

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	資料1
提出年月日	令和4年6月6日

泊発電所3号炉

地震による損傷の防止

(地下水位の設定)

令和4年 6月 6日
北海道電力株式会社

1. 設計地下水位の設定の経緯と説明計画	.....	P.3
2. 設計地下水位の設定方針等について	.....	P.8
2.1 設計地下水位の設定方針		
2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件		
添付資料1 敷地の水文環境	.....	P.35
添付資料2 三次元浸透流解析モデル・条件	.....	P.37
添付資料3 三次元浸透流解析結果	.....	P.39
添付資料4 泊3号炉建設時(設置許可時)の浸透流解析	.....	P.41
添付資料5 三次元浸透流解析のモデル化対象時期	.....	P.43
添付資料6 透水係数の妥当性確認	.....	P.44
添付資料7 観測孔における地下水位観測記録	.....	P.48

1. 設計地下水位の設定の経緯と説明計画

①～③ 設計地下水位の設定に係わる検討が必要になった経緯(1/2)

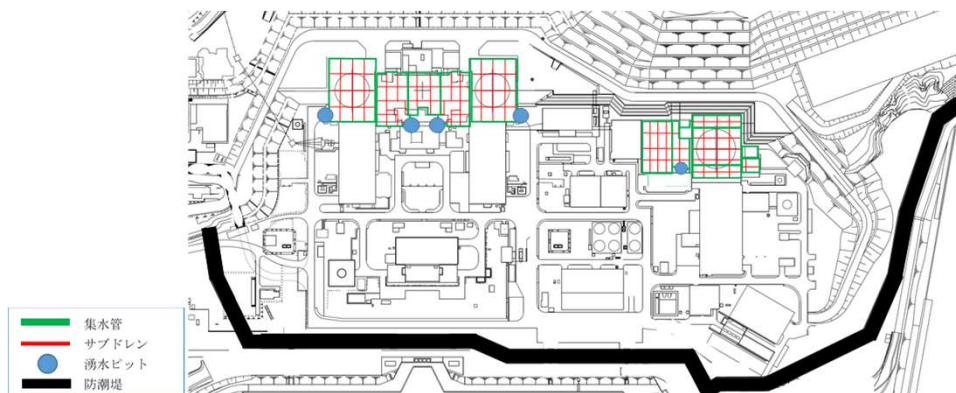
本項では、設計地下水位の設定に係わる検討が必要になった経緯(①～③)、設計地下水位設定に係わる説明内容及び許認可の各段階での説明内容(④)、先行プラントと比較した「泊3号炉地下水排水設備」の設計的特徴(⑤)、今回資料の説明概要(⑥)を示す。

①敷地の水文環境(添付資料1参照)

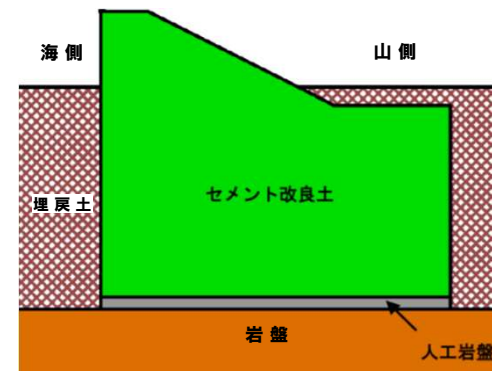
- ・ 泊発電所の敷地は、丘陵地から海岸に向かって次第に低下し、山側に降った雨は、蒸発散分を除き、表面水として敷地へ流入するものと**岩盤内に浸透し地下水として敷地に流入するもの**に分かれる。
- ・ 表面水は、構内排水路を通じて海へ排水される。
- ・ **地下水は、基本的に敷地に留まることなく海へ排水される**が、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋及びA1,A2-燃料油貯油槽タンク室(以下、「原子炉建屋等の主要建屋」という。)については、1-1図に示す建屋基礎下等に設置した地下水排水設備により集水後、放水路へ排水される。

②岩着構造の防潮堤を設置する影響

- ・ 津波防護施設として新設する防潮堤(以下、「防潮堤」という。)は、セメント改良土を直接岩盤に支持させる堤体構造(1-2図参照)とすることとしている。
- ・ **防潮堤の設置に伴い、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ることから、山側から海へ向かう従来の流動場が変化し、地下水位の上昇が想定される。**



1-1図 地下水排水設備の配置概略図



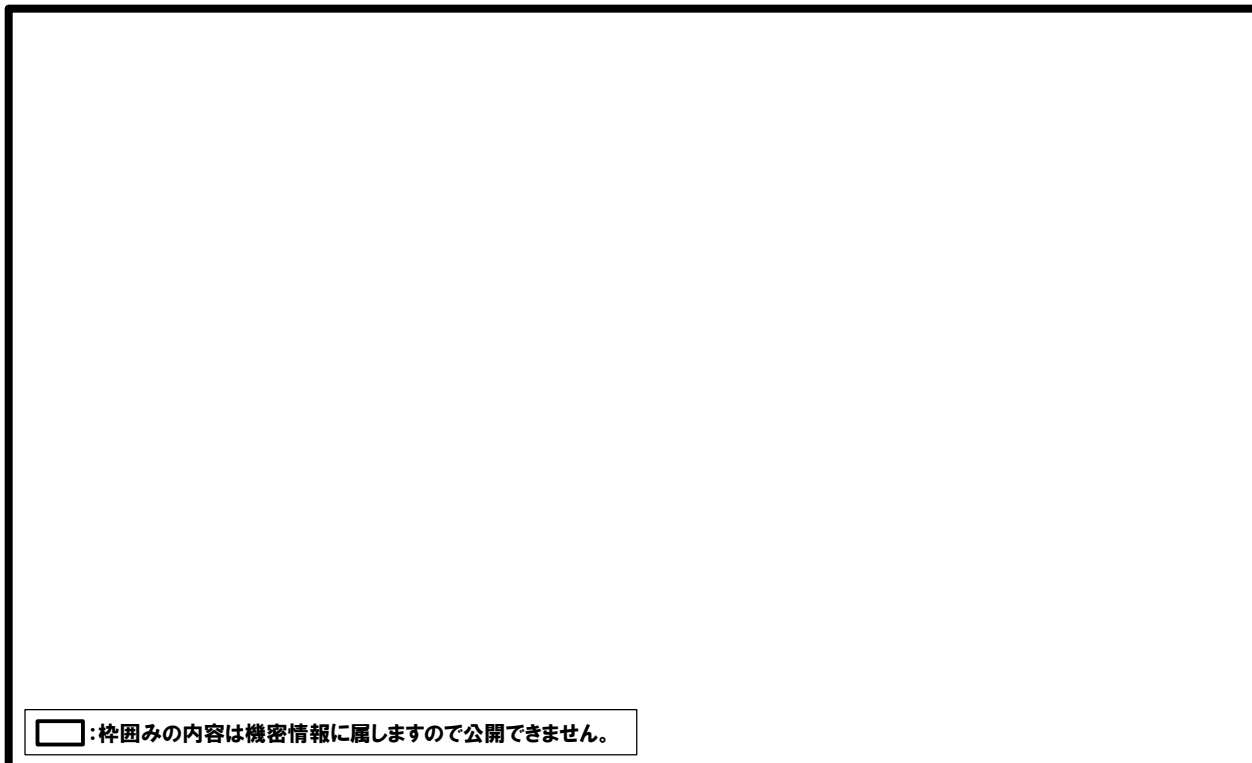
1-2図 防潮堤概要図

1. 設計地下水位の設定の経緯と説明計画

①～③ 設計地下水位の設定に係わる検討が必要になった経緯(2/2)

③ 防潮堤の設置に伴い地下水位上昇の影響を受ける可能性のある施設等の設計地下水位

- 1-3図に「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、アクセスルート及びそれらの基礎地盤・周辺斜面」を示す。
- 設置許可基準規則への適合性の評価において、**防潮堤の設置に伴う地下水位上昇の影響を受ける可能性のある施設等は、図に示す施設等のうち「防潮堤より海側に設置される設備である取水口(貯留堰含む)及び屋外排水路逆流防止設備」を除く全ての施設等及びそれらの基礎地盤・周辺斜面が対象となる。**
- これらの施設等について、防潮堤設置後の敷地の地下水位を想定した上で、「設計地下水位の設定」に係わる検討が必要である。**



□: 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。

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
	斜面
	防潮堤 ※2
	地下水位観測孔

1-1表 地下水位上昇の影響を受ける可能性のある施設等

設備分類	設備名称
基礎地盤・周辺斜面	基礎地盤
	周辺斜面(保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面も含む)
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) 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	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。

1-3図 泊3号炉における耐震重要施設等の配置

1. 設計地下水位の設定の経緯と説明計画

④ 設計地下水位設定に係わる説明内容及び許認可の各段階での説明内容

「設計地下水位の設定」に係わる許認可全体での主な説明事項は以下の2点。

- 各施設の設計地下水位の設定
- 原子炉建屋等の主要建屋の設計地下水位の保持に必要な地下水排水設備の要求機能と信頼性

下表に、上記の説明事項に係わる許認可の各段階で説明する範囲を示す。

1-2表 許認可の各段階で説明する範囲

設置（変更）許可段階	設計及び工事計画認可段階 (以下、「設工認段階」という。)
<p>設計地下水位の設定方針</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計地下水位の設定方針 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 浸透流解析による暫定の予測解析結果を踏まえた各施設の設計地下水位の設定方針。 ➤ 設計地下水位の設定及び地下水排水設備のポンプ容量の設定のために必要な、浸透流解析の解析モデル・条件等の妥当性・保守性。 ・ 地下水排水設備の設計に係わる前提条件 	<p>設計地下水位の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 左記方針を踏まえた浸透流解析の内容、予測解析結果 ・ 上記の予測解析結果を踏まえた各施設等の具体的な設計地下水位の設定
<p>地下水排水設備の設計方針</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水排水設備に期待する機能とその達成方針 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 地下水排水設備の設計に係わる前提条件に基づき<u>必要となる信頼性を分析</u>。 	<p>地下水排水設備の設計</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 左記方針を踏まえた要求機能の確保に必要な具体的な設備対策や運用 ・ 地下水排水設備のポンプ容量 ・ 各設備に対する<u>耐震性等の確認結果</u>

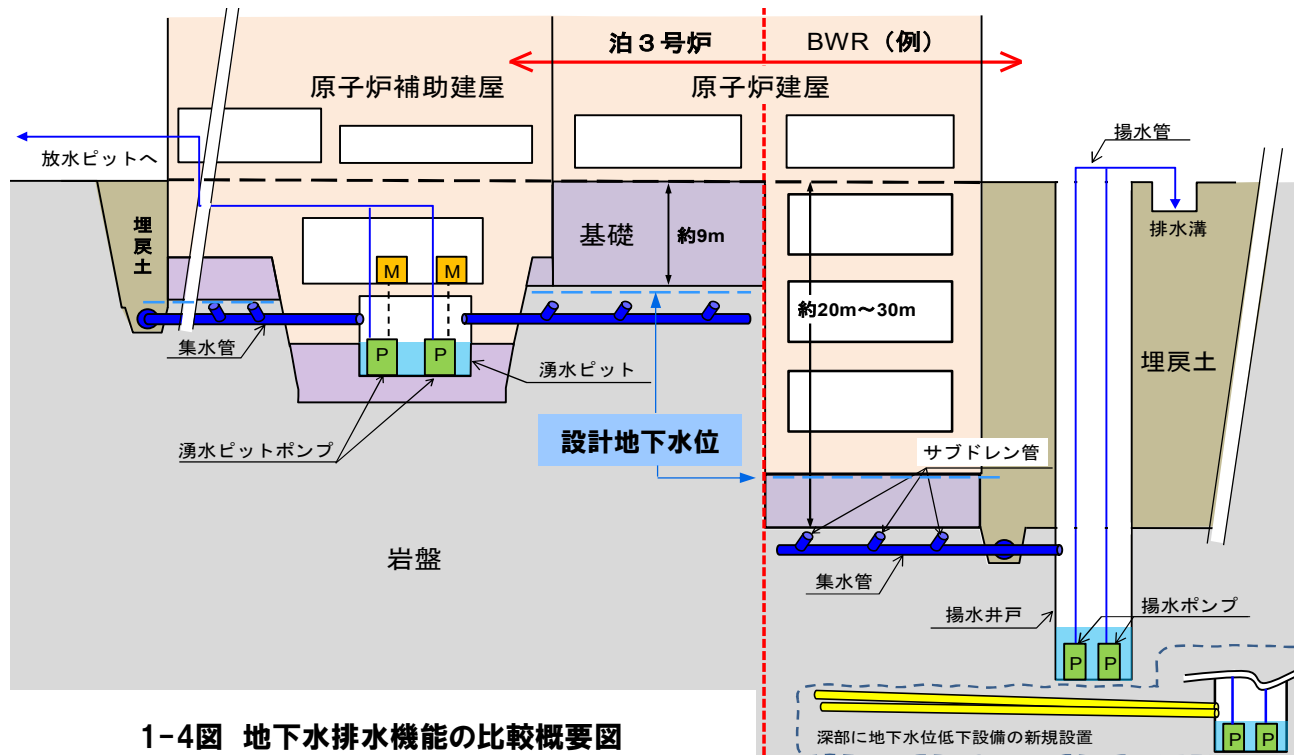


今回資料の説明範囲

1. 設計地下水位の設定の経緯と説明計画

⑤ 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)
機能に期待する施設等	「原子炉建屋等の主要建屋」のみ	「敷地広範囲」の施設（地下水位低下設備を新設し、揚水井戸を多重化した場合）
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



1-4図 地下水排水機能の比較概要図

⑥ 今回資料の説明概要

今回資料の説明概要(説明内容のポイント)は以下のとおり。

「2.1 設計地下水位の設定方針」

- ・ **防潮堤設置後における各施設の「設計地下水位の設定方針」を以下のとおり策定した((3)については三次元浸透流解析による暫定の予測解析結果を踏まえて方針を策定。)**。(p.18～23)
 - (1) 設置許可段階で安定性評価が要求される基礎地盤・周辺斜面については、設計地下水位を地表面に設定する(保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面においても同様に地表面とする。)
 - (2) **原子炉建屋等の主要建屋については、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に設計地下水位を設定する。**
 - (3) (1), (2)以外の施設等については、以下のとおり設計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、設計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(地下水排水設備に期待しない場合の三次元浸透流解析の予測解析結果)に基づき設計地下水位を設定する。**
- ・ 上記に係わる三次元浸透流解析について、解析結果(水位・湧水量)と観測結果(水位・ポンプ揚水量)を比較することにより、解析モデルの妥当性・保守性を確認した。(p.10～17)

「2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件」

- ・ 前述の2.1(2)で述べたように、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して設計地下水位を設定するため、**地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の比較結果**を示した上で、今後説明予定の「地下水排水設備の設計方針」の前段で整理が必要な事項として、**設備設計に必要な前提条件**を取り纏めた。(p.32～34)

2. 設計地下水位の設定方針等について

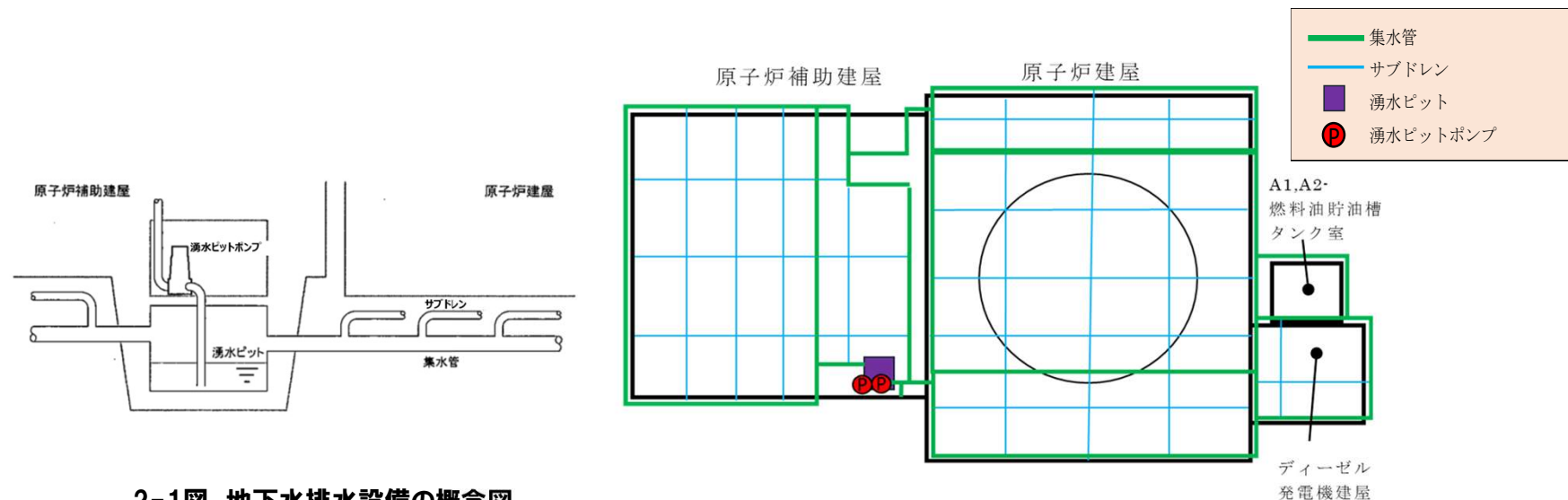
2.1 設計地下水位の設定方針

(1) 既工認における設計地下水位設定の考え方

○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)に設計地下水位を設定し、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に設計地下水位を設定し、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及びその周囲には、地下水排水設備(2-1図, 2-2図)を設置していた。(地下水排水設備の概要については「2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件」参照)



2-1図 地下水排水設備の概念図

2-2図 地下水排水設備の配置概要図

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(2) 新規制基準適合性審査における設計地下水位の設定の基本的な考え方

○前述(p.3)のとおり、津波防護施設として防潮堤を設置することに伴い、**敷地の地下水位が防潮堤設置前よりも上昇が想定される。これに伴い、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が及ぶ可能性がある。**

○上記を踏まえ、泊3号炉の施設等の設計の基本方針を以下のとおりとする。

- **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し、建屋基礎底面下に設計地下水位を保持することで、揚圧力影響及び液状化影響を排除し、当該施設の機能が損なわれ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施設等については、地下水排水設備の機能に期待せず、防潮堤設置後の地下水位を三次元浸透流解析による予測解析にて確認し、設計地下水位を改めて設定した上で、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方針とする。**

○以上を踏まえ、泊3号炉における施設等の設計地下水位設定の基本的な考え方を以下のとおりとする。

- ① **設置許可段階で安定性評価が要求される基礎地盤・周辺斜面については、設計地下水位を地表面に設定※1する**
(保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面においても同様に地表面とする。)

※1 詳細は「基礎地盤・斜面の安定性評価」の審査にて説明する。

- ② **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し、建屋基礎底面下に設計地下水位を設定する。**
- ③ **①及び②以外の耐震重要施設・常設重大事故等対処施設※2 (いずれも間接支持構造物を含む)、保管場所、アクセスルートについては、防潮堤設置後における地下水排水設備の機能に期待しない場合の、三次元浸透流解析の予測解析結果に基づき設計地下水位を設定する。**
(浸透流解析結果を踏まえて設計地下水位を設定する対象施設については後述する。)

※2 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. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(3) 浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フロー(1/2)

○三次元浸透流解析を実施する目的を以下のとおり整理した。

① 設計地下水位の設定

設置許可段階	防潮堤設置後の予測解析モデルにて暫定の予測解析を実施し、地下水排水設備の機能に期待しない場合の地下水位を確認し、その結果を踏まえて「 基礎地盤・周辺斜面及び原子炉建屋等の主要建屋 」以外の施設等について、 設計地下水位の設定方針を策定する。
設工認段階	上記方針に基づき、 防潮堤設置後の予測解析モデルにて予測解析を実施し、その結果に基づき具体的な設計地下水位を設定する。

