

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 13 R 6
提出年月日	令和 4 年 <u>7 月 11 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

注記：文中の下線部は R5 から R6 への変更箇所を示す
なお、本資料は全体構成を R5 から修正しているが、内容に変更が無い箇所については下線で示さない

目 次

1. 概要	1
2. 設計用地下水位の設定に関する基本方針	2
3. 設計用地下水位を設定する施設	5
4. 敷地周辺の地下水位	16
4.1 敷地周辺地形と地下水の流れ	16
4.2 敷地内及び敷地周辺の地下水分布概況	21
4.3 地下水位観測記録	24
5. 対象施設と地下水排水設備の位置関係	25
5.1 地下水排水設備の配置状況	25
5.2 設計用地下水位の設定位置	29
6. 地下水排水設備に囲まれている建物・構築物	35
6.1 設計用地下水位の設定	35
6.2 地下水排水設備の設計方針	35
7. 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物	40
7.1 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位	40
7.2 液状化による影響評価	41
8. 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断面図
- 添付 3 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 4 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、建屋・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、本資料で示す内容については、今回申請対象以外の再処理施設、MOX燃料加工施設及び廃棄物管理施設に関わる建物・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回申請時の申請対象を踏まえて、記載を拡充していく。

2. 設計用地下水位の設定に関する基本方針

再処理施設，廃棄物管理施設及びMOX燃料加工施設の建物・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 S_1 又は S_2 による耐震評価を行うかBクラス以上の建屋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設定する。具体的には，設計用地下水位は対象施設の基礎スラブ上端以下に設定する。

対象施設が地下水排水設備に囲まれていない場合は，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。

地下水排水設備の外側に配置され，設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物のうち地下躯体を有する建物・構築物，屋外重要土木構造物，杭基礎を有する建物・構築物については，液状化による影響評価を行う。

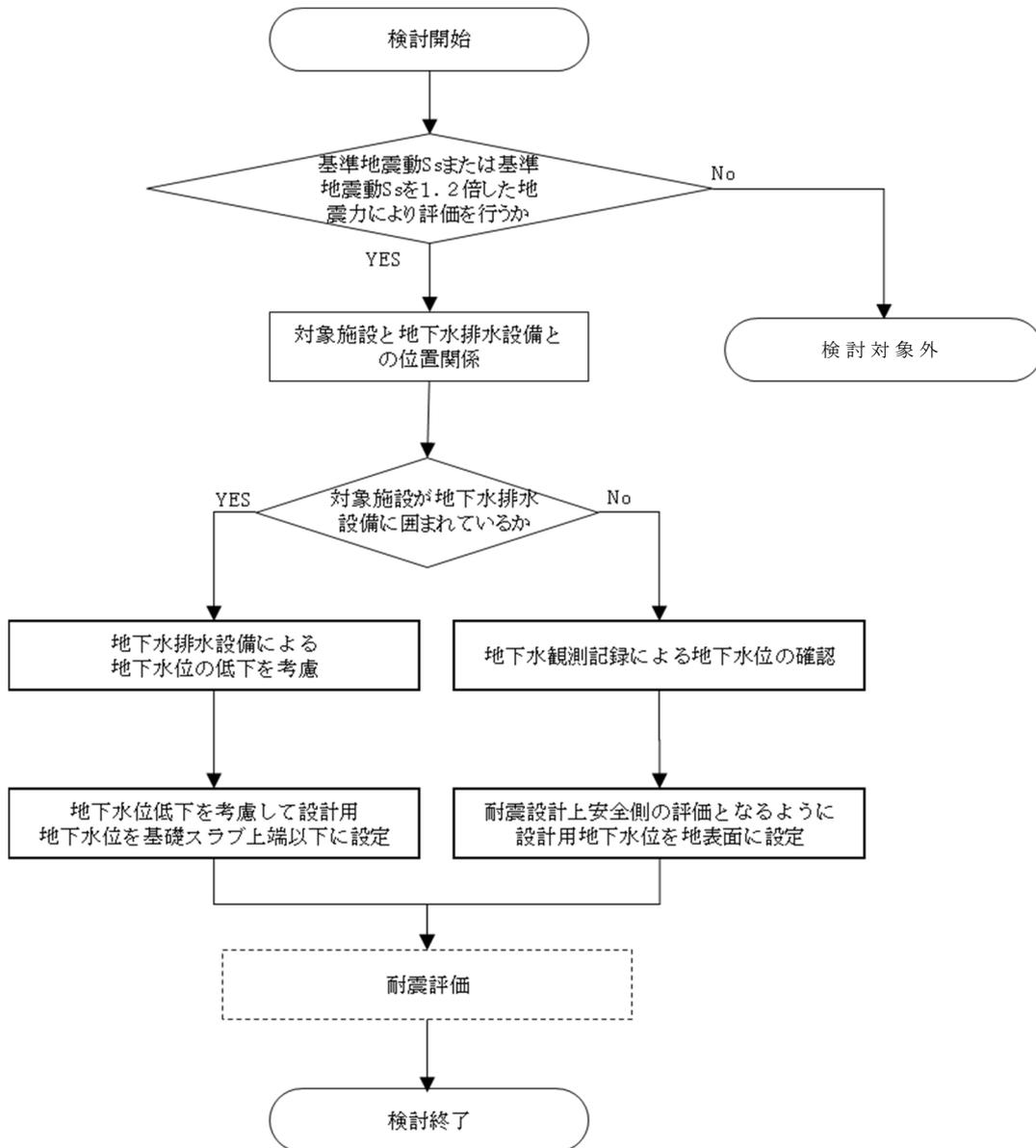
なお，地下水排水設備の外側に設置される地下躯体を持たない建物・構築物は岩着もしくはマンメイドロック（以下，MMRという。）を介して岩着しており，支持地盤は液状化しないこと，耐震評価において側面地盤の効果を期待しないことから，液状化による影響評価の必要はない。

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の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の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2.-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。



第 2.-1 図 設計用地下水位の設定フロー

3. 設計用地下水位を設定する施設

再処理施設，廃棄物管理施設，MOX燃料加工施設の建物・構築物を網羅的に示した上で，設計用地下水位を設定する対象施設を選定する。

再処理施設の建物・構築物については，再処理事業変更許可申請書の本文に示す再処理施設一般配置図に示す建物・構築物に対して，再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（以下，「再処理事業許可基準規則」とする）及び再処理施設の技術基準に関する規則（以下，「再処理技術基準規則」とする）の該当条項，今回設工認における設計の前提条件について整理する。廃棄物管理施設の建物・構築物については，廃棄物管理事業変更許可申請書の本文に示す廃棄物管理施設一般配置図に示す建物・構築物に対して，廃棄物管理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（以下，「事業許可基準規則」とする）及び特定第一種廃棄物埋設施設又は特定廃棄物管理施設の技術基準に関する規則（以下，「廃棄物技術基準規則」とする）の該当条項，今回設工認における設計の前提条件について整理する。MOX燃料加工施設の建物・構築物については，核燃料物質加工事業許可申請書の本文に示すMOX燃料加工施設一般配置図に示す建物・構築物に対して，加工施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（以下，「MOX事業許可基準規則」とする）及び加工施設の技術基準に関する規則（以下，「MOX技術基準規則」とする）の該当条項，今回設工認における設計の前提条件について整理する。これらについて整理した結果を第3.-1表に示す。第3.-1表にて，各条文に「○」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。具体的には，地下水排水設備が地震時及び地震後においても地下水を排水可能であること，また，地下水排水設備の湧水量に対して十分な排水能力を有することを前提に，対象建屋の耐震性を損なわない設計とする。

以上のことから，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も設計用地下水位以下に維持することを前提としている建物として，第3.-1表において事業許可基準規則及び技術基準規則の「地震（1.0Ss）」に該当する条項に「○」を付した建物に関し，その地下水位の低下に影響する地下水排水設備は，基準地震動 S_s による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，第3.-1表において事業許可基準規則及び技術基準規則の「地震（1.2Ss）」に該当する条項に「○」を付した建物に関し，その地下水位の低下に影響する地下水排水設備は，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。

第 3.-1 表(1a) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定（再処理施設）

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	31 条	33 条	6 条	33 条	36 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
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	—	—	○	—	—	○

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※ 1：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表(1b) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定（再処理施設）

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	31 条	33 条	6 条	33 条	36 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
ウラン脱硝建屋	—	—	—	—	—	—
ボイラ建屋	—	—	—	—	—	—
ユーティリティ建屋	—	—	—	—	—	—
第 2 ユーティリティ建屋	—	—	—	—	—	—
運転予備用電源建屋	—	—	—	—	—	—
使用済燃料輸送容器管理建屋（保守エリア，除染エリア）	—	—	—	—	—	—
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	—	—	—	—	—	—
放射線測定機器校正建屋	—	—	—	—	—	—
主排気筒管理建屋	—	—	—	—	—	—
北換気筒管理建屋	—	—	—	—	—	—
試薬建屋	—	—	—	—	—	—
還元ガス製造建屋	—	—	—	—	—	—

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※ 1：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表(1c) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定（再処理施設）

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	31 条	33 条	6 条	33 条	36 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
新消防建屋	—	—	—	—	—	—
事務建屋	—	—	—	—	—	—
保健管理建屋	—	—	—	—	—	—
環境管理建屋	—	—	—	—	—	—
安全冷却水 A 冷却塔（基礎）	○	—	—	○	—	—
安全冷却水 B 冷却塔（基礎）	○	—	—	○	—	—
安全冷却水冷却塔 A（基礎）	○	—	—	○	—	—
安全冷却水冷却塔 B（基礎）	○	—	—	○	—	—
冷却塔 A, B（基礎）	○	—	—	○	—	—
第 1 非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室（基礎）	○	—	—	○	—	—
燃料油貯蔵タンク（基礎）	○	—	—	○	—	—
第 1 軽油貯所（基礎）	—	○	○	—	○	○
第 2 軽油貯所（基礎）	—	○	○	—	○	○
重油貯槽（基礎）	—	○	○	—	○	○

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※ 1：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表 (1d) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定 (再処理施設)

建物・構築物 ^{※1}	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	31 条	33 条	6 条	33 条	36 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所	—	—	—	—	—	—
ボイラ用燃料貯蔵所	—	—	—	—	—	—
ディーゼル発電機用燃料受入れ・貯蔵所	—	—	—	—	—	—
開閉所	—	—	—	—	—	—
第 2 開閉所	—	—	—	—	—	—
硝酸ヒドラジン受入れ貯槽	—	—	—	—	—	—
n-ドデカン受入れ貯槽	—	—	—	—	—	—
TBP 受入れ貯槽	—	—	—	—	—	—
模擬廃液貯蔵庫	—	—	—	—	—	—
精製建屋ボンベ庫	—	—	—	—	—	—
低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫	—	—	—	—	—	—
第 1 ガストレーラ庫	—	—	—	—	—	—
前処理建屋 LPG ボンベユニット	—	—	—	—	—	—
冷却水設備	—	—	—	—	—	—
ボンベ置場	—	—	—	—	—	—

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※1：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表 (1e) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定 (再処理施設)

建物・構築物 ^{※1}	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	31 条	33 条	6 条	33 条	36 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
渡り廊下	—	—	—	—	—	—
海洋放出管	—	—	—	—	—	—
運搬専用道路	—	—	—	—	—	—
地下通路	—	—	—	—	—	—
運搬専用道路	—	—	—	—	—	—
主排気筒	○	○	○	○	○	○
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	○	○	○	○	○	○

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※1：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表 (1f) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定 (再処理施設)

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	31 条	33 条	6 条	33 条	36 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
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	○	○	○	○	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料輸送容器管理建屋 (除染エリア) 間洞道	—	—	—	—	—	—
ウラン脱硝建屋/ウラン酸化物貯蔵建屋間洞道	—	—	—	—	—	—
精製建屋/ウラン脱硝建屋間洞道	—	—	—	—	—	—
前処理建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋間洞道	—	—	—	—	—	—
低レベル廃棄物処理建屋/チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋間洞道	—	—	—	—	—	—

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※1：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-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)

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則			技術基準規則		
	7 条	25 条	27 条	6 条	27 条	30 条
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)		地震 (1.2Ss)
燃料加工建屋	○	○	○	○	○	○
エネルギー管理建屋	—	—	—	—	—	—
貯蔵容器搬送用洞道	—	—	—	—	—	—

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※¹：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表(3) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定 (廃棄物管理施設)

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則	技術基準規則
	6 条	6 条
	地震 (1.0Ss)	地震 (1.0Ss)
ガラス固化体貯蔵建屋	○	○
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	○	○

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※¹：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表(4) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定（上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設）

建物・構築物※ ¹	事業許可基準規則	技術基準規則
	7条（再）, 31条（再）, 6条（廃）	6条（再）, 33条（再）, 6条（廃）
	地震（波及的影響）	地震（波及的影響）
分析建屋	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
ウラン酸化物貯蔵建屋	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
ウラン酸化物貯蔵建屋	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
低レベル廃棄物処理建屋	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
出入管理建屋	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
ガラス固化体受入れ建屋	— (輸送容器の波及的破損を防止する建屋)	— (輸送容器の波及的破損を防止する建屋)

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

※¹：間接支持構造物である建物・構築物を含む

第 3.-1 表(5) 設計用地下水位を設定する対象施設の選定（竜巻防護対策設備）

建物・構築物	事業許可基準規則	技術基準規則
	7条（再）, 31条（再）, 6条（廃）	6条（再）, 33条（再）, 6条（廃）
	地震（波及的影響）	地震（波及的影響）
安全冷却水 A 冷却塔 飛来物防護ネット	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
主排気筒に接続する屋外配 管及び屋外ダクトの飛来物 防護板（主排気筒周り）	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
安全冷却水系冷却塔 B 飛来物防護ネット	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)
冷却塔 A, B 飛来物防護ネ ット	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)	— (Sクラス施設への波及的影響を考慮する建屋)

○：当該条項に適合する建物・構築物 —：当該条項に適合しない建物・構築物

第 3.-1 表(6) 地下水位を設定する対象施設の選定（換気筒）

建物・構築物	事業許可基準規則	技術基準規則
	7 条（再），31 条（再），6 条（廃）	6 条（再），33 条（再），6 条（廃）
	地震（波及的影響）	地震（波及的影響）
北換気筒	- （S クラス施設への波及影響を考慮する建屋）	- （S クラス施設への波及的影響を考慮する建屋）

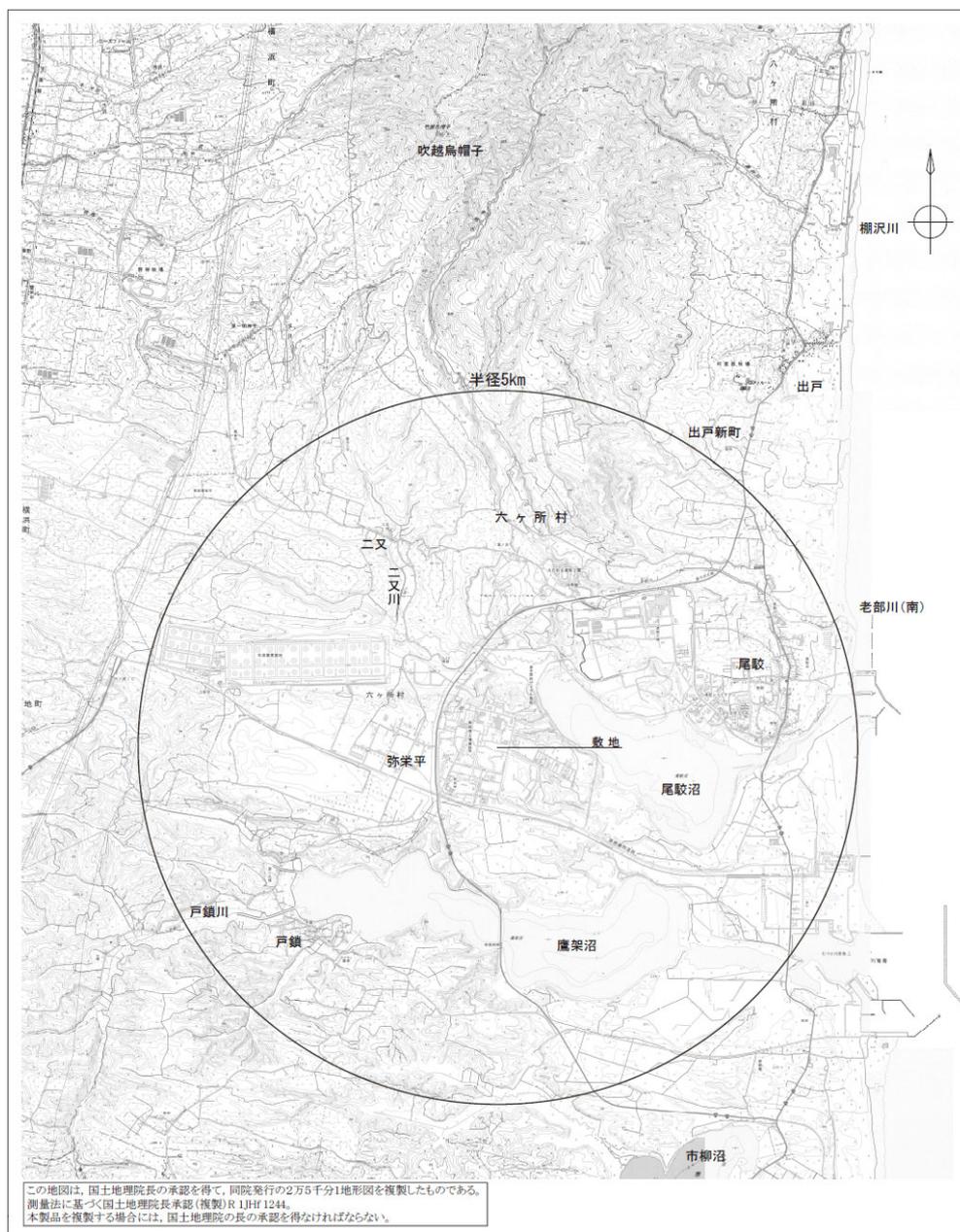
○：当該条項に適合する建物・構築物 -：当該条項に適合しない建物・構築物

4. 敷地周辺の地下水位

4.1 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4.1-1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4.1-1図 敷地近傍の地形図

敷地周辺の地形図を第 4.1-2 図に示す。敷地は尾駮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、尾駮沼に流下している。

次に、敷地内地質層序表を第 4.1-1 表に示し、敷地周辺の鷹架層上限面のコンター(5m)を第 4.1-3 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 4.1-1 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	第 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	
	新 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	
	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	鷹 架 層	礫混り砂岩層	T _{2ss}
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。

