

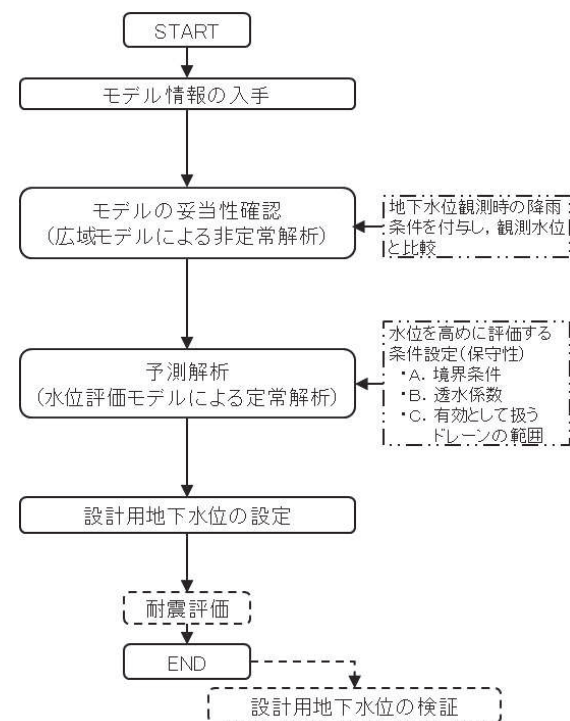
浸透流解析のアウトプットと設備設計への反映事項

- 設計用地下水位の設定において**地下水位低下設備の機能を考慮した**浸透流解析を用いる(下表)が、浸透流解析のアウトプットは耐震設計における設計用地下水位の設定の他、一部設備設計へ引き継がれる。
- このことから、浸透流解析における解析目的に対応したモデル設定と、アウトプットの活用について整理したもの。

設計用地下水位の設定に係る各審査段階の説明

	設置変更許可	工事計画認可
設計用地下水位の設定方針	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位低下設備の効果が及ぶ範囲(O.P.+14.8m盤) 地下水位低下設備の機能を考慮し設定 (浸透流解析による) 地下水位低下設備の効果が及ばない範囲 自然水位より保守的に設定した水位又は地表面に設定 	<ul style="list-style-type: none"> 設置変更許可の内容を踏襲 設置変更許可の内容を踏襲
浸透流解析の取扱い	<ul style="list-style-type: none"> 地盤等を適切にモデル化した浸透流解析を実施し、保守性を確保(水位を高め設定) 浸透流解析のうちモデルの妥当性を確認(広域モデル)。また、水位評価モデルを用いた予測解析と、これに基づく設計用地下水位の設定における保守性確保の方針を説明 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の方針を踏まえて、液状化検討対象施設を幅広く抽出するため水位を高め設定 工事完了段階における施設配置等を水位評価モデルに反映した予測解析結果と、これに基づく設計用地下水位を設定 (モデルの妥当性確認は設置変更許可の内容を踏襲)

