

# 女川原子力発電所2号炉 地下水位の設定について

---

平成30年3月20日  
東北電力株式会社

---

1. 設置許可基準規則の各条文に対する地下水位の設定に関する基本方針	2
2. 敷地の水文環境	4
3. 地下水位低下設備の概要	5
4. 既往の浸透流解析	11
5. 地下水位設定の基本方針	15

## 補足説明資料

補足説明資料1 条文毎の地下水位の設定方針	16
補足説明資料2 排水路の概要	20
補足説明資料3 既往の浸透流解析の結果	22
補足説明資料4 基礎地盤の安定性評価における地下水位設定の考え方	35
補足説明資料5 防潮堤の地下水位の設定の保守性について	41

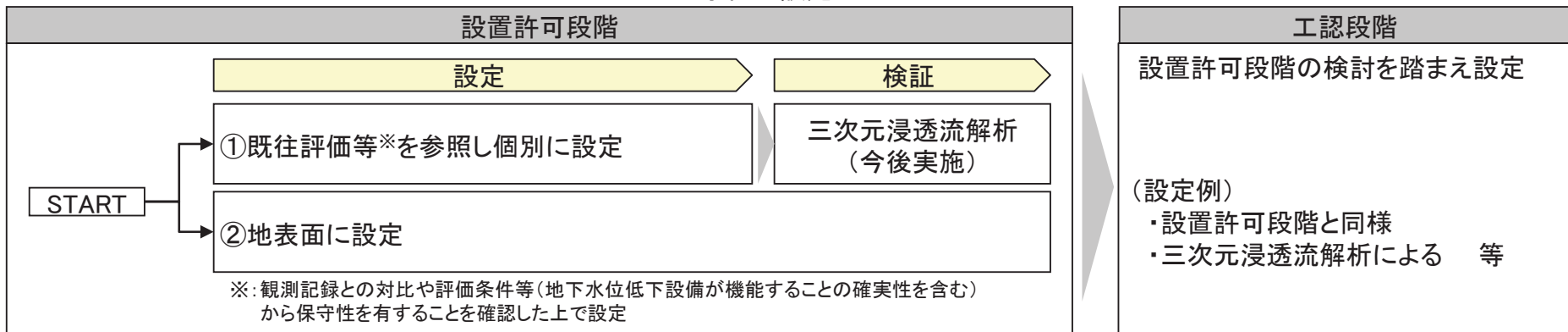
# 1. 設置許可基準規則の各条文に対する地下水位の設定に関する基本方針

- 設置許可基準規則の各条文への適合性確認にあたり、以下の項目について地下水位の設定が必要となる。

	設置許可段階	工認段階
規則第3条(地盤)	地盤安定	支持力, 液状化の影響評価
規則第4条・5条 (耐震・耐津波)	防潮堤, 防潮壁, 海水ポンプ室 (成立見通しを確認)	左記を含め全ての対象施設
上記以外	規則第33条(保安電源設備) 規則第43条(保管場所・アクセスルート)	規則第39条(重大事故等対処施設)

- 地下水位の設定にあたっては、地形や地下水流動場を踏まえ、適切な保守性を確保することが重要であることから、設置許可段階においては、①又は②により地下水位の設定を行う。
  - ① 既往評価(二次元浸透流解析)等を参照し地下水位を個別に設定する。
  - ② 地下水位を地表面に設定する。
- 上記のうち①による場合は、観測記録との対比や評価条件等から保守性を有することを確認した上で設定するとともに、今後実施する三次元浸透流解析により検証を行う。
- なお、今後、防潮堤直下の地盤改良により流況が変化することに対応した三次元浸透流解析を実施し、既往評価により設定した地下水位の保守性が損なわれないことを検証するとともに、詳細設計段階における適用を検討する。

地下水位の設定フロー



## 1. 設置許可基準規則の各条文に対する地下水位の設定に関する基本方針

- 地下水位の設定フローに基づき、各条文への適合性確認における地下水位の設定方針を以下に示す。

条文毎の地下水位の設定に関する基本方針(詳細は補足説明資料1)

	規則第3条※1 (地盤安定)	規則第3条 (支持力, 液状化の影響評価), 規則第4条・5条※2 (耐震・耐津波)	規則第33条 (保安電源設備)	規則第39条 (重大事故等対処施設)	規則第43条※3 (保管場所・アクセスルート)
原子炉建屋	地表面(敷地を代表)	個別に設定	—	—	—
緊急時対策建屋	地表面(敷地を代表)	個別に設定	—	個別に設定	—
防潮堤	個別に設定	個別に設定	—	—	—
その他の施設	個別に設定※4	個別に設定	—	個別に設定 or地表面	—
保管場所・アクセスルート	—	—	—	—	地表面or 個別に設定
保安電源設備	—	—	個別に設定	—	—

※1: 規則第3条第1項に対する基礎地盤の安定性評価に用いる地下水位設定方針は以下のとおり。詳細を補足説明資料4に示す。

— 第3条第1項に対する原子炉建屋及び緊急時対策建屋の基礎地盤の評価における地下水位は、これらの施設で代表させて敷地全体の施設の安定性を評価するため、施設毎に周辺地下水位が異なることから、地表面で代表する。なお、基礎地盤の安定性の観点からは、地下水位が高い方が保守的と判断される。

— 一方、防潮堤等の原子炉建屋及び緊急時対策建屋で代表できない施設の基礎地盤の評価においては、実際の地下水位に保守性を加味して設計用地下水位を個別に定める。

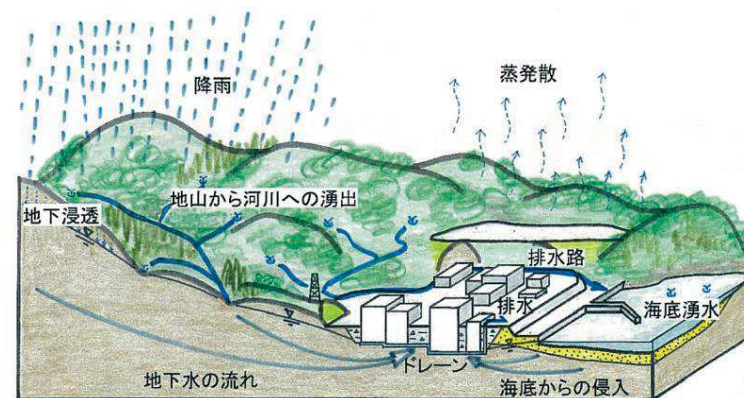
※2: 施設毎の耐震性評価に用いる設計用地下水位は、設置条件や解析条件に応じた設定(保守性を考慮した浸透流解析や公式等による)を基本とし、これらによる設定が困難な施設においては地表面に設定する。

※3: アクセスルートの周辺斜面は、観測記録で検証された信頼性の高い解析結果が得られている箇所は個別に設定し、それ以外の箇所は地表面に設定する。

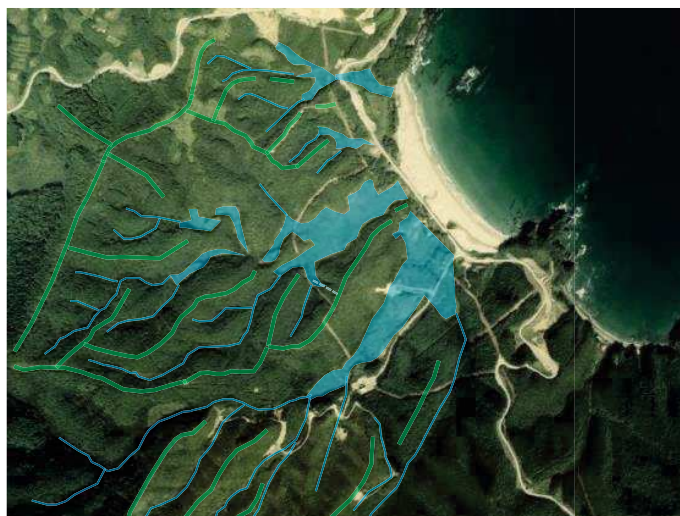
※4: 敷地を代表する施設(O.P.14.8m盤: 原子炉建屋, O.P.62m盤: 緊急時対策建屋)の評価に包含される。

## 2. 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、蒸発散分を除き、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。
- 表面水は構内排水路を通じて海へ排水される(補足説明資料2)。
- また、地下水は主要建屋周辺に設置した地下水位低下設備により集水後、構内排水路へ排水される(次頁以降)。



敷地の水文環境のイメージ



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



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

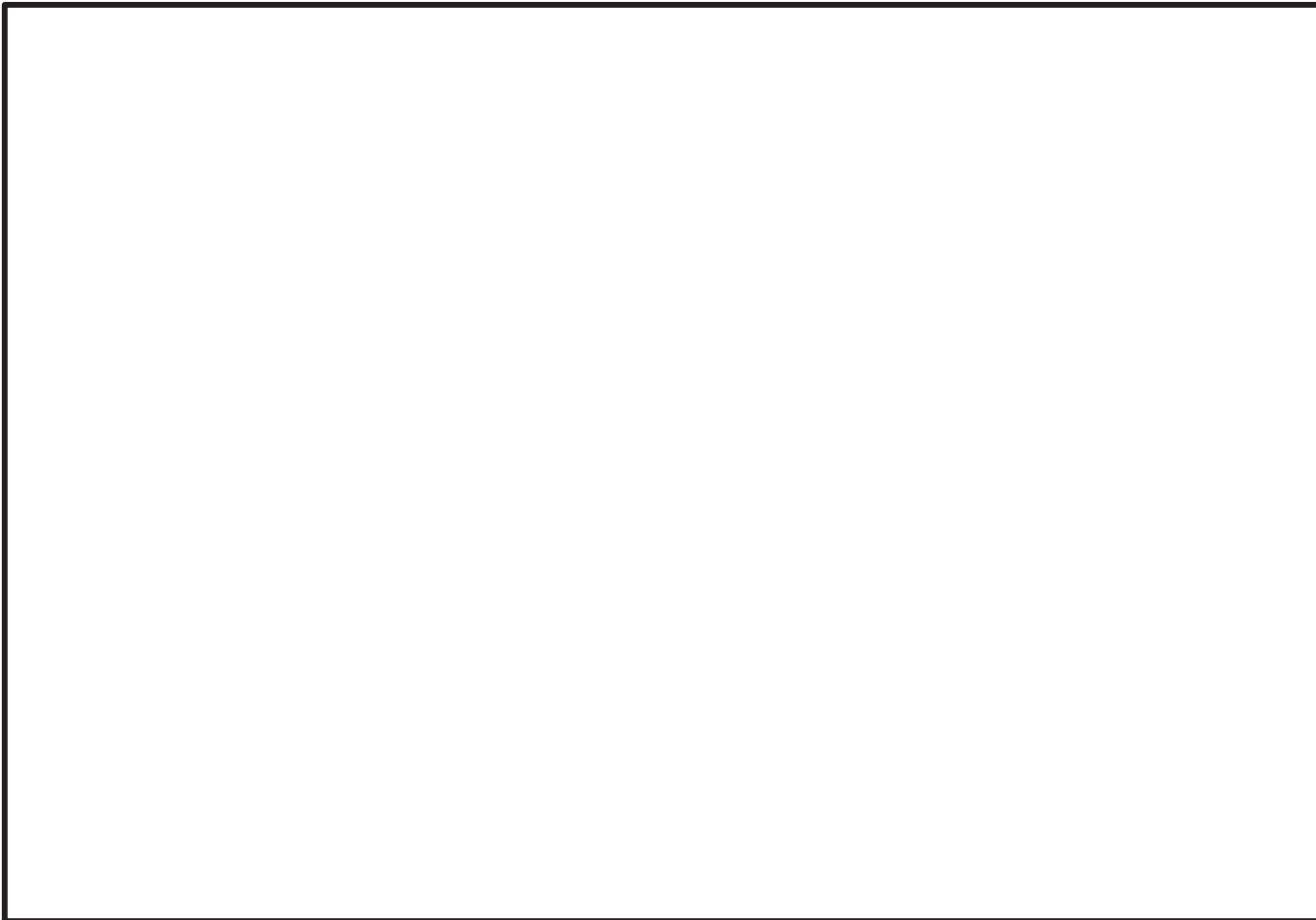
---> 主な地表水の流れ








### 3. 地下水位低下設備の概要

#### 3.1 地下水位低下設備の配置状況

- 原子炉建屋，制御建屋，タービン建屋，排気筒，海水ポンプ室等の各号炉の主要施設周囲には，施設に作用する揚圧力を低減するため，地下水位低下設備を設置している。
- 地下水位低下設備は，各施設の周辺基盤面に設置されたドレーン（有孔管， $\phi 100\text{mm} \sim 1,050\text{mm}$ の5種類）より揚水井戸に集水し，揚水ポンプ（2台／1箇所）で構内排水路へ排水する設備となっている。

- また，地下水位低下設備により主要建屋周辺の地下水位が定常的に低い状態となっていることから，海側からも盛土や岩盤を通じて流入し，地下水位低下設備により集水後，構内排水路へ排水される。



凡例	
	: 有孔ヒューム管 $\phi 1050$
	: 有孔ヒューム管 $\phi 800$
	: 有孔ヒューム管 $\phi 500$
	: 有孔塩ビ管 $\phi 200$
	: 有孔塩ビ管 $\phi 100$
	: 揚水井戸（常用電源）
	: 揚水井戸（非常用電源）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 3. 地下水位低下設備の概要

#### 3.2 地下水位低下設備(ドレーン)の概要 (1/2)

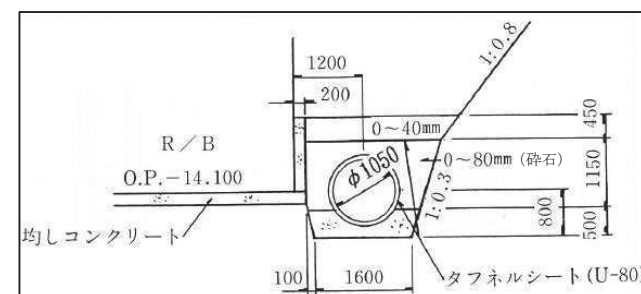
- 2号炉原子炉建屋の周囲に設置されたメインドレーン(φ1,050mmの有孔ヒューム管)の敷設状況を示す(写真A)。
- メインドレーンは、掘削した岩盤内に敷設し、基礎コンクリートにより管底部を固定している。建屋側に碎石押え壁を設置し、有孔ヒューム管にタフネルシートを巻いて、碎石(0~80mm)、タフネルシート、碎石(0~40mm)の順に水平に均している。



2号炉原子炉建屋北側 メインドレーン φ1,050有孔ヒューム管(写真A)



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



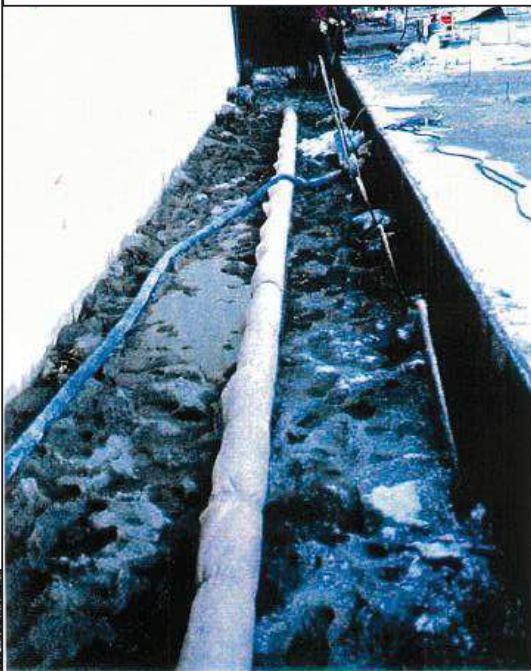
メインドレーン施工概念図

### 3. 地下水位低下設備の概要

#### 3.2 地下水位低下設備(ドレーン)の概要 (2/2)

- 2号炉原子炉建屋とタービン建屋の間には、 $\phi 100$ mmの有孔塩ビ管を敷設している(写真B)。
- この有孔塩ビ管は、岩盤上に敷設し、両側は原子炉建屋及びタービン建屋の基礎となっている。

2号炉原子炉建屋・タービン建屋間  
 $\phi 100$ 有孔塩ビ管(写真B)



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



2号炉タービン建屋ドレーン  
 $\phi 500$ 有孔ヒューム管(写真C)