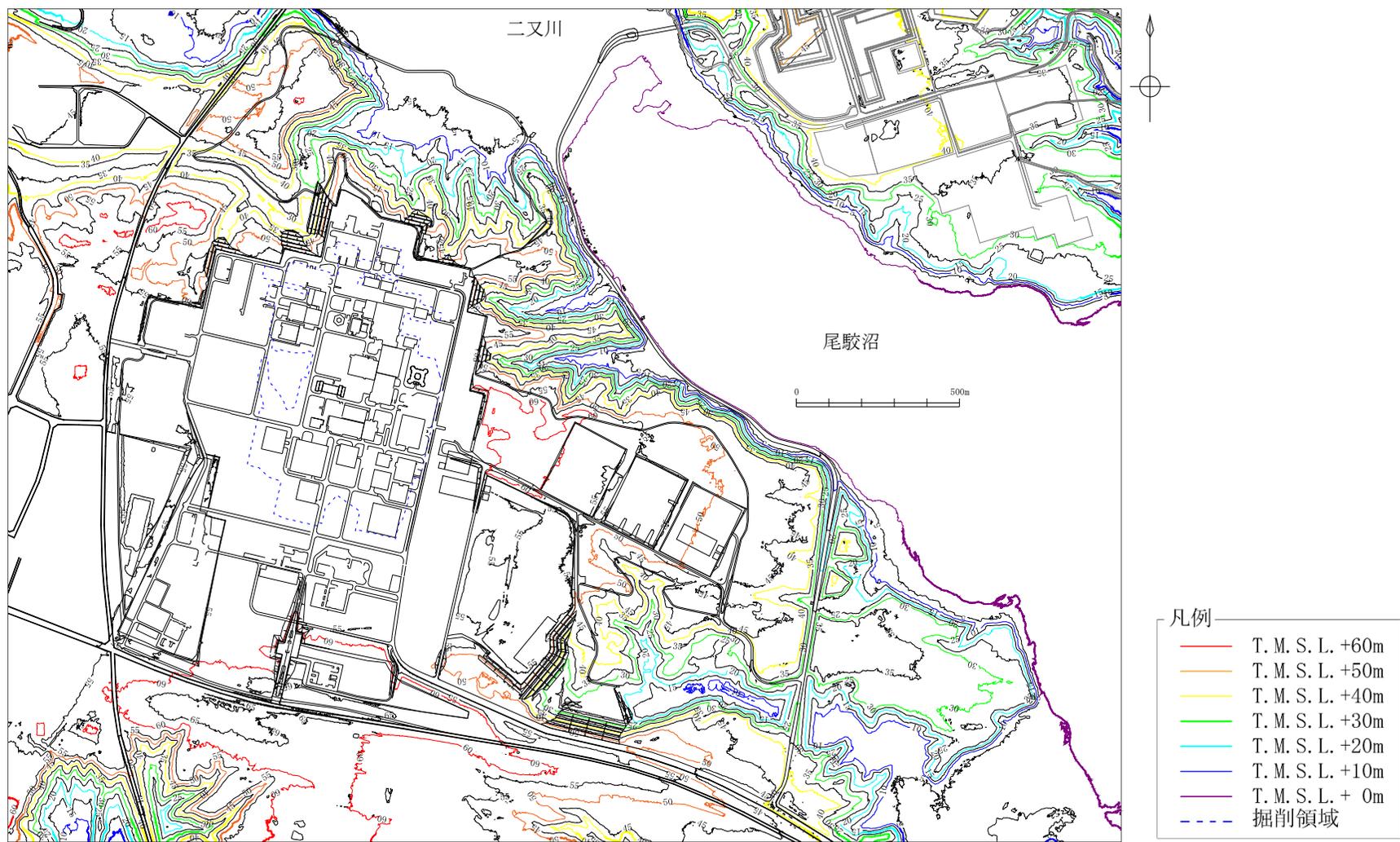
透水性の
良い地層

難透水層

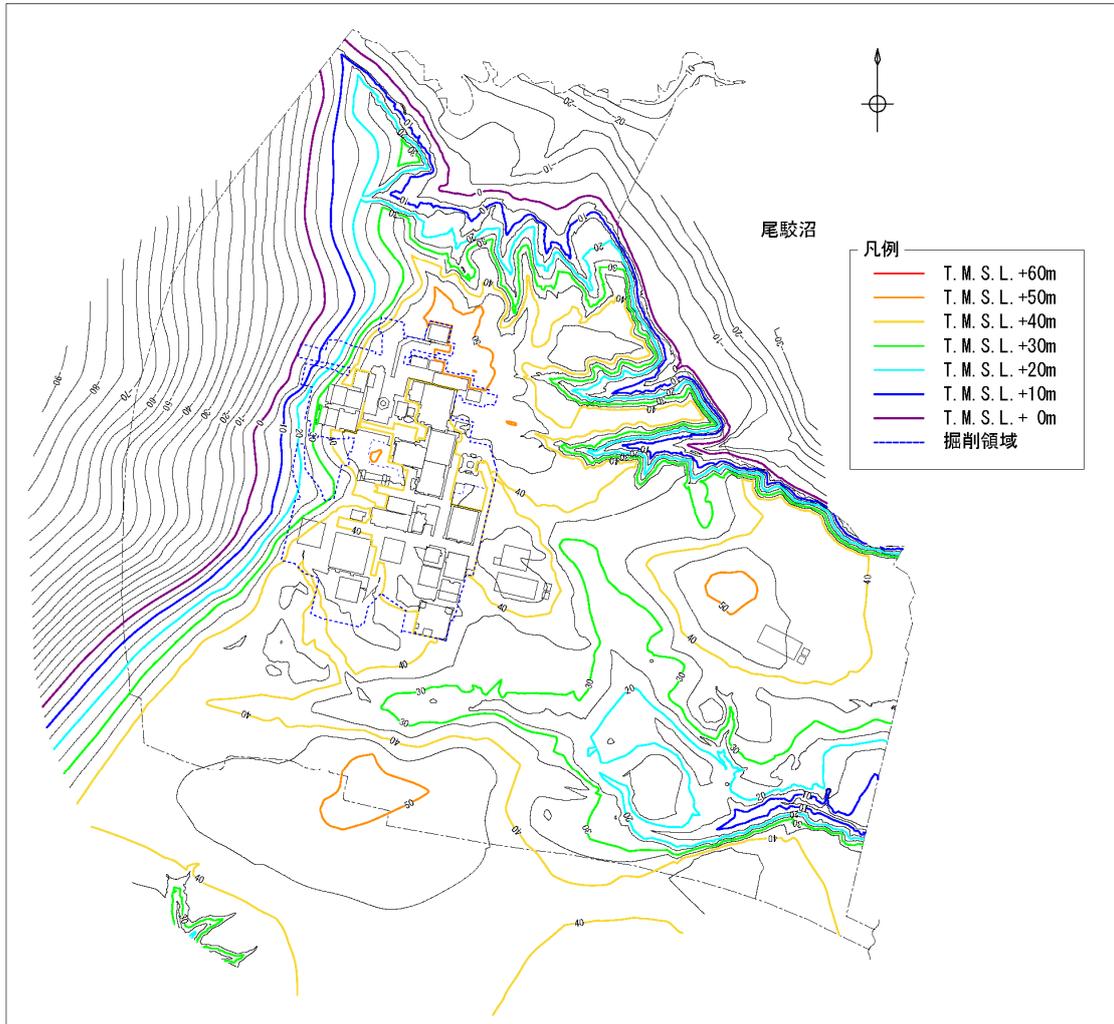
注) — は、整合関係を示す、~は、不整合関係を示す。
主な層相及び岩相の上下順序は、層位関係を示す。

【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 4.1-2 図 敷地周辺の地形図



第 4.1-3 図 敷地周辺の鷹架層上限面のコンター (5m)

4.2 敷地内及び敷地周辺の地下水分布概況

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 4.2-1 図に、東西断面を第 4.2-2 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。

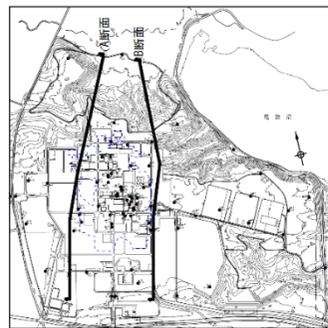
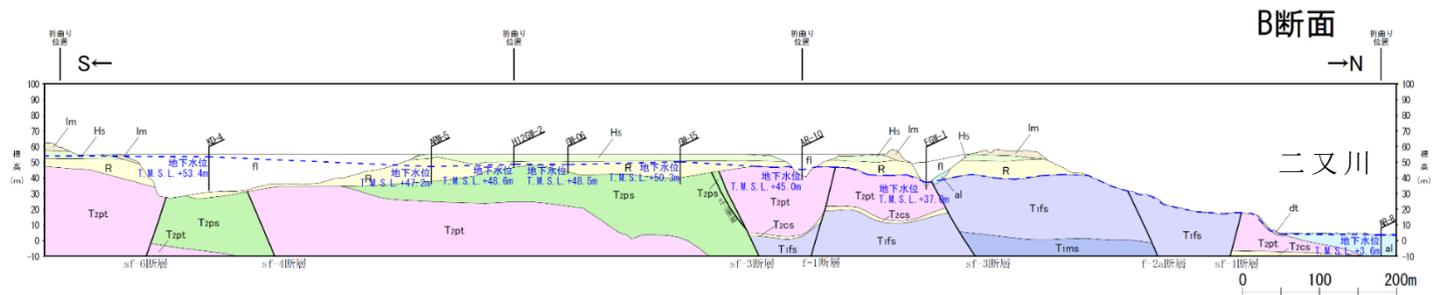
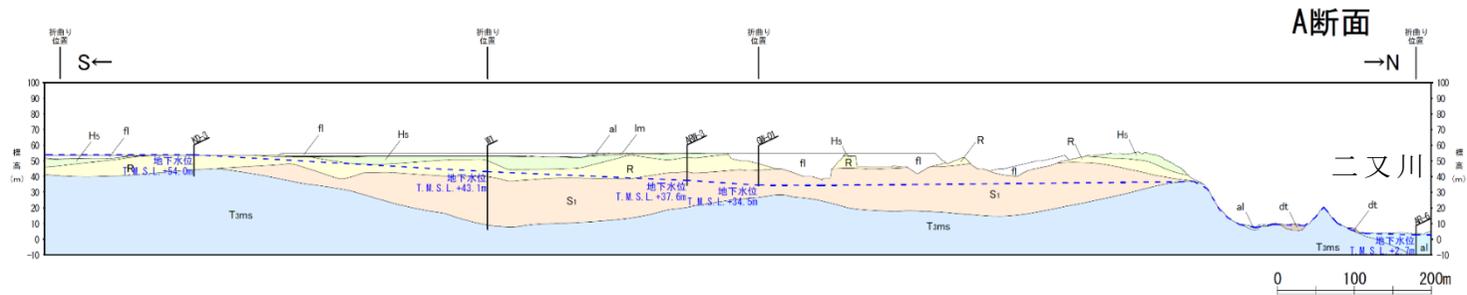
敷地西側（A 断面）について、地下水位は、敷地南端付近では地表面付近に分布しており、北側に向かうに従い徐々に低下し、敷地中央から北側にかけては T. M. S. L. +40m 程度となり、北端の斜面に沿って二又川に達する。

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。

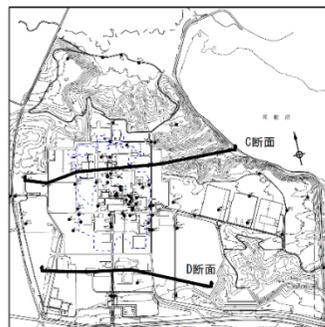
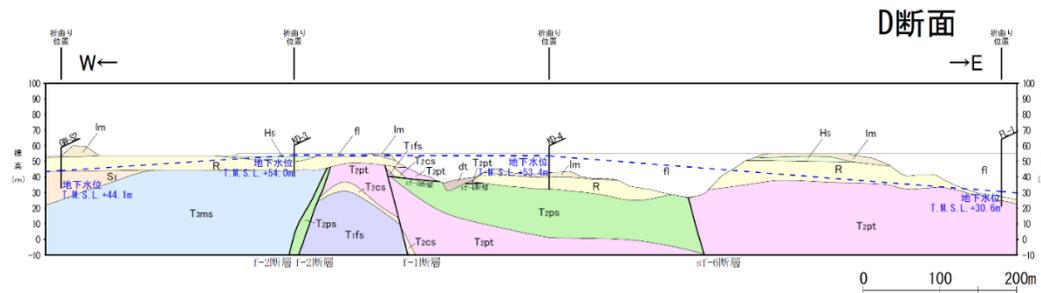
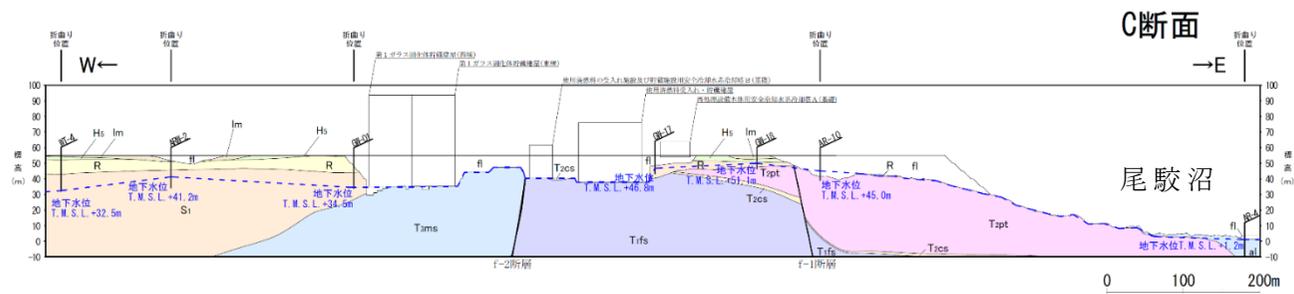


断面位置図

- | | | | |
|----|---------|------|---------------|
| dt | 崩壊堆積層 | Tams | 鷹架層上部層泥岩層 |
| al | 沖積低地堆積層 | Tsss | 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 | Tifs | 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 4.2-1 図 敷地南北断面の地下水位分布



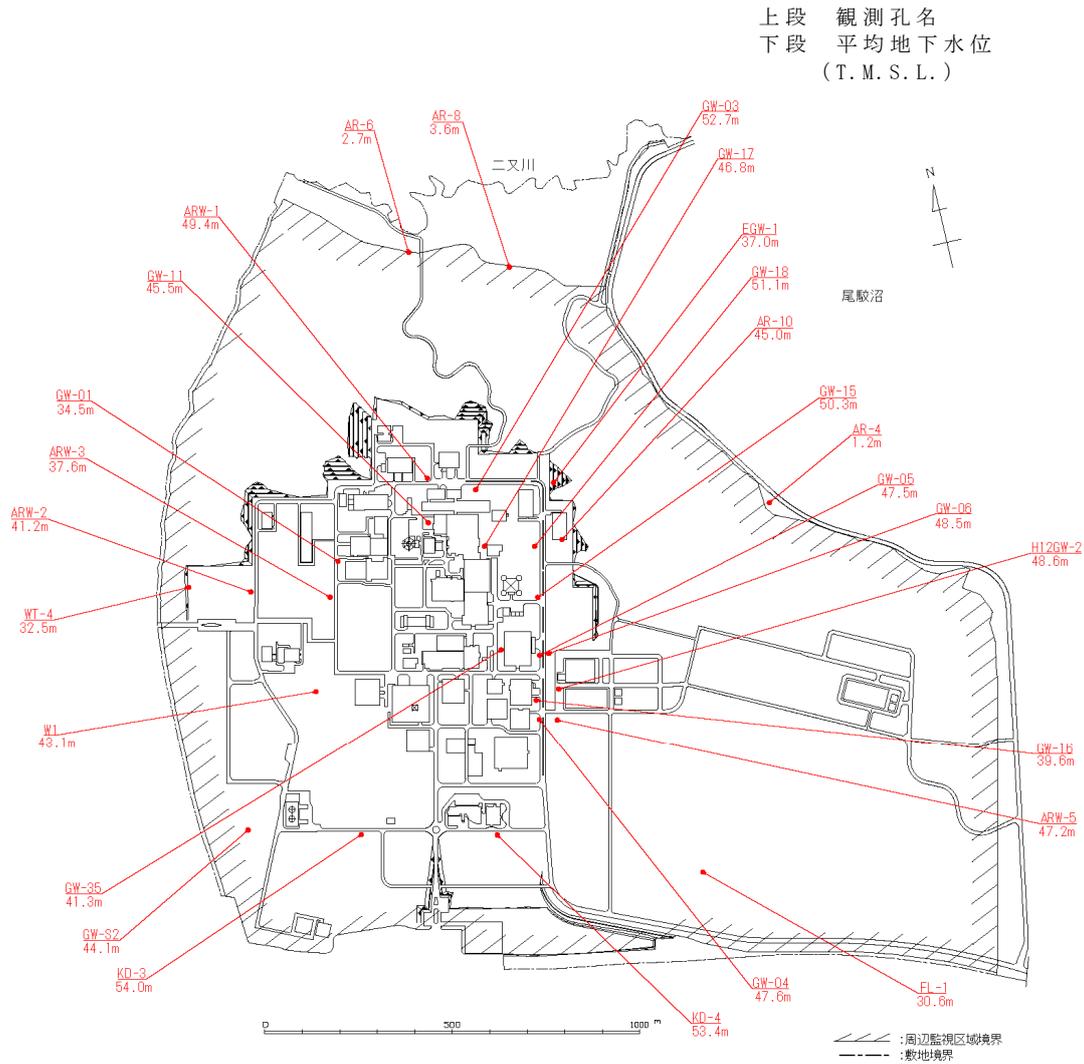
断面位置図

- | | | | |
|----------------|---------|-------|---------------|
| dt | 雑踏堆積層 | Tams | 鷹架層上部層泥岩層 |
| al | 沖積低地堆積層 | Tiss | 鷹架層中部層混り砂岩層 |
| lm | 火山灰層 | Tips | 鷹架層中部層軽石混り砂岩層 |
| M ₂ | 中位段丘堆積層 | Tipt | 鷹架層中部層軽石凝灰岩層 |
| M ₁ | | Tics | 鷹架層中部層粗粒砂岩層 |
| Hs | 高位段丘堆積層 | Trifs | 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 | f1 | 盛土 |
- 断面 (f-1断面, f-1a断面, f-2断面, f-2a断面, s1-1~8断面及びそれらの派生断面を含む)
 — 地層(岩相)境界
 - - - 地下水位

第 4.2-2 図 敷地東西断面の地下水位分布

4.3 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4.3-1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 4.3-1 図 地下水位観測孔位置及び平均地下水位

