

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 13 <u>R 8</u>
提出年月日	令和 4 年 <u>10 月 21 日</u>

設工認に係る補足説明資料

耐震設計の基本方針に関する

建物・構築物周辺の設計用地下水位の設定について

○文書中の下線部は変更点を示す。

○本資料は、2022年8月26日に提示した資料(R7)に対して、ヒアリングにおける指摘事項を踏まえて、見直しを行ったものである。

○主な変更内容を以下に示す。

①設計用地下水位を設定する施設として、補足説明資料「共通08 第1回申請の申請書の構成」における「設工認申請対象機器の技術基準への適合性に係る整理（申請対象設備リスト）」に基づき選定している旨を記載した。（通しP15）

②地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物について、周辺地盤が液状化した場合の影響評価の要否に係る方針、検討フローに係る記載を適正化した。（通しP39）

目 次

1. 概要	1
2. 敷地周辺の地下水位	2
2.1 敷地周辺地形と地下水の流れ	2
2.2 敷地内及び敷地周辺の地下水位分布概況	7
2.3 地下水位観測記録	10
3. 設計用地下水位の設定	11
3.1 基本方針	11
3.2 設計用地下水位を設定する施設	13
3.3 設定位置	19
3.4 既認可時から設定位置を変更する施設	24
4. 地下水排水設備	26
4.1 設備概要	26
4.2 配置状況	28
4.3 設計方針	31
5. 液状化による影響評価	37
5.1 評価方針	37
5.2 液状化による影響因子の抽出	41
5.3 地質・地形的検討	44
5.4 液状化による各影響因子に対する施設評価	57
6. まとめ	63

添付

- 添付 1 地下水位の経時変化データ
- 添付 2 建屋及び屋外機械基礎の立面図
- 添付 3 地下水排水設備の止水性の要否について
- 添付 4 地下水排水設備の排水機能喪失時における水位上昇時間
- 添付 5 地盤改良の概要

■：商業機密の観点から公開できない箇所

1. 概要

本資料は、再処理施設及びMOX燃料加工施設に対する、第1回設工認申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下の添付書類に示す建物・構築物に対する耐震設計の基本方針について補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「Ⅳ－1－1 耐震設計の基本方針」
- ・再処理施設 添付書類「Ⅳ－1－2 地盤の支持性能に係る基本方針」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ－1－1 耐震設計の基本方針」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ－1－2 地盤の支持性能に係る基本方針」

上記添付書類において、基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を1.2倍した地震力による評価を行う建物・構築物（上位クラス施設への波及的影響を評価する施設を含む）のうち、地下水による影響（揚圧力、地下水圧）を受ける建物・構築物については、設計用地下水位を設定し、今回設工認における耐震評価を行っている。

本資料では、建物・構築物の耐震評価に用いる設計用地下水位の設定の考え方について示すとともに、地下水排水設備により地下水位の低下を考慮する建物・構築物における地下水排水設備の設計方針、並びに設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物における液状化による影響評価の方針について示す。

なお、本資料は、第2回設工認申請以降の再処理施設、MOX燃料加工施設及び廃棄物管理施設の建物・構築物に対しても適用するものである。

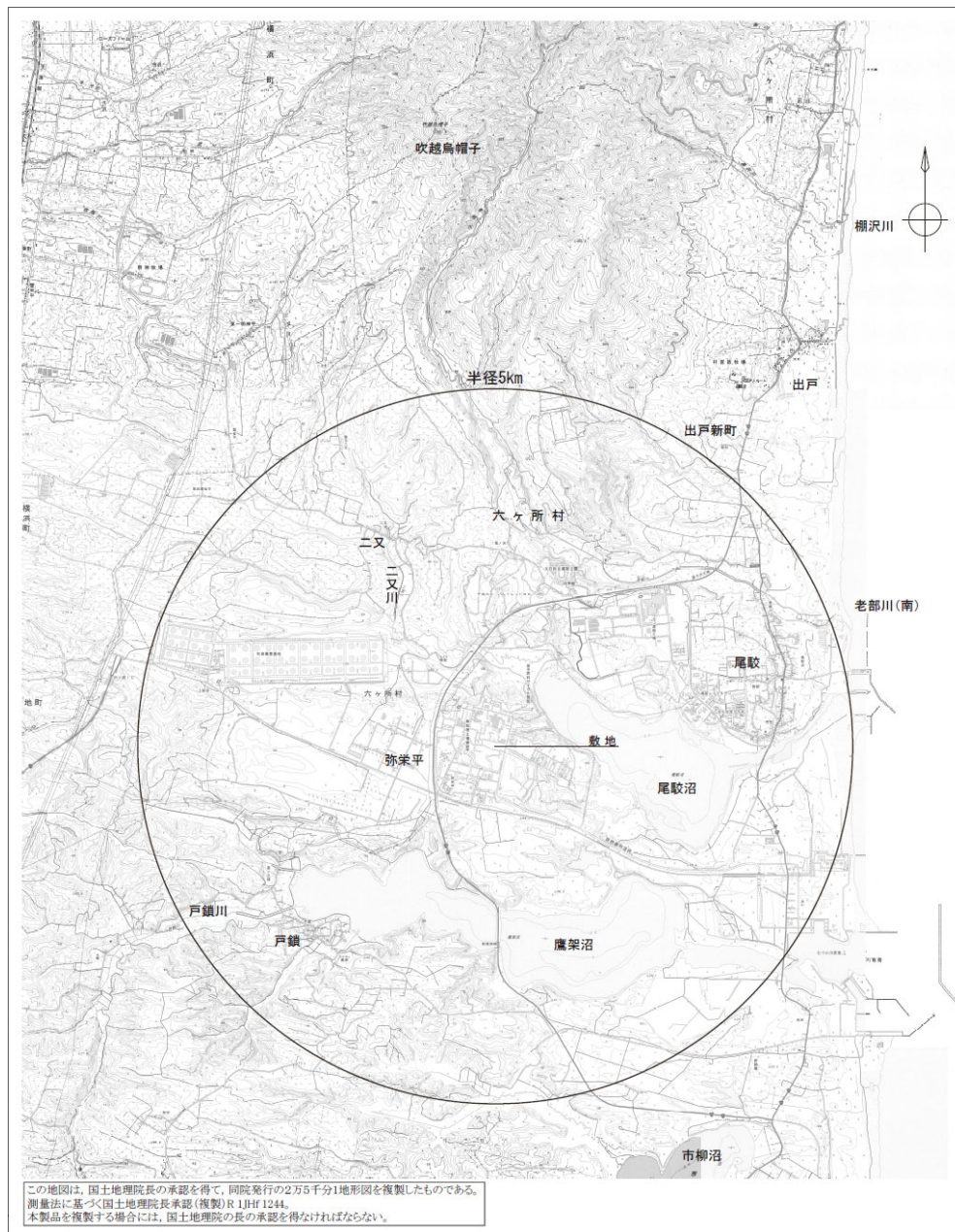
また、本資料は、第1回設工認申請の対象設備に限定した記載とした部分があることから、第2回設工認申請時の申請対象を踏まえて、記載を拡充していく。

2. 敷地周辺の地下水位

2.1 敷地周辺地形と地下水の流れ

事業変更許可申請書に示した敷地近傍の地形図を第2.1-1図に示す。

敷地は下北半島南部の六ヶ所地域に位置し、敷地を中心とする半径約5kmの範囲は、主に標高80m以下の台地からなる。



注：再処理施設及びMOX燃料加工施設事業変更許可申請書からの引用

第 2.1-1 図 敷地近傍の地形図

敷地周辺の地形図を第 2.1-2 図に示す。敷地は尾駸沼と鷹架沼との間の台地に位置している。台地は標高 60m 前後の平坦面からなり、東に向かって緩やかに高度を減じている。また、敷地北部には南から北へ流下する沢が分布し、二又川に流下している。敷地東部には西から東へ流下する沢が分布し、尾駸沼に流下している。

次に、敷地内地質層序表を第 2.1-1 表に示し、敷地周辺の鷹架層上限面のコンター(5m)を第 2.1-3 図に示す。敷地主要部における鷹架層上限面は標高 40m 程度の高まりを形成しており、周囲に向かうに従い高度を減じる。鷹架層より上位の地質は、未固結な砂質土を主体とする透水性の良い地層が主に分布している。岩石からなる鷹架層は難透水層と想定され、降雨は地表面から透水性の良い地層を浸透し地下水となり、短期的には鷹架層上限面に沿って流下すると考えられる。

上記のように、高まりを形成する鷹架層上限面の特徴や、各地層の透水性の特徴から、敷地外からの地下水の流入はほぼなく、敷地の地下水は敷地全体の基盤を成す鷹架層上限面に沿って沢を介して流出しているものと考えられる。

第 2.1-1 表 敷地内地質層序表

地質時代	地層名	記号	主な層相及び岩相		
新紀	完新世	崖錐堆積層	dt	礫, 砂, 粘土	
		沖積低地堆積層	al	礫, 砂, 粘土, 腐植土	
	四更期	火山灰層	lm	褐色の粘土質火山灰	
		中位段丘堆積層	M ₂ , M ₁	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂	
		高位段丘堆積層	H ₅	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂	
	中新世前期	六ヶ所層	R	砂, シルト, 礫	
		砂子又層 下部層	S ₁	凝灰質砂岩	
	新生代	鮮新世	砂子又層 上部層	S ₂	凝灰質砂岩
			泥岩層	T _{3ms}	泥岩 一部に凝灰岩を挟む。
		中新世中期	礫混り砂岩層	T _{2ss}	礫混り砂岩
軽石混り砂岩層			T _{2ps}	砂岩・凝灰岩互層 礫混り砂岩 砂岩・泥岩互層 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2) 軽石混り砂岩(2) 砂質軽石凝灰岩(1) 軽石混り砂岩(1)	
軽石凝灰岩層			T _{2pt}	凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 礫岩	
粗粒砂岩層			T _{2cs}	砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩	
細粒砂岩層			T _{1fs}	細粒砂岩 一部に粗粒砂岩を挟む。	
泥岩層			T _{1ms}	泥岩 一部に凝灰質砂岩, 砂質軽石凝灰岩を挟む。	

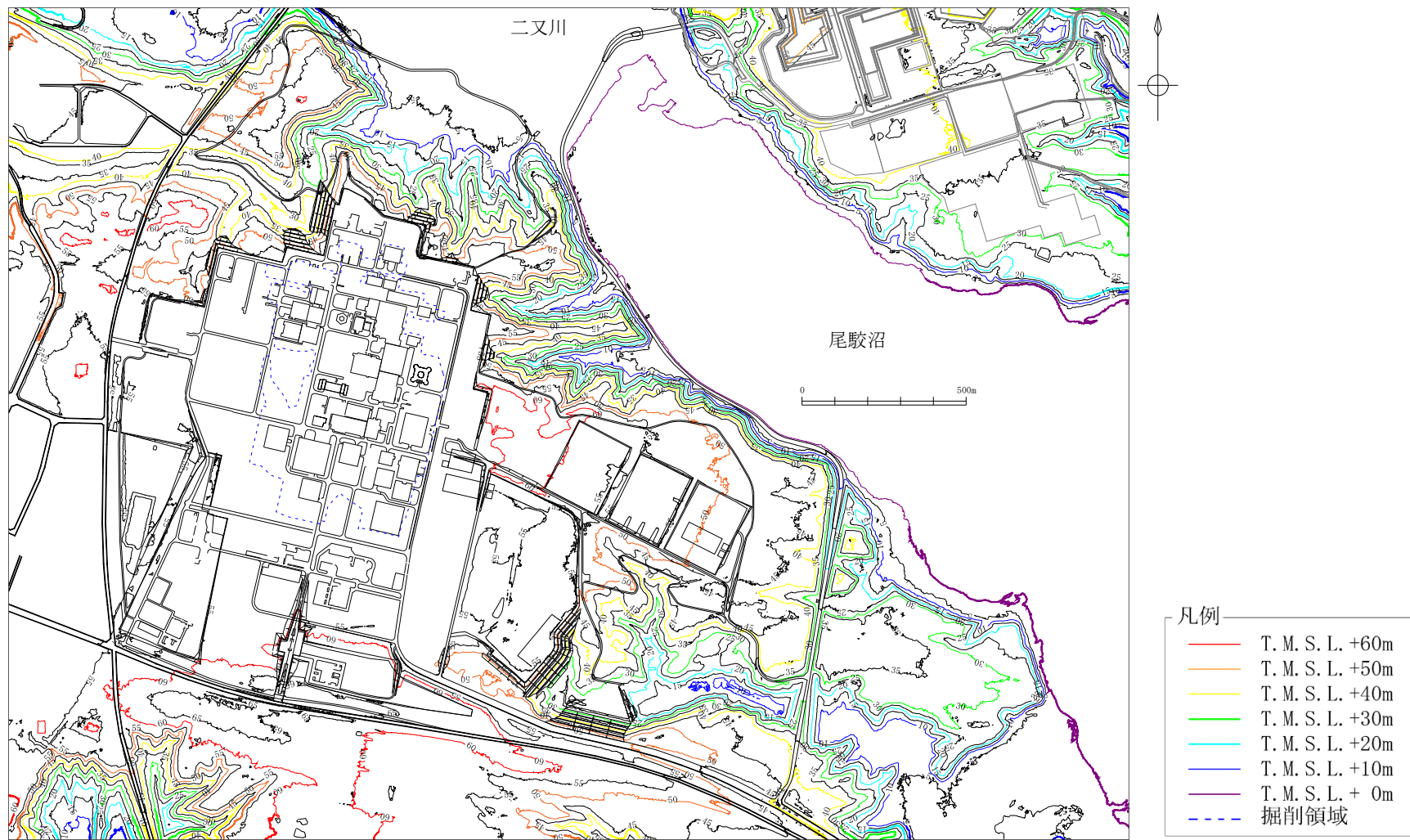
透水性の
良い地層

難透水層

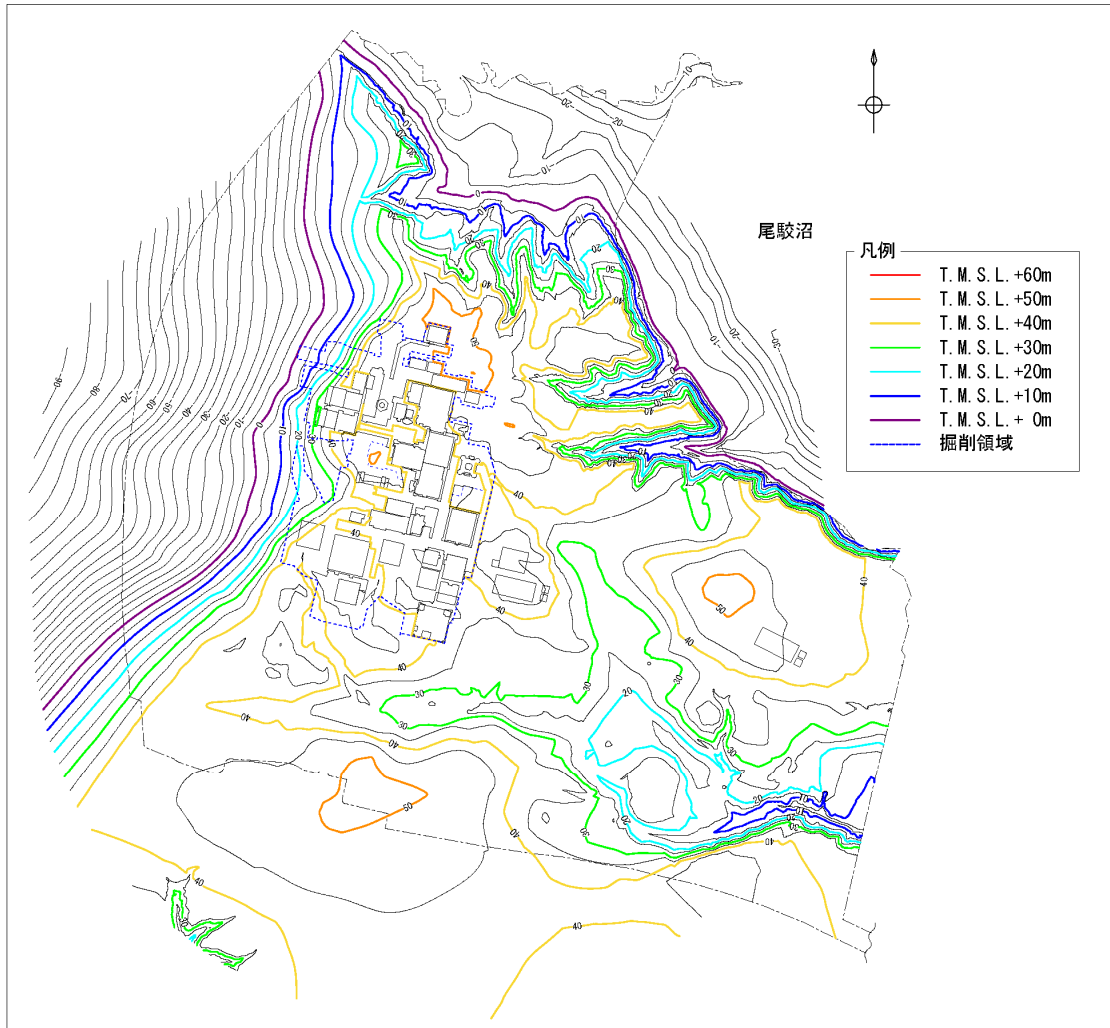
注) — は、整合関係を示す、~は、不整合関係を示す。
主な層相及び岩相の上下順序は、層位関係を示す。

【注】：従来「砂子又層上部層」としていた地層のうち、敷地近傍の第四系下部～中部更新統について、「六ヶ所層」と仮称する。

(再処理施設及びMOX燃料加工施設事業変更許可申請書に加筆)



第 2.1-2 図 敷地周辺の地形図



第 2.1-3 図 敷地周辺の鷹架層上限面のコンター（5m）

2.2 敷地内及び敷地周辺の地下水位分布概況

先に示した敷地内の観測データに基づき敷地の地下水位分布図を作成し、南北断面を第 2.2-1 図に、東西断面を第 2.2-2 図に示す。

なお、観測孔間の地下水位については、鷹架層を難透水層とみなし、その上限面を沿うように補完して推定した。

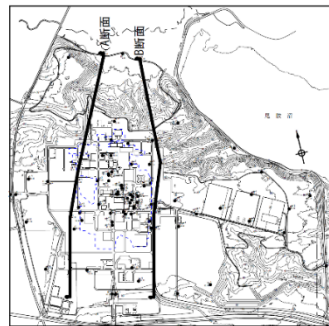
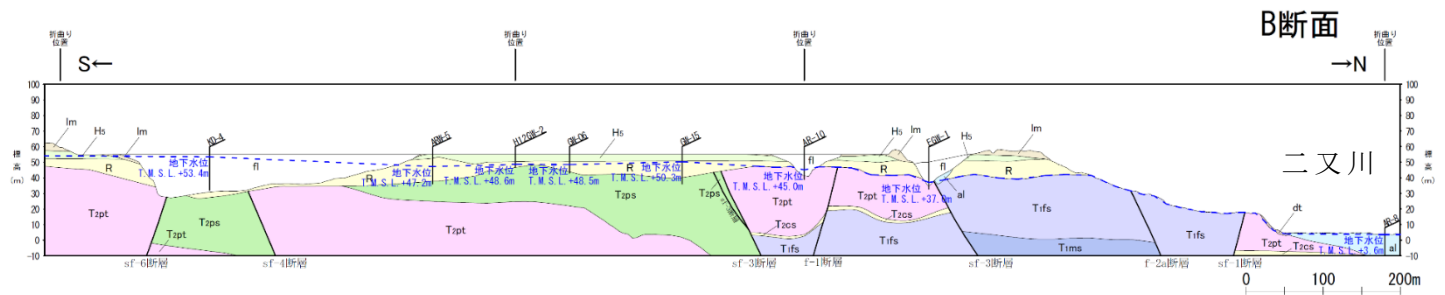
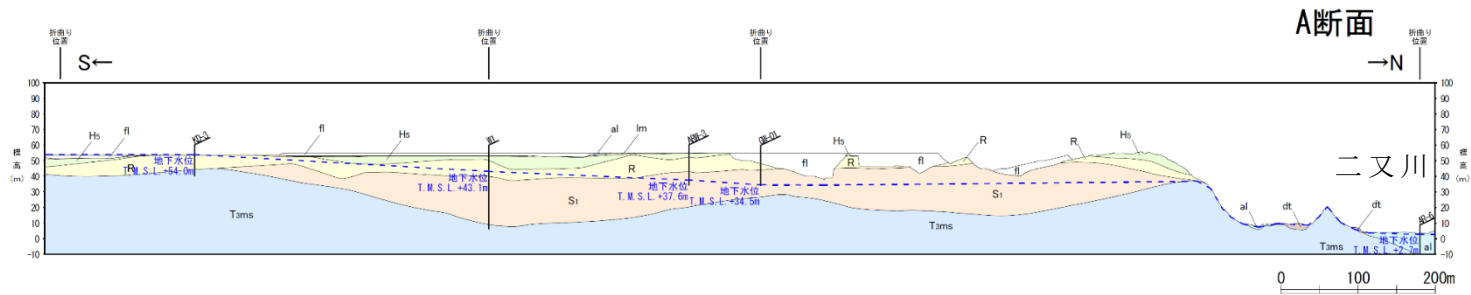
敷地西側（A 断面）について、地下水位は、敷地南端付近では地表面付近に分布しており、北側に向かうに従い徐々に低下し、敷地中央から北側にかけては T. M. S. L. +40m 程度となり、北端の斜面に沿って二又川に達する。

敷地東側（B 断面）について、地下水位は、敷地南端付近では地表面付近に分布しており、北側に向かうに従いわずかに低下し、ARW-5 孔付近から GW-15 孔付近にかけては T. M. S. L. +50m 程度となり、さらに北側に向かい T. M. S. L. +40m 程度まで低下し、北端の斜面に沿って二又川に達する。

敷地北側（C 断面）について、地下水位は、敷地西側では T. M. S. L. +40m ~ 30m 程度に分布している。敷地中央付近の地下水位は、建屋基礎掘削域において建屋基礎付近に分布している。建屋基礎掘削域より東側の地下水位は、概ね鷹架層上限面に沿って分布し、尾駁沼に達する。

敷地南側（D 断面）について、地下水位は、敷地中央付近では地表付近に分布しており、西側あるいは東側に向かうに従い低下し、特に東側については沢を介して尾駁沼に達する。

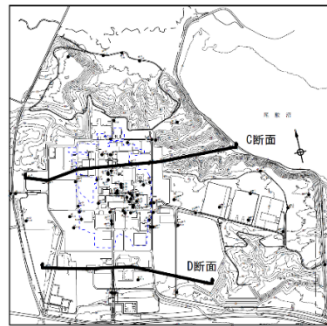
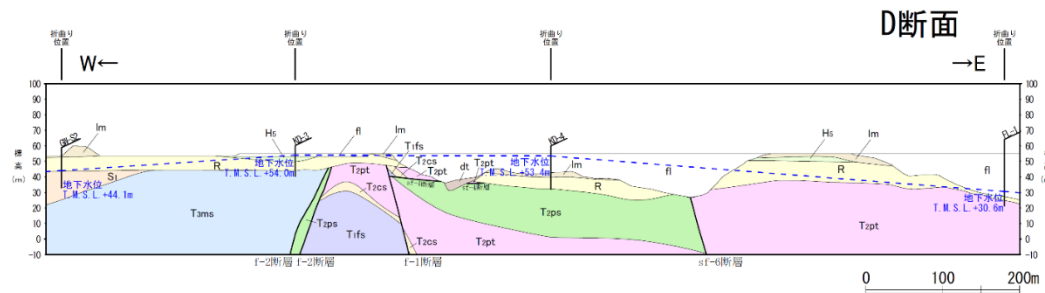
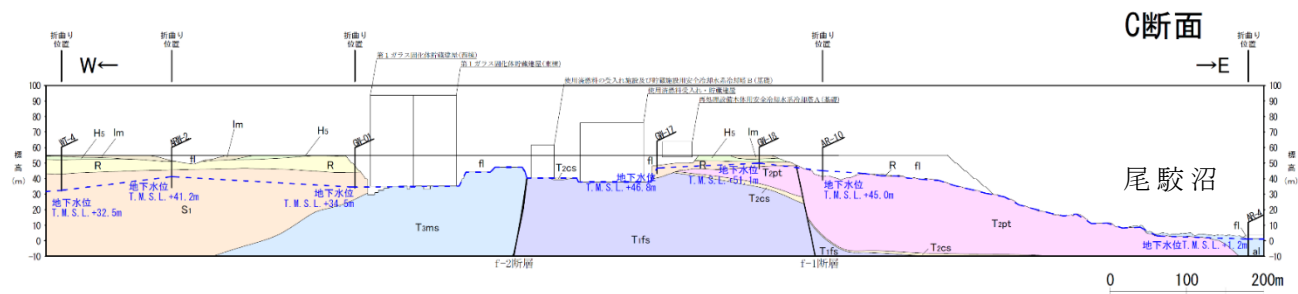
以上のことから、敷地の地下水位は、南側から北側（二又川）にかけて、又は中央側から東側（尾駁沼）に向かって緩やかに低下しているものと考えられる。



断面位置図

- | | | | |
|----|---------|------|---------------|
| dt | 崩壊堆積層 | Tams | 鷹架層上部層泥岩層 |
| al | 沖積低地堆積層 | Tzss | 鷹架層中部層礫り砂岩層 |
| lm | 火山灰層 | Tzps | 鷹架層中部層軽石混り砂岩層 |
| Mc | 中位段丘堆積層 | Tzpt | 鷹架層中部層軽石凝灰岩層 |
| Mh | | Tzcs | 鷹架層中部層粗粒砂岩層 |
| Hs | 高位段丘堆積層 | Tzfs | 鷹架層下部層細粒砂岩層 |
| R | 六ヶ所層 | Tims | 鷹架層下部層泥岩層 |
| Si | 砂子又層下部層 | fl | 盛土 |
- 断層 (f-1断層, f-1a断層, f-2断層, f-2a断層, sf-1~6断層及びそれらの派生断層を含む)
 - - - 地層(岩相)境界
 - - - 地下水位

第 2.2-1 図 敷地南北断面の地下水位分布



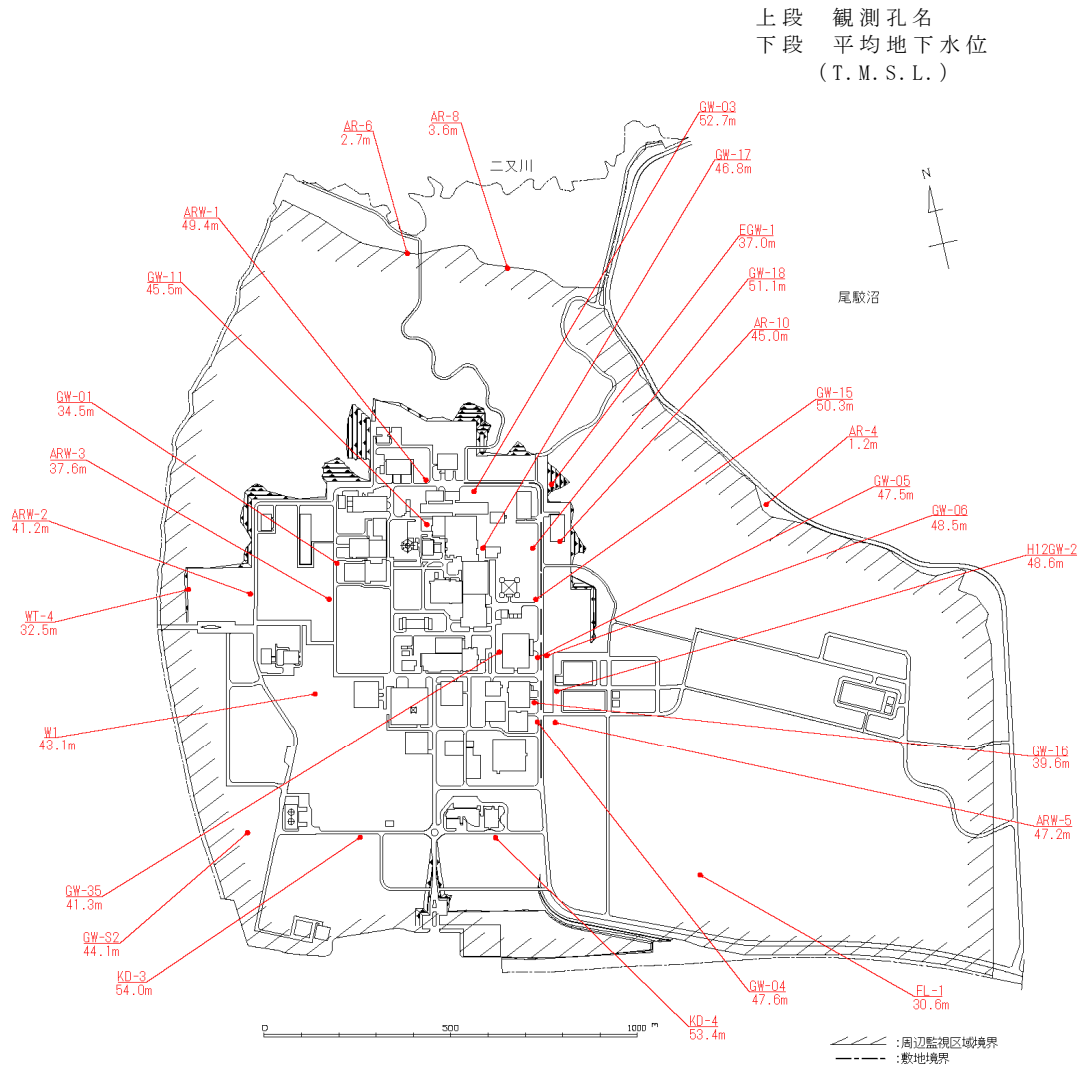
断面位置図

- | | | | |
|----------------|---------|------|--------------|
| dt | 雑踏堆積層 | Tams | 鷹架層上部層泥岩層 |
| al | 沖積低地堆積層 | Tfss | 鷹架層中部層混り砂岩層 |
| lm | 火山灰層 | Ttps | 鷹架層中部層軽石凝灰岩層 |
| M ₁ | 中位段丘堆積層 | Tcpt | 鷹架層中部層軽石凝灰岩層 |
| M ₂ | | Tocs | 鷹架層中部層粗粒砂岩層 |
| Hs | 高位段丘堆積層 | Trfs | 鷹架層下部層細粒砂岩層 |
| R | 六ヶ所層 | Tims | 鷹架層下部層泥岩層 |
| Si | 砂子又層下部層 | fl | 盛土 |
- 断層 (f-1断層, f-1a断層, f-2断層, f-2a断層, f-1~8断層及びそれらの派生断層を含む)
 — 地層(岩相)境界
 - - - 地下水位

第 2.2-2 図 敷地東西断面の地下水位分布

2.3 地下水位観測記録

敷地内に設置している地下水位観測孔の位置及び得られた地下水位の過去1.5年間の平均値（観測期間：2019年7月～2020年12月）を第2.3-1図に示す。また、各観測孔における地下水位の経時変化について長期観測記録（2014年から開始）があるものを含め添付1に示す。添付1より、地下水位は、降雨により多少変動はするものの、概ね安定的に推移している。



第 2.3-1 図 地下水位観測孔位置及び平均地下水位

3. 設計用地下水位の設定

3.1 基本方針

再処理施設、MOX燃料加工施設及び廃棄物管理施設の建物・構築物[※]の耐震設計において、基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を1.2倍した地震力による評価を行う建物・構築物（上位クラス施設への波及的影響を評価する施設を含む）（以下、「対象施設」という。）については、設計用地下水位を設定し、地下水による影響（揚圧力、地下水圧）を考慮した耐震評価を行う。

設計用地下水位は、敷地周辺の地形、地下水位観測記録を踏まえた地下水分布概況及び当該建物・構築物の地下水排水設備の設置状況を勘案して設定する。

対象施設のうち、既設工認（当初設計）において、地下部に基礎以外の躯体（以下、「地下躯体」という。）を有し、基準地震動 $S1$ 若しくは $S2$ による耐震評価を行うか又はBクラス施設以上である建物及び屋外機械基礎に対しては、地下水による影響を低減させることを目的として、当該施設の周囲に地下水排水設備を設置することを原則としていた。

今回設工認においてもこの基本的な考え方は既設工認段階から変更しておらず、対象施設が地下水排水設備に囲まれている場合は、地下水排水設備による地下水位の低下を考慮して、設計用地下水位を対象施設の基礎スラブ上端に設定する。

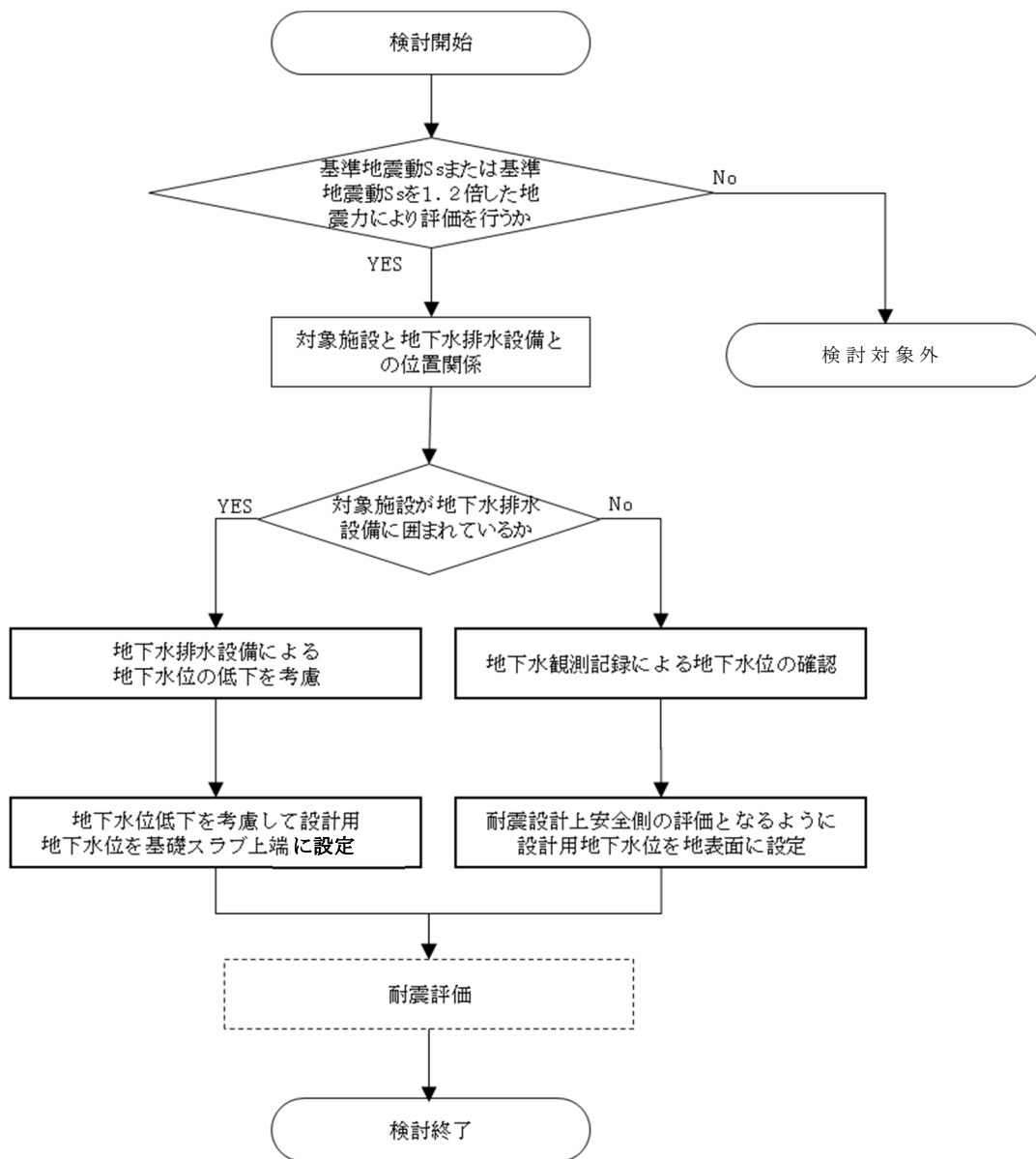
対象施設が地下水排水設備の外側に配置される場合は、地下水位観測記録等に基づく敷地内の地下水位の状況を踏まえ設定することが考えられるが、耐震設計上は安全側となるように設計用地下水位を地表面に設定する。

上記の考えに基づき設計用地下水位を設定した後に、地下水位を変動させる事象が発生した場合、地下水位の再検討を行い、必要に応じて影響検討を行うことが考えられる。ここで、地下水排水設備に囲まれた建物・構築物の地下水位については、地下水排水設備により設計用地下水位以下に維持されることから、地下水位を変動させる事象が設計用地下水位による耐震評価結果に与える影響はないと考える。

また、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については、耐震設計上安全側の評価となるように設計用地下水位を地表面に設定していることから、地下水位を変動させる事象が設計用地下水位による耐震評価結果に与える影響はないと考える。

設計用地下水位の設定フローを第3.1-1図に示す。

※ここで、建物・構築物とは、建物、構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）の総称とする。また、地下躯体を有する建物・構築物とは、地下部に設備等を内包する空間を有する建物・構築物又は基礎を支持するために杭を用いる建物・構築物をいう。



第 3.1-1 図 設計用地下水位の設定フロー

3.2 設計用地下水位を設定する施設

再処理施設及びMOX燃料加工施設に対する、補足説明資料「共通 08 第1回申請の申請書の構成」における「設工認申請対象機器の技術基準への適合性に係る整理(申請対象設備リスト)」のうち建物・構築物を抽出し、基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による評価を行う建物・構築物（上位クラス施設への波及的影響を評価する施設を含む）を設計用地下水位を設定する対象施設として選定する。ここで、波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の抽出方法等については、補足説明資料「耐震機電 03 下位クラス施設の波及的影響の検討について（建物・構築物、機器・配管系）」において示している。

これらについて整理した結果を第 3.2-1 表に示す。第 3.2-1 表にて、各条文に「○」または「△」を付した建物・構築物については、耐震設計上、設計用地下水位を設定し、地下水による影響（揚圧力、地下水圧）を考慮した耐震評価を行う。

第 3.2-1 表(1) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定（再処理施設）

分類	建物・構築物	技術基準規則		
		第六条	第三十三条	第三十六条
		地震 (1.0 S s)		地震 (1.2 S s)
建物	前処理建屋	○	○	○
	分離建屋	○	○	○
	精製建屋	○	○	○
	ハル・エンドピース貯蔵建屋	○	—	—
	制御建屋	○	○	○
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○	○
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○	○
	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○	—	—
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○	○
	非常用電源建屋	○	—	—
	高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○	○
	第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	○	○	○
	緊急時対策建屋	○	○	○
	第 1 保管庫・貯水所	—	○	○
	第 2 保管庫・貯水所	—	○	○
	使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）	△	—	—
	第 1 低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
	第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
	第 4 低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
	低レベル廃液処理建屋	—	—	—
	主排気筒管理建屋	○	○	○
	北換気筒管理建屋	—	—	—
	分析建屋	△	—	—
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	△	—	—	
出入管理建屋	△	—	—	

分類	建物・構築物	技術基準規則		
		第六条	第三十三条	第三十六条
		地震 (1.0 S s)		地震 (1.2 S s)
建物	ウラン脱硝建屋	△	—	—
	ウラン酸化物貯蔵建屋	△	—	—
	低レベル廃棄物処理建屋	△	—	—
屋外 機械 基礎	再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A	○	—	—
	再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B	○	—	—
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A	○	—	—
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B	○	—	—
	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A	○	—	—
	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B	○	—	—
	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室	○	—	—
	第1軽油貯槽	—	○	○
	第2軽油貯槽	—	○	○
重油貯槽	—	○	○	
排気筒 及び換 気筒	主排気筒	○	○	○
	北換気筒	△	—	—

分類	建物・構築物	技術基準規則		
		第六条	第三十三条	第三十六条
		地震 (1.0 S s)		地震 (1.2 S s)
屋外 重要 土木 構築物	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	○	○	○
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	○	○	○
	高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	○	—	—
	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	○	○	○
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A基礎間洞道	○	—	—
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔B基礎間洞道	○	—	—
	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道	○	○	○

分類	建物・構築物	技術基準規則		
		第六条	第三十三条	第三十六条
		地震 (1.0 S s)		地震 (1.2 S s)
竜巻 防護 対策 設備	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A)	△	—	—
	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)	△	—	—
	飛来物防護板(主排気筒接続用 屋 外配管及び屋外ダクト 主排気筒周 り)	△	—	—
	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入 れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水 系冷却塔 A)	△	—	—
	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入 れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水 系冷却塔 B)	△	—	—
	飛来物防護ネット(第2非常用ディー ゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A)	△	—	—
	飛来物防護ネット(第2非常用ディー ゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B)	△	—	—

○：当該条項に該当し、基準地震動 S s 又は基準地震動 S s を 1.2 倍した地震力による評価を行う建物・構築物

△：上位クラス施設への波及的影響の観点から評価する下位クラスの建物・構築物

—：○、△以外の建物・構築物

第 3.2-1 表 (2) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定
(MOX 燃料加工施設)

分類	建物・構築物	技術基準規則		
		第五条	第二十七条	第三十条
		地震 (1.0 S _s)		地震 (1.2 S _s)
建物	燃料加工建屋	○	○	○
	第 1 保管庫・貯水所	—	○	○
	第 2 保管庫・貯水所	—	○	○
	緊急時対策建屋	○	○	○
洞道	貯蔵容器搬送用洞道	—	—	—

○：当該条項に該当し、基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による評価を行う建物・構築物

—：○以外の建物・構築物

3.3 設定位置

再処理事業所における設計用地下水位を設定する施設に対し、「3.1 基本方針」に示す「設計用地下水位の設定フロー」に基づき今回設工認において設定する設計用地下水位を、建物及び屋外機械基礎については第 3.3-1 表、竜巻防護対策設備、屋外重要土木構造物、排気筒及び換気筒については第 3.3-2 表に示す。既設工認における設計用地下水位を合わせて第 3.3-1 表及び第 3.3-2 表に示す。ここで、設計用地下水位を設定する施設の立面図と周辺地盤の状況を添付 2 に示す。

第 3.3-1 表 (1) 基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による
評価を行う建物及び屋外機械基礎の設計用地下水位

分類	名称	地下 躯体	地下水 排水設備	設計用地下水位	
				既設工認	今回設工認
建物	燃料加工建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	前処理建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	分離建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	精製建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	ハル・エンドピース貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	制御建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	非常用電源建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	高レベル廃液ガラス固化建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	緊急時対策建屋	有	有	— ※1	基礎スラブ上端
	第 1 保管庫・貯水所	有	有	— ※1	基礎スラブ上端
	第 2 保管庫・貯水所	有	有	— ※1	基礎スラブ上端

※1 既設工認で申請していない建物・構築物

※2 地下水排水設備の設置状況を考慮し、既設工認時に設定した設計用地下水位の位置を変更（設計用地下水位の設定フロー通りに設計用地下水位を設定）

第 3.3-1 表 (2) 基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による
評価を行う建物及び屋外機械基礎の設計用地下水位

分類	名称	地下 躯体	地下水 排水設備	設計用地下水位	
				既設工認	今回設工認
建物	分析建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	ウラン酸化物貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	ウラン脱硝建屋	有	有	地表面	基礎スラブ上端 ^{※2}
	低レベル廃棄物処理建屋	有	有	地表面	基礎スラブ上端 ^{※2}
	出入管理建屋	有	無	地表面	地表面
	使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）	有	無	基礎スラブ上端	地表面 ^{※2}
	主排気筒管理建屋	無	無	地表面	地表面

※1 既設工認で申請していない建物・構築物

※2 地下水排水設備の設置状況を考慮し、既設工認時に設定した設計用地下水位の位置を変更（設計用地下水位の設定フロー通りに設計用地下水位を設定）

第 3.3-1 表 (3) 基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による
評価を行う建物及び屋外機械基礎の設計用地下水位

分類	名称	地下 躯体	地下水 排水設備	設計用地下水位	
				既設工認	今回設工認
屋外機械 基礎	再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A	無	無	地表面	地表面
	再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B	無	無	地表面	地表面
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A	有	無	地表面	地表面
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	第 1 非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室	有	有	基礎スラブ上端	基礎スラブ上端
	第 1 軽油貯槽	有	有	—※	基礎スラブ上端
	第 2 軽油貯槽	有	有	—※	基礎スラブ上端
	重油貯槽	有	有	—※	基礎スラブ上端

※既設工認で申請していない建物・構築物

第 3.3-2 表 基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による評価を行う竜巻防護対策設備，
屋外重要土木構造物，排気筒及び換気筒の設計用地下水位

分類	名称	設計用地下水位	
		既設工認	今回設工認
竜巻防護 対策設備	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A)	—*	地表面
	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)	—*	地表面
	飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)	—*	地表面
	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A)	—*	地表面
	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B)	—*	地表面
	飛来物防護ネット(第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A)	—*	地表面
	飛来物防護ネット(第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B)	—*	地表面
屋外重要 土木構造物	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	地表面	地表面
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	地表面	地表面
	高レベル廃液ガラス固化建屋/第 1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	地表面	地表面
	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液 処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	地表面	地表面
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道	地表面	地表面
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道	地表面	地表面
	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混 合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管 理建屋間洞道	地表面	地表面
排気筒及び 換気筒	主排気筒	地表面	地表面
	北換気筒	地表面	地表面

※既設工認で申請していない建物・構築物

3.4 既認可時から設定位置を変更する施設

「設計用地下水位の設定フロー」に基づき設計用地下水位を設定した建物・構築物のうち、既設工認時に設定した設計用地下水位の位置と今回設工認で設定する設計用地下水位の位置が変更となる建物・構築物を以下に示す。なお、以下に示すのはいずれも波及的影響を考慮する下位クラスの建屋であり、設計用地下水位を変更した場合でも波及的影響評価に影響が無いことを、各申請回次にて示す。

(1) ウラン脱硝建屋

ウラン脱硝建屋は、地下1階までの躯体を有し、地下水排水設備を設置している建屋である。

既設工認において、ウラン脱硝建屋は、地下水排水設備で囲まれているものの基礎スラブ底面にサブドレン管を設置していないことから耐震評価上安全側の設計となるように、設計用地下水位を地表面に設定していた。

今回設工認においては、ウラン脱硝建屋周囲に設置する地下水排水設備は耐震性が確保されること、地下水排水設備に囲まれている状況を考慮した地下水位の解析結果から、地下水位は周囲に設置した地下水排水設備以深に抑制されることを踏まえ、ウラン脱硝建屋の設計用地下水位を基礎スラブ上端に設定する。

(2) 低レベル廃棄物処理建屋

低レベル廃棄物処理建屋は、地下2階までの躯体を有し、地下水排水設備を設置している建屋である。

既設工認において、低レベル廃棄物処理建屋は、地下水排水設備に囲まれているものの建屋規模・重量が大きく地下水による浮力の影響が相対的に小さいため、耐震評価上安全側の設計となるように、設計用地下水位を地表面に設定していた。

今回設工認においては、低レベル廃棄物処理建屋周囲に設置する地下水排水設備は耐震性が確保され、地下水位は周囲に設置した地下水排水設備以深に抑制されることを踏まえ、低レベル廃棄物処理建屋の設計用地下水位を基礎スラブ上端に設定する。

(3) 使用済燃料輸送容器管理建屋(使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)

使用済燃料輸送容器管理建屋(使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)については、地上1階の一部が地下躯体となっているが、地下水排水設備を設置していない建屋である。

既設工認において、使用済燃料輸送容器管理建屋(使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)は、地下水排水設備に囲まれていないものの南側に隣接する使用済燃料受入れ・貯蔵建屋(基礎底面レベル T.M.S.L.+38.00m)に当該建屋の基礎底面レベル(T.M.S.L.+51.00m)よりも深い位置に地下水排水

設備が設置されていることから、地下水位が基礎スラブ以下に抑制されていると考え、設計用地下水位を基礎スラブ上面に設定していた。

今回設工認においては、使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）は地下水排水設備に囲まれておらず、当該建屋近傍の地下水観測記録による地下水位の確認結果から、地下水位が基礎スラブ以下に抑制されていると判断することが困難であることを踏まえ、使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）の設計用地下水位を地表面に設定する。

4. 地下水排水設備

4.1 設備概要

再処理事業所における建物の周囲には，地下水位を低下させ，建物に作用する揚圧力及び地下水圧を低減するために地下水排水設備を設置しており，常時稼働している。

地下水排水設備は，地下水排水機能として，集水機能を有する集水管及びサブドレン管，排水機能を有するサブドレンポンプ及び排水配管，当該設備の支持機能を有するサブドレンシャフト及びサブドレンピット，制御機能を有する水位検出器及び制御盤並びに電源機能を有する電源にて構成される。

なお，地下水排水設備の構成設備に対する地下水排水機能は，個々の構成設備が担う役割として，当該設備固有に設定した機能を示す。

地下水排水設備の構成設備を第4.1-1表に示す。

第4.1-1表 地下水排水設備の構成設備

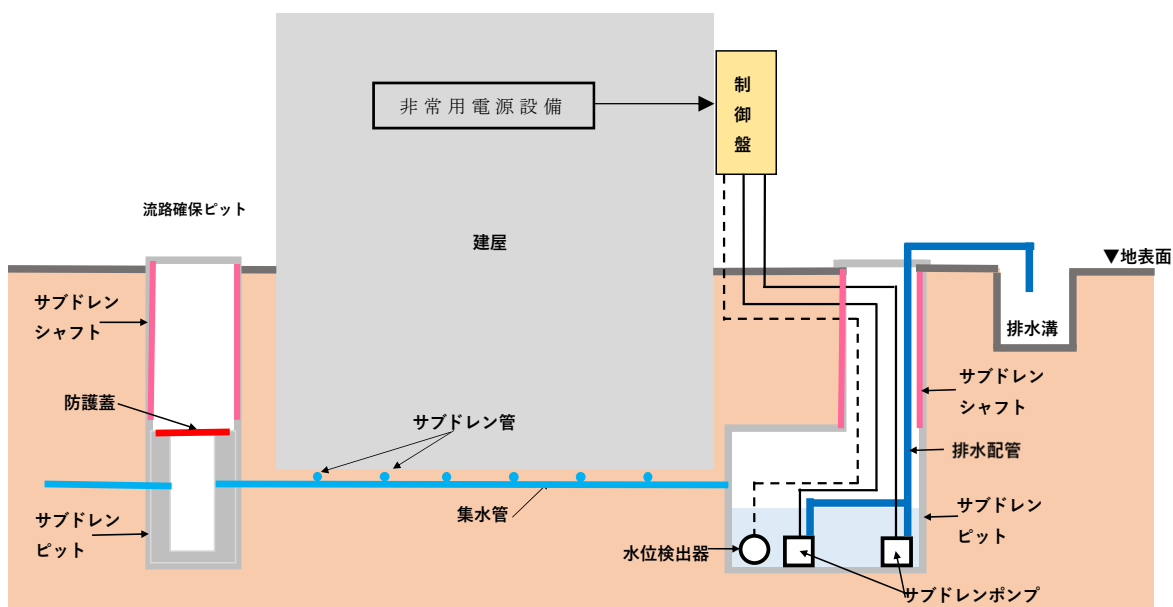
地下水排水機能	構成設備
集水機能	集水管・サブドレン管・ <u>防護蓋</u>
排水機能	サブドレンポンプ・排水配管
支持機能	サブドレンシャフト・サブドレンピット
制御機能	水位検出器・制御盤
電源機能	電源

地下水排水設備は，建物・構築物を囲むように集水管及びサブドレン管を配置し，建物・構築物周囲に配置したサブドレンピットを介して接続している。サブドレンピット内には，基礎スラブ下端より深い位置にサブドレンポンプが設置されている。サブドレンポンプの配置は，サブドレンピット1ヶ所に排水能力100%を有するポンプを2台設置し，通常時は交互運転される。これを2ヶ所のサブドレンピットに配置することで，通常の排水能力を200%とし，更に，ポンプ起動水位を超えた場合は，1ヶ所のサブドレンピット内のポンプ2台が同時に運転することで排水能力を高められる設計としている。これにより，建物周辺で発生する地下水は，集水管及びサブドレン管を通じてサブドレンピットに集水される。集水された地下水は，サブドレンピット内に設けたサブドレンポンプ及び排水配管により，地上の排水溝まで送水され，最終的に敷地外に排出される。この排水溝等については，補足説明資料「外他02 降水について

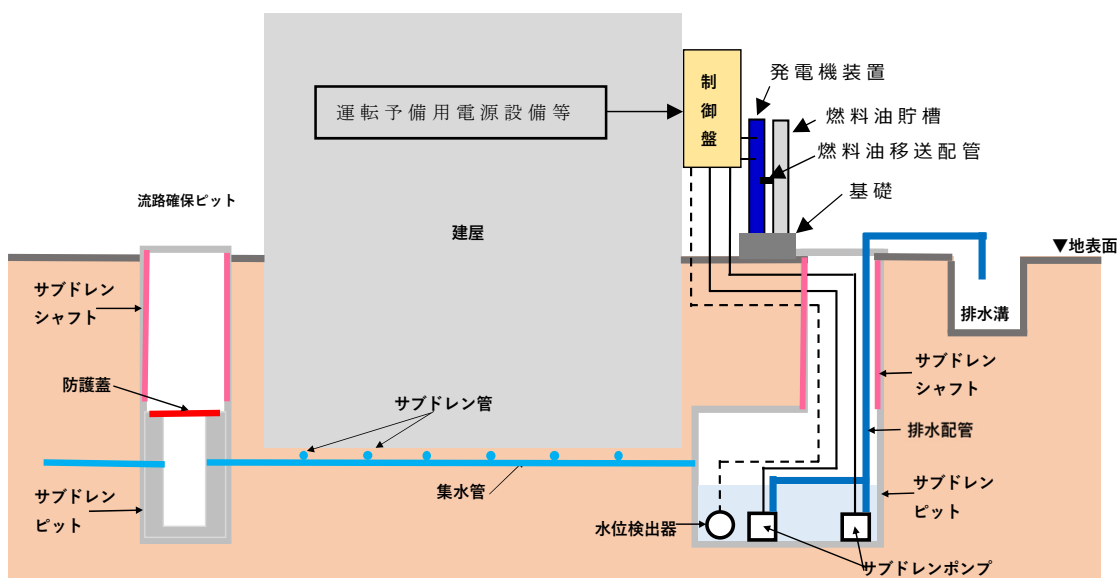
て」において、降水に地下水排水設備からの揚水を重畳した場合及び排水溝の排水機能を喪失した場合にも、敷地外に排水可能であることを示していることから、排水溝は地下水排水設備には含めない。

地下水排水設備の設備概要を、第4.1-1図、第4.1-2図に示す。

地下水排水設備は、集水管が接続している11エリアに分け、エリア毎に耐震化したサブドレンシャフト・ピット2箇所、1台で十分な排水能力のある耐震サブドレンポンプを2台設置する構成とする（図4.2-1参照）。



第 4.1-1 図 地下水排水設備の設備概要（エリア 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11）

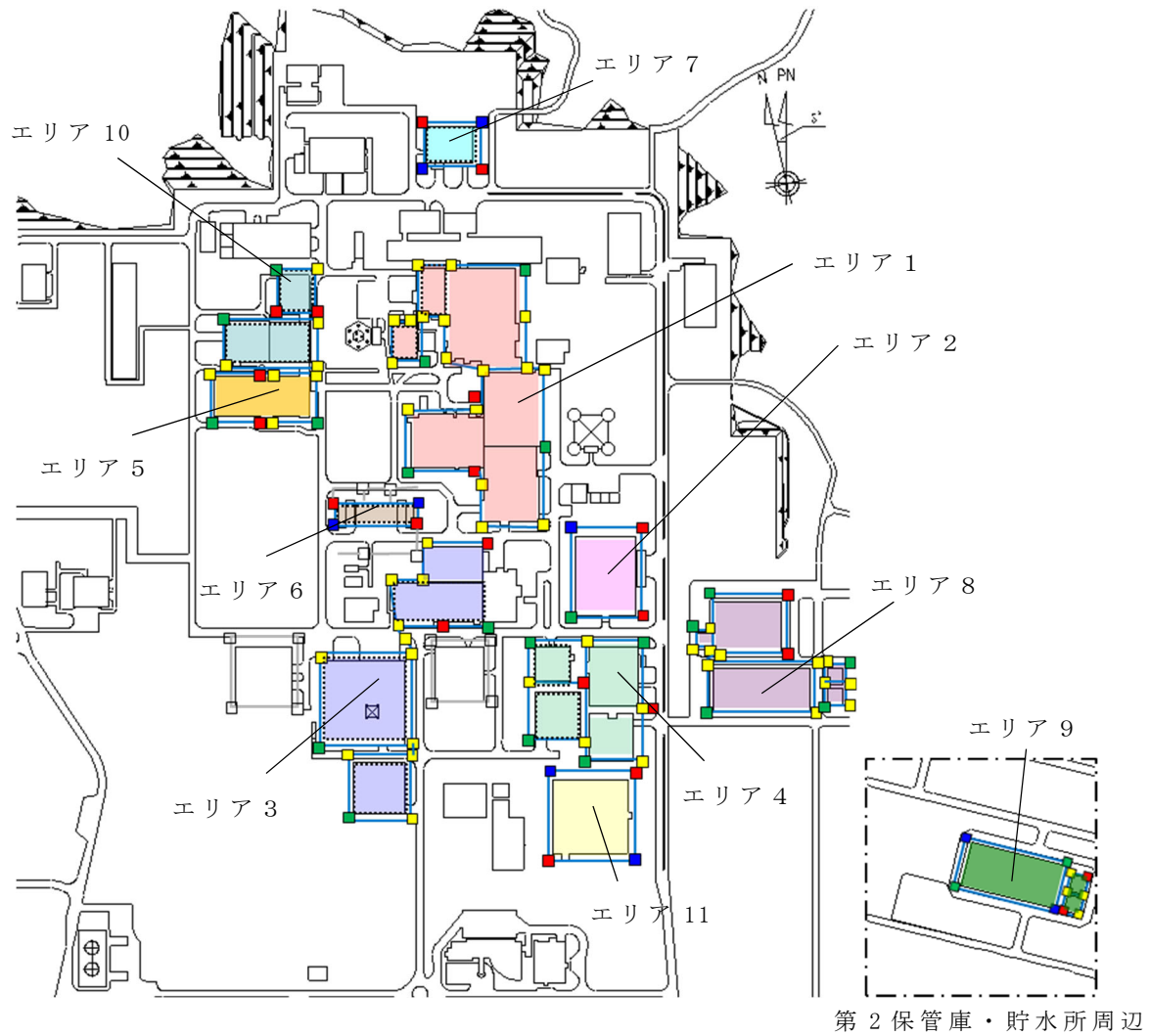


第 4.1-2 図 地下水排水設備の設備概要（エリア 7, 9, 10）

4.2 配置状況

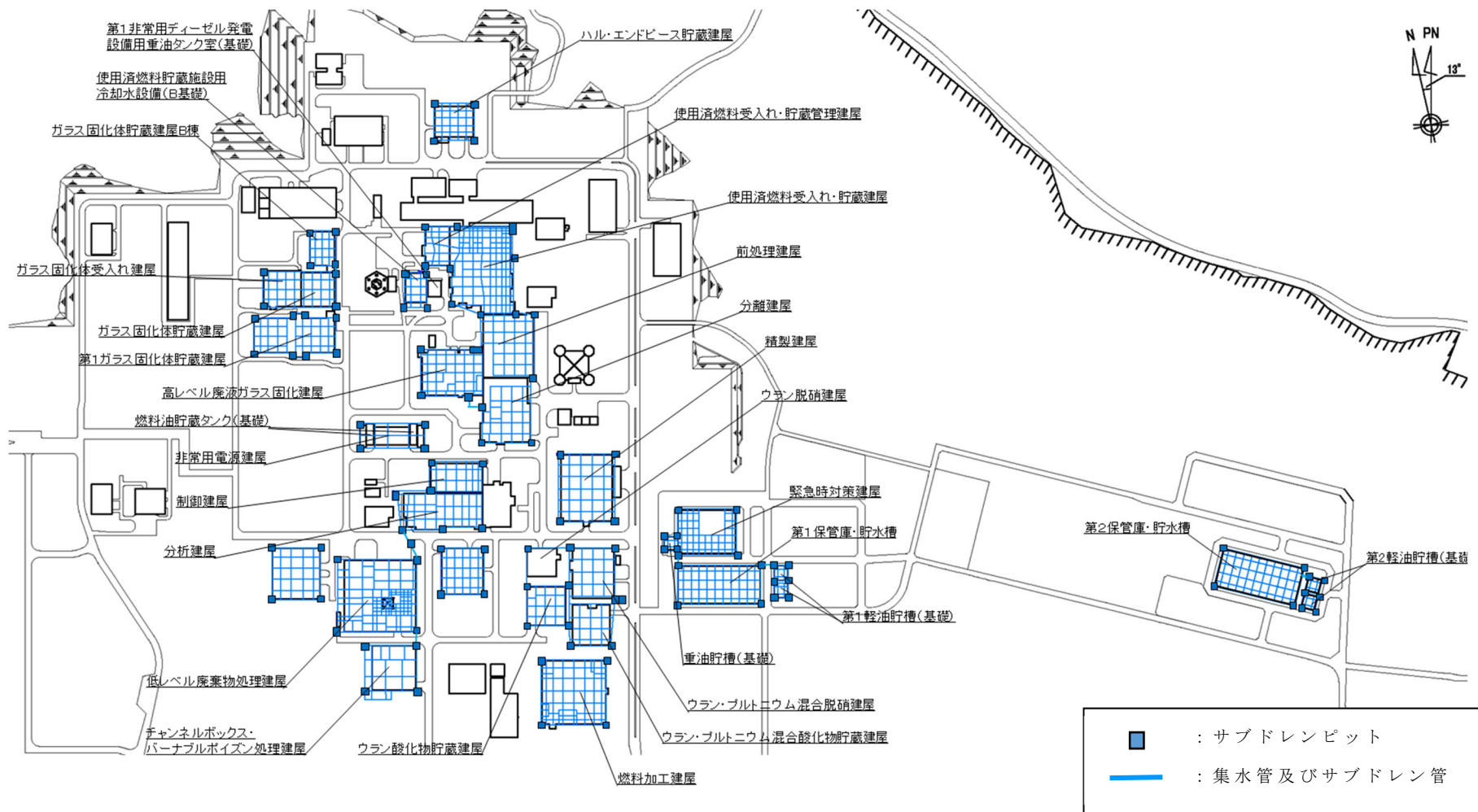
地下水排水設備の配置図を第 4.2-1 図に，集水管及びサブドレン管の敷設状況を第 4.2-2 図に示す。