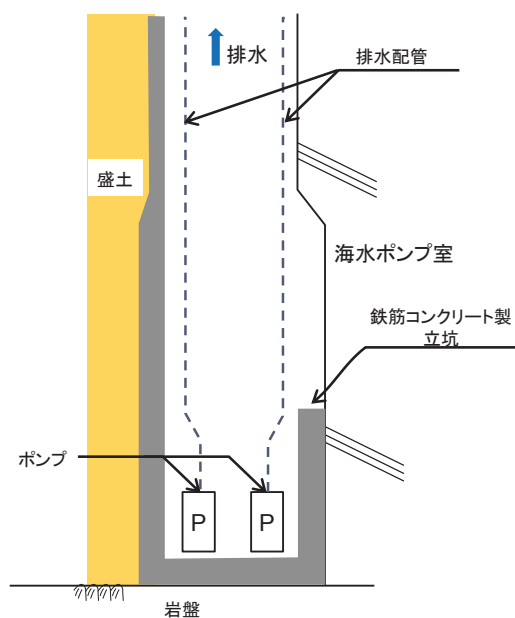
- 2号炉タービン建屋の基礎下には、 $\phi 500$ mmの有孔ヒューム管を敷設している(写真C)。
- この有孔ヒューム管は、掘削した岩盤内に敷設している。



### 3. 地下水位低下設備の概要

#### 3.3 地下水位低下設備(揚水井戸及び揚水ポンプ)の概要

- 揚水井戸はいずれも岩盤上に設置しており、1号炉及び2号炉は鉄筋コンクリート製立坑、3号炉は鋼製シャフト(下端は鉄筋コンクリート造のピット)である。
- 地下水位低下設備は耐震Sクラスではないものの、3.11地震後においても地下水位低下設備は機能を維持することができた。なお、一部のポンプが故障した場合においても速やかに交換できるよう、予備ポンプを配備する。



2号機揚水井戸の例(井戸④)



排水配管の例(井戸①)



ポンプ据え付け状況の例(井戸③)



地下水位低下設備 設置位置図

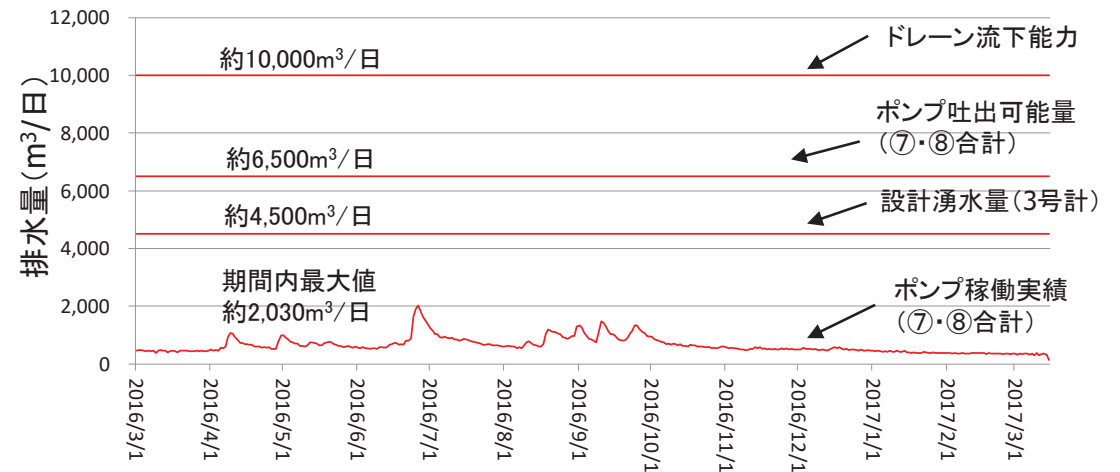
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 3. 地下水位低下設備の概要

#### 3.4 地下水位低下設備の排水性能

- 地下水位低下設備は、浸透流解析による設計湧水量を十分排水できるよう設計している。
- 例として、3号炉の地下水位低下設備の系統排水性能を示す。
- 3号炉の地下水位低下設備の1年間の稼働実績によると、期間内のポンプ稼働実績最大(約2,030m<sup>3</sup>/日)に対して、ポンプ吐出可能量(約12,900m<sup>3</sup>/日)及びドレーン流下能力(約10,000m<sup>3</sup>/日)はいずれも上回っており、十分な設計裕度を有している。

3号系統 地下水揚水ポンプの稼働実績(2016年3月～2017年3月)

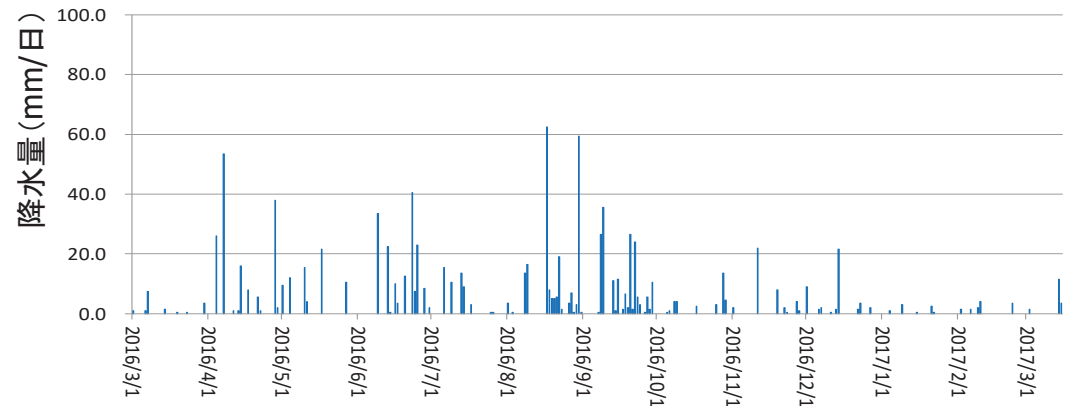


地下水位低下設備の排水性能(3号系統)

	設計湧水量 [m <sup>3</sup> /日]	ポンプ吐出可能量※1 [m <sup>3</sup> /日]	ドレーン流下能力※2 [m <sup>3</sup> /日]	ポンプ稼働実績最大※3 [m <sup>3</sup> /日]
井戸⑦	—	4,600	—	1,670
井戸⑧		1,900		420
3号計	4,500	6,500	10,000	2,030

※1: 各井戸にポンプ2台設置しているが、1台は予備として、ポンプ1台×24時間連続運転として算出  
 ※2: メインドレーンφ500ヒューム管, φ800ヒューム管のうち、φ500ヒューム管における80%水深時における値  
 ※3: 2016年3月～2017年3月における稼働実績

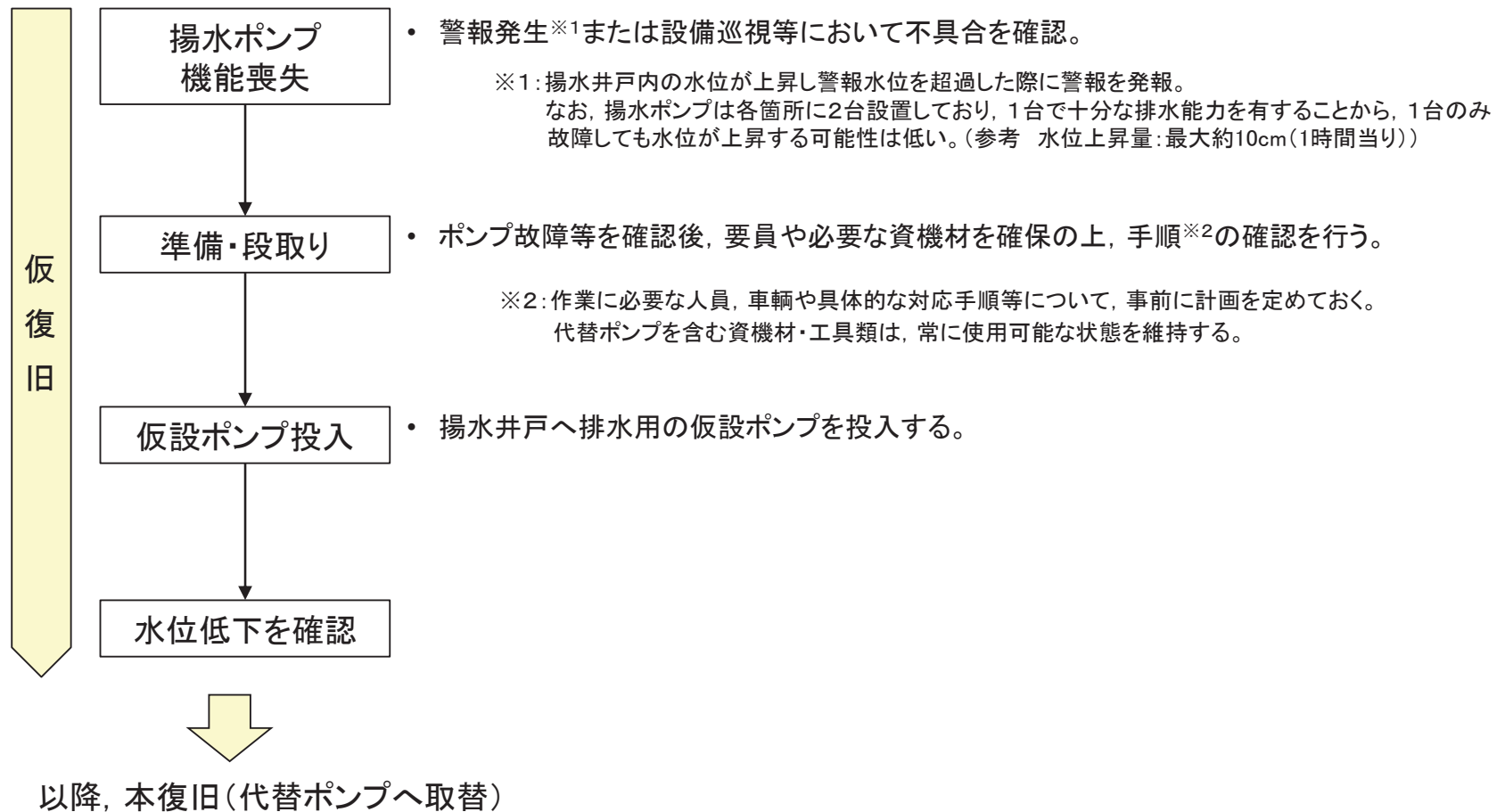
日降水量(石巻)(2016年3月～2017年3月)



### 3. 地下水位低下設備の概要

#### 3.5 揚水ポンプ機能喪失時の対応（参考）

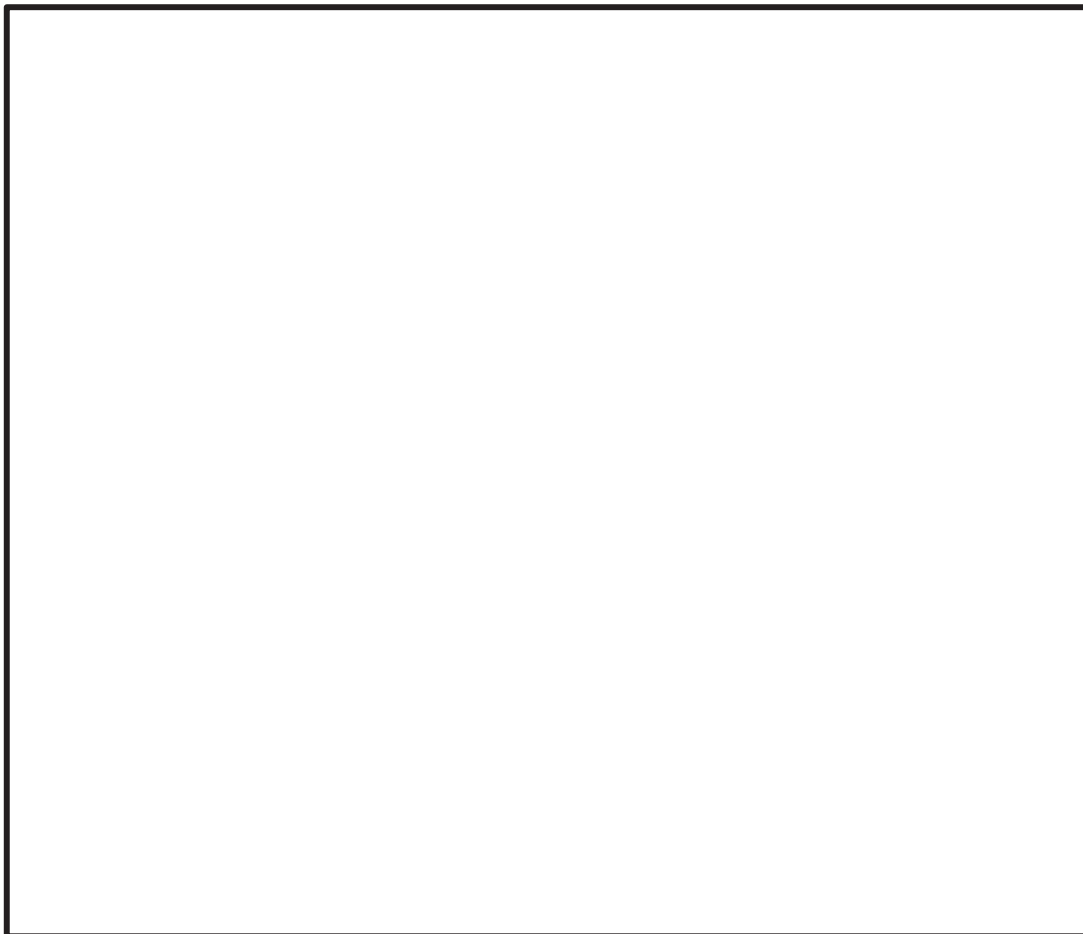
- 地震等により揚水ポンプが機能を喪失した場合の対応手順の概要は次のとおり。
- 対応に必要な人員や資機材は発電所構内より確保するため、事象発生後、速やかに揚水ポンプ機能を復旧していく。
- この対応を確実なものとするために、今後、必要な手順等を整備していく。







地下水揚水ポンプ機能喪失時の対応手順

#### 4. 既往の浸透流解析【解析断面と水位観測位置】

- 既往の浸透流解析により地下水位を設定することの妥当性を確認する。
  - 敷地の水文環境を踏まえ、海山方向を中心に10断面で解析を実施
  - 境界条件として、海側はHWL、山側は地表面に地下水位を設定(I-I', J-J' は非定常解析を実施)
  - 観測孔①～③で観測された地下水位との比較
- 既往の浸透流解析結果の例を次頁以降に示す。既往の浸透流解析の詳細は補足説明資料3に示す。



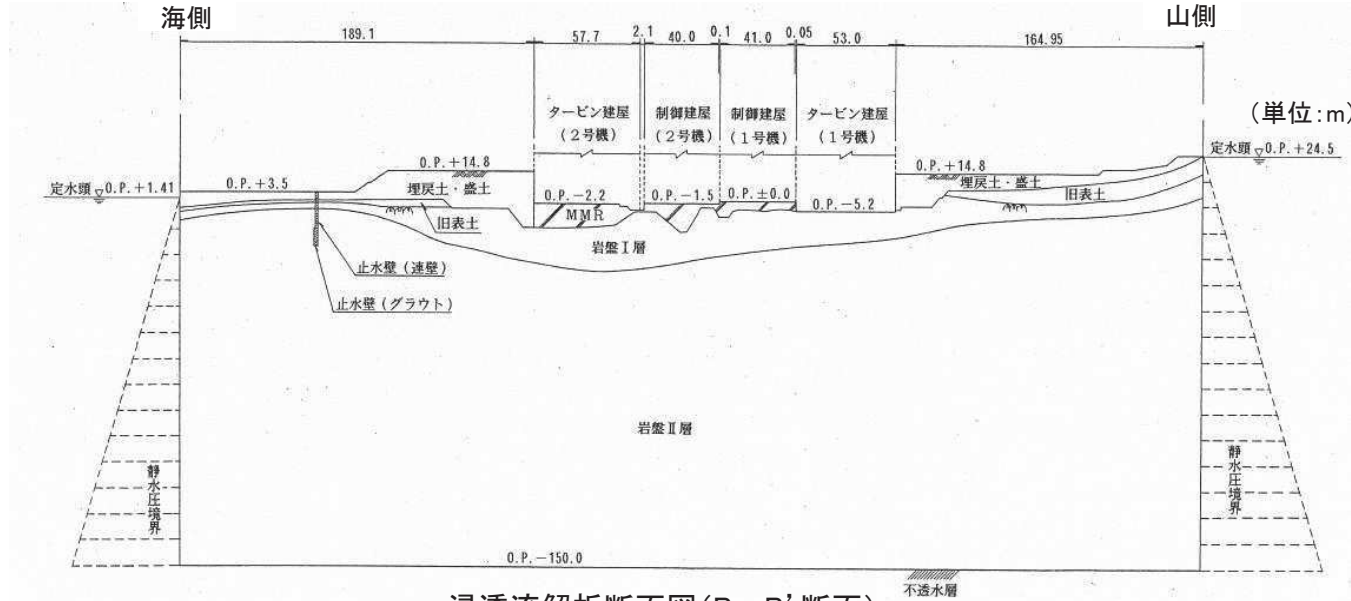
凡例	
	: 解析断面(2号)
	: 解析断面(3号)
	: 解析断面(アクセス斜面)
	: 水位連続観測孔

※: 2号炉及び3号炉建設時の浸透流解析断面は、当時の地形にてモデル化しており、現地形とは異なる。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

