

本資料のうち、枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-1_改5
提出年月日	2021年1月13日

補足-600-1【地盤の支持性能について】

## 目次

3.3 敷地の地下水位分布及び耐震評価における地下水位設定方針	1
3.3.1 敷地の地下水位分布	1
(1) 敷地の水文環境	1
(2) 観測記録	3
3.3.2 耐震評価における設計用地下水位設定方針	6
(1) 設計用地下水位の設定方針	6
(2) 浸透流解析を用いた設計用地下水位の設定方法（解析フロー）	7
a. 浸透流解析の目的	7
b. 解析手順の設定における考慮事項	7
c. 解析手順の設定	8
d. 設計用揚圧力・設計用地下水位の設定フロー	9
(3) モデル化方針の設定	11
a. モデル化の方針	11
b. モデル化に用いるデータの収集	11
c. データの十分性	11
d. 解析コードの選定	12
e. 対象施設の抽出	13
(4) 広域モデルによる非定常解析	16
a. 広域モデルの作成	16
b. アウトプット	23
c. モデルの妥当性に係る検証	25
(5) 予測解析（水位評価モデルを用いた定常解析）	27
a. 水位評価モデルの作成	27
b. アウトプット	47
c. 設計用地下水位の設定	57
(6) 設計用地下水位の保守性の検証	94
a. 観測水位と解析水位（予測解析）の比較	94
b. 降雨に対する余裕	98
(7) 水位が低い場合の影響確認	105
(8) 今後実施する浸透流解析の妥当性の検証	108
(9) 参考文献	108

(参考資料)

参考資料 1-1 既設の地下水位低下設備の概要

参考資料 1-2 構内排水路の概要

参考資料 2 建設時工事計画認可段階に実施した浸透流解析について

参考資料 3 地下水位の上昇により生じる施設等への影響評価結果

参考資料 4 浸透流解析に用いる透水係数の設定根拠

参考資料 5 浸透流解析におけるドレーンの有効範囲の設定結果

参考資料 6 地下水位低下設備の概要

参考資料 7 既設ドレーンの部分閉塞時の自由水面の保持について

参考資料 8 地下水位低下設備の施工について

参考資料 9 地下水位低下設備の保守管理について

参考資料 10 土木構造物における設計用地下水位の設定方法

参考資料 11 降雨に対する設計用地下水位の余裕について

参考資料 12 三次元浸透流解析による防潮堤沈下対策の影響予測結果

### 3.3 敷地の地下水位分布及び耐震評価における地下水位設定方針

#### 3.3.1 敷地の地下水位分布

##### (1) 敷地の水文環境

敷地は、北東側が海に面し、その他は山地に囲まれている。山地の尾根は北東－南西～北北東－南南西方向に延び、それらの尾根に沿って小規模な沢が発達し、沢沿いには小規模な低地が分布している。敷地の一部は、この小規模な低地となっている。

山側に降った雨は、表面水として敷地へ流入するものと盛土や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。表面水は排水路を通じて海へ排水され、地下水は建設時工事計画認可段階に主要建屋周辺に設置した地下水位低下設備（参考資料 1-1）により集水後、構内排水路（参考資料 1-2）へ排水される。

なお、今後、地下水位低下設備の新設に伴う集水範囲の変更や、防潮堤の沈下対策として実施する地盤改良等により、敷地内の地下水の流動場は従前の山から海に向かう 1 方向流れから将来的に変化すると考えられる。

敷地の水文環境の概念図を図3.3-1に、発電所周辺の小河川や尾根筋の状況を図3.3-2に示す。また、主な地表水の流れを図3.3-3に示す。

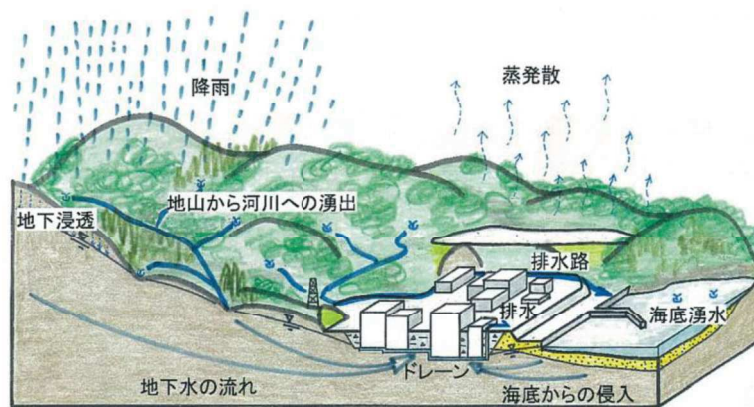


図3.3-1 敷地の水文環境の概念図



凡例
 小河川・沢
  尾根筋
  谷底・沖積低地
 
 発電所建設前の空中写真(1975年撮影)  
 (CTO-75-26 C28 17~19)に東北電力が加筆  
 出典: 国土画像情報(カラー空中写真) 国土交通省

図3. 3-2 発電所周辺の小河川・尾根筋等の分布状況



発電所周辺の空中写真(2011年撮影)  
 (CTO20117 C28 23) 出典: 国土地理院

主な地表水の流れ

図3. 3-3 発電所周辺の主な地表水の流れ

## (2) 観測記録

敷地の地下水位分布を把握するため、施設近傍に地下水位観測井を設置し、地下水位の連続観測を実施した。

地下水位の観測記録<sup>\*1</sup>は、降雨記録と併せて、3.3.2にて詳述する設計用地下水位の設定において参照する浸透流解析モデルの検証に活用する。

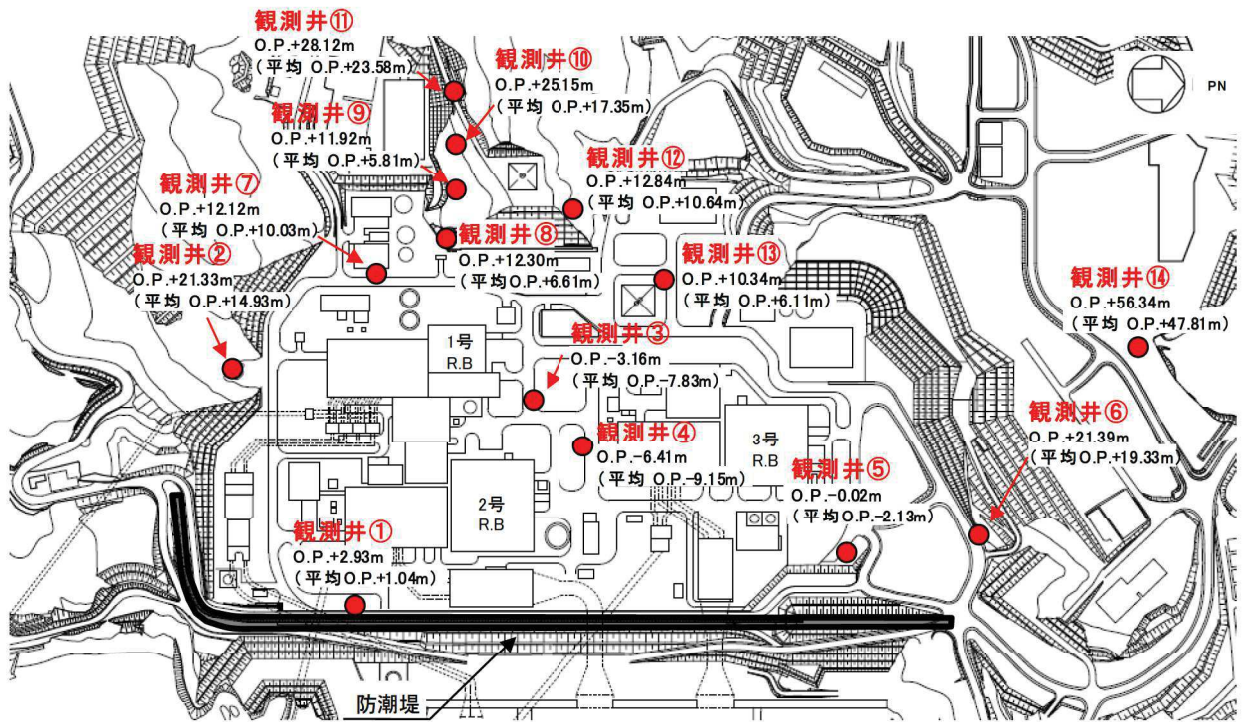
観測井は、施設や敷地造成が地下水位に与える影響が相対的に小さいと考えられる O.P. +14.8m 盤山側及び O.P. +14.8m 盤周辺の法面の他、同影響が相対的に大きいと考えられる O.P. +14.8m 盤に設置している。

図 3.3-4 に地下水位観測井位置図、表 3.3-1 に観測水位一覧表を示す。

観測水位の最高水位と平均水位の差分は、O.P. +14.8m 盤周辺の法面上に位置する観測井において相対的に大きく、O.P. +14.8m 盤上の観測井において相対的に小さくなっている。この要因として、法面と O.P. +14.8m 盤の地下水の動水勾配の違いの他、建屋の基礎版レベル周辺に設置されているドレーンが恒常的に機能し下流側の水位が固定されるため、ドレーンに近い O.P. +14.8m 盤の観測井の水位変動幅が法面上の観測井に比べて相対的に小さくなっていることが考えられる。

\*1 一定期間の連続観測データを対象としており、観測期間中に工事や地形改変等の影響を受ける可能性があるデータは除外する。例えば、ボーリング調査実施時などに確認された孔内水位は、施工時の注水影響等を含む可能性があるため検証データには含めていない。

なお、観測水位には既設の地下水位低下設備の効果が含まれているが、今後実施する地下水位低下設備（新設範囲）や防潮堤の沈下対策の効果は含まれていない。



\* : 数値は観測最高地下水位, ( )は平均地下水位を示す

図3.3-4 地下水位観測井位置図

表3.3-1 観測水位一覧表

観測井	観測期間	観測水位 (O.P. m)		観測最高地下水位 計測時期	備考
		最高	平均		
観測井①	2018年6月 ～2020年2月	最高	+2.93	2019年10月13日	O.P. +14.8m盤
		平均	+1.04		
観測井②	2006年5月 ～2007年6月	最高	+21.33	2006年10月7日	法面上 (O.P. +29.4m)
		平均	+14.93		
観測井③	2019年8月 ～2020年2月	最高	-3.16	2019年10月12日	O.P. +14.8m盤
		平均	-7.83		
観測井④	2019年8月 ～2020年2月	最高	-6.41	2019年10月28日	O.P. +14.8m盤
		平均	-9.15		
観測井⑤	2014年9月 ～2014年12月	最高	-0.02	2014年10月14日	O.P. +14.8m盤
		平均	-2.13		
観測井⑥	2016年3月 ～2020年2月	最高	+21.39	2019年10月26日	法面上 (O.P. +27.0m)
		平均	+19.33		
観測井⑦	2018年6月 ～2020年2月	最高	+12.12	2019年10月13日	O.P. +14.8m盤
		平均	+10.03		
観測井⑧	2006年5月 ～2007年6月	最高	+12.30	2006年10月7日	法面上 (O.P. +17.7m)
		平均	+6.61		
観測井⑨	2006年5月 ～2007年6月	最高	+11.92	2006年10月7日	法面上 (O.P. +29.6m)
		平均	+5.81		
観測井⑩	2006年5月 ～2007年6月	最高	+25.15	2006年6月17日	法面上 (O.P. +40.2m)
		平均	+17.35		
観測井⑪	2006年5月 ～2007年6月	最高	+28.12	2006年10月11日	法面上 (O.P. +48.7m)
		平均	+23.58		
観測井⑫	2014年3月 ～2014年12月	最高	+12.84	2014年10月14日	法面上 (O.P. +27.8m)
		平均	+10.64		
観測井⑬	2018年6月 ～2020年2月	最高	+10.34	2019年10月27日	O.P. +14.8m盤
		平均	+6.11		
観測井⑭	2013年5月 ～2014年12月	最高	+56.34	2014年10月15日	O.P. +60.0m
		平均	+47.81		



### 3.3.2 耐震評価における設計用地下水位設定方針

#### (1) 設計用地下水位の設定方針

防潮堤下部の地盤改良等により山から海に向かう地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ、原子炉建屋等に作用する揚圧力の低減及び周辺の土木構造物等に生じる液状化影響の低減を目的とし、地下水位を一定の範囲に保持するための地下水位低下設備を設置する。

耐震評価において、地下水位の影響を受ける施設等（以下、「評価対象施設等\*1」という。）について、この地下水位低下設備の効果が及ぶ範囲（O.P.+14.8m盤）においては、その機能を考慮した設計用地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。また、地下水位低下設備の効果が及ばない範囲においては、自然水位\*2より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。

\*1 評価対象施設等は、O.P.+14.8m盤及びO.P.+62m盤エリアに設置される耐震重要施設・常設重大事故等対処施設（間接支持構造物を含む）並びに保管場所・アクセスルート（斜面を含む）が含まれる。

\*2 自然水位とは、地下水位低下設備等の人為的な措置の影響が含まれない地下水位を指す。O.P.+14.8m盤は浸透流解析の境界条件として地下水位低下設備の機能を考慮している一方、O.P.+62m盤の地下水位は地下水位低下設備の影響が含まれない。

設置変更許可段階における審査においては、地下水位を高めに設定することにより保守性が確保されるとの考え方のもと、浸透流解析を用いて設計用地下水位を設定する場合の保守性の確保の方針を説明した。

詳細設計段階の検討においては、設置変更許可段階の方針を踏まえ、保守的な（高めの）設計用地下水位を設定し、その保守性を確認する。また、念のための検討として、地下水位を高く設定することが保守的とならない可能性がある場合の耐震安全性への影響についても併せて確認する（詳細は(6)、(7)にて後述する）。

## (2) 浸透流解析を用いた設計用地下水位の設定方法（解析フロー）

上記(1)に示す設計用地下水位の設定方針を踏まえ、本章では地下水位低下設備の機能を考慮し浸透流解析により設計用揚圧力、設計用地下水位を設定する手順について述べる。

なお、防潮堤の設計用地下水位については、設置変更許可段階における設計方針と同様に設定<sup>\*1</sup>しており、本フローに基づき実施する浸透流解析結果により保守性を確認する。

### \*1 防潮堤の設計用地下水位について

防潮堤の設計用地下水位は、設置変更許可段階における設計方針（浸透流解析実施前に策定）として、その段階で想定できる保守的な（実際にはそれより低くなると考えられる）水位としており、詳細設計段階では浸透流解析によりその保守性を確認した上で設定することとしていた。浸透流解析結果により保守性を確認したことから、防潮堤の耐震設計に用いる設計用地下水位は設置変更許可段階と同様、以下の通り設定した。

#### （鋼管式鉛直壁岩盤部）

岩盤部では、地表面よりどの程度下がった地下水位となるかが浸透流解析実施前では想定が困難であり、地表面に設定。

#### （鋼管式鉛直壁一般部）

一般部では、防潮堤より海側は潮位とほぼ等しくなると考えられるため、朔望平均満潮位に設定。防潮堤より山側については、地下水位低下設備の影響により地下水位は下がり、防潮堤において海側の朔望平均満潮位と繋がると考えられることから、朔望平均満潮位に設定。

#### （盛土堤防）

盛土堤防では、防潮堤より海側は潮位とほぼ等しくなると考えられるため、朔望平均満潮位に設定。防潮堤より山側については、地下水位低下設備から離れた箇所を含むことから、地表面に設定。

### a. 浸透流解析の目的

設置変更許可段階の方針を踏まえて、妥当な解析モデルを用いて、将来的な施設配置を考慮した設計用揚圧力・設計用地下水位を保守的に算出することを目的とする。

### b. 解析手順の設定における考慮事項

地下水位低下設備の機能を考慮した設計用揚圧力、設計用地下水位の設定において参照する浸透流解析については、長谷川ら<sup>\*1</sup>を参考に以下の事項に考慮し解析フロ

一を定めた。

- ・ 地下水流動場を表現するための情報が入手できることを確認する。
- ・ 地下水流動の特徴を表現できるコードを選択する。
- ・ 地下水流動場を表現できる解析領域を設定する。
- ・ 地下水流動に影響を与える要素（地形・地質構造や造成形状，水理特性（透水係数等），ドレーンや地中構造物等）を適切にモデルに反映する。
- ・ 水理的挙動に影響を与えるパラメータ（透水係数等）を適切に設定する。
- ・ 地下水位の観測値と解析値の比較等によりモデルの妥当性を確認する。

### c. 解析手順の設定

a. に示した解析の目的及び b. に示した考慮事項を踏まえ，水収支が閉じる領域として，敷地周辺の分水嶺までの範囲を対象とした広域モデルを作成し，観測降雨を付与した非定常解析を行い，地下水位の観測値と解析値の比較を行うことでモデルの妥当性を確認する。

この上で，解析目的を達成するため，以下を考慮した予測解析（定常解析）を行い，各施設の耐震設計において参照する解析水位を算定する。

- ・ 将来的な造成形状，ドレーンや地中構造物等を反映する。
- ・ 保守的な解析結果を得られるよう以下の配慮を行う。
  - －ドレーンは信頼性の確保状況に応じて有効範囲を設定する。
  - －水理的挙動に影響を与えるパラメータ（透水係数等）を保守的に設定する。
  - －境界条件を保守的に設定する（O.P. +14.8m 盤周辺の法面を含む範囲を切り出し，解析境界（法肩）地表面に地下水位を固定する）。

上記により得られた解析水位を保守的に（高めに）包絡するように，設計用揚圧力，設計用地下水位を設定する。

設定した設計用揚圧力，設計用地下水位が有する保守性について，観測水位との比較\*<sup>2</sup>及び仮想の豪雨を与えた場合の解析水位との比較\*<sup>3</sup>を行い，検証する。

また，地下水位が低い場合の耐震安全性への影響についても併せて確認する。

- \*1 地下水流動解析のガイドラインに関する調査（長谷川琢磨，地下水学会誌第48巻第2号75～86（2006））
- \*2 今後実施する防潮堤の沈下対策やドレーン新設によりO.P. +14.8m盤の観測水位は将来的に下がることが予測される。設計用地下水位と観測水位はモデル条件等が異なることに留意し，比較結果を踏まえた考察を行う。
- \*3 設計用地下水位が有する保守性把握のため，仮想の豪雨条件を付与した非定常解析を行い，影響を確認する。

d. 設計用揚圧力・設計用地下水位の設定フロー

前項の整理を踏まえ、地下水位低下設備の機能を考慮する場合の設計用揚圧力、設計用地下水位の設定フローを図 3.3-5 のとおり設定する。

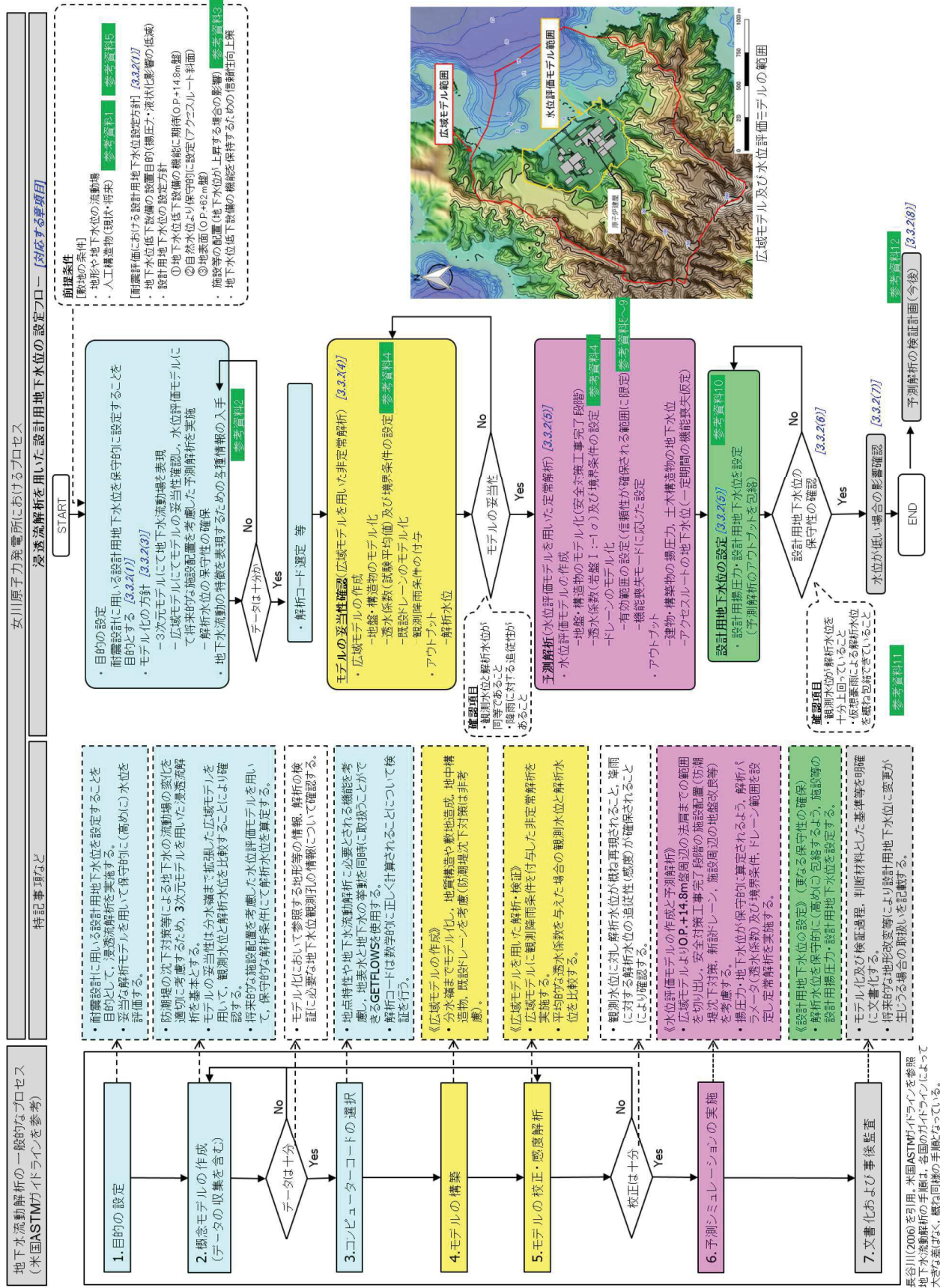


図 3.3-5 設計用地下水位の設定フロー

### (3) モデル化方針の設定

#### a. モデル化の方針

女川原子力発電所においては、建設時工事計画認可段階に実施した浸透流解析（2次元浸透流解析）により各施設の設計用揚圧力・設計用地下水位を設定している。

防潮堤の沈下対策や地下水位低下設備の新設により、敷地内の地下水の流動場は従前の山から海に向かう1方向流れから将来的に変化すると考えられることを踏まえ、3次元に拡張した浸透流解析により、定常的な地下水位分布を算定する。

モデルの妥当性は、分水嶺までの範囲を模擬した広域モデルにて観測水位の再現性を確認することにより行うが、発電所敷地の改変（安全対策工事に伴う造成等）時期を考慮し、再現性の確認を行う時期に対応したモデル化を行う。この際に用いる透水係数は、建設時工事計画認可段階やその後に取得されたデータ等に基づき設定する。

この上で、予測解析においては揚圧力・地下水位が保守的に（高めに）算出されるよう、解析領域を対象施設近傍の O.P. +14.8m 盤周辺領域とし、山側を解析境界の地表面（法肩）に、海側を H.W.L. に水位固定した定常解析を行う。造成形状や構造物は安全対策工事完了段階に対応したモデル化を行い、地下水位低下設備は信頼性が確保された範囲に限定する。この際に用いる透水係数は、解析の再現性（観測水位への追従性）が確保される範囲で保守的に（小さめに）設定する。

建設時工事計画認可段階において実施した2次元浸透流解析の概要を参考資料2に示す。

#### b. モデル化に用いるデータの収集

a. に示すモデル化の方針を具体化するにあたり、地下水流動場を表現するために参照するデータについて表3.3-2のとおり整理した。

#### c. データの十分性

b. の整理から、浸透流解析モデルの構築にあたり必要なデータが収集されていることを確認した。

また、モデルの妥当性の確認に用いる観測記録（3.3.1(2)に整理）については、施設等が配置される O.P. +14.8m 盤及び施設や敷地造成が地下水位に与える影響が相対的に小さいと考えられる O.P. +14.8m 盤山側や周辺法面に偏りなく複数設定されており、これらのデータを活用し地下水流動場の検証を行うことが可能であることを確認した。

表 3.3-2 解析において参照するデータ

種類	内容	参照するデータ
地盤	・地形の情報（図面，数値標高モデル（DEM）等）	・DEM（数値標高モデル，国土地理院） ・工事記録による造成履歴 ・安全対策工事計画（工事完了時の状態）
	・敷地の地質・地質構造の情報（敷地造成を含む）	・地質調査に基づく敷地の地質・地質構造 ・敷地造成に係る図面等
気象	・降水量，気温，日射量，相対湿度，風速	・構内観測所データ ・気象庁データ ・地下水ハンドブック
水理	・水理特性（透水係数） ・検証において参照する地下水位観測記録	・原位置透水試験結果等 ・地下水位観測記録
構造物	・地中構造物	・工事記録 ・設計計算書等（今後設置する施設等）
排水設備等	・地下水位低下設備，構内排水	・工事記録 ・設計計算書等（今後設置する地下水位低下設備）
その他	・既往の地下水位設定方法	・建設時工事計画認可段階において実施した2次元浸透流解析

d. 解析コードの選定

地表水と地下水の挙動を同時に取扱うことができる GETFLOWS (GEneral purpose Terrestrial fluid-FLOW Simulator) バージョン：Ver.6.64.0.2 を使用する。

(GETFLOWS の特徴)

GETFLOWS は，地表及び地下の水の流れを完全に一体化した解析が可能であり，数百万格子以上の大規模な問題を実用的に計算可能な国内で唯一の3次元流動シミュレータである。地上ではマニング則，地下はダルシー則によって格子間流量を計算し，降雨量を含む質量収支を保存するように水圧・水深を求め，それらを満足する浸透・湧出量を決定する。地表面での浸透・湧出の取扱いに関する概念図を図3.3-6に示す。

流体については，水だけでなく，空気についても常に同時に追跡が可能な気液2相流のモデルを採用しており，より正確な流動場の再現が可能である。

また，代表的な商用シミュレータに組み込まれているような坑井モデル（井戸モデル）を実装しており，3次元格子の修正を伴わずに，排水設備のモデル化を柔軟に行うことができる。

離散化の手法としては、空間離散化の手法としては積分型有限差分法を、時間離散化には完全陰解法を採用している。マニング型流れや不飽和状態のダルシー流れといった非線形性が高く、場合によっては有限要素法の適用が難しい問題であっても、質量保存則を満足する解を得ることができる。

計算速度の観点で見ると、並列計算が可能であること、国内外の商用シミュレータと同程度の性能のソルバーを実装している点で優位性があり、格子数が数百万格子以上の解析モデルであっても現実的な時間での解析が可能である。

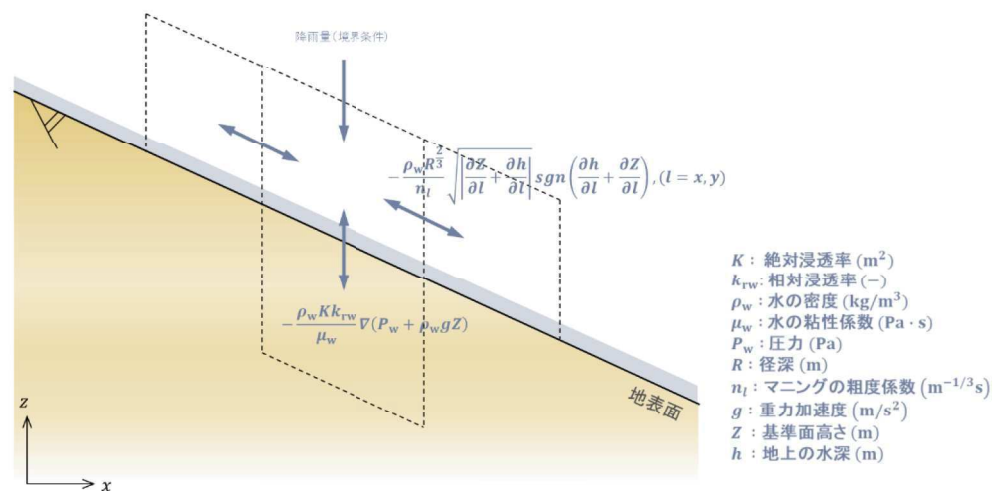


図 3.3-6 地表面での浸透・湧出の取扱いに係る概念図

e. 対象施設の抽出

地下水位が上昇した場合に評価対象施設等に生じる影響について、参考資料 3 のとおり整理した。

地下水位の上昇による施設の耐震性への影響は、以下のようにステップ 1 より段階的に生じる。

- ステップ 1 : 建物・構築物へ作用する揚圧力の上昇（基礎版の耐震性に影響）
- ステップ 2 : 周辺地盤の液状化に伴う施設へ作用する土圧等の変化（躯体の耐震性に影響）
- ステップ 3 : 周辺地盤の液状化に伴う地下構造物の浮上り（躯体の安定性に影響）

この傾向を踏まえ、ドレーンの有効範囲(浸透流解析上、集水機能に寄与するドレーンの範囲。(5)にて後述)の検討プロセスのうち新設ドレーンの設定においては、建物・構築物へ作用する揚圧力の上昇影響に着目する。

評価対象施設等の配置を図 3.3-7 及び図 3.3-8 に示す。



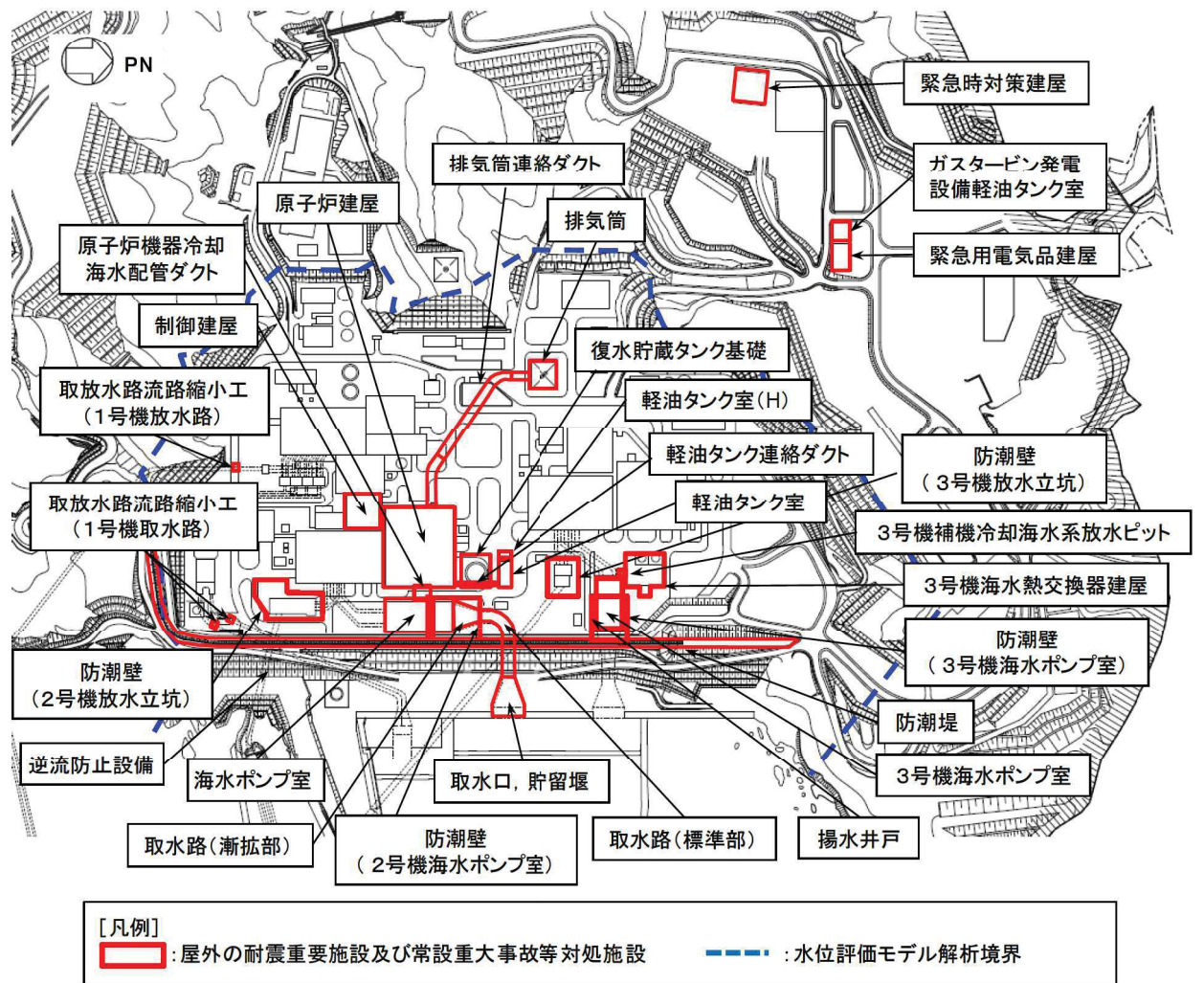


図3.3-7 屋外の評価対象施設の配置図

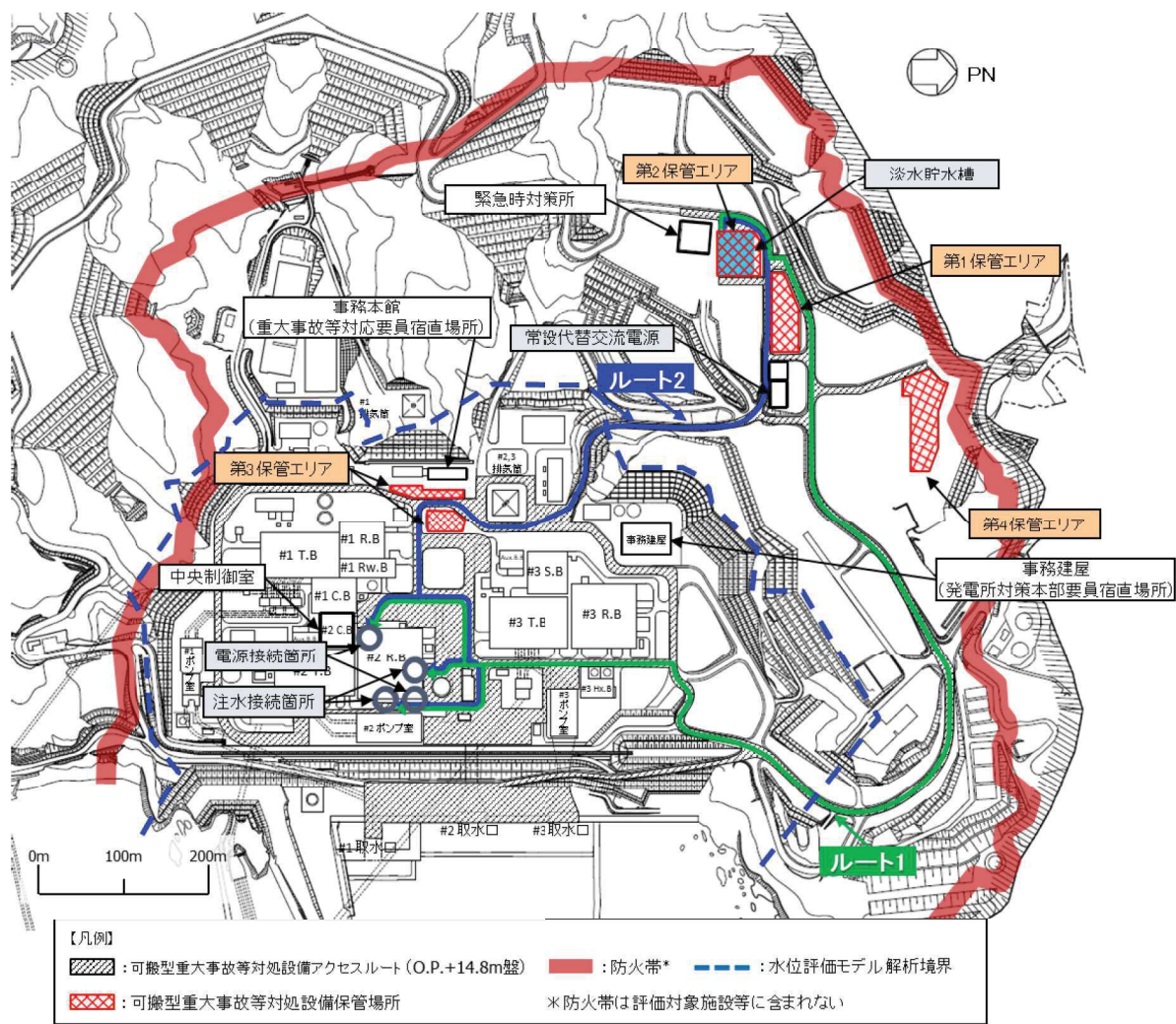


図3.3-8 可搬型重事故等対処設備保管場所及びアクセスルート配置図

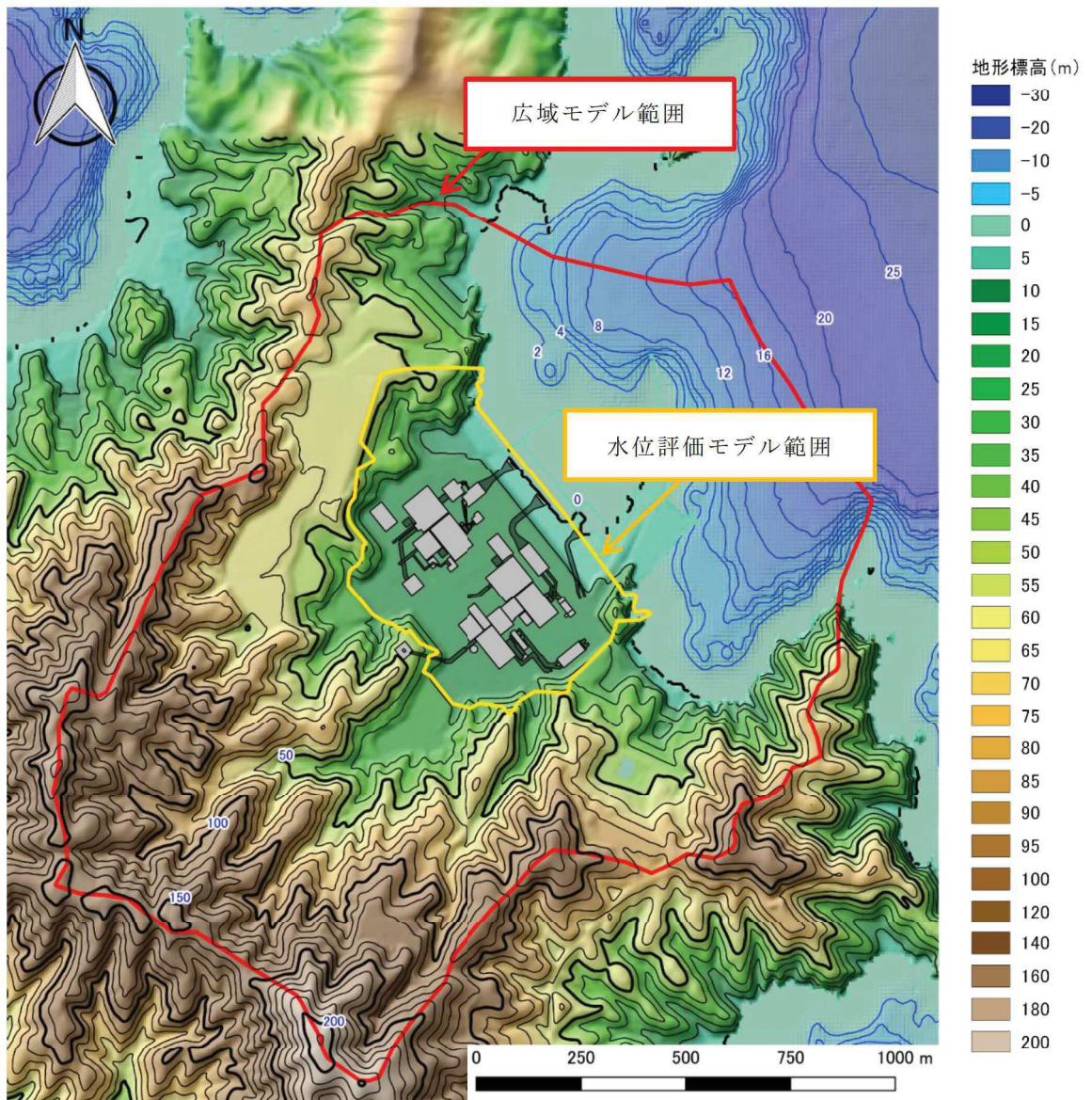
(4) 広域モデルによる非定常解析

a. 広域モデルの作成

(a) モデル化範囲の設定

広域モデルは、3.3.1(1)に示す敷地の状況を考慮し、対象施設等を含む分水嶺までの範囲をモデル化する。

モデル化範囲を図 3.3-9 に、広域モデルの鳥瞰図を図 3.3-10～図 3.3-11 に示す。なお、水位評価モデルの概要については(5)にて後述する。



(検証時期に対応した地形の情報であり、構造物のモデル化状況は後述する)