地下水排水設備の詳細配置図を別紙 1 に示す。また，各エリアを構成するにあたって、既設の地下水排水設備に集水管またはサブドレンピットを増設している箇所がある。地下水排水設備の増設箇所を別紙 2 に示す。なお，本資料においては，第 1 回設工認申請対象施設である燃料加工建屋周辺の詳細配置図を示し，後次回申請の建物・構築物に設置する地下水排水設備の詳細配置図については，各申請回次にて示す。



- 【凡例】
- | | |
|------------|------------|
| ■: 集水エリア1 | ■: 集水エリア2 |
| ■: 集水エリア3 | ■: 集水エリア4 |
| ■: 集水エリア5 | ■: 集水エリア6 |
| ■: 集水エリア7 | ■: 集水エリア8 |
| ■: 集水エリア9 | ■: 集水エリア10 |
| ■: 集水エリア11 | |
 - | | |
|-------------------|---|
| □: 1.0Ssでのみ評価する建屋 | <p><耐震性を確保するピット></p> <ul style="list-style-type: none"> ■: 耐震性を有するサブドレンピット, サブドレンシャフト, サブドレンポンプ, 排水配管, 水位検出器, 制御盤, 発電機(エリア7,9,10) ■: 耐震性を有するサブドレンピット(流路確保ピット) —: 耐震性を有する集水管 <p><既設ポンプピット></p> <ul style="list-style-type: none"> ■: 既設ポンプ設置ピット ■: 既設ポンプ無しピット |
|-------------------|---|

第4.2-1図 地下水排水設備の配置図



第 4.2-2 図 集水管及びサブドレン管の敷設

4.3 設計方針

地下水排水設備について、第1回設工認では、「基本設計方針」及び添付書類「耐震性に関する説明書」において、地下水位の低下を期待する建物・構築物に地下水排水設備を設けること、建物・構築物の耐震評価で地下水排水設備により設計用地下水位以下に維持することを前提としていることを記載する。

本補足説明資料においては、設計用地下水位以下に維持するための条件となる地下水排水設備の基本的な設計方針を示し、その具体的な設計については、地下水排水設備を申請する後次回にて説明する。

地下水排水設備は、建屋周辺で発生する地下水を、建屋周辺のサブドレン管及び集水管を通じてサブドレンピットに集水するが、サブドレンピットには耐震性を有するポンプ（以下、「耐震ポンプ」とする。）を設置するピットと耐震ポンプを設置しないピットが存在する。このうち、耐震ポンプを設置しないピットに集水された地下水は、そこからさらに集水管を通じて耐震ポンプを設置するピットに集水される。

地下水排水設備は、地震時及び地震後においても集水機能を維持する観点から、建屋周辺で発生する地下水を、耐震ポンプを設置するピットに集水するための経路（以下、「地下水集水経路」とする）内のピットの閉塞防止対策を実施する。

具体的には、以下の対策対応を実施する。

① 耐震ポンプを設置するピット

サブドレンシャフト・サブドレンピットは耐震性を確保する設計とする。

② 耐震ポンプを設置しないピットのうち地下水集水経路内のピット

集水管が通るサブドレンピットは耐震性を確保する設計とするとともに、サブドレンシャフトは損傷を許容するが、それに伴うサブドレンピット内への土砂流入に対して、サブドレンピット開口部に防護蓋を設置する設計とする。なお、サブドレンシャフトの耐震性を確保することで防護蓋を設けないピットも一部存在する。

③ 耐震ポンプを設置しないピットのうち地下水集水経路最上流のピット

集水機能に影響しないため、対策は実施しない。

④ 集水管・サブドレン管

地震によって閉塞しないことを耐震評価によって確認する。

地下水排水設備は、地下水位の上昇を抑制し、建物・構築物に作用する揚圧力及び地下水圧を低減するための設備であることから、建物・構築物の付随設備として位置づける。

なお、地上の排水溝は、「外部衝撃による損傷の防止」のうち降水に対する排水機能を担う設備として整理する。

地下水排水設備に囲まれている建物・構築物の耐震設計において、地下水排水設備の機能に期待し、設計用地下水位以下に維持することを前提としていることから、地下水排水設備を「安全機能を有する施設」として整理し、安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設に適用される要求事項を満足するよう設計する。

従って、地下水排水設備は、想定される自然現象又は人為事象に対して機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障の生じない期間に修理を行うこと又はそれらを組み合わせることにより安全機能を損なわない設計とする。

地下水排水設備の申請上の整理は補足説明資料「共通06（本文（基本設計方針，仕様表等），添付書類（計算書，説明書），添付図面で記載すべき事項）」に示す。

4.3.1 耐震性

地下水排水設備の構成設備及び耐震性を第 4.3.1-1 表に示す。

(1) 設計基準

通常時及び基準地震動 S_s の発生時において、地下水排水設備により設計用地下水位以下に維持することを期待していることから、集水機能を有する集水管及びサブドレン管、排水機能を有するサブドレンポンプ及び排水配管、当該設備の支持機能を有するサブドレンシャフト及びサブドレンピット、制御機能を有する水位検出器及び制御盤並びに電源機能を有する電源の各構成設備の機能を維持するため、基準地震動 S_s を考慮した設計とする。

集水した地下水について、基準地震動 S_s に対して機能維持するサブドレンポンプを設置するサブドレンシャフト・ピット迄の経路となるサブドレン管・集水管・サブドレンピットを耐震化する設計とする。

地下水排水設備のうち、地震後に動的機能維持が要求される排水機能を有するサブドレンポンプ及び電源機能を有する常設発電機については、耐震設計上の性能目標を踏まえ、基準地震動 S_s による応答加速度が加振試験により機能維持を確認した加速度以下であることにより、動的機能維持を満足する設計とする。

また、地下水排水設備のうち、地震後に電氣的機能維持が要求される制御機能を有する水位検出器及び制御盤並びに電源機能を有する常設発電機については、耐震設計上の性能目標を踏まえ、基準地震動 S_s による応答加速度が加振試験により機能維持を確認した加速度以下であることにより、電氣的機能維持を満足する設計とする。

(2) 設計基準を超える地震の考慮

基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による耐震評価を行う建物・構築物の周囲に設置する地下水排水設備については、地震時及び地震後において、地下水排水設備により設計用地下水位以下に維持することを期待している。基準地震動 S_s を超える地震が発生し、地下水排水設備の機能が停止した場合には、地下水位が基礎スラブ上端まで達する水位上昇時間（1 日程度）内に、原燃自主的な運用として配備する資機材の可搬型の排水ポンプ（付属ケーブル含む）、排水用ホース及びポンプ駆動用の発電機により地下水の排水を実施する。これら資機材を配備すること及び地下水を可搬型の排水ポンプにより排水する手順を保安規定に定め管理する。なお、代替対応ができないサブドレン管、集水管、サブドレンピット及びサブドレンシャフトは、基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力を考慮した設計とする。

第 4.3.1-1 表 地下水排水設備の構成設備及び耐震性

地下水排水機能	構成設備	設計基準 ^{※1}	設計基準を超える地震の考慮 ^{※1}
集水機能	集水管・ サブドレン管・ <u>防護蓋</u>	S s 機能維持 ^{※2}	1.2 S s 機能維持 ^{※4}
排水機能	サブドレンポン プ・排水管	S s 機能維持 ^{※2}	可搬対応 ^{※5}
支持機能	サブドレンシャフ ト・サブドレンピ ット	S s 機能維持 ^{※2}	1.2 S s 機能維持 ^{※4}
制御機能	水位検出器・ 制御盤	S s 機能維持 ^{※2}	—
電源機能	電源	S s 機能維持 ^{※2, 3}	可搬対応 ^{※5}

※1 地下水排水設備については、後次回の申請において、地下水排水設備の仕様表（サブドレンポンプ、水位検出器、シャフト、ピット、排水配管、発電機、燃料油貯槽、燃料油移送配管）、設定値根拠に関する説明書（サブドレンポンプ、水位検出器）、耐震計算書を示す。

※2 地下水排水設備は、建物・構築物の耐震評価(1.0 S s)において地下水位を基礎スラブ上端に維持するため、基準地震動 S s に対して機能維持させる。

地下水排水設備のうち、サブドレンポンプ及び常設発電機については動的機能維持、水位検出器、制御盤及び常設発電機については電氣的機能維持を考慮した設計とする。

※3 地下水排水設備は、基準地震動 S s に対して機能維持する設計とすることから、外部電源が喪失する状態を考慮し、非常用電源設備又は基準地震動 S s に対し機能維持が可能な発電機に接続する。

※4 地下水排水設備は、建物・構築物の耐震評価(1.2 S s)において地下水位を基礎スラブ上端に維持するため、基準地震動 S s を 1.2 倍した地震力に対して機能維持させる。

※5 基準地震動 S s を超える地震が発生し、地下水排水設備の機能が喪失した場合を考慮して、地下水位が基礎スラブ上端に達する前に、原燃自主な運用で配備する資機材の可搬型の排水ポンプ（付属ケーブル含む）、排水用ホース、ポンプ駆動用の発電機により地下水の排水を実施する。

上記対処については、重大事故対処期間中は重大事故対処時の体制とは別の体制で対応する。

4.3.2 排水能力

排水能力の設定にあたっては、事業指定（許可）申請書に記載した降雨量を条件とした浸透流解析により算定する湧水量に基づき保守的な想定湧水量を設定し、これ以上の排水容量を有するサブドレンポンプを設置する。

また、稼働中の地下水排水設備による地下水の排水実績と想定湧水量の比較検討を行い、想定湧水量に対して裕度を持った排水能力であることを確認する。

なお、地下水排水設備の排水能力の設定にあたり、地下水排水設備の止水性については、添付 3 に示すとおり、外部からの浸水を考慮しても、その量は、地下水排水設備の排水能力に対して十分小さいことから、地下水排水設備に止水性は必要ない。

4.3.3 電源機能への要求と喪失時の対応

地下水排水設備は、基準地震動 S_s に対して機能維持する設計とすることから、外部電源が喪失する状態を考慮し、非常用電源設備又は基準地震動 S_s に対し機能維持が可能な常設発電機に接続する。非常用電源に接続する場合は、非常用電源設備に接続される安全上重要な施設に対して波及的影響を及ぼさない設計とする。なお、MOX 燃料加工施設に設置する地下水排水設備は、非常用電源設備に接続する。

万が一、地下水排水設備が電源機能を喪失して停止した場合、地下水位が上昇し基礎スラブ上端に達する水位上昇時間（1 日程度）内に、原燃自主的な運用で配備する可搬型の排水ポンプ（付属ケーブル含む）、排水用ホース、ポンプ駆動用の発電機により地下水の排水を実施する。これら資機材を配備すること及び地下水を可搬型の排水ポンプにより排水する手順を保安規定に定め管理する。

燃料加工建屋の周囲に設置する地下水排水設備を例とした、排水機能喪失時の水位上昇時間を添付 4 に示す。

4.3.4 防護蓋に対する想定事象

地下水排水設備のうち、耐震ポンプを設置しないピットのうち地下水集水経路内のピットは地震によってサブドレンシャフトが損傷することを許容する。サブドレンシャフトが損傷した場合、サブドレンシャフトの損傷個所からの土砂流入によって、サブドレンピット内に設置する防護蓋が負担する荷重が大きく変化する。

ここで、防護蓋に対する荷重状態として想定される事象は下記のとおりと考えられる。

地震前（常時）は、サブドレンシャフト・サブドレンピットが長期の土圧荷重に耐えているため、防護蓋はその自重のみを負担している。

地震時（短期）は、サブドレンシャフト・サブドレンピットが地盤の変形による応力を負担するため、防護蓋はその自重及び鉛直方向地震力によ

る慣性力を負担すると考えられる。

地震後（常時）は，サブドレンシャフトが損傷することにより，その損傷箇所からのサブドレンシャフト・サブドレンピット内部への土砂流入が想定される。そのため，防護蓋はその自重及び流入した土砂による荷重を負担すると考えられる。ただし，サブドレンシャフトの損傷モードから，実際の土砂流入量は微量であると考える。

5. 液状化による影響評価

5.1 評価方針

「3. 設計用地下水位の設定」に示すとおり、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については設計用地下水位を地表面に設定することから、以下に示す方針に基づき、施設周辺の地盤が液状化した場合の影響評価の要否に係る検討を行う。

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物を第 5.1-1 表に、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の位置を第 5.1-1 図に、液状化影響評価フローを第 5.1-2 図に示す。

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（以下、「各施設」という。）の周辺地盤については一部狭隘なエリアを除いて、変形抑制、浮上り防止及び施工性向上の観点から目的に応じた各種地盤改良を実施しており、総じて液状化の影響が軽減されている。このことから耐震設計における地震応答解析では、全応力解析を用いる。一方、各施設周辺の建物・構築物の有無や改良地盤の有無を踏まえ、液状化による影響評価の要否を判断する。

液状化による影響評価を行うにあたり、まず、液状化による影響因子の抽出を行う。具体的な内容については「5.2 液状化による影響因子の抽出」に示す。

次いで、地質・地形的検討として、液状化対象層の選定を行い、各施設の周囲の液状化対象層の有無を踏まえ、液状化影響評価の要否を判断する。

具体的には、各施設の基礎が岩盤や MMR に直接支持されており、周囲が他の建物・構築物で囲まれている場合は、周囲に液状化対象層が無いことから液状化による影響評価は不要とする。

また、各施設の周囲が改良地盤で囲まれている場合※は液状化の影響が直接、基礎に作用しない状況にあることから、液状化の検討は不要とする。

更に、各施設の地下躯体が無い場合においても、液状化の影響が基礎に作用しない状況にあることから、液状化の検討は不要とする。

一方、各施設の周囲に液状化対象層が直接的に接する形で分布している場合には、液状化対象層の傾斜と法肩からの離隔距離により側方流動の検討要否を確認した上で、液状化による各影響因子に対する施設評価を実施する。

液状化による各影響因子に対する施設評価に当たっては、構造的特徴及び施設評価の観点において液状化影響を考慮したとしても設計への影響が考えられるか否かにより評価要否を判断したうえで、設計への影響が想定される施設について、影響が想定される因子に対する液状化影響評価を行い、設計への反映要否または対策の要否を確認することとする。その際、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は有効応力解析を実施するものとする。

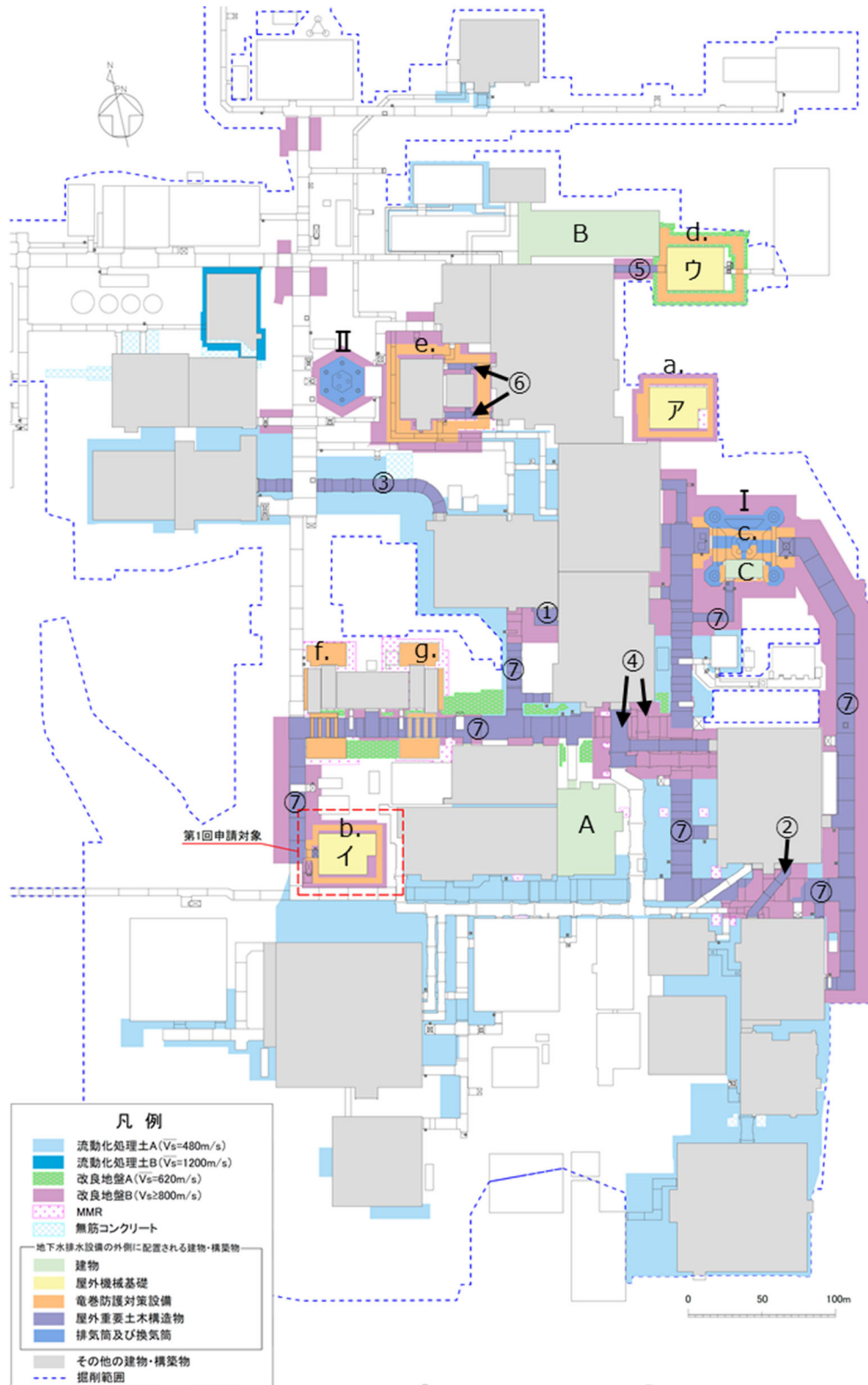
※ 建築基礎のための地盤改良設計指針（日本建築学会）P361

地盤改良による液状化対策として必要な水平方向の改良範囲は、液状化対象層深さの 1/2 の範囲を目安とされている。

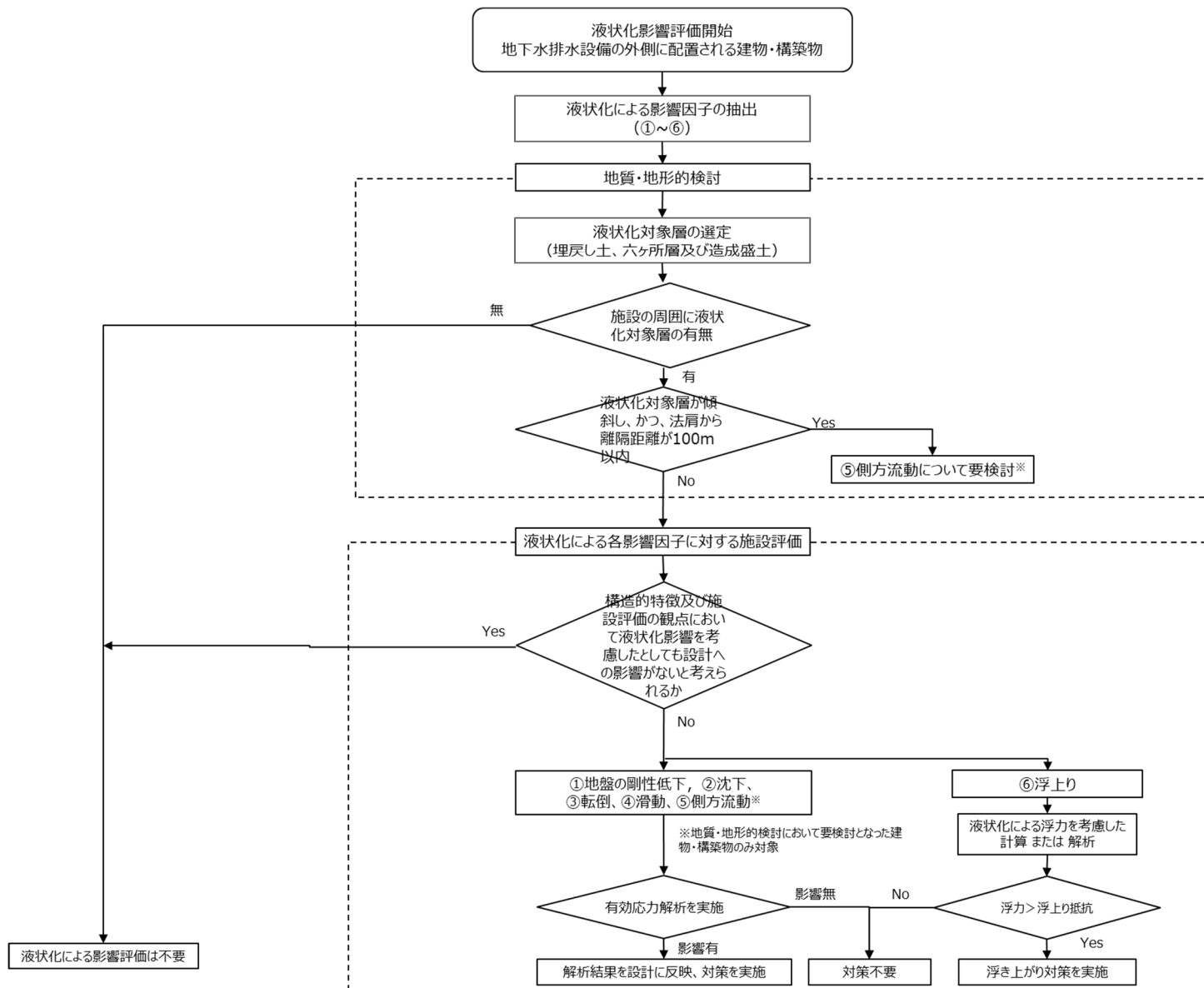
第 5.1-1 表 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物

分類	名称
建物	A. 出入管理建屋
	B. 使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）
	C. 主排気筒管理建屋
屋外機械基礎	ア. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A
	イ. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B
	ウ. 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A
竜巻防護対策設備	a. 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A）
	b. 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）
	c. 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）
	d. 飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A）
	e. 飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B）
	f. 飛来物防護ネット（第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A）
	g. 飛来物防護ネット（第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B）
屋外重要土木構築物	① 分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道
	② 精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道
	③ 高レベル廃液ガラス固化建屋/第 1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道
	④ 分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道
	⑤ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道
	⑥ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道
	⑦ 前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道
排気筒及び換気筒	I. 主排気筒
	II. 北換気筒

※建物・構築物の名称の前に付している記号は第 5.1-1 図の記号と対応している。



第 5.1-1 図 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の位置



第 5.1-2 図 液状化影響評価フロー

5.2 液状化による影響因子の抽出

液状化評価を実施するに当たり、液状化による影響因子について抽出を行った。

地震時に地盤が液状化すると、①地盤の剛性低下、②施設の沈下、③施設の転倒、④施設の滑動、⑤液状化対象層の傾斜による側方流動、⑥構造物の浮上りが懸念される。各施設の液状化影響評価においては、①～⑥の6点の影響因子について検討を行うものとする。

各施設の液状化影響評価に当たっては、各施設の周辺地盤状況を踏まえ、以下の観点から影響が想定される影響因子に対して影響の有無を確認し、設計への反映要否を確認する。

① 地盤の剛性低下

施設の周囲に液状化対象層が分布する場合には、地震時の液状化により、地盤の剛性低下の影響を受ける恐れがある。

よって、本影響因子に対する確認として、各施設の周辺地盤状況（液状化対象層の分布状況）を踏まえ地盤の剛性低下による影響の有無を確認する。地盤の剛性低下による影響が想定される場合には、各施設の評価の観点を踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認する。

地盤の剛性低下による影響の確認に当たっては、液状化評価が各施設の部材設計に影響を与えるか否かを判断基準とする。

② 施設の沈下

施設が液状化対象層に設置されている場合には、地震時の液状化により、施設が沈下する恐れがある。

よって、本影響因子に対する確認として、各施設の設置条件を踏まえ沈下の可能性を確認する。沈下の可能性が想定される場合には、各施設の評価の観点を踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認する。

沈下の可能性の確認に当たっては、液状化評価が施設の支持性能の評価に影響を与えるか否かを判断基準とする。

③ 施設の転倒

施設の周囲に液状化対象層が分布する場合には、地震時の液状化により、施設が転倒する恐れがある。

よって、本影響因子に対する確認として、各施設の設置条件を踏まえ転倒の可能性を確認する。転倒の可能性が想定される場合には、各施設の評価の観点を踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認する。

転倒の可能性の確認に当たっては、液状化評価が施設の支持性能の

評価に影響を与えるか否かを判断基準とする。

④ 施設の滑動

施設が液状化対象層に設置されている場合には、地震時の液状化により、施設が滑動する恐れがある。

よって、本影響因子に対する確認として、各施設の設置条件を踏まえ滑動の可能性を確認する。滑動の可能性が想定される場合には、各施設の評価の観点から踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認する。

滑動の可能性の確認に当たっては、液状化評価が施設の支持性能の評価に影響を与えるか否かを判断基準とする。

⑤ 液状化対象層の傾斜による側方流動

施設周辺の液状化対象層が傾斜して分布している場合、施設設置位置が高低差のある台地の法肩に近い場合等においては、地震時の液状化により、施設が側方流動の影響を受ける恐れがある。

よって、各施設の周辺地盤状況（液状化対象層の平面的な広がり、高低的な広がり、周辺施設の立地）を確認し、側方流動の影響の有無を確認する。側方流動による影響が想定される場合には、各施設の評価の観点から踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認する。

側方流動の影響については、「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」（日本道路協会，平成 29 年）（以下、「道路橋示方書」という。）を参考にして評価する。道路橋示方書においては、施設に影響を与える流動化が生じると判定される地盤は「高低差が 5m 以上ある護岸によって形成され水際線から 100m 以内の範囲にある地盤」及び「液状化すると判定される層厚 5m 以上の土層があり、かつ、当該土層が水際線から水平方向に連続的に存在する地盤」のいずれにも該当する地盤であるとされている。このことから、側方流動の影響の有無の確認に当たっては、液状化対象層の水平方向の連続性を考慮した上で、高低差がある台地の法肩から 100m 以上の離隔があるか否かを判断基準とする。

⑥ 構造物の浮上り

施設の周囲に液状化対象層が分布する場合には、地震時の液状化により浮力が生じ、施設が浮き上がる恐れがある。

よって、本影響因子に対する確認として、各施設の周辺地盤状況（液状化対象層との位置関係）を踏まえ、浮上りの可能性を確認する。浮上りの可能性が想定される場合には、液状化に伴う泥水圧による浮力を考慮した浮上り検討を行い、対策の要否を確認する。

浮上りの可能性の確認に当たっては、液状化に伴う泥水圧による浮力が生じるか否かを判断基準とする。

5.3 地質・地形的検討

5.3.1 液状化対象層の選定

再処理事業所における表層地盤には，第 5.3.1-1 表に示す沖積層及び洪積層のほか，埋戻し土及び造成盛土が存在する。第 5.3.1-1 図に示す道路橋示方書によれば，沖積層の土層に対しては液状化の判定を行う必要があるとされている一方で，第 5.3.1-2 図に示すとおり，洪積層は原則として液状化判定の対象とする必要はないともされている。

液状化対象層の選定に当たっては，基準地震動 S_s の規模が大きいことを踏まえ，埋戻し土，造成盛土，沖積層に加えて洪積層についても液状化対象層として整理する。

なお，地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物は，支持地盤として岩盤である鷹架層に直接支持されているか，MMR 又は杭を介して鷹架層に設置されている。

第 5.3.1-1 表 事業変更許可申請書における地質層序表

地質時代		地層名	記号	主な層相及び岩相			
新紀	第 完 新 世	崖錐堆積層	dt	礫, 砂, 粘土	沖積層		
		沖積低地堆積層	al	礫, 砂, 粘土, 腐植土			
	四 更 新 世	後 期	火山灰層	lm	褐色の粘土質火山灰	表層地盤	
			中位段丘堆積層	M ₂ , M ₁	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂		
		中 期	高位段丘堆積層	H ₅	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂		
			六ヶ所層	R	砂, シルト, 礫		
	生 代	鮮新世	砂子又層	下部層 S ₁	凝灰質砂岩	岩盤	
			後 期				
		中 新 世	鷹 架 層	上部層 (T ₃)	泥岩層 T _{3ms}		泥岩 一部に凝灰岩を挟む。
				礫混り砂岩層	T _{2ss}		礫混り砂岩
軽石混り砂岩層				T _{2ps}	砂岩・凝灰岩互層 礫混り砂岩 砂岩・泥岩互層 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2) 軽石混り砂岩(2) 砂質軽石凝灰岩(1) 軽石混り砂岩(1)		
中部層 (T ₂)				軽石凝灰岩層 T _{2pt}	凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 礫岩		
粗粒砂岩層				T _{2cs}	砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩		
下部層 (T ₁)				細粒砂岩層 T _{1fs}	細粒砂岩 一部に粗粒砂岩を挟む。		
泥岩層				T _{1ms}	泥岩 一部に凝灰質砂岩, 砂質軽石凝灰岩を挟む。		

注) ——— は、整合関係を示す。~~~~ は、不整合関係を示す。

主な層相及び岩相の上下順序は、層位関係を示す。

【注】：従来「砂子又層上部層」としていた地層のうち、敷地近傍の第四系下部～中部更新統について、「六ヶ所層」と仮称する。

(再処理施設及びMOX燃料加工施設事業変更許可申請書に加筆)

沖積層の土層で次の3つの条件全てに該当する場合においては、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、(2)の規定によって液状化の判定を行わなければならない。

- 1) 地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- 2) 細粒分含有率 FC が35%以下の土層、又は、 FC が35%を超えても塑性指数 I_p が15以下の土層
- 3) 50%粒径 D_{50} が10mm以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が1mm以下である土層

第 5.3.1-1 図 道路橋示方書 V における液状化の判定を行う必要がある土層
(引用：(社)日本道路協会，道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説，H24.3（一部加筆）)

洪積層は、東北地方太平洋沖地震や兵庫県南部地震を含む既往の地震において液状化したという事例は確認されていない。洪積層は一般に N 値が高く、また、続成作用により液状化に対する抵抗が高いため、一般には液状化の可能性は低い。このため、原則として洪積層は液状化の判定の対象とする必要はない。なお、ここでいう洪積層とは、第四紀のうち古い地質時代（更新世）における堆積物による土層に概ね対応すると考えてよい。

第 5.3.1-2 図 道路橋示方書 V における洪積層に関する記述
(引用：(社)日本道路協会，道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説，H24.3（一部加筆）)

5.3.2 施設周辺の地盤状況

(1) 施設の周囲における液状化対象層の分布状況による判定

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物について、施設周囲における液状化対象層の分布状況を踏まえ液状化評価の要否を判断する。

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の周囲が他の建物・構築物や改良地盤等で囲まれ、当該改良地盤が液状化しない地盤材料であることが確認できた場合には、施設周囲に液状化対象層が分布していないことから当該建物・構築物に対して液状化による影響評価は不要とする。

第1回設工認申請対象施設のうち「再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B」は、第5.3.2-1図に示すようにMMRを介して岩盤に設置しており、その基礎の周囲は「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)」の基礎及び改良地盤で囲まれており、施設周囲に液状化対象層が分布していない。さらに、当該建物・構築物は地下躯体を有しておらず、基礎の埋込部分における側方地盤による影響は小さいと考えられる。以上のことから、当該建物・構築物について、液状化による影響評価は不要とする。

一方、第1回設工認申請対象施設のうち「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)」は、改良地盤に囲まれた杭を介して岩盤に設置しているものの、施設周囲に液状化対象層である埋戻土が分布していることと、改良地盤と杭は一体で挙動することを踏まえると設計への影響が考えられる。以上のことから、当該建物・構築物について、液状化による影響評価を行う。

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物周辺においては、変形抑制、浮上り防止及び施工性向上を目的として地盤改良を実施している。改良地盤種別としては第5.3.2-1表に示す3種類の改良地盤があり、これらの改良地盤により総じて液状化による施設への影響が低減されている。地盤改良の概要を添付5に示す。

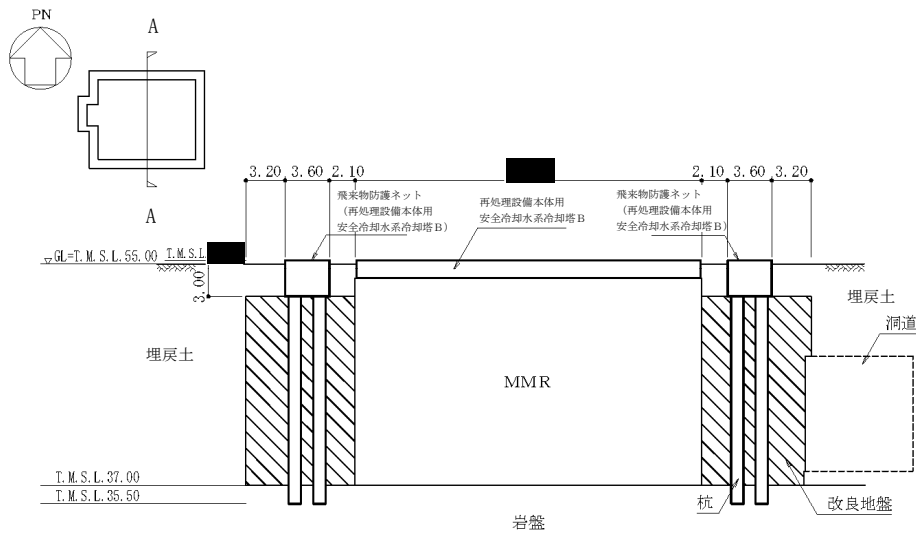
改良地盤Aは、洞道、飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A)の耐震性向上のため、変形抑制を目的として施工されている。改良地盤Bは、洞道、飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)等の耐震性向上のため、変形抑制又は浮上り抑制を目的として施工されている。流動化処理土Aは、各施設の建設時の施工性向上(狭隘個所の埋め戻し等)のための埋戻し材である。最終的な品質確認は添付5に示すように、一軸圧縮強度、せん断波速度 V_s を対象に行っている。なお、解析モデルにはせん断波速度 V_s を換算式($G_0 = \rho \cdot V_s^2$)を用いて初期せん断剛性 G_0 として用いている。

上記3種類の改良地盤が液状化しない地盤材料であることの確認に当たっては、第5.3.2-2図に示す「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成30年、(財)日本港湾協会)に基づき、第5.3.2-3図に示す「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)」(平成9年、(財)沿岸開発技術研究センタ

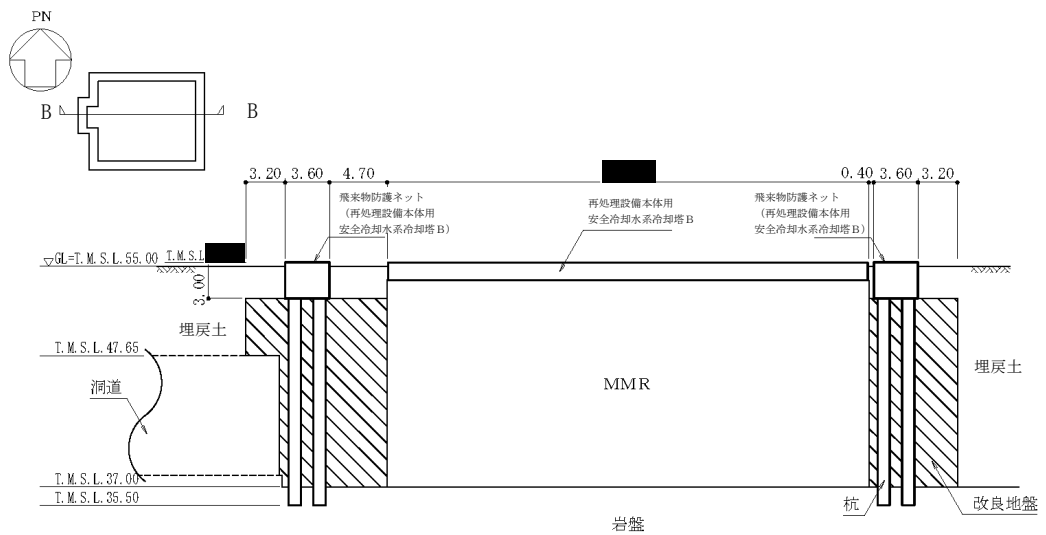
一) の記載「一軸圧縮強度が $0.5\text{kgf/cm}^2 \sim 1.0\text{kgf/cm}^2$ であれば液状化しないと考えてもよい」を参照して、対象の改良地盤を液状化しない地盤材料とすることに問題ないか、一軸圧縮強度の観点から評価する。

第1回設工認申請における液状化影響評価対象施設である「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)」の直下の改良地盤については、添付5に示すとおり、一軸圧縮強度が上記基準以上の値が得られていることから、液状化しない地盤材料であると判断する。

その他の各施設周囲の改良地盤が液状化しない地盤材料であることの確認結果は、各施設の申請回次において示す。



(a) A-A 断面図 (NS 方向)

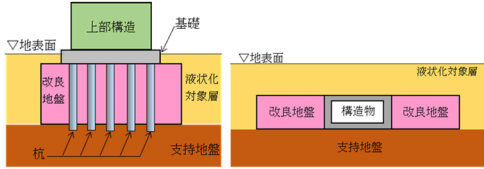
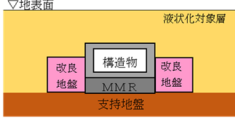
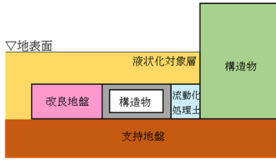


(b) B-B 断面図 (EW 方向)

(単位 : m)

第5.3.2-1図 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B 及び
飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B) の断面図

第 5.3.2-1 表 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物周辺地盤の改良地盤種別及び概要

目的	変形抑制	浮上り防止	施工性向上
改良地盤種別	<ul style="list-style-type: none"> 改良地盤A ($\bar{V}_s = 620 \text{ m/s}$) 改良地盤B ($V_s \geq 800 \text{ m/s}$) 	<ul style="list-style-type: none"> 改良地盤B ($V_s \geq 800 \text{ m/s}$) 	<ul style="list-style-type: none"> 流動化処理土A ($\bar{V}_s = 480 \text{ m/s}$)
構造形式(模式図)			

第7章 地盤の液状化

【告示】(地盤の液状化)

第十七条 地盤の液状化については、地盤条件をもとに、地震動による作用を考慮して、適切な手法により評価するものとする。

(解釈)

7.自然状況等の設定

(6)地震に関する事項(基準省令第6条、基準告示第16、17条関係の解釈)

⑧地盤の液状化

イ)レベル1地震動に対する液状化の影響

レベル1地震動に対する地盤の液状化の検討においては、液状化が生じると予測・判定された場合には、液状化による構築物に及ぼす影響を勘案するとともに対象施設の周辺状況等を考慮し、地盤の液状化対策を行うことを原則とする。

ロ)レベル2地震動に対する液状化の影響

レベル2地震動に対する地盤の液状化の検討においては、対象施設の周辺の施設の状況等を考慮した総合的な検討に基づき、液状化対策の手法及び実施の必要性について判断する。

1 一般

本章に関わる事項については、埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)¹⁾を参考にすることができる。

以下に示す手法は基本的にレベル1地震動に対する地盤の液状化の検討についてのものである。レベル1地震動に対し、以下に示す手法を適用して液状化が生じると予測・判定された場合には、構築物に及ぼす影響を勘案し、液状化対策を行うことが原則である。既存施設の改良など施工上の厳しい制約の下では、液状化対策を行わないことも選択肢としてあり得るが、その場合には、一般的に利用されている土圧式や地盤反力係数の算定式、支持力公式などが利用できなくなることに十分留意するとともに、液状化の影響を加味した性能照査の方法について検討を要する。

レベル2地震動に対する地盤の液状化の検討においては、以下の2(3)②に示す等価線形解析では、ひずみレベルが大きい場合に地盤の構成によって危険側の評価になりうる場合があるため慎重な検討が必要である。また、対象施設の周辺の施設の状況等を考慮した総合的な検討に基づき、液状化対策の手法及び実施の必要性について判断する。なお、検討にあたっては、【作】第6章地震及び施設編の各施設の性能照査を参照されたい。

第 5.3.2-2 図 港湾施設技術基準における地盤の液状化に関する記述
(引用：(財)日本港湾協会，港湾の施設の技術上の基準・同解説，平成 30 年(一部加筆))

(6) 配合設計

a) 液状化しない材料への処理

液状化しない材料に処理するために必要なセメント添加率は、土の種類により異なり、配合試験を実施して決定されるが、既往の試験結果では、実務上、セメント添加率を5%程度にすれば液状化しない材料に処理しうる⁵⁾。また、一軸圧縮強度が 0.5kgf/cm^2 ～ 1.0kgf/cm^2 であれば液状化しないと考えてもよい⁶⁾。このことは、セメントを数%加え繰返し三軸試験を行った場合、きれいな砂で見られるような供試体が液体状になる状況は観察されないこと、繰返し回数の増加につれて軸ひずみが伸張側へ累積するとともに、最終的には伸張による破壊が生じること、また、試験後の供試体の観察によると、ネッキングによる破壊が生じた部分以外では、供試体は固結したままの状態にあることなどからも明らかである。図-5.5.7は、一例として小樽港砂（平均粒径 0.26mm 、均等

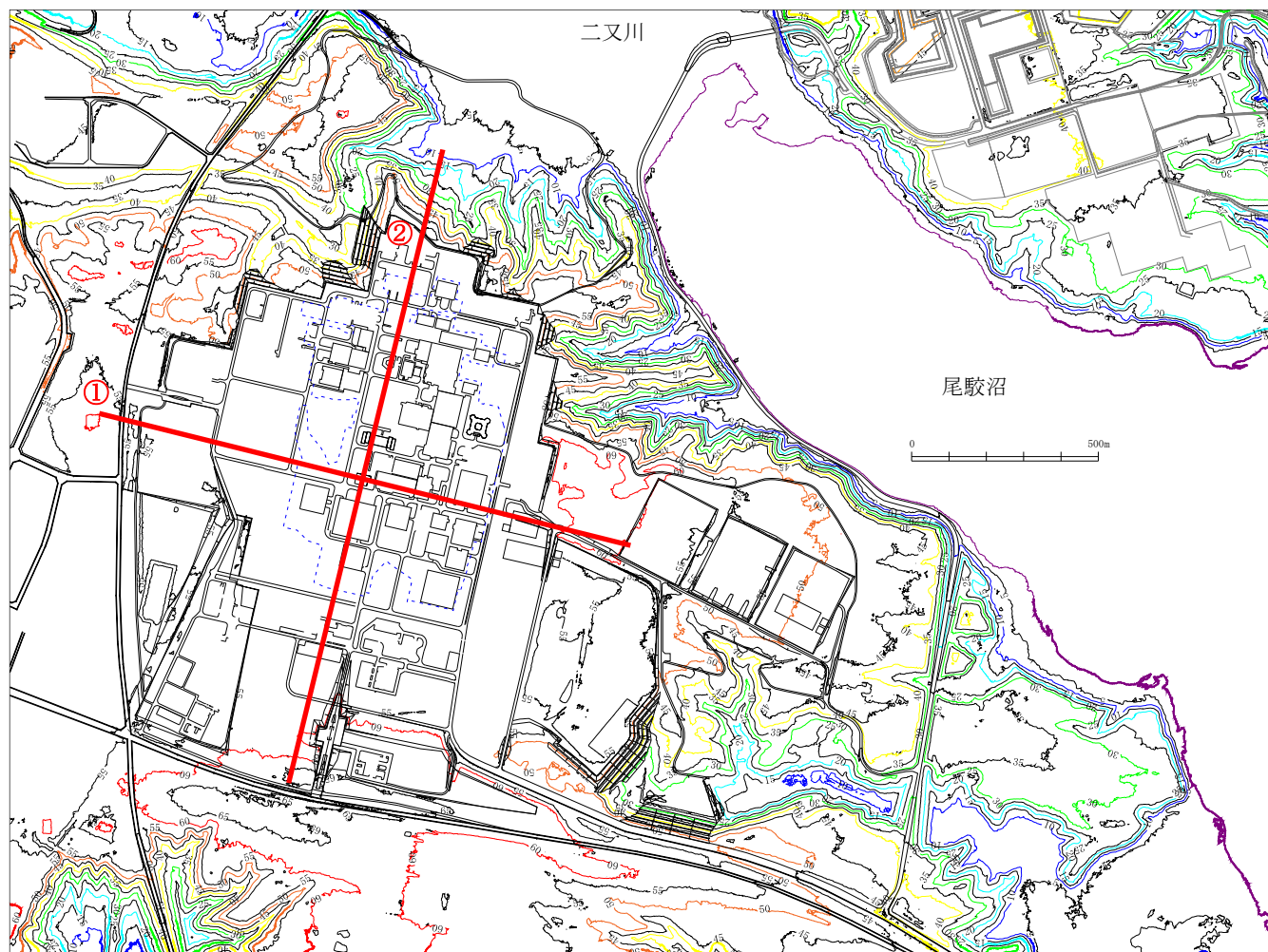
第 5.3.2-3 図 液状化対策ハンドブックにおける地盤の液状化に関する記述
（引用：（財）沿岸開発技術研究センター，
埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版），平成9年（一部加筆））

(2) 側方流動に係る検討要否の判断

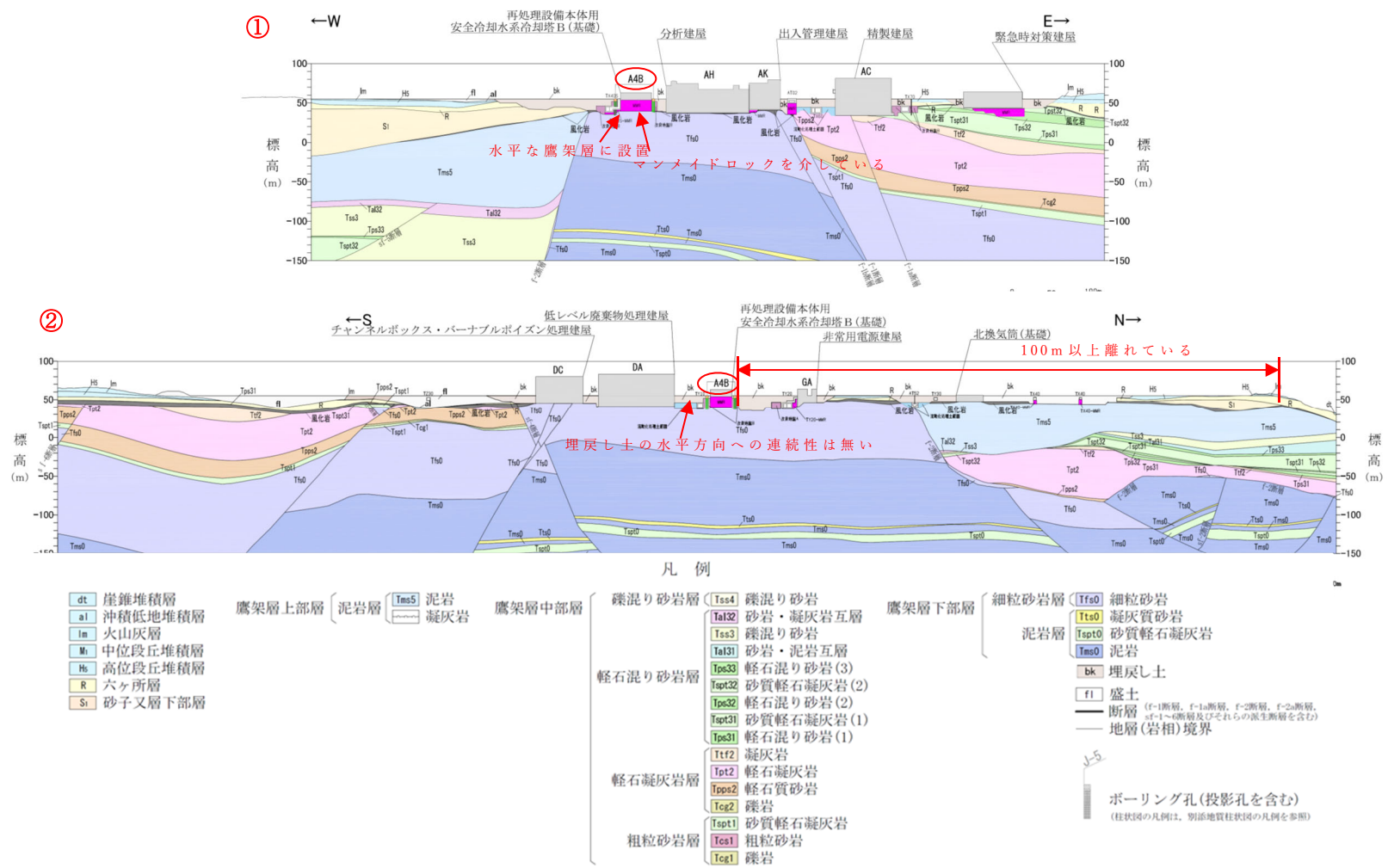
地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の周囲に液状化対象層が分布している場合には、「5.2 液状化による影響因子の抽出」に示す判断基準に基づき、支持地盤の傾斜と法肩からの離隔距離により側方流動の検討要否を確認する。

第1回設工認申請対象施設のうち施設周囲に液状化対象層が分布している「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)」が設置される基礎地盤は、第5.3.2-4図及び第5.3.2-5図に示すとおり、鷹架層を台形上に掘削して水平に埋戻し土、流動化処理土で埋め戻されていること、高低差がある台地の法肩から100m以上離れていること、埋戻し土の高低差までの水平方向の連続性が確認されないことから、液状化に伴う側方流動による施設に与える影響はないことが確認できる。

その他の各施設の側方流動の検討要否については、各施設の申請回次において示す。



第 5.3.2-4 図 敷地周辺の地形図



第 5.3.2-5 図 液状化影響評価対象施設の断面図

5.3.3 地質・地形的検討結果

地質・地形的検討の結果を第 5.3.3-1 表に示す、

地質・地形的検討結果を踏まえ、施設の周囲に液状化対象層の分布する「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)」について液状化評価対象施設として選定し、液状化による各影響因子に対する施設評価を行う。なお、「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)」について「5.2.2(2) 側方流動に係る検討要否の判断」にて側方流動の検討要否を判断した結果、側方流動の検討が必要な施設はないことを確認した。

第 5.3.3-1 表 地質・地形的検討結果^{※1}

分類	名称	地質・地形的検討	
		液状化対象層の分布	側方流動の検討要否
建物	出入管理建屋	有	否
	使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）	有	否
	主排気筒管理建屋	無	
屋外機械基礎	再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A	無	
	再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B	無	
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A	無	
竜巻防護対策設備	飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A）	有	否
	飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）	有	否
	飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）	無	
	飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A）	有	否
	飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B）	有	否
	飛来物防護ネット（第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A）	有	否
	飛来物防護ネット（第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B）	有	否
屋外重要土木構造物	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	無	
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	無	
	高レベル廃液ガラス固化建屋/第 1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	有	否
	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	無	
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道	有 ^{※2}	否
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道	無	
	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道	有 ^{※2}	否
排気筒及び換気筒	主排気筒	無	
	北換気筒	無	

※1 グレーハッチで示す後次回申請対象施設の詳細については、各施設の申請回次にて詳細を示す。

※2 部分的に洞道の周囲に改良地盤がない区域あり

5.4 液状化による各影響因子に対する施設評価

5.4.1 液状化影響評価対象施設

液状化による各影響因子に対する施設評価に当たっては、「5.3 地質・地形的検討」において選定した液状化影響評価対象施設に対して、液状化を考慮した場合の耐震設計への影響の有無について、構造的特徴及び施設評価の観点に基づき判断したうえで、耐震設計への影響が想定される施設について、影響が想定される因子に対する液状化影響評価を行い、設計への反映要否または対策の要否を確認することとする。

「5.2 液状化による影響因子の抽出」における影響因子のうち、「①地盤の剛性低下」、「②沈下」、「③転倒」、「④滑動」及び「⑤側方流動」に対しては、有効応力解析による影響評価を行ったうえで設計への反映要否または対策の要否について判断する。また、「⑥浮上り」に対しては、液状化による浮力を考慮した検討により、対策の要否を判断する。

5.4.2 各施設の液状化影響評価

(1) 第1回申請における施設

第1回設工認申請対象施設のうち液状化影響評価対象施設として選定した「飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)」の液状化による影響評価方針を示す。

a. 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)

対象となる飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)の構造は、竜巻防護機能を持った防護ネット及び防護板を支持する鉄骨造の支持架構を上部構造とし、それらを鉄筋コンクリート造の基礎梁及び場所打ちコンクリート杭にて支持する構造である。杭周辺の表層地盤は基礎下レベルから支持地盤レベルまでの範囲を地盤改良し、杭は支持岩盤である鷹架層に支持する。

耐震設計方針は、上位クラス施設を取り囲む配置となるため、 S_s 地震時に冷却塔へ波及的影響を及ぼさない設計とする。また、施設を含む改良地盤周辺は液状化対象層である埋戻し土に囲まれていることから、液状化の影響を考慮しない解析及び液状化による有効応力を考慮できる解析による設計を行う。液状化による有効応力を考慮できる解析に用いる物性値については、液状化強度試験等の結果を踏まえて設定する。

具体的な飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)の側方地盤状況に係る整理結果、各影響因子に対する考え方、有効応力解析による液状化影響評価方針(解析用物性値設定の考え方含む)、評価結果等については、評価断面の選定の考え方と併せ、飛来物防護ネットの申請回次において示す。

上位クラス施設への波及的影響の観点から評価を実施する施設における液状化による評価結果を別紙3に示す。なお、本資料においては、第1回申請対象施設である飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)における液状化による評価結果を別紙3-1に示し、施設全体の耐震性評価結果を補足説明資料「耐震建物23 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設(竜巻防護対策設備)の耐震評価についての補足説明資料」の「別紙1-1 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)の耐震性評価について」にて示す。

① 地盤の剛性低下

改良地盤の側方に分布する液状化対象層の剛性低下を考慮した場合に液状化影響評価が部材設計に対し影響を与えるため、液状化影響評価による支持架構への応答増幅、基礎梁・杭に発生する応力を耐震設計へ反映する。

具体的には、液状化による有効応力を考慮できる解析を用いて、周辺地盤の剛性低下を考慮した評価を行う。

② 施設の沈下

飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)は杭基礎を介して改良地盤及び支持地盤(鷹架層)により支持され、杭基礎による地盤の支持性能の評価に影響を与えるため、液状化影響評価による応力を杭の耐震設計へ反映する。具体的には、有効応力を考慮できる解析により沈下の可能性を確認する。

沈下の可能性の確認に当たっては、有効応力を考慮できる解析により算定された各施設の杭の軸力に対して支持地盤の許容値を下回っているか否かを確認する。

③ 施設の転倒

飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)は杭基礎を介して改良地盤及び支持地盤(鷹架層)により支持されるため、それら地盤の健全性を確認し、施設の支持性能に影響を与えないことを確認する。具体的には、有効応力を考慮できる解析により転倒の可能性を確認する。

転倒については、有効応力を考慮できる解析により算定された改良地盤と岩盤の境界面の応力に引張力が生じるか否かを確認し、引張力が生じている場合には、有効応力を考慮できる解析により算定された転倒モーメントに対して安定モーメントを下回っているか否かを確認する。

④ 施設の滑動

飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)は杭基礎を介して改良地盤及び支持地盤(鷹架層)により支持されるため、それら地盤の健全性を確認し、施設の支持性能に影響を与えないことを確認する。具体的には、有効応力を考慮できる解析により滑動の可能性を確認する。

有効応力解析から求まる「支持地盤と改良地盤の接合面でのせん断力」が、杭のせん断抵抗力と接合面でのせん断抵抗力(JEAG4601-1987による)の両抵抗力の合計を下回っていることをもって、滑動により基礎の支持性能が喪失しないことを確認する。接合面でのせん断力を評価指標とする。

⑤ 液状化対象層の傾斜による側方流動

飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)は、「5.3(2) 側方流動に係る検討要否の判断」に示す通り、鷹架層を台形上に掘削して水平に埋戻し土、流動化処理土で埋め戻されていること、高低差がある台地の法肩から100m以上離れていること、埋戻し土の高低差までの水平方向の連続性が確認されないことから、液状化に伴う側方流動による施設に与える影響はない。

⑥ 構造物の浮上り

飛来物防護ネットの杭基礎と支持する改良地盤は杭の周面摩擦により引抜き作用時に抵抗できるため飛来物防護ネットと改良地盤は一体であると考えられる。液状化地盤は改良地盤の底部より下に存在しないため、液状化対象層による浮力は作用しないことから、液状化に伴う浮上りにより施設に与える影響はない。

(2) 後次回申請における施設

後次回申請における建物・構築物については、鉄筋コンクリート造の地中構造物または鉄筋コンクリート造の基礎が地中に埋め込まれた構造物であり、岩盤に直接又はMMRを介して支持されているが、建物・構築物の側方において液状化対象層が分布していることから、液状化により施設設計への影響が考えられる場合には、液状化評価対象施設として、想定される影響因子に対して液状化影響評価を実施し、設計への反映要否または対策の要否を確認するものとする。

具体的な建物・構築物の側方地盤状況に係る整理結果、施設設計への影響に対する考え方、各影響因子に対する考え方、有効応力解析による液状化影響評価方針（解析用物性値設定の考え方含む）、評価結果等については、申請回次において示す。

① 地盤の剛性低下

建物・構築物の周辺地盤状況（液状化対象層の分布状況）を踏まえ、地盤の剛性低下による影響がないことを確認する。側方地盤条件より地盤の剛性低下による影響が想定される場合には、地盤の剛性低下を考慮した有効応力解析を行い、設計への反映要否を確認する。

② 施設の沈下

建物・構築物の設置条件を踏まえ、沈下の可能性を確認する。設置条件より沈下の可能性が想定される場合には、沈下を考慮した液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認する。

