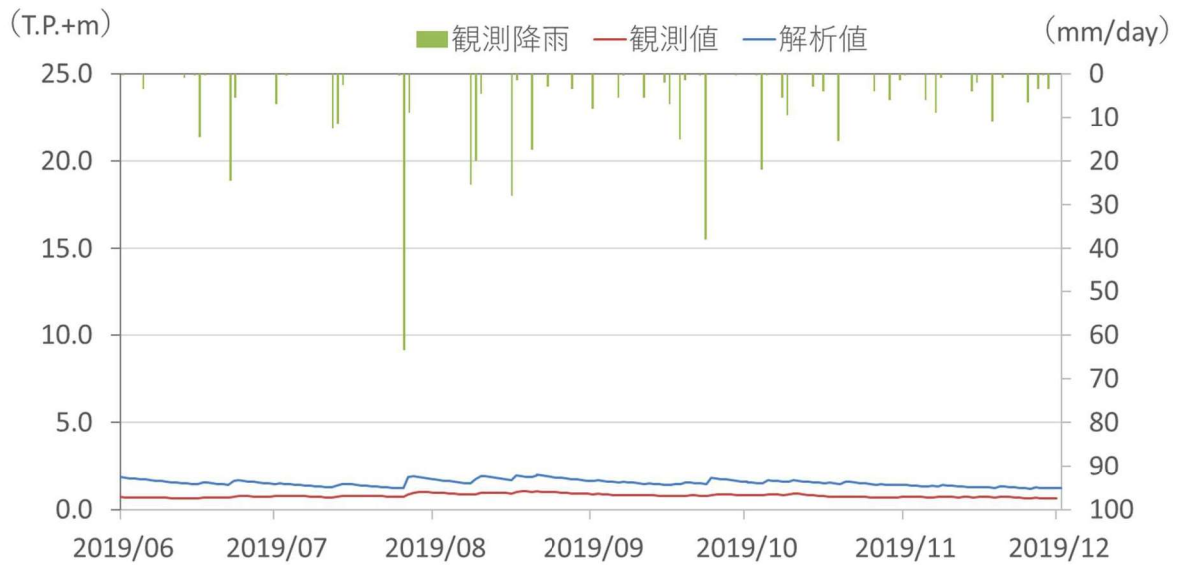
添付 9-2(3) 図 地下水位の経時変化例 (No.3 孔)