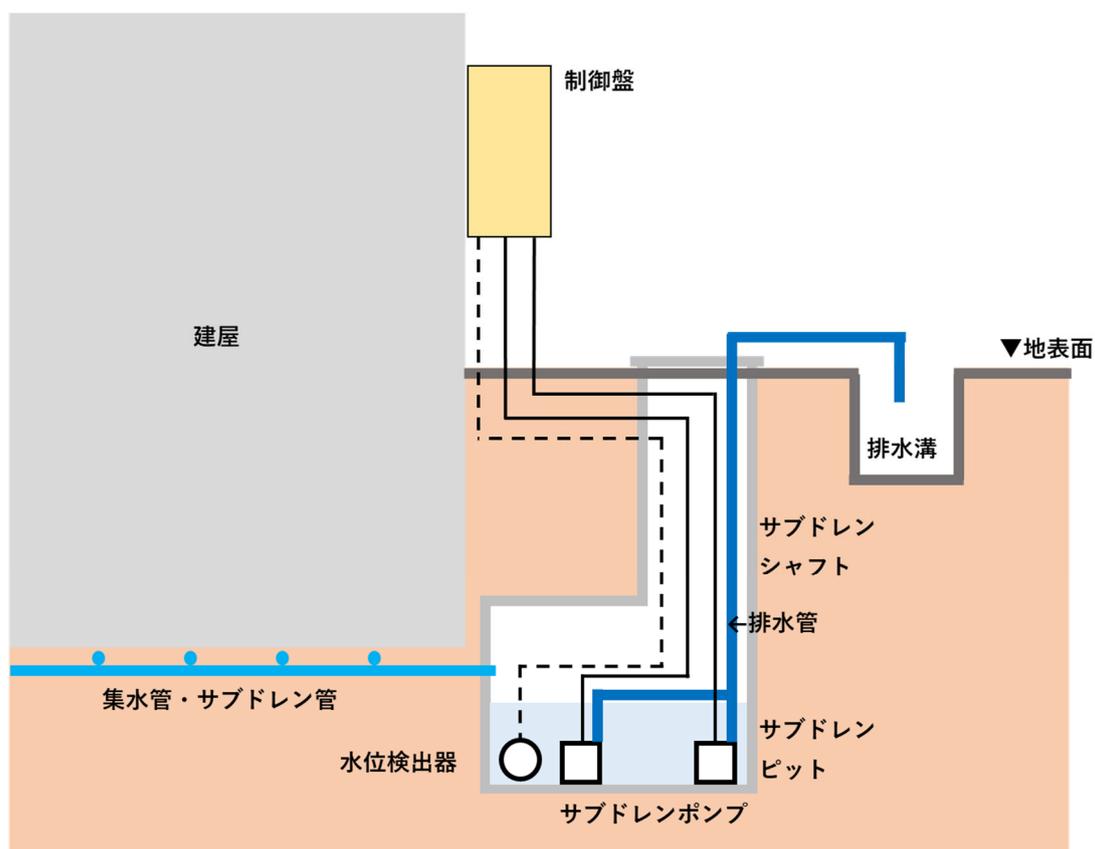
5. 対象施設と地下水排水設備の位置関係

5.1 地下水排水設備の配置状況

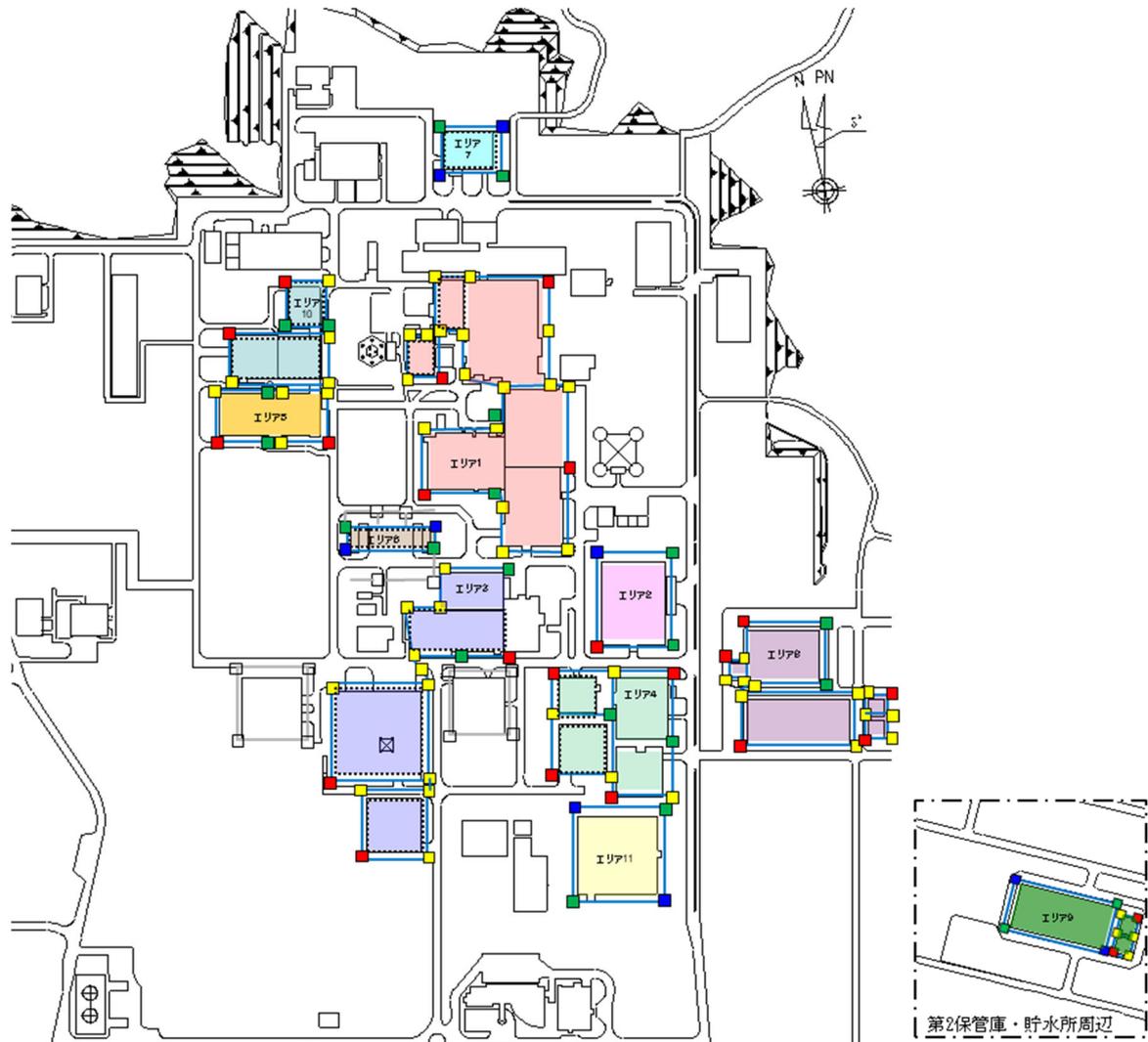
再処理事業所における建物の周囲には，地下水位を低下させ，建屋に作用する揚圧力及び地下水圧を低減するために地下水排水設備を設置しており，常時稼働している。

建屋周辺で発生する地下水は，建屋周辺に設置された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され，基礎スラブ下端より深い位置に設置されたサブドレンポンプ及び排水管により，地下水を地上に揚水して，排水溝に排水を行っている。

地下水排水設備の設備概要を第 5.1-1 図に，地下水排水設備の配置図を第 5.1-2 図に，集水管及びサブドレン管の敷設状況を第 5.1-3 図に示す。



第 5.1-1 図 地下水排水設備の設備概要



- | | |
|--------------------|--------------|
| ■ : 集水管エリア1 | ■ : 集水管エリア2 |
| ■ : 集水管エリア3 | ■ : 集水管エリア4 |
| ■ : 集水管エリア5 | ■ : 集水管エリア6 |
| ■ : 集水管エリア7 | ■ : 集水管エリア8 |
| ■ : 集水管エリア9 | ■ : 集水管エリア10 |
| ■ : 集水管エリア11 | |
| □ : 1.0Ssでのみ評価する建屋 | |

【凡例】

< 耐震性を確保するピット >

■ : 耐震性を有するサブドレンピット, サブドレンシャフト, ポンプ, 排水配管, 水位検出器, 制御盤

■ : 耐震性を有するサブドレンピット(流路確保ピット)

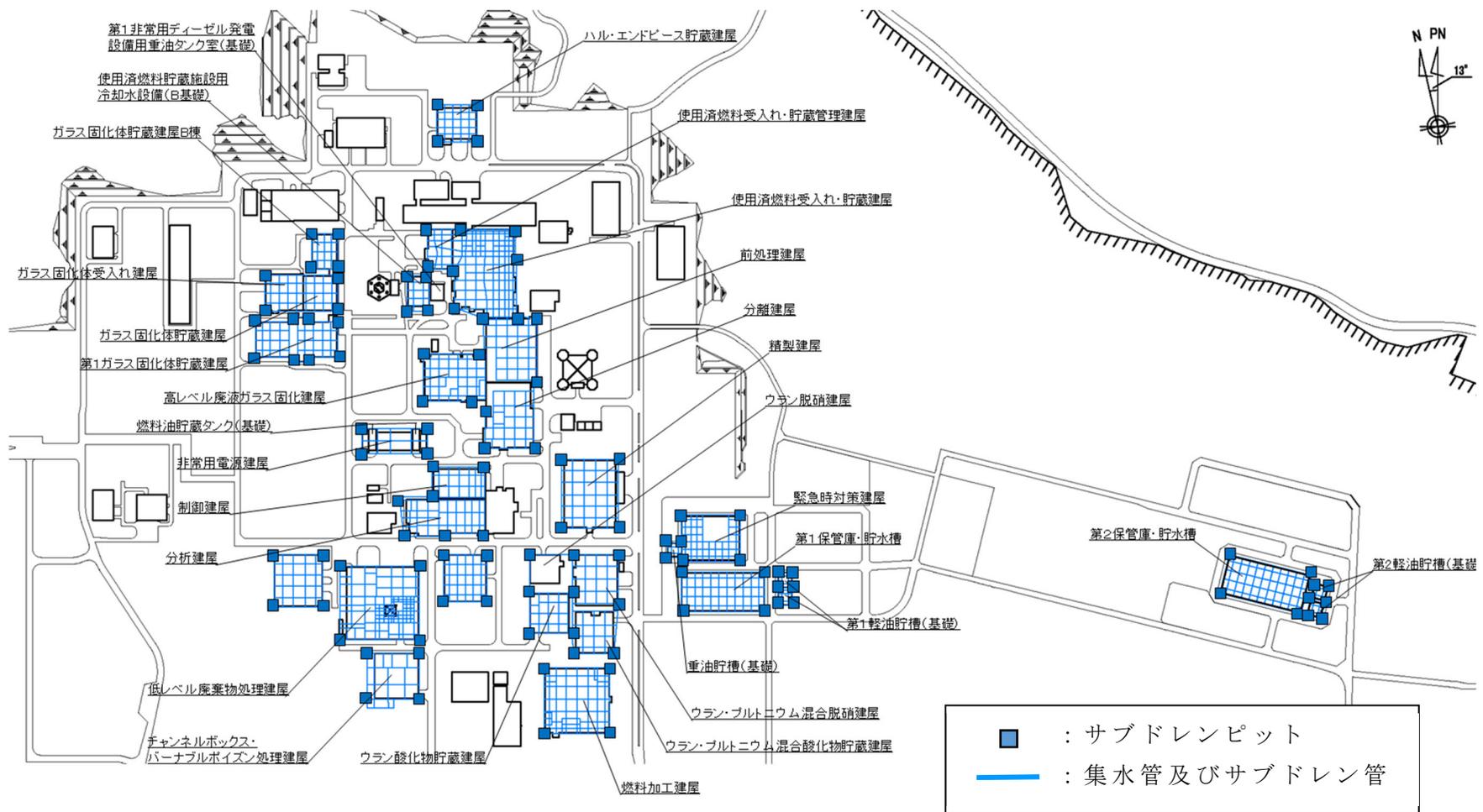
— : 耐震性を有する集水管

< 既設ポンプピット >

■ : 既設ポンプ設置ピット

■ : 既設ポンプ無しピット

第 5.1-2 図 地下水排水設備の配置図



第 5.1-3 図 集水管及びサブドレン管の敷設図

5.1.1 地下水排水設備の構成

地下水排水設備は、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。

地下水排水設備の設備構成を第 5.1-1 表に示す。

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。

第 5.1-1 表 地下水排水設備の構成部位

機能	構成部位
集水機能	集水管・サブドレン管
支持機能	サブドレンピット・サブドレンシャフト
排水機能	サブドレンポンプ・排水管
制御機能	水位検出器・制御盤
電源機能	電源

5.1.2 地下水排水設備の配置

地下水排水設備は、建物・構築物を囲むように集水管を配置し、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。これにより建屋周囲に発生する地下水の集水を可能としている。また、集水し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により、地上部の排水溝まで送水され、最終的に敷地外に排出する設計とする。地下水排水設備の詳細配置図を別紙 1 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、各申請回次に示す。

5.2 設計用地下水位の設定位置

再処理事業所における対象施設に対し、「2. 設計用地下水位の設定に関する基本方針」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、建屋及び屋外機械基礎については第 5.2-1 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 5.2-2 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 5.2-1 表及び第 5.2-2 表に示す。

ここで、「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建屋だが、設計用地下水位を変更した場合でも波及的影響の無いことを確認する。

(1) ウラン脱硝建屋

ウラン脱硝建屋については、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。ウラン脱硝建屋の設計用地下水位は、既設工認において地表面に設置していたが、当該建屋は地下水排水設備に囲まれており、地下水位は周囲に設置した地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していることから、今回設工認においては、ウラン脱硝建屋の設計用地下水位を基礎スラブ上端以下に設定する。

(2) 低レベル廃棄物処理建屋

低レベル廃棄物処理建屋については、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。低レベル廃棄物処理建屋の設計用地下水位は、既設工認において地表面に設置していたが、当該建屋は地下水排水設備に囲まれており、地下水位は周囲に設置した地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していることから、今回設工認においては、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以下に設定する。

(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。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)については、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)(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。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)の地下水位は、周辺建屋の地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していると考えられることから設計用地下水位を基礎スラブ上面以下(T.M.S.L. +53.00m)に設定していたが、当該建屋は地下水排水設備に

囲まれていないことから、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）の設計用地下水位を地表面に設定する。

第 5.2-1 表 (1) 基準地震動 S_s または基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による
評価を行う建屋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
建屋	燃料加工建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	前処理建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	分離建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	精製建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ハル・エンドピース貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	制御建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	非常用電源建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	高レベル廃液ガラス固化建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ガラス固化体貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	緊急時対策建屋	有	有	— ※1	基礎スラブ上端以下
	第 1 保管庫・貯水所	有	有	— ※1	基礎スラブ上端以下
	第 2 保管庫・貯水所	有	有	— ※1	基礎スラブ上端以下

※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 5.2-1 表 (2) 基準地震動 S_s または基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による
評価を行う建屋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
建屋	分析建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ウラン酸化物貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ガラス固化体受入れ建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	ウラン脱硝建屋	有	有	地表面	基礎スラブ上端以下 ^{※2}
	低レベル廃棄物処理建屋	有	有	地表面	基礎スラブ上端以下 ^{※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	基礎スラブ上端以下	地表面 ^{※1}
	主排気筒管理建屋	無	無	地表面	地表面
	使用済燃料輸送容器管理建屋（トレーラエリア）	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 5.2-1 表 (3) 基準地震動 S_s または基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力による
評価を行う建屋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	安全冷却水冷却塔 B (基礎)	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	第 1 非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室 (基礎)	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	燃料油貯蔵タンク (基礎)	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	冷却塔 A, B (基礎)	無	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
	第 1 軽油貯槽 (基礎)	有	有	— ※1	基礎スラブ上端以下
	第 2 軽油貯槽 (基礎)	有	有	— ※1	基礎スラブ上端以下
	重油貯槽 (基礎)	有	有	— ※1	基礎スラブ上端以下
	安全冷却水 A 冷却塔 (基礎)	無	無	— ※1	地表面
	安全冷却水 B 冷却塔 (基礎)	無	無	地表面	地表面
	安全冷却水冷却塔 A (基礎)	有	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 5.2-2 表 基準地震動 S_s または基準地震動 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	安全冷却水 A 冷却塔 飛来物防護ネット	— ※	地表面
	安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット	— ※	地表面
	主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板（主排気筒周り）	— ※	地表面
	安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット	— ※	地表面
	安全冷却水系冷却塔 B 飛来物防護ネット	— ※	地表面
	冷却塔 A, B 飛来物防護ネット	— ※	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	主排気筒	地表面	地表面
換気筒	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

6. 地下水排水設備に囲まれている建物・構築物

6.1 設計用地下水位の設定

第 5.2-1 表に示した地下水排水設備に囲まれている建物・構築物については、地下水排水設備が基礎スラブ下端より深い位置に設置されていることから、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レベル以下に設定することにより、耐震設計に用いる揚圧力及び地下水圧を低減させる設計とする。

ここで、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も設計用地下水位以下に維持することを前提としている建物・構築物に関し、地下水排水設備は、基準地震動 S_s による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、波及的影響を考慮する建屋周囲に設置する地下水排水設備について、地震及び地震後においても設計用地下水位以下に維持することを前提としている建物・構築物の地下水位の低下に影響する場合は、基準地震動 S_s による地震力に対して要求される機能を維持する設計とする。

その対象となる地下水排水設備に要求される機能及び設計方針については、「6.2 地下水排水設備の設計方針」にて詳細に示す。

6.2 地下水排水設備の設計方針

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。

なお、設工認申請書の基本設計方針、添付書類での記載事項等については、共通 06 及び共通 06 を踏まえた各条文への展開として示す。

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、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、サブドレンピットの閉塞防止対策を実施する。具体的には、サブドレンシャフトを耐震化すること、もしくは、防護蓋を設けることによつて閉塞防止対策とする。

6.2.1 地下水排水設備に対する想定される現象への設計配慮

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。

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として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または人為事象に対して機能を維持することも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また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。

6.2.2 地下水排水設備の排水能力

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。地下水排水設備の排水能力の設定にあたっては、地下水排出先の排水溝が排水機能を喪失した場合についても考慮する。

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。

6.2.3 地下水排水設備に期待する機能と耐震性

地下水排水設備の構成部位及び耐震性を第 6.2-1 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部位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への考慮

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、代替ポンプ等の資機材によりサブドレンピットからの地下水のくみ上げ等を行う運用・手順を保安規定に基づき規定する。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 6.2-1 表 地下水排水設備の構成部位及び耐震性

機能	構成部位	設計基準 ^{※1}	設計基準を超える地震への考慮 ^{※1}
集水機能	集水管・サブドレン管	Ss 機能維持 ^{※2}	1.2Ss 機能維持 ^{※4}
支持機能	サブドレンピット・サブドレンシャフト	Ss 機能維持 ^{※2}	1.2Ss 機能維持 ^{※4}
排水機能	サブドレンポンプ・排水管	Ss 機能維持 ^{※2}	可搬対応 ^{※5}
制御機能	水位検出器・制御盤	Ss 機能維持 ^{※2}	—
電源機能	電源	Ss 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）、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、重大事故等対処設備に該当しないが、建物・構築物の耐震評価（1.0Ss）において地下水位を基礎スラブ上端以下に維持するため、基準地震動 Ss に対して機能維持させる。

地下水排水設備のうち、サブドレンポンプについては動的機能維持、水位検出器及び制御盤並びに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 Ss 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、非常用電源設備または基準地震動 Ss 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、重大事故等対処設備に該当しないが、建物・構築物の耐震評価（1.2Ss）において地下水位を基礎スラブ上端以下に維持するため、基準地震動 Ss 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 Ss を超える地震の発生時において、機能が喪失した場合の考慮として、地下水位が基礎スラブ上端に達する前に、代替ポンプ等により地下水の排水を行う。

6.2.4 電源構成

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、非常用電源設備または基準地震動 S_s に対し機能維持が可能な発電機に接続する。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。

6.2.5 地下水排水設備機能維持の運用

地下水排水設備の耐震性向上及び電源強化等を行うが、万が一、地下水排水設備が停止した場合、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、代替ポンプ等の資機材によりサブドレンピットからの地下水のくみ上げ等を行う運用・手順を保安規定に基づき規定する。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3に示す。

6.2.6 地下水排水設備の申請上の整理

地下水排水設備については、後次回の地下水排水設備の申請において、性能を有する部位の設定値根拠説明書、耐震計算書を示す。

7. 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物

7.1 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位

地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位は、「2. 設計用地下水位の設定に関する基本方針」に示すとおり、耐震設計上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。

地下水排水設備の外側に配置され、設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物については、耐震評価において周辺地盤の液状化の影響を考慮することとする。液状化の影響の考慮方針については、「7.2 液状化による影響評価」に示す。

7.2 液状化による影響評価

7.2.1 評価方針

地下水排水設備の外側に配置され、設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物（以下、「液状化影響評価対象施設」という。）について、構築物の耐震性への影響の観点から評価を実施する施設としては屋外重要土木構築物が、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としては杭基礎を有する飛来物防護ネット及び一部建屋がある。液状化影響評価対象施設の一覧を第 7.2.1-1 表に、液状化影響評価対象施設の位置図を第 7.2.1-1 図に、液状化影響評価フローを第 7.2.1-2 図に示す。

液状化影響評価対象施設の周辺地盤のうち、岩盤及び MMR を除いた箇所は、地震の際の液状化が否定できないものの、一部区間を除いて、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。そのため、施設周辺の地盤状況を整理することによって、液状化層と非液状化層に区分し、施設評価に用いる。