③ 施設の転倒

建物・構築物の設置条件を踏まえ、転倒の可能性を確認する。設置条件より転倒の可能性が想定される場合には、転倒を考慮した液状化影響評価を行い、対策の要否を確認する。

④ 施設の滑動

建物・構築物の設置条件を踏まえ、滑動による影響を確認する。設置条件より滑動の問題が生じると想定される場合には、滑動を考慮した液状化影響評価を行い、対策の要否を確認する。

⑤ 液状化対象層の傾斜による側方流動

「5.3 地質・地形的検討」の結果、側方流動による影響が想定される場合には、側方流動の影響を考慮した液状化影響評価を行い、対策の要否を確認する。

⑥ 構造物の浮上り

建物・構築物の周辺地盤状況（液状化対象層との位置関係）を踏まえ、浮上りの可能性の有無を確認する。浮上りの可能性が想定される場合には、液状化に伴う泥水圧による浮力を考慮した浮上り検討を行い、対策の可否を確認する。

6. まとめ

本資料では、建物・構築物の耐震設計に用いる設計用地下水位の設定方針について示した。地下水排水設備に囲まれた建物・構築物については、地下水排水設備による地下水位の低下を考慮し、設計用地下水位を基礎スラブ上端に設定する。地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については、設計用地下水位を地表面に設定する。

上記の設計用地下水位の設定方針を踏まえ、耐震設計上、地下水排水設備の機能に期待し、地震時及び地震後において設計用地下水位を維持することを前提としている建物・構築物に設置されている地下水排水設備については、基準地震動 S_s 又は基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力に対して要求される機能を維持する設計とする。

また、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については、周辺地盤の液状化による影響評価の可否に係る検討を行う

添付－ 1

地下水位の経時変化データ

目 次

1. 各観測孔における地下水位の経時変化データ …………… 添付 1-1

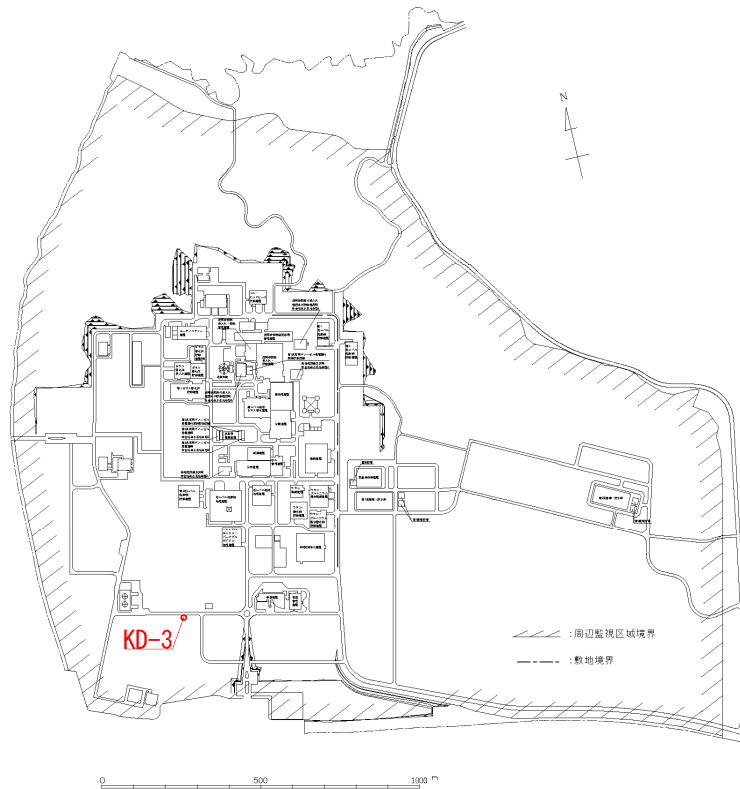
1. 各観測孔における地下水位の経時変化データ

各観測孔において得られている地下水位の経時変化として、過去1.5年間程度のデータを第1.-1図、過去7年間程度のデータを第1.-2図、地下水排水設備の排水量とその近傍の観測孔における地下水位及び日降水量との比較を第1.-3図に示す。

各孔における地下水位は、工事の影響を受けるものを除き、概ね一定に推移しており、降水によらず安定的である。また、過去7年間程度の長期における経時変化についても、観測記録は工事に伴う欠測により現在継続している孔は少ないものの、過去1.5年間と同様に地下水位は一定に推移している。

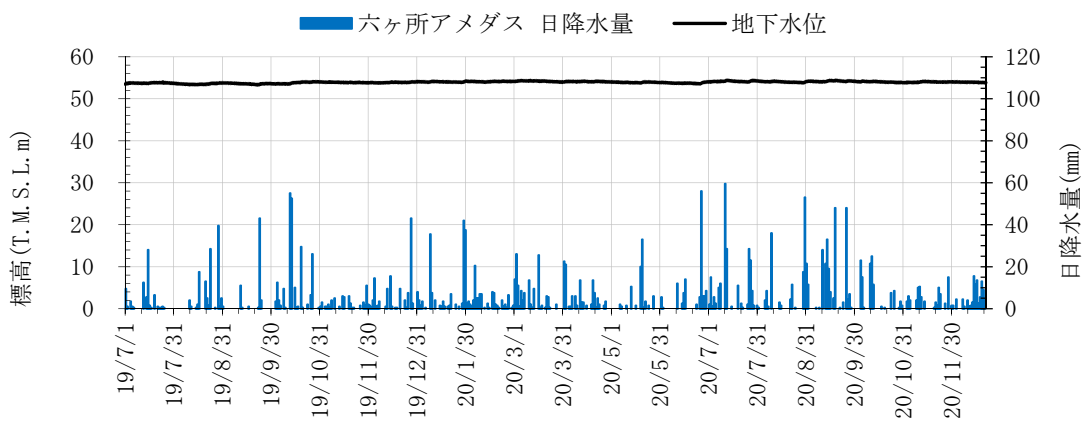
なお、大きな地下水位変動が観測されているARW-2孔(第1.-1図(15))は、砂子又層砂岩が分布する敷地西側に位置しており、定常的な地下水位は低い傾向にある。第1.-4図に示すとおり、ARW-2孔上部には六ヶ所層砂・シルト互層の不透水層があり、急激な降雨時に不透水層の地下水が流入し、一時的に地下水位が不透水層(T.M.S.L+50m)付近まで上昇する。その後、地下水位は徐々に砂子又層内で低下して安定した地下水位に戻るため、大きな地下水位変動となっている。

近傍の地下水排水設備の月累計排水量については、降水や春の雪解けなど排水が多くなると考えられる時期と整合して増大している。しかし、地下水排水設備に囲まれた建物・構築物の近傍にある地下水位と排水量の関係については、降水や雪解けによる排水量の増加に係わらず、地下水位は変動なく安定していることから、排水機能は十分に満足しているものと考えられる。

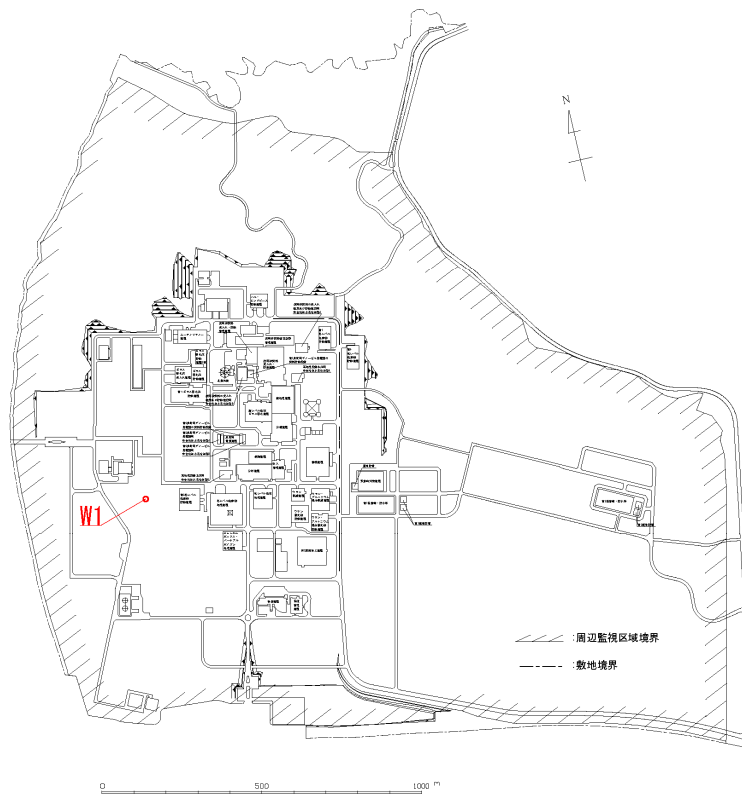


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L. +55.2m 地下水位は T.M.S.L. 54.0m 程度(±1m
 最高水位： T.M.S.L. +54.4m 程度)に推移しており，概ね降水によ
 (2020年7月12日) らず安定的である。
 (2020年9月18日)
 平均水位： T.M.S.L. +54.0m



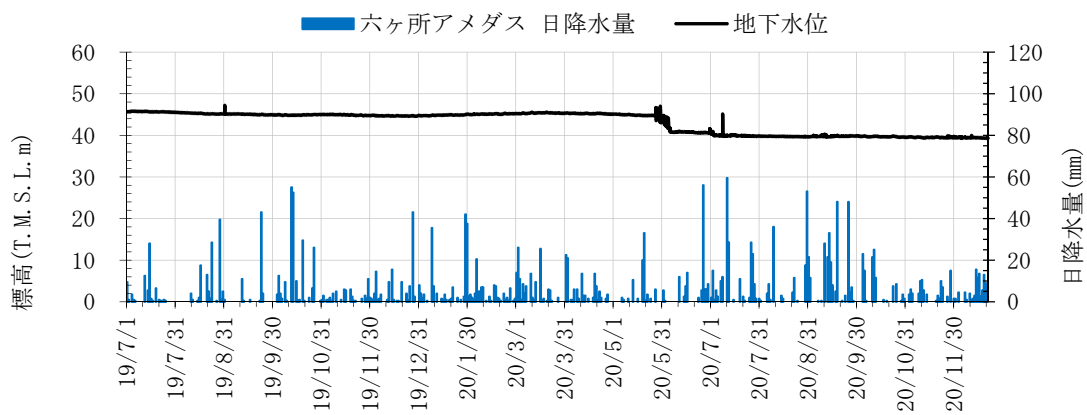
第 1. -1 図(1) KD-3 孔における地下水位観測記録と降水量データ



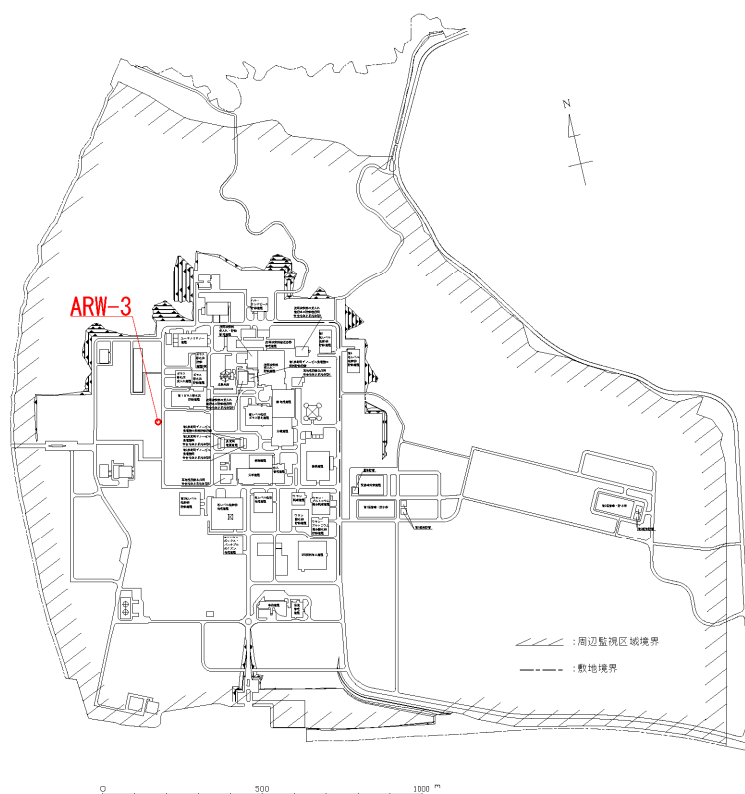
観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L. +55.1m
 最高水位： T.M.S.L. +47.2m
 (2019年8月31日)
 平均水位： T.M.S.L. +43.1m

地下水位は T.M.S.L. 45m 程度から、
 近傍の掘削工事の影響により
 T.M.S.L. 40m 程度へ変動している
 が、概ね降水によらず安定的である。

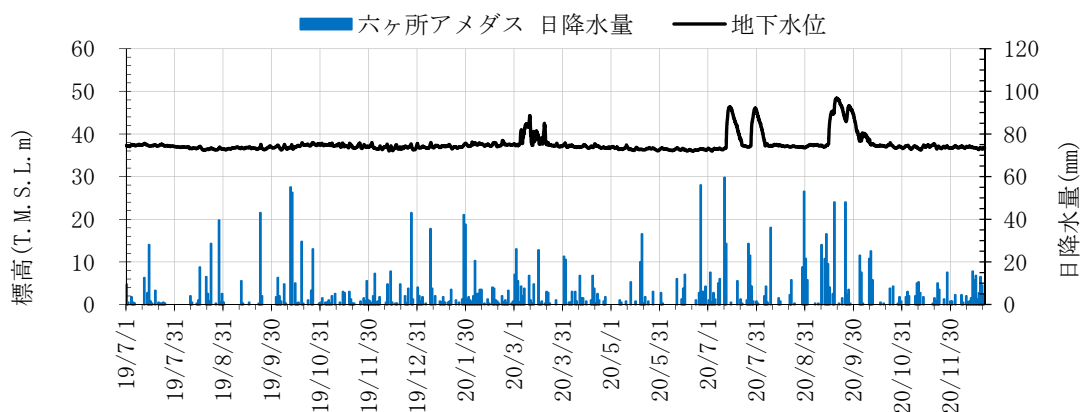


第 1.-1 図(2) W1 孔における地下水位観測記録と降水量データ

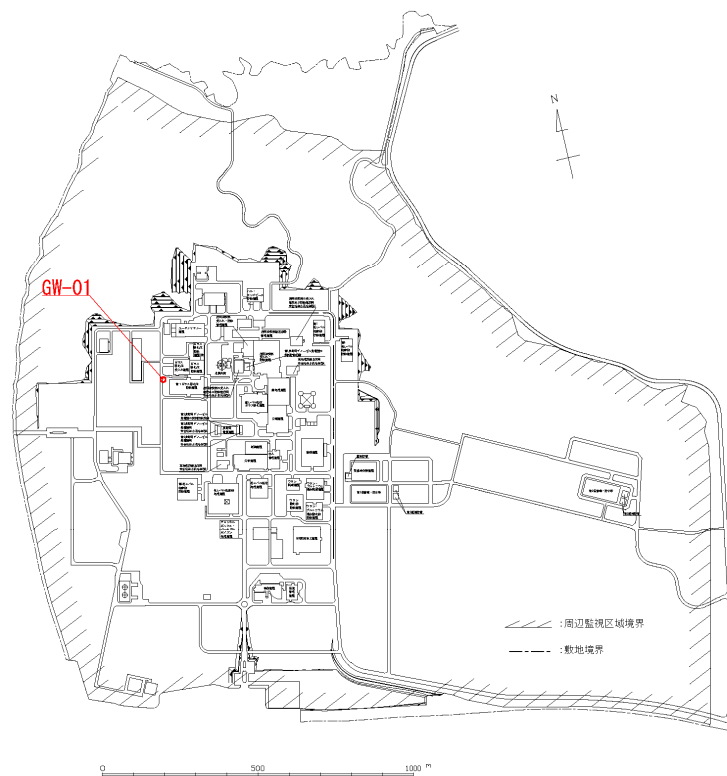


観測孔位置図

観測期間：	2019年7月～2020年12月	(考察)
孔口標高：	T.M.S.L.+55.2m	地下水位は、一部降水により10m程度の上昇はあるものの
最高水位：	T.M.S.L.+48.4m	T.M.S.L.38m程度に推移しており、概ね安定的である。
	(2020年9月20日)	
平均水位：	T.M.S.L.+37.6m	

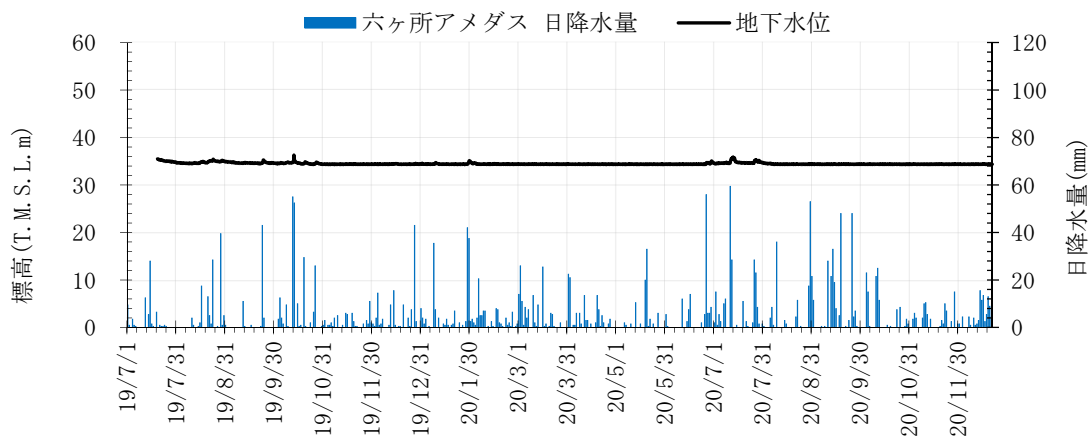


第 1.-1 図(3) ARW-3 孔における地下水位観測記録と降水量データ

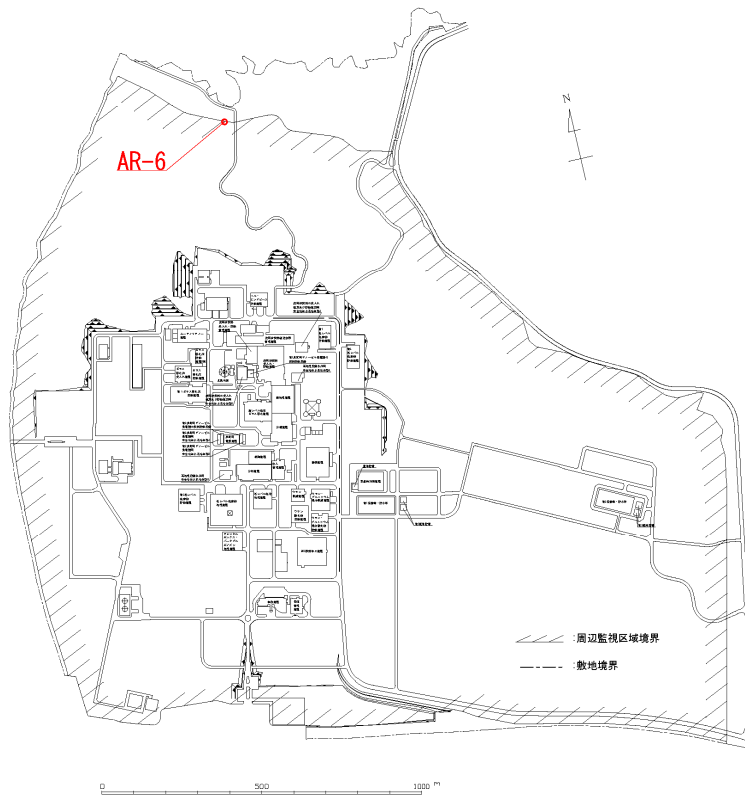


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L.+54.9m 地下水位は T.M.S.L.35m程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+36.3m (2019年10月13日)
 平均水位： T.M.S.L.+34.5m

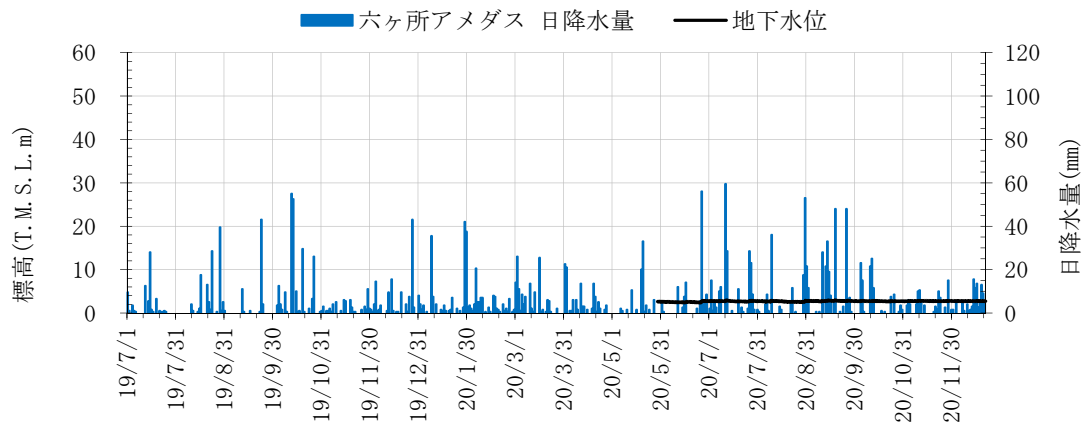


第 1.-1 図(4) GW-01 孔における地下水位観測記録と降水量データ

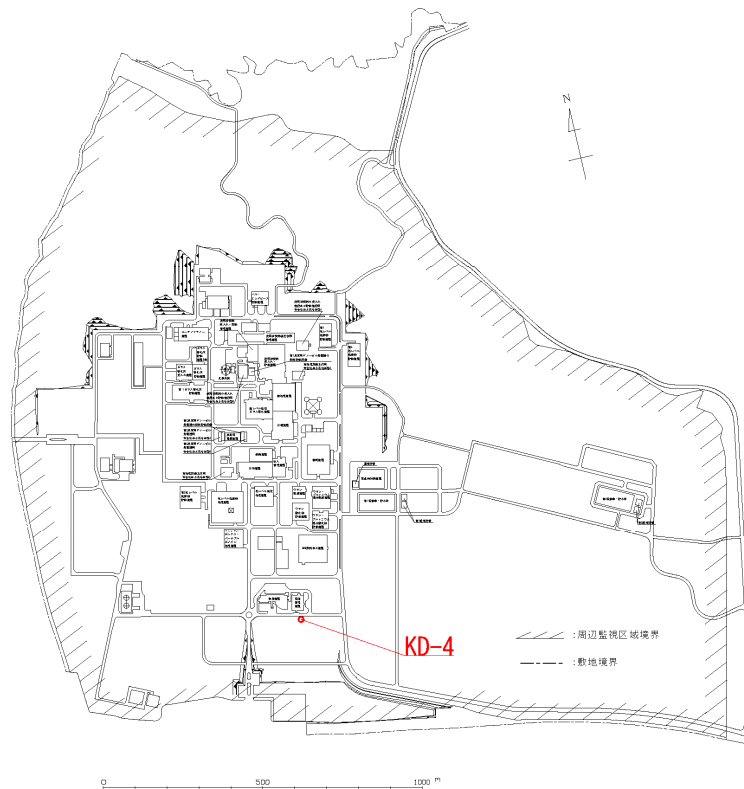


観測孔位置図

観測期間： 2020年5月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+3.7m 地下水位は T.M.S.L.3m程度（±1m程度）に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+3.0m（2020年9月18日）
 平均水位： T.M.S.L.+2.7m

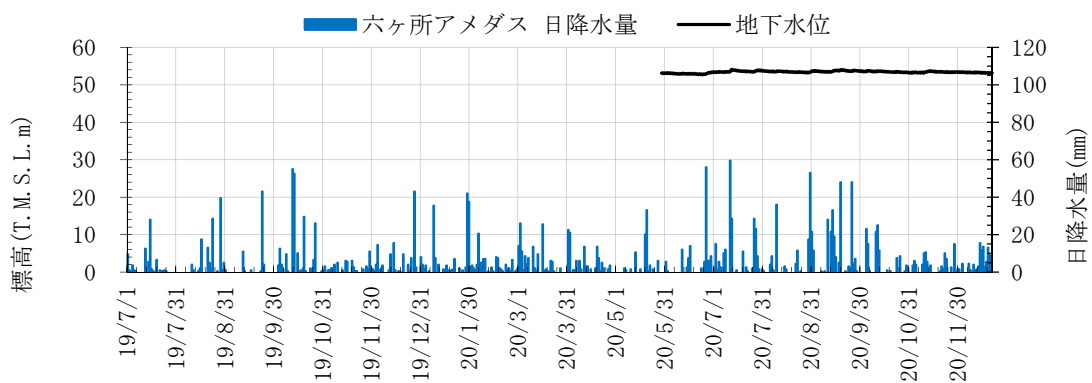


第 1. -1 図(5) AR-6 孔における地下水位観測記録と降水量データ

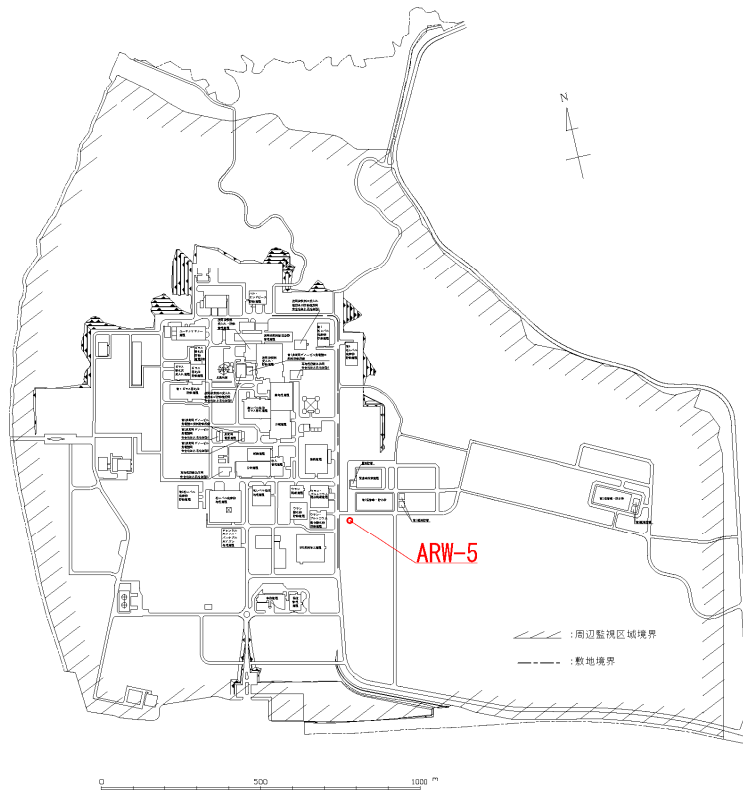


観測孔位置図

観測期間： 2020年5月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L. +54.9m 地下水位は T.M.S.L. 53m程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L. +54.1m (2020年7月12日)
 平均水位： T.M.S.L. +53.4m

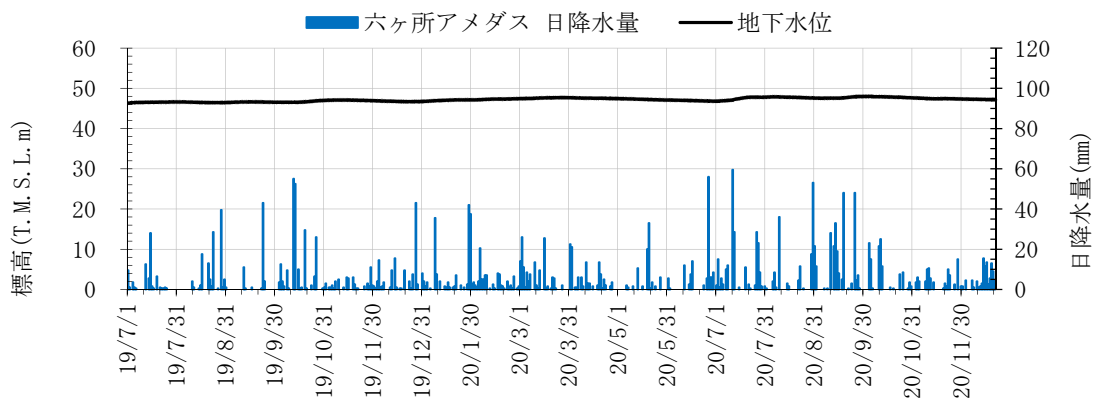


第 1. -1 図 (6) KD-4 孔における地下水位観測記録と降水量データ

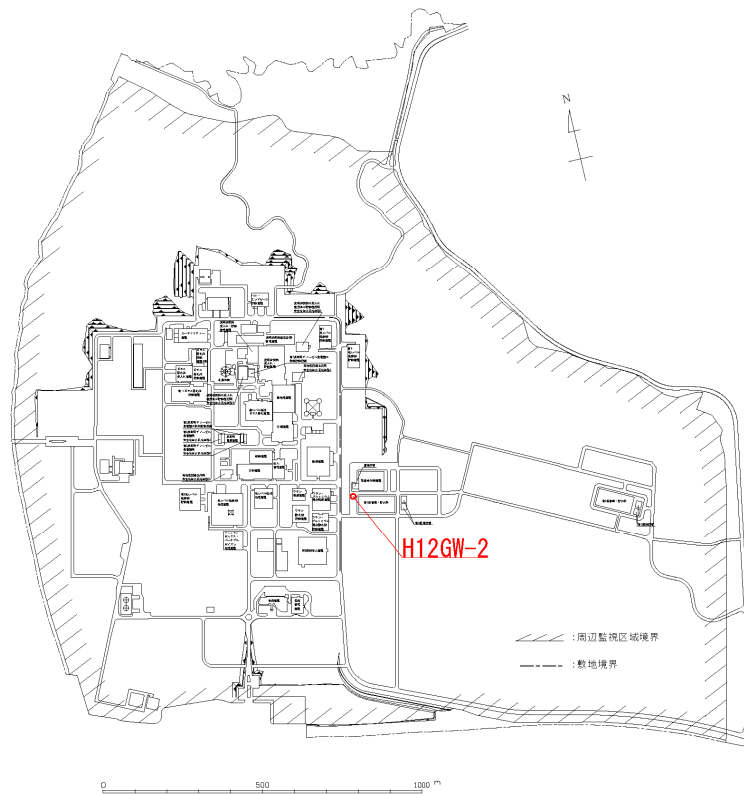


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L. 55.1m 地下水位は T.M.S.L. 47m程度（±1m程度）に推移しており，概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L. 48.0m（2020年10月5日）
 平均水位： T.M.S.L. 47.2m

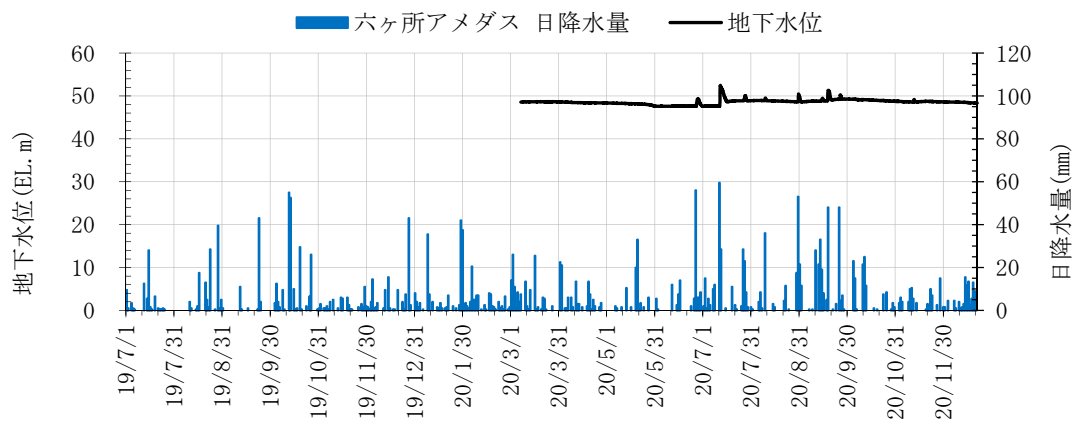


第 1.-1 図(7) ARW-5 孔における地下水位観測記録と降水量データ

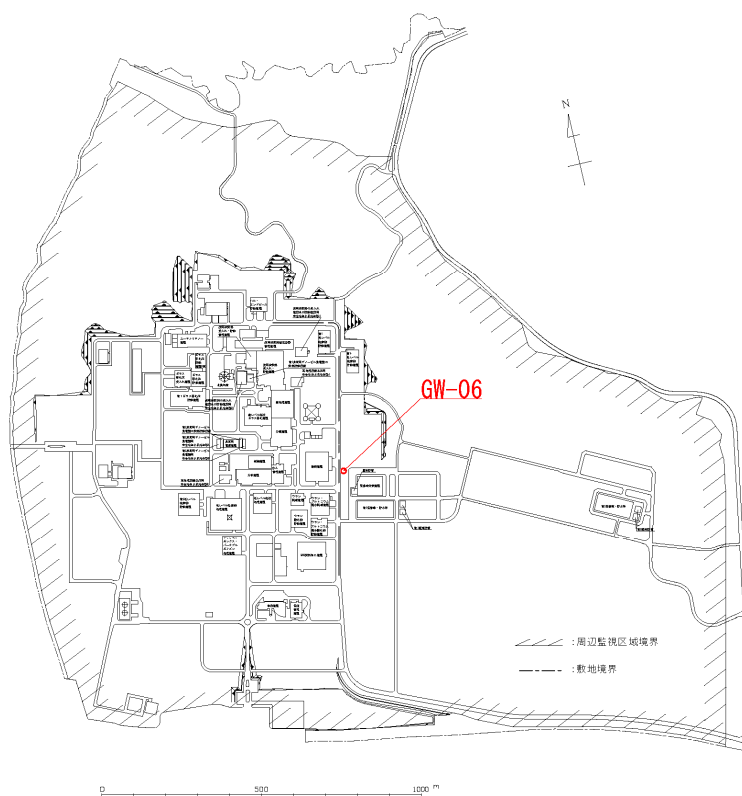


観測孔位置図

観測期間： 2020年3月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+55.0m 地下水位は T.M.S.L. 49m 程度（±3m 程度）に推移しており、多少降水により影響があるものの安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+52.5m（2020年7月12日）
 平均水位： T.M.S.L.+48.6m

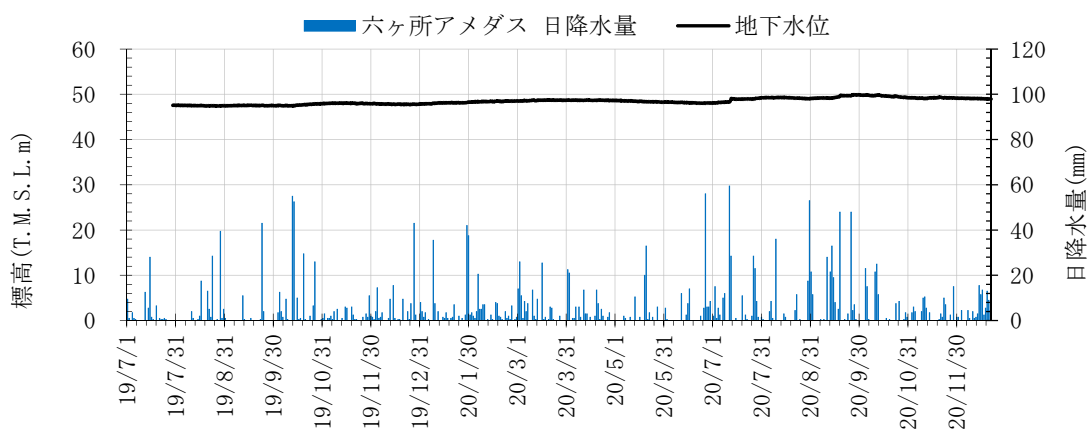


第 1.-1 図(8) H12GW-2 孔における地下水水位観測記録と降水量データ

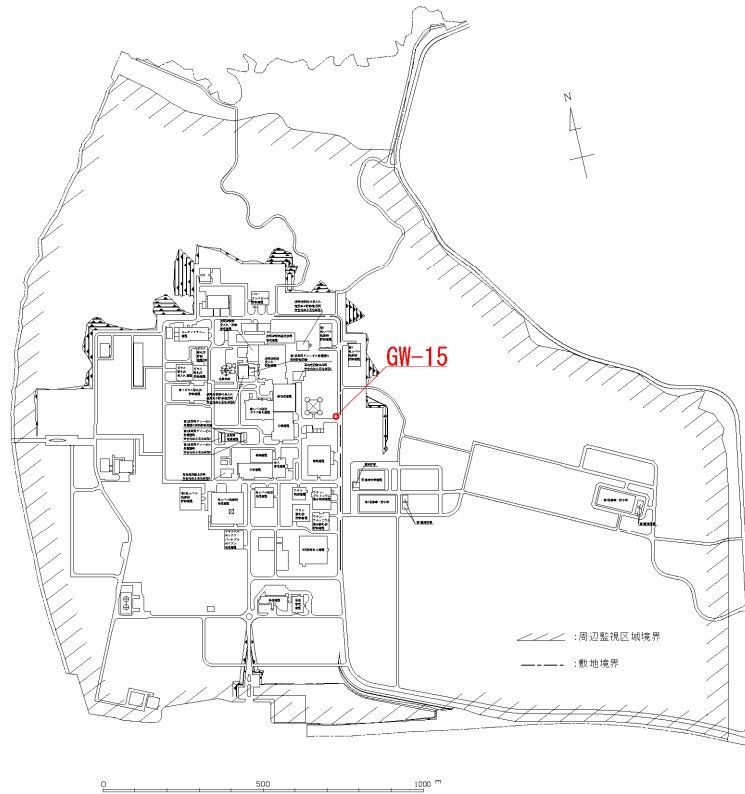


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L.+55.0m 地下水位は T.M.S.L.49m程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+49.9m (2020年9月27日)
 平均水位： T.M.S.L.+48.5m

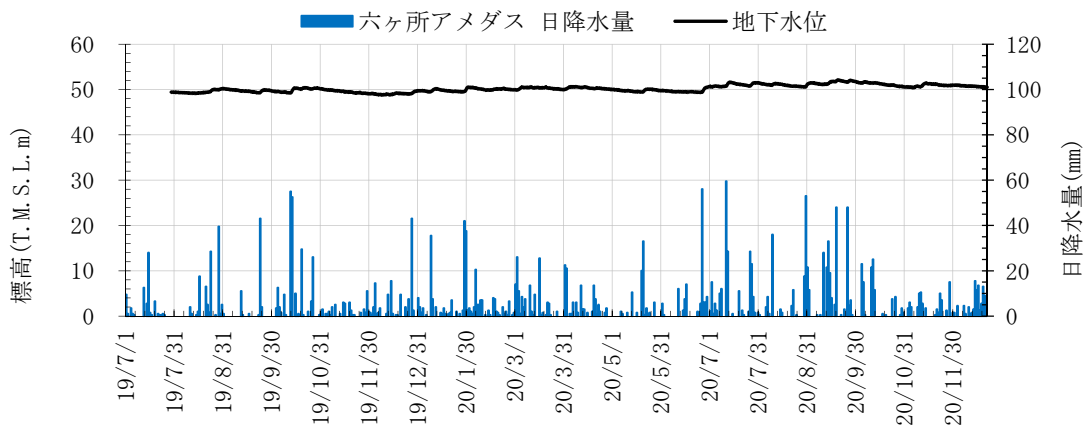


第 1.-1 図(9) GW-06 孔における地下水位観測記録と降水量データ

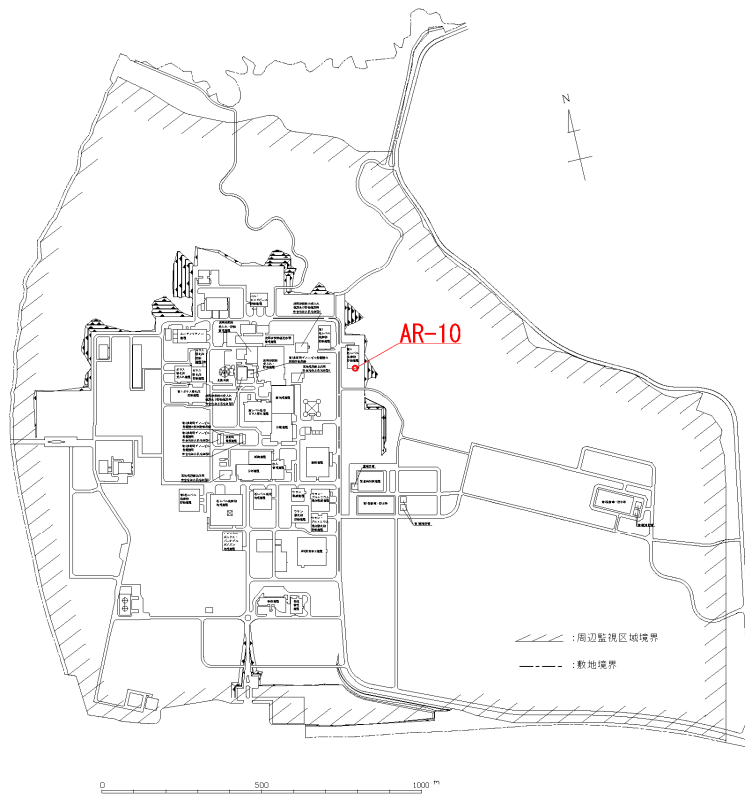


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L. +55.1m 地下水位は T.M.S.L. 50m程度 (±2m程度) に推移しており、降水の影響を多少受けるものの安定的である。
 最高水位： T.M.S.L. +52.1m (2020年9月19日)
 平均水位： T.M.S.L. +50.3m

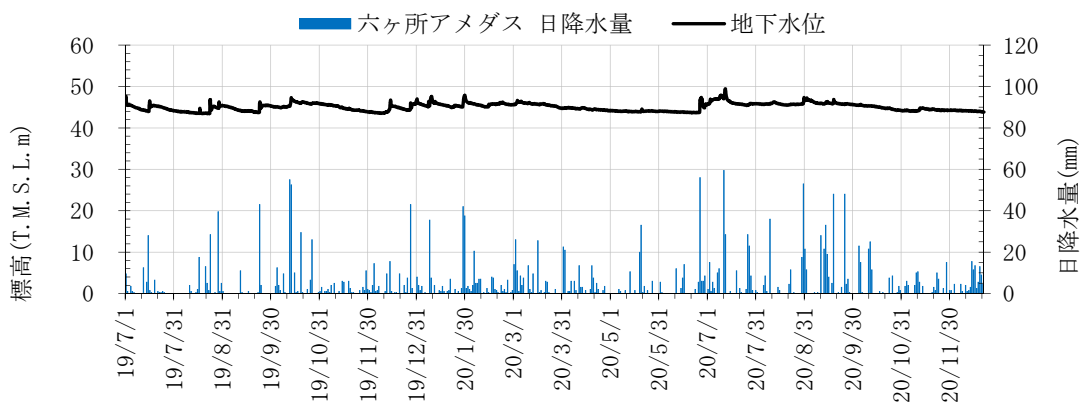


第 1. -1 図(10) GW-15 孔における地下水水位観測記録と降水量データ

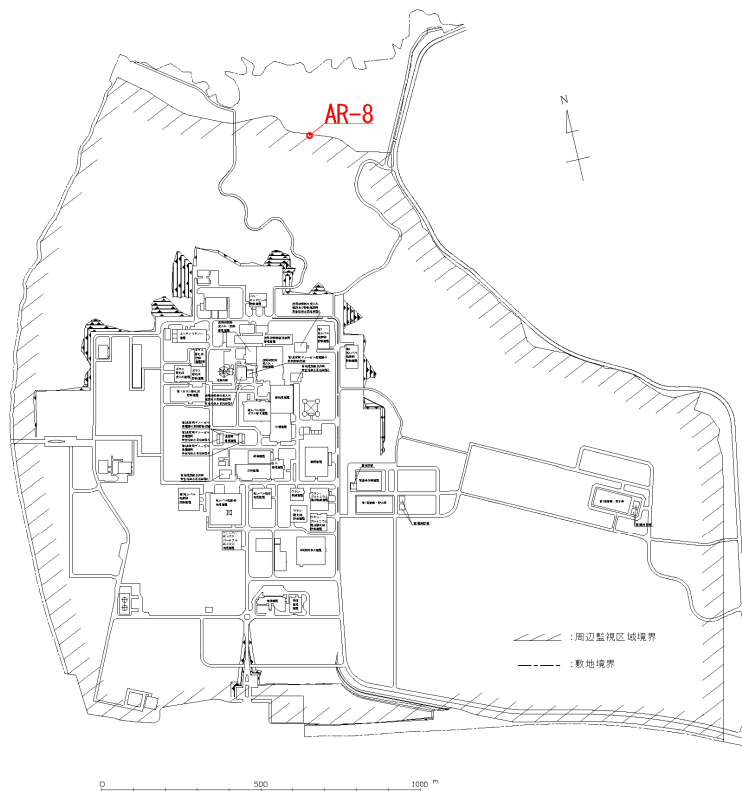


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L. +54.9m 地下水位は T.M.S.L. 45m程度(±5m程度)に推移しており、多少降水による影響がみられるものの安定的である。
 最高水位： T.M.S.L. +49.5m (2020年7月12日)
 平均水位： T.M.S.L. +45.0m

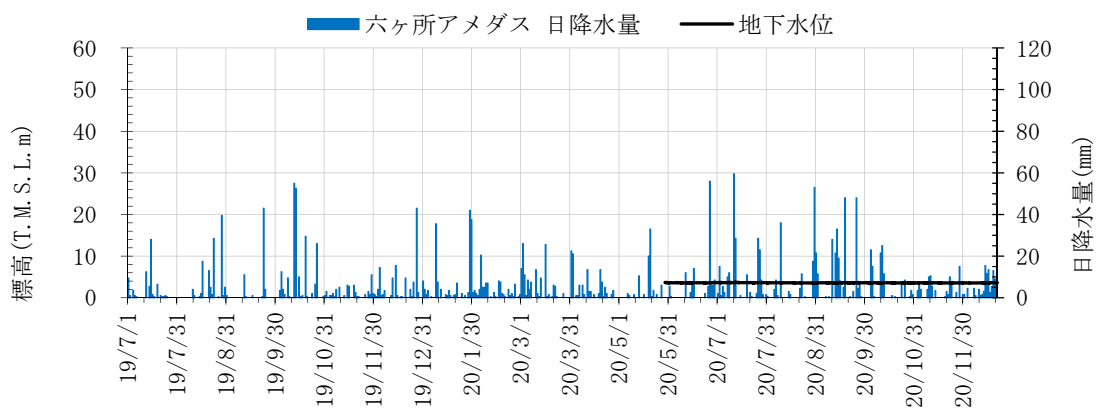


第 1.-1 図(11) AR-10 孔における地下水位観測記録と降水量データ

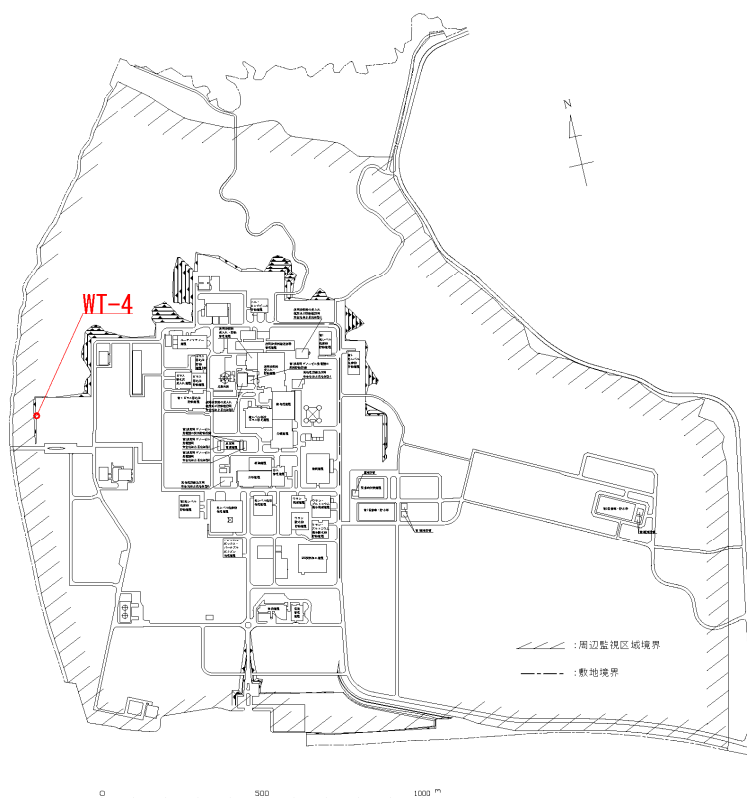


観測孔位置図

観測期間： 2020年5月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+3.0m 地下水位は T.M.S.L.4m程度（±1m程度）に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+3.7m（2020年7月12日）
 平均水位： T.M.S.L.+3.6m

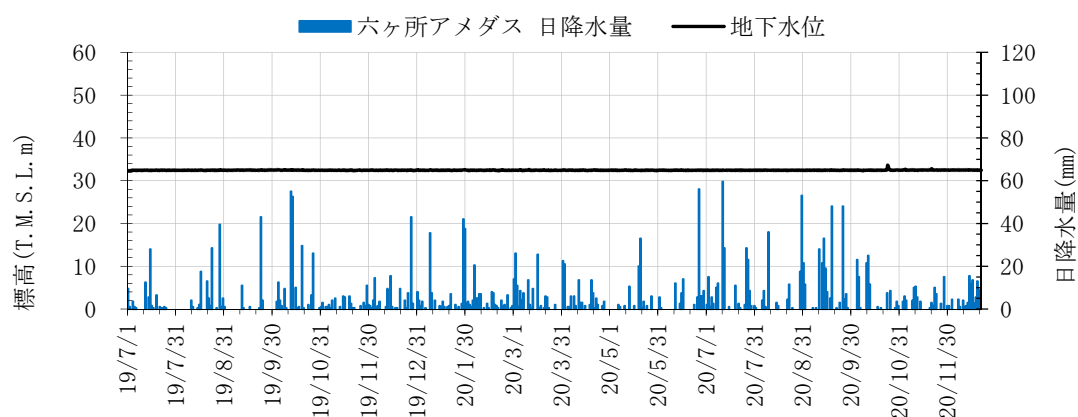


第 1.-1 図(13) AR-8 孔における地下水位観測記録と降水量データ

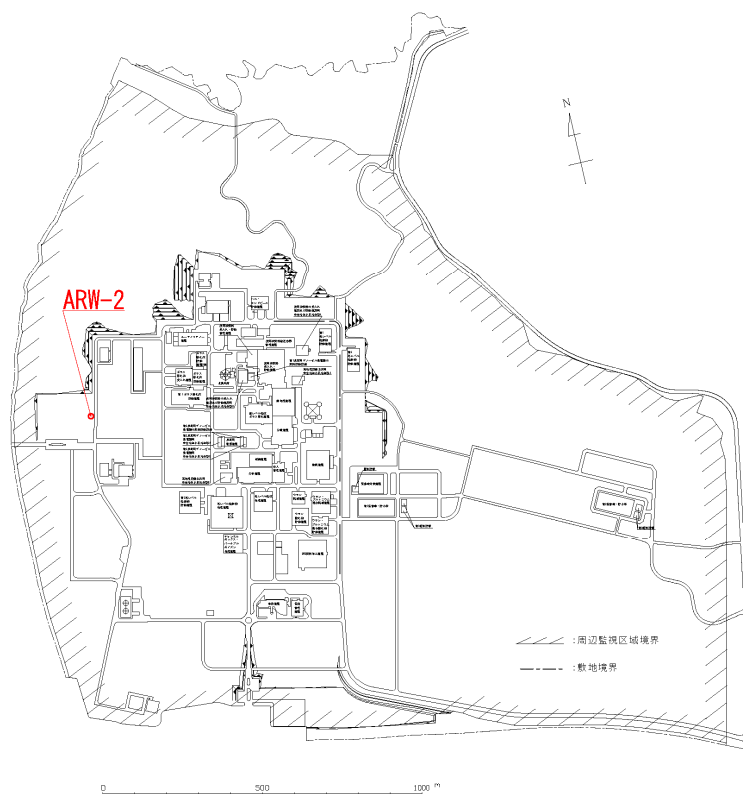


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+55.3m 地下水位は T.M.S.L.33m程度（±1m程度）に推移しており，概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+33.7m （2020年10月23日）
 平均水位： T.M.S.L.+32.5m



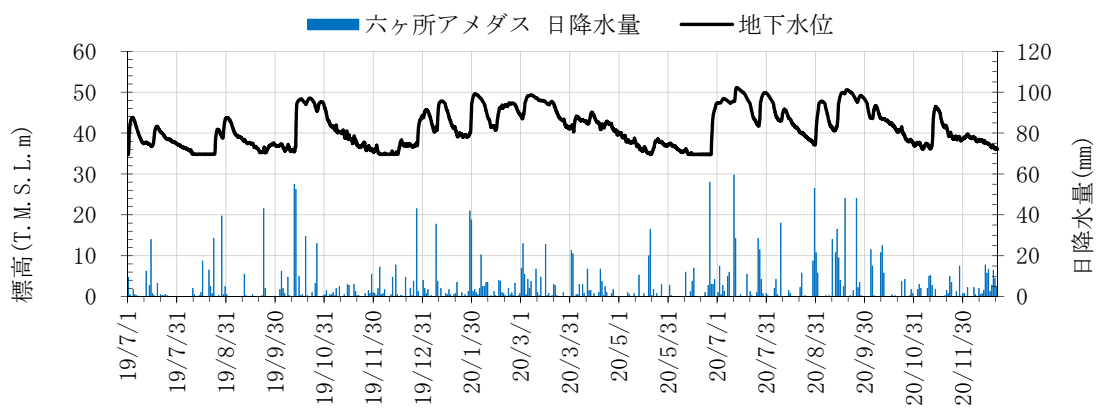
第 1.-1 図(14) WT-4 孔における地下水位観測記録と降水量データ



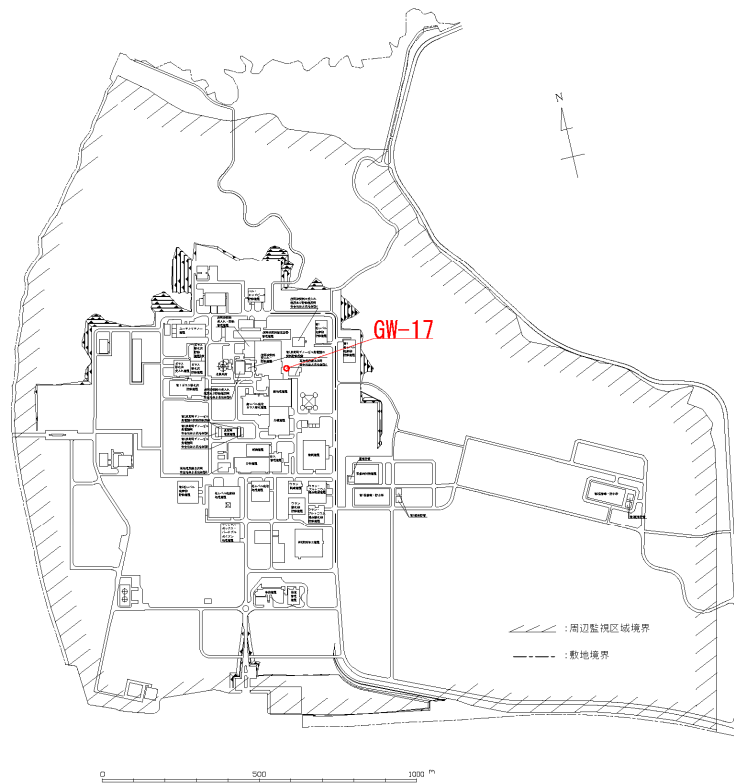
観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L.+55.1m
 最高水位： T.M.S.L.+51.1m (2020年7月13日)
 平均水位： T.M.S.L.+41.2m

地下水位は、T.M.S.L.35m程度から降水により最大15m程度上昇するが、水位低下の感度は低いことから徐々にT.M.S.L.35m程度に収束する。



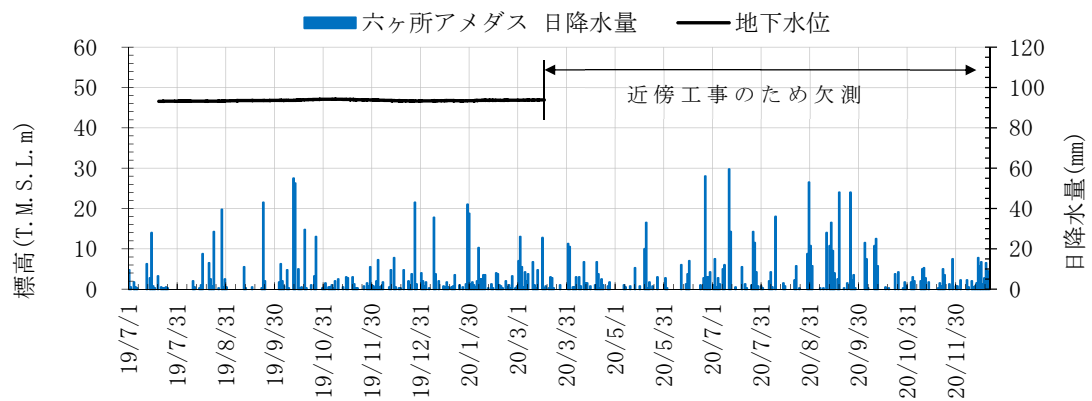
第 1.-1 図(15) ARW-2 孔における地下水位観測記録と降水量データ



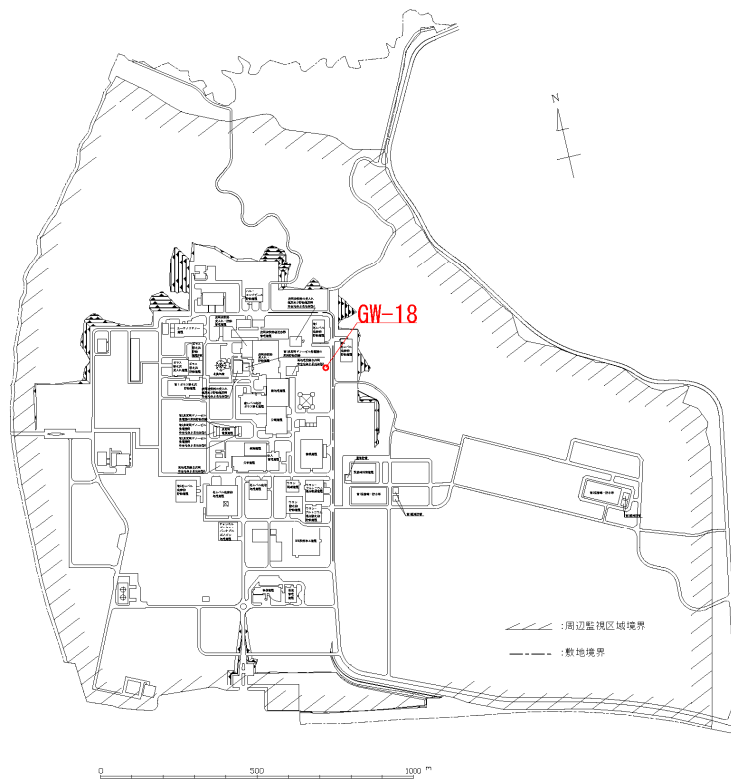
観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年3月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L.+55.3m
 最高水位： T.M.S.L.+47.1m (2019年11月7日)
 平均水位： T.M.S.L.+46.8m

地下水位は近傍工事による欠測まで T.M.S.L.47m程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。

