

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	資料1
提出年月日	令和5年1月19日

泊発電所3号炉 地下水排水設備について

令和5年1月19日
北海道電力株式会社

経緯と説明概要	P. 4
1. はじめに	P. 8
2. 施設等の設計地下水位の設定方針について	P.11
3. 地下水排水設備と設置許可基準規則の関連性	P.13
4. 地下水排水設備の設備要件	
4. 1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析	P.14
4. 2 排水能力	P.32
4. 3 試験又は検査	P.33
4. 4 施設区分	P.34
5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討	
5. 1 設計上の配慮事項の適用	P.35
5. 2 湧水ピットポンプの排水能力	P.38
5. 3 試験又は検査の実施例	P.39
5. 4 施設区分で定まる要求事項の適用	P.41
6. 運用管理・保守管理上の方針	
6. 1 運用管理の方針	P.42
6. 2 保守管理の方針	P.44
7. まとめ	P.45

添付資料1	既設の地下水排水設備の概要	P.47
添付資料2	原子炉建屋等の主要建屋の設置断面図	P.57
添付資料3	地下水排水機能喪失後の猶予時間について	P.60
添付資料4	重要度分類上の位置付けの整理	P.65
添付資料5	集水管及びサブドレンの信頼性確保にかかわる検討	P.74
添付資料6	防潮堤を設置した先行炉との比較	P.84

(1) 地下水排水設備の信頼性向上を検討する経緯

本編：1～4項 の記載事項

泊発電所3号炉において、基準適合性を確保するために地下水排水設備の信頼性向上を検討することになった経緯を示す。

①岩着構造の防潮堤を設置する影響

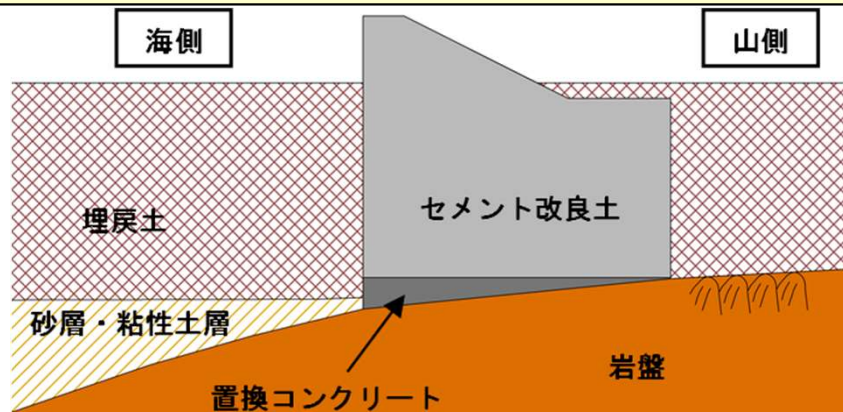
- 津波防護施設として新設する防潮堤(以下「防潮堤」という。)は、セメント改良土を直接岩盤に支持させる堤体構造(別紙11-2図参照)とすることとしている。
- 防潮堤の設置に伴い、浸透による敷地内から海側への地下水の流れが遮断されることから、山側から海へ向かう従来の流動場が変化し、地下水位の上昇が想定される。

②主要建屋の設計地下水位

- 防潮堤設置後、原子炉建屋等の主要建屋については、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に設計地下水位を設定することとした。(資料「泊発電所3号炉 設置許可基準規則等への適合状況について(設計基準対象施設等)第4条 地震による損傷の防止」別紙-10「設計地下水位の設定方針について」に詳述)

③地下水排水設備について

- 地下水排水設備に対しては規則や指針、規格基準類において、具体的な信頼性確保の考え方が定められていないため、泊発電所3号炉において「設備に期待する機能」、「設備に期待して耐震設計を行う施設等の対象範囲」及び「設備に期待する期間(発電所の状態)」を考慮し、地下水排水設備にどの程度の信頼性が必要なのかを分析して設備仕様を定めることとした。



別紙11-2図 岩着構造の防潮堤概要図



(別紙10)第1-3図 既存の地下水排水設備の配置概略図

(2) 地下水排水設備の設備要件にかかわる検討(1/2)

本編:4項 の記載事項

【検討内容】

① 地下水排水設備の供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析を行うため、分析項目を決めるために必要な前提条件を以下のとおり整理した。

- a. 目的及び機能 ……原子炉建屋等の主要建屋に生じる揚圧力影響の排除
- b. 機能維持を要求する期間 ……原子力発電所の供用期間の全ての状態
- c. 機能喪失時の影響 ……約3時間で建屋の耐震性を維持できなくなる**おそれ**

② ①の前提条件を踏まえ、地下水排水設備の供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析を実施した。

【分析1:想定する機能喪失要因の抽出】

- ・ 対処すべき機能喪失要因を網羅的に抽出し、必要な対策を整理

【分析2:分析1で抽出した要因で生じる設計基準事故等の抽出】

- ・ 地下水排水設備の機能喪失要因となる事象が発生した場合に、同時に設計基準事故等が発生するかについて分析し、必要な対策を整理

【分析3:設計基準事故等と排水機能の喪失の重畳に伴う影響確認】

- ・ 地下水排水設備が機能喪失した場合を想定し、設計基準事故等の収束に対して影響があるかを分析し、必要な対策を整理

【分析4:大規模損壊の考慮】

- ・ 大規模損壊時の対応についても、地下水排水設備の設計を行う上で配慮

③ ①②の分析範囲外で設備要件となる項目の抽出

(2) 地下水排水設備の設備要件にかかわる検討(2/2)

本編:4項 の記載事項

【検討結果(地下水排水設備の設備要件)】

- 分析1から分析3の結果より、地下水排水設備の設計にかかわる信頼性向上のための配慮事項を定め設備要件とした。
- 分析1の結果から、地下水排水設備に対してSs機能維持、多重化、内部火災・内部溢水からの防護が必要という結果を得た。
(別紙11-7表参照)
- 分析2の結果からは分析1と同様の対策が必要という結果を得た。また、これに加えて、プラント停止時における全交流動力電源喪失への配慮として、代替電源設備からの電源供給が可能な設計とする。
- 分析3の結果からは、分析1と同様の対策が必要という結果を得た。
- 分析4については、分析1から分析3での対策により、設計上の配慮を行うことができる。
- 地下水排水設備の排水能力、試験又は検査性、耐震重要度分類で定まる要求事項についても設備要件とした。

別紙11-7表 地下水排水設備の機能喪失要因とこれを踏まえた設計上の配慮事項

機能	構成部位	機能喪失要因	配慮事項
集水機能	集水管類	地震	● Ss 機能維持することにより集水機能を確保
支持機能	ピット・ピットエリア	地震	● Ss 機能維持することにより支持機能を確保
排水機能	排水配管	機器故障 (リーク・閉塞)	● 配管の多重化による機能維持
		地震	● Ss 機能維持することにより排水機能を確保
	排水ポンプ	機器故障 (継続運転失敗・起動失敗)	● 機器類の多重化による機能維持
		地震	● Ss 機能維持することにより機器類の機能を確保
		内部火災	● 内部火災影響からの防護による機能維持
		内部溢水	● 内部溢水影響からの防護による機能維持
監視・制御機能	制御盤 動力盤	(機能喪失要因と対策は、上述の排水ポンプと同じ)	
	水位計	機器故障 (不動作・誤操作)	● 多重化による機能維持を図ることとし、片系が機能喪失した場合には設定水位に到達時にもう片系の水位計の検知によりバックアップ
		地震	● Ss 機能維持することにより監視・制御機能を確保
電源機能	電源 (非常用 DG)	機器故障 (起動失敗)	● 多重化による機能維持

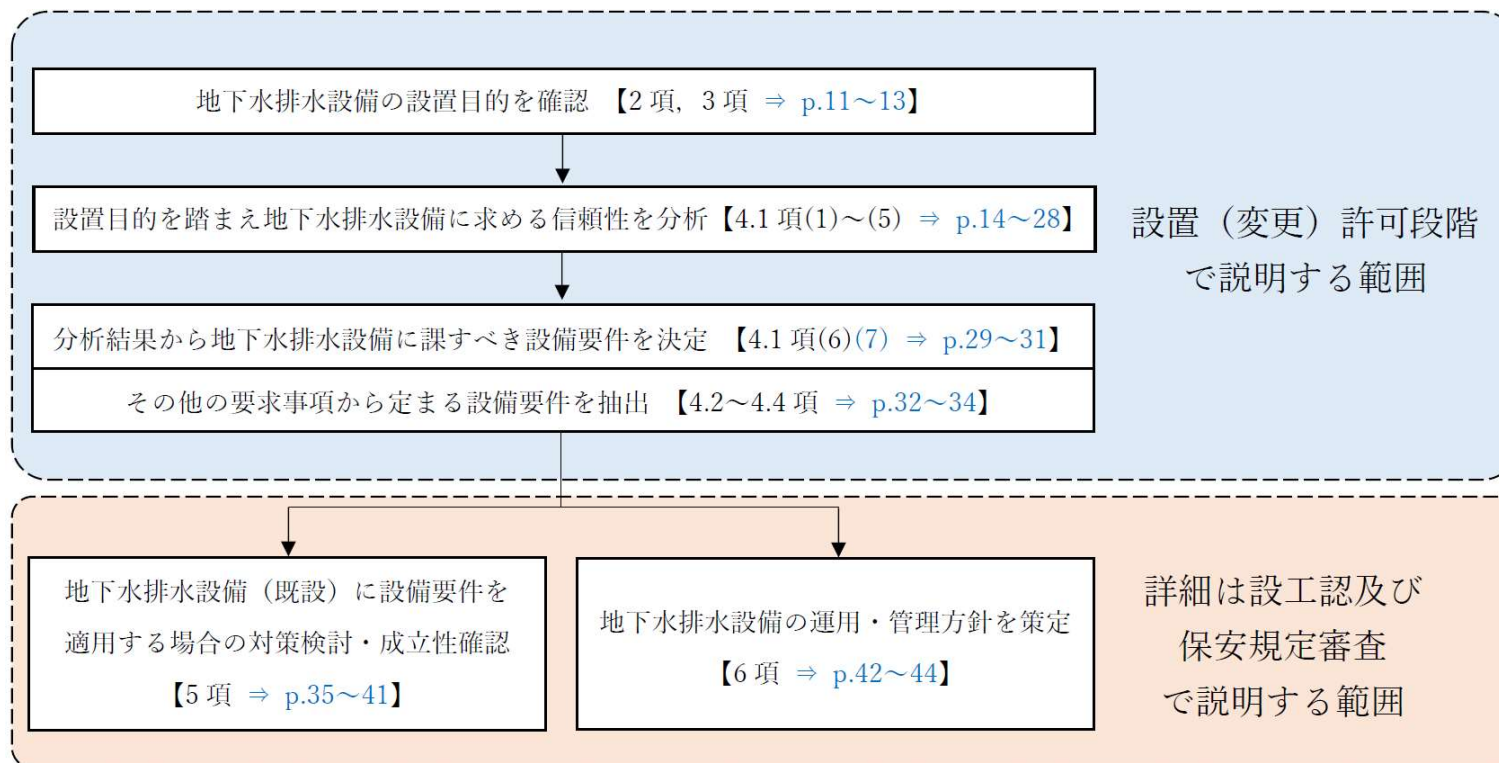
(3) 地下水排水設備の設備要件を踏まえた確認

本編：5～6項 の記載事項

【確認内容と結果】

- ① 地下水排水設備(既設)の設備仕様と、新たに定めた地下水排水設備の設備要件を比較し、基準適合性を確保するために必要な対策を抽出した結果、それらの対策には成立性があり地下水排水設備(既設)によって基準適合性を確保できる見通しを得た。
- ② 地下水排水設備の運用管理・保守管理の方針として、保安規定及び保安規定の下部規定に定める事項を取り纏めた。

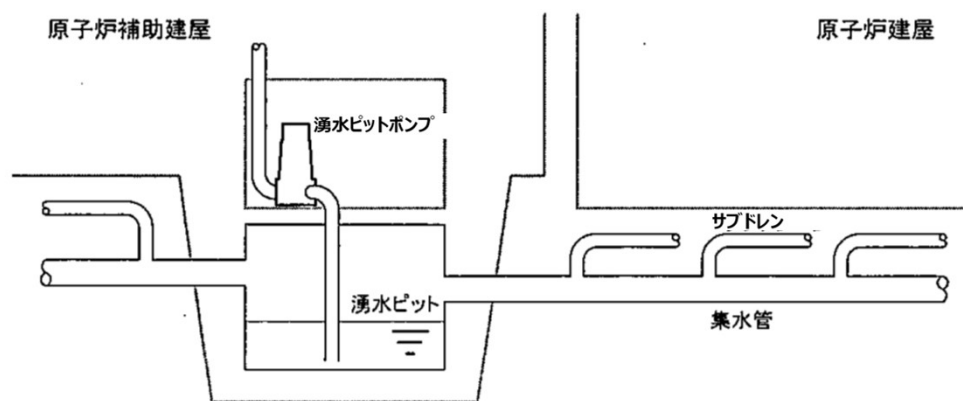
なお、上記①②について、詳細は設工認審査及び保安規定審査で説明する範囲であり、設置(変更)許可段階で説明する範囲との区分けについて別紙11-3図に示す。



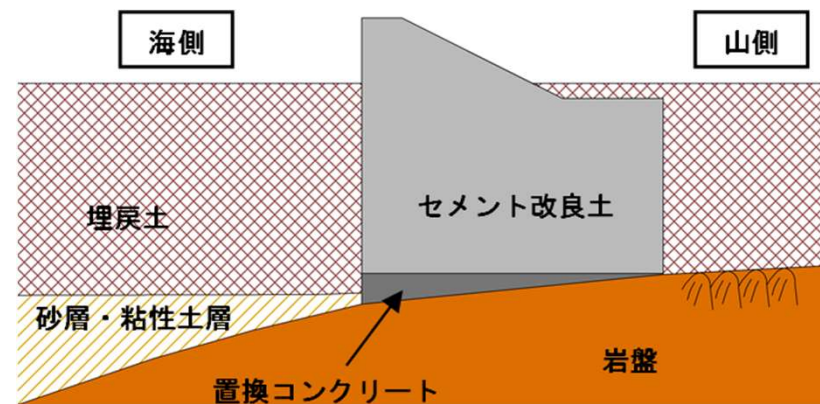
別紙11-3図 本編各項の説明要旨

1. はじめに

- 泊発電所3号炉では発電所建設時、敷地の岩盤状況等を踏まえ、旧汀線より海側においては朔望平均満潮位H.W.L.（既工認時T.P.0.26m）に**設計**地下水位を設定し、耐震設計の条件とした。
- 旧汀線より山側においては、土地造成前の地下水位観測記録（1998年1月～1999年12月）の最大値（T.P.2.82m）を基に、建屋基礎掘削による地下水位の低下を考慮し、屋外重要土木構造物はT.P.2.8mに**設計**地下水位を設定し、原子炉建屋等は地下水位を考慮しないことを、耐震設計の条件とした。
- 原子炉建屋等の建屋基礎直下及びその周囲には、地下水排水設備（別紙11-1図）を設置していた（添付資料1）。
- 今後、岩着構造の防潮堤設置（別紙11-2図）に伴い、地下水の流れが遮断されるため、地下水が山から海へ向かう従来の流動場が変化する可能性がある。したがって、泊発電所3号炉における施設等（別紙11-1表）の耐震設計においては、地下水の流動場の変化を確認した上で、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）に対する基準適合性を確認する必要がある。



別紙11-1図 地下水排水設備（既設）の概念図



別紙11-2図 岩着構造の防潮堤概要図

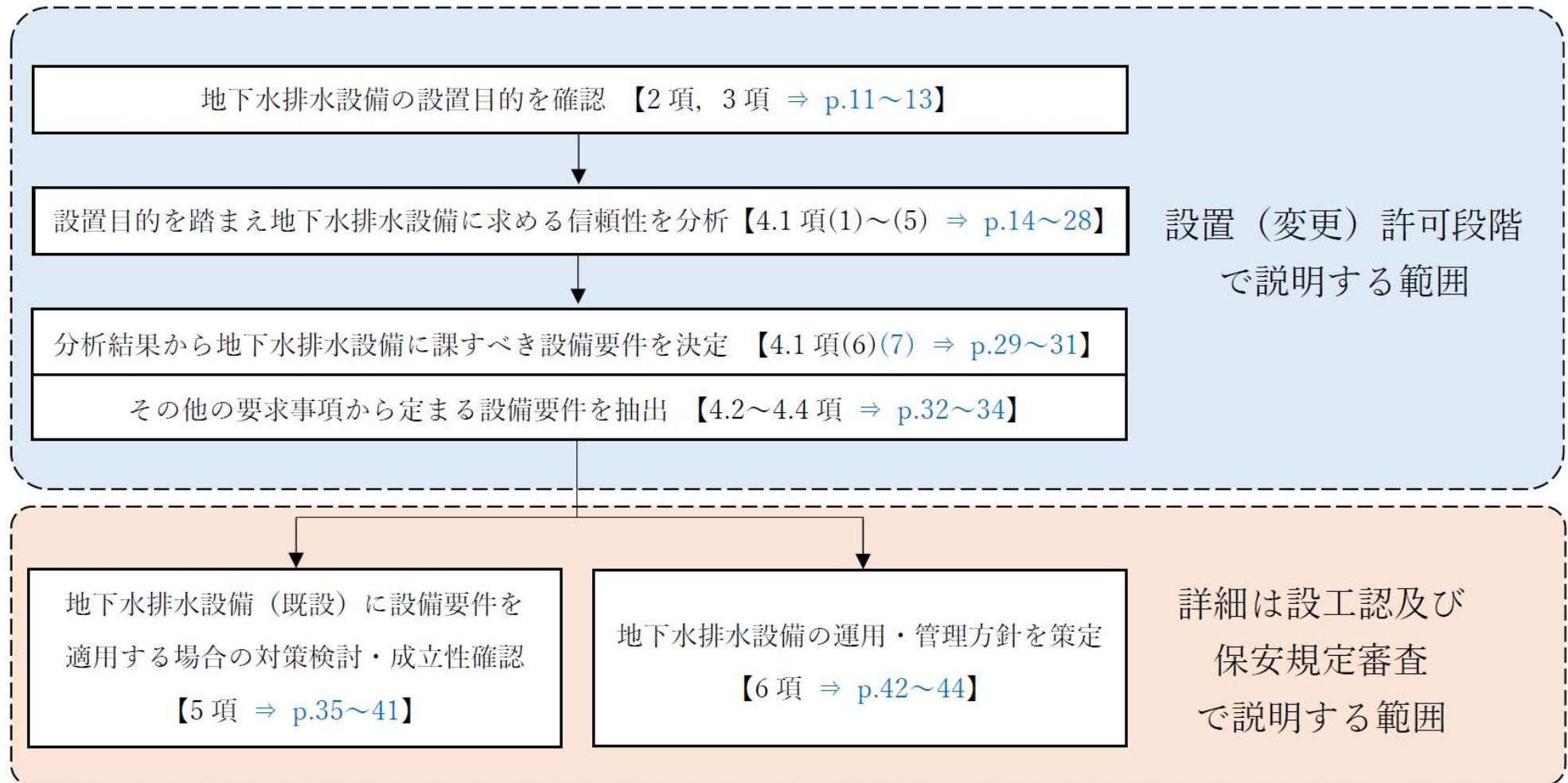
1. はじめに

○その際、敷地に滞水する地下水の排水機能が、防潮堤の設置が考慮されていない建設時と比べて重要になるものの、地下水の排水機能に対しては規則や指針、規格基準類において、具体的な信頼性確保の考え方が定められていない。そのため、泊発電所3号炉と同様に津波防護施設として岩着構造の防潮堤等を設置した先行他社では、地下水の排水機能を担う地下水位低下設備の設置目的として、「設備に期待する機能」、「設備に期待して耐震設計を行う施設等の対象範囲」及び「設備に期待する期間(発電所の状態)」を特定した上で、地下水位低下設備にどの程度の信頼性が必要なのかを分析して各社ごとに設備仕様を定めており、泊発電所3号炉においても地下水の排水機能を担う設備に対して同様の検討を行うこととする。

○次項以降では、泊発電所3号炉の施設等の耐震設計で用いる設計地下水位の設定方針(別紙-10「設計地下水位の設定方針について」に詳述)において、原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋及びA1、A2-燃料油貯油槽タンク室(以下「原子炉建屋等の主要建屋」という。)における設計地下水位を建屋基礎底面下に設定することを踏まえ、防潮堤の設置以降に地下水位を建屋基礎底面下に保持するために地下水の集水及び排水機能を担う設備(以下「地下水排水設備」という。)に課すべき設備要件を検討した結果を取り纏めた。また、既存の地下水排水設備(以下「地下水排水設備(既設)」という。)の設備仕様と、新たに定めた地下水排水設備の設備要件を比較し、基準適合性を確保するために必要な対策を抽出した結果、それらの対策には成立性があり地下水排水設備(既設)によって基準適合性を確保できる見通しを得た。

1. はじめに

○別紙11-3図には、本紙で示す各項の説明要旨をフローで記載している。



別紙11-3図 各項の説明要旨

2. 設計地下水位の設定方針

2. 施設等の設計地下水位の設定方針について(1/2)