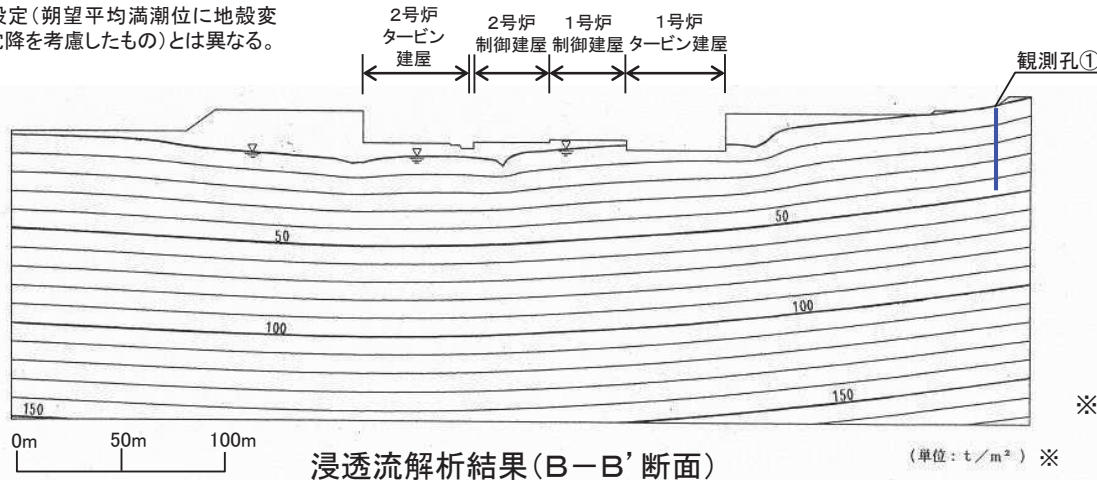
### 4. 既往の浸透流解析【解析結果と観測水位の比較(1/2)】

- 解析断面とその結果(B-B'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している各主要建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



浸透流解析断面図(B-B'断面)

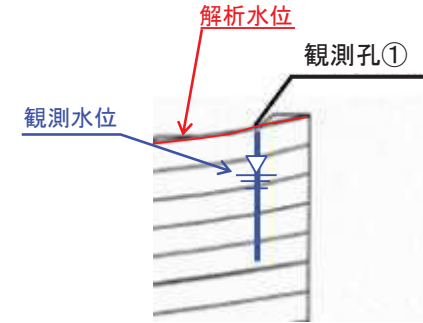
注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。



浸透流解析結果(B-B'断面)

(単位: t/m<sup>2</sup>) ※

- 解析断面近傍の観測孔①における地下水位観測結果を下に示す。
- 観測された水位は、浸透流解析を下回っている。



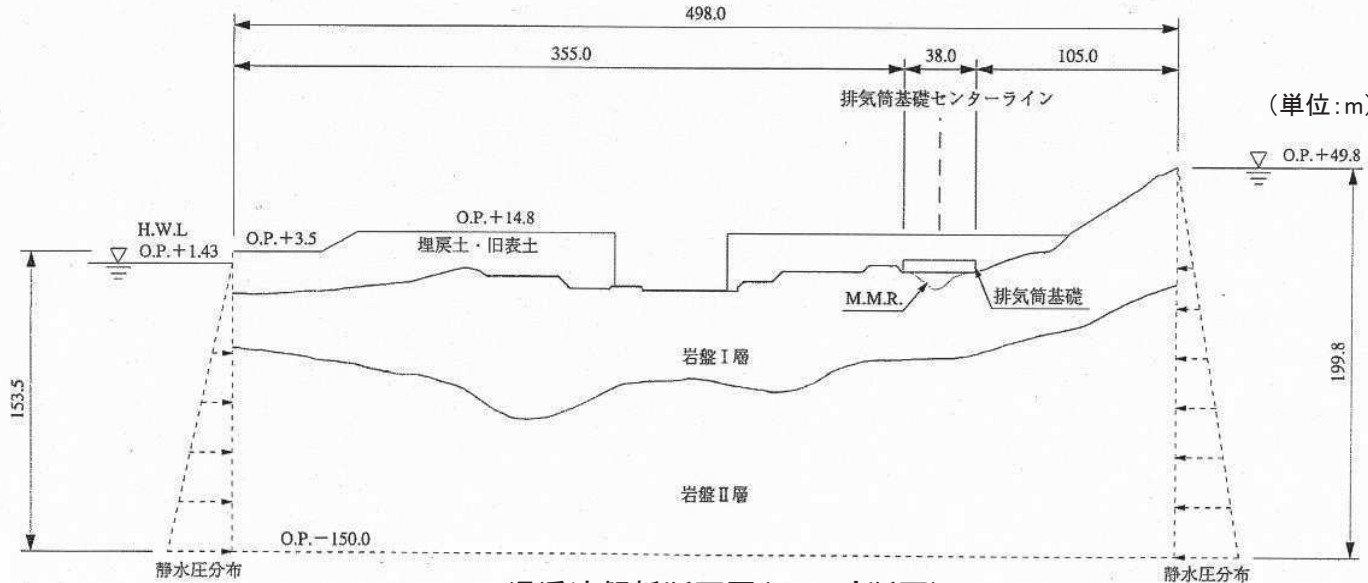
地下水観測結果(観測孔①)

	観測孔①
観測水位	O.P.約+5.8m
解析水位	O.P.約+15.1m (地表面)

※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

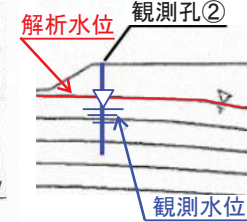
### 4. 既往の浸透流解析【解析結果と観測水位の比較(2/2)】

- 解析断面とその結果(D-D'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している3号炉タービン建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



浸透流解析断面図(D-D'断面)

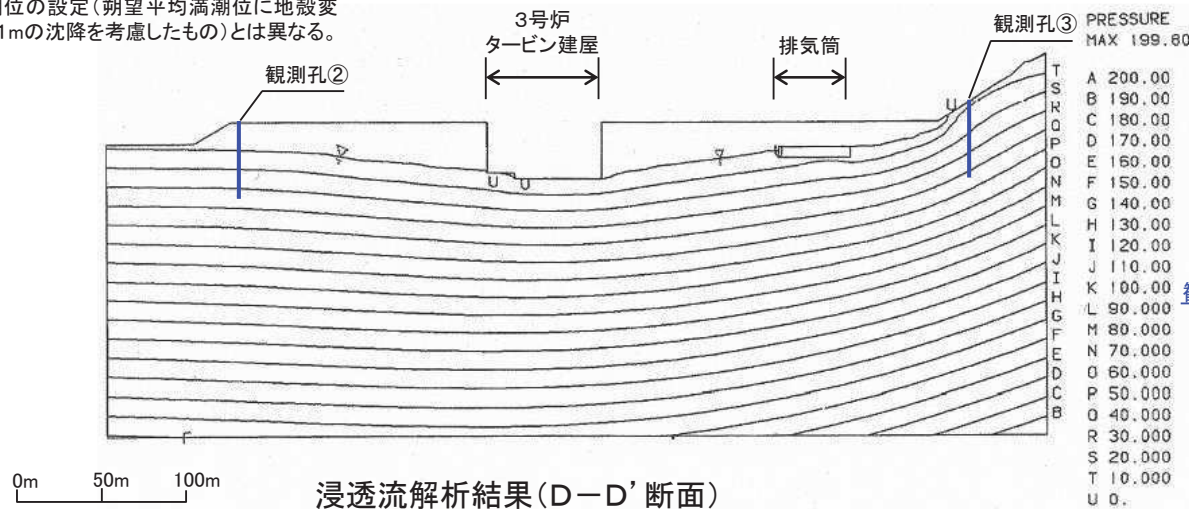
- 解析断面近傍の観測孔②及び③における地下水位観測結果を下に示す。
- 観測された水位は、いずれも浸透流解析を下回っている。



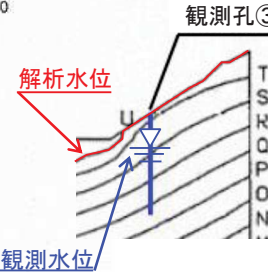
観測孔②	
観測水位	O.P.約 -5.3m*
解析水位	O.P.約-0.7m

地下水観測結果(観測孔②)

注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。



浸透流解析結果(D-D'断面)



観測孔③	
観測水位	O.P.約 +11.5m*
解析水位	O.P.約+25.0m (地表面)

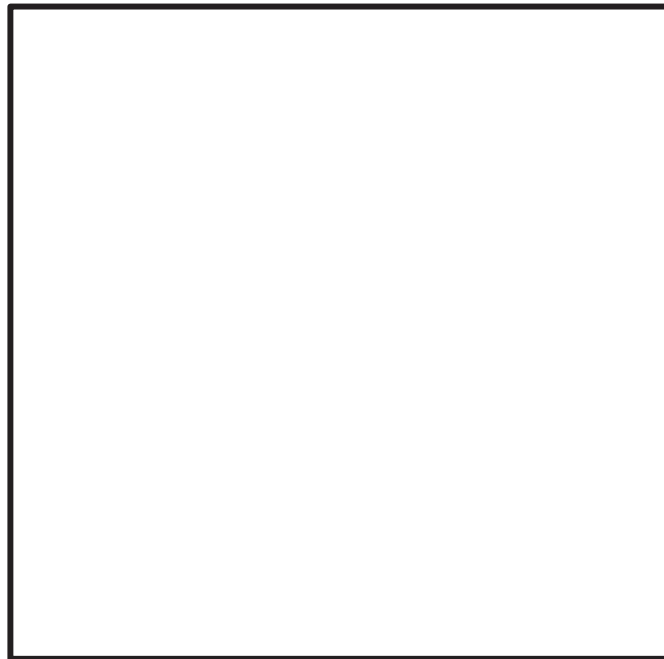
地下水観測結果(観測孔③)

※: 地殻変動による1mの沈降を考慮したものとなり、補正した水位を記載

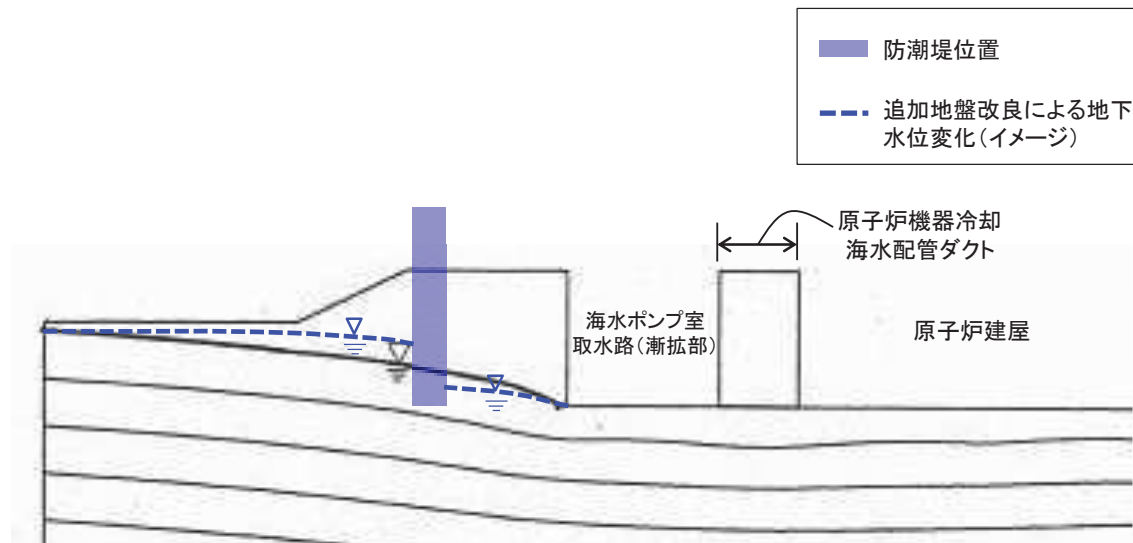
U: 地下水位面

#### 4. 既往の浸透流解析【防潮堤の追加地盤改良による影響】

- 防潮堤の直下を地盤改良することにより地下水の流況に変化が生じるが、施設周辺の地下水位が現状より上昇することはなく、その影響は海側に限定されるものと考えられる。
  - 防潮堤の海側については、透水係数が小さい改良地盤の層が構築されることにより、地下水位はドレーンの影響を受けにくくなり、海水位の影響が支配的となる。
  - 防潮堤と主要建屋の間については、改良地盤の構築により、海水の供給量が減少し、地盤改良前より地下水位が低くなる。
  - 主要建屋の山側については、建屋周りにある揚水ポンプの容量に十分余裕があることから、大きな変化はないと考えられる。ただし、防潮堤の端部周辺はドレーンとの離隔により、相対的に地下水位が高い傾向がある。
- ①及び②については、防潮堤海側に設置した地中連続壁の前面・背面で実施した地下水連続観測結果からも同様の傾向を確認している(p43,44参照)。



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

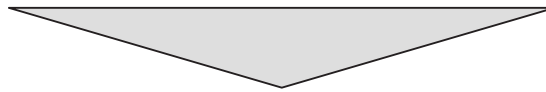


防潮堤周辺の流況の変化  
(浸透流解析(C-C'断面)を抜粋・加筆)

## 5. 地下水位設定の基本方針

### 【まとめ】

- 既往の浸透流解析結果により、以下の傾向を確認した。
  - ✓ ドレーンを設置している主要建屋のエリアでは、建屋基礎に向かって周囲の地下水位は低下している。
  - ✓ 海側の地下水位は、海水面を上回らない。
- また、観測水位はいずれも浸透流解析結果を下回っている。
- 防潮堤の直下を地盤改良することにより地下水の流況に変化が生じるが、施設周辺の地下水位が現状より上昇することはなく、その影響は海側に限定されるものと考えられる。



以上のことから、解析条件の設定は保守的であり、その条件を用いて実施した解析結果(地下水位)を用いることは妥当である。

また、防潮堤直下の地盤改良により流況が変化することに対応した三次元浸透流解析を実施し、既往評価により設定した地下水位の保守性が損なわれないことを検証するとともに、詳細設計段階における適用を検討する。



## 補足説明資料

---

### 1. 条文毎の地下水位の設定方針

## 補足説明資料1. 条文毎の地下水位の設定方針(1/3)

設計基準対象施設(規則第3条)

施設名称	構造概要	支持層	地下水位の設定方針	
			設置許可段階	工認段階
O.P.14.8m盤の代表施設 (原子炉建屋)	鉄筋コンクリート構造 直接基礎構造	岩盤	地表面	—
O.P.62m盤の代表施設 (緊急時対策建屋)	鉄筋コンクリート構造 直接基礎構造	岩盤	地表面	—
改良地盤支持の代表施設 (防潮堤)	杭基礎構造, 盛土構造	改良地盤	鋼管式鉛直壁一般部:HWL 盛土堤防:海側HWL, 山側 地表面	—

## 補足説明資料1. 条文毎の地下水位の設定方針(2/3)

設計基準対象施設(規則4, 5条)

施設名称	構造概要	支持層	地下水位の設定方針		液状化 検討対象施設 (参考)
			設置許可段階	工認段階	
原子炉建屋※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
制御建屋※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
排気筒※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
排気筒連絡ダクト※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
			—	浸透流解析に基づき設定	—
原子炉機器冷却海水配管ダクト※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
海水ポンプ室※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	既往の浸透流解析等に基づき設定	浸透流解析に基づき設定	—
軽油タンク室※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
軽油タンク連絡ダクト※	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
防潮堤	杭基礎構造, 盛土構造	岩盤, 改良地盤	鋼管式鉛直壁一般部:HWL 鋼管式鉛直壁岩盤部:地表面 盛土堤防:海側HWL, 山側 地表面	設置許可と同様	○
防潮壁(2・3号炉海水ポンプ室)	杭基礎構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
防潮壁(2・3号炉放水立坑)	杭基礎構造	岩盤	既往の浸透流解析等に基づき設定	浸透流解析に基づき設定	○

※: 重大事故等対処施設を兼ねる。

## 補足説明資料1. 条文毎の地下水位の設定方針(3/3)

### 保安電源設備(規則33条)及び重大事故等対処施設(規則39条・43条)

施設名称	構造概要	支持層	地下水位の設定方針		液状化 検討対象施設 (参考)
			設置許可段階	工認段階	
保安電源設備	直接基礎構造または杭基礎構造	岩盤, 盛土	既往の浸透流解析等に基づき設定		—
緊急時対策建屋	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定 (地下水位低下設備を設置予定)	—
緊急用電気品建屋	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	地表面に設定	○
淡水貯水槽	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	地表面に設定	—
地下軽油タンク室	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	地表面に設定	—
復水貯蔵タンク基礎	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	浸透流解析に基づき設定	—
取水路	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	[標準部] HWL若しくは浸透流解析に基づき設定	○
			—	[漸拡部] 浸透流解析に基づき設定	—
			—	[防潮堤横断部] 浸透流解析に基づき設定	—
取水口	鉄筋コンクリート構造	岩盤	—	HWL	○
保管場所 ※1 (第1, 第3, 第4)	コンクリート舗装	岩盤, MMR	地表面に設定 (第3,4は検討中)		—
保管場所 (第2)	鉄筋コンクリート構造	岩盤, セメント改良土	地表面		—
アクセスルート	アスファルト舗装	岩盤, セメント改良土, 盛土	O.P.+14.8mエリア: O.P.+5.0m ※2 O.P.+3.5mエリア: HWL		○
アクセスルート (周辺斜面)	—	—	地表面若しくは浸透流解析に基づき設定		—