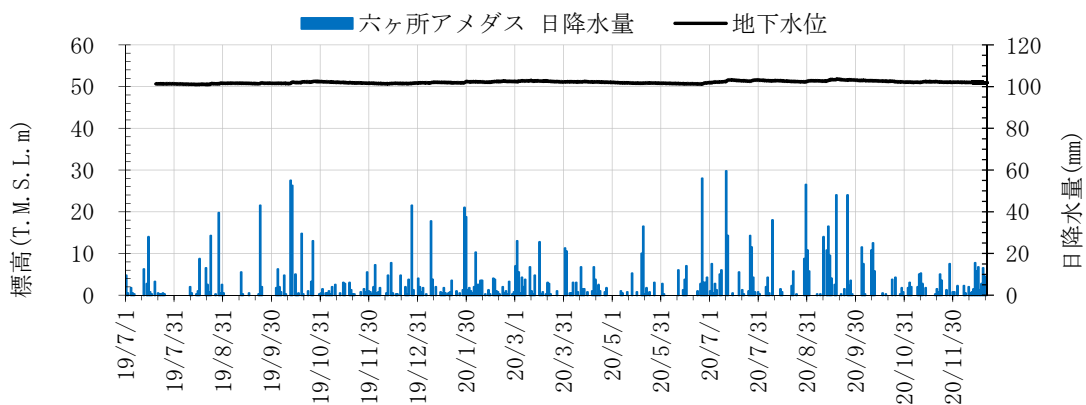


第 1.-1 図(16) GW-17 孔における地下水位観測記録と降水量データ

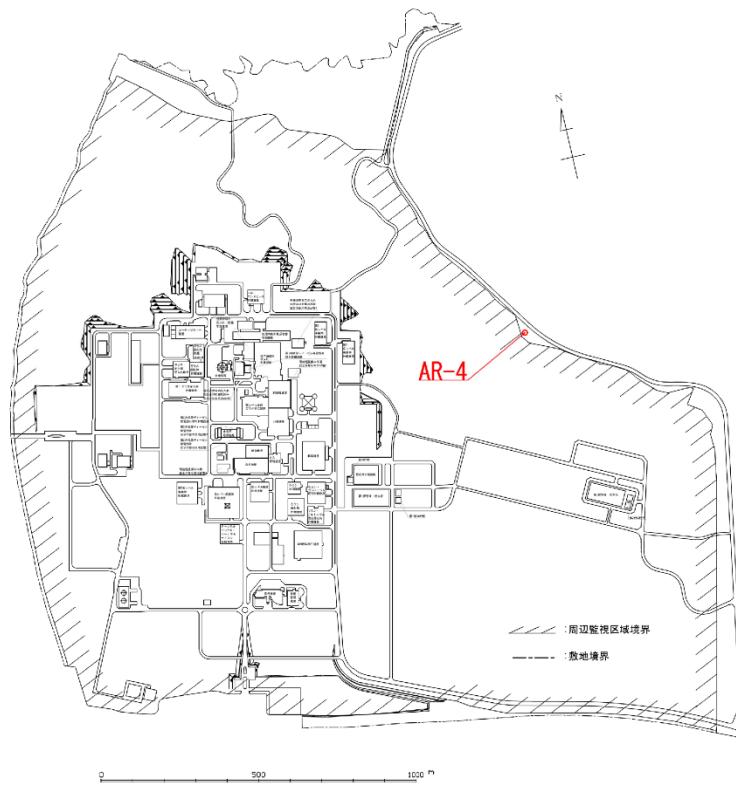


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+55.3m 地下水位は T.M.S.L.51m程度（±1m
 最高水位： T.M.S.L.+51.8m 程度）に推移しており，概ね降水に
 （2020年9月18～19日） よらず安定的である。
 平均水位： T.M.S.L.+51.1m

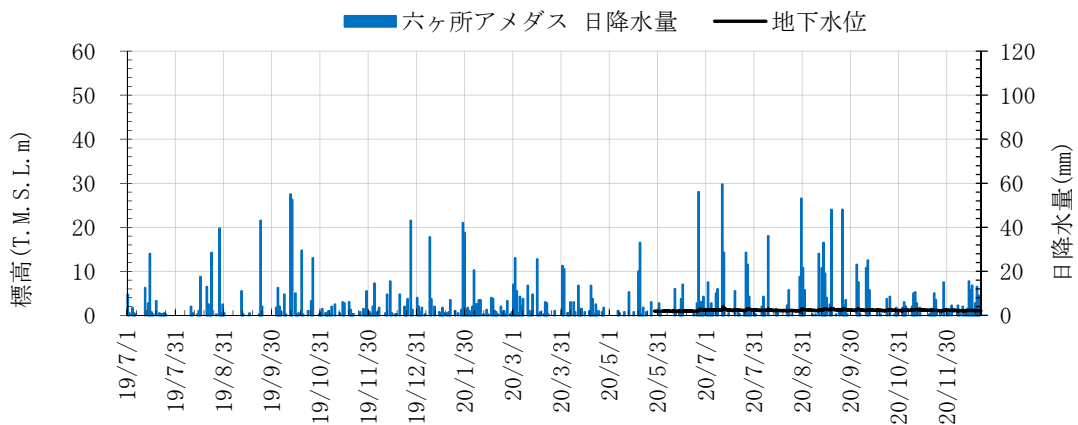


第 1. -1 図 (17) GW-18 孔における地下水位観測記録と降水量データ

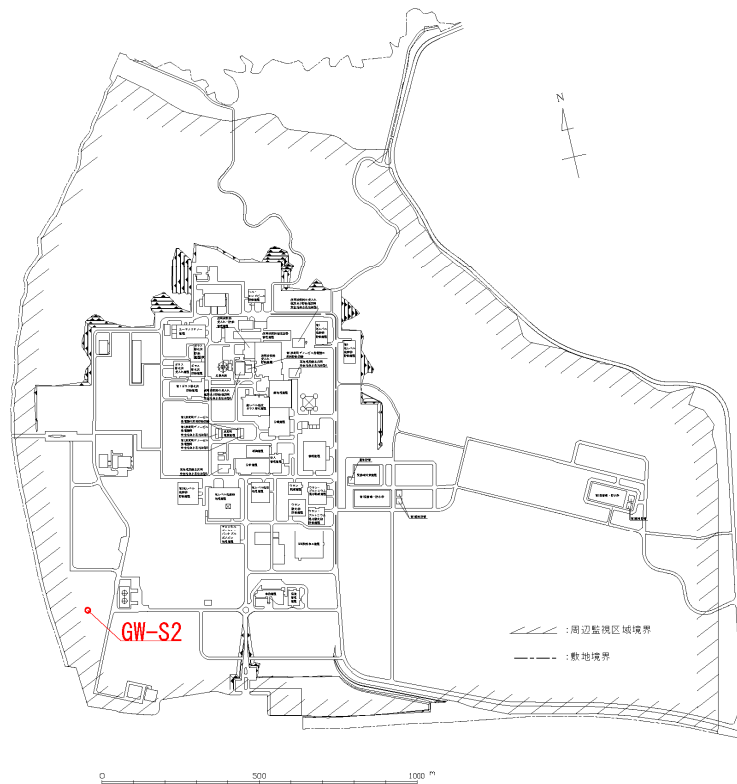


観測孔位置図

観測期間： 2020年5月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+3.9m 地下水位はT.M.S.L. 1m程度（±1m程度）に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+2.0m（2020年7月11日）
 平均水位： T.M.S.L.+1.2m

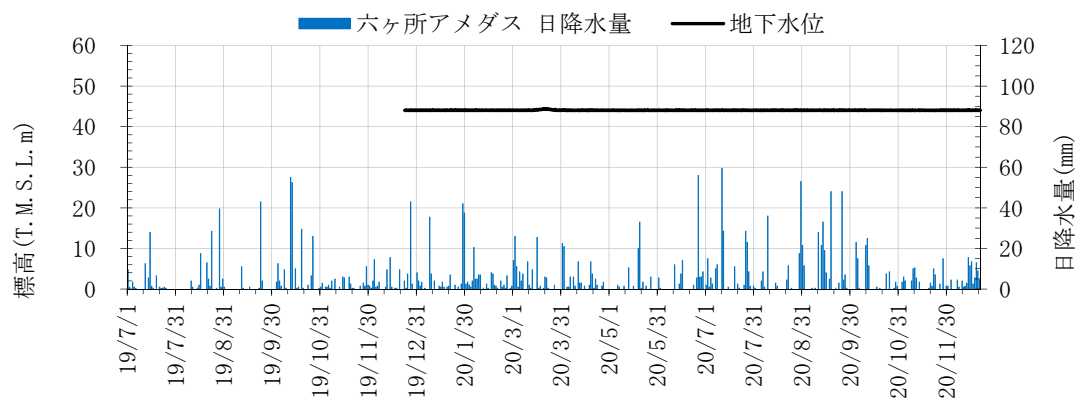


第 1.-1 図(18) AR-4 孔における地下水位観測記録と降水量データ

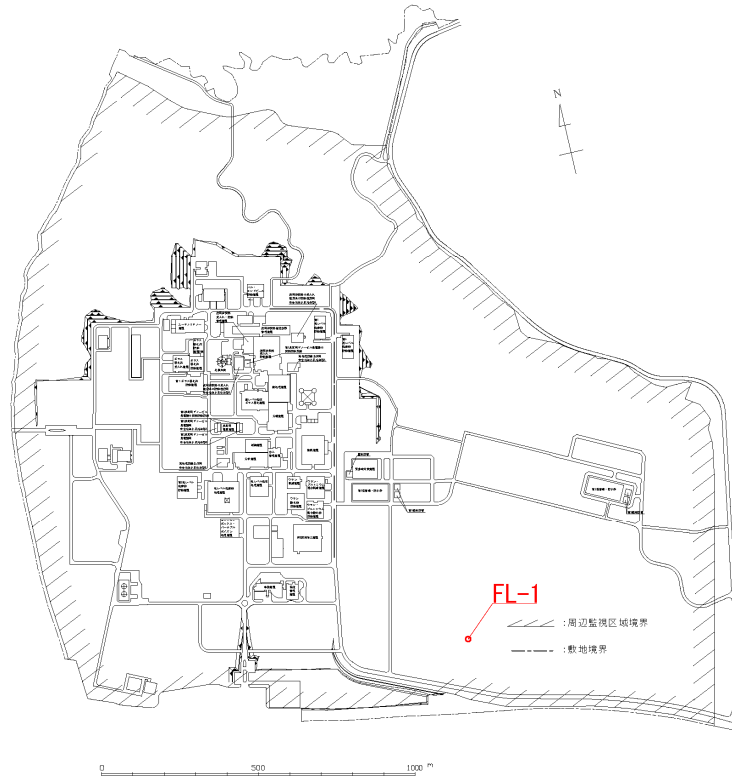


観測孔位置図

観測期間： 2019年12月～2020年12月 (考察)
 孔口標高： T.M.S.L.+53.8m 地下水位は T.M.S.L. 44m 程度 (±1m 程度) に推移しており、概ね降水によらず安定的である。
 最高水位： T.M.S.L.+44.4m (2020年3月20日)
 平均水位： T.M.S.L.+44.1m



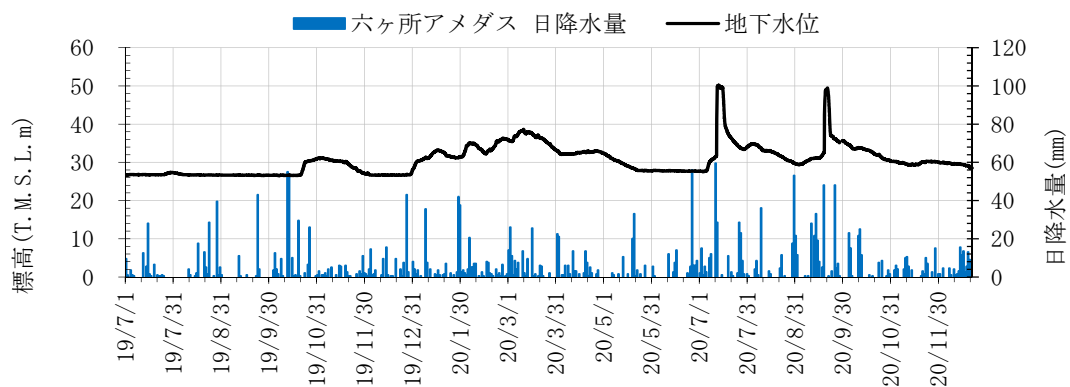
第 1. -1 図(19) GW-S2 孔における地下水位観測記録と降水量データ



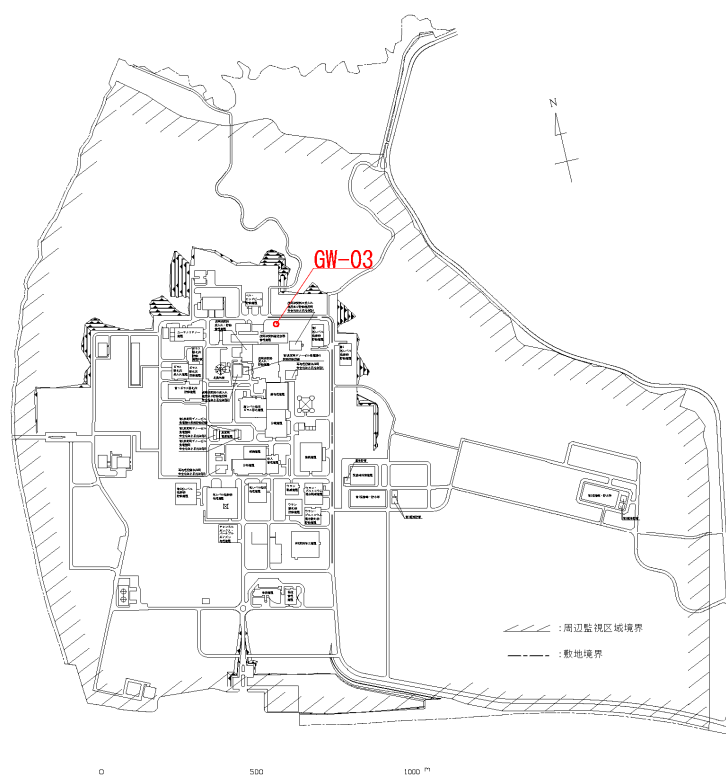
観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+59.2m
 最高水位： T.M.S.L.+50.2m
 (2020年7月13日)
 平均水位： T.M.S.L.+30.6m

地下水位は、T.M.S.L.27m程度から降水により最大23m程度上昇する。当該地点周辺は土捨場であるため、盛土等工事の影響を受け水位変動を受けやすいと考えられる。

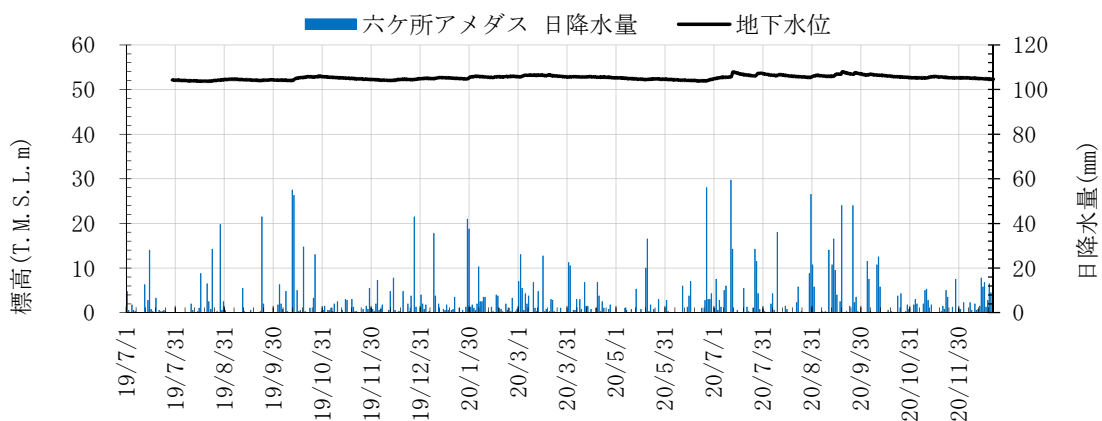


第 1.-1 図(20) FL-1 孔における地下水位観測記録と降水量データ

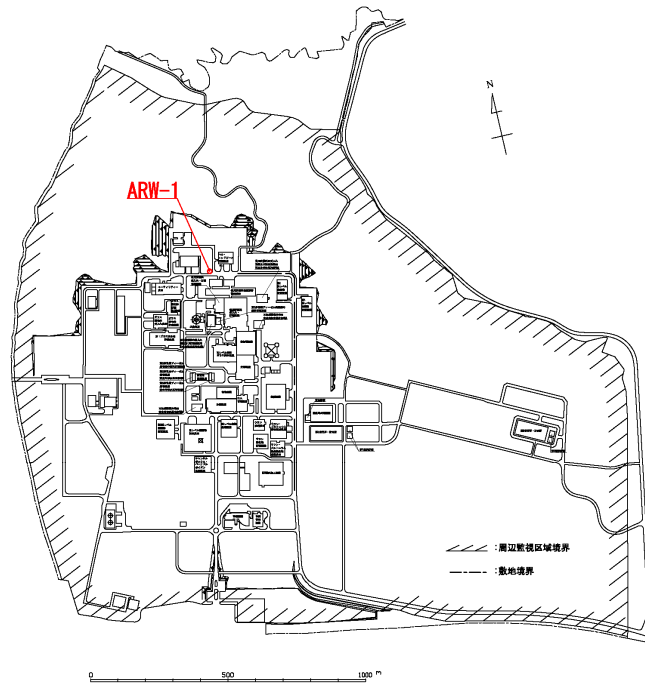


観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+55.0m 地下水位の変動は T.M.S.L.53.0m
 最高水位： T.M.S.L.+54.0m 前後（±1m程度）に推移しており、
 （2020年9月19日） 降水によらず安定的である。
 平均水位： T.M.S.L.+52.7m

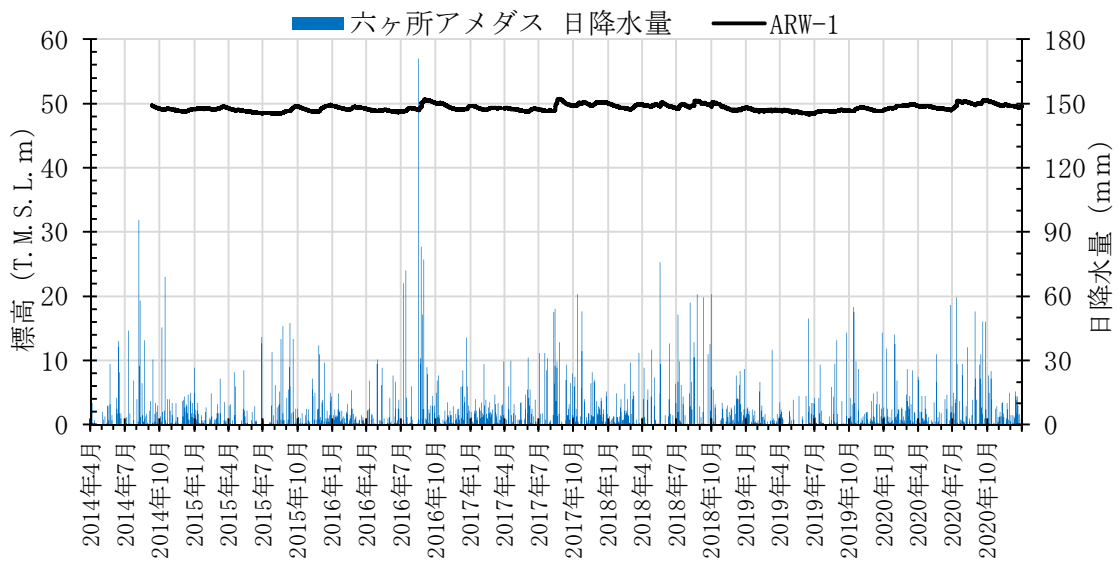


第 1.-1 図(21) GW-03 孔における地下水位観測記録と降水量データ

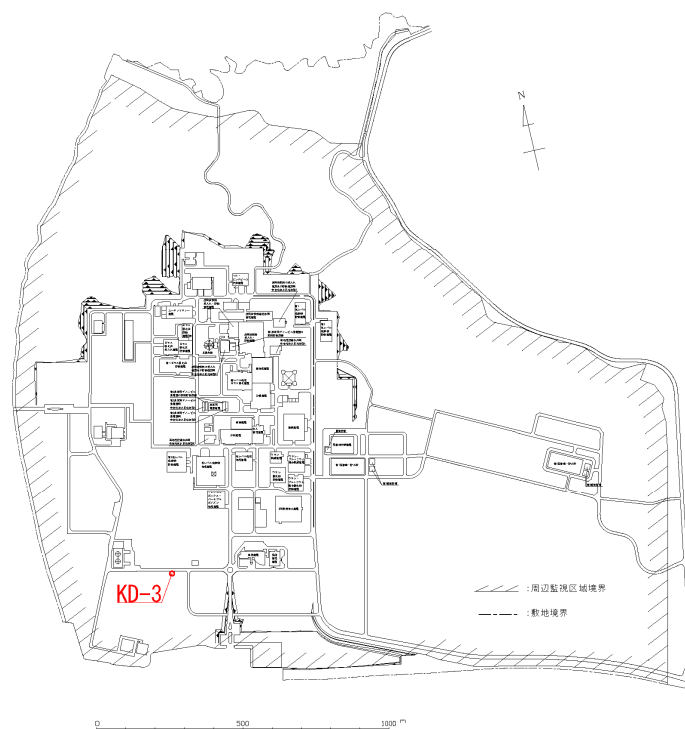


観測孔位置図

観測期間：	2014年9月～2020年12月	(考察)
孔口標高：	T.M.S.L. 55.0m	過去7年程度の地下水位変動は
最高水位：	T.M.S.L. 50.8m	T.M.S.L. 49m程度(±1m程度)に
	(2017年8月22日)	推移しており、概ね降水によらず
平均水位：	T.M.S.L. 49.4m	安定的である。



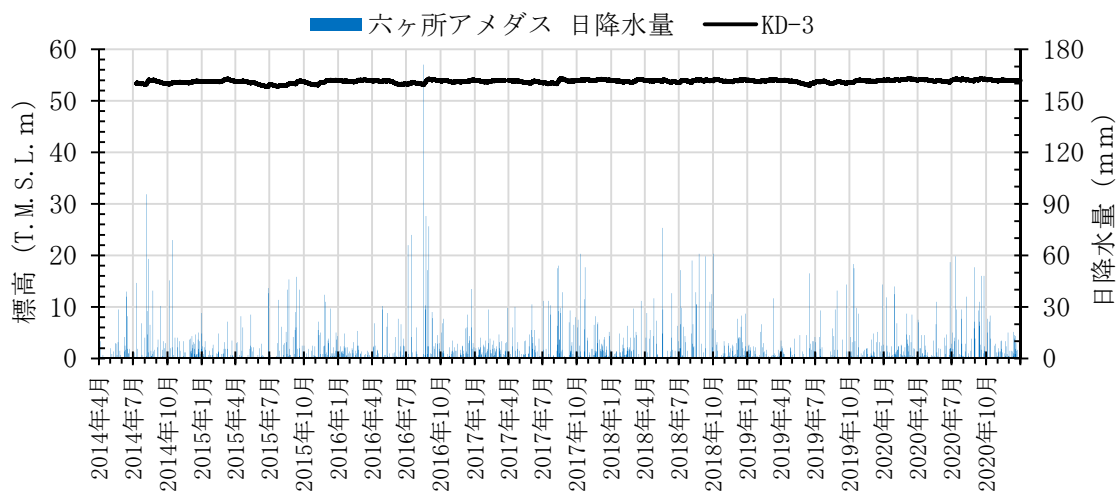
第 1.-2 図(1) ARW-1 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)



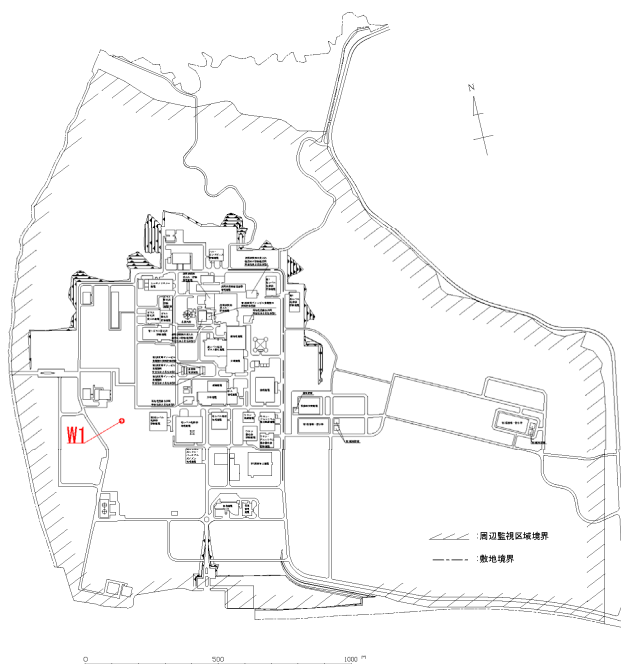
観測孔位置図

観測期間： 2014年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T.M.S.L.+55.2m
 最高水位： T.M.S.L.+54.4m
 (2017年8月18日)
 平均水位： T.M.S.L.+53.8m

過去7年程度の地下水位は、過去1.5年間程度の観測記録同様にT.M.S.L.54m程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。



第 1. -2 図 (2) KD-3 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)



観測孔位置図

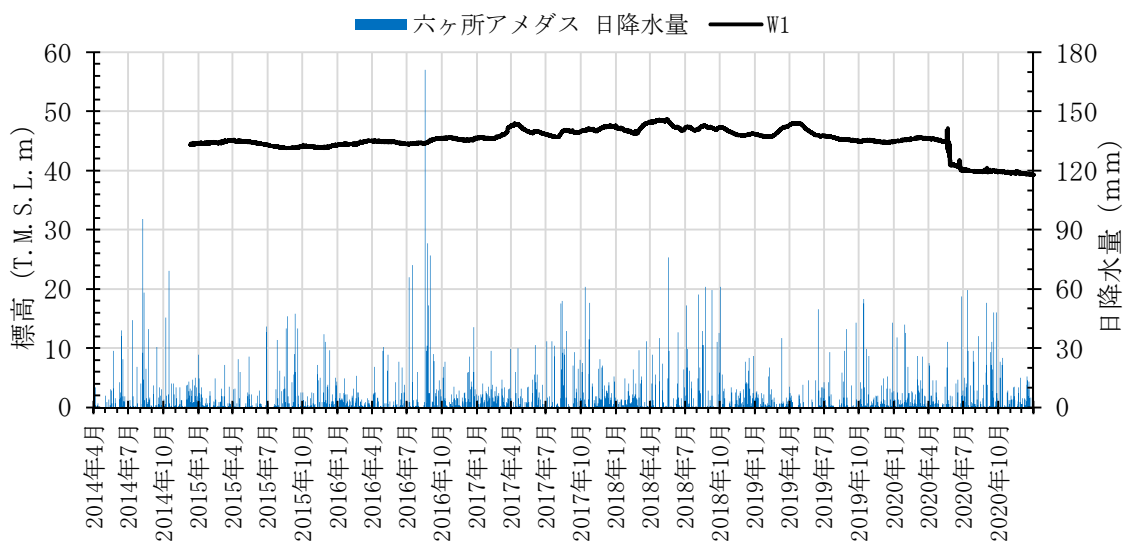
観測期間： 2014年12月～2020年12月 (考察)

孔口標高： T.M.S.L.+55.1m

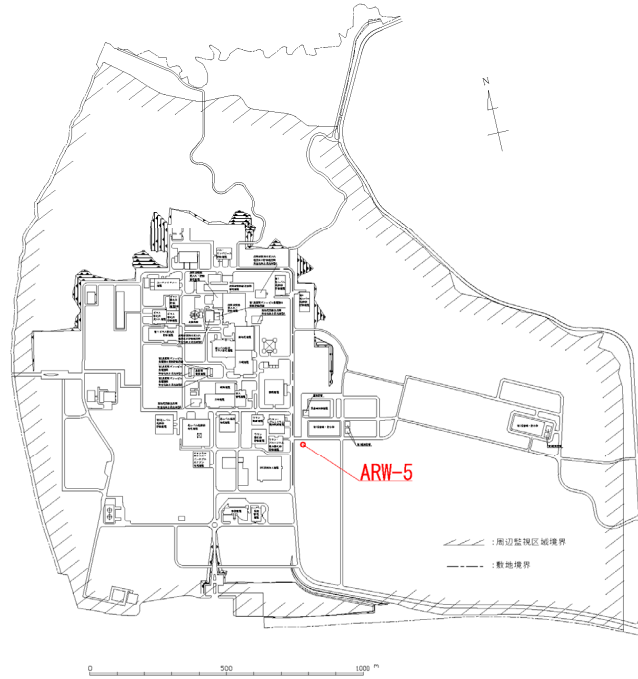
最高水位： T.M.S.L.+48.7m
(2018年5月23日)

平均水位： T.M.S.L.+45.2m

過去7年程度の地下水位変動は、過去1.5年間程度の観測記録同様に、近傍の掘削工事(2020年5月頃)以前ではT.M.S.L.45m程度(±2m程度)に推移しており、降水の影響を多少受けるものの安定的である。

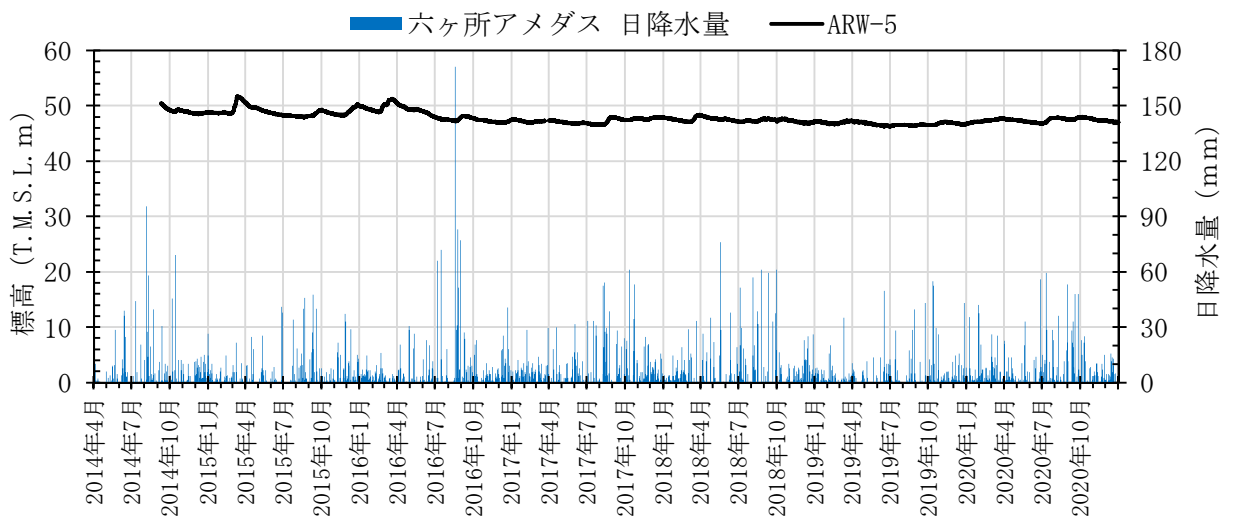


第 1. -2 図 (3) W1 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)

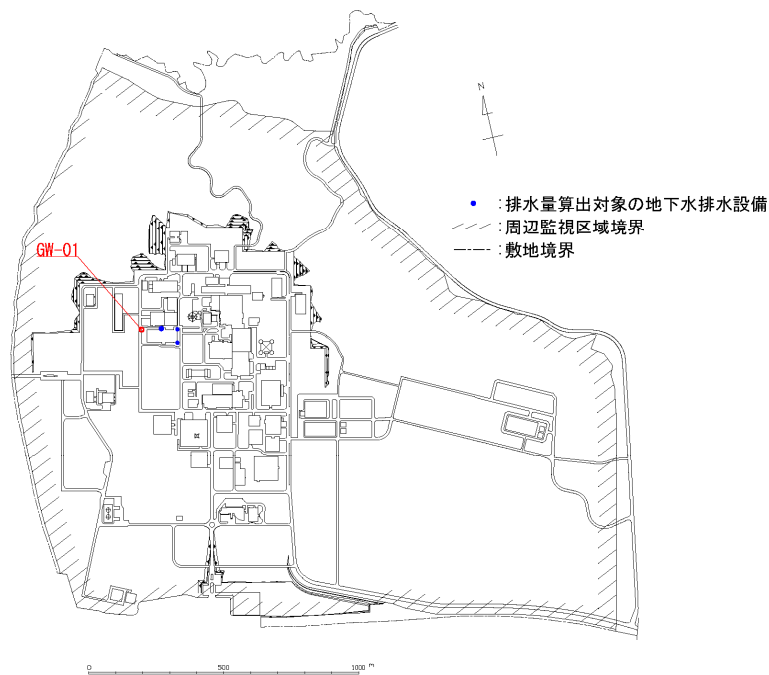


観測孔位置図

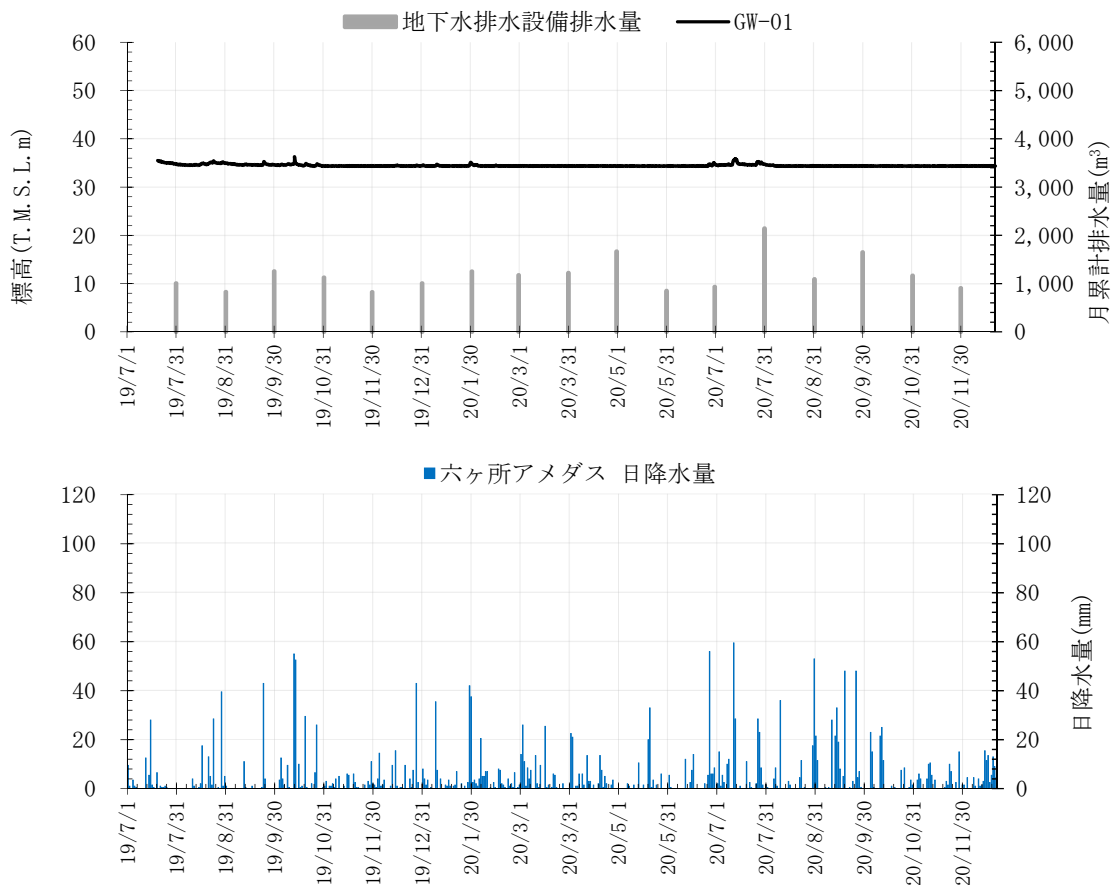
観測期間：	2014年9月～2020年12月	(考察)
孔口標高：	T.M.S.L.+55.1m	過去7年程度の地下水位変動について、近傍の掘削工事の影響により
最高水位：	T.M.S.L.+51.8m	2016年頃より3m程度水位低下が見られるが、それ以降は過去1.5年間
	(2015年3月13日)	程度の観測記録同様にT.M.S.L.47m
平均水位：	T.M.S.L.+47.8m	程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。



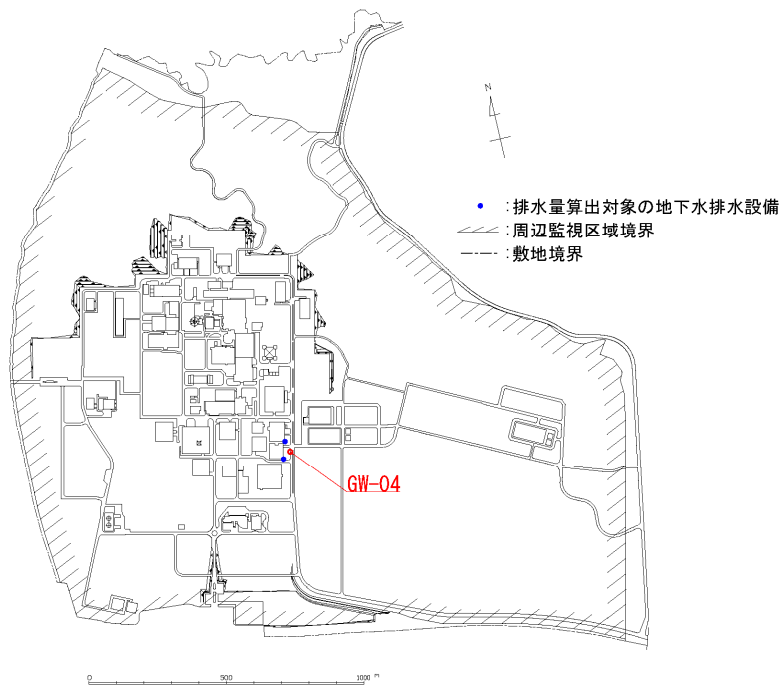
第 1.-2 図(4) ARW-5 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)



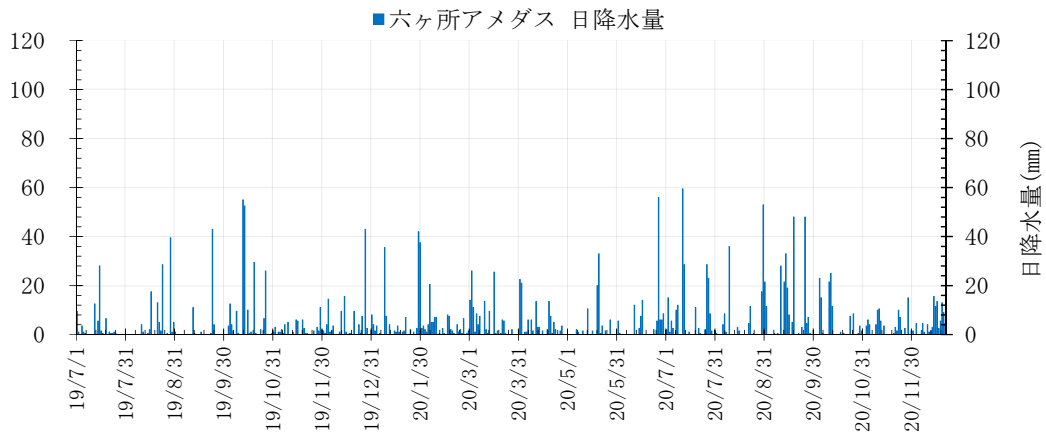
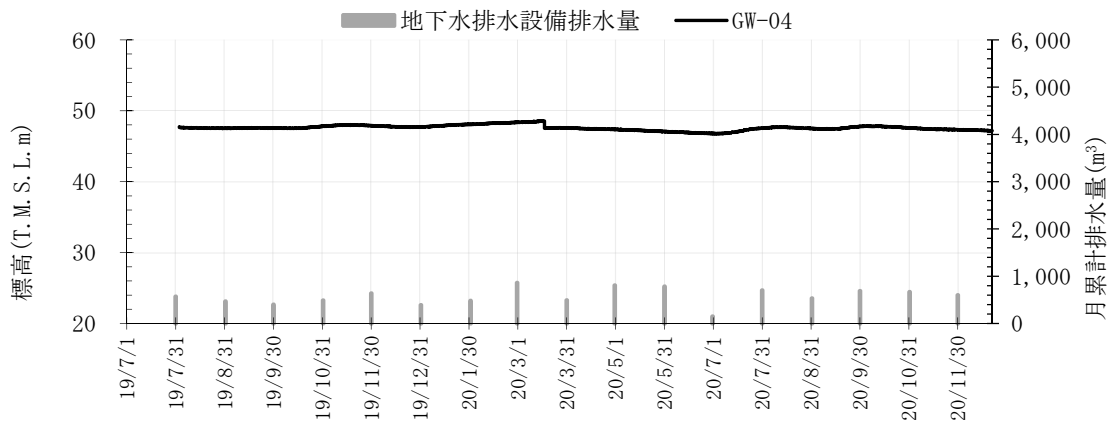
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



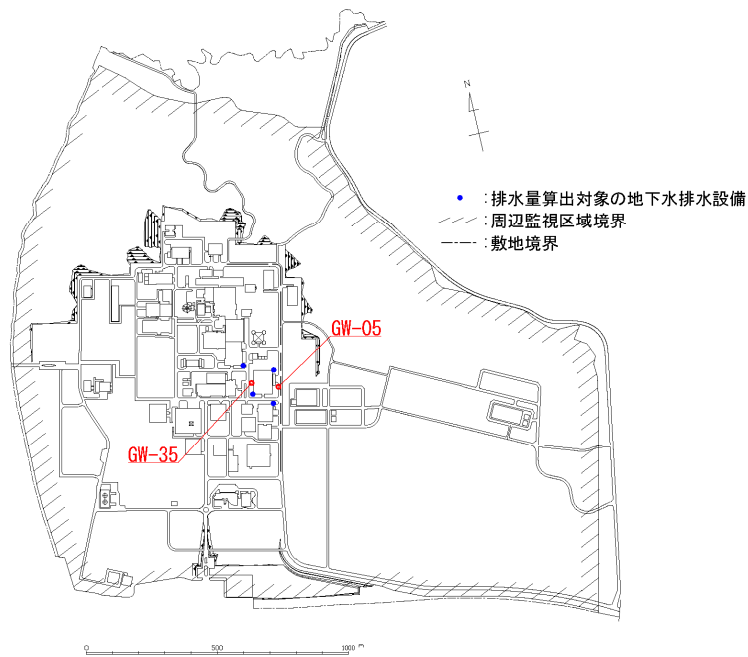
第 1.-3 図(1) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



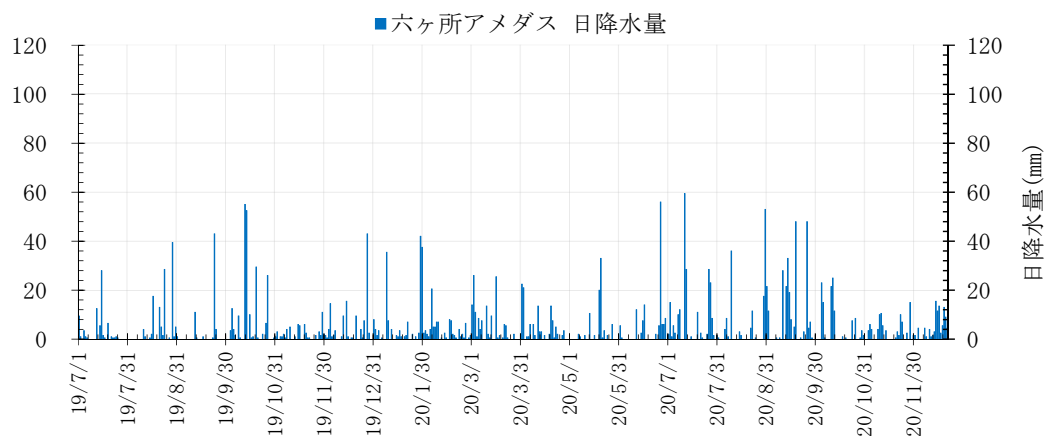
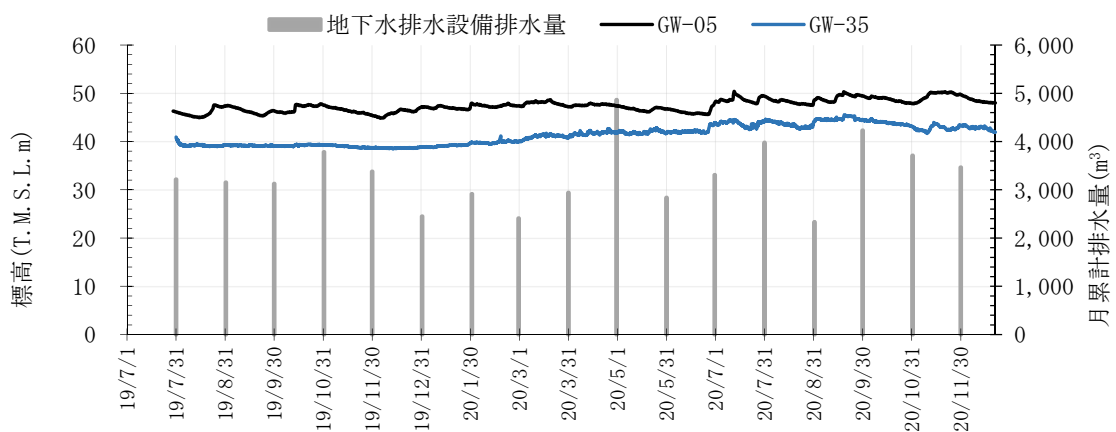
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



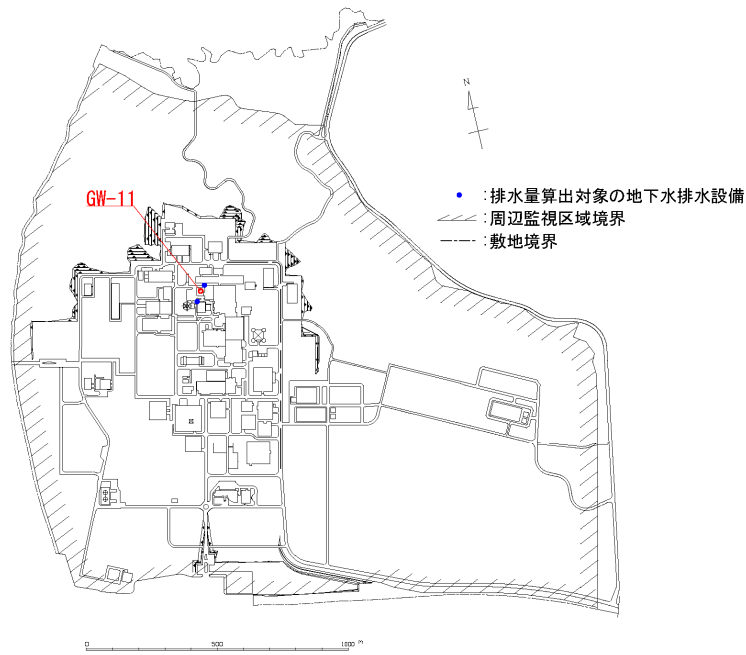
第 1.-3 図(2) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



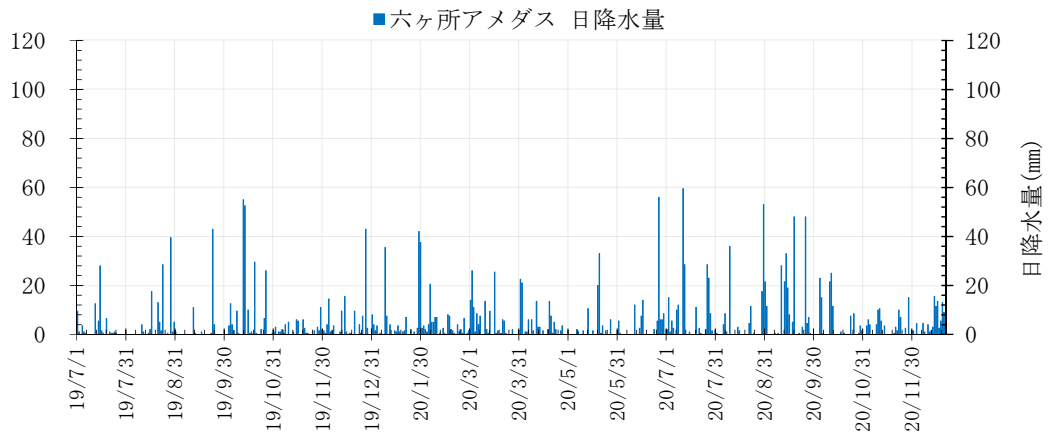
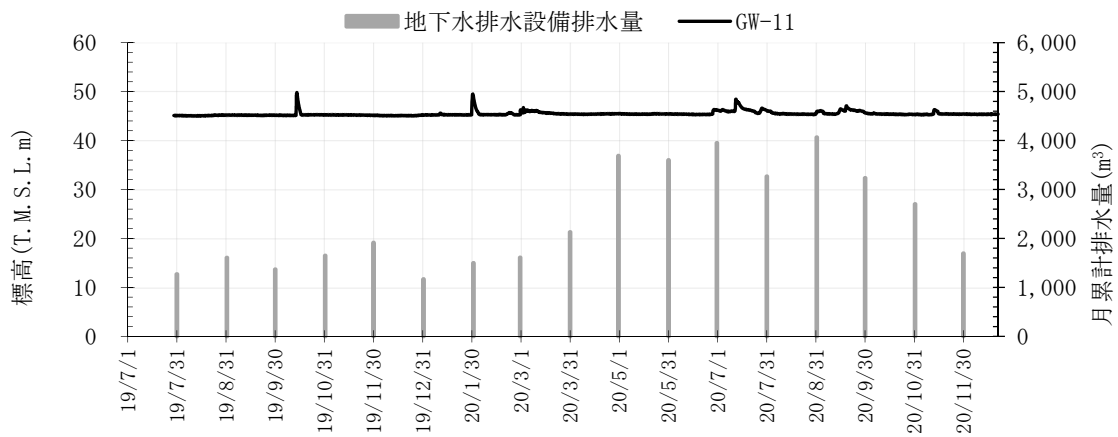
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



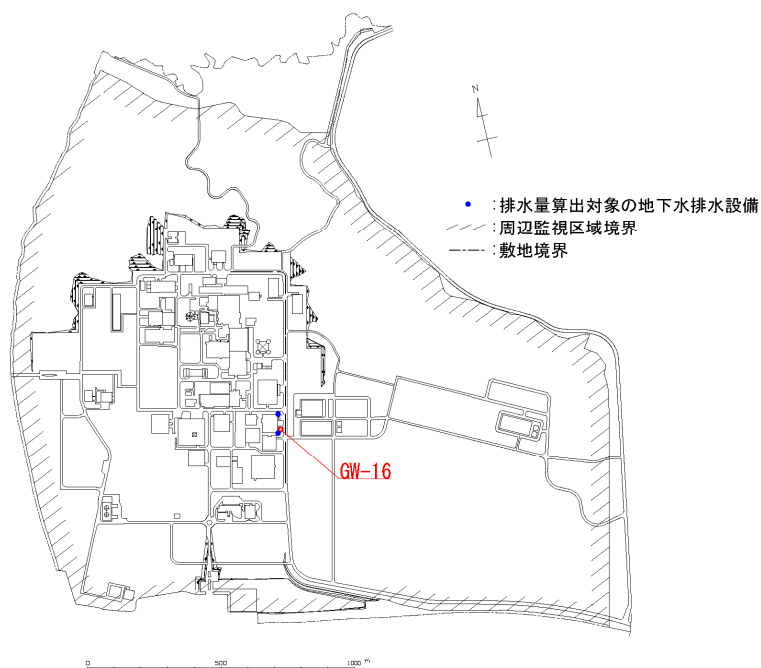
第 1.-3 図(3) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



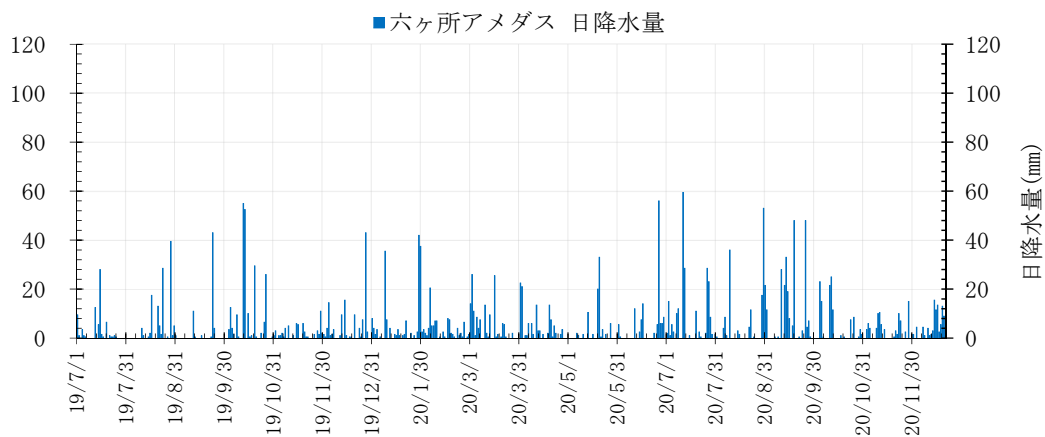
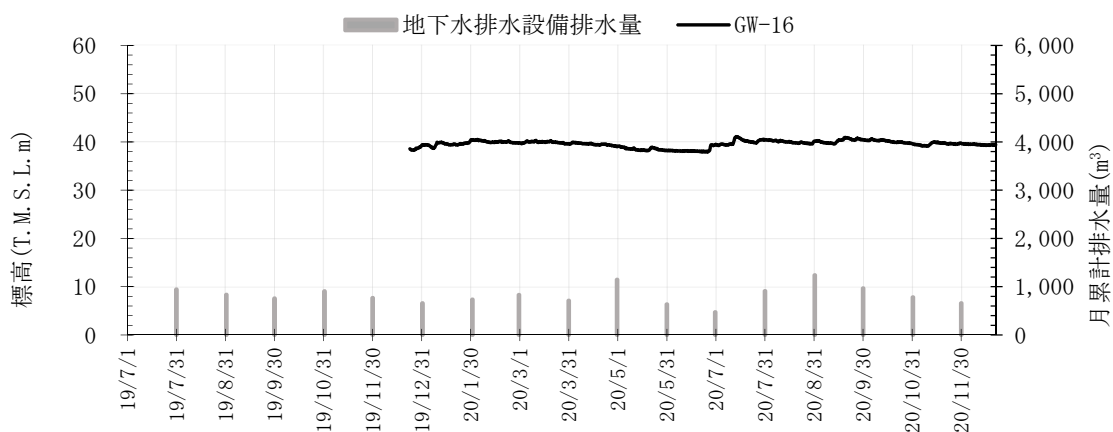
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



第 1.-3 図(4) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



第 1.-3 図(5) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較

孔名 ARW-2

孔口標高 55.06m

掘削深度 21.00m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	柱状図	地層		色調	記事	孔内水位
					地層名	層相			
0				[柱状図: 盛土 (f1) 層]	礫混り砂	盛土	黄褐	0.00m~0.15m 碎石 0.15m~0.28m 礫混り砂 径0.3~1cmの亜円~亜角礫を含む 0.28m~3.55m 腐植質シルト	▽
2			腐植質シルト		盛土 (f1)	黒褐 ~ 黄褐			
4	51.51 51.20	3.55 3.86	3.55 0.31		火山灰層 (1m)	火山灰	黄褐		
6				[柱状図: 六ヶ所層 (R) 層]	砂・シルト互層	灰白 ~ 黄褐	3.55m~3.86m 火山灰 3.86m~9.38m 砂・シルト互層 主に砂質シルトと中粒砂の互層からなる 4.47m~4.80m 火山灰質シルトからなる 5.27m~5.40m、5.88m~6.35m 腐植質シルトからなる	▽	
8									六ヶ所層 (R)
10	45.68	9.38	5.52	[柱状図: 砂子又層下部層 (S1) 層]	砂岩	黄灰 ~ オリブ褐	9.38m~21.00m 粗粒砂岩 径0.2mm~0.3mm程度の安山岩の亜円礫を含む 所々にシルトの薄層を挟む 15.58m以深、径0.2~1cm程度の軽石を多く含む	▽	
12									砂子又層下部層 (S1)
22	34.06	21.00	11.62						

注：孔内水位は掘削時における最終水位を示す。

第 1.-4 図 ARW-2 孔のボーリング柱状図

添付 2

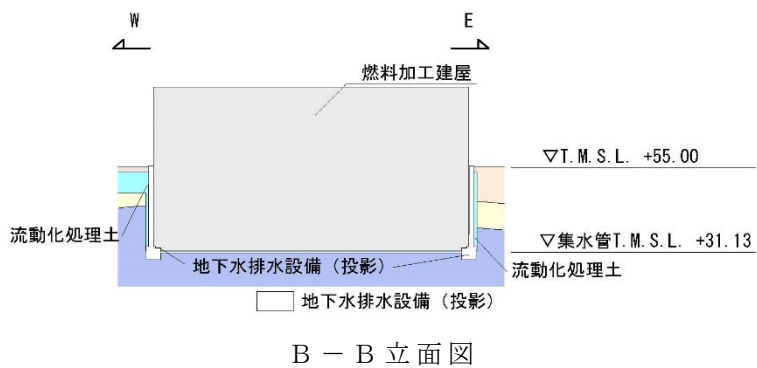
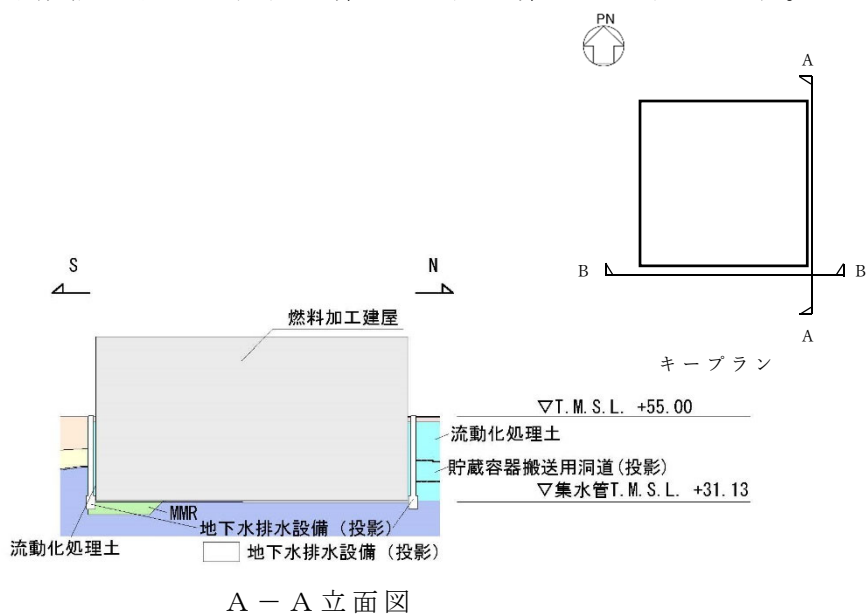
建屋及び屋外機械基礎の立面図