○別紙-10「設計地下水位の設定方針について」では、施設等の設計地下水位の設定方針を別紙11-1表のとおりとしている。

別紙11-1表 施設等の設計地下水位の設定方針

設備分類	設備名称	設計地下水位の設定方針
基礎地盤・周辺斜面 (安定性評価)	基礎地盤	地表面に設定
	周辺斜面(保管場所・アクセスルートにおいて安定性評価を実施する斜面も含む)	
建物・構築物	原子炉建屋	地下水排水設備の機能に期待して、設計地下水位を設定 (建屋基礎底面下に設計地下水位を設定)
	原子炉補助建屋	
	ディーゼル発電機建屋	
	A1, A2-燃料油貯油槽タンク室	
	B1, B2-燃料油貯油槽タンク室	地表面に設定
屋外重要 土木構造物	取水路	地表面に設定
	取水ピットスクリーン室	
	取水ピットポンプ室	
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室	
	原子炉補機冷却海水管ダクト	
	B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ	
津波防護施設※1	防潮堤	地表面に設定
	3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	
	3号炉放水ピット流路縮小工	
	1, 2号炉取水ピットスクリーン室防水壁	
重大事故等 対処施設	緊急時対策所(指揮所, 待機所)	自然水位※2に基づき設定
	代替非常用発電機	
保管場所・ アクセスルート (段差評価等が対象であり 周辺斜面は除く)	保管場所(T.P. 10.0m盤より高標高)	自然水位※2に基づき設定
	アクセスルート(T.P. 10.0m盤より高標高)	
	保管場所(T.P. 10.0m盤)	地表面に設定
	アクセスルート(T.P. 10.0m盤)	

※1 津波防護施設は今後、変更となる可能性がある。

※2 解析条件を保守的に設定した三次元浸透流解析の予測解析水位

2. 設計地下水位の設定方針

2. 施設等の設計地下水位の設定方針について(2/2)

- 別紙11-1表では原子炉建屋等の主要建屋における設計地下水位の設定方針を「地下水排水設備の機能に期待して、設計地下水位を設定」としている。
- 原子炉建屋等の主要建屋基礎下には建設時から地下水排水設備(既設)が設置されているものの、これまでは地下水排水設備(既設)の機能に期待せずとも、敷地の地下水は地下部で外海に流れ込む前提としており、原子炉建屋等の主要建屋の施設設計では地下水位を考慮していなかった。
- しかし、防潮堤の設置後には、外海への地下水の流れが遮断されることを考慮し、建屋基礎底面下の地下水を排水する機能に期待して設計地下水位の設定が必要となるため、4項以降(p.14～)において地下水排水設備に課すべき設備要件を明らかにする。

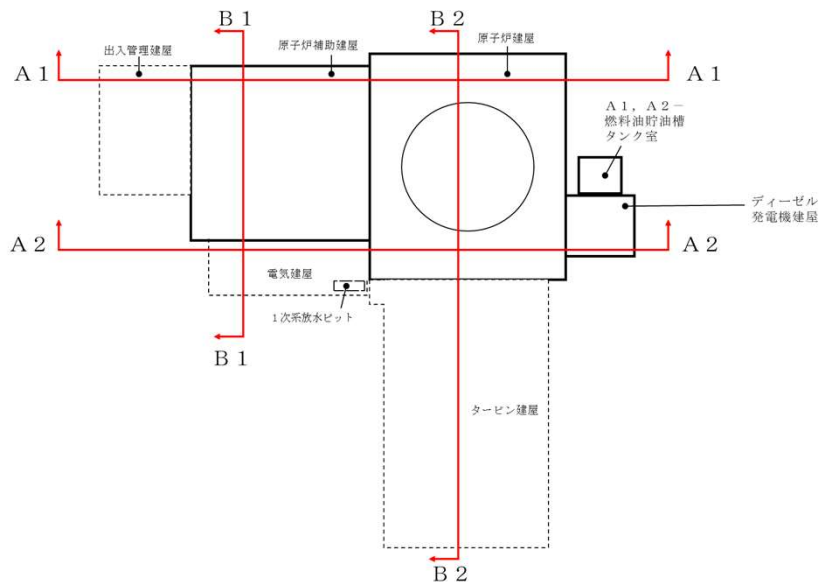
3. 地下水排水設備と設置許可基準規則の関連性

○別紙-10「設計地下水位の設定方針について」では原子炉建屋等の主要建屋の設計の基本方針を「地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、**揚圧力を考慮せず設計**する方針とする。」としている。

○ここで、泊発電所3号炉の原子炉建屋等の主要建屋は、主に岩盤や他構造物に囲まれており液状化影響は生じないことから、上記の基本方針は地下水排水設備に期待する機能として、「揚圧力影響の排除」に限定した記載としている(添付資料2)。

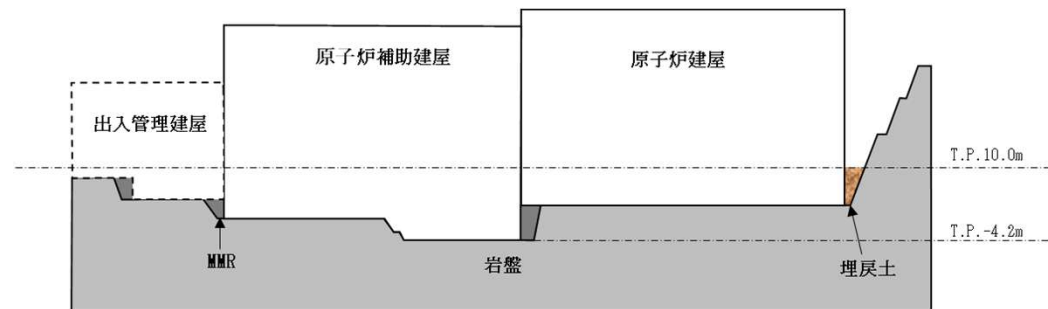
揚圧力影響は建屋の耐震評価で考慮すべき評価条件であるため、泊発電所3号炉では揚圧力影響の排除に期待する目的で設置される地下水排水設備を、設置許可基準規則第4条への適合のために必要な設備と位置付ける。また、設置許可基準規則第39条は第4条と同様の要求であり、第4条への適合をもって第39条への適合性を確認する。

※ 地下水排水設備に対し湧水ピット水位を一定の範囲に保持する機能に期待して評価を行っている第9条「溢水による損傷の防止等」の基準適合性と地下水排水設備の関連性については、設置許可基準規則第9条「溢水による損傷の防止等」に関する適合状況説明資料で別途説明する。

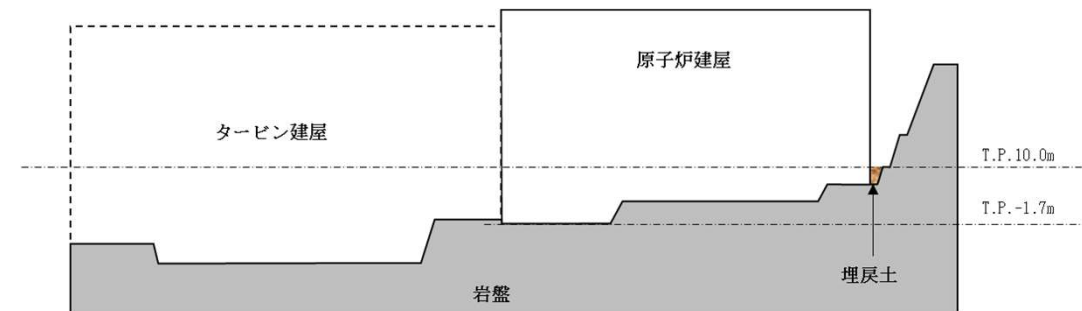


添付2-1図 断面指示図

(A2-A2断面, B1-B1断面は添付資料2を参照)



添付2-2図 A1-A1断面図



添付2-5図 B2-B2断面図

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(1/18)

○本項では、地下水排水設備の供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析を行う。

- ・ まず、分析項目を決めるために必要な前提条件を整理した上で、整理結果を踏まえた分析を実施する。
- ・ さらに、分析結果から地下水排水設備に課すべき設備要件を定める。

(1) 前提条件

a. 地下水排水設備の目的及び機能

- ・ 地下水排水設備の機能は、原子炉建屋等の主要建屋に適用する設計の前提が確保されるよう、「地下水位を建屋基礎底面下に保持する」ことである。
- ・ 地下水排水設備が機能することにより、原子炉建屋等の主要建屋の基礎底面下に地下水位が保持され、建屋に生じる揚圧力影響が排除される。この地下水排水設備の機能を考慮した設計地下水位を設定し、原子炉建屋等の主要建屋の耐震性が損なわれないよう設計する。

b. 機能維持を要求する期間

- ・ 原子炉建屋等の主要建屋には、多数の重要安全施設や重大事故等対処施設が設置されており、各々がその機能を必要とされる通常運転時から重大事故等時まで、原子力発電所の供用期間の全ての状態において機能維持が必要である。
- ・ 具体的には、原子力発電所の以下の状態において、地下水排水設備の機能を維持する必要がある。

●通常運転時(起動時, 停止時含む)

●運転時の異常な過渡変化時

●設計基準事故時

●重大事故等時

- ・ また、プラント供用期間中において発生を想定する大規模損壊についても、その発生要因とプラントの損壊状況を踏まえ、地下水排水設備の設計を行う上で配慮する。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(2/18)

C. 機能喪失時の影響

- 地下水排水設備が機能喪失した場合、**建屋の耐震性を維持できると想定される時間は約3時間となり、補修作業によって地下水の排水機能を復旧するのは困難である(添付資料3)。**
- **そのため、ある一定の期間において地下水の排水機能が喪失する状態を許容した上で、地下水排水設備に対する補修作業によって地下水の排水機能を復旧することは選択肢として考慮せずに、地下水排水設備の設備要件を定める。**

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(3/18)

(2) 分析項目(1/2)

(1)の前提条件を踏まえ、供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(分析1~4)を行う。

【分析1:想定する機能喪失要因の抽出】

- 地下水排水設備の機能を供用期間の全ての状態において維持するため、前提条件として整理した機能喪失時の影響も考慮の上、対処すべき機能喪失要因を網羅的に抽出し、必要な対策について整理する。
 - ・ 地下水排水設備の機能ごとに、想定される単一の機器故障を考慮する。
 - ・ 地下水排水設備の機能ごとに、設置許可基準規則第3条から第13条までにおいて考慮することが要求される事象を抽出し、上記の機器故障と合わせて「想定する機能喪失要因」とする。
 - ・ なお、設置許可基準規則第14条から第36条までに対しては、別紙11-2表のとおり、地下水排水設備に対する機能について影響するものではないので機能喪失要因の対象とはならない。
 - ・ 標準的な地下水排水設備の構成部位を設定(別紙11-3表)した上で、地下水排水設備の構成部位が想定する機能喪失要因により機能喪失するかを分析(別紙11-4表)する。
 - ・ 分析結果を踏まえ、地下水排水設備の機能維持の観点から必要な対策について整理する。

【分析2:想定する機能喪失要因で生じる各事象の抽出】

- ・ 分析1から抽出された、地下水排水設備の機能喪失要因となる事象が発生した場合に、同時に「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」(以下「各事象」という。)が発生するかについて分析(別紙11-5表)する。
- ・ 分析結果を踏まえ、地下水排水設備の機能維持の対策に加え、追加の対策が必要であるかについて整理する。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(4/18)

(2) 分析項目(2/2)

【分析3:各事象と排水機能喪失の重畳に伴う影響確認】

- ・ 各事象の発生後に、何らかの原因により地下水排水設備が機能喪失した場合を想定し、運転時の異常な過渡変化等の事象収束に対して影響があるかを分析(別紙11-6表)する。
- ・ 分析結果を踏まえ、地下水排水設備の機能維持の対策に加え、追加の対策が必要であるかについて整理する。

【分析4:大規模損壊の考慮】

- ・ プラント供用期間中において発生を想定する大規模損壊時の対応についても、地下水排水設備の設計を行う上で配慮する。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(5/18)

【分析1】

(3) 想定する機能喪失要因の抽出(分析1)(1/3)

a. 関係する条文の抽出

- 地下水排水設備の各構成部位が機能喪失する可能性のある事象として、機器の故障に加え、設置許可基準規則第3条から第13条までの要求事項を踏まえ、地震(第4条)、津波(第5条)、外部事象(地震、津波以外)(第6条)、内部火災(第8条)、内部溢水(第9条)及び誤操作の防止(第10条)が考えられるため要因として抽出した(別紙11-2表)。
- これ以外の設置許可基準規則における設計基準対象施設に対する要求は、個別設備に対する設計要求である等の理由から地下水排水設備の各構成部位が機能喪失する可能性のある事象から除外した。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(6/18)

【分析1】

別紙11-2表 地下水排水設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係

設置許可基準規則の要求事項		分析対象	対象外とした理由	備考
第3条	地盤	—	● 本条文の要求事項への適合に際し、地下水排水設備に期待していないことから、分析の対象外	—
第4条	地震	○	—	—
第5条	津波	○	—	—
第6条	風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山、生物学的事象、森林火災(外部火災)	○	—	泊発電所3号炉で想定する外部事象として抽出した事象
第7条	不法な侵入	—	● 本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第8条	内部火災	○	—	—
第9条	内部溢水	○	—	—
第10条	誤操作の防止	○	—	—
第11条	安全避難通路等	—	● 本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第12条	安全施設	—	● 本条文は、安全施設への要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外(添付資料4)	—
第13条	運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	—	● 本条文は、運転時の異常な過渡変化に対する要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第14条	全交流動力電源喪失対策設備	—	● 本条文は、個別設備の設置要求であり、機能喪失要因として抽出する事項を含まないため、対象外	—
第15条	炉心等	—		
第16条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	—		
第17条	原子炉冷却材圧力バウンダリ	—		
第18条	蒸気タービン	—		
第19条	非常用炉心冷却設備	—		
第20条	一次冷却材の減少分を補給する設備	—		
第21条	残留熱を除去することができる設備	—		
第22条	最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備	—		
第23条	計測制御系統施設	—		
第24条	安全保護回路	—		
第25条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	—		
第26条	原子炉制御室等	—		
第27条	放射性廃棄物の処理施設	—		
第28条	放射性廃棄物の貯蔵施設	—		
第29条	工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護	—		
第30条	放射線からの放射線業務従事者の防護	—		
第31条	監視設備	—		
第32条	原子炉格納施設	—		
第33条	保安電源設備	—		
第34条	緊急時対策所	—		
第35条	通信連絡設備	—		
第36条	補助ボイラー	—		

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(7/18)

【分析1】

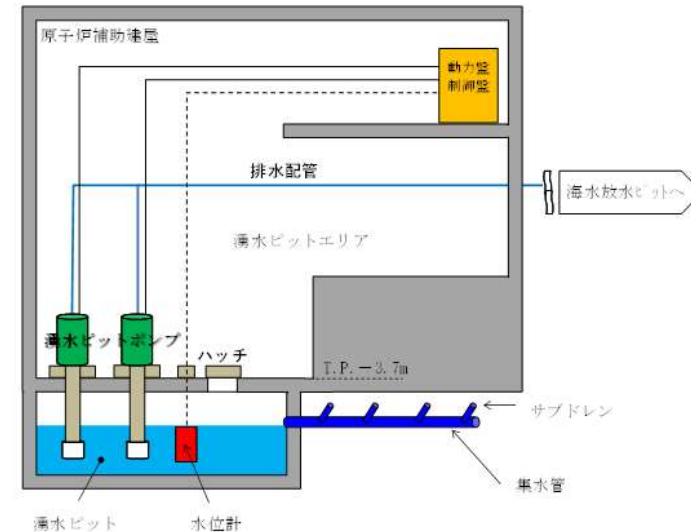
(3) 想定する機能喪失要因の抽出(分析1)(2/3)

b. 各構成部位の機能喪失要因の分析

○標準的な地下水排水設備の構成部位として、地下水排水設備(既設)の構成部位を参考に、別紙11-3表のとおり設定する。

別紙11-3表 地下水排水設備の構成部位

機能	地下水排水設備の構成部位	参考：地下水排水設備（既設）
集水機能	集水管類	集水管 サブドレン
支持機能	ピット ピットエリア	湧水ピット 湧水ピット エリア
排水機能	排水配管	排水配管
	排水ポンプ	湧水 ピットポンプ
監視・ 制御機能	動力盤 制御盤	動力盤 制御盤
	水位計	水位計
電源機能	電源	電源



4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(8/18)

【分析1】

(3) 想定する機能喪失要因の抽出(分析1)(3/3)

- 標準的な地下水排水設備の構成部位を設定した上で、地下水排水設備の各構成部位が、抽出した機能喪失要因により機能喪失するかについて分析する。分析の前提条件と分析結果は下記のとおり。

<分析1の前提条件>

- ・機能喪失有無の判定においては、地下水排水設備に必要となる設計上の配慮事項を抽出する観点から、**全ての構成部位について、機能喪失要因に対する設計上の配慮が講じられていない状態を前提とする。**
- ・外部事象に対する分析では、**地下水排水設備の構成部位の全てが、地下水排水設備(既設)と同様に屋内設置されている状態を前提とする。**

<分析結果>

- ・分析の結果、地下水排水設備の各構成部位に対する機能喪失要因として別紙11-4表のとおりの結果を得た。
- ・これらの機能喪失要因を踏まえ、地下水排水設備の設計上の信頼性を向上させる観点から、別紙11-7表(p.30)のとおり設計上の配慮を行う。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(9/18)

【分析1】

別紙11-4表 地下水排水設備の機能喪失要因と設置許可基準規則との関係

機能	構成部位	機器故障及び設置許可基準規則の要求を踏まえた機能喪失要因														
		機器故障 (故障モード)	地震 (4条)	津波 (5条)	風(台風) (6条)	竜巻 (6条)	凍結 (6条)	降水 (6条)	積雪 (6条)	落雷 (6条)	火山 (6条)	生物学的事象 (6条)	森林火災 (外部火災) (6条)	内部火災 (8条)	内部溢水 (9条)	誤操作防止 (10条)
集水機能	集水管類	○**	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			耐震性無し													
支持機能	ピット・ ピットエリア	○**	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			耐震性無し													
排水機能	排水配管	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		リーク・ 閉塞	耐震性無し													
	排水ポンプ	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	
		継続運転 失敗・ 起動失敗	耐震性無し											地絡・短絡等を 起因とする火災 により機能喪失 の可能性有り	溢水の影響に より機能喪失 の可能性有り	○
監視・制御 機能	制御盤 動力盤	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	
		不動作・ 誤動作	耐震性無し											地絡・短絡等を 起因とする火災 により機能喪失 の可能性有り	溢水の影響に より機能喪失 の可能性有り	誤操作による 機能喪失の可 能性有り**
	水位計	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		不動作・ 誤動作	耐震性無し													
電源機能	電源** (非常用 D G)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		起動失敗														

- * 1 : 外部電源は Ss 未満の地震により機能喪失する可能性があるため、機能喪失状態を前提とする
- * 2 : 集水管類は岩盤内部に設置しており、管内への土砂供給が非常に少ないため、短時間で閉塞する可能性は十分に小さい
- * 3 : ピットは集水管類からの土砂供給が非常に少ないため、短時間で閉塞する可能性は十分に小さい
- * 4 : 分析 1 では誤操作による機能喪失は機器の故障に含めた取り扱いとする

凡例 ○ : 事象に対し設備が影響を受けない
 × : 事象に対し設備が影響を受ける可能性あり
 - : 評価対象外

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(10/18)

【分析2】

(4) 想定する機能喪失要因で生じる各事象の抽出(分析2)

- 地下水排水設備の機能喪失要因により、同時に各事象が発生するかについて分析を行い、事象収束にあたり追加の対策が必要かについて確認する。

<分析2の前提条件>

- ・ 地下水排水設備の機能喪失要因として、分析1により抽出された項目を前提とし、ここでの分析を行う。
- ・ 地下水排水設備の全ての構成部位について、機能喪失要因に対する設計上の配慮が講じられていない状態を前提とする。
- ・ 電源に関して、内部事象と外部事象に対する防護対策が施されている非常用DGの共通要因による機能喪失は考慮しない。また、非常用DGの状態について、プラント運転中は2系列が待機状態にあることとする。
- ・ 外部電源は基準地震動未満の地震により機能喪失する可能性があるため、機能喪失状態を前提とする。さらに、プラント停止中は非常用DG本体又は海水系片系が点検のために待機除外である状態を想定する。また、プラント停止中の非常用DGに対しては、起動失敗等の機器の故障を考慮する。