※1: 保管場所は検討中のため変更の可能性がある。

※2: 2・3号炉排気筒基礎の既工認における設定水位(O.P.+4.5m)及び水位連続観測結果から設定

## 補足説明資料

---

### 2. 排水路の概要

## 補足説明資料2. 排水路の概要

- 発電所の敷地は、分水嶺を境に北側と南側の集水エリアに大別できる(右下図の緑が北側、紫が南側の集水エリア)ことから、これに対応して幹線排水路を配置しており、降雨の際の表面水を構内排水路を通じて幹線排水路へ集水し、海へ排水することとしている。
- 幹線排水路の排水能力は、石巻特別地域気象観測所における既往最大1時間雨量の91.0mm/hを考慮しても十分排水可能となるよう設定している。



	仕様	91.0mm/h降水時の雨水流入量 [m <sup>3</sup> /s]	排水可能流量 [m <sup>3</sup> /s]
北側排水路	ヒューム管 φ2400	12.3	30.82
南側排水路	ボックスカルバート B3000, H2500	14.7	35.17

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

※: 林地開発許可申請書記載値(平成28年1月)

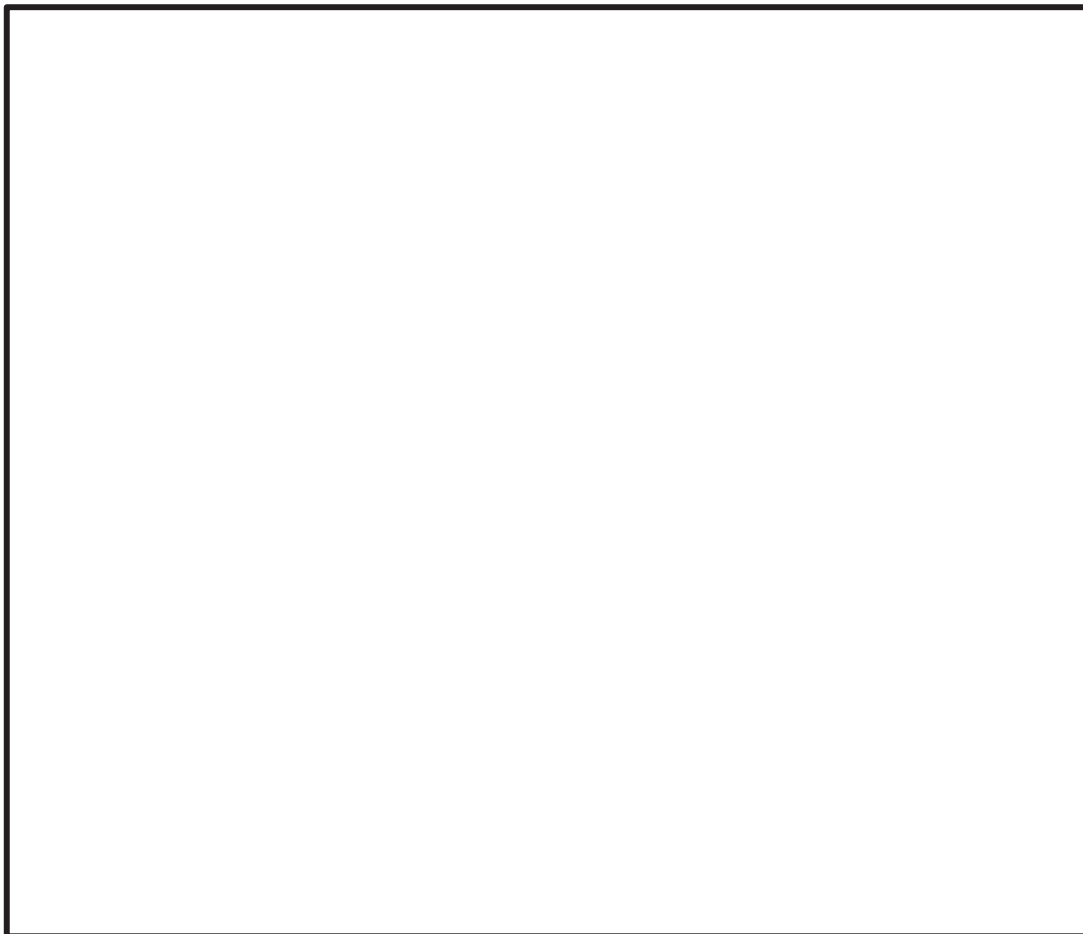
## 補足説明資料





---

### 3. 既往の浸透流解析の結果

### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (1/12)

- 既往の浸透流解析により地下水位を設定することの妥当性を確認する。
  - 敷地の水文環境を踏まえ、海山方向を中心に10断面で解析を実施
  - 境界条件として、海側はHWL、山側は地表面に地下水位を設定(I-I', J-J' は非定常解析を実施)
  - 観測孔①～③で観測された地下水位との比較



凡例	
	: 解析断面(2号)
	: 解析断面(3号)
	: 解析断面(アクセス斜面)
	: 水位連続観測孔

※: 2号炉及び3号炉建設時の浸透流解析断面は、当時の地形にてモデル化しており、現地形とは異なる。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (2/12)

- 浸透流解析に用いた透水係数を以下に示す。
- 岩盤の透水係数は、2号炉及び3号炉の原子炉建屋他の工認審査時に実施した透水試験により設定している。

解析用物性値(2号炉周辺)

(単位:m/s)

地層	盛土 ・旧表土	岩盤		MMR
		I層	II層	
透水係数	$3.0 \times 10^{-5}$	$7.0 \times 10^{-7}$	$5.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-11}$

注)A-A'断面, B-B'断面, C-C'断面, J-J'断面に使用

解析用物性値(3号炉周辺)

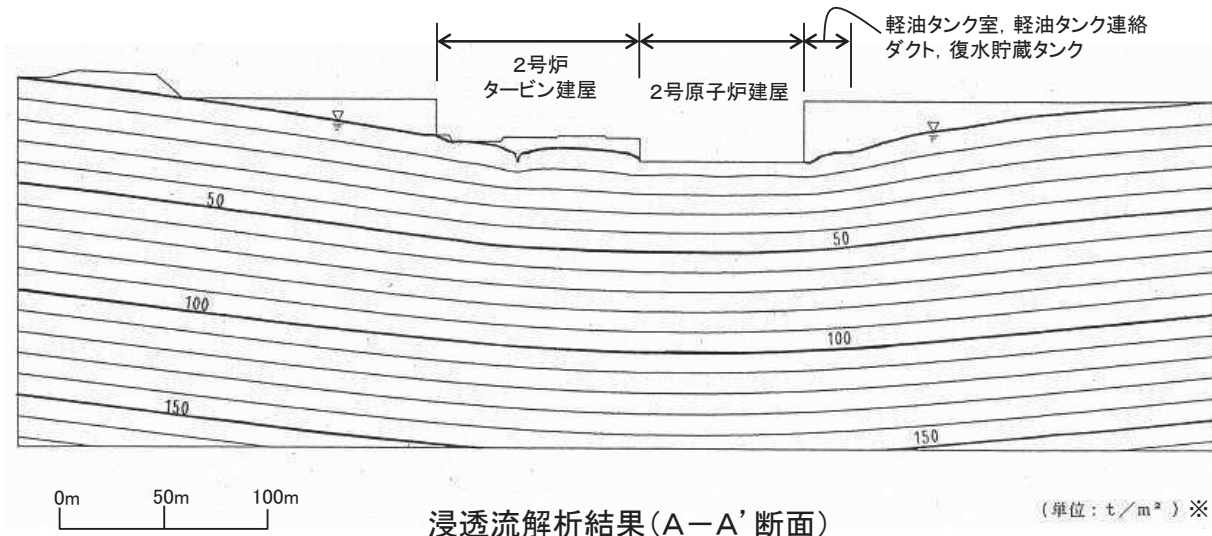
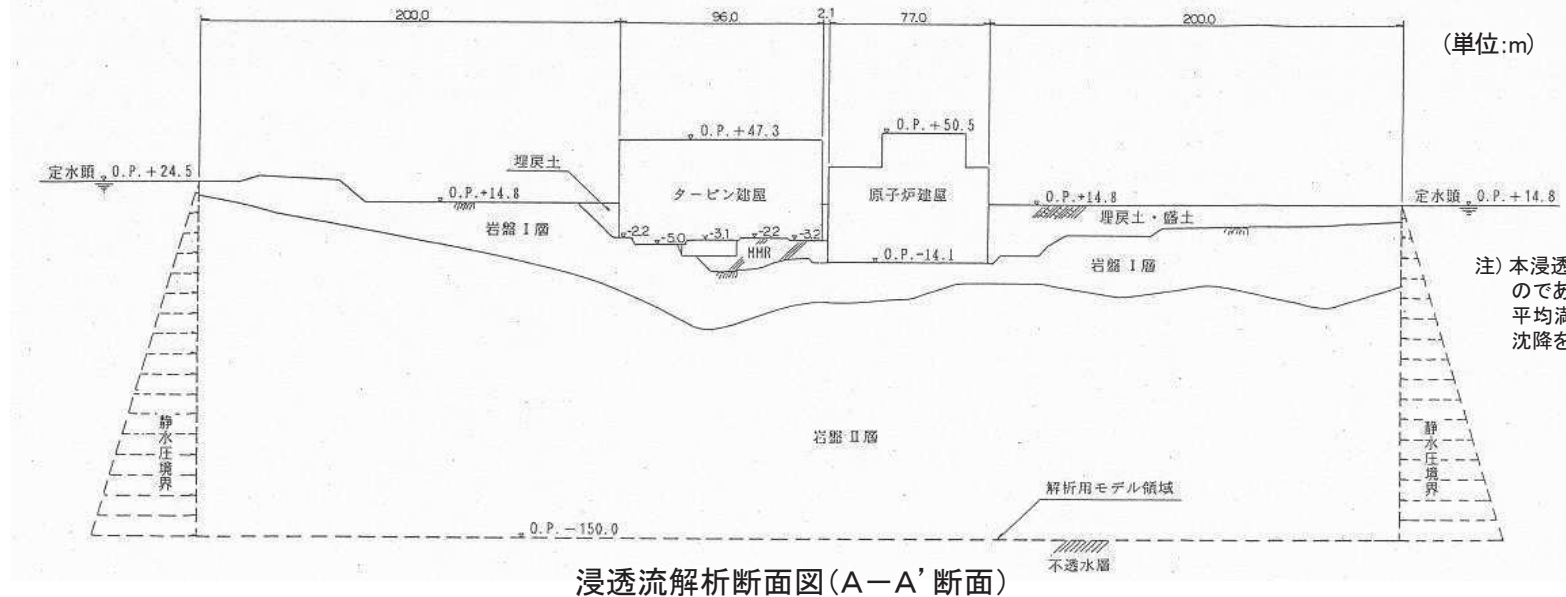
(単位:m/s)

地層	盛土 ・旧表土	岩盤		MMR
		I層	II層	
透水係数	$3.0 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-11}$

注)D-D'断面, E-E'断面, F-F'断面, G-G'断面, H-H'断面, I-I'断面に使用

### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (3/12)

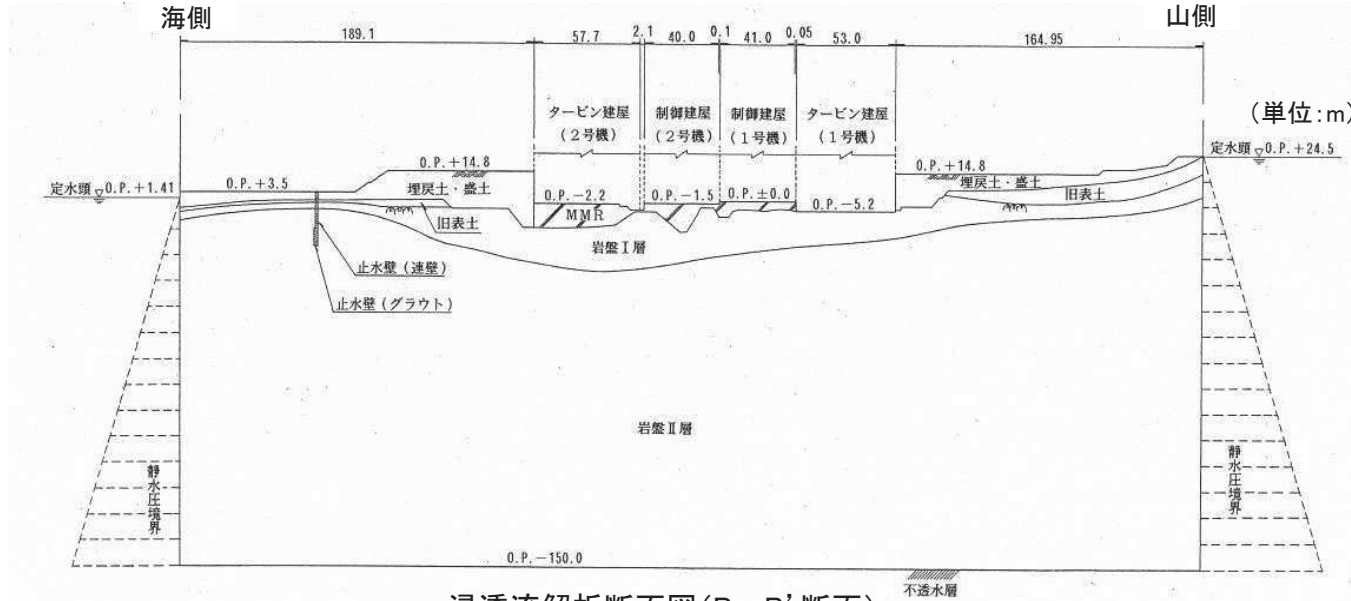
- 解析断面とその結果(A-A'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している2号原子炉建屋及び2号炉タービン建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下している。



※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

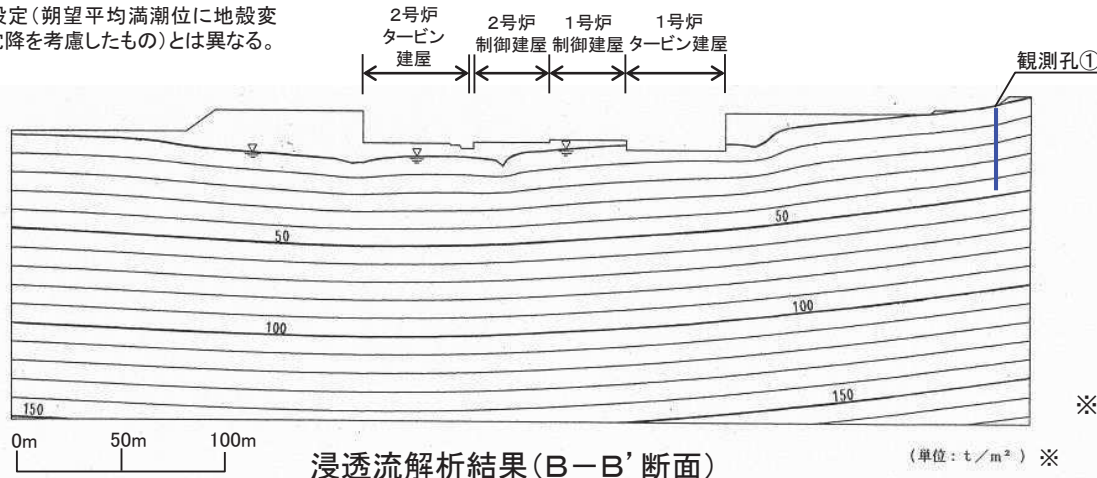
### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (4/12)

- 解析断面とその結果(B-B'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している各主要建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



浸透流解析断面図(B-B'断面)

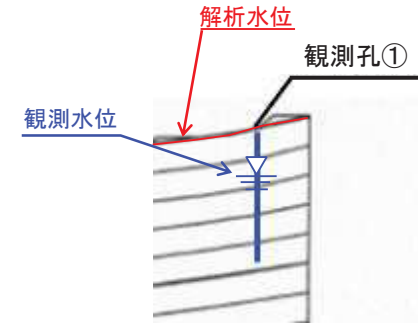
注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。



浸透流解析結果(B-B'断面)

