

ロ. 土木構造物

土木構造物（地表面に設計用地下水位を設定しているガスタービン発電設備軽油タンク室，防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうちRC壁部及び取放水路流路縮小工は除く）の設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位の比較を表3.3-20に示す。

土木構造物においては，排気筒連絡ダクトにおいて，設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位との差分（断面平均）が相対的に大きくなっている。これは，排気筒連絡ダクトは原子炉建屋付近から山側（西側）へ延長する線状構造物であり，原子炉建屋付近では盛土・旧表土が分布することと原子炉建屋下に設置されるドレーン（鋼管）の効果により解析水位が大きく下がる一方，山側（西側）に向かつては岩盤が高くなり解析境界水位（地表面）に近づいていくが，設計用地下水位は縦断方向に階段状に設定していることによるものであり，原子炉建屋近傍の土砂部における横断面（①～③）において設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位との差分が顕著となっている。

表3.3-20 (1) 土木構造物における設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位の比較

施設名称		設計用地下水位	設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位との差分* (断面平均)	備考
原子炉機器 冷却海水 配管ダクト	横断	O. P. -10.50m～ O. P. -3.50m	-9.0m	
排気筒連絡 ダクト	縦断	O. P. +5.73m～ O. P. +14.80m	-10.9m	
	横断 (断面①)	O. P. +5.73m	-25.9m	
	横断 (断面②)	O. P. +5.80m	-24.7m	
	横断 (断面③)	O. P. + 5.80m	-23.1m	
	横断 (断面⑤)	O. P. +8.19m～ O. P. +9.00m	-8.9m	
	横断 (断面⑦)	O. P. +10.10m～ O. P. +12.00m	-1.8m	
軽油タンク連絡ダクト		O. P. -3.00m～ O. P. +3.00m	-7.0m	
取水路	縦断	O. P. -4.53m～ O. P. +2.43m	-2.1m	
	横断 (標準部①)	O. P. +2.43m	0.2m	朔望平均満潮位
	横断 (標準部②)	O. P. +2.43m	-1.0m	朔望平均満潮位
	横断 (標準部③ (防潮堤横断部))	O. P. +2.43m	-5.5m	朔望平均満潮位
	横断 (標準部④ (防潮堤横断部))	O. P. -1.00m	-2.5m	
	曲がり部 南北	O. P. -1.01m	-4.4m	

注記* : 設計用地下水位-仮想豪雨を与えた解析水位

表3.3-20 (2) 土木構造物における設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位の比較

施設名称		設計用 地下水位	設計用地下水位と 仮想豪雨を与えた解 析水位との差分* (断面平均)	備考
取水路	曲がり部 東西	0. P. -1. 03m～ 0. P. +2. 43m	-4. 7m	
	漸拡部 東西	0. P. -4. 53m～ 0. P. +2. 43m	-5. 7m	
海水 ポンプ室	縦断	0. P. -8. 50m～ 0. P. +14. 00m	-6. 7m	
	横断	0. P. -8. 50m～ 0. P. +2. 43m	-3. 9m	
軽油 タンク室	南北	0. P. -3. 00m	-12. 3m	
	東西	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	-4. 6m	
軽油 タンク室 (H)	南北	0. P. -3. 00m	-6. 8m	
	東西	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	-4. 6m	
取水口 (貯留堰)	南北 (標準部)	0. P. +2. 43m	-0. 8m	朔望平均 満潮位
	南北 (漸縮部)	0. P. +2. 43m	-0. 8m	朔望平均 満潮位
復水貯蔵 タンク基礎	南北	0. P. -3. 00m	-12. 3m	
	東西	0. P. -3. 00m ～0. P. +3. 00m	-7. 0m	

注記*：設計用地下水位-仮想豪雨を与えた解析水位

表3.3-20 (3) 土木構造物における設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位の比較

施設名称		設計用 地下水位	設計用地下水位と 仮想豪雨を与えた解 析水位との差分* (断面平均)	備考
防潮堤 (鋼管式鉛 直壁)	横断 (岩盤部①)	0. P. +3. 50m～ 0. P. +19. 50m	0. 8m	
	横断 (岩盤部②)	0. P. +6. 00m～ 0. P. +18. 00m	-3. 2m	
	横断 (一般部①)	0. P. +2. 43m	-13. 4m	
	横断 (一般部②)	0. P. +2. 43m	-4. 7m	
	横断 (一般部③)	0. P. +2. 43m	-8. 7m	
防潮堤 (盛土堤防)	横断①	0. P. +2. 43m～ 0. P. +14. 80m	-20. 6m	
	横断②	0. P. +2. 43m～ 0. P. +14. 80m	-17. 6m	
防潮壁	第2号機 海水ポンプ室	0. P. -11. 50m～ 0. P. -3. 00m	-1. 6m	
	第2号機 放水立坑	0. P. +4. 50m～ 0. P. +12. 50m	-8. 3m	
	第3号機 海水ポンプ室	0. P. -10. 00m～ 0. P. -6. 50m	-2. 2m	
	第3号機 放水立坑	0. P. -9. 00m～ 0. P. +5. 00m	-2. 8m	

注記* : 設計用地下水位-仮想豪雨を与えた解析水位

表3.3-20 (4) 土木構造物における設計用地下水位と仮想豪雨を与えた解析水位の比較

施設名称		設計用 地下水位	設計用地下水位と 降雨を考慮した 解析水位との差分* (断面平均)	備考
第3号機 海水ポンプ室	縦断	O.P. -12.00m～ O.P. +2.43m	-4.1m	
	横断	O.P. -12.00m～ O.P. -2.51m	-8.2m	
揚水井戸(第3号 機海水ポンプ室防 潮壁区画内)	南北	O.P. -12.50m～ O.P. -7.00m	-1.1m	
	東西	O.P. -12.50m～ O.P. -4.50m	-2.2m	
第3号機補機冷却海水系 放水ピット		O.P. -14.00m～ O.P. -5.00m	-3.1m	
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)		O.P. +6.00m～ O.P. +18.00m	-3.2m	

注記* : 設計用地下水位-降雨を考慮した解析水位

(8) 水位が低い場合の影響確認

a. 概要

防潮堤沈下対策等の影響を考慮した設計用地下水位は、液状化検討対象施設を幅広く抽出するために、水位が高めに算出されるような解析条件のもと実施する予測解析により、平常的な水位より高くなる。

設計用地下水位の設定方針に示したとおり、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を確認するため、ここでは三次元浸透流解析により将来の平常的な水位を予測し、設計用地下水位との差を確認する。

解析は、観測水位との比較のために作成した広域モデルをベースに、将来的な安全対策工事を踏まえた設備構成等を組込んだ「平常水位予測モデル」を作成し、既往の観測記録に基づく平均的な降雨条件を付与した定常解析により解析水位の分布を確認する。

b. 解析条件

平常水位予測モデルの概要を表 3.3-21 に示す。

表 3.3-21 平常水位予測モデルの概要

項目	【参考】広域モデル	平常水位予測モデル
1a. 目的	・モデル化の妥当性を確認すること (観測結果の再現性を確保)	・工事完了後に想定される実際の水位(設計用地下水位より低い水位)を推定すること
1b. アウトプットの活用	－(モデル検証のみ)	・耐震設計(水位が低い場合の影響検討)において参考情報として確認
2. 解析コード	・GETFLOWS Ver.6.64.0.2	
3a. 解析領域	・分水嶺を山側境界とし水位評価モデルを包絡する範囲 	
3b. 格子数	・平面格子数: 約 33.4 万 ・総格子数: 約 1600 万 ・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)	
4. 解析種別	・非定常解析	・定常解析
5a. 降雨条件	・以下の検証期間の降雨実績 検証期間 1: 2006-2007 年 検証期間 2: 2013-2014 年	・平均的な降雨条件を定常的に付与 3.57mm/日 (2001-2018 年の日平均)
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	・定常状態: ハーモン法*1 ・非定常状態: 熱収支法*2	
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	・既設及び新設の全範囲を管路として考慮
7. 境界条件	・実態に則した設定 ー山側: 閉境界 ー海側: 平均潮位に水位固定 ードレーン: ドレーン計画高に水位固定	
8. 透水係数	・試験平均値	
9. 有効間隙率	・文献値*3	
10. 粗度係数	・文献値*4	
11. 機能喪失状態	・考慮しない(施設の全範囲を有効)	

注記*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

注記*2: 検証期間における敷地内の気温, 風速, 日射時間等を参照する

注記*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

注記*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

注) ■は目的に対して妥当な評価とするために広域モデルより変更している条件

■は目的に対して妥当な評価とするために広域モデルを踏襲している条件

c. 解析結果

(a) 建物・構築物

建物・構築物の設計用揚圧力と平常時水位の比較を、表3.3-22及び図3.3-60～図3.3-64に示す。

表 3.3-22 建物・構築物*¹における設計用地下水位と平常時水位の比較

施設名称	設計用揚圧力	設計用地下水位と平常時水位との比較* ² (断面平均)	備考
原子炉建屋 (基礎底面O. P. -14. 1m)	29. 4kN/m ²	基礎版底面位置よりも水位が低い* ³	
制御建屋 (基礎底面O. P. -1. 5m)	4. 9kN/m ²	基礎版底面位置よりも水位が低い* ³	
第3号機 海水熱交換器建屋 (基礎底面O. P. -12. 5m～ O. P. -16. 25m)	14. 7kN/m ²	基礎版底面位置よりも水位が低い* ³	

注記*1：排気筒は設計用地下水位を地表面に設定することから本表には記載していない。

注記*2：設計用揚圧力-平常時水位

注記*3：底面位置よりも平均揚圧力が小さいことから、水位が低い場合の影響評価においては基礎版に作用する揚圧力を考慮しない。

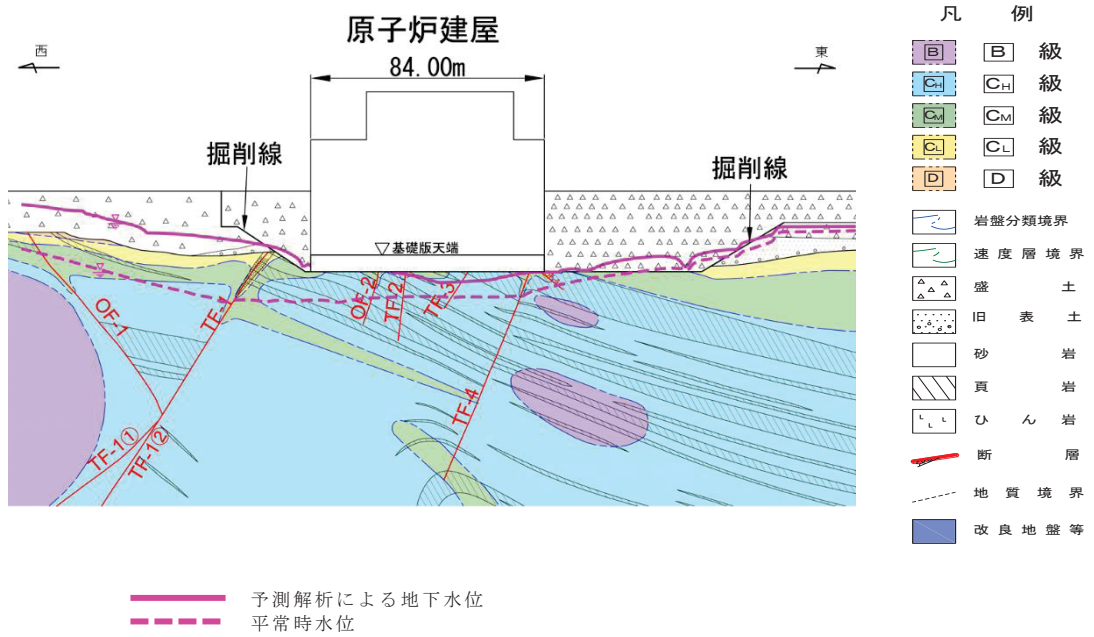


図 3.3-60 原子炉建屋における平常時水位分布(東西)

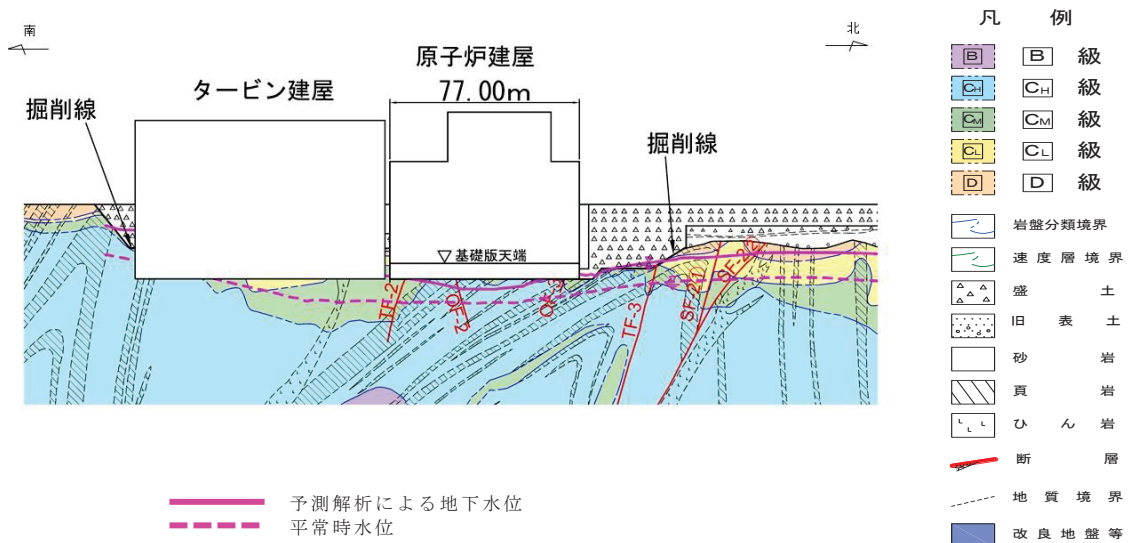


図 3.3-61 原子炉建屋における平常時水位分布(南北)

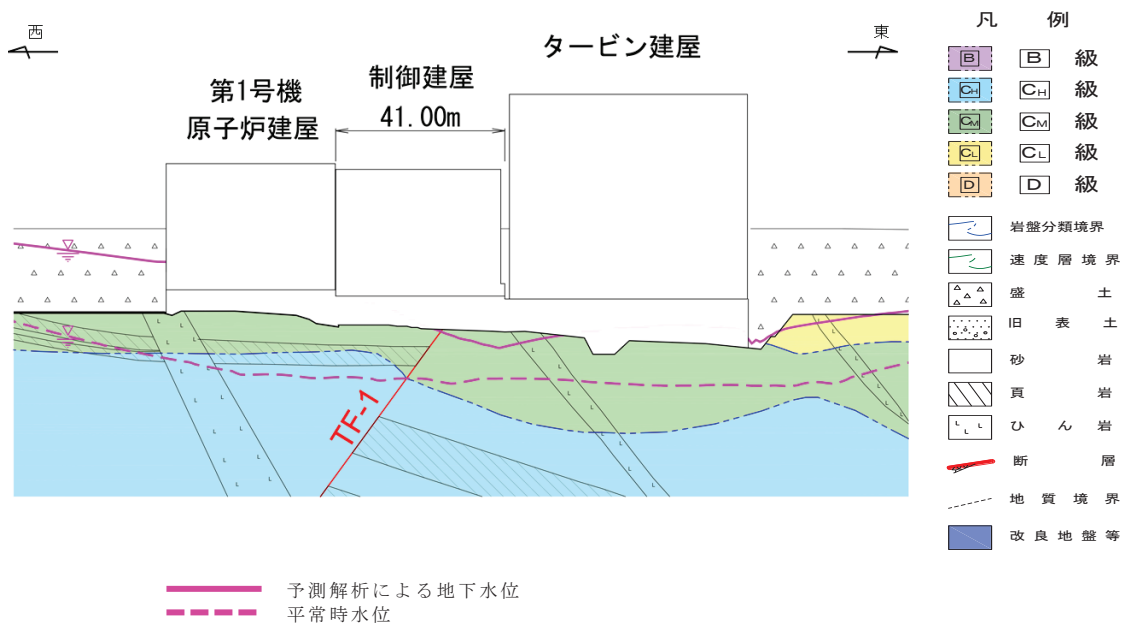


図 3.3-62 制御建屋における平常時水位分布

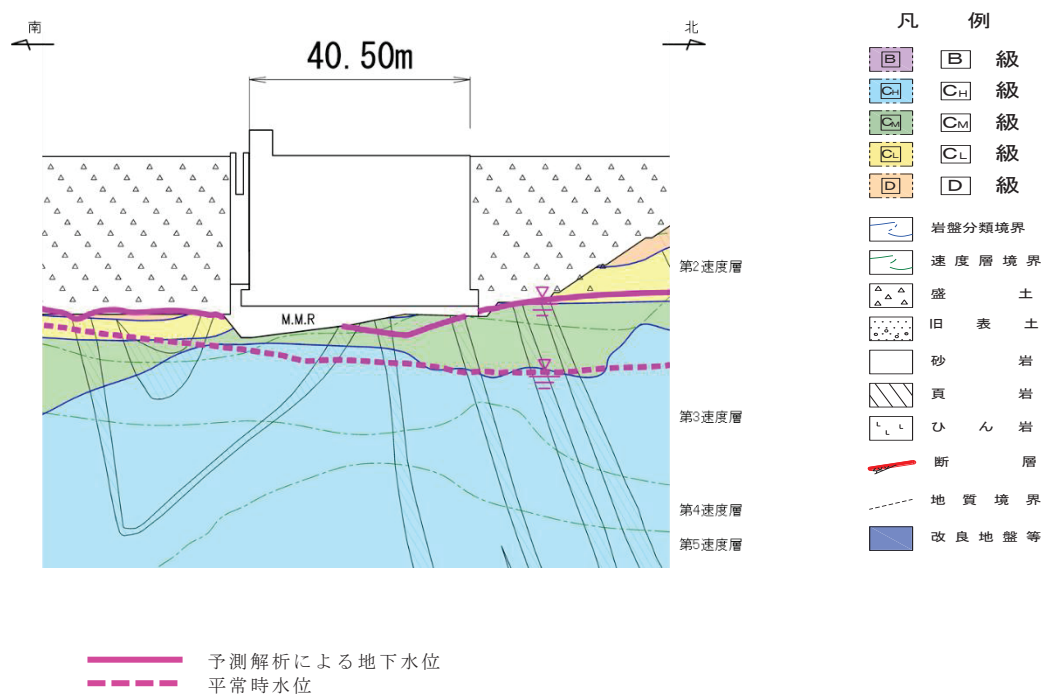


図 3.3-63 第3号機海水熱交換器建屋における平常時水位分布

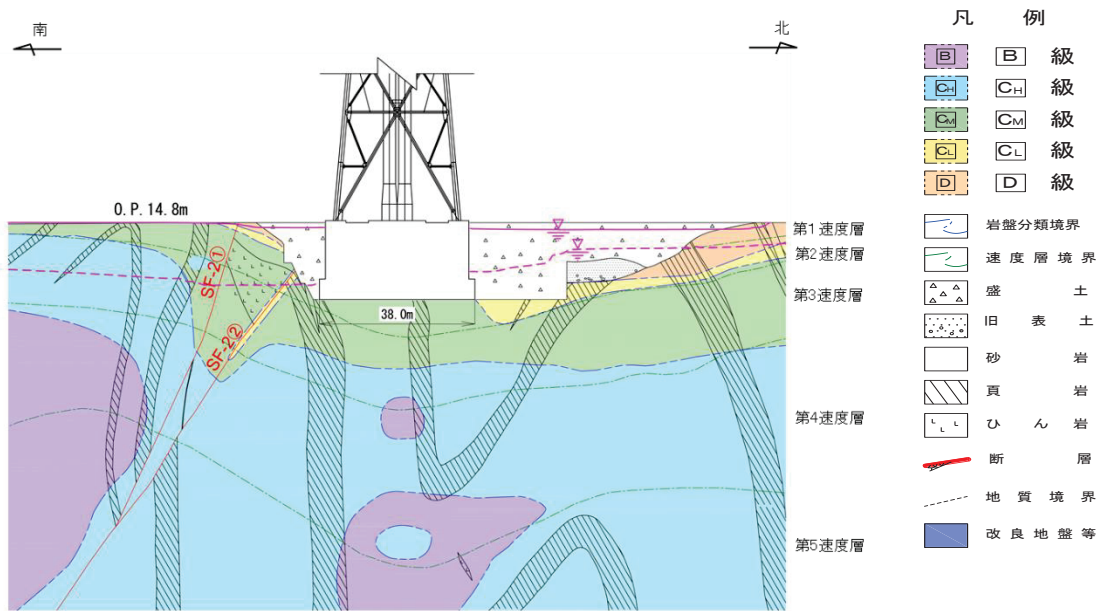


図 3. 3-64 排気筒周辺における平常時水位分布(参考)