第952回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1-1抜粋

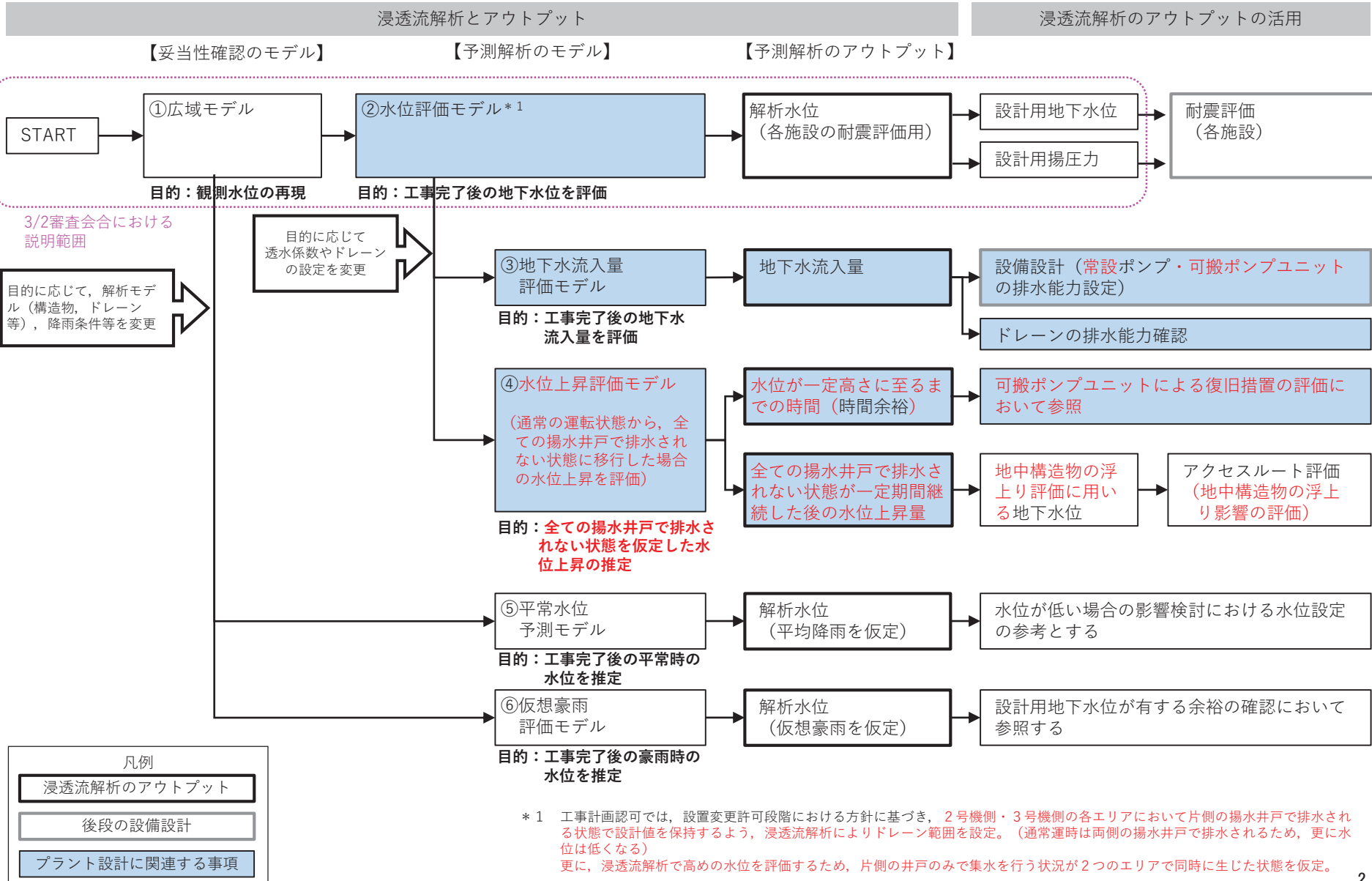


浸透流解析を用いた設計用地下水位の設定フロー

第952回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1-1を一部加筆

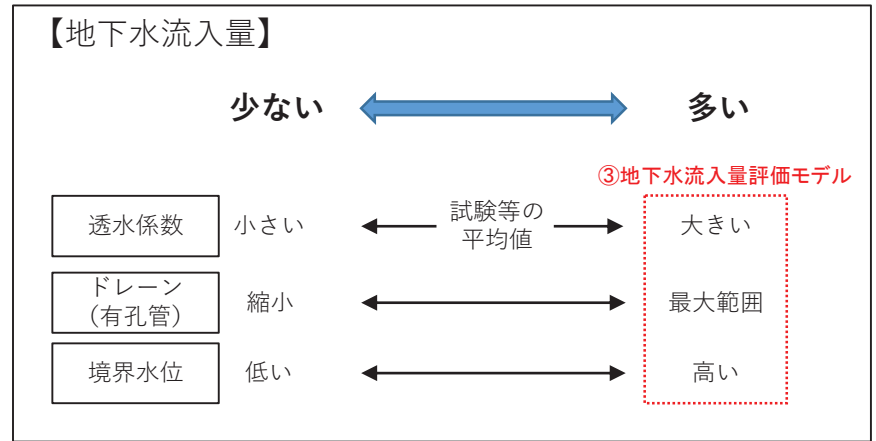
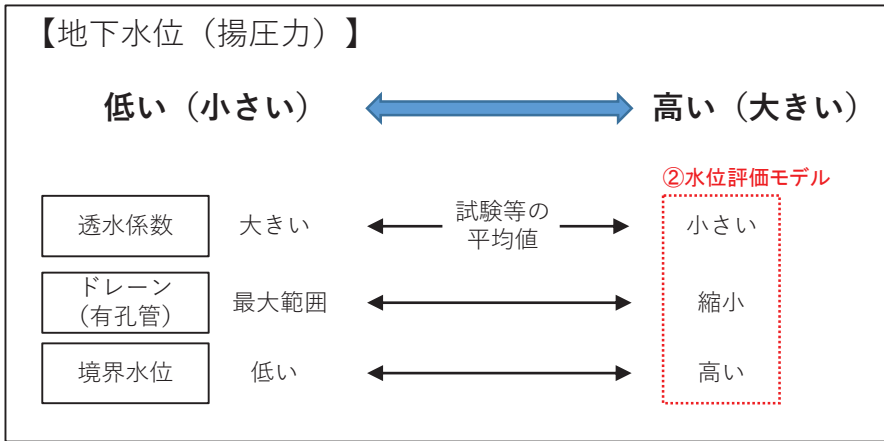
浸透流解析による評価と機器設計等への反映事項について