(単位: t/m<sup>2</sup>) ※

- 解析断面近傍の観測孔①における地下水位観測結果を下に示す。
- 観測された水位は、浸透流解析を下回っている。



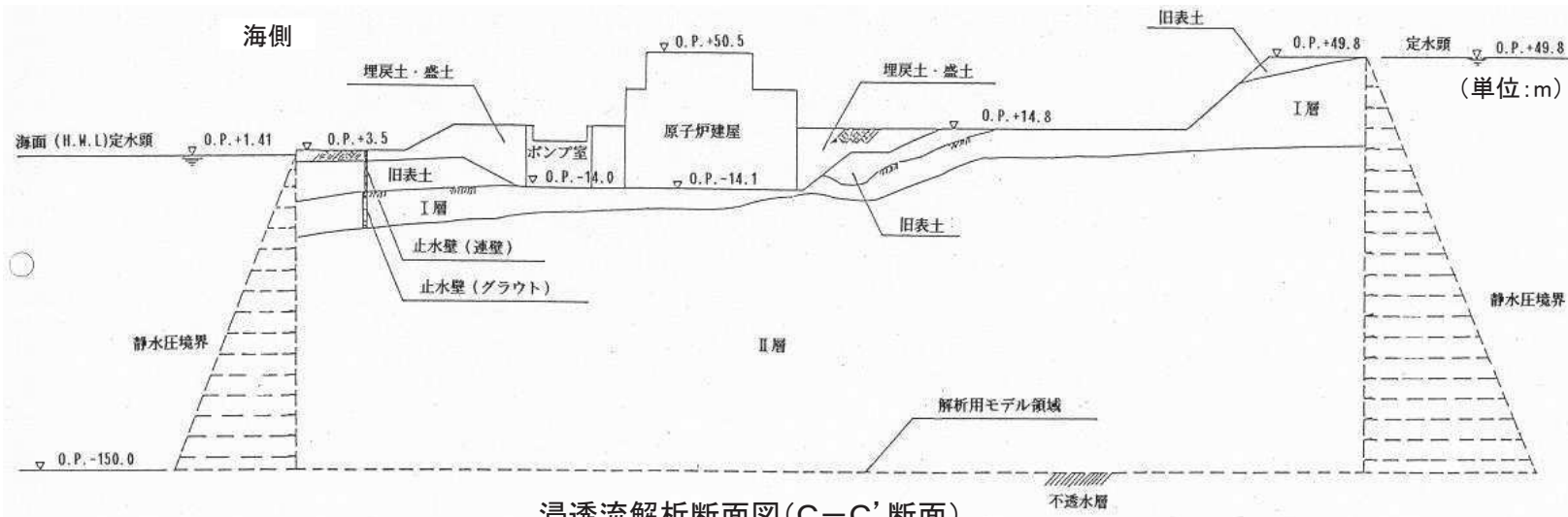
地下水観測結果(観測孔①)

観測孔①	
観測水位	O.P.約+5.8m
解析水位	O.P.約+15.1m (地表面)

※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

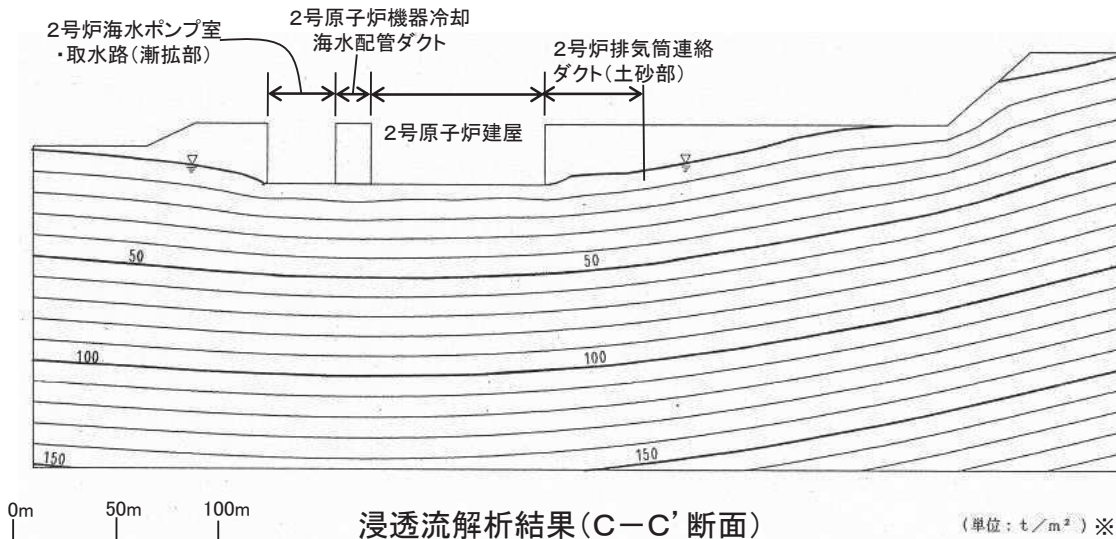
### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (5/12)

- 解析断面とその結果(C-C'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している2号原子炉建屋等の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



浸透流解析断面図(C-C'断面)

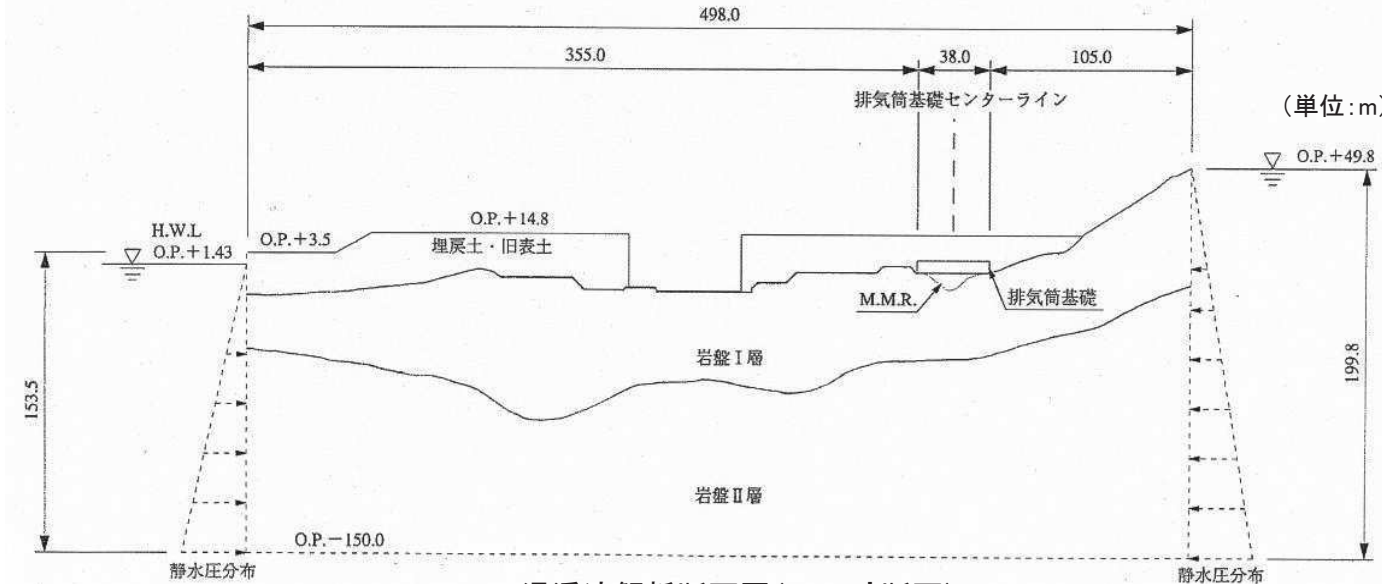
注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。



※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

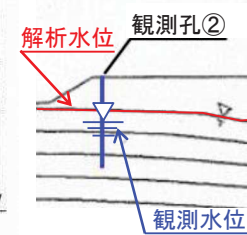
### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (6/12)

- 解析断面とその結果(D-D'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している3号炉タービン建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



浸透流解析断面図(D-D'断面)

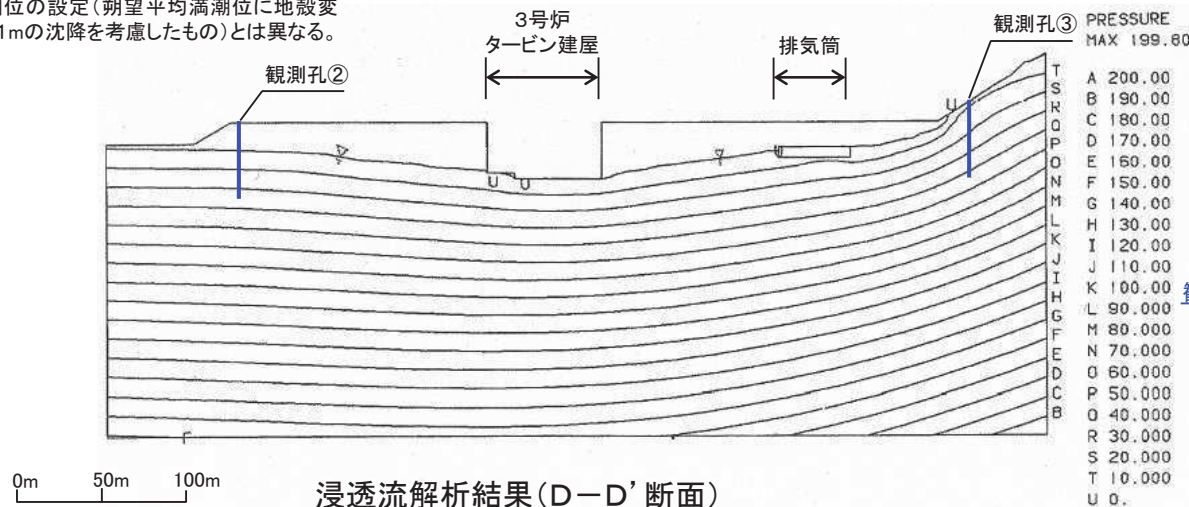
- 解析断面近傍の観測孔②及び③における地下水位観測結果を下に示す。
- 観測された水位は、いずれも浸透流解析を下回っている。



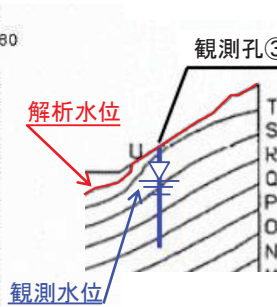
観測孔②	
観測水位	O.P.約-5.3m※
解析水位	O.P.約-0.7m

地下水観測結果(観測孔②)

注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。



浸透流解析結果(D-D'断面)



観測孔③	
観測水位	O.P.約+11.5m※
解析水位	O.P.約+25.0m (地表面)

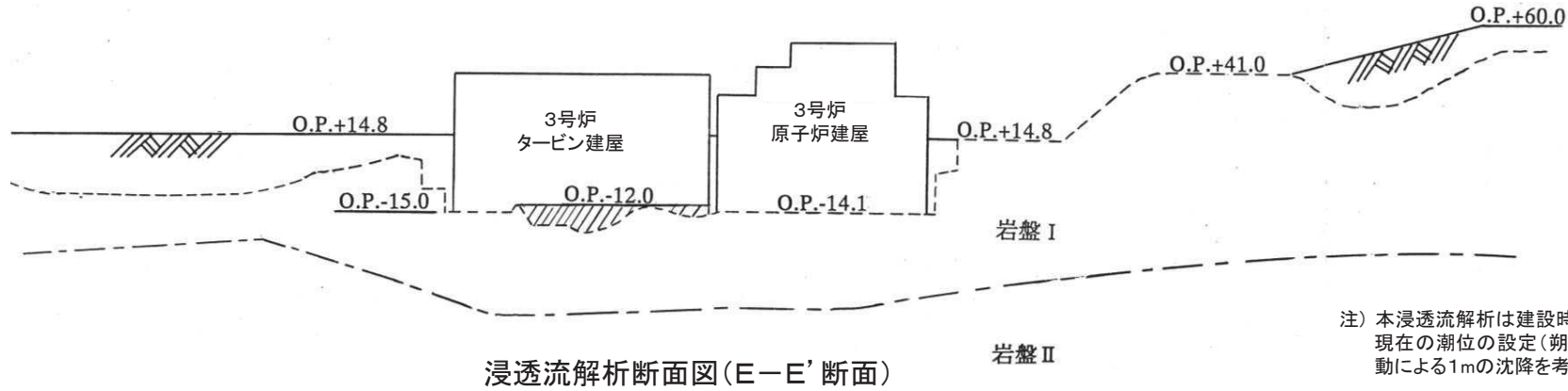
地下水観測結果(観測孔③)

※: 地殻変動による1mの沈降を考慮したものとなり、補正した水位を記載

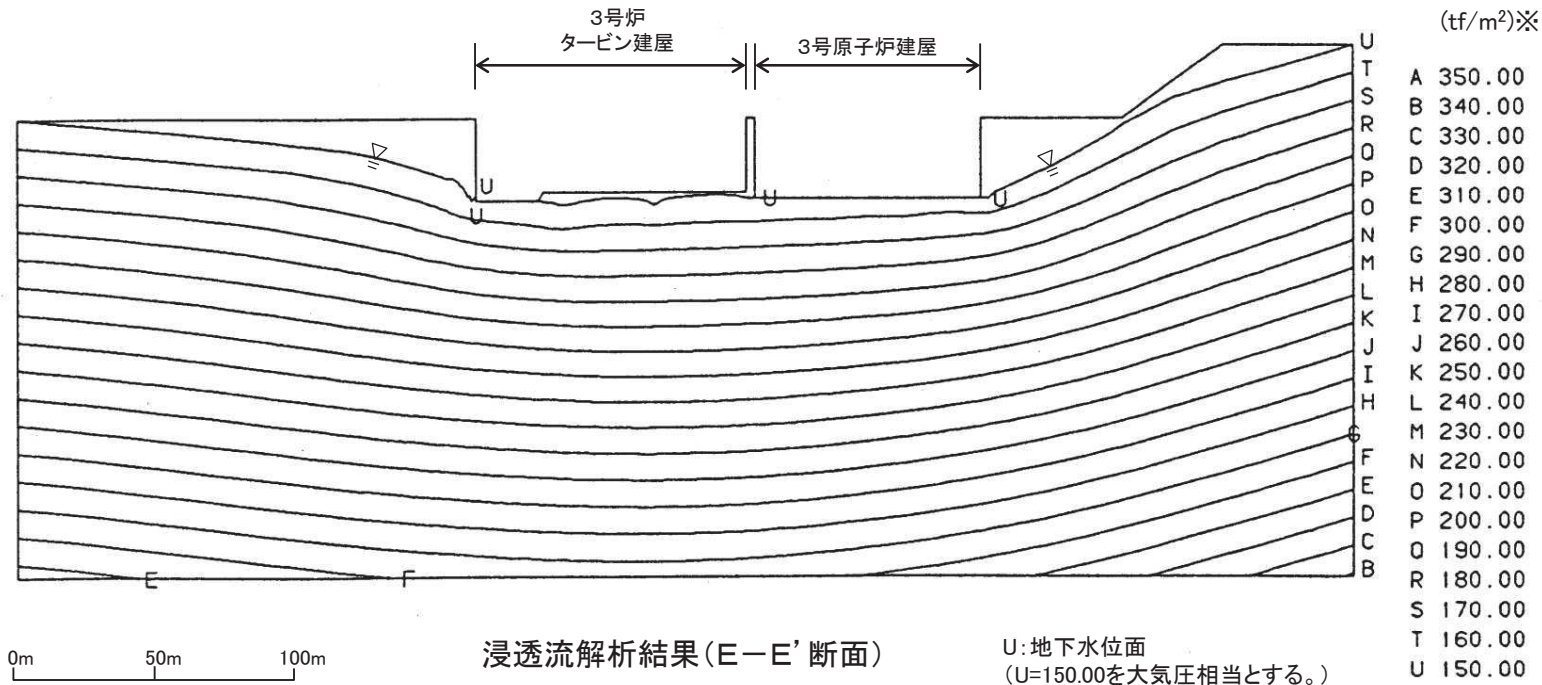
U: 地下水位面

### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (7/12)

- 解析断面とその結果(E-E'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している3号炉タービン建屋及び3号原子炉建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下している。