(b) 土木構造物

土木構造物の設計用地下水位と平常時水位の比較を表3.3-23及び図3.3-65～図3.3-77に示す。（地表面に設計用地下水位を設定しているガスタービン発電設備軽油タンク室，防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうちRC壁部，取放水路流路縮小工，屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）は除く。）

表3.3-23 (1) 土木構造物における設計用地下水位と平常時水位の比較

施設名称		設計用地下水位	設計用地下水位と平常時水位との差分* (断面平均)	備考
原子炉機器冷却海水配管ダクト	横断	O. P. -10.50m～ O. P. -3.50m	-11.4m	
排気筒連絡ダクト	縦断	O. P. +5.73m～ O. P. +14.80m	-22.5m	
	横断 (断面①)	O. P. +5.73m	-28.3m	
	横断 (断面②)	O. P. +5.80m	-27.9m	
	横断 (断面③)	O. P. + 5.80m	-27.2m	
	横断 (断面⑤)	O. P. +8.19m～ O. P. +9.00m	-22.0m	
	横断 (断面⑦)	O. P. +10.10m～ O. P. +12.00m	-17.4m	
軽油タンク連絡ダクト		O. P. -3.00m～ O. P. +3.00m	-11.8m	
取水路	縦断	O. P. -4.53m～ O. P. +2.43m	-4.3m	
	横断 (標準部①)	O. P. +2.43m	-1.7m	朔望平均満潮位
	横断 (標準部②)	O. P. +2.43m	-2.9m	朔望平均満潮位
	横断 (標準部③ (防潮堤横断部))	O. P. +2.43m	-7.6m	朔望平均満潮位
	横断 (標準部④ (防潮堤横断部))	O. P. -1.00m	-4.9m	
	曲がり部 南北	O. P. -1.01m	-7.4m	

注記*：設計用地下水位-平常時水位

表3.3-23 (2) 土木構造物における設計用地下水位と平常時水位の比較

施設名称		設計用 地下水位	設計用地下水位と 平常時水位との差分 * (断面平均)	備考
取水路	曲がり部 東西	0. P. -1. 03m～ 0. P. +2. 43m	-8. 3m	
	漸拡部 東西	0. P. -4. 53m～ 0. P. +2. 43m	-7. 6m	
海水 ポンプ室	縦断	0. P. -8. 50m～ 0. P. +14. 00m	-11. 2m	
	横断	0. P. -8. 50m～ 0. P. +2. 43m	-5. 8m	
軽油 タンク室	南北	0. P. -3. 00m	-15. 1m	
	東西	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	-11. 0m	
軽油 タンク室 (H)	南北	0. P. -3. 00m	-12. 2m	
	東西	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	-11. 0m	
取水口 (貯留堰)	南北 (標準部)	0. P. +2. 43m	-1. 0m	朔望平均 満潮位
	南北 (漸縮部)	0. P. +2. 43m	-1. 4m	朔望平均 満潮位
復水貯蔵 タンク基礎	南北	0. P. -3. 00m	-15. 1m	
	東西	0. P. -3. 00m ～0. P. +3. 00m	-11. 8m	

注記* : 設計用地下水位-平常時水位

表3.3-23 (3) 土木構造物における設計用地下水位と平常時水位の比較

施設名称		設計用 地下水位	設計用地下水位と 平常時水位との差分 * (断面平均)	備考
防潮堤 (鋼管式鉛 直壁)	横断 (岩盤部①)	0. P. +3. 50m～ 0. P. +19. 50m	-7. 2m	
	横断 (岩盤部②)	0. P. +6. 00m～ 0. P. +18. 00m	-13. 7m	
	横断 (一般部①)	0. P. +2. 43m	-15. 0m	
	横断 (一般部②)	0. P. +2. 43m	-9. 8m	
	横断 (一般部③)	0. P. +2. 43m	-12. 0m	
	横断 (一般部④)	0. P. +2. 43m～ 0. P. +14. 80m	-20. 9m	
防潮堤 (盛土堤防)	横断①	0. P. +2. 43m～ 0. P. +14. 80m	-19. 1m	
防潮壁	第2号機 海水ポンプ室	0. P. -11. 50m～ 0. P. -3. 00m	-5. 1m	
	第2号機 放水立坑	0. P. +4. 50m～ 0. P. +12. 50m	-16. 3m	
	第3号機 海水ポンプ室	0. P. -10. 00m～ 0. P. -6. 50m	-3. 9m	
	第3号機 放水立坑	0. P. -9. 00m～ 0. P. +5. 00m	-7. 5m	

注記* : 設計用地下水位-平常時水位

表3.3-23 (4) 土木構造物における設計用地下水位と降雨を考慮した解析水位の比較

施設名称		設計用 地下水位	設計用地下水位と 平常時水位との差分 * (断面平均)	備考
第3号機 海水ポンプ室	縦断	O.P. -12.00m～ O.P. +2.43m	-6.6m	
	横断	O.P. -12.00m～ O.P. -2.51m	-10.6m	
揚水井戸（第3号 機海水ポンプ室防 潮壁区画内）	南北	O.P. -12.50m～ O.P. -7.00m	-2.6m	
	東西	O.P. -12.50m～ O.P. -4.50m	-3.5m	
第3号機補機冷却海水系 放水ピット		O.P. -14.00m～ O.P. -5.00m	-7.6m	

注記*：設計用地下水位-平常時水位

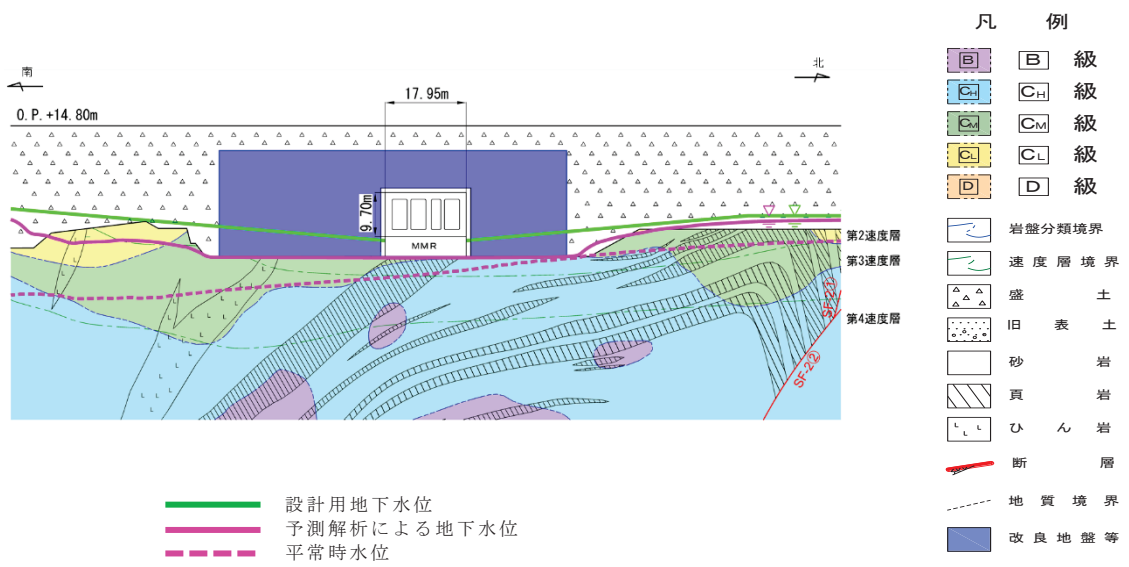


図 3.3-65 原子炉機器冷却海水配管ダクトにおける
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (横断)

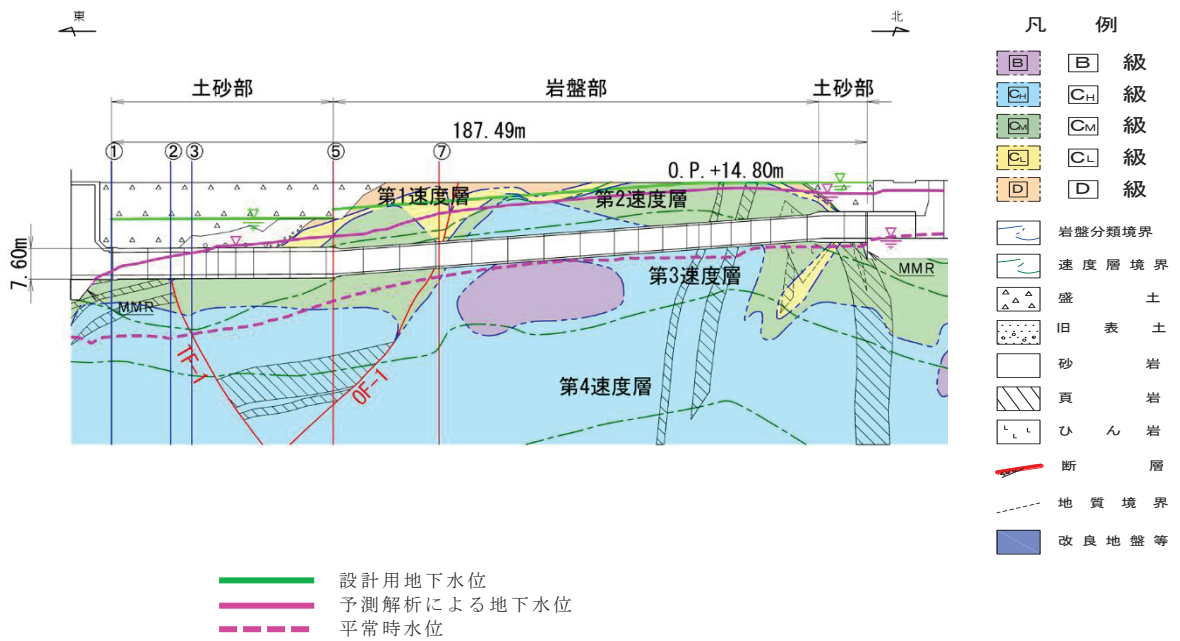
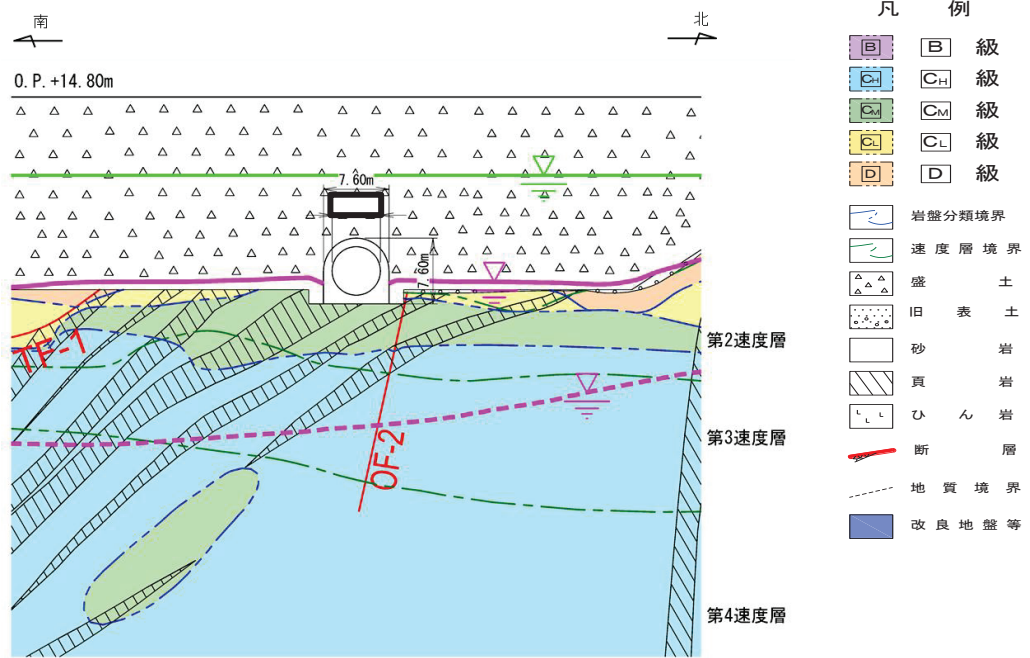
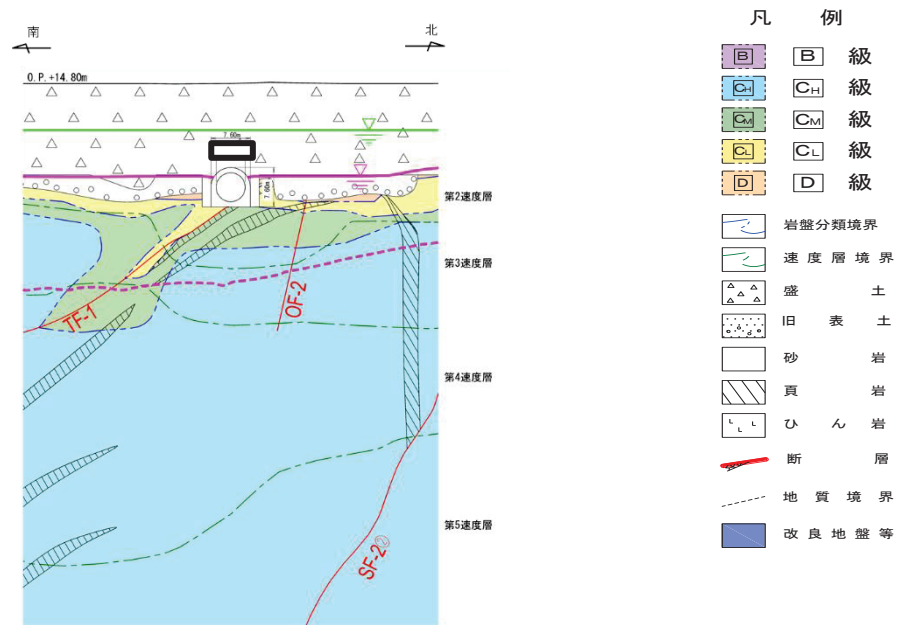


図 3.3-66 (1) 排気筒連絡ダクトにおける
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (縦断)



—— 設計用地下水位
—— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

図 3.3-66 (2) 排気筒連絡ダクトにおける設計用地下水位と平常時水位の比較 (横断(断面①))



—— 設計用地下水位
—— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

図 3.3-66 (3) 排気筒連絡ダクトにおける設計用地下水位と平常時水位の比較 (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。

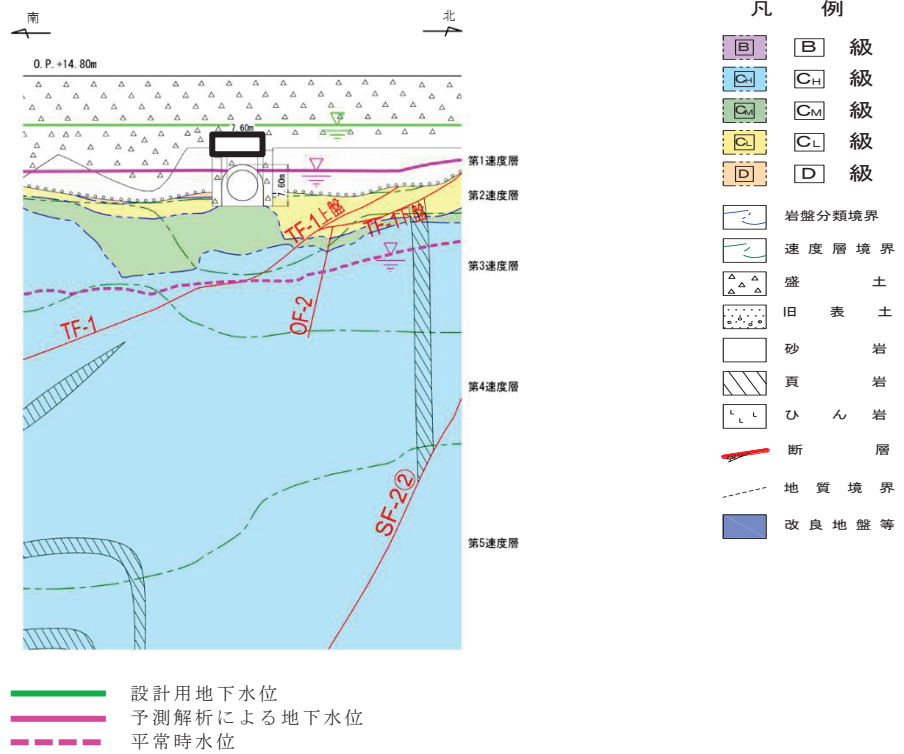


図 3.3-66 (4) 排気筒連絡ダクトにおける
設計用地下水位と平常時水位の比較 (横断(断面③))

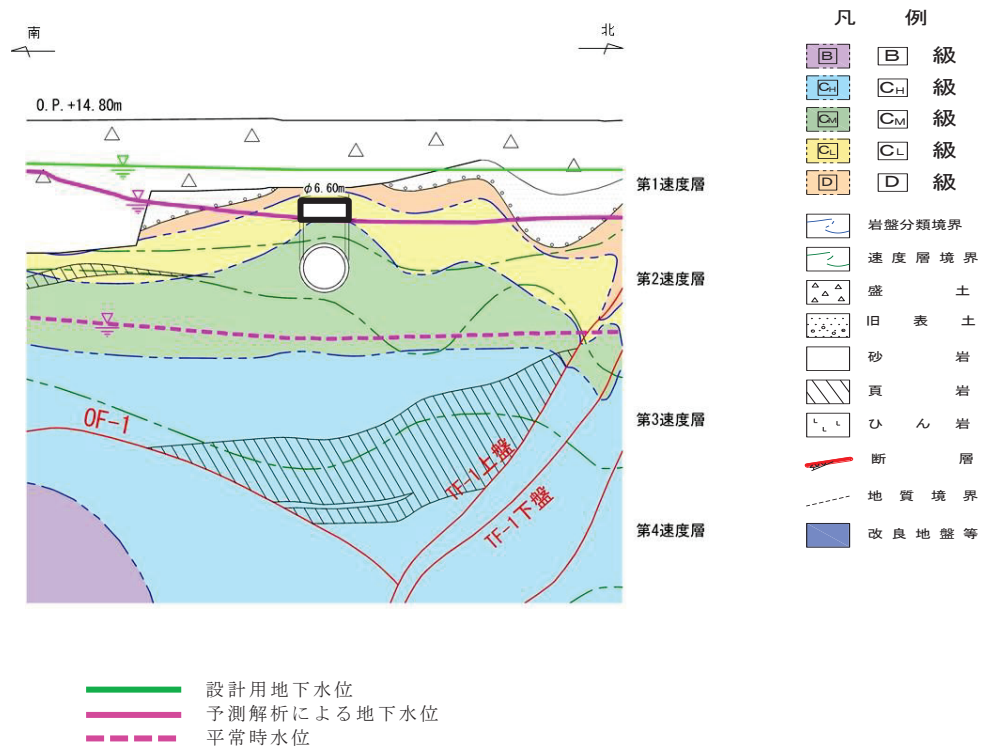
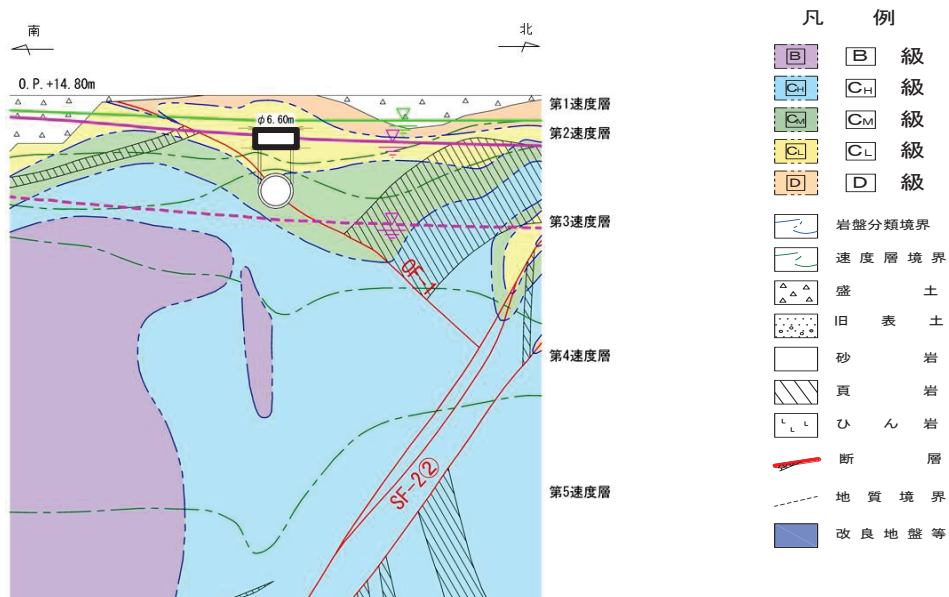