② 地下水排水設備のポンプ容量の設定

設工認段階において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、地下水排水設備に必要なポンプ容量を設定する。

○次ページ以降で、三次元浸透流解析の解析モデル・条件及び設計地下水位の設定フローの概要について説明する。

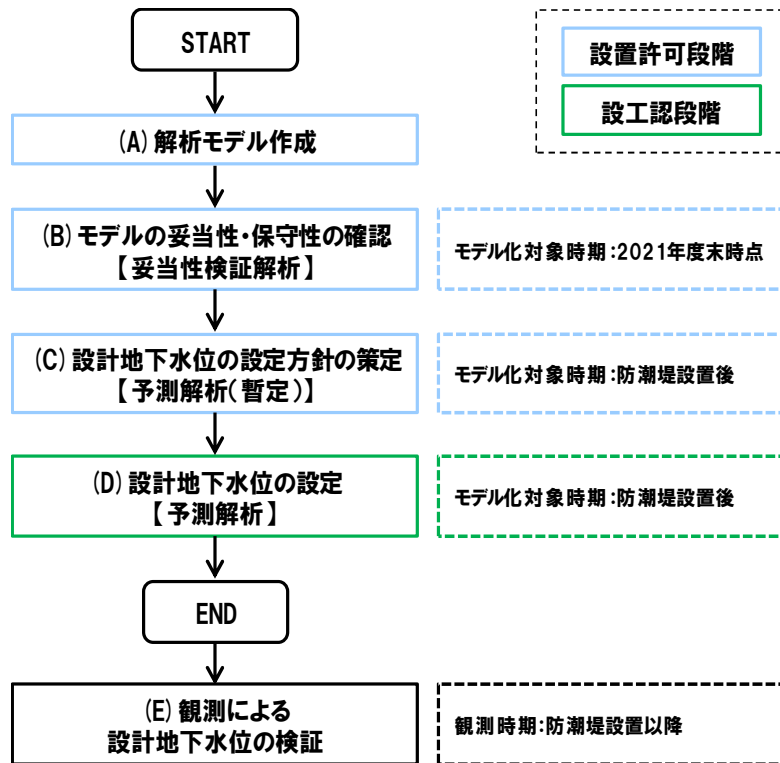
2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(3) 浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フロー(2/2)

○浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フローと各プロセスにおける検討方針を2-3図及び2-1表に示す。

2-1表 浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フローの各プロセスにおける検討方針



2-3図 浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フロー

(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。
- ・ モデルの作成にあたっては、保守的な(解析水位が高くなる)モデルとなるように各種条件を設定する。

(B) モデルの妥当性・保守性の確認

- ・ 妥当性検証解析(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。
- ・ 参考として妥当性検証解析(非定常)を実施し、解析水位と観測水位の比較確認も行う。
- ・ また、地下水排水設備で集水される解析水量と観測水量を比較し、ポンプ容量の設定として使用するモデルとしての妥当性・保守性を確認する。

(C) 設計地下水位の設定方針の策定

- ・ 防潮堤設置後の予測解析モデルにて暫定の予測解析を実施し、地下水排水設備に期待しない場合の敷地の地下水位を確認し、その結果を踏まえて「設計地下水位の設定方針」を策定する。

(D) 設計地下水位の設定

- ・ 設工認段階で、防潮堤設置後の予測解析用モデルにて予測解析を実施し、その結果に基づき具体的な設計地下水位を設定する。
- ・ また、湧水量の予測解析結果に基づき防潮堤設置後における地下水排水設備に必要なポンプ容量を設定する。

(E) 観測による設計地下水位の検証

- ・ 防潮堤設置以降の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。

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

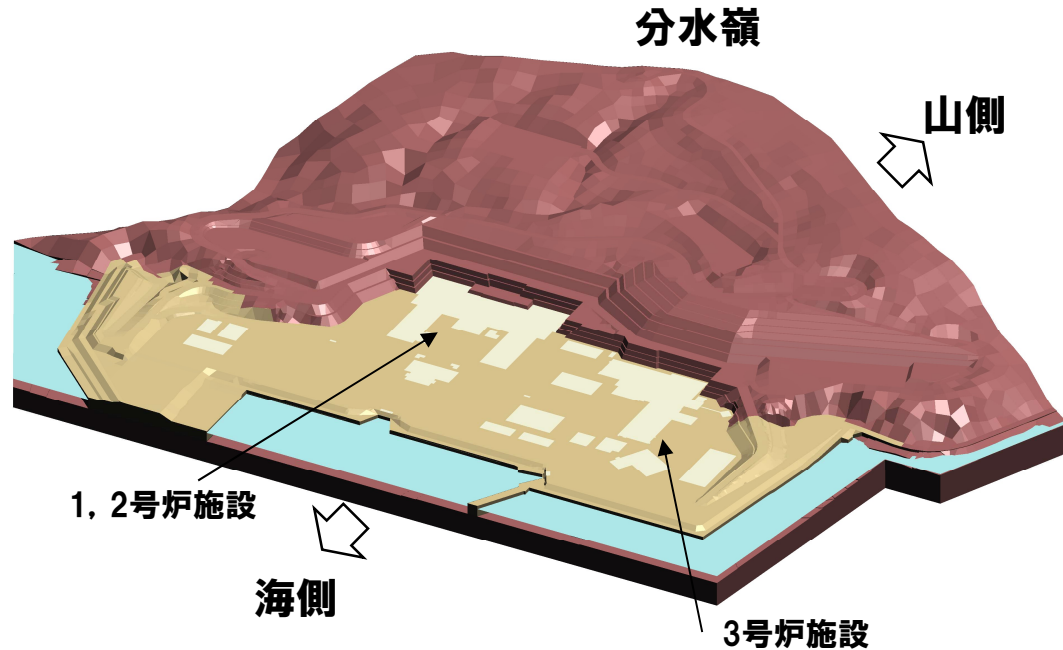
(4) (A) 解析モデル作成(1/2)

○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(2-2表, 2-4図)
(解析ソフト: Dtransu-3D・EL, バージョン: Ver.1.0i.2a)。

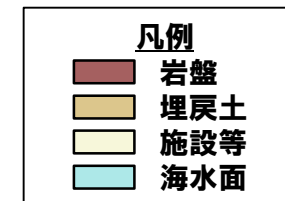
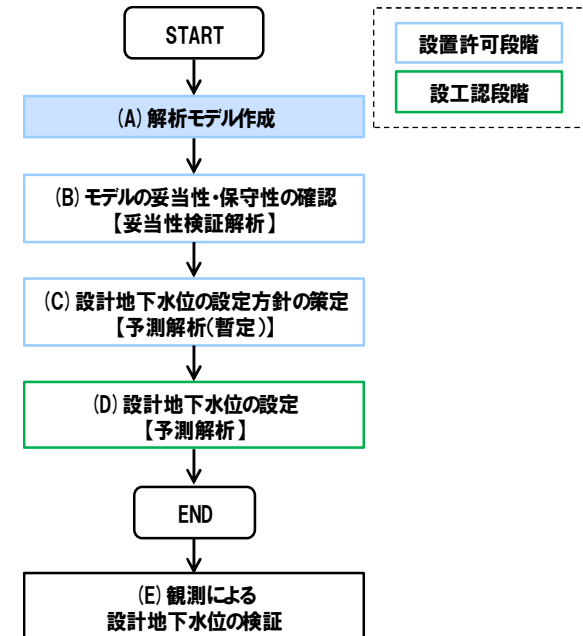
○モデルの作成及び各種解析条件の設定にあたっては、保守的な(解析水位が高くなる)モデルとなるように設定する方針とした。

2-2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。 モデル化対象時期は以下のとおり(詳細は添付資料5参照)。 妥当性検証解析モデル: 2021年度末時点 予測解析モデル: 防潮堤設置後



2-4図 解析モデル(妥当性検証解析用)鳥瞰図

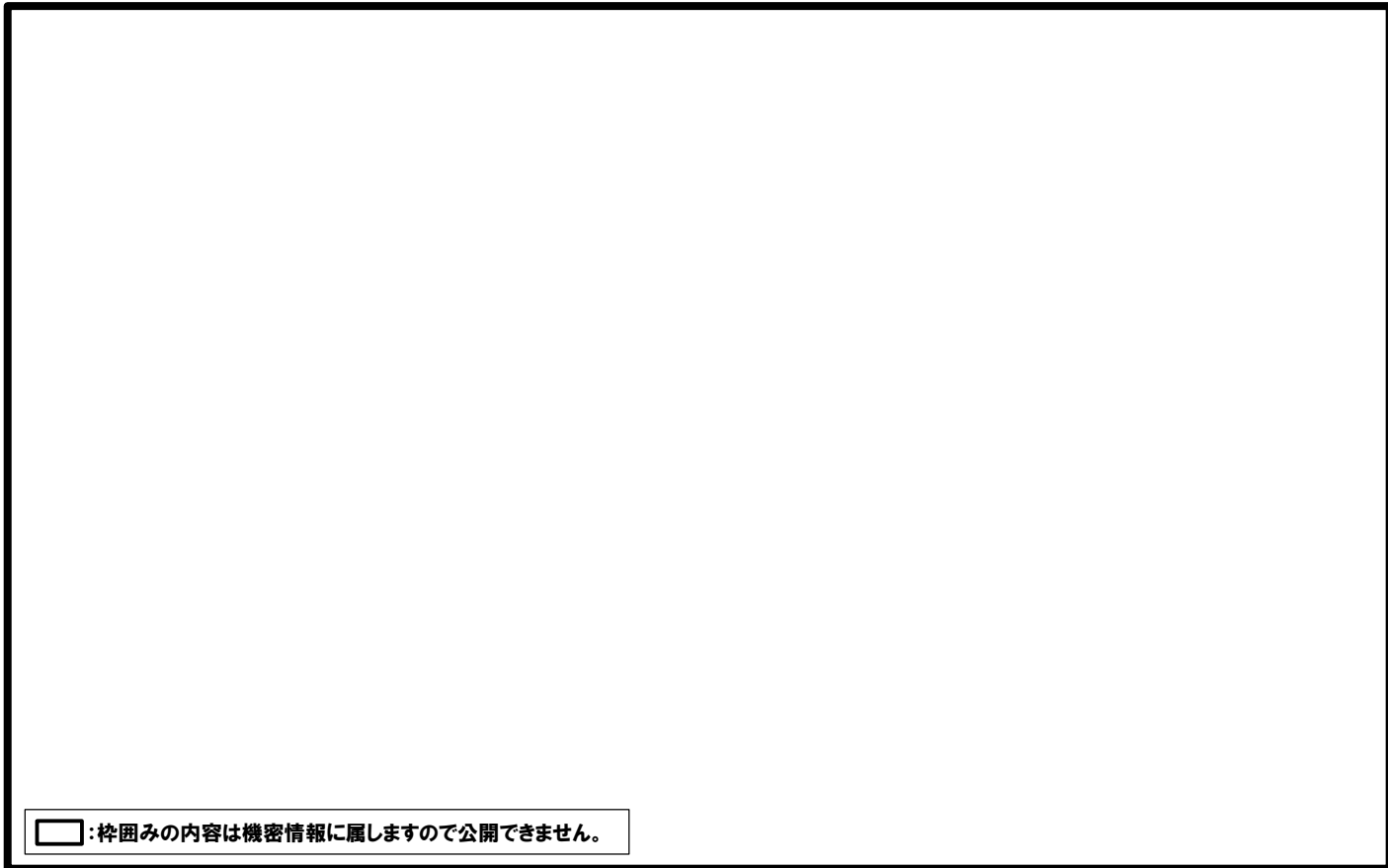


2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(4) (A) 解析モデル作成(2/2)

- 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モデル化する。
- 敷地内における構造物等のモデル化範囲を2-5図に示す。
- 妥当性検証解析用のモデルにおいて、地下水排水設備については1～3号炉の集水管とサブドレンをモデル化している。
- 集水管とサブドレンが設置されている位置に対応する解析メッシュの格子節点を「大気圧開放」条件とすることで「管路状態」としてモデル化しており、各節点で湧出する水量を合計して地下水排水設備で排水する湧水量としている(ポンプ自体はモデル化していない。)



: 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。

凡 例	
—	集水管
- -	サブドレン
■	不透水構造物としてモデル化した範囲

名 称	
不透水構造物としてモデル化 主な構造物	3号炉原子炉建屋
	3号炉原子炉補助建屋
	3号炉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
	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号炉取水ピットスクリーン室
	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号炉取水ピットスクリーン室
	1, 2号炉取水路
	1, 2号炉放水路

2-5図 構造物等のモデル化範囲

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(5) (B) モデルの妥当性・保守性の確認(1/4)

○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・保守性を確認するため、妥当性検証解析を実施する。

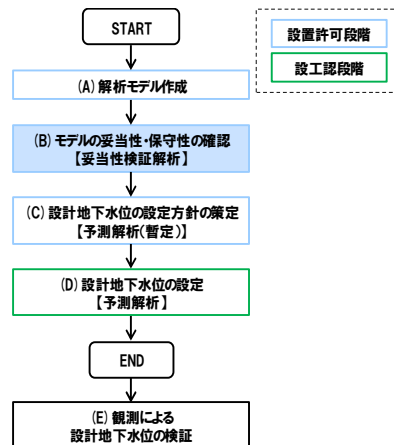
○降雨条件を泊発電所における積雪影響を除く時期(6月～11月)*の30年平均年間降水量(1,212.2mm/年)として、三次元浸透流解析(定常解析)を実施し、敷地内の定常的な地下水位(解析水位)を確認し、観測水位との比較を行う。

※積雪影響の無い夏季の降雨条件による解析水位と、夏季の観測水位を比較することにより、解析モデルの妥当性・保守性の確認は可能であると考え、積雪影響を除く時期(6月～11月)を降雨条件に設定した。

○その他の解析条件については、添付資料2に示す。このうち、解析結果に与える影響が大きいと考えられる透水係数の設定について2-3表に示す。透水係数は泊3号炉建設時(設置許可時)に実施した透水試験等に基づき設定(添付資料6参照)した。

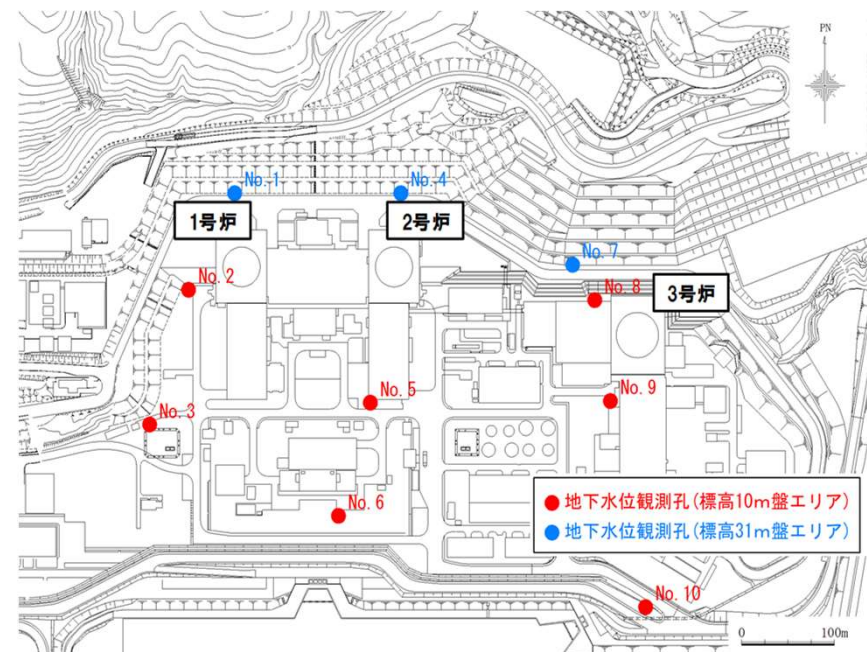
なお、岩盤部は1層の岩盤としてモデル化し、解析結果が保守的になる(解析水位が高くなる)ように、敷地に広く分布しており、全岩級の中で相対的に低い透水係数を示すA級・B級岩盤の透水係数を代表として使用した。

○解析水位との比較に用いる観測水位の観測孔位置を2-6図に示す。



2-3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



2-6図 観測孔位置

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

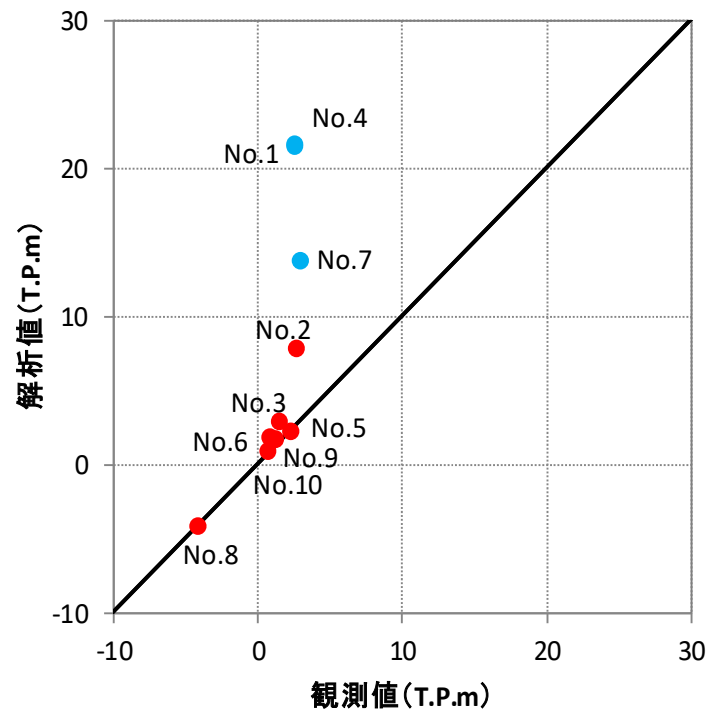
(5) (B) モデルの妥当性・保守性の確認(2/4)

○妥当性検証解析(定常)の結果を2-7図に示す。

○2-6図の観測孔位置における地下水位の解析水位は、観測値(2019年～2021年の6月～11月の期間の平均値)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)では解析値が観測値を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水位が保守的(解析水位が実態と比べて同等以上)に評価されると判断した。

○また、本解析において算出された3号炉の地下水排水設備の湧水量は、2-4表に示すとおり観測値のポンプ揚水量(2019年～2021年の6月～11月の期間の平均値)を上回っており、設工認段階におけるポンプ容量の設定に用いる解析モデルとしても保守的なモデルとなっていることを確認した。



2-7図 観測値と解析値の比較(地下水位)

2-4表 観測値と解析値の比較
(3号炉湧水ピットの揚水量)