目 次

1. 建屋及び屋外機械基礎の立面図 添付 2-1

1. 建屋及び屋外機械基礎の立面図

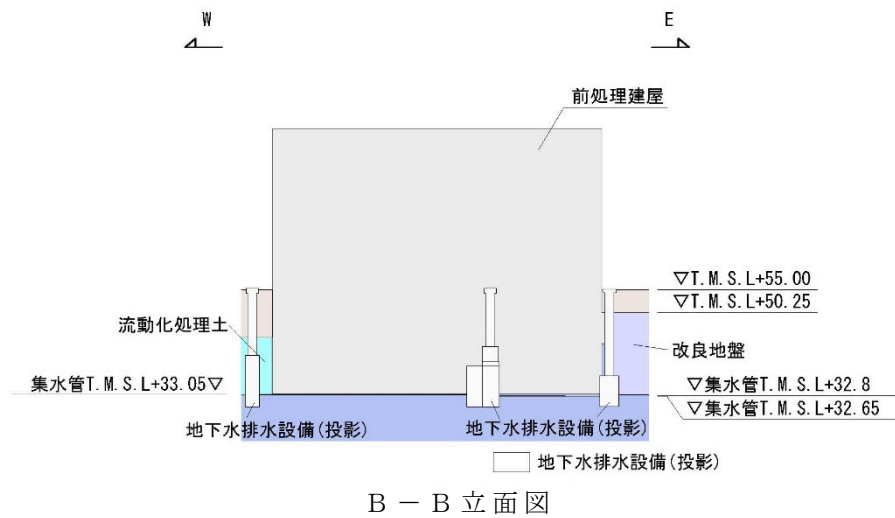
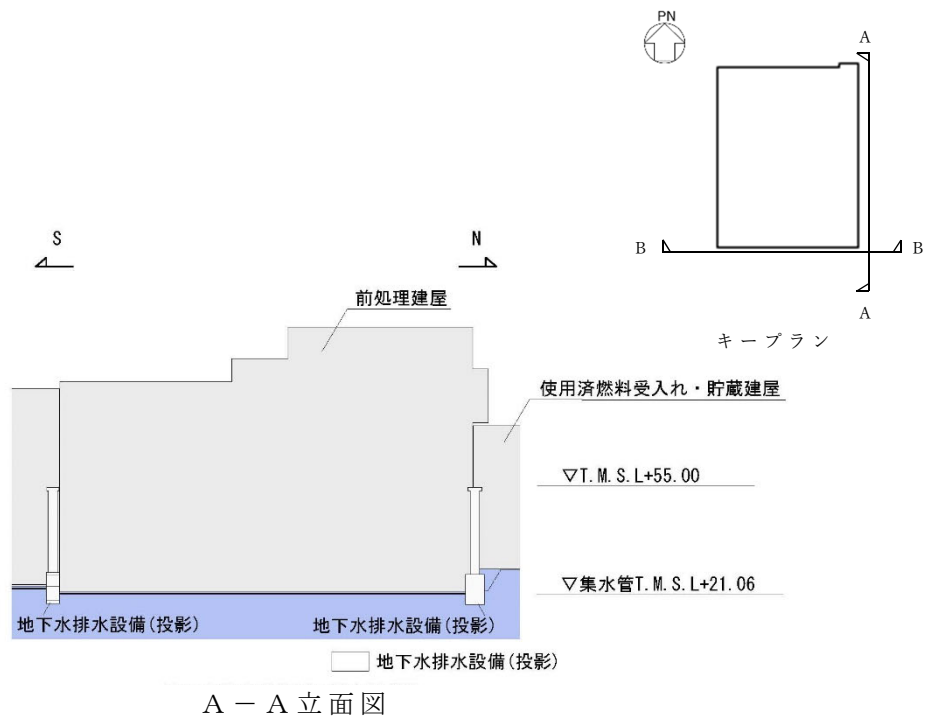
建屋及び屋外機械基礎の立面図を第 1.-1 図～第 1.-36 図に示す。



埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

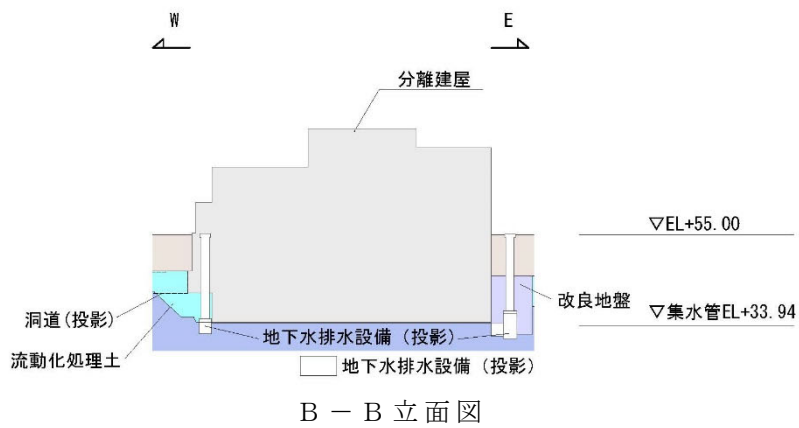
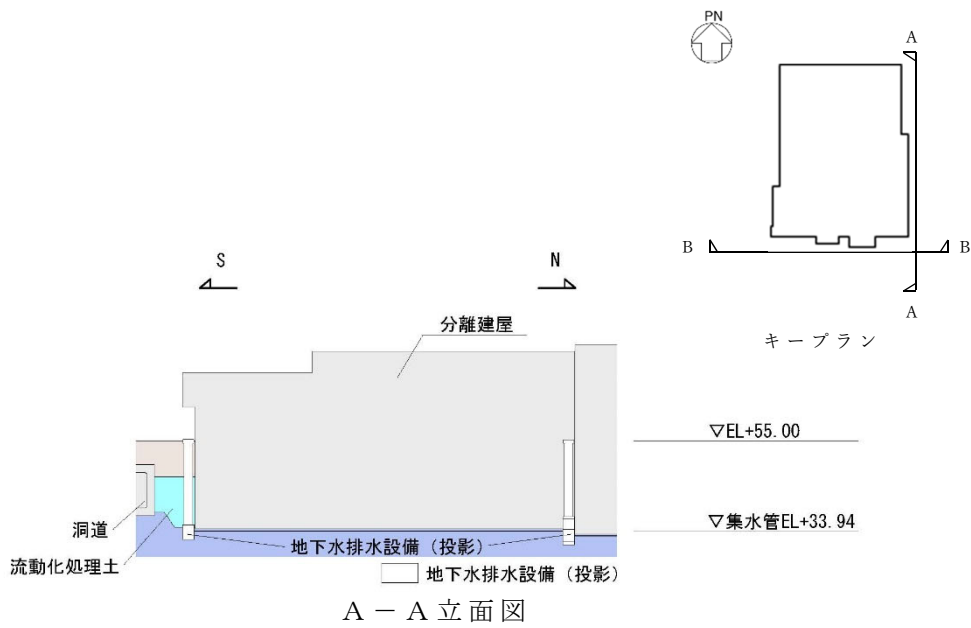
第 1.-1 図 燃料加工建屋の立面図 (単位: m)

添付 2-1



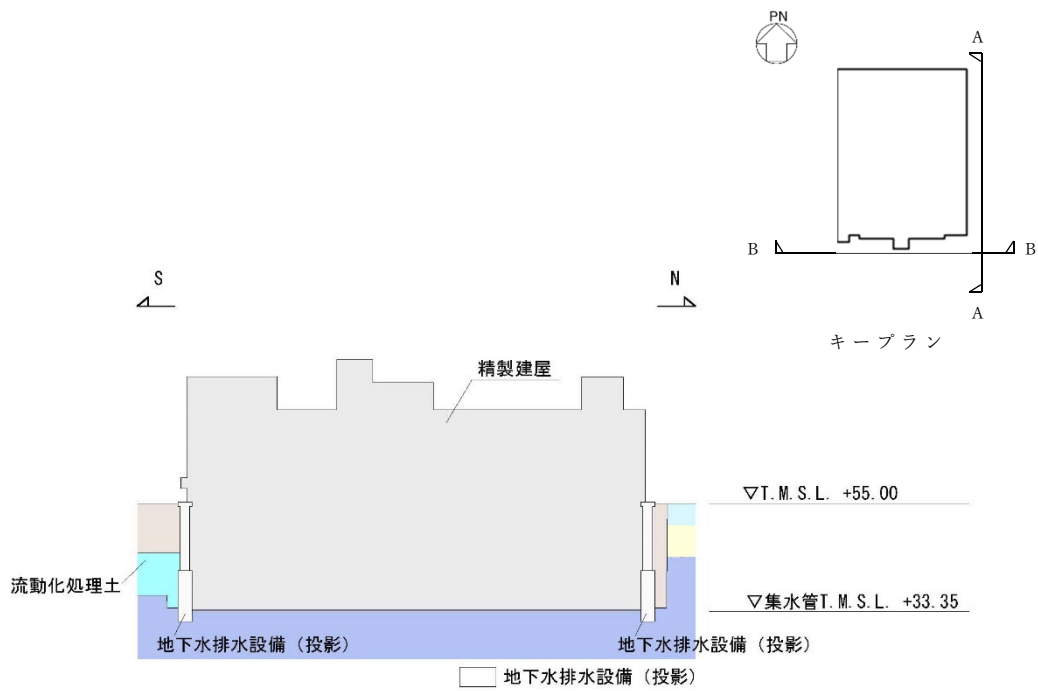
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-2 図 前処理建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-2

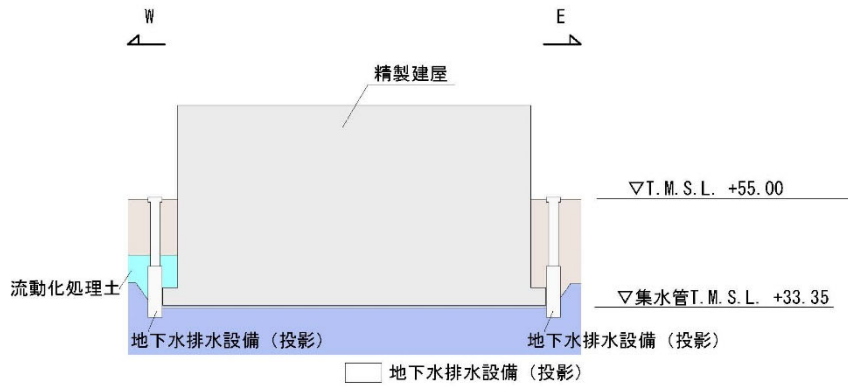


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -3 図 分離建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-3



A - A 立面図

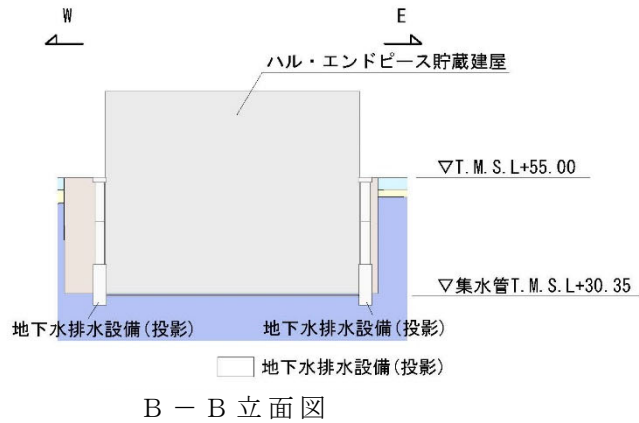
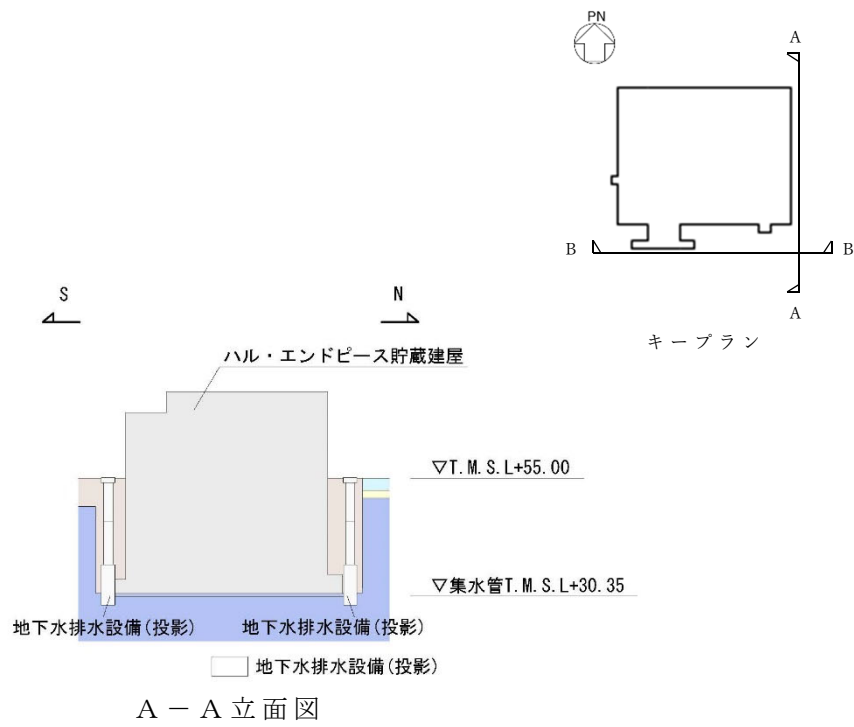


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

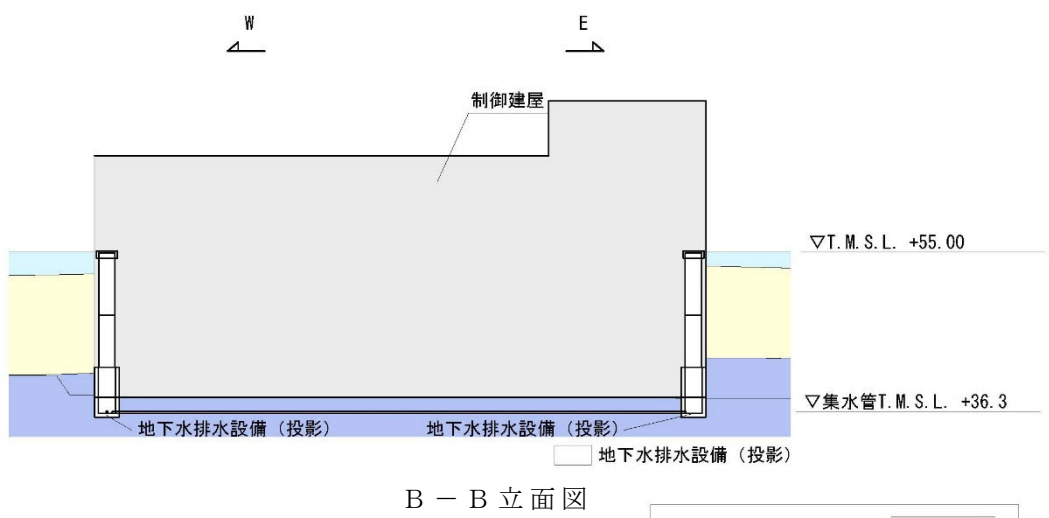
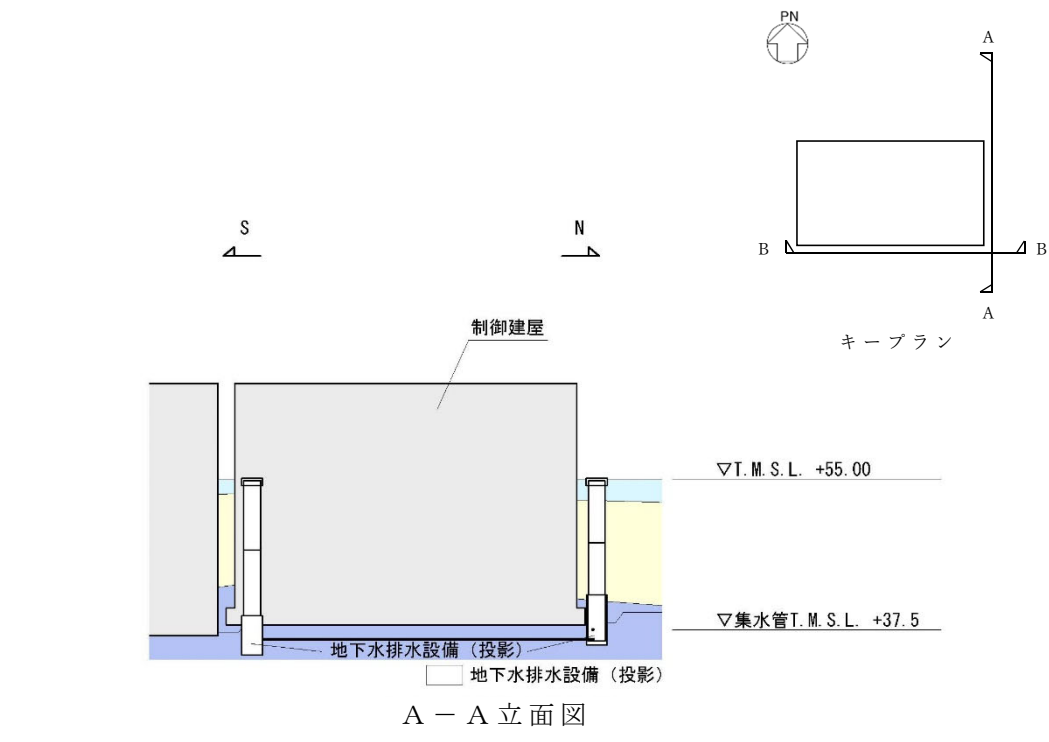
第 1. -4 図 精製建屋の立面図 (単位 : m)

添付 2-4



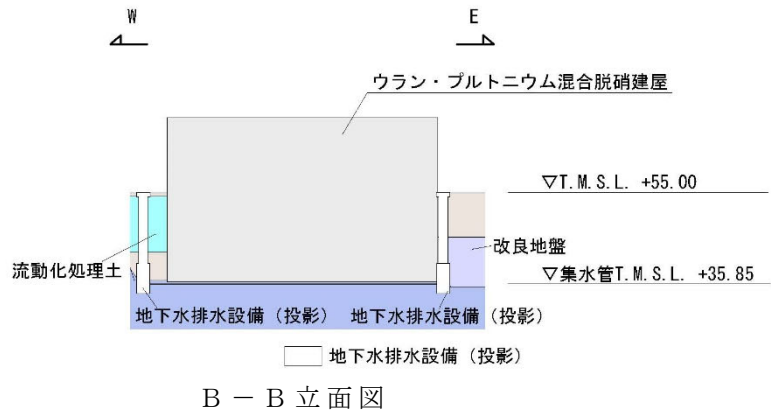
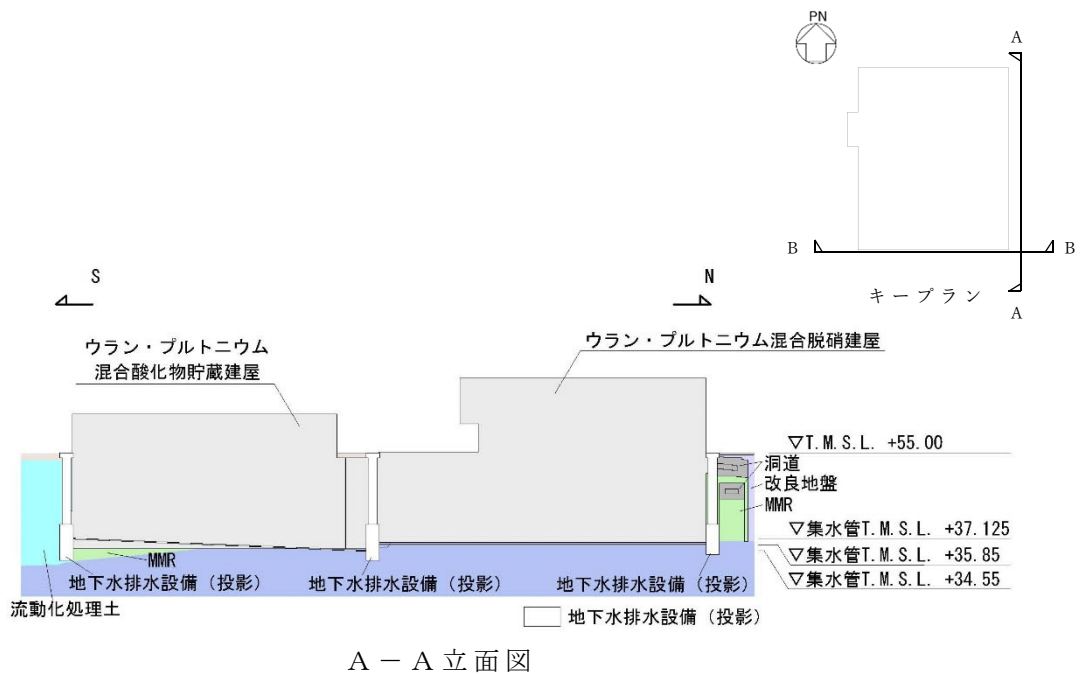
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-5 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-5



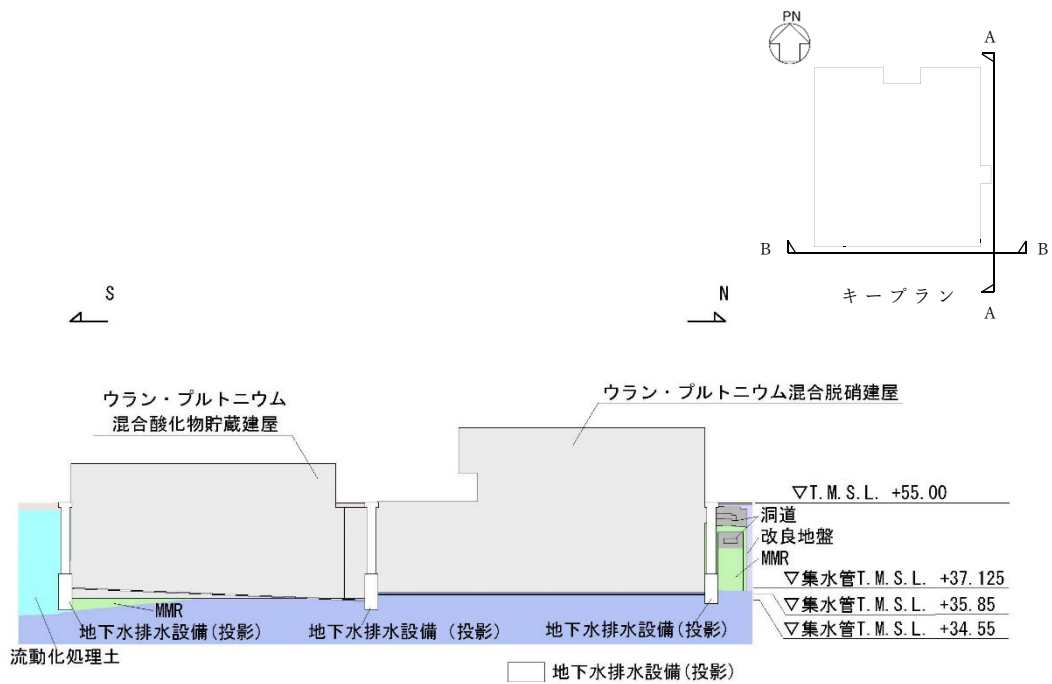
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -6 図 制御建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-6

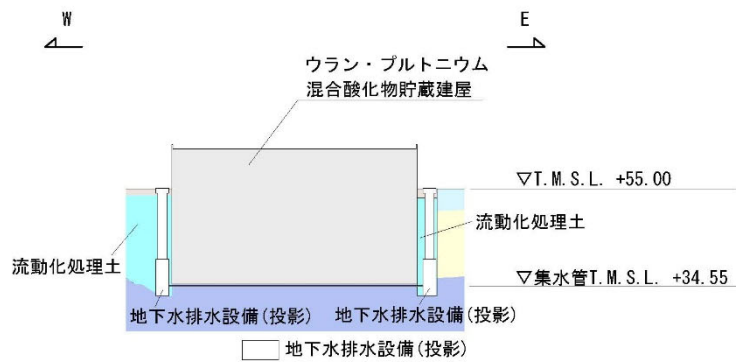


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -7 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-7



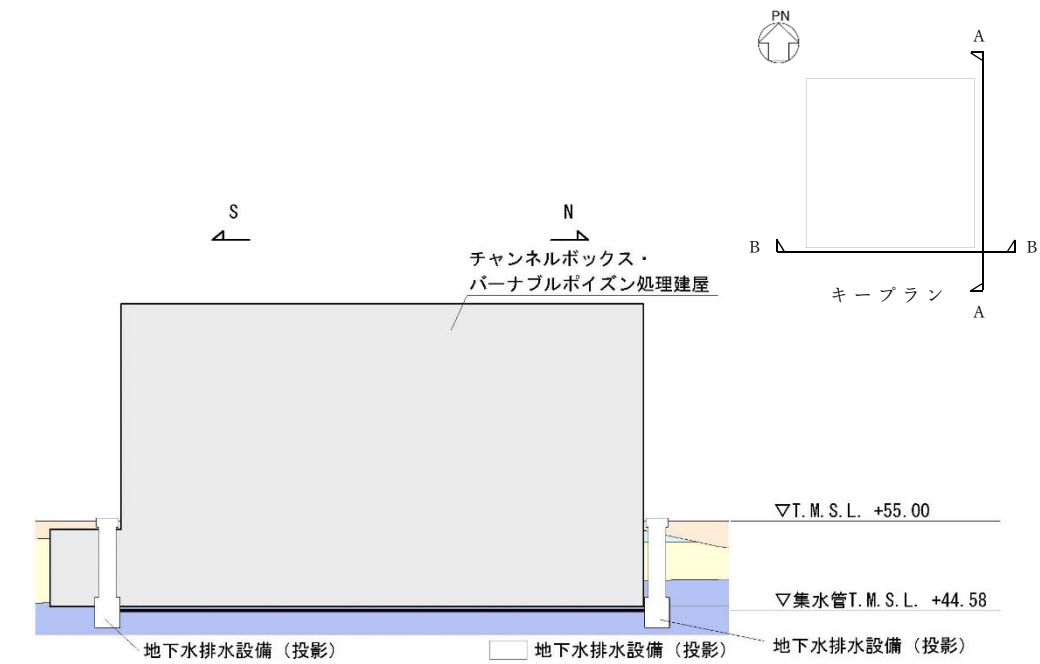
A - A 立面図



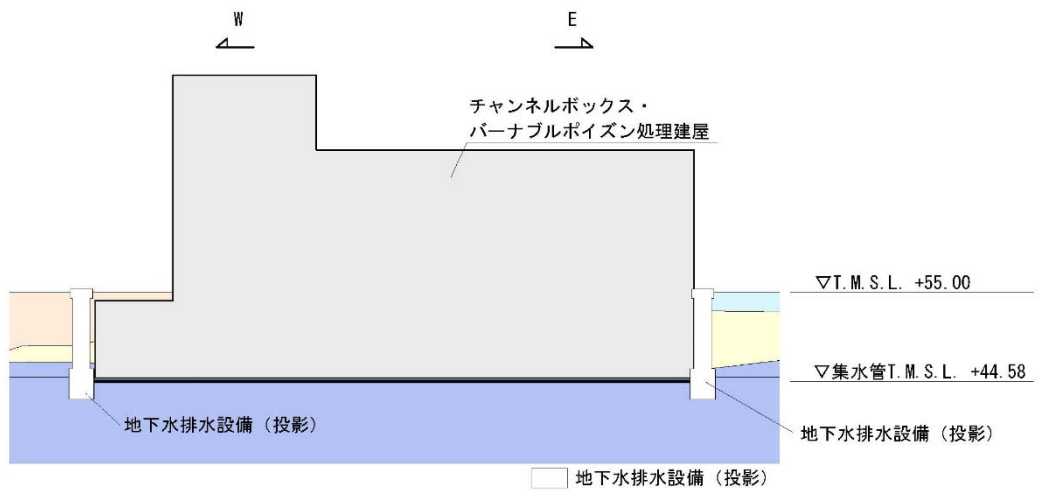
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -8 図 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-8



A - A 立面図

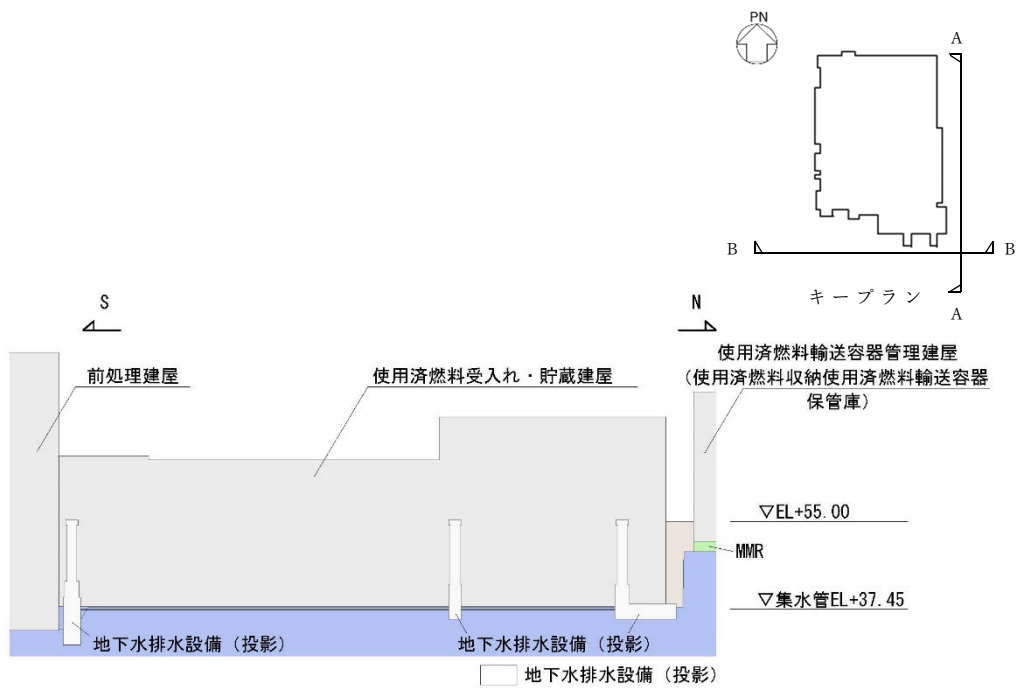


B - B 立面図

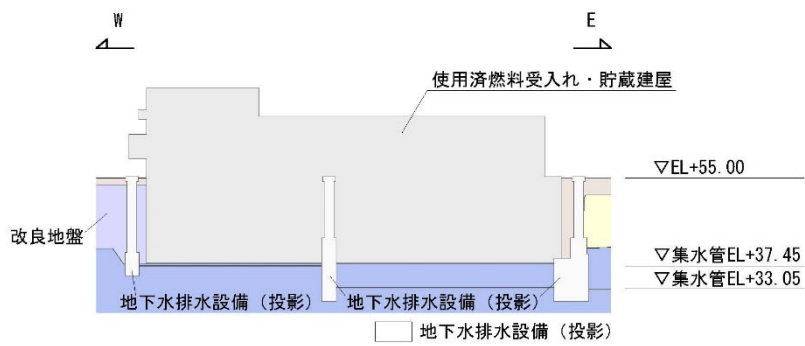
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -9 図 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の立面図
(単位 : m)

添付 2-9



A - A 立面図

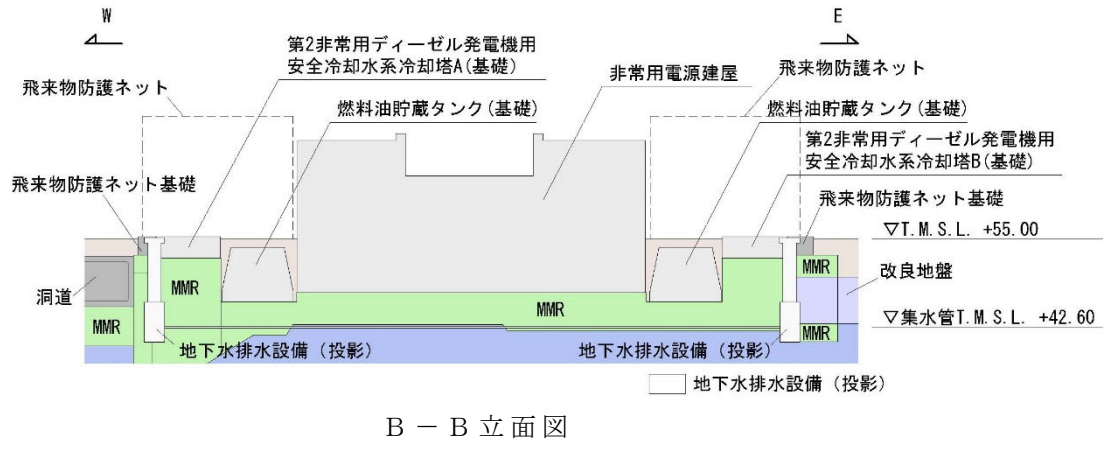
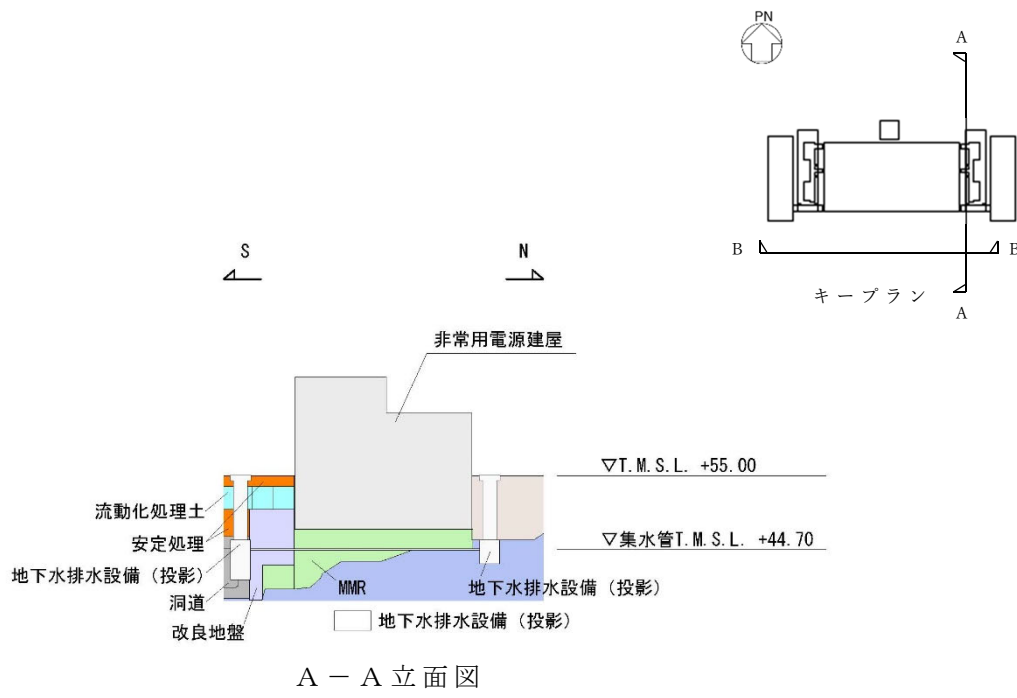


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

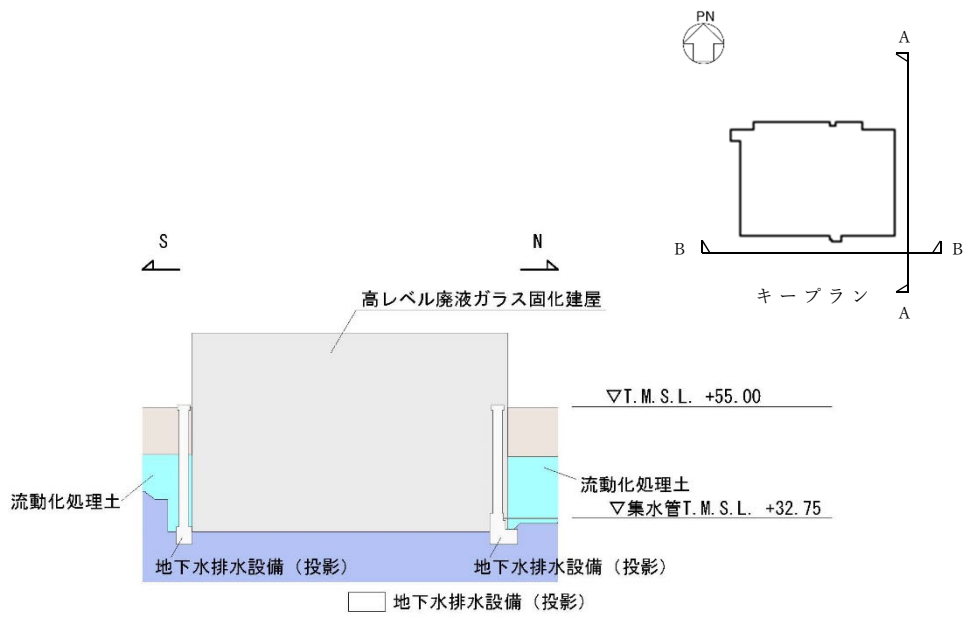
第 1.-10 図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の立面図 (単位: m)

添付 2-10

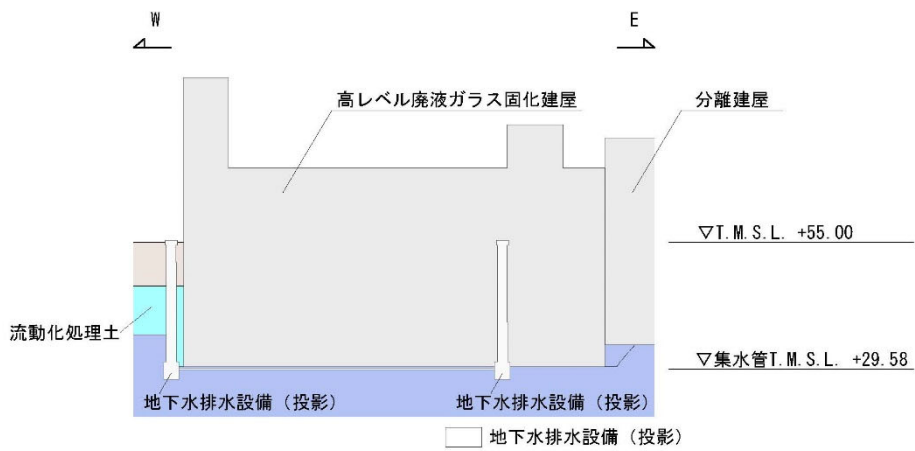


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -11 図 非常用電源建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-11



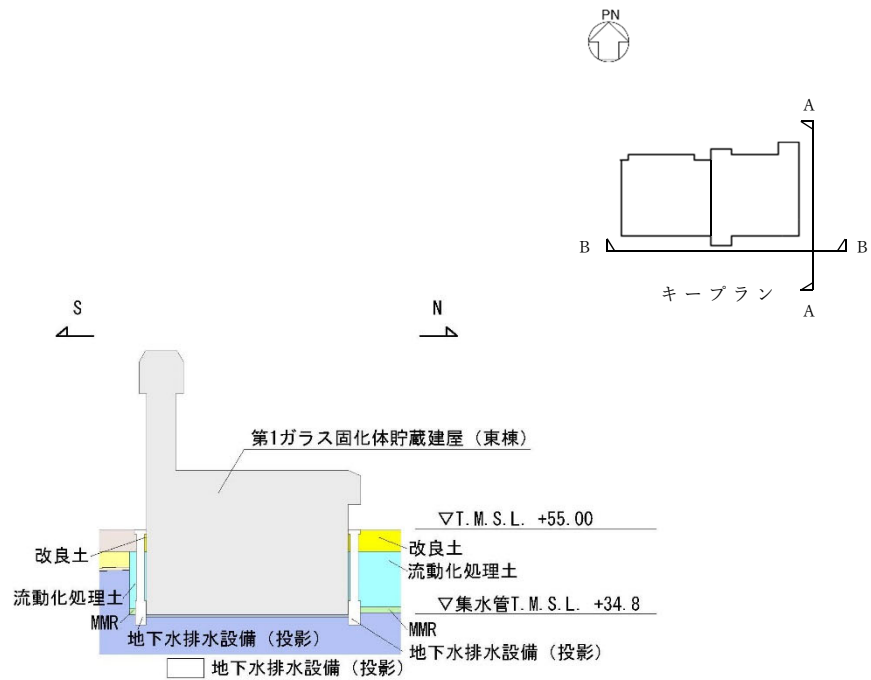
A - A 立面図



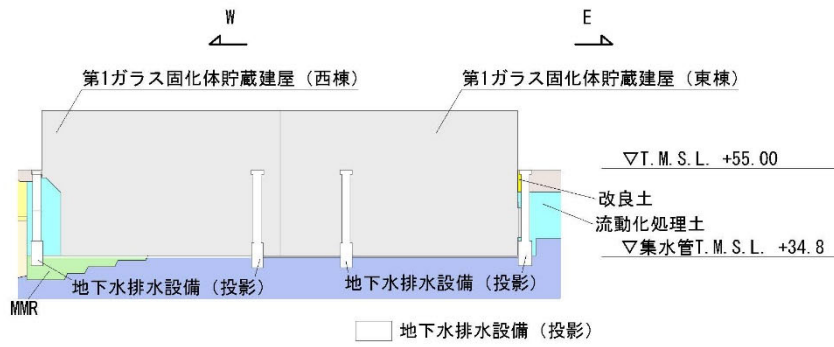
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-12 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-12



A - A 立面図

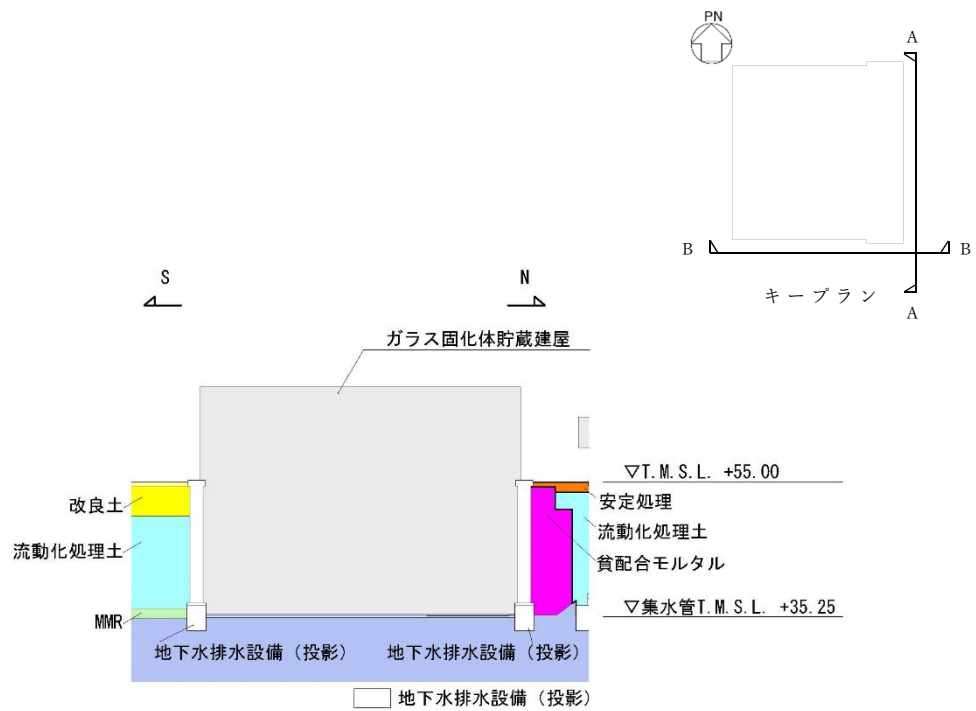


B - B 立面図

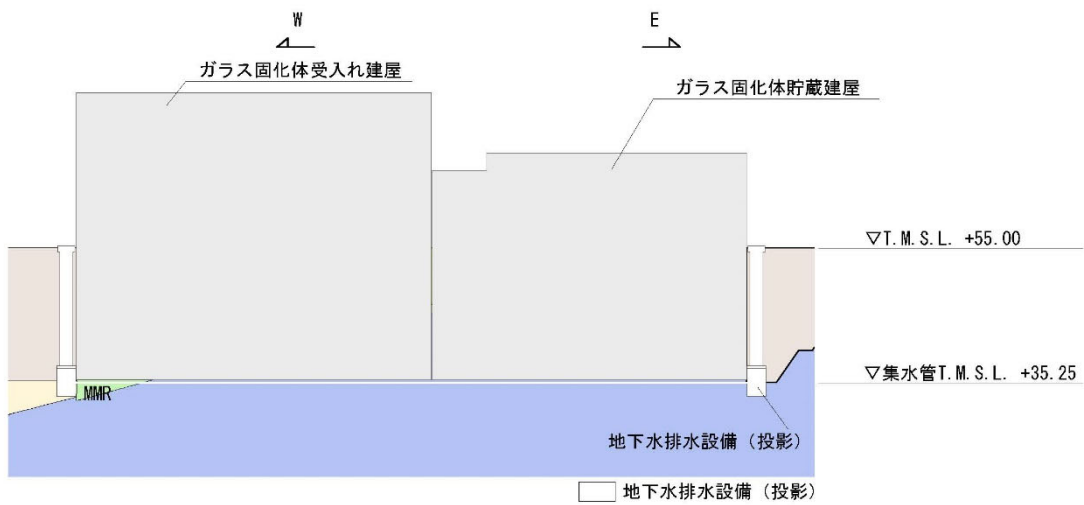
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-13 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋の立面図 (単位 : m)

添付 2-13



A - A 立面図

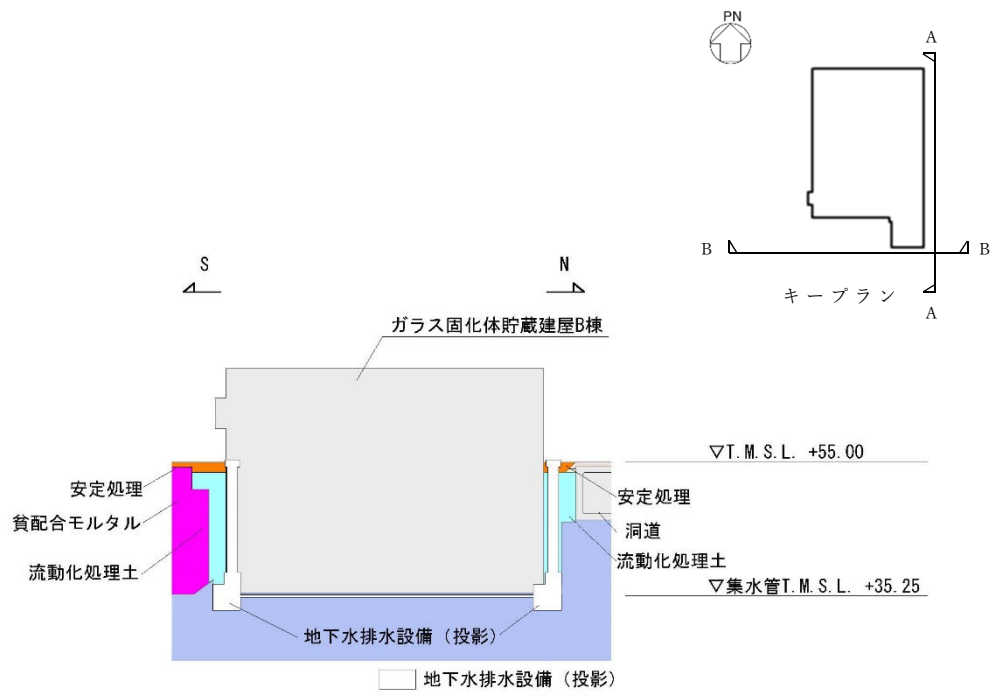


B - B 立面図

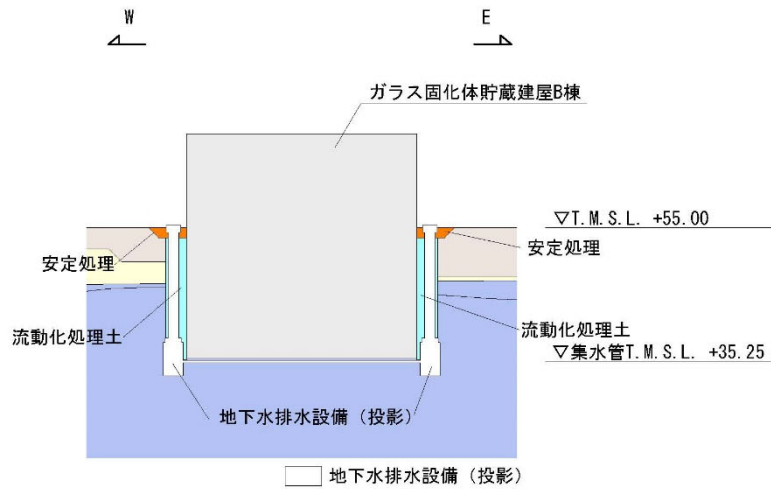
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -14 図 ガラス固化体貯蔵建屋の立面図 (単位: m)

添付 2-14



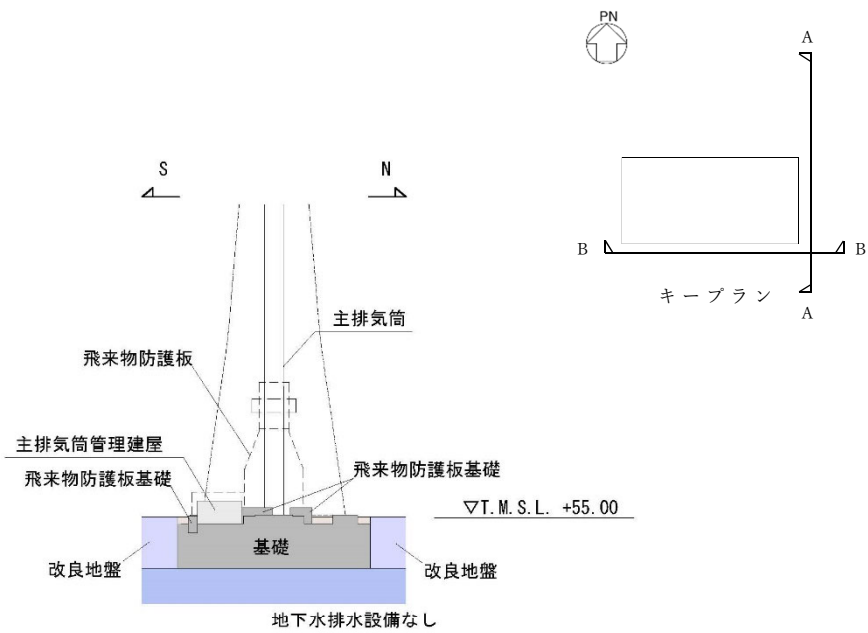
A - A 立面図



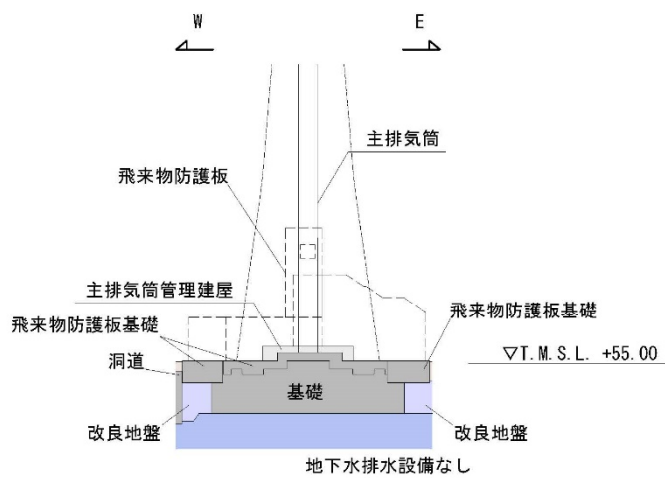
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-15 図 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の立面図 (単位: m)
添付 2-15



A - A 立面図

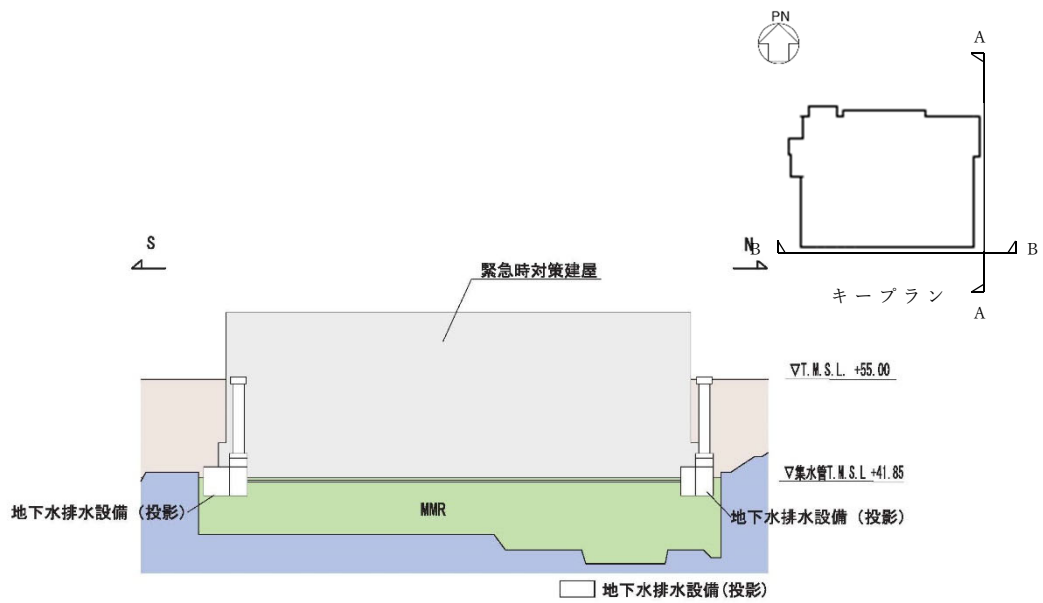


B - B 立面図

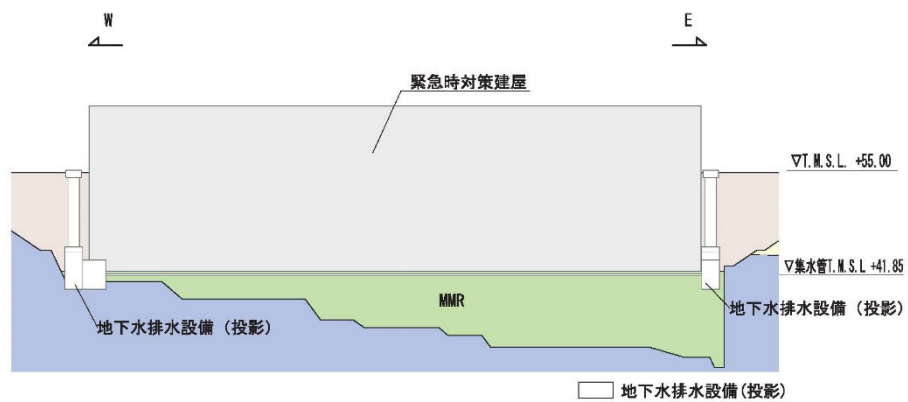
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-16 図 主排気筒管理建屋の立面図 (単位: m)

添付 2-16



A - A 立面図

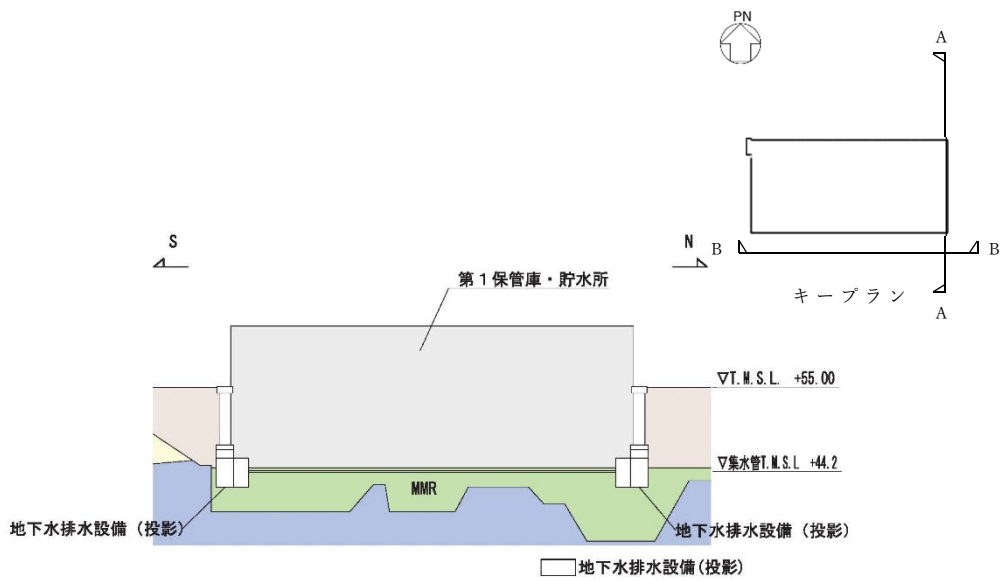


B - B 立面図

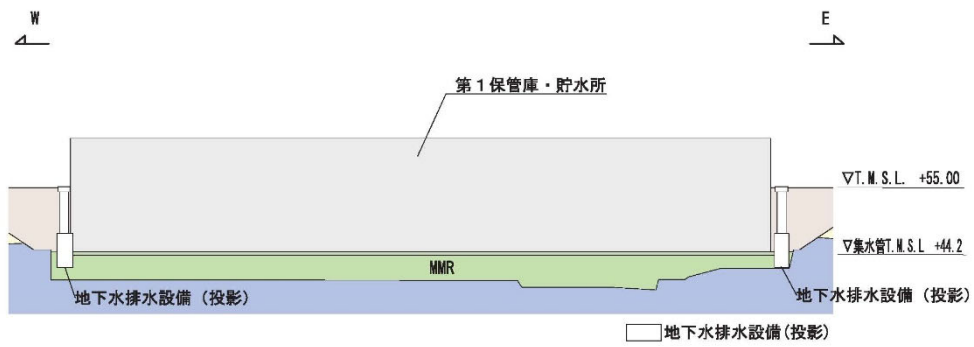
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -17 図 緊急時対策建屋の立面図 (単位 : m)

添付 2-17



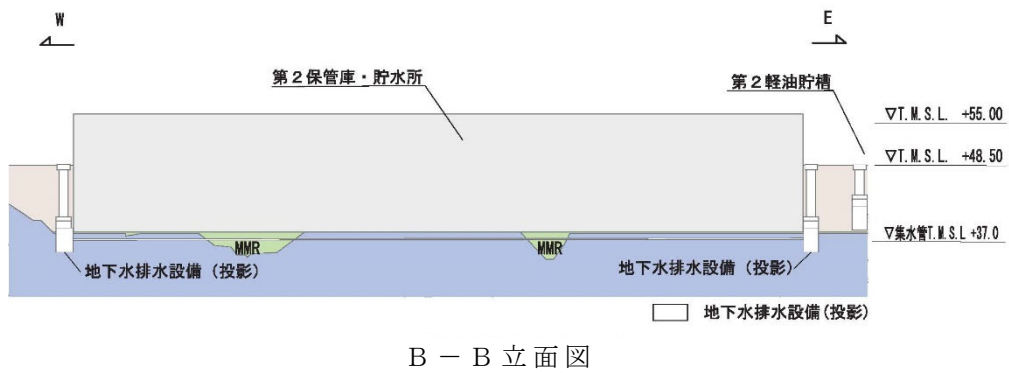
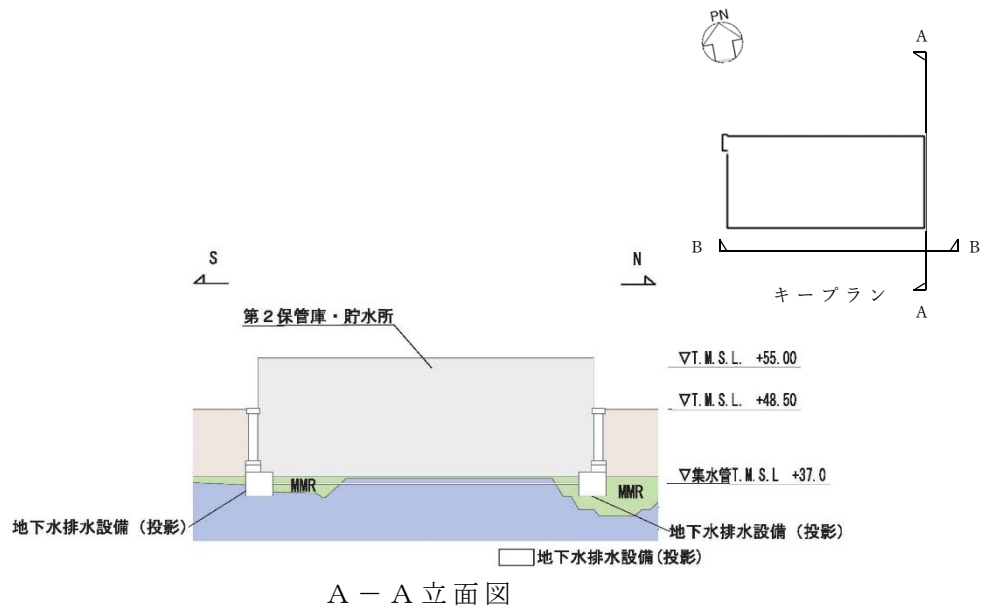
A - A 立面図