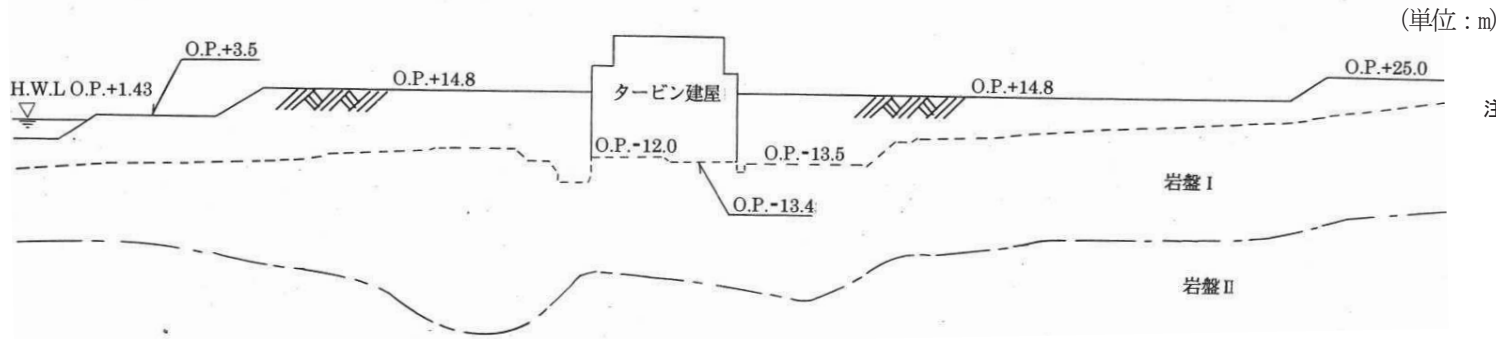


注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。



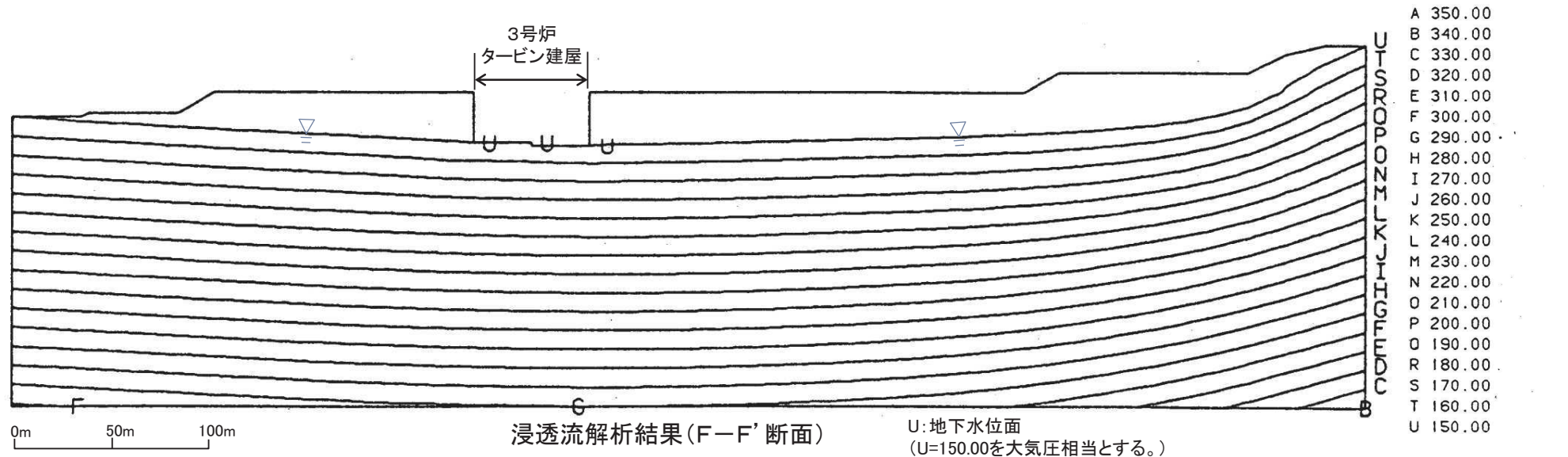
### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (8/12)

- 解析断面とその結果(F-F'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している3号炉タービン建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



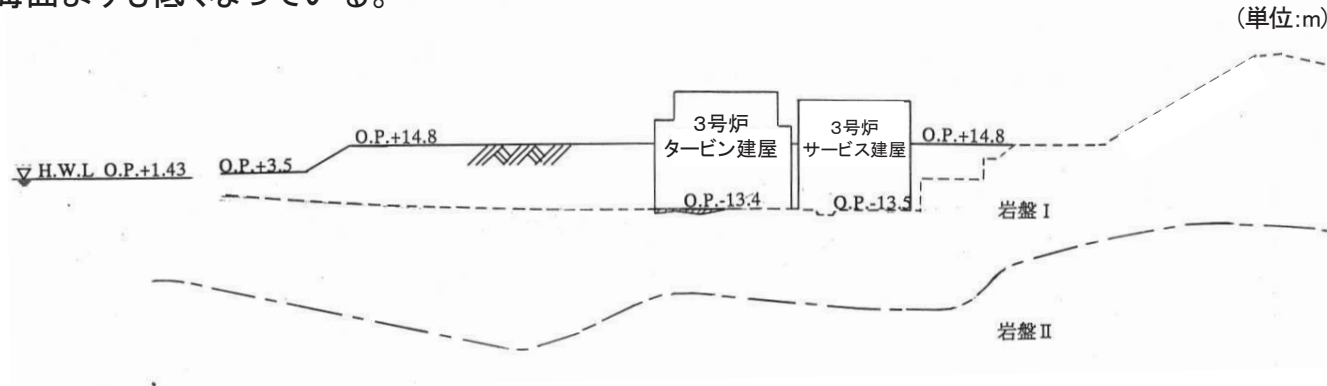
※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

浸透流解析断面図(F-F'断面)



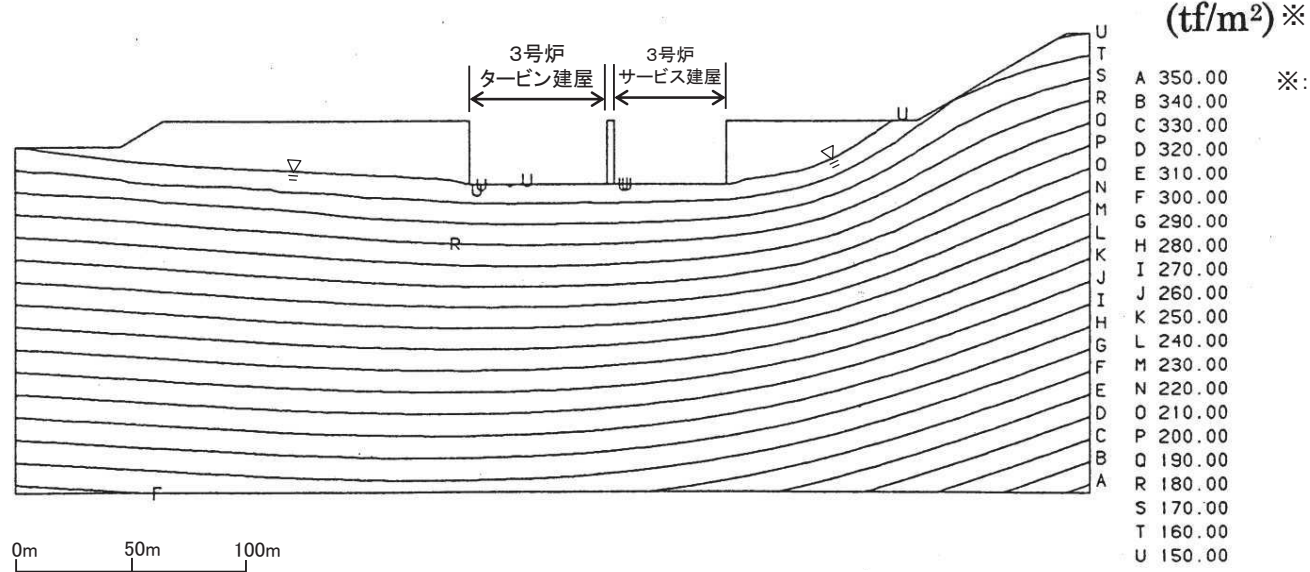
### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (9/12)

- 解析断面とその結果(G-G'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している3号炉タービン建屋及び3号炉サービス建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(期望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。

浸透流解析断面図(G-G'断面)



※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

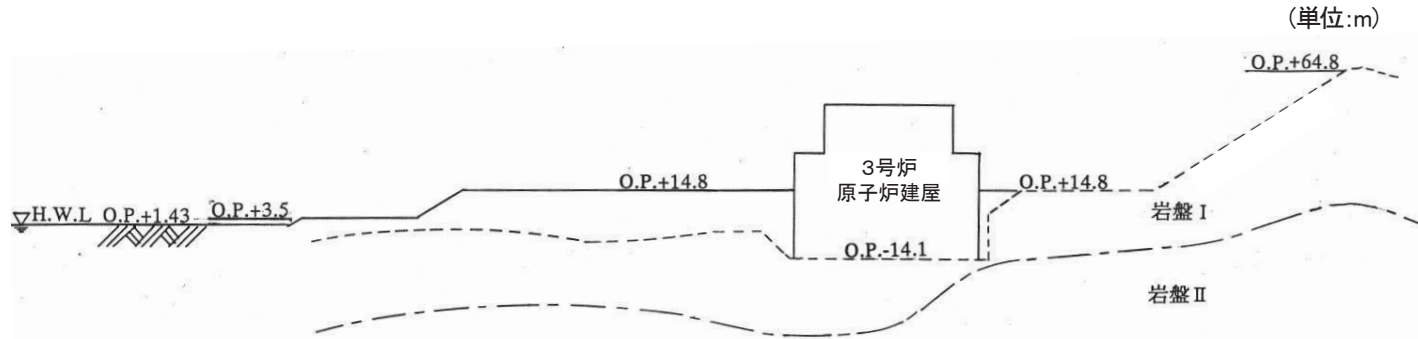
U: 地下水位面  
(U=150.00を大気圧相当とする。)

浸透流解析結果(G-G'断面)



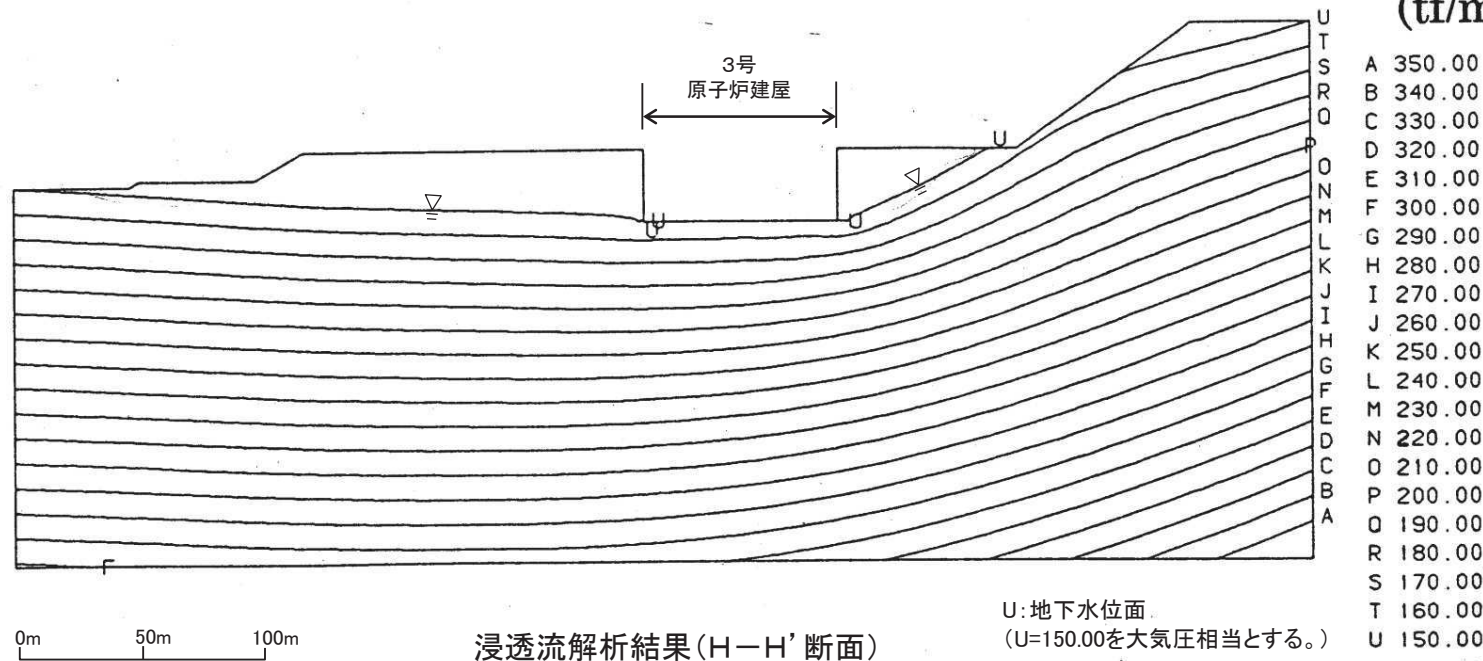
### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (10/12)

- 解析断面とその結果(H-H'断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している3号原子炉建屋の基礎に向かって周囲の地下水位は低下しており、海面よりも低くなっている。



注) 本浸透流解析は建設時に実施したものであり、現在の潮位の設定(朔望平均満潮位に地殻変動による1mの沈降を考慮したもの)とは異なる。

浸透流解析断面図(H-H'断面)

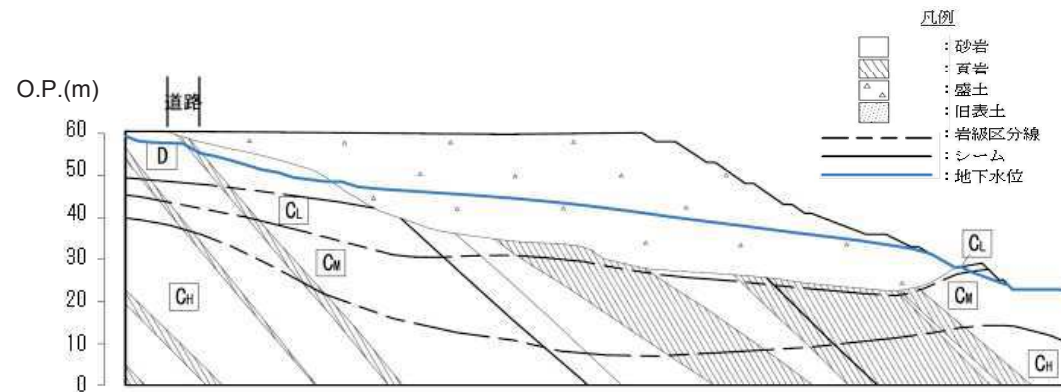


※: 解析時の報告書のため従来単位系で表示

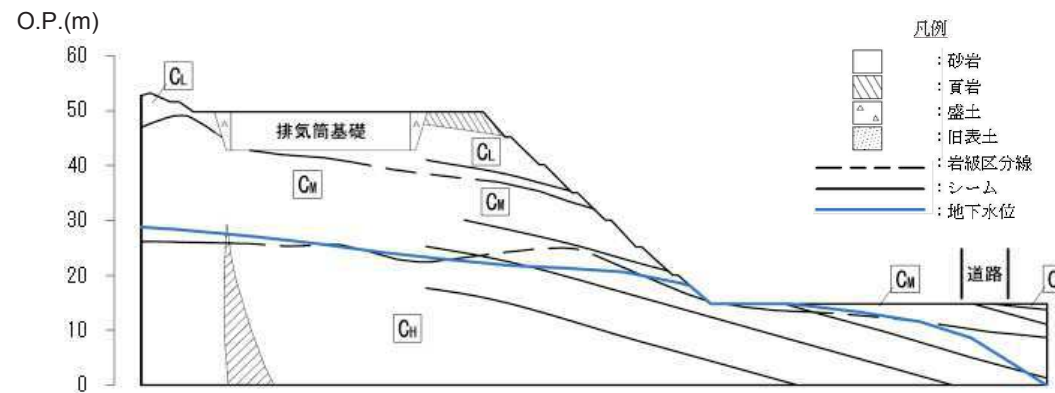
浸透流解析結果(H-H'断面)

### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (11/12)