	揚水量(m ³ /日)
観測値 (2019年～2021年の6月～11月の期間の平均値)	48.6
解析値	88.2

2. 設計地下水位の設定方針等について

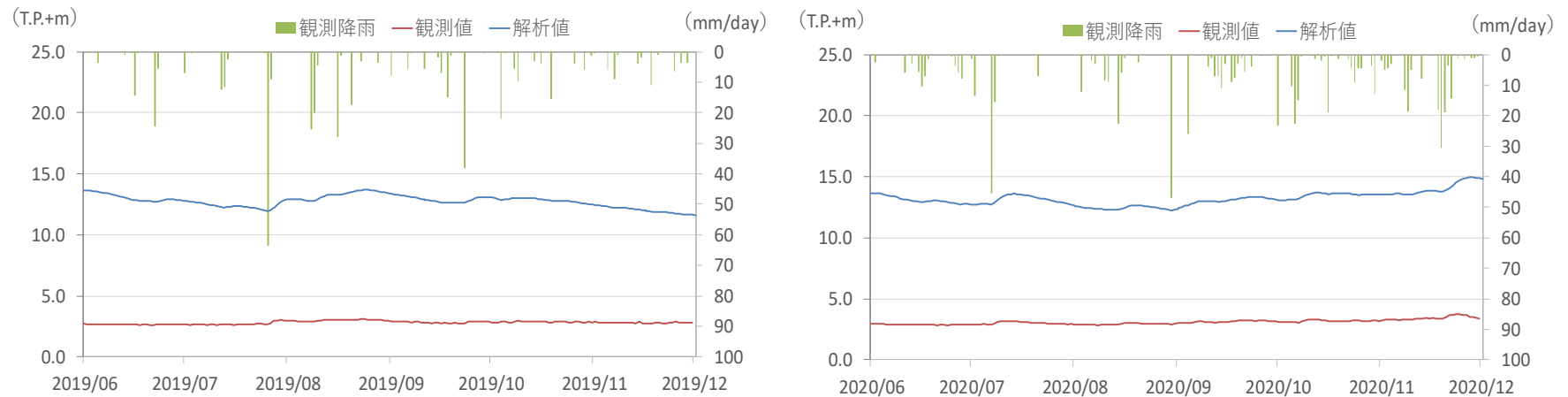
2.1 設計地下水位の設定方針

(5) (B) モデルの妥当性・保守性の確認(3/4)

- 妥当性検証解析において、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。
- No.7孔, No.9孔及びNo.10孔を例に解析水位と観測水位の経時変化を2-8図に示す。
No.7孔は泊3号炉の山側のT.P.+31m盤の斜面法尻部に位置し、埋戻土のない地点である。
No.9孔及びNo.10孔はT.P.+10m盤に位置しており、No.9孔は泊3号炉の海側の旧汀線よりも陸側に位置し、埋戻土の層厚が比較的薄い地点である。一方、No.10孔は泊3号炉の海側の旧汀線よりも海側に位置し、埋戻土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わる観測値と解析値を比較すると、No.9孔とNo.10孔は概ね両者は同程度で推移しており、No.7孔は解析値が観測値より高く推移している。降雨等に伴う水位変化の傾向はNo.7孔, No.9孔, No.10孔の各孔にて概ね再現されている。
- 以上より、解析モデル全体として妥当性・保守性を有したモデルであることを確認した。

a. 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.+14m付近を推移している。



2-8図 地下水位の経時変化例(No.7孔)

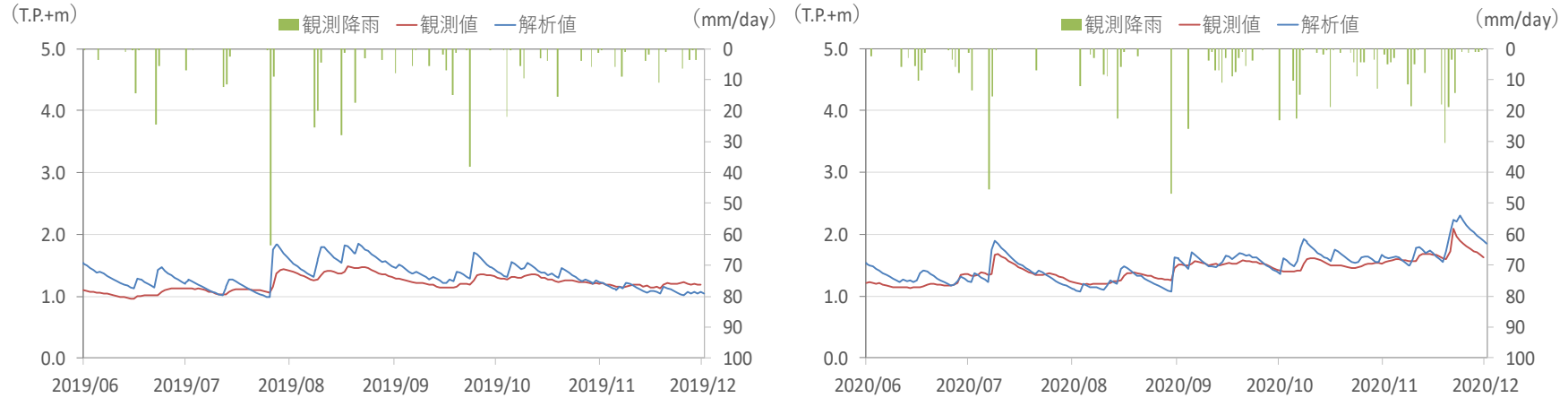
2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(5) (B) モデルの妥当性・保守性の確認(4/4)

b. No.9孔

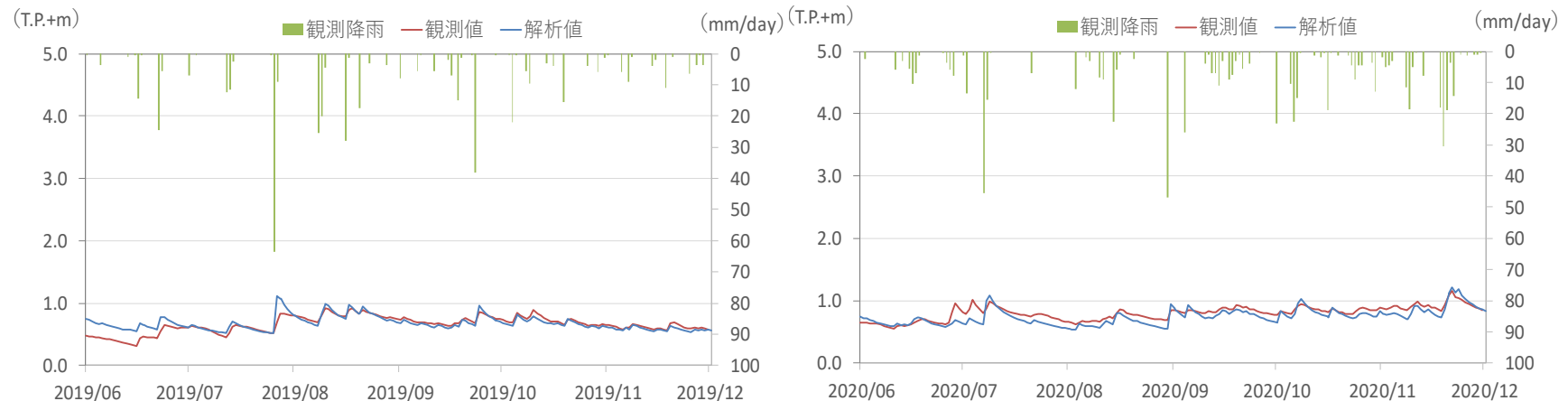
No.9孔の観測値は降雨に連動した軽微な地下水位の変化はあるものの、大きな変動は確認されず、概ねT.P.+2m付近を推移している。また、解析値でも概ね同程度で推移している。



2-8図 地下水位の経時変化例(No.9孔)

c. 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。



2-8図 地下水位の経時変化例(No.10孔)

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(6) (C) 設計地下水位の設定方針の策定(1/6)

- 設置許可段階において、防潮堤設置後における地下水排水設備の機能に期待しない場合の定常的な地下水位分布を予測し、その結果を踏まえて各施設の設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後の敷地をモデル化した解析モデルを用いて、暫定の予測解析を実施する(妥当性検証解析用のモデルと予測解析用のモデルの相違点は添付資料2参照)。
- 予測解析結果を踏まえて設計地下水位の設定方針を策定する対象施設等を2-9図、2-5表に示す。対象施設はp.4で示した「地下水位上昇の影響を受ける可能性のある施設等」のうち、基礎地盤・周辺斜面及び原子炉建屋等の主要建屋を除いた全ての施設とする。

2-5表 予測解析結果を踏まえて設計地下水位の設定方針を策定する対象施設等

設備分類	設備名称
建物・構築物	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。

: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。

2-9図 予測解析結果を踏まえて設計地下水位の設定方針を策定する対象施設等

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(6) (C) 設計地下水位の設定方針の策定(2/6)

○予測解析では、妥当性検証解析で妥当性・保守性を確認した解析モデルに対して、解析条件において以下に示す保守性を確保する。

・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。

・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)^{※1}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、今後の気候変動予測による降水量の変化^{※2}を加味し、解析用降水量1,900mm/年を設定する(添付資料1参照)。

※1 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1,419.7mm/年となる。これを踏まえ、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雨量として設定した。

※2 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

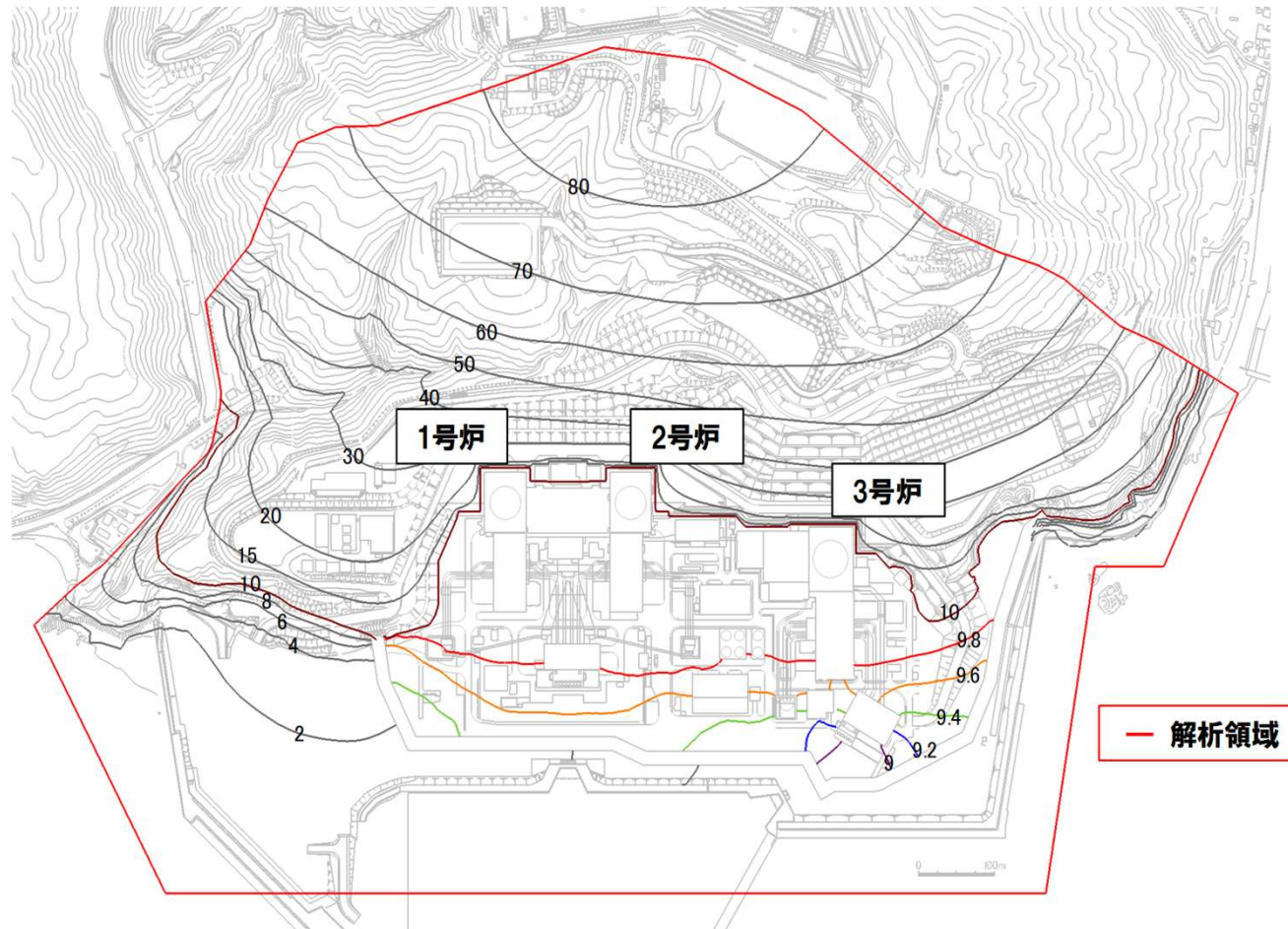
2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(6) (C) 設計地下水位の設定方針の策定(3/6)

○予測解析の結果を2-10図に示す(防潮堤設置前の「妥当性検証解析結果の地下水位分布」については添付資料3参照)。

○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、T.P.+10.0m盤エリアでは地下水位が地表面(T.P.+10.0m)付近まで上昇する結果となった。



※防潮堤の形状は今後、変更となる可能性がある。

2-10図 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算定結果

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(6) (C) 設計地下水位の設定方針の策定(4/6)

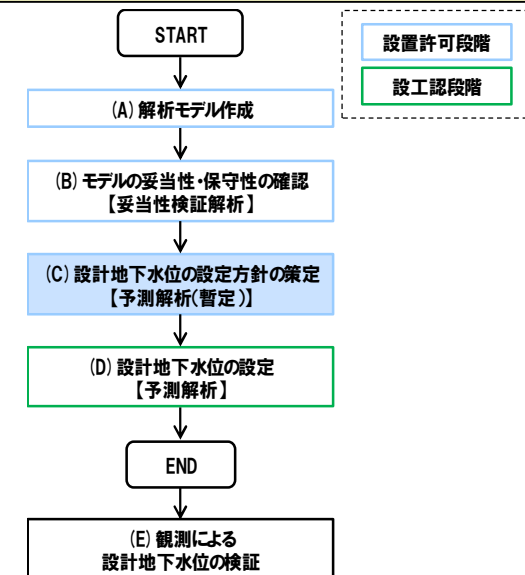
○予測解析結果を踏まえた「設計地下水位の設定方針」を以下に示す(浸透流解析結果を用いない基礎地盤・周辺斜面及び原子炉建屋等の主要建屋についての設定方針も併せて示す。)

- ① 設置許可段階で安定性評価が要求される基礎地盤・周辺斜面については、設計地下水位を地表面に設定する(保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面においても同様に地表面とする。)
- ② 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し、建屋下の地下水を排水することで建屋基礎底面下に設計地下水位を設定する。
- ③ ①, ②以外の施設等については、以下のとおり設計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(なお、地表面以上の表面水については構内排水路により外洋へ排出されることから、地下水位が地表面以上に上昇することはない。)
 - 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※¹に基づき設計地下水位を設定する。

○設置許可段階における構造成立性検討用の設計地下水位の設定については、上記の方針を踏まえ、個別の説明において他の設計条件と併せて説明する。

2-6表 施設等の設計地下水位の設定方針

設備分類	設備名称	設計地下水位の設定方針
基礎地盤・周辺斜面	基礎地盤	地表面に設定
	周辺斜面(保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面も含む)	
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、設計地下水位を設定 (建屋基礎底面下に設計地下水位を設定)
	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	
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	
屋外重要土木構造物	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※ ²	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※ ¹ に基づき設定
	代替非常用発電機	
保管場所・アクセスルート(周辺斜面は除く)	保管場所(T.P.+10.0m盤より高標高)	地表面に設定
	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)	
	アクセスルート(T.P.+10.0m盤)	



※¹ 地下水排水設備の機能に期待しない場合の三次元浸透流解析の予測解析水位

※² 津波防護施設は今後、変更となる可能性がある。

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(6) (C) 設計地下水位の設定方針の策定(5/6)

- 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2-11図に示す(基礎地盤・周辺斜面については記載省略)。
- 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)の設計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。

2-11図 敷地内に設置される施設等の位置関係図

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(6) (C) 設計地下水位の設定方針の策定(6/6)

○「設計地下水位の設定方針」における、泊3号炉の特徴は以下のとおり(なお、泊3号炉と同様に、防潮堤を設置すること等により、地下水位の流動場が変化すると考えられる先行サイトとの比較も併せて整理した。)

- 原子炉建屋等の主要建屋においては、泊3号炉では地下水排水設備の機能に期待することで**建屋基礎底面下に設計地下水位を設定し**、島根2号炉及び女川2号炉と同様に**既工認の設計条件を変更しない方針**としている。
- 主に耐震重要施設等が設置されるエリア(泊3号炉ではT.P.+10m盤エリア)の設計地下水位について、**泊3号炉では地下水排水設備の機能に期待せず、三次元浸透流解析の予測結果を踏まえ、保守的に全て地表面に設定する方針**としているが、島根2号炉及び女川2号炉では主に「自然水位より保守的に設定した水位」や「地下水位低下設備を考慮した水位」としている。

2-7表 設計地下水位の設定方針の比較表

設備分類	小分類・設置標高等 (泊3号炉)	設計地下水位の設定方針		
		泊3号炉	島根2号炉	女川2号炉
基礎地盤・周辺斜面	基礎地盤	地表面に設定	地表面に設定	地表面に設定 (保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面の一部は自然水位より保守的に設定)
	周辺斜面(保管場所・アクセスルートにおいて評価する斜面も含む)			
建物・構築物	・原子炉建屋等の主要建屋 (地下水排水設備を有する建屋) ・T.P.+10.0m盤エリアに設置	地下水排水設備の機能に期待して、設計地下水位を設定 (建屋基礎底面下に設計地下水位を設定)	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	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
	・B1,B2-燃料油貯油槽タンク室 ・T.P.+10.0m盤エリアに設置	地表面に設定	(該当設備なし)	(該当設備なし)
屋外重要土木構築物	T.P.+10.0m盤エリアに設置	地表面に設定	自然水位より保守的に設定した水位	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又は地表面に設定
津波防護施設	T.P.+10.0m盤エリアに設置			
重大事故等対処施設	T.P.+10.0m盤より高標高に設置	自然水位 ^{※1} に基づき設定		自然水位より保守的に設定した水位又は地表面に設定
保管場所・アクセスルート	T.P.+10.0m盤エリア	地表面に設定		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又は地表面に設定
	T.P.+10.0m盤より高標高	自然水位 ^{※1} に基づき設定		

※1 地下水排水設備の機能に期待しない場合の三次元浸透流解析の予測解析水位

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を。

2. 設計地下水位の設定方針等について

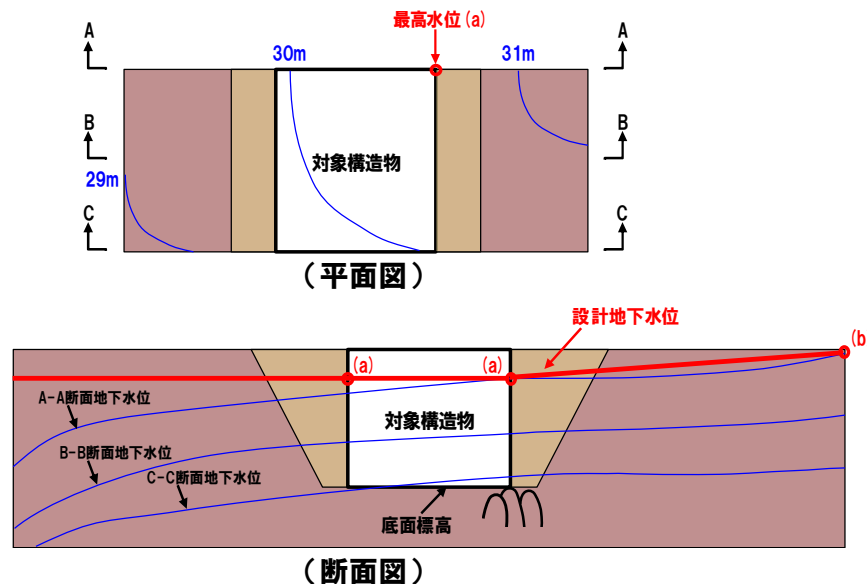
2.1 設計地下水位の設定方針

(7) (D) 設計地下水位の設定(1/2)