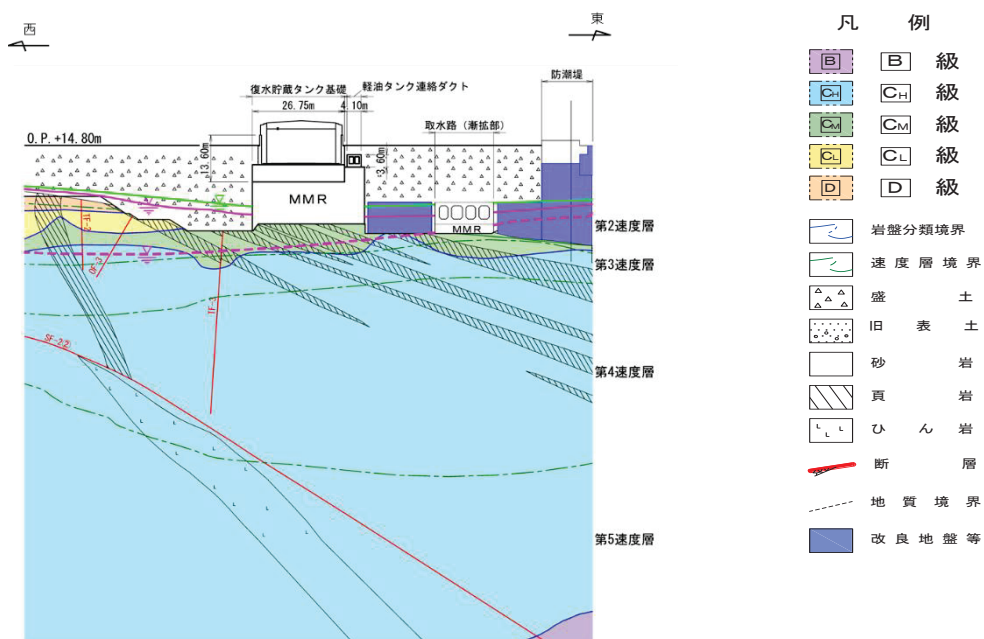
図 3.3-66 (5) 排気筒連絡ダクトにおける
設計用地下水位と平常時水位の比較 (横断(断面⑤))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



—— 設計用地下水位
—— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

図 3.3-66 (6) 排気筒連絡ダクトにおける
設計用地下水位と平常時水位の比較 (横断(断面⑦))



—— 設計用地下水位
—— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

図 3.3-67 軽油タンク連絡ダクトにおける
設計用地下水位と平常時水位の比較 (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。

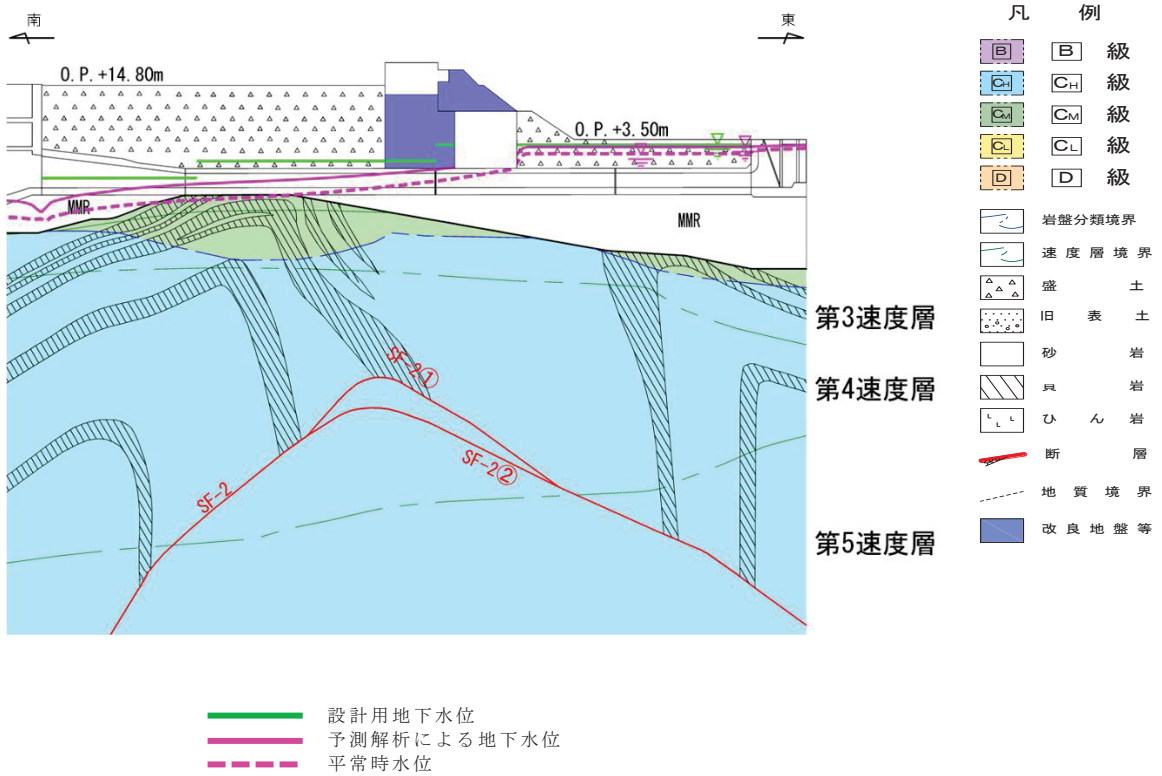


図 3.3-68 (1) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(縦断)

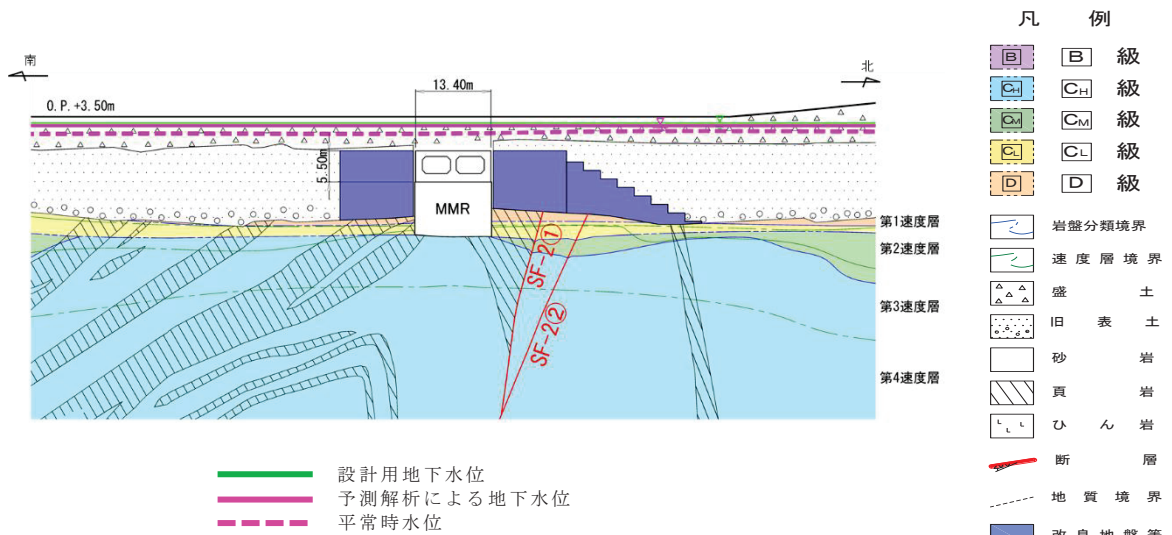


図 3.3-68 (2) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(横断(標準部①))
(改良地盤に囲まれる箇所)

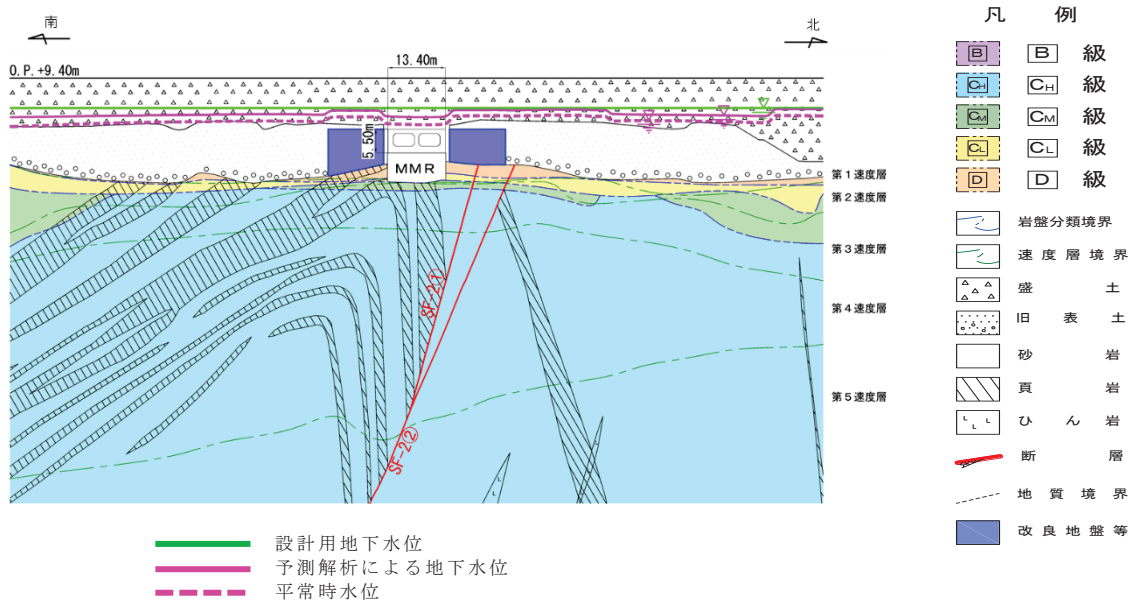


図 3.3-68 (3) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(横断(標準部②))
(改良地盤に囲まれる箇所以外)

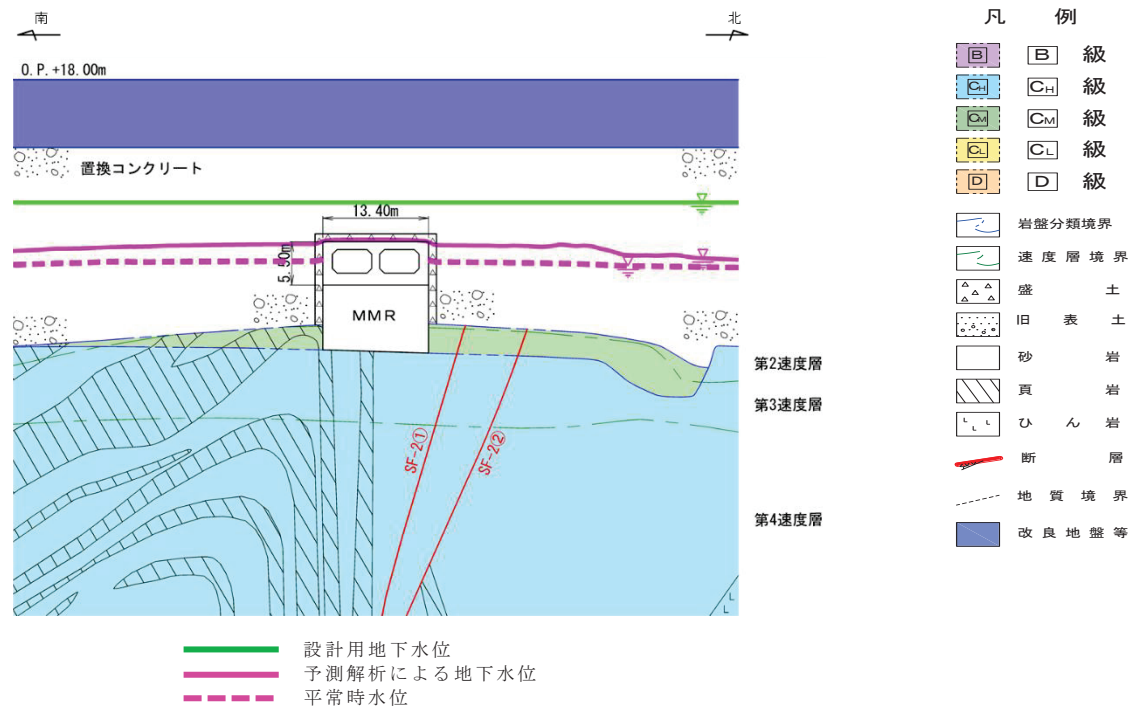


図 3.3-68 (4) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(横断(標準部③))
(防潮堤を横断する箇所(1))

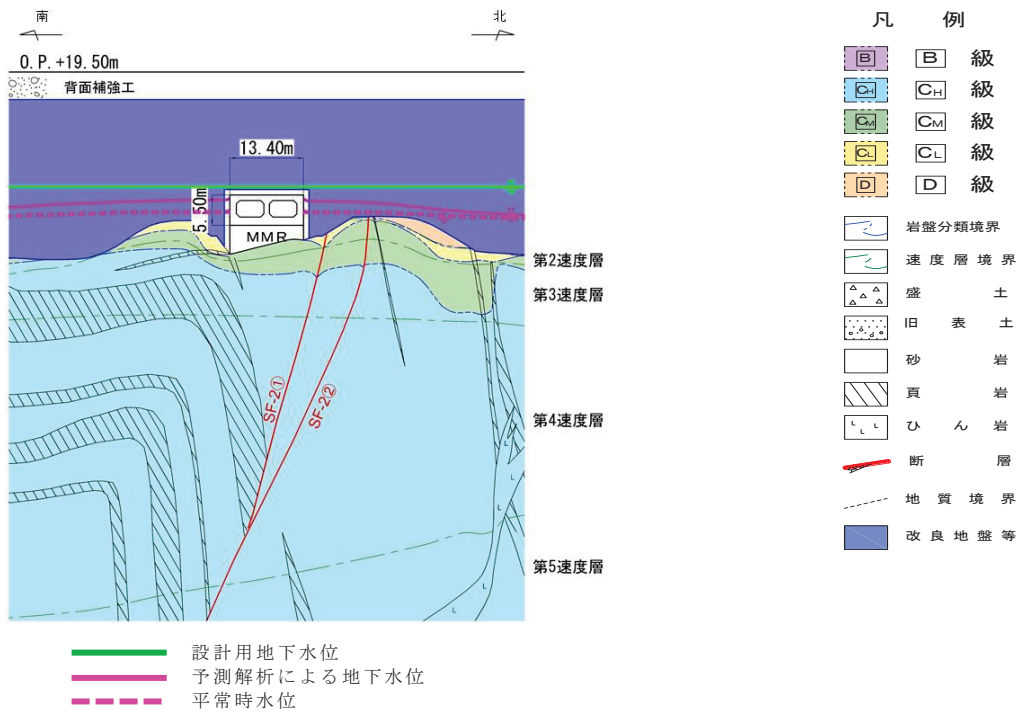


図 3.3-68 (5) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(横断 (標準部④))
(防潮堤を横断する箇所(2))

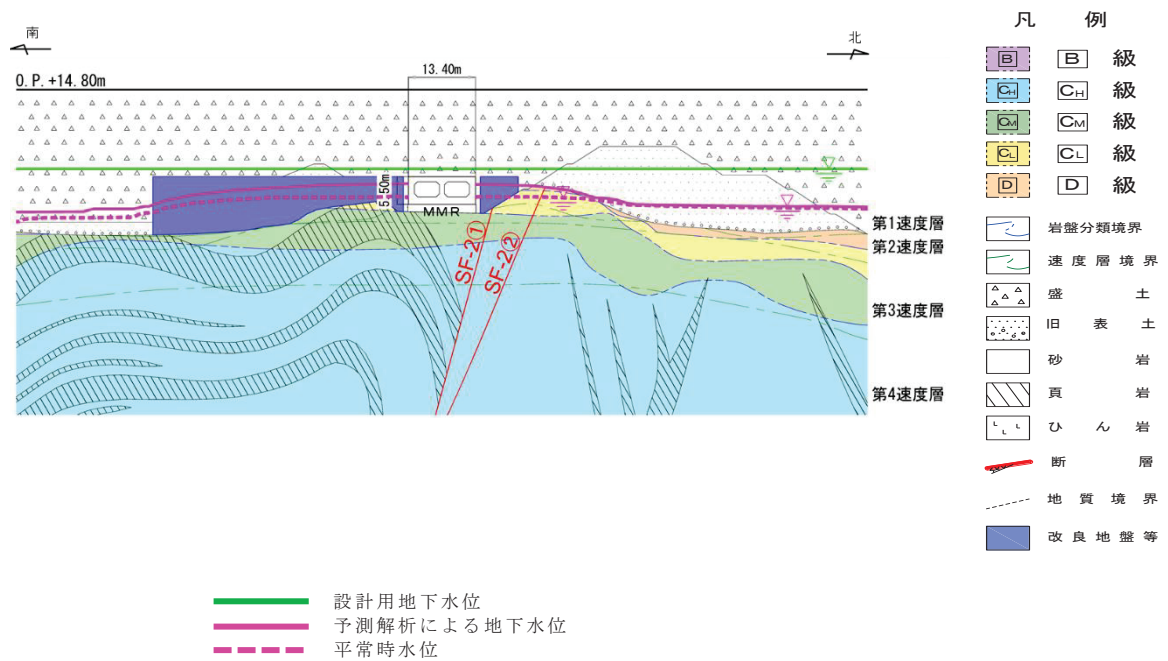


図 3.3-68 (6) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(曲がり部) (南北)

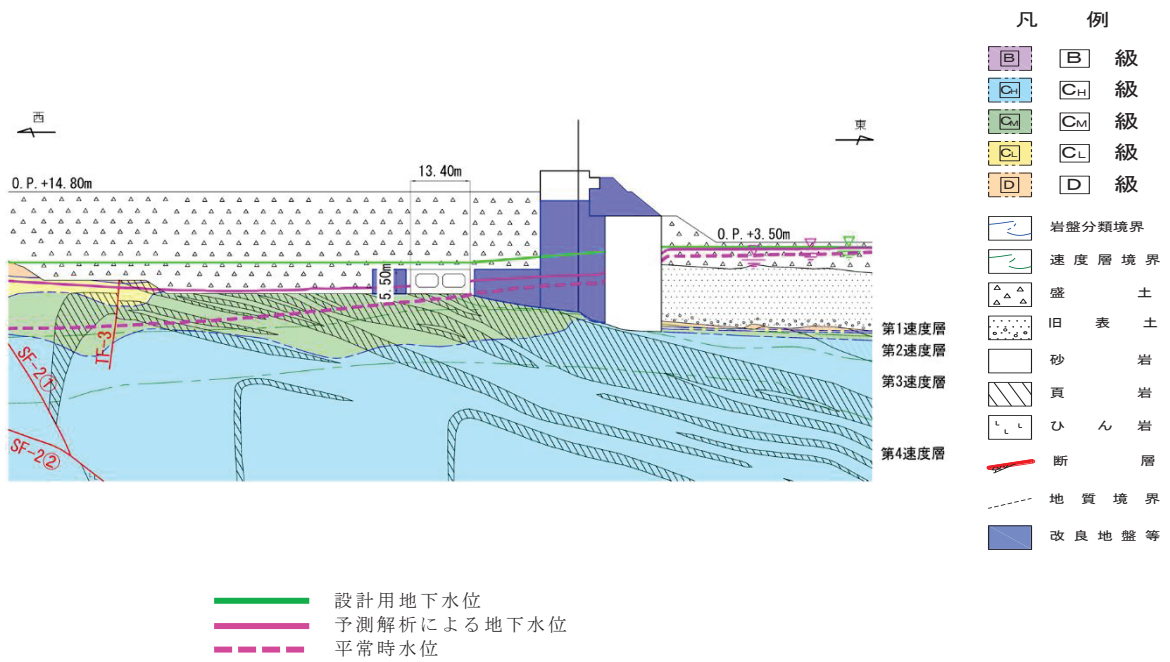


図 3.3-68 (7) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(曲がり部) (東西)