図 3.3-9 広域モデルの範囲

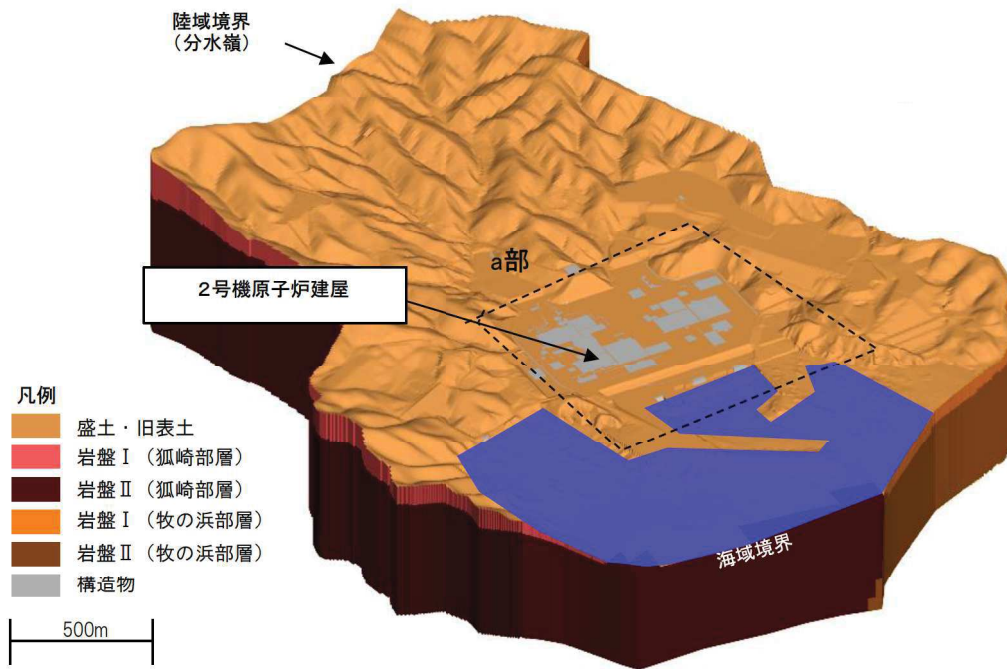
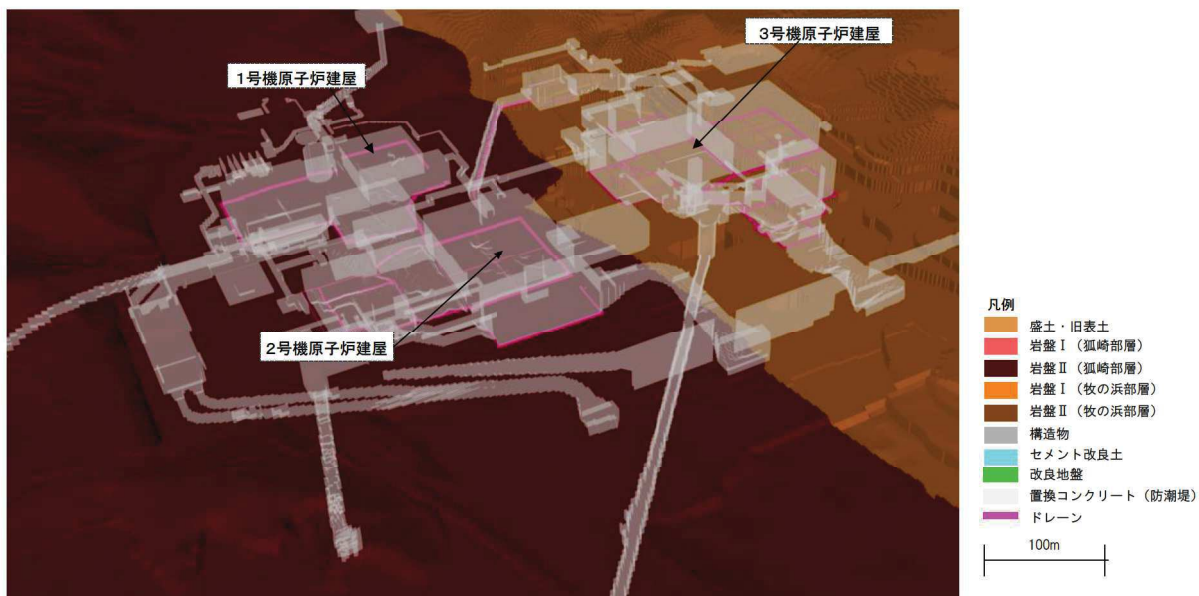


図 3.3-10 広域モデル鳥瞰図  
(全体図)



(盛土・旧表土及び岩盤 I を非表示)

図 3.3-11 広域モデル鳥瞰図  
(a 部拡大)

(b) 格子サイズ

モデルの格子サイズについて、三次元浸透流解析により得られた解析水位に基づき設定される設計用地下水位が各施設等の耐震設計における解析断面上に反映される（2次元動的有限要素法を用いる場合など）ことを考慮し、格子寸法を0.5～6m程度に設定した（構造物近傍は最小0.5m程度、山側領域は3～6m程度）。

(c) 検証期間の設定

検証対象とする観測水位は、安全対策工事による地形改変等が開始される前で、一定数の連続観測水位データが取得されている期間とする。

各観測井のデータ取得時期、地下水流動場の状態（敷地造成等の改変、地下水位低下設備の稼働状況）を表3.3-3に、各観測井の位置を図3.3-12に示す。

この整理を踏まえ、検証期間として下記の2期間を選定する。

- ・ 検証期間1：2006年4月～2007年7月
- ・ 検証期間2：2013年2月～2014年12月



(d) 地盤・構造物のモデル化

i. 地形

地形（造成形状）は、検証期間 1 及び 2 における各期間での状態を考慮し設定した。

ii. 地盤

敷地の地質構造や発電所建設時の敷地造成形状を考慮し設定した。断層・シームについては、透水試験の結果から母岩と水理特性上の有意な差がないことからモデル化していない（参考資料 4-補足 4 参照）。

iii. 構造物

- ・ 検証期間における設置状況を踏まえ、図 3.3-11 に示すとおりモデル化を行った（防潮堤の沈下対策等、検証期間において完成していない施設等は考慮しない）。
- ・ 非岩着で基礎の浅い構造物等は地下水流動への影響が軽微でありモデル化していない。
- ・ 舗装はモデル化していない（地山が露出している部分と同様に地下へ浸透）。
- ・ 構内排水路へ流下した水は海へと排水されることからモデル化する（地下への浸透はないものとして扱う）。
- ・ 建屋の屋根排水は構内排水路に集水されるため、建屋屋根部に降雨を考慮しない。

(e) 透水係数及び境界条件の設定

地盤及び施設の透水係数は、建設時工事計画認可段階及びその後に得られた試験平均値として設定する（試験概要及び試験結果は参考資料 4 参照）。

透水係数の設定値と設定根拠を表 3.3-4 に示す。

表 3.3-4 透水係数の設定値と設定根拠（広域モデルによる非定常解析）

地層		設定値 (m/s)	設定根拠
盛土・旧表土		$3.0 \times 10^{-9}$	試験結果の平均値に基づき設定
狐崎部層	岩盤 I	$1.6 \times 10^{-6}$	
	岩盤 II	$5.0 \times 10^{-7}$	
牧の浜部層	岩盤 I	$1.1 \times 10^{-6}$	
	岩盤 II	$1.0 \times 10^{-7}$	
セメント改良土・改良地盤		$2.0 \times 10^{-7}$	
透水層（碎石）		$1.0 \times 10^{-2}$	試験結果の平均値に基づき設定
コンクリート 構造物 (MMR 含む)		— (不透水)	—

(f) ドレーンのモデル化

ドレーンは、検証期間における供用状態に対応し、1～3号機の既設全ての範囲を考慮する（新設ドレーンは考慮しない）。既設ドレーンの配置図を図 3.3-13 に示す。

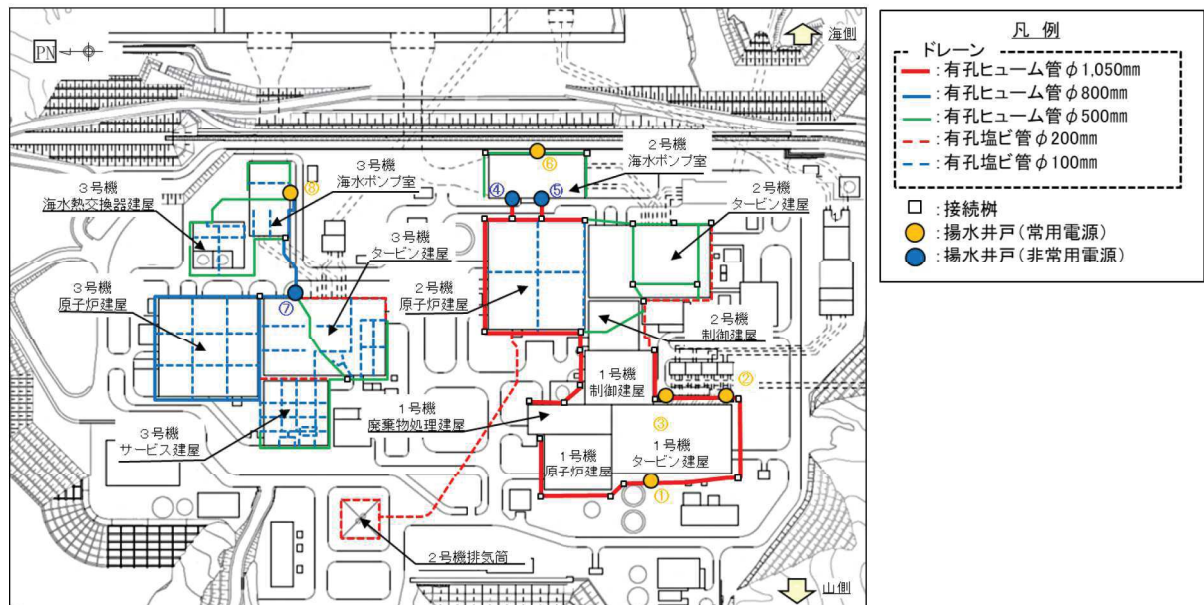


図 3.3-13 既設ドレーン配置図



(g) 浸透流解析条件まとめ (広域モデル)

表 3.3-5 に、広域モデルの解析条件一覧を示す。

表 3.3-5 浸透流解析モデル (広域モデル) の概要

項目	広域モデル
1. 目的	・モデル化の妥当性を確認 (観測結果の再現性を確保)
2. 解析コード	・GETFLOWS Ver. 6.64.0.2
3a. 解析領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分水嶺を山側境界とし水位評価モデルを包絡する範囲</li> </ul> 
3b. 格子数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平面格子数：約 33.4 万</li> <li>・総格子数：約 1600 万</li> <li>・格子寸法：0.5～6m 程度 (構造物近傍は最小 0.5m 程度，山側領域は 3～6 m 程度)</li> </ul>
4. 解析種別	・非定常解析
5a. 検証期間	・2006-2007 年，2013-2014 年
5b. 気象条件	降水量・気温・日射量・相対湿度・風速：構内観測所データ (欠測値は，周辺気象庁データから欠測補間)
5c. 蒸発散	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定常状態：ハーモン法*1</li> <li>・非定常状態：熱収支法</li> </ul>
6a. モデル (地形)	・検証期間に対応した状態
6b. " (地盤)	・検証期間に対応した状態
6c. " (構造物)	・検証期間に対応した状態
6d. " (ドレーン)	・既設の全範囲を管路として考慮
7. 境界条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実態に則した設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>－山側：閉境界</li> <li>－海側：平均潮位に水位固定</li> <li>－ドレーン：ドレーン計画高に水位固定</li> </ul> </li> </ul>
8. 透水係数	・試験平均値
9. 有効間隙率	・文献値*2
10. 粗度係数	・文献値*3

\* 1 : 平均気温・平均降水量は発電所内観測値，日照時間は地下水ハンドブックによる

\* 2 : 地下水ハンドブック (建設産業調査会)，水理公式集 (土木学会) 等を参照し設定

\* 3 : 水理公式集 (土木学会)，河川砂防技術基準 (国土交通省) 等を参照し設定

b. アウトプット

観測井毎の降水量及び解析水位の経時変化を図 3.3-14 に示す。

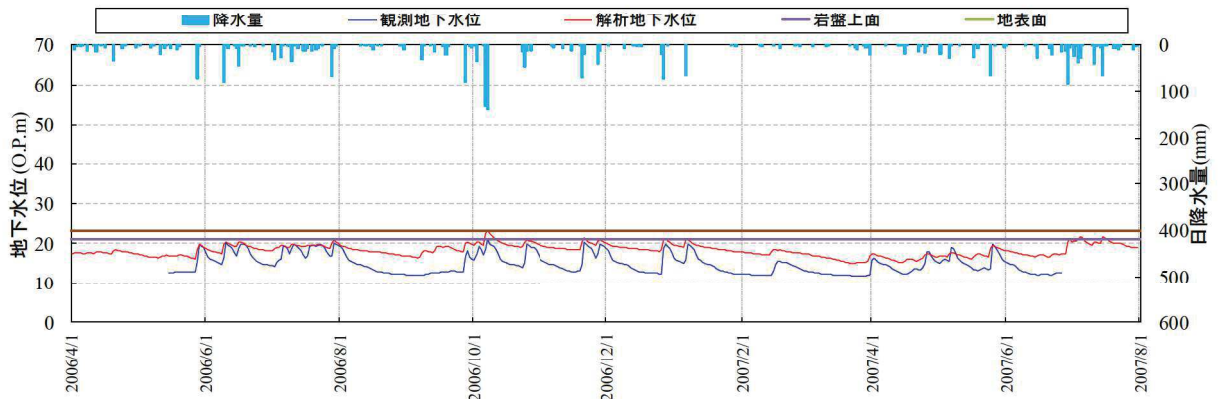


図 3.3-14 (1) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井②) (期間 1)

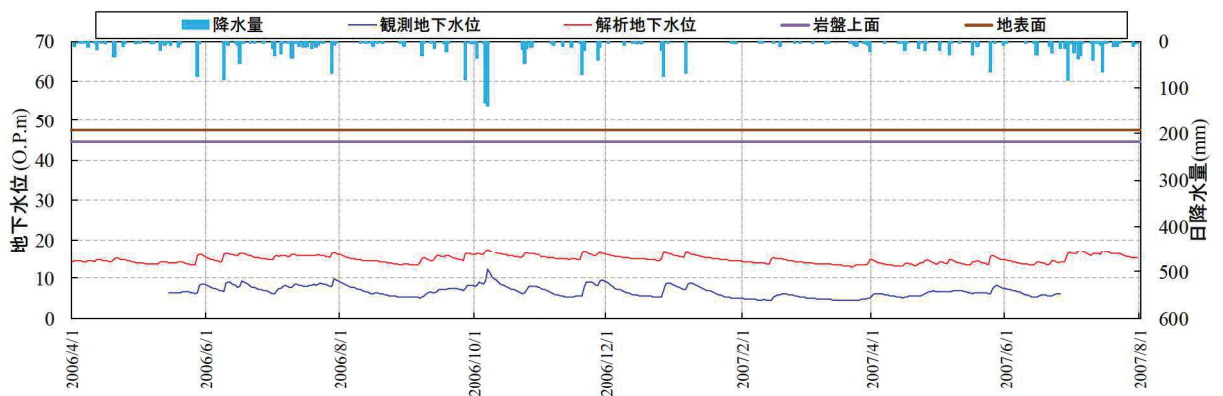


図 3.3-14 (2) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑧) (期間 1)

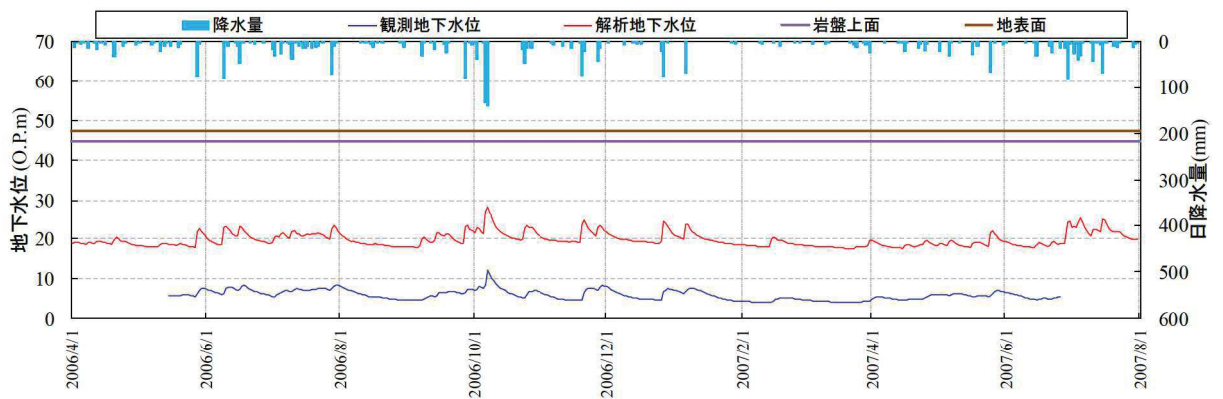


図 3.3-14 (3) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑨) (期間 1)

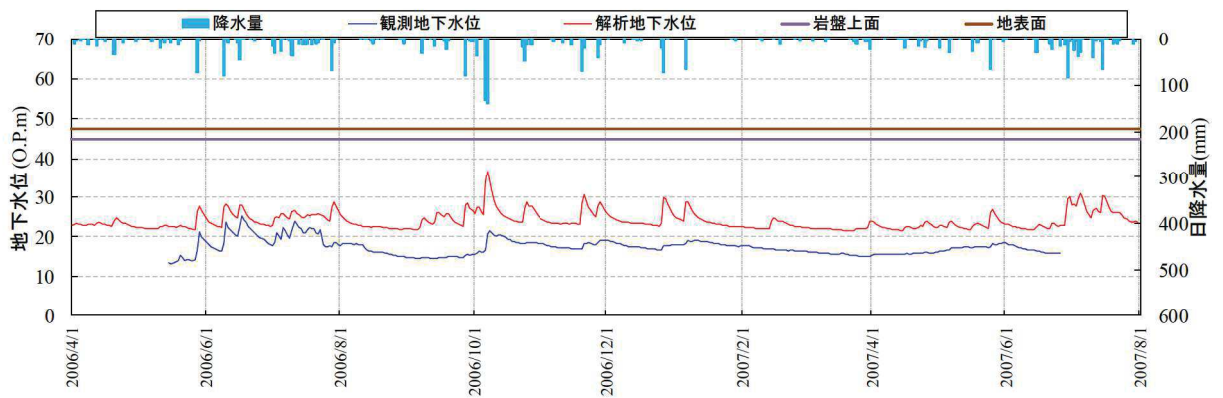


図 3.3-14 (4) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑩) (期間 1)

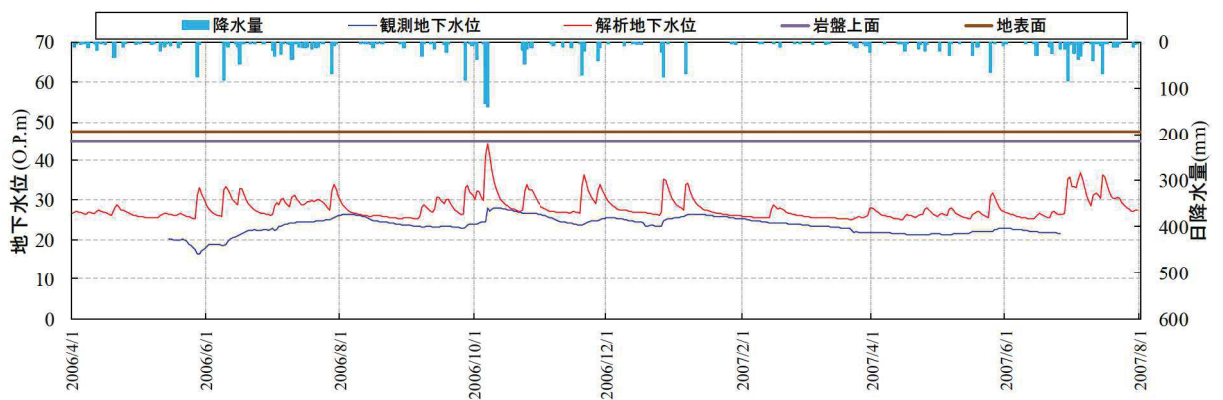


図 3.3-14 (5) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑪) (期間 1)

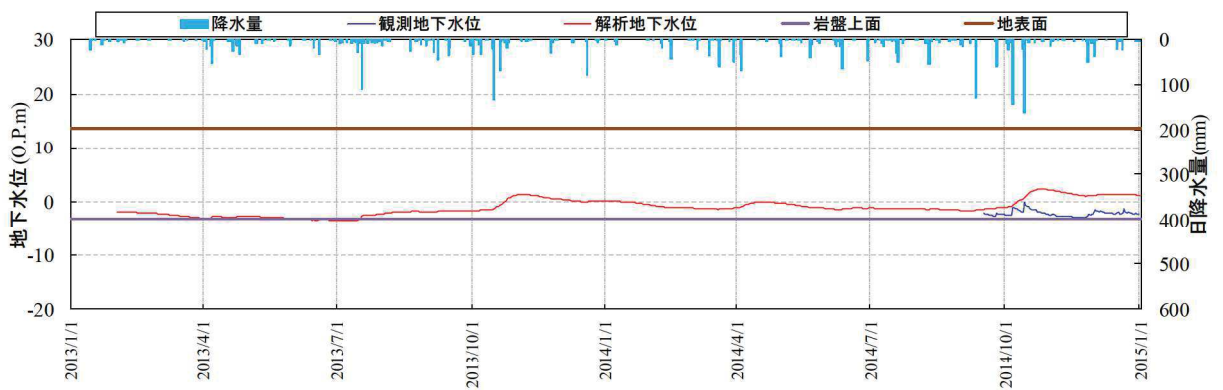


図 3.3-14 (6) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑤) (期間 2)

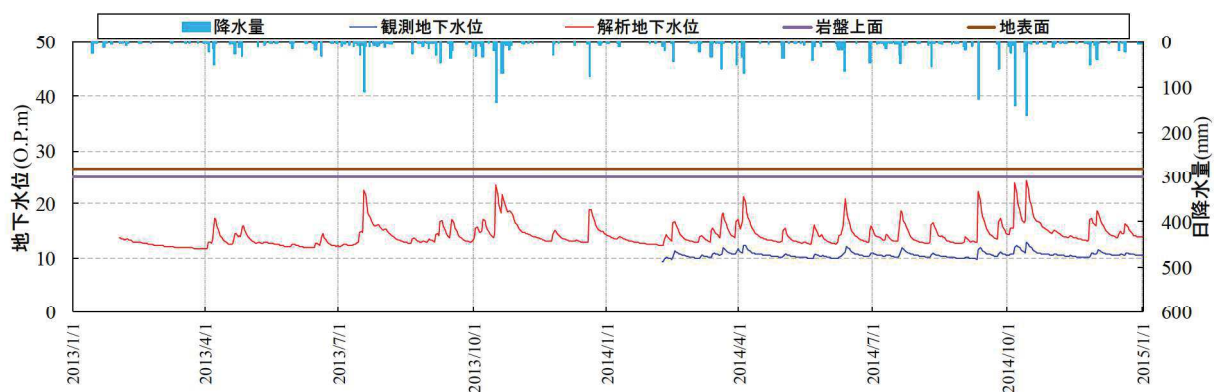


図 3.3-14 (7) 解析水位と観測水位の経時変化（観測井⑫）（期間 2）

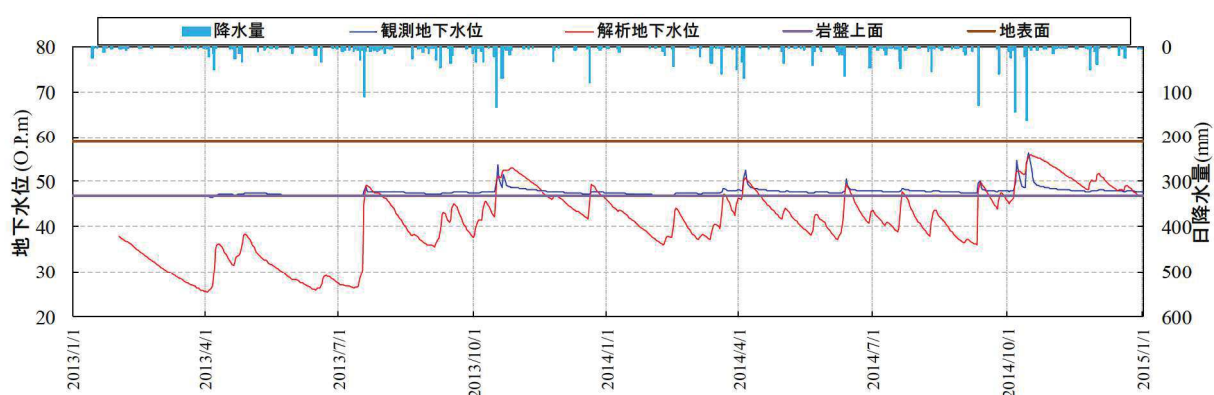


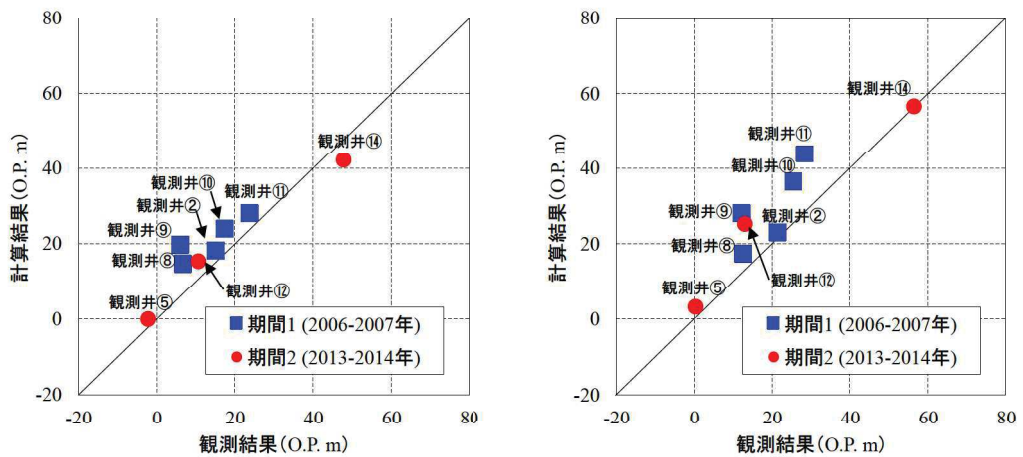
図 3.3-14 (8) 解析水位と観測水位の経時変化（観測井⑭）（期間 2）

c. モデルの妥当性に係る検証

広域モデルとして、検証期間に対応した地盤・構造物の配置をモデル化に反映し、試験データに基づき水理特性（透水係数）を設定した。この広域モデルに観測降雨を付与した非定常解析結果（図 3-3-14）から、解析水位は降雨による観測水位の挙動に追従し連動していることを確認した。

また、検証期間中の各観測孔における平均水位及び最大水位に着目し、解析水位と観測水位との比較を行った（図 3.3-15）。この結果、検証を行った 2 つの期間において、解析水位は観測水位と整合的であることを確認した。

以上から、設定した広域モデルの妥当性を確認した。



(平均水位) \* 1

(最大水位) \* 1

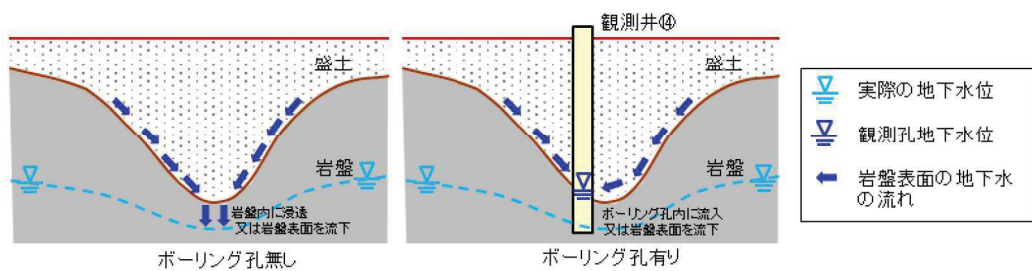
\* 1 : 期間中における観測水位と解析水位それぞれの平均水位及び最大水位のプロットを示す。

図 3.3-15 観測値と解析値の比較

(補足 1) 観測井⑭における解析水位と観測水位の関係について

観測井⑭において、観測水位が岩盤表面以下に下がらない状況が確認され、強雨時のピーク水位による再現性が高い一方で、小降雨時では乖離が見られる（解析水位 < 観測水位）。これは、当該観測井が沢部に位置しているため、周囲から岩盤表面の地下水が集まりやすい構造であることに起因するものと考えられる。

沢地形部における小降雨時の地下水の流れのイメージを下図に示す。



沢地形部における小降雨時の地下水の流れ (イメージ)

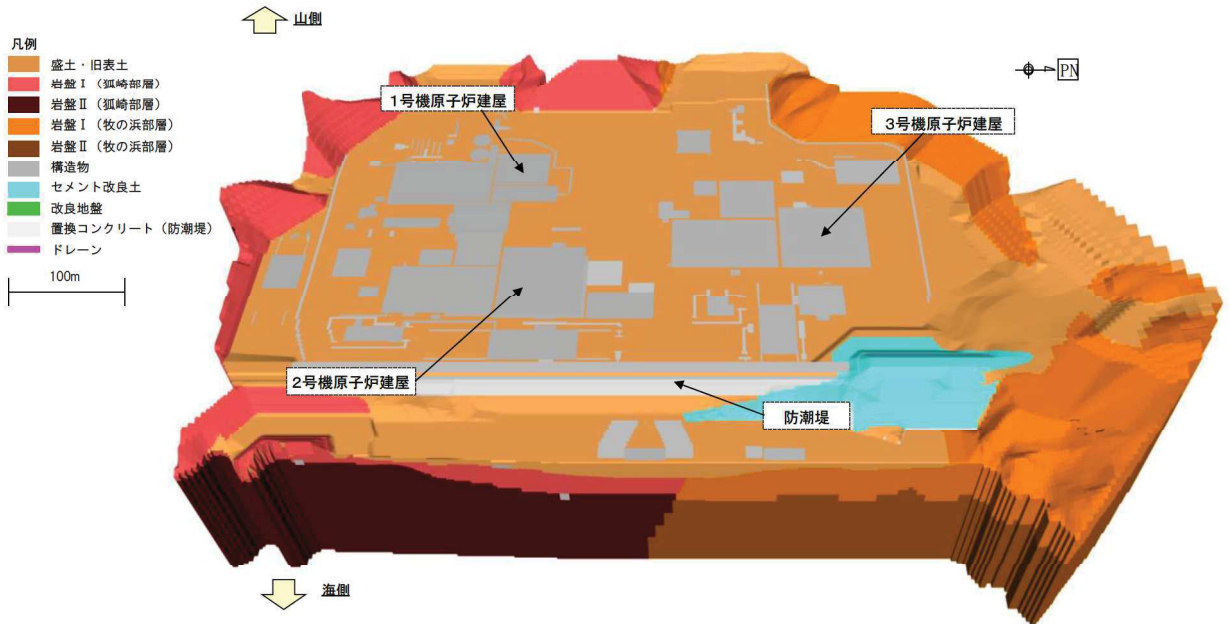
(5) 予測解析（水位評価モデルを用いた定常解析）

a. 水位評価モデルの作成

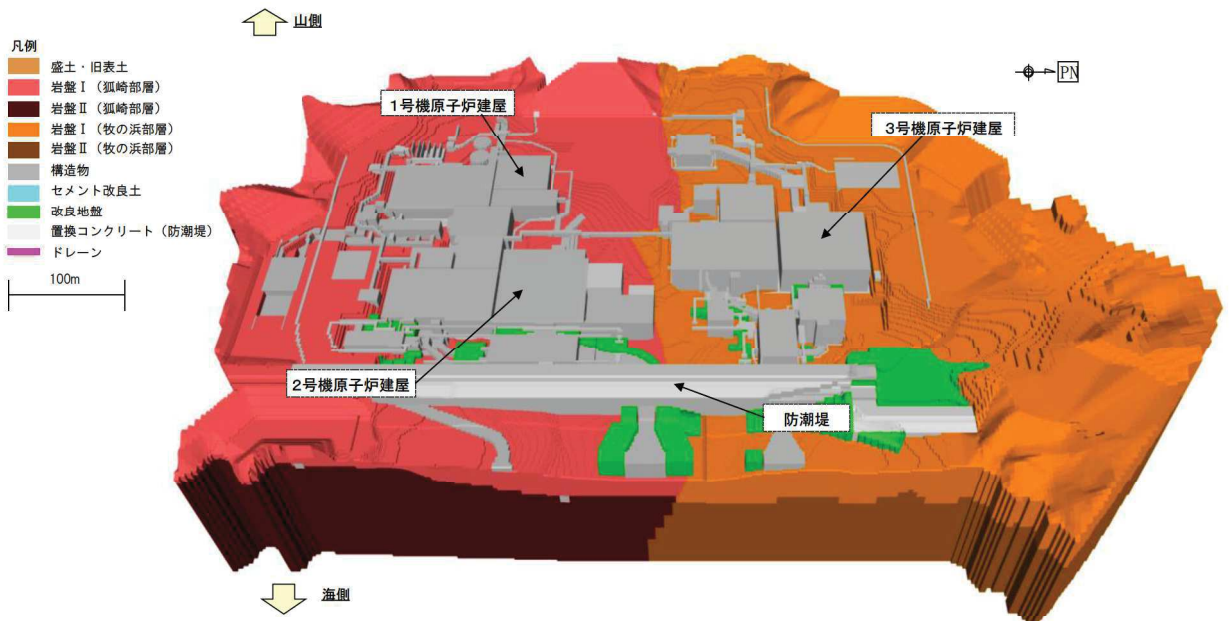
(a) モデル化範囲の設定

水位評価モデルは、施設等の揚圧力・地下水位を保守的に（高めに）設定するため、O. P. +14.8m 盤及び周辺の法面までをモデル化する。

水位評価モデルのモデル化範囲を図 3.3-9 に、モデル鳥瞰図を図 3.3-16 に示す。

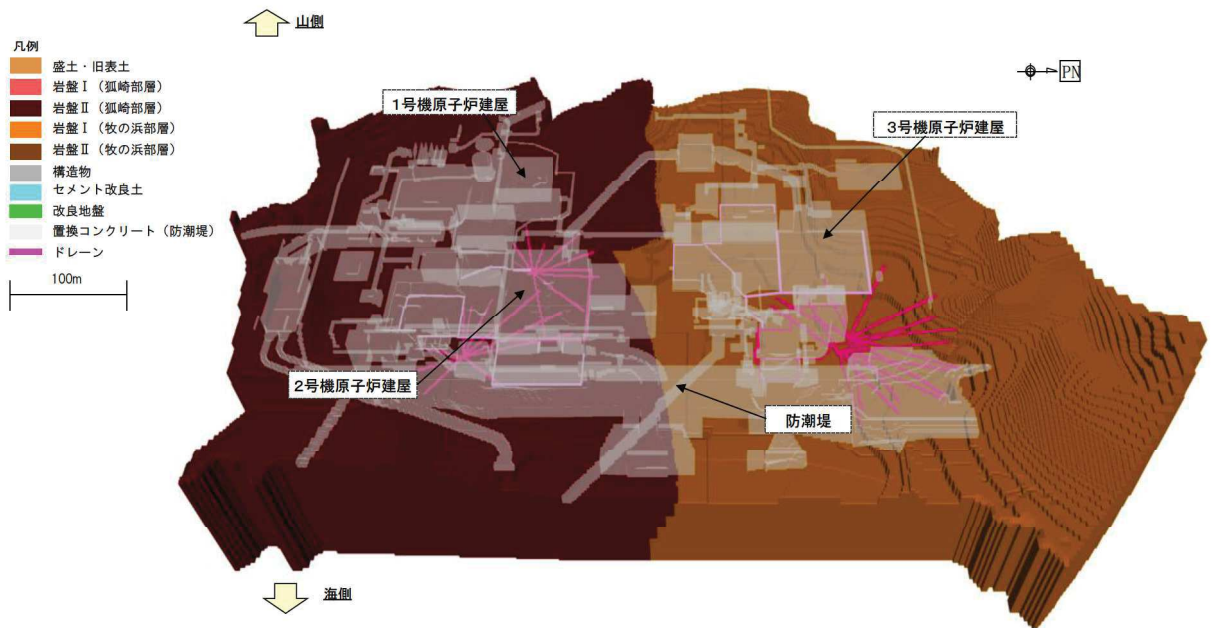


(a) 全体鳥瞰図



(b) 盛土・旧表土を非表示

図 3.3-16(1) 水位評価モデル鳥瞰図



(c) 盛土・旧表土・岩盤 I を非表示，ドレーンを表示

図 3.3-16(2) 水位評価モデル鳥瞰図

(b) 格子サイズ

広域モデルと同様の考え方であるが，広域モデルの山側領域が解析領域より除外されることから，格子サイズを 0.5～2m 程度に設定した（構造物近傍は最小 0.5m 程度）。