- 浸透流解析の結果(I-I', J-J' 断面)を以下に示す。
- ドレーンを設置している主要建屋方向(下図の右側)に向かって地下水位は低下している。



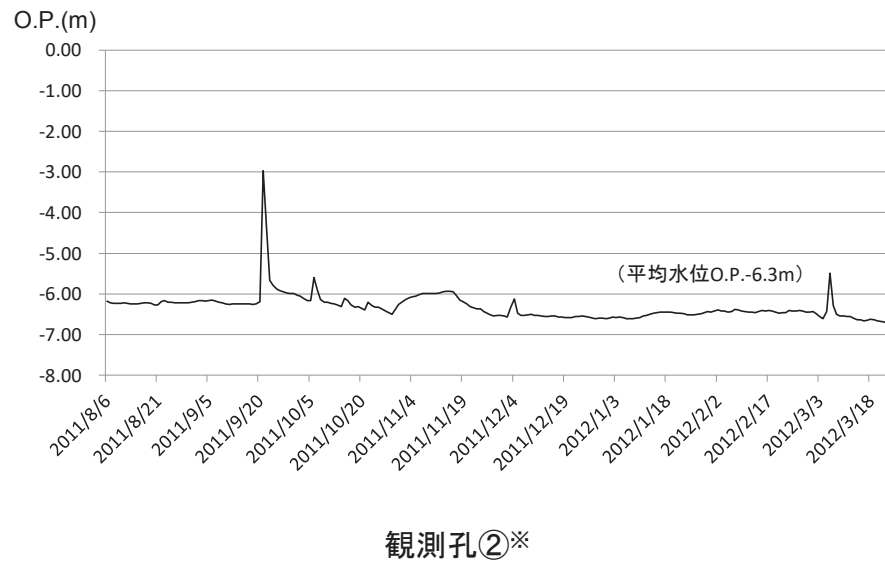
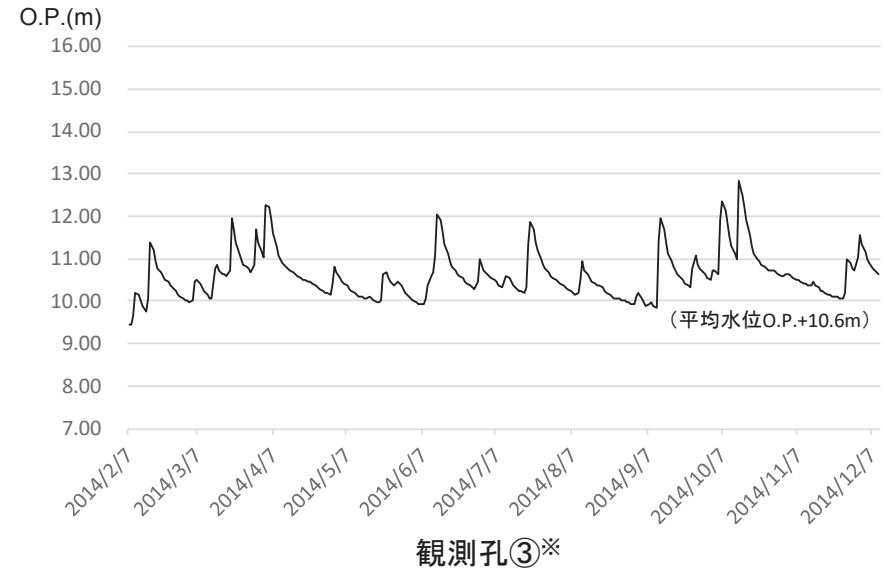
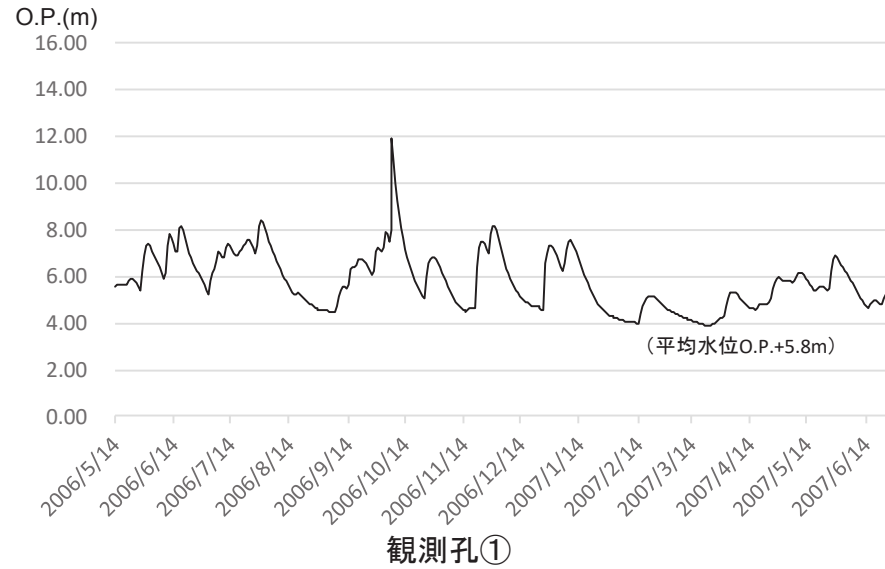
浸透流解析断面及び解析結果(I-I' 断面)



浸透流解析断面及び解析結果(J-J' 断面)

### 補足説明資料3. 既往の浸透流解析の結果 (12/12)

- 観測孔①～③の地下水連続観測の結果を示す。



※: 地殻変動による1mの沈降を考慮したO.P.標記となっており, p13の解析結果との比較においては, 補正(+1m)した水位を記載している。

## 補足説明資料

---

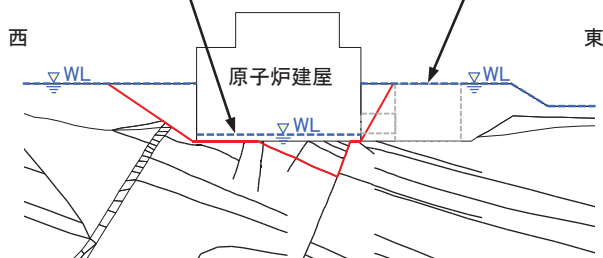
### 4. 基礎地盤の安定性評価における地下水位設定の考え方

## 4.1 地下水位の設定方針

- 増設時の設置許可では、基礎地盤の安定性評価で設定する地下水位は、地下水位低下設備(ドレーン)を設置した原子炉建屋部分で地下水位の低下を見込むものの、地盤の地下水位は安全側に地表面に設定していた。
- 地下水位を地表面とする理由は、地下水位を高く設定する方が地盤のせん断強度を小さく評価され、安全側となるためである。
- また、敷地全体を包含して地盤の安定性を評価するため、原子炉建屋以外の構造物の地下水位は見込まず地表面とし、かつ構造物も盛土としてモデル化し構造物の強度を見込まないことで、安全側の評価としている。
- したがって、原子炉建屋の評価においては、既往の地下水位設定を踏襲し、安全側に地表面に設定することとする。なお、緊急時対策建屋の地下水低下設備は詳細設計中のため、原子炉建屋同様、安全側に地表面に設定している。
- 一方、防潮堤等の施設の耐震性評価においては、実際の地下水位に保守性を加味して設計用地下水位を設定しており、防潮堤の地盤安定性評価における地下水位についても同様の設定とする。

原子炉建屋のドレーン  
による地下水位低下を考慮

安全側に地下水位は地表面に設定  
海水ポンプ室は盛土としてモデル化し、海水ポンプ室  
のドレーンによる水位低下は見込まない



— : 想定すべり面の例  
— : 断層・シーム

(参考) 地盤の強度に及ぼす地下水位の影響

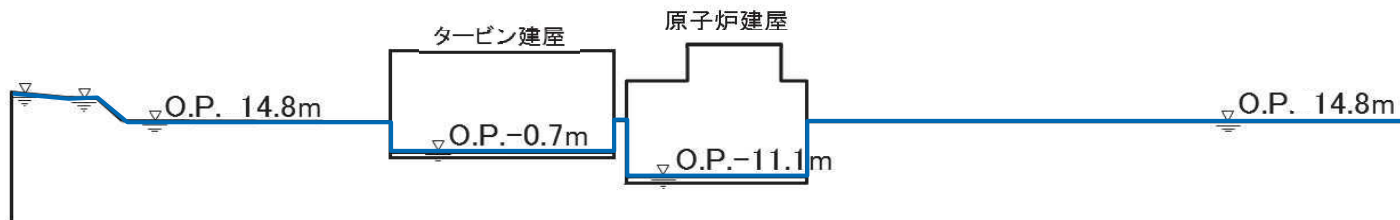
$$\tau = \tau_0 + (\sigma - u) \cdot \tan \phi$$

$\tau$  : 地盤の強度  
 $\tau_0$  : 地盤のせん断強度  
 $\sigma$  : 拘束圧  
 $u$  : 間隙水圧  
 $\phi$  : 内部摩擦角

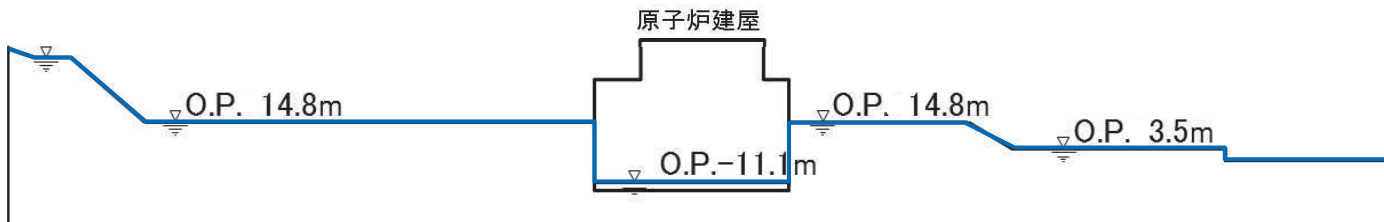
## 4.2 地下水位(原子炉建屋)

- 地盤の地下水位は保守的な評価として地表面とし、建屋の地下水位はドレーンの配置を踏まえて基礎マット中央高さとする。

【X-X' 断面】

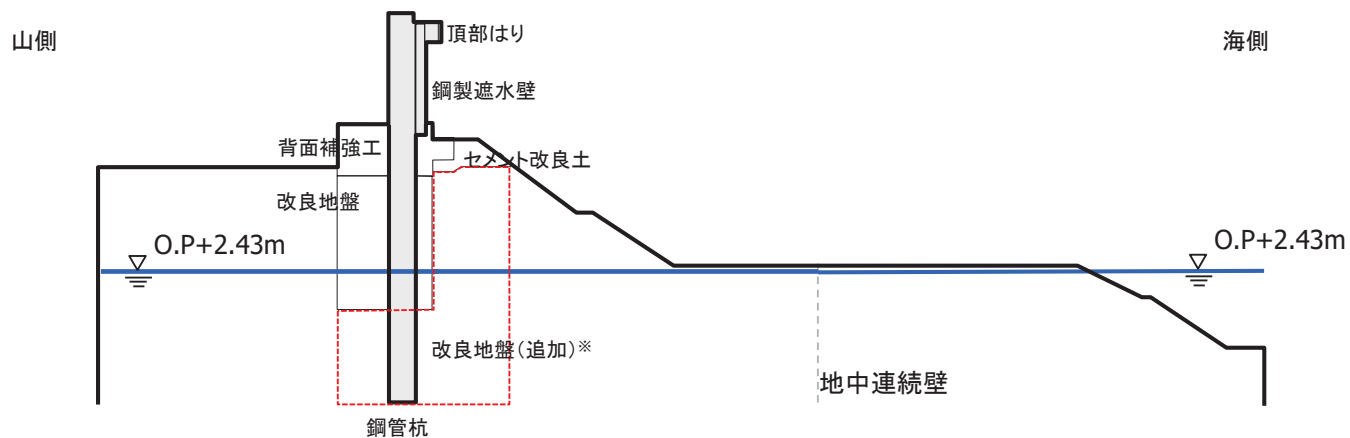


【Y-Y' 断面】



### 4.3 地下水位(防潮堤(鋼管式鉛直壁))

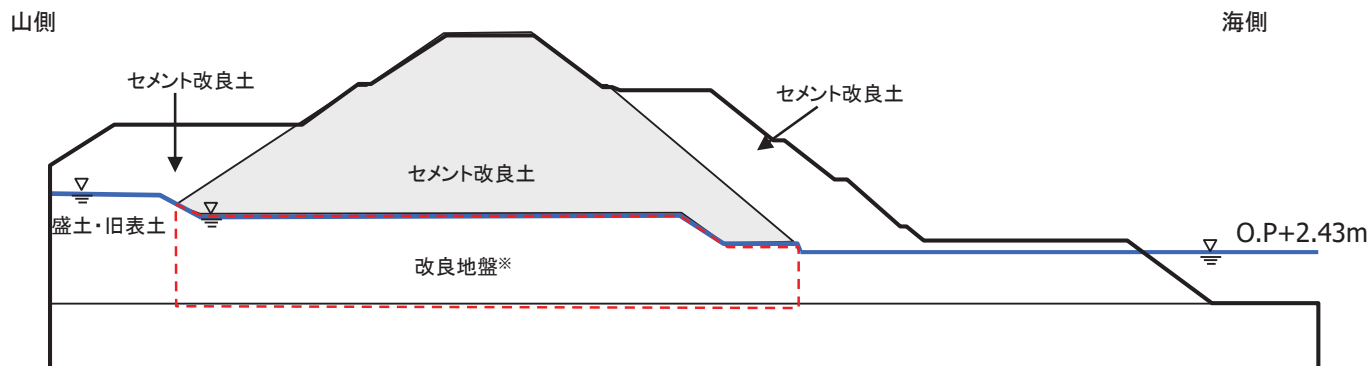
- 防潮堤の山側は原子炉建屋等の地下水位低下設備の効果で地下水位が低下しているものの、設計上は保守的な評価として、防潮堤の海側・山側共に朔望平均満潮位としており、地盤の安定性評価でも同じ設定とする。
- なお、防潮堤の地下水位の設定の保守性について、補足説明資料5に示す。



※:改良範囲は今後の安定性評価等により決定。

### 4.4 地下水位(防潮堤(盛土堤防))

- 防潮堤の山側は原子炉建屋等の地下水位低下設備の効果により地下水位が低下していると考えられるが、設計上は保守的な評価として、海側は朔望平均満潮位、山側は下図のとおりとしており、地盤の安定性評価でも同じ設定とする。
- なお、防潮堤の地下水位の設定の保守性について、補足説明資料5に示す。



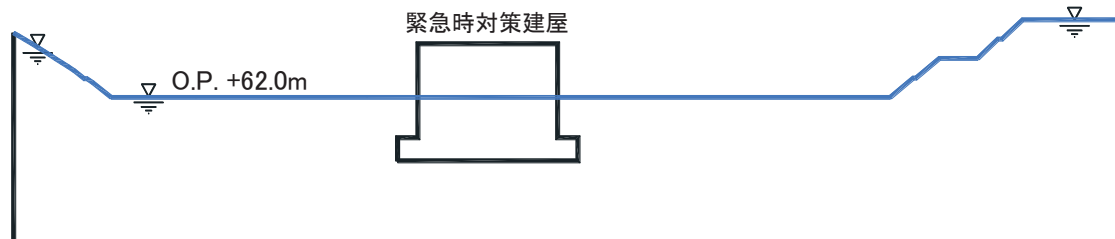
※:改良範囲は今後の安定性評価等により決定。



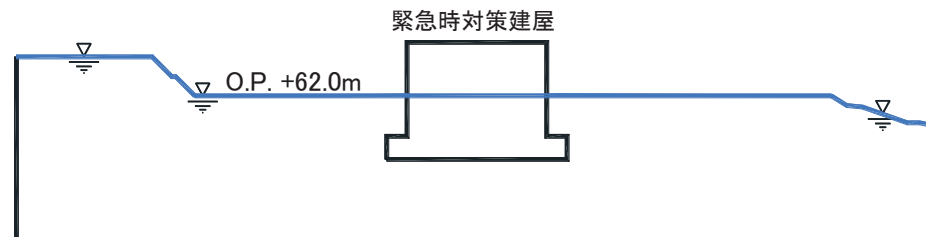
補足説明資料4. 基礎地盤の安定性評価における地下水位設定の考え方  
4.5 地下水位(緊急時対策建屋)

- 地下水位は保守的な評価として地表面とする。

【NS断面】



【EW断面】



## 補足説明資料

---

### 5. 防潮堤の地下水位の設定の保守性について

## 5.1 検討概要

- 地下水位の設定方針において、設置許可段階の地下水位については、保守的な設定とすることとしている。
- ここでは、設定した地下水位が保守的であることを、地下水位低下設備による地下水位低下効果の確認結果等から示すこととする。

設置許可段階における地下水位の設定

鋼管式鉛直壁（一般部）	防潮堤の海側： 地中連続壁の効果を期待せず、一律朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定 防潮堤の山側： 建屋等の地下水位低下設備により、地下水位は海側より低下していると考えられるが、保守的に朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定
鋼管式鉛直壁（岩盤部）	観測記録がなく、地下水位低下設備の効果が定量的に把握できないことから、保守的に地表面に設定
盛土堤防	防潮堤の海側： 保守的に朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定 防潮堤の山側： 建屋等の地下水位低下設備の効果が考えられるが、保守的に盛土表面として設定