<分析結果>

- ・ 別紙11-5表(1/3)に示すとおり、地下水排水設備が機能喪失する事象発生時には、当該事象により敷地外の送変電設備が損傷し、「運転時の異常な過渡変化(外部電源喪失)」が発生する可能性がある。
- ・ これを防止するために、地下水排水設備には、外部電源喪失に配慮した設計が必要となる。
- ・ また、各事象が収束した以降も収束状態を維持する観点から、建屋の耐震性の継続的な確保が必要である。
- ・ このため、地下水排水設備の各機能喪失要因に対する設計上の配慮を行うことで、「地下水排水設備の機能喪失により地下水位が上昇した状態で基準地震動規模の地震が発生する」という状況を回避でき、建屋の耐震性が確保されることとなる。
- ・ 上記の配慮を行うことで、通常運転中の安全施設(異常発生防止系及び異常影響緩和系)への影響を防止することができている。
- ・ 別紙11-5表(3/3)に示すとおり、地下水排水設備が機能喪失する事象発生時には、同時に「全交流動力電源喪失(停止時)」が発生する。
- ・ このことから、地下水排水設備の機能喪失要因に配慮した対策及び非常用電源に関する信頼性向上の観点で代替電源設備からも電源供給可能な設計とすることにより、地下水排水設備の信頼性を向上させることができる。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(11/18)

【分析2】

別紙11-5表 地下水排水設備の機能喪失と同時に発生の可能性のある事象の分析(1/3)

		運転時の異常な過渡変化													
		原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	制御棒の落下及び不整合	原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈	原子炉冷却材流量の部分喪失	原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	主給水流量喪失	蒸気負荷の異常な増加	2次冷却系の異常な減圧	蒸気発生器への過剰給水	負荷の喪失	原子炉冷却材系の異常な減圧	出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	外部電源喪失
地下水排水設備の機能喪失要因	機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の過渡事象は発生しない													
	地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の過渡事象は発生しない													
	内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の過渡事象は発生しない													
	内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の過渡事象は発生しない													

凡例△：地下水排水設備の機能喪失あり、ただし、過渡事象は起きない。 ×：地下水排水設備の機能喪失あり、かつ、過渡事象が起きる。

*1：外部電源は発電所外の設備も含まれており、地下水排水設備の機能喪失要因に対して耐性の確認・確保が困難であるため、全ての機能喪失要因に対して発生すると整理した。

別紙11-5表 地下水排水設備の機能喪失と同時に発生の可能性のある事象の分析(2/3)

		設計基準事故									
		原子炉冷却材喪失	原子炉冷却材流量の喪失	原子炉冷却材ポンプの軸固着	主給水管破断	主蒸気管破断	制御棒飛び出し	放射性気体廃棄物処理施設の破損	蒸気発生器伝熱管破損	燃料集合体の落下	可燃性ガスの発生
地下水排水設備の機能喪失要因	機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の設計基準事故は発生しない									
	地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の設計基準事故は発生しない									
	内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の設計基準事故は発生しない									
	内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		地下水排水設備は機能喪失するが、上記の設計基準事故は発生しない									

凡例△：地下水排水設備の機能喪失あり、ただし、設計基準事故は起きない。 ×：地下水排水設備の機能喪失あり、かつ、設計基準事故が起きる。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(12/18)

【分析2】

別紙11-5表 地下水排水設備の機能喪失と同時に発生の可能性のある事象の分析(3/3)

		重大事故等																			
		2次冷却系からの除熱機能喪失	全交流動力電源喪失	原子炉補冷却機能喪失	原子炉格納容器の除熱機能喪失	原子炉停止機能喪失	ECCS注水機能喪失	ECCS再循環機能喪失	格納容器バイパス	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損)	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)	高圧溶融物放出/格納容器格納容器直接加熱	原子炉圧力容器外の溶融燃料/冷却材相互作用	水素燃焼	溶融炉心・コリント相互作用	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失(余熱除去系故障による停止時冷却機能喪失)	原子炉冷却材の流出	反応度の誤投入	全交流動力電源喪失(停止時)
地下水排水設備の機能喪失要因	機器故障	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×
	地下水排水設備は機能喪失するが、地下水排水設備の機能喪失要因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない																				*
	地震	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	地下水排水設備は機能喪失するが、地下水排水設備の機能喪失要因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない																				
	内部火災	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	地下水排水設備は機能喪失するが、地下水排水設備の機能喪失要因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない																				
内部溢水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
地下水排水設備は機能喪失するが、地下水排水設備の機能喪失要因により重大事故防止設備がその機能を喪失しないため、上記の重大事故等は発生しない																					

凡例△：地下水排水設備の機能喪失あり、ただし、重大事故は起きない。 ×：地下水排水設備の機能喪失あり、かつ、重大事故が起きる。

*：待機中の非常用 DG が起動失敗等の機器の故障により機能喪失することで発生

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(13/18)

【分析3】

(5) 各事象と排水機能喪失の重畳に伴う影響確認(分析3)

○各事象が発生した状態で、地下水排水設備が機能喪失した場合を想定し、事象収束にあたり追加の対策が必要かについて確認する。分析の前提条件と分析結果は以下のとおり。

<分析3の前提条件>

- ・ 各事象の発生後に地下水排水設備が機能喪失する状態及び地下水排水設備の機能喪失後に、さらに、基準地震動規模の地震が発生する状態に対し分析する。
- ・ 地下水排水設備の全ての構成部位について、機能喪失要因に対する設計上の配慮が講じられていない状態を前提とする。

<分析結果>

- ・ 別紙11-6表に示すとおり、地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に直接は影響しない。
- ・ しかしながら、地下水排水設備の機能喪失により地下水位が上昇している状態で、同時に基準地震動規模の地震の発生を想定した場合には、原子炉建屋等の主要建屋の耐震性に影響が及ぶ可能性があることから、事象の収束に対する影響の懸念がある。
- ・ このため、地下水排水設備の各機能喪失要因に対する設計上の配慮を行うことで、「地下水排水設備の機能喪失により地下水位が上昇した状態で基準地震動規模の地震が発生する」という状況を回避でき、建屋の耐震性が確保されることとなる。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(14/18)

【分析3】

別紙11-6表 「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」が発生した状態で地下水排水設備が機能喪失した場合の影響(1/2)

	運転時の異常な過渡変化												
	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	制御棒の落下及び不整合	原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈	原子炉冷却材流量の部分喪失	原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	主給水流量の喪失	蒸気負荷の異常な増加	2次冷却系の異常な減圧	蒸気発生器への過剰給水	負荷の喪失	原子炉冷却材系の異常な減圧	出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動
地下水排水設備の機能喪失のみの場合	○（影響なし）												
	地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に影響しない												
地下水排水設備が機能喪失し地下水位が上昇した状態で地震が発生する場合	×（影響あり）												
	建屋の耐震性に影響があることから、事象の収束に対する影響の懸念あり												
	設計基準事故												
	原子炉冷却材喪失	原子炉冷却材流量の喪失	原子炉冷却材ポンプの軸固着	主給水管破断	主蒸気管破断	制御棒飛び出し	放射性気体廃棄物処理施設の破損	蒸気発生器伝熱管破損	燃料集合体の落下	可燃性ガスの発生			
地下水排水設備の機能喪失のみの場合	○（影響なし）												
	地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に影響しない												
地下水排水設備が機能喪失し地下水位が上昇した状態で地震が発生する場合	×（影響あり）												
	建屋の耐震性に影響があることから、事象の収束に対する影響の懸念あり												

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(15/18)

【分析3】

別紙11-6表 「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」又は「重大事故等」が発生した状態で地下水排水設備が機能喪失した場合の影響(2/2)

	重大事故等																			
	2次冷却系の除熱機能喪失	交流電源喪失	原子炉補冷却機能喪失	原子炉格納容器除熱機能喪失	原子炉停止機能喪失	ECCS注水機能喪失	ECCS再循環機能喪失	格納容器バイパス	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧破損)	雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)	高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱	原子炉压力容器外の溶融燃料/冷却材相互作用	水素燃焼	溶融炉心・コンクリート相互作用	想定事故1	想定事故2	崩壊熱除去機能喪失(余熱除去による停止時冷却機能喪失)	原子炉冷却材の流出	反応度の投入	全交流電源喪失
地下水排水設備の機能喪失のみの場合	○ (影響なし)																			
	地下水排水設備は、事象収束に必要な緩和機能を有していないため、事象の収束に影響しない																			
地下水排水設備が機能喪失し地下水位が上昇した状態で地震が発生する場合	× (影響あり)																			
	建屋の耐震性に影響があることから、事象の収束に対する影響の懸念あり																			

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(16/18)

(6) 分析結果を踏まえた信頼性向上のための配慮事項

○分析1から**分析3**までの整理を踏まえ、原子力発電所の供用期間の全ての状態において、地下水排水設備を機能維持する観点から、地下水排水設備の設計に**かかわる**信頼性向上のための配慮事項は以下(◆)のとおりとなった。
○なお、分析4における具体的なプラント損壊状態と設計上の配慮事項については、大規模損壊に対する対応として別途説明する。

- ◆ 分析1の結果から、地下水排水設備に対して配慮すべき機能喪失要因が抽出されており、これに対する個々の配慮事項を**別紙11-7表**のとおり整理した。
- ◆ 分析2の結果からは分析1と同様の対策(**別紙11-7表**)が必要という結果を得た。
- ◆ また、これに加えて、プラント停止時における全交流動力電源喪失への配慮として、代替電源設備からの電源供給が可能な設計とする。
- ◆ 分析3の結果からは、分析1と同様の対策(**別紙11-7表**)が必要という結果を得た。
- ◆ 以上のとおり、分析1から分析3の結果を踏まえ、地下水排水設備の信頼性向上の観点から対策を講じることとする。
- ◆ なお、分析4については、分析1から分析3での対策により、設計上の配慮を行うことができる。
- ◆ また、上記のような信頼性向上の観点からの対策を行ってもなお、地下水排水設備が動作不能となる状態も考え、可搬型水中ポンプを用いた機動的な措置について手順等の整備を行う。(6項(p.42~)参照)

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(17/18)

別紙11-7表 機能喪失要因とこれを踏まえた設計上の配慮事項

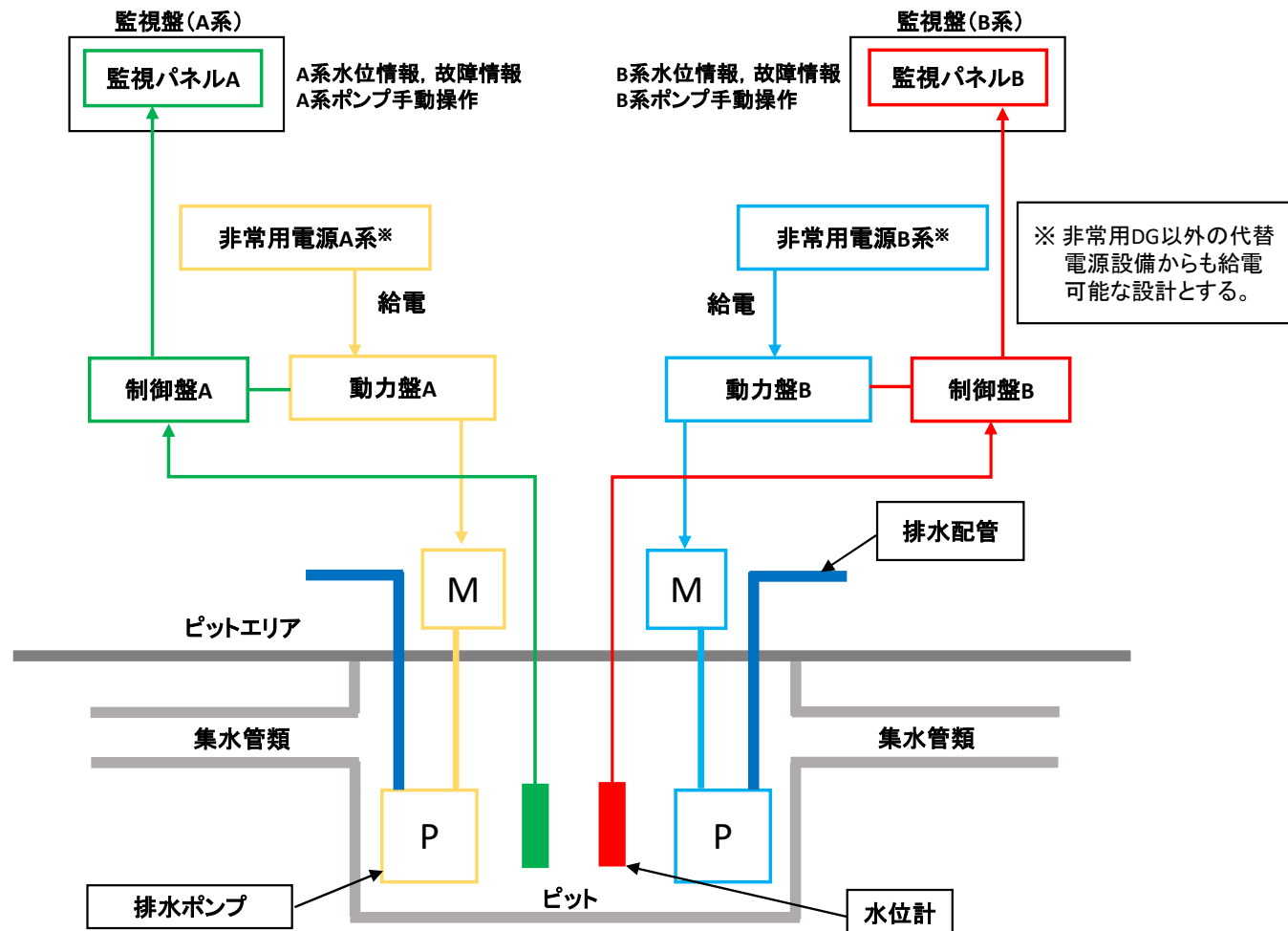
機能	構成部位	機能喪失要因	配慮事項
集水機能	集水管類	地震	• Ss 機能維持することにより集水機能を確保
支持機能	ピット・ピットエリア	地震	• Ss 機能維持することにより支持機能を確保
排水機能	排水配管	機器故障 (リーク・閉塞)	• 配管の多重化による機能維持
		地震	• Ss 機能維持することにより排水機能を確保
	排水ポンプ	機器故障 (継続運転失敗・起動失敗)	• 機器類の多重化による機能維持
		地震	• Ss 機能維持することにより機器類の機能を確保
		内部火災	• 内部火災影響からの防護による機能維持
		内部溢水	• 内部溢水影響からの防護による機能維持
監視・制御機能	制御盤 動力盤	(機能喪失要因と対策は、上述の排水ポンプと同じ)	
	水位計	機器故障 (不動作・誤操作)	• 多重化による機能維持を図ることとし、片系が機能喪失した場合には設定水位に到達時にもう片系の水位計の検知によりバックアップ
		地震	• Ss 機能維持することにより監視・制御機能を確保
電源機能	電源 (非常用 DG)	機器故障 (起動失敗)	• 多重化による機能維持

4. 地下水排水設備の設備要件

4.1 供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析(18/18)

(7) 監視・制御機能及び電源接続の系統構成

○別紙11-7表に示す地下水排水設備に対する設計上の配慮事項を反映した電源系, 監視・制御系の系統構成概要を別紙11-4図に示す。排水ポンプ, 水位計, 現場における監視・制御系, 中央制御室の監視盤及び非常用電源からの電源供給については信頼性の向上を考慮した設計とする。



別紙11-4図 設計上の配慮事項を反映した電源系, 監視・制御系の系統構成概要

4. 地下水排水設備の設備要件

4.2 排水能力

- 地下水排水設備の排水能力は、工事計画認可段階(以下「**詳細設計段階**」という。)で防潮堤設置後の**三次元浸透流解析**の予測解析モデルにて予測解析を実施し、地下水排水設備に集水される湧水量を予測した結果を踏まえ、必要な排水能力を確認した上でポンプ容量を設定する。
- 予測解析モデルについては、ポンプ容量の設定に用いる解析モデルとして保守的なモデルとなっていることを確認する。(別紙-10「設計地下水位の設定方針について」参照)
- また、**詳細設計段階**で行うポンプ容量の設定においては、過去に降水等によって湧水ピットへの集水量が一時的に増加した実績も考慮する。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.3 試験又は検査

- 前述(p.14)のとおり、地下水排水設備は原子力発電所の供用期間の全ての状態において機能維持が必要である。そのため、プラント運転中に設備の健全性を確認するため、地下水の排水機能を維持したまま、試験又は検査ができることが求められる。
- また、6項(p.44)で示すように地下水排水設備は「予防保全」の対象であり、設備点検後にも地下水の排水機能を維持した状態で、試験又は検査が必要となる。これらの試験又は検査については、排水機能を維持している設備に影響を与えないように、独立して実施できることを設備要件とする。

4. 地下水排水設備の設備要件

4.4 施設区分

(1) 耐震重要度について

○設計基準対象施設の耐震重要度は、設置許可基準規則上、その重要度に応じたクラス分類(S, B, C)、また、それらに該当する施設が示されており、地下水排水設備はSクラス設備及びBクラス設備のいずれにも該当しないため、耐震重要度はCクラスに分類される(添付資料4)。

(2) 安全重要度について

○3項で述べたとおり、地下水排水設備は設置許可基準規則第4条(第39条)への適合に当たり、原子炉建屋等の設計の前提条件となる地下水位を建屋基礎底面下に保持するために必要であることから、地下水排水設備を設計基準対象施設と位置付ける。地下水排水設備は重大事故等に対処するための機能は有していないため、重大事故等対処施設には位置付けない。

○また、地下水排水設備は設置許可基準規則第2条に示されている「安全機能」を直接果たす構築物、系統及び機器ではなく、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下「重要度分類指針」という。)の「Ⅲ. 安全機能の重要度分類」に定められた「安全機能を有する構築物、系統及び機器」のいずれにも分類されていない(添付資料4)ものの、岩着構造の防潮堤を設置する影響を考慮し、地下水排水設備にどの程度の信頼性が必要であるか4.1項で分析した結果から得られた設計上の配慮事項を満足する仕様とする。

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.1 設計上の配慮事項の適用(1/3)

○4項で整理した地下水排水設備の設備要件を、地下水排水設備(既設)に適用する場合に必要な信頼性向上対策を整理した結果を示す。

○別紙11-8表では、4項で抽出した個々の機能喪失要因に対する配慮事項(別紙11-7表)と地下水排水設備(既設)の設備仕様を比較し、基準適合性を確保するために必要な対策を抽出した結果及び対策の成立性を確認した結果を示す。

別紙11-8表 地下水排水設備(既設)に適用が必要となる設計上の配慮事項と追加対策の要否(1/2)

機能	構成部位	建設時点の設備仕様 (右記の配慮事項に対応する項目を記載)	今後適用する設計上の配慮事項 (別紙11-7表より転記)	対策要否 (○:実施, ×:不要)	対策の成立性 (○:有, ×:無)
集水機能	集水管 サブドレン	—	Ss 機能維持*1することにより集水機能を確保	○*2	○*2
支持機能	湧水ピット ピットエリア	耐震 A クラスの間接支持機能確保	Ss 機能維持することにより支持機能を確保 (耐震 S クラスの間接支持機能確保)	×	—
排水機能	排水配管	S ₁ 機能維持 / ポンプ出口で合流し単一配管	Ss 機能維持*1することにより排水機能を確保 / 配管の多重化による機能維持	○*3	○*3
	湧水ピット ポンプ	S ₁ 機能維持 / 多重化	Ss 機能維持*1することにより機器類の機能を確保 / 機器類の多重化による機能維持 / 内部火災・溢水からの防護による機能維持	○*4	○*4
監視・ 制御機能	動力盤	S ₁ 機能維持 / 多重化	Ss 機能維持*1することにより機器類の機能を確保	○*5	○*5
	制御盤	S ₁ 機能維持	/ 機器類の多重化による機能維持 / 内部火災・溢水からの防護による機能維持		
	水位計	S ₁ 機能維持	Ss 機能維持*1することにより監視・制御機能を確保 / 多重化による機能維持 を図ることとし、片系が機能喪失した場合には設定水位に到達時にもう片系の 水位計の検知によりバックアップ	○*6	○*6
電源機能	非常用DG	多重化	多重化による機能維持	×	—
	代替電源設備	—	代替非常用発電機からも給電可能な設計	○*7	○*7

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.1 設計上の配慮事項の適用(2/3)

別紙11-8表 地下水排水設備(既設)に適用が必要となる設計上の配慮事項と追加対策の要否(2/2)

機能	構成部位	建設時点の設備仕様 (右記の配慮事項に対応する項目を記載)	今後適用する設計上の配慮事項 (別紙11-7表より転記)	対策要否 (○:実施, ×:不要)	対策の成立性 (○:有, ×:無)
(対策前後の設備概要図)		<p>建設時点の設備仕様 (右記の配慮事項に対応する項目を記載)</p>	<p>今後適用する設計上の配慮事項 (別紙11-7表より転記)</p>	-	-

- *1 耐震重要度は耐震Cクラスであり建設時も同じ。(4.4項参照) 詳細設計段階におけるSs機能維持の確認方法を別紙11-9表に示す。
- *2 地震時に埋戻土による荷重が集水管に作用しない構造への改造又は埋戻土による荷重が集水管に作用した場合でも十分な強度を確保できる仕様へ変更(添付資料5参照)。
- *3 現状はポンプ出口で合流している排水配管を分離して多重化。
- *4 ポンプ電動機2台が内部火災・溢水で同時に機能喪失しないよう湧水ピットエリア内に溢水源となる機器類を配置しない。また、ポンプ電動機1台の火災時には遮蔽板により隣接ポンプへの延焼を防止する等の対策を行う。
- *5 制御盤(監視パネル)を多重化。盤類が同時に機能喪失しないよう溢水評価における水没水位の影響を受けない位置に配置する。火災に対してはガス消火設備の設置区画に配置する等の対策を行う。
- *6 多重化する制御盤の各々に水位計1台を接続する。
- *7 電源機能としては代替非常用発電機にも接続する。