(c) 地盤・構造物のモデル化

i. 地形

地形（造成形状）については，安全対策工事完了段階における状態を考慮し設定した。

ii. 地盤

広域モデルをベースに，安全対策工事完了段階における構造物周辺の改良地盤等を考慮した。防潮堤の沈下対策や土木構造物周囲の改良地盤等についても図 3.3-17 のとおりモデル化している（改良地盤等は，低透水層としてモデル化）。

なお，断層・シームについては，広域モデル同様，透水試験の結果から母岩と水理特性上の有意な差がないことからモデル化していない。

iii. 構造物

広域モデルをベースに，安全対策工事完了段階における施設の配置を表現するため，図 3.3-16 に示す施設等についてモデル化を行った。

また、敷地海側に発電所建設段階に設置した地中連壁（仮設）は、水位を保守的に（高めに）設定する目的から、その影響を考慮していない。

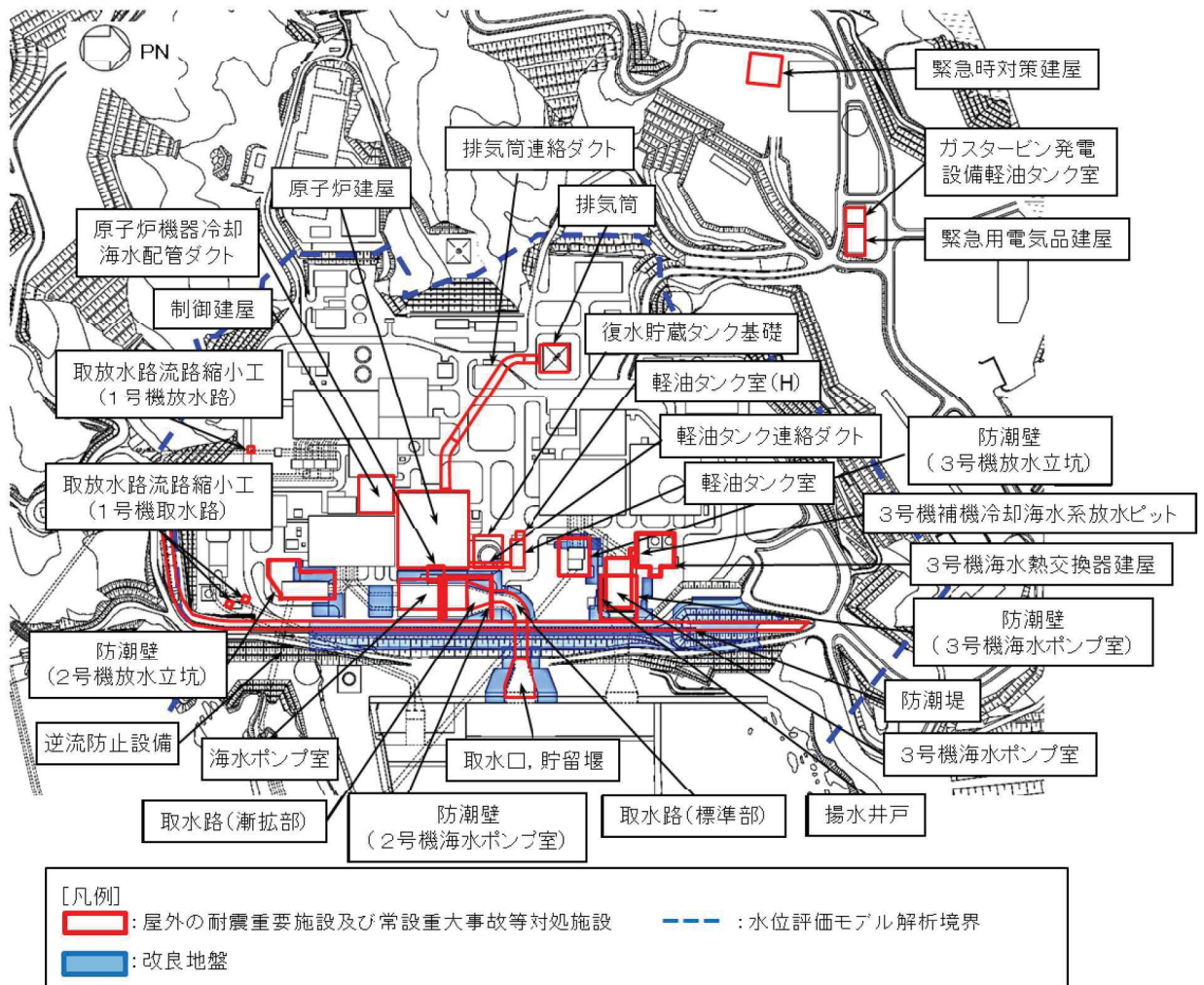


図 3.3-17 土木構造物の配置及び改良地盤の位置図

(d) 透水係数及び境界条件の設定

i. 透水係数

予測解析に用いる透水係数は揚圧力・地下水位が保守的に（高めに）算出されるように設定する必要がある。建設時工事計画認可段階では建屋に生じる揚圧力への影響が最も大きい地盤（岩盤 I）の透水係数を表 3.3-6 に示すように試験結果の平均値 - 1 $\sigma$  に設定している。この透水係数の設定により揚圧力・地下水位が保守的に（高めに）算出されることを確認したうえで、予測解析に適用する。確認方法は(4)の広域モデルを用いて、地盤（岩盤 I）の透水係数のみを変更した非定常解析を実施し、試験平均値の場合の解析値との比較を行う。

表 3.3-7 に比較結果を示す。試験平均値の場合の解析値と比較し、地盤（岩盤 I）の透水係数のみを変更した解析水位は高く算出されていることを確認した。また、



図 3.3-18 に示すように各観測井における観測水位と解析水位との経時変化の結果から地盤（岩盤Ⅰ）の透水係数を変更した解析水位は高く算出されていることを確認した。

以上から、予測解析に用いる保守的な透水係数を表 3.3-8 として設定する。設定根拠に係る詳細を参考資料 4 に示す。

表 3.3-6 建設時工事計画認可段階の透水係数の設定値

地層		設定値 (m/s)	設定根拠	備考
盛土・旧表土		$3.0 \times 10^{-5}$	試験結果の平均値に基づき設定	* 2
狐崎 部層	岩盤Ⅰ	$7.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値 - $1\sigma$ に基づき設定* 1	
	岩盤Ⅱ	$5.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値に基づき設定	
牧の浜 部層	岩盤Ⅰ	$2.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値 - $1\sigma$ に基づき設定* 1	
	岩盤Ⅱ	$1.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値に基づき設定	

\* 1 : 試験結果に対して、保守性の観点から、建設時工事計画認可段階において、パラメータスタディを実施し、建屋揚圧力への影響が最も大きい物性として、岩盤Ⅰを平均値 -  $1\sigma$  に設定。

\* 2 : 建設時工事計画認可段階と同値

表 3.3-7 広域モデルによる透水係数の保守性の確認

観測孔	解析値* 1 (試験平均値) (A)	解析値* 1 (岩盤Ⅰの透水係数を平均値 - $1\sigma$ ) (B)	差 (B) - (A)
検証期間 1 : 2006 年 4 月～2007 年 7 月			
②	18.4m	21.9m	3.5m
⑧	14.8m	17.5m	2.7m
⑨	19.8m	23.1m	3.3m
⑩	24.1m	27.7m	3.6m
⑪	28.2m	32.2m	4.0m
検証期間 2 : 2013 年 2 月～2014 年 12 月			
⑤	0.1m	3.9m	3.8m
⑫	15.3m	19.8m	4.5m
⑭	42.2m	52.8m	10.6m

\* 1 : 期間中における解析水位の平均水位

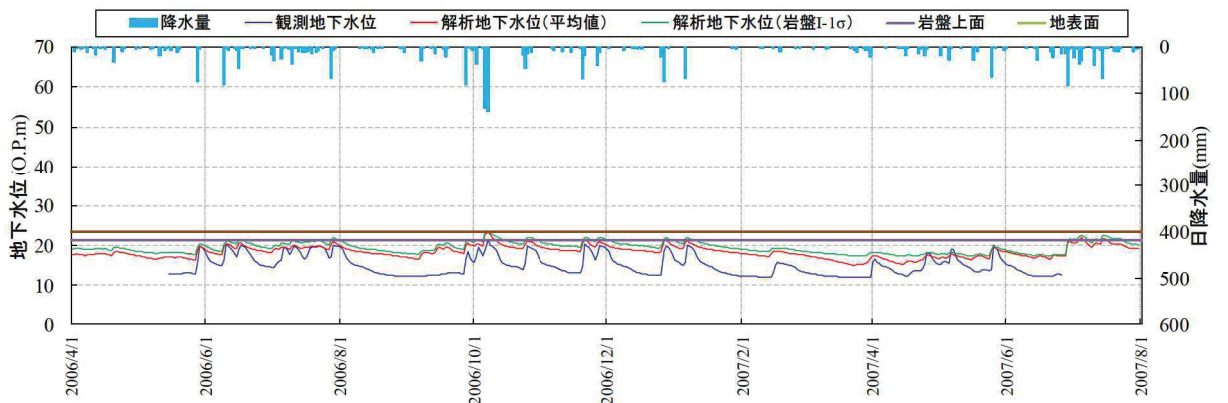


図 3.3-18 (1) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井②) (期間 1)

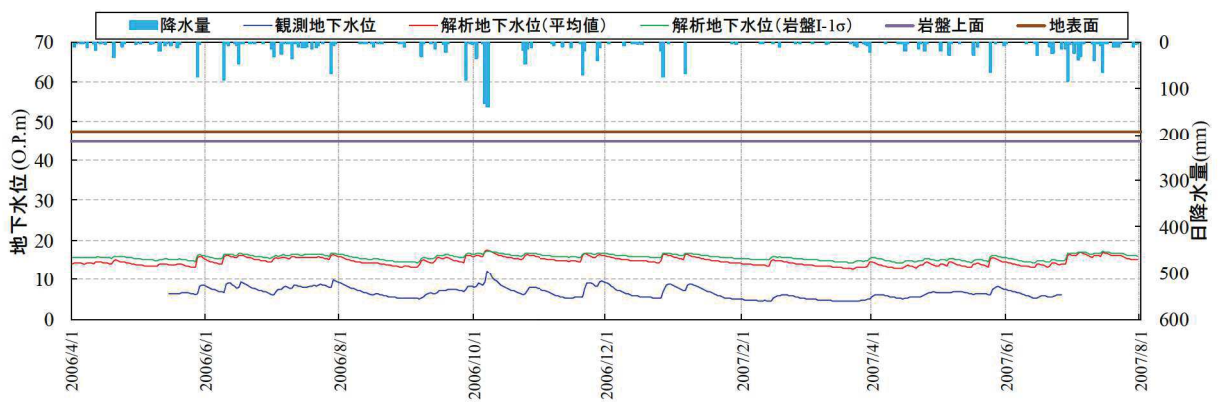


図 3.3-18 (2) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑧) (期間 1)

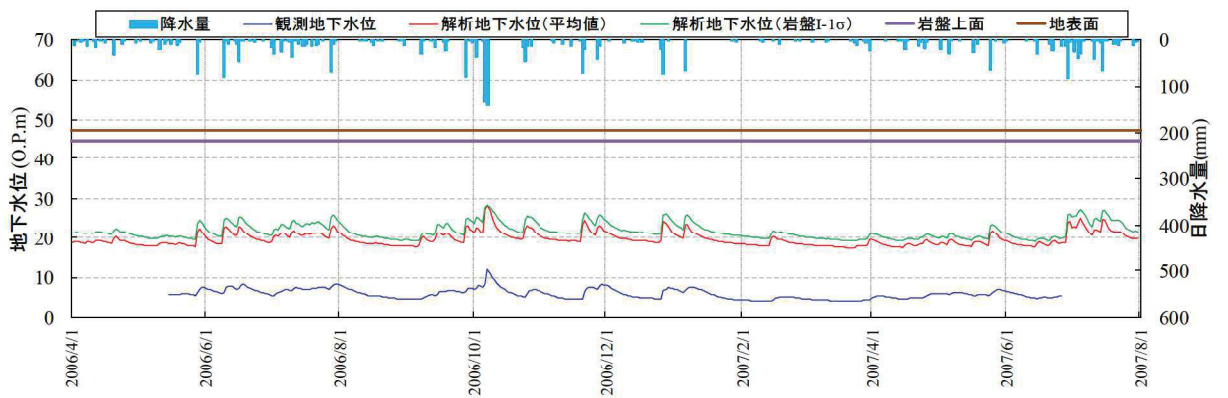


図 3.3-18 (3) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑨) (期間 1)

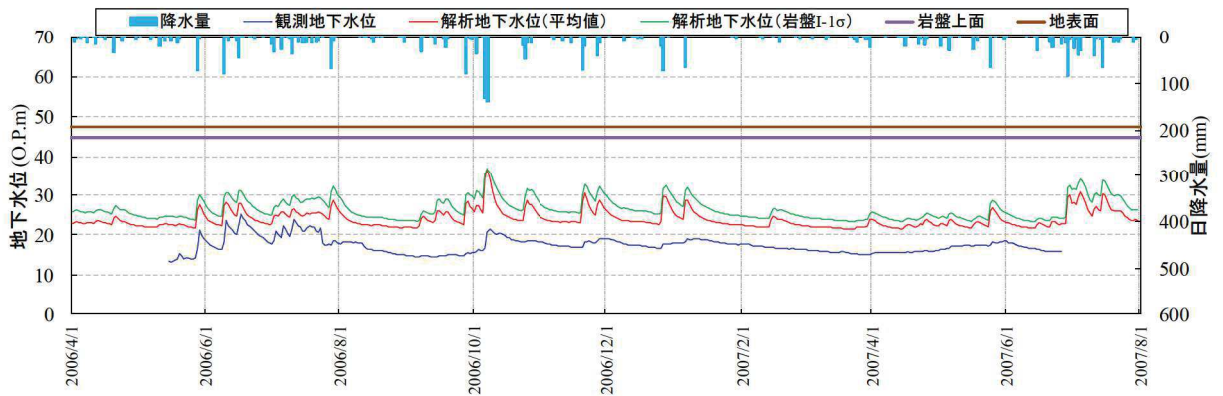


図 3.3-18 (4) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑩) (期間 1)

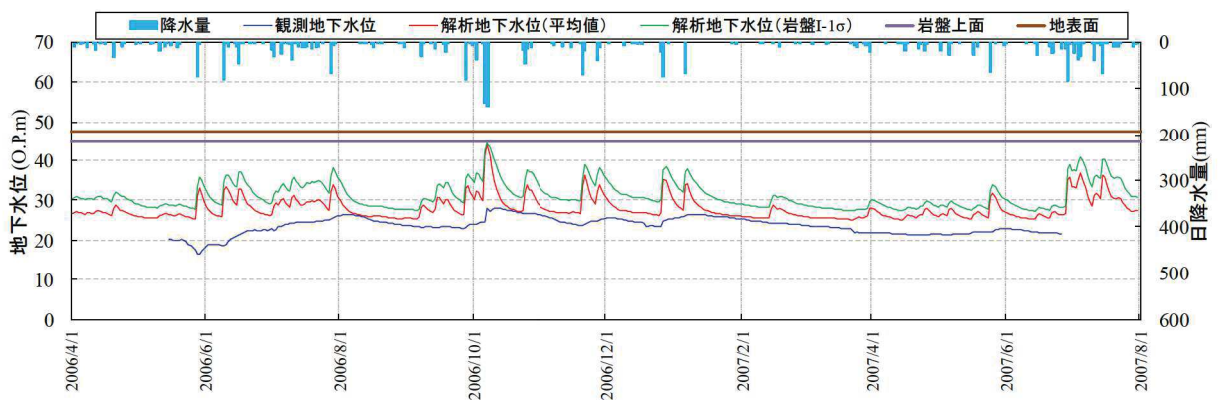


図 3.3-18 (5) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑪) (期間 1)

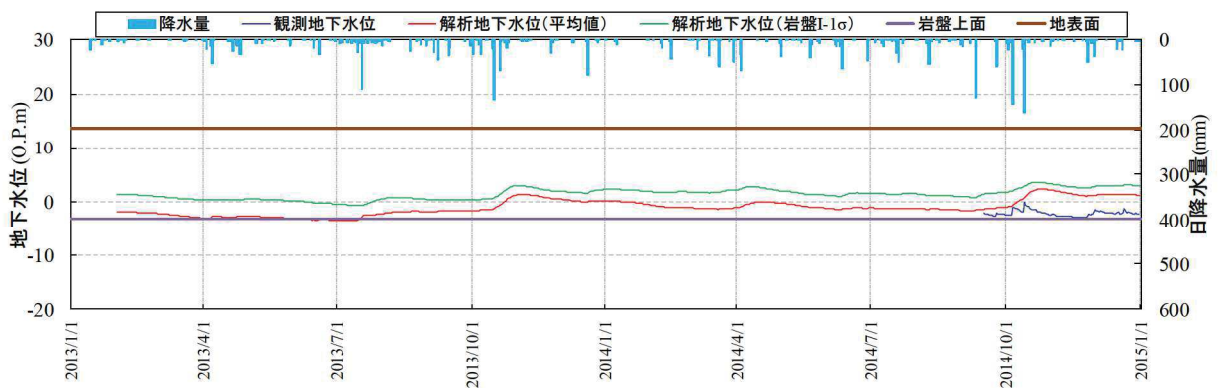


図 3.3-18 (6) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑤) (期間 2)

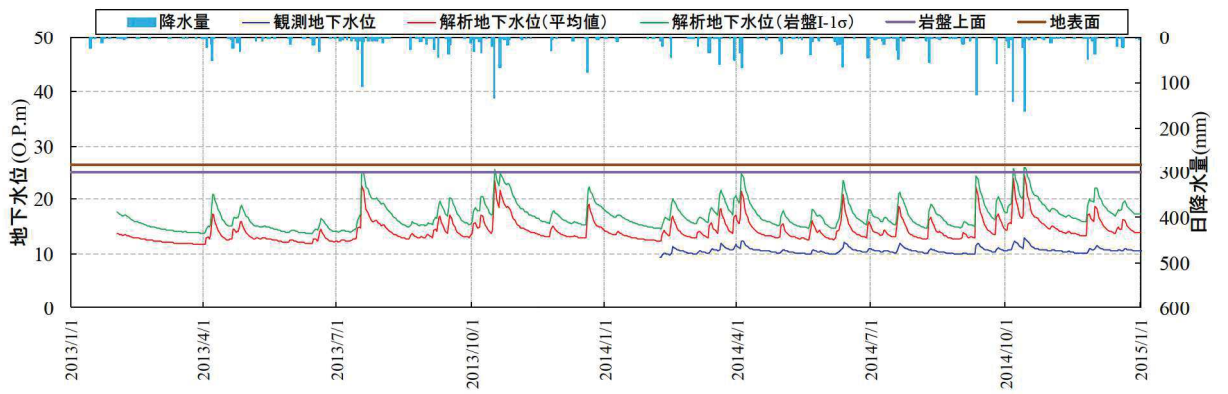


図 3.3-18 (7) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑫) (期間 2)

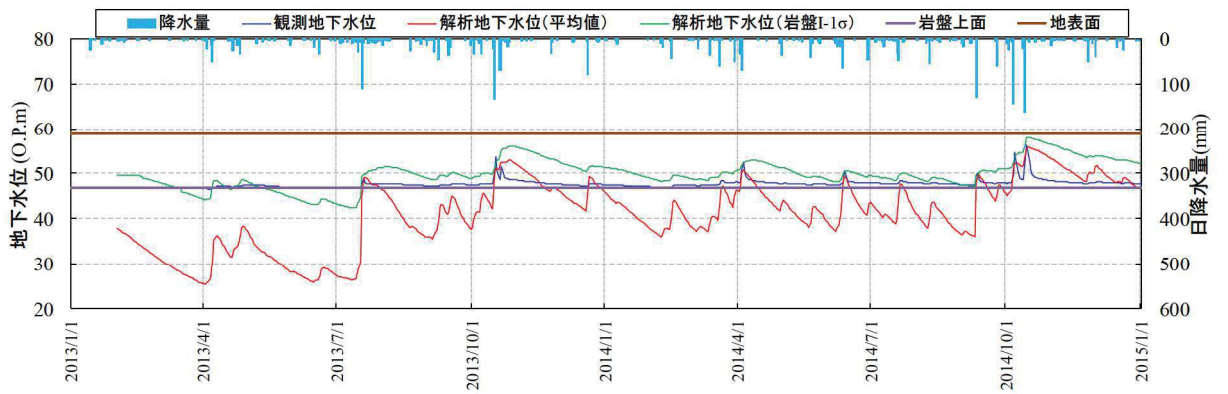


図 3.3-18 (8) 解析水位と観測水位の経時変化 (観測井⑭) (期間 2)

表 3.3-8 透水係数の設定値と設定根拠（予測解析用）

地層		設定値 (m/s)	設定根拠	備考
盛土・旧表土		$3.0 \times 10^{-9}$	試験結果の平均値に基づき設定	* 2
狐崎 部層	岩盤 I	$7.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値 - $1\sigma$ に基づき設定 * 1	
	岩盤 II	$5.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値に基づき設定	
牧の浜 部層	岩盤 I	$2.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値 - $1\sigma$ に基づき設定 * 1	
	岩盤 II	$1.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値に基づき設定	
セメント改良 土・改良地盤		$2.0 \times 10^{-7}$	試験結果の平均値に基づき設定	* 3
透水層（砕石）		$1.0 \times 10^{-2}$	試験結果の平均値に基づき設定	
コンクリート 構造物 (MMR 含む)		— (不透水)	—	* 4

- \* 1 : 試験結果に対して、保守性の観点から、建設時工事計画認可段階において、パラメータスタディを実施し、建屋揚圧力への影響が最も大きい物性として、岩盤 I を平均値 -  $1\sigma$  に設定。
- \* 2 : 建設時工事計画認可段階と同値
- \* 3 : 建設時工事計画認可段階は設定なし
- \* 4 : 建設時工事計画認可段階においては透水係数を設定（コンクリート工学ハンドブックに基づき  $1.0 \times 10^{-11}$  (m/s)）していたが、岩盤に比べても十分に小さな値であり、影響は軽微と考えられるため不透水として扱う

#### ii. 境界条件

境界条件の設定は揚圧力、地下水位いずれも保守的に算出されるよう、山側の解析境界を地表面、海側の解析境界を H.W.L. に固定する。

この境界条件の設定における保守性について図 3.3-19 に示す。

図 3.3-19 の●は、3.3.2(5)(c)にて実施した予測解析用の透水係数に変更した広域モデルの非定常解析結果から、地点 a~j（水位評価モデルの山側境界に相当する位置）の最大水位を読み取りプロットしたものである。旧沢筋に相当する地点 d、地点 f は、地表面（◆）付近まで地下水位が上昇するものの、その他の地点の解析最大水位は地表面を下回ることを確認した。よって、予測解析においては、山側境界上の地下水位を全て地表面に固定することにより、保守的な地下水位の評価となる。

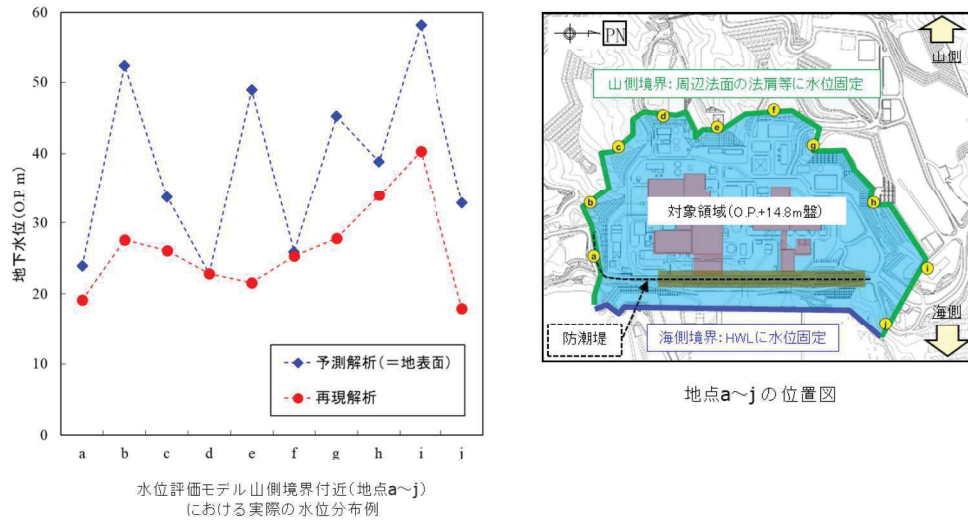


図 3.3-19 保守的な解析条件の設定例（解析境界の地表面に水位固定）

(e) ドレーンのモデル化

i. 有効範囲の設定

集水機能に寄与するドレーンの有効範囲について，新設及び既設範囲のうち信頼性が確認された範囲に限定することで保守性を確保する。

ドレーンの有効範囲の設定プロセスを参考資料 5 に示す。

設計用地下水位の算定に用いる予測解析において設定するドレーンの有効範囲は、図 3.3-20 に示す集水機能の基本検討フローに従い、以下の考え方で設定することにより信頼性を確保する。

- ・ 評価対象施設等の配置などを勘案し、既設ドレーンの期待範囲を設定する。ドレーンは、耐久性、耐震性並びに保守管理性の3つの観点から、全てを満足するものは管路として、それ以外は設置状況に応じて透水層又は周辺の地盤に分類する。
- ・ 浸透流解析を踏まえ、施設の安全性を確保できるよう、ドレーン有効範囲の設定や必要な範囲への新設を検討する。
- ・ 技術基準規則第14条（安全設備）の要求事項（多重性及び独立性）に配慮した設備構成とする。

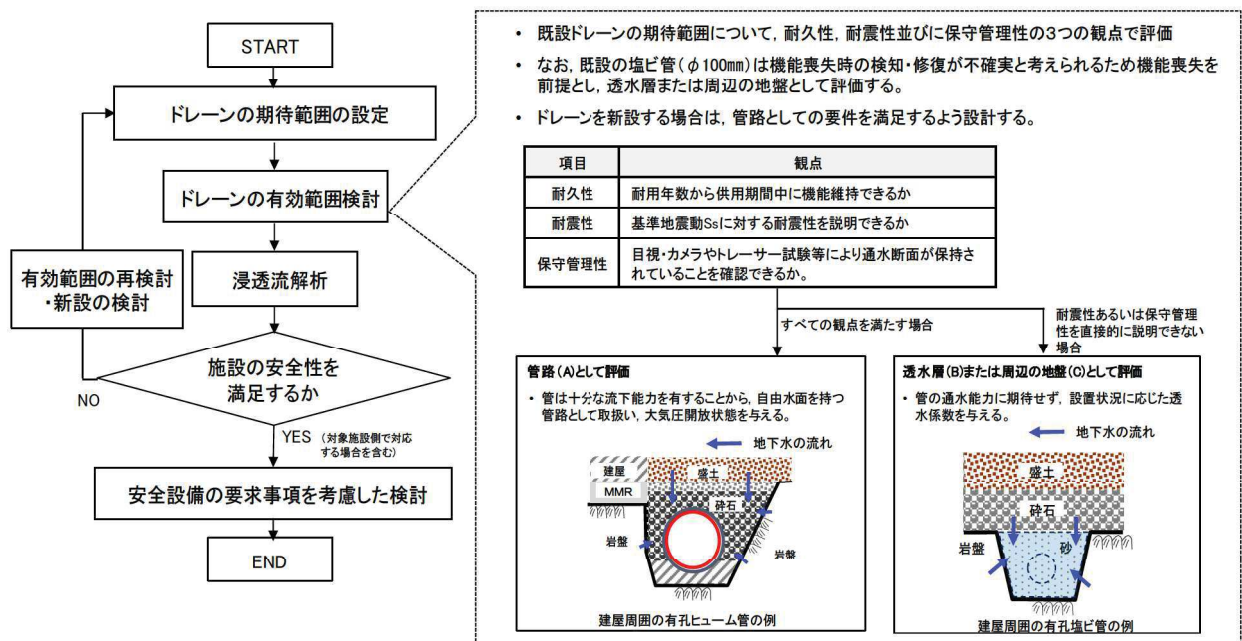


図 3.3-20 集水機能の信頼性に係る基本検討フロー

上記フローに基づき、ドレーンの状態と各観点に対する評価、並びに浸透流解析上の取扱いについて図 3.3-21 に整理した。

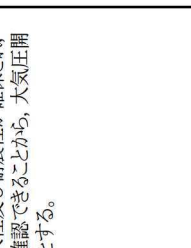
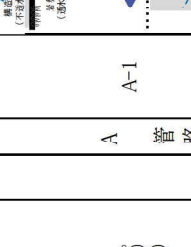
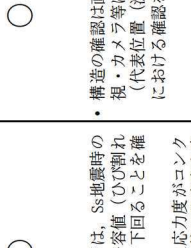
分類	ドレーンの状態	該当箇所 の例	各観点に対する評価		浸透流解析上の取扱い	
			耐久性	耐震性		
A 管路	 有孔ヒューム管 (新設する場合)	有孔ヒューム管	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>有孔ヒューム管は、Ss地震時の発生断面力が許容値(△)の範囲内(モーメント)を下回ることを確認する。<sup>*1</sup></li> <li>接続部は、梁応力度がコンクリートおよび鉄筋の許容応力度を下回ることを確認する。<sup>*2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構造の確認は直交目視・カメラ等による。(代表位置(流末部)における確認を含む)</li> </ul>
			○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>管の設置空間が設計で担保され、使用環境が今後とも変わらなから、設置時の状態が維持される。</li> <li>ただし、直接的な確認はできない。</li> </ul>
B 透水路	 有孔塩ビ管 (3号機HX/B直下)	有孔塩ビ管 (R/B~T/B間)	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドレーンは岩盤と躯体に囲まれた範囲に設置されることから、Ss地震時に管の設置空間が保持されること(岩盤がせん断破壊しないこと)を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤と躯体に囲まれた範囲は保持されるが、直接的に構造確認できないため、透水路として考慮し、この状況に応じた透水係数を設定する。 (透水係数は管内空当りの空隙が残ることを考慮し設定)</li> </ul>
			○	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドレーンは岩盤を掘り込んで設置されているものの、直上の盛土等による土蔵圧力が作用するため、管の内空が確保されることを期待できないが、周辺岩盤の形状は保持され、高透水性材料の流失はない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ただし、A.管路と判断されたドレーンでも、安全設備の要求事項を満たすドレーン以外はB-1として扱。</li> <li>管の内空保持が期待できないが、周辺の岩盤形状は保持され、高透水性材料及び上部から流入する碎石を透水路として考慮し、この状況に応じた透水係数<sup>*4</sup>を設定する。</li> </ul>
C 周辺の地盤	 有孔塩ビ管 (排気筒周辺)	有孔塩ビ管 (3号機T/B直下)	○	×	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>周辺の地盤相当の透水係数を設定する。</li> </ul>
			○	—	—	非考慮

図 3.3-21 ドレーンの状態に対応した分類と浸透流解析上の取扱い

耐震性を確保する範囲  
 透水路として扱う範囲

○:各観点の要求事項を満足する。 △:各観点の要求事項を部分的に満足する。  
 ×:各観点の要求事項を満足しない。 —:要求事項なし。

<sup>\*1</sup> 下水道施設の耐震対策検討と解説(2014年版)による  
<sup>\*2</sup> コンクリート標準示方書(構造性能評価編)(2002)による  
<sup>\*3</sup> A(管路)に区分するドレーンは施設、B(透水路)及びC(周辺の地盤)に区分するドレーンは地盤として取扱う。  
<sup>\*4</sup> 本整理を踏まえる上層石層の透水係数を設定可能であるが、以後の検討では保守的に盛土又は岩盤の透水係数を設定している。



図 3.3-20 に示した基本検討フロー並びに図 3.3-21 において分類したドレーンの状態に対応した浸透流解析上の取扱いを踏まえ、詳細検討フローを図 3.3-22 のとおり設定した。

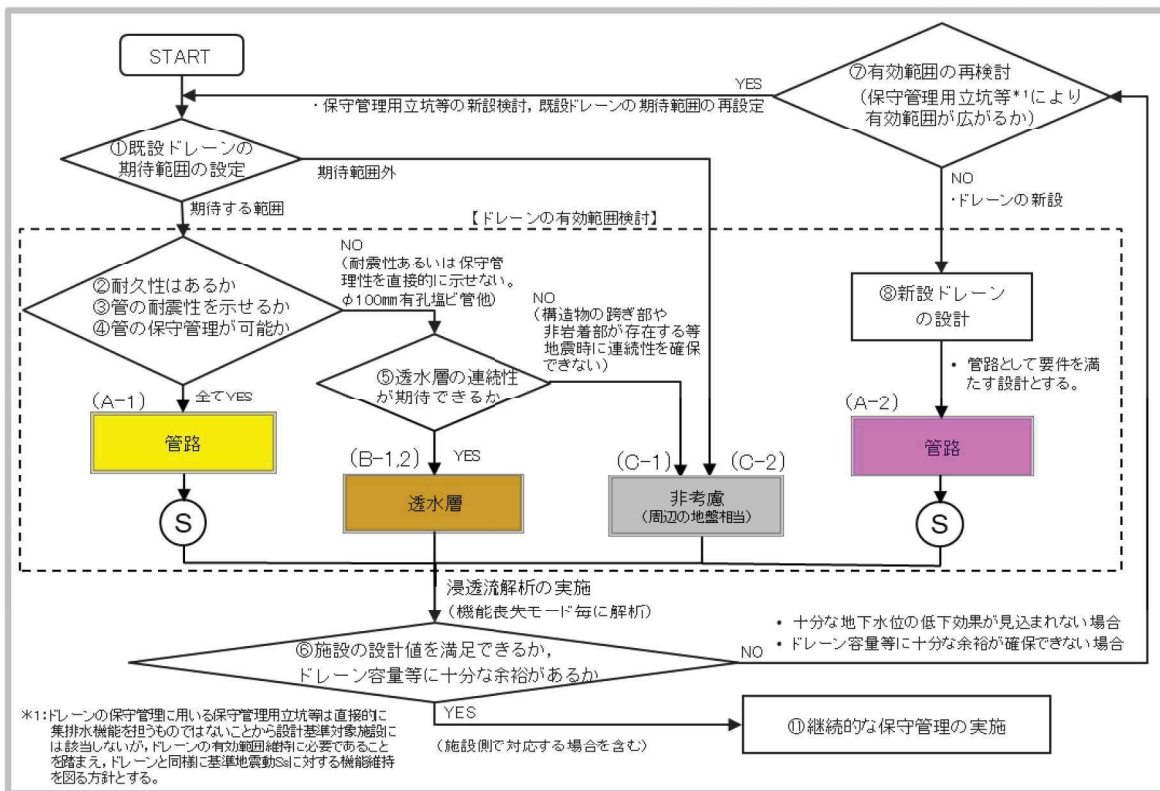
同フローでは、設置変更許可段階で示した方針と同様、ドレーンの期待範囲を設定した上で、耐久性・耐震性・保守管理性の観点等から「A.管路」、「B.透水層」、「C.周辺の地盤」のいずれかに分類し、評価対象施設等の設計値を満足するよう新設も含めドレーン範囲を検討した。

さらに技術基準規則第 14 条（安全設備）の要件を満たすため、ドレーン範囲は揚水ポンプの単一故障やドレーンの部分閉塞を仮定しても機能保持できる範囲としており、施設の設計値確保上必要な範囲に地下水位低下設備を新設する方針である（既設設備の一部及び新設設備にて施設の設計値確保を図る方針）。

なお、既設ドレーンのうち、耐久性・耐震性・保守管理性は確保されるものの、安全設備の要求を満足しない範囲は透水層として砕石相当の透水係数を与え、集水機能への寄与を考慮することとしており、それ以外の範囲は地盤として取扱う。