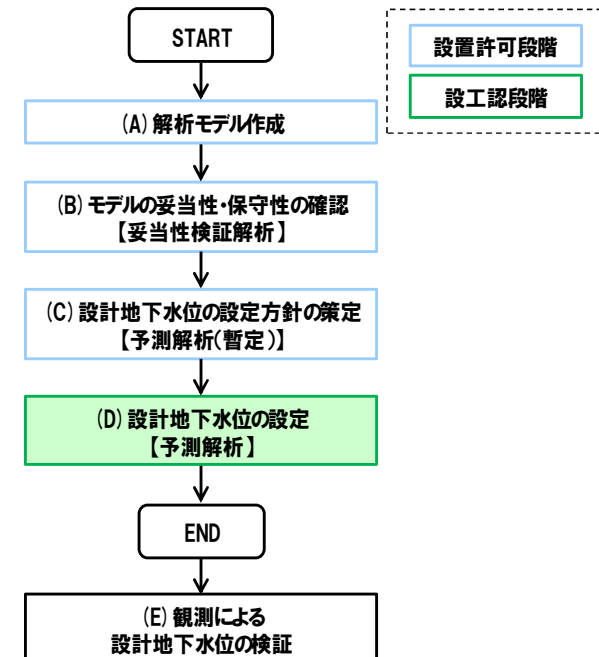
○設工認段階における「設計地下水位の設定」において、三次元浸透流解析の予測解析結果に基づき設計地下水位を設定する施設等は「T.P.+10m盤より高標高に設置される施設等」となる。

○これらの施設等について、設計地下水位を設定する場合の設定例を以下に示す。

- 三次元浸透流解析により得られた予測解析水位を参照し、これを包絡するように施設ごとに設計地下水位を設定する。具体的な設定方針は以下のとおり。設定方法のイメージを2-12図に示す。
 - (a) 三次元浸透流解析の予測解析に基づく地下水位分布より、対象となる構造物の範囲における最高水位を読み取り、構造物側面の水位とする。
 - (b) 構造物周辺の水位は、構造物側面の水位とその側方地盤の最高水位を結ぶ。
なお、側方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とする。
- 予測解析水位が対象施設の底面標高を下回る場合は、耐震評価において設計地下水位は設定しないものとする。



2-12図 対象構造物の設計地下水位の設定例



2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(7) (D) 設計地下水位の設定(2/2)

(前ページからの続き)

- 設工認段階において設定される設計地下水位は、予測解析水位に対して裕度を考慮しなくても、以下の観点から保守性は十分確保されているものと考えている。
 - ① 予測解析水位自体が以下に示すとおり、十分に保守性を有したものである。
 - ・ 妥当性検証解析結果は、T.P.+10m盤より高標高においては解析結果が観測水位を上回っており、解析モデルとして十分な保守性を有している。
 - ・ 予測解析は、「地下水排水設備の機能に期待しない」、「降雨条件を保守的に設定」等の保守性を見込んだ条件で実施している。
 - ② 上記に加え、前ページに記載のとおり、予測解析水位を包絡するように設計地下水位を設定することで保守的な設定となっている。

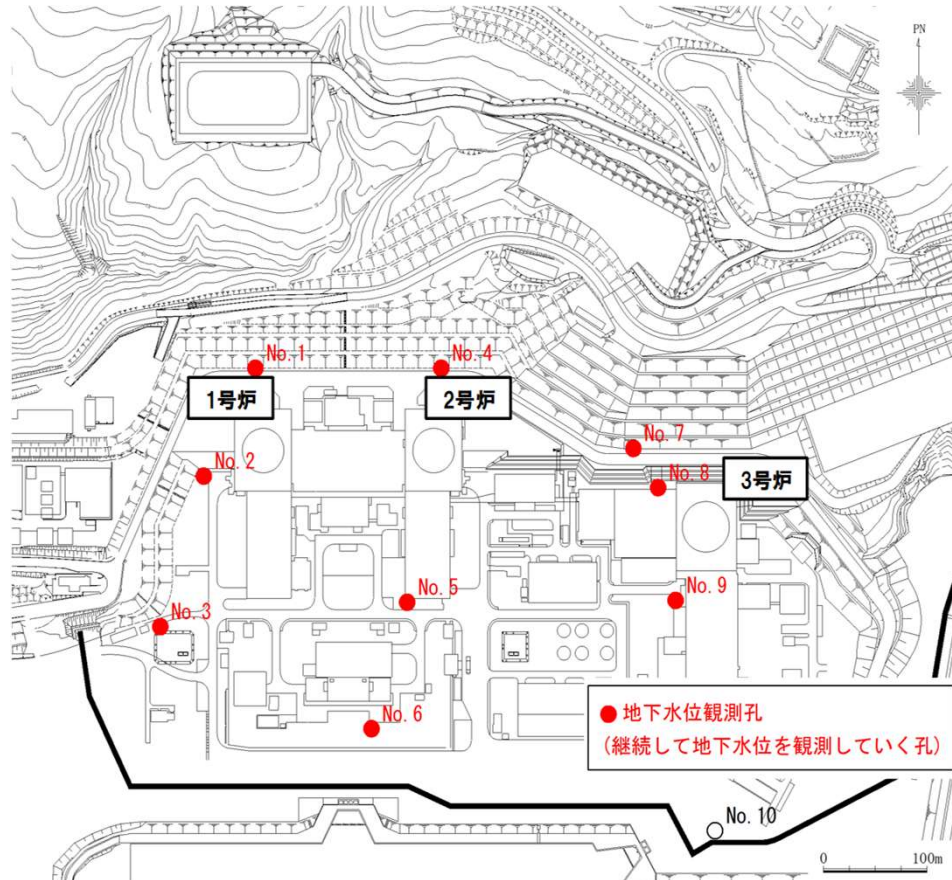
2. 設計地下水位の設定方針等について

2.1 設計地下水位の設定方針

(8) (E) 観測による設計地下水位の検証

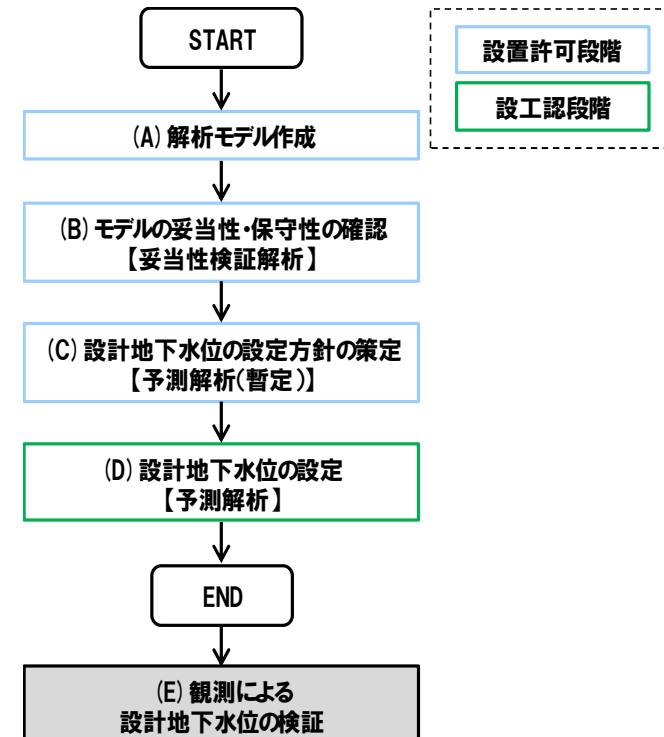
○設計地下水位の設定に用いる予測解析は防潮堤設置後の状態をモデル化することから、予測解析結果の妥当性の検証として、防潮堤設置後の地下水位観測記録を用いて、解析結果が観測記録に対して保守的であることを確認する。

○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、2-13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孔については、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。

2-13図 地下水位観測計画位置



2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

○ 2.1項で述べたように、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して地下水位を設定するため、**地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の比較結果**を示した上で、今後説明予定の「地下水排水設備の設計方針」の前段で整理が必要な事項として、**設備設計に必要な前提条件**を取り纏める。

○ 具体的な説明内容と目的は以下のとおり。

(1) 地下水排水設備の配置と構造

配置図や建設時写真等により、泊3号炉の地下水排水設備(既設)の配置と構造を把握頂く。

(2) 地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の比較

先行プラント(BWR)における地下水位低下設備(既設/新設)と、泊3号炉の地下水排水設備(既設)との差異を抽出して一覧表を作成。特に重要な差異である「機能喪失時の影響」については、溢水防護の観点も含め時系列で示す。

(3) 設備設計で考慮する前提条件

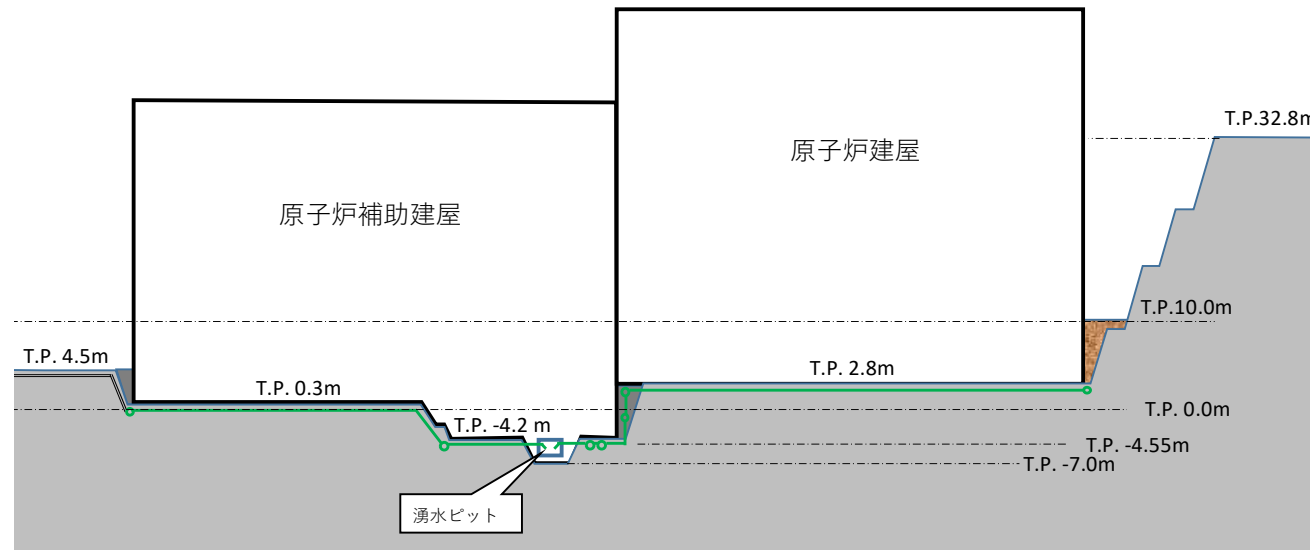
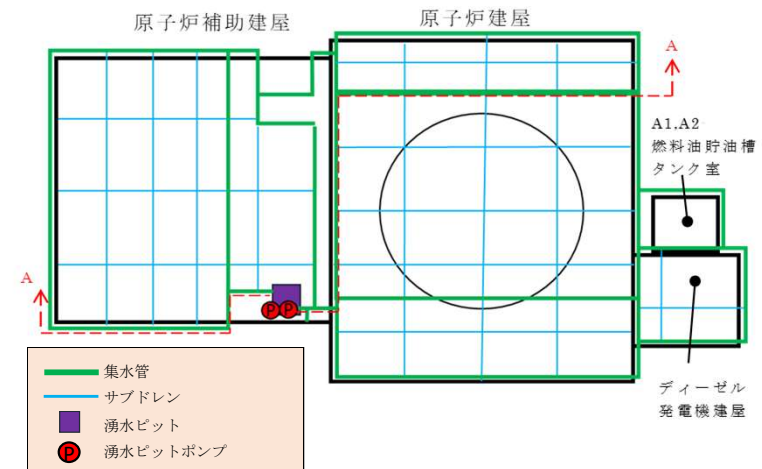
2.1項及び(1)、(2)を踏まえ、地下水排水設備の設計で考慮すべき前提条件を取り纏める。

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(1) 地下水排水設備の配置と構造(1/4)

○地下水排水設備は、建屋の基礎直下及びその周囲に集水管(硬質ポリ塩化ビニル製有孔管: $\phi 200\text{mm}$)とサブドレン(ポリプロピレン樹脂製合成繊維管: $\phi 100\text{mm}$)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。



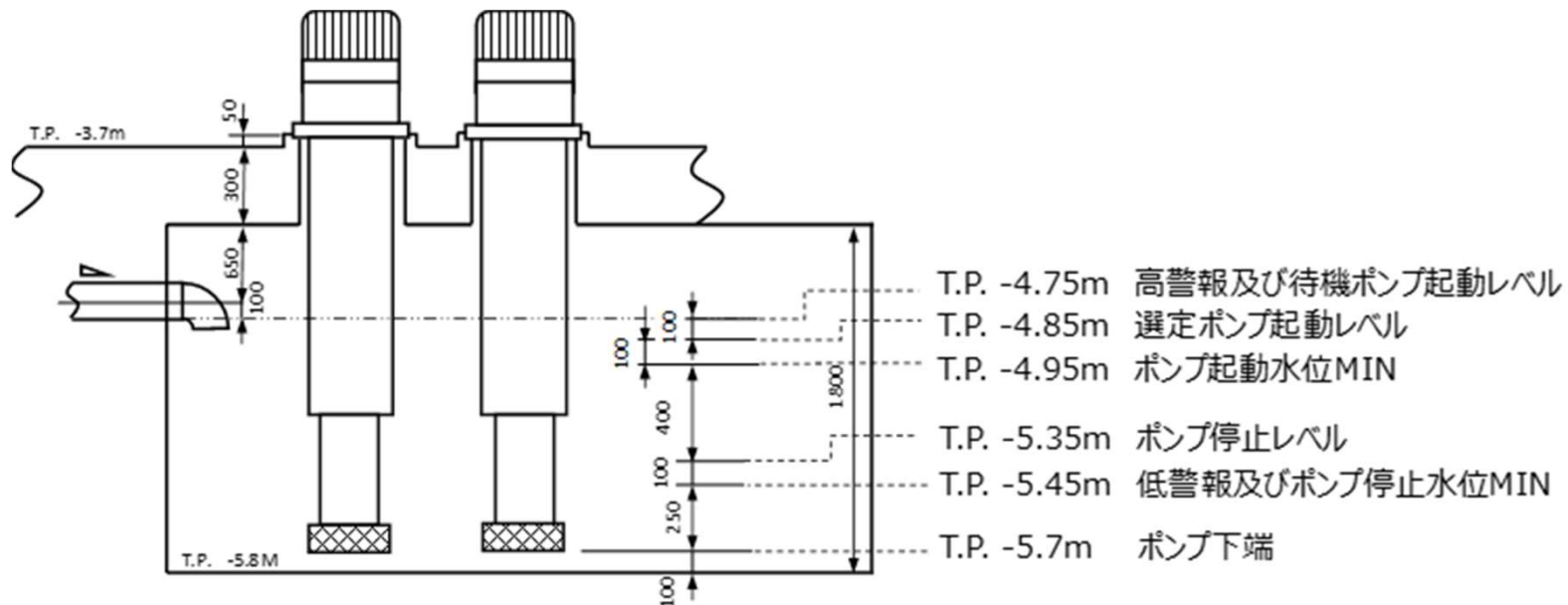
2-14図 集水管の配置と建屋基礎底面のレベル(A-A断面)

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(1) 地下水排水設備の配置と構造(2/4)

- 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。
- 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。



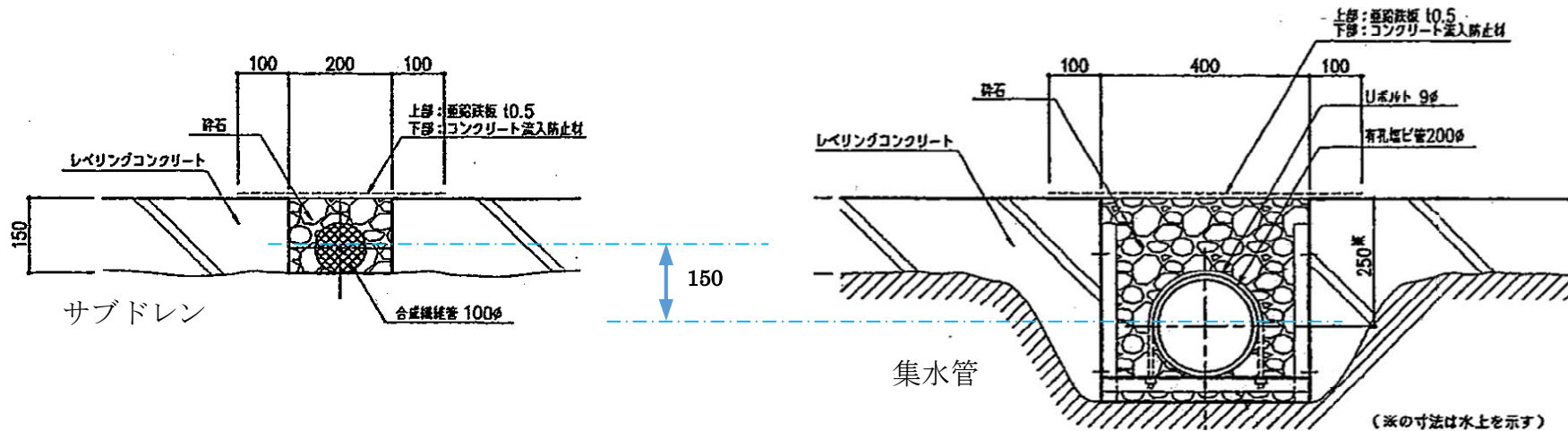
2-15図 地下水排水設備のうち湧水ピット断面図

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(1) 地下水排水設備の配置と構造(3/4)

- 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。



2-16図 地下水排水設備のうち集水管他の敷設断面図

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(1) 地下水排水設備の配置と構造(4/4)



2-17図 集水管敷設状況写真(泊3号炉建設時)

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(2) 地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の比較

○ 地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の主な差異を2-8表に記載する。
(p.6の「⑤ 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」で示した内容も一部再掲)

2-8表 地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の比較表

		泊3	BWR(例)	
		既設	既設	新設
設備仕様	集水管・サブドレン	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等の主要建屋の直下及びその周囲には、岩盤上に集水管(有孔塩ビ管)とサブドレン(合成繊維管)を敷設。 集水管およびサブドレンはメッシュ状に敷設されており、隣接する建屋の集水管は複数箇所接続されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等の主要建屋の周囲には、岩盤上に集水管(有孔ヒューム管)を敷設。 原子炉建屋等の主要建屋の直下には、岩盤上にサブドレン(有孔塩ビ管)を敷設。 	<ul style="list-style-type: none"> 有孔鋼管を揚水井戸から岩盤内に直線的に配置
	集水ビット	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補助建屋内に地下水集水用の湧水ビットを設置 原子炉建屋側、原子炉補助建屋側に設けられた2箇所放出端から集水可能であり、前述のとおり集水管が隣接する建屋間の複数箇所接続されているため、湧水ビットに至る複数の集水経路を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> 屋外に地下水集水用のサブドレンビット(揚水井戸)を設置 集水ビットに1箇所放出端を有する仕様を基本としている。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤内に設置される鉄筋コンクリート造の集水ビットと集水ビット部に支持する鋼製の排水シャフトにより揚水井戸を構築
	排水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 湧水ビットに縦形ポンプを2台設置 	<ul style="list-style-type: none"> サブドレンビット(揚水井戸)に揚水ポンプ(水中ポンプ)を2台設置 	<ul style="list-style-type: none"> 揚水井戸内に揚水ポンプ(水中ポンプ)を2台設置(揚水井戸が多重化されている場合は各井戸に2台)
設備の排水機能に期待する施設等		<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等の主要建屋 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等の主要建屋 	<ul style="list-style-type: none"> 揚水井戸が多重化されている場合は「敷地広範囲」の施設等 揚水井戸が多重化されていない場合は「原子炉建屋等の主要建屋」のみ
原子炉建屋の地下構造		<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋の設置レベルが地中浅い構造(GL-10m程度) 建屋の地中埋設部は大部分が基礎であり、主に隣接建屋や岩盤に囲まれている 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋の設置レベルが地中深い構造(GL-20m ~- 30m) 建屋の地中埋設部に地下階を含んでおり、主に隣接建屋や盛土に囲まれている 	
湧水量(実績最大)		約200 m ³ /日	1,000 m ³ /日以上	—