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.1 設計上の配慮事項の適用(3/3)

別紙11-9表 地下水排水設備の各構成部位におけるSs機能維持の確認方法と設計方法

機能	構成部位	Ss 機能維持の確認方法	
		分類	具体的な方法
集水機能	集水管 サブドレン	解析 及び評価	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動に対し地下水の集水機能を維持する設計とする。
支持機能	湧水ピット 湧水ピット エリア	解析	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動に対し地下水の排水機能，監視・制御機能の支持機能を維持する設計とする。
排水機能	排水配管	解析	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動に対して湧水ピットポンプで汲み上げた地下水の排水経路を維持する設計とする。 支持金物は基準地震動に対し機能（配管の支持機能）を維持する設計とする。
	湧水 ピットポンプ	解析	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動に対し機能（地下水の排水機能）を維持する設計とする。 支持金物は，基準地震動に対し機能（湧水ピットポンプの支持機能）を維持する設計とする。
監視・制御 機能	動力盤 制御盤	解析及び 加振試験	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動に対し機能（湧水ピットポンプの制御機能）を維持する設計とする。
	水位計	解析及び 加振試験	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動に対し機能（ピット内に継続的に流入する地下水位監視機能，湧水ピットポンプの起動停止の制御機能）を維持する設計とする。 支持金物は基準地震動に対し機能（水位計の支持機能）を維持する設計とする。

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.2 湧水ピットポンプの排水能力

- 4項で述べたとおり、地下水排水設備の排水能力は、**詳細設計段階で三次元浸透流解析の予測解析を実施し、必要な排水能力を確認した上でポンプ容量を設定する。**また、防潮堤が設置される過程及び設置後において、湧水量を継続的に測定し、上記方針で設定したポンプ容量が、十分な排水能力の裕度を確保できているか確認を行う。
- なお、**別紙11-10表**に示すように、設置許可段階で「設計地下水位の設定方針」の策定を目的に行った暫定の予測解析で用いた解析モデルを流用し、想定湧水量を導出した結果と、既存の湧水ピットポンプ排水能力の比較では、湧水ピットポンプが十分な排水能力の裕度を有する結果となっている。

別紙11-10表 浸透流解析に基づく暫定の想定湧水量と湧水ピットポンプ排水能力

想定湧水量（暫定の解析結果）	湧水ピットポンプ能力
172.1 m ³ /日	600 m ³ /日（1台当たり） （湧水ピットポンプは2台設置）

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.3 試験又は検査の実施例(1/2)

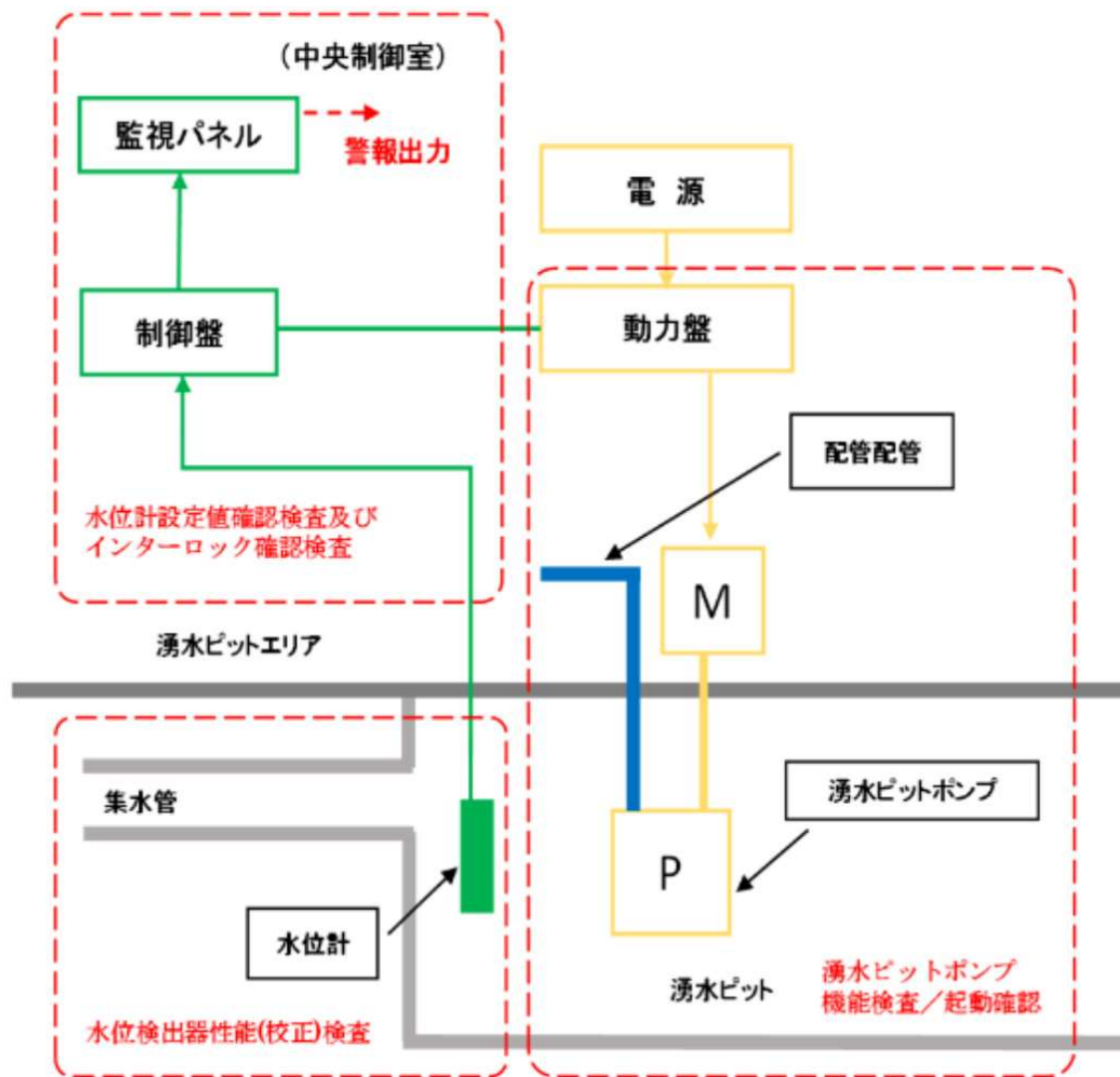
○地下水排水設備(既設)に対する設計上の配慮事項の適用により多重化した系統及び機器にあつては、各々が独立した試験又は検査が実施可能となる。別紙11-11表に試験又は検査の例を、別紙11-5図には検査項目と範囲を示す。

別紙11-11表 地下水排水設備にかかわる試験又は検査の例

項目	内容	頻度
水位検出器性能(校正)検査	水位検出器の校正を行い、適切な値が伝送されることを確認する。	定期事業者検査ごと
水位計設定値確認検査及びインターロック確認検査	水位計設定値が適切な値であること、インターロックが作動することを確認する。	定期事業者検査ごと
湧水ピットポンプ機能検査	インターロックの入力信号によりポンプが起動・停止することを確認する。	定期事業者検査ごと
湧水ピットポンプ起動確認	湧水ピットポンプが起動することを確認する。	1回/月
湧水ピット点検	ひび割れ等の変状が発生していないことを確認する。	1回/年
集水管類点検	集水管にカメラ等を挿入し、通水面積が保持されていることを確認する。(添付資料5)	別途、保全計画にて定める

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.3 試験又は検査の実施例(2/2)



別紙11-5図 地下水排水設備の試験又は検査項目と範囲

5. 地下水排水設備(既設)に対する設備要件の適用検討

5.4 施設区分で定まる要求事項の適用

(1) 耐震重要度

○地下水排水設備は耐震Cクラスであるものの、別紙11-7表で示した設計上の配慮事項を踏まえSs機能維持を満足する設計とする。

(2) 安全重要度について

○地下水排水設備は重要度分類指針に定められた「安全機能を有する構築物、系統及び機器」のいずれにも分類されていないことから、重要度分類指針から適用すべき要求事項はない。しかし、地下水排水設備は原子炉建屋等の主要建屋の耐震性を確保するために必要な設備であり、同建屋内に設置されている重要安全施設や重大事故等対処施設の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な設備であるため、別紙11-7表で示した設計上の配慮事項を満足する設計とする。

6. 運用管理・保守管理上の方針

6.1 運用管理の方針(1/2)

○地下水排水設備の運用管理、保守管理にかかわる事項を以下のとおり保安規定及び保安規定の下部規定に定める。

a. 保安規定に定める事項

- ・ 地下水排水設備が機能喪失した場合に復旧作業を行うための資機材として可搬型水中ポンプ(後述)を可搬型重大事故等対処設備保管場所に配備すること
- ・ 地下水排水設備の復旧作業に的確かつ柔軟に対処できるように、手順及び必要な体制を整備すること

b. 保安規定の下部規定に定める事項

①地下水排水設備の運転管理について

- ・ 地下水排水設備の定期的な確認と具体的確認項目、確認の頻度
- ・ 地下水排水設備が動作不能となった場合の体制、可搬型水中ポンプによる機動的な対応による復旧を行うための手順
- ・ 可搬型水中ポンプによる排水に関する教育訓練

②ピット水位上昇時の対応について

- ・ 水位高警報の発報以降に中央制御室の水位計でピット水位の挙動を確認し、引き続き水位上昇傾向が確認された場合に可搬型水中ポンプの設置準備に着手する。
- ・ 水位高警報の発報から、建屋周囲の地下水位が建屋の耐震性を維持できる高さを超えるまでの時間内に、可搬型水中ポンプによる排水を実施する。
- ・ プラント運転中に可搬型水中ポンプによる排水が必要となり、上記の時間内で排水を確保できなかった場合にはプラントを停止する。

6. 運用管理・保守管理上の方針

6.1 運用管理の方針(2/2)

【可搬型水中ポンプの配備について】

地下水排水設備は高い信頼性を確保する設計とするものの、常時待機状態の緩和系とは異なり、比較的高い頻度での稼働が必要な設備である。このような性質を勘案して、地下水排水設備が動作不能となった場合も考え、資機材として可搬型水中ポンプを可搬型重大事故等対処設備保管場所のいずれかに配備する(別紙11-12表参照)。

別紙11-12表 可搬型水中ポンプの配備数

項目		配備数
可搬型水中ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揚水ポンプ ・ 発電機等 	一式

6. 運用管理・保守管理上の方針

6.2 保守管理の方針

a. 保守規定の下部規定に定める事項

- 地下水排水設備は原子炉建屋等の主要建屋の耐震性を確保するために必要な設備であり、同建屋内に設置されている重要安全施設や重大事故等対処施設の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な設備であることを踏まえ、安全施設と同様に「予防保全」の対象と位置付け管理すること
- 地下水排水設備が故障した場合に備え可搬型水中ポンプを確保した上で、機器故障時には原因調査を行い補修すること

【既設集水管の保守管理について】

- 今後、基準適合性を確保するために必要な対策を地下水排水設備(既設)に施し、地下水の集水及び排水機能を担う設備とする場合、上記方針の適用により既設集水管も「予防保全」の対象となるが、現時点では湧水ピットと集水管の接続箇所だけが集水管内部にアクセス可能な開口であるため、全ての集水管を内部点検することが出来ない。
- そのため、原子炉建屋等の主要建屋周囲の埋戻土部に、集水管に直接アクセス可能な点検口を複数箇所設けることで、全ての集水管を定期的に内部点検し、必要に応じて水流や吸引等による管内清掃を行う。
- サブドレンは合成繊維管であり、直接的な目視点検は集水管との接続部に限られるが、岩盤からサブドレンに流入する湧水は清浄であること、埋戻土由来の土砂類の持ち込みが否定できない集水管に比べて、サブドレンは設置レベルが150mm高い(添付資料1)ことを踏まえると、流路を全閉塞するような堆積物が生じることは考え難い。
- 地下水排水設備(既設)の集水管及びサブドレンの信頼性確保にかかわる検討については、添付資料5に詳細を示す。

(1) 以下のとおり、4項にて防潮堤の設置以降に地下水排水設備に課すべき設備要件を定めた。

- ① 地下水排水設備の供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析を行うため、分析項目を決めるために必要な前提条件を整理した。
 - a. 目的及び機能……原子炉建屋等の主要建屋に生じる揚圧力影響の排除
 - b. 機能維持を要求する期間……原子力発電所の供用期間の全ての状態
 - c. 機能喪失時の影響……約3時間で建屋の耐震性を維持できなくなるおそれ
- ② ①の前提条件を踏まえ、地下水排水設備の供用期間中における機能維持に必要な耐性の分析を実施した。

【分析1:想定する機能喪失要因の抽出】

- ・ 対処すべき機能喪失要因を網羅的に抽出し、必要な対策を整理

【分析2:分析1で抽出した要因で生じる設計基準事故等の抽出】

- ・ 地下水排水設備の機能喪失要因となる事象が発生した場合に、同時に設計基準事故等が発生するかについて分析し、必要な対策を整理

【分析3:設計基準事故等と排水機能の喪失の重畳に伴う影響確認】

- ・ 地下水排水設備が機能喪失した場合を想定し、設計基準事故等の収束に対して影響があるかを分析し、必要な対策を整理

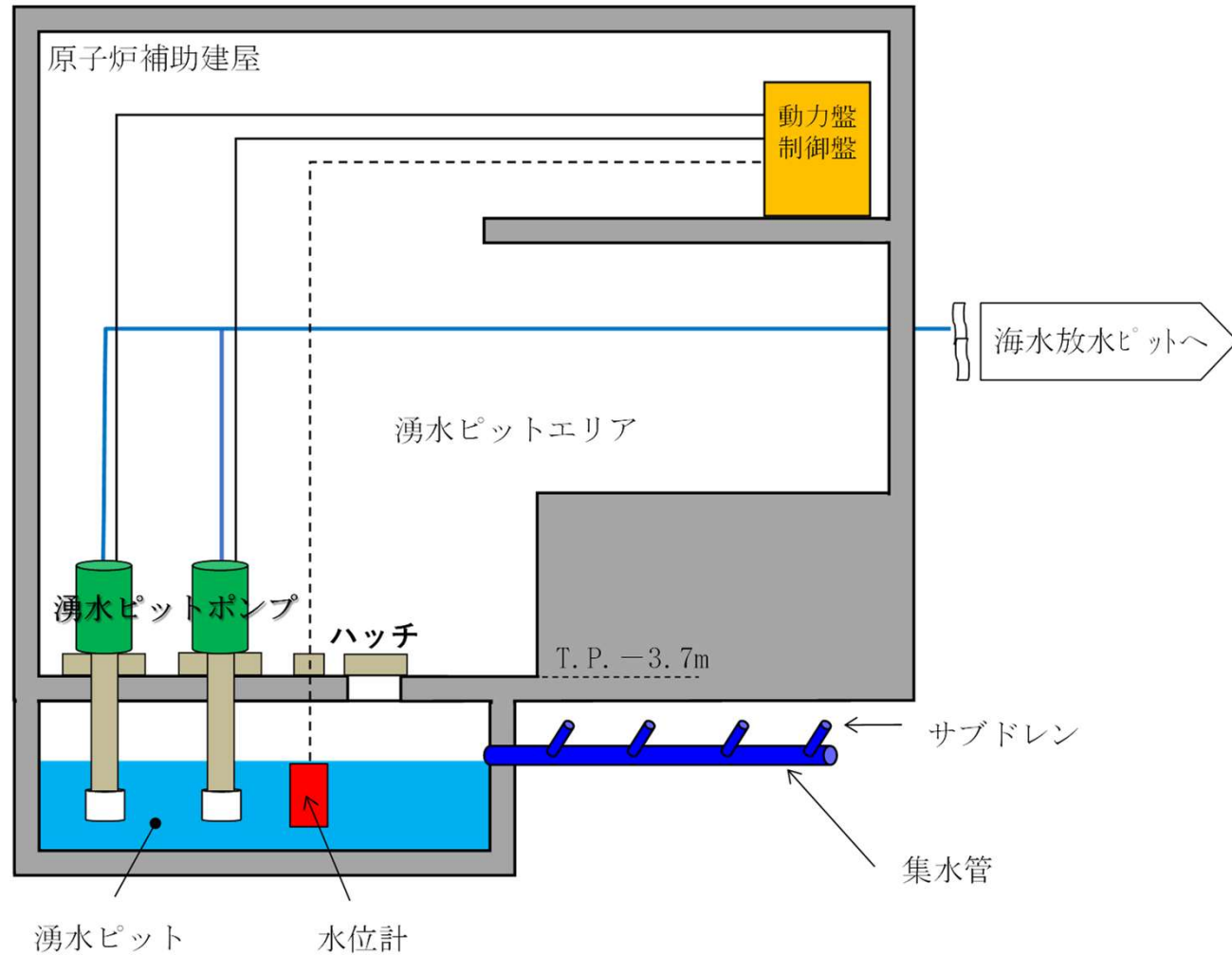
【分析4:大規模損壊の考慮】

- ・ 大規模損壊時の対応についても、地下水排水設備の設計を行う上で配慮

- ③ 分析1から分析3の結果より、地下水排水設備の設計にかかわる信頼性向上のための配慮事項を定め設備要件とした。
- ・ 分析1の結果から、地下水排水設備に対してSs機能維持、多重化、内部火災・内部溢水からの防護が必要という結果を得た(別紙11-7表)。
 - ・ 分析2の結果からは分析1と同様の対策が必要という結果を得た。また、これに加えて、プラント停止時における全交流動力電源喪失への配慮として、代替電源設備からの電源供給が可能な設計とする。
 - ・ 分析3の結果からは、分析1と同様の対策が必要という結果を得た。
 - ・ 分析4については、分析1から分析3での対策により、設計上の配慮を行うことができる。
- ④ 地下水排水設備の排水能力、試験又は検査性、耐震重要度分類で定まる要求事項についても設備要件とした。
- (2) 5項では地下水排水設備(既設)の設備仕様と、新たに定めた地下水排水設備の設備要件を比較し、基準適合性を確保するために必要な対策を抽出した結果、それらの対策には成立性があり地下水排水設備(既設)によって基準適合性を確保できる見通しを得た。
- (3) また、6項では地下水排水設備の運用管理・保守管理の方針として、保安規定及び保安規定の下部規定に定める事項を取り纏めた。

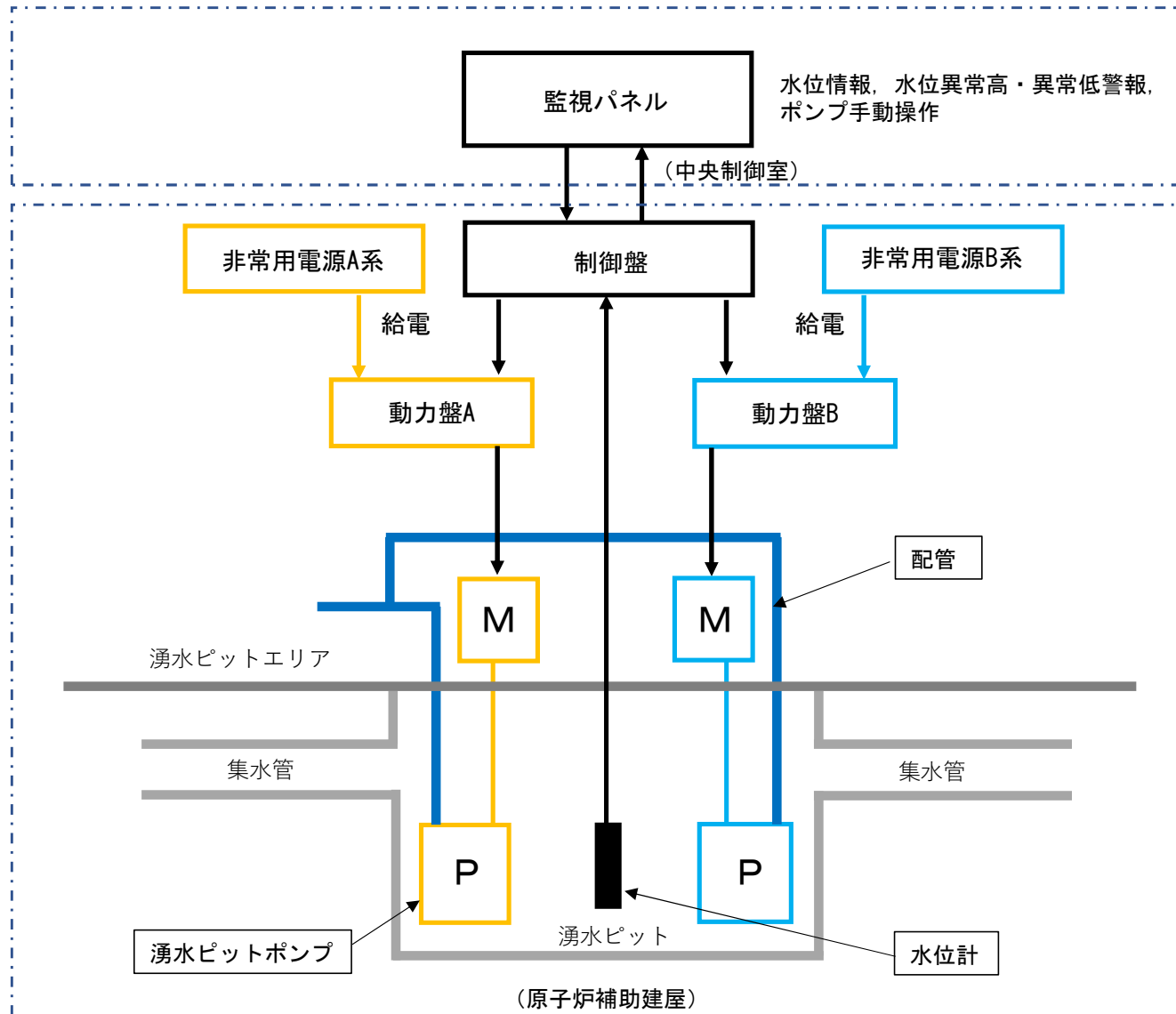
既設の地下水排水設備の概要

- 既設の地下水排水設備は、集水機能(集水管及びサブドレン)、支持機能(湧水ピット及び湧水ピットエリア)、排水機能(湧水ピットポンプ及び排水配管)、監視制御機能(制御盤及び水位計)及び電源機能(電源)を有する設備である。原子炉建屋等の主要建屋の直下及びその周囲に敷設された集水管(硬質ポリ塩化ビニル製有孔管: ϕ 200mm)とサブドレン(ポリプロピレン樹脂製合成繊維管: ϕ 100mm)を介して地下水を湧水ピットに集水し、湧水ピットポンプ・配管を介して、外海に繋がる放水路へ導く構造となっている。
- 湧水ピット水位が、通常運転範囲の水位を超えるT.P.-4.85m以上に上昇すると、水位センサーが検知して湧水ピットポンプを起動し、T.P.-5.35mまで湧水ピット水位を低下させる。湧水ピットポンプ等の機電設備は、保守点検のルールを定めて運用しており、定期的な巡視・点検を行っている。
- また、泊発電所3号炉の建設時、地下水排水設備は基準地震動による地震力に対し耐震性を確保する設計ではなく、地震後は速やかに状況を確認し必要に応じて設備点検することとしている。
- 地下水排水設備の設備構成イメージを添付1-1図に、電源系、監視・制御系の系統構成概要を添付1-2図に、配置を添付1-3図に、集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベルを添付1-4図に、敷設状況断面図を添付1-5図に、敷設状況写真を添付1-6図に、湧水ピット断面図を添付1-7図に示す。