B - B 立面図

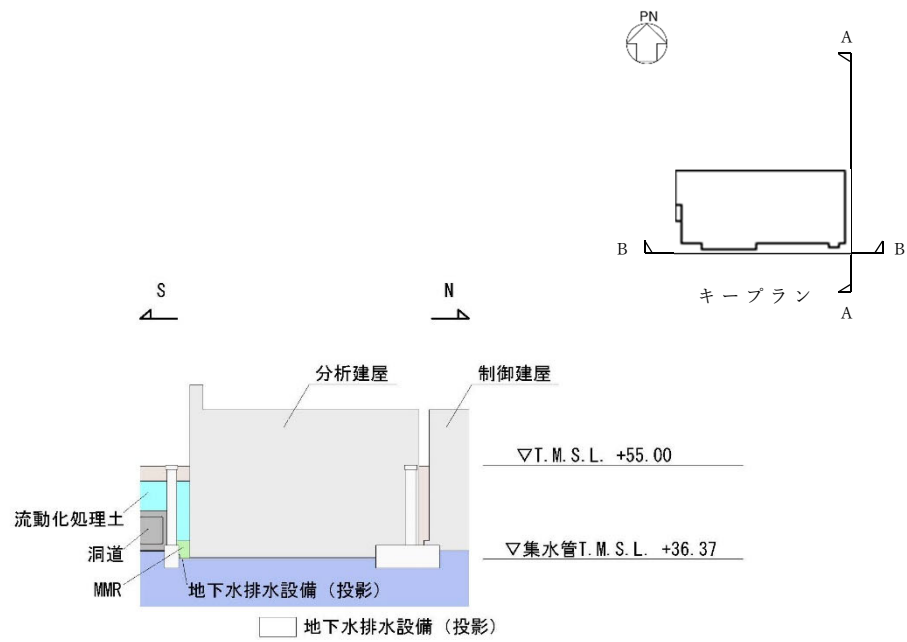
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -18 図 第 1 保管庫・貯水所の立面図 (単位 : m)
添付 2-18

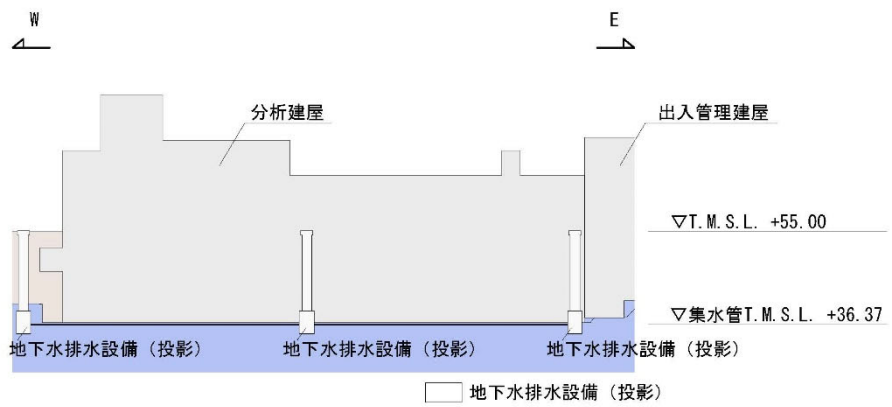


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -19 図 第 2 保管庫・貯水所の立面図 (単位 : m)
添付 2-19



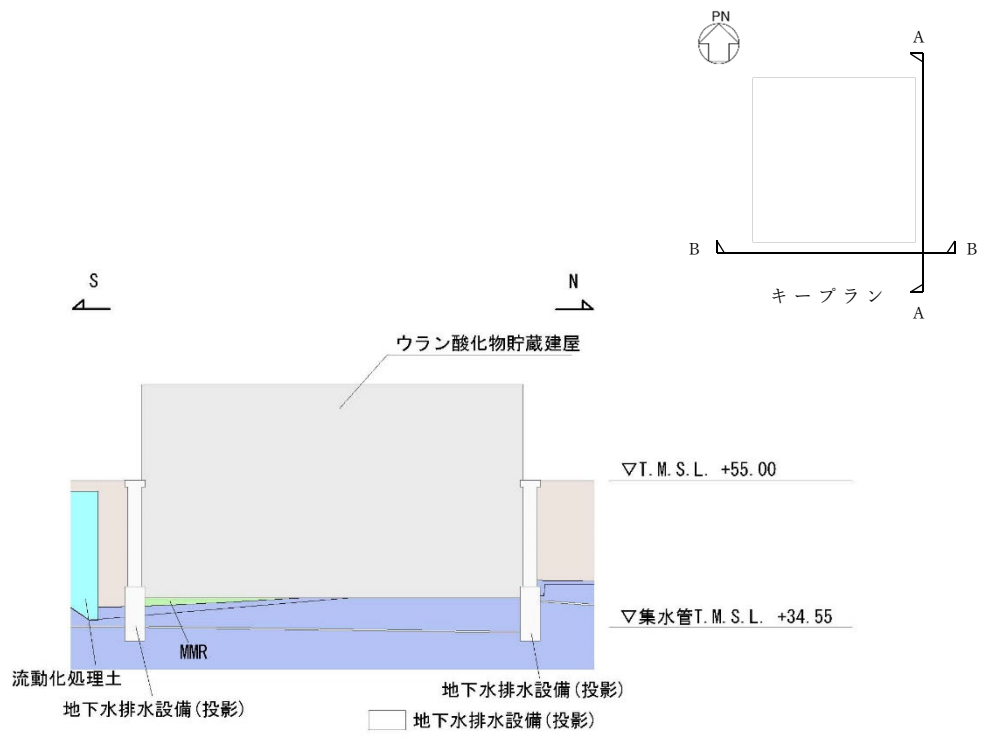
A - A 立面図



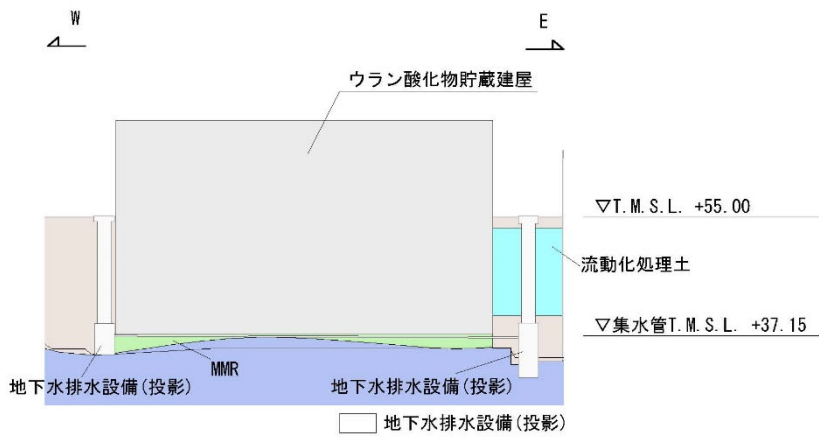
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -20 図 分析建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-20



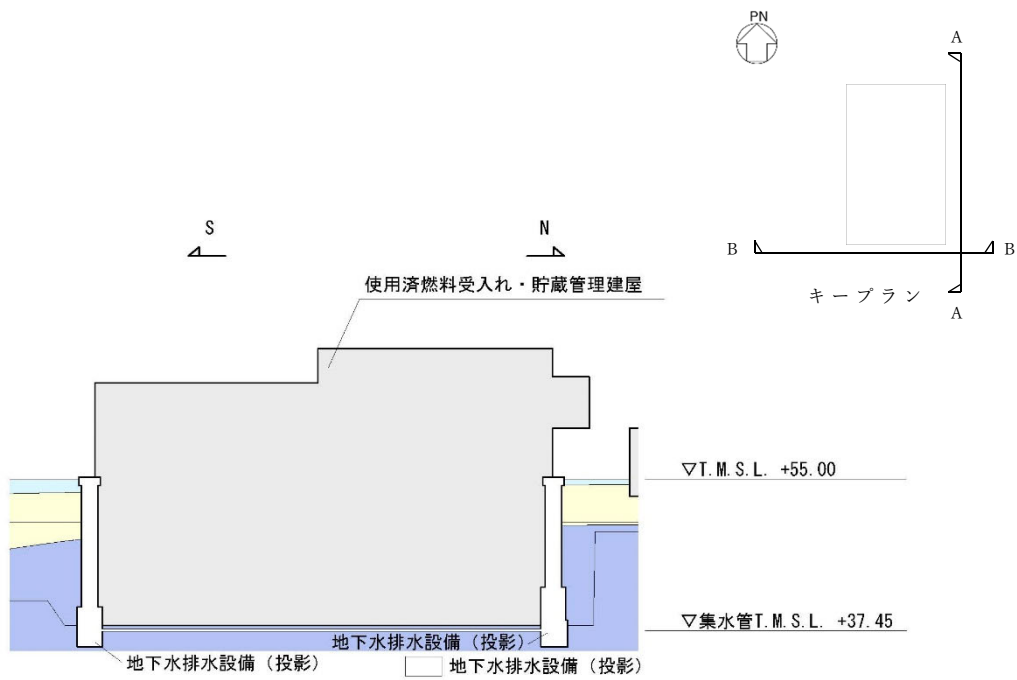
A - A 立面図



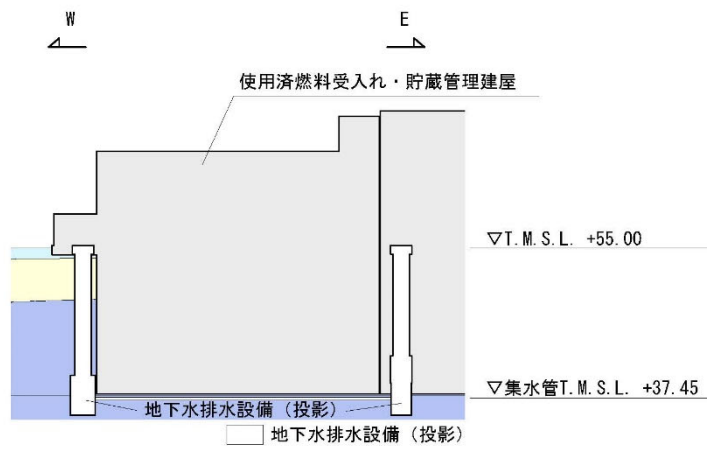
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -21 図 ウラン酸化物貯蔵建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-21



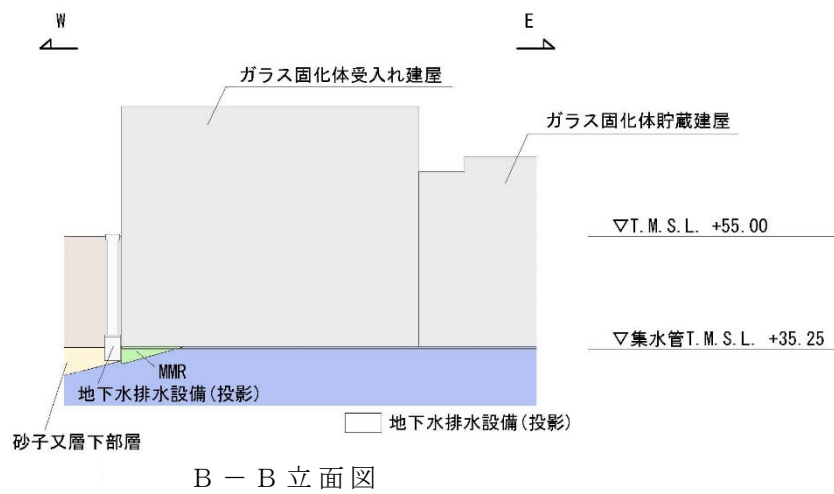
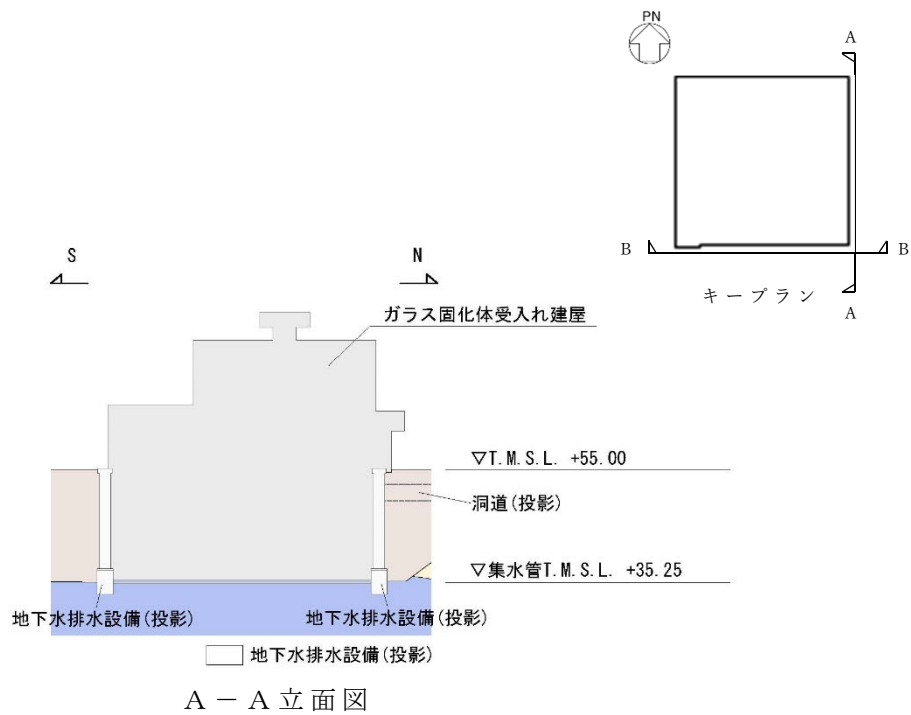
A - A 立面図



B - B 立面図

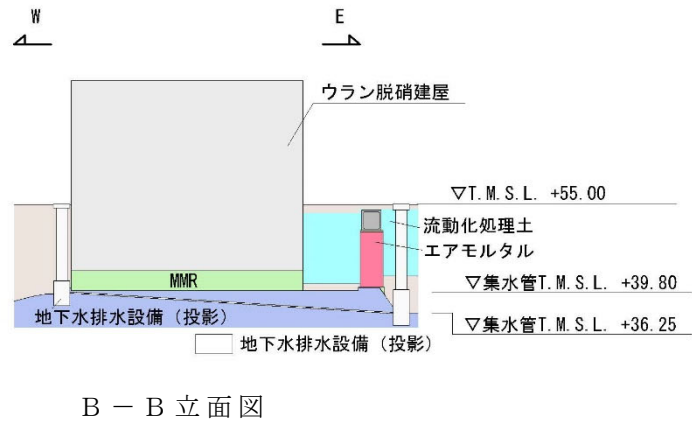
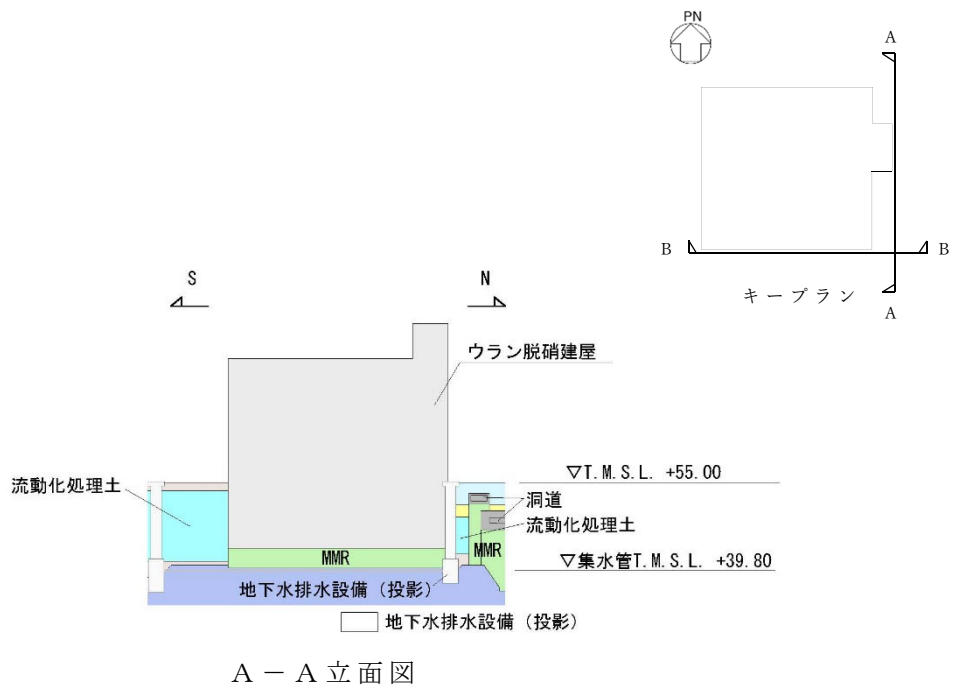
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-22 図 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-22



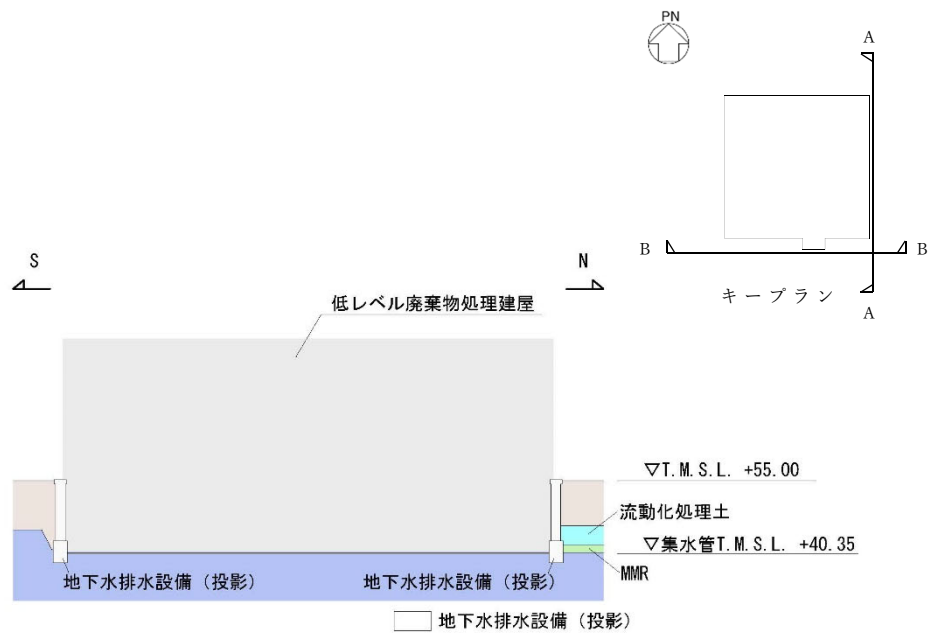
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-23 図 ガラス固化体受入れ建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-23

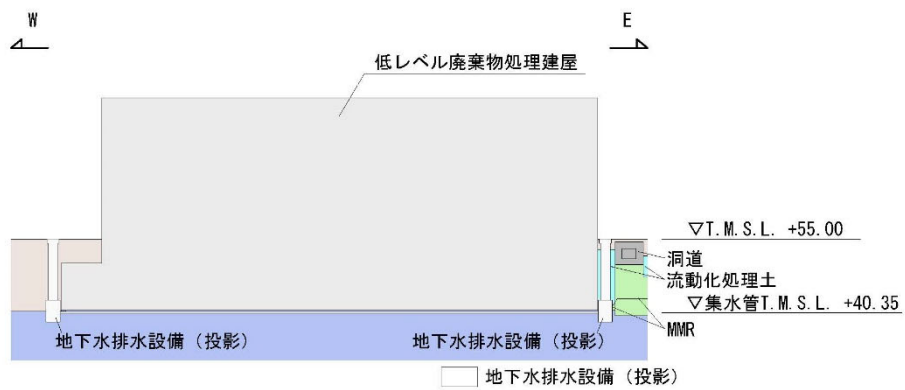


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-24 図 ウラン脱硝建屋の立面図 (単位: m)
添付 2-24



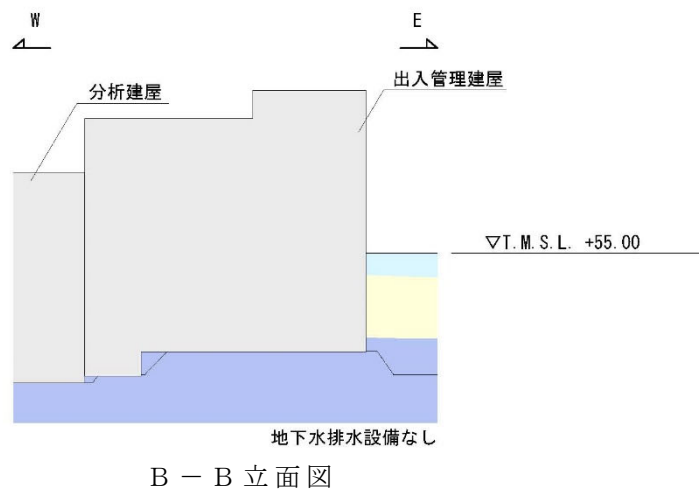
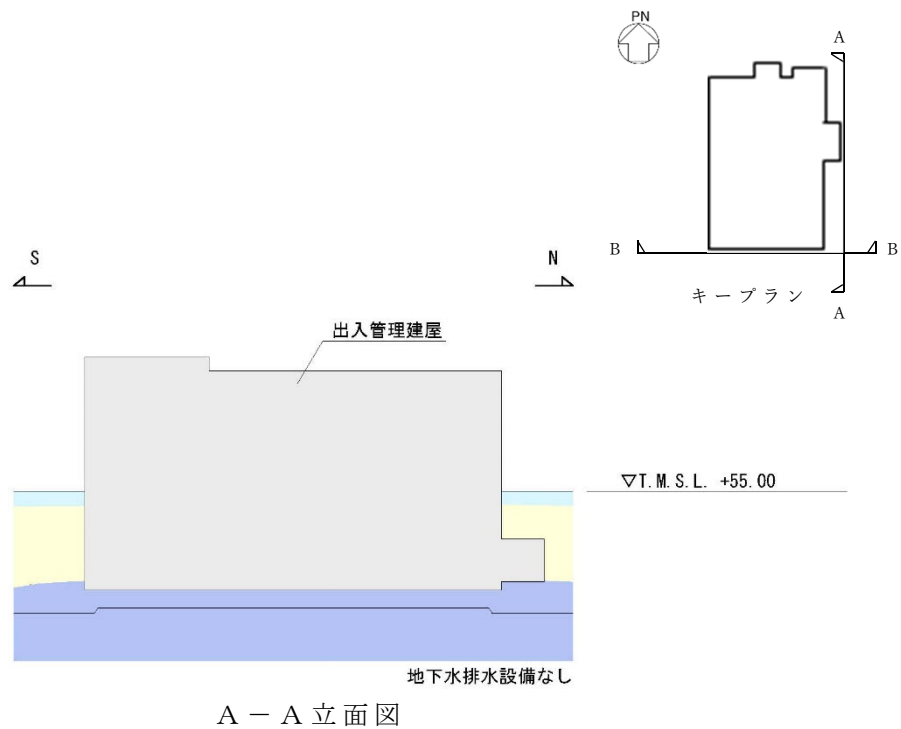
A - A 立面図



B - B 立面図

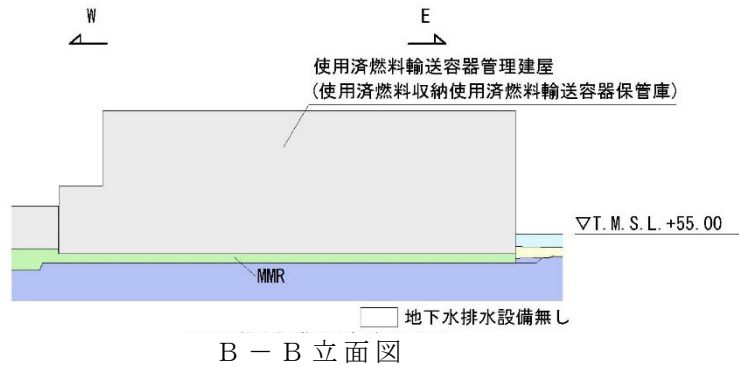
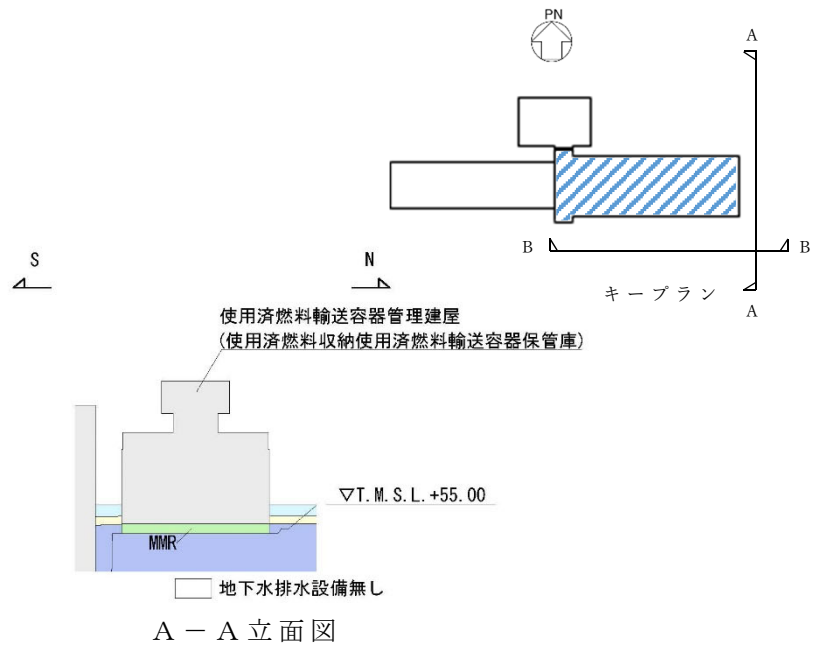
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-25 図 低レベル廃棄物処理建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-25



埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

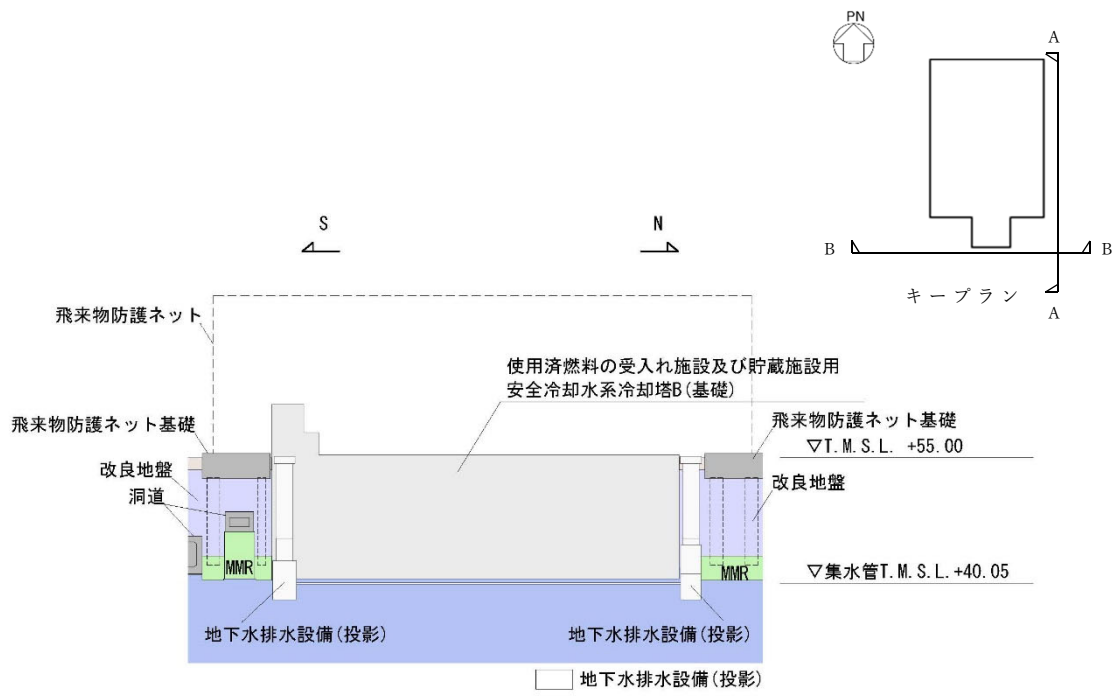
第 1. -26 図 出入管理建屋建屋の立面図 (単位 : m)
添付 2-26



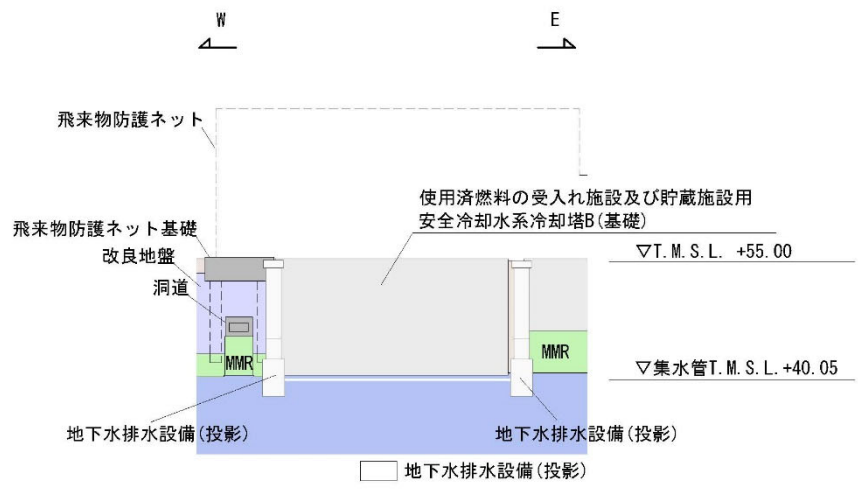
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-27 図 使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）の立面図（単位：m）

添付 2-27



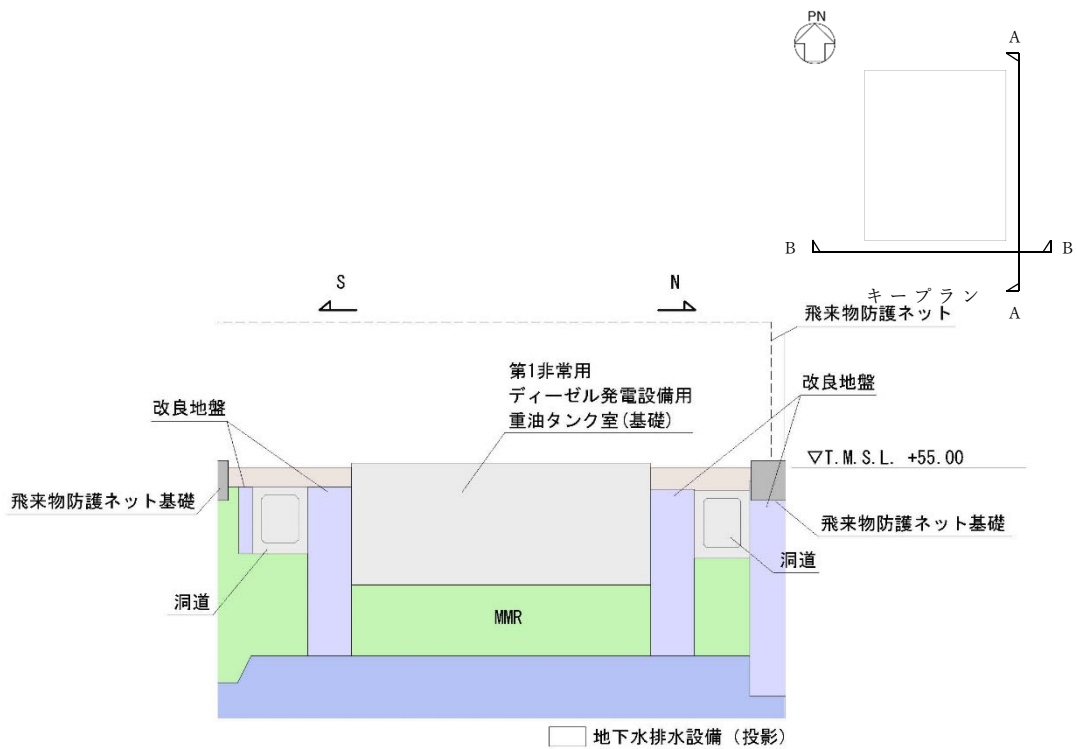
A - A 立面図



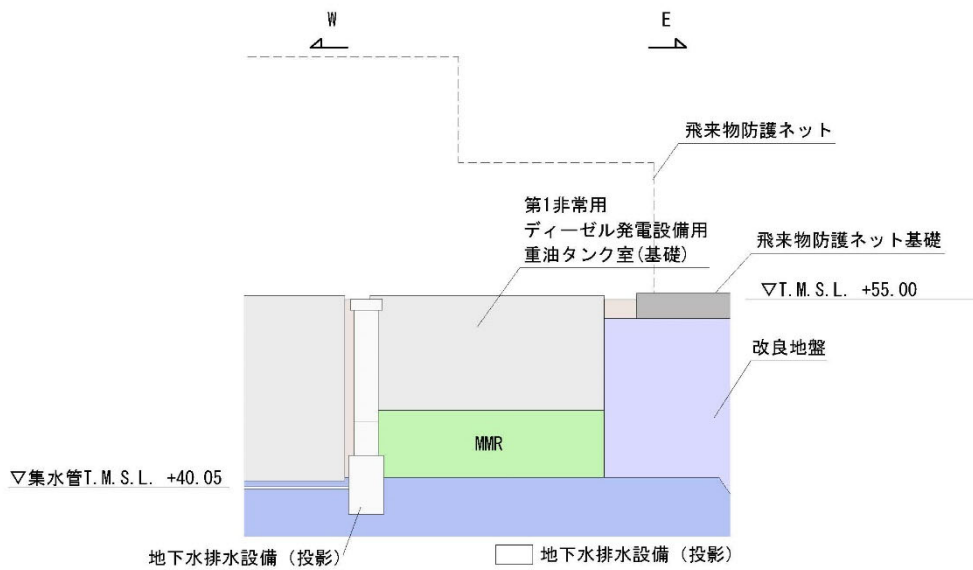
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-28 図 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔 B (基礎) の立面図 (単位 : m)
添付 2-28



A - A 立面図

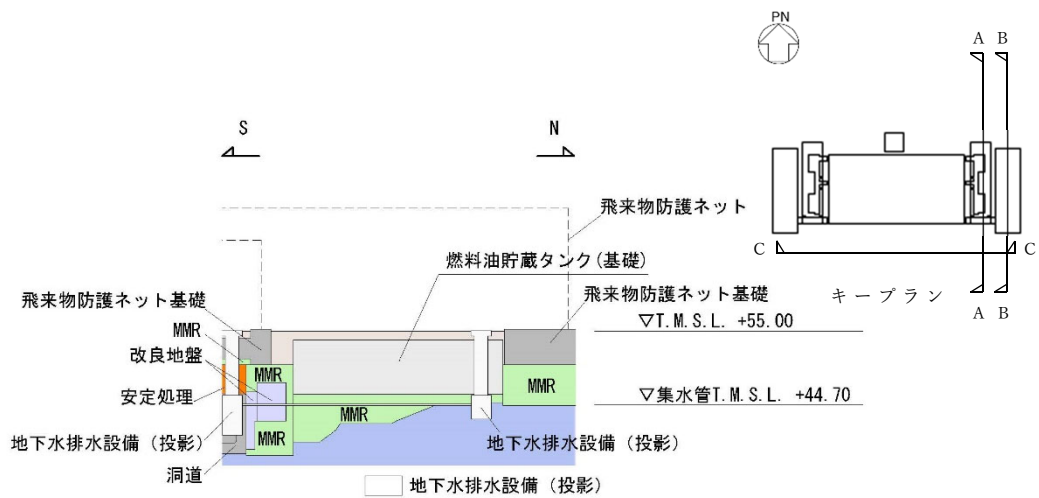


B - B 立面図

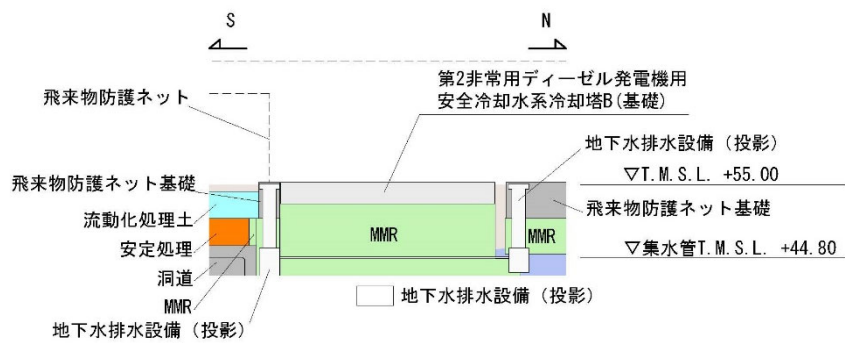
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-29 図 第 1 非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室 (基礎) の立面図 (単位: m)

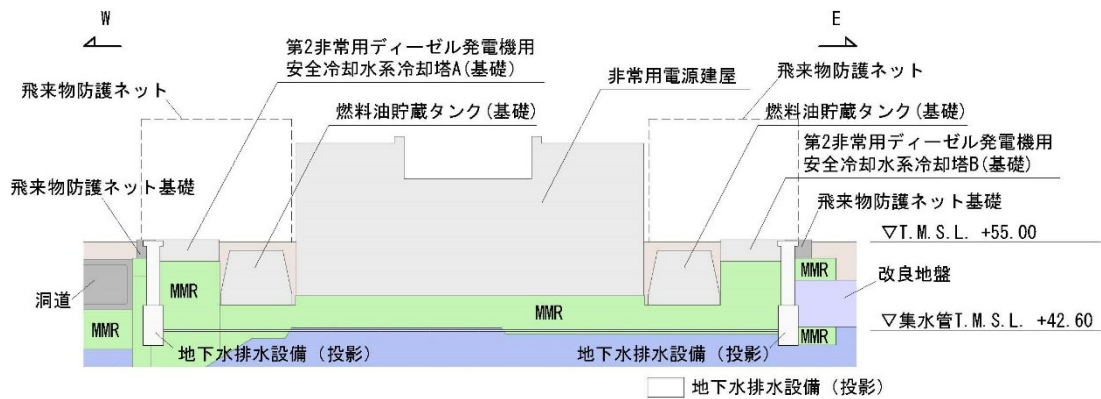
添付 2-29



A - A 立面図



B - B 立面図

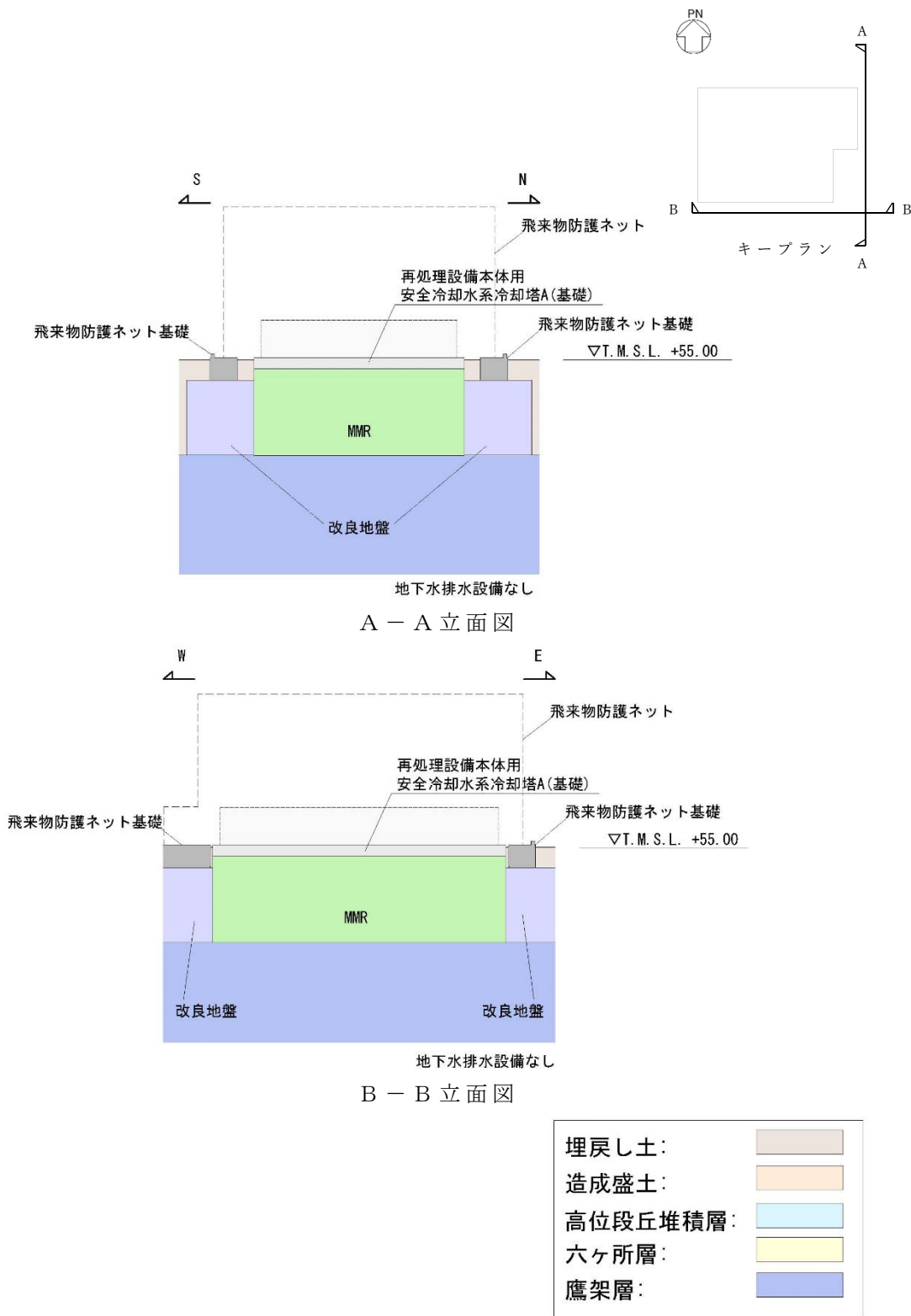


C - C 立面図

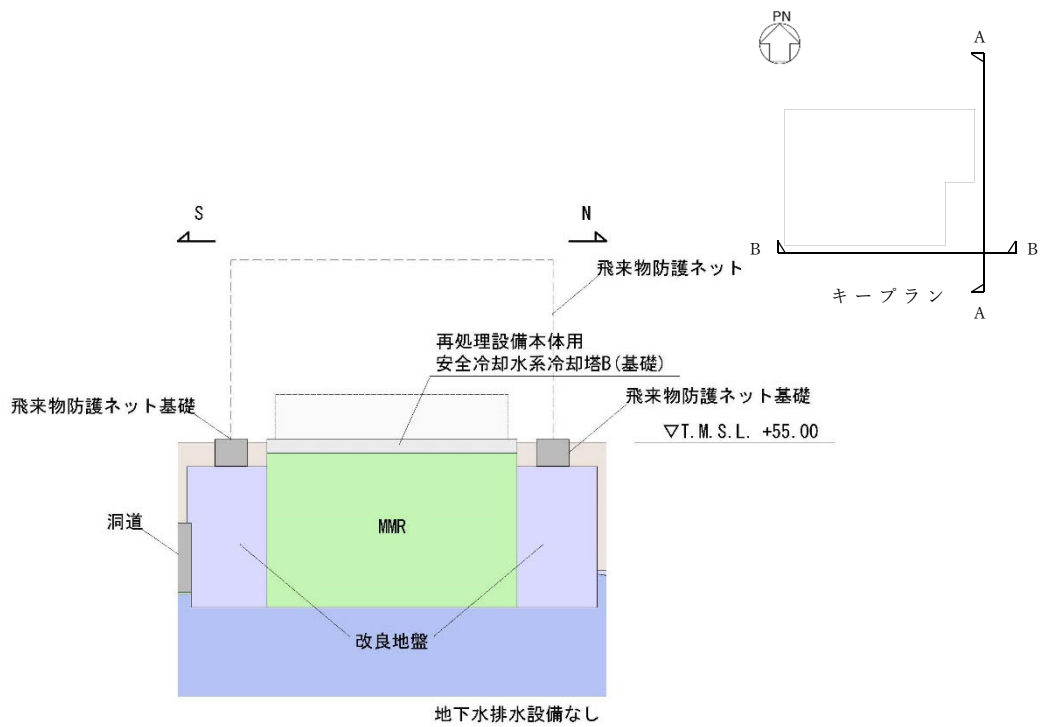
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-30 図 燃料油貯蔵タンク（基礎）及び第 2 非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔 A, B（基礎）の立面図（単位：m）

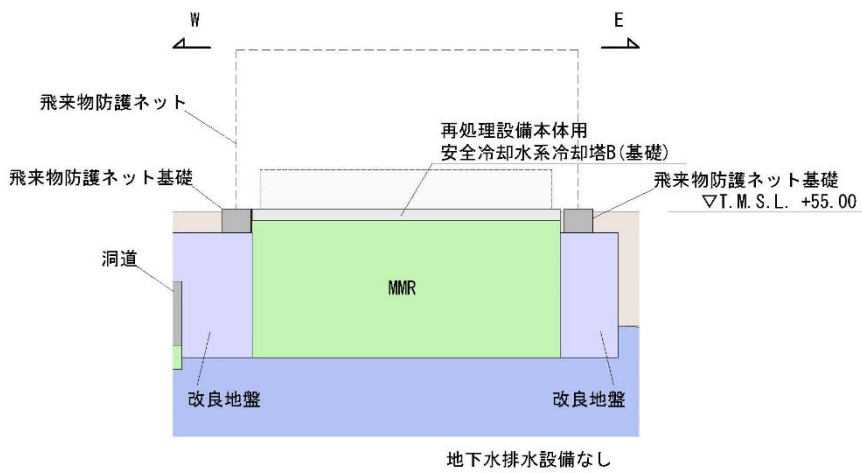
添付 2-30



第 1.-31 図 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A (基礎) の立面図
(単位 : m)
添付 2-31



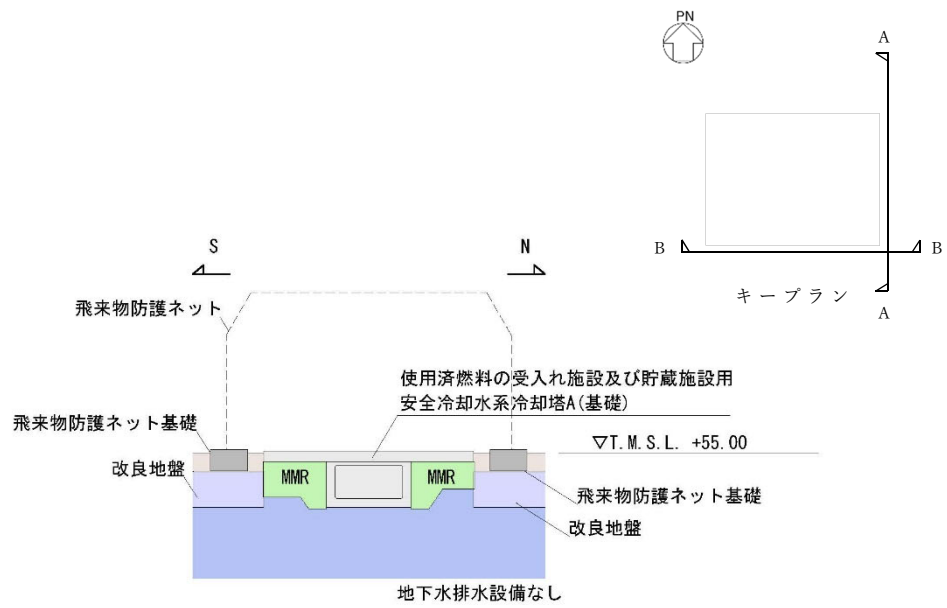
A - A 立面図



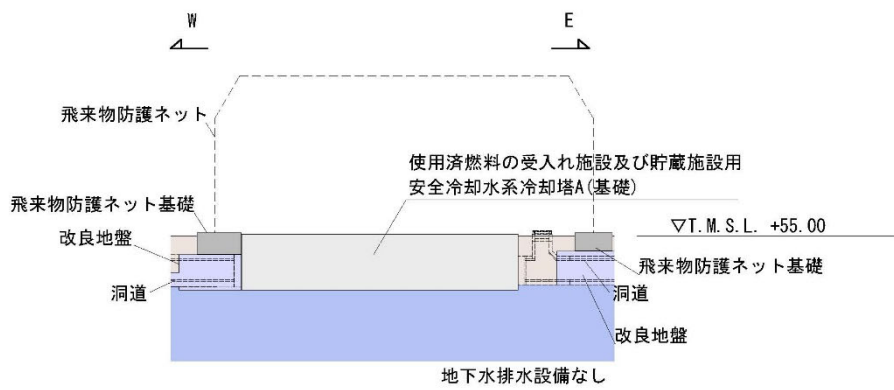
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-32 図 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B (基礎) の立面図
(単位 : m)
添付 2-32



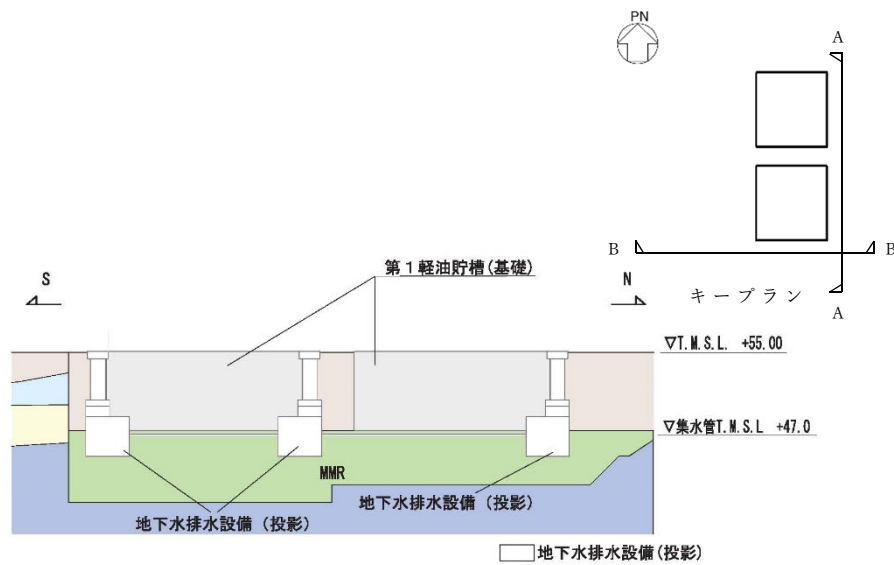
A - A 立面図



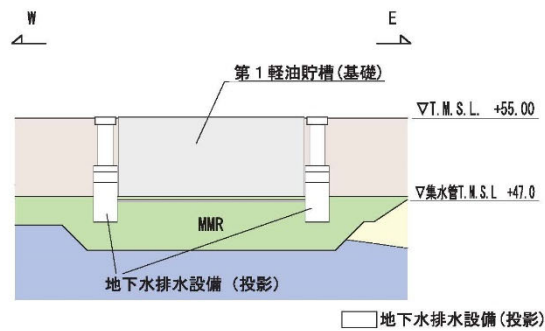
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-33 図 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用
安全冷却水系冷却塔 A (基礎) の立面図 (単位 : m)
添付 2-33



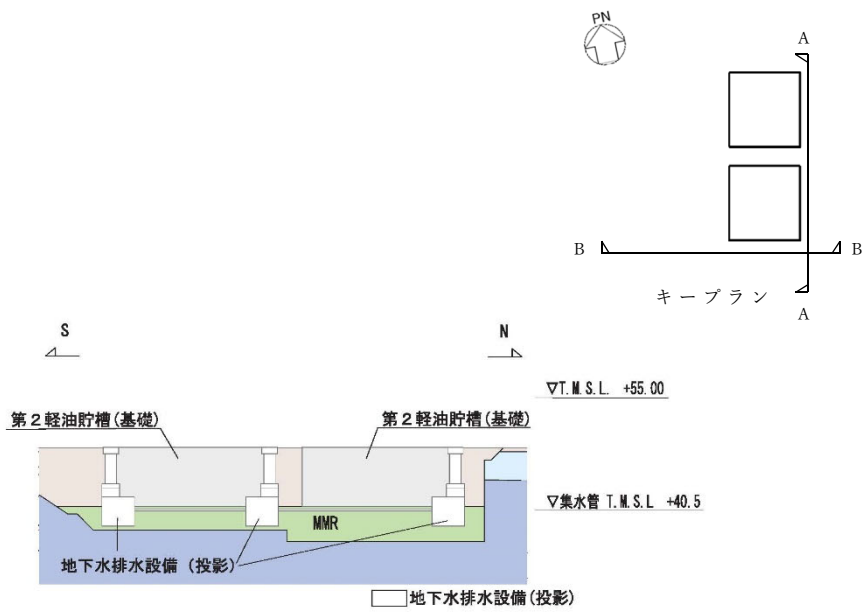
A - A 立面図



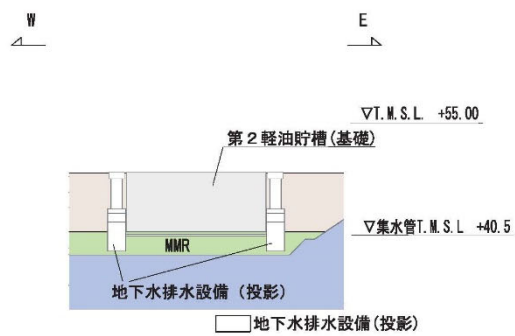
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -34 図 第 1 軽油貯槽 (基礎) の立面図 (単位 : m)
添付 2-34



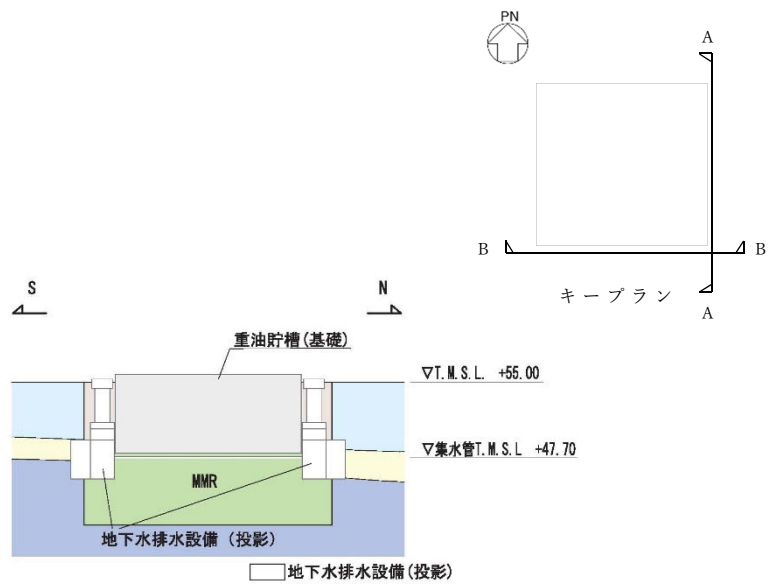
A - A 立面図



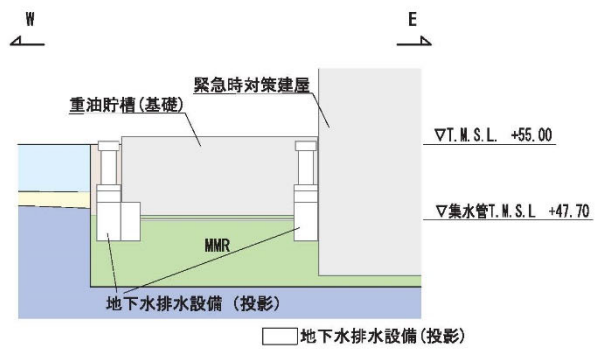
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -35 図 第 2 軽油貯槽 (基礎) の立面図 (単位 : m)
添付 2-35



A - A 立面図



B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -36 図 重油貯槽（基礎）の立面図（単位：m）
添付 2-36

添付 3

地下水排水設備の止水性の要否について

目 次

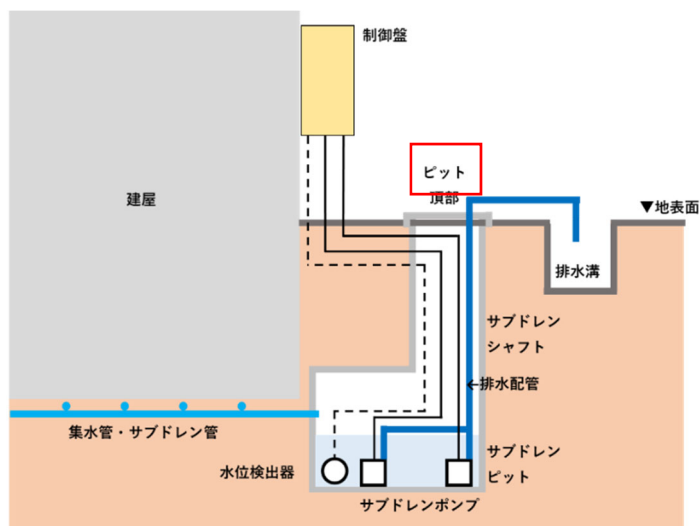
1. 地下水排水設備で想定される浸水 …………… 添付 3-1
2. 降水の最大浸水量と止水性の要否 …………… 添付 3-2

1. 地下水排水設備で想定される浸水

集水管およびサブドレン管の集水機能により、地下水排水設備の周辺の地下水位は低下しているため、地中からサブドレンシャフト・ピットへの浸水は生じない。

また、地表面からの流入については、サブドレンシャフトの地上部は、通常時の砂等の異物の混入防止や墜落防止対策等のために鉄筋コンクリートおよびマンホール（以下、「ピット頂部」とする）で閉止しており、地表面標高（T.M.S.L+55.0m）より0.1m以上の高さを有することから、補足説明資料「溢水02再処理施設内における溢水による損傷の防止に関する評価対象外とする溢水防護対象設備の考え方について」において、保守的に設定した溢水水位0.1mを考慮しても、地表面からは流入しない。

加えて、降水による浸水についても、ピット頂部に覆われていることから想定し難いが、仮にピット頂部が存在しないとした場合において、降水が地下水排水設備の排水機能に与える影響を検討した。



第 1-1 図 地下水排水設備概要図



第 1-2 図 ピット頂部の一例

2. 降水の最大浸水量と止水性の要否

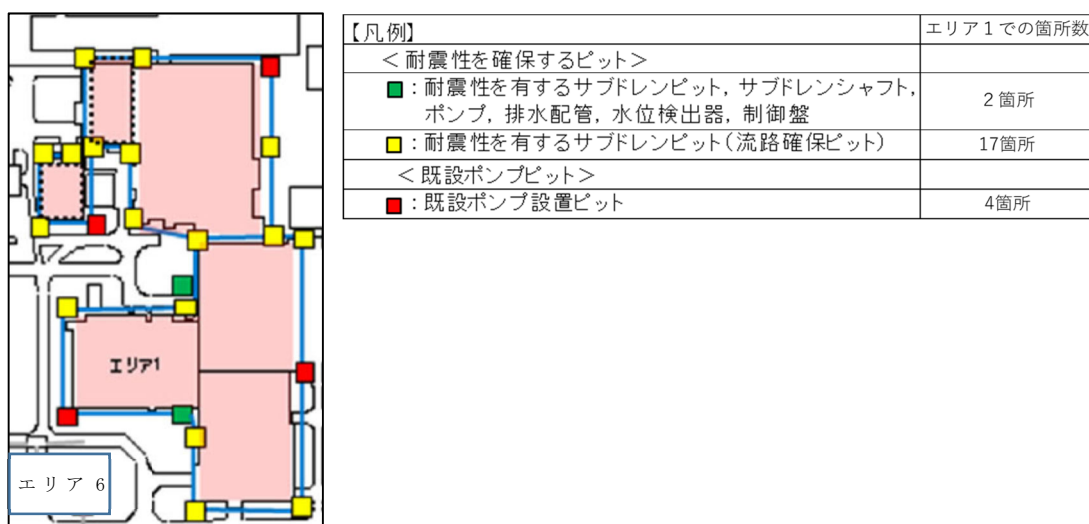
集水エリアの中で、最もサブドレンシャフトが多い（降水の浸入量が多い）エリア1において、保守的にピット頂部がないと仮定し、日最大1時間降水量（67mm/h）時に直接サブドレンシャフト内に降水が入った場合の影響を確認した。

エリア1のサブドレンシャフト内に入る降水量

$$= 21 \text{ 箇所} \times 1.9\text{m} \times 1.9\text{m} \times 0.25 \times \pi \times 0.067\text{m/h} \cdot \text{箇所}$$

$$= 4.0\text{m}^3/\text{h}$$

（エリア1の耐震性を有しないサブドレンシャフトの数：
21箇所（流路確保ピット17箇所，既設ポンプ設置ピット4箇所）
サブドレンシャフトの内径：1.9m）



第 2-1 図 集水エリア1の地下水排水設備の配置図

ここで、サブドレンポンプの1台の1時間当たりの揚水能力は、45m³/hであり、エリア1には4台（2箇所×2台）のポンプを設置することから、エリア1は180m³/hの排水能力がある。