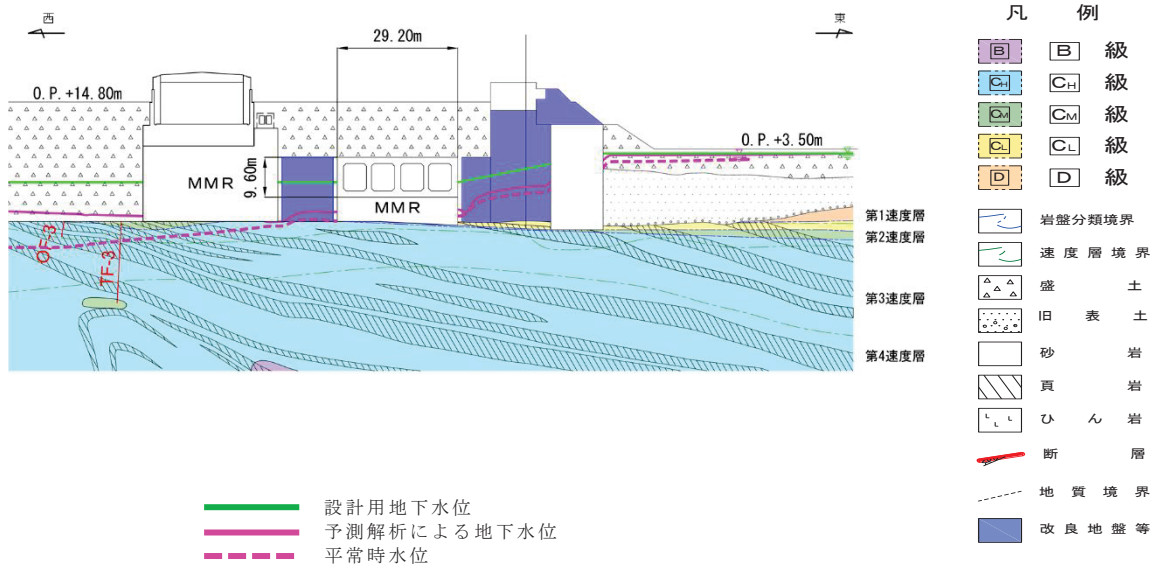


図 3.3-68 (8) 取水路における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(漸拡部) (東西)

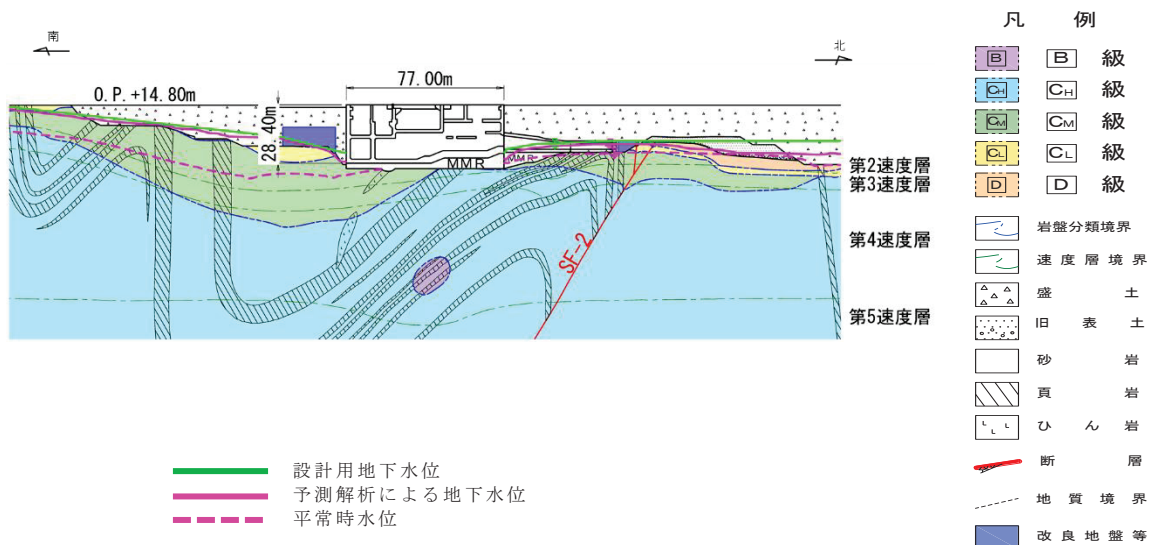


図 3.3-69 (1) 海水ポンプ室における
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (縦断)

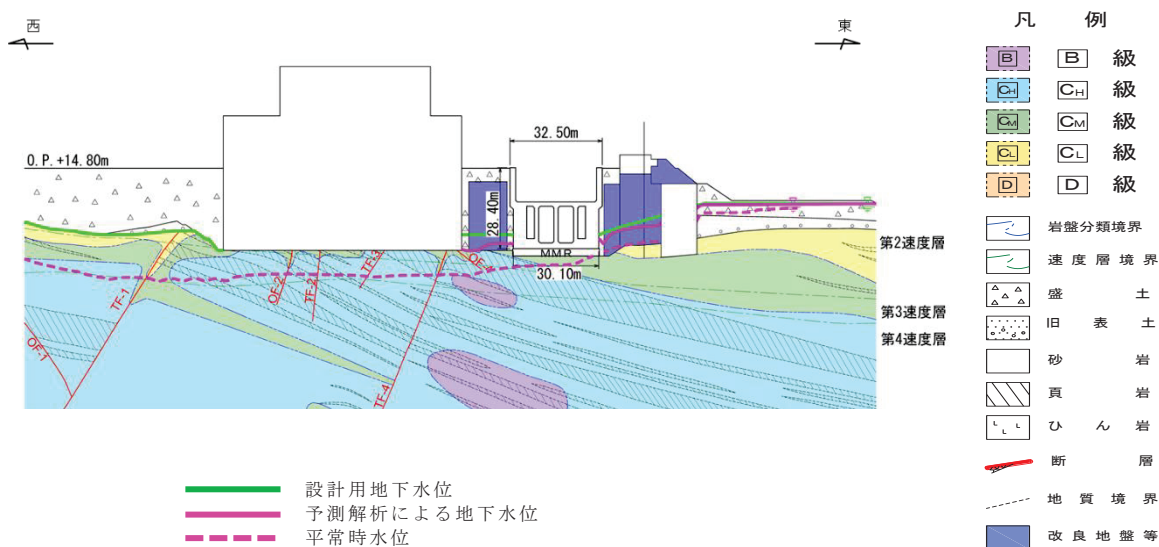


図 3.3-69 (2) 海水ポンプ室における
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (横断)

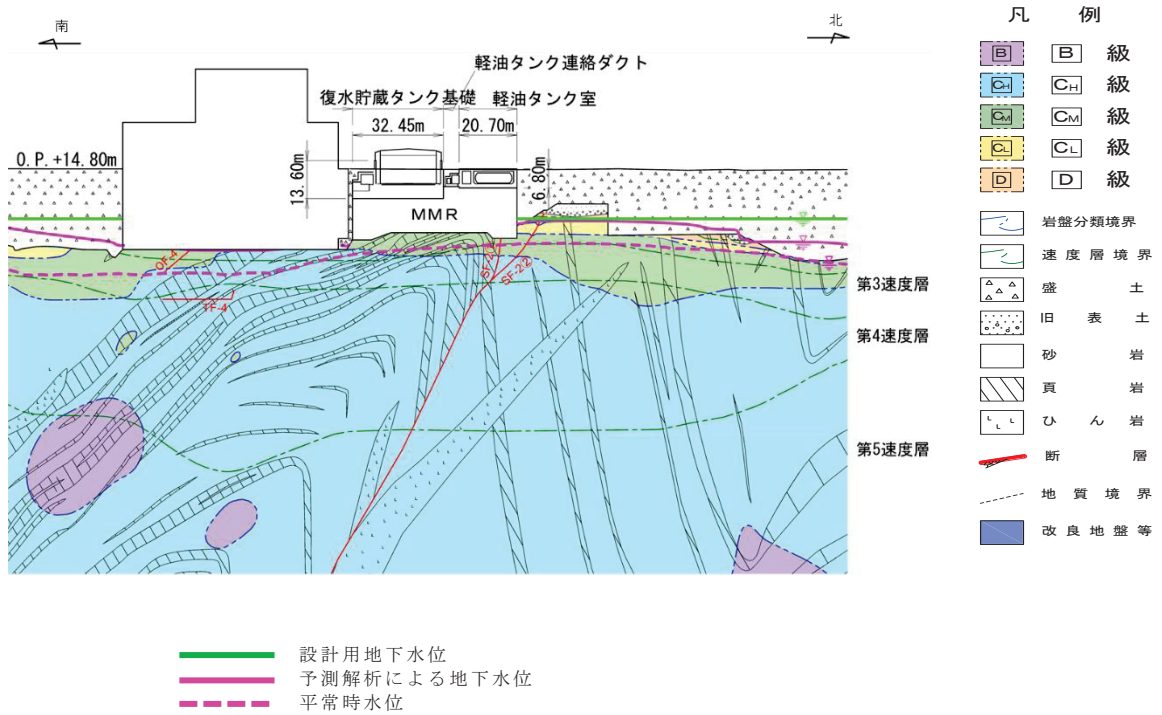


図 3.3-70 軽油タンク室における
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (南北)

(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)

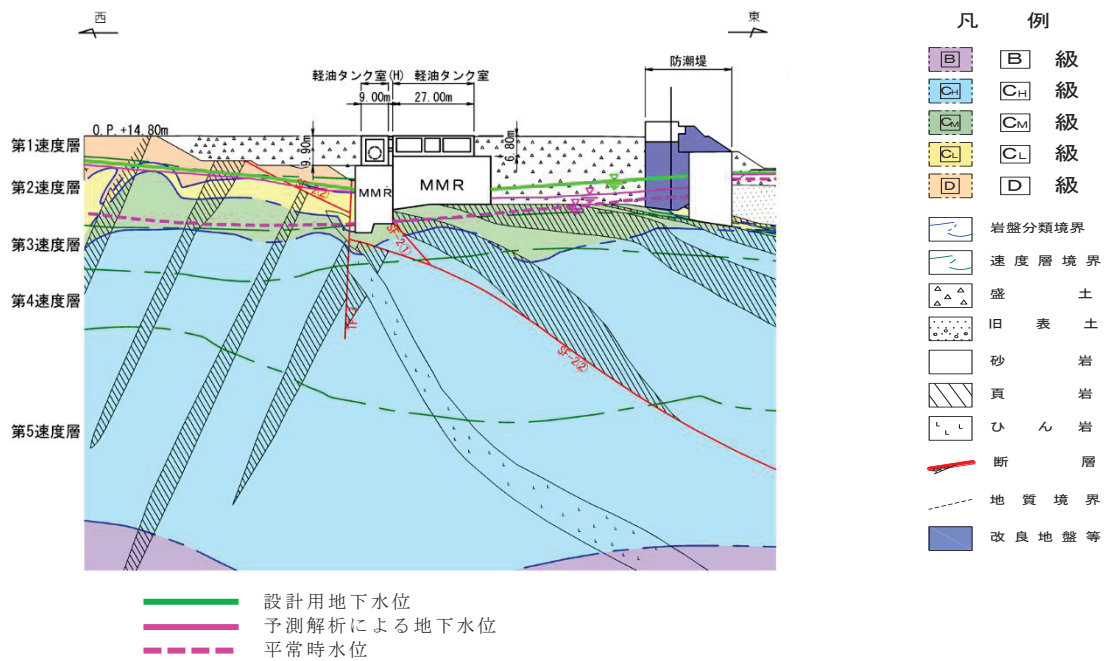


図 3.3-71(1) 軽油タンク室，軽油タンク室 (H) における
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (東西)

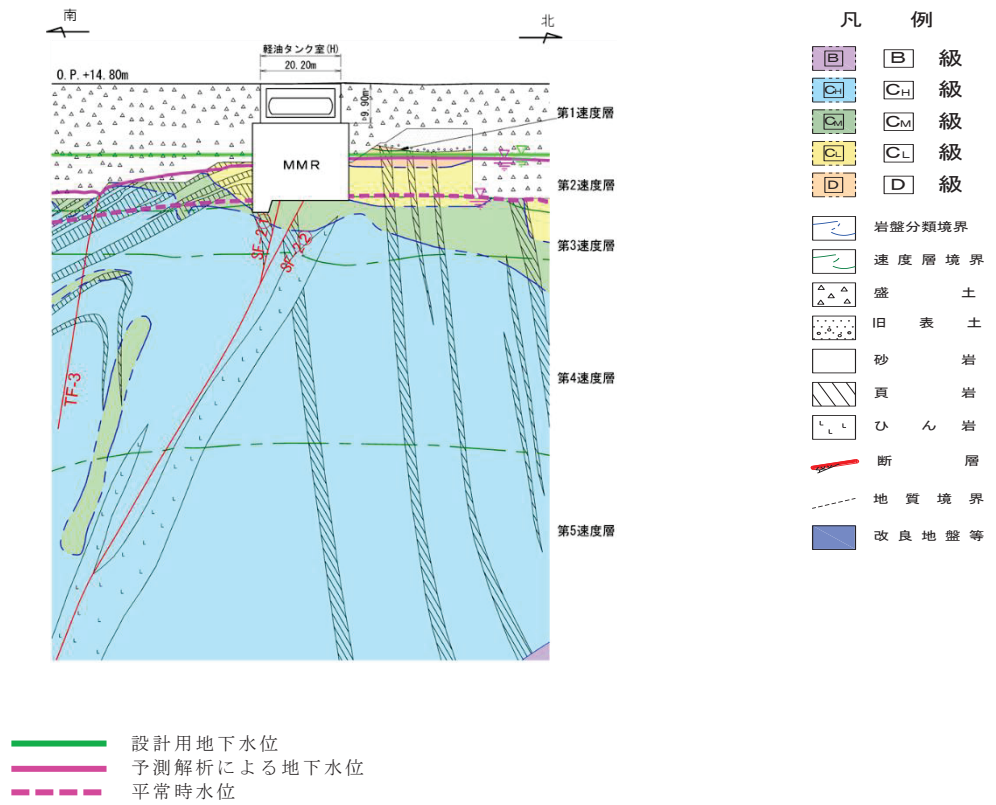


図 3.3-71 (2) 軽油タンク室 (H) における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(南北)

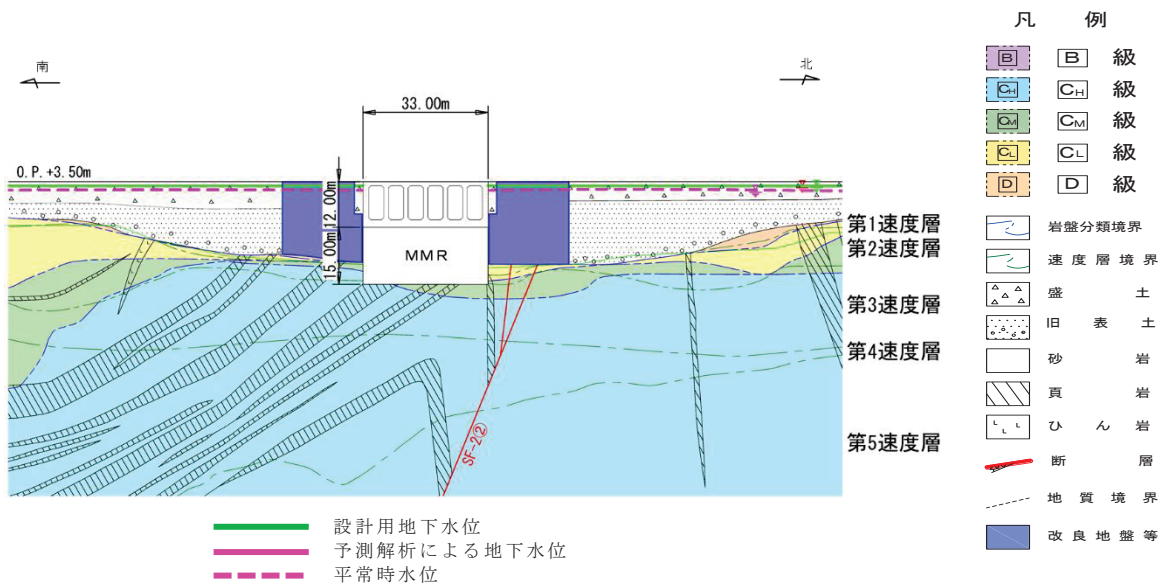


図 3.3-72 (1) 取水口 (標準部) における
設計用地下水位と平常時水位の比較
(南北)