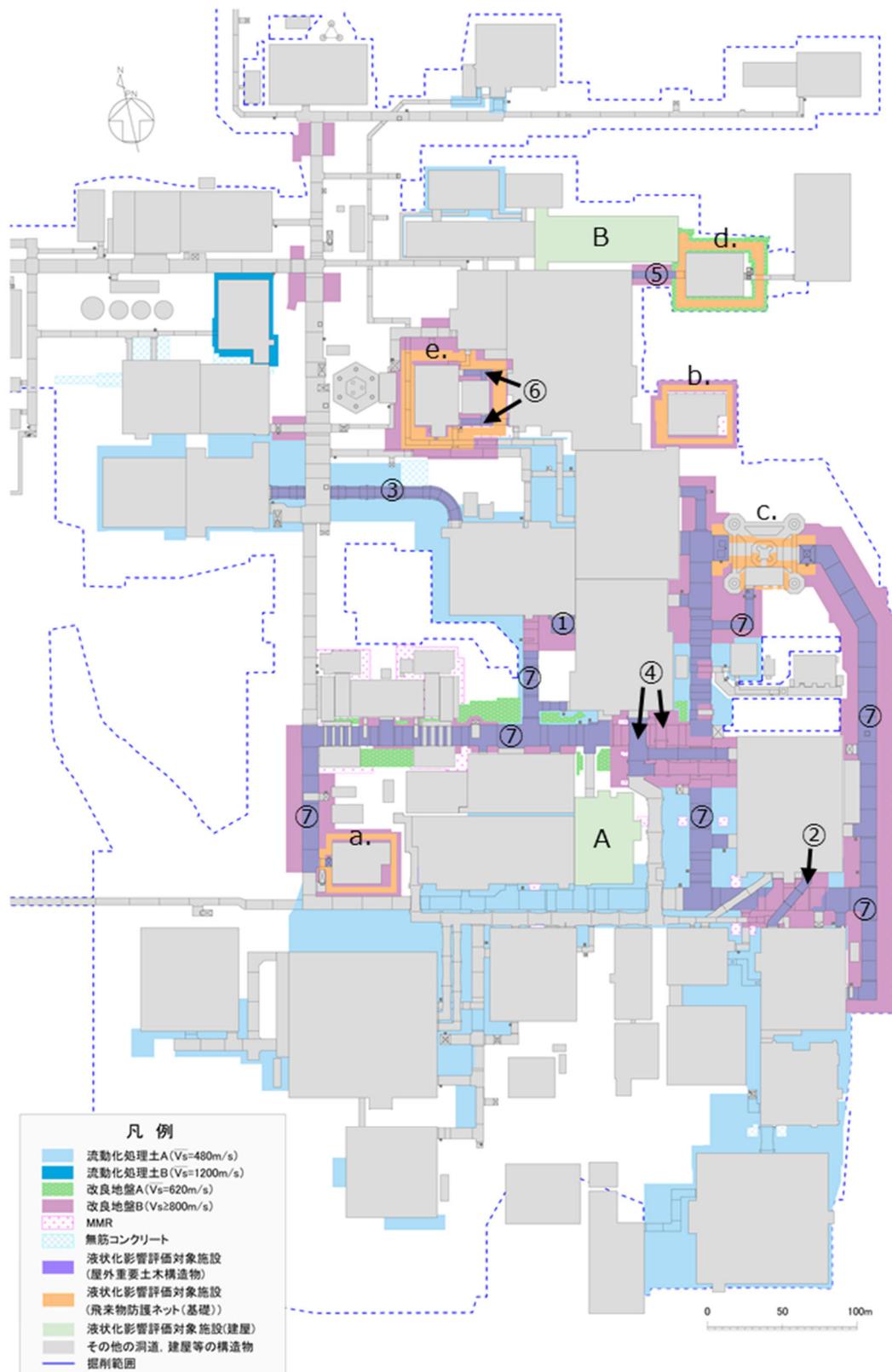
液状化による影響評価に当たっては、液状化による影響因子の抽出、液状化対象層の選定及び施設周辺の地盤状況に係る整理（改良地盤の液状化に対する有効性の確認含む）を行ったうえで、各影響因子に対する影響の有無を確認し、影響が想定される影響因子に対して各施設の評価の観点を踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認することとする。

第 7.2.1-1 表 液状化影響評価対象施設一覧

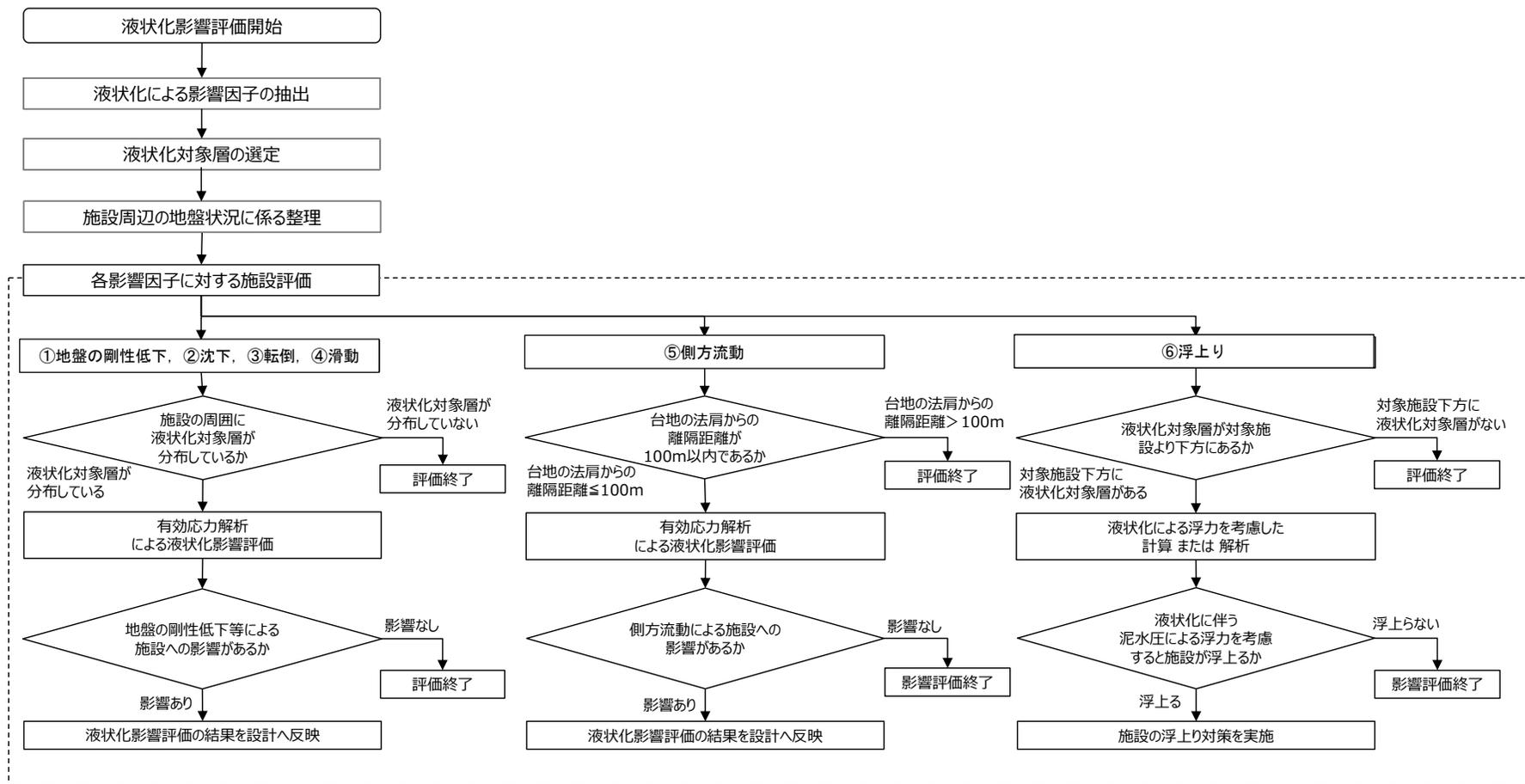
分類	建物・構築物名称	
建造物の耐震性への影響の観点から評価を実施する施設	屋外重要 土木建造物	① 分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道
		② 精製建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道
		③ 高レベル廃液ガラス固化建屋/ 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道
		④ 分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/ 低レベル廃液処理建屋/ 低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道
		⑤ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ 安全冷却水系冷却塔 A 基礎間洞道
		⑥ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/ 安全冷却水系冷却塔 B 基礎間洞道
		⑦ 前処理建屋/分離建屋/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
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	飛来物防護 ネット	a. 安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット
		b. 安全冷却水 A 冷却塔 飛来物防護ネット
		c. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板（主排気筒周り）
		d. 安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット
		e. 安全冷却水系冷却塔 B 飛来物防護ネット
	建屋	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)

注：建物・構築物名称に付した番号及び記号は、第 7.2.1-1 図に示す番号と対応している。

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。



第 7.2.1-1 図 液状化影響評価対象施設の位置



第 7.2.1-2 図 液状化影響評価フロー

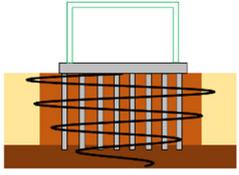
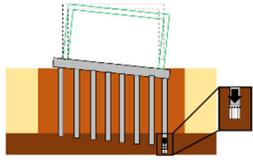
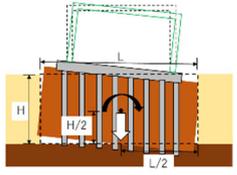
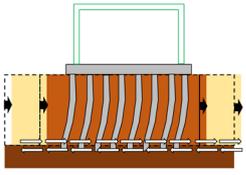
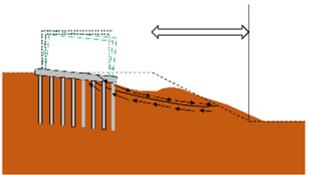
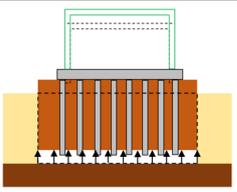
7.2.2 液状化による影響因子の抽出

(1) 液状化による影響因子

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、第7.2.2-1表に示すように、地盤の剛性低下、施設の沈下・転倒、液状化対象層の傾斜による側方流動、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。

第7.2.2-1表 液状化による影響因子

影響因子	損傷状態	イメージ図
① 地盤の剛性低下	上部応答が増大する	
② 沈下	杭の先端の支持地盤の支持性能を失う	
③ 転倒	杭基礎全体の過大な変形により支持性能を失う	
④ 滑動	杭基礎全体の過大な変形により、支持性能を失う	
⑤ 側方流動	周辺地盤状況が側方に流動し、杭基礎全体の過大な変形により、支持性能を失う	
⑥ 浮上り	杭基礎全体の過大な変形により支持性能を失う	

(2) 各影響因子に対する評価

各施設の液状化影響評価に当たっては、各施設の評価の観点及び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。具体的には、①～④は液状化評価により、⑤及び⑥は施設の周辺地盤状況により影響の有無を確認する。

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、各施設の設置条件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 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か否かを判断基準とする。

③ 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 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 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、各施設の設置条件（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。

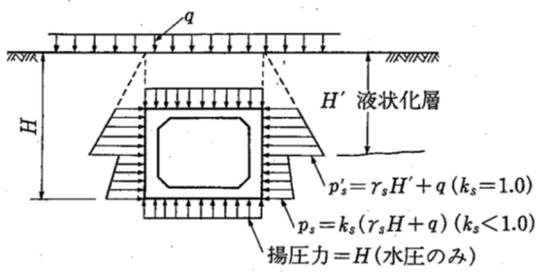
側方流動の影響については、「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」（日本道路協会、平成29年）（以下、「道路橋示方書」という。）の記載を参考に評価する。道路橋示方書においては、施設に影響を与える流動化が生じると判定される地盤は「高低差が5m以上ある護岸によって形成され水際線から100m以内の範囲にある地盤」及び「液状化すると判定される層厚5m以上の土層があり、かつ、当該土層が水際線から水平方向に連続的に存在する地盤」のいずれにも該当する地盤であるとされている。このことから、側方流動の影響の有無の確認に当たっては、液状化対象層の水平方向の連続性を考慮した上で、高低がある台地の法肩から100m以上の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

⑥ 浮上り

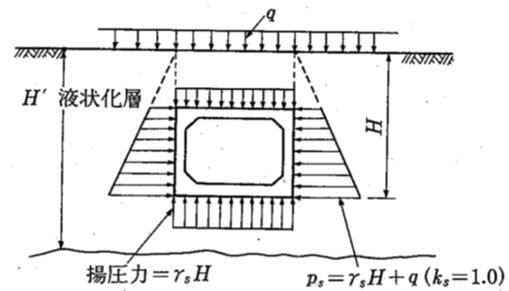
施設の下方に液状化対象層がある場合には、地震時の液状化により、施設が浮上る恐れがある。

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浮上りの恐れの有無を確認する。浮上りの可能性が想定される場合には、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、対策の要否を確認する。

浮上りについては、「トンネル標準示方書[開削工法編]・同解説」（土木学会、1996年）（以下、「トンネル標準示方書1996」という。）において、構造物と液状化対象層の位置関係に応じて考慮する作用荷重が示されている。これを踏まえ、浮上りの可能性の確認に当たっては、液状化対象層が各施設の下方にあるか否かを判断基準とする。



(a) 液状化層がトンネル底面より上の場合



(b) 液状化層がトンネル底面より下の場合

第 7.2.2-1 図 構造物と液状化対象層の位置関係に応じた作用荷重
(引用：トンネル標準示方書 1996 (抜粋))

7.2.3 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7.2.3-1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7.2.3-1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7.2.3-2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。

液状化評価対象施設の液状化影響評価に当たっては、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。この際、エアモルタル等については、液状化影響評価時には保守的に埋戻し土として評価する。

なお、液状化影響評価対象は、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7.2.3-1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	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	M2, M1	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂～粗粒砂		
	中新世	高位段丘堆積層	H5	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	S1	凝灰質砂岩		
	新第三紀	鷹架層	上部層 (T3)	泥岩層	T3ms	泥岩 一部に凝灰岩を挟む。
			礫混り砂岩層	T2ss	礫混り砂岩	
			軽石混り砂岩層	T2ps	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	T2pt	凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 礫岩	
			粗粒砂岩層	T2cs	砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩	
			下部層 (T1)	細粒砂岩層	T1fs	細粒砂岩 一部に粗粒砂岩を挟む。
			泥岩層	T1ms	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7.2.3-1 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7.2.3-2 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）)

7.2.4 施設周辺の地盤状況に係る整理

施設周辺の地盤状況に係る整理に当たっては、各液状化評価対象施設周辺の地盤状況（施設周辺の液状化対象層等）について整理するとともに、改良地盤がある場合には、当該改良地盤の液状化により生ずる各影響因子に対する有効性（液状化しない地盤材料か否か）も確認することとする。

液状化評価対象施設周辺においては、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7.2.4-1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4に示す。

改良地盤Aは、洞道、安全冷却水系冷却塔A飛来物防護ネット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、安全冷却水系冷却塔B飛来物防護ネット等の耐震性向上のため、変形抑制また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4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種類の改良地盤の液状化に対する有効性の確認に当たっては、第7.2.4-1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7.2.4-2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ー）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るもよい」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回申請における液状化影響評価対象施設（安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット）の周囲の改良地盤については、添付4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。

その他の各液状化影響評価対象施設周囲の改良地盤の液状化に対する有効性の確認結果は、各施設の申請回次において示す。

第 7.2.4-1 表 液状化影響評価対象施設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 ($V_s = 620 \text{ m/s}$) 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 ($V_s = 480 \text{ m/s}$)
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、液状化による構造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、構造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 7.2.4-1 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 7.2.4-2 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））

7.2.5 各施設の液状化影響評価

(1) 構造物の耐震性への影響の観点から評価を実施する施設

構造物の耐震性への影響の観点から評価を実施する施設としては、洞道が該当する。

洞道については、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、岩盤に直接または MMR を介して支持されている。また、第 7.2.1-1 図に示すとおり、基本的には周囲に建屋や改良地盤があり、液状化の影響が軽減されていると考えられることから液状化の影響を考慮しない解析^{*1}による設計を行うが、設計断面ごとに各影響因子について洞道の耐震性への影響を考慮し、液状化による影響が否定できない場合には、液状化による影響評価（液状化による揚圧力の発生に伴う接地圧の低減は考慮しない）を実施し、設計への反映要否を確認するものとする。

液状化の影響を考慮するに当たり、液状化による有効応力を考慮できる解析^{*2}による評価を行う場合には、液状化を考慮しない解析による評価結果と比較し、洞道の耐震性への影響を確認することとする。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。

具体的な洞道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、設計断面の選定の考え方と併せ、洞道の申請回次において示す。

① 地盤の剛性低下

洞道の側方地盤条件を踏まえ、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 沈下

洞道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 転倒

洞道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、設計への反映要否を確認する。

④ 滑動

洞道の設置条件を踏まえ、洞道の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、設計への反映要否を確認する。

⑤ 側方流動

洞道の設置条件（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）を踏まえ、道路橋示方書に基づき側方流動の影響の有無を確認する。設置条件より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、設計への反映要否を確認する。

⑥ 浮上り

洞道の周辺地盤状況（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、対策の要否を確認する。

- ※ 1 全応力に基づく解析手法であり、地盤のせん断ひずみの大きさに依存した剛性の非線形性を考慮したモデルを採用している。ダイレイタンスーによる拘束圧の変化を地盤剛性に反映させないため、液状化による地盤の剛性低下を考慮することはできないものの、液状化時の地盤の剛性低下を見込まないことにより「条件によっては有効応力解析に劣らぬ精度でやや安全側に地盤のせん断変形量を予測することができる」（JEAC4601）とされている。
- ※ 2 有効応力に基づく解析手法であり、地盤のせん断ひずみの大きさや過剰間隙水圧の発生による拘束圧の変動に依存した剛性低下を考慮したモデルを採用している。すなわち、液状化に伴う周辺地盤の剛性低下による影響を評価可能であるが、条件次第では全応力解析に比べて必ずしも安全側の評価とはならない可能性がある。

(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

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は、飛来物防護ネット及び建屋が該当する。以下にそれぞれの評価方針を示す。

a. 飛来物防護ネット

対象となる飛来物防護ネットの構造は、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、上位クラス施設である冷却塔を取り囲む配置となるため、 S_s 地震時に冷却塔へ波及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出来る解析による設計を行う。液状化による有効応力を考慮出来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）、評価の保守性、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2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安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットにおける液状化による評価結果を別紙2-1に示し、施設全体の耐震性評価結果を「資料番号：耐震建物23 設工認に係る補足説明資料 耐震計算書に関する竜巻防護対策設備の耐震性評価についての補足説明資料 別紙1-1 安全冷却水系B冷却塔 飛来物防護ネット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出来る解析を用いて、周辺地盤の剛性低下を考慮した評価を行う。

② 沈下

飛来物防護ネット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、有効応力を考慮出来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、有効応力を考慮出来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判断基準とする。

③ 転倒

飛来物防護ネット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、有効応力を考慮出来る解析により転倒の可能性を確認する。

転倒については、有効応力を考慮出来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、有効応力を考慮出来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判断基準とする。

④ 滑動

飛来物防護ネット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、有効応力を考慮出来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 側方流動

飛来物防護ネットの設置条件（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）を踏まえ、側方流動の影響の有無を確認する。設置条件より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（有効応力解析）を行い、設計への反映要否を確認する。