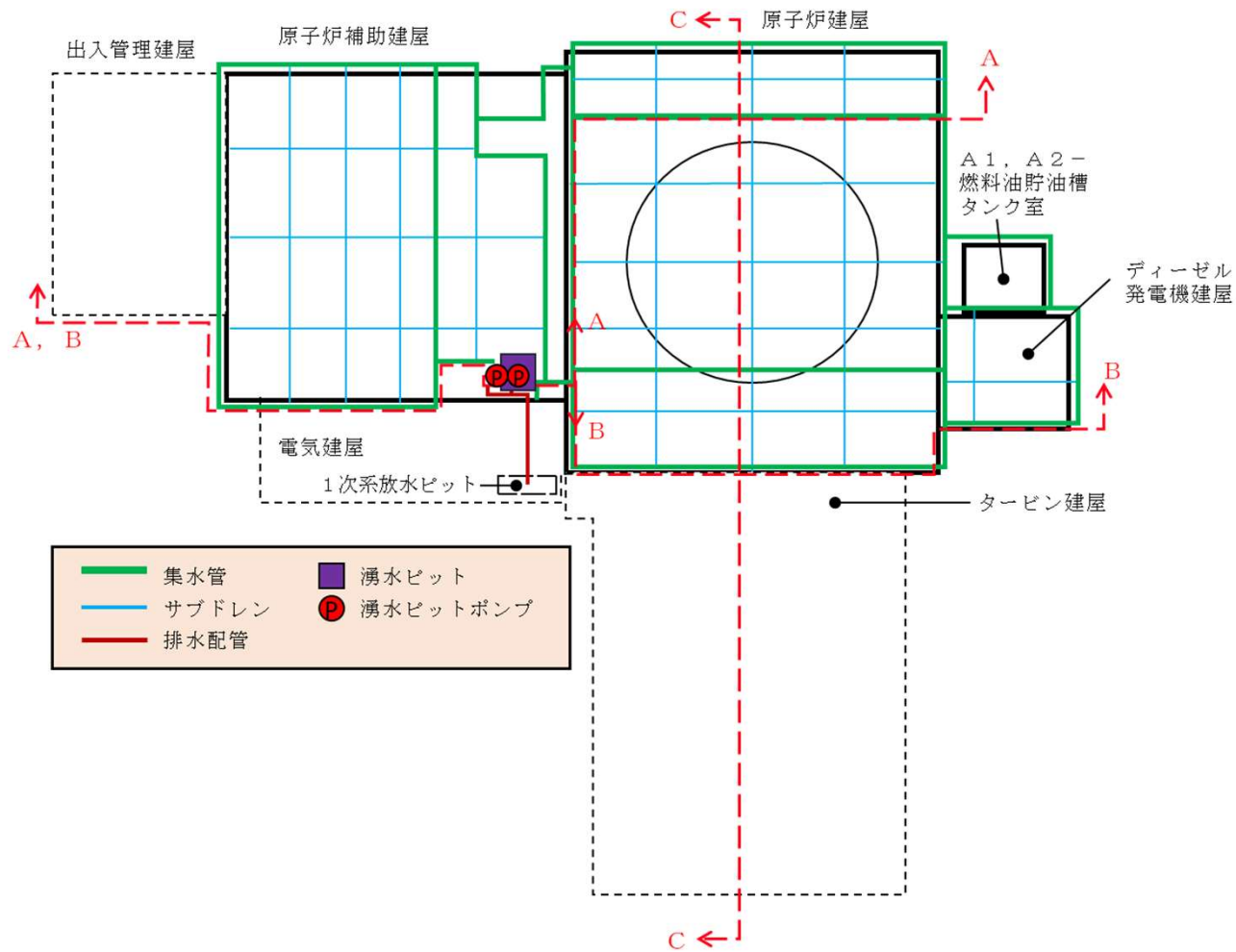
添付1-1図 設備構成イメージ

既設の地下水排水設備の概要

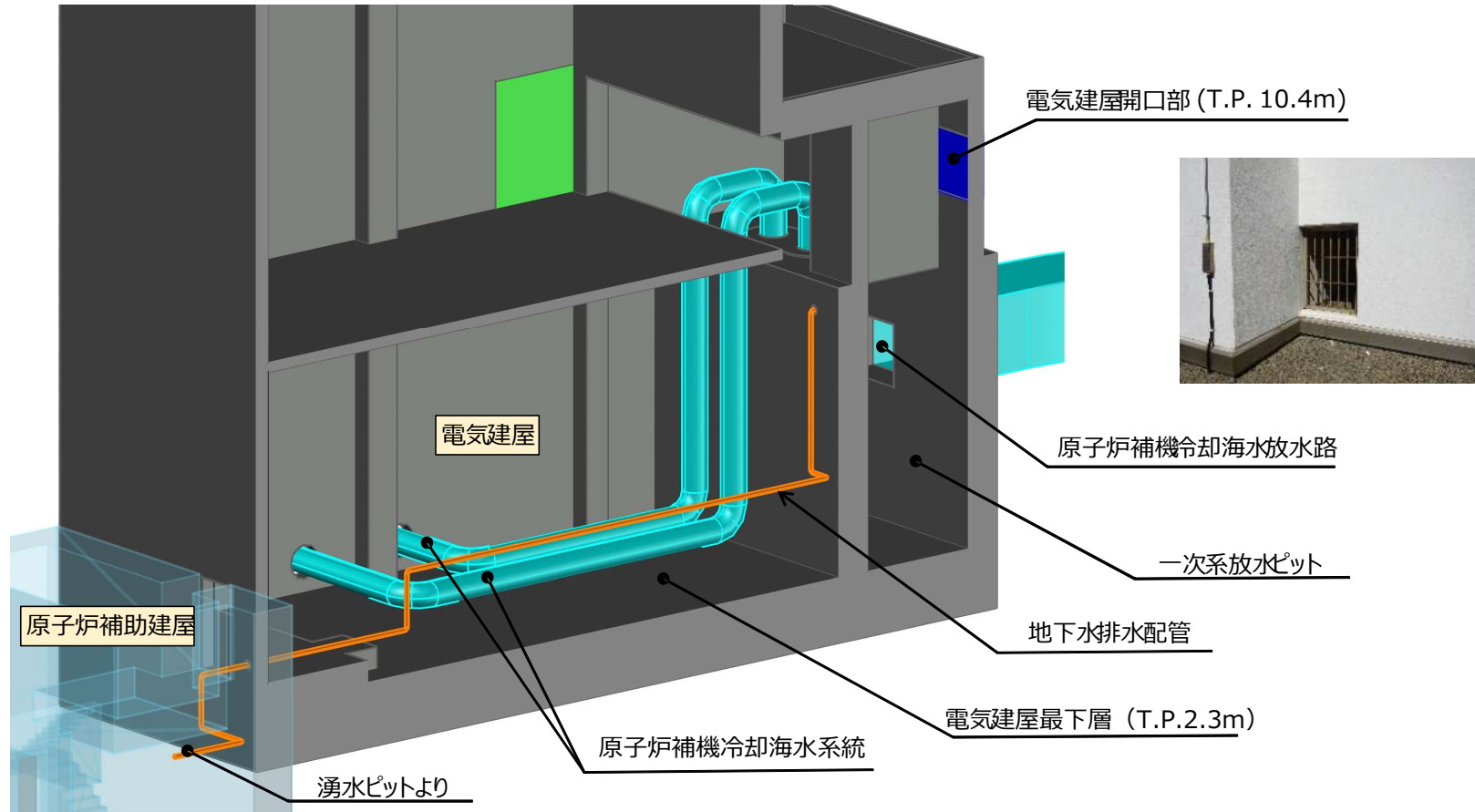


添付1-2図 電源系, 監視・制御系の系統構成概要

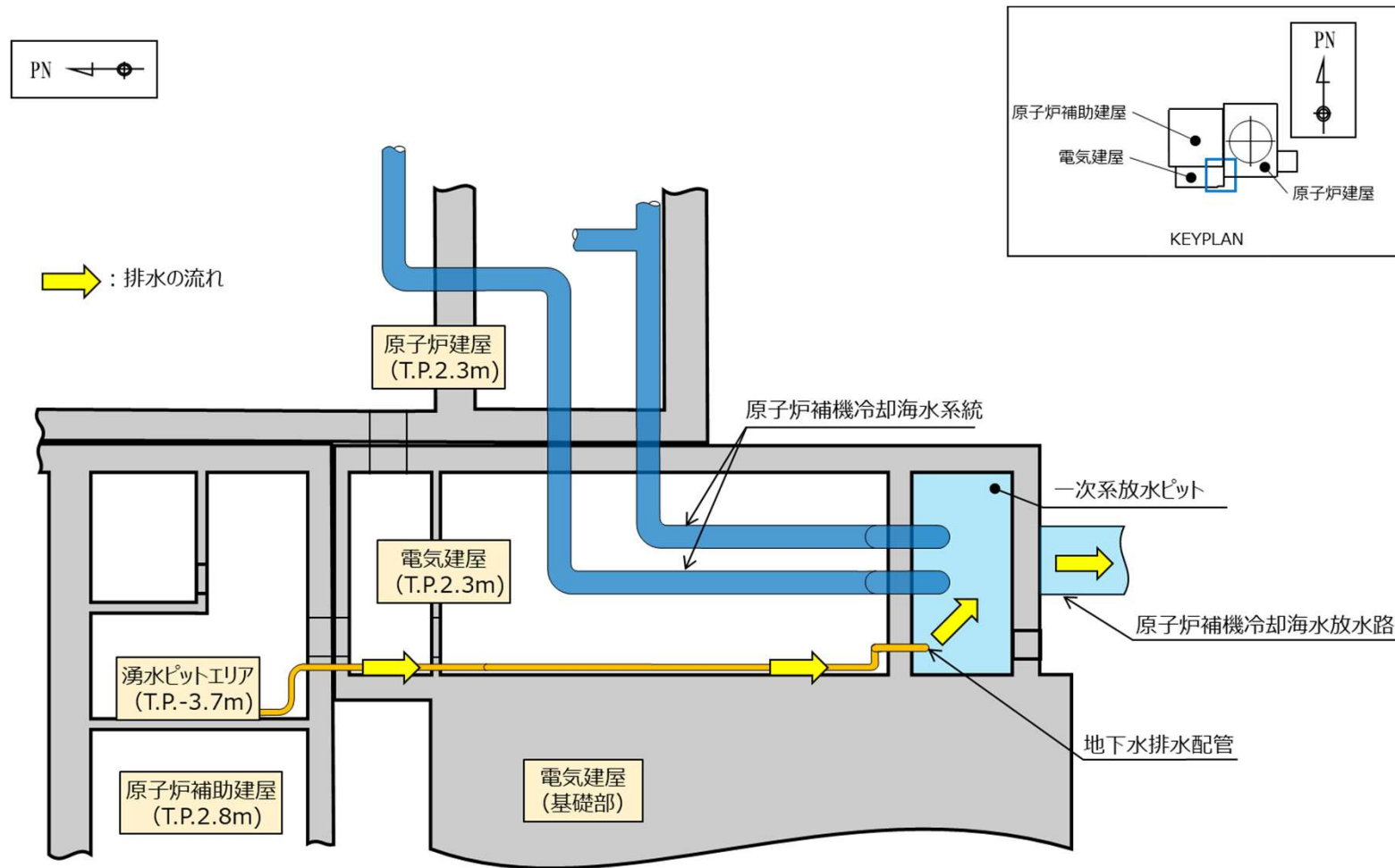
既設の地下水排水設備の概要



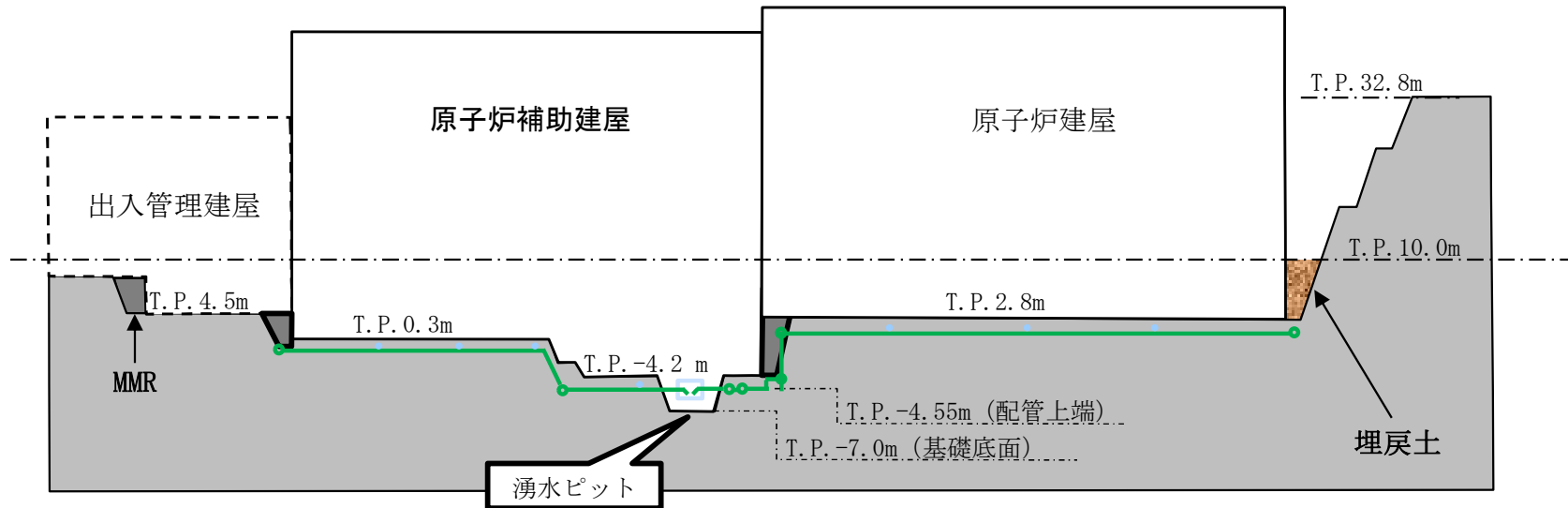
添付1-3図(1) 地下水排水設備の配置



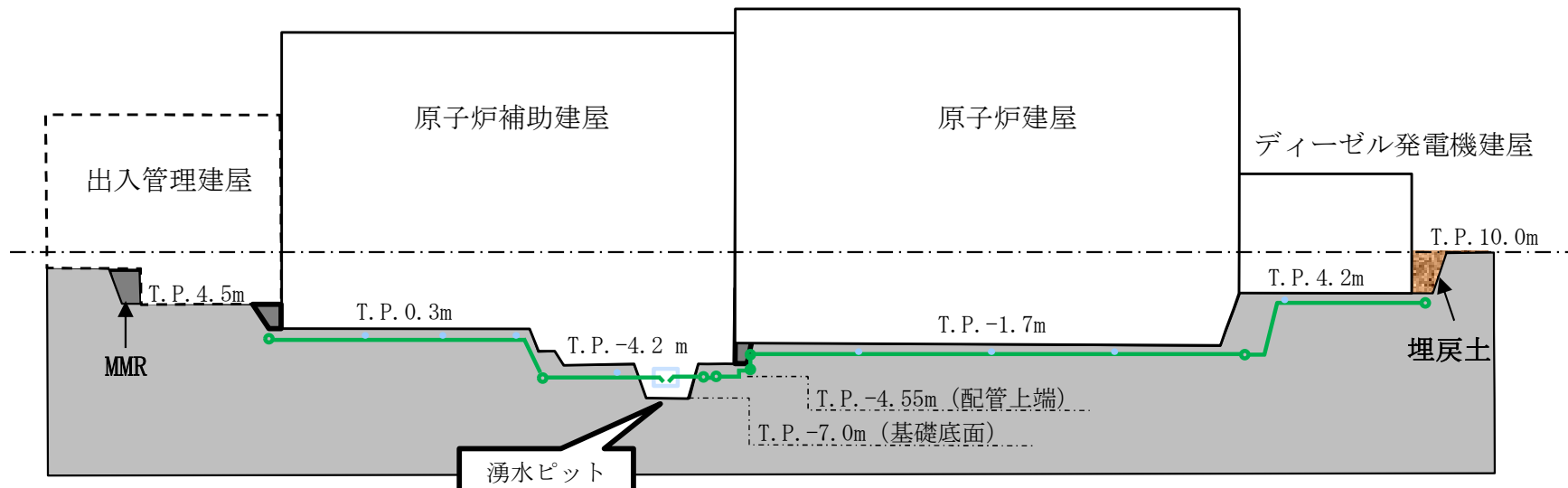
添付1-3図(2) 地下水排水設備の配置(電気建屋内の排水配管①)



添付1-3図(3) 地下水排水設備の配置(電気建屋内の排水配管②)

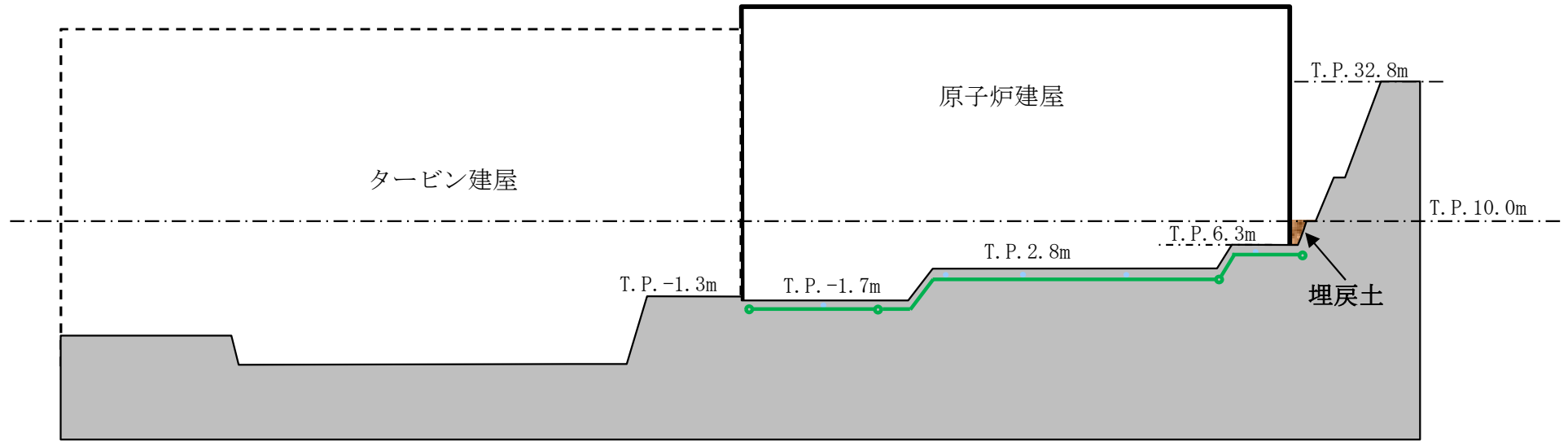


添付1-4(1)図 集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベル
(添付1-3図(1)のA-A)