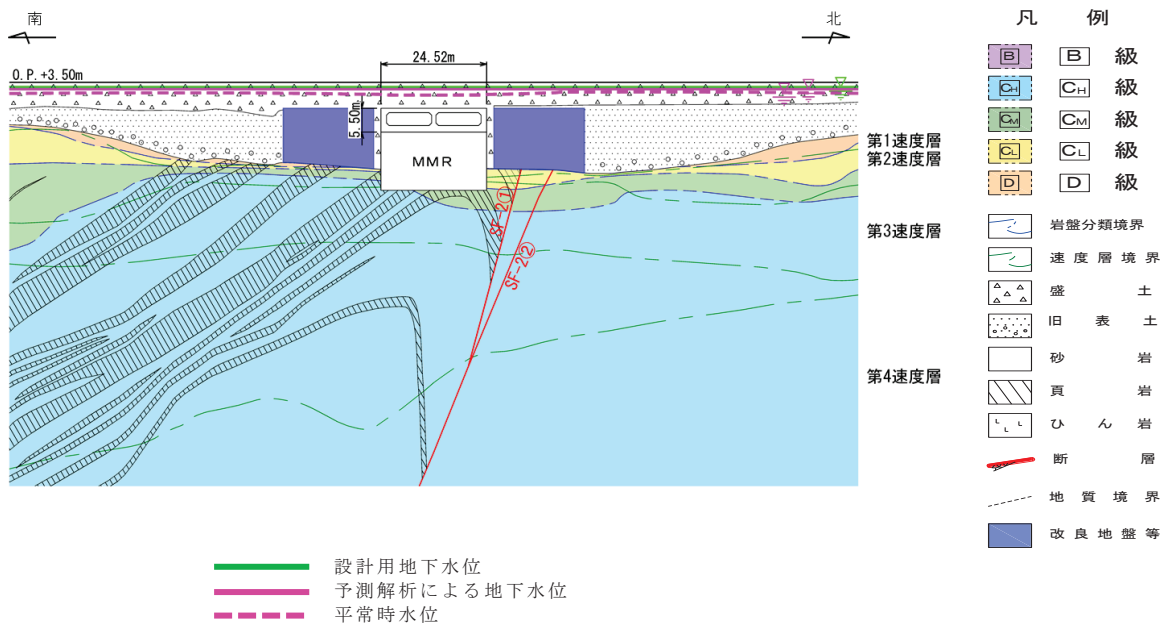


図 3.3-72 (2) 取水口（漸縮部）における
設計用地下水位と平常時水位の比較
（南北）

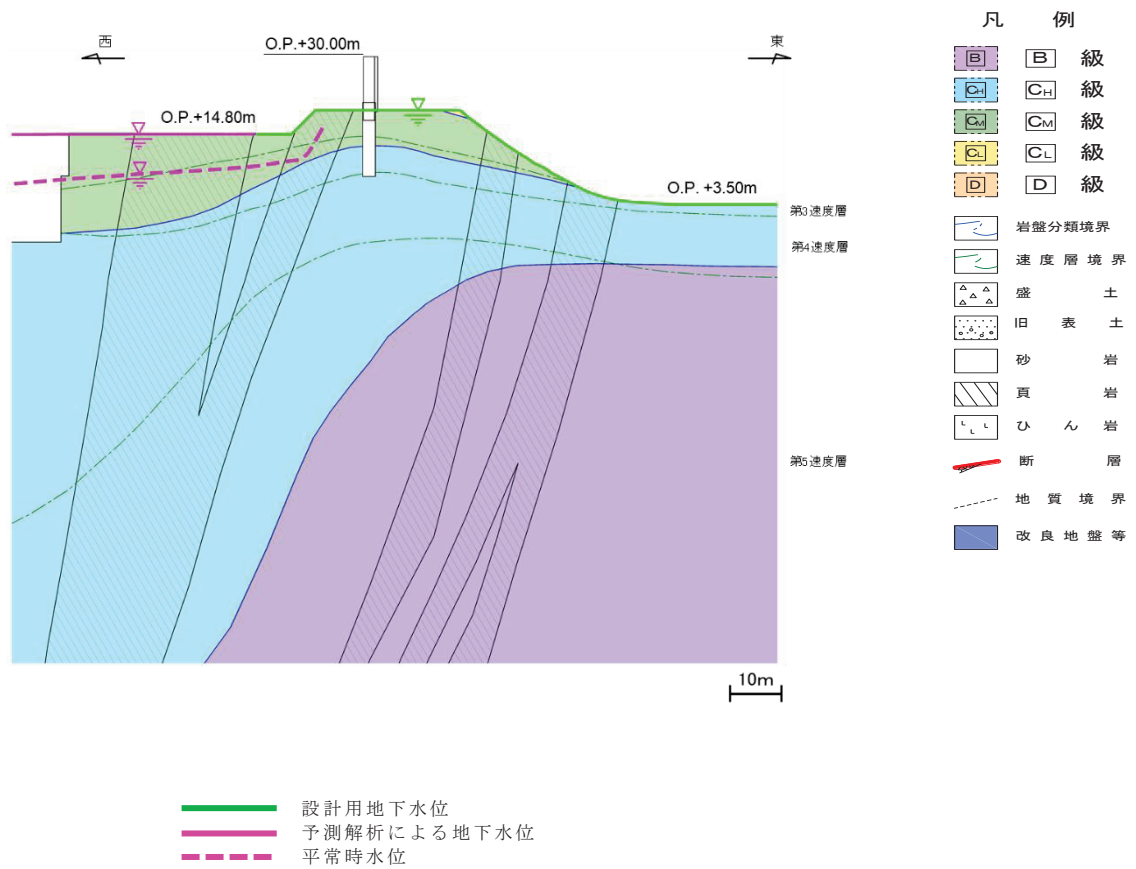
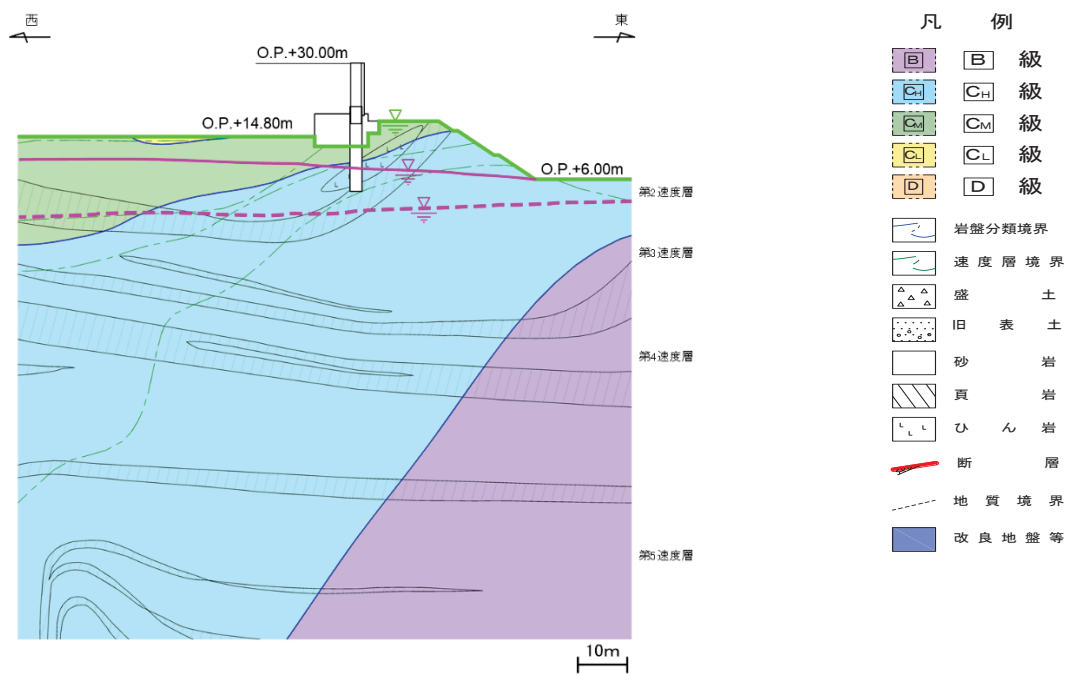


図 3.3-73 (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）における
設計用地下水位と平常時水位の比較
（岩盤部①）



設計用地下水位
 予測解析による地下水位
 平常時水位

図 3.3-73 (2) 防潮堤 (鋼管式鉛直壁) における
 設計用地下水位と平常時水位の比較
 (岩盤部②)

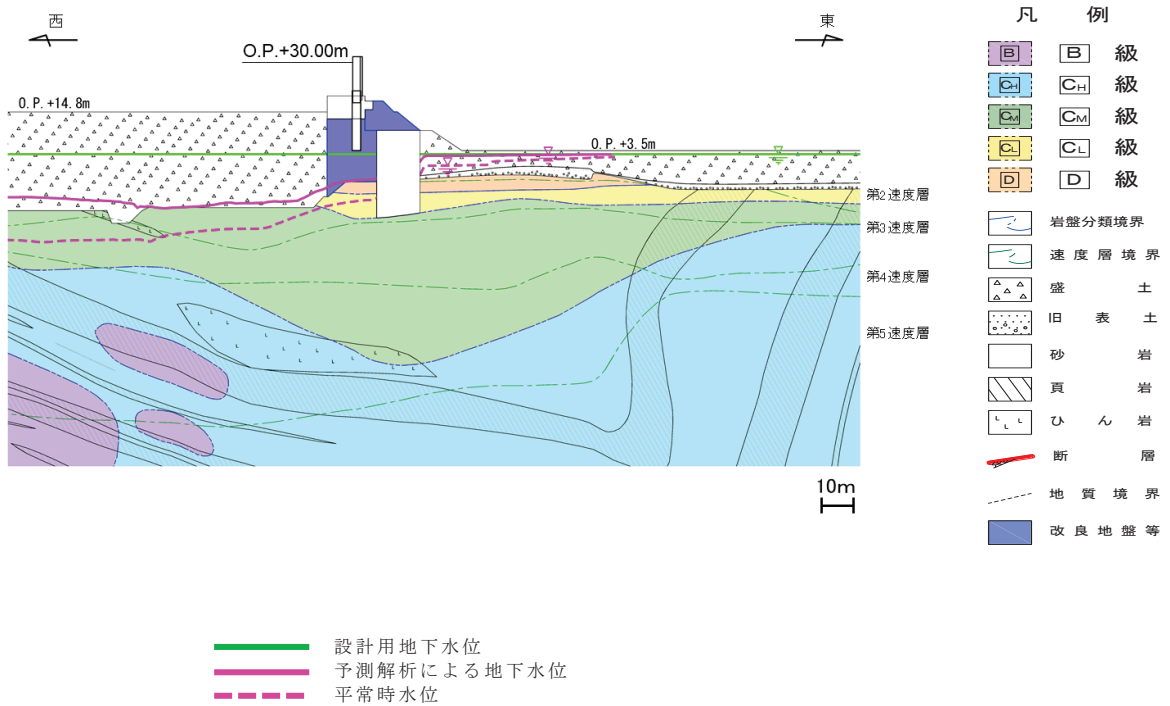


図 3.3-73(3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）における
設計用地下水位と平常時水位の比較
（一般部①）

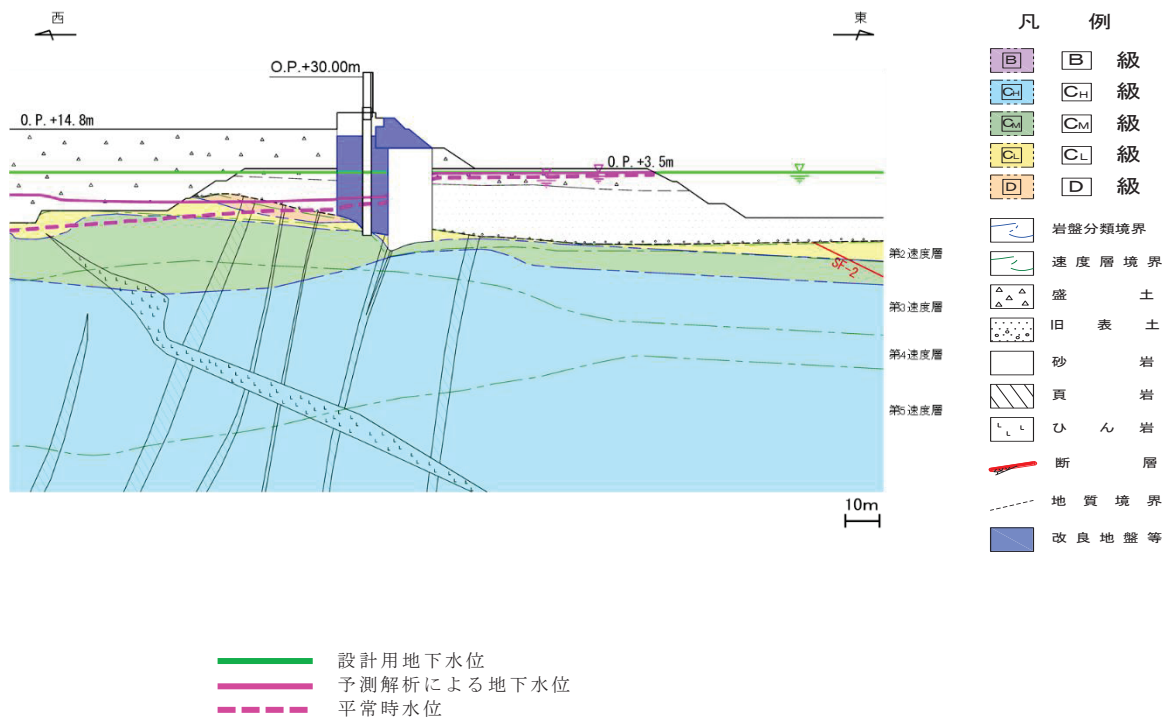


図 3.3-73(4) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）における
設計用地下水位と平常時水位の比較
（一般部②）

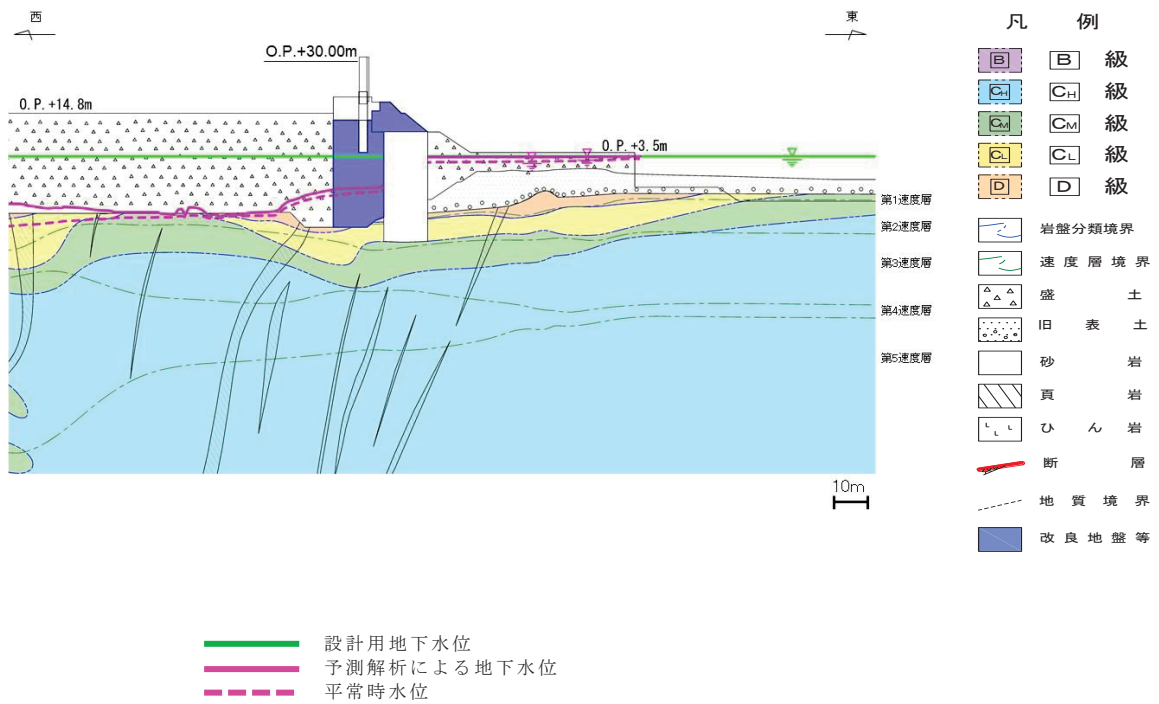
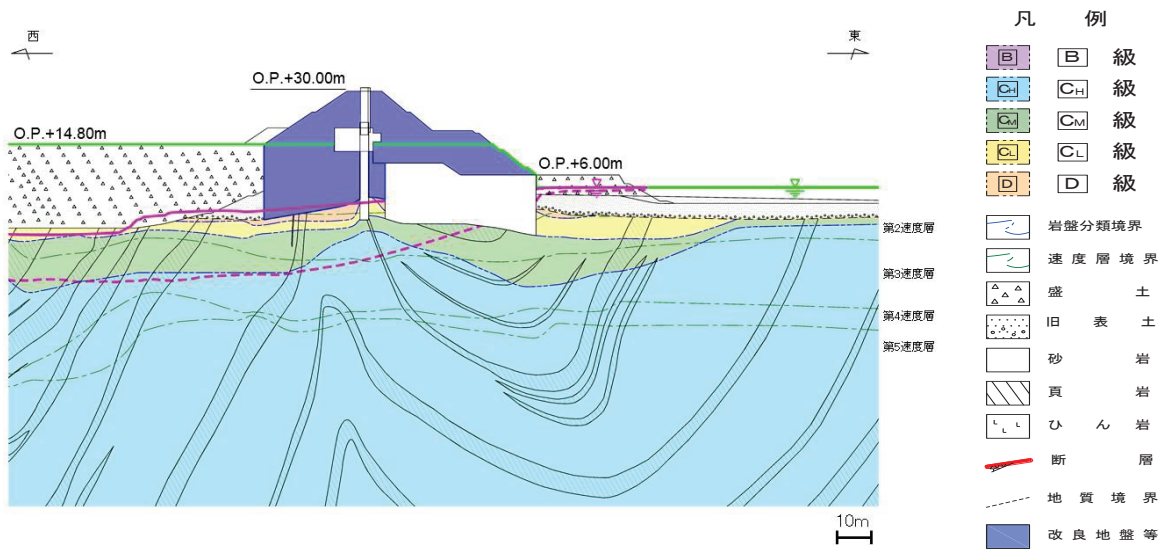


図 3.3-73(5) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）における設計用地下水位と平常時水位の比較（一般部③）



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

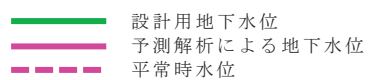


図 3.3-73(6) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）における設計用地下水位と平常時水位の比較（一般部④）

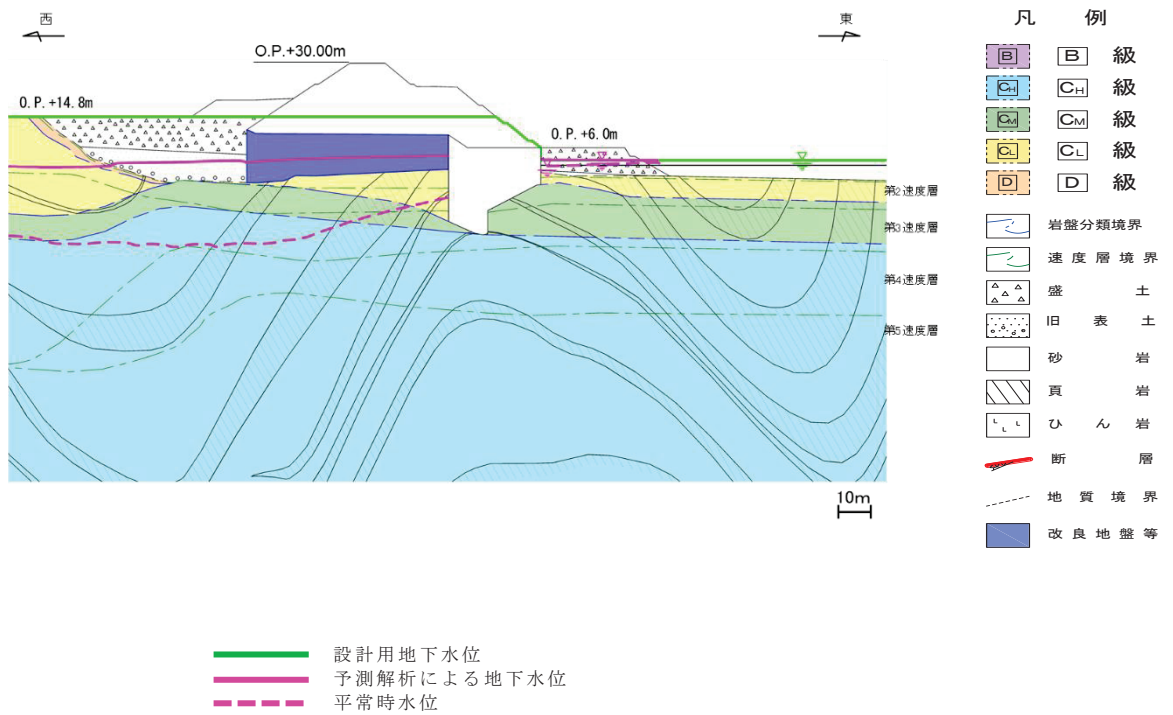
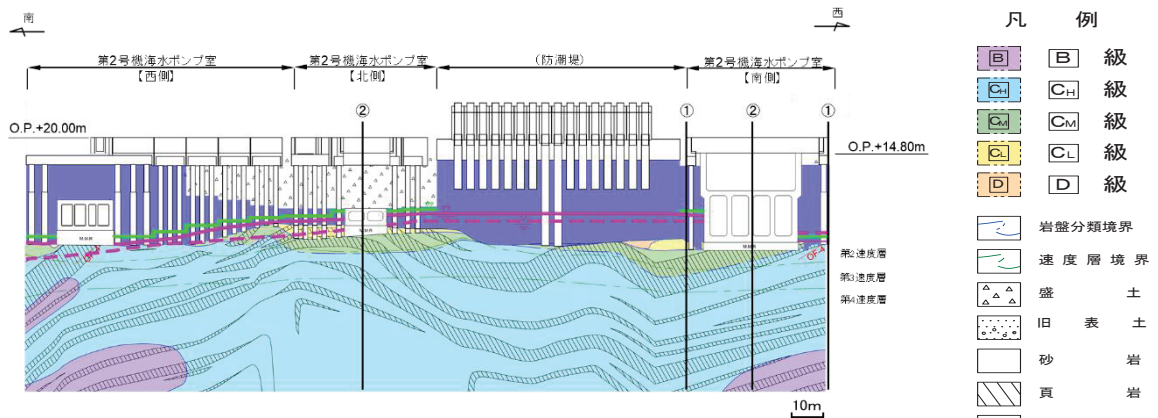