地下水位低下設備の概要を参考資料 6 に示す。予測解析において参照する地下水位低下設備の配置は図 3.3-23 のとおりである。

【施設の設計値を満足するドレーン範囲の検討】



【安全設備の要求事項を考慮した検討】

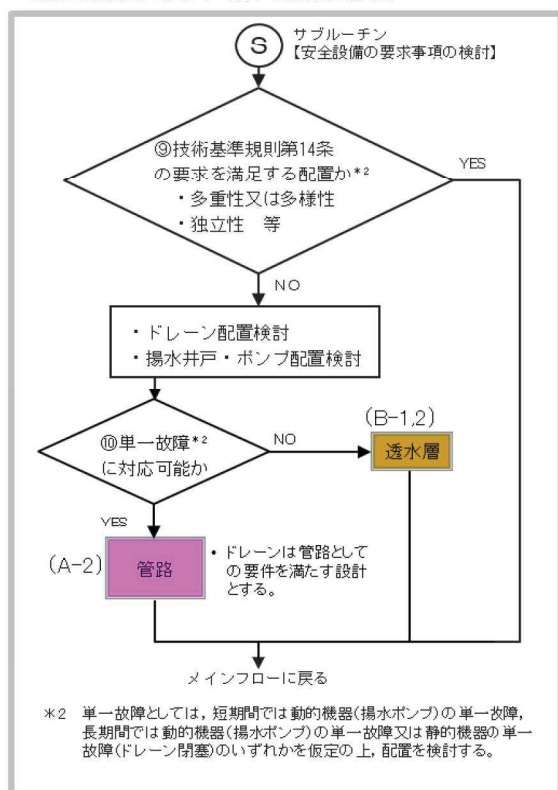


図 3.3-22 集水機能の信頼性に係る詳細検討フロー

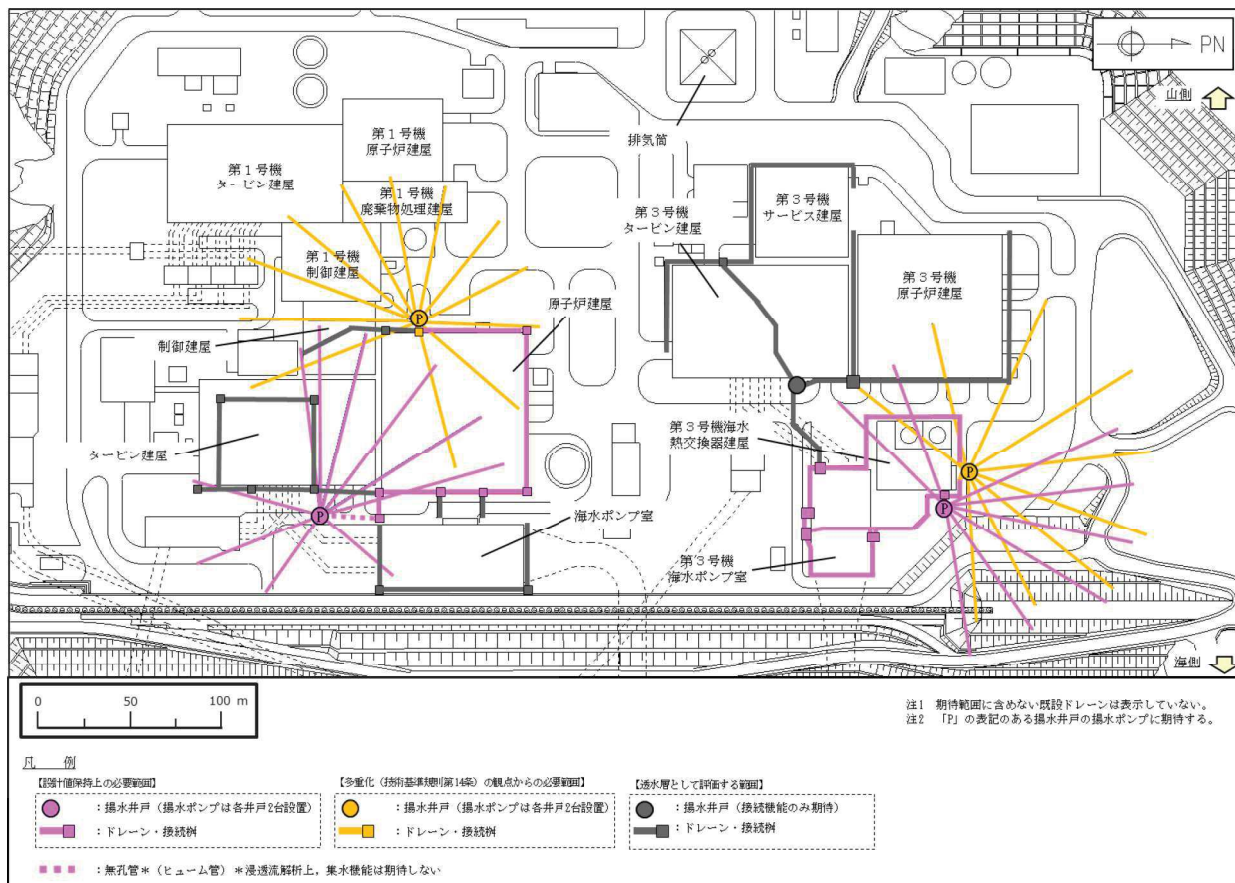


図 3.3-23 予測解析において参照する地下水位低下設備の配置

## ii. 機能喪失モードの設定

設置変更許可段階においては、動的機器の単一故障として揚水ポンプ故障、静的機器の単一故障としてドレインの部分閉塞を仮定し、機能保持の方針を説明していた。

詳細設計段階の検討においては、原子炉建屋エリア・第3号機海水熱交換器建屋エリアにそれぞれ2箇所（合計4箇所）設置する揚水井戸に2台ずつ常設の揚水ポンプを設置し、ポンプ故障時でも当該揚水井戸の排水機能を喪失しない設計としているが、設置変更許可段階の方針を踏まえて、各エリアにおいて1系統機能喪失しても設計を満足する（原子炉建屋等に作用する揚圧力が設計用揚圧力を超過しない）よう、ドレインの配置において考慮した。

また、水位を保守的に算出するため、1系統喪失が各エリアで発生する状況を仮定した浸透流解析を実施し、これらの包絡水位を解析水位とした。

なお、エリア内の2系統が機能喪失した場合については、運用管理にて機能復旧を図ることから、設計用地下水位算定の前提条件としていない。

設計用地下水位の設定において仮定した機能喪失モードを表 3.3-9 に示す。

各エリアにおいては、揚水ポンプ故障とドレーン部分閉塞について5通りの機能喪失モードが考えられる（表 3.3-8(1), (2)）が、事象としては揚水ポンプ故障に包絡される。エリア毎の組合せを仮定すると、4通りの動的機器（揚水ポンプ）の機能喪失モードにて全ての機能喪失モードが包絡される（表 3.3-8(3)）。

表 3.3-8 の各機能喪失モードに対応した解析ケースを図 3.3-24 に示す。

なお、地下水位低下設備の設備概要と信頼性向上、機能喪失への対応については、「VI-2-1-1-別添1 地下水位低下設備の設計方針」に示す。

表3.3-9 予測解析において考慮する機能喪失モード

(1) エリア単独 (原子炉建屋エリア)

機能・構成部位			設備構成と機能喪失の状態					備考
			動的機器(排水機能)		静的機器(集水機能)			
			揚水ポンプ(配管含む)		ドレーン(有孔ヒューム管・接続樹)	ドレーン(有孔鋼管)		
			No.1(東側)	No.2(西側)		No.1(東側)	No.2(西側)	
動的機器の単一故障	2-A	揚水ポンプ(No.1井戸)機能喪失	x	—	—	—	—	設計上必要なNo.1(東側)の排水機能喪失を想定。監視・制御機能、電源機能の喪失も本ケースに包絡される。
	2-B	揚水ポンプ(No.2井戸)機能喪失	—	x	—	—	—	No.2(西側)の排水機能喪失を想定。監視・制御機能、電源機能の喪失も本ケースに包絡される。
静的機器の単一故障	2-C	有孔ヒューム管の部分閉塞	—	—	x	—	—	ドレーンの部分的な閉塞が考えられるが、逆勾配となっても流下可能であるため、集水能力に影響しない。
	2-D	有孔鋼管の部分閉塞(No.1井戸)	—	—	—	x	—	揚水井戸単位で機能喪失を仮定するケース2-Aに包絡される。
	2-E	有孔鋼管の部分閉塞(No.2井戸)	—	—	—	—	x	揚水井戸単位で機能喪失を仮定するケース2-Bに包絡される。

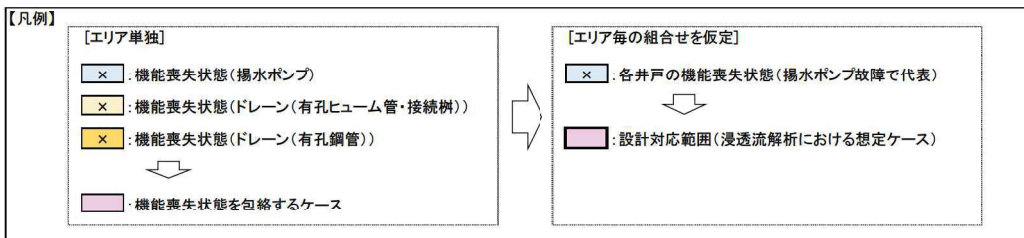
(2) エリア単独 (第3号機海水熱交換器建屋エリア)

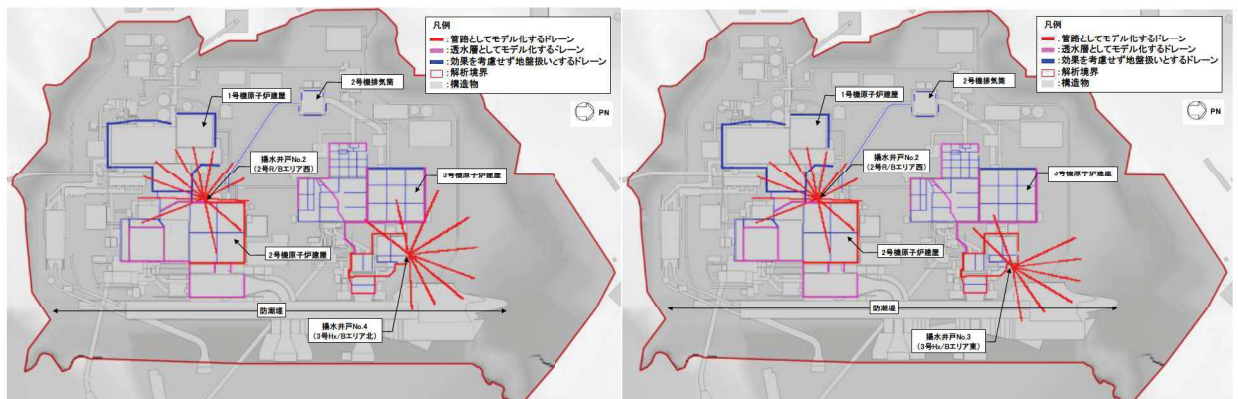
機能・構成部位			設備構成と機能喪失の状態					備考
			動的機器(排水機能)		静的機器(集水機能)			
			揚水ポンプ(配管含む)		ドレーン(有孔ヒューム管・接続樹)	ドレーン(有孔鋼管)		
			No.3(東側)	No.4(北側)		No.3(東側)	No.4(北側)	
動的機器の単一故障	3-A	揚水ポンプ(No.3井戸)機能喪失	x	—	—	—	—	設計上必要なNo.3(東側)の排水機能喪失を想定。監視・制御機能、電源機能の喪失も本ケースに包絡される。
	3-B	揚水ポンプ(No.4井戸)機能喪失	—	x	—	—	—	No.4(北側)の排水機能喪失を想定。監視・制御機能、電源機能の喪失も本ケースに包絡される。
静的機器の単一故障	3-C	有孔ヒューム管の部分閉塞	—	—	x	—	—	ドレーンの部分的な閉塞が考えられるが、逆勾配となっても流下可能であるため、集水能力に影響しない。
	3-D	有孔鋼管の部分閉塞(No.3井戸)	—	—	—	x	—	揚水井戸単位で機能喪失を仮定するケース3-Aに包絡される。
	3-E	有孔鋼管の部分閉塞(No.4井戸)	—	—	—	—	x	揚水井戸単位で機能喪失を仮定するケース3-Bに包絡される。

(3) エリア毎の組合せを仮定

機能喪失の組合せ状態の仮定			機能保持の方法	排水機能・集水機能				備考
				2号R/Bエリア		3号Hx/Bエリア		
				揚水ポンプ(配管含む)		揚水ポンプ(配管含む)		
				No.1(東側)	No.2(西側)	No.3(東側)	No.4(北側)	
①	2-A and 3-A	2号機側の1系統(No.1井戸)と3号機側の1系統(No.3井戸)が同時に機能喪失	設計	x	—	x	—	
②	2-A and 3-B	2号機側の1系統(No.1井戸)と3号機側の1系統(No.4井戸)が同時に機能喪失	設計	x	—	—	x	
③	2-B and 3-A	2号機側の1系統(No.2井戸)と3号機側の1系統(No.3井戸)が同時に機能喪失	設計	—	x	x	—	
④	2-R and 3-R	2号機側の1系統(No.2井戸)と3号機側の1系統(No.4井戸)が同時に機能喪失	設計	—	x	—	x	設計値保持上の適合組合せ

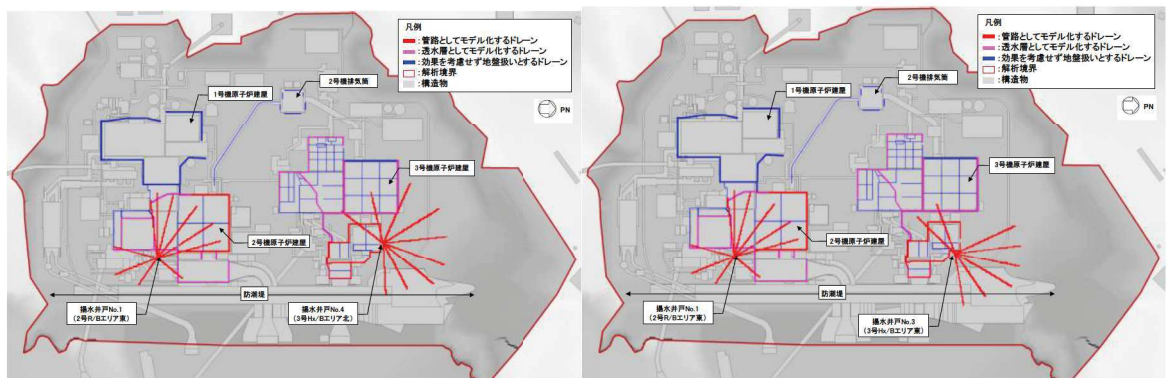
注)同一エリア内の2系統が機能喪失した場合は運用管理にて機能復旧を図る方針であり、浸透流解析における評価ケースに含めない。





(a) ケース①

(b) ケース②



(c) ケース③

(d) ケース④

図3.3-24 各機能喪失モードに対応した解析ケース

なお、静的機器（ドレーン）の単一故障として土砂による閉塞を想定しているが、動的機器（揚水ポンプ）に起因する4通りの機能喪失モードに包絡される。これは、ドレーンの有効範囲を信頼性（耐久性・耐震性・保守管理性）及び多重性が確保される区間に限定しており、以下の整理が可能であるためである。

（ヒューム管（ $\phi 500\sim 1050\text{mm}$ ）の部分閉塞）

- ・既往の点検実績や設置環境から土砂の供給が少ない状況であり、部分閉塞の可能性は極めて小さい（参考資料1-1）。
- ・ヒューム管自体は多重化されていないが、どの位置で部分閉塞してもエリア内のいずれかの揚水井戸へ地下水を流下可能な構造であり、排水機能は維持される（参考資料7）。

(鋼管 (φ 142.5mm) の部分閉塞)

- ・ 1方向にしか流下しない構造であり，単一故障としては個々の鋼管の部分閉塞を仮定するが，揚水ポンプ故障時には，当該ポンプへ集水される全ての鋼管の機能が無効となるため，当該ドレーンの部分閉塞事象は「揚水ポンプ故障」に包含される。

### iii. 排水機能保持の前提について

ドレーンによる排水機能が保持され，地下水位を定常的に保持するための前提条件として，施工，保守管理，構内排水路の機能保持の観点から整理した。

#### ① 新設する揚水井戸・ドレーンの施工

新設する揚水井戸・ドレーンの施工成立性を確認するため，揚水井戸とドレーンの施工手順を検討するとともに，ドレーンの試験施工を実施した。試験施工により，ドレーン設置に必要な所定の距離の掘進及び鋼管挿入・設置が可能であることを確認した（参考資料 8）。

#### ② 保守管理

ドレーンの有効範囲の設定においては，保守管理性を有することを要件の1つとしている。このため，ドレーンの排水機能に係る機能喪失要因を網羅的に抽出し，設計（耐久性・耐震性の確保）並びに保守管理による対処方針を整理した。また，実機を用いた試験施工により，保守管理方法の成立性を確認した（参考資料9）。

#### ③ 構内排水路の機能保持

構内排水路のうち幹線排水路は岩盤又は改良地盤等に支持されており，地震後に閉塞等が生じる可能性は低いが，排水機能が喪失した状況も考慮し，揚水井戸内の配管上部に設置する分岐管に仮設ホースを接続可能な設計としており，仮設ホースにて構内排水路の健全部分へ地下水を流す運用とすることにより，排水機能を保持する設計とする（構内排水路の概要については参考資料1-2に示す）。

(f) アクセスルートの解析水位算定条件

設置変更許可段階では、地下水位低下設備の機能喪失を仮定したアクセスルートへの影響を評価<sup>\*1</sup>し、対策要否を判断する方針としていた。

詳細設計段階の検討においては、各揚水井戸に 2 台ずつ常設の揚水ポンプを設置し、ポンプ故障時でも当該揚水井戸の排水機能を喪失しない設計としている。

更に、地下水位低下設備の機能喪失を仮定した場合においても、約 25 時間<sup>\*2</sup>の時間余裕の範囲内で可搬型設備による水位低下措置を行う。

このため、アクセスルートの地下水位が地下水位低下設備の機能喪失により継続的に上昇する可能性は極めて小さいが、念のための評価として、地下水位低下設備の機能喪失が一定期間（2 ヶ月程度<sup>\*3</sup>）継続し水位上昇することを仮定し、アクセスルートの地下構造物の浮上り評価を行う。

なお、アクセスルートの設計用地下水位の設定において参照する予測解析モデルは、水位評価モデルと同様とし、地下水位低下設備の機能喪失後の水位上昇を非定常解析により評価する。

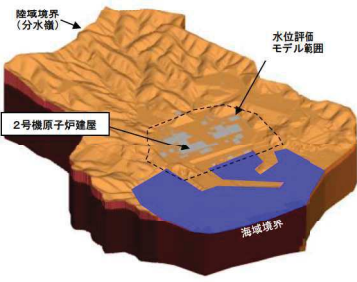
- \*1：地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定した地下水位に対して、地震時の液状化に伴う地下構造物の浮き上がりによるアクセスルートへの影響について評価し、アクセスルートの通行性を一定期間（2 か月程度を確保することを目安）確保する設計とする。
- \*2：地下水位低下設備の機能喪失を仮定した三次元浸透流解析により、建屋揚圧力の設計値に到達するまでの時間を評価したものであり、最も短い原子炉建屋の値を記載。
- \*3：2 ヶ月は、SA 事象の収束に地下水位低下設備の機能が影響を与えないことを示すため、SA 事象の収束に要する時間に対して十分に長い期間として設定したものの。

(g) 浸透流解析条件まとめ（水位評価モデル）

表 3.3-10 に、広域モデルと水位評価モデルの解析条件一覧を示す。



表 3.3-10 水位評価モデルの概要

項目	【参考】広域モデル	水位評価モデル
1. 目的	・モデル化の妥当性を確認 (観測結果の再現性を確保)	・保守的な設計用地下水位を設定
2. 解析コード	・GETFLOWS Ver. 6.64.0.2	
3a. 解析領域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分水嶺を山側境界とし水位評価モデルを包絡する範囲</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・O.P. +14.8m 盤及び O.P. +14.8m 周辺の法面</li> </ul> 
3b. 格子数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平面格子数：約 33.4 万</li> <li>・総格子数：約 1600 万</li> <li>・格子寸法：0.5～6m 程度 (構造物近傍は最小 0.5m 程度，山側領域は 3～6 m 程度)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平面格子数：約 16.7 万</li> <li>・総格子数：約 770 万</li> <li>・格子寸法：0.5～2m 程度 (構造物近傍は最小 0.5m 程度)</li> </ul>
4. 解析種別	・非定常解析	定常解析・非定常解析*1
5a. 検証期間	・2006-2007年，2013-2014年	—
5b. 気象条件	・降水量・気温・日射量・相対湿度・風速：構内観測所データ（欠測値は，周辺気象庁データから欠測補間）	—
5c. 蒸発散	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定常状態：ハーモン法*2</li> <li>・非定常状態：熱収支法</li> </ul>	—
6a. モデル（地形）	・検証期間に対応した状態	・安全対策工事完了段階に対応した状態
6b. "（地盤）	・検証期間に対応した状態	・安全対策工事完了段階に対応した状態 (施設周辺の地盤改良を考慮)
6c. "（構造物）	・検証期間に対応した状態	・安全対策工事完了段階に対応した状態
6d. "（ドレーン）	・既設の全範囲を管路として考慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守的に集水機能への寄与範囲を限定 <ul style="list-style-type: none"> <li>— 既設・新設のうち信頼性が確保された範囲を管路相当</li> <li>— 信頼性の確保状況に応じ透水層相当</li> </ul> </li> <li>・機能喪失モードを保守的に仮定</li> </ul>
7. 境界条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実態に則した設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>— 山側：閉境界</li> <li>— 海側：平均潮位に水位固定</li> <li>— ドレーン：ドレーン計画高に水位固定</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守的に設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>— 山側：地表面に水位固定</li> <li>— 海側：H.W.L.に水位固定（地中連壁の影響は保守的に考慮しない）</li> <li>— ドレーン：ドレーン計画高</li> </ul> </li> </ul>
8. 透水係数	・試験平均値	・地下水位を保守的に算出するよう設定 (観測水位の再現性と解析水位の保守性を考慮し，岩盤 I を-1σ)
9. 有効間隙率	・文献値*3	
10. 粗度係数	・文献値*4	—

\*1：アクセスルートの評価においては，地下水位低下設備の機能喪失から2ヵ月後の水位分布を参照。また，地下水位低下設備の機能維持の運用方法の検討（VI-2-1-1 別添 1 地下水位低下設備の設計方針）においては，同モデルを用いた非定常解析により，地下水位低下設備の機能喪失後の時間余裕を評価。

\*2：平均気温・平均降水量は発電所内観測値，日照時間は地下水ハンドブックによる

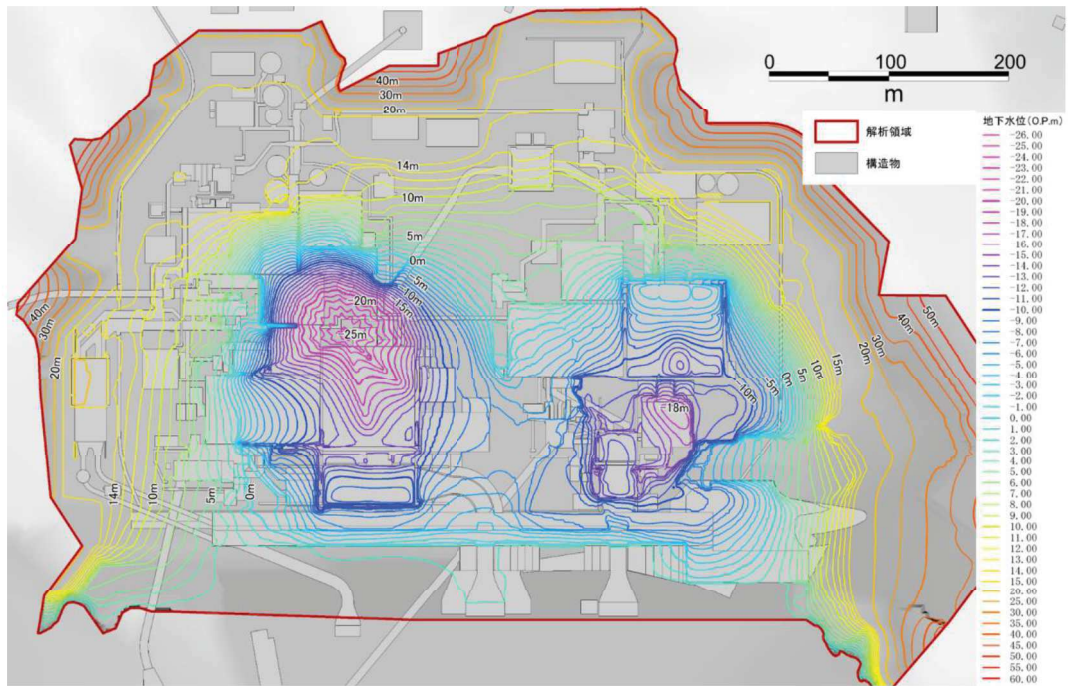
\*3：地下水ハンドブック（建設産業調査会），水理公式集（土木学会）等を参照し設定

\*4：水理公式集（土木学会），河川砂防技術基準（国土交通省）等を参照し設定

b. アウトプット

(a) 建物・構築物及び土木構造物

図3.3-24に示すドレーン状態に応じたケース①～ケース④の予測解析の結果として、地下水位コンター図及び流線図（平面図，断面図）を図3.3-25～図3.3-28に示す。

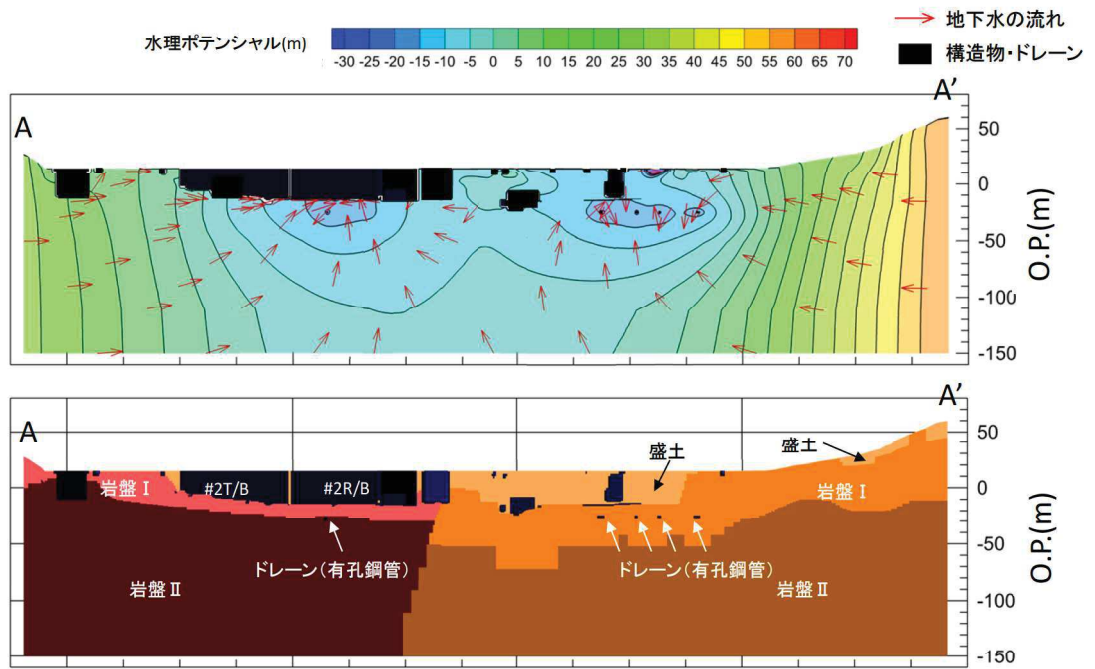


(a) 地下水位コンター図

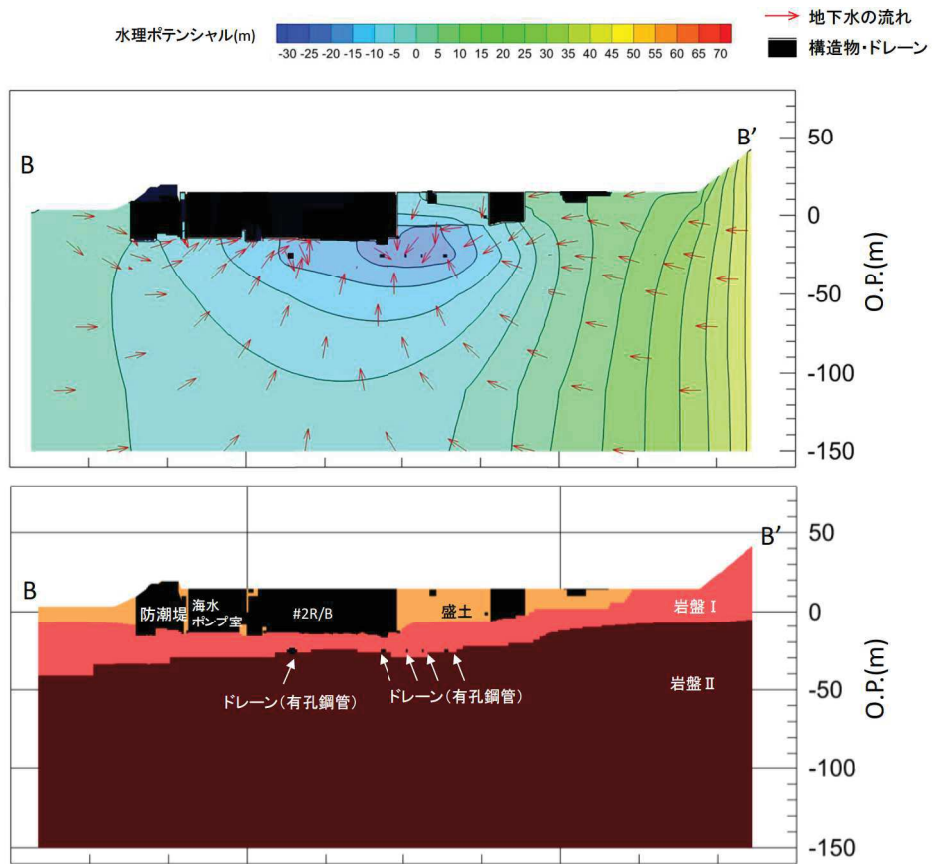


(b) 流線図 (平面図)

図3.3-25(1) 予測解析結果 (ケース①)

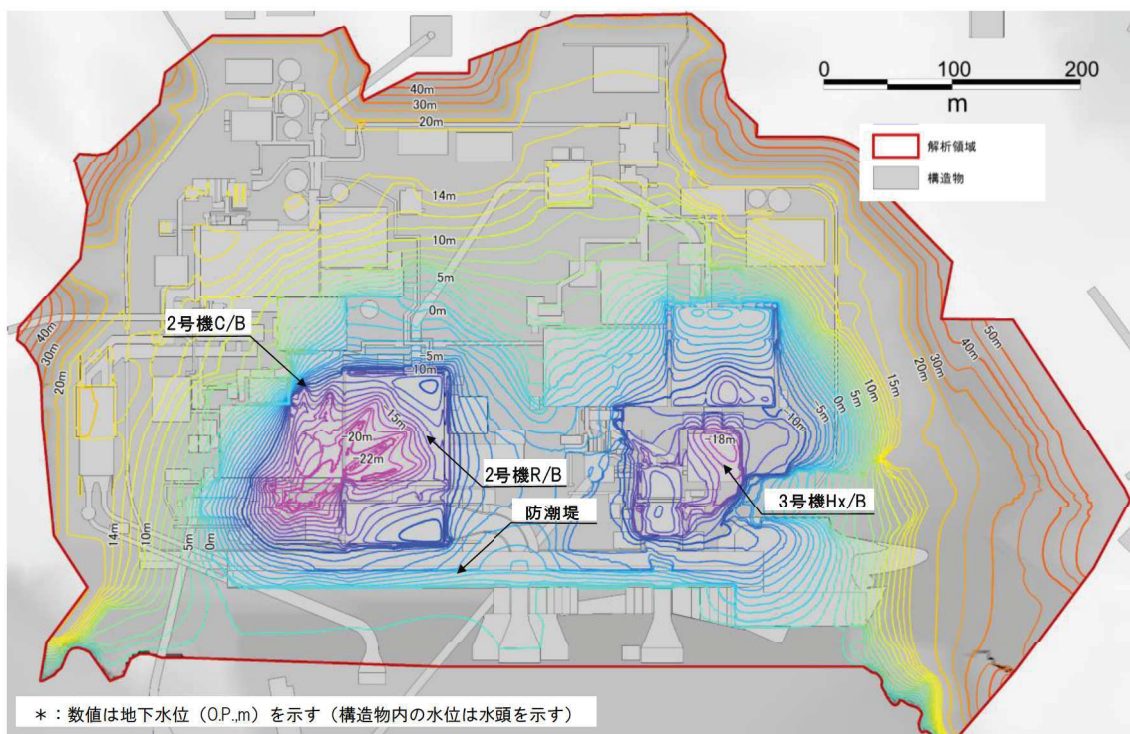


(b) 流線図及びモデル図 (A-A' 断面)

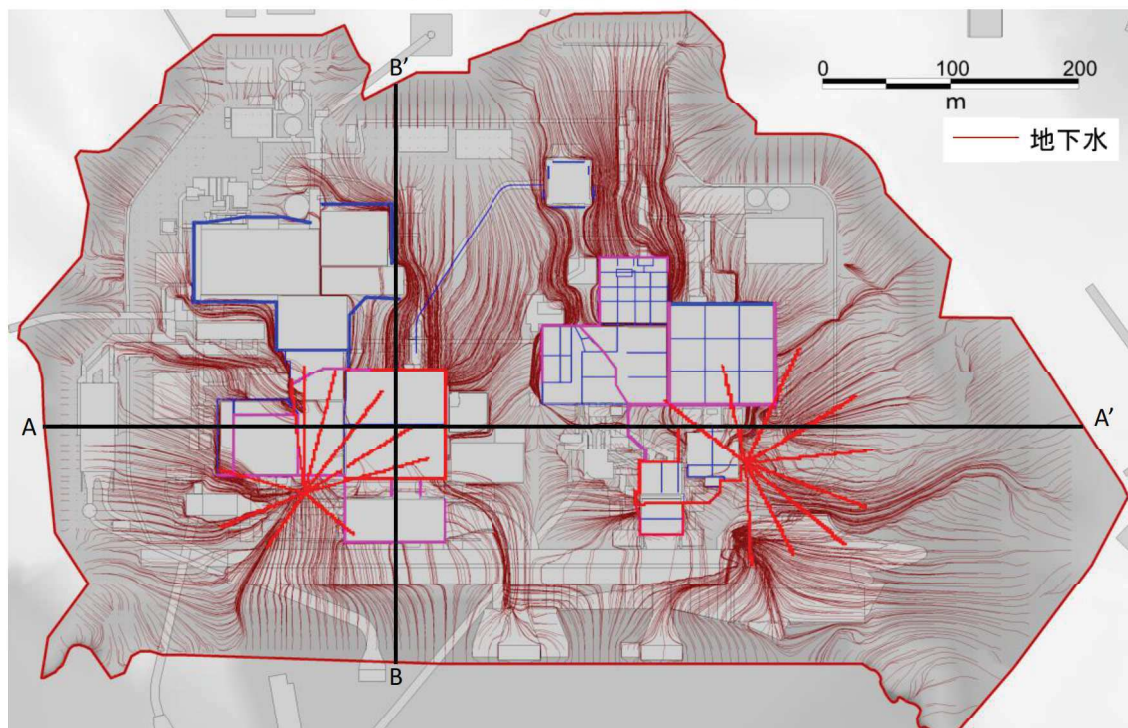


(d) 流線図及びモデル図 (B-B' 断面)

図3.3-25(2) 予測解析結果 (ケース①)