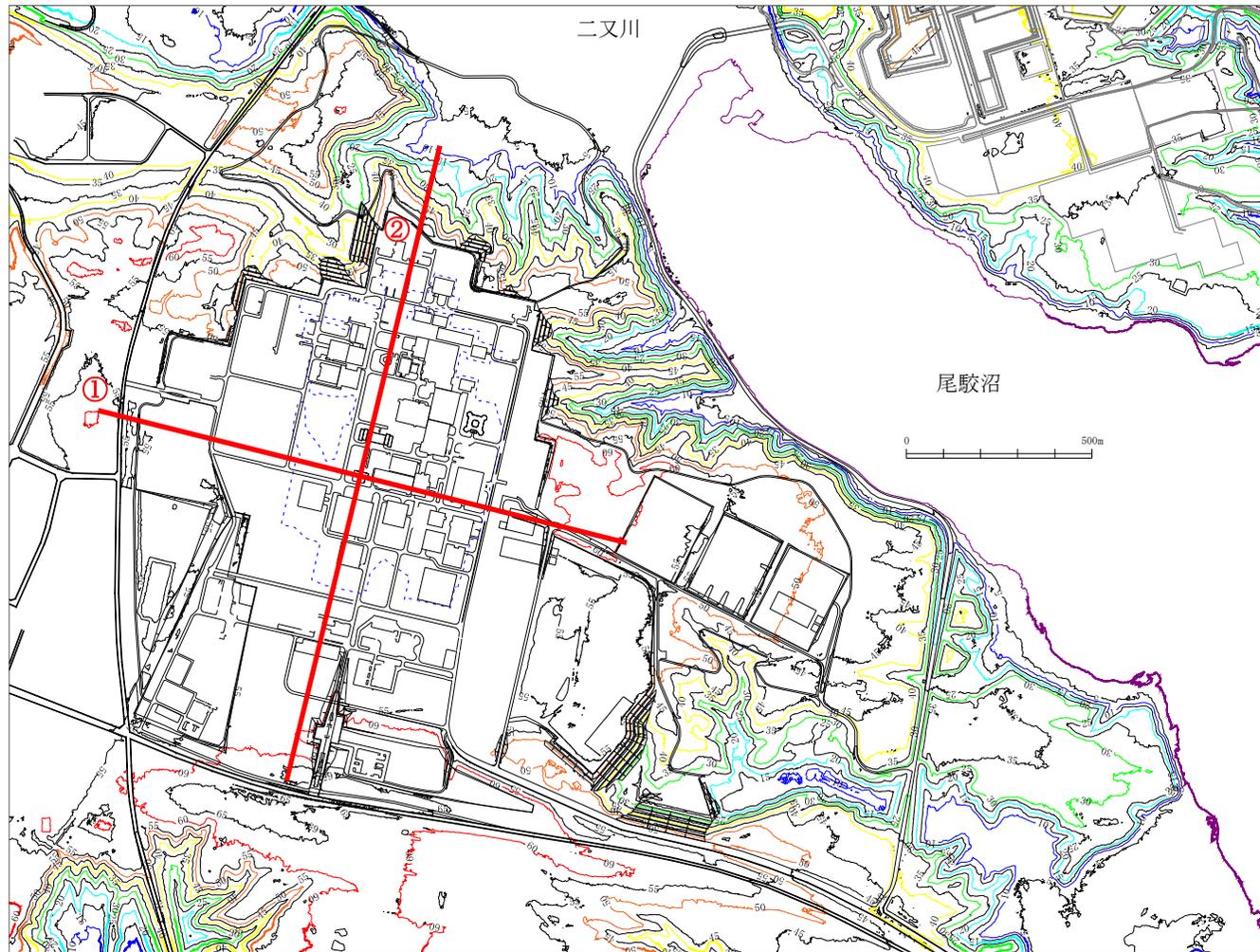
飛来物防護ネットが設置される基礎地盤は第7.2.5-2図に示すとおり、鷹架層を台形上に掘削して水平に埋戻し土、流動化処理土で埋め戻されていること、高低がある台地の法肩から100m以上離れていること、埋戻し土の高低差までの水平方向の連続性が確認されないことから、液状化に伴う側方流動による施設に与える影響はないことが確認できる。

⑥ 浮上り

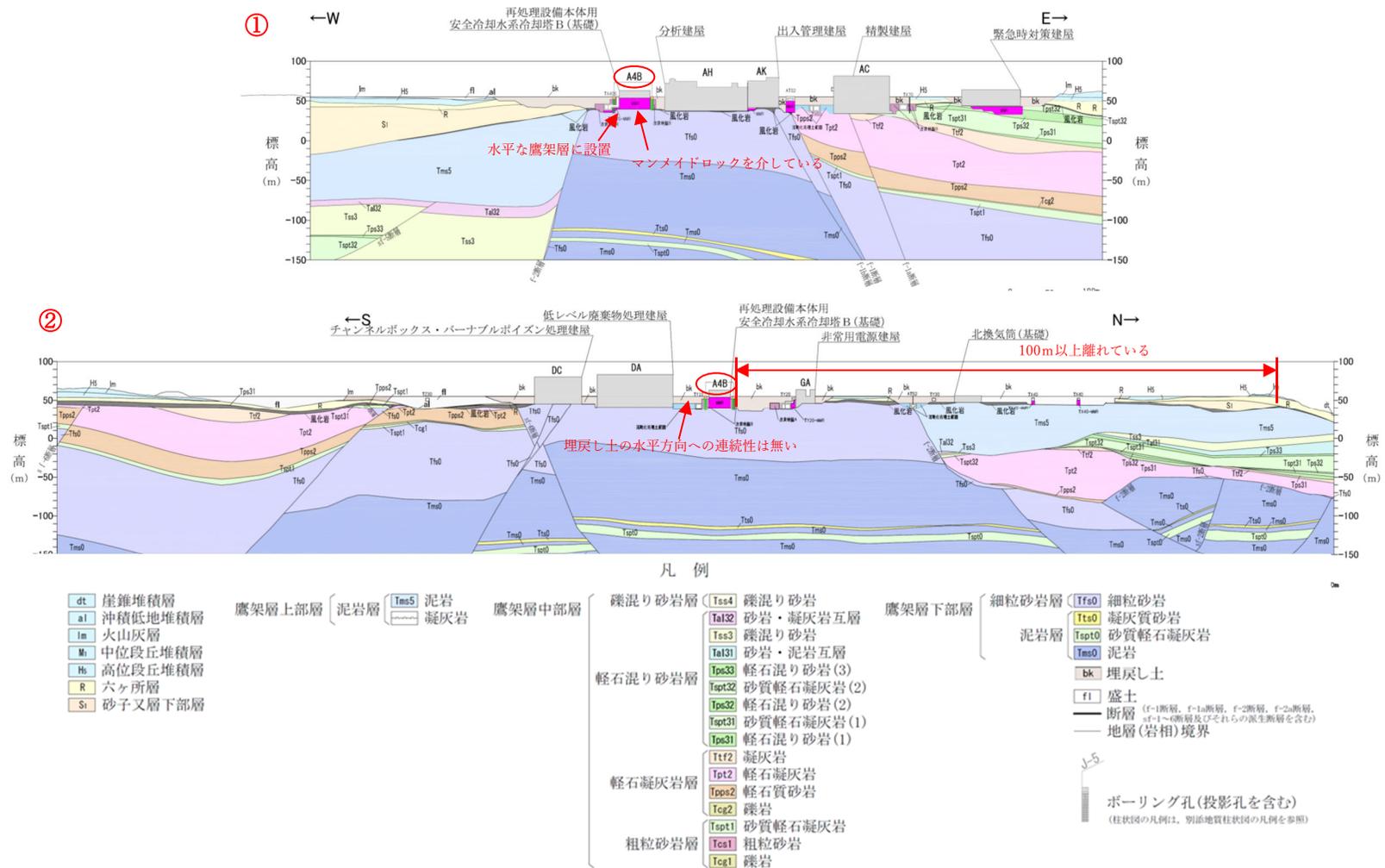
飛来物防護ネットの支持条件を踏まえ、「トンネル標準示方書[共通

編]・同解説/[開削工法編]・同解説」(土木学会, 2016年)(以下,「トンネル標準示方書 2016」という。)に基づき浮上りの可能性を確認する。

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。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。



第7.2.5-1図 敷地周辺の地形図



第 7.2.5-2 図 液状化影響評価対象施設の断面図

b. 建屋

第 7.2.1-1 表に示す液状化評価対象施設となる 2 建屋（出入管理建屋及び使用済燃料輸送容器管理建屋）は、主体構造が鉄筋コンクリート造であり、MMR を介して支持地盤である鷹架層に支持されている。

耐震設計方針は、上位クラス施設に隣接する配置、または、上位クラスを内包する施設となるため、Ss 地震時に上位クラス施設へ衝突及び転倒による波及的影響を及ぼさない設計とし、液状化影響評価は各影響因子に対して以下の方針で実施する。

液状化評価対象施設となる 2 建屋の具体的な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、各建屋の申請回次において示す。

① 地盤の剛性低下

液状化評価対象施設となる 2 建屋の側方地盤条件を踏まえ、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、衝突及び転倒による波及的影響評価への反映要否を確認する。

② 沈下・転倒

液状化評価対象施設となる 2 建屋の設置条件を踏まえ、沈下・転倒の可能性を確認する。設置条件より沈下・転倒の可能性が想定される場合には、沈下・転倒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。液状化評価対象施設となる 2 建屋については岩盤に直接または MMR を介して支持されていることから沈下はしない。転倒（せん断変形）については、地盤の剛性低下を考慮した有効応力解析を行い、衝突及び転倒による波及的影響評価への反映要否を確認する。

③ 側方流動

液状化評価対象施設となる 2 建屋の設置条件（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）を踏まえ、道路橋示方書に基づき側方流動の影響の有無を確認する。設置条件より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、衝突及び転倒による波及的影響評価への反映要否を確認する。

④ 浮上り

液状化評価対象施設となる 2 建屋の周辺地盤状況（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，対策の要否を確認する。

8. 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以下に設定する。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 もしくは基準地震動 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を評価する方針とする。

以上に示した設計用地下水位の考え方については、「耐震設計の基本方針」及び「地盤の支持性能に係る基本方針」にその内容を反映させる。

添付 1

地下水位の経時変化データ

目 次

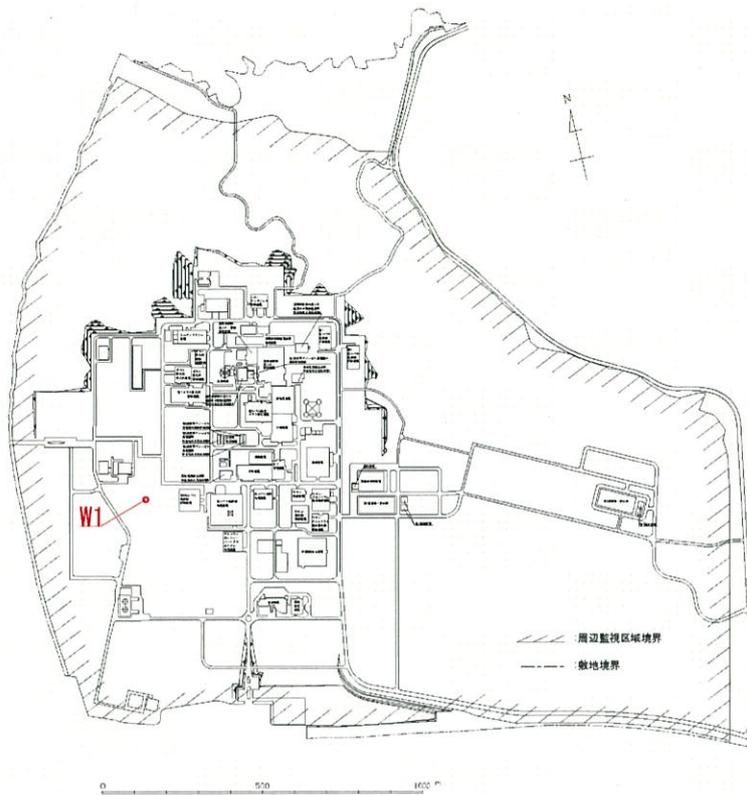
1. 各観測孔における地下水位の経時変化データ …………… 添付 1-1

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。

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。

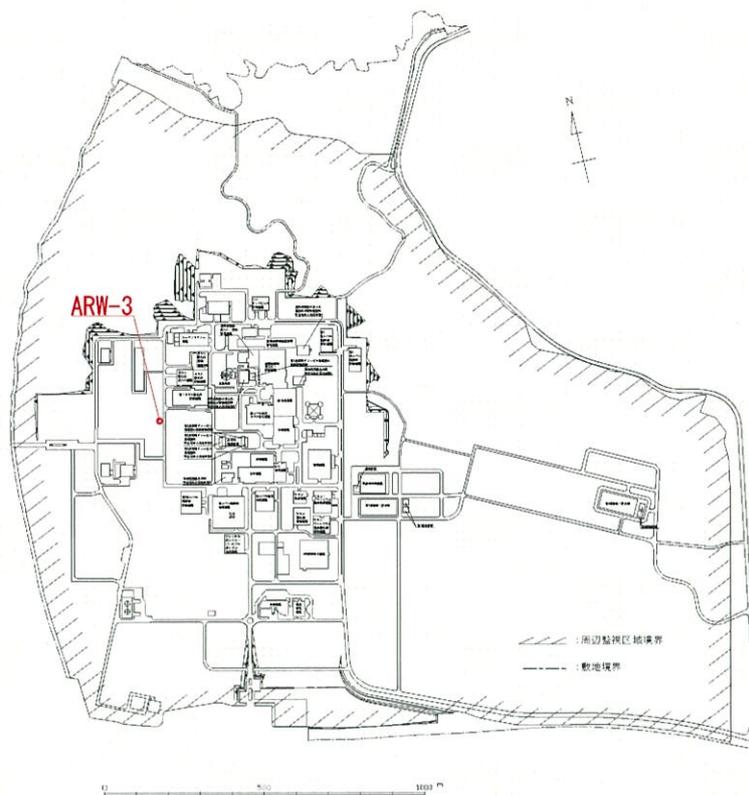


観測孔位置図

観測期間：	2019年7月～2020年12月	(考察)
孔口標高：	T. M. S. L. +55. 1m	地下水位は T. M. S. L. 45m 程度から、
最高水位：	T. M. S. L. +47. 2m	近傍の掘削工事の影響により
	(2019年8月31日)	T. M. S. L. 40m 程度へ変動している
平均水位：	T. M. S. L. +43. 1m	が、概ね降水によらず安定的である。