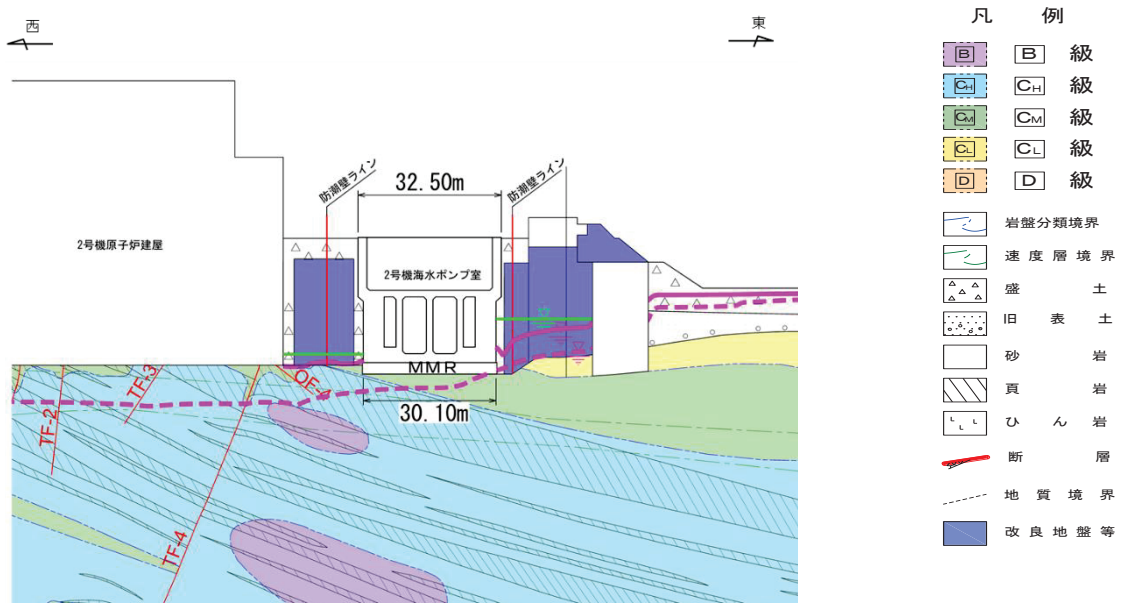
図 3.3-73(7) 防潮堤（盛土堤防）における
 設計用地下水位と平常時水位の比較（横断①）



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

— 設計用地下水位
— 予測解析による地下水位
--- 平常時水位

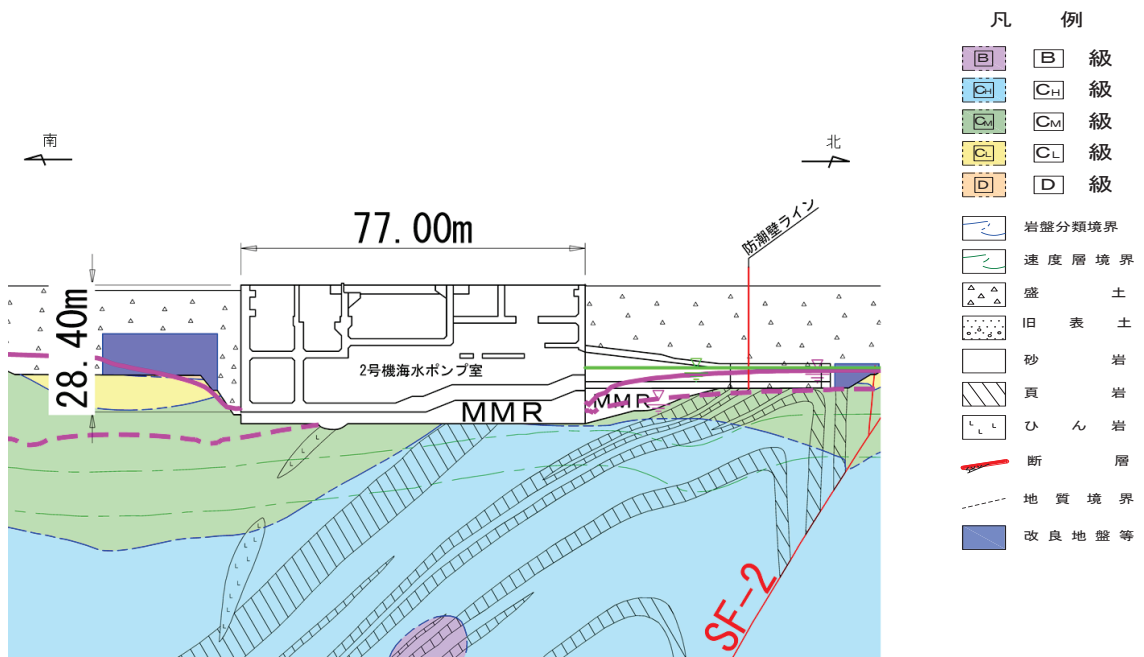
図 3.3-74(1) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
(2号機海水ポンプ室) (1/3)



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

— 設計用地下水位
— 予測解析による地下水位
--- 平常時水位

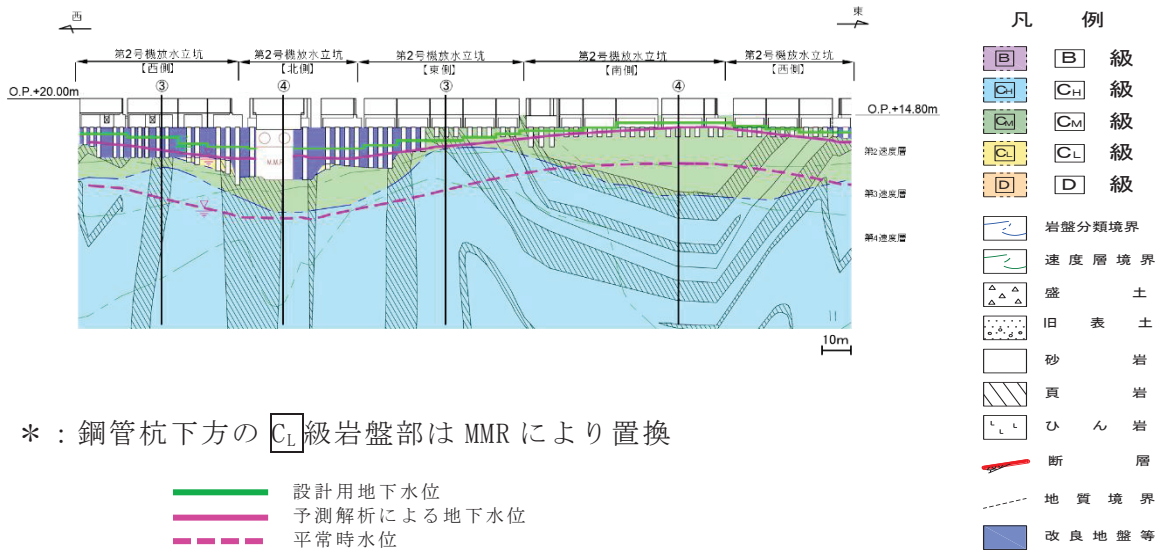
図 3.3-74(2) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
(2号機海水ポンプ室) (2号機海水ポンプ室横断方向の地下水位分布 (東西) ①-①)
(2/3)



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

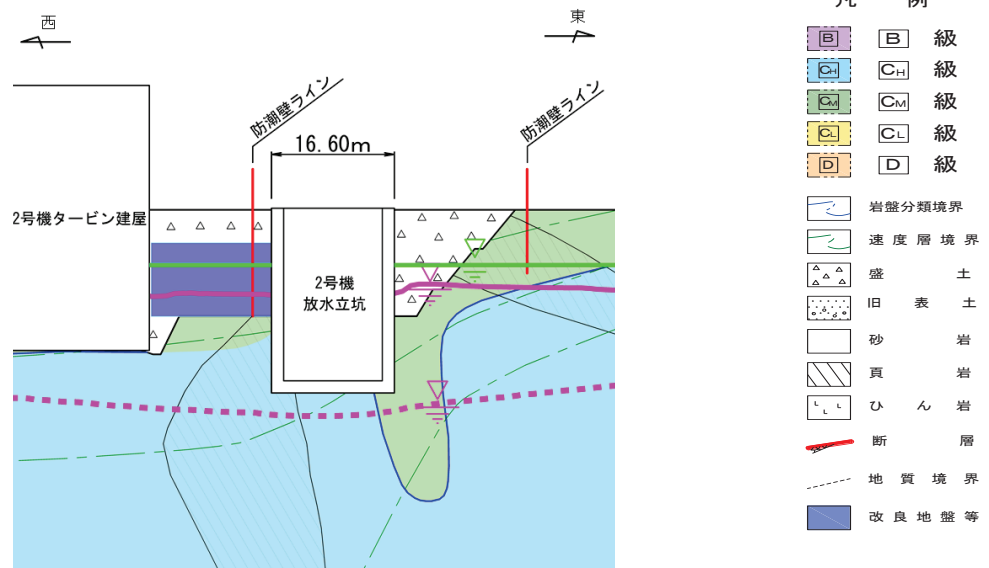
設計用地下水位
 予測解析による地下水位
 平常時水位

図 3.3-74(3) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
 (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)



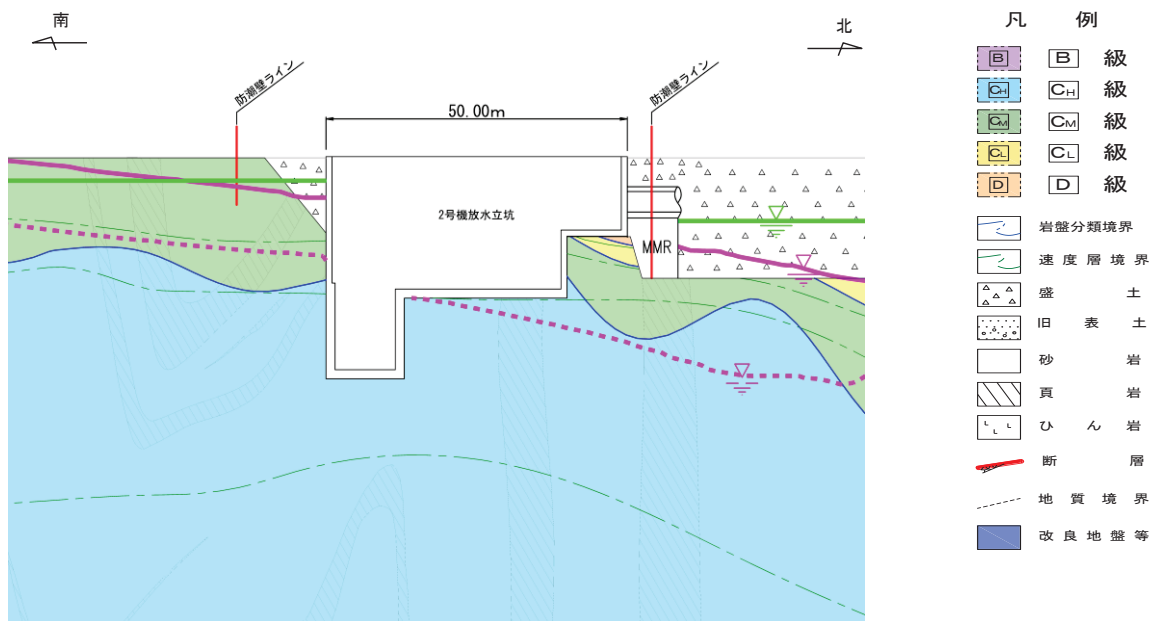
* : 鋼管杭下方の CL 級岩盤部は MMR により置換

図 3.3-74 (4) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
 (2号機放水立坑) (1/3)



* : 鋼管杭下方の CL 級岩盤部は MMR により置換

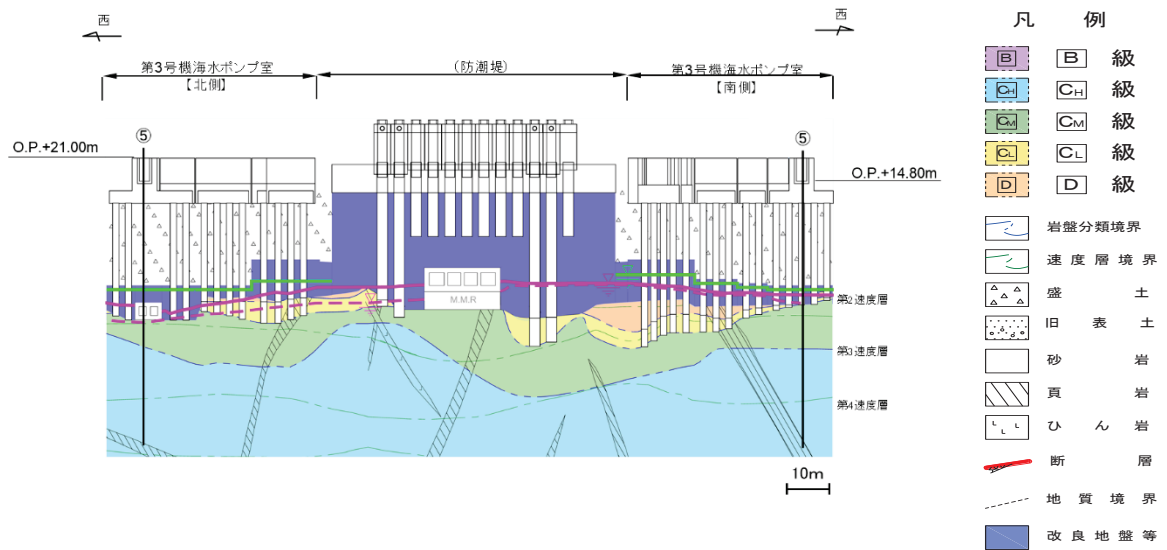
図 3.3-74 (5) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
 (2号機放水立坑) (2号機放水立坑横断方向の地下水位分布 (東西) ③-③) (2/3)



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

— 設計用地下水位
— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

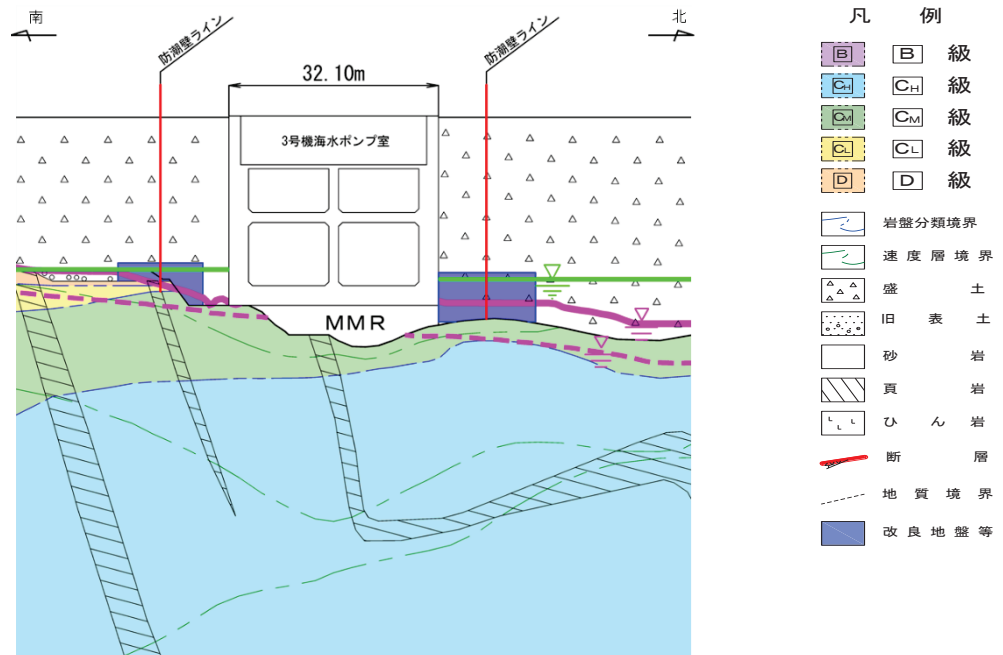
図 3.3-74 (6) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
 (2号機放水立坑) (2号機放水立坑横断方向の地下水位分布(南北)④-④) (3/3)



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

— 設計用地下水位
— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

図 3.3-74 (7) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
(3号機海水ポンプ室) (1/2)



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

— 設計用地下水位
— 予測解析による地下水位
- - - 平常時水位

図 3.3-74 (8) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
(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)

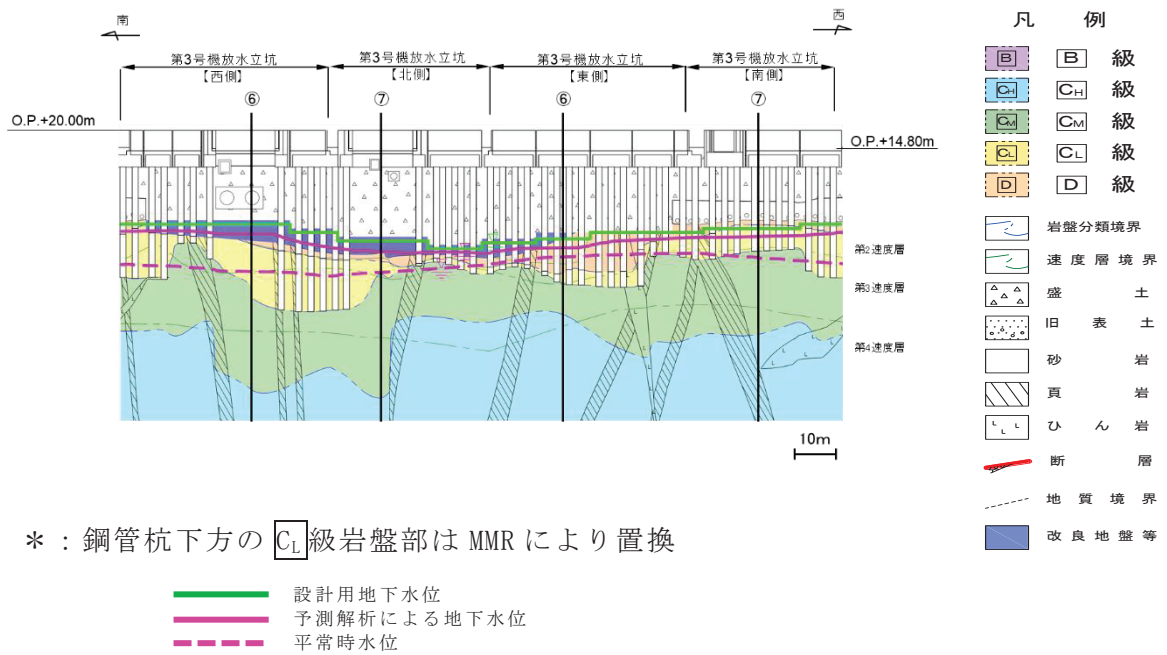


図 3.3-74 (9) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
(3号機放水立坑) (1/3)