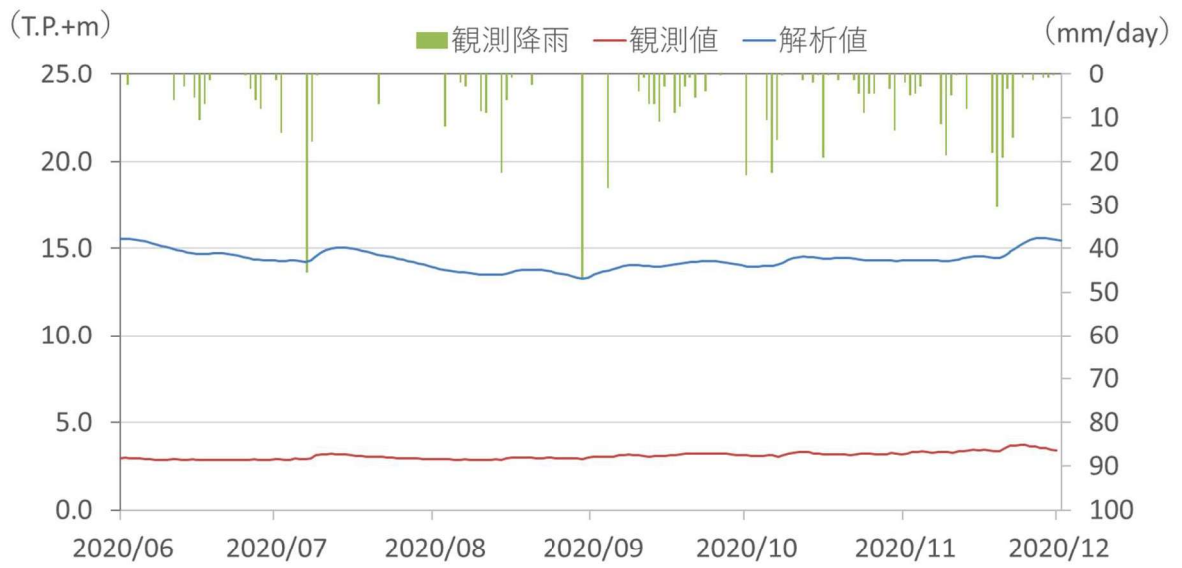
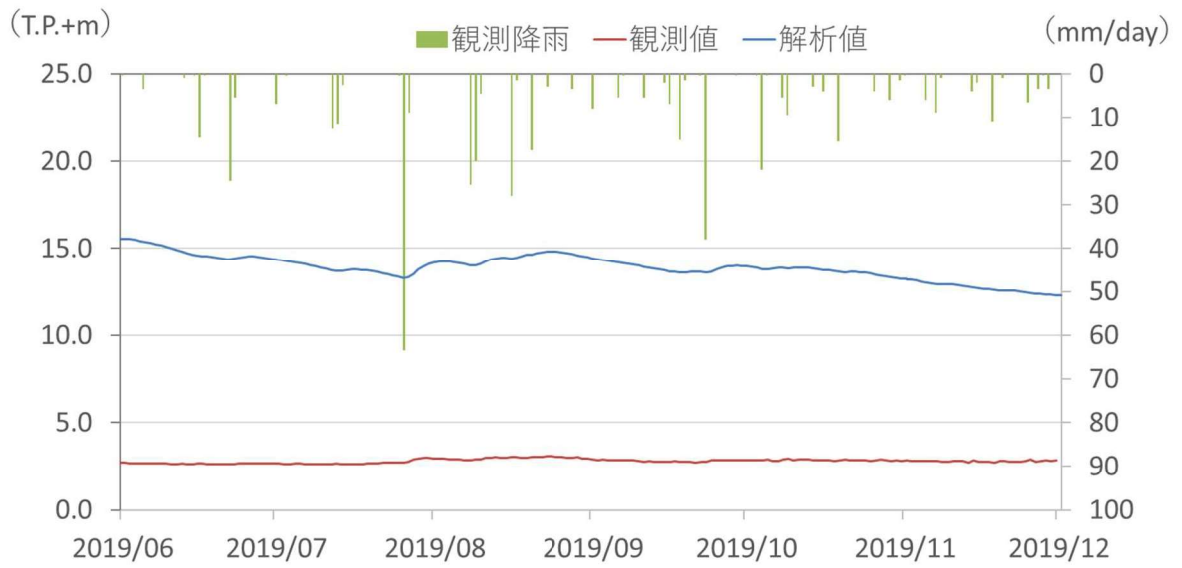
添付 9-2(4) 図 地下水位の経時変化例 (No.4 孔)