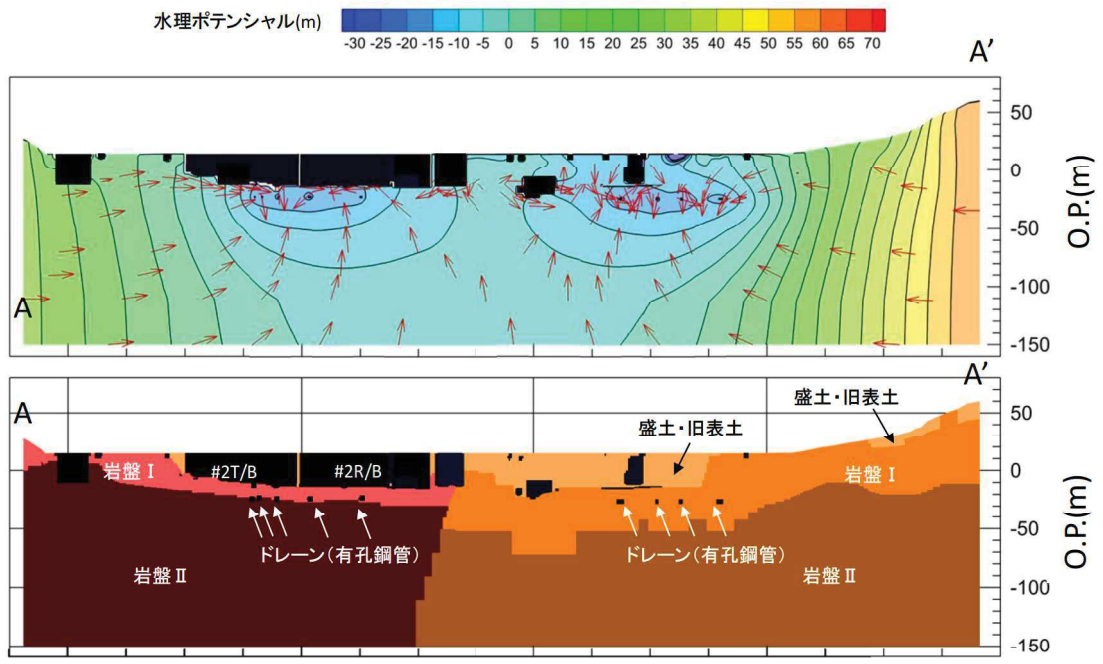


(a) 地下水位コンター図

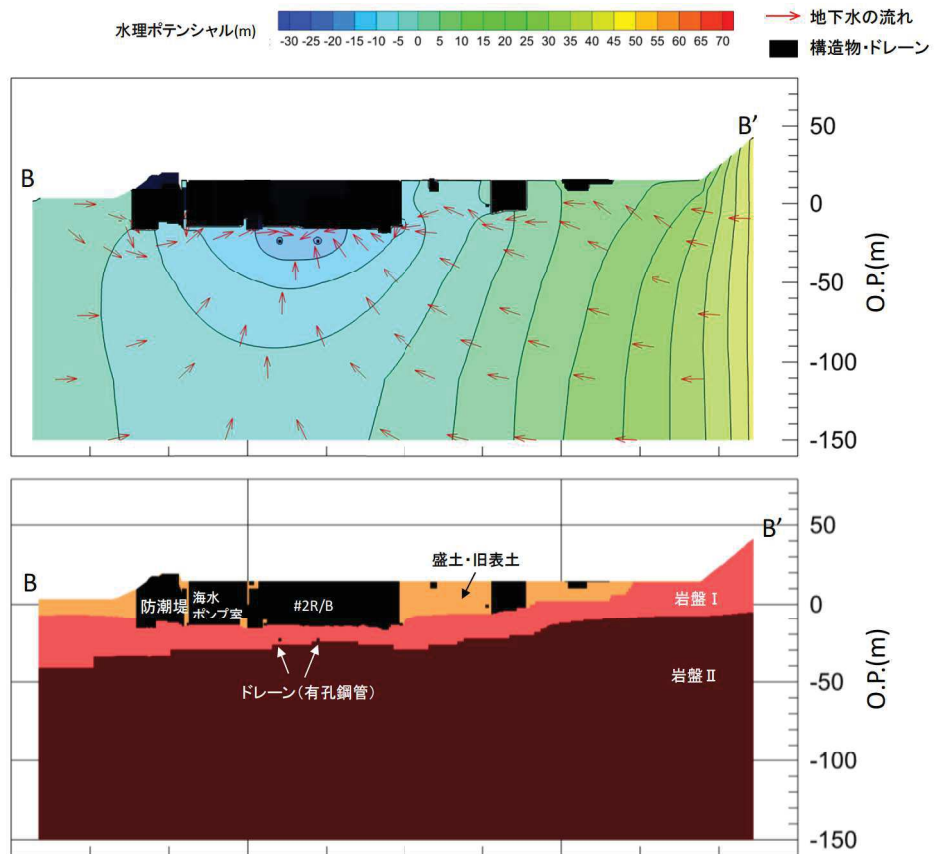


(b) 流線図 (平面図)

図3.3-26(1) 予測解析結果 (ケース②)

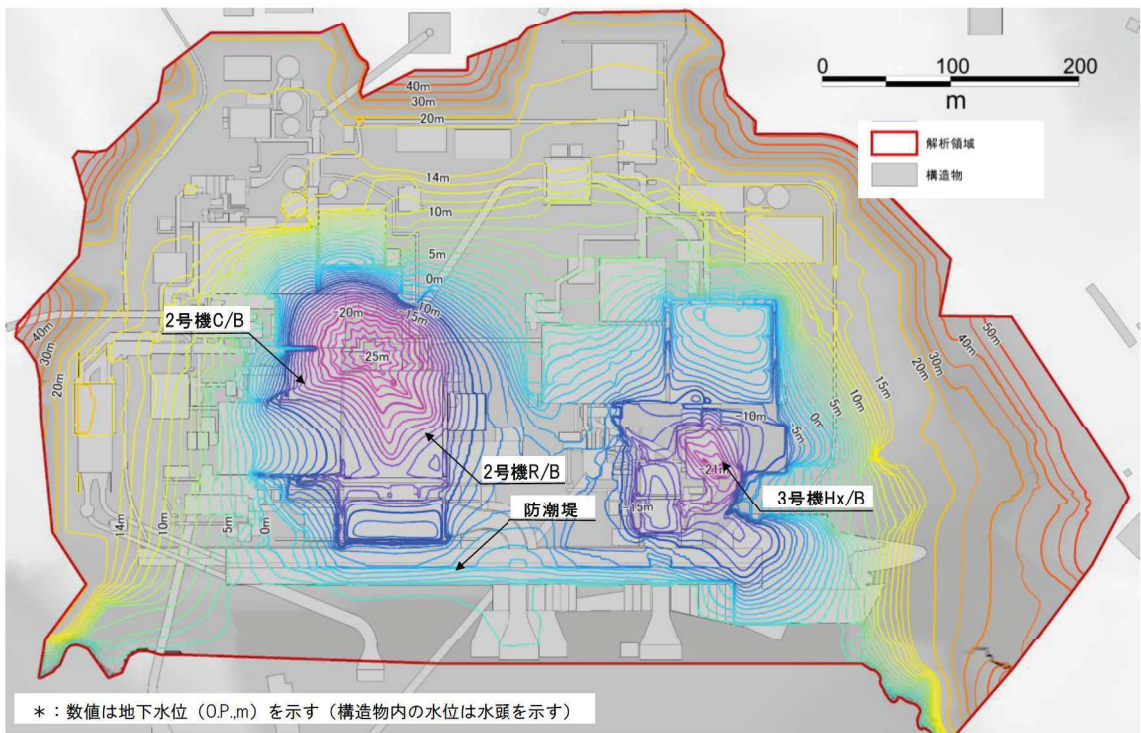


(c) 流線図及びモデル図 (A-A' 断面)

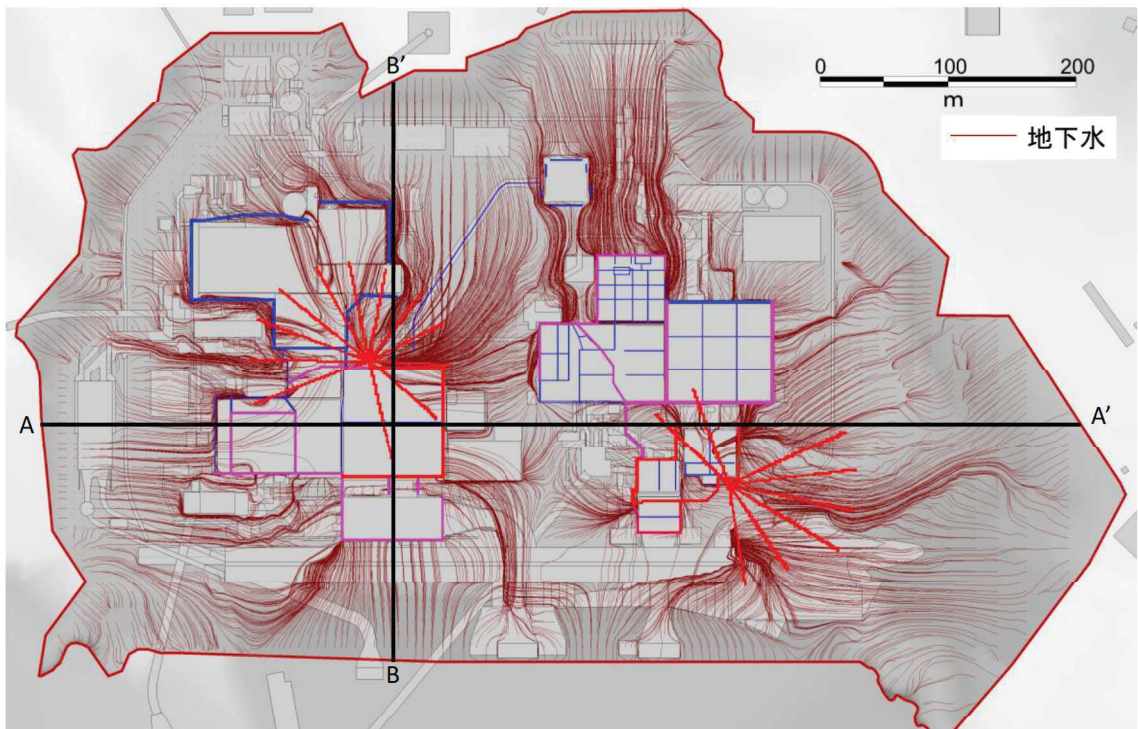


(d) 流線図及びモデル図 (B-B' 断面)

図3.3-26(2) 予測解析結果 (ケース②)



(a) 地下水位コンター図



(b) 流線図 (平面図)

図3.3-27(1) 予測解析結果 (ケース③)

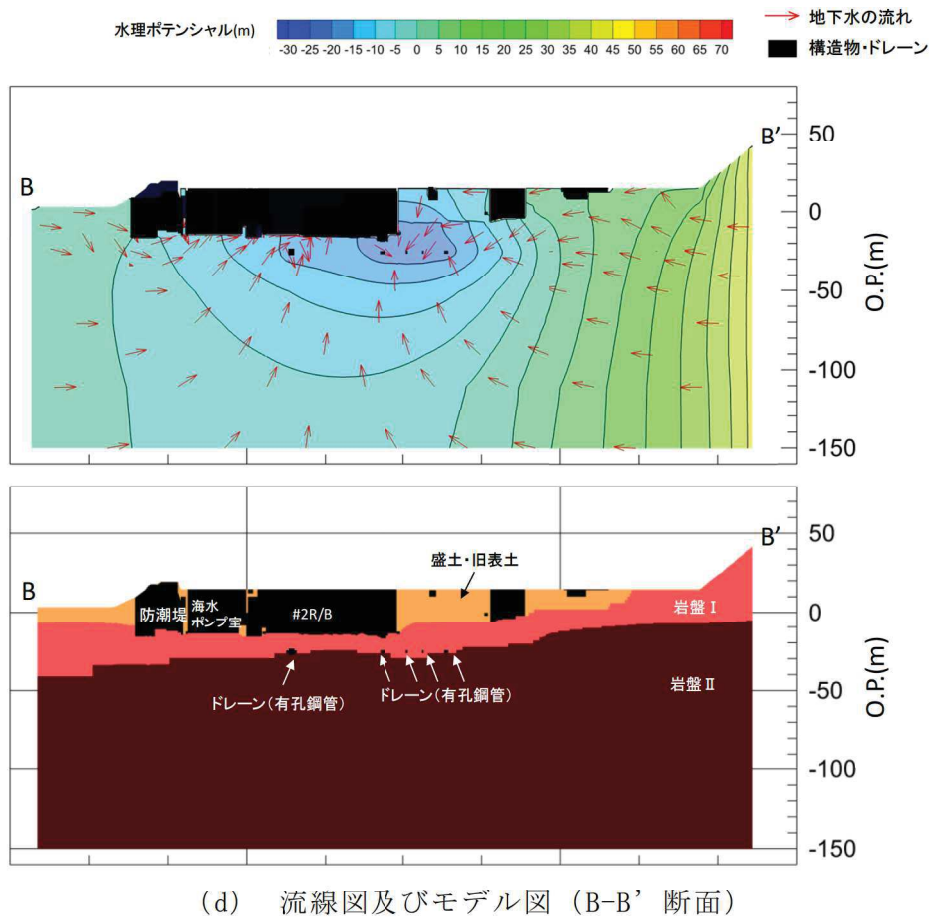
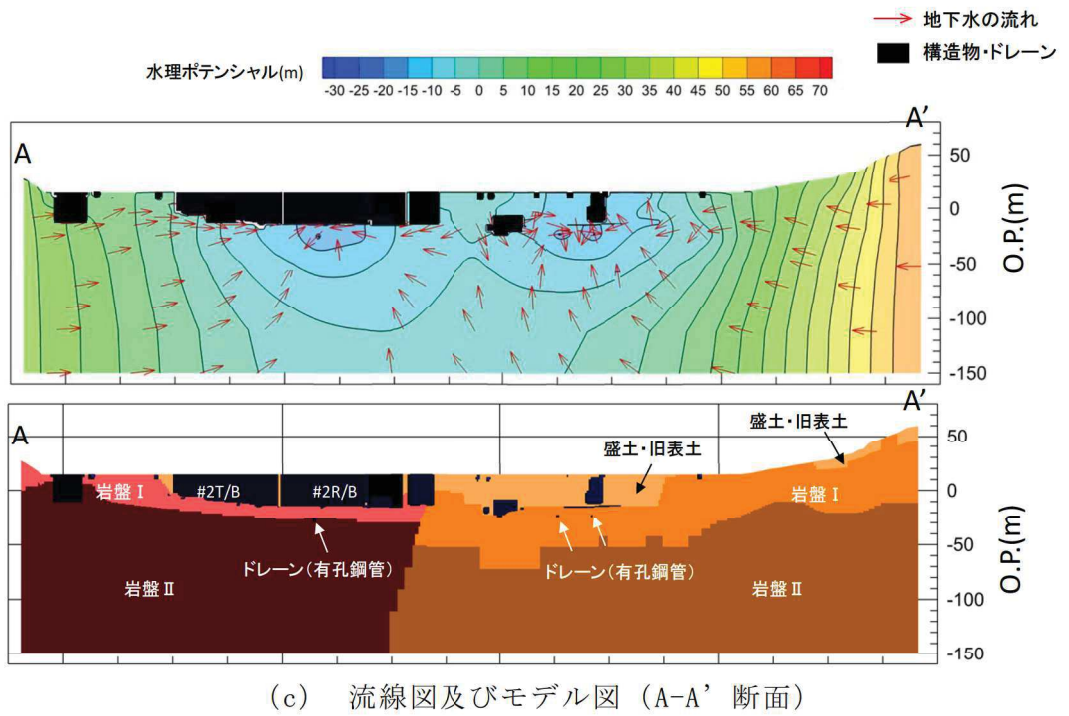
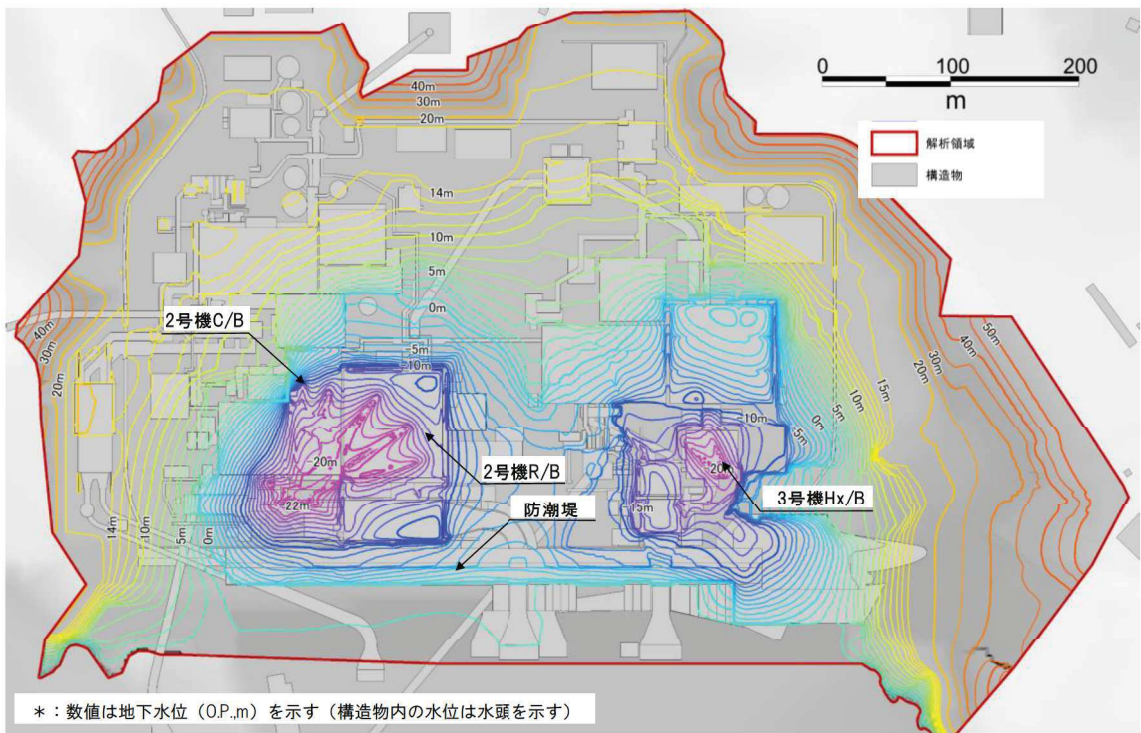
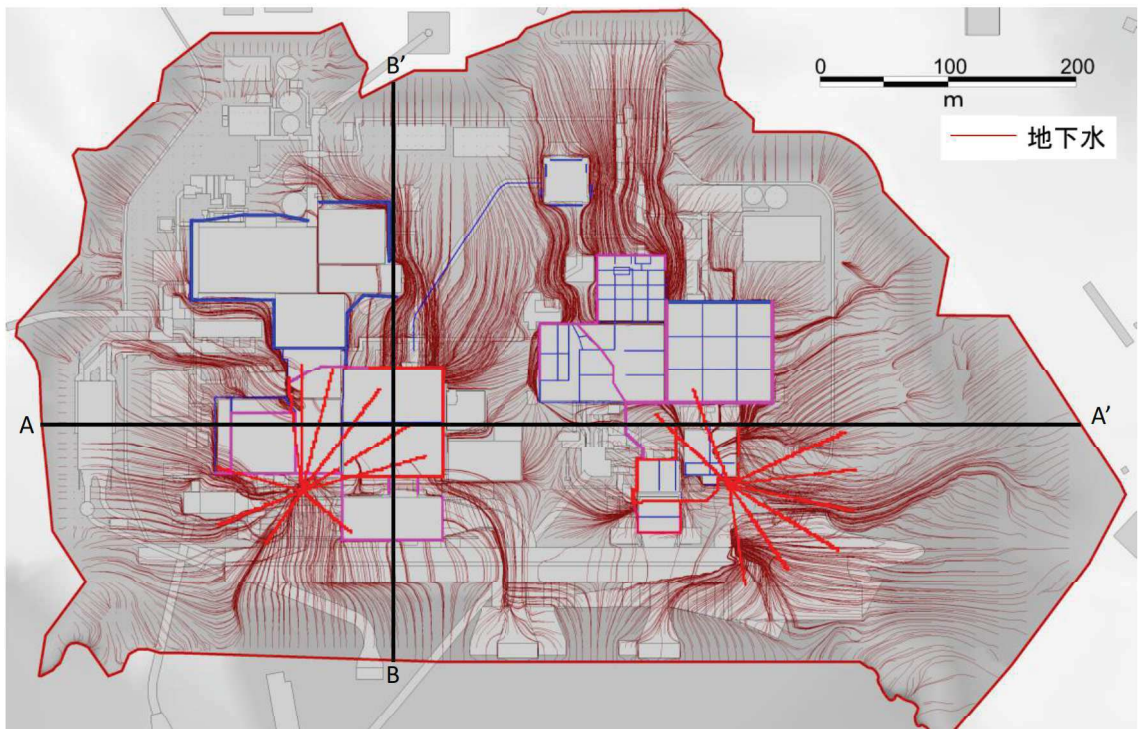


図3.3-27(2) 予測解析結果 (ケース③)



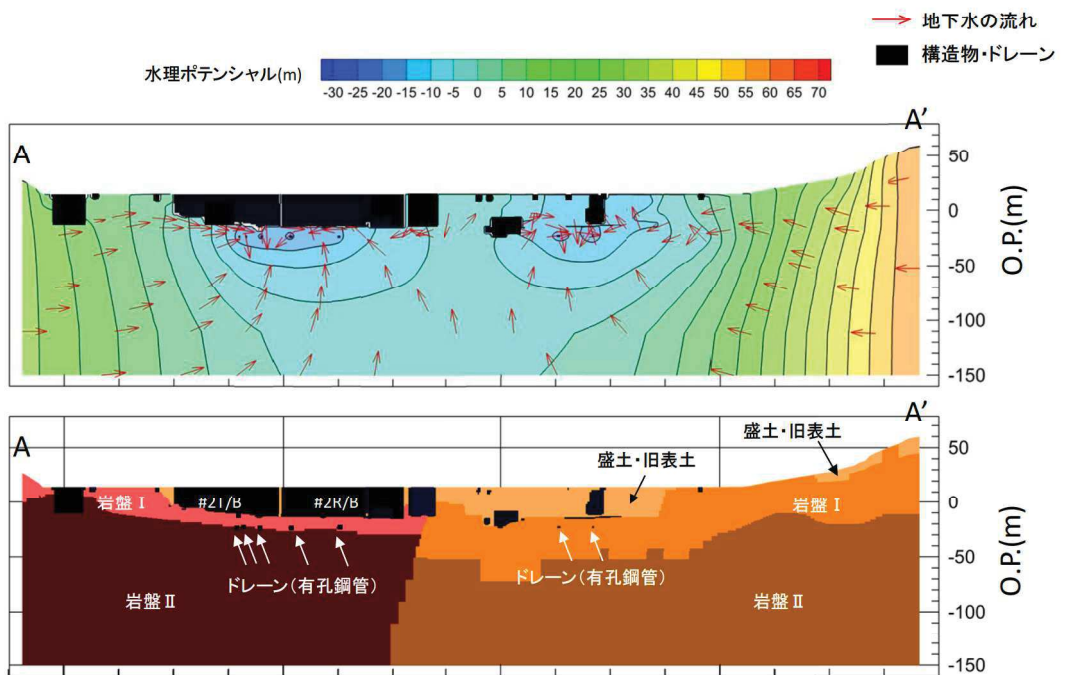


(a) 地下水位コンター図

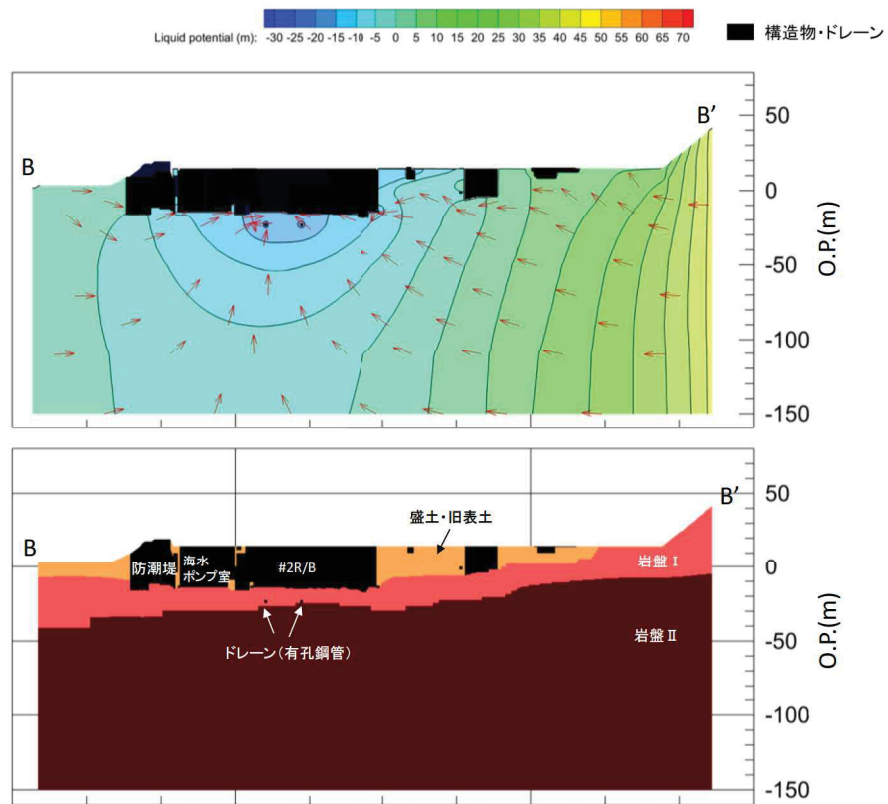


(b) 流線図 (平面図)

図3.3-28(1) 予測解析結果 (ケース④)



(c) 流線図及びモデル図 (A-A' 断面)



(d) 流線図及びモデル図 (B-B' 断面)

図3.3-28(2) 予測解析結果 (ケース④)

図3.3-25～図3.3-28に示す4ケースの解析水位を包絡させるように作成した、設計用地下水位の設定において参照する地下水位分布を図3.3-29に示す。

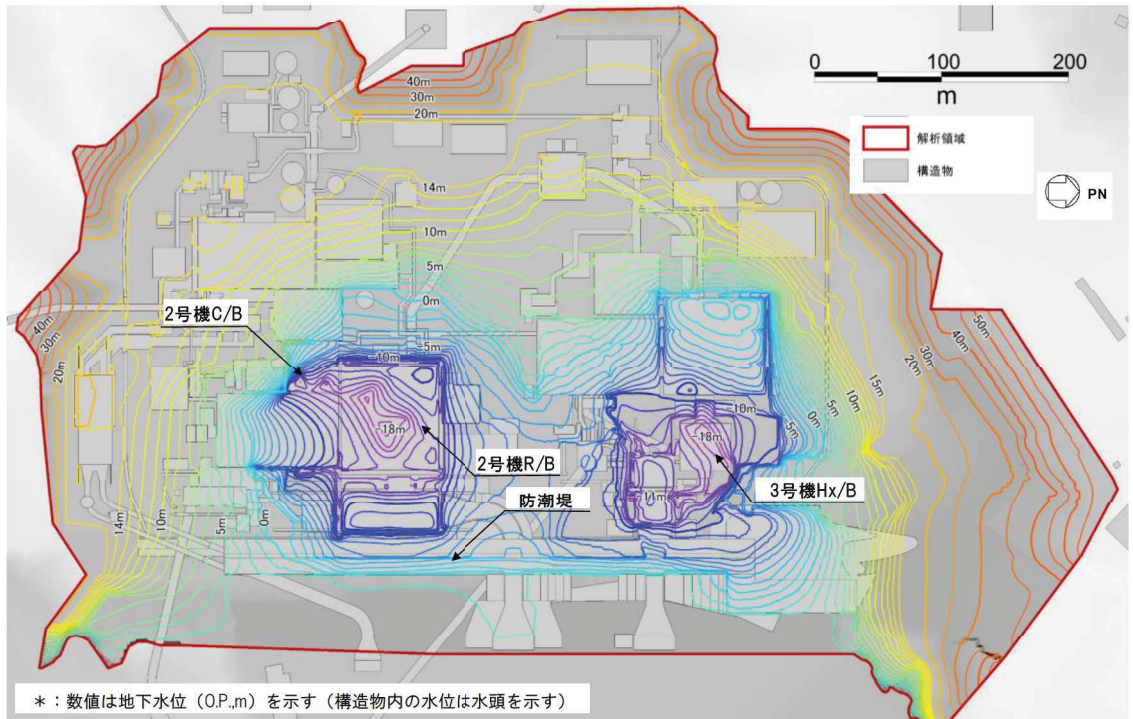


図3.3-29 設計用地下水位の設定において参照する敷地の地下水位分布  
(ケース①～④の予測解析により求めた地下水位の包絡水位)

(b) アクセスルート

アクセスルートの評価（アクセスルートの地下構造物の浮上りに対する影響評価）において参照する予測解析結果を図3.3-30に示す。

この地下水位分布は、地下水位低下設備が機能喪失してから2ヵ月後の状態に対応する。

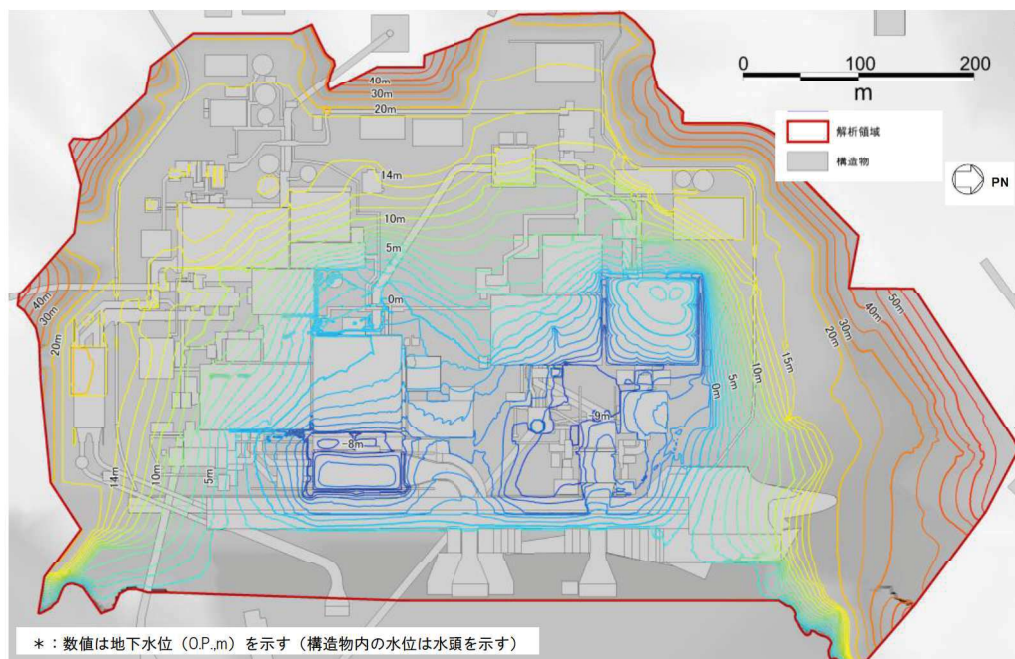


図 3.3-30 アクセスルートの評価において参照する地下水位分布 (O.P., m)

c. 設計用地下水位の設定

予測解析に基づく設計用地下水位の設定結果を以下に示す。

(a) 建物・構築物の揚圧力

予測解析により得られた建物・構築物における地下水位・揚圧力並びにこれを参照した設計用地下水位・揚圧力について表 3.3-11 に示す。また、浸透流解析結果を参照し設計用地下水位・揚圧力を設定している原子炉建屋，制御建屋，第 3 号機海水熱交換器建屋及び排気筒について周辺の予測解析による地下水位分布を図 3.3-31～図 3.3-35 に示す。

表3.3-11 建物・構築物における設計用地下水位の設定一覧

施設名称	建設時工事計画 認可時の 設計用地下水位 ・揚圧力	予測解析による 地下水位 ・揚圧力	設計用 地下水位 ・揚圧力	備考
原子炉建屋 (基礎底面0.P. -14.1m)	29.4kN/m <sup>2</sup> *1	8.4kN/m <sup>2</sup> *1	29.4kN/m <sup>2</sup> *1	
制御建屋 (基礎底面0.P. -1.5m)	0.0kN/m <sup>2</sup> *1	4.6kN/m <sup>2</sup> *1	4.9kN/m <sup>2</sup> *1	
第3号機 海水熱交換器建屋 (基礎底面0.P. -12.5m～ 0.P. -16.25m)	14.7kN/m <sup>2</sup> *1	4.3kN/m <sup>2</sup> *1	14.7kN/m <sup>2</sup> *1	
排気筒 (基礎底面0.P. -4.0m)	0.P. +5.0m	0.P. +13.8m	0.P. +14.8m	地表面
緊急時対策建屋 (基礎底面0.P. +45.5m)	— *2	— (解析領域外)	0.P. +62.0m	地表面
緊急用電気品建屋 (基礎底面0.P. +52.9m)	— *2	— (解析領域外)	0.P. +62.3m	地表面

\*1：建屋底面に作用する平均揚圧力

\*2：建設時の工事計画認可申請対象外

(補足) 建屋平均揚圧力の算定方法について

建屋全体での平均揚圧力は、格子単位で基礎底面に作用する揚圧力を算出し、各格子の面積の重みを付けた下記式を用いて加重平均により算出する。

$$LP_{ave} = \frac{\sum(LP_{ij} \times S_{ij})}{\sum S_{ij}}$$

ここに、

$LP_{ave}$  : 建屋に作用する平均揚圧力 [m]

$LP_{ij}$  : 格子の建屋基礎底面に作用する揚圧力 [m]

$S_{ij}$  : 格子の格子面積 [m<sup>2</sup>]

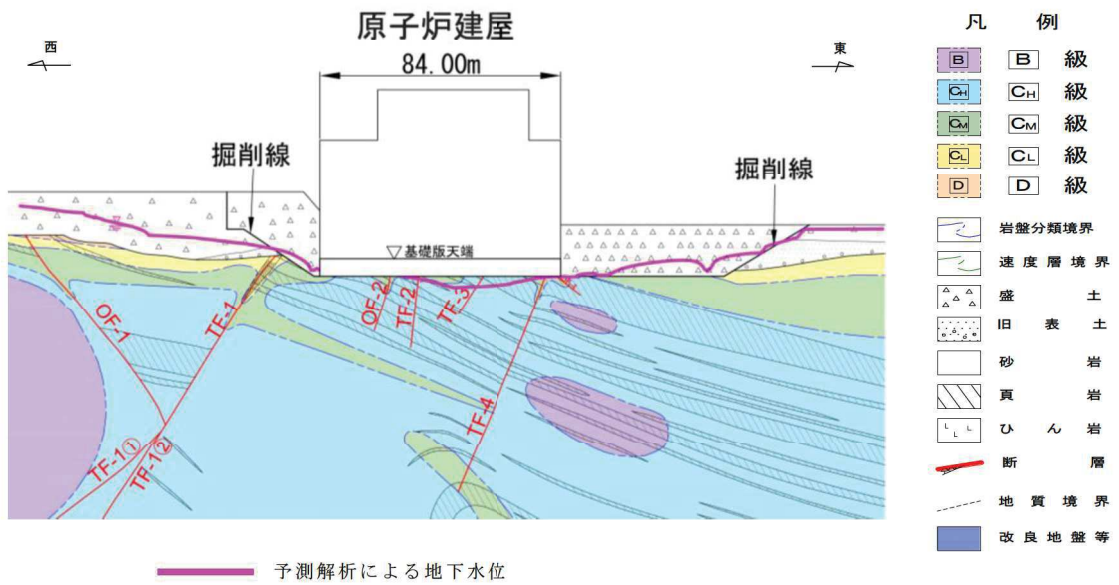


図 3.3-31 原子炉建屋周辺の地下水位分布(東西)

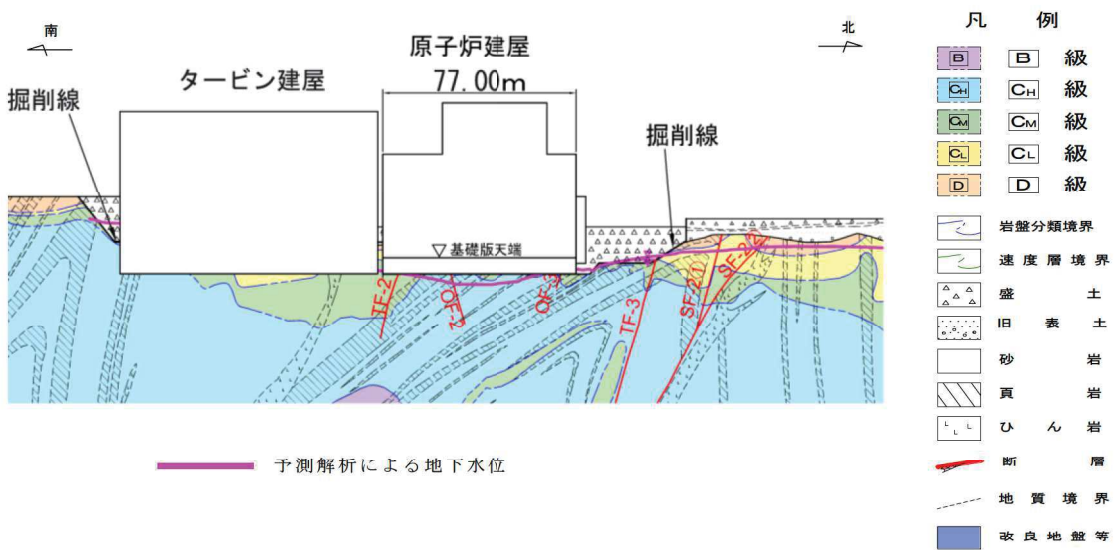


図 3.3-32 原子炉建屋周辺の地下水位分布(南北)