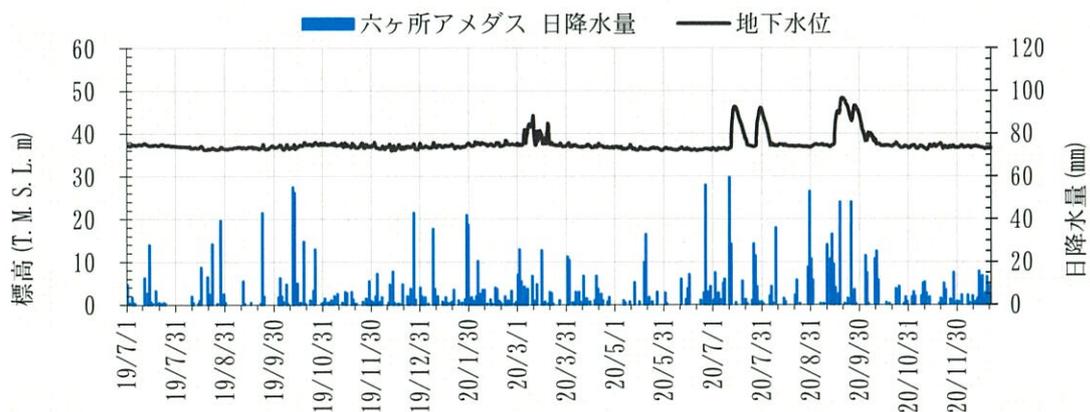


第 1. -1 図 (2) W1 孔における地下水位観測記録と降水量データ

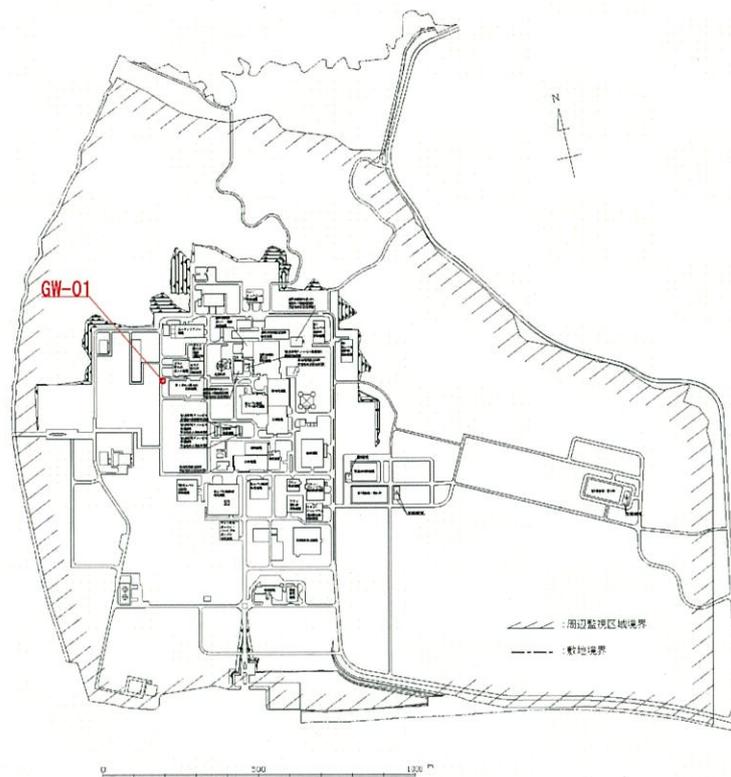


観測孔位置図

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	

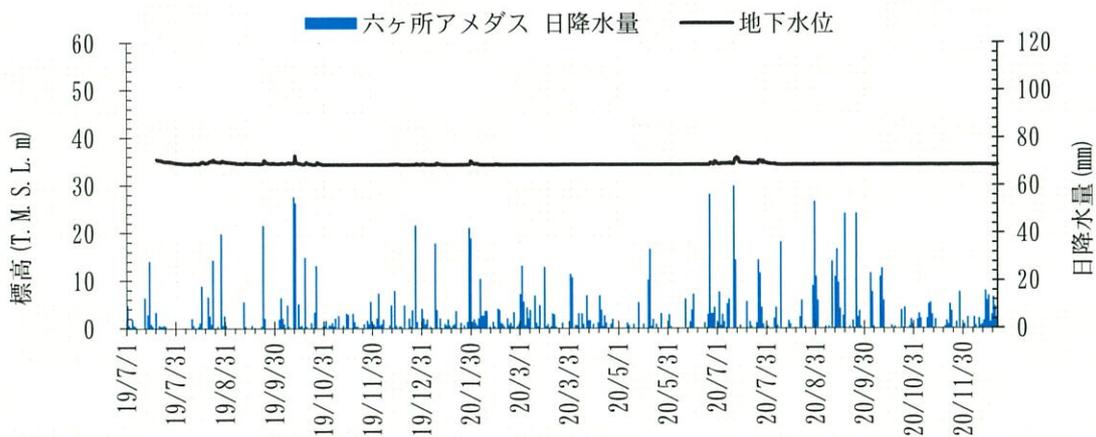


第 1. -1 図 (3) ARW-3 孔における地下水位観測記録と降水量データ

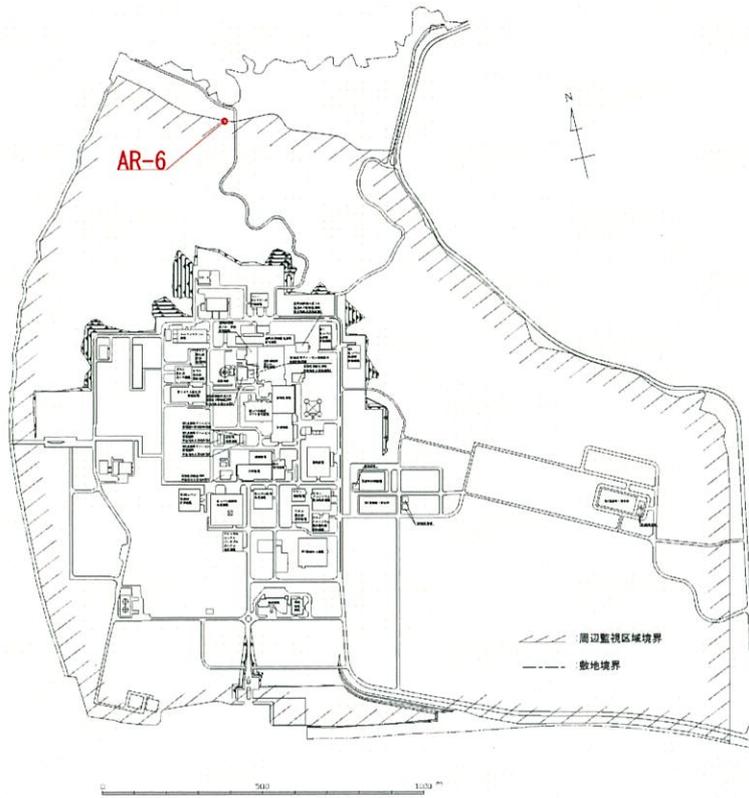


観測孔位置図

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

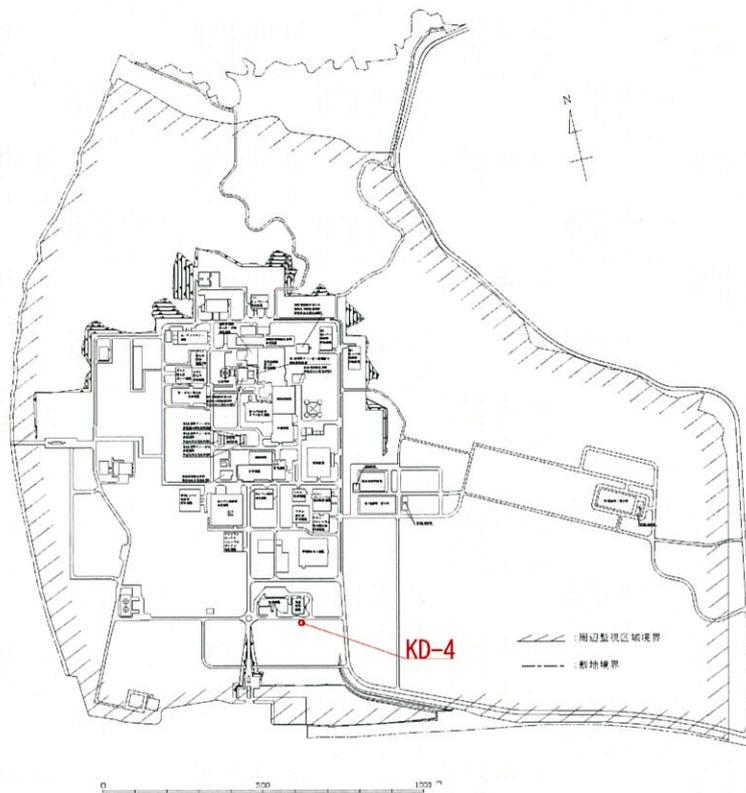


観測孔位置図

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

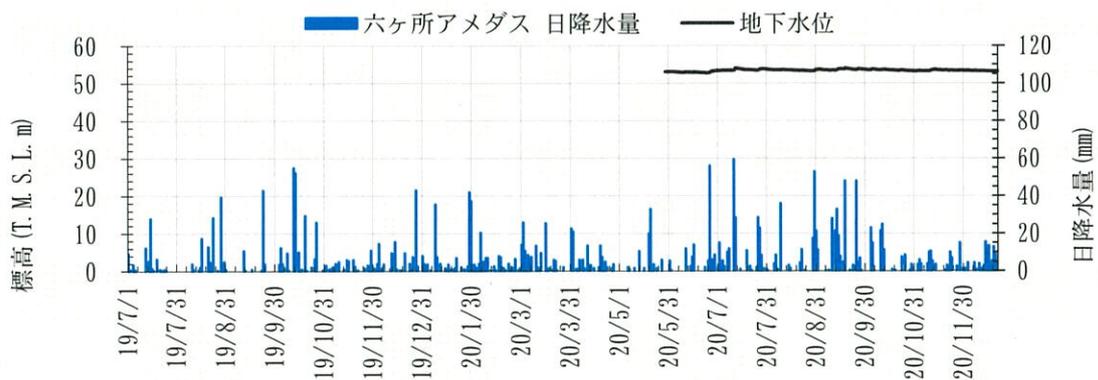


第 1. -1 図 (5) AR-6 孔における地下水位観測記録と降水量データ

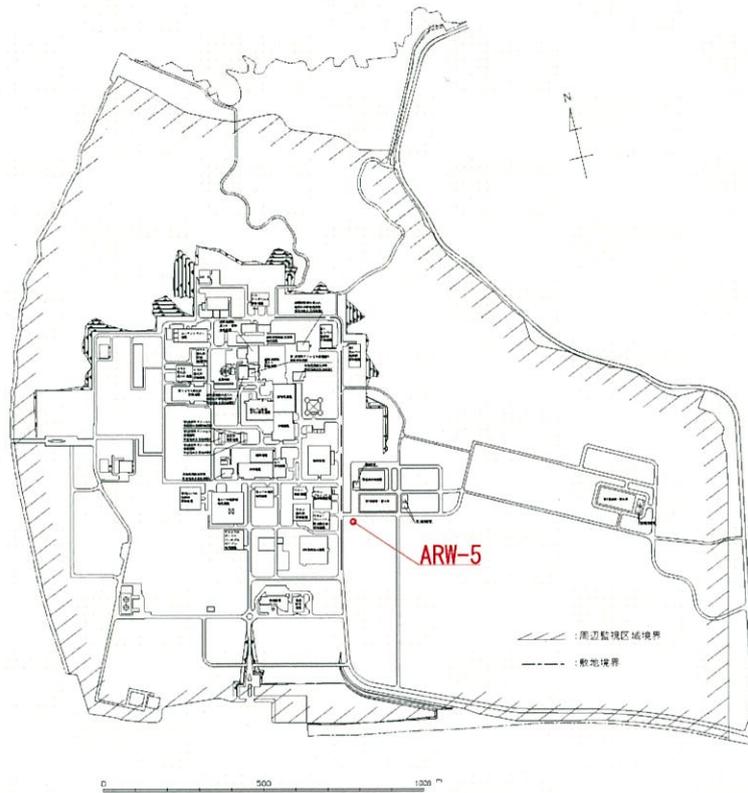


観測孔位置図

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

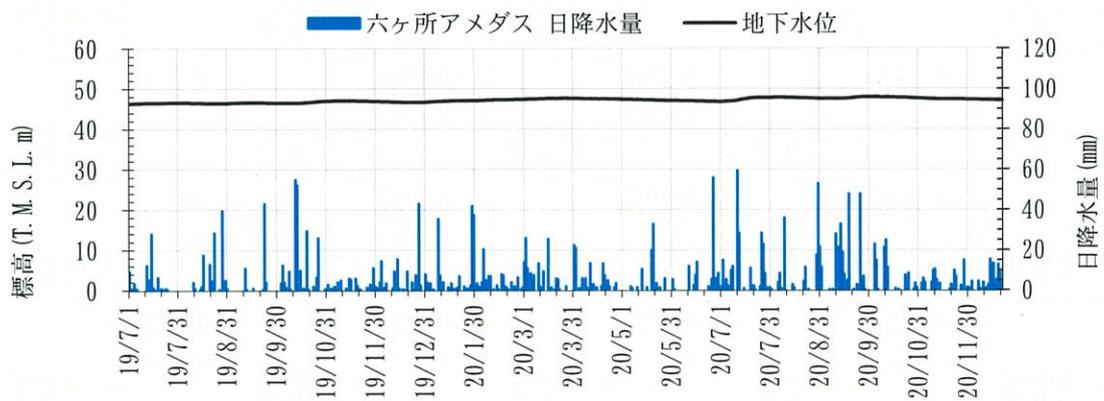


第 1. -1 図 (6) KD-4 孔における地下水位観測記録と降水量データ

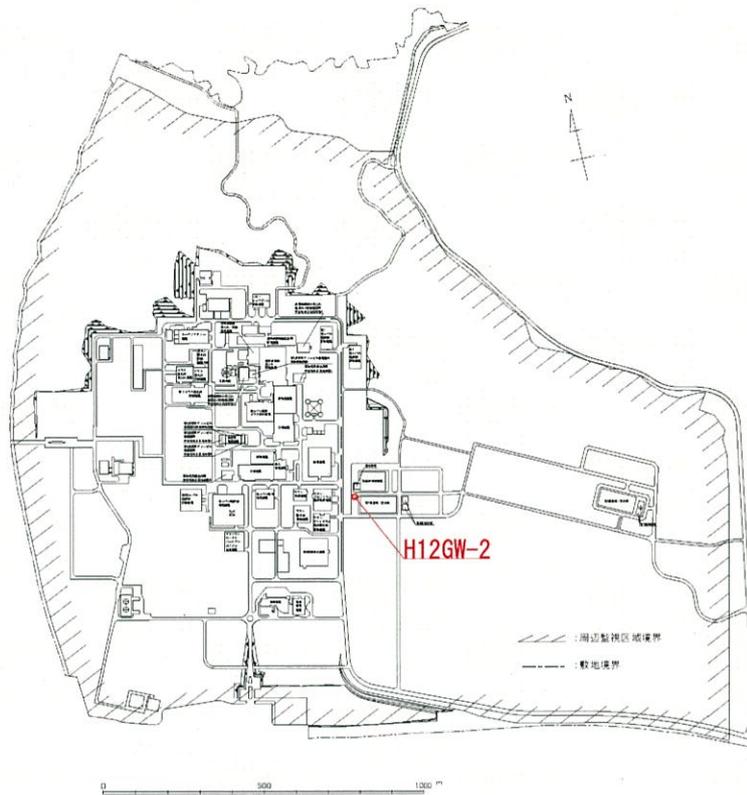


観測孔位置図

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

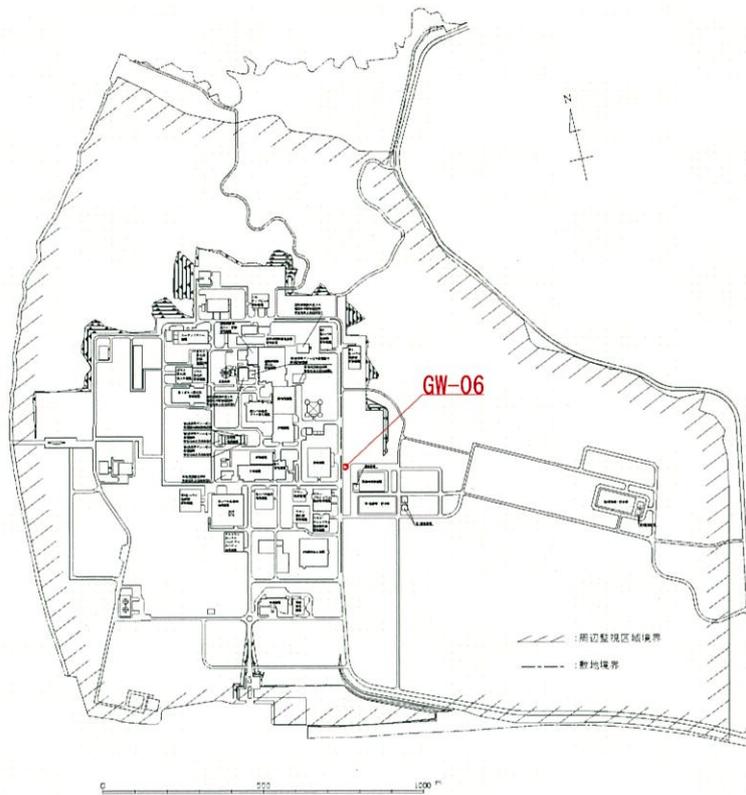


観測孔位置図

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



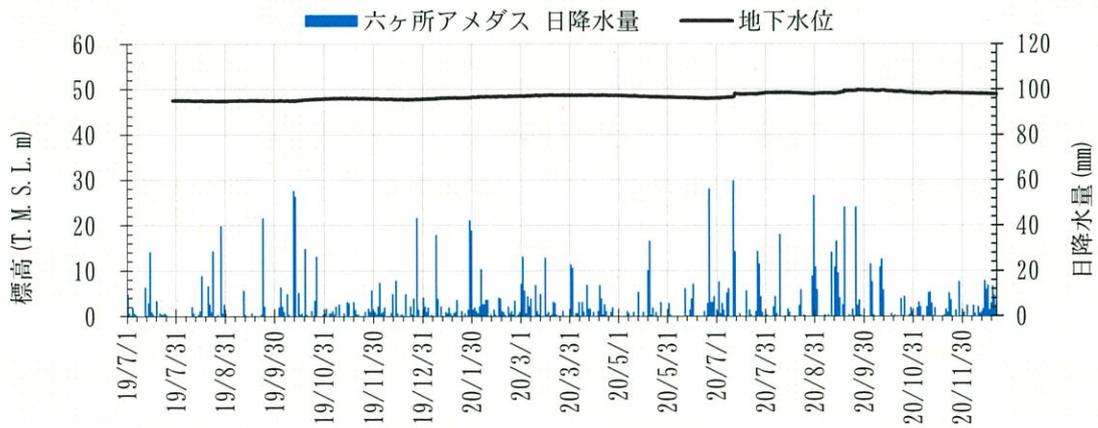
第 1. -1 図 (8) H12GW-2 孔における地下水位観測記録と降水量データ



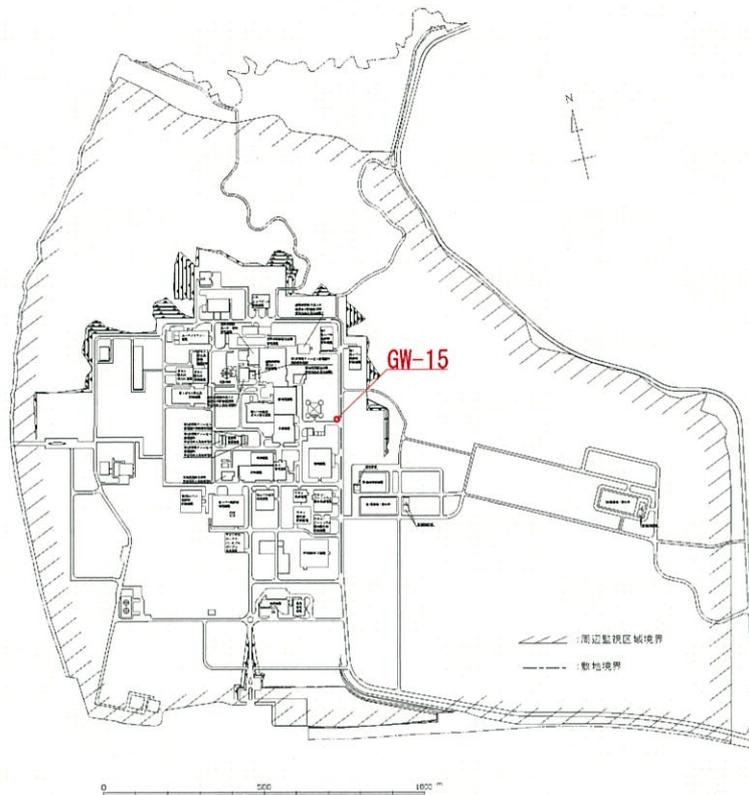
観測孔位置図

観測期間： 2019年7月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T. M. S. L. +55.0m
 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

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。



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

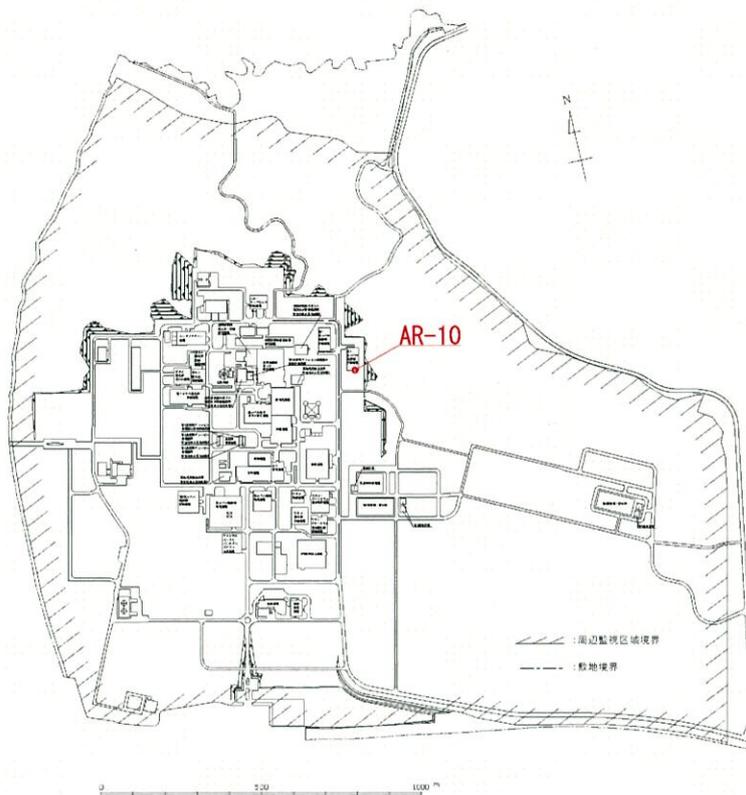


観測孔位置図

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

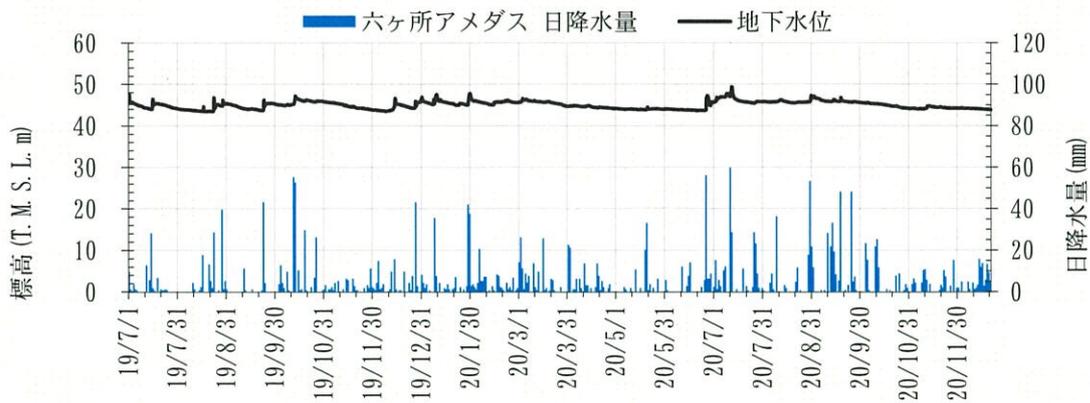


第 1. -1 図 (10) GW-15 孔における地下水位観測記録と降水量データ

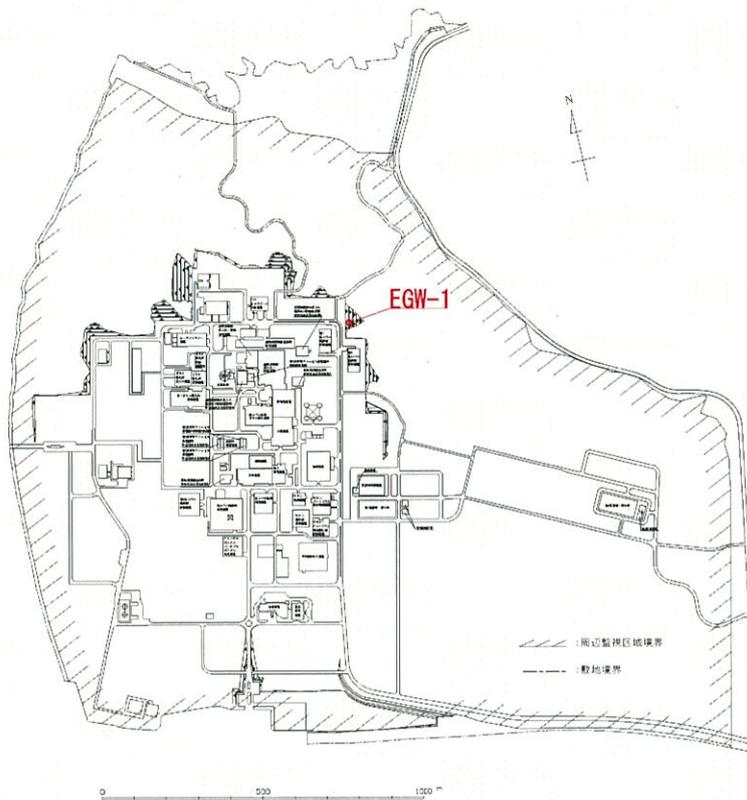


観測孔位置図

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	

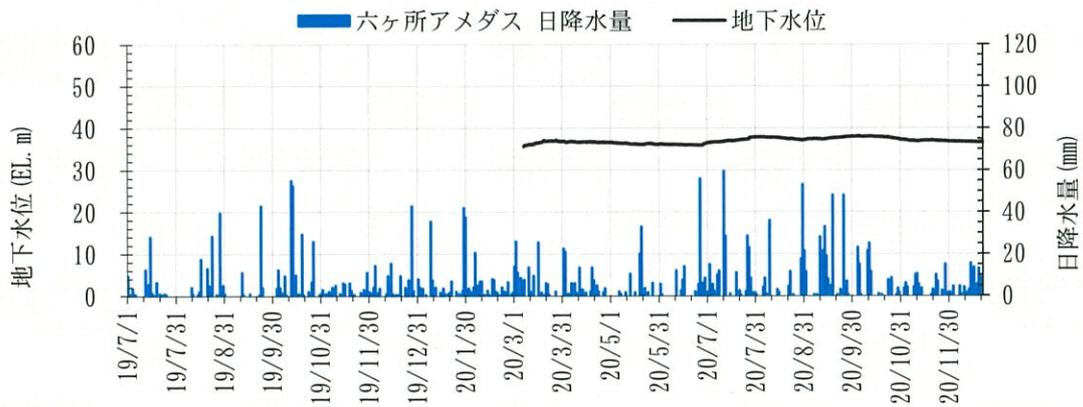


第 1. -1 図 (11) AR-10 孔における地下水位観測記録と降水量データ

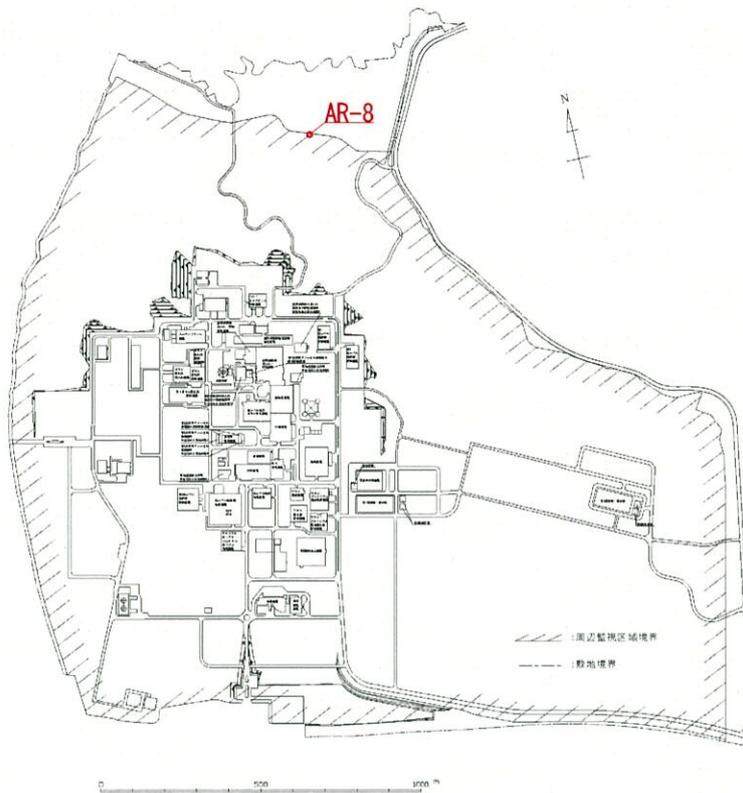


観測孔位置図

観測期間： 2020年3月～2020年12月（考察）
 孔口標高： T. M. S. L. +54.8m 地下水位は T. M. S. L. 37m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. +38.1m（2020年10月5日）
 平均水位： T. M. S. L. +37.0m