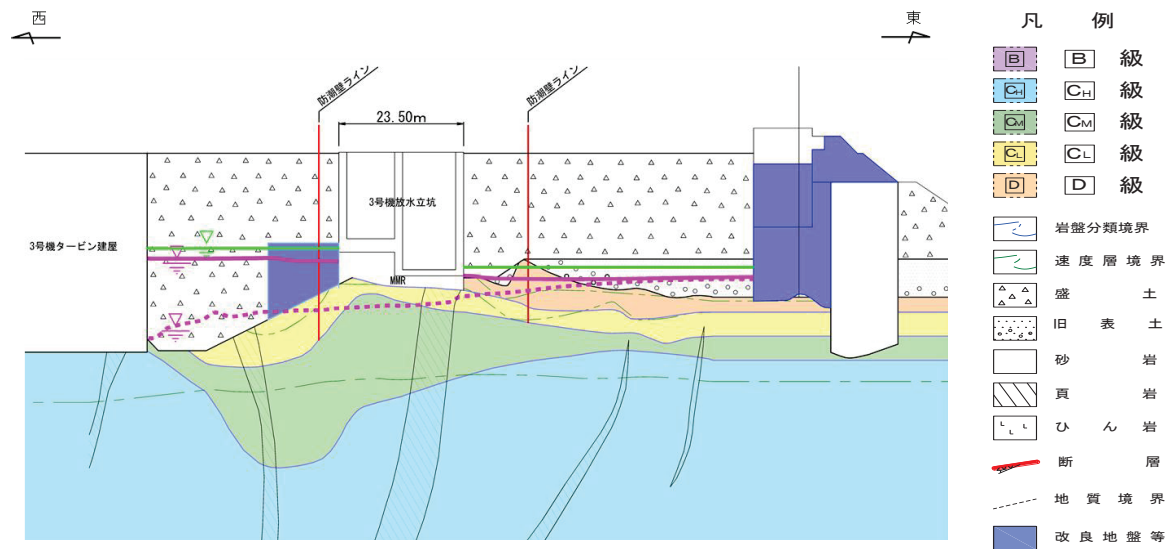
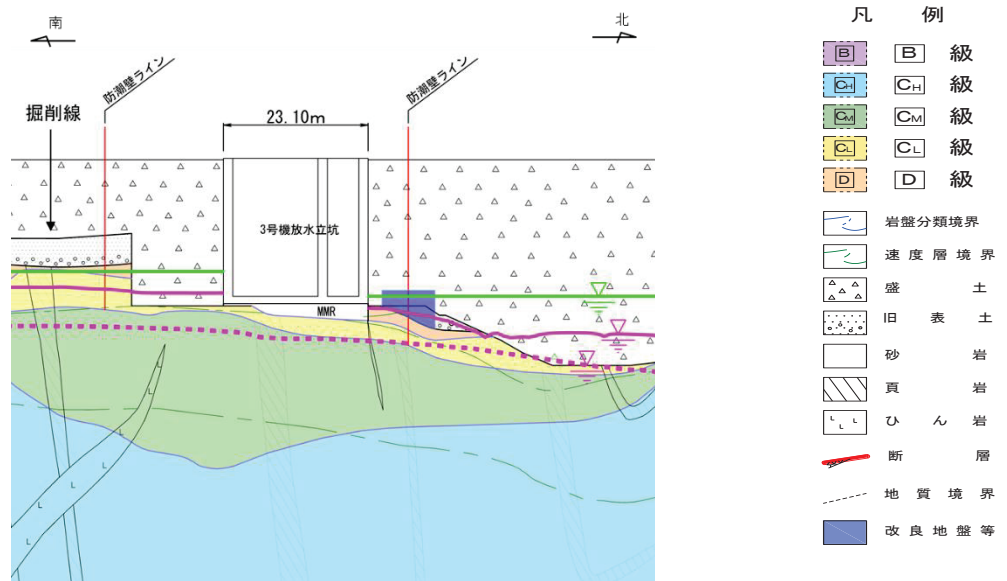


図 3.3-74 (10) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
(3号機放水立坑) (3号機放水立坑横断方向の地下水位分布 (東西) ⑤-⑤) (2/3)



* : 鋼管杭下方の C_L 級岩盤部は MMR により置換

— 設計用地下水位
— 予測解析による地下水位
--- 平常時水位

図 3.3-74 (11) 防潮壁における設計用地下水位と平常時水位の比較
 (3号機放水立坑) (3号機放水立坑横断方向の地下水位分布(南北)) (3/3)

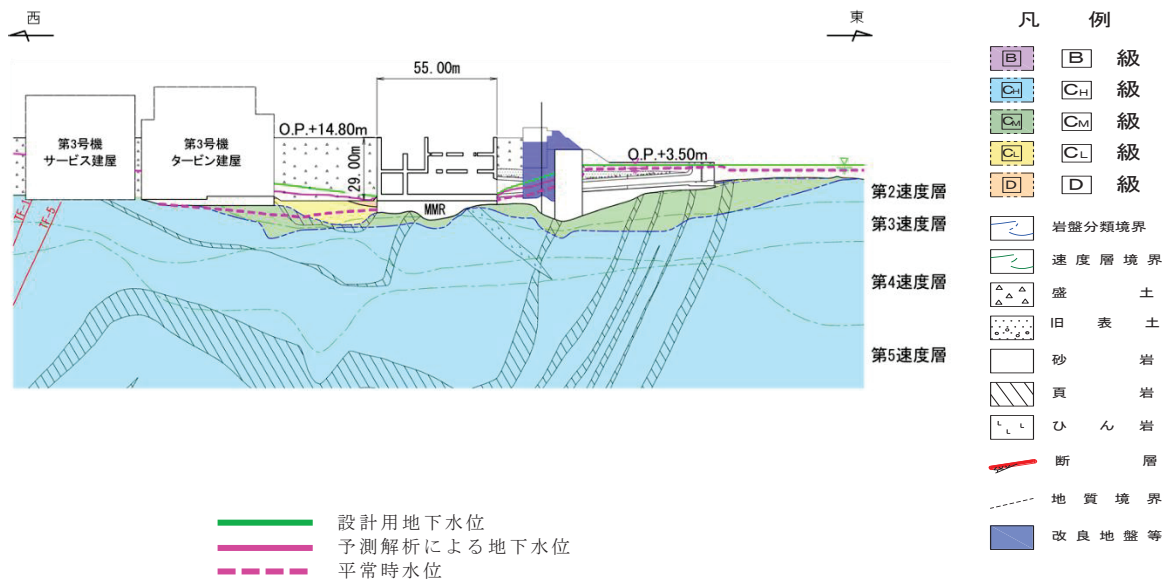


図 3.3-75 (1) 第 3 号機海水ポンプ室における
設計用地下水位と平常時水位の比較（縦断）

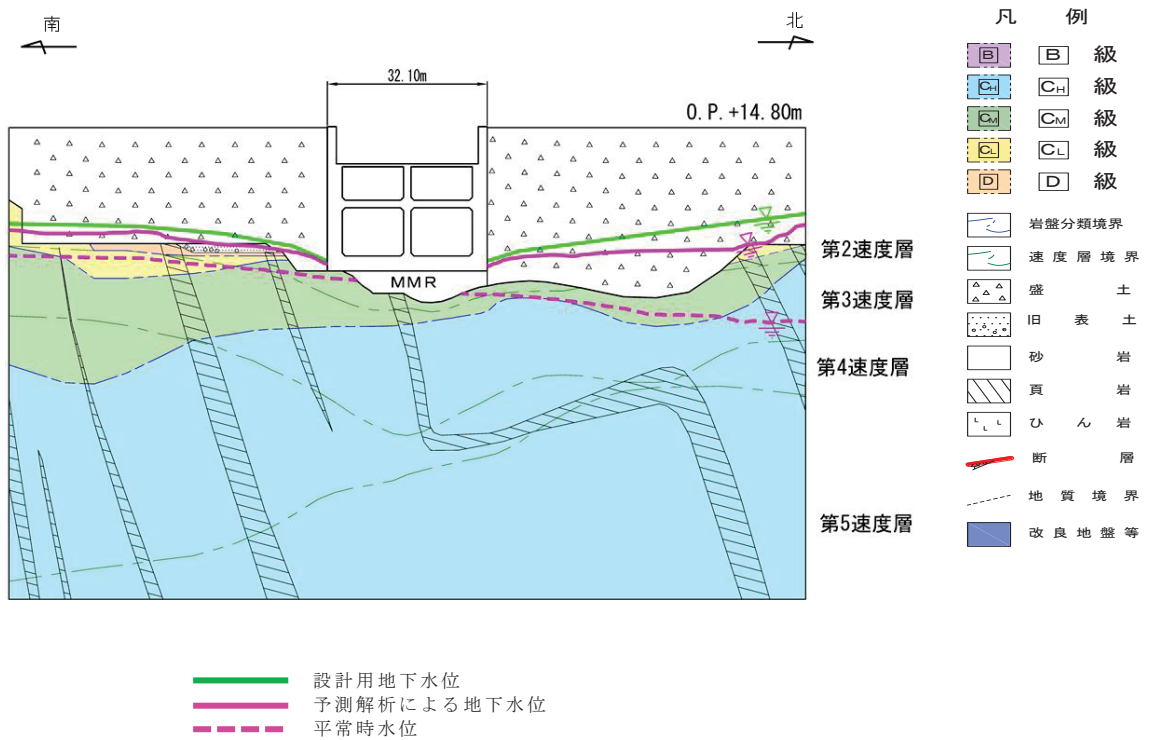


図 3.3-75 (2) 第 3 号機海水ポンプ室における
設計用地下水位と平常時水位の比較（横断）

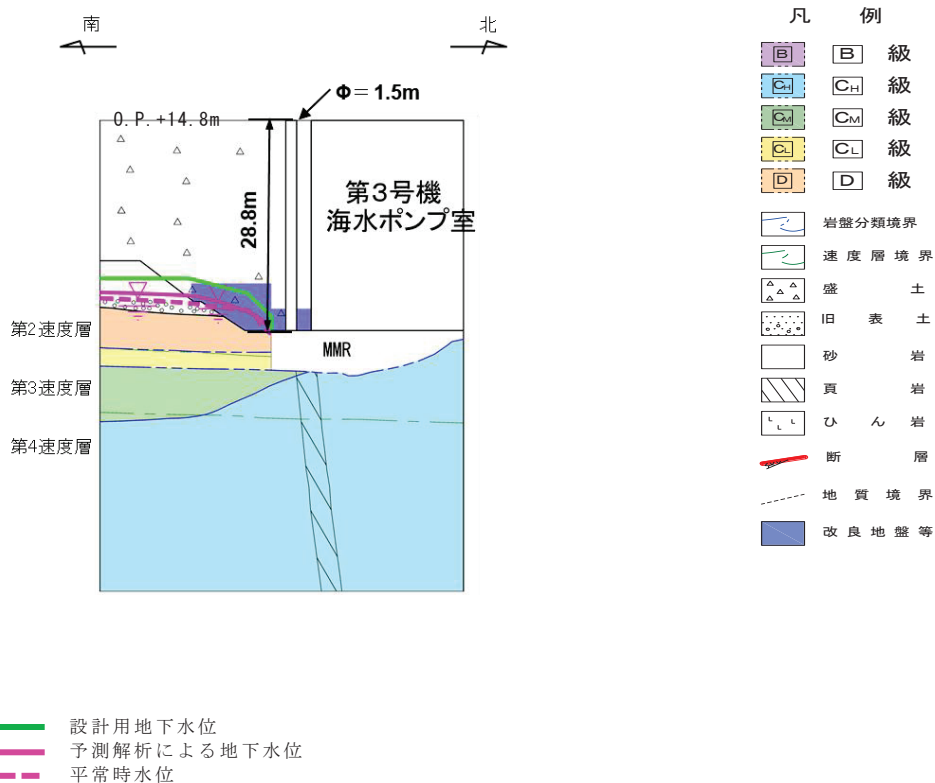


図 3.3-76 (1) 揚水井戸（第 3 号機海水ポンプ室防潮壁区画内）における設計用地下水位と平常時水位の比較（南北）

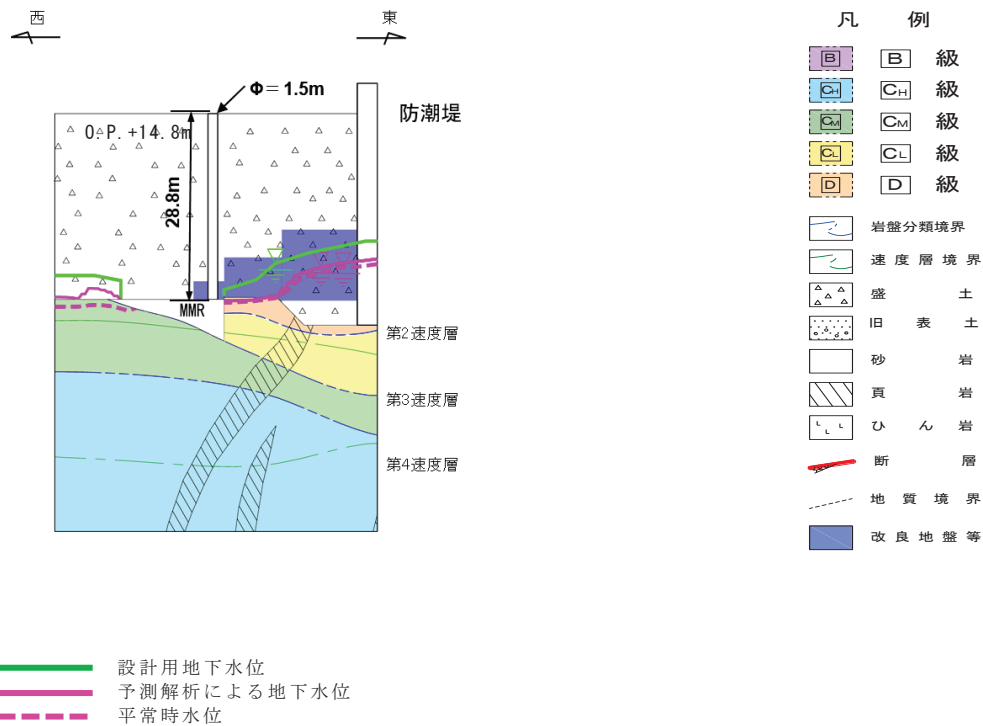
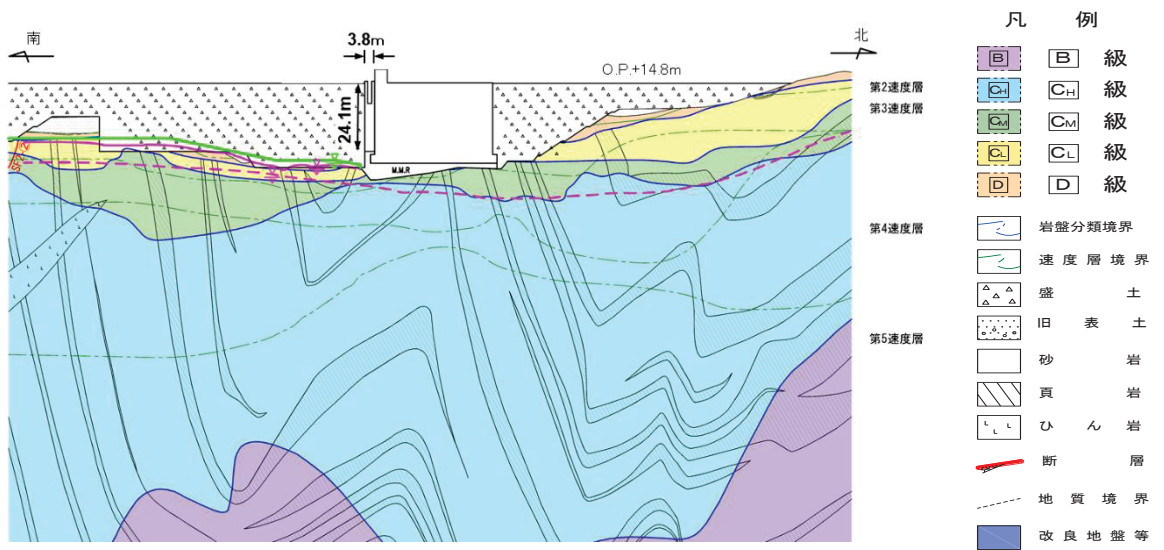


図 3.3-76 (2) 揚水井戸（第 3 号機海水ポンプ室防潮壁区画内）における設計用地下水位と平常時水位の比較（東西）



—— 設計用地下水位
—— 予測解析による地下水位
--- 平常時水位

図 3.3-77 第 3 号機補機冷却海水系放水ピットにおける
設計用地下水位と平常時水位の比較

d. 影響確認方針

女川原子力発電所においては、液状化検討対象施設を幅広く抽出するために、水位が高めに評価されるような解析条件にて浸透流解析を実施し、これを包絡するよう設計用地下水位を設定している。

これに対し、地下水位低下設備の信頼性向上（多重化等）により、平常時の地下水位は設計用地下水位より低くなる可能性がある。

地下水位が低い場合に起こる現象としては、構造物（基礎版等）に作用する水圧の減少、地盤応答の変化（単位体積重量の変化、液状化を含めた周辺地盤の挙動の変化）、構造物周辺に水位差が生じることが考えられる。

なお、アクセスルートについては、液状化による段差や浮上りを評価するため、地下水位が高いことは保守的な評価となる。

このことを踏まえ、地下水位が低い場合に耐震評価へ影響を与える可能性がある事象として以下の3パターンを抽出し、各パターンに対する影響検討を行う方針とする。

パターンA：建屋基礎版等において、揚圧力の低減により応力分布や応答の違いが想定されるケース

パターンB：地下水の分布によって構造物周辺の地盤応答に違いが生じると想定されるケース

パターンC：構造物の両側面に作用する水位差が大きく、偏圧の影響が想定されるケース

上記方針を踏まえ、表 3.3-24 のとおり、耐震設計に影響する可能性がある施設をパターン毎に抽出の上、各パターンにおける検討対象施設と具体的な影響検討内容を整理した。

検討対象施設における水位が低い場合の影響については、各施設の耐震評価において確認する。

表 3.3.3-24 水位が低い場合に耐震設計へ影響を与えるパターンと影響検討内容

水位が低い場合に耐震設計へ影響を与える事象(パターン)		影響検討内容		
耐震設計へ影響する可能性がある施設	検討対象施設	選定理由	検討条件等	申請
<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急時対策建屋 緊急用電気品建屋 <p>パターンA (揚圧力への影響)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 	<ul style="list-style-type: none"> 建屋直下のドレーン(鋼管)新設により、平常時の建屋基礎版へ作用する揚圧力は大きく低減し、地震時の評価のうち地震力下向きの場合の評価が厳しくなる可能性がある。 設計用地下水水位と浸透流解析結果の差が最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 浸透流解析結果を踏まえて揚圧力を0とした場合の地震力下向きの解析を実施して応力分布等への影響を確認する。(設計用揚圧力は29.4kN/m²) 	全応力 (静的弾塑性解析)
<ul style="list-style-type: none"> 排気筒連絡ダクト(土砂部) 防潮堤 地下水位低下設備 揚水井戸No.2 浸水防止蓋の間接支持 NO.13揚水井戸 <p>パターンB (地盤応答への影響)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒連絡ダクト(土砂部) 	<ul style="list-style-type: none"> 縦断方向の水位分布も考慮し設計用地下水水位を設定する線状構造物であり、原子炉建屋接続部の断面①において、設計用地下水水位と実水位の差が大きくなる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 断面①の地下水水位を岩盤表面まで下げた全応力解析を実施する。 	全応力
<ul style="list-style-type: none"> 排気筒連絡ダクト(土砂部) 防潮堤 鋼管式鉛直壁(一般部) 盛土堤防 	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒連絡ダクト(土砂部) 防潮堤 鋼管式鉛直壁(一般部) 盛土堤防 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤上に設置した線状構造物であり、地下水水位を堰き止め、偏水圧が生じる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 断面①において、構造物片側の地下水水位を頂版高さ、もう一方の地下水水位を岩盤表面とした全応力解析を実施する。 	全応力
<p>パターンC (偏圧の影響)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤(鋼管式鉛直壁(一般部)) 	<ul style="list-style-type: none"> 設置場所の特徴により防潮堤の前背面での盛土+旧表土の高さが異なるため、地震時に液状化の影響で地盤が片押しになる可能性がある。 設計用地下水水位は、設置変更許可段階における構造成立性確認と同様(山側・海側ともに朔望平均満潮位)としているため、特に山側において浸透流解析による解析水位との差が顕著となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 山側水位を岩盤表面まで下げた有効応力解析を実施し、照査値への影響を確認する。 	有効応力

(9) 設計用地下水位の検証ほか

a. 工事完了後の地下水位の観測計画

予測解析結果は、将来的な防潮堤の沈下対策や新設ドレーン等を考慮したものであることから、今後、これらの施工が完了した運転段階において地下水位の観測記録を取得し、設計用地下水位と比較することにより、予測解析の妥当性を確認する方針とする。