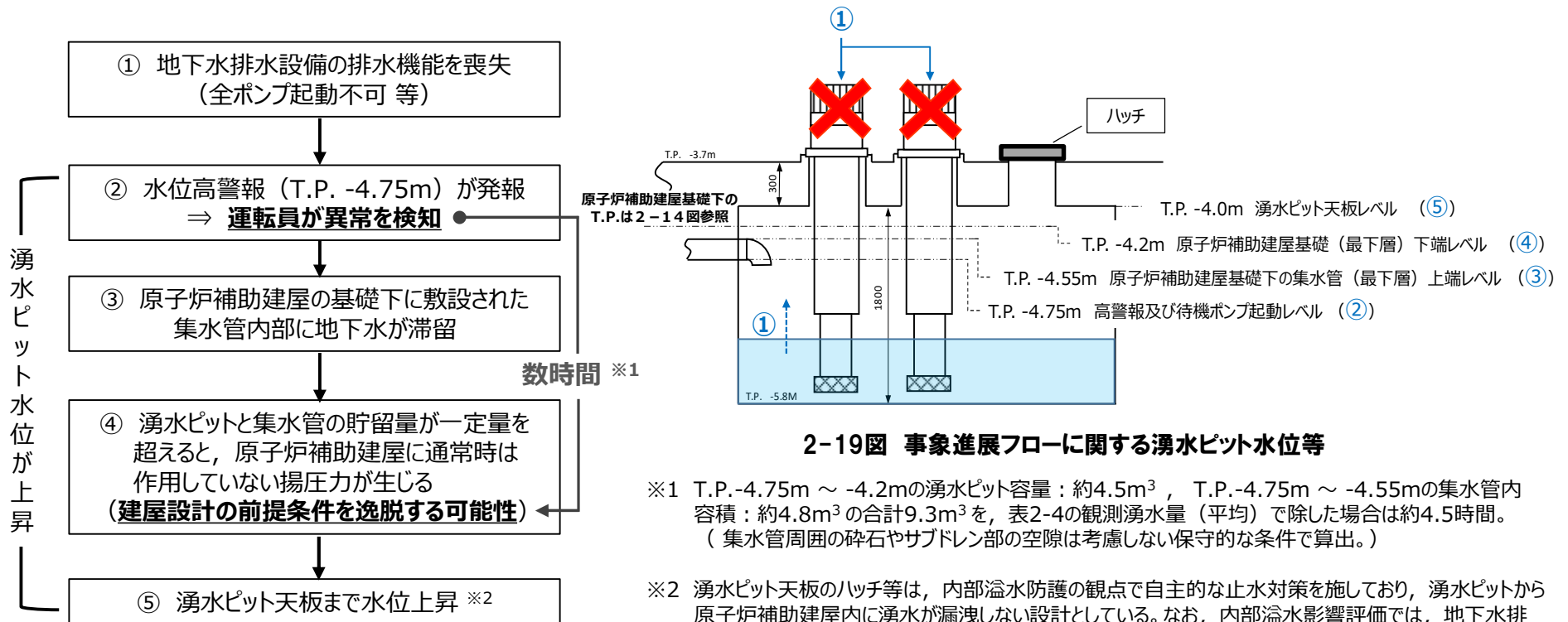
先行炉の情報に係わる記載内容については、会合資料等に基づき、弊社の責任において独自に解釈したものと

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(2) 地下水排水設備の設計に係わる先行プラント(BWR)と泊3号炉の比較

○ 地下水排水設備が機能喪失した場合の影響について、機能喪失後の事象進展フローは2-18図となる。



2-18図 機能喪失後の事象進展フロー

- 地下水排水設備の機能が喪失してから数時間で設計地下水位まで上昇し、揚圧力影響及び液状化影響の観点で、建屋設計の前提条件を逸脱する可能性がある。
- 先行プラント(BWR)でも、地下水位低下設備の機能喪失時には、最短24時間程度で設計地下水位に至り、揚圧力影響及び液状化影響の観点で建屋設計の前提条件を逸脱する可能性が示されている。

2. 設計地下水位の設定方針等について

2.2 地下水排水設備の設計に係わる前提条件

(3) 設備設計で考慮する前提条件

- 前述2.1項及び(1),(2)を踏まえて、下記項目を泊3号炉の地下水排水設備の設計で考慮する前提条件とする。
 - 泊3号炉の地下水排水設備には、敷地広範囲に及ぶ地下水位低減効果を期待せず、「原子炉建屋等の主要建屋」に限り、建屋基礎底面下に地下水位を保持する機能を期待する。
 - 設置許可基準規則第3条第2項(第38条第2項)及び第4条(第39条)への適合に当たり、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下に保持するために必要であることから、地下水排水設備を設計基準対象施設(Cクラス:Ss機能維持)と位置付ける。
 - 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。
 - 地下水排水設備の排水能力については、泊1/2号炉の地下水排水設備は考慮せず、泊3号炉の地下水排水設備の機能にのみ期待した予測解析から得られる湧水量と、湧水ピットポンプの排水能力(600m³/日)を比較した上で、必要な対応を定める。
- 今後「地下水排水設備の設計方針」の説明において、上記の前提条件を適切に考慮し、地下水排水設備の信頼性(耐震性等)を検討した結果を示す。

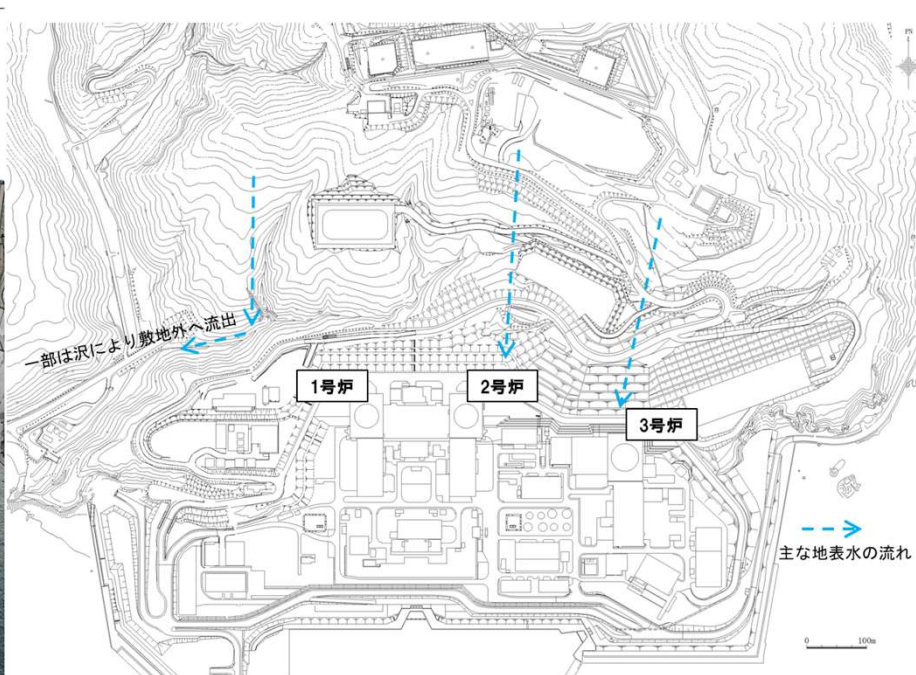
敷地の水文環境

- 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)及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。主な地表水の流れを添付1-2図に示す。
- 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。



— 分水嶺

泊原子力発電所周辺の空中写真
出典：北海道電力株(1981年撮影)



— 主な地表水の流れ

添付1-1図 発電所周辺の分水嶺等の分布状況

添付1-2図 発電所周辺の主な地表面水の流れ

敷地の水文環境



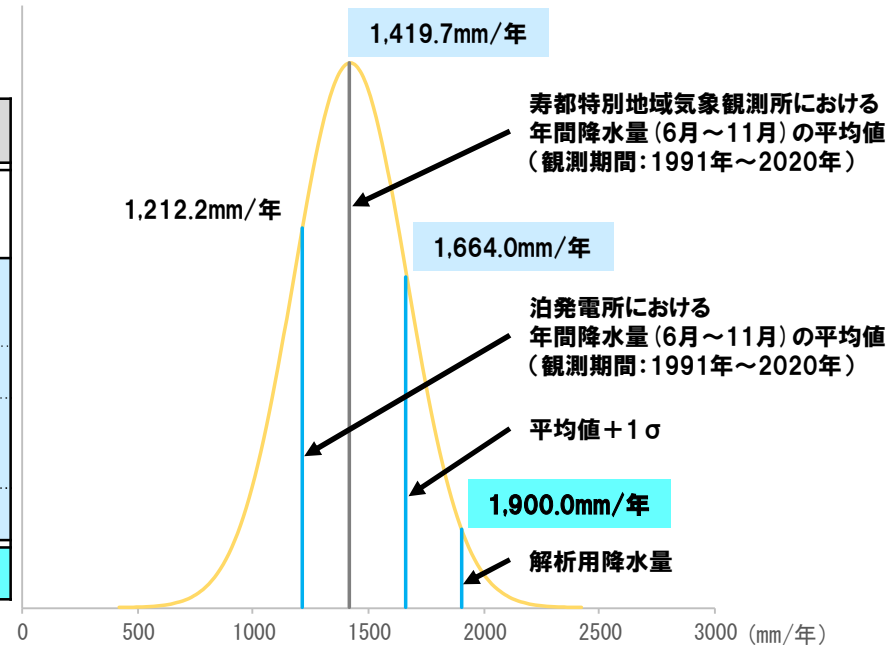
- 地下水位の設定に係わる浸透流解析における、敷地の地下水位に影響を与える降雨条件について、保守的な評価となるよう検討する。
- 降雨条件については、泊発電所の周辺に位置する気象庁寿都特別地域気象観測所の過去30年間(1991年～2020年)の積雪影響を除く時期(6月～11月)の年間降水量の記録に基づき、年間降水量の平均値及びばらつきを考慮する。
- この期間における年間降水量の平均値は、1,419.7mm/年であり、ばらつきを考慮した値(平均値+1σ)は1,664mm/年である。
- また、気象庁・環境省における今後の気候変動予測に関する分析によると、北日本日本海側において、地球温暖化が深刻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		
標準偏差1σ	(+244.3)	1,664.0	
加味する保守性	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	

確率密度



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

三次元浸透流解析モデル・条件

(1) 妥当性検証解析と予測解析のモデル・条件の比較

○妥当性検証解析と予測解析それぞれの解析の目的・モデル条件について比較表を添付2-1表に示す。

添付2-1表 妥当性検証解析と予測解析の比較表(1/2)

審査区分		設置許可段階		設工認段階
解析区分		妥当性検証解析		予測解析
		定常解析	非定常解析	定常解析
解析の目的		解析モデル・条件の妥当性及び保守性確認	左記に対する参考・補足的な位置付け	設計地下水位設定方針の策定
解析条件	(1) 透水係数	透水試験結果等に基づき設定(添付資料6参照) ・岩盤部: $2.5 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ (保守的な評価となるよう、A級・B級の透水係数で一律に設定) ・埋戻土: $1.7 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ ・構造物: 不透水		・設計地下水位の設定 ・地下水排水設備のポンプ容量の設定 妥当性検証解析で妥当性及び保守性を確認した透水係数を設定
	(2) 鳥瞰図			
	(3) モデル化条件	防潮堤設置前(添付資料5参照) ・検証期間: 2019.6~2021.11に対応した状態 ・敷地でこれまでに実施した地盤改良範囲については、岩盤部と同じ透水係数を設定しモデル化している。		防潮堤設置後(添付資料5参照) ・防潮堤については、透水係数を不透水に設定しモデル化している。 ・敷地でこれまでに実施した地盤改良範囲については、岩盤部と同じ透水係数を設定しモデル化している。

三次元浸透流解析モデル・条件

(1) 妥当性検証解析と予測解析のモデル・条件の比較

添付2-1表 妥当性検証解析と予測解析の比較表(2/2)

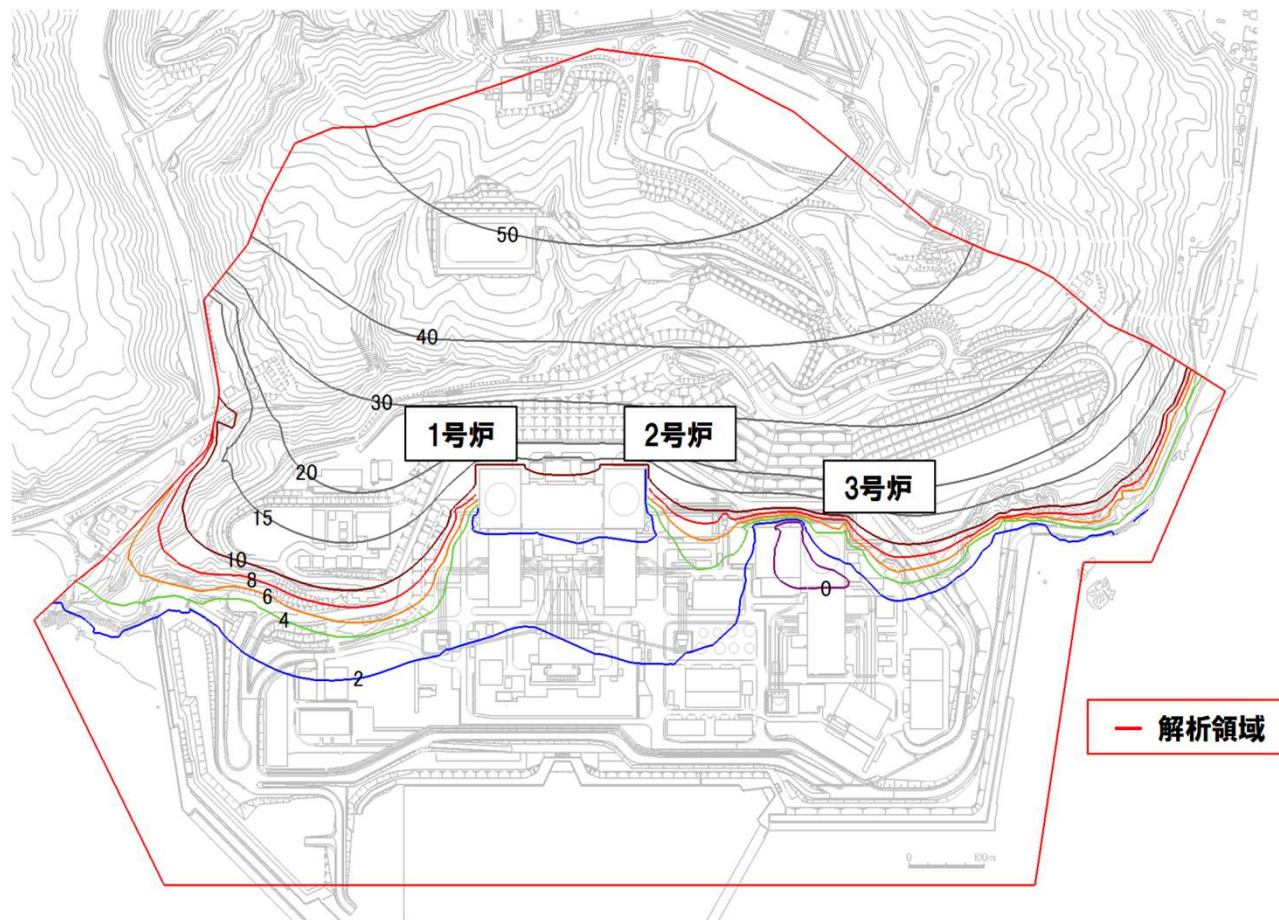
審査区分		設置許可段階		設工認段階
解析区分	妥当性検証解析		予測解析(暫定)	予測解析
	定常解析	非定常解析	定常解析	定常解析
解析条件	(4) 境界条件	海側境界 : 朔望平均満潮位に水位固定 山側境界 : 不透水 モデル下端境界: EL.-50mで不透水		
	(5) 初期水位	空水状態から解析を実施 (定常解析においては、初期水位の条件は解析結果に影響がない。)	妥当性検証解析の定常解析結果を初期水位に設定	空水状態から解析を実施 (定常解析においては、初期水位の条件は解析結果に影響がない。)
	(6) 地下水排水設備	機能に期待する (1～3号炉地下水排水設備による湧水の排水) (集水管及びサブドレンを管路条件(大気圧開放)として設定)		水位予測時: 機能に期待しない 湧水量予測時: 3号炉地下水排水設備のみ機能に期待する
	(7) 降雨条件	泊発電所降雨(6月～11月) 30年年間平均降雨 ⇒1,212.2mm/年	泊発電所降雨(6月～11月) 2019年, 2020年の実降雨	寿都気象観測所(6月～11月) 30年年間平均降雨+保守性 ⇒1,900mm/年
	解析結果の検証	敷地地下水位観測記録(6月～11月) 2019年, 2020年, 2021年と解析結果の比較	敷地地下水位観測記録(6月～11月) 2019年, 2020年と解析結果の比較	— (防潮堤設置後の地下水位データを集積し、比較検証を実施予定)

三次元浸透流解析結果

(1)Case1(妥当性検証解析: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3-1図に示す。

○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。

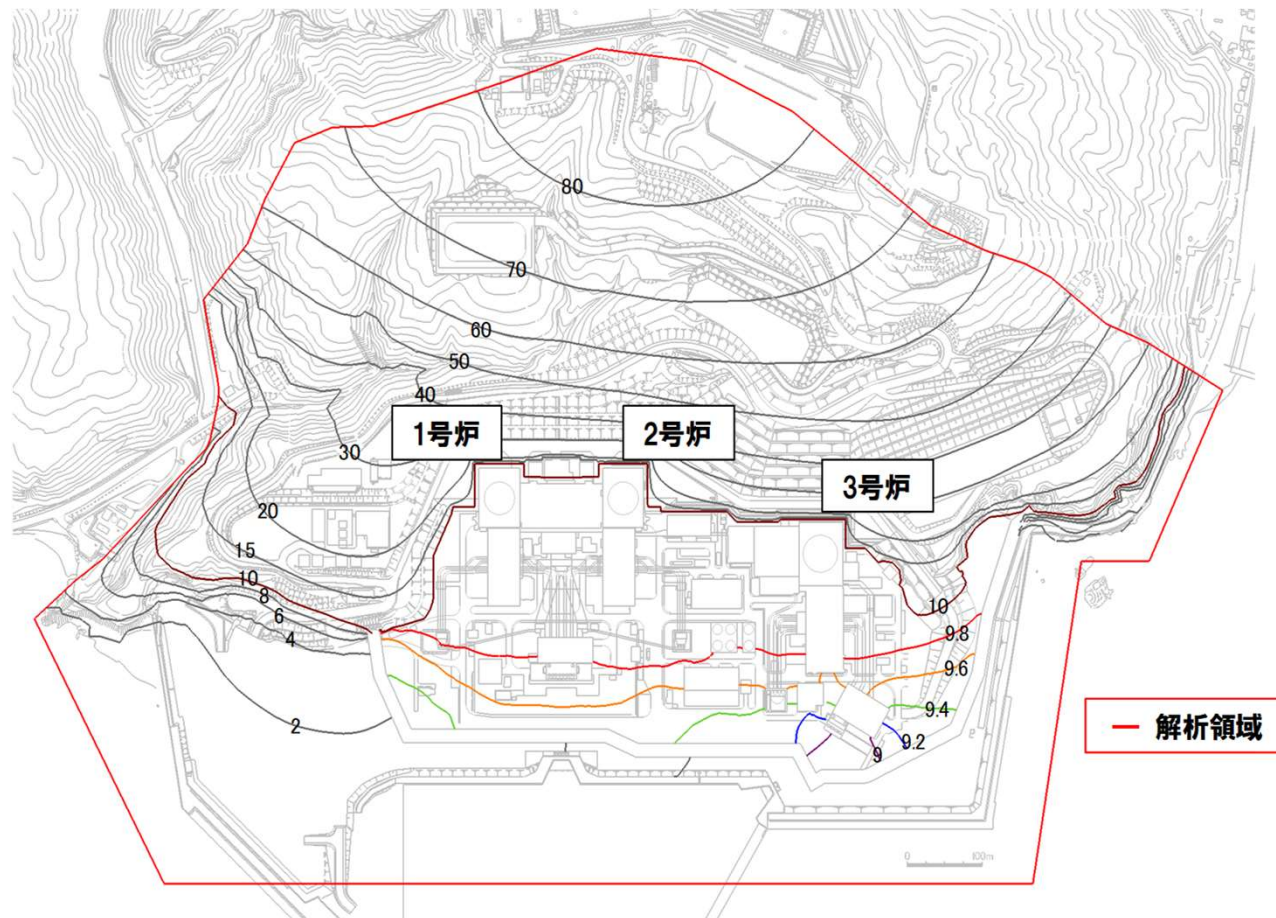


添付3-1図 三次元浸透流解析結果(定常状態・防潮堤設置前モデル)