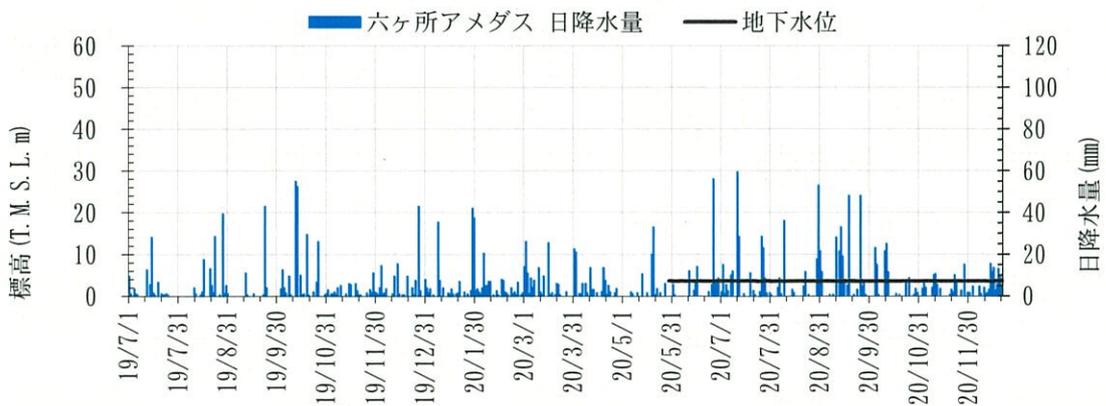


第 1. -1 図 (12) EGW-1 孔における地下水位観測記録と降水量データ

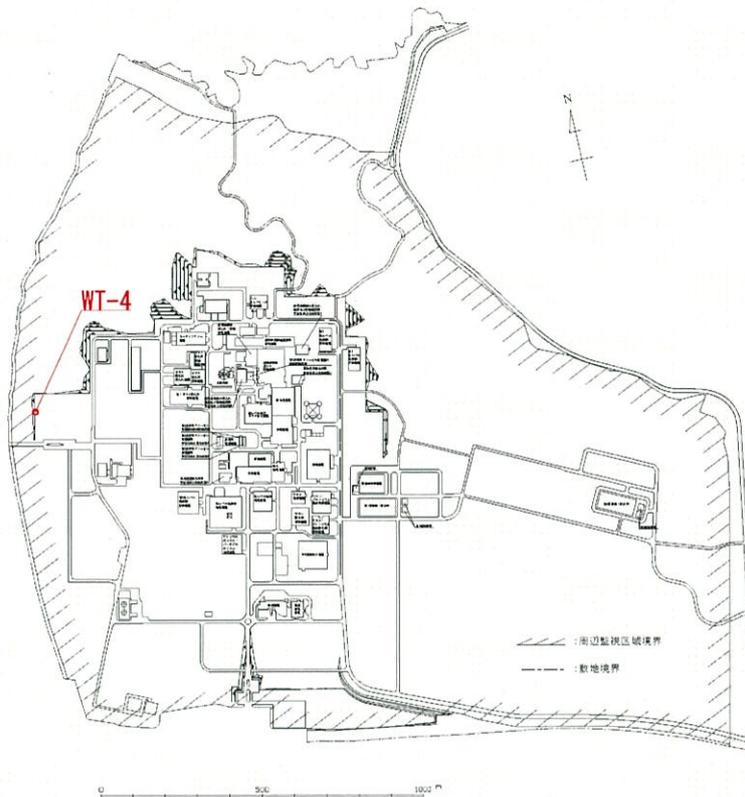


観測孔位置図

観測期間： 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

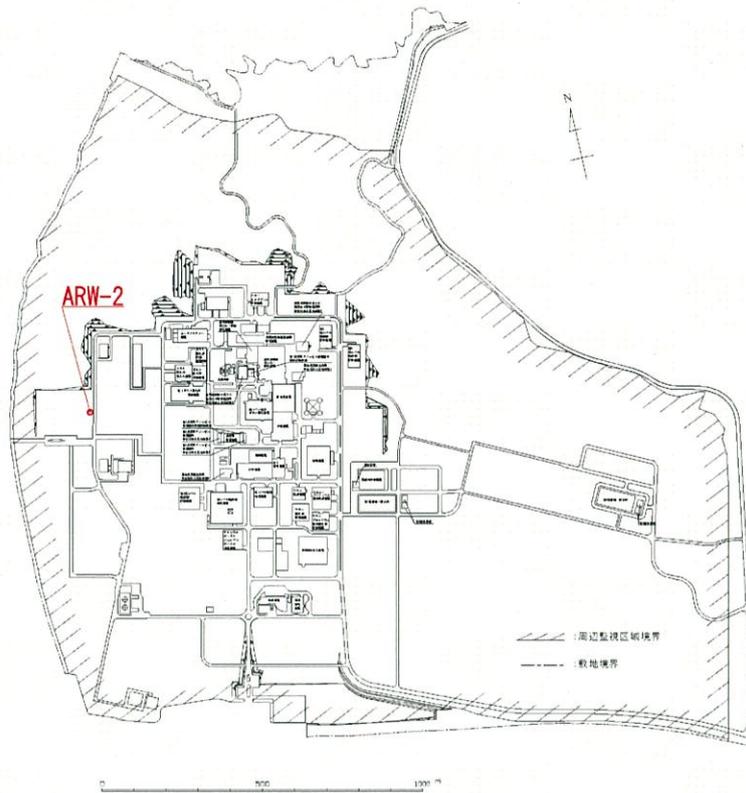


観測孔位置図

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



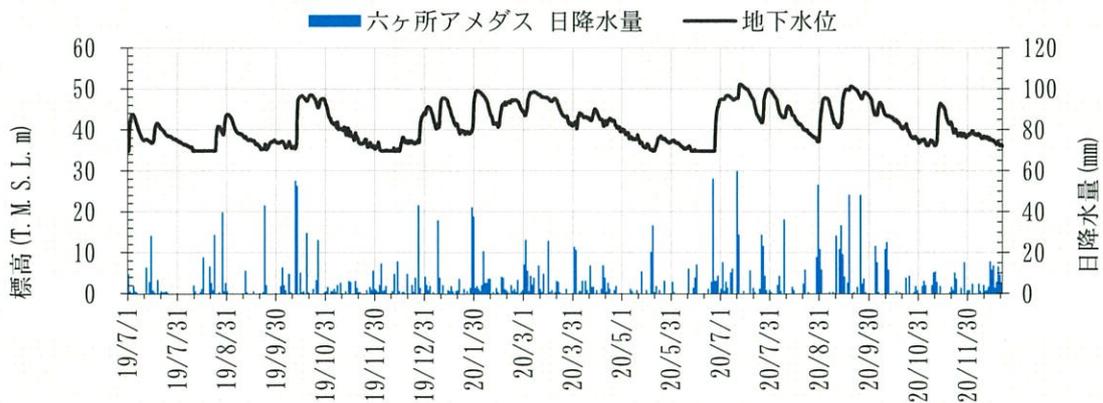
第 1. -1 図 (14) WT-4 孔における地下水位観測記録と降水量データ



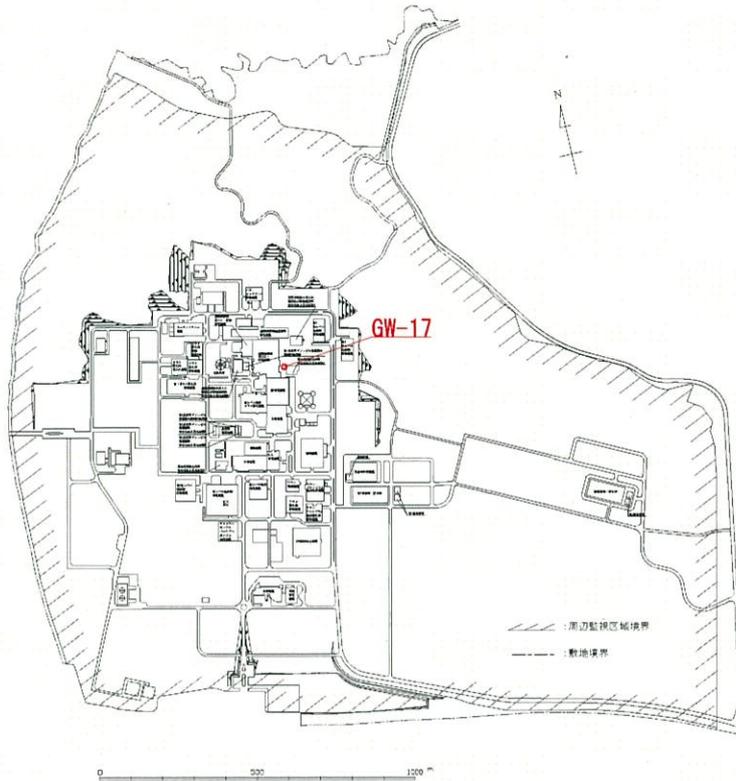
観測孔位置図

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

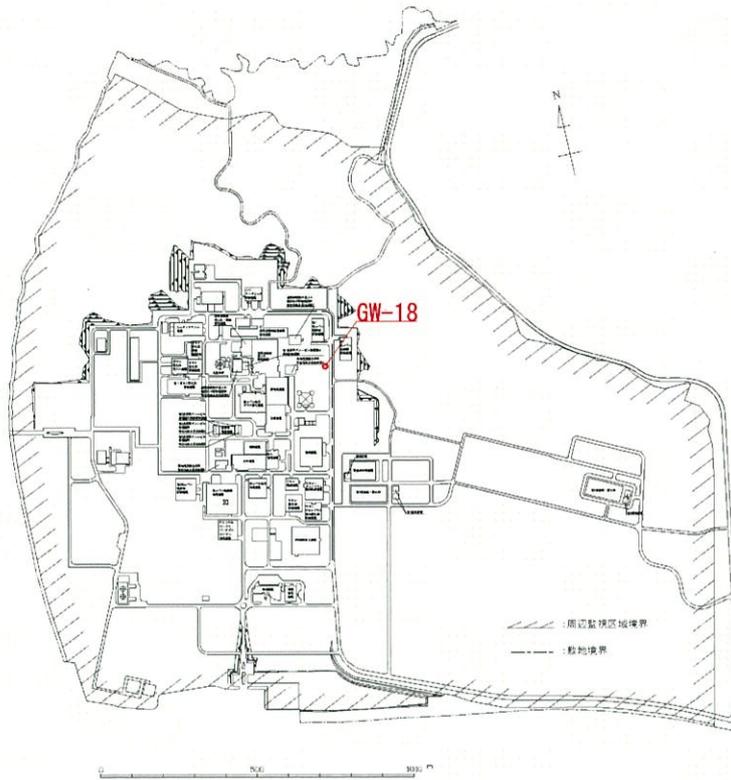


観測孔位置図

観測期間：	2019年7月～2020年3月	(考察)
孔口標高：	T. M. S. L. +55.3m	地下水位は近傍工事による欠測まで
最高水位：	T. M. S. L. +47.1m	T. M. S. L. 47m程度(±1m程度)に推移
	(2019年11月7日)	しており、概ね降水によらず安定的
平均水位：	T. M. S. L. +46.8m	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

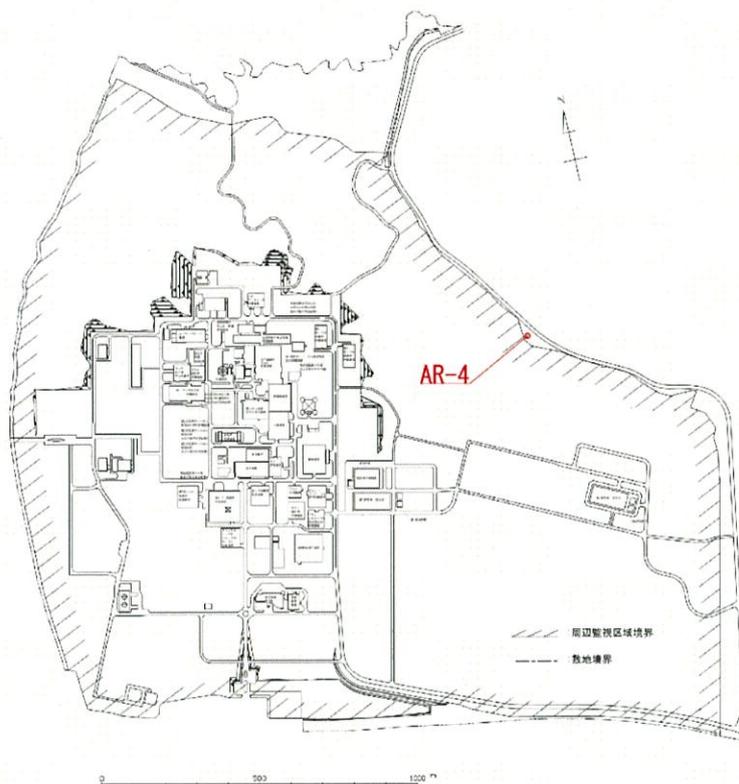


観測孔位置図

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 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. +51.8m (2020年9月18～19日)
 平均水位： T. M. S. L. +51.1m