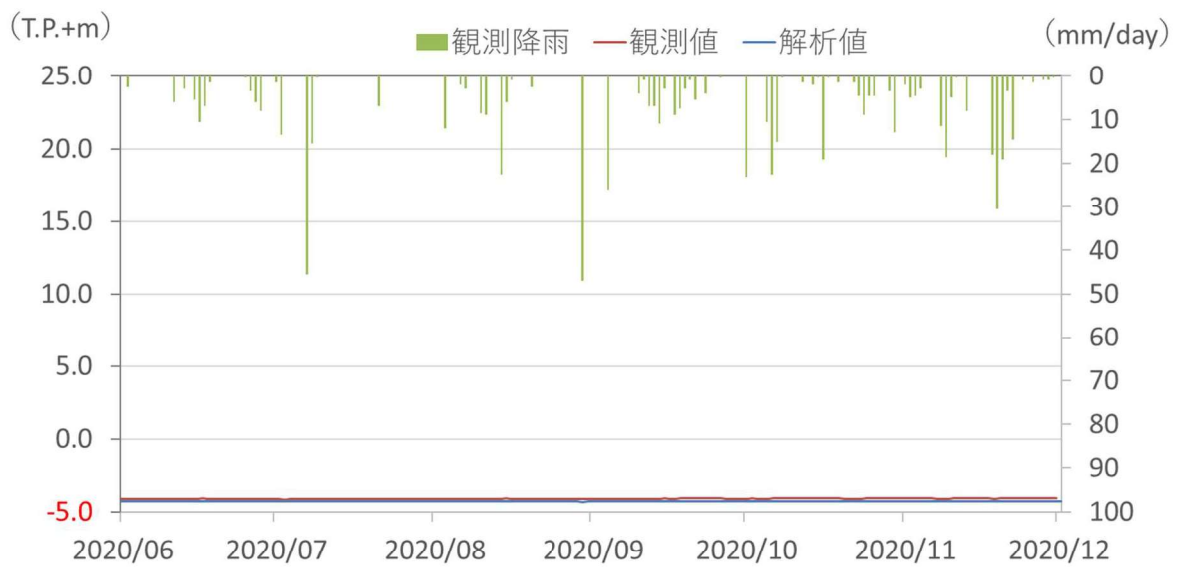
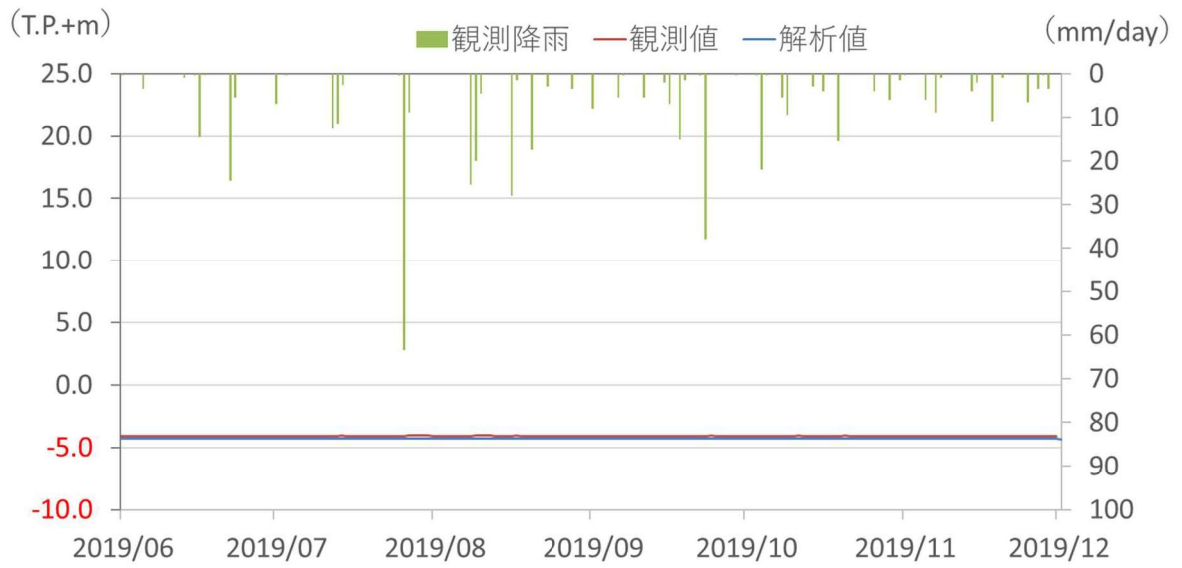
添付 9-2(5) 図 地下水位の経時変化例 (No.5 孔)