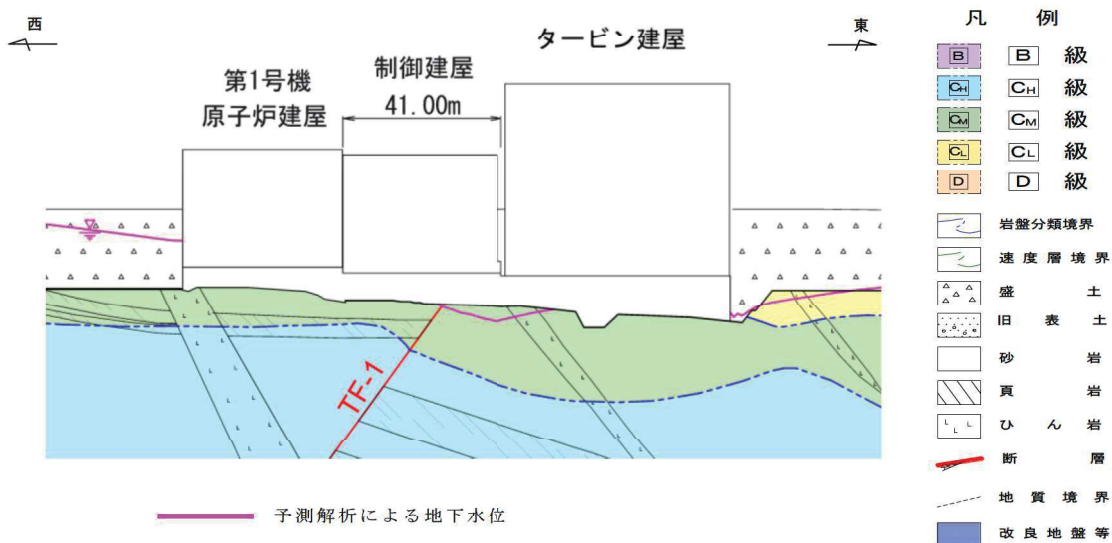


図 3.3-33 制御建屋周辺の地下水位分布

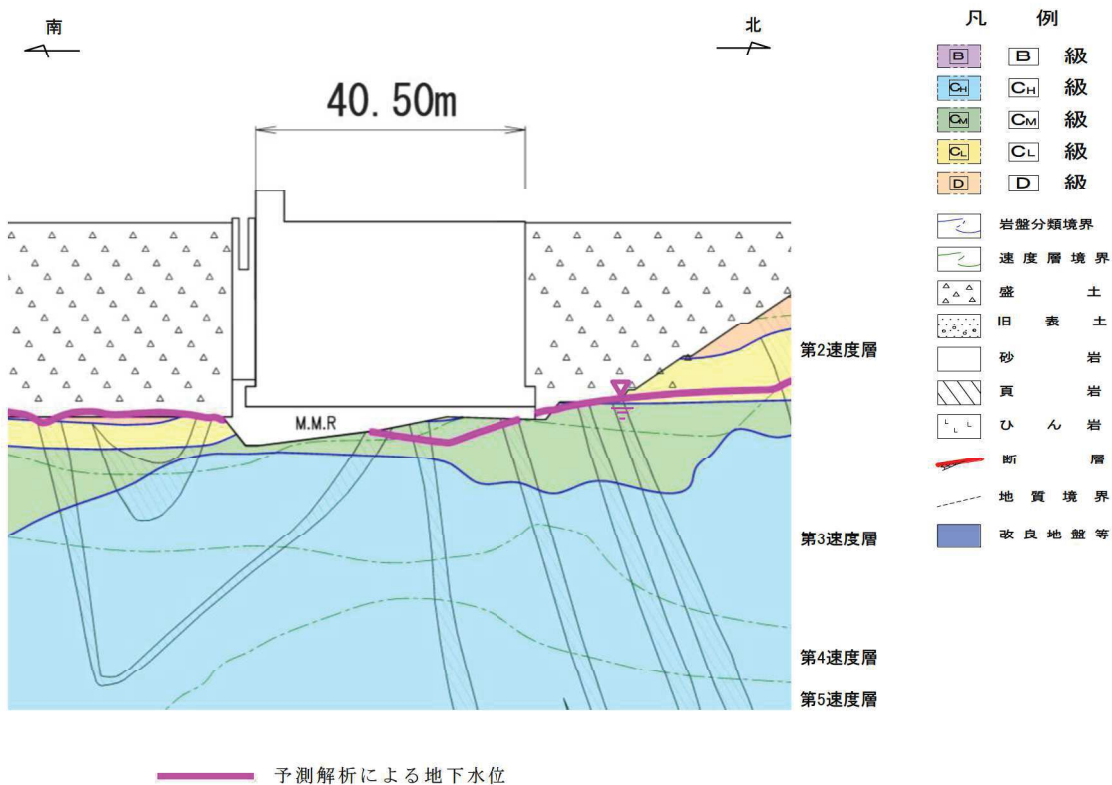


図 3.3-34 第3号機海水熱交換器建屋周辺の地下水位分布

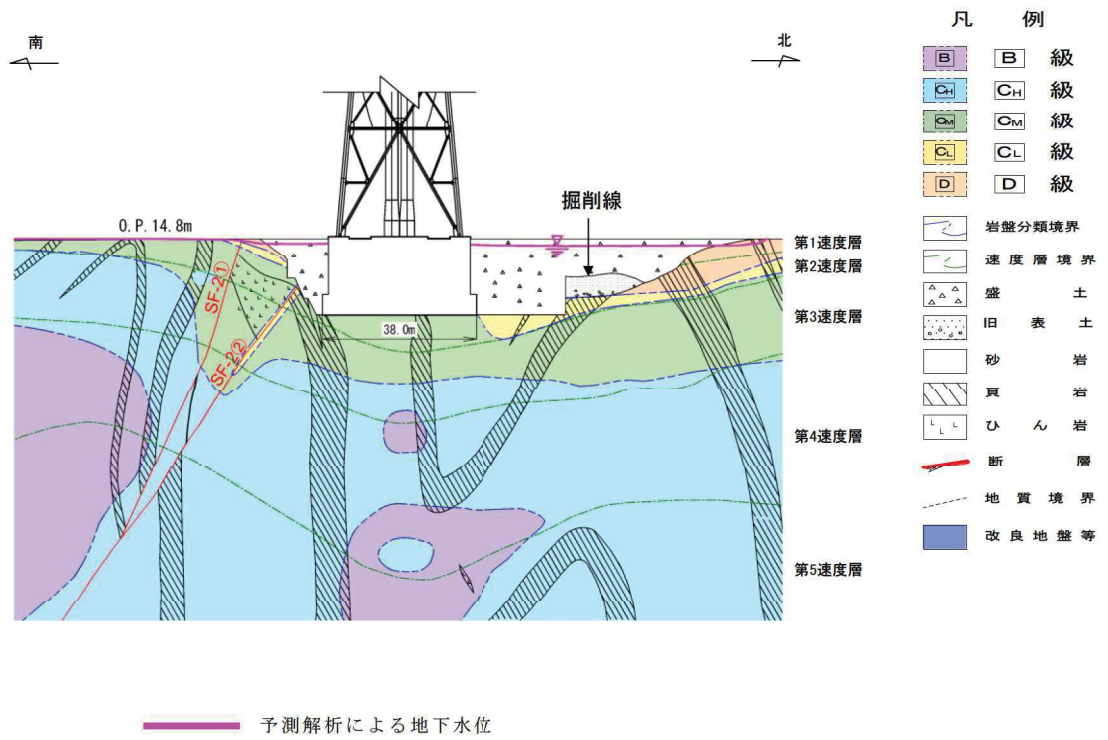


図 3.3-35 排気筒周辺の地下水位分布



(b) 土木構造物の地下水位

予測解析により得られた土木構造物周辺における地下水位（解析領域外の施設を除く）並びにこれを参照した設計用地下水位及び建設時工事計画認可時の設計用地下水位（建設時工事計画認可申請対象外の施設を除く）について表 3.3-12 及び図 3.3-36～図 3.3-51 に示す。

設計用地下水位の設定にあたっては，耐震評価における設計用地下水位の設定方針（参考資料 10）に基づき，気象条件（降雨条件等）の変動要因や観測水位の不確かさ等を考慮して，解析水位に対し概ね 1m～2m 程度の余裕を考慮し設定している。

表3.3-12 (1) 土木構造物における地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画 認可時の 設計用地下水位	予測解析による 地下水位	設計用 地下水位	備考
原子炉機器 冷却海水 配管ダクト	横断	O. P. -14. 20m	O. P. -14. 28m～ O. P. -5. 83m	O. P. -10. 50m～ O. P. -3. 50m	
排気筒連絡 ダクト	縦断	O. P. -8. 00m～ O. P. +4. 50m	O. P. -7. 14m～ O. P. +13. 44m	O. P. +5. 73m～ O. P. +14. 80m	
	横断 (断面①)	O. P. -8. 00m	O. P. -7. 17m～ O. P. -3. 98m	O. P. +5. 73m	
	横断 (断面②)	O. P. -8. 00m	O. P. -3. 28m～ O. P. 1. 49m	O. P. +5. 80m	
	横断 (断面③)	O. P. -8. 00m	O. P. -2. 50m～ O. P. -0. 53m	O. P. +5. 80m	
	横断 (断面⑤)	O. P. -1. 69m	O. P. +1. 10m～ O. P. +7. 97m	O. P. +8. 19m～ O. P. +9. 00m	
	横断 (断面⑦)	O. P. +0. 22m	O. P. +5. 36m～ O. P. +10. 74m	O. P. +10. 10m～ O. P. +12. 00m	
軽油タンク連絡ダクト		—*	O. P. -5. 92m～ O. P. +2. 15m	O. P. -3. 00m～ O. P. +3. 00m	
取水路	縦断	O. P. -14. 10m～ O. P. +2. 43m	O. P. -11. 60m～ O. P. +2. 43m	O. P. -4. 53m～ O. P. +2. 43m	
	横断 (標準部①)	O. P. +2. 43m	O. P. +1. 93m	O. P. +2. 43m	朔望平均 満潮位
	横断 (標準部②)	O. P. +2. 43m	O. P. +0. 30m～ O. P. +2. 19m	O. P. +2. 43m	朔望平均 満潮位
	横断 (標準部③ (防潮堤横 断部) )	O. P. +2. 43m	O. P. -4. 83m～ O. P. -2. 26m	O. P. +2. 43m	朔望平均 満潮位
	横断 (標準部④ (防潮堤横 断部) )	O. P. +2. 43m	O. P. -6. 21m～ O. P. -3. 18m	O. P. -1. 00m	
	曲がり部 南北	O. P. +2. 43m	O. P. -9. 56m～ O. P. -3. 90m	O. P. -1. 01m	

\* : 建設時工事計画認可申請対象外

表3.3-12 (2) 土木構造物における地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画認可時の設計用地下水位	予測解析による地下水位	設計用地下水位	備考
取水路	曲がり部 東西	—*	0. P. -7. 39m～ 0. P. +2. 26m	0. P. -1. 03m～ 0. P. +2. 43m	
	漸拡部 東西	0. P. -14. 10m～ 0. P. +2. 43m	0. P. -14. 13m～ 0. P. +2. 39m	0. P. -4. 53m～ 0. P. +2. 43m	
海水 ポンプ室	縦断	0. P. -14. 10m～ 0. P. +8. 83m	0. P. -12. 64m～ 0. P. +12. 83m	0. P. -8. 50m～ 0. P. +14. 00m	
	横断	0. P. -14. 10m～ 0. P. +2. 43m	0. P. -14. 13m～ 0. P. +2. 39m	0. P. -8. 50m～ 0. P. +2. 43m	
軽油 タンク室	南北	—*	0. P. -14. 29m～ 0. P. -3. 78m	0. P. -3. 00m	
	東西	—*	0. P. -5. 92m～ 0. P. +5. 17m	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	
軽油 タンク室 (H)	南北	—*	0. P. -12. 80m～ 0. P. -3. 78m	0. P. -3. 00m	
	東西	—*	0. P. -5. 92m～ 0. P. +5. 17m	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	
取水口 (貯留堰)	南北 (標準部)	0. P. +2. 43m	0. P. +2. 43m	0. P. +2. 43m	朔望平均満潮位
	南北 (漸縮部)	0. P. +2. 43m	0. P. +1. 95m	0. P. +2. 43m	朔望平均満潮位
復水貯蔵 タンク基礎	南北	0. P. +2. 00m～ 0. P. +9. 50m	0. P. -14. 29m～ 0. P. -3. 78m	0. P. -3. 00m	
	東西	0. P. -6. 00m	0. P. -5. 92m～ 0. P. +2. 15m	0. P. -3. 00m ～0. P. +3. 00m	
ガスタービン 発電設備 軽油タンク室	南北	—*	— (解析領域外)	0. P. +62. 30m	地表面
	東西	—*	— (解析領域外)	0. P. +62. 30m	地表面

\* : 建設時工事計画認可申請対象外

表3.3-12 (3) 土木構造物における地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画認可時の設計用地下水位	予測解析による地下水位	設計用地下水位	備考
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)	横断 (岩盤部①)	—*	O. P. +14.80m	O. P. +3.50m～ O. P. +19.50m	
	横断 (岩盤部②)	—*	O. P. +5.92m～ O. P. +10.18m	O. P. +6.00m～ O. P. +18.00m	
	横断 (一般部①)	—*	O. P. -13.42m～ O. P. +2.43m	O. P. +2.43m	朔望平均満潮位
	横断 (一般部②)	—*	O. P. -6.07m～ O. P. +2.43m	O. P. +2.43m	朔望平均満潮位
	横断 (一般部③)	—*	O. P. -15.03m～ O. P. +2.43m	O. P. +2.43m	朔望平均満潮位
	横断 (一般部④)	—*	O. P. -11.15m～ O. P. +2.43m	O. P. +2.43m～ O. P. +14.80m	
	RC 遮水壁	—*	— (解析領域外)	O. P. +30.0m	地表面
防潮堤 (盛土堤防)	横断①	—*	O. P. +0.43m～ O. P. +2.86m	O. P. +2.43m～ O. P. +14.80m	
防潮壁	第2号機 海水ポンプ室	—*	O. P. -14.00m～ O. P. -4.25m	O. P. -11.50m～ O. P. -3.00m	
	第2号機 放水立坑	—*	O. P. +1.22m～ O. P. +11.14m	O. P. +4.50m～ O. P. +12.50m	
	第3号機 海水ポンプ室	—*	O. P. -15.59m～ O. P. -8.47m	O. P. -10.00m～ O. P. -6.50m	
	第3号機 放水立坑	—*	O. P. -10.05m～ O. P. -4.73m	O. P. -9.00m～ O. P. +5.00m	
取放水路流 路縮小工	第1号機取水路	—*	O. P. +11.54m～ O. P. +17.18m	O. P. +14.80m～ O. P. +19.50m	地表面
	第1号機放水路	—*	O. P. +13.75m～ O. P. +14.80m	O. P. +14.80m	地表面

\* : 建設時工事計画認可申請対象外

表3.3-12 (4) 土木構造物における地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画認可時の設計用地下水位	予測解析による地下水位	設計用地下水位	備考
第3号機 海水ポンプ室	縦断	0. P. -12. 53m～ 0. P. +1. 24m	0. P. -13. 75m～ 0. P. +2. 43m	0. P. -12. 00m～ 0. P. +2. 43m	
	横断	0. P. -12. 79m～ 0. P. +1. 60m	0. P. -13. 14m～ 0. P. -4. 77m	0. P. -12. 00m～ 0. P. -2. 51m	
揚水井戸	南北	—*	0. P. -13. 09m～ 0. P. -7. 94m	0. P. -12. 50m～ 0. P. -7. 00m	
	東西	—*	0. P. -13. 09m～ 0. P. -5. 92m	0. P. -12. 50m～ 0. P. -4. 50m	
第3号機補機冷却海水系 放水ピット		—*	0. P. -14. 99m～ 0. P. -5. 35m	0. P. -14. 00m～ 0. P. -5. 00m	
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)		—*	0. P. +5. 92m～ 0. P. +7. 83m	0. P. +6. 00m～ 0. P. +18. 00m	

\* : 建設時工事計画認可申請対象外

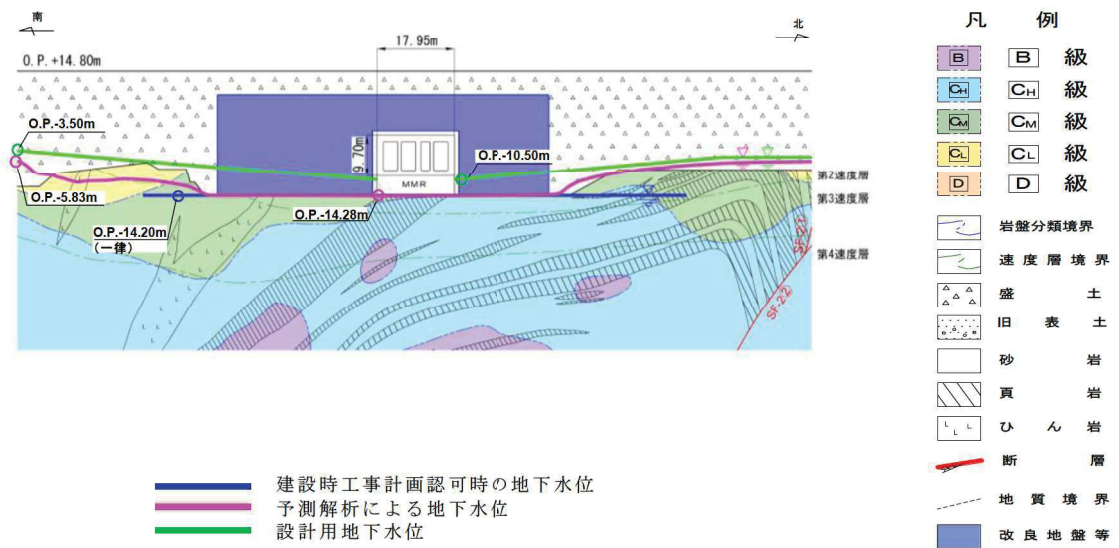


図 3.3-36 原子炉機器冷却海水配管ダクトの設計用地下水位(横断)

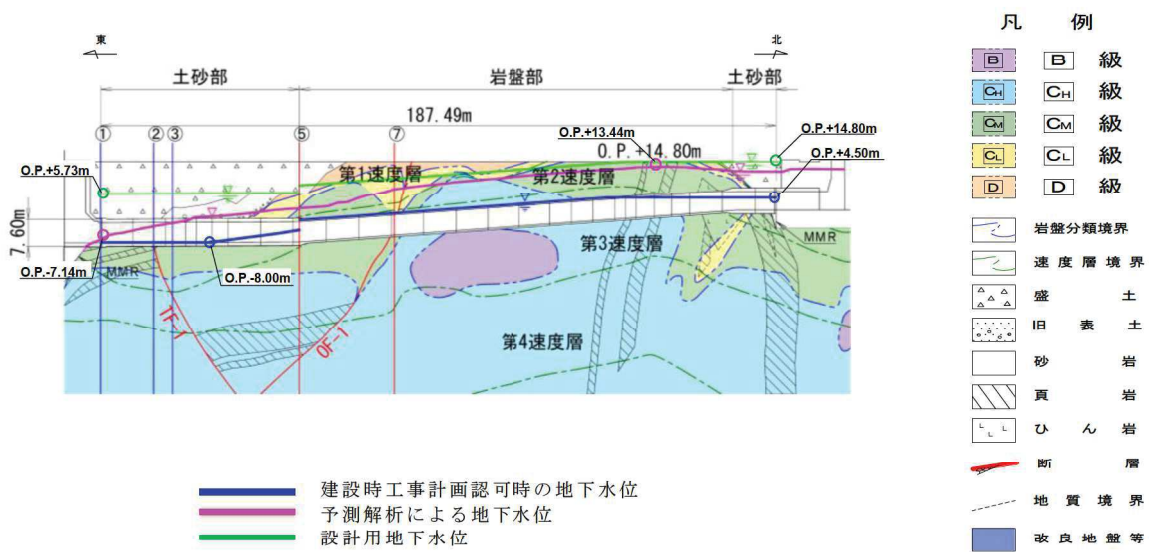


図 3.3-37(1) 排気筒連絡ダクトの設計用地下水位(縦断)

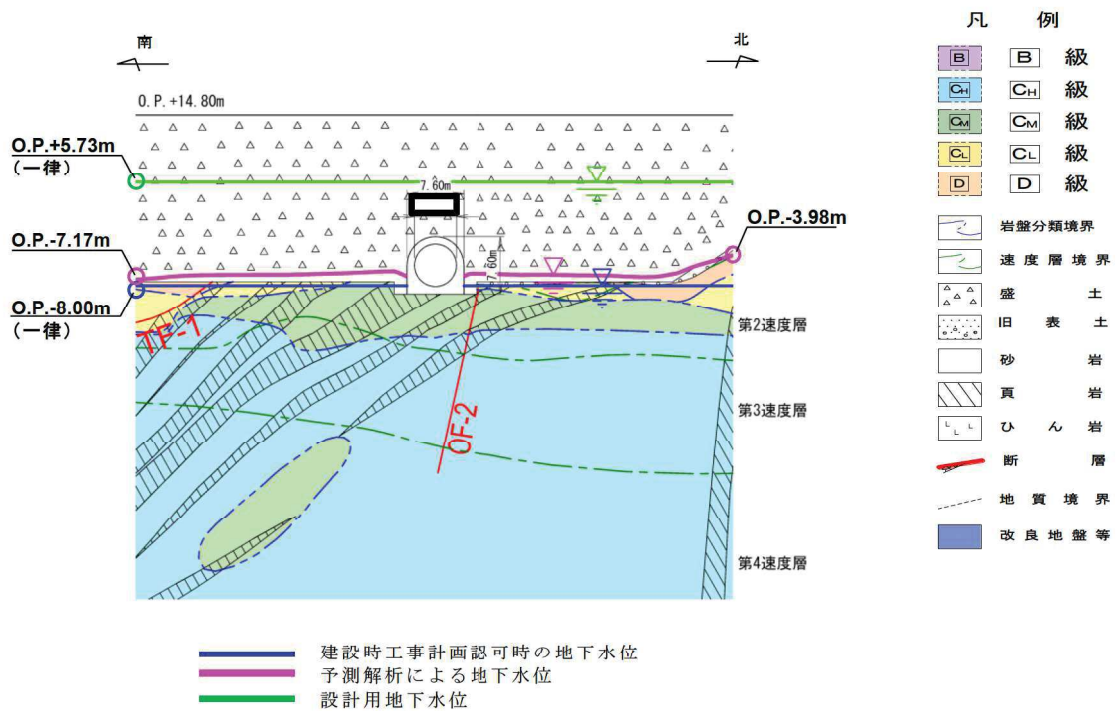


図 3.3-37(2) 排気筒連絡ダクトの設計用地下水位 (横断(断面①))

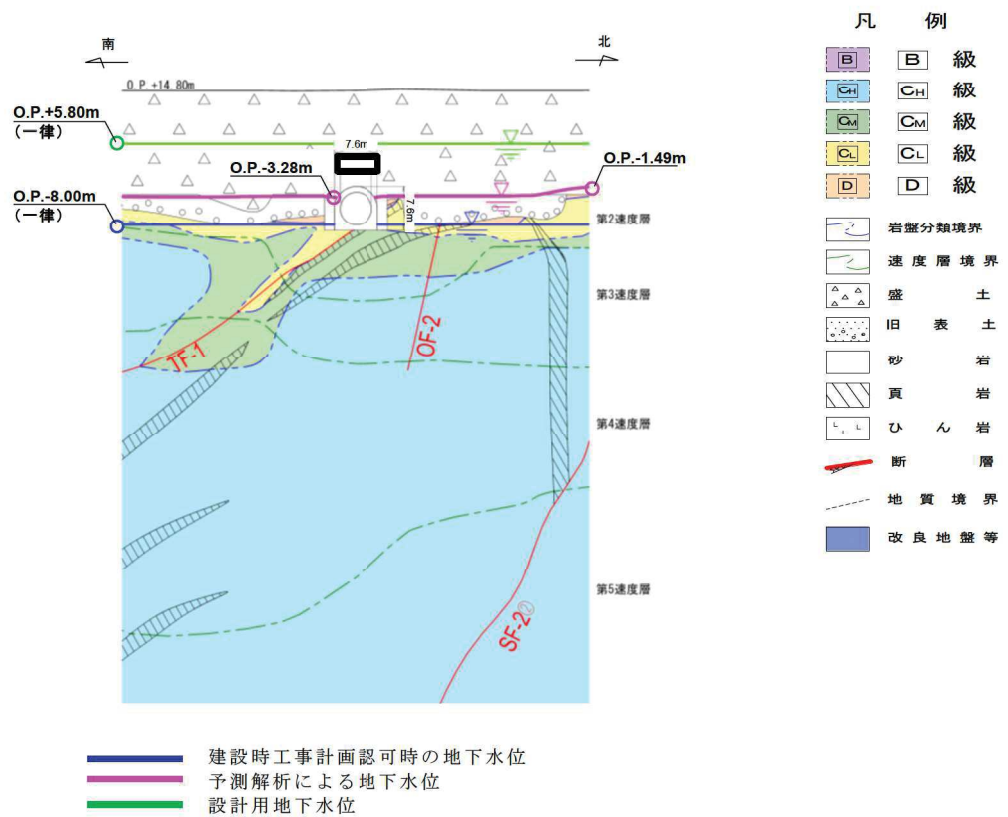


図 3.3-37(3) 排気筒連絡ダクトの設計用地下水位 (横断(断面②))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

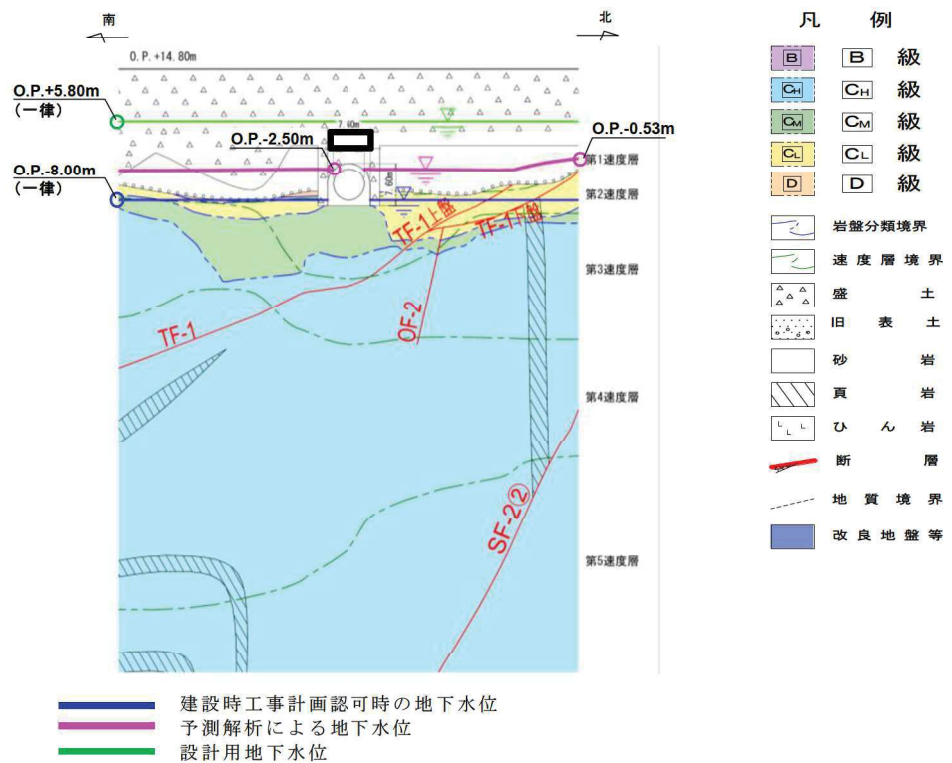


図 3.3-37(4) 排気筒連絡ダクトの設計用地下水位 (横断(断面③))

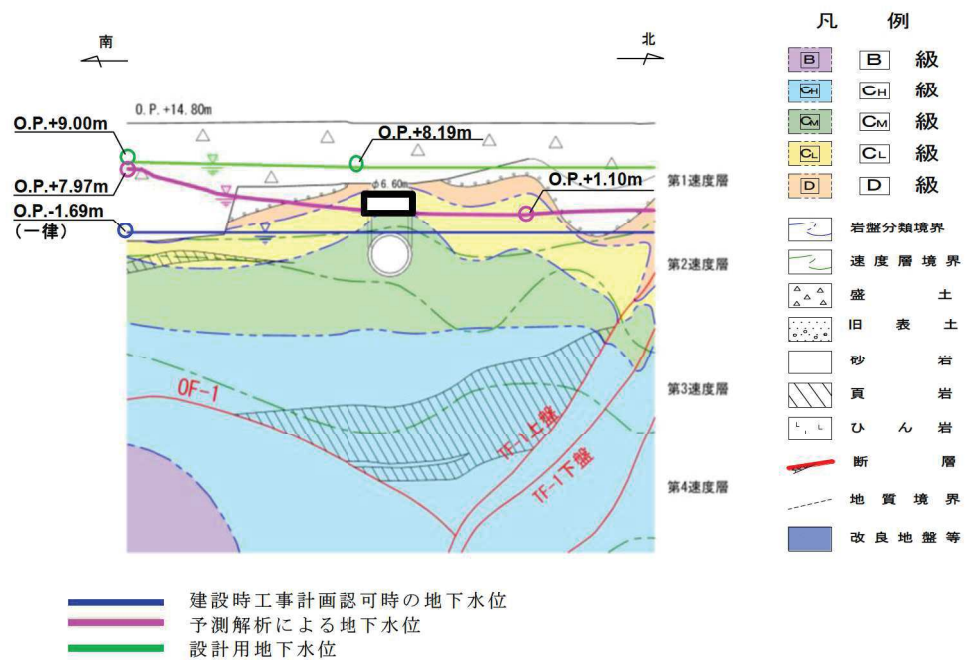


図 3.3-37(5) 排気筒連絡ダクトの設計用地下水位 (横断(断面⑤))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



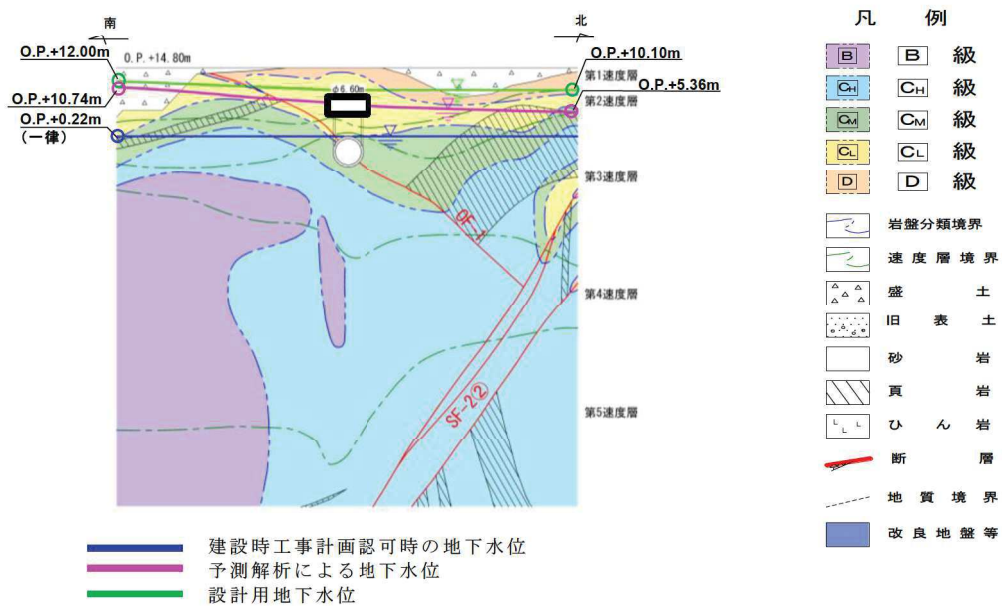


図 3.3-37(6) 排気筒連絡ダクトの設計用地下水位 (横断(断面⑦))

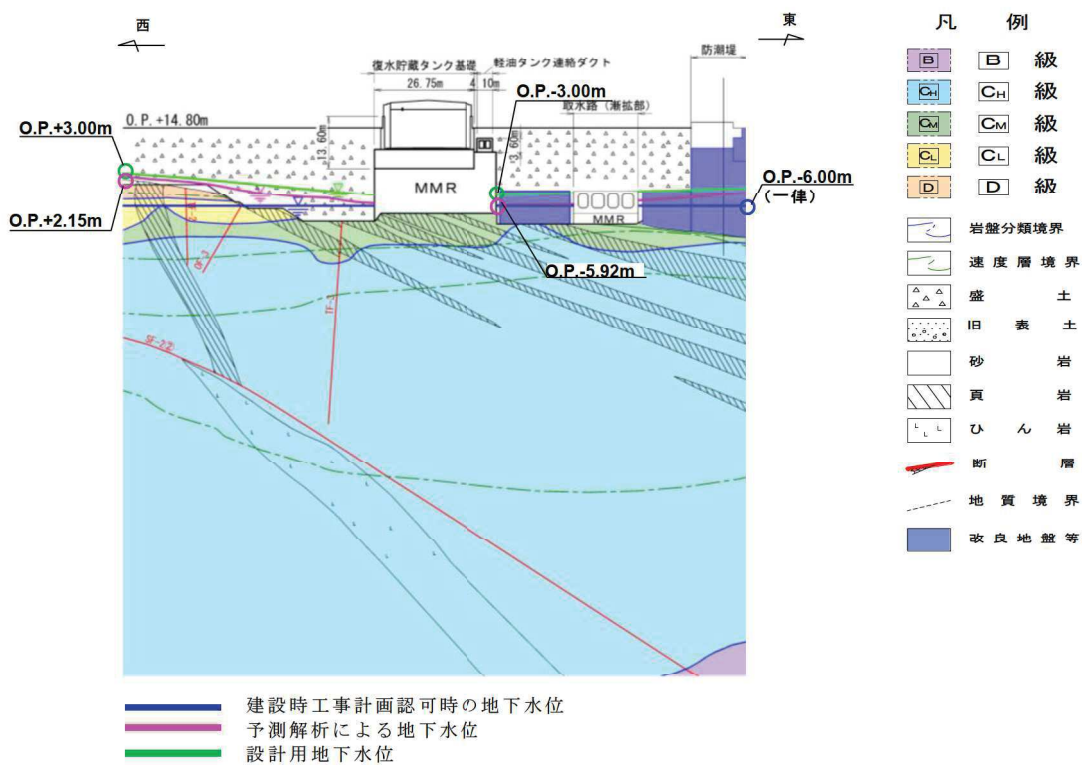


図 3.3-38 軽油タンク連絡ダクトの設計用地下水位 (東西)  
(復水貯蔵タンク基礎の東西方向断面の設計用地下水位含む)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

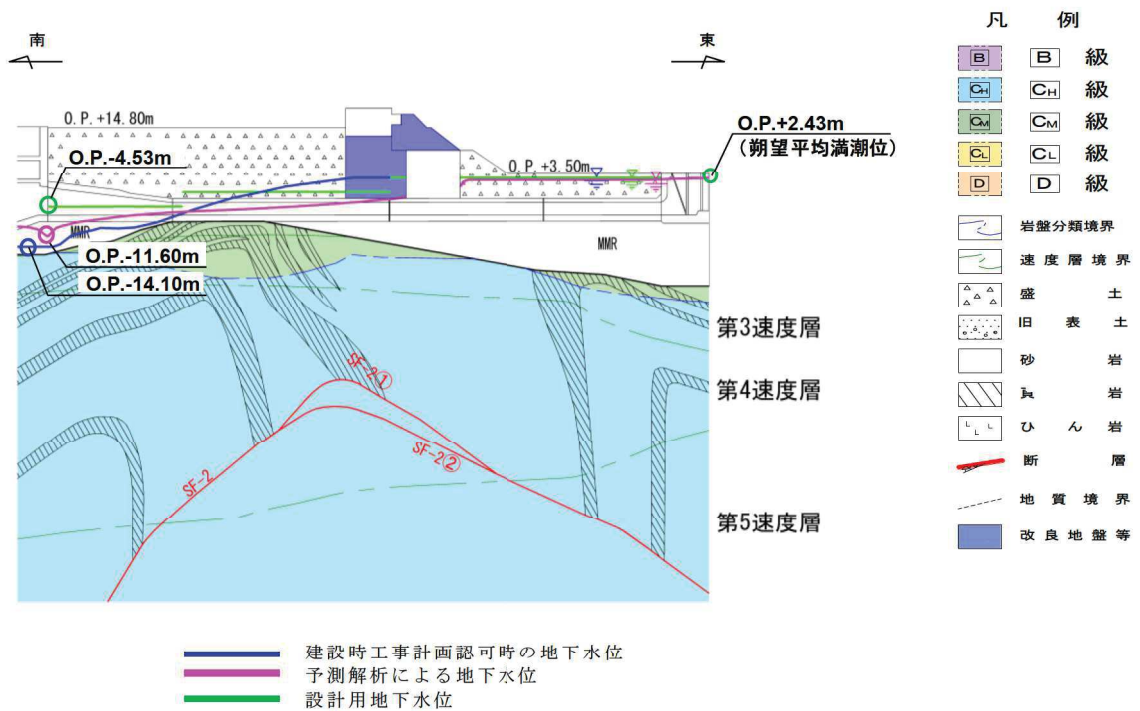


図 3.3-39(1) 取水路の設計用地下水位 (縦断)

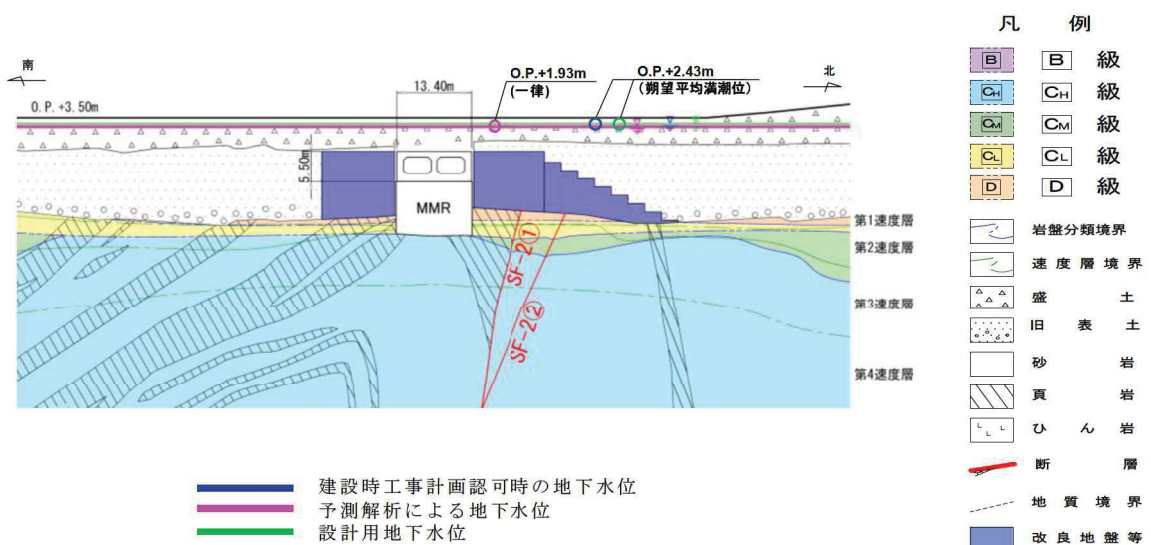


図 3.3-39(2) 取水路の設計用地下水位 (横断(標準部①))  
(改良地盤に囲まれる箇所)