三次元浸透流解析結果

(2)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3-2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3-2図 三次元浸透流解析結果(定常状態・防潮堤設置後モデル)

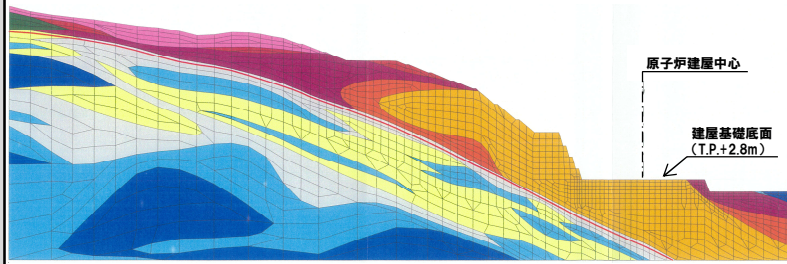
泊3号炉建設時(設置許可時)の浸透流解析

(1)建設時(設置許可時)の浸透流解析と今回実施する浸透流解析の比較

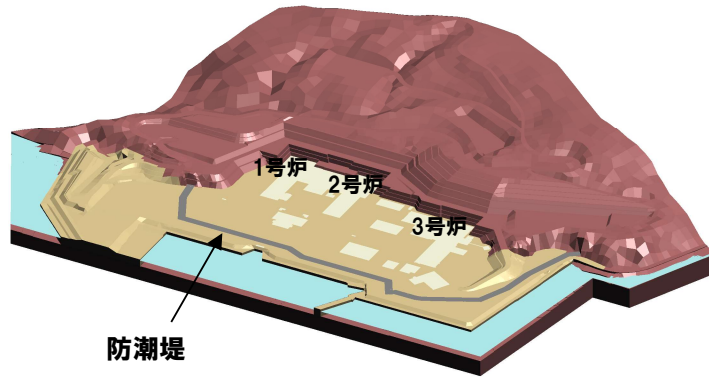
○建設時(設置許可時)の浸透流解析と今回実施する浸透流解析それぞれの目的・モデル条件について比較表を添付4-1表に示す。

添付4-1表 泊3号炉建設時(設置許可時)の浸透流解析と今回実施する浸透流解析における比較表(1/2)

解析実施時期	泊3号炉建設時(設置許可時)	今回
解析の目的	原子炉建屋周辺斜面の地下水位設定	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤設置後における各施設の設計地下水位の設定 防潮堤設置後における地下水排水設備のポンプ容量設定
解析条件	(1) 解析手法	有限要素法による二次元定常解析 (3号炉炉心断面)
	(2) モデル図	有限要素法による三次元定常解析
	(3) 透水係数	<p>透水試験結果等に基づき設定(添付資料6参照)</p> <ul style="list-style-type: none"> 岩盤部: $2.5 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ (保守的な評価となるよう、A級・B級の透水係数で一律に設定) (A級・B級の透水係数は左記の建設時に設定した透水係数を踏襲) 埋戻土: $1.7 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ (今回新規に設定) 構造物: 不透水 (今回新規に設定)



3号炉炉心断面



予測解析用モデル

泊3号炉建設時(設置許可時)の浸透流解析

(1)建設時(設置許可時)の浸透流解析と今回実施する浸透流解析の比較

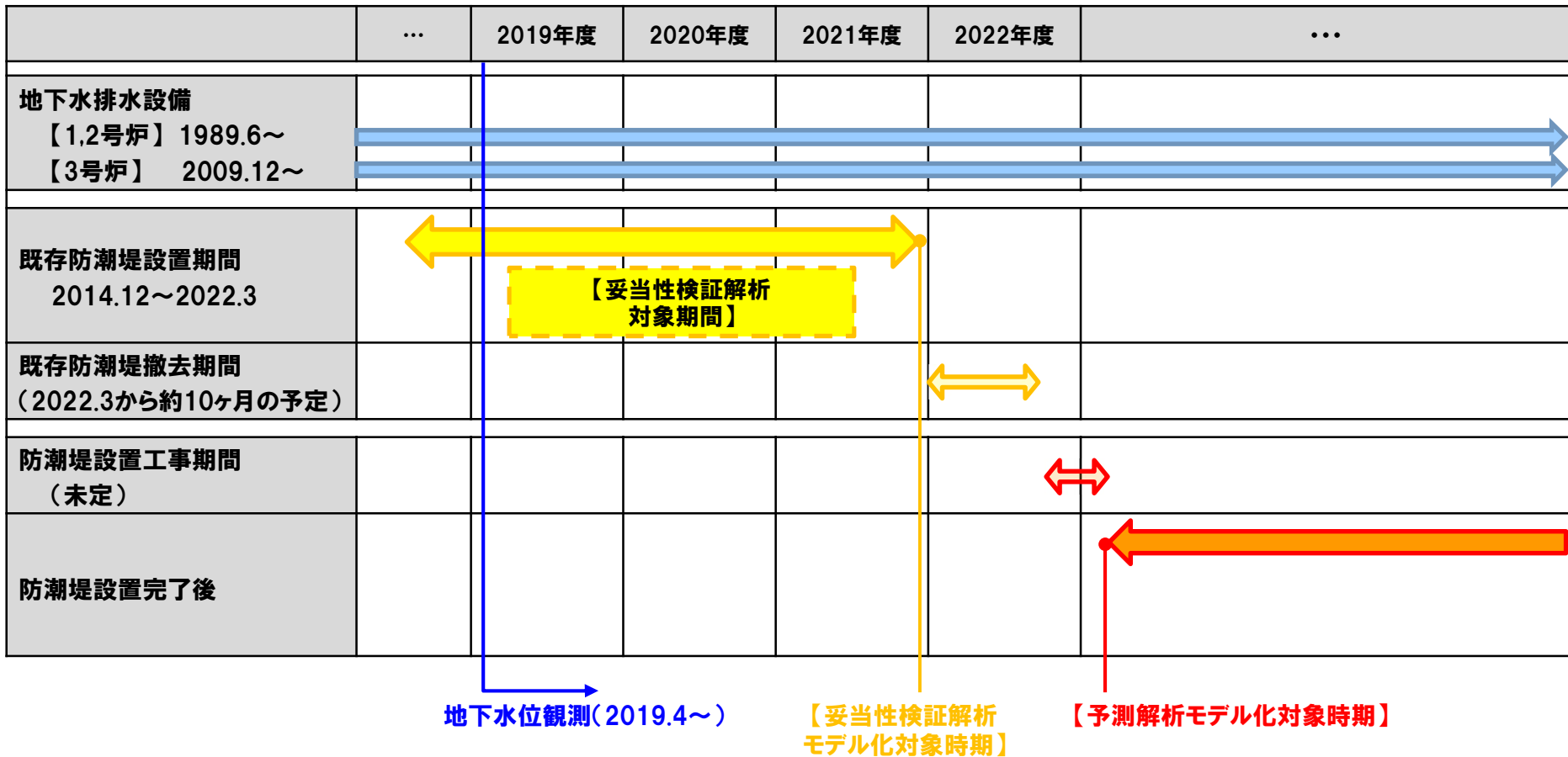
添付4-1表 泊3号炉建設時(設置許可時)の浸透流解析と今回実施する浸透流解析における比較表(2/2)

解析実施時期		泊3号炉建設時(設置許可時)	今回
解析条件	(4) 境界条件	海側境界 : 水頭固定(全水頭 $h=2.8\text{m}$) 山側境界 : 流量固定 モデル下端境界:EL.-50mで不透水	海側境界 : 朔望平均満潮位に水位固定 山側境界 : 不透水 モデル下端境界:EL.-50mで不透水
	(5) 降雨条件	降雨継続時間:3日 総降雨量:313mm (寿都観測所の既往最大72時間雨量)	【予測解析】 寿都気象観測所(6月~11月) 30年年間平均降雨+保守性 ⇒1,900mm/年
解析結果の評価		<p>【原子炉建屋周辺斜面の地下水位設定】 水位分布の経時変化を包絡するような水位形状として地下水水位を設定。</p> <p>3号炉炉心断面</p>	<p>【防潮堤設置後の敷地の地下水位予測】 設工認段階にて、予測した地下水水位を基に施設等の設計地下水水位を設定。</p> <p>予測解析結果</p>

三次元浸透流解析のモデル化対象時期

○「地下水排水設備や防潮堤等の地下水に影響を与える設備の設置時期」及び「敷地の地下水位観測期間」と「三次元浸透流解析のモデル化対象時期」との時系列関係を添付5-1図に示す。

○なお、妥当性検証解析の対象期間中においては、地下水位に影響を及ぼすと考えられる安全対策工事は実施していない。



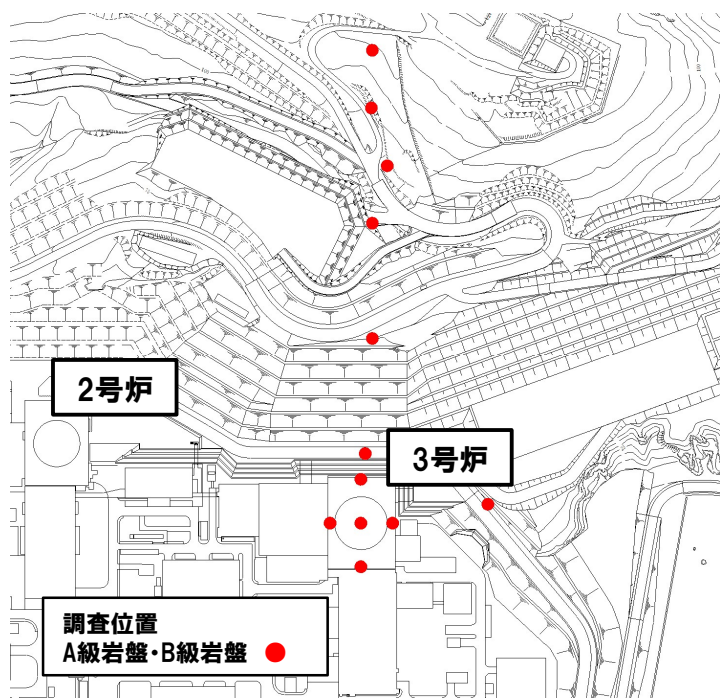
添付5-1図 三次元浸透流解析のモデル化対象時期

透水係数の妥当性確認

(1)岩盤部

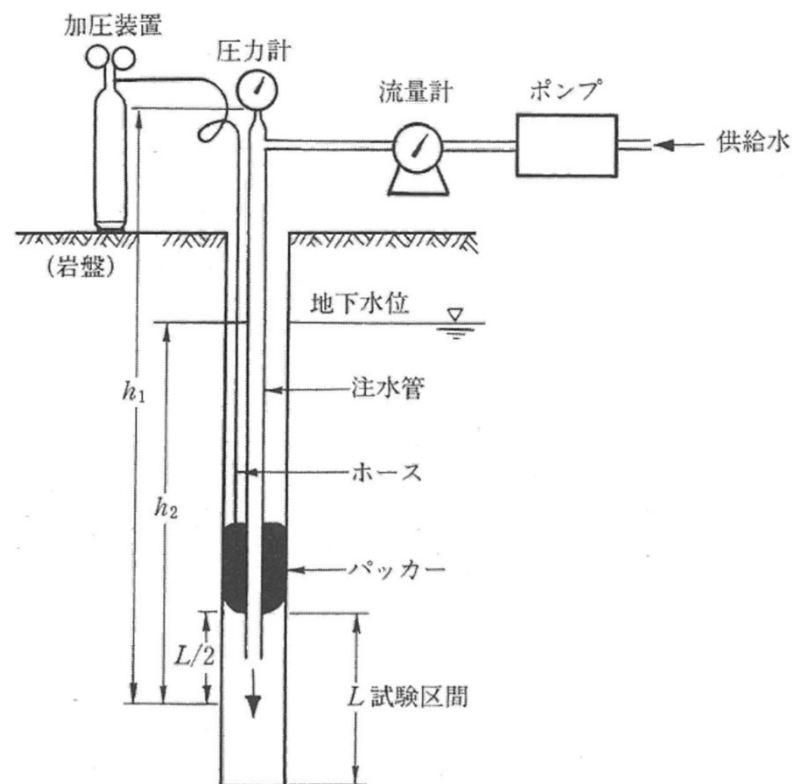
○岩盤部は1層の岩盤としてモデル化し、浸透流解析結果が保守的になる(解析水位が高くなる)ように、敷地に広く分布しており、全岩級の中で相対的に低い透水係数を示すA級・B級岩盤の透水係数を代表として設定した。

○A級・B級岩盤の透水係数は添付6-1図のとおり、現場透水試験に基づき3号炉建設時(設置許可時)の二次元浸透流解析の実施時に設定した透水係数を踏襲した。



	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6-1図 現場透水試験結果(A級・B級)



添付6-2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))

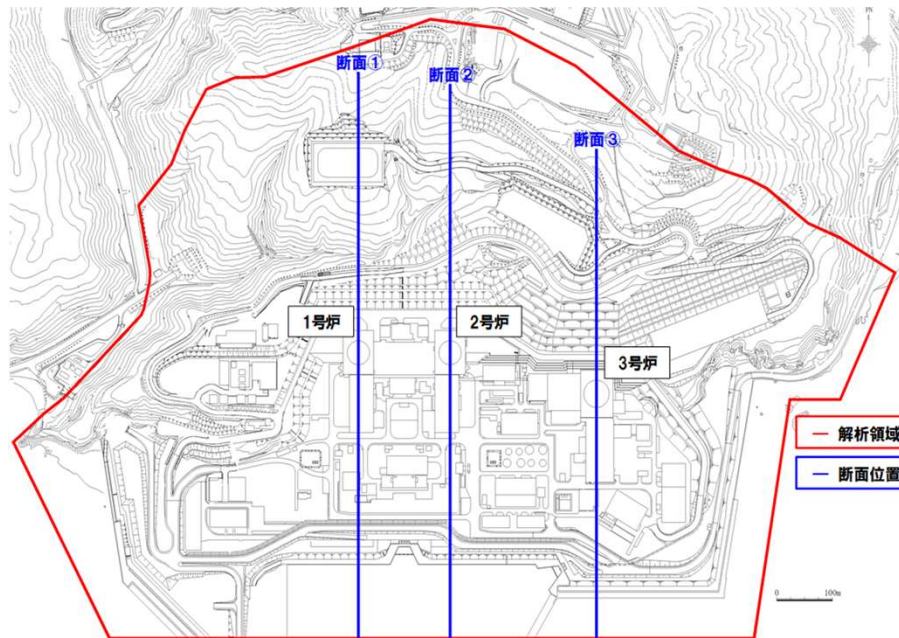
透水係数の妥当性確認

(1) 岩盤部～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～

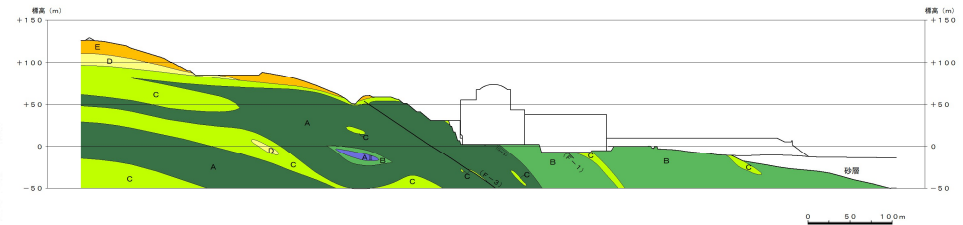
○3号炉建設時(設置許可時)に実施した二次元浸透流解析では各岩級をモデル化し、それぞれの岩級に応じた透水係数を設定していたが、今回の三次元浸透流解析においては、解析結果が保守的な結果になるように、岩盤部を一層の岩盤としてモデル化し、A級・B級の透水係数($2.5 \times 10^{-5} \text{cm/s}$)を設定している。この考え方の妥当性について以降に示す。

○敷地内における各岩級の分布状況を確認するため、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。

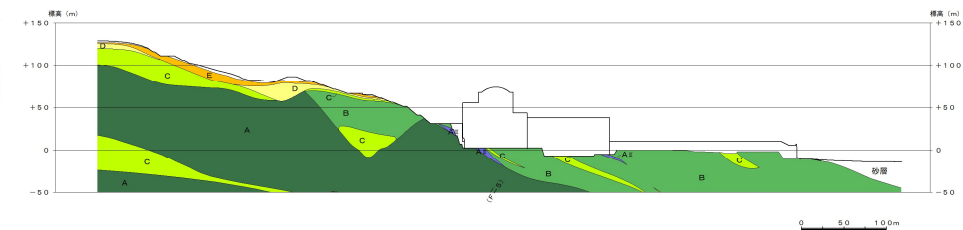
○各断面の位置図を添付6-3図に、各断面の岩盤分類図を添付6-4図に示す。



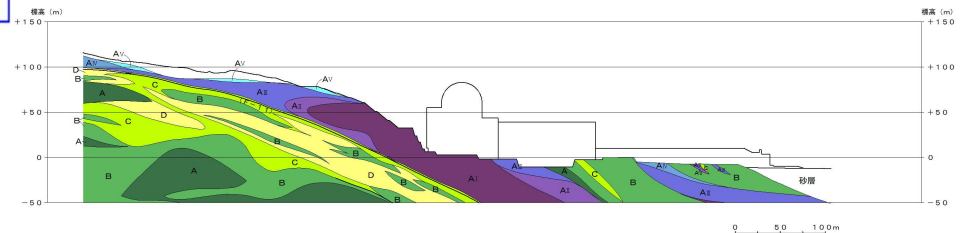
添付6-3図 浸透流解析範囲と断面位置図



添付6-4図 各断面における岩盤分類図(断面①)



添付6-4図 各断面における岩盤分類図(断面②)



添付6-4図 各断面における岩盤分類図(断面③)



透水係数の妥当性確認

(1) 岩盤部～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～

- 出現する各岩級の透水係数を添付6-1表、各岩級の出現頻度の算出結果を添付6-2表に示す。
- 添付6-1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6-2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。
- よって、**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(解析水位が高くなる)ものと考えられる。**
- なお、妥当性検証解析(定常)の結果においても、解析値が観測値と概ね一致するか上回る結果(本文2-7図参照)となることを確認している。