▶ 各施設の耐震評価用の「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。各モデルを用いた浸透流解析のアウトプットを後段の設計等において参照する。

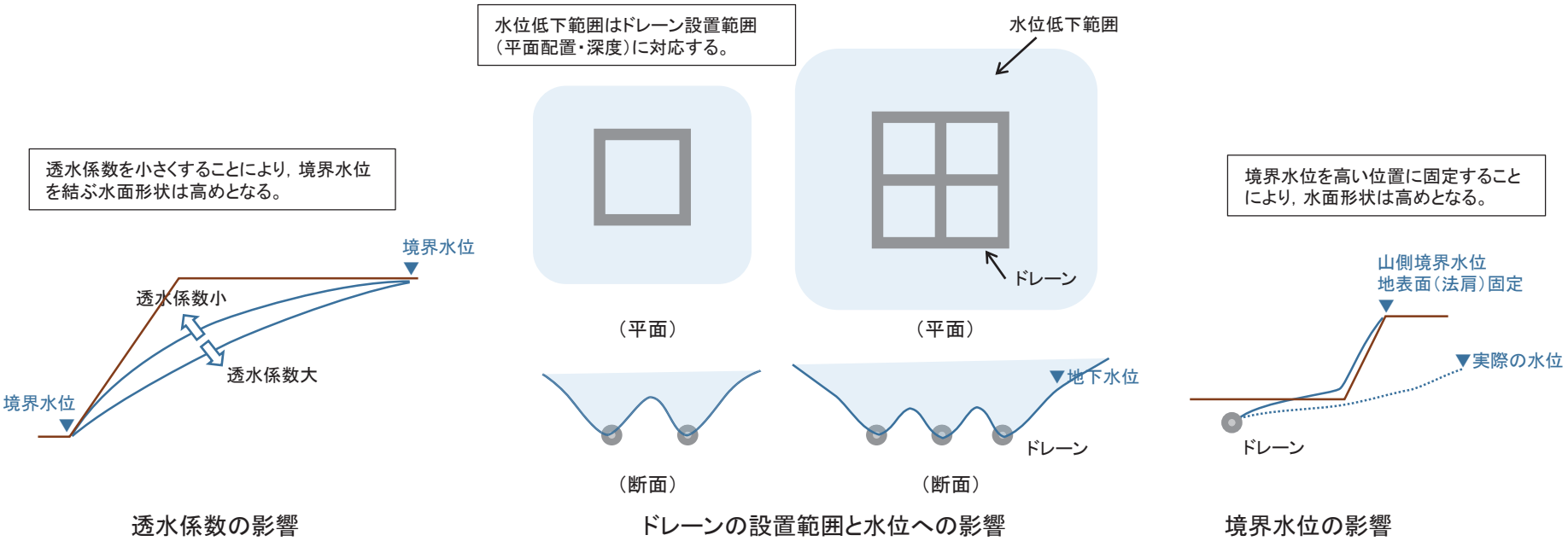


各モデルにおける目的に応じた保守性確保の考え方

▶ 浸透流解析の実施にあたっては、目的に応じた保守的な解析条件を設定する。



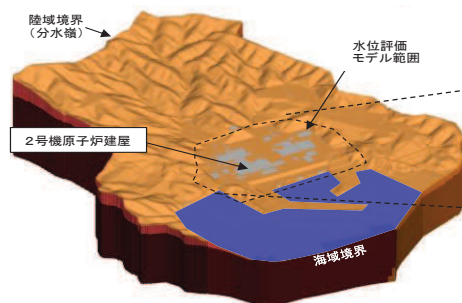
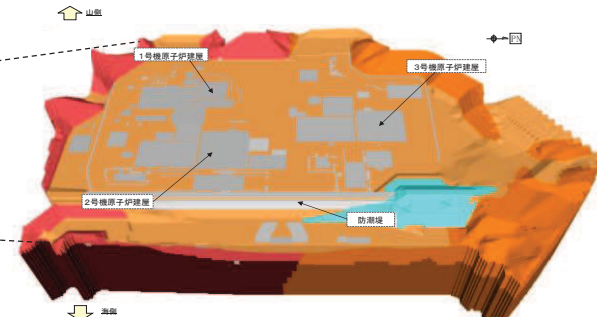
浸透流解析の目的に応じた条件設定例