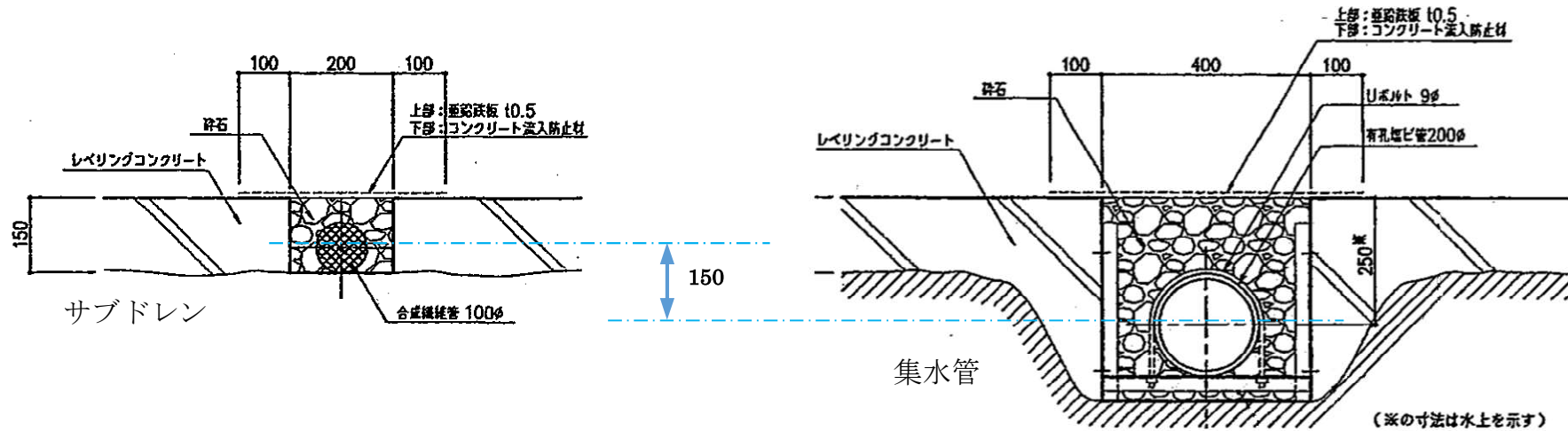


添付1-4(2)図 集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベル
(添付1-3(1)図のB-B)

既設の地下水排水設備の概要



添付1-4(3)図 集水管及びサブドレンの配置と建屋基礎底面のレベル
(添付1-3図(1)のC-C)



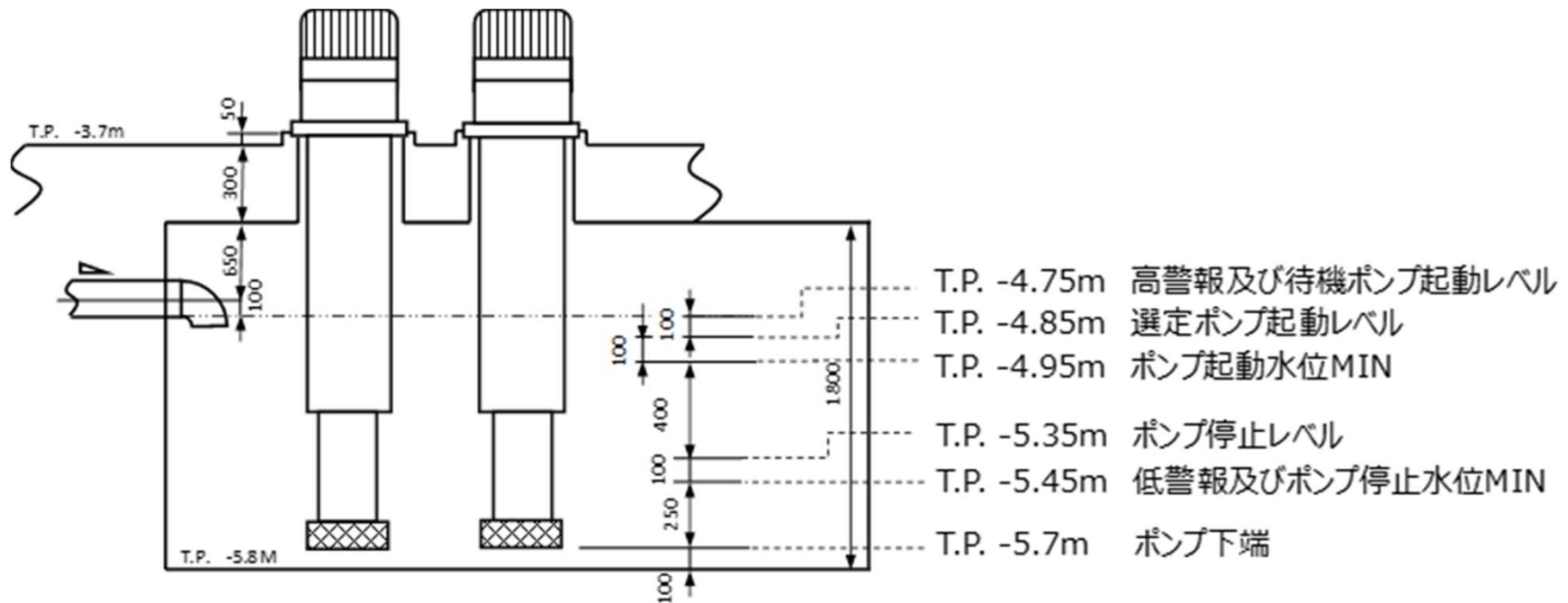
添付1-5図 集水管及びサブドレンの敷設断面図

既設の地下水排水設備の概要



添付1-6図 集水管及びサブドレンの敷設状況写真(泊発電所3号炉建設時)

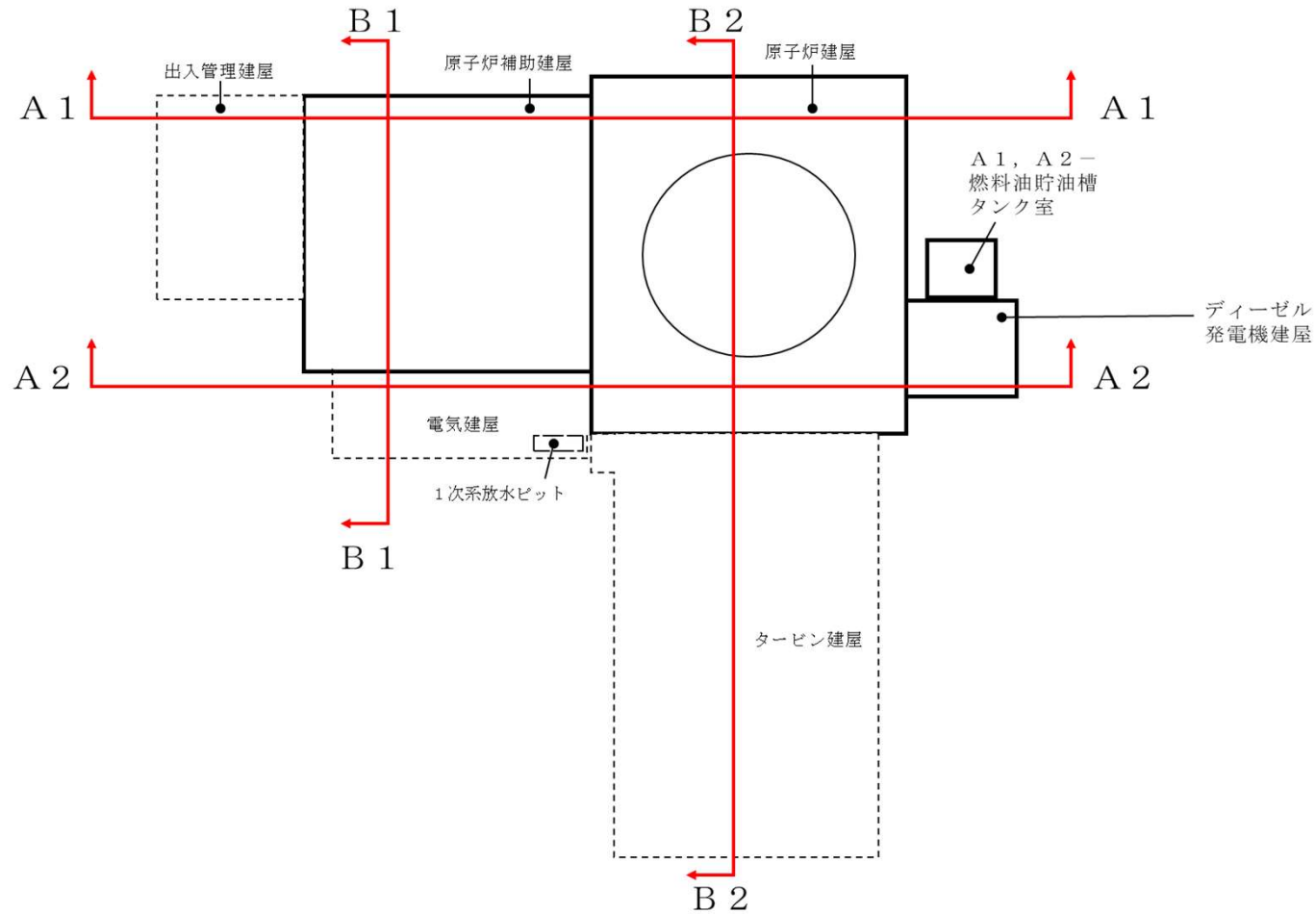
既設の地下水排水設備の概要



添付1-7図 湧水ピット断面図

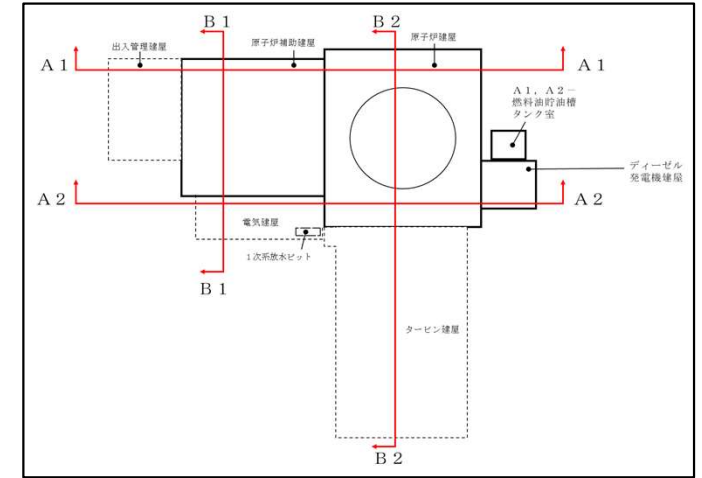
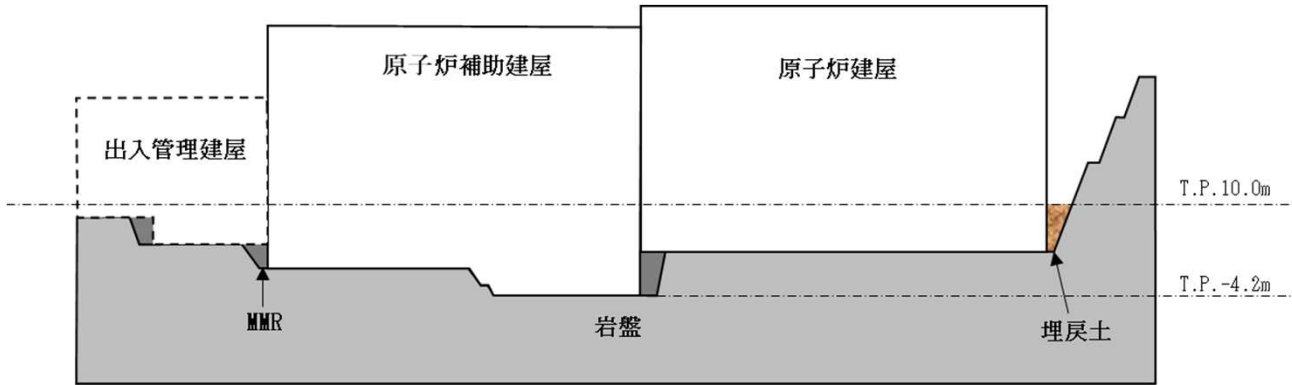
原子炉建屋等の主要建屋の設置断面図

○泊発電所3号炉の原子炉建屋等の主要建屋は、建設時に岩盤を掘削し設置されており、建屋地下部の側方は主に岩盤や他構造物に囲まれている。添付2-1図の断面指示図による各断面図を、添付2-2図～添付2-5図に示す。

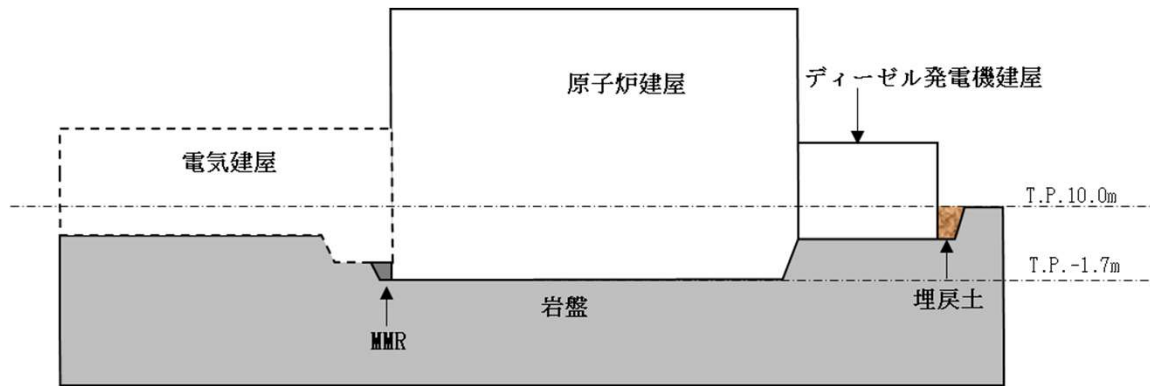


添付2-1図 断面指示図

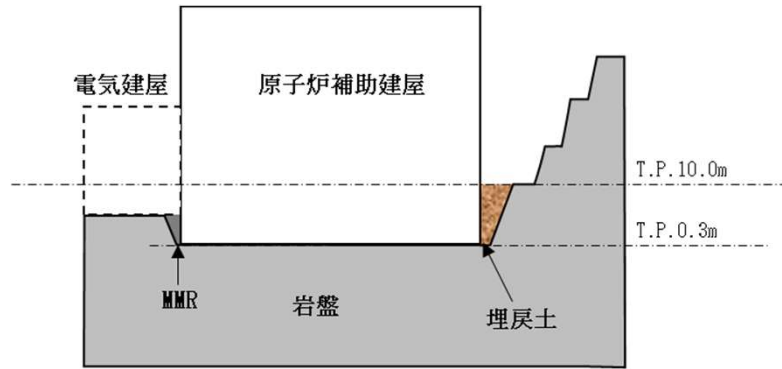
原子炉建屋等の主要建屋の設置断面図



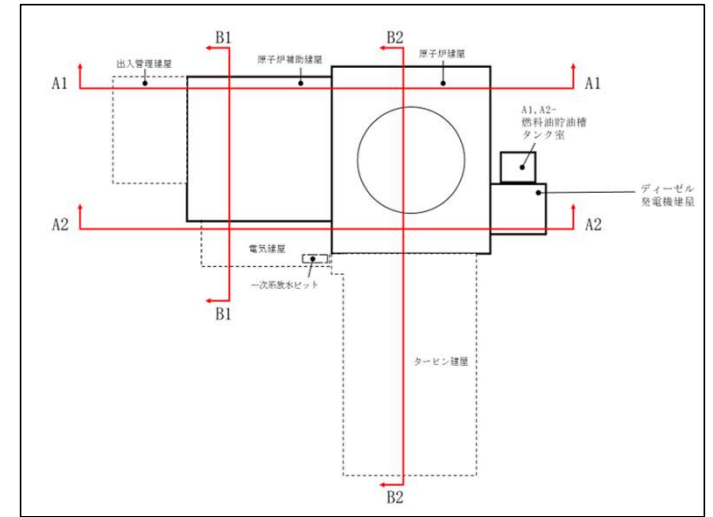
添付2-2図 A1-A1断面図



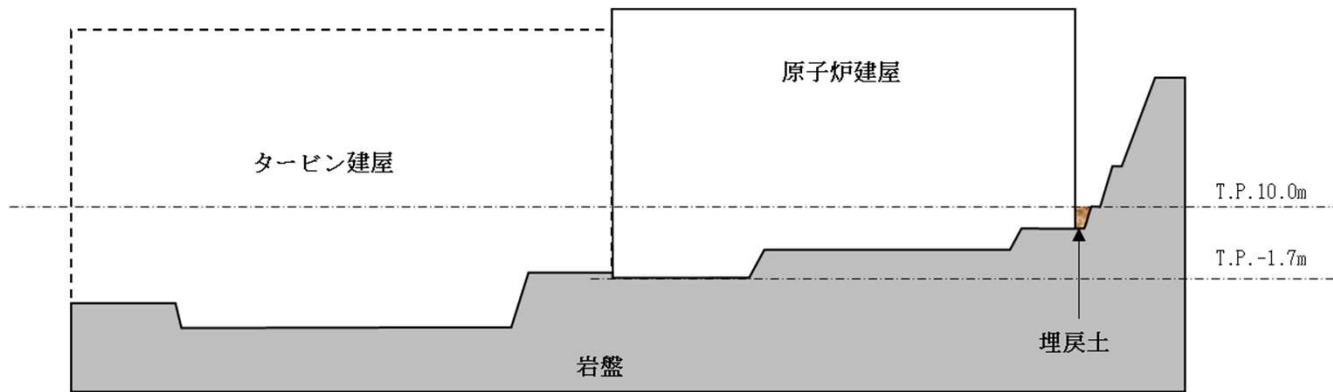
添付2-3図 A2-A2断面図



添付2-4図 B1-B1断面図



添付2-5図 B2-B2断面図



地下水排水機能喪失後の猶予時間について

1. はじめに

○地下水排水設備の設備要件を定めるに当たり、地下水の排水機能を全喪失した場合の対応として、補修作業による地下水の排水機能の復旧には期待しないことを前提条件としている。

○次項以降では、地下水排水設備(既設)の供用時に、地下水の排水機能を全喪失した想定で、排水機能に期待できない時間がどの程度継続すると原子炉建屋等の主要建屋の耐震性を損なう可能性があるかを「猶予時間」として算出する。

2. 猶予時間の算出

○猶予時間の算出は、建屋の耐震性を維持できると想定される地下水位の上限を設定し、当該の地下水位より深部に設置される湧水ピットと集水管で地下水を貯留できる容量(P.61のa.)を想定湧水量(P.63のb.)で除して算出する。