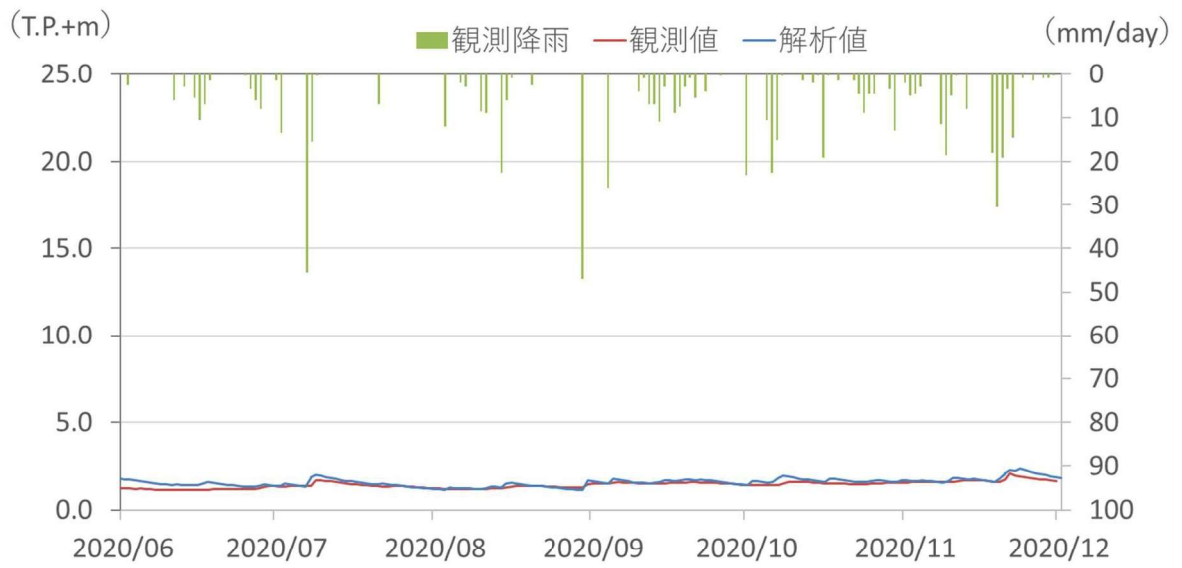
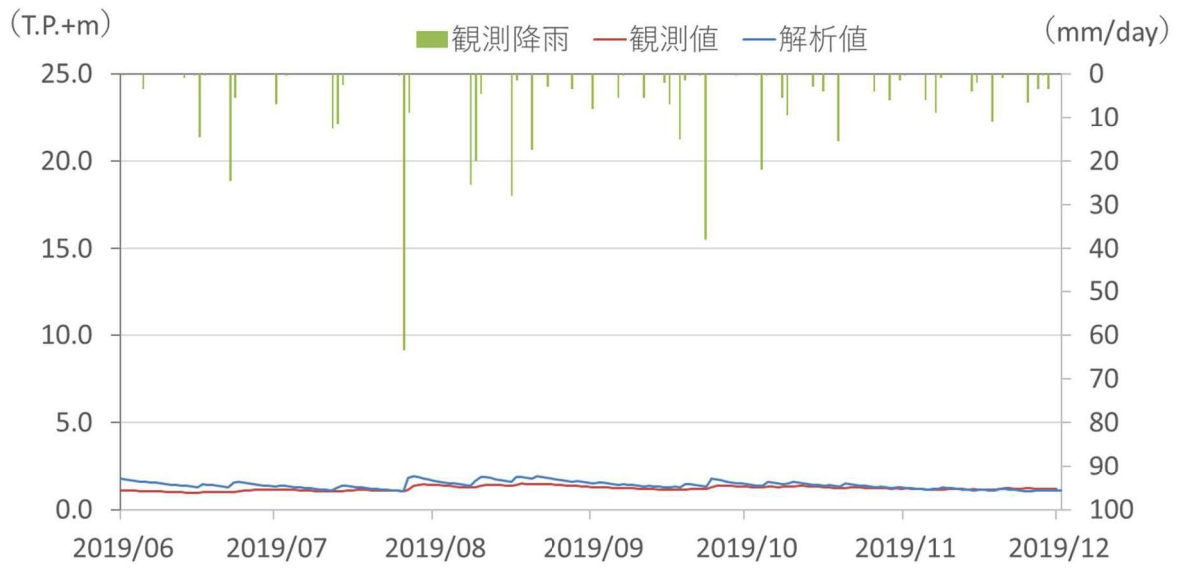
添付 9-2(6) 図 地下水位の経時変化例 (No.6 孔)