浸透流解析条件と評価への影響（概念図）

【参考】浸透流解析モデルの対比(1/3)

モデル対比(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)	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 非定常解析 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 地下水水位観測時(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
6.ドレーン	<ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> 水位が高めに評価されるよう設定 <ul style="list-style-type: none"> - 山側: 地表面(法肩)に水位固定 - 海側: 朔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"> 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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ために①広域モデルより変更している条件

第952回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 資料1-1を一部加筆

【参考】浸透流解析モデルの対比(2/3)

モデル対比(②水位評価モデルと③地下水流入量評価モデル・④水位上昇評価モデル)

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多めに評価) 	<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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 定常解析 	(同左)	<ul style="list-style-type: none"> 非定常解析
4.降雨条件	—	—	—
5.モデル	<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)	(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(前頁と同じ) 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 山側：地表面(法肩)に水位固定 海側：朔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"> 流入が多めに評価されるよう設定 <ul style="list-style-type: none"> 山側：地表面(法肩)に水位固定 海側：朔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 <ul style="list-style-type: none"> 山側：地表面(法肩)に水位固定 海側：朔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 <ul style="list-style-type: none"> 岩盤Ⅰを試験結果の平均値-1σ 	<ul style="list-style-type: none"> 流入が多めに評価されるよう設定 <ul style="list-style-type: none"> 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 <ul style="list-style-type: none"> 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ために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ために②水位評価モデルを踏襲している条件

【参考】浸透流解析モデルの対比(3/3)

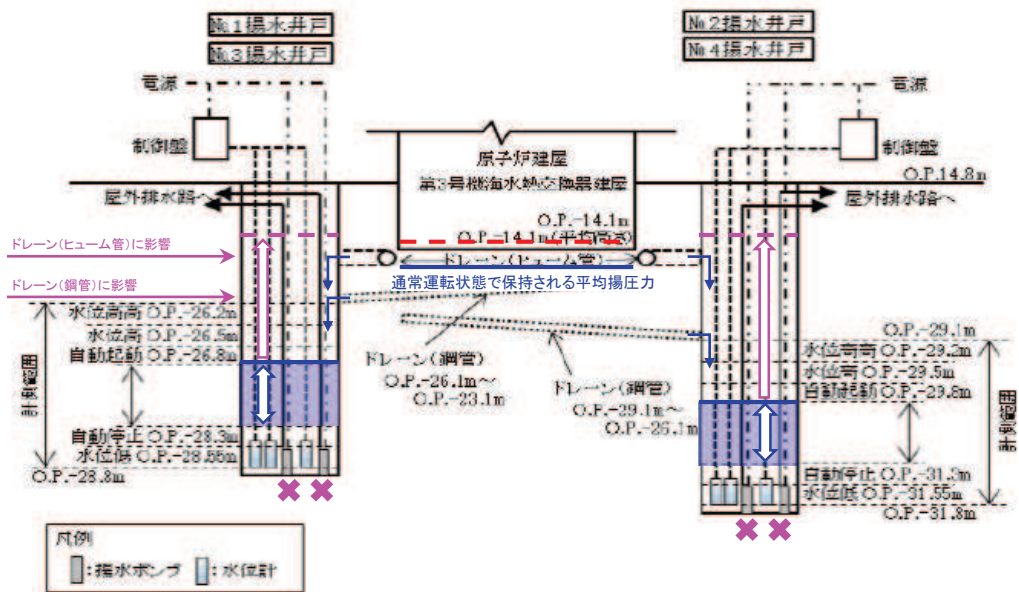
モデル対比(①広域モデルと⑤平常水位予測モデル・⑥仮想豪雨評価モデル)

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"> 非常定解析 	(同左)	(同左)
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"> 仮定の降雨条件(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)