地下水排水機能喪失後の猶予時間について

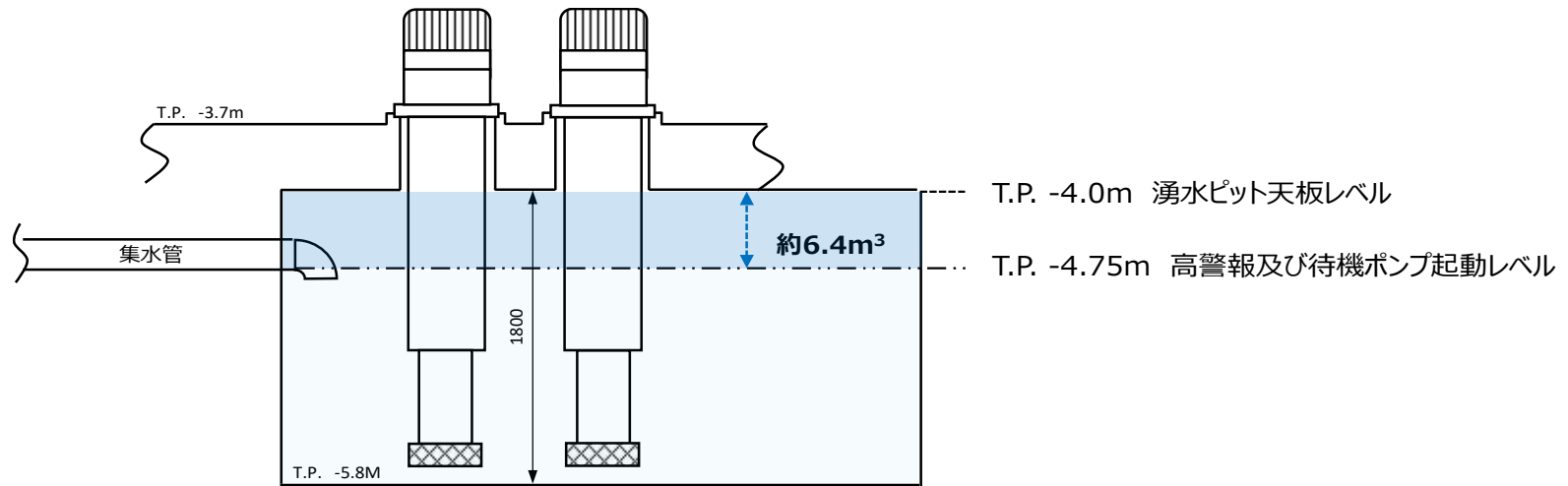


a. 湧水ピットと集水管による貯留可能量

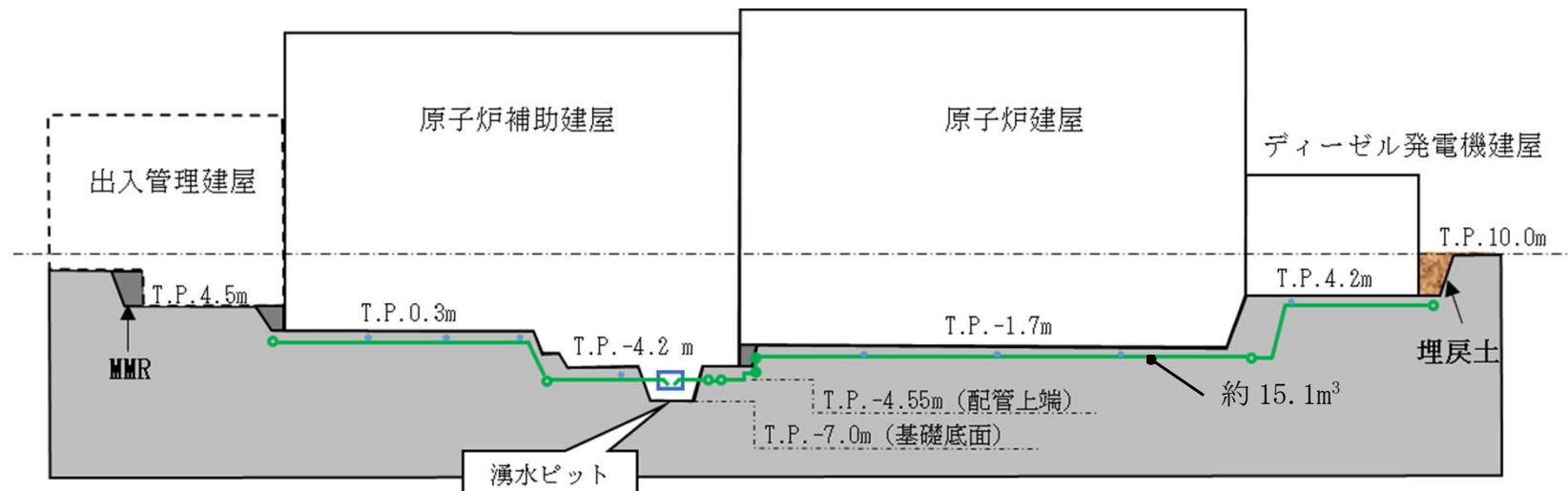
○貯留可能量は、地下水排水設備(既設)により地下水の排水機能が維持された状態において、想定される最も高い湧水ピット水位を初期水位とし、初期水位で地下水の排水機能を期待できなくなった以降の水位上昇時に、**原子炉建屋等の主要建屋の耐震性を維持できると想定される地下水位より深部において、確実に貯留を見込める容量**として算出する。

○具体的には、初期水位として湧水ピット水位高警報の発報水位であるT.P.-4.75mを想定し、原子炉補助建屋の基礎下端レベルであるT.P.-4.2mまでの範囲で確実に貯留を見込める容量に加え、**建屋の耐震性を維持できると想定される地下水位として、T.P.0m 付近^{*}までの範囲で貯留を見込める容量も考慮して算出した。**これにより、湧水ピット内容量(約6.4m³)と集水管内容積(約15.1m³)の合計21.5m³を貯留可能量として設定した。

※仮にT.P.0m 付近まで地下水位が上昇した場合に揚圧力の影響を受ける範囲は、原子炉建屋等の主要建屋の基礎面積のうち2割程度であり、また揚圧力は排水機能喪失後に徐々に増加していくと想定されることから、この程度の地下水位レベルまでであれば耐震性への影響は極めて小さいものと判断した。



添付3-1図 貯留を考慮する範囲(湧水ピット)



添付3-2図 貯留を考慮する範囲(集水管)

地下水排水機能喪失後の猶予時間について



b. 想定湧水量(暫定の解析結果)

○想定湧水量は、設置許可段階で「設計地下水位の設定方針」の策定を目的に行った暫定の**三次元浸透流解析の予測解析**で用いた解析モデル(別紙-10「設計地下水位の設定方針**について**」に詳述)を流用して導出した結果である**172.1m³ / 日**を用いる。

○添付3-1表に示すとおり、猶予時間の算出結果は**約3時間**となった。

添付3-1表 猶予時間の算出結果

a. 貯留可能量	b. 想定湧水量 (暫定の解析結果)	猶予時間 (a. / b.)
21.5 m ³	172.1 m ³ / 日	2 時間 59 分

地下水排水機能喪失後の猶予時間について

3. 猶予時間と排水機能の重要度

- 地下水の排水機能に期待できない状況となった以降、補修作業による排水機能の復旧を実現するのは、猶予時間が短くなるほど困難となる。
- 地下水の排水機能を速やかに復旧できず、原子炉建屋等の主要建屋周囲の地下水位が**建屋の耐震性を維持できる上限を超えた**状態で地震が発生すると、原子炉建屋等の主要建屋の耐震性に影響が及ぶリスクがある。この際、猶予時間が短いほど、地下水の排水に期待できずに**建屋の耐震性を維持できる地下水位の上限を超えてしまう**時間が長期化するため、建屋の耐震性に影響が及ぶリスクが顕在化する可能性が高くなる。
- したがって、地下水の排水機能に期待できない状況下において、短時間で**建屋の耐震性を維持できる地下水位の上限を超えてしまう**場合には、原子力発電所の供用期間の全ての状態において地下水の排水機能を担う地下水排水設備の重要性は高くなり、求められる信頼性も高くなる。
- 一方、地下水の排水機能に期待できない状況でも、長期間に亘り原子炉建屋等の主要建屋の**耐震性を満足する**状態が継続するのであれば、その期間において補修作業を実現できる可能性が高くなるため、相対的には地下水排水設備の重要性は低くなる。
- 泊発電所3号炉では、地下水排水設備(既設)に必要な信頼性向上対策を施し、基準適合性を確保する計画であるが、対策施工後も添付3-1表で算出した猶予時間(**約3時間**)は変わらない。**約3時間**は補修作業に対して余裕がある算出結果ではなく、設備要件を定める際の前提条件として、地下水排水設備の機能喪失時に補修作業により地下水の排水機能を復旧することには**期待しない**。

重要度分類上の位置付けの整理

1. 設置許可基準規則における耐震重要度分類

耐震重要度分類指針の観点から地下水排水設備に関する信頼性向上について以下のとおり整理を行った。
設置許可基準規則における耐震重要度分類の考え方を添付4-1表に示す。

- 設計基準対象施設の耐震重要度は、設置許可基準規則上、その重要度に応じたクラス分類(S, B, C)、また、それらに該当する施設が示されており、地下水排水設備は、Sクラス設備**及び**Bクラス設備のいずれにも該当しないため、Cクラスに分類できる。
- 本編4項に示した地下水排水設備の設備要件に**かかわる**分析結果を踏まえ、原子炉建屋基礎等の間接支持構造物としての機能を確保する観点から、地下水排水設備の耐震性については、間接支持構造物に要求される耐震性(Ss機能維持)を考慮する。
- 以上より、地下水排水設備の耐震重要度分類については、耐震Cクラスに分類し、基準地震動に対して機能維持させる設計とする。

重要度分類上の位置付けの整理

添付4-1表 設置許可基準規則における耐震重要度分類の考え方

耐震クラス	定義	対象とする施設の例	該当
S	地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいもの	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器、配管系 使用済燃料を貯蔵するための施設 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設等 	×
B	安全性能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。）等 	×
C	Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設	—	○

重要度分類上の位置付けの整理

2. 設置許可基準規則における安全機能

○設置許可基準規則第2条の観点から、地下水排水設備について以下のとおり整理を行った。

- ・ 地下水排水設備は、設置許可基準規則第2条に示されている安全機能を直接果たす構築物、系統及び機器ではない。

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準 に関する規則における定義

第二条

五「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であつて、次に掲げるものをいう。

- イ その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能
- ロ 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能

重要度分類上の位置付けの整理



3. 安全機能の重要度分類

○地下水排水設備が有する機能に着目し、設備の位置付けについての観点から発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針(以下「重要度分類指針」という。)に基づく整理を行った。

○地下水排水設備が有する機能について安全機能の重要度分類指針における位置付けを確認した結果、以降に示すとおり、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」の**いずれ**にも分類されていないことを確認した。

(1) 安全機能の区分

- ・ 安全機能を有する構築物、系統**及び**機器は、それが果たす安全機能の性質に応じて、次の2種に分類される。

- ① その機能の喪失により、原子炉施設を異常状態に陥れ、もって一般公衆ないし従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのあるもの(異常発生防止系、以下「PS」という。)
- ② 原子炉施設の異常状態において、この拡大を防止し、又はこれを速やかに収束せしめ、もって一般公衆ないし従事者に及ぼすおそれのある過度の放射線被ばくを防止し、又は緩和する機能を有するもの(異常影響緩和系、以下「MS」という。)

(2) 重要度分類

○重要度分類指針では、PS**及び**MSのそれぞれに属する構築物、系統**及び**機器を、その有する安全機能の重要度に応じ、それぞれクラス1、クラス2**及び**クラス3に分類している。安全上の機能別重要度分類を添付4-2表に示す。

重要度分類上の位置付けの整理



添付4-2表 安全上の機能別重要度分類

重要度による分類	機能による分類	安全機能を有する構築物，系統及び機器		安全機能を有しない構築物，系統及び機器
		異常の発生防止の機能を有するもの(PS)	異常の影響緩和の機能を有するもの(MS)	
安全に関連する構築物，系統及び機器	クラス1	PS-1	MS-1	—
	クラス2	PS-2	MS-2	
	クラス3	PS-3	MS-3	
安全に関連しない構築物，系統及び機器		—	—	安全機能以外の機能のみを行うもの

重要度分類上の位置付けの整理

(3) 地下水排水設備の重要度分類上の位置付け

- 重要度分類指針の分類に基づき、地下水排水設備の位置付けを整理した結果、『安全機能を有する構築物、系統及び機器』のいずれにも分類されていない。
- 安全上の機能別重要度分類にかかわる定義及び機能と地下水排水設備の位置付けを添付4-3表～添付4-5表に示す。

添付4-3表 安全上の機能別重要度分類にかかわる定義及び機能と地下水排水設備の位置付け

分類	定義	機能	地下水排水設備の位置付け
クラス 1	PS-1 その損傷又は故障により発生する事象によって、(a)炉心の著しい損傷、又は(b)燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器	(1)原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	該当しない
		(2)過剰反応度の印加防止機能	該当しない
		(3)炉心形状の維持機能	該当しない
	MS-1 (1)異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	(1)原子炉の緊急停止機能	該当しない
		(2)未臨界維持機能	該当しない
		(3)原子炉冷却材圧力バウンダリの加圧防止機能	該当しない
		(4)原子炉停止後の除熱機能	該当しない
		(5)炉心冷却機能	該当しない
		(6)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	該当しない
	安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	(1)工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	該当しない
		(2)安全上特に重要な関連機能	該当しない

添付4-4表 安全上の機能別重要度分類にかかわる定義及び機能と地下水排水設備の位置付け

分類	定義	機能	地下水排水設備の位置付け
クラス 2	PS-2 (1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	(1) 原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）	該当しない
		(2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	該当しない
		(3) 燃料を安全に取り扱う機能	該当しない
	(2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	(1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止り機能	該当しない
	MS-2 (1) PS-2 の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	(1) 燃料プール水の補給機能	該当しない
		(2) 放射性物質放出の防止機能	該当しない
		(1) 事故時のプラント状態の把握機能	該当しない
		(2) 異常状態の緩和機能	該当しない
		(3) 制御室外からの安全停止機能	該当しない
(2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器			

重要度分類上の位置付けの整理

添付4-5表 安全上の機能別重要度分類にかかわる定義及び機能と地下水排水設備の位置付け

分類	定義	機能	地下水排水設備の位置付け	
クラス3	PS-3 (1) 異常状態の起因事象となるものであって、PS-1 及び PS-2 以外の構築物、系統及び機器	(1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1, PS-2 以外のもの。)	該当しない	
		(2) 原子炉冷却材の循環機能	該当しない	
		(3) 放射性物質の貯蔵機能	該当しない	
		(4) 電源供給機能 (非常用を除く。)	該当しない	
		(5) プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)	該当しない	
		(6) プラント運転補助機能	該当しない	
	(2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	(1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	該当しない	
		(2) 原子炉冷却材の浄化機能	該当しない	
	MS-3	(1) 運転時の異常な過度変化があっても、MS-1, MS-2 とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	(1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	該当しない
			(2) 出力上昇の抑制機能	該当しない
(3) 原子炉冷却材の補給機能			該当しない	
(2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器		緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	該当しない	

重要度分類上の位置付けの整理

(4) 安全重要度の程度について

- 上述のとおり、地下水排水設備は設置許可基準規則第2条に示されている「安全機能」を直接果たす構築物、系統及び機器ではなく、重要度分類指針に定められた「安全機能を有する構築物、系統及び機器」の**いずれにも分類されていない**。
- しかしながら、原子炉建屋等の主要建屋に多数の重要安全施設や重大事故等対処施設が設置されており、各々がその機能を必要とされる通常運転時から重大事故等時まで、原子力発電所の供用期間の全ての状態において、地下水排水設備の機能維持が必要であることを踏まえ、重要度分類指針を参照し、地下水排水設備の**重要度**の程度を確認する。
- 重要度分類指針の「IV. 分類の適用の原則」では、所要の安全機能を直接果たす構築物、系統及び機器を「当該系」、当該系が機能を果たすのに必要な構築物、系統及び機器を「関連系」とし、関連系については「当該系の機能遂行に直接必要となる関連系」と「当該系の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な関連系」に分類した上で、**後者の関連系は「当該系より下位の重要度を有するものとみなす」とされている**。
- ここで、地下水排水設備は、原子炉建屋等の主要建屋の耐震性を確保するために必要な設備であり、同建屋内に設置されている**重要安全施設や重大事故等対処施設の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な設備である**。
- 以上を踏まえ、地下水排水設備は重要度分類指針にある「当該系の機能遂行に直接必要はないが、その信頼性を維持し、又は担保するために必要な関連系」と同位の設備と位置付ける。

集水管及びサブドレンの信頼性確保にかかわる検討

1. はじめに

○集水機能を担う集水管(硬質ポリ塩化ビニル製有孔管: φ 200mm)及びサブドレン(ポリプロピレン樹脂製合成繊維管: φ 100mm)は、通水面積の減少等による機能喪失リスクを考慮する必要がある。そのため、集水管及びサブドレンの設置状況や保守管理性を踏まえ、機能喪失に至る可能性のある事象を挙げ、それらに対する対応の考え方を添付5-1表に整理した。

添付5-1表 集水機能の喪失要因と対応の考え方(1/2)

機能喪失への影響が想定される事象	設計・保守管理における対応の考え方と取扱い
<p>経年劣化や地震により損傷し、断面形状を保持できなくなる。</p>	<p>《耐久性》</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 集水管，サブドレン共に紫外線や高熱環境にない建屋基礎下において，劣化しない材料を選定している。 ● また，両者共に疎水性の材料特性を有しており，腐食性の水質を示す泊発電所の地下水によって劣化することはない。（3項参照） <p>《耐震性》</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 泊発電所3号炉に敷設されている集水管及びサブドレンの製品は，土中深部に直接埋設し，管上土圧を受けた状態で継続使用する前提で設計・製造されている。 ● これに対し，原子炉建屋等の主要建屋に設置された集水管及びサブドレンは，岩盤と建屋基礎底面等に囲まれた範囲に設置されており，地震時（Ss）にも設置空間が保持され，地震時に作用する荷重は自重と管周囲に充填された碎石起因によるものに限られることから，地震時に損傷することはない。 ● 一方，埋戻土下に敷設された集水管については，地震時に管上の埋戻土によって生じる荷重も考慮し，地震時に埋戻土による荷重が集水管に作用しない構造への改造又は埋戻土による荷重が集水管に作用した場合でも十分な強度を確保できる仕様への変更を行う。 ● 具体的には，埋戻土下の集水管上部を有孔鋼板で覆う対策が考えられ，この対策により埋戻土下の集水管も，建屋基礎下の集水管と同様に，地震時に自重と碎石による荷重のみを考慮すればよい使用環境とする。また，埋戻土下の集水管を有孔鋼管に仕様変更し，集水管自体の強度を増す対策も考えられることから，施工性や対策後の保守管理性も考慮し，詳細設計段階で対策仕様を決定する。その際，地下水が腐食性を示す水質であることも考慮した設計とする。（3項参照） ● 集水管及びサブドレンが設置される岩盤については，地盤安定性評価において算出される局所安全率の結果から得られる岩盤のせん断破壊の状況を踏まえても，集水機能を確保できることを確認する。

添付5-1表 集水機能の喪失要因と対応の考え方(2/2)

機能喪失への影響が想定される事象	設計・保守管理における対応の考え方と取扱い
<p>集水管及びサブドレンの有効範囲以外からの雨水流入，その他想定以上の雨水流入により，集水能力が不足する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 泊発電所の敷地に降る雨は，構内排水路や敷地表面を介して，防潮堤下に設置する構内排水設備に導く設計としており，構内排水設備は設計基準降水量（57.5mm/h）に対して十分な保守性を有する排水機能を有しているため，長期間に渡って降水が敷地に滞留し続けることで，集水管及びサブドレンに流入する湧水（雨水）が著しく増加することはない。 ● 泊発電所3号炉において，過去の降雨時に湧水量が増加した最大実績値は約200m³/日であり，これは集水管1本の許容流量（1,000m³/日以上）を十分に下回っている。 ● 今後，防潮堤が設置される過程及び設置以降において，湧水量を継続的に測定し，集水能力を超えていないことを確認する。
<p>土砂流入により通水面積が減少し，集水機能を喪失する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 湧水量に対し十分な余裕を有する断面となる管径を設定するとともに，定期的な点検，集水管については土砂排除等の清掃を実施する。（2項(1)(2)参照） ● 集水管については，原子炉建屋等の主要建屋の基礎直下及びその周囲に敷設される範囲全域を目視点検及び清掃可能とするため，地上部からアクセス可能な開口を新たに設ける。（2項(3)参照） ● 集水管の有孔部から管内への土砂流入は微量であり，有孔部に対し管径が十分大きく，土砂堆積による通水断面の減少は非常に緩慢に進行することから，十分な余裕を有する断面をもつことで，短期間で機能喪失には至らない。 ● サブドレンは集水管に比べて設置レベルが150mm高いことに加え，埋戻土下部には敷設されないことを踏まえると，サブドレンが全閉塞するような土砂堆積が生じることは考え難い。（添付資料1参照）
<p>地下水に含まれる不純物の析出により通水面積が減少し，集水機能を喪失する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要建屋周囲の地下水位観測孔から採水した地下水を水質分析した結果によると，地下水は清浄（電気伝導率：約50～500 mS/m）であり，腐食性を示す水質であるため，各種スケールが大量に生成される水質ではないことを確認している。（3項参照）
<p>点検口設置工事等による目詰まりにより集水・排水機能を喪失する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 施工時の規制を行う。（施工方法の検討）

○以上より，土砂流入をはじめとして，機能喪失への影響が想定される事象は，設計(耐久性・耐震性の確保)並びに保守管理により対処し集水管及びサブドレンの機能を維持することが可能である。

集水管及びサブドレンの信頼性確保にかかわる検討

2. 集水管の保守管理手法

○前項に示す機能喪失事象の整理により、集水管の保守管理の重要性が抽出されたことから、集水管の敷設状況等を踏まえた保守管理手法を検討した。

(1) 内部点検及び管内清掃

- ・ 現在、泊発電所3号炉では集水管の内部点検と管内清掃を実施する装置として、農業用の暗渠管向けに開発された管内清掃装置の採用を検討している。装置の概略を以下に示す。

①装置の構成

- ・ 装置は高圧ポンプユニット、耐圧ホース(ホースリール)、カメラ付噴射ノズルにて構成され、先端のノズル後方から噴射される高圧水によって装置の推進力を生むと同時に噴射された高圧水により管内清掃を行う構造である。

②カメラ付噴射ノズル

- ・ カメラ付噴射ノズルの首を振ることで進入方向を選択できることが特徴であり、曲がり易さを優先して噴射ノズルを設計している。

③推進距離

- ・ 噴射ノズル外径との遊びが少ない場合(配管系φ100mm)に、直管に対して推進距離が300mまでの実績がある。遊びが少なければ噴射の反力が推進力として効率的に利用されるが、配管径が大きくなると遊びも大きくなるため挿入距離は変わる。