添付6-1表 各岩級の透水係数(3号炉建設時(設置許可時)の二次元浸透流解析で使用した設定値)

岩種・岩級		透水係数(cm/sec)
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6-2表 各岩級の出現頻度の算出結果

(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
①断面	51.1	19.2	23.9	2.1	3.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
②断面	55.8	27.3	12.7	1.9	1.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
③断面	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

□ 計10.6%

透水係数の妥当性確認

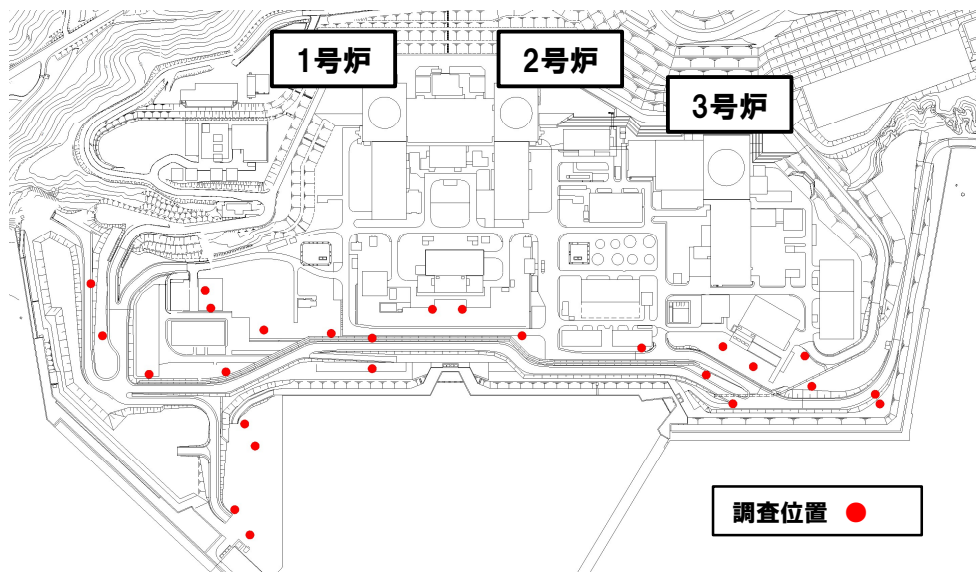
(2)埋戻土

○埋戻土については、浸透流解析結果が保守的になる(解析水位が高くなる)ように、粒径加積曲線から求めた20%粒径 D_{20} の最低値(0.1mm程度)を用いて、クレーガーの方法※(地盤工学会)により添付6-6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6-6図より $D_{20}=0.1\text{mm}$ として透水係数 $1.75 \times 10^{-3} \text{cm/s} \approx 1.7 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ とした。)

※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

○埋戻土は敷地全体に分布しているため、幅広い地点で試験を実施した。

○なお、1,2号炉の敷地と3号炉の敷地では埋戻土の性状(粒度分布等)が異なるものの、保守的に敷地全体の埋戻土の20%粒径 D_{20} の最低値から透水係数を設定していることから、1~3号炉の敷地の埋戻土の透水係数を同一として扱っても問題はないと考えている。



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

添付6-5図 埋戻土の粒度試験結果

D_{20} (mm)	k (cm/s)	D_{20} (mm)	k (cm/s)
0.005	3.0×10^{-6}	0.18	6.85×10^{-3}
0.01	1.05×10^{-5}	0.20	8.90×10^{-3}
0.02	4.00×10^{-5}	0.25	1.40×10^{-2}
0.03	8.50×10^{-5}	0.30	2.20×10^{-2}
0.04	1.75×10^{-4}	0.35	3.20×10^{-2}
0.05	2.80×10^{-4}	0.40	4.50×10^{-2}
0.06	4.60×10^{-4}	0.45	5.80×10^{-2}
0.07	6.50×10^{-4}	0.50	7.50×10^{-2}
0.08	9.00×10^{-4}	0.60	1.10×10^{-1}
0.09	1.40×10^{-3}	0.70	1.60×10^{-1}
0.10	1.75×10^{-3}	0.80	2.15×10^{-1}
0.12	2.60×10^{-3}	0.90	2.80×10^{-1}
0.14	3.80×10^{-3}	1.00	3.60×10^{-1}
0.16	5.10×10^{-3}	2.00	1.80

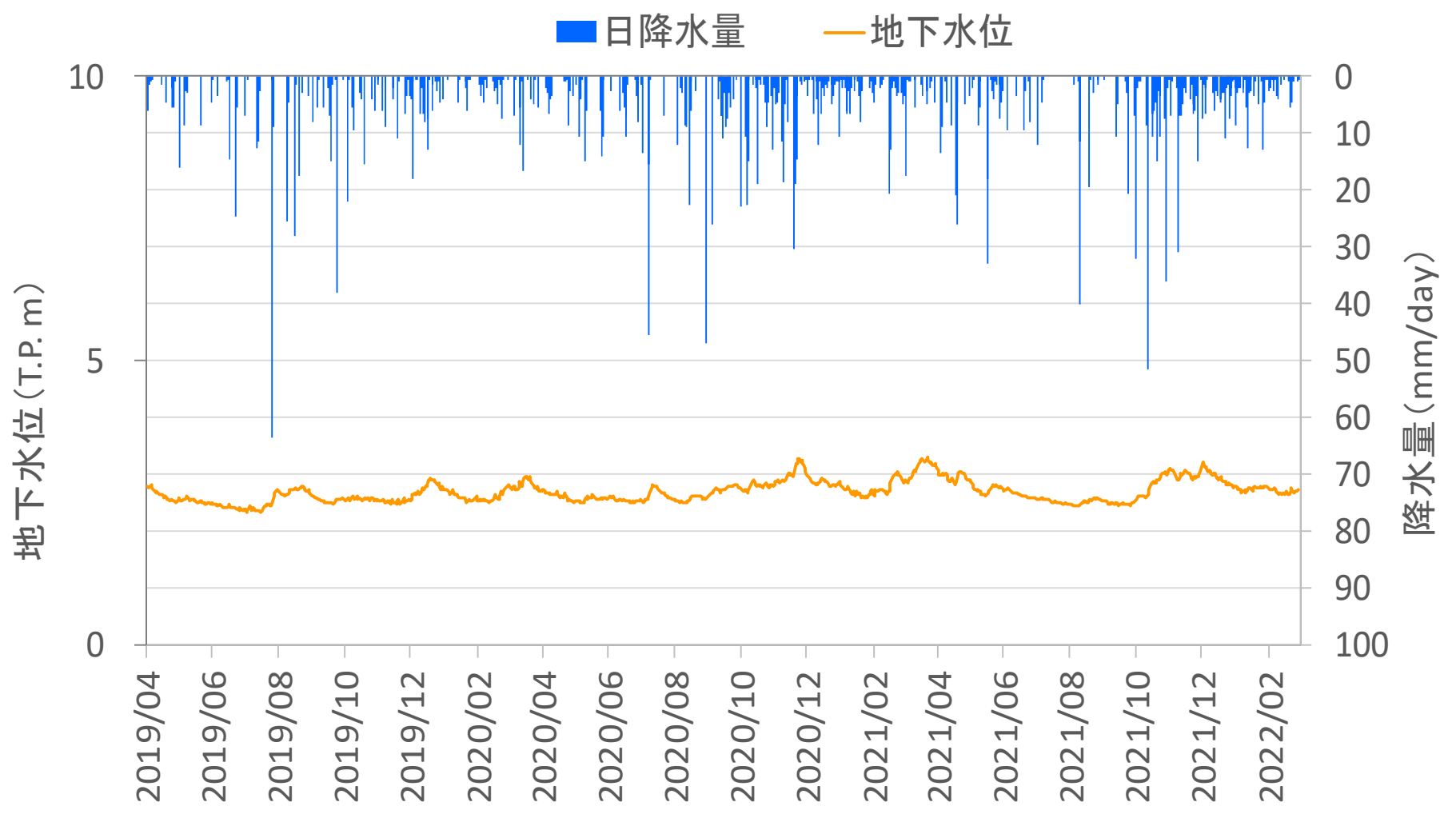
添付6-6図 クレーガーの方法
(地盤材料試験の方法と解説(地盤工学会, 2020))



【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 1孔

○1号炉山側T.P.+31.0m盤観測孔(No.1孔)の記録を示す。
 ○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。