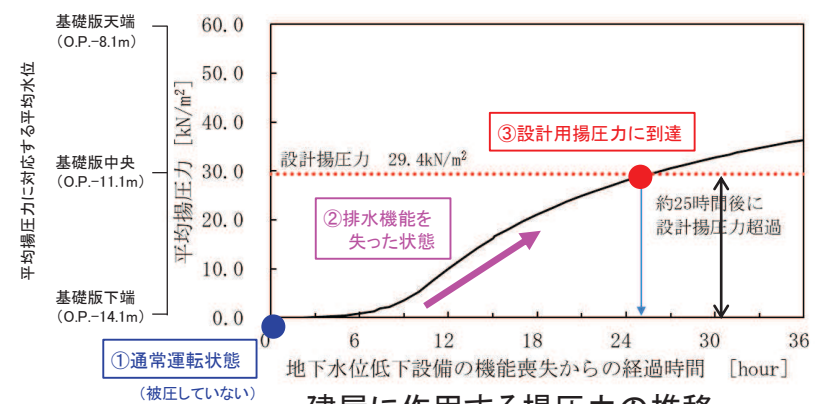
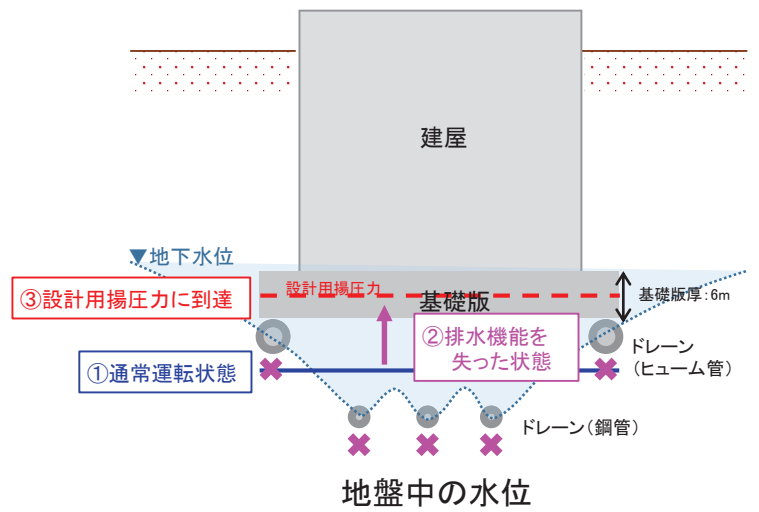
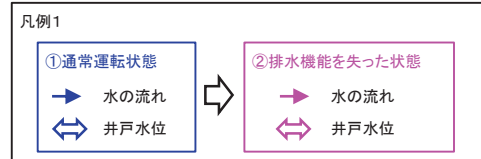
注) ■は目的に対して妥当な評価とするために①広域モデルより変更している条件

揚水井戸水位と周辺地盤の水位の関係性その1 (エリア内の両方の揚水井戸で排水されない場合)

- 時間余裕の評価において、経過時間0の点は、ドレーン(ヒューム管・鋼管)により集水され、揚水ポンプにより排水される通常の運転状態に対応し、地下水位が維持されている状態(①)である。
- その後、何らかの要因によって、エリア内の全ての揚水井戸で排水されない状態に移行した場合(②)、揚水井戸内の水位はいずれもドレーンからの流入量に応じた速度で上昇する。
- 一方、地盤中の地下水位は地盤中の空隙を満たしながら緩やかに上昇、これに応じて各建屋に作用する平均揚圧力も緩やかに漸増し、設計用揚圧力に到達する(③)。