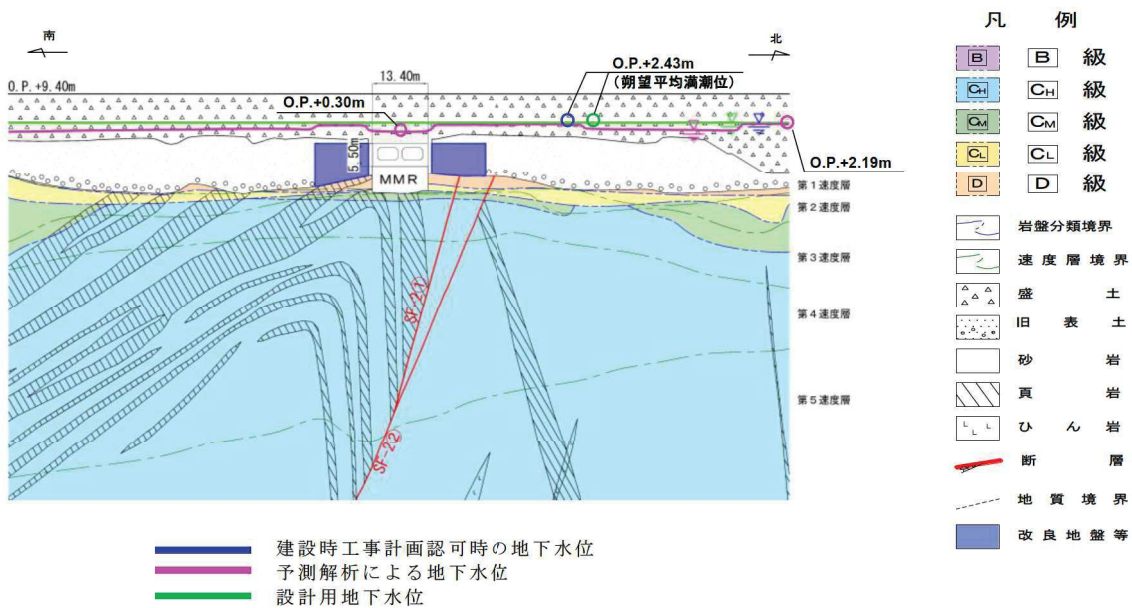


図 3.3-39(3) 取水路の設計用地下水位 (横断(標準部②))  
(改良地盤に囲まれる箇所以外)

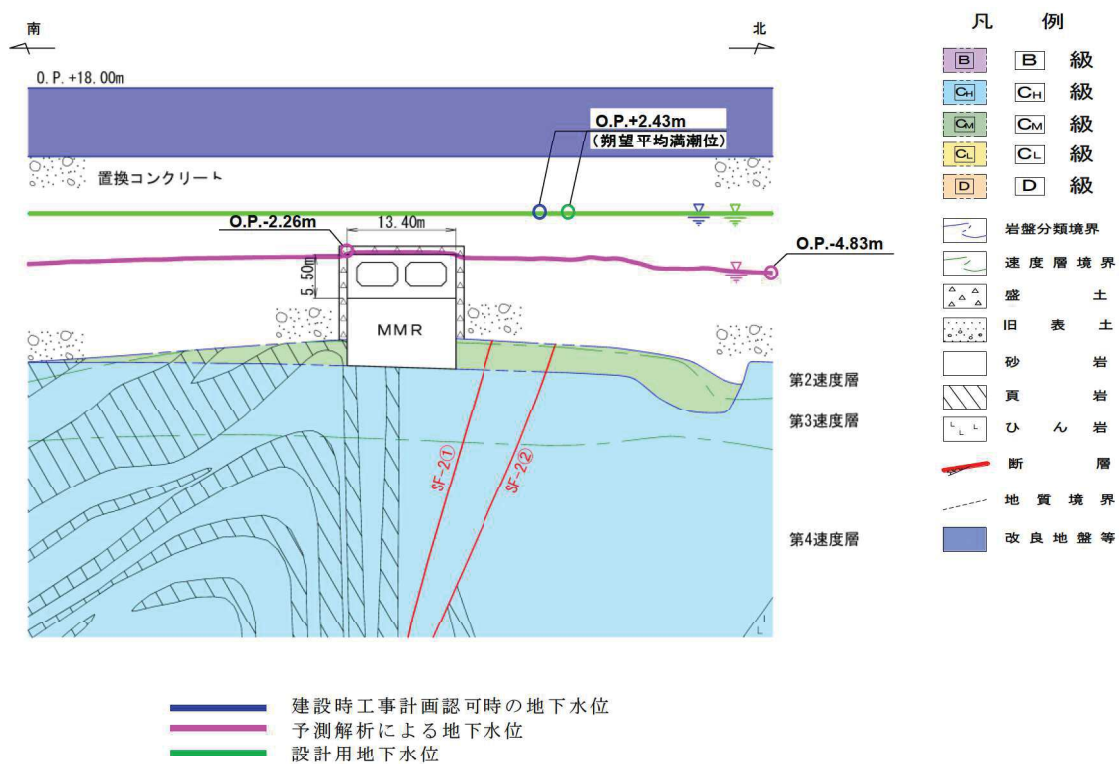


図 3.3-39(4) 取水路の設計用地下水位 (横断(標準部③))  
(防潮堤を横断する箇所(1))

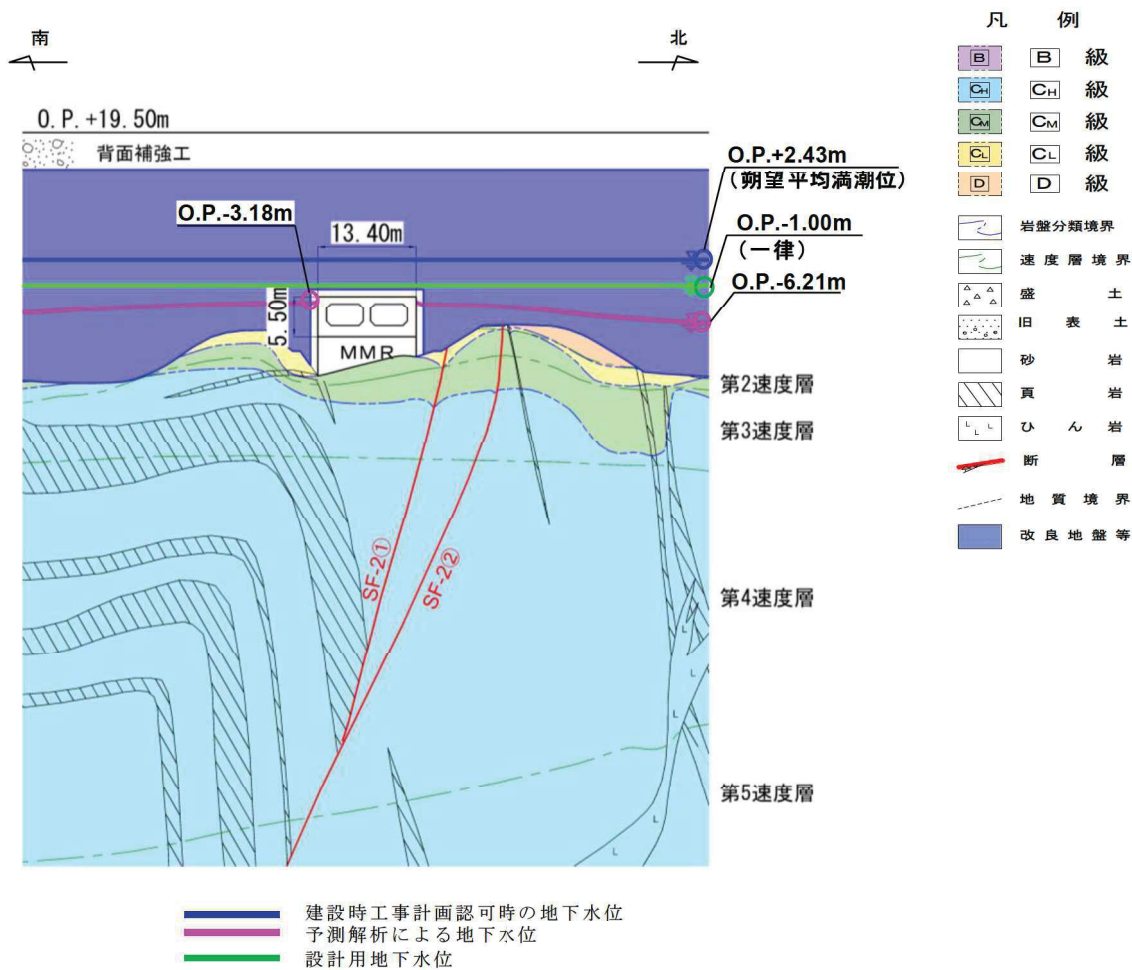


図 3.3-39(5) 取水路の設計用地下水位（横断（標準部④））  
（防潮堤を横断する箇所(2)）

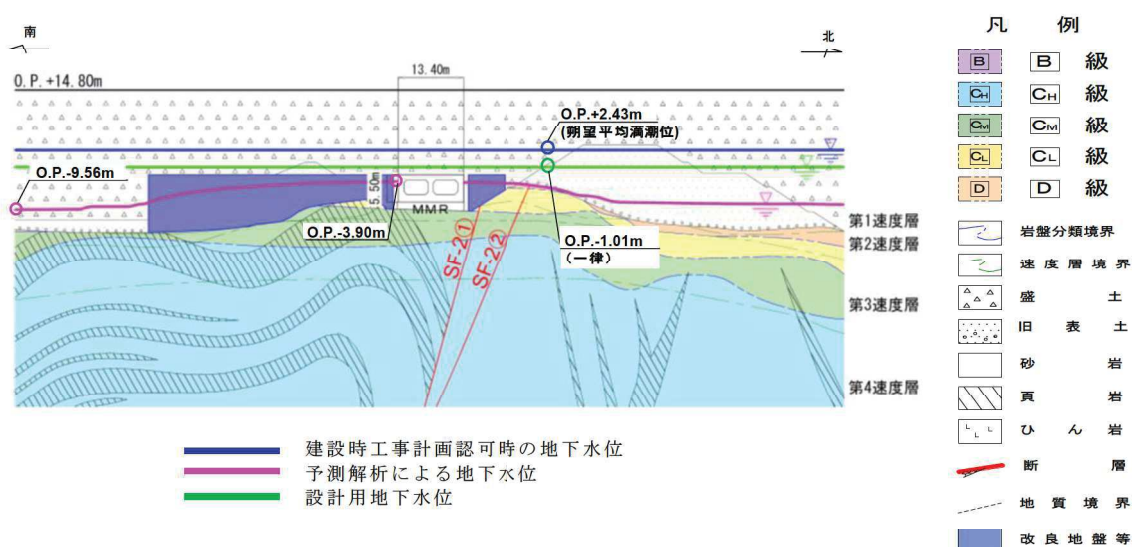


図 3.3-39(6) 取水路の設計用地下水位（曲がり部）（南北）

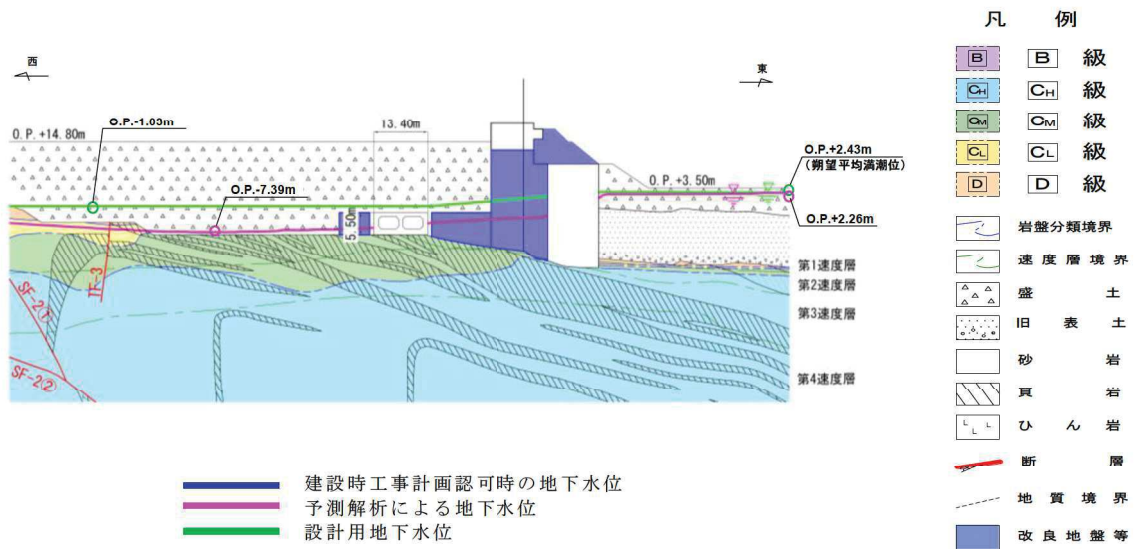


図 3.3-39(7) 取水路の設計用地下水水位（曲がり部）（東西）

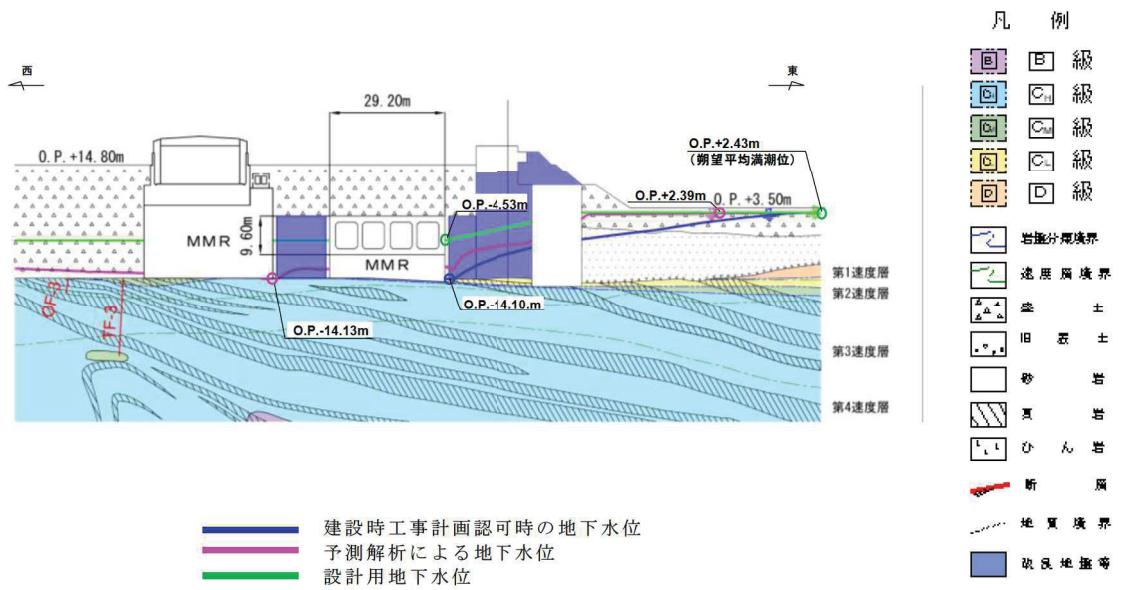


図 3.3-39(8) 取水路の設計用地下水水位（漸拡部）（東西）

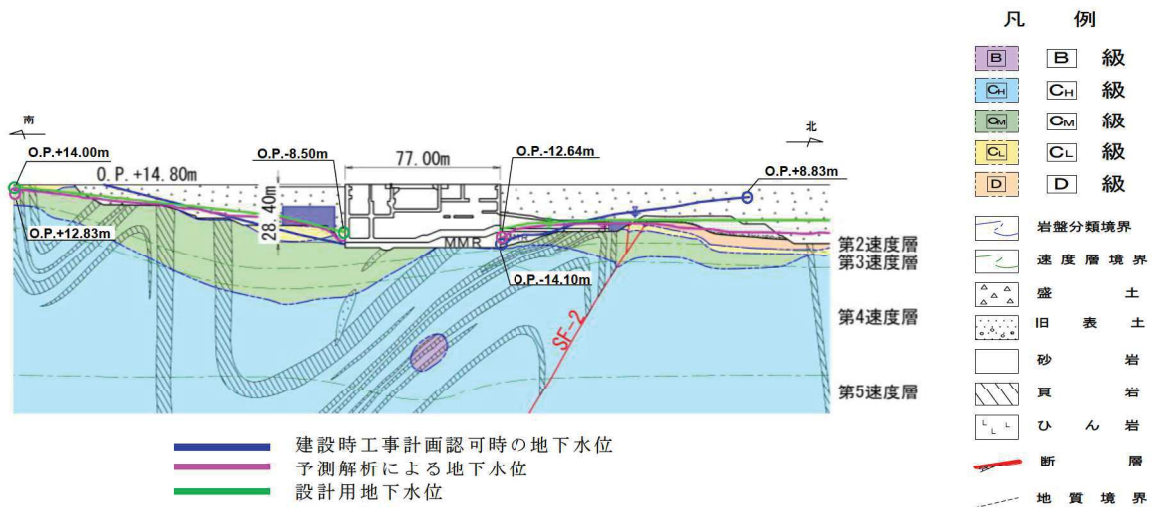


図 3.3-40(1) 海水ポンプ室の設計用地下水位（縦断）

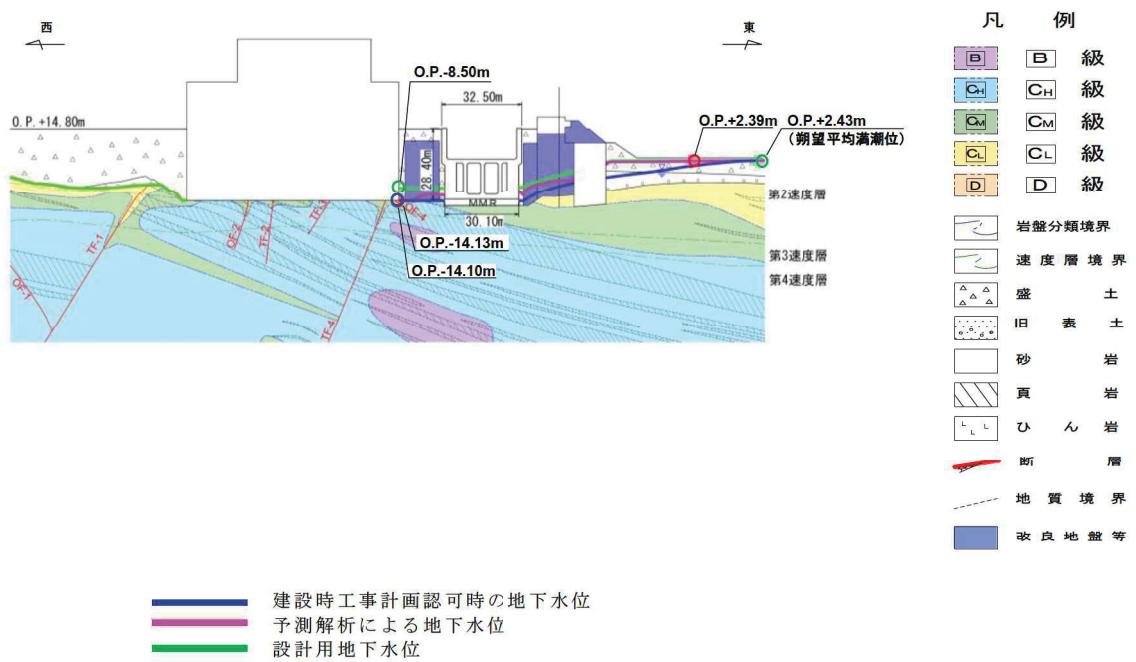


図 3.3-40(2) 海水ポンプ室の設計用地下水位（横断）

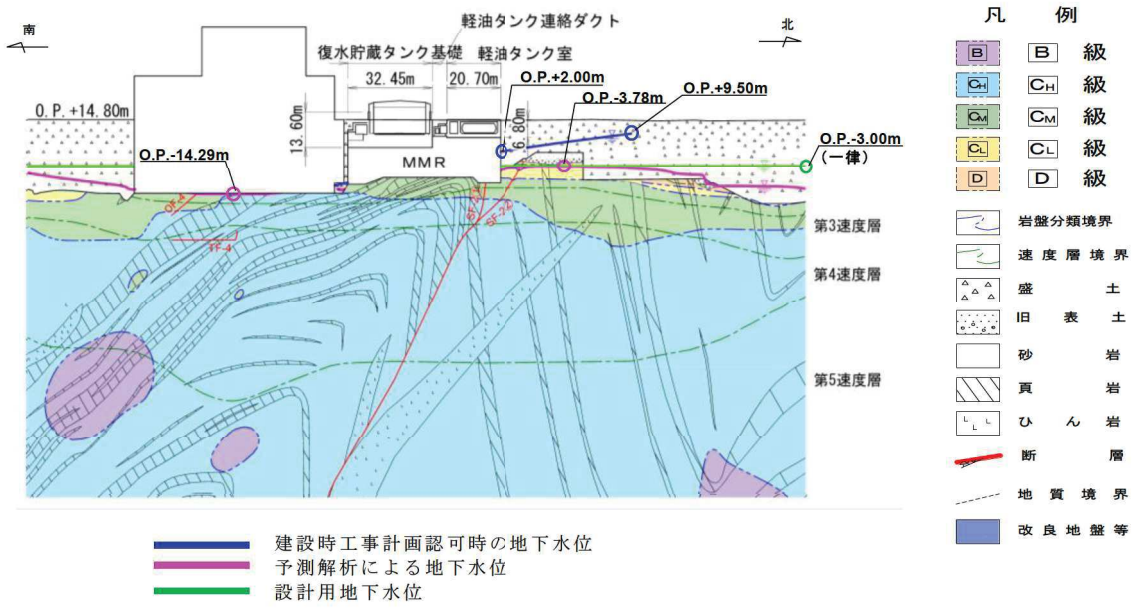


図 3.3-41 軽油タンク室の設計用地下水位（南北）  
 (復水貯蔵タンク基礎の南北方向断面の設計用地下水位を含む)

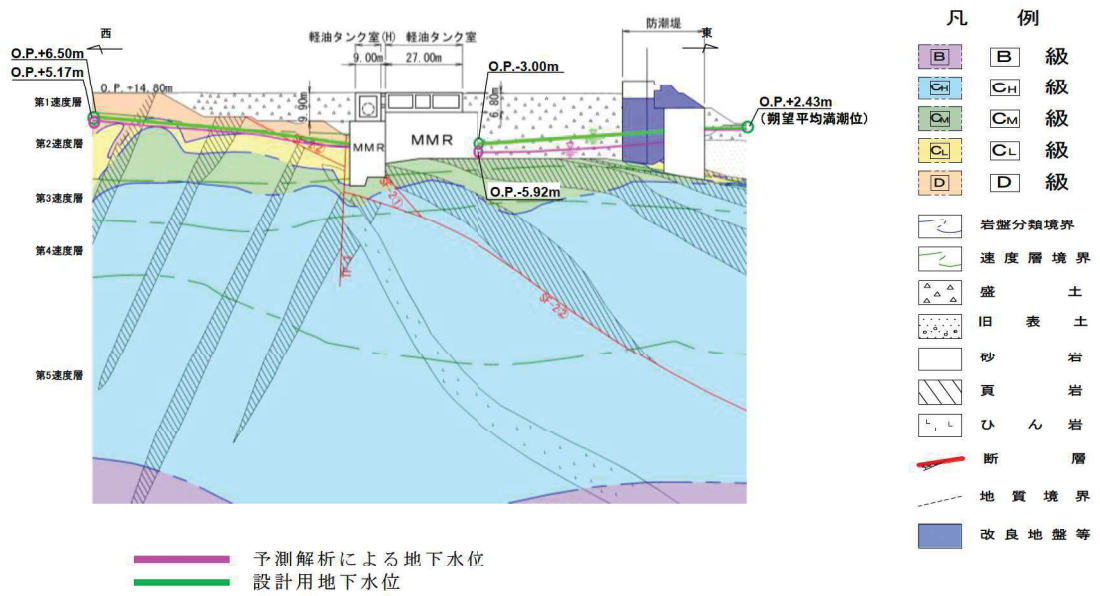


図 3.3-42(1) 軽油タンク室, 軽油タンク室 (H) の設計用地下水位（東西）

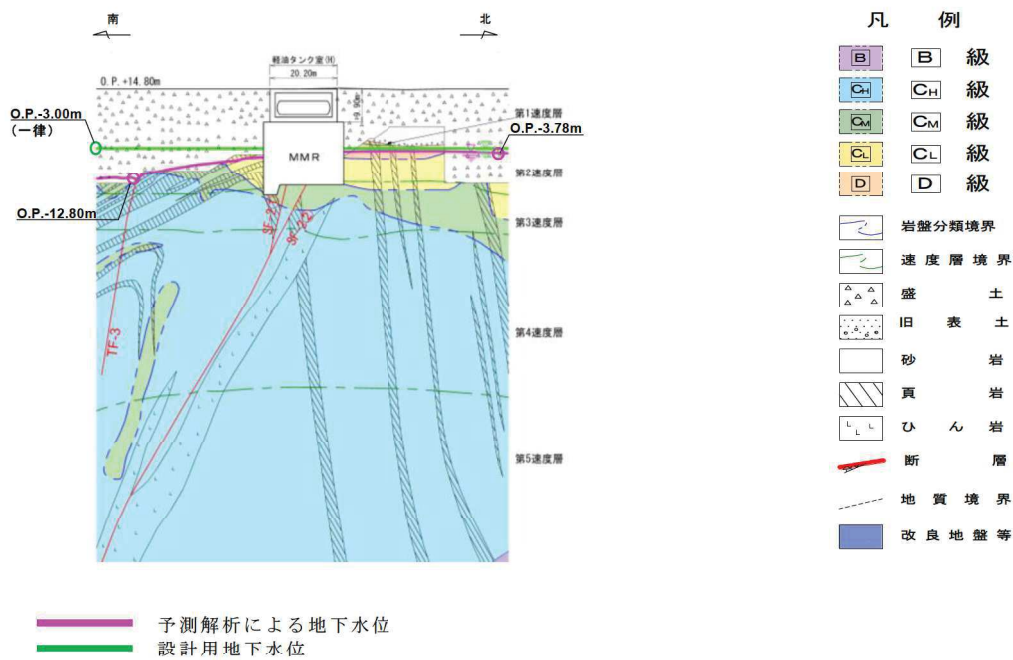


図 3.3-42(2) 軽油タンク室 (H) の設計用地下水位 (南北)

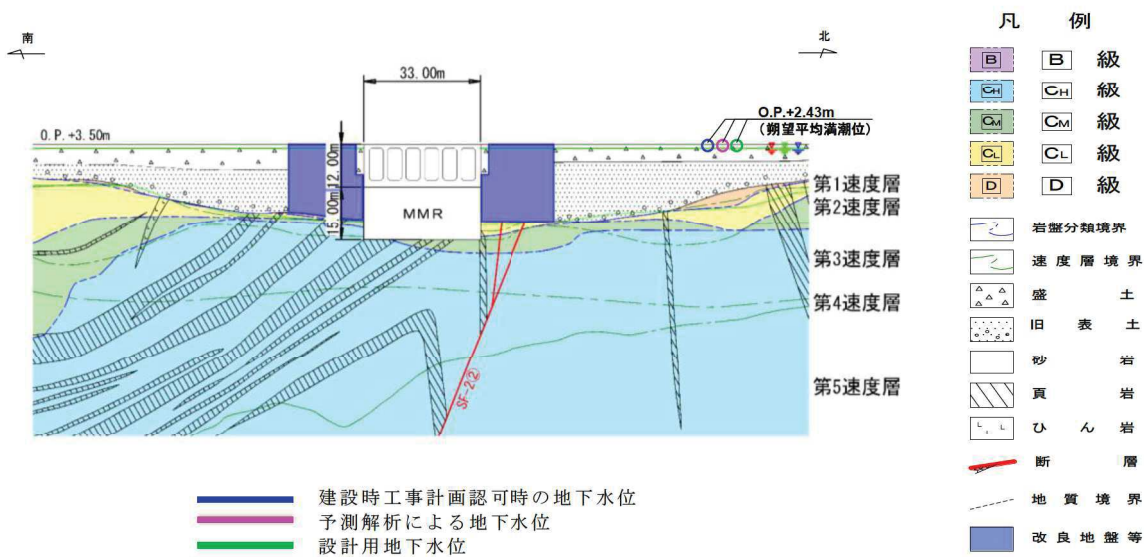


図 3.3-43(1) 取水口 (標準部) の設計用地下水位 (南北)



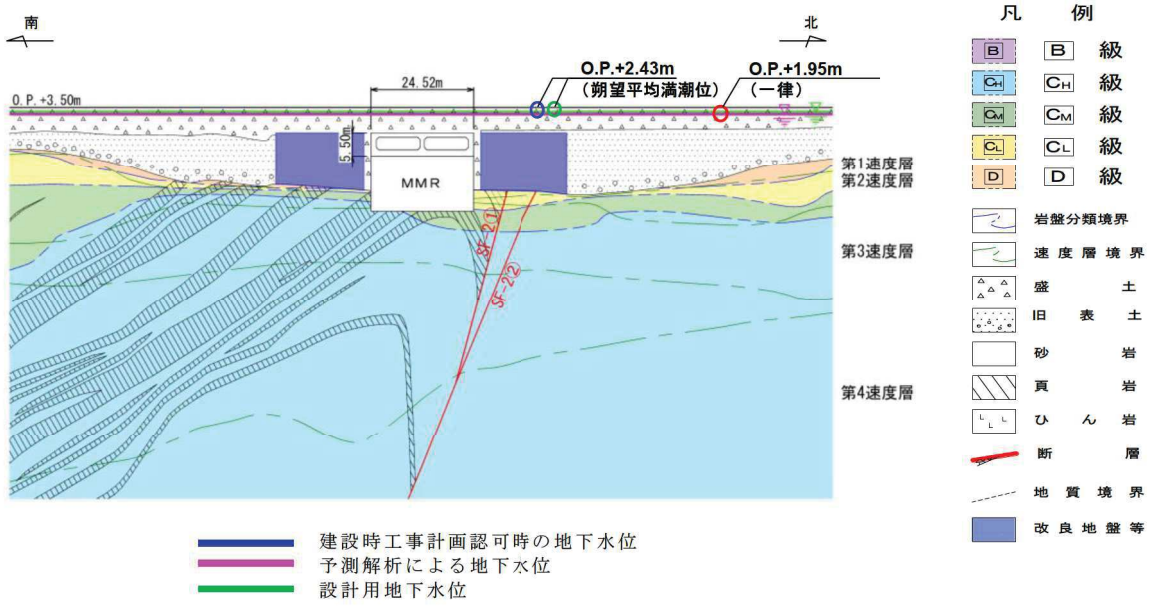


図 3.3-13(2) 取水口（漸縮部）の設計用地下水位（南北）

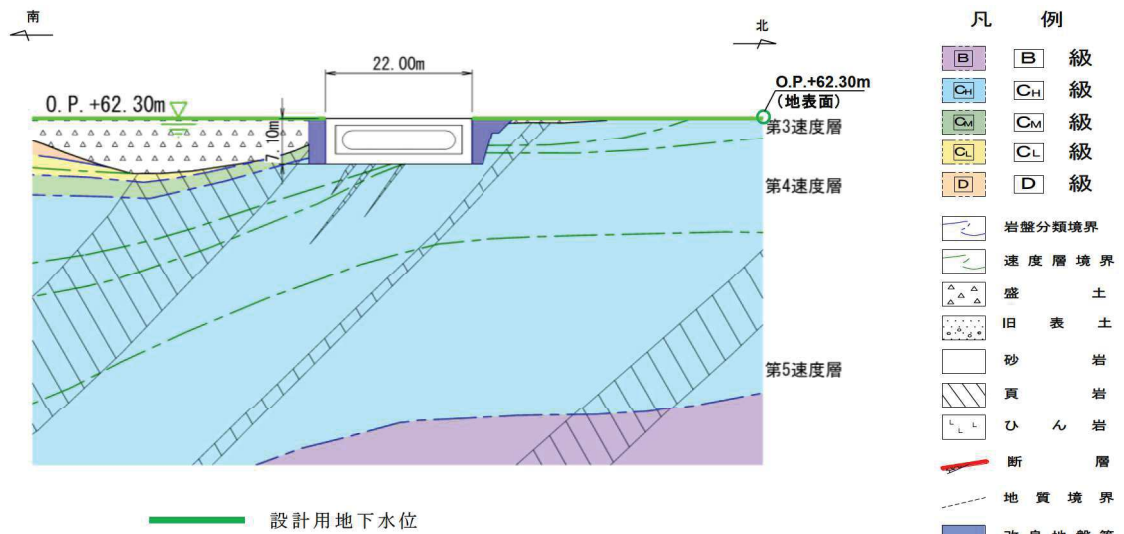


図 3.3-44(1) ガスタービン発電設備軽油タンク室の設計用地下水位（南北）

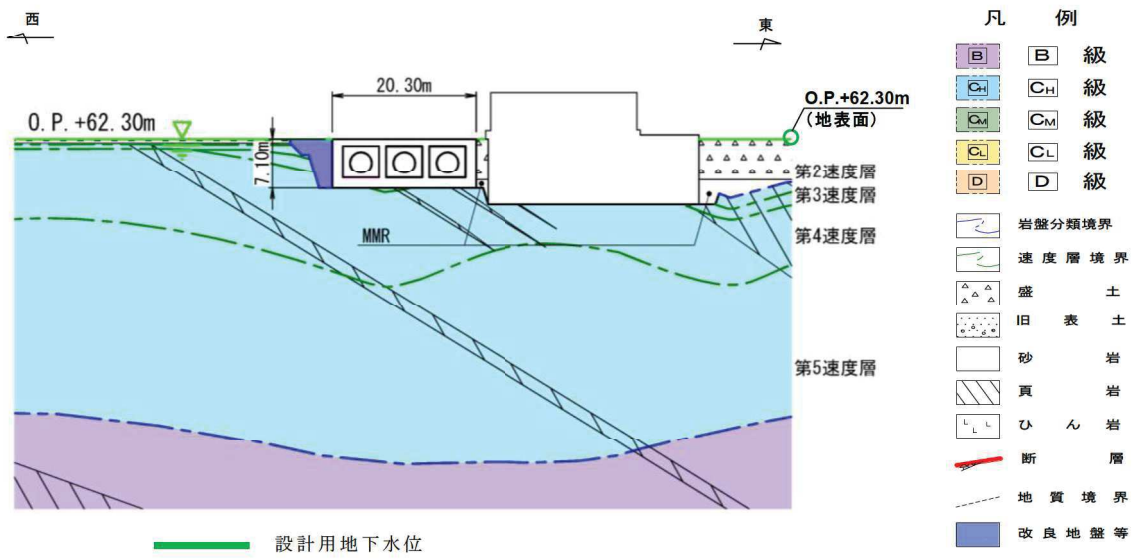


図 3.3-44(2) ガスタービン発電設備軽油タンク室の設計用地下水位（東西）

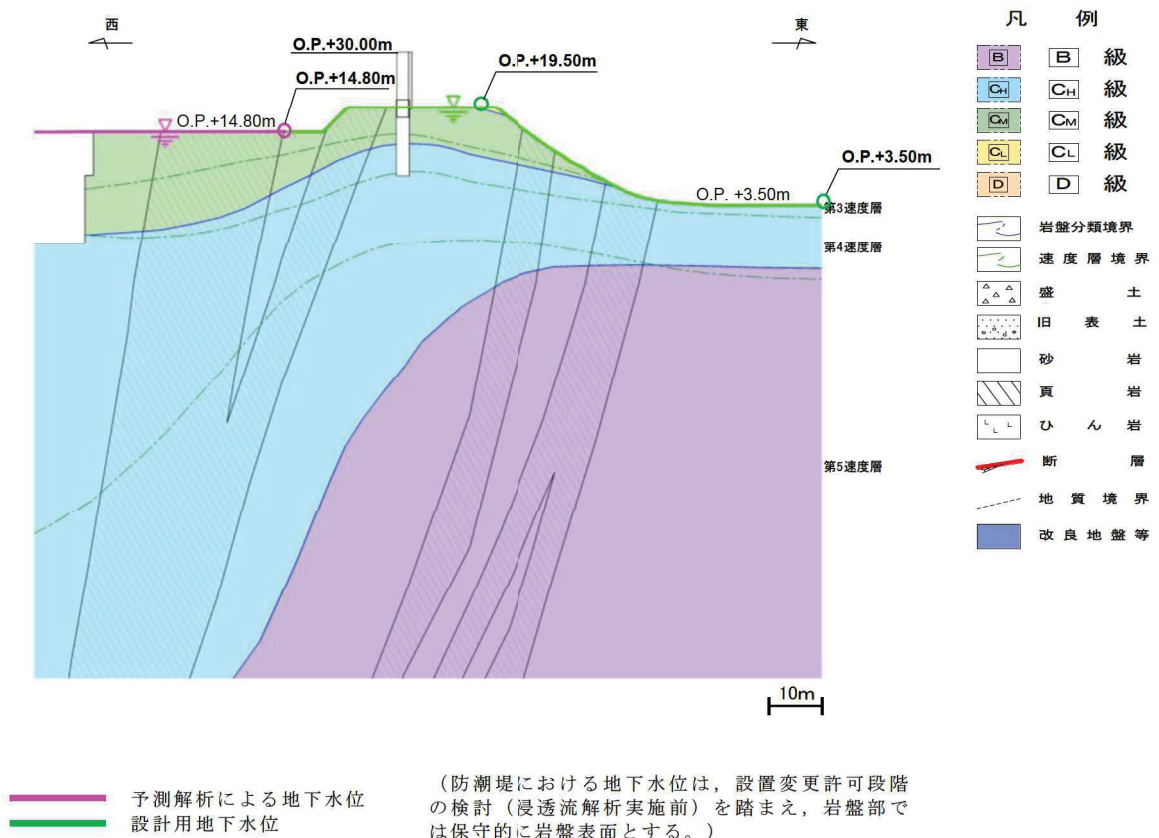
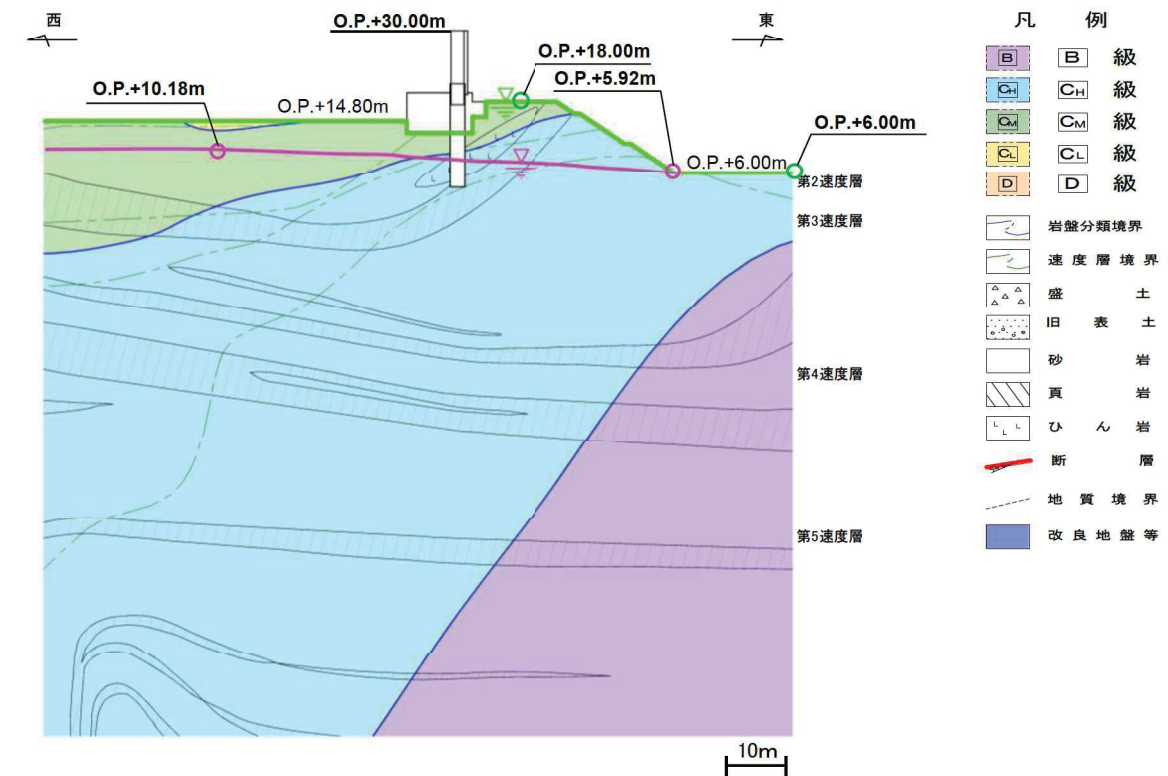