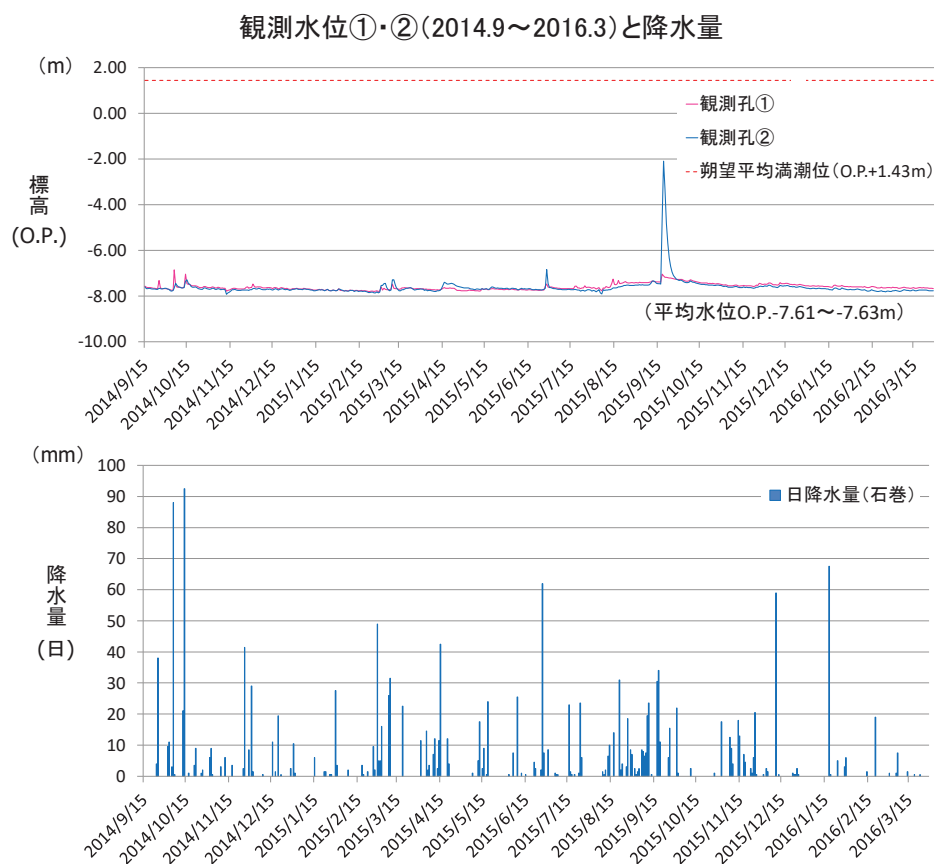
### 【基礎地盤と周辺斜面の安定性評価における地下水位の設定との関係】

- 基礎地盤の安定性評価では、地下水位の設定は、地下水位低下設備を設置した施設部分の地下水位の低下は見込むものの、施設以外の地盤の地下水位は保守的な設定として地表面としている。
- 地下水位を地表面とする理由は、盛土や旧表土等の強度は、有効拘束圧に依存し、地下水位を高く設定するほど間隙水圧が大きくなり、有効拘束圧が小さくなるため強度が小さく評価され、保守的な評価となるためである。
- また、敷地全体の地盤の安定性を評価するため、建屋以外の構造物は盛土でモデル化し、構造物の強度を見込まない評価とすることで保守的な評価としている。
- したがって、原子炉建屋及び緊急時対策建屋の地盤の安定解析においては、地下水位を地表面に設定している。
- 一方、防潮堤等の構造物の耐震性評価においては、実際の地下水位に保守性を考慮して設計用地下水位を設定しており、防潮堤の地盤安定性評価における地下水位についても同様の設定とする。

（防潮堤は、斜面が近接する点、海水面が比較的近傍にある点が原子炉建屋の基礎地盤と異なるため、上記の設定においても保守性を有すると考えられる。）

## 5.2 鋼管式鉛直壁(一般部)の地下水位の保守性(1/2)

- 鋼管式鉛直壁(一般部)の地下水位の保守性を防潮堤近傍の地下水位観測結果により検証する。
- 地中連続壁よりも山側の観測孔①, ②において観測された地下水位はO.P.-7.6m前後で安定しており, 降雨と連動した地下水位の変動が見られるが, 地下水位は降雨後すぐに低下しており, その影響は小さい。
- 以上のことから, 鋼管式鉛直壁(一般部)の直下付近まで, 地下水位低下設備による地下水位低下効果が確認され, 鋼管式鉛直壁(一般部)の山側の地下水位を朔望平均満潮位(O.P.+1.43m)に設定することは十分に保守的といえる。

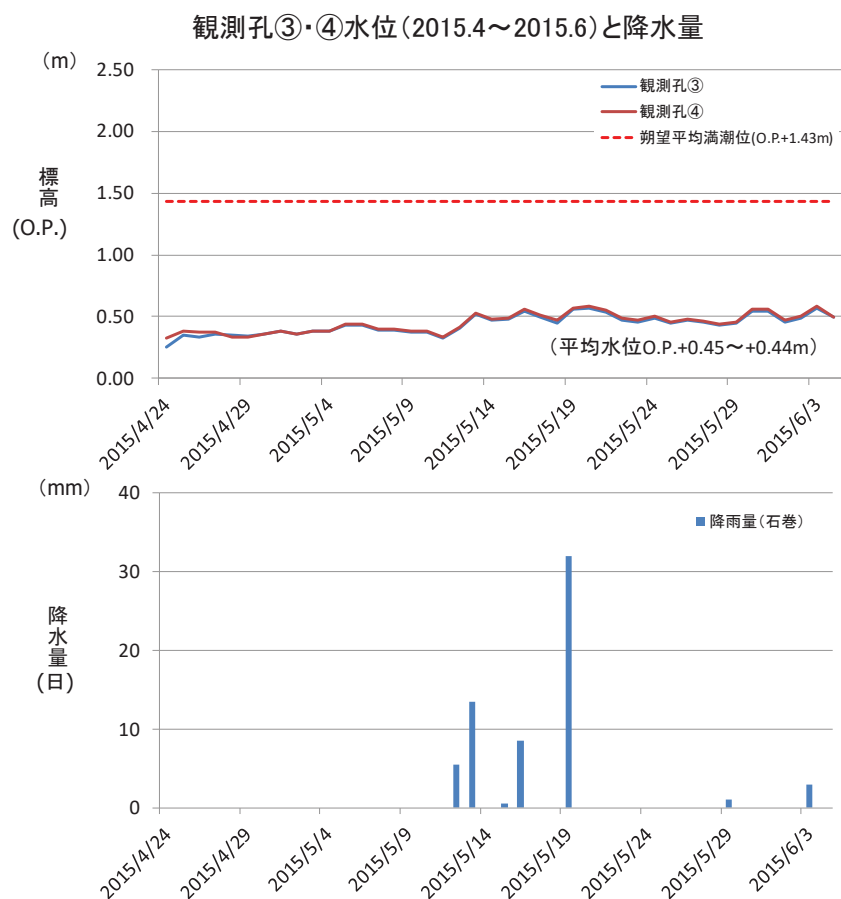


地下水低下設備 設置位置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

## 5.2 鋼管式鉛直壁(一般部)の地下水位の保守性(2/2)

- 地中連続壁よりも海側の観測孔③, ④において観測された地下水位によると, 海側は降雨と連動した地下水位の変動は見られず, 概ね一定の地下水位で変動しており潮位による影響が支配的と推察され, 朔望平均満潮位(O.P.+1.43m)とした地下水位設定は妥当と考えられる。

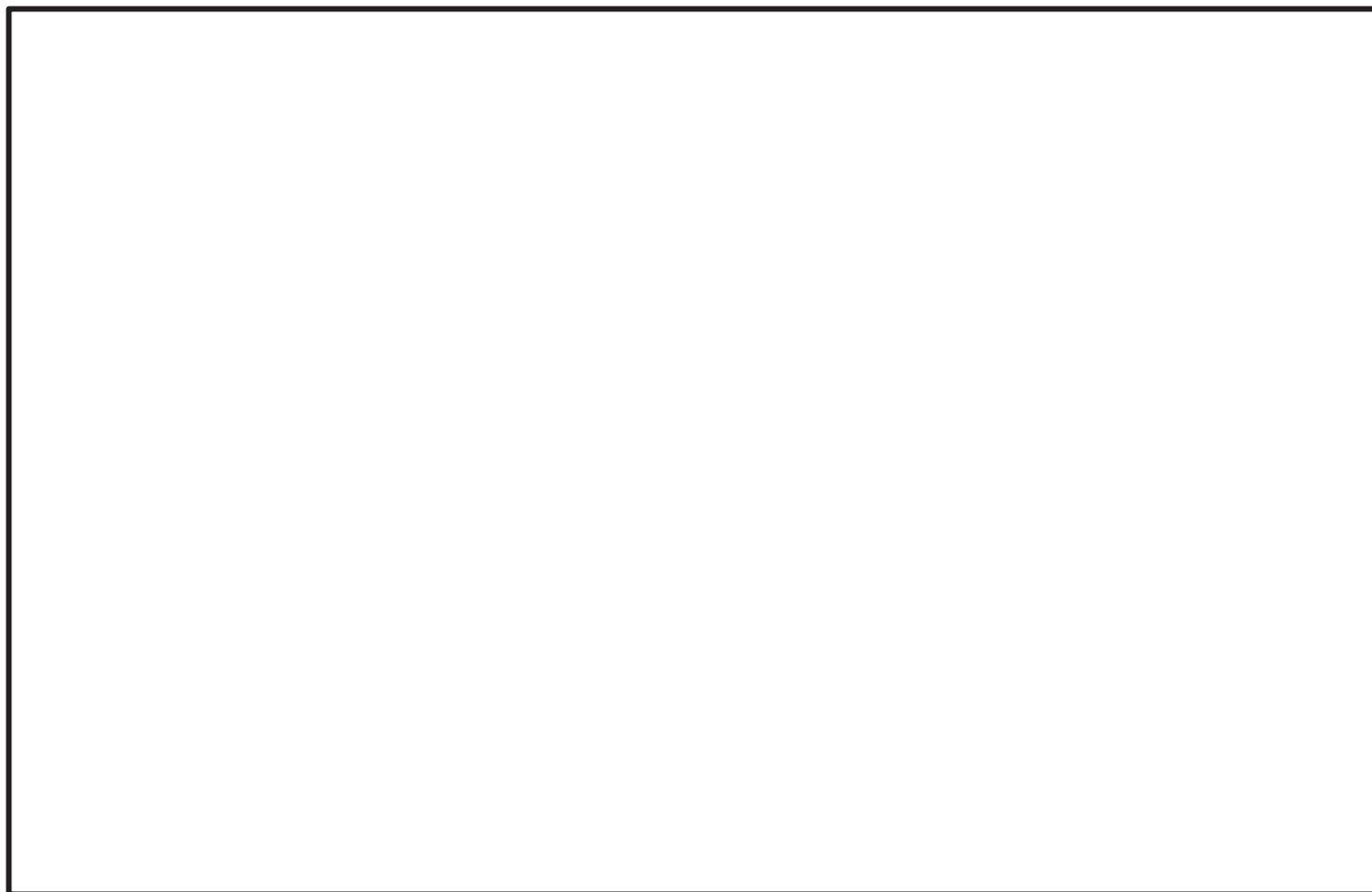


地下水位低下設備 設置位置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 5.3 鋼管式鉛直壁(岩盤部)の設定地下水位の保守性

- 鋼管式鉛直壁(岩盤部)は、近傍に観測孔が存在せず、地下水位観測記録による保守性の検討は困難であるが、周辺には2号炉の地下水位低下設備があるため、地下水位が低下している可能性がある。
- 降雨により地下水位が上昇する可能性も考慮し、地下水位を地表面に設定することは十分に保守的といえる。



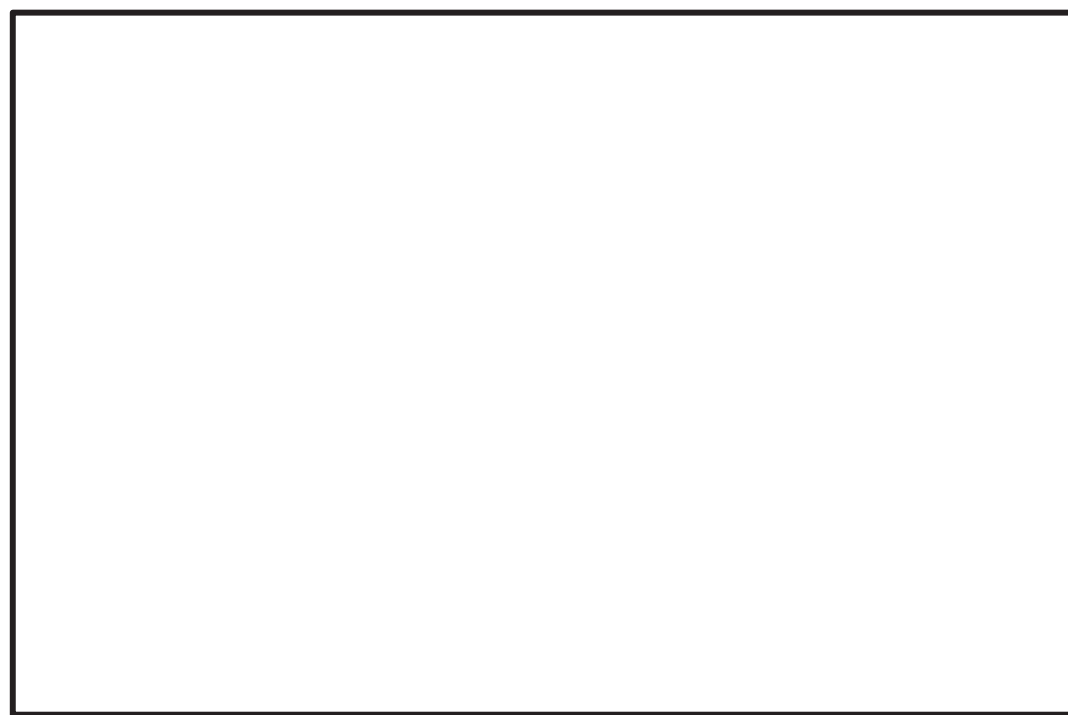
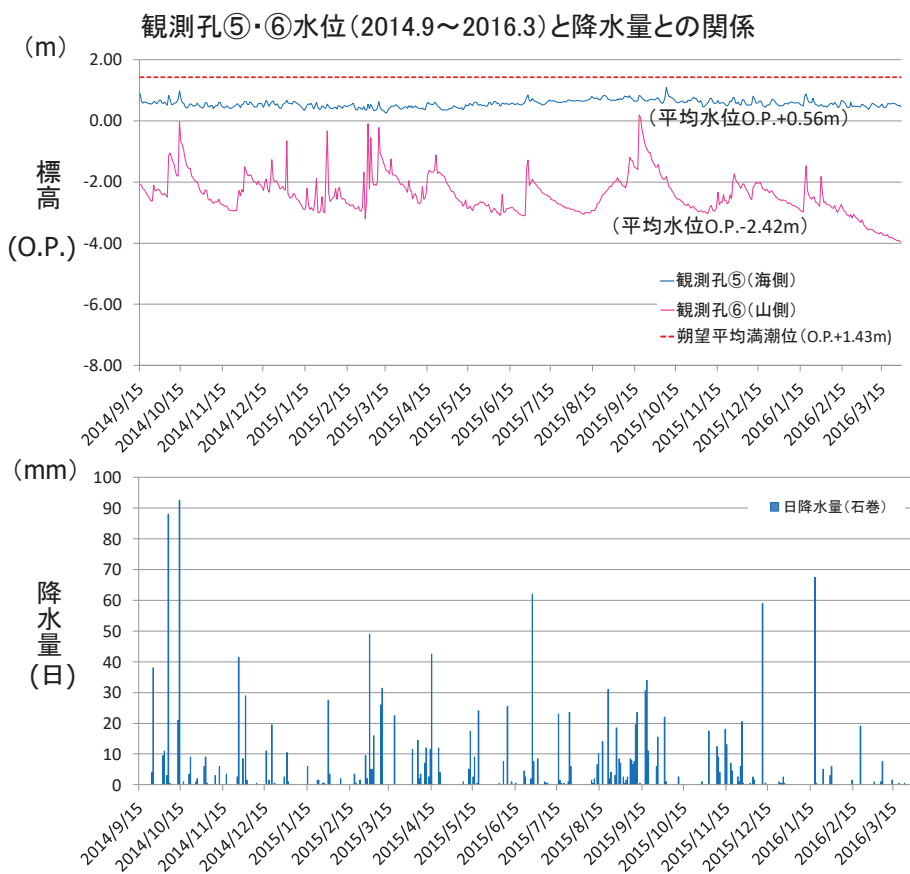
#### 凡例

- (赤線) : 有孔ヒューム管 φ 1050
- (青線) : 有孔ヒューム管 φ 800
- (緑線) : 有孔ヒューム管 φ 500
- - - (赤点線) : 有孔塩ビ管 φ 200
- - - (青点線) : 有孔塩ビ管 φ 100
- (黄) : 揚水井戸(常用電源)
- (青) : 揚水井戸(非常用電源)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

## 5.4 盛土堤防の設定地下水位の保守性

- 盛土堤防は、海側の地下水位を朔望平均満潮位(O.P.+1.43m)に設定し、山側の地下水位を地表面に設定しており、十分に保守的である。
- 地下水位の観測記録によると、海側(観測孔⑤)では降雨と連動した地下水位の変動は見られず、概ね一定の地下水位で変動しており潮位による影響が支配的と推察され、朔望平均満潮位とした海側の水位設定は妥当と考えられる。
- 山側(観測孔⑥)では、降雨と連動した地下水位の変動が認められるが、海側より低い地下水位となっていることから、地下水位低下設備により地下水位が低下しており、盛土表面とした山側の地下水位設定は十分に保守的であるといえる。



地下水位低下設備 設置位置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。