なお、エリア1における2011年度～2020年度の各月の実績排水量のうち、最も排水量の多い月である2020年8月の1時間当たりの排水量は、26.0m³/hである。

したがって、仮にピット頂部がないとし、日最大1時間降水量が全てシャフト内に入ったとしても、その量は排水能力の1/45程度であり、実績排水量と重畳しても、サブドレンポンプの排水性能以内であることが確認できた。

以上のことから、降水による浸水を考慮しても、その量は、地下水排水設備の排水能力に対して十分小さいことから、地下水排水設備に止水性は必要ない。

添付 4

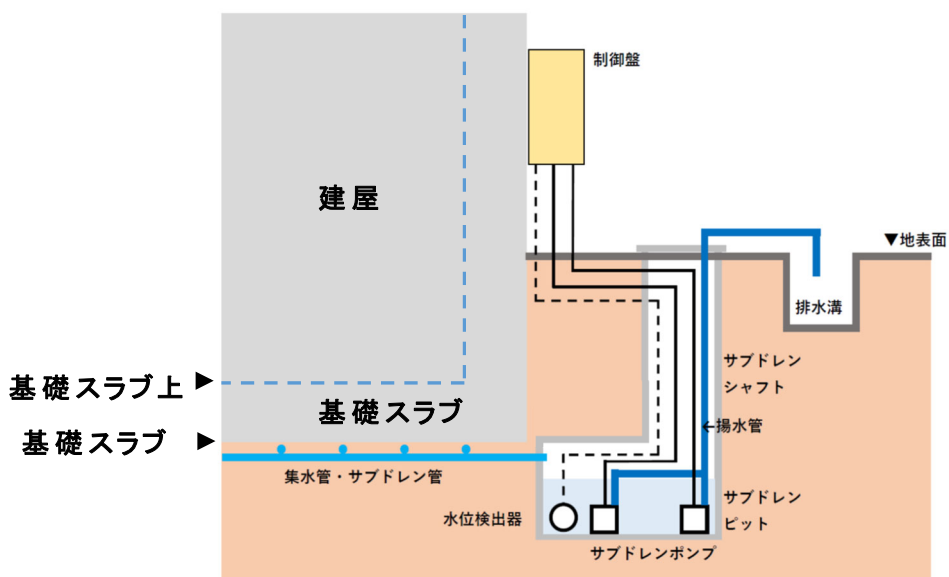
地下水排水設備の排水機能喪失時における
水位上昇時間

目 次

1. 水位上昇時間の計算の概要 添付 4-1
2. 計算条件および結果 添付 4-2

1. 水位上昇時間の計算の概要

燃料加工建屋は地下水排水設備により囲まれており、建屋周囲および基礎スラブ下に集水管・サブドレン管を、建屋の隅に4か所サブドレンピットを設置する方針としている。地下水排水設備の配置概要を第1-1図に示す。地下水排水設備は常時稼働しているため、地下水位は常に建屋の基礎スラブ上端より低い。基準地震動 S_s を超える地震の発生により、排水機能が喪失した場合、設計用地下水位まで水位上昇するまでの時間を確認した。

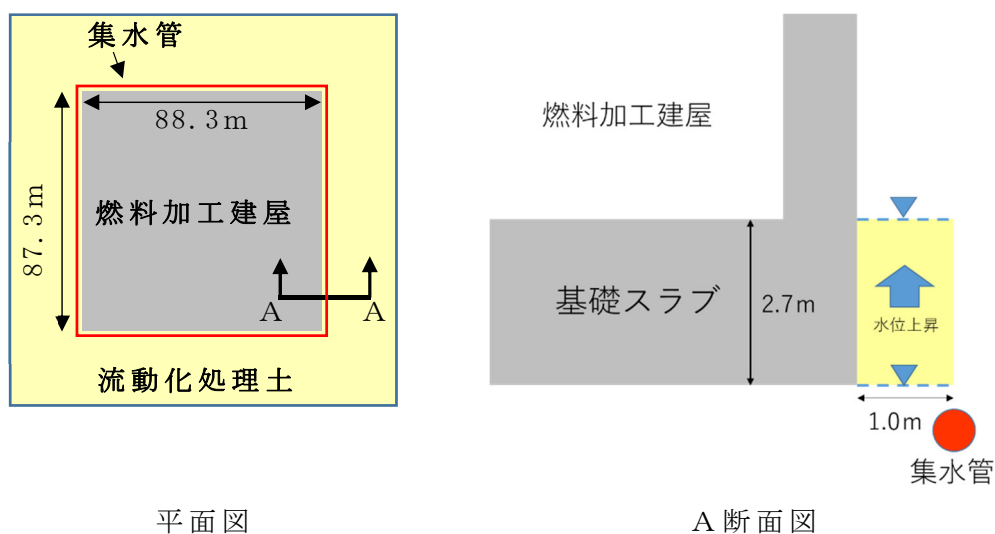


第1-1図 地下水排水設備概要図

2. 計算条件および結果

排水機能喪失後の水位上昇は、サブドレンピット内の水位上昇から始まり、集水管・サブドレン管が水没した後に建屋基礎スラブの下端に達し、その後、周辺地盤の地下水位が上昇する。

今回の排水機能喪失時から建屋基礎スラブ上端までの水位上昇にかかる時間の計算においては、安全側にサブドレン内の空間は考慮せず、基礎スラブ下端から上端までの高さ 2.7m、建屋外壁と集水管中心の間 1.0m の地盤の間隙が、排水機能喪失後に湧水で満たされる時間から水位上昇時間を算出した。簡易計算の概念図を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 簡易計算の概念図

湧水量については、燃料加工建屋周りの地下水排水設備は排水量の実測値がないため、安全側に再処理事業所の地下水排水設備に囲まれる建屋の排水量の実測値（2011年度～2020年度）の中で最も排水量が多い精製建屋の最大の月の湧水量から算出した日平均湧水量 $306.0\text{m}^3/\text{日}$ を用いて、これに精製建屋と燃料加工建屋との建屋の底面積比 1.2 を乗じた $367.2\text{m}^3/\text{日}$ を燃料加工建屋の日湧水量とした。

周辺地盤の間隙（体積）は、建屋外壁と集水管中心との水平距離 1.0m と基礎スラブ高さ 2.7m を乗じて断面積を算出し、それに建屋外周長さ 351.2m および流動化処理土の間隙率の下限値 0.5（敷地内で採取した試料の試験結果に基づく）を乗じて算出した 474.1m^3 を計算に用いた。

水位上昇時間について、周辺地盤の間隙（体積） 474.1m^3 を日湧水量 $367.2\text{m}^3/\text{日}$ で除した結果、建屋基礎スラブ高さと同じ 2.7m の水位上昇には、1 日程度の日数を要することを確認した。

なお、本計算結果は周辺の建屋等の形状等は模擬していない簡易式によるものであるため、その具体的な評価については、地下水排水設備を申請する後次回にて説明する。

添付 5

地盤改良の概要

目 次

1. 地盤改良の概要 添付 5-1
 - 1.1 地盤改良工法の種類と適用地盤 添付 5-1
 - 1.2 地盤改良の施工方法 添付 5-3
2. 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の周辺の改良地盤の概要 添付 5-4
 - 2.1 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物周辺の改良地盤の概要 添付 5-4
 - 2.2 各施設における改良地盤の概要 添付 5-8
3. 改良地盤の品質確認方針 添付 5-10
 - 3.1 品質確認項目 添付 5-10
 - 3.2 品質確認準拠基準について 添付 5-10
 - 3.3 品質確認 添付 5-11
 - 3.3.1 品質確認頻度 添付 5-11
 - 3.3.2 品質確認方法 添付 5-11
 - 3.3.3 品質確認結果 添付 5-12

1. 地盤改良の概要

1.1 地盤改良工法の種類と適用地盤

地盤改良工法については、文献（陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版，（財）土木研究センター，平成16年3月）では、以下の項目により分類づけられる。

- ① 対策工法を必要とする理由，目的，期待する効果
- ② 地盤の性状
- ③ 構造物の性質
- ④ 現場条件，周辺環境

地盤改良工法の種類と適用地盤・効果を第1.1-1表に示す。

第1.1-1表 地盤改良工法の種類と適用地盤・効果

工法	適用地盤				工法の効果						
	粘性土	砂質土	粘性土 砂質土 の互層	有機 質土	沈下対策		安定対策				
					圧密沈 下促進	沈下量 減少	せん断 変形の 抑制	強度増 加促進	すべり 抵抗の 付与	液状化 の防止	
表層処理工法	表層排水工法 サンドマット工法 敷設材工法 浅層混合処理工法	○			○			○	○	○	
置換工法	掘削置換工法 強制置換工法	○		○	○		○			○	
押し盛土工法	押し盛土工法 緩斜面工法	○		○	○			○		○	
繰進載荷工法	漸増載荷工法 段階載荷工法	○		○	○			○			
載荷重工法	盛土荷重載荷工法 大気圧載荷工法 地下水低下工法	○		○	○	○			○		
バーチカル ドレーン工法	サンドドレーン工法 ボード系ドレーン工法	○		○	○	○		○	○		
サンドコンパ クション工法	サンドコンパクショ ンパイル工法	○	○	○	○	○	○	○		○	○
締固め工法	振動棒工法 動圧密工法		○				○			○	○
固結工法	深層混合処理工法 生石灰パイル工法 薬液注入工法	○	○	○	○		○	○	○	○	○
構造物による 工法	矢板工法 打設ゲイ工法 スラブ工法 カルバート工法	○	○	○	○		○	○		○	

（引用：（財）土木研究センター，陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版，H16.3（抜粋））

第 1.1-1 表に示す工法のうち、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の周囲における地盤改良の工法を第 1.1-2 表に示す。適用している地盤改良工法としては、適用地盤や工法の効果とも幅広く適用可能である「固結工法」を基本としている。固結工法のうち、主に採用した工法は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）である。

また、一般的に置換工法とは、軟弱地盤を良質な土材料で置き換える工法であるが、土材料として流動化処理土を適用したものについては固結工法と同等又はそれ以上の効果を期待できることから採用している。

この他、機械攪拌が可能な箇所については、中層混合処理工法（機械攪拌工法）も採用している。

第 1.1-2 表 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の周囲における地盤改良の工法

大分類	中分類	小分類	改良地盤種別
置換工法	掘削置換工法	流動化処理土置換工法	<ul style="list-style-type: none"> ・流動化処理土 A ($\bar{V}_s=480\text{m/s}$) ・流動化処理土 B ($\bar{V}_s=1200\text{m/s}$) ・改良地盤 B^{※1} ($V_s \geq 800\text{m/s}$)
固結工法	深層混合処理工法	高圧噴射攪拌工法	<ul style="list-style-type: none"> ・改良地盤 A^{※2} ($\bar{V}_s=620\text{m/s}$) ・改良地盤 B^{※1} ($V_s \geq 800\text{m/s}$)
	中層混合処理工法	機械攪拌工法	<ul style="list-style-type: none"> ・改良地盤 A^{※2} ($\bar{V}_s=620\text{m/s}$)

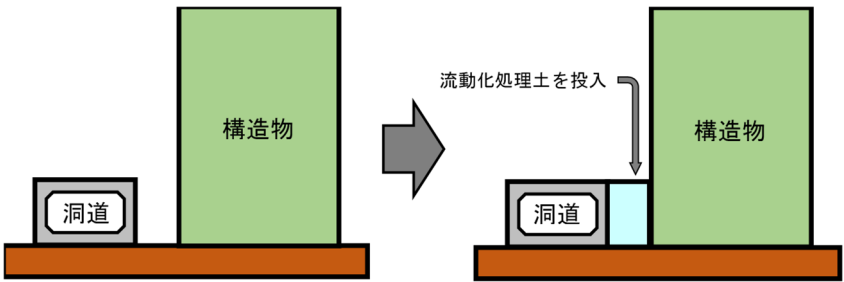
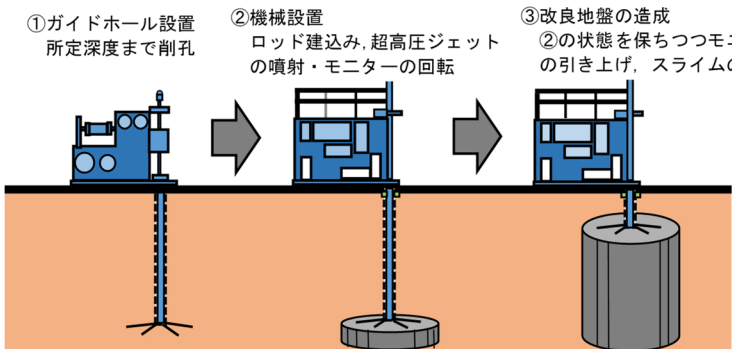
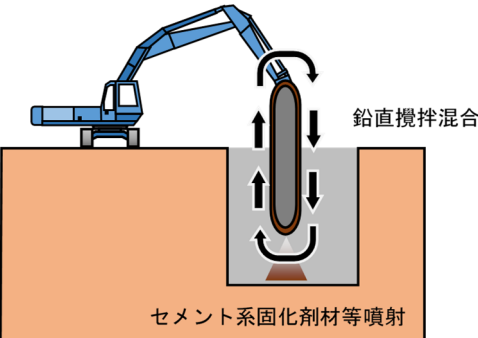
※1 改良地盤 B は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）又は掘削置換工法（流動化処理土置換工法）を採用

※2 改良地盤 A は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）又は中層混合処理工法（機械攪拌工法）を採用

1.2 地盤改良の施工方法

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物で採用している地盤改良の施工方法の概要を第 1.2-1 表に示す。

第 1.2-1 表 施工方法の概要

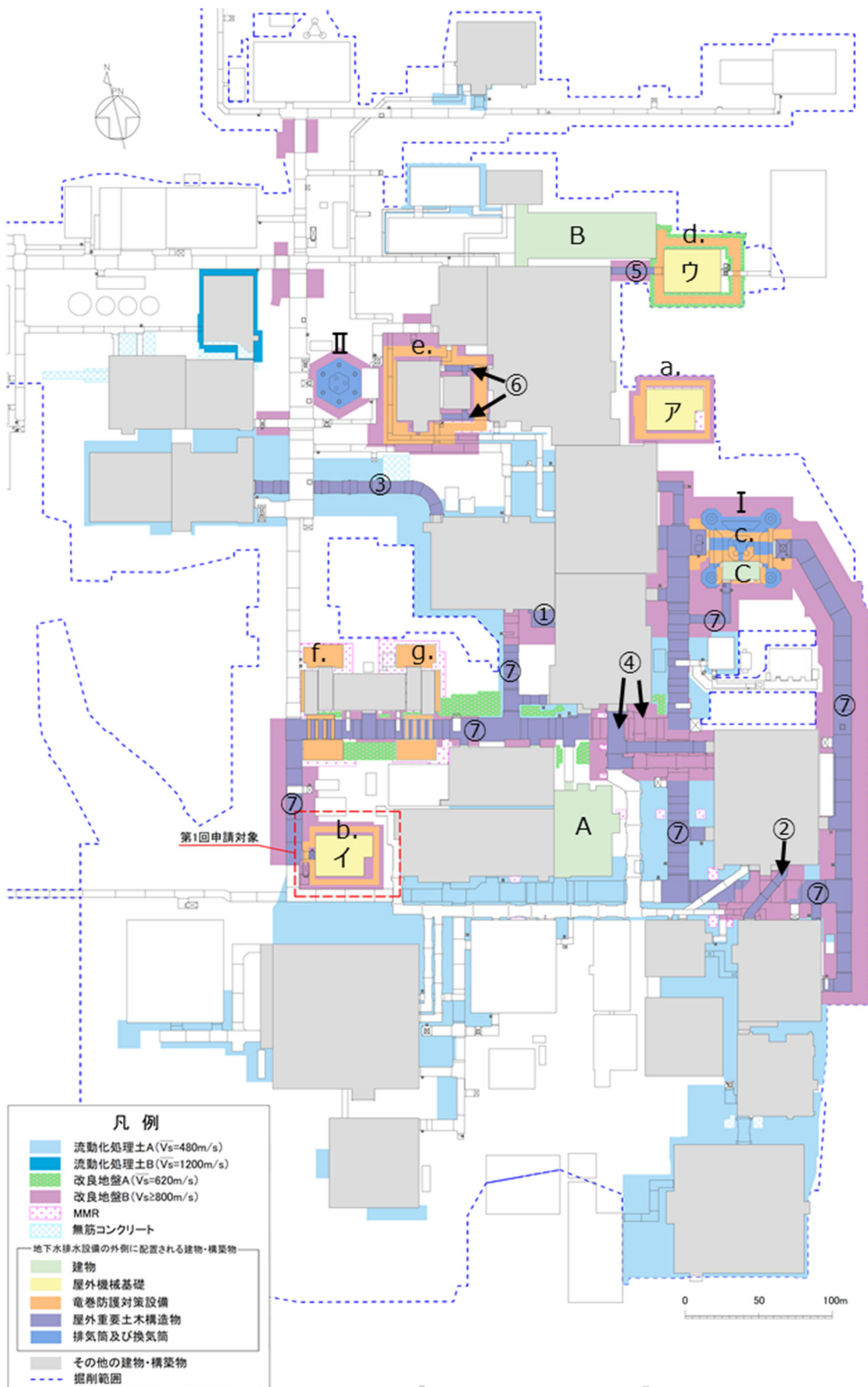
工法	概要
流動化処理土置換工法	<p>置換する箇所に流動化処理土を投入することで、改良地盤を造成する工法。</p> 
高圧噴射攪拌工法	<p>高圧でセメントミルクを吐出し、原地盤を切削・攪拌することで改良地盤を造成する工法。地上構築物及び埋設構築物があり、開削が困難な箇所にて採用。</p> <p>①ガイドホール設置 所定深度まで削孔 ②機械設置 ロッド建込み, 超高压ジェット の噴射・モニターの回転 ③改良地盤の造成 ②の状態を保ちつつモニター の引き上げ, スライムの排出</p> 
機械攪拌工法	<p>原地盤に攪拌翼を貫入した後、地盤とセメント系固化剤等を攪拌混合することで改良地盤を造成する工法。地上構築物及び埋設構築物があり、貫入が可能な箇所にて採用。</p> <p>水平移動させることにより多層地盤でも連続かつ均質な改良地盤を造成</p> 

2. 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物周辺の改良地盤の概要
- 2.1 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物周辺の改良地盤の概要
地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の一覧を第 2.1-1 表に、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の位置を第 2.1-1 図に示す。

また、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物のうち第1回申請対象施設周辺の改良地盤の種類と目的を第2.1-2表に示す。なお、後次回申請の地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物周辺の改良地盤の概要については、各申請回次に示す。

第 2.1-1 表 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物

分類	名称
建物	A. 出入管理建屋
	B. 使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）
	C. 主排気筒管理建屋
屋外機械基礎	ア. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A
	イ. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B
	ウ. 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A
竜巻防護対策設備	a. 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A）
	b. 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）
	c. 飛来物防護板（主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り）
	d. 飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A）
	e. 飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B）
	f. 飛来物防護ネット（第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A）
	g. 飛来物防護ネット（第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B）
屋外重要土木構築物	① 分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道
	② 精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道
	③ 高レベル廃液ガラス固化建屋/第 1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道
	④ 分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道
	⑤ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道
	⑥ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道
	⑦ 前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道
排気筒及び換気筒	I. 主排気筒
	II. 北換気筒



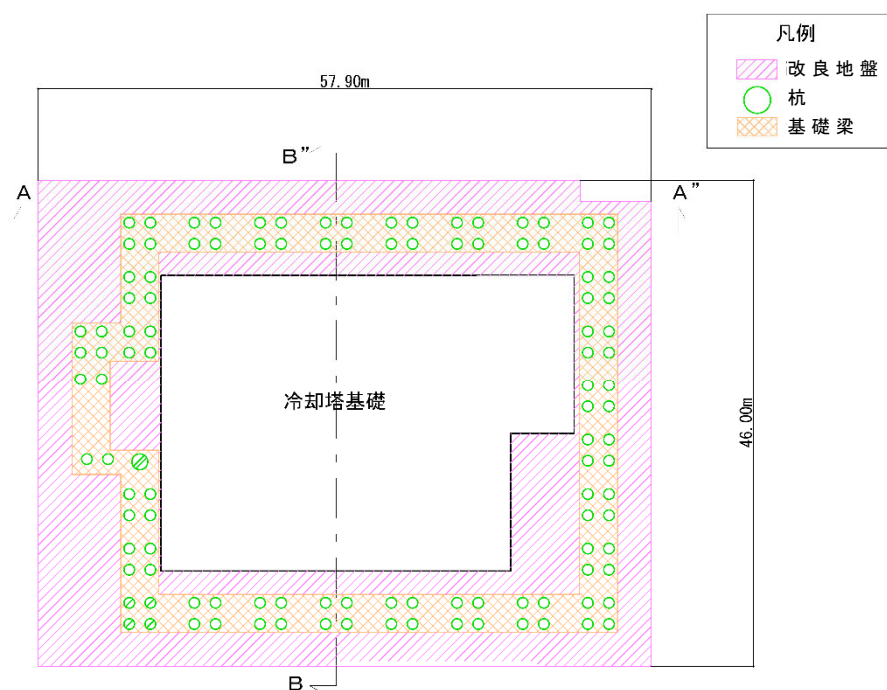
第 2.1-1 図 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の位置

第 2.1-2 表 第 1 回申請対象施設周辺の改良地盤の種類と目的

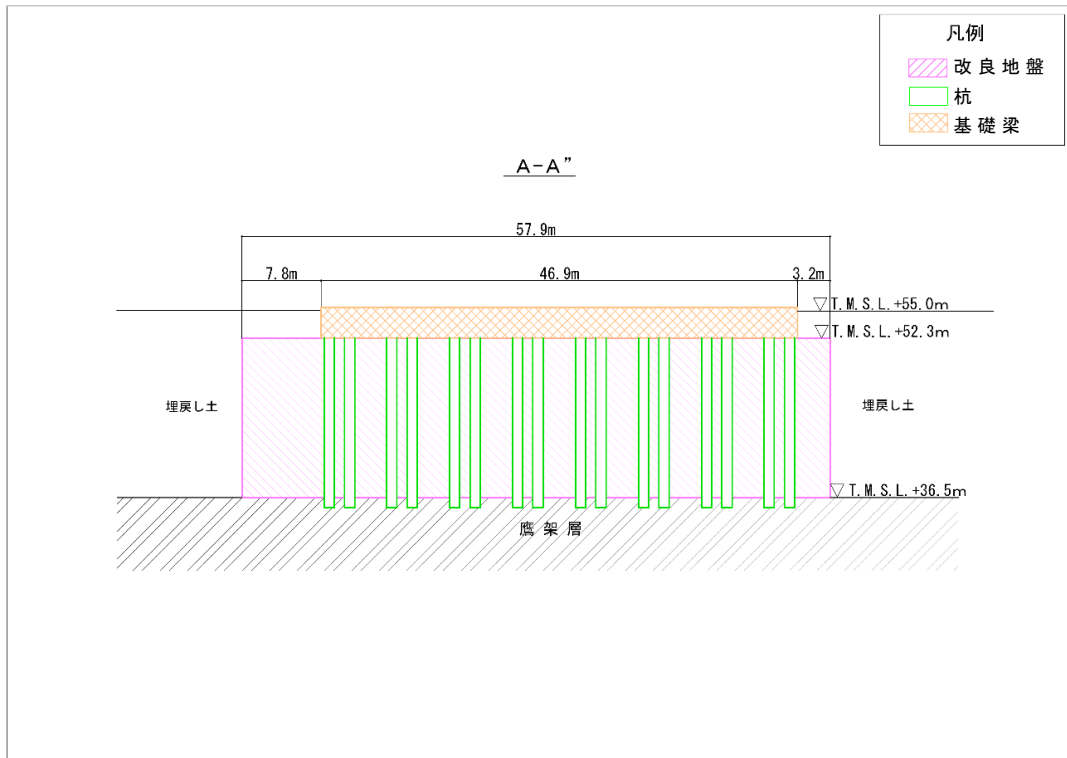
分類	名称	改良地盤		
		改良地盤種別	目的	工法
竜巻防護対策設備	飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却 塔 B)	改良地盤 B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法

2.2 各施設における改良地盤の概要

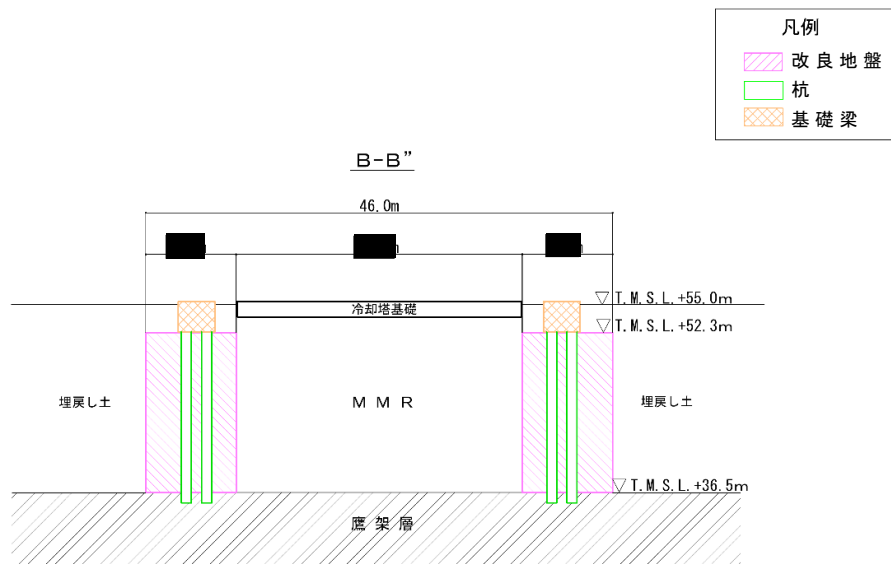
地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物のうち、第1回申請対象施設周辺における改良地盤の平面図及び断面図の概要を第2.2-1図に示す。なお、今回設工認申請対象施設以外の改良地盤の概要については、当該施設の申請時において示す。



第2.2-1図(1) 改良地盤の平面図
(飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B))



第 2.2-1 図 (2) 改良地盤の断面図
 (飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B),
 A-A” 断面)



第 2.2-1 図 (3) 改良地盤の断面図
 (飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B),
 B-B” 断面)

3. 改良地盤の品質確認方針

3.1 品質確認項目

改良地盤の品質確認項目を第 3.1-1 表に示す。

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の改良地盤（高圧噴射攪拌工法）は，変形抑制としての役割を有することから，強度及び剛性を品質確認項目とする。

改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の目的及び構造形式に係る分類を第 3.1-2 表に示す。

第 3.1-1 表 改良地盤の品質確認項目

対象施設	目的	品質確認項目
飛来物防護ネット	飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B） 変形抑制	強度及び剛性

第 3.1-2 表 改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の目的及び構造形式に係る分類

目的	変形抑制
構造形式	
対象施設	飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）

3.2 品質確認準拠基準について

地盤改良工法，施工箇所及び構造物の支持機能の有無に応じて適切な基準・指針を適用する。

地盤改良工法の基準・指針を第 3.2-1 表に示す。

第 3.2-1 表 地盤改良工法の基準・指針

対象施設	工法	基準・指針名	基準略称
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）	深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）	建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針「セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法」, 日本建築センター, 平成 24 年 11 月	建築センター指針
		陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版, (財)土木研究センター, 平成 16 年 3 月	陸上工事マニュアル

3.3 品質確認

3.3.1 品質確認頻度

工法に対する諸基準・指針における必要調査箇所数を第 3.3.1-1 表に示す。工法における品質確認頻度は、第 3.3.1-1 表に示す諸基準・指針の必要調査箇所数を満足するように、各構造物の改良地盤の施工数量に応じて設定する。

第 3.3.1-1 表 諸基準・指針における必要調査箇所数

対象施設	工法	基準略称	必要調査箇所数
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）	深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）	建築センター指針	100 改良コラムに 1 箇所以上かつ 1 検査対象群に 1 箇所以上
		陸上工事マニュアル	改良体 500 本未満は 3 本, 500 本以上は 250 本増えるごとに 1 本追加する。試験は 1 本の改良体について, 上, 中, 下それぞれ 1 回, 計 3 回とする。

3.3.2 品質確認方法

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）における改良地盤の品質確認方法及び基準値を第 3.3.2-1 表に示す。

第 3.3.2-1 表 改良地盤の品質確認方法及び基準値

対象施設	改良地盤種別	工法	品質確認項目		品質確認方法	基準値
			強度	一軸圧縮強度 q_u (MN/m ²)		
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）	改良地盤 B	高圧噴射攪拌工法	強度	一軸圧縮強度 q_u (MN/m ²)	一軸圧縮試験 (JGS 2521)	3.0
			剛性	S 波速度 V_s (m/s)		

※1 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の設計では、改良地盤の剛性は、PS 検層で得られた結果に基づき設定する。

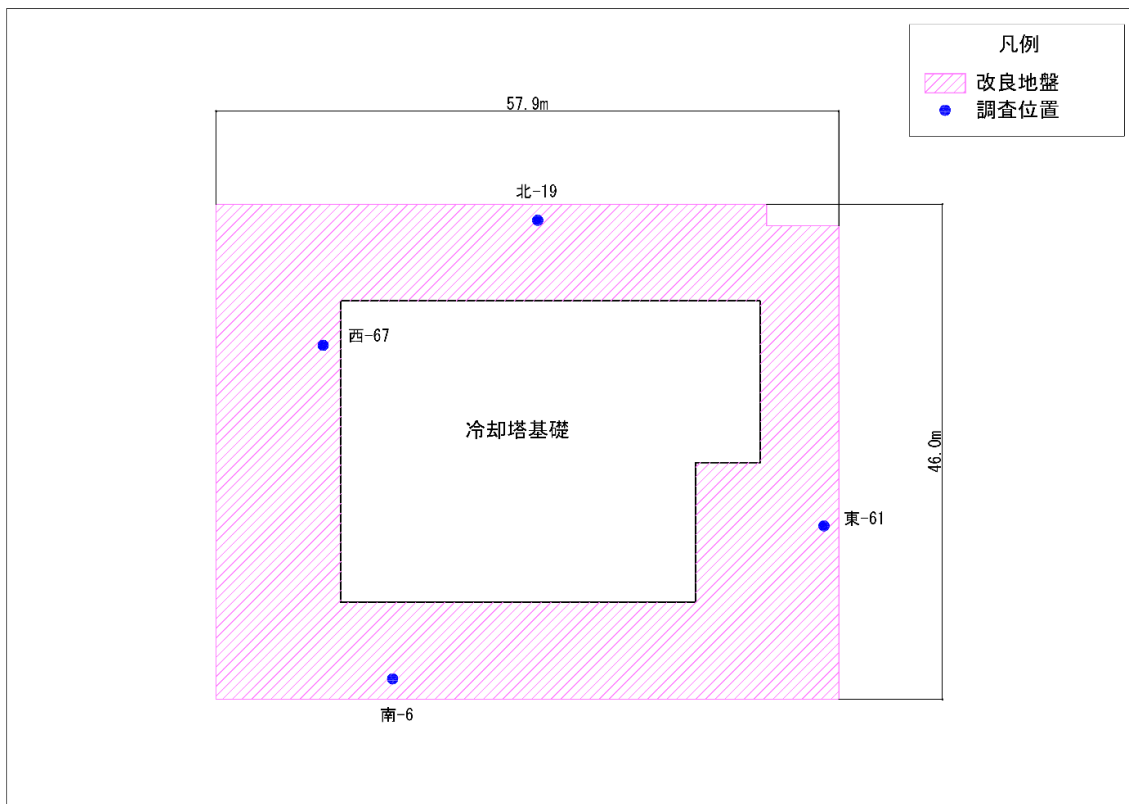
3.3.3 品質確認結果

(1) 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）における改良地盤の調査位置を第 3.3.3-1 図に，品質確認頻度を第 3.3.3-1 表に示す。また，品質確認結果を第 3.3.3-2 表に示す。

品質確認頻度については，諸基準・指針に示される必要調査箇所数と改良地盤の調査箇所数を比較した結果，文献による必要調査箇所数を満足することを確認した。

各品質確認項目に対する品質確認の結果，基準値を上回ることを確認した。



第 3.3.3-1 図 改良地盤の調査位置
（飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B））

第 3.3.3-1 表 改良地盤の品質確認頻度
（飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B））

対象施設	適用基準	品質確認項目		施工数量	必要調査箇所数 (A)	調査箇所数 (B)	判定 (B) > (A)
		強度	剛性				
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）	・ 建築センター指針 ・ 陸上工事マニュアル	強度	一軸圧縮強度	227 本	3 箇所	4 箇所	○
		剛性	S 波速度	227 本	3 箇所	4 箇所	○

第 3.3.3-2 表 (1) 改良地盤の品質確認結果
 (飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B))
 (一軸圧縮強度)

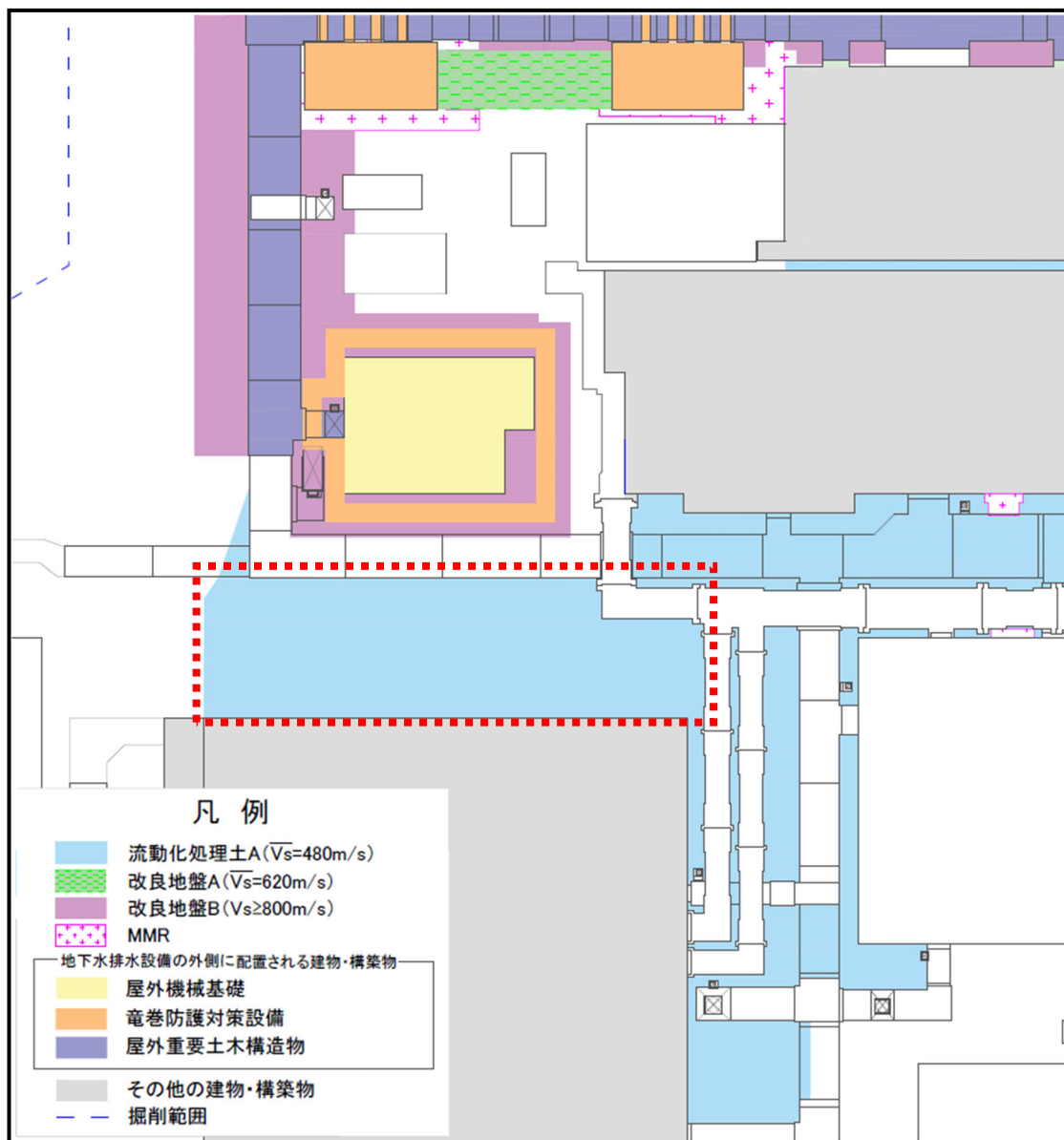
試料No.	一軸圧縮強度 qu (MN/m ²)	試料No.	一軸圧縮強度 qu (MN/m ²)	試料No.	一軸圧縮強度 qu (MN/m ²)	試料No.	一軸圧縮強度 qu (MN/m ²)
北-19-02	3.1	西-67-04	5.4	東-61-03	5.4	南-6-03	3.2
北-19-03	3.6	西-67-05	8.0	東-61-08	4.0	南-6-06	3.4
北-19-04	3.8	西-67-07	5.0	東-61-11	3.3	南-6-09	3.4
北-19-10	8.4	西-67-13	4.6	東-61-13	4.8	南-6-13	6.4
北-19-11	6.5	西-67-14	3.9	東-61-18	3.8	南-6-17	3.6
北-19-12	7.2	西-67-16	3.9	東-61-20	3.4	南-6-21	8.2
北-19-23	13.0	西-67-18	4.9	東-61-25	5.2	南-6-27	5.8
北-19-24	13.4	西-67-20	5.2	東-61-27	6.0	南-6-31	7.7
北-19-25	10.9	西-67-23	8.8	東-61-32	5.8	南-6-33	9.8
				平均値 : 5.90 標準偏差 : 2.69		基準値 : 3.0	

第 3.3.3-2 表 (2) 改良地盤の品質確認結果
 (飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B))
 (S波速度)

調査位置	S波速度 Vs (m/s)	
	試験値	基準値
北-19	800	600
西-67	1170	
東-61	870	
南-6	800	

【参考】飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の流動化処理土に関する品質確認

流動化処理土に係る品質確認の例として，飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）南側の流動化処理土に関する品質確認の概要を以下に示す。参考 1 図に対象部分の流動化処理土を示した図面を示す。



参考 1 図 流動化処理土位置

(1) 品質確認頻度

工法に対する諸基準・指針における必要調査箇所数を参考1表に示す。工法における品質確認頻度は、参考1表に示す諸基準・指針の必要調査箇所数を満足するように、各構造物の改良地盤の施工数量に応じて設定する。

参考1表 諸基準・指針における必要調査箇所数

対象施設	工法	基準略称	必要調査箇所数
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）	掘削置換工法 （流動化処理土置換工法）	流動化処理土マニュアル	打設する際、1日に1回の測定

(2) 品質確認方法

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）における流動化処理土の品質確認方法及び基準値を参考2表に示す。

参考2表 改良地盤の品質確認方法及び基準値

対象施設	改良地盤種別	工法	品質確認項目		品質確認試験	基準値
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）	流動化処理土A	掘削置換方法 （流動化処理土置換工法）	強度	一軸圧縮強度 （kgf/cm ² ）	一軸圧縮試験 （JGS 2521）	3.0

(3) 品質確認結果

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）における流動化処理土の品質確認頻度を参考3表に示す。また、品質確認結果を参考4表に示す。

品質確認頻度については、諸基準・指針に示される必要調査箇所数と流動化処理土の調査箇所数を比較した結果、文献による必要調査数を満足することを確認した。

参考3表 流動化処理土の品質確認頻度

対象施設	適用基準	品質確認項目		施工日数	必要調査数 (A)	調査箇所数 (B)	判定 (B) ≥ (A)
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）	流動化処理土マニュアル	強度	一軸圧縮強度	29日	29回	29回	○

参考 4 表 流動化処理土の品質確認結果

打設日数	一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)	打設日数	一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)
1	7.43	16	4.39
2	10.36	17	8.79
3	7.16	18	7.55
4	3.83	19	6.53
5	4.94	20	6.04
6	5.38	21	5.22
7	12.02	22	7.53
8	8.66	23	4.7
9	3.36	24	4.21
10	3.14	25	4.7
11	7.50	26	3.86
12	6.13	27	6.81
13	3.79	28	6.32
14	7.70	29	5.32
15	6.01		

別紙

耐震建物 13【耐震設計の基本方針に関する建物・構築物周辺の設計用地下水水位の設定について】

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 1	地下水排水設備の配置			
別紙 1 - 1	集水エリア 11（燃料加工建屋周辺）の地下水排水設備の配置	<u>2022/10/21</u>	<u>8</u>	-
別紙 1 - 2	集水エリア 1（ガラス固化建屋周辺）の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 3	集水エリア 2（精製建屋周辺）の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 4	集水エリア 3（制御建屋周辺）の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 5	集水エリア 4（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋周辺）の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 1 - 6	集水エリア 5 (第 1 ガラス固化体貯蔵建屋周辺) の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 7	集水エリア 6 (非常用電源建屋周辺) の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 8	集水エリア 7 (ハル・エンドピース貯蔵建屋周辺) の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 9	集水エリア 8 (緊急時対策所周辺) の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 10	集水エリア 9 (第 2 保管庫・貯水所周辺) の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 1 - 11	集水エリア 10 (ガラス固化体貯蔵建屋周辺) の地下水排水設備の配置	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
<u>別紙 2</u>	<u>既設地下水排水設備への増設について</u>	<u>2022/10/21</u>	<u>0</u>	-

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 <u>3</u>	液状化の影響確認について			
別紙 <u>3</u> - 1	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)	<u>2022/10/21</u>	<u>2</u>	-
別紙 <u>3</u> - 2	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A)	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 <u>3</u> - 3	飛来物防護板(主排気筒接続用 屋外配管及び屋外ダクト 主排気筒周り)	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 <u>3</u> - 4	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 A)	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 <u>3</u> - 5	飛来物防護ネット(使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B)	-	-	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する
別紙 <u>3</u> - 6	<u>飛来物防護ネット(第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A)</u>	<u>二</u>	<u>二</u>	<u>後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する</u>

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 3 - 7	飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル 発電機用 安全冷却水系冷却塔B）	＝	＝	後次回以降申請の建物・構築物に係る資料であり、各申請回次に検討結果を提示する

注 ハッチング部の建物・構築物の抽出結果については、精査したものを後次回申請時に示す。

別紙 1

地下水排水設備の配置

別紙 1 - 1

集水エリア 11（燃料加工建屋周辺）の 地下水排水設備の配置

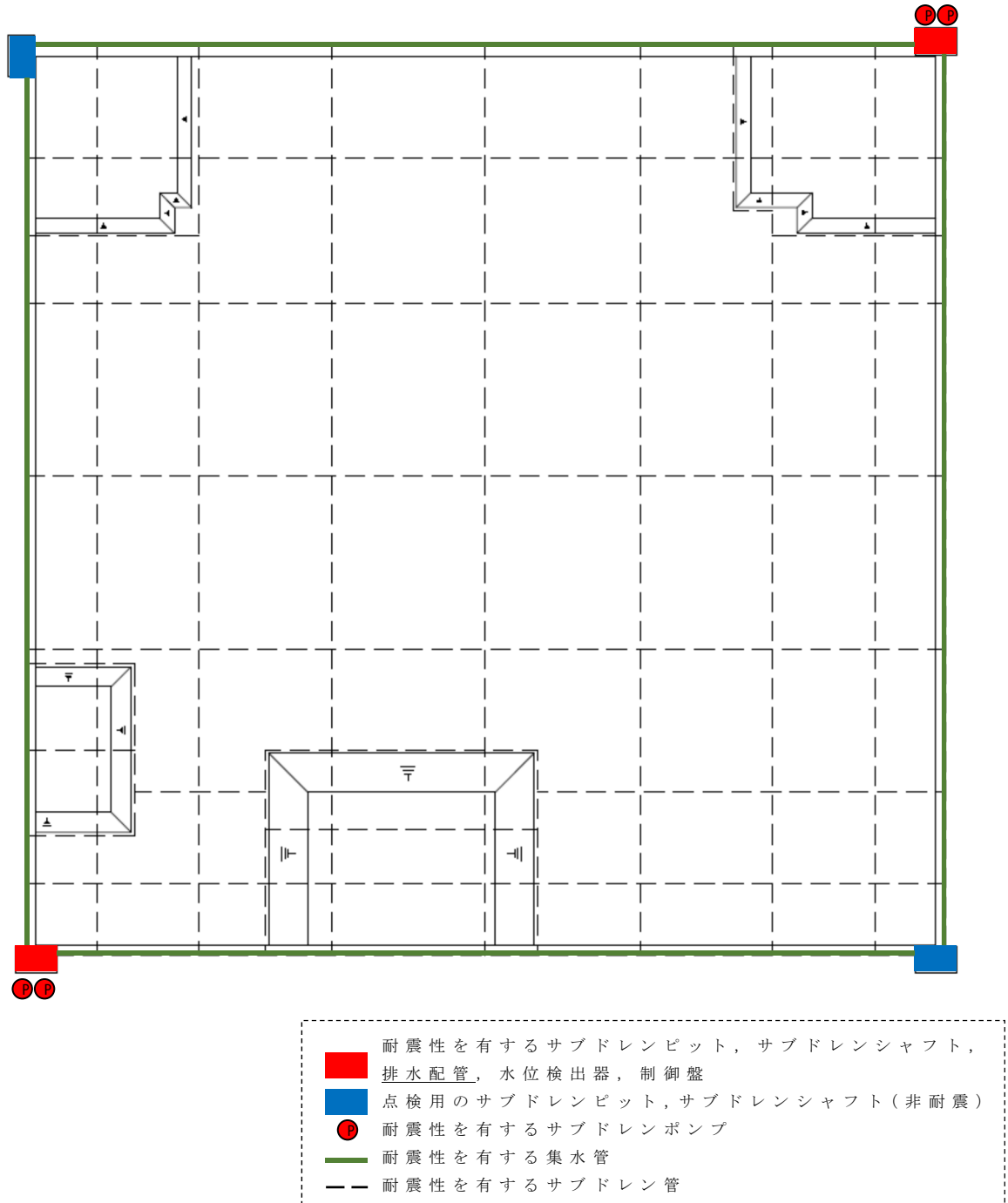
注記：文中の下線部は R7 から R8 への変更箇所を示す

目 次

1. 燃料加工建屋の地下水排水設備の配置 別紙 1-1-1

1. 燃料加工建屋の地下水排水設備の配置

燃料加工建屋の地下水排水設備の配置を第1.-1図に示す。



第 1.-1 図 燃料加工建屋の地下水排水設備の配置

令和4年10月21日 R O

別紙 2

既設地下水排水設備への増設について

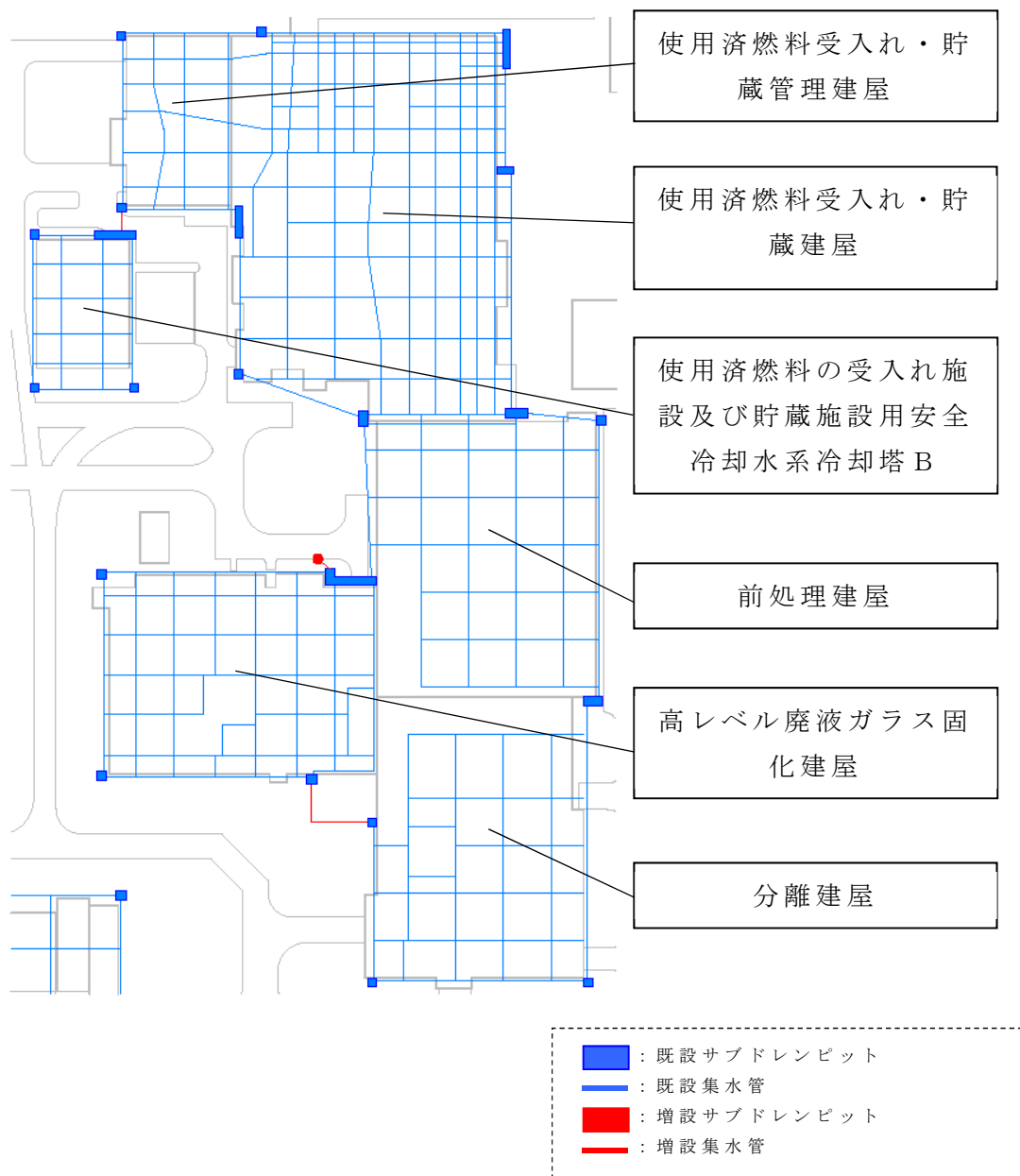
目 次

1. 集水エリア 1 の地下水排水設備の配置について …… 別紙 2-1
2. 集水エリア 3 の地下水排水設備の配置について …… 別紙 2-2
3. 集水エリア 4 の地下水排水設備の配置について …… 別紙 2-3
4. 集水エリア 10 の地下水排水設備の配置について …… 別紙 2-4

1. 集水エリア1の地下水排水設備の配置について

集水エリア1（前処理建屋，分離建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋，使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B）においては，既設の集水管及びサブドレンピットに接続させる，または既設のサブドレンピットを接続させる形で集水管及びサブドレンピットを増設している。

集水エリア1の地下水排水設備の配置を第1.-1図に示す。

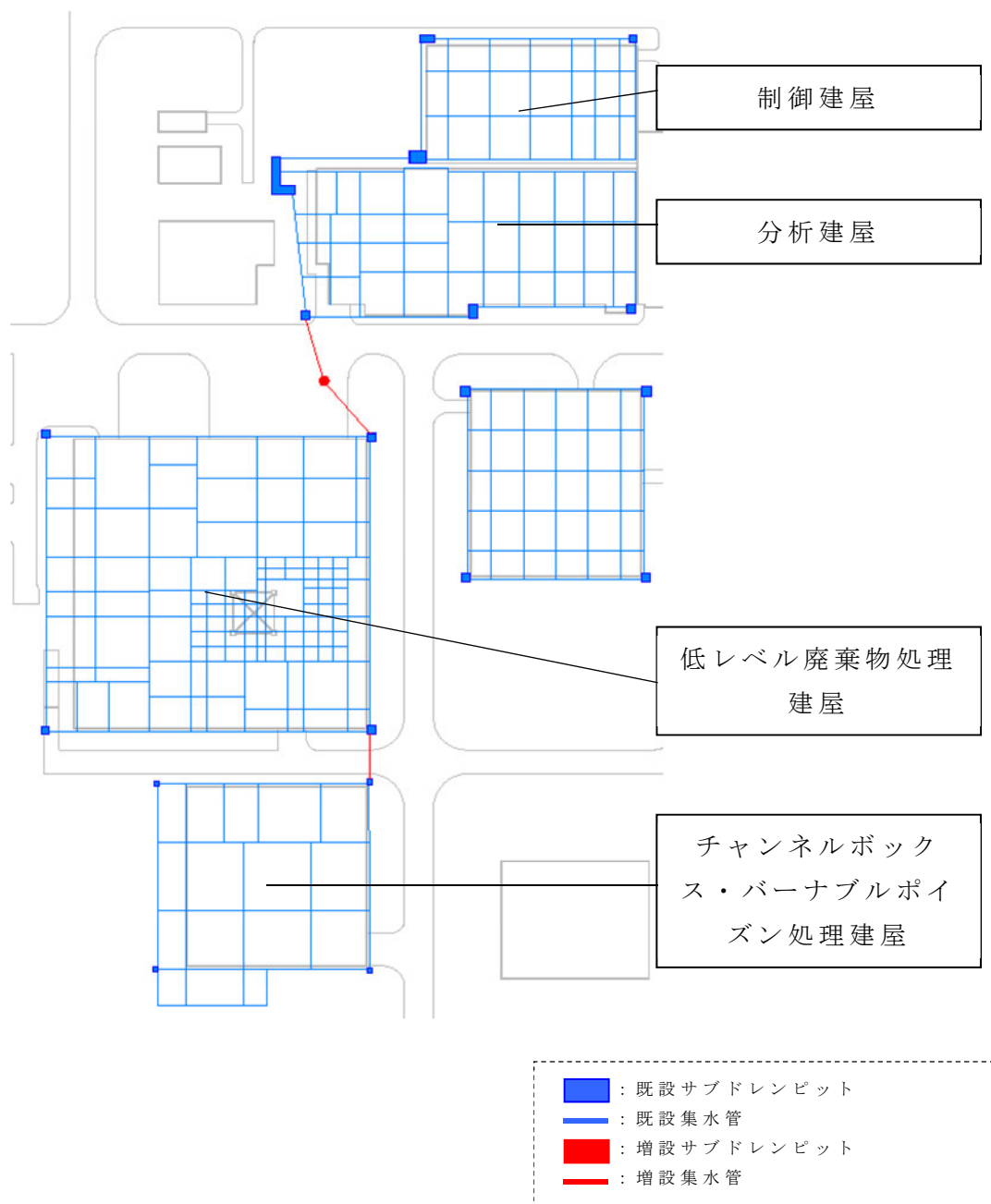


第 1.-1 図 集水エリア1（前処理建屋，分離建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋，使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B）の地下水排水設備の配置

2. 集水エリア3の地下水排水設備の配置について

集水エリア3（制御建屋，チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋，分析建屋，低レベル廃棄物処理建屋）においては，既設の集水管及びサブドレンピットに接続させる形で集水管及びサブドレンピットを増設している。

集水エリア3の集水管の配置を第2.-1図に示す。

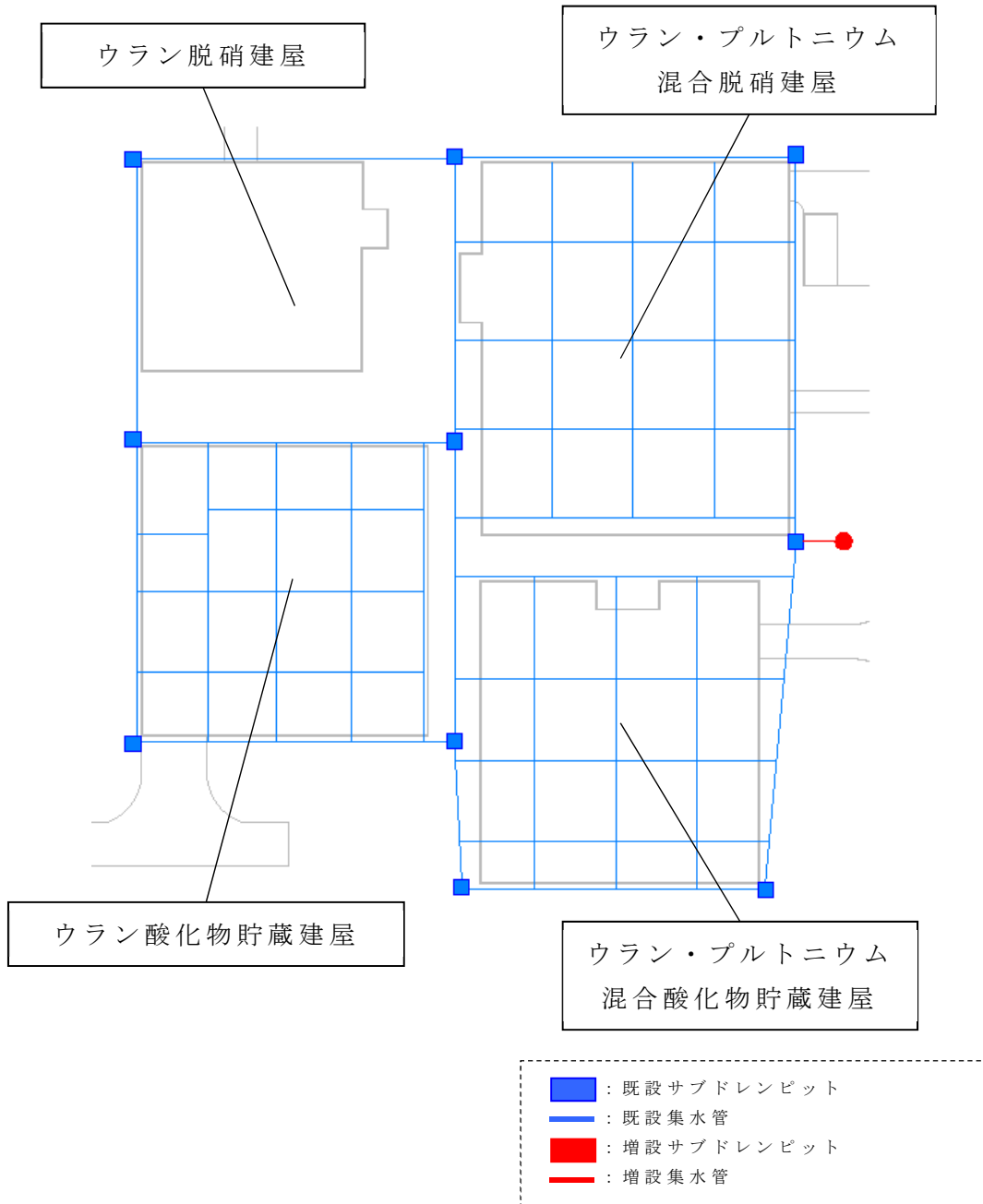


第2.-1図 集水エリア3（制御建屋，チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋，分析建屋，低レベル廃棄物処理建屋）の地下水排水設備の配置

3. 集水エリア4の地下水排水設備の配置について

集水エリア4（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋，ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋，ウラン脱硝建屋，ウラン酸化物貯蔵建屋）においては，既設の集水管及びサブドレンピットに接続させる形で集水管及びサブドレンピットを増設している。