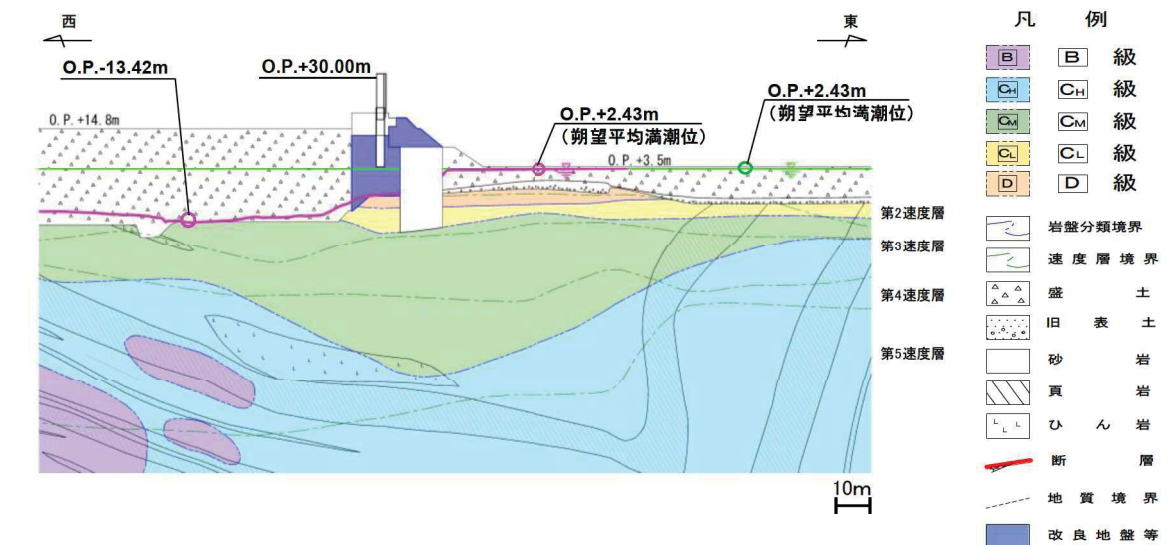
図 3.3-45(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の設計用地下水位（岩盤部①）



— 予測解析による地下水位  
— 設計用地下水位

(防潮堤における地下水位は、設置変更許可段階の検討(浸透流解析実施前)を踏まえ、岩盤部では保守的に岩盤表面とする。)

図 3.3-45(2) 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の設計用地下水位(岩盤部②)



— 予測解析による地下水位  
— 設計用地下水位

(防潮堤における地下水位は、設置変更許可段階の検討(浸透流解析実施前)を踏まえ、一般部では保守的に期望平均満潮位とする。)

図 3.3-45(3) 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の設計用地下水位(一般部①)

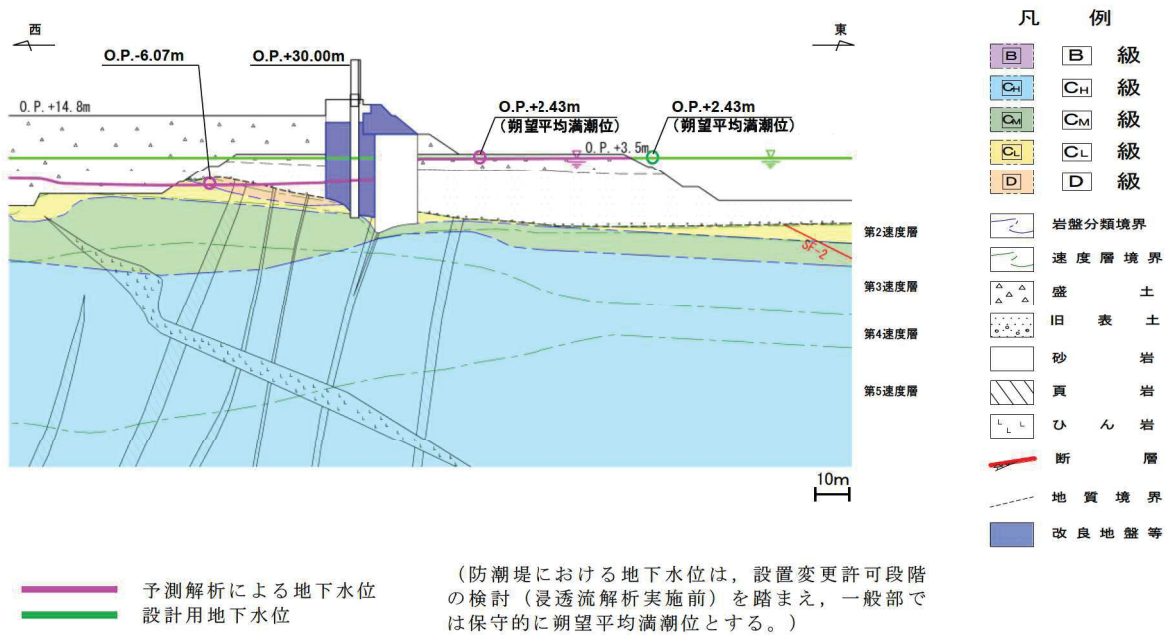


図 3.3-45(4) 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の設計用地下水位(一般部②)

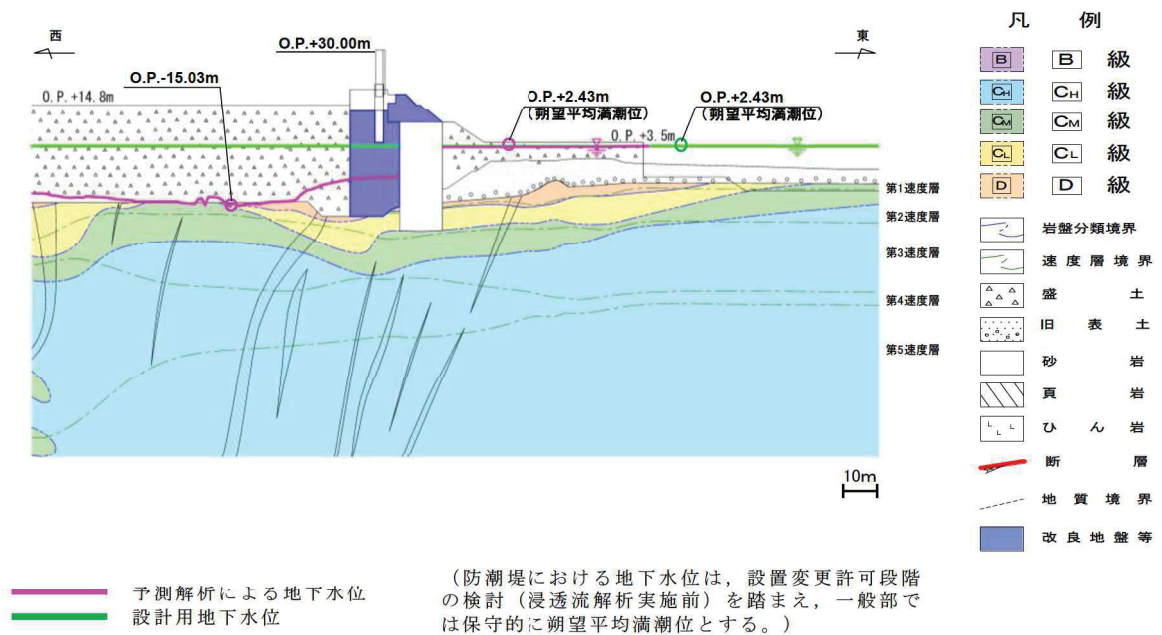


図 3.3-45(5) 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の設計用地下水位(一般部③)

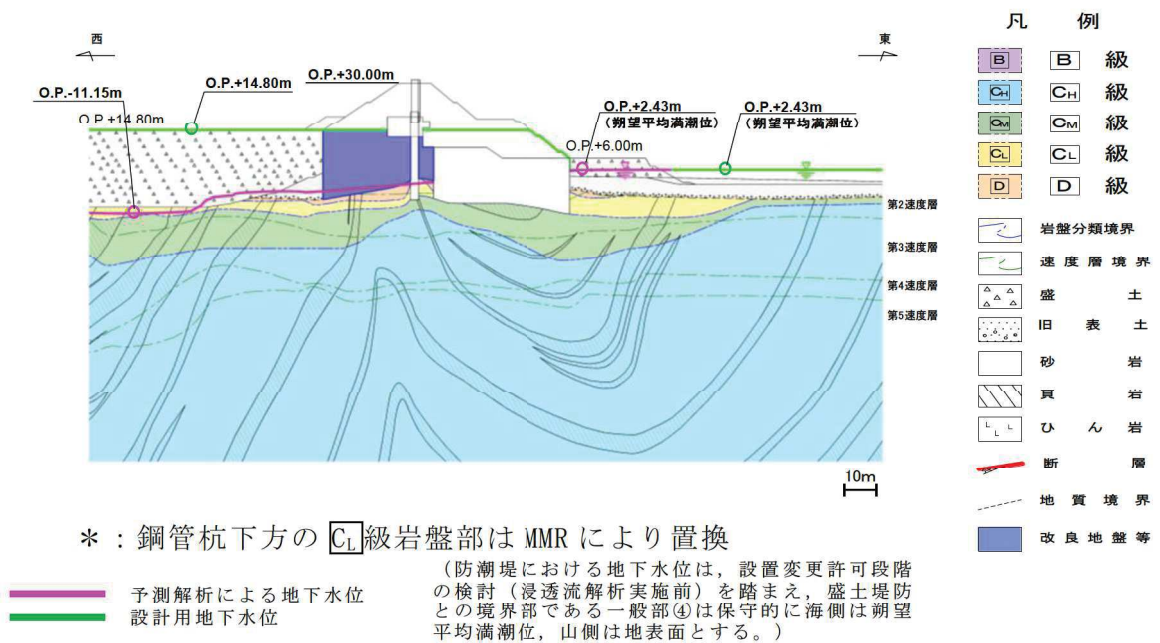


図 3.3-45(6) 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の設計用地下水位(一般部④)

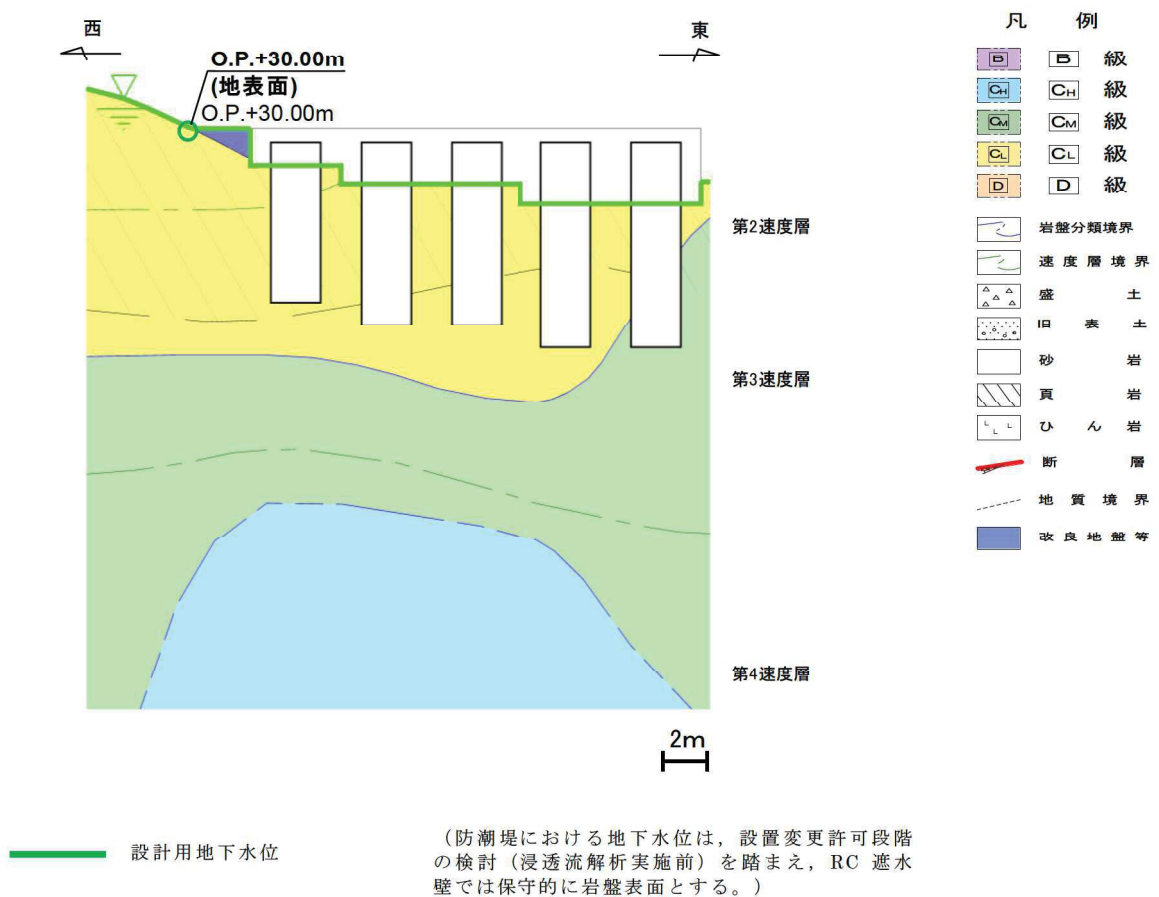


図 3.3-45(7) 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の設計用地下水位(RC 遮水壁)

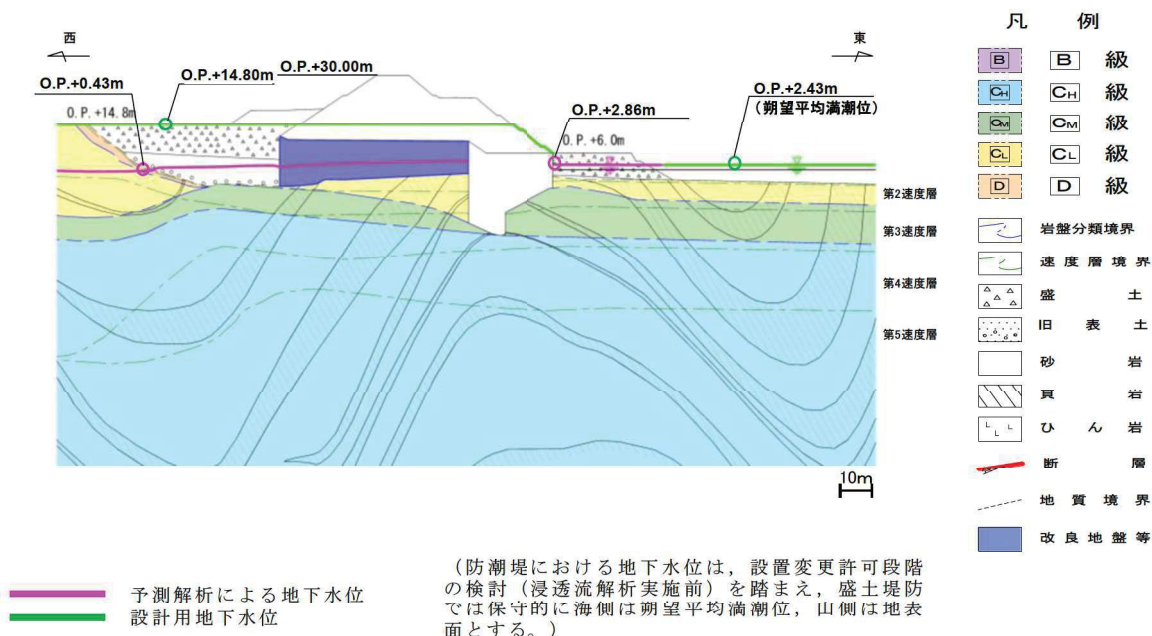


図 3.3-45(8) 防潮堤(盛土堤防)の設計用地下水位(横断①)

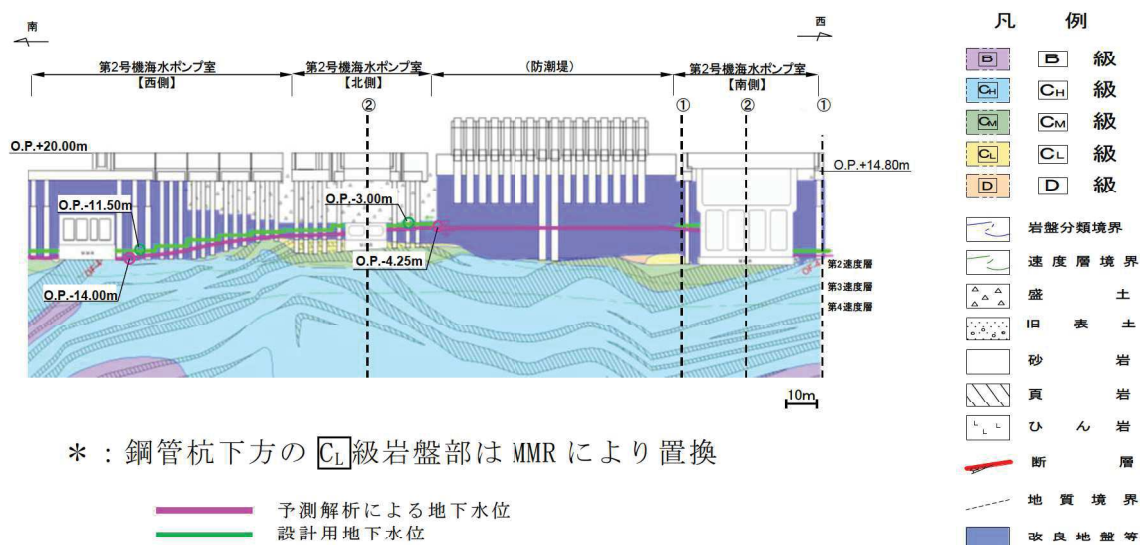
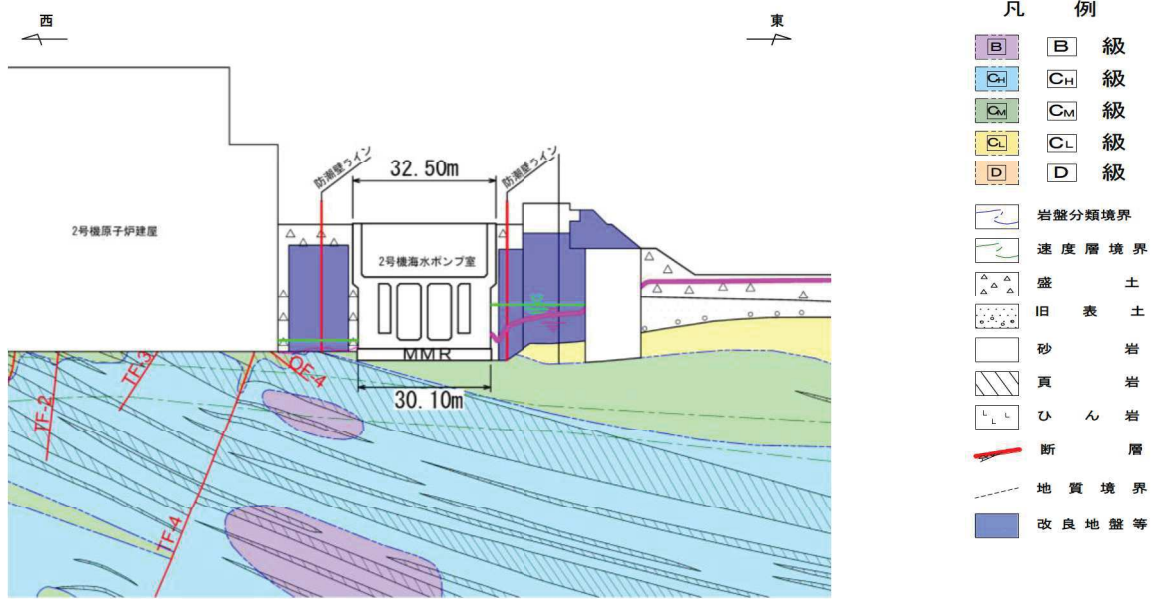


図 3.3-46(1) 防潮壁の設計用地下水位  
(2号機海水ポンプ室) (1/3)

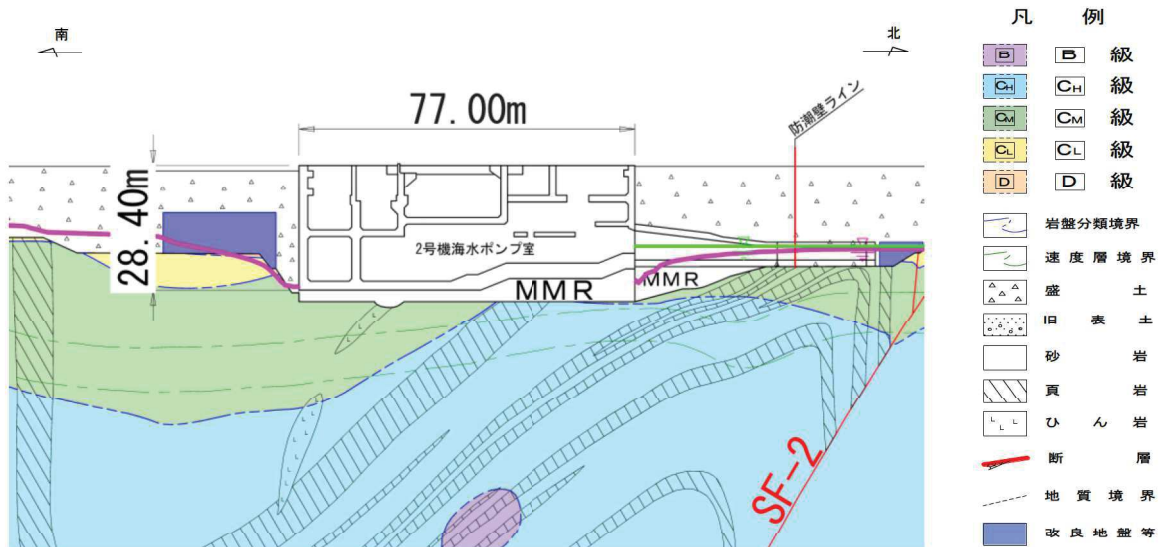


\* : 鋼管杭下方の C<sub>L</sub> 級岩盤部は MMR により置換

予測解析による地下水位  
設計用地下水位

図 3.3-46(2) 防潮壁の設計用地下水位 (2号機海水ポンプ室)

(2号機海水ポンプ室横断方向の地下水位分布 (東西) ①-①) (2/3)

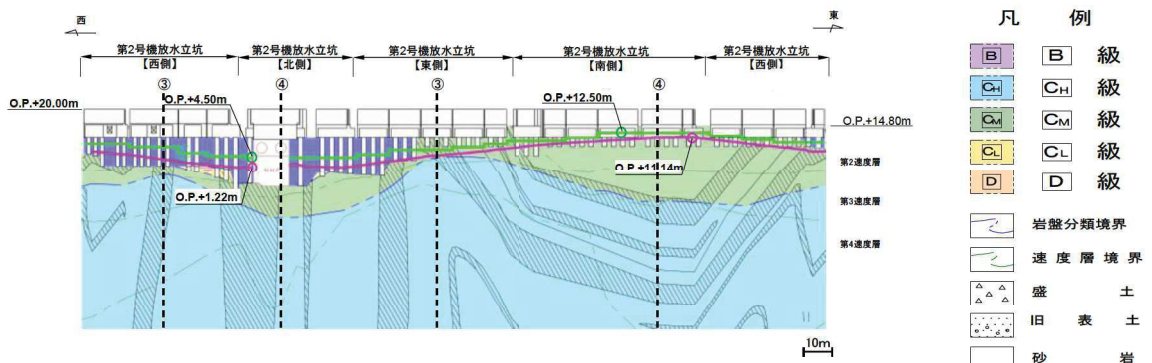


\* : 鋼管杭下方の C<sub>L</sub> 級岩盤部は MMR により置換

予測解析による地下水位  
設計用地下水位

図 3.3-46(3) 防潮壁の設計用地下水位 (2号機海水ポンプ室)

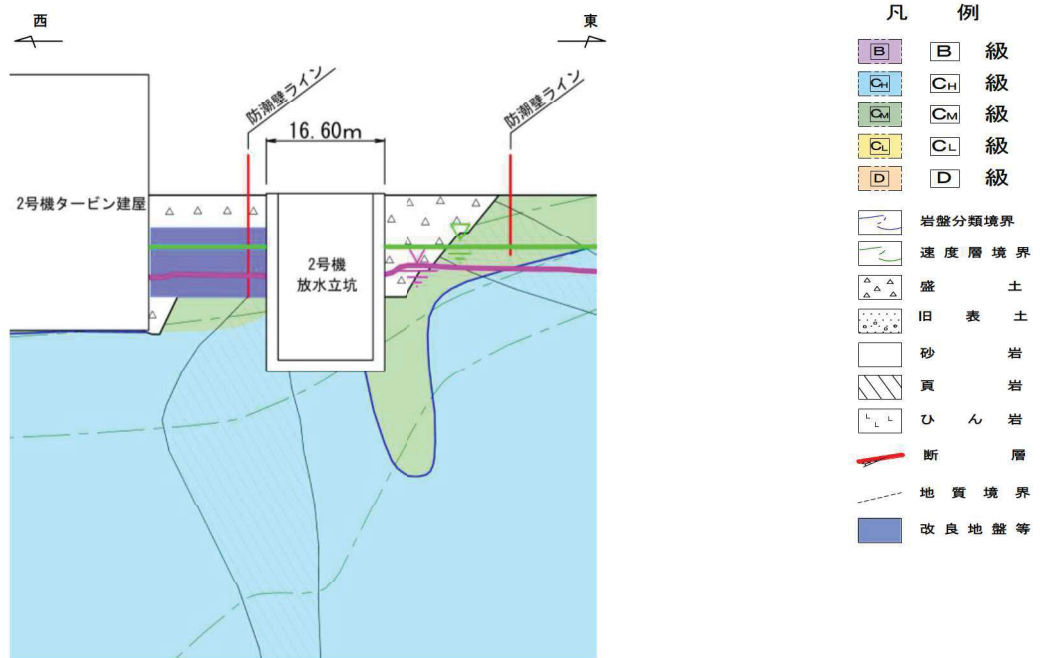
(2号機海水ポンプ室横断方向の地下水位分布 (南北) ②-②) (3/3)



\* : 鋼管杭下方の  $C_L$  級岩盤部は MMR により置換

— 予測解析による地下水位  
 — 設計用地下水位

図 3.3-46(4) 防潮壁の設計用地下水位  
 (2号機放水立坑) (1/3)

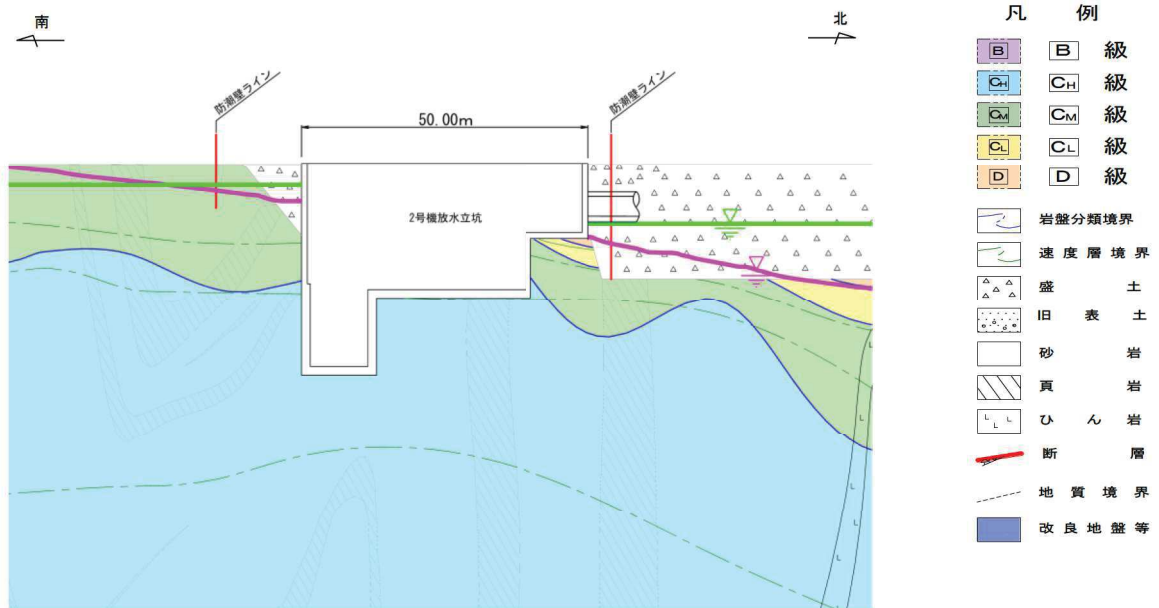


\* : 鋼管杭下方の  $C_L$  級岩盤部は MMR により置換

— 予測解析による地下水位  
 — 設計用地下水位

図 3.3-46(5) 防潮壁の設計用地下水位 (2号機放水立坑)  
 (2号機放水立坑横断方向の地下水位分布 (東西) ③-③) (2/3)



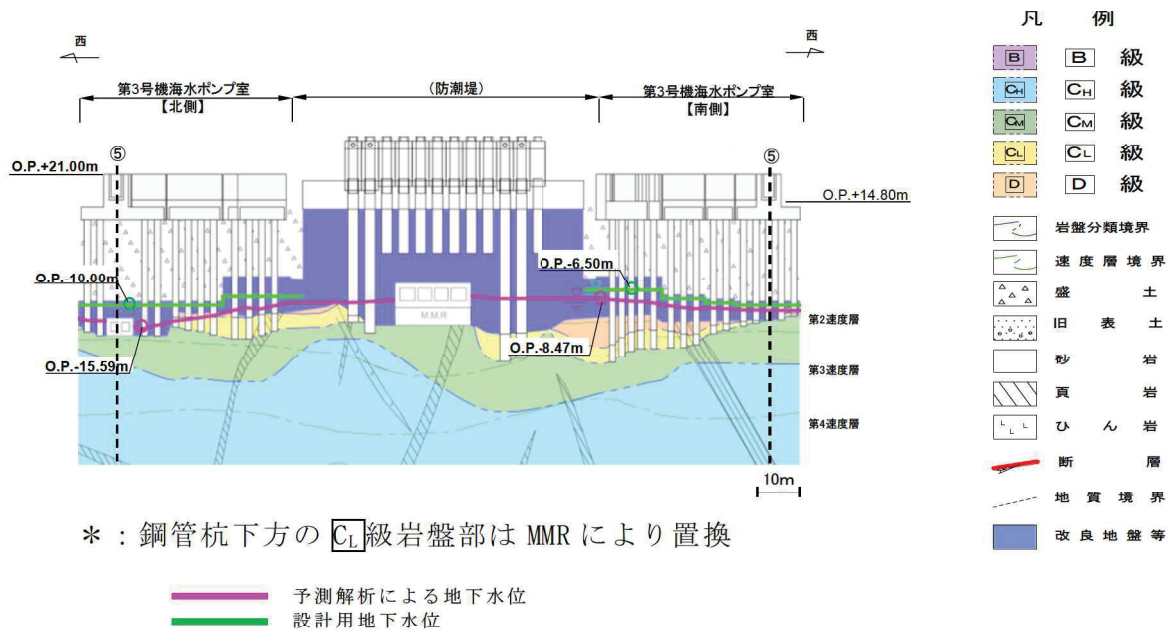


\* : 鋼管杭下方の  $C_L$  級岩盤部は MMR により置換

— 予測解析による地下水位  
— 設計用地下水位

図 3.3-46(6) 防潮壁の設計用地下水位 (2号機放水立坑)

(2号機放水立坑横断方向の地下水位分布 (南北) ④-④) (3/3)

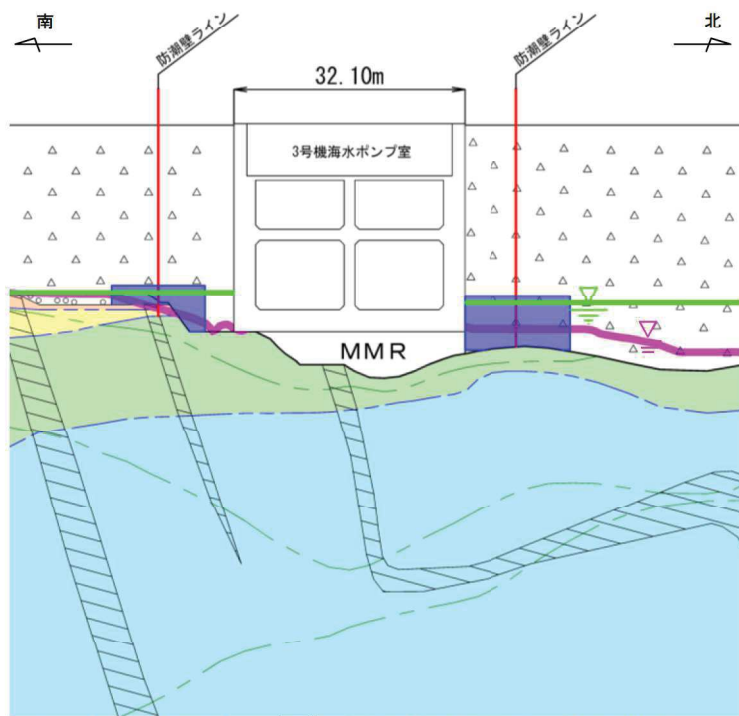


\* : 鋼管杭下方の  $C_L$  級岩盤部は MMR により置換

— 予測解析による地下水位  
— 設計用地下水位

図 3.3-46(7) 防潮壁の設計用地下水位

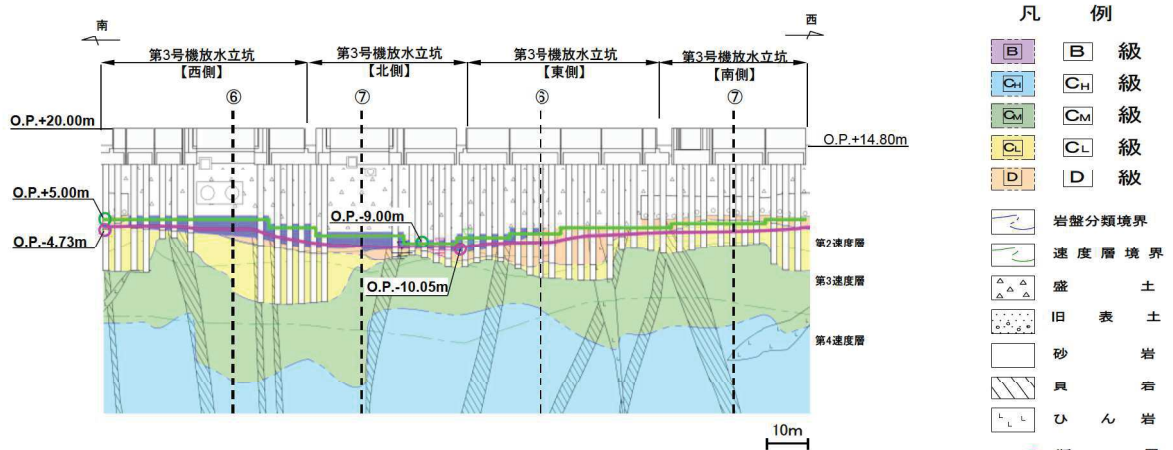
(3号機海水ポンプ室) (1/2)



\* : 鋼管杭下方の C<sub>L</sub>級岩盤部は MMR により置換

— 予測解析による地下水位  
 - - - 設計用地下水位

図 3.3-46(8) 防潮壁の設計用地下水位 (3号機海水ポンプ室)  
 (3号機海水ポンプ室横断方向の地下水位分布 (南北) ⑤-⑤) (2/2)



\* : 鋼管杭下方の C<sub>L</sub>級岩盤部は MMR により置換

— 予測解析による地下水位  
 - - - 設計用地下水位

図 3.3-46(9) 防潮壁の設計用地下水位  
 (3号機放水立坑) (1/3)