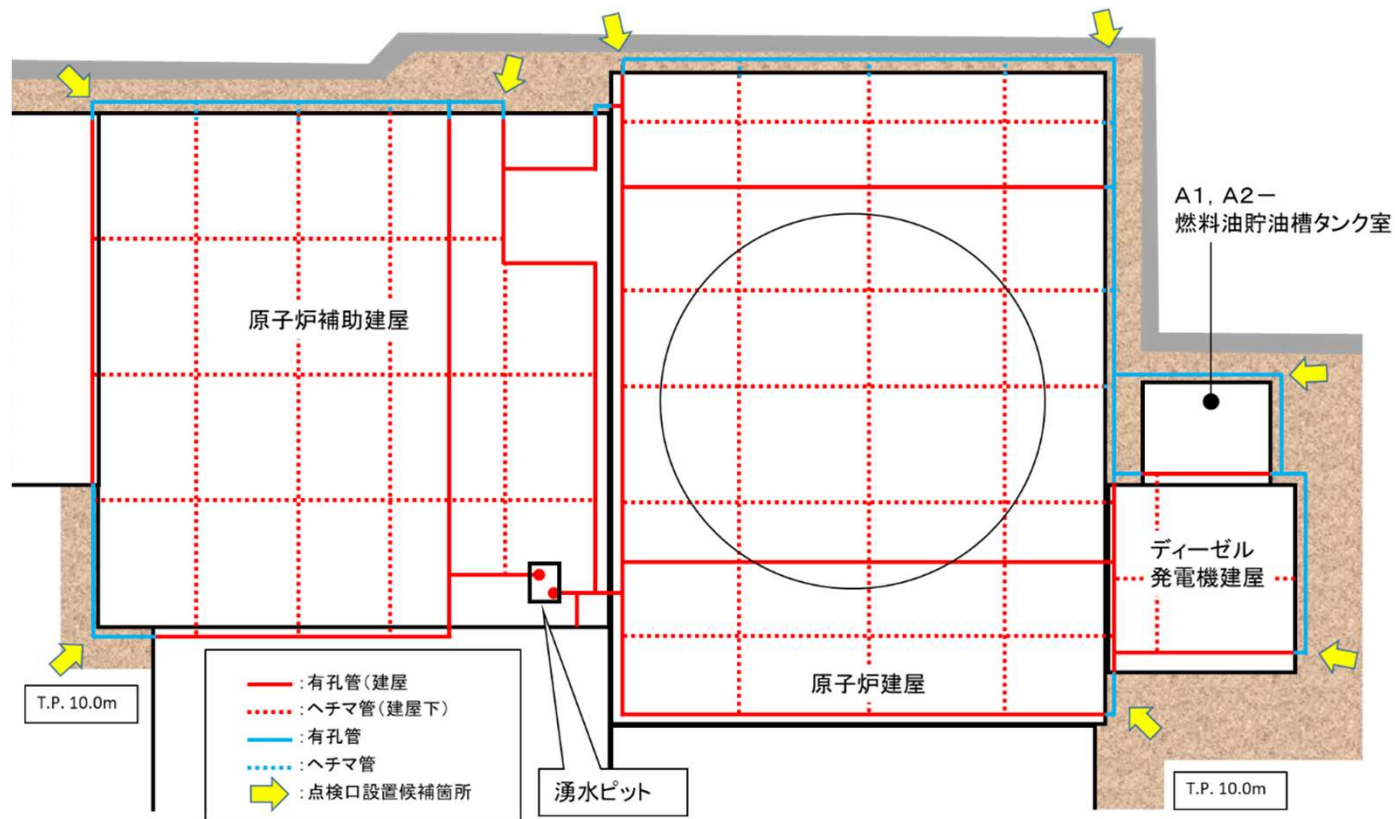
: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 点検頻度

- 今後、定期検査ごとに管内清掃装置を用いた集水管内部点検を計画し、清掃の実績踏まえて適宜点検頻度を検討する。

(3) 集水管の点検口

- 管内清掃装置による集水管の清掃を確実にするため、カメラ付噴射ノズルを挿入するためのアクセス開口（点検口）を複数設ける計画である。点検口は添付5-2図に示す埋戻土下部の集水管敷設範囲角部（曲り部）に設けることを検討している。

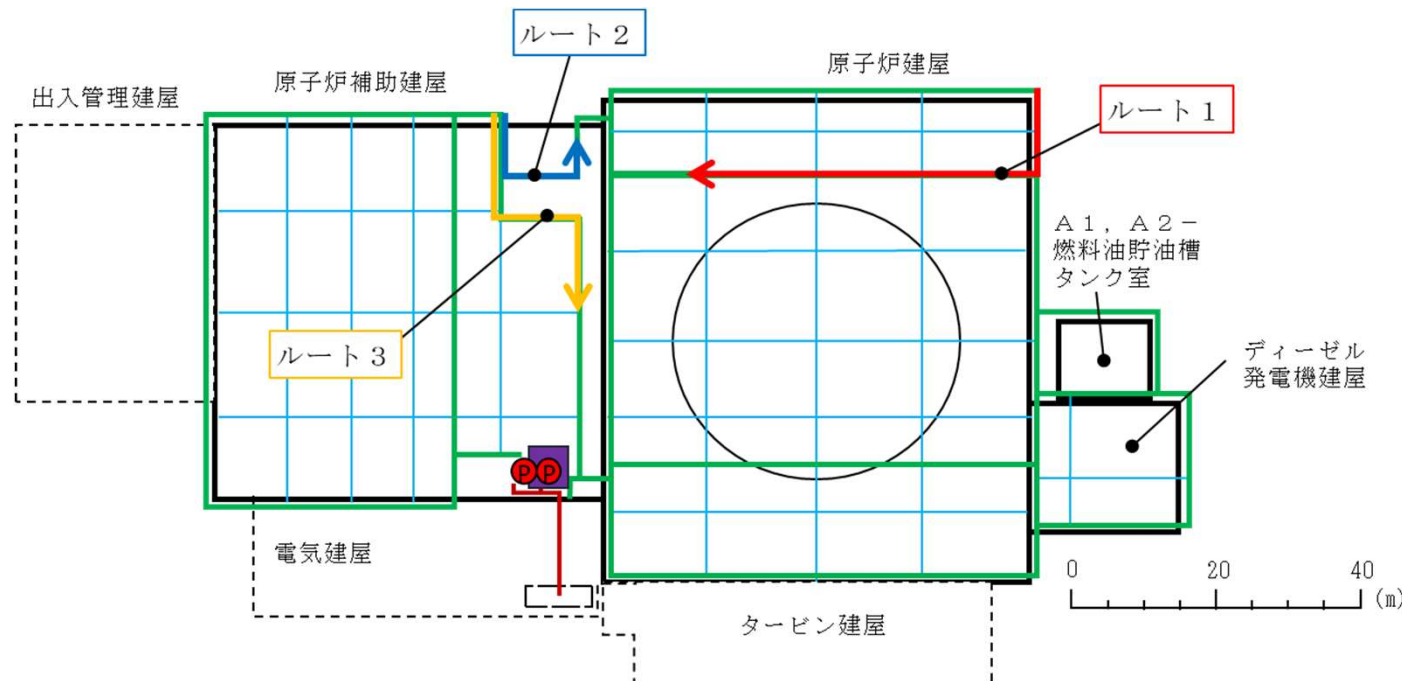


添付5-2図 点検口の設置候補箇所

集水管及びサブドレンの信頼性確保にかかわる検討

④モックアップによる検証

- 管内清掃装置を挿入するためのアクセス開口(点検口)から集水管の全域を内部点検及び管内清掃が可能かを確認するため、地下水の集水管敷設ルートを模擬したモックアップ検証を実施した。集水管の曲がり部や管路の長さは管内清掃装置を挿入する際の抵抗となることから、計画するアクセス開口の位置や集水管の高低差も考慮し、管路の抵抗が大きくなると考えられる集水管ルートを選定した。選定した集水管内ルートを添付5-3図に示す。
- ルート1は曲がり数が多く管路の総延長が最大となるルート、ルート2及びルート3はコの字形状とクランク形状であり曲がりのパターンが異なるルートとして選定した。添付5-4図の試験装置を用いて管内清掃装置の実機適用性を確認した結果、モックアップ検証で設定した全てのルートで模擬集水管の全範囲に亘る内部確認及び清掃、管内清掃装置の回収が可能であることを確認できたため、実機に適用した場合においても管内清掃装置による点検及び清掃が確実に実施できる見込みを得た。



添付5-3図 モックアップ試験装置の集水管想定範囲



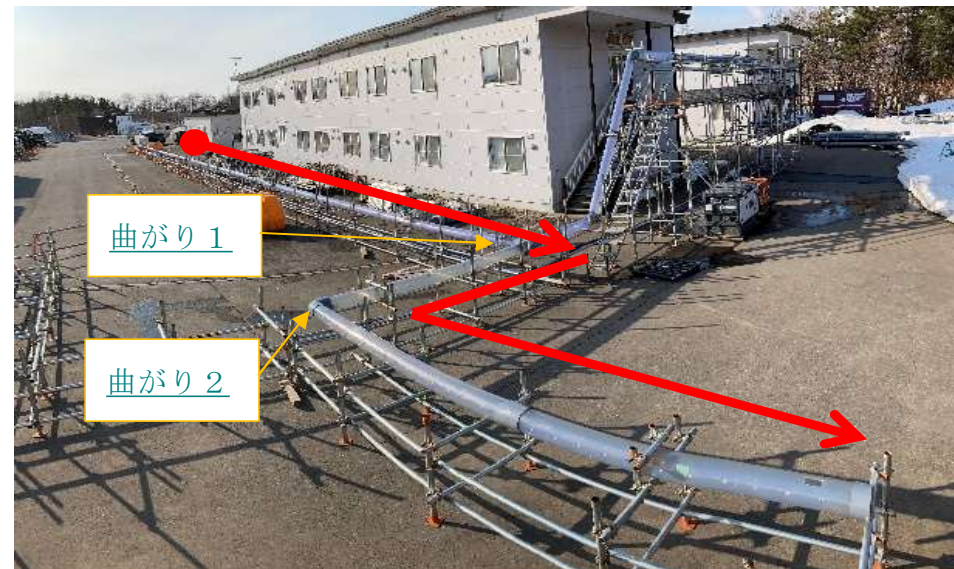
曲がり数:3, 管路の長さ:約70m

添付5-4(1) 図 モックアップ試験装置の全景(ルート1)



曲がり数:2, 管路の長さ:約70m

添付5-4(2) 図 モックアップ試験装置の全景(ルート2)



曲がり数:2, 管路の長さ:約70m

添付5-4(3) 図 モックアップ試験装置の全景(ルート3)



添付5-4(4) 図 管内清掃装置進行時の様子

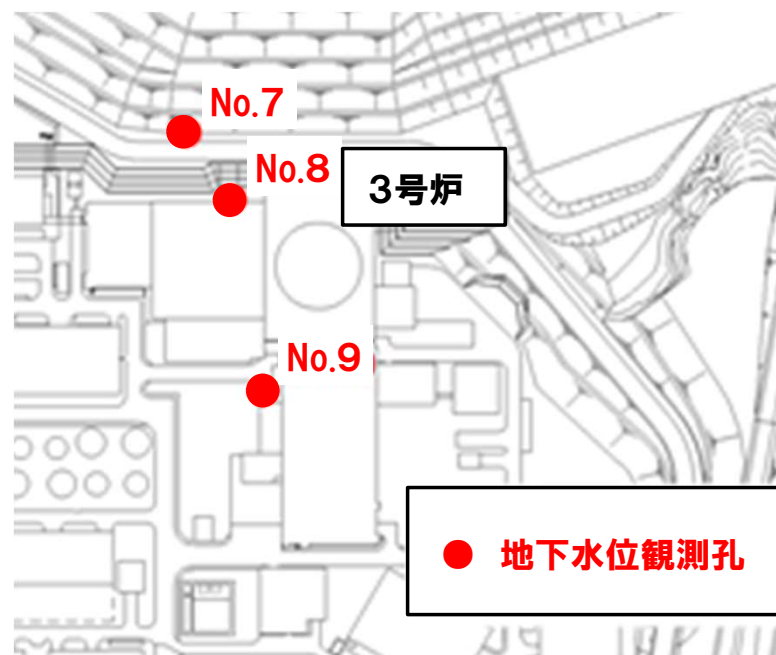
3. 地下水の水質分析結果

○泊発電所3号炉周辺の地下水位観測孔から地下水を採取し、水質を確認した結果、地下水は清浄であり、腐食性を示す水質であるため、現時点において集水管及びサブドレン内に各種スケールが大量に生成される水質ではないことを確認している。

○以降に、採水を行った地下水位観測孔や採水方法、確認項目ごとの水質分析結果を示す。

(1) 採水位置

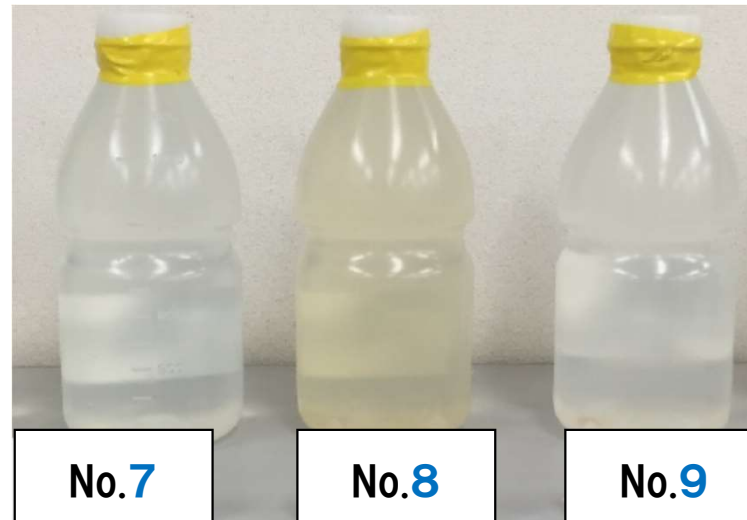
- ・ 泊発電所3号炉の地下水位観測孔のうち、集水管及びサブドレンに近接している3箇所から地下水を採水し水質分析を実施した。



添付5-5図 採水位置図

(2) 採水方法

○地下水位観測孔の地下水は、極力地山中の新鮮な地下水を汲み上げるため、採水する前日にあらかじめ孔内に溜まっている水を汲み上げておき、新たに流入してきた地下水を汲み上げるようにした。



添付5-6図 採水した試料

(3) 水質分析試験結果

- 地下水の水質分析結果を添付5-2表に示す。水質分析の試料となった地下水は清浄であり、腐食性を示す水質であるため、現時点において各種スケールが大量に生成される水質ではないことを確認した。No.9の電気伝導率が大きい原因は、外海からの水しぶき等により敷地に飛散した塩分を含有しているためと推定される。
- なお、地下水位観測孔から採水し、ランゲリア指数を分析したのは添付5-2表で示した令和3年2月が初めてであったことから、一定時間経過後にも結果が著しく変化しないことを確認するため、令和4年2月に同じ箇所から採水した試料に対する水質分析結果は添付5-3表のとおりであり、令和3年2月の分析結果と同様に、ランゲリア指数は腐食性を示す結果となっている。

添付5-2表 地下水の水質分析結果(令和3年2月25日 採水)

項目	試料名	No. 7	No. 8	No. 9
pH	—	7.3	7.5	6.8
電気伝導率	mS/m	51.5	68.4	526
ランゲリア指数※	—	-0.86 (腐食)	-0.64 (腐食)	-0.91 (腐食)

※ ランゲリア指数とは、水の実際のpHと理論的pH(pHs：水中の炭酸カルシウムが溶解も析出もしない平衡状態にある時のpH)との差のことであり、炭酸カルシウムスケール形成のされやすさの目安となる。ランゲリア指数が正の値で絶対値が大きいほど炭酸カルシウムの析出が起りやすく、ゼロであれば平衡状態にあり、負の値では炭酸カルシウムの被膜は形成されないことを示す。

添付5-3表 地下水の水質分析結果(令和4年2月16日 採水)

項目	試料名	No. 7	No. 8	No. 9
pH	—	7.0	7.1	6.2
電気伝導率	mS/m	46.6	63.5	807
ランゲリア指数※	—	-1.38 (腐食)	-1.01 (腐食)	-1.58 (腐食)

防潮堤を設置した先行炉との比較

- 津波防護を目的に岩着構造の防潮堤等を設置した先行炉のうち、女川原子力発電所2号炉、島根原子力発電所2号炉では、敷地の地下水を排水する設備を新たに設け信頼性向上を図っている。
- 添付6-1表では、泊発電所3号炉で信頼性向上対策を施した状態を想定した地下水排水設備と先行炉で地下水を排水する機能に期待する設備を、設備仕様、設置環境、湧水量等の観点で比較した結果を示す。
- 比較結果より、泊発電所3号炉の地下水排水設備に対して信頼性向上対策を施し、集水機能維持のために集水管の点検口を設けて保守管理性を確保することにより、泊発電所3号炉の地下水排水設備は、比較項目のうち「地下水の排水を期待する施設等」が類似する島根原子力発電所2号炉と同等の信頼性を確保できていることを確認した。

防潮堤を設置した先行炉との比較

添付6-1表 先行炉との比較(1/2)

比較項目	泊発電所3号炉（信頼性向上対策を施す場合）	女川原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉
地表面から原子炉建屋基礎下までの深さ	原子炉建屋：約10m 原子炉補助建屋：約15m	約30m	約20m
原子炉建屋基礎地盤のせん断波速度	平均2.1km/s	平均約1.4km/s	平均1.64km/s
集水ピットの配置	原子炉補助建屋内に湧水ピットを設置	・建屋基礎下より深部に揚水井戸を設置（既設） ・既設より深部に揚水井戸を設置（新設）	・建屋基礎下より深部に揚水井戸を設置（既設） ・既設より深部に揚水井戸を設置（新設）
地下水排水設備／地下水位低下設備の機能に期待して耐震評価を行う施設	☆ 原子炉建屋等の主要建屋（原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋及びA1，A2-燃料油貯油槽タンク室）	◇ 建物・構築物（原子炉建屋，制御建屋，3号炉海水熱交換器建屋，排気筒） □ 液状化影響を受ける「敷地広範囲」のアクセスルート，屋外重要土木構築物等	◎ 建物，構築物（原子炉建物，タービン建物，廃棄物処理建物，制御室建物，排気筒）
地下水排水設備／地下水位低下設備に排除／低減を期待する地下水位の影響	「☆」に生じる揚圧力影響	「◇」と「□の一部」に生じる揚圧力影響及び液状化影響	「◎」に生じる揚圧力影響
地下水排水設備／地下水位低下設備の機能に期待する期間	原子力発電所の供用期間の全ての状態	原子力発電所の供用期間の全ての状態	原子力発電所の供用期間の全ての状態
設計地下水位	・地下水排水設備の機能に期待する原子炉建屋等の主要建屋は，建屋基礎底面下に設計地下水位を設定 ・上記以外の施設等については，地表面又は自然水位に基づき設計地下水位を設定	・地下水位低下設備（新設）の機能に期待する施設等については，その機能を考慮した設計地下水位を設定 ・上記以外の施設等については，地表面又は自然水位より保守的に設計地下水位を設定	・地下水位低下設備の機能に期待する建物，構築物は基礎底面下に設計地下水位を設定 ・上記以外の施設等については，地表面又は自然水位より保守的に設計地下水位を設定
湧水量（防潮堤等の設置前）	40～200m ³ /日（実績） 年平均だと約80m ³ /日	500～2,000m ³ /日	約1,000m ³ /日
耐震重要度	耐震Cクラス	耐震Cクラス	耐震Cクラス
安全重要度	— （設計基準対象施設）	— （設計基準対象施設）	— （設計基準対象施設）
設計上の要求	・Ss機能維持 ・多重化，外部事象への配慮，非常用電源確保等	・Ss機能維持 ・クラス1相当で設計	・Ss機能維持 ・多重化，外部事象への配慮，非常用電源確保等
機能喪失時に建屋の設計条件を逸脱するまでの時間	約3時間	約24時間	—
保守管理性	・点検用アクセス開口の設置により原子炉建屋等の主要建屋基礎下の集水管全てを点検可能とする ・サブドレンは合成繊維管であり直接的な目視点検は集水管との接続部に限られるが，岩盤からサブドレンに流入する湧水は清浄であり，埋戻土由来の土砂類の持ち込みが否定できない集水管に比べて設置レベルが高いことを踏まえると，流路を全閉塞するような堆積物が生じることは考え難い	集水管は直管のみで構成されており，保守管理性に優れる	集水管は直管のみで構成されており，保守管理性に優れる

防潮堤を設置した先行炉との比較

添付6-1表 先行炉との比較(2/2)

<p>地下水排水機能／地下水位低下設備のイメージ図 (既設)</p>			
<p>地下水排水機能／地下水位低下設備のイメージ図 (対策後)</p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid red; padding: 5px;">信頼性向上対策</p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid red; padding: 5px;">新設揚水井戸</p>	<p style="text-align: center; border: 1px solid red; padding: 5px;">新設揚水井戸</p>

※ 先行炉である女川，島根の情報にかかわる記載内容については，公開資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したもの