集水エリア4の集水管の配置を第3.-1図に示す。

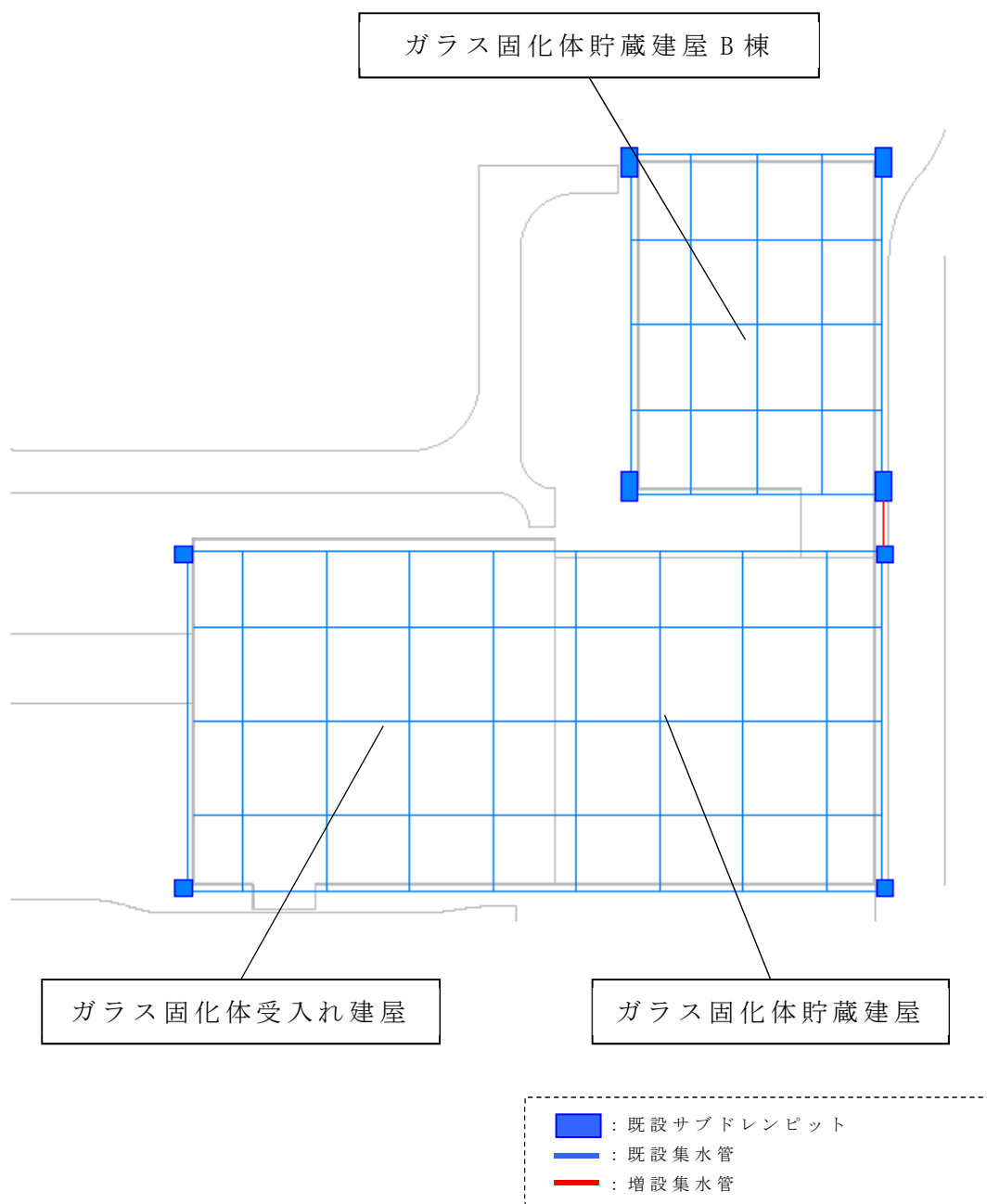


第 3.-1 図 集水エリア4（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋，ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋，ウラン脱硝建屋，ウラン酸化物貯蔵建屋）の地下水排水設備の配置

4. 集水エリア 10 の地下水排水設備の配置について

集水エリア10（ガラス固化体受入れ建屋，ガラス固化体貯蔵建屋，ガラス固化体貯蔵建屋B棟）においては，既設のサブドレンピット同士を接続させる形で集水管を増設している。

集水エリア10の集水管の配置を第4.-1図に示す。



第 4.-1 図 集水エリア 10（ガラス固化体受入れ建屋，ガラス固化体貯蔵建屋，ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟）の地下水排水設備の配置

別紙 3

液状化の影響確認について

別紙3 - 1

飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水
系冷却塔B)

目 次

1. 概要	別紙 3-1-1
2. 液状化の影響因子.....	別紙 3-1-2
3. 液状化の影響確認.....	別紙 3-1-3
3.1 転倒に対する評価.....	別紙 3-1-3
3.2 滑動に対する評価.....	別紙 3-1-6
3.3 浮上りに対する評価.....	別紙 3-1-9
3.4 検証用モデルを用いた確認.....	別紙 3-1-12
4. まとめ	別紙 3-1-13

参考資料 1 地盤の最大応答分布

参考資料 2 周辺地盤（埋戻し土）の沈下に対する影響確認

1. 概要

本資料では、液状化時の被害事例から抽出した各影響因子に対して、飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B) (以下、「飛来物防護ネット架構」という。)が地盤の液状化に伴い、安全冷却水 B 冷却塔(以下、「冷却塔」という。)に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

2. 液状化の影響因子

添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」において、「地盤の不等沈下による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない」としているものの、液状化による不等沈下等について影響確認を行う。

なお、本検討については、本文記載の「5.5(2) 上位クラス施設への波及的影響の観点から評価を実施する施設」に基づき確認する。

液状化時の被害事例から抽出した①~⑥の影響因子に対して、飛来物防護ネット架構における影響を整理する。

①地盤の剛性低下については、支持架構の耐震性に影響がないことを有効応力解析を用いた耐震評価により確認している。②施設の沈下のうち杭の支持性能については、影響がないことを杭の最大軸力と地盤の支持力の比較により確認している。また、⑤液状化対象層の傾斜による側方流動については、施設が設置される場所は高低差がある台地の法肩から100m以上離れており側方流動に対する影響はないことから評価は不要である。

以上のことから、本資料では上記以外の③施設の転倒、④施設の滑動及び⑥構造物の浮上りについて確認する。

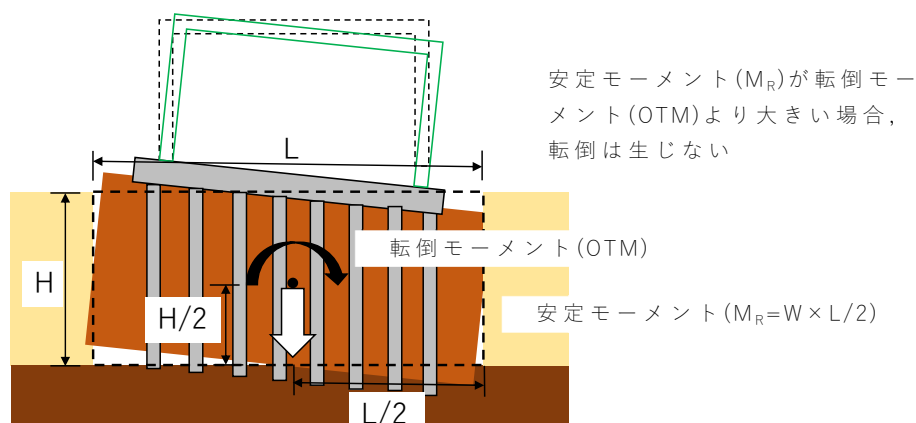
併せて補足説明資料「耐震建物 23 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（竜巻防護対策設備）の耐震評価についての補足説明資料」の「別紙1-1 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）の耐震性評価について」にて構築した検証用モデルでの結果について参考として示す。

3.液状化の影響確認

3.1 転倒に対する評価

側方土圧と施設全体に作用する慣性力により発生する転倒モーメント(OTM)が安定モーメント(M_R)を下回ることを確認する。

有効応力解析及び全応力解析結果のうち、改良地盤の最下層の要素の垂直応力を用いて転倒に対する検討を行う。解析結果の垂直応力には、慣性力により発生する転倒モーメント(OTM)と、自重による安定モーメント(M_R)の両者の影響が含まれている。従って、改良地盤の最下層の要素の垂直応力を用いて算出した両端部における回転モーメントの差分($OTM - M_R$)が負となることで、転倒が生じないことを確認する。転倒に対する評価イメージを第 3.1-1 図に示す。有効応力解析及び全応力解析の結果のうち、各々の差分($OTM - M_R$)が最も厳しくなるケースの転倒に対する評価結果を第 3.1-1 表に示す。差分($OTM - M_R$)が最も厳しくなるケースにおいても、転倒モーメントと安定モーメントの差が負であり、転倒が生じないことを確認した。

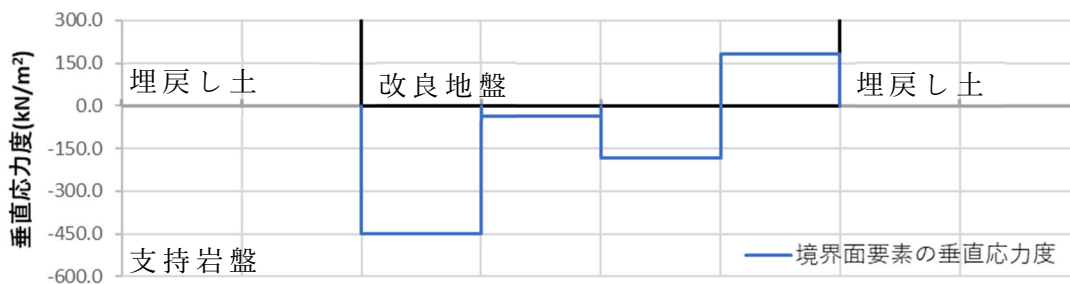


第 3.1-1 図 転倒に対する評価のイメージ

第 3.1-1 表 転倒に対する評価

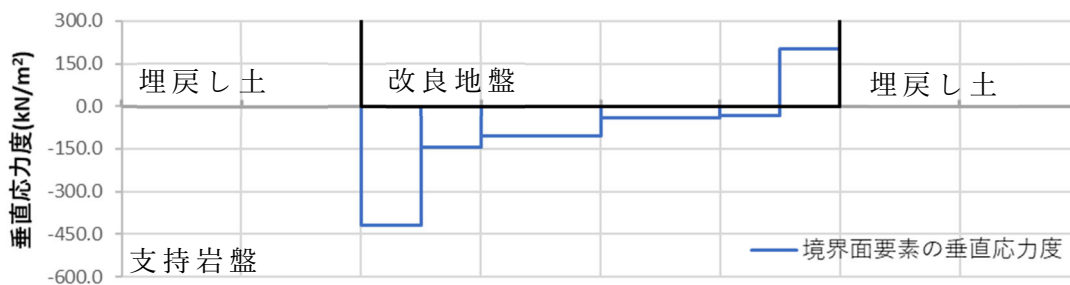
方向	解析	差分($OTM - M_R$) ($kN \cdot m/m$)	評価	地震動
NS 方向	有効応力解析	-10612	0 未満	S s -A
	全応力解析	-24198	0 未満	S s -C1
EW 方向	有効応力解析	-27106	0 未満	S s -A
	全応力解析	-48855	0 未満	S s -A

有効応力解析及び全応力解析の結果のうち、各々の解析において転倒モーメントが最大時の改良地盤下端(支持地盤と改良地盤の境界面要素)での垂直応力度分布を第 3.1-2 図及び第 3.1-3 図に示す。端部要素に引張力が発生しているものの転倒は生じないことを確認した。



※引張が正，圧縮が負とする。

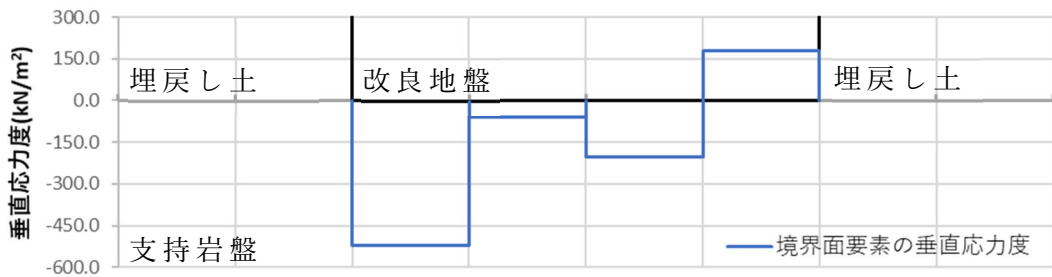
(NS 方向)



※引張が正，圧縮が負とする。

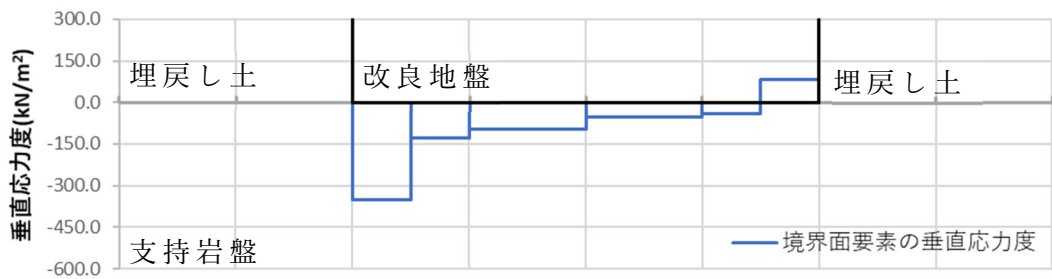
(EW 方向)

第 3.1-2 図 転倒モーメント最大時の改良地盤下端での垂直応力度分布
(有効応力解析結果)



※引張が正，圧縮が負とする。

(NS 方向)



※引張が正，圧縮が負とする。

(EW 方向)

第 3.1-3 図 転倒モーメント最大時の改良地盤下端での垂直応力度分布
(全応力解析結果)

3.2 滑動に対する評価

有効応力解析及び全応力解析より求まる支持地盤と改良地盤の境界面でのせん断力が、境界面でのせん断抵抗力を下回ることによって滑動が生じないことを確認する。

第 3.2-1 表に有効応力解析及び全応力解析結果のうち、各々の最大ケースにおける滑動に対する評価結果を示す。改良地盤下端(支持地盤と改良地盤の境界面要素)に生じるせん断力の総和が最大となる時のせん断応力度が、支持地盤のせん断抵抗力度を下回ることを確認した。なお、杭体が発生せん断力に対して健全であることを補足説明資料「耐震建物 23 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設(竜巻防護対策設備)の耐震評価についての補足説明資料」の「別紙 1-1 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)の耐震性評価について」にて別途確認しているため、実際にはせん断抵抗力度に杭体のせん断抵抗力度も加算して考慮することができるが、ここでは保守的に考慮していない。

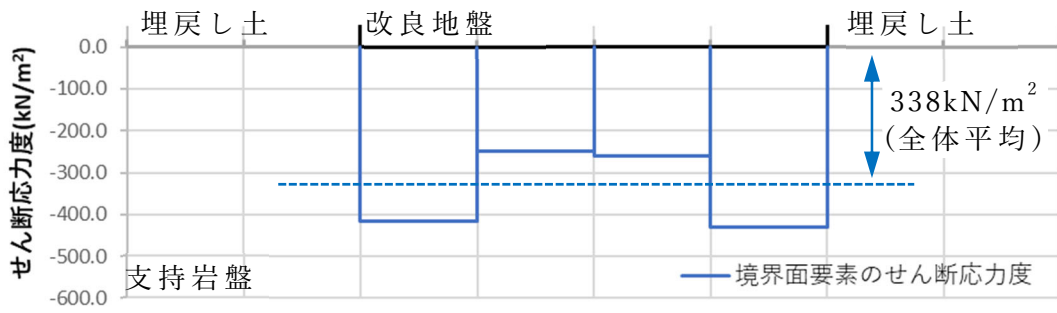
支持地盤と改良地盤の境界面における最大せん断応力度について、滑動に対する評価が最も厳しくなる S s -C1 に対する液状化時(有効応力解析結果)と非液状化時(全応力解析結果)の値を比較すると、周辺地盤の液状化が滑動へ与える影響は比較的軽微であることが確認できる。

S s -C1 に対し、有効応力解析及び全応力解析結果において改良地盤下端で最大せん断応力度が生じた時刻の各要素のせん断応力度分布を第 3.2-1 図及び第 3.2-2 図に示す。いずれの要素のせん断応力度も支持地盤のせん断抵抗力度を下回ることを確認した。

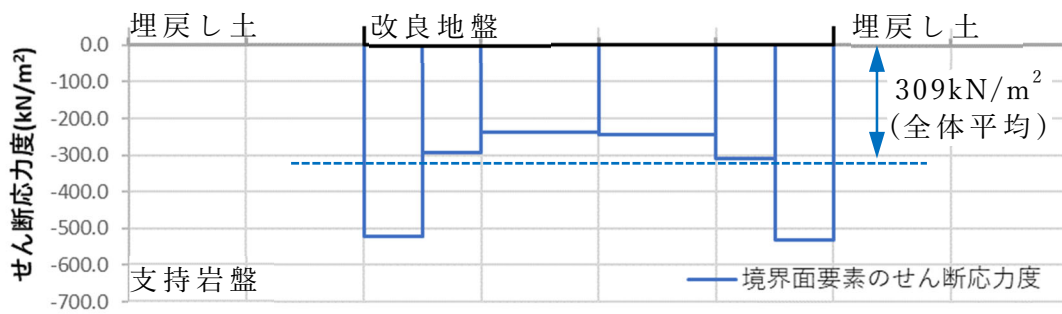
第 3.2-1 表 滑動に対する評価

方向	解析	せん断応力度 (kN/m ²)	せん断抵抗力度* (kN/m ²)	評価	地震動
NS	有効応力解析	338	869	0.39	S s -C1
	全応力解析	320	869	0.37	S s -C1
EW	有効応力解析	309	869	0.36	S s -C1
	全応力解析	298	869	0.35	S s -C1

注記 * : 垂直応力度に地震応答解析結果を考慮。

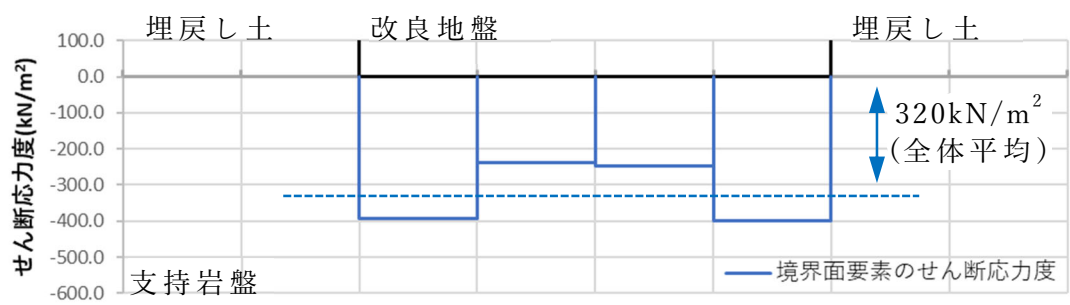


(NS 方向)

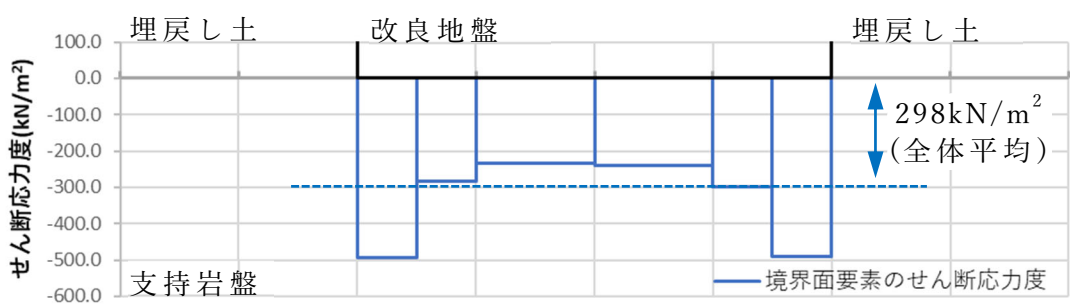


(EW 方向)

第 3.2-1 図 改良地盤下端の最大せん断力発生時のせん断応力度分布
(有効応力解析)



(NS 方向)



(EW 方向)

第 3.2-2 図 改良地盤下端の最大せん断力発生時のせん断応力度分布
(全応力解析結果)

3.3 浮上りに対する評価

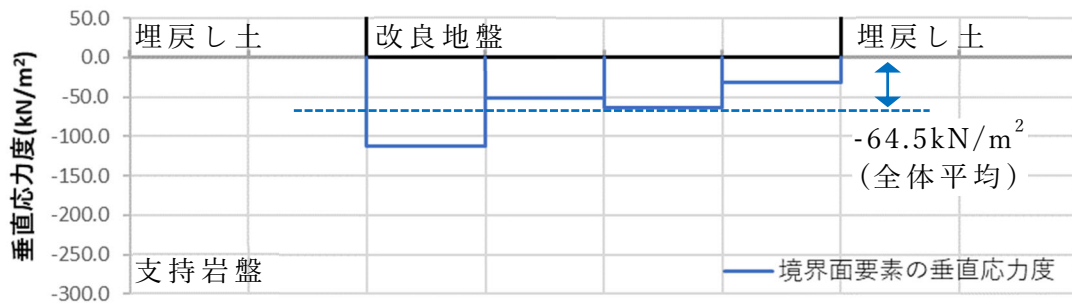
施設の下方に液状化対象層がないことから浮上りに対する影響はないため、評価は不要であるが、有効応力解析及び全応力解析の結果からも浮上りが生じないことを確認する。

第 3.3-1 表に、有効応力解析及び全応力解析のうち、各々の解析において改良地盤下端(支持地盤と改良地盤の境界面要素)に生じる垂直応力度(浮き上がり側)の総和が最大となる時の垂直応力度を示す。また、第 3.3-1 図及び第 3.3-2 図に、各々の解析の結果のうち最大垂直応力が発生した時刻の各要素の垂直応力度分布を示す。垂直応力度は引張を正としており、改良地盤下端において引張力は生じていないことが確認できる。また、基礎梁と改良地盤の境界に対しては、杭に生じる鉛直力が引抜き抵抗力より小さいことを確認しているため、浮上りは生じないことを確認した。

第 3.3-1 表 浮上りに対する評価

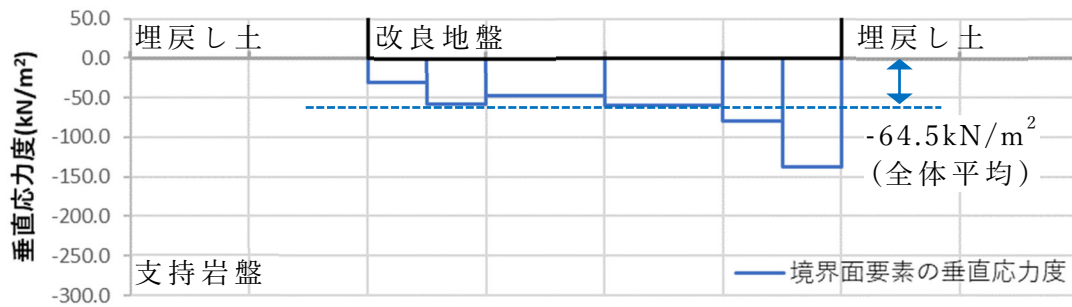
方向	解析	垂直応力度 (kN/m ²)	評価	地震動
NS 方向	有効応力解析	-64.5	0 未満	S s -B3
	全応力解析	-74.6	0 未満	S s -B3
EW 方向	有効応力解析	-64.5	0 未満	S s -B3
	全応力解析	-73.7	0 未満	S s -B3

注 : 引張が正, 圧縮が負とする。



注：引張が正，圧縮が負とする。

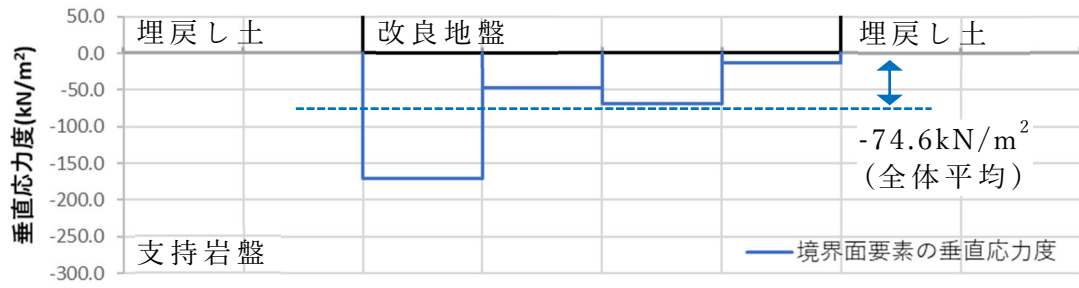
(NS 方向)



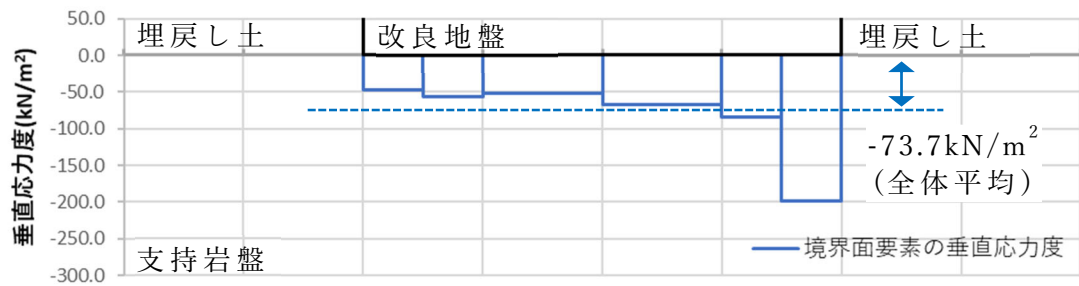
注：引張が正，圧縮が負とする。

(EW 方向)

第 3.3-1 図 改良地盤下端の最大垂直応力時の垂直応力度分布
(有効応力解析結果)



注：引張が正，圧縮が負とする。
(NS 方向)



注：引張が正，圧縮が負とする。
(EW 方向)

第 3.3-2 図 改良地盤下端の最大垂直応力時の垂直応力度分布
(全応力解析結果)

3.4 検証用モデルを用いた確認

地盤液状化に伴い、支持地盤と改良地盤との境界部において転倒、滑動、浮上りが生じないことを、参考として検証用モデルにおいても確認する。

検証用モデルの確認は、設計モデルで、滑動、転倒、浮上りのそれぞれで最も影響が大きくなった地震動を対象とし、地盤を基本ケースとした有効応力解析結果を用いる。また、改良地盤底面の要素と、そこに位置する杭要素の応力を考慮する。

第 3.4-1 表に、検証用モデルによる転倒の評価結果を示す。検証用モデルには周辺構造物がモデル化されており、これによって周辺地盤や改良地盤が拘束されることで、設計モデルよりも転倒しにくい結果となっている。

第 3.4-2 表に、検証用モデルによる滑動の評価結果を示す。杭による応力負担も考慮されており、設計モデルよりも滑動が生じにくい結果となっている。

第 3.4-3 表に、検証用モデルによる浮上りの評価結果を示す。検証用モデルにおいても浮上りは生じない結果となっている。

第 3.4-1 表 検証用モデルを用いた転倒に対する評価

方向	差分 (OTM-M _R) (kN・m/m)	評価	地震動
NS 方向	-77004	0 未満	S s -A
EW 方向	-142703	0 未満	S s -A

第 3.4-2 表 検証用モデルを用いた滑動に対する評価

方向	せん断応力度 (kN/m ²)	せん断抵抗力度* (kN/m ²)	評価	地震動
NS	269	869	0.31	S s -C1
EW	245	869	0.29	S s -C1

注記 *：設計モデルと同じ値を使用。

注：有効応力解析結果を示す。

第 3.4-3 表 検証用モデルを用いた浮上りに対する評価

方向	垂直応力度 (kN/m ²)	評価	地震動
NS 方向	-103	0 未満	S s -B3
EW 方向	-87	0 未満	S s -B3

注：引張が正、圧縮が負とする。

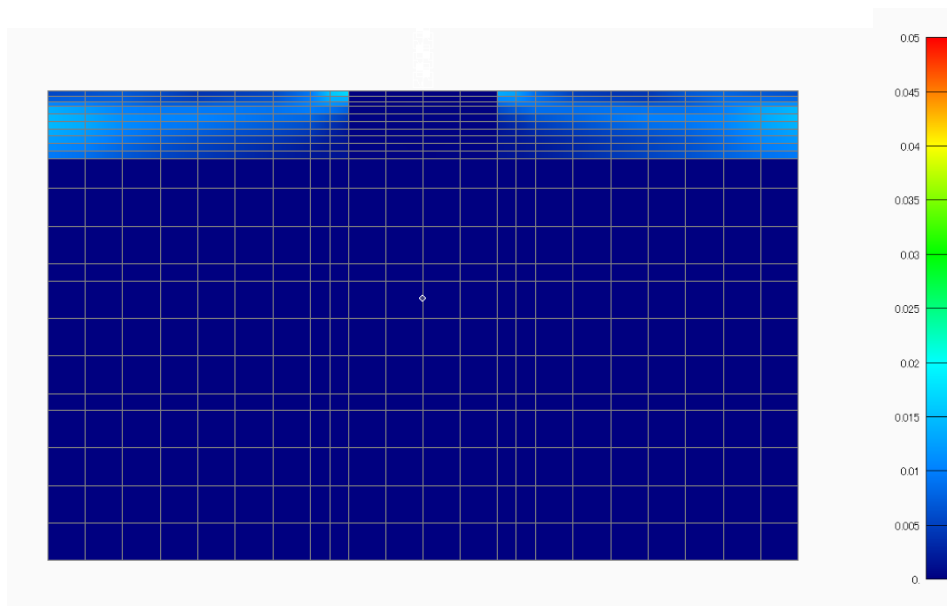
4.まとめ

液状化時の被害事例から抽出した各影響因子に対して，飛来物防護ネット架構が地盤の液状化に伴い，冷却塔に波及的影響を及ぼさないことを確認した。

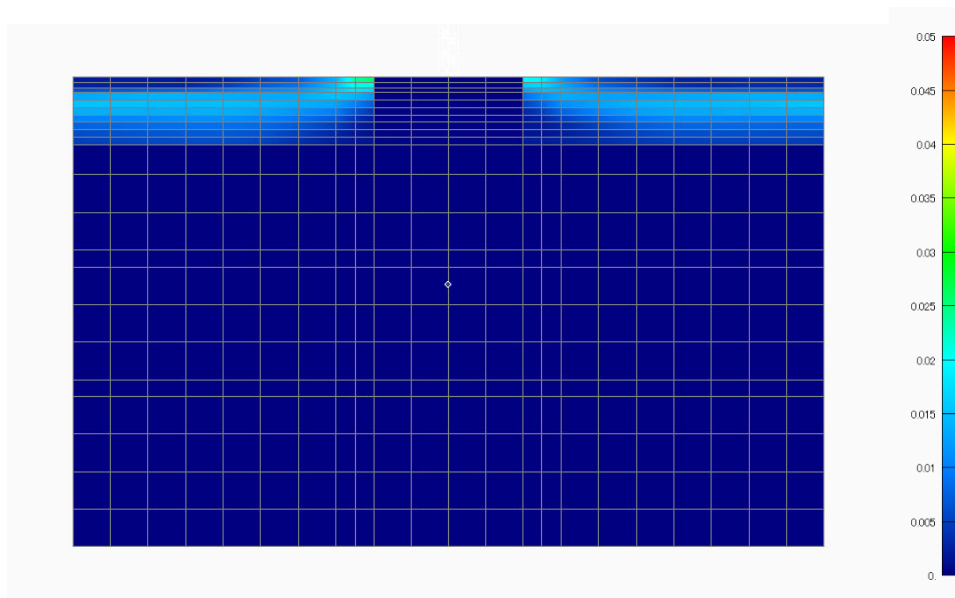
参考資料 1

地盤の最大応答分布

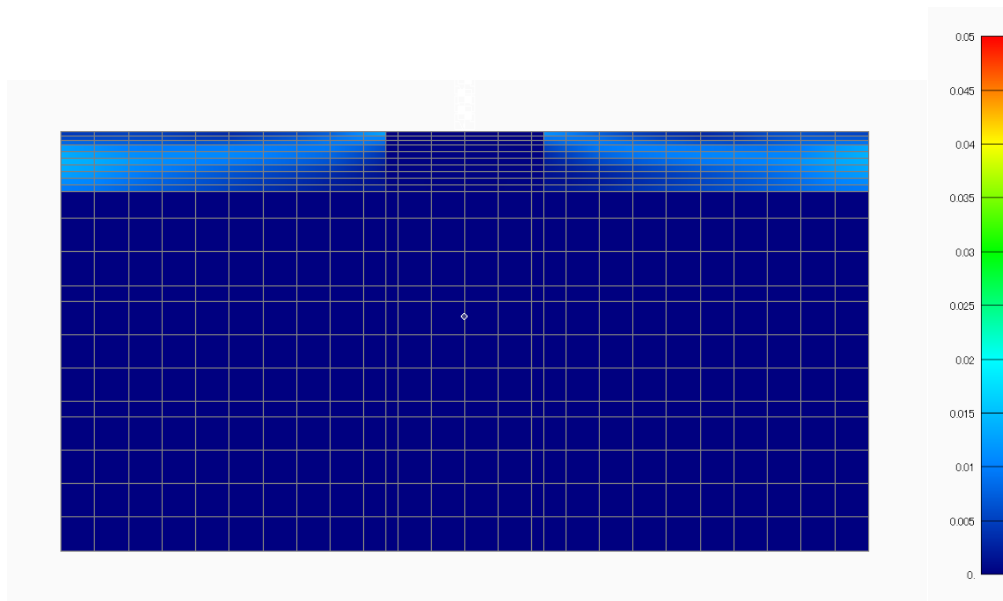
全応力解析及び有効応力解析の結果のうち，地盤の最大応答せん断ひずみ分布及び過剰間隙水圧分布を第 1 図～第 12 図に示す。なお，解析結果は代表として S s -A 及び S s -C1 を示す。



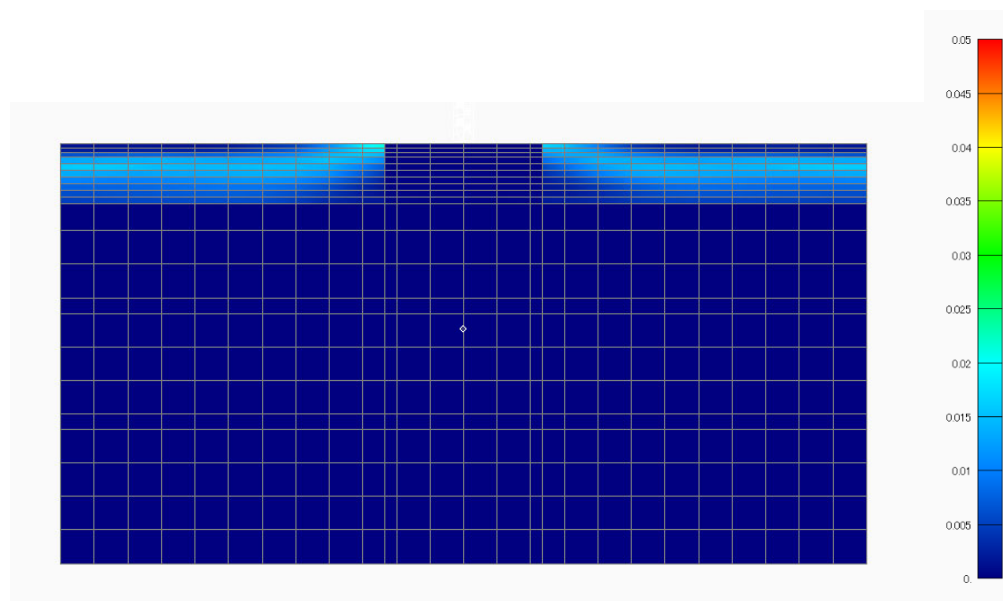
第 1 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-A , 全応力解析)



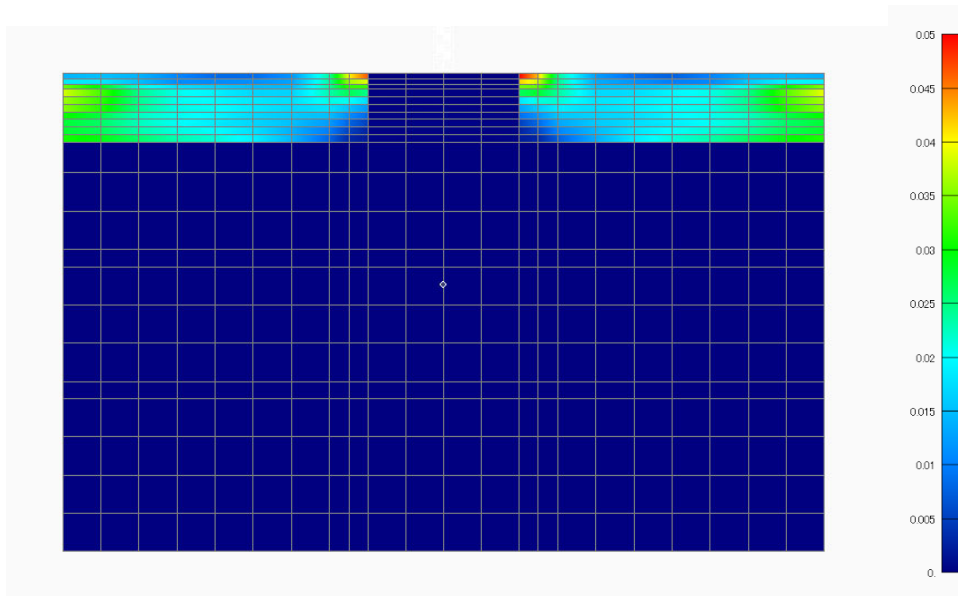
第 2 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-C1 , 全応力解析)



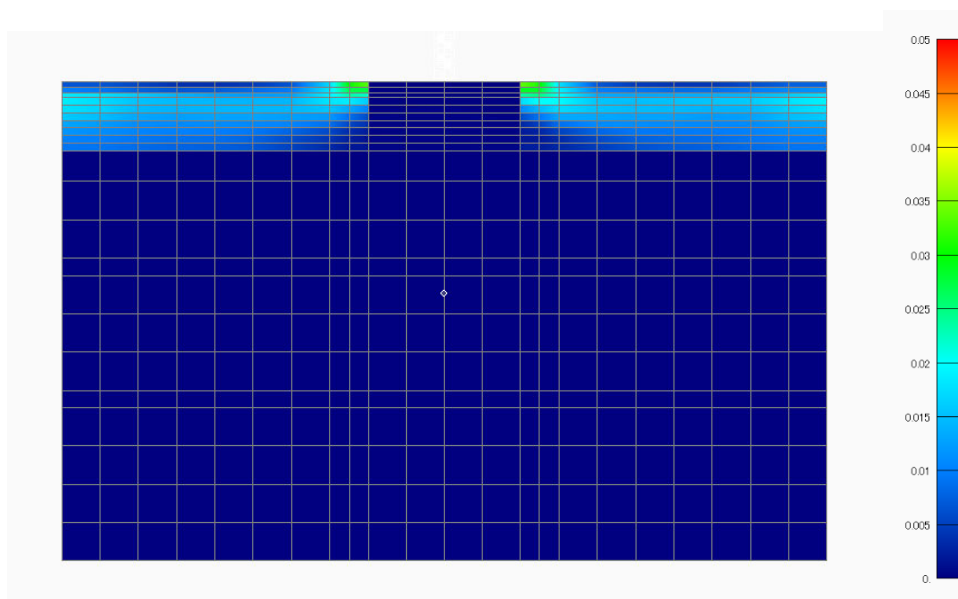
第 3 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-A, 全応力解析)



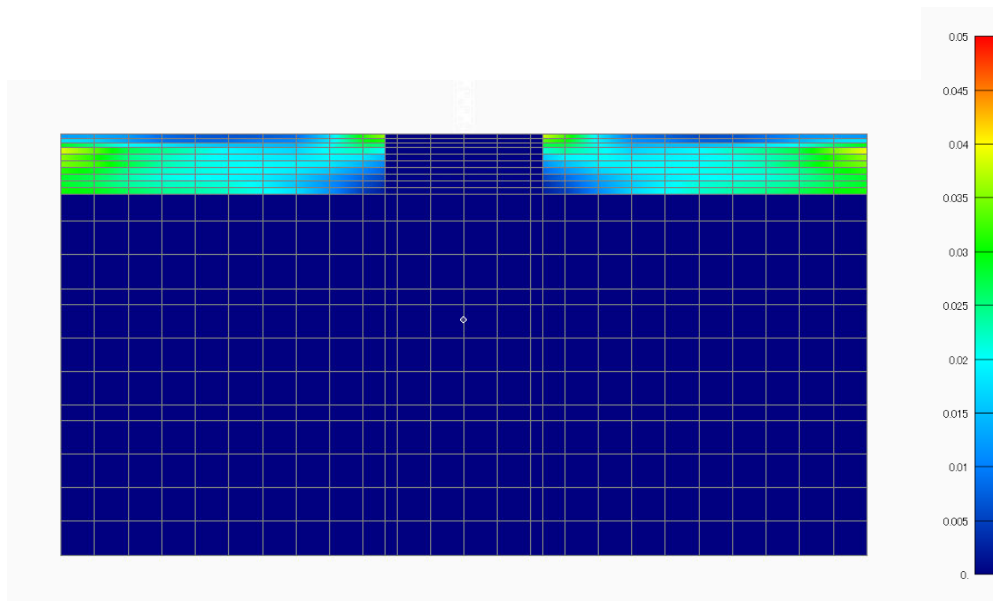
第 4 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-C1, 全応力解析)



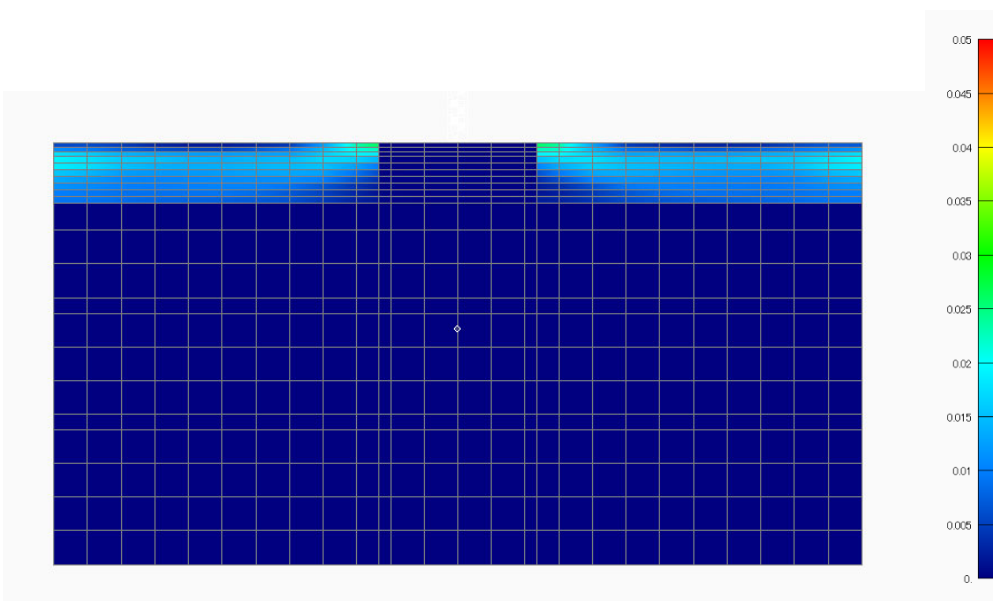
第 5 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-A, 有効応力解析)



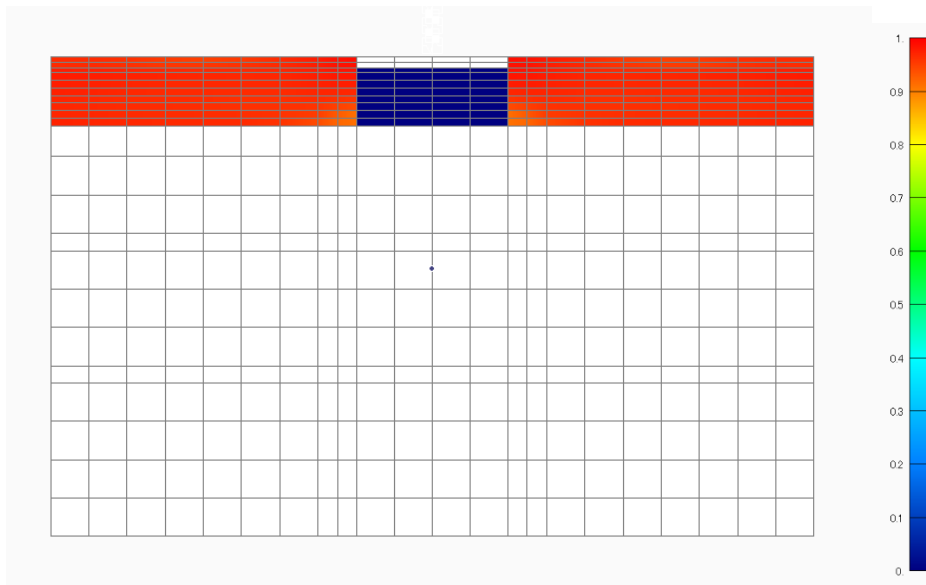
第 6 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-C1, 有効応力解析)



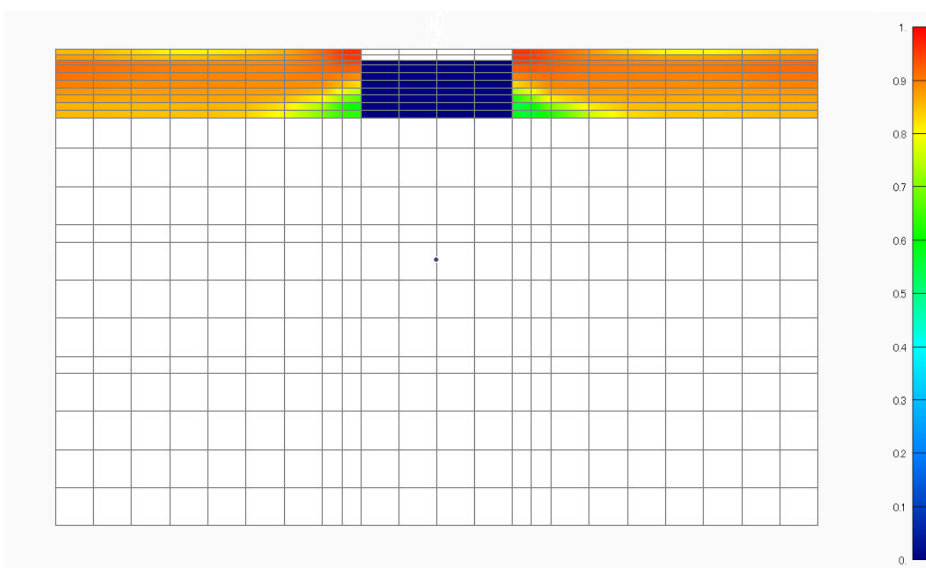
第 7 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-A , 有効応力解析)



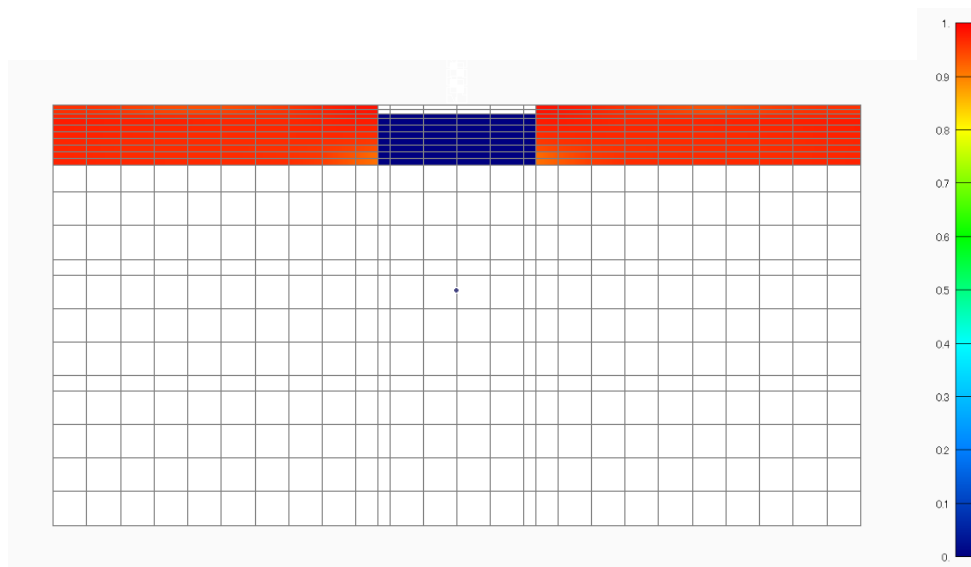
第 8 図 地盤のせん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-C1 , 有効応力解析)



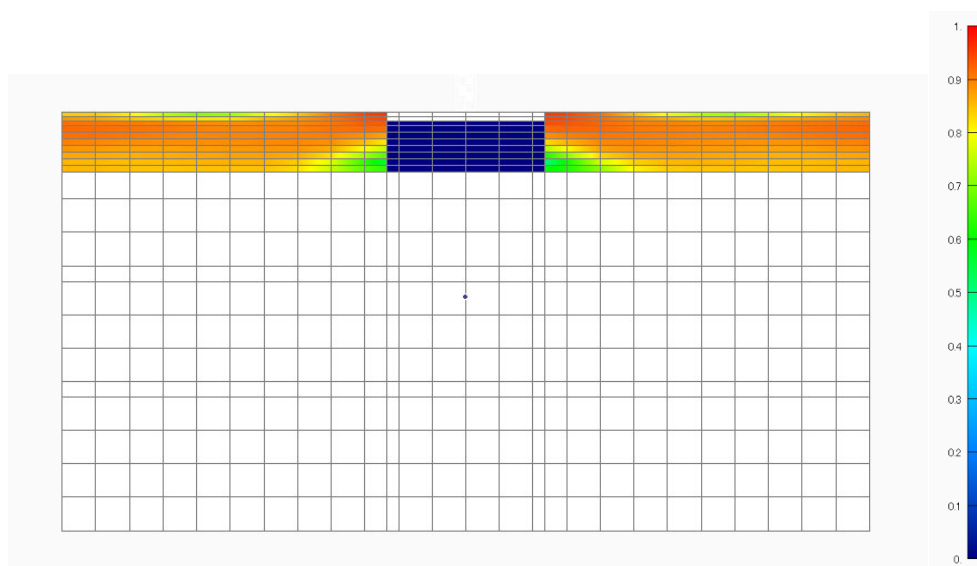
第 9 図 地盤の過剰間隙水圧比分布
(NS 断面, S_s-A , 有効応力解析)



第 10 図 地盤の過剰間隙水圧比分布
(NS 断面, S_s-C1 , 有効応力解析)



第 11 図 地盤の過剰間隙水圧比分布
(EW 断面, S_s-A , 有効応力解析)



第 12 図 地盤の過剰間隙水圧比分布
(EW 断面, S_s-C1 , 有効応力解析)

参考資料 2

周辺地盤（埋戻し土）の沈下に対する影響確認

周辺地盤である埋戻し土の沈下量について検討した。沈下量の評価においては、下式を用いる。

$$D'_{(z)} = d_{r(z)} + d_{epw(z)}$$

ここに、 $D'_{(z)}$ ：沈下量

$d_{r(z)}$ ：地震応答解析の最終時刻の鉛直変位

$d_{epw(z)}$ ：過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量

$$d_{epw(z)} = \varepsilon_v \cdot \Delta H$$

ここに、 ε_v ：体積ひずみ

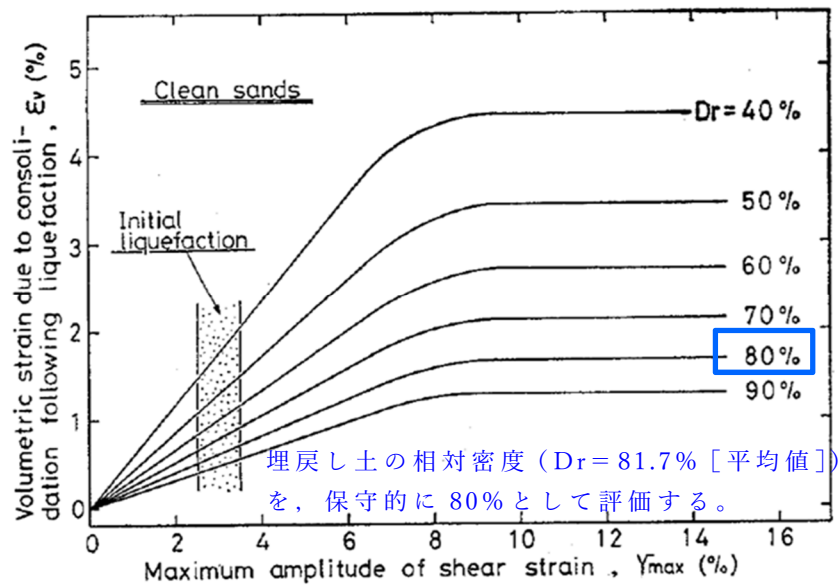
ΔH ：埋戻し土層厚(本検討では 18m)

有効応力解析に用いる解析コード FLIP(マルチスプリングモデル)では、地震後の過剰間隙水圧消散に伴う沈下量は考慮されない。このため、埋戻し土の沈下量の評価としては、FLIP による地震応答解析の最終時刻の鉛直変位 $d_{r(z)}$ に、過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 $d_{epw(z)}$ を考慮して評価した。なお、過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 $d_{epw(z)}$ は、FLIP における地震応答解析の最大せん断ひずみ γ_{max} に基づいて、体積ひずみ ε_v を求めることで評価した。また、本評価に用いる埋戻し土の相対密度 D_r においては、平均値 81.7% を保守的に 80% として評価した(第 1 図参照)。

評価にあたっては、設計モデル(NS 方向)を用いて S s -A 及び S s -C1 における地震応答解析を実施した。第 2 図に鉛直変位分布を、第 3 図に最大せん断ひずみ分布を、第 1 表に埋戻し土の沈下量を示す。第 2 図、第 3 図及び第 1 表に示す評価点 B 及び C は S s -A 及び S s -C1 において最大沈下量となる地点である。また、評価点 A 及び D は評価点 B 及び C を除き、比較的せん断ひずみが大きい解析断面端部となる地点である。沈下量は、S s -A 加振時において 150~200mm 程度、S s -C1 加振時においては 100mm 程度であった。S s -A 加振時は、S s -C1 加振時に比べて地震の継続時間が長いため、せん断ひずみが増大し、過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量が大きくなる結果となった。

なお、飛来物防護ネット架構を支持する杭は、周囲を地盤改良しており、当該沈下に伴う杭へのネガティブフリクション*などの影響はない。

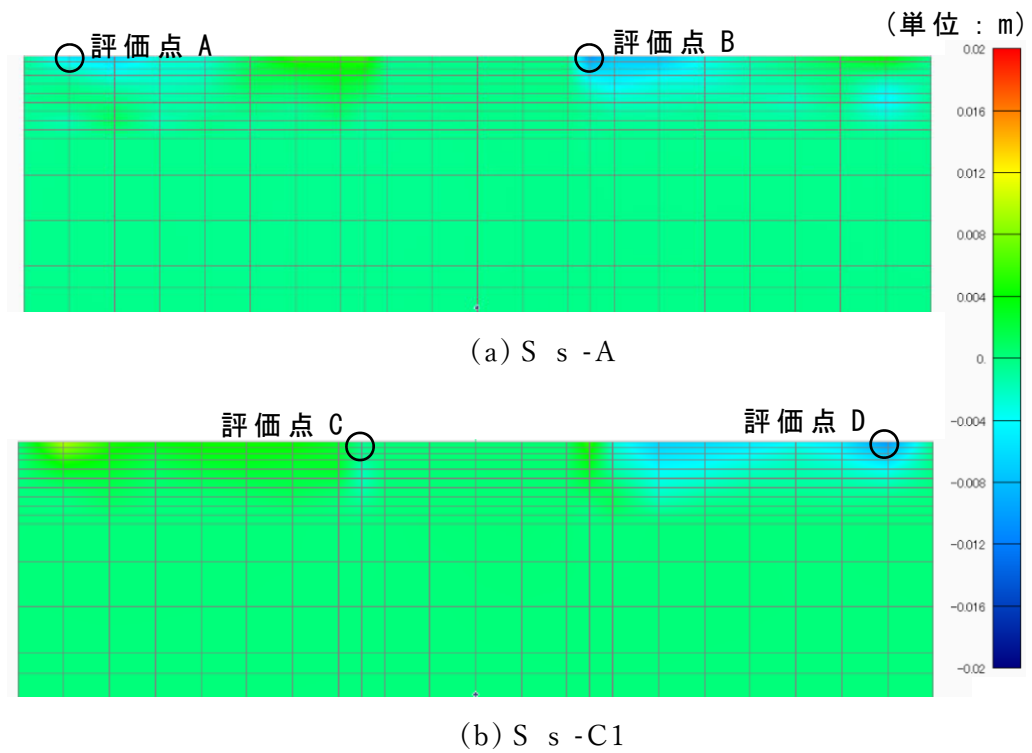
注記 *：液状化等により杭の周囲の地盤が沈下することにより、杭に下向きに作用する摩擦力。



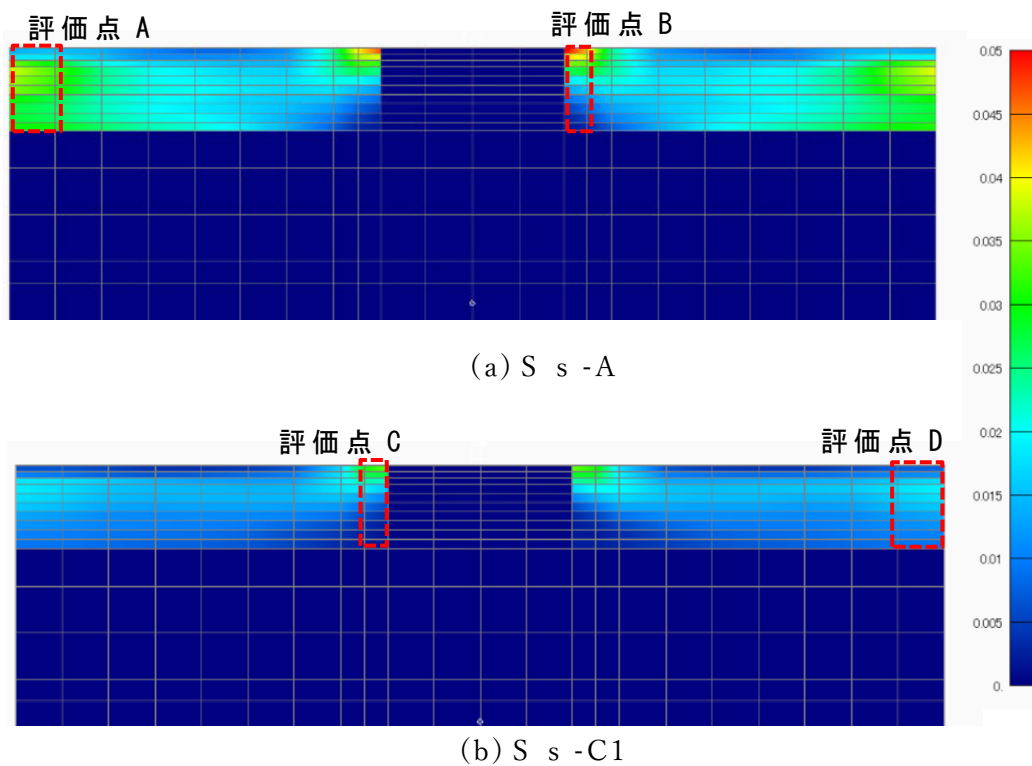
第 1 図 液状化時のせん断ひずみと体積ひずみとの関係
(参考文献¹⁾ 参照)

【参考文献】

- 1) : Ishihara, K. and Yoshimine, M. : Evaluation of Settlements in Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes, Soil and Foundations, Vol.32, No.1, pp.173-188,1992



第 2 図 地震応答解析の最終時刻の鉛直変位分布
(負の値が沈下量を表す)



第 3 図 地震応答解析の最大せん断ひずみ分布

第 1 表 埋戻し土の沈下量

評価点	地震応答解析の最終時刻の鉛直変位 $d_{r(z)}$ (mm)	過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量			沈下量 $D'_{(z)}$ (mm)
		γ_{max}^{*1} (%)	ε_v^{*2} (%)	$d_{epw(z)}$ (mm)	
A	5	3.8	0.8	144	149
B	10	5.0	1.1	198	208
C	1	3.4	0.7	126	127
D	11	1.9	0.4	72	83
参考 ^{*3}	-	-	1.7	306	306

注記 * 1 : FLIP における最大せん断ひずみ

* 2 : 最大せん断ひずみより求めた体積ひずみ(第 1 図に基づく)

* 3 : 相対密度 80%における最大体積ひずみ(1.7%)より算出した沈下量(想定される最大沈下量)