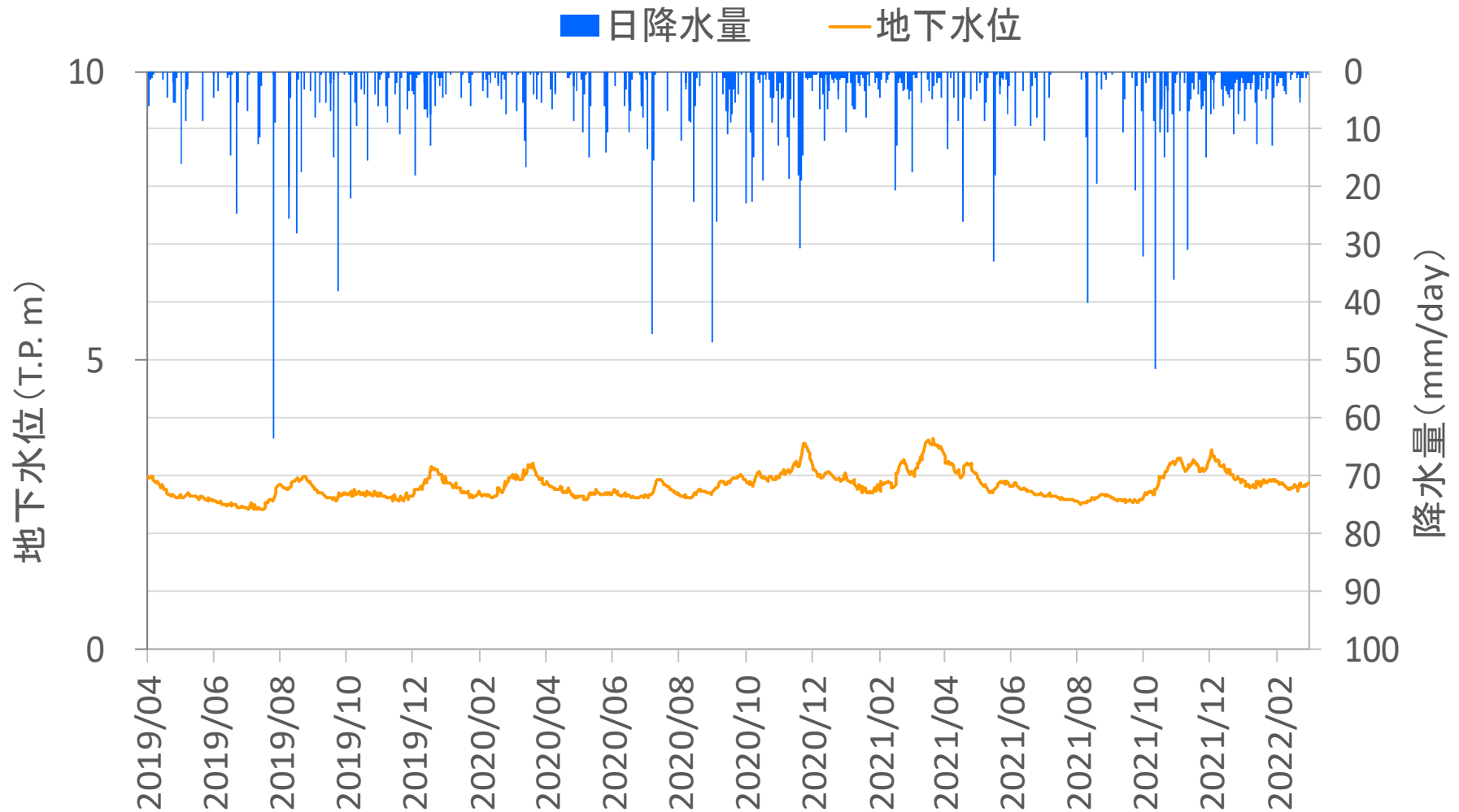


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 2孔

○1号炉西側T.P.+10.0m盤(旧汀線山側)観測孔(No.2孔)の記録を示す。

○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。

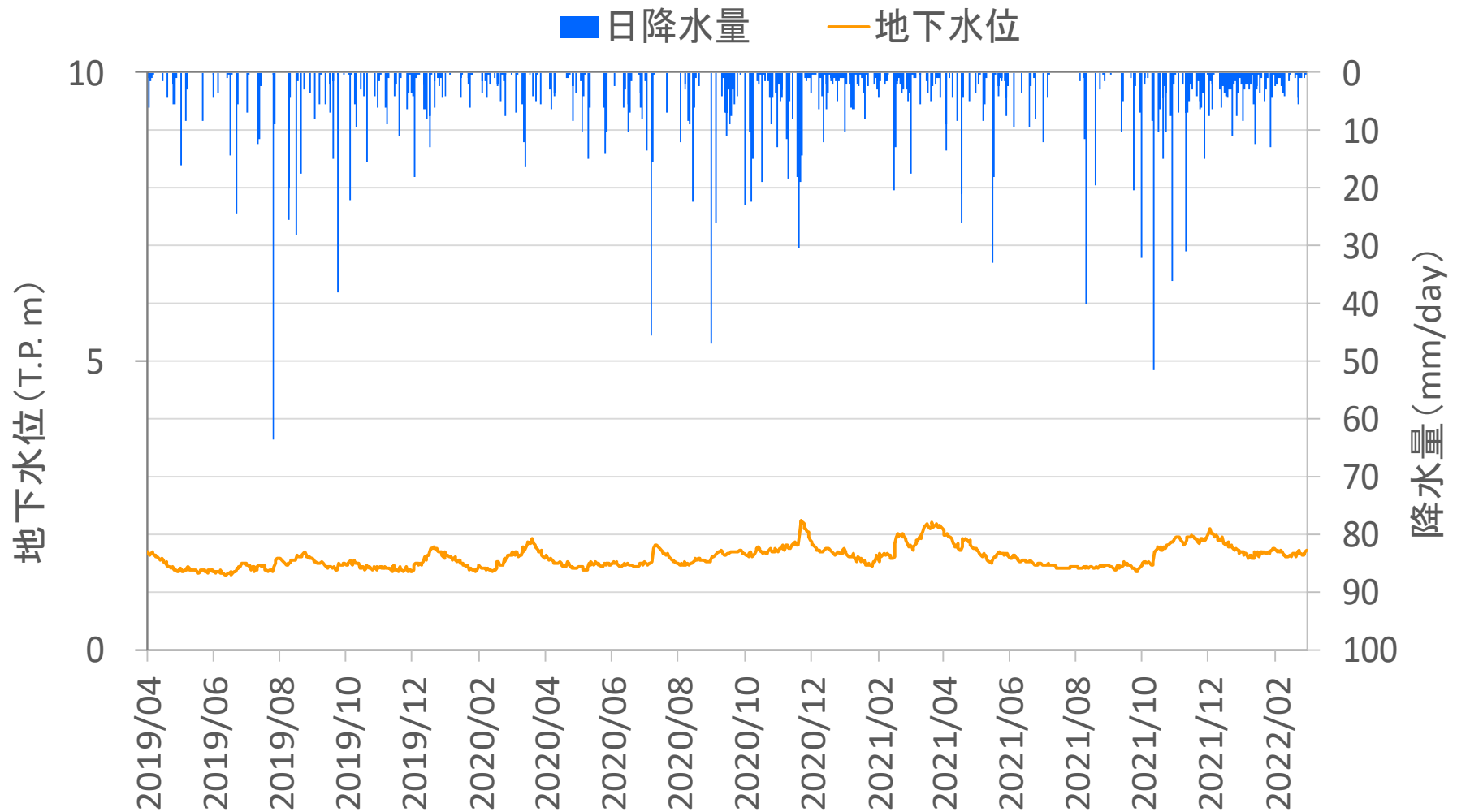


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 3孔

○1号炉海側T.P.+10.0m盤(旧汀線海側)観測孔(No.3孔)の記録を示す。

○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。

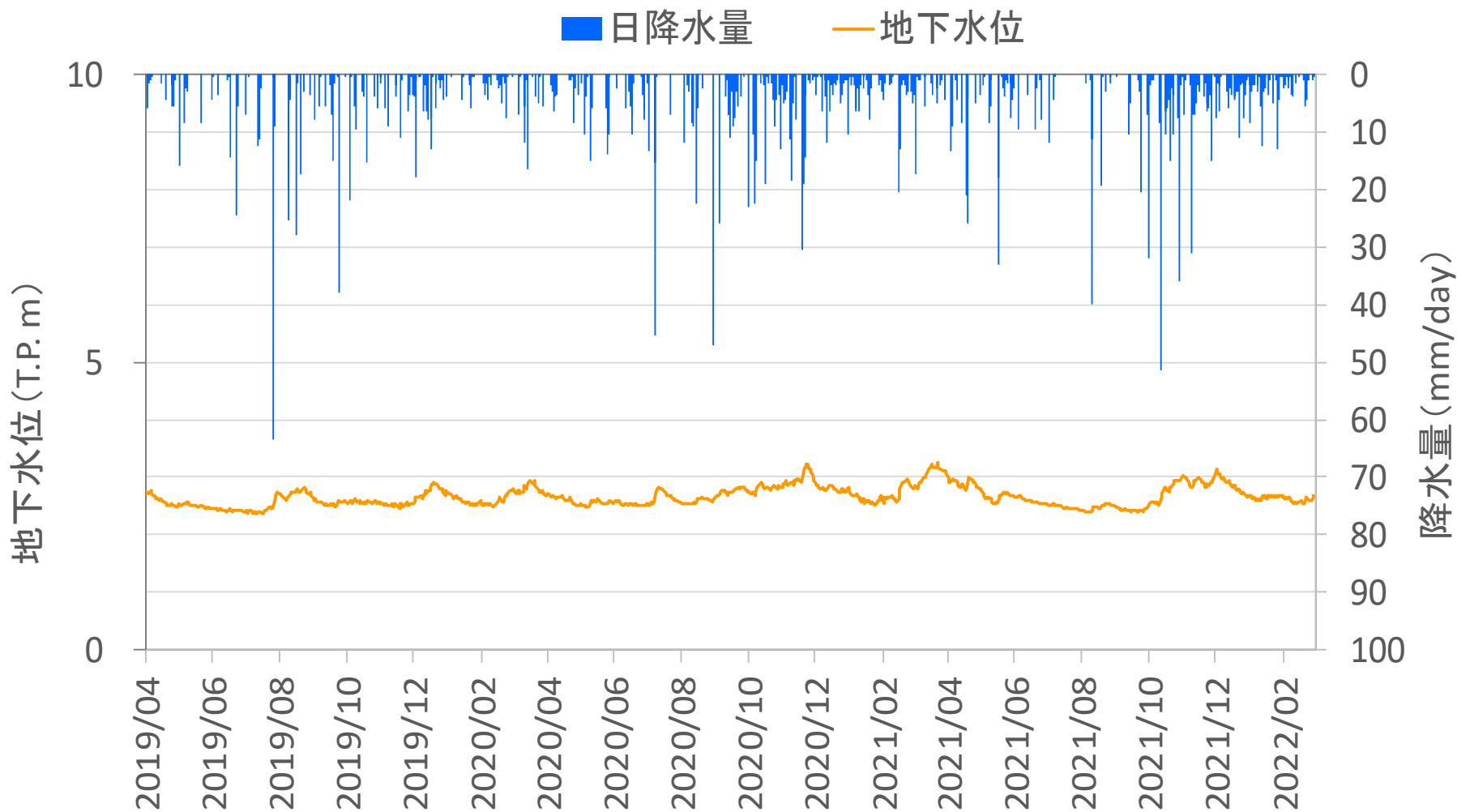


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 4孔

○2号炉山側T.P.+31.0m盤観測孔(No.4孔)の記録を示す。

○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。

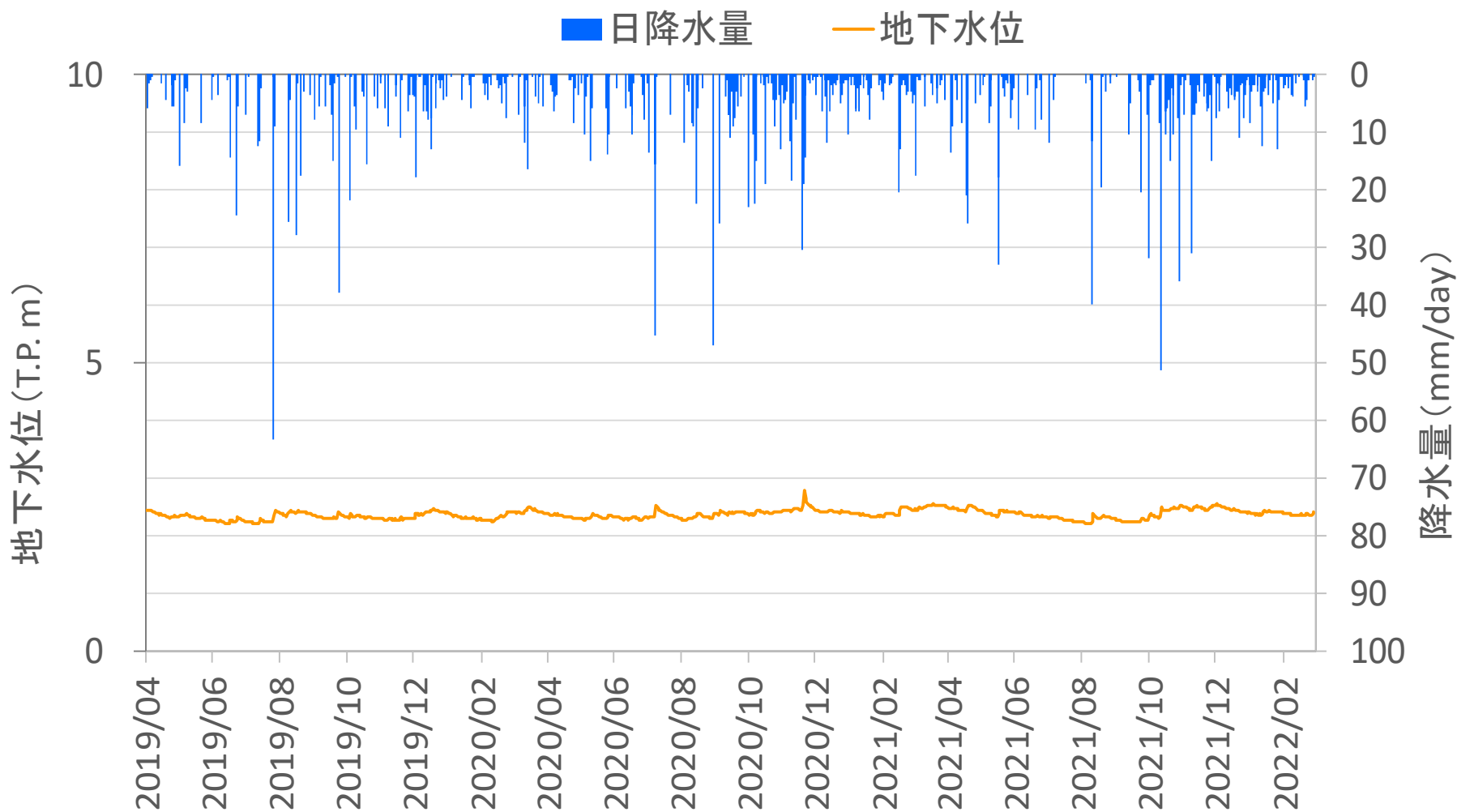


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 5孔

○2号炉海側T.P.+10.0m盤(旧汀線山側)観測孔(No.5孔)の記録を示す。

○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。

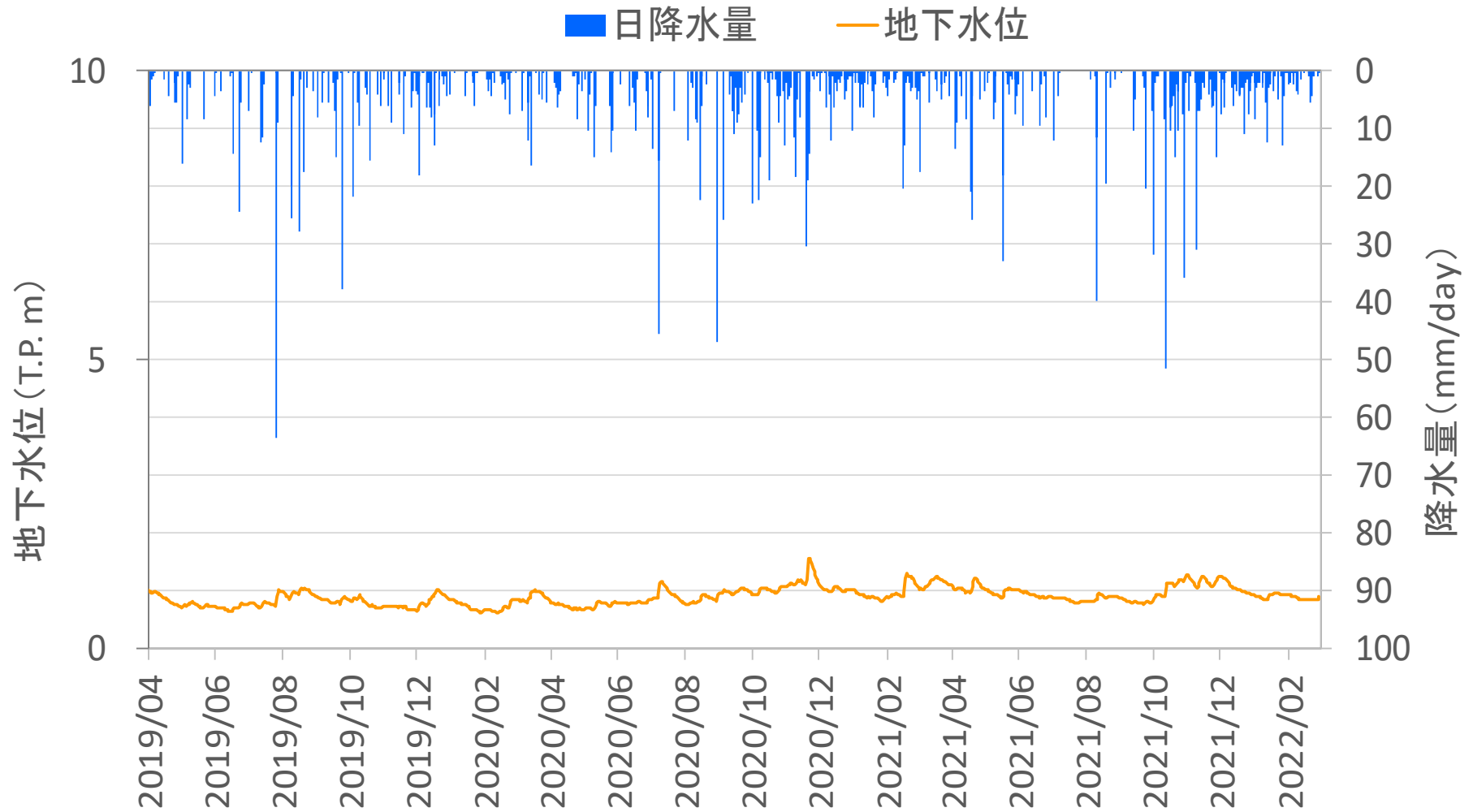


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 6孔

○2号炉海側T.P.+10.0m盤(旧汀線海側)観測孔(No.6孔)の記録を示す。

○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。

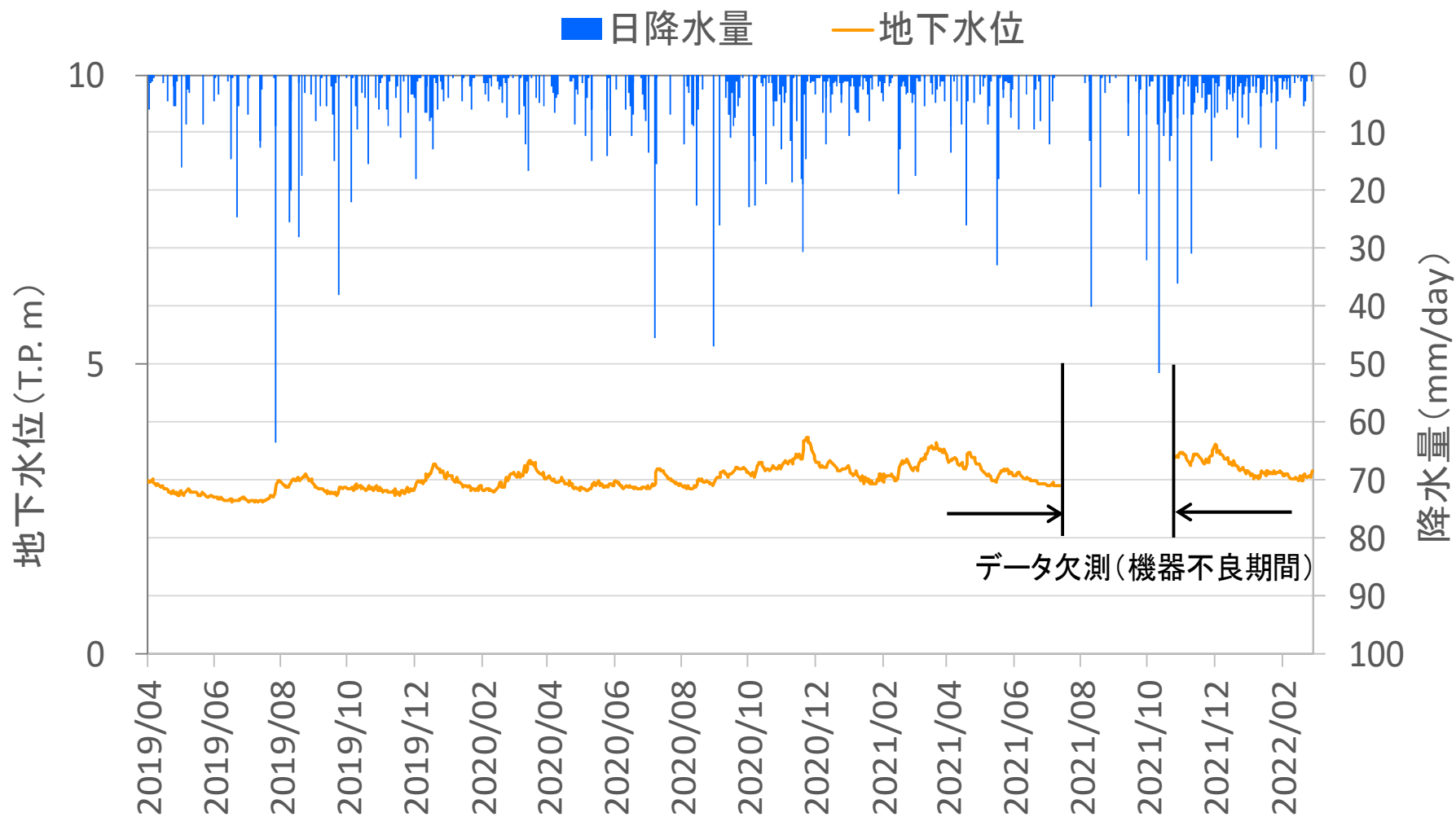


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 7孔

○3号炉山側T.P.+31.0m盤観測孔(No.7孔)の記録を示す。

○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。

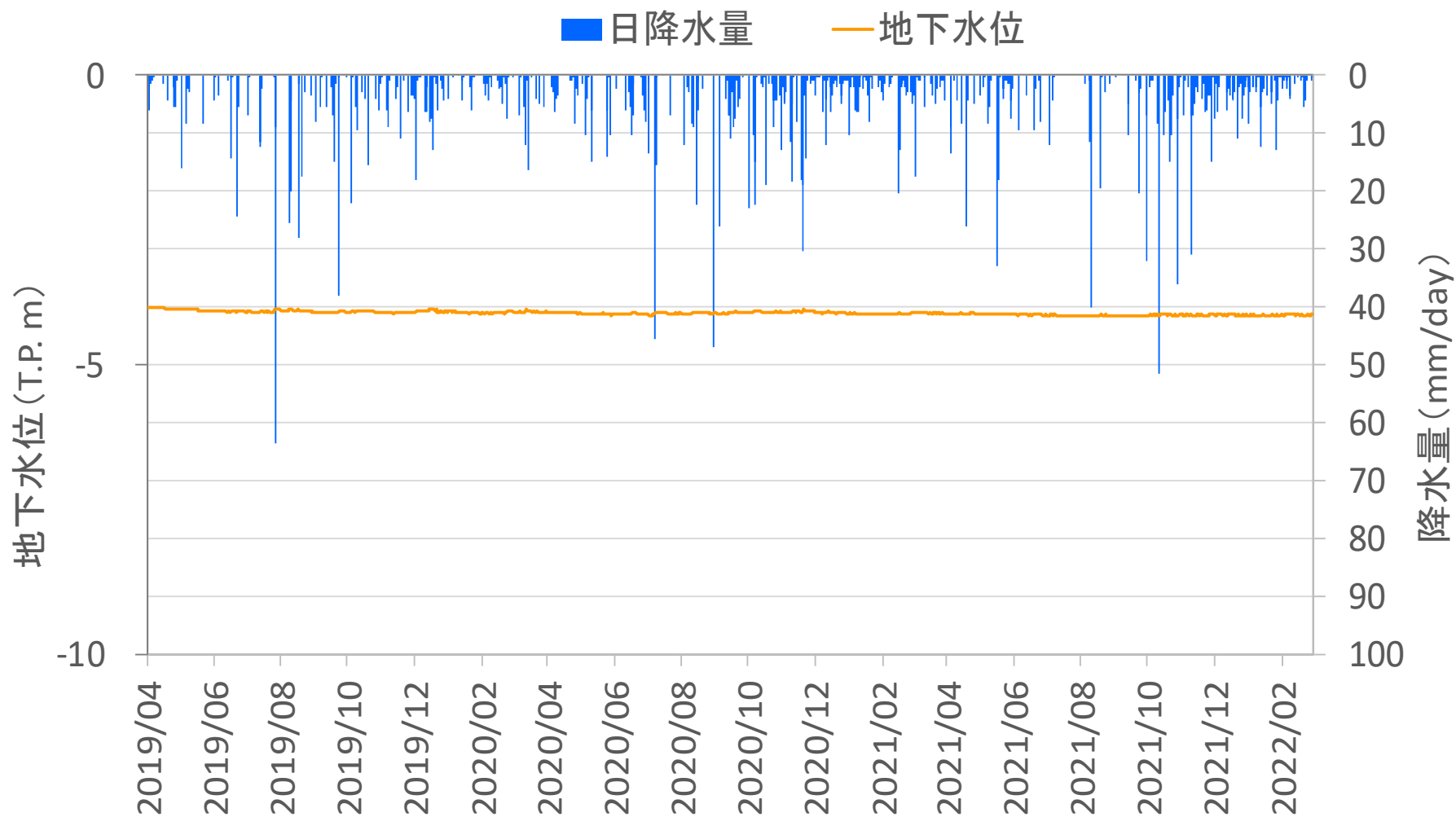


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 8孔

○3号炉山側背後T.P.+10.0m盤観測孔(No.8孔)の記録を示す。

○降雨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。

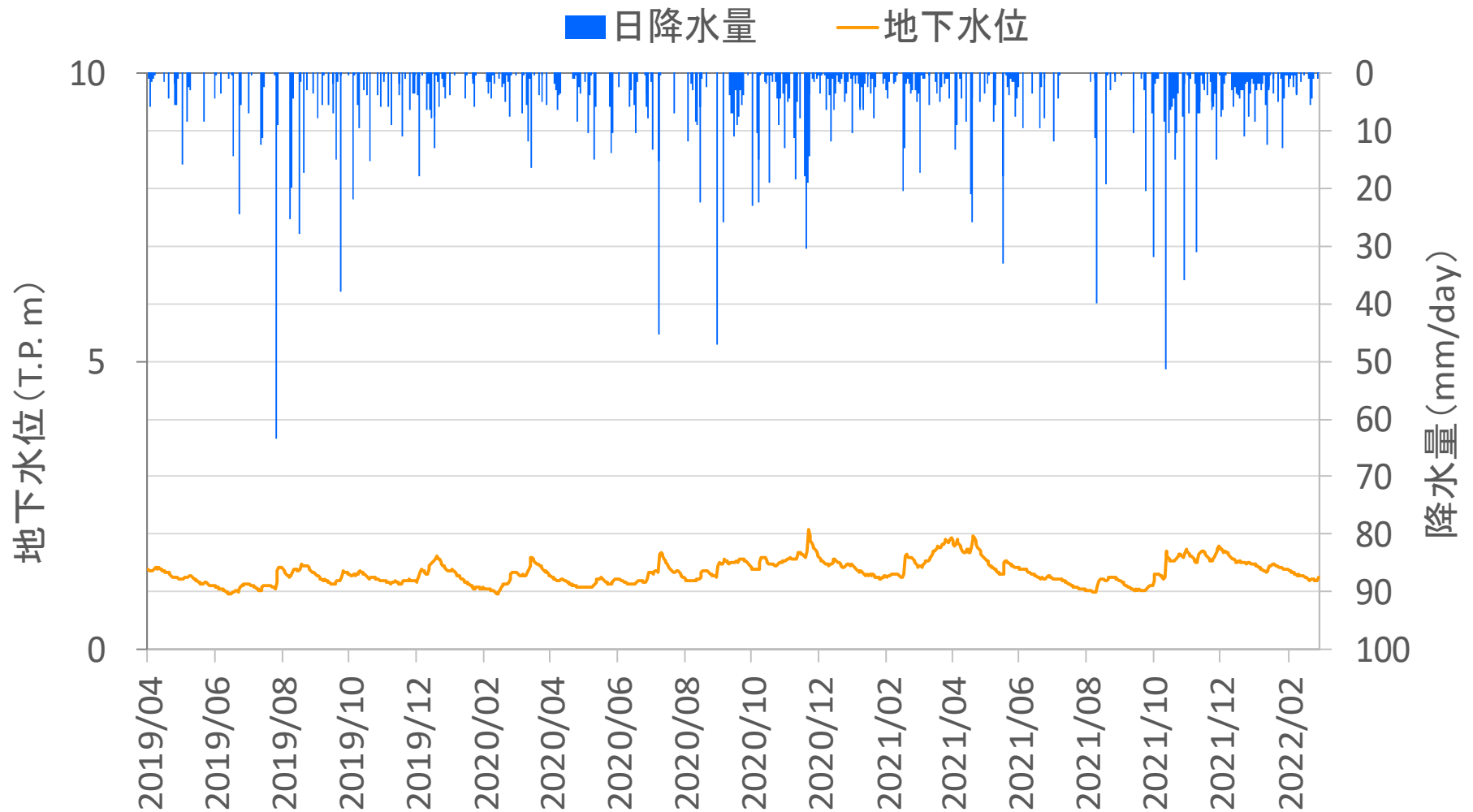


【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 9孔

○3号炉海側T.P.+10.0m盤(旧汀線山側)観測孔(No.9孔)の記録を示す。

○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。



【参考】観測孔における地下水位観測記録

No. 10孔

○3号炉海側T.P.+10.0m盤(旧汀線海側)観測孔(No.10孔)の記録を示す。

○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。