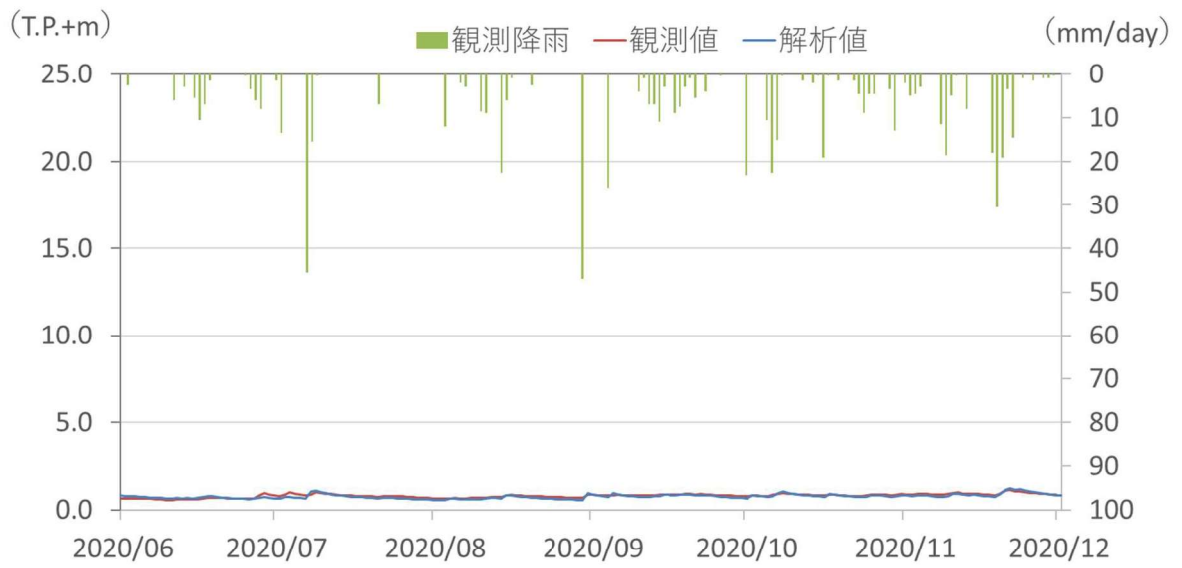
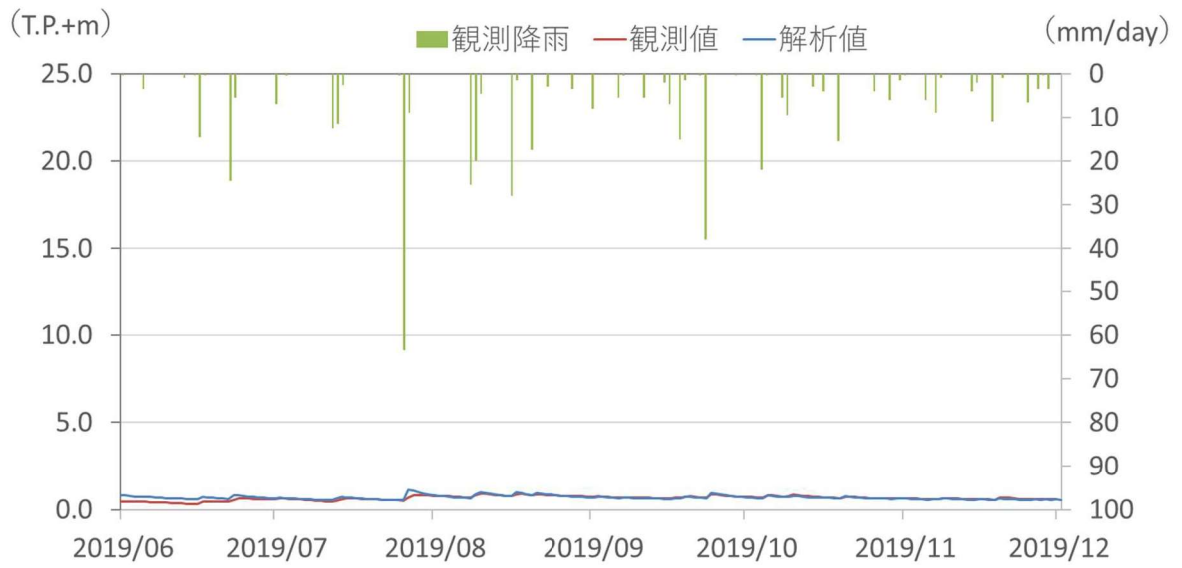
添付 9-2(7) 図 地下水位の経時変化例 (No.7 孔)



添付 9-2 (8) 図 地下水位の経時変化例 (No.8 孔)



添付 9-2 (9) 図 地下水位の経時変化例 (No.9 孔)



添付 9-2(10) 図 地下水位の経時変化例 (No.10 孔)

No.2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 孔は T. P. +10.0m 盤エリアに位置し、このうちNo.6, 10 孔は埋戻土の層厚が比較的厚い地点であり、その他の孔は埋戻土の層厚は比較的薄い地点である。

No.1, 4, 7 孔はそれぞれ 1, 2, 3 号炉背面の中標高のエリア (T. P. +31.0m 盤) に位置し、埋戻土は存在しない地点である。

地下水位の経時変化に係わる観測値と解析値を比較すると、No.3, 5, 6, 8, 9, 10 孔では概ね両者は同程度であり、その他の孔では解析値が観測値を上回っている。

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、観測値は降雨による地下水位の変化は軽微であり、解析値については観測値と比較して降雨による反応は大きいものの同様の傾向は再現されている。

a. No.1 孔

No.1 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、概ね T. P. +3m 付近を推移している。一方で、解析値では、それよりも高い概ね T. P. +20m～+25m の間を推移している。

b. No.2 孔

No.2 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +3m 付近を推移している。一方で、解析値では、それよりも高い概ね T. P. +8m 付近を推移している。

c. No.3 孔

No.3 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +2m 付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。

d. No.4 孔

No.4 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、概ね T. P. +3m 付近を推移している。一方で、解析値では、それよりも高い概ね T. P. +20m～+25m の間を推移している。

e. No.5 孔

No.5 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ね T. P. +2m 付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。

f. No.6 孔

No.6 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位な変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T.P. +1m 付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。

g. No.7 孔

No.7 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位な変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T.P. +3m 付近を推移している。一方で、解析値では、それよりも高い概ね T.P. +14m 付近を推移している。

h. No.8 孔

No.8 孔の観測値は降雨等に伴う地下水位の変動は確認されず、概ね T.P. -4m 付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。

i. No.9 孔

No.9 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位な変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T.P. +2m 付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。

j. No.10 孔

No.10 孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるもの、大きな変動は確認されず、概ね T.P. +1m 付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。