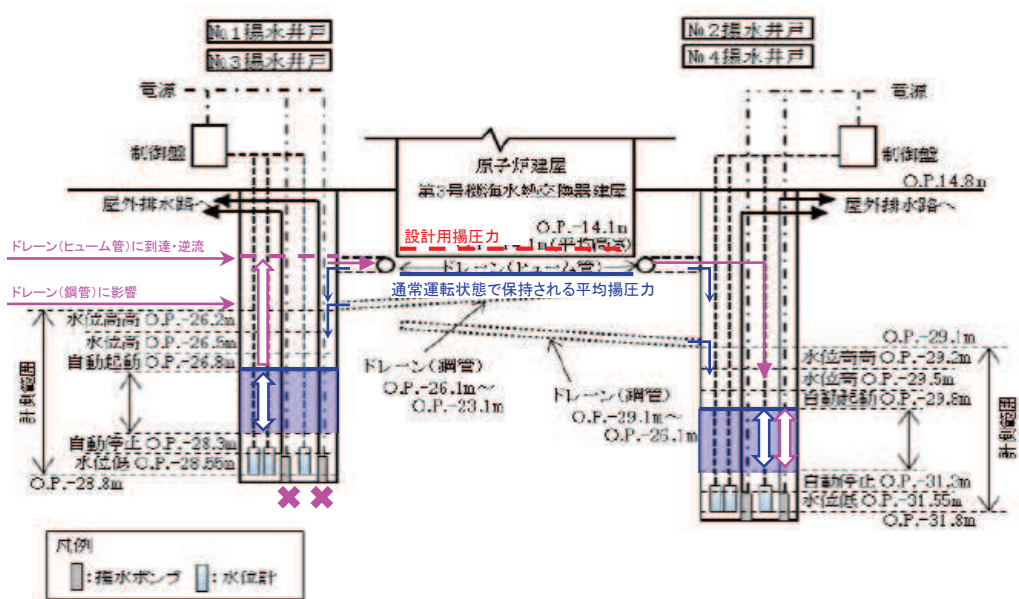
揚水井戸内の水の挙動



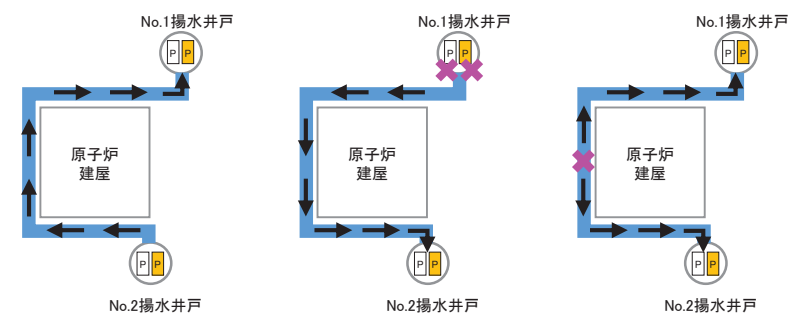
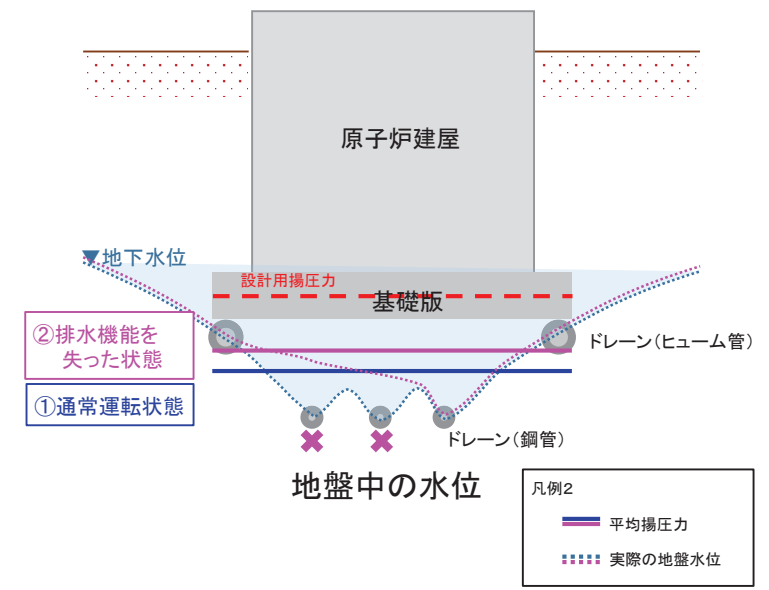
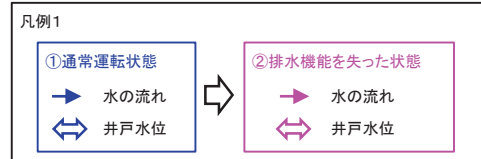
建屋に作用する揚圧力の推移 (原子炉建屋の例)

揚水井戸水位と周辺地盤の水位の関係性その2 (エリア内の片方の揚水井戸で排水されない場合)

- 通常運転状態(①)から、何らかの要因によりエリア内の片方の揚水井戸で排水されない状態に移行した場合(②), 当該井戸内の水位はドレーンからの流入量に応じた速度で上昇し、やがてドレーン(ヒューム管)を介してもう一方の揚水井戸へ流入する。
- 一方、地盤中の地下水位は通常運転状態より上昇し、建屋に作用する揚圧力も変動(平均揚圧力は上昇)するが、設計用揚圧力以下に維持される。



揚水井戸内の水の挙動



(通常運転状態) (ポンプ故障仮定) (ドレーン閉塞仮定)

ドレーン(ヒューム管)の水の挙動