地下水位観測計画を図 3.3-78 に示す。

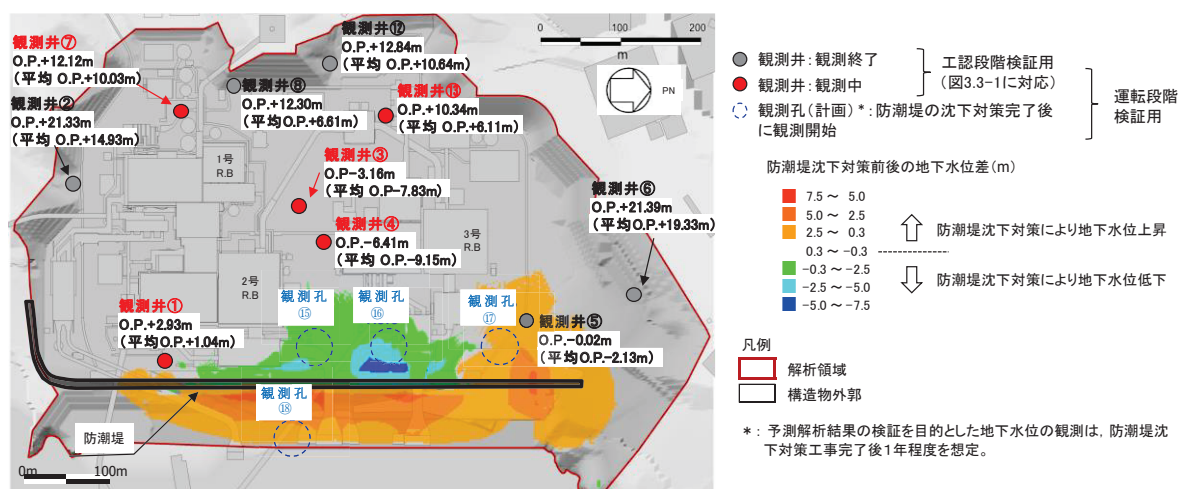


図3.3-78 防潮堤沈下対策による影響範囲と今後の地下水位観測計画

上に示す地下水位観測計画は、現在測定している観測井の他、防潮堤の沈下対策後に測定を開始する観測孔（観測孔 No. ⑮～No. ⑱）により構成され、防潮堤の沈下対策後に測定を開始する観測孔については防潮堤の沈下対策により地下水位が影響を受ける範囲を想定し設定している。

防潮堤の沈下対策により地下水位が影響を受ける範囲の想定にあたり実施した浸透流解析の詳細については参考資料 12 に示す。

b. 将来的な地形改変等への対応

浸透流解析に用いる三次元解析モデルにおいては、地下水の流動場に影響を与える防潮堤下部の地盤改良や、基礎が岩着している施設周辺の地盤改良など、安全対策工事完了段階において想定される変動要素を反映済である。

ただし、将来的な特重施設の設置や他号機申請等に伴う新たな構築物等の構築など、耐震評価における設計用地下水位を設定した後に、設計用地下水位を超過する可能性のある事象が発生した場合は、設計用地下水位の再検討を行う。

c. 運転中に地下水位が上昇する場合の対応

運転中に地下水位が上昇し設計用地下水位を上回った場合は、揚圧力や液状化による土圧への影響、液状化に伴う地中構造物の浮上り影響が生じる可能性がある。

これらの影響は、3.3.2 (3) e. に示すとおり、ステップ1（揚圧力影響）より段階的に生じるが、液状化に対する時間余裕は揚圧力に比べて相対的に大きいことから、より時間余裕の短い揚圧力に着目しLCO設定することにより、液状化による影響も回避される。

(10) 参考文献

- a. 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））
- b. 余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方（社団法人土木学会，2008 年 6 月）
- c. 流域スケールにおける反応性窒素移動過程のモデル化と実流域への適用性検討（森康二ほか，地下水学会誌第 58 巻第 1 号 63～86（2016））
- d. 水循環解析におけるモデルの設定および再現性の検証事例の報告－福井県大野盆地における事例－（西村宗倫ほか，地下水学会誌第 59 巻第 2 号 125～158（2017））
- e. 流域モデリングの水循環解析への適用とその実際（田原ほか（2014），日本地下水学会 2014 年度秋季講演会講演予稿，158-163）
- f. Mori, K., Tada, K., Tawara, Y., Ohno, K., Asami, M., Kosaka, K., and Tosaka, H., 2015.

Integrated watershed modeling for simulation of spatiotemporal redistribution of post-fallout radionuclides: Application in radiocesium fate and transport processes derived from the Fukushima accidents, Environmental Modelling & Software, 72, 126-146.

(参考資料 1-3) 浸透流解析モデル概要及びアウトプットと設備設計への反映事項

浸透流解析は設計用揚圧力・設計用地下水位の設定において参照する他、地下水流入量など、一部のアウトプットを後段の設計等において参照することとしており、解析目的に応じて保守的となるようなモデル条件の設定を行っている。

ここでは、浸透流解析による評価モデルと設計等への反映事項についての関連を整理した。また、各モデルの条件設定の概要及びモデルの比較を整理した。

1. 浸透流解析による評価と機器設計等への反映事項について

各浸透流解析のアウトプット及び各アウトプットの反映事項を図 1-1 に示す。

設計用地下水位の設定において参照した「①広域モデル」「②水位評価モデル」をベースとして、解析目的に応じて保守的となるような条件設定を行った③～⑥の各モデルを作成し、浸透流解析を実施する。

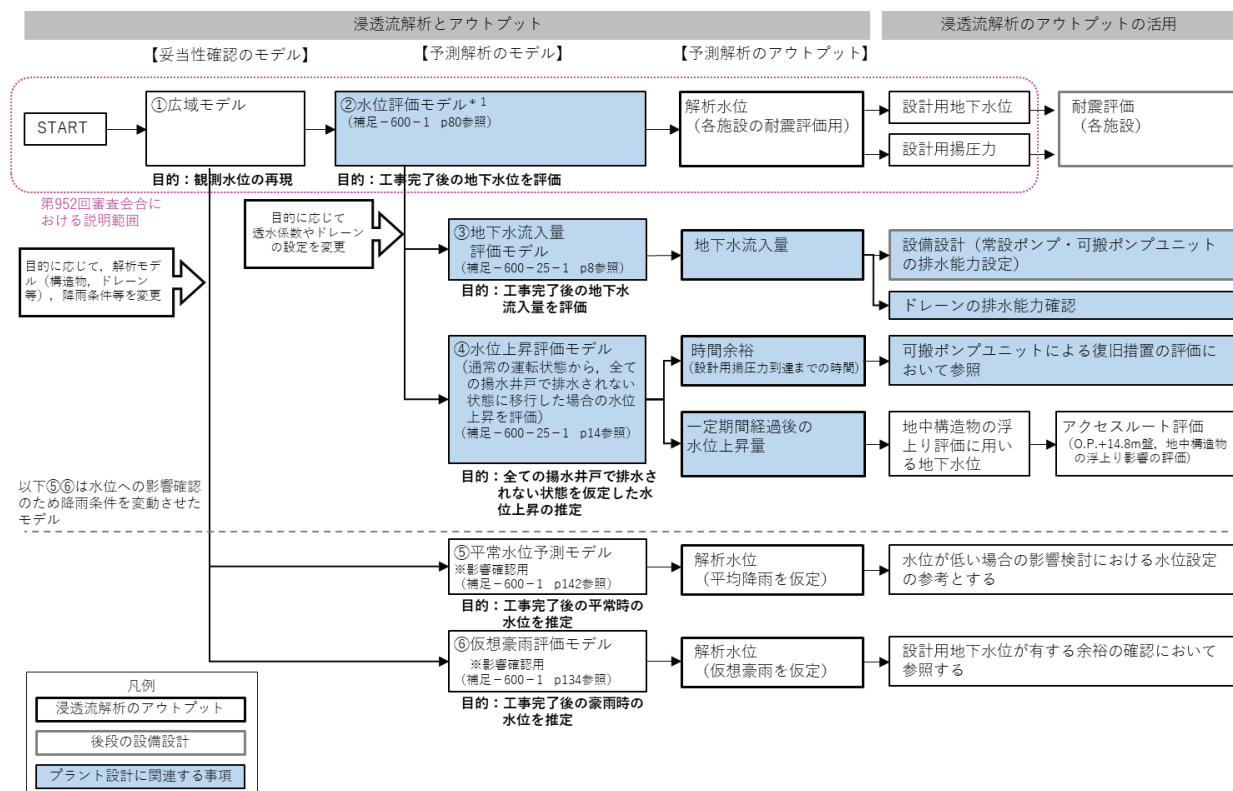


図 1-1 浸透流アウトプットと反映事項について

注記*1：工事計画認可では、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋エリアの各エリアにおいて2基設置される揚水井戸のうち、片側の揚水井戸で排水される状態で設計値を保持するよう、浸透流解析によりドレーン範囲を設定（通常運転時は2基の揚水井戸で排水されるため、更に水位は低くなる）。更に、浸透流解析で高めの水位を評価するため、片側の井戸のみで集水を行う状況が2つのエリアで同時に生じた状態を仮定。

2. 浸透流解析モデルにおける目的に応じた保守性確保の考え方

浸透流解析においては、目的に応じた保守的な解析条件を設定する。

浸透流解析に影響を与えるパラメータ・境界条件と、設定内容による浸透流解析結果への影響の概念について図 1-2 に示す。

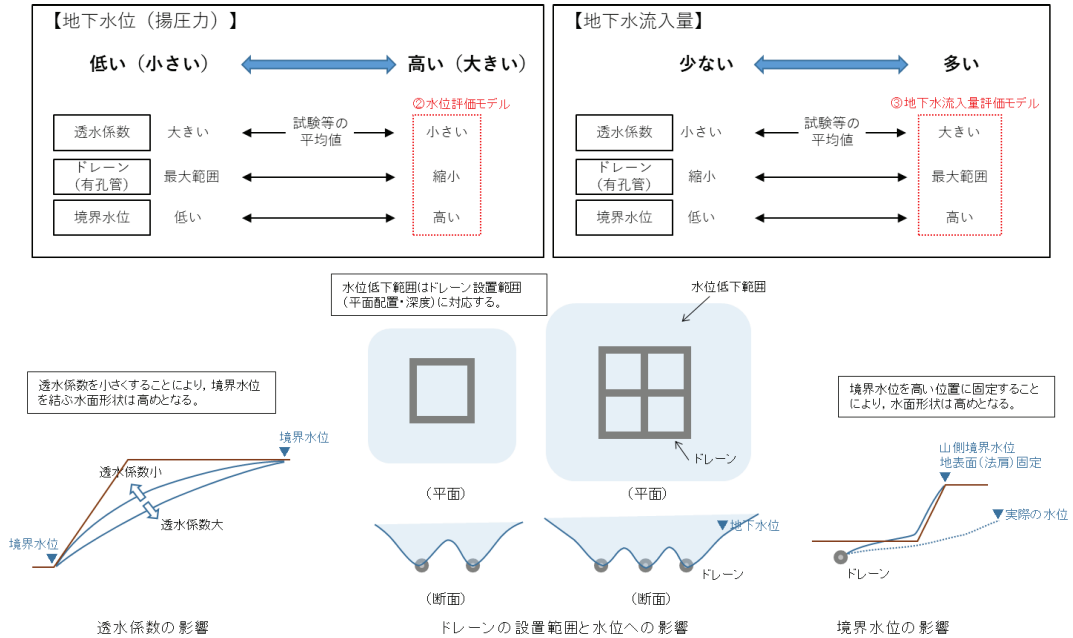


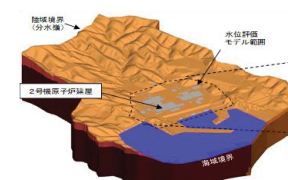
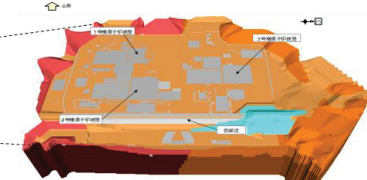
図 1-2 浸透流解析の目的に応じた条件設定例及び浸透流解析条件と評価への影響

3. 浸透流解析モデルの概要について

浸透流解析に用いる各モデルの概要を表 1-1～1-3 に示す。

評価目的に対して保守的な評価結果となるよう、モデル条件の設定を行っている。

表 1-1 解析モデル概要 (①広域モデルと②水位評価モデル)

項目	①広域モデル [妥当性確認]	②水位評価モデル [予測解析]
1-1.目的	<ul style="list-style-type: none"> モデル化の妥当性を確認すること (降雨に対する観測水位の再現性を確保) 	<ul style="list-style-type: none"> 工事完了後に想定される地下水位を評価すること (液状化影響検討対象施設を幅広く抽出するため高めに評価)
1-2.アウトプットの活用先	- (モデル検証のみ)	各施設の耐震設計における前提条件 (設計用地下水位)
2.解析領域	<ul style="list-style-type: none"> 施設を含む分水嶺までの範囲 (施設へ流入する地下水を適切に表現) 	<ul style="list-style-type: none"> O.P.+14.8m盤及びO.P.+14.8m盤周辺の法面 
3.解析種別	非定常解析	定常解析
4.降雨条件	<ul style="list-style-type: none"> 以下の検証期間の降雨実績 検証期間 1 : 2006-2007年 検証期間 2 : 2013-2014年 	-
5.モデル	地下水位観測時 (検証期間) における施設配置等を反映	詳細設計の結果を踏まえた工事完了段階における施設配置等を反映
6.ドレーン	既設全ての範囲が集水に寄与	<ul style="list-style-type: none"> 集水に寄与する範囲を限定 (既設・新設のうち耐久性・耐震性・保守管理性等の確保された範囲を管路として扱う。それ以外の範囲は耐震性等の確保状況に応じて透水層または周辺地盤として扱う) 各エリアにおいて片側の井戸へ集水を行う状態で設計値を保持
7.境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 実態に則した設定 - 山側：閉境界 - 海側：平均満潮位に水位固定 - ドレーン：ドレーン計画高に水位固定 	<ul style="list-style-type: none"> 水位が高めに評価されるよう設定 - 山側：地表面 (法肩) に水位固定 - 海側：期望平均満潮位に水位固定 - ドレーン：ドレーン計画高に水位固定
8.透水係数	試験結果の平均値	<ul style="list-style-type: none"> 水位が高めに評価されるよう設定 - 岩盤 I を試験結果の平均値 - 1σ

注) ■は目的に対して保守的な評価とする目的で①広域モデルより変更している条件

※6階層以上の階層の耐震性能に係る審査委員会 資料1-1-1を一部追記

表 1-2 解析モデル概要 (③地下水流入量評価モデル④水位上昇評価モデル (②と対比))

項目	②水位評価モデル	③地下水流入量評価モデル	④水位上昇評価モデル
1-1.目的	<ul style="list-style-type: none"> 工事完了後に想定される地下水位を評価すること (液状化影響検討対象施設を幅広く抽出するため高めに評価) 	<ul style="list-style-type: none"> 工事完了後に想定される地下水の流入量を評価すること (設備設計の保守性を確保するため高めに評価) 	<ul style="list-style-type: none"> ドレーンを考慮しない状態における水位上昇を評価すること
1-2.アウトプットの活用先	各施設の耐震設計における前提条件 (設計用地下水位)	<ul style="list-style-type: none"> 設備設計 (常設ポンプ・可搬ポンプユニットの排水能力設定) ドレーンの排水能力確認 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬ポンプユニットによる復旧措置の評価において参照 アクセスルート評価 (地中構造物の浮上り影響の評価)
2.解析領域	<ul style="list-style-type: none"> O.P.+14.8m盤及びO.P.+14.8m盤周辺の法面 	(同左)	(同左)
3.解析種別	定常解析	(同左)	非定常解析
4.降雨条件	-	-	-
5.モデル	詳細設計の結果を踏まえた工事完了段階における施設配置等を反映	(同左)	(同左)
6.ドレーン	<ul style="list-style-type: none"> 集水に寄与する範囲を限定 (表1-1と同様) 各エリアにおいて片側の井戸へ集水を行う状態で設計値を保持 	既設・新設の全ての範囲が集水に寄与	<ul style="list-style-type: none"> 水位上昇開始時の水位が高くなるよう、集水に寄与する範囲を限定 (初期状態) 通常の運転状態 (初期状態) から、全ての揚水井戸で排水されない状態 (=ドレーンを全て無効とした状態) を仮定
7.境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 水位が高めに評価されるよう設定 - 山側：地表面 (法肩) に水位固定 - 海側：期望平均満潮位に水位固定 - ドレーン：ドレーン計画高に水位固定 	<ul style="list-style-type: none"> 流入量が多めに評価されるよう設定 - 山側：地表面 (法肩) に水位固定 - 海側：期望平均満潮位に水位固定 - ドレーン：ドレーン計画高に水位固定 	<ul style="list-style-type: none"> 水位上昇開始時の水位が高くなるよう設定 - 山側：地表面 (法肩) に水位固定 - 海側：期望平均満潮位に水位固定 - ドレーン：ドレーン計画高に水位固定
8.透水係数	<ul style="list-style-type: none"> 水位が高めに評価されるよう設定 - 岩盤 I を試験結果の平均値 - 1σ 	<ul style="list-style-type: none"> 流入量が多めに評価されるよう設定 - 全て試験結果の平均値 + 1σ 	<ul style="list-style-type: none"> 水位上昇開始時の水位が高くなるよう設定 - 岩盤 I を試験結果の平均値 - 1σ

注) ■は目的に対して妥当な評価とする目的で②水位評価モデルより変更している条件
 ■は目的に対して妥当な評価とする目的で②水位評価モデルを踏襲している条件

表 1-3 解析モデル概要 (⑤平常水位予測モデル⑥仮想豪雨評価モデル (①と対比))

項目	①広域モデル	⑤平常水位予測モデル	⑥仮想豪雨評価モデル
1-1.目的	<ul style="list-style-type: none"> モデル化の妥当性を確認すること (観測結果の再現性を確保) 	<ul style="list-style-type: none"> 工事完了後に想定される実際の水位 (設計用地下水位より低い水位) を推定すること 	<ul style="list-style-type: none"> 工事完了後に想定される豪雨時の水位を推定すること
1-2.アウトプットの活用先	- (モデル検証のみ)	<ul style="list-style-type: none"> 水位が低い場合の影響検討における水位設定の参考 	<ul style="list-style-type: none"> 設計用地下水位が有する余裕の確認において参照
2.解析領域	<ul style="list-style-type: none"> 施設を含む分水嶺までの範囲 (施設へ流入する地下水を適切に表現) 	(同左)	(同左)
3.解析種別	<ul style="list-style-type: none"> 非定常解析 	<ul style="list-style-type: none"> 定常解析 	<ul style="list-style-type: none"> 非定常解析
4.降雨条件	<ul style="list-style-type: none"> 以下の検証期間の降雨実績 検証期間 1 : 2006-2007年 検証期間 2 : 2013-2014年 	<ul style="list-style-type: none"> 3.57mm/日 (観測降雨 (2001-2018年) の日平均) 	<ul style="list-style-type: none"> 仮想の降雨条件 (超過確率約400年程度) - 初期状態 : 3.57mm/日 (観測降雨 (2001-2018年) の日平均) - 降雨時 : 150mm/日 × 3日 (総降水量450mm)
5.モデル	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位観測時 (検証期間) における施設配置等を反映 	<ul style="list-style-type: none"> 詳細設計の結果を踏まえた工事完了段階における施設配置等を反映 	(同左)
6.ドレーン	<ul style="list-style-type: none"> 既設全てを管路として扱う (地下水位観測時の状態を再現するため、新設は考慮しない) 	<ul style="list-style-type: none"> 平常時の状態に対応し、既設・新設の全範囲を管路として扱う 	<ul style="list-style-type: none"> 設計用地下水位の検証を目的とするため、既設・新設のうち耐久性・耐震性・保守管理性等の確保された範囲を管路として扱う (それ以外の範囲については、耐震性等の確保状況に応じて透水層または周辺地盤として扱う)
7.境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 実態に則した設定 - 山側 : 閉境界 - 海側 : 平均潮位に水位固定 - ドレーン : ドレーン計画高に水位固定 	(同左)	(同左)
8.透水係数	<ul style="list-style-type: none"> 試験結果の平均値 	(同左)	(同左)

注) ■は目的に対して妥当な評価とする目的で①広域モデルより変更している条件