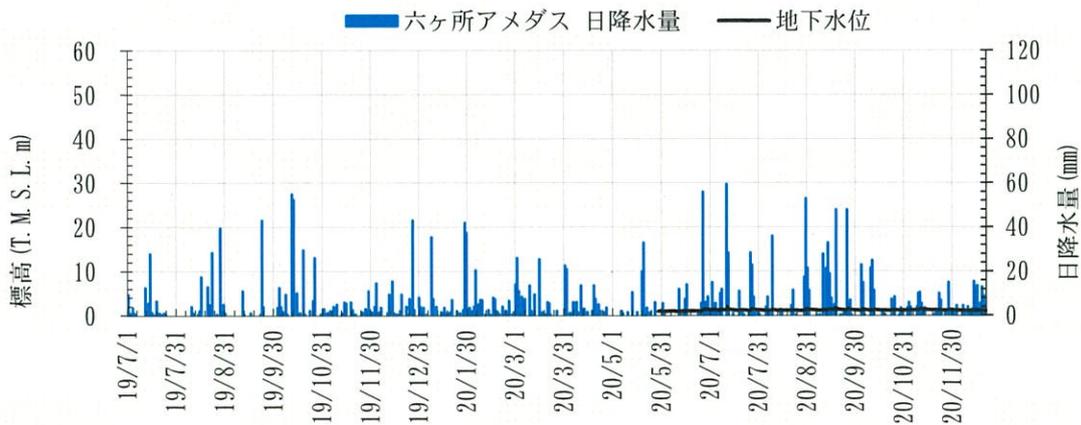


第 1. -1 図 (17) GW-18 孔における地下水位観測記録と降水量データ

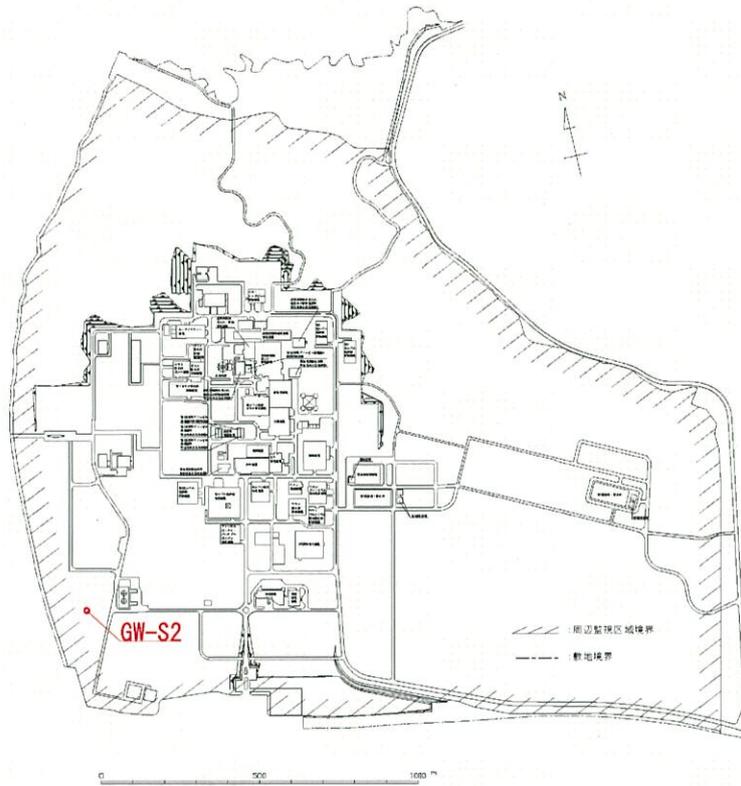


観測孔位置図

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

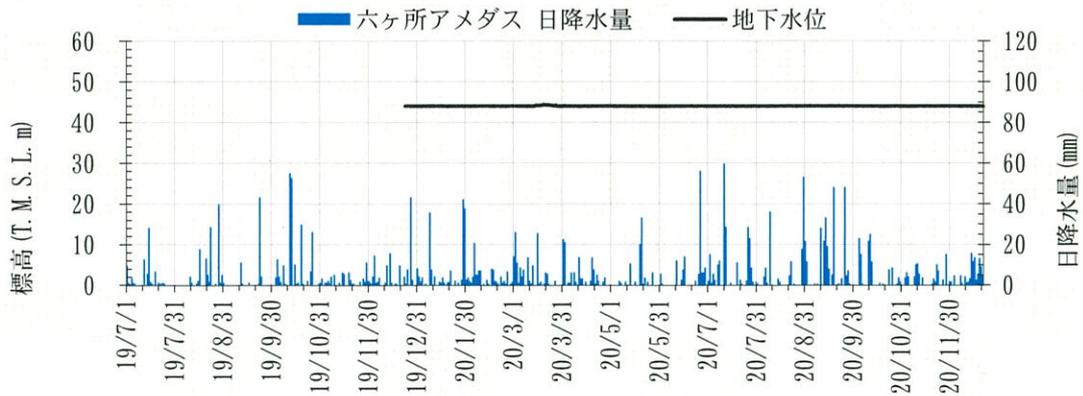


第 1. -1 図 (18) AR-4 孔における地下水位観測記録と降水量データ

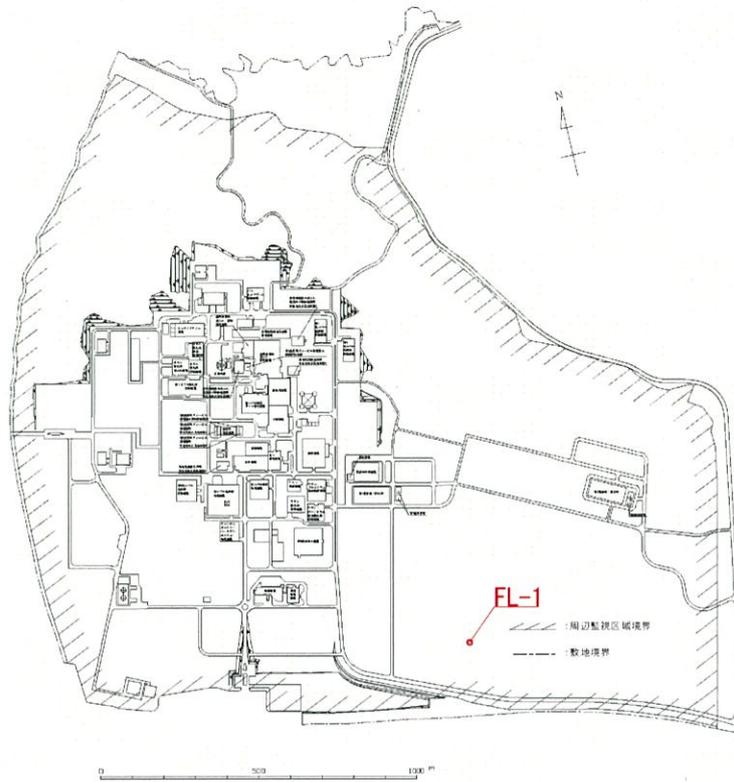


観測孔位置図

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



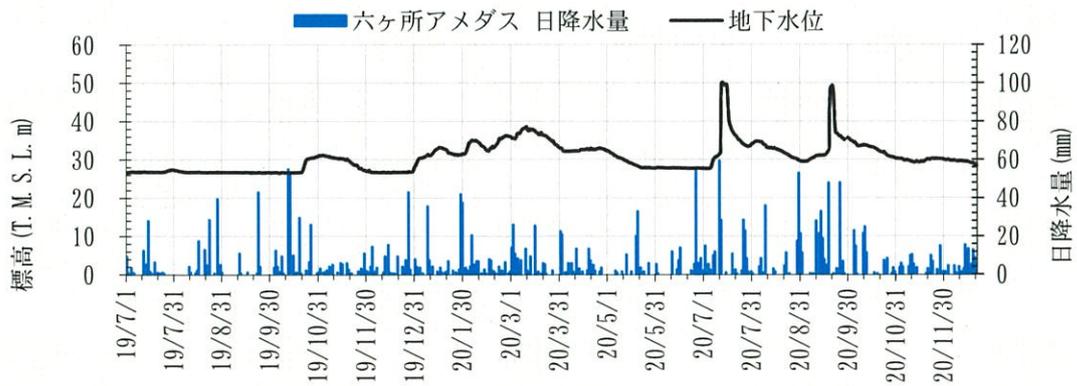
第 1. -1 図 (19) GW-S2 孔における地下水位観測記録と降水量データ



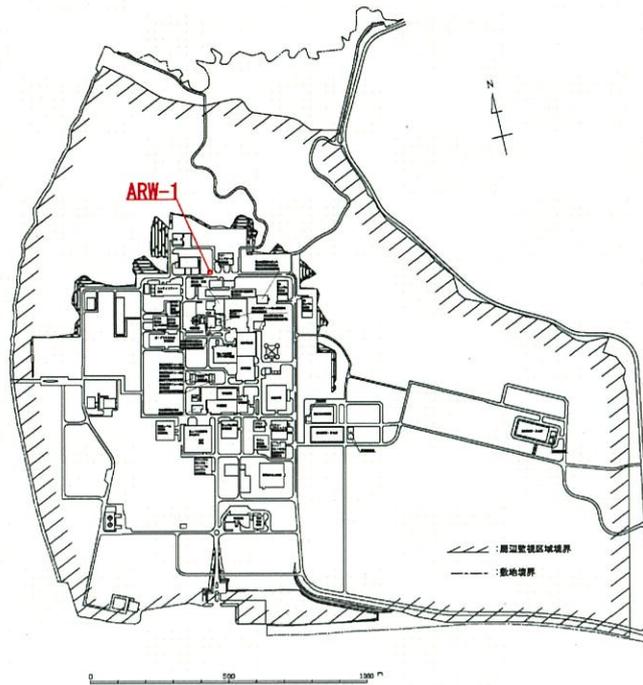
観測孔位置図

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。

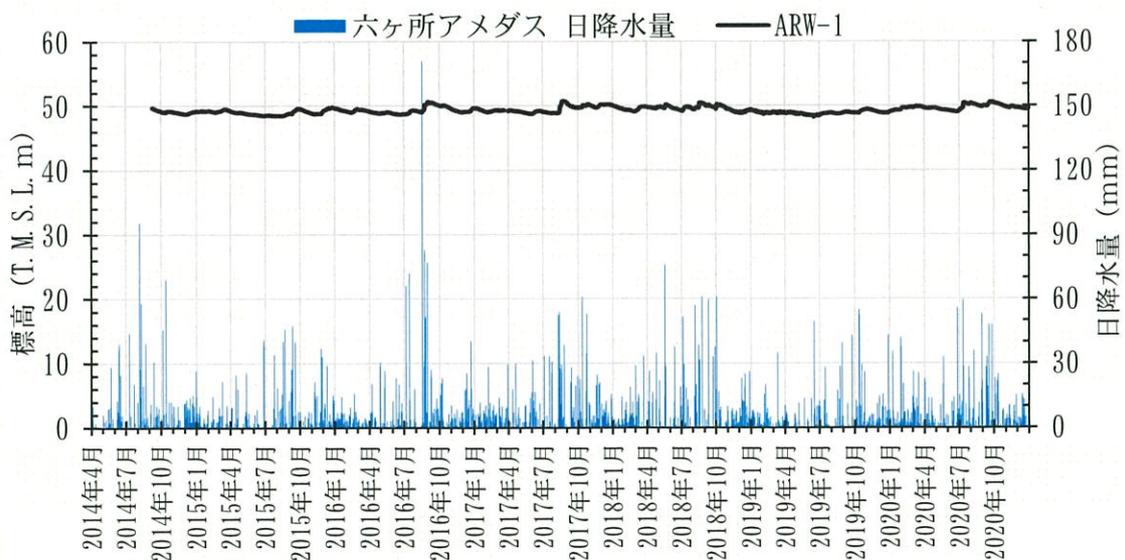


第 1.-1 図 (20) FL-1 孔における地下水位観測記録と降水量データ

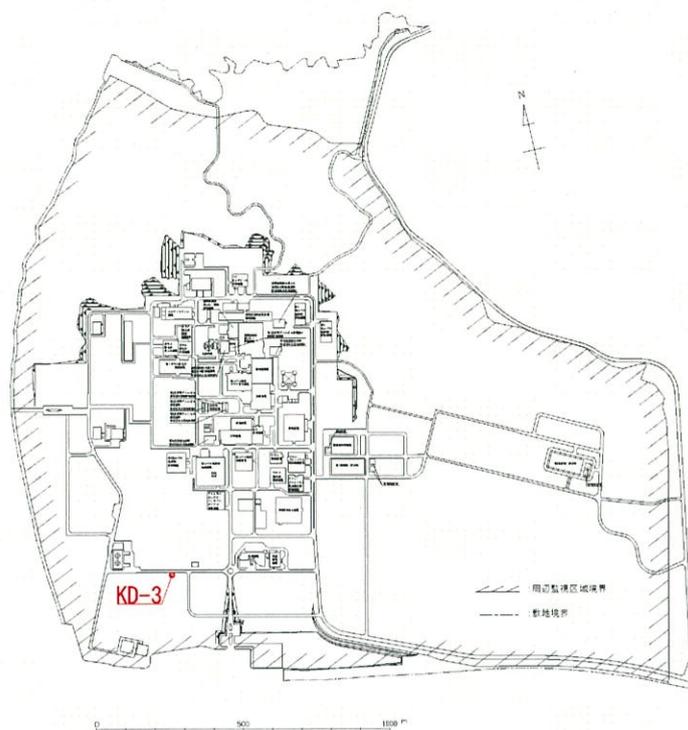


観測孔位置図

観測期間：	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。



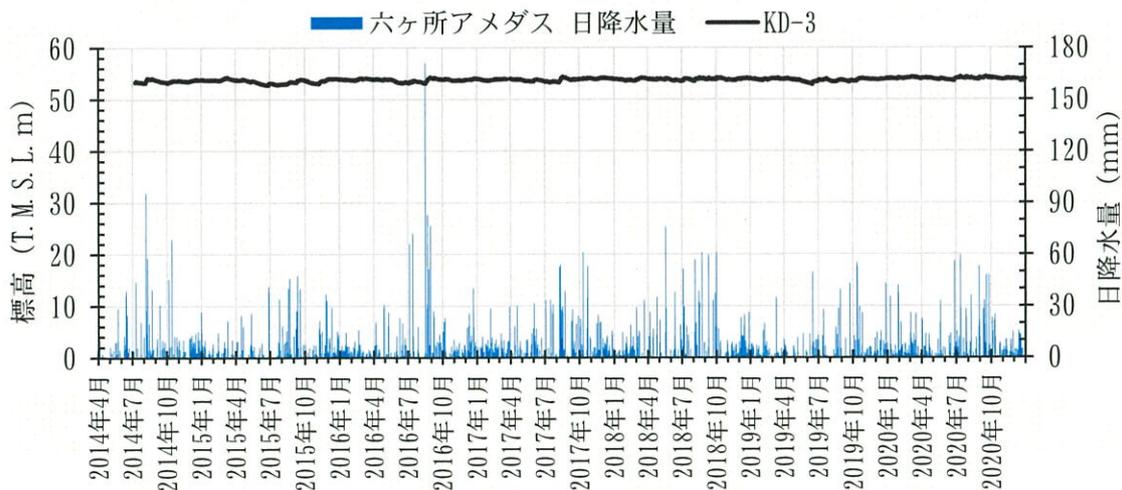
第 1. -2 図 (1) ARW-1 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)



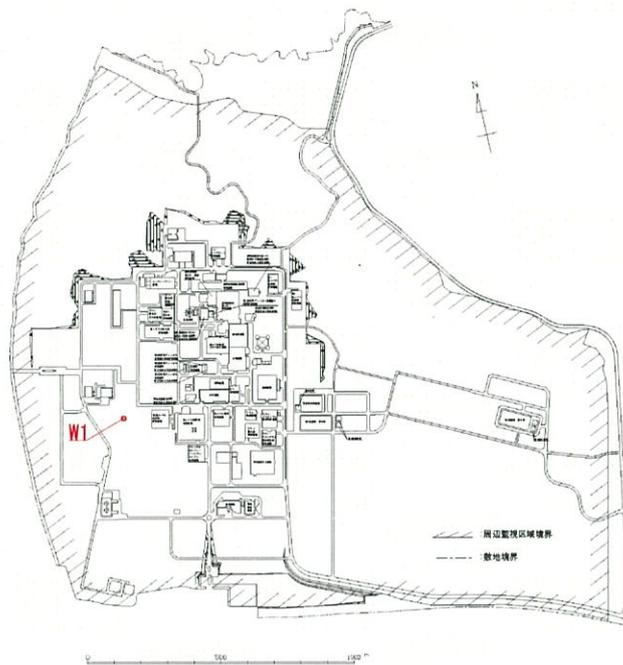
観測孔位置図

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

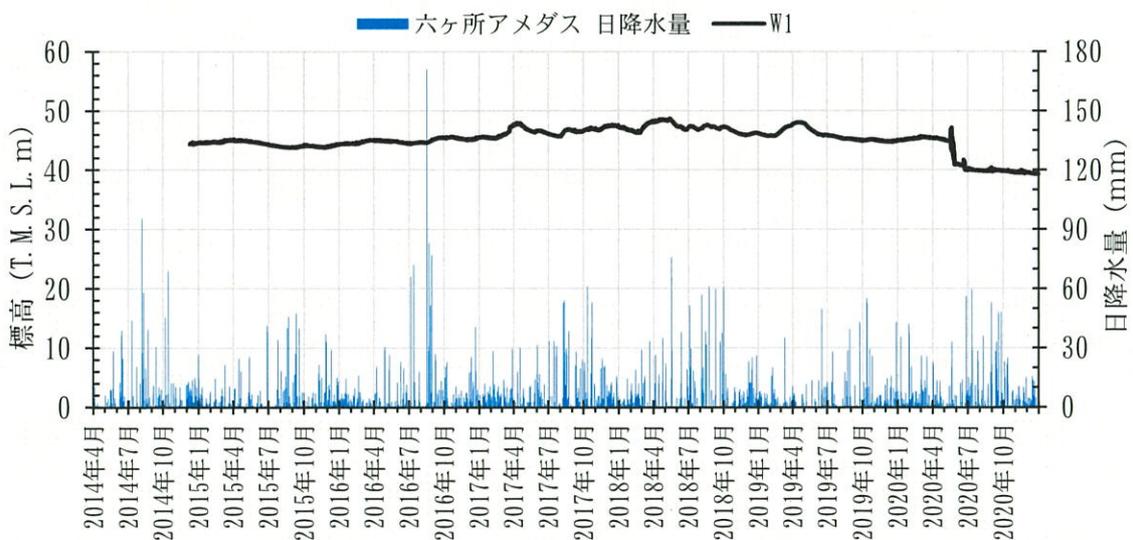
観測期間： 2014年12月～2020年12月 (考察)

孔口標高： T. M. S. L. +55.1m

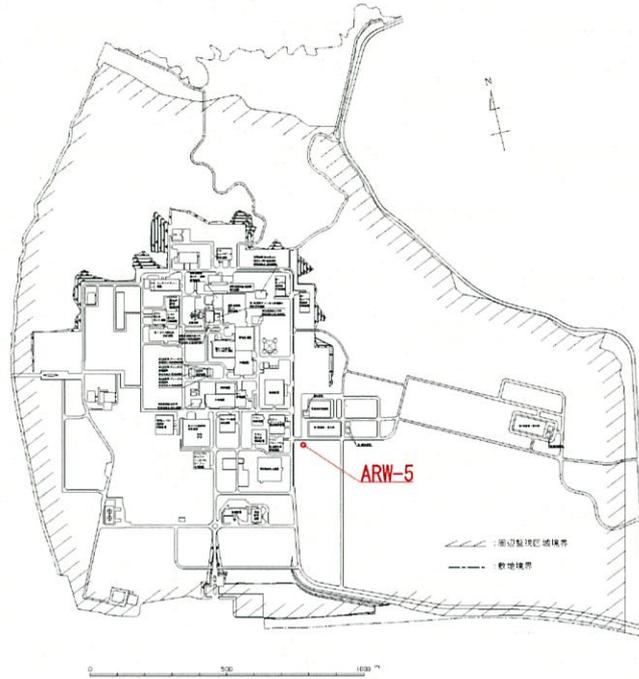
最高水位： T. M. S. L. +48.7m
(2018年5月23日)

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。

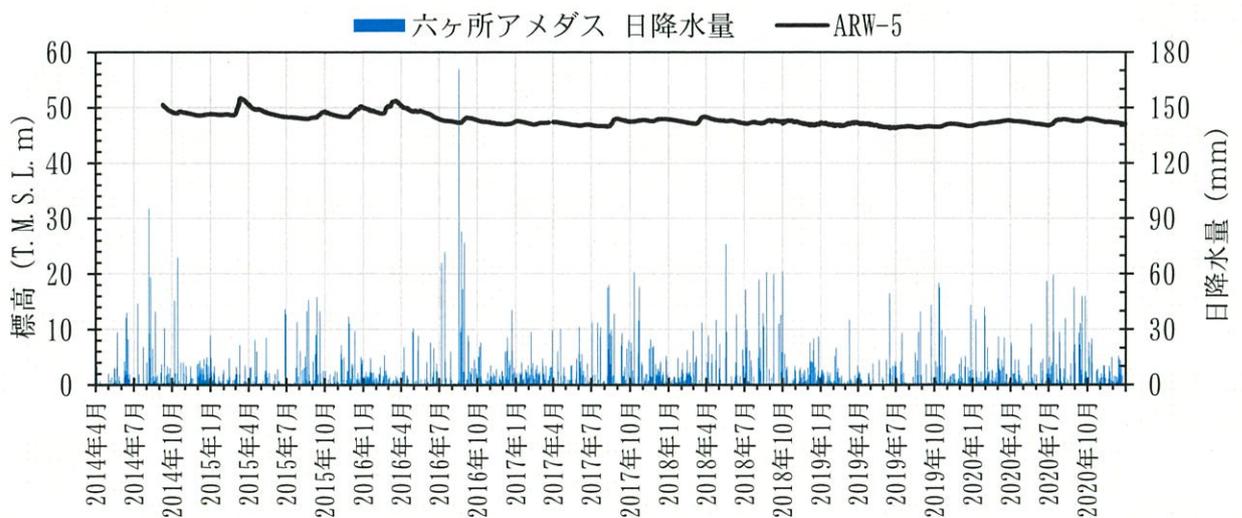


第 1. -2 図 (3) W1 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)

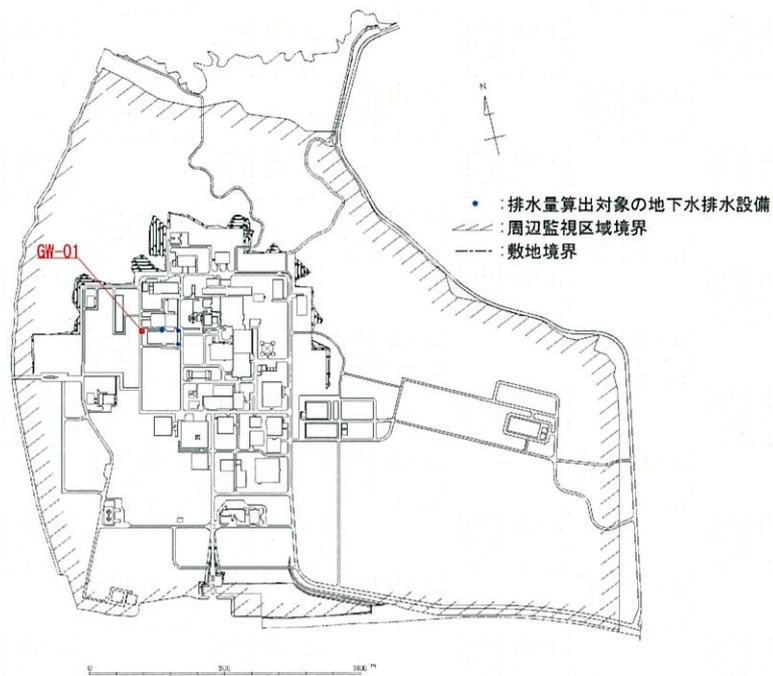


観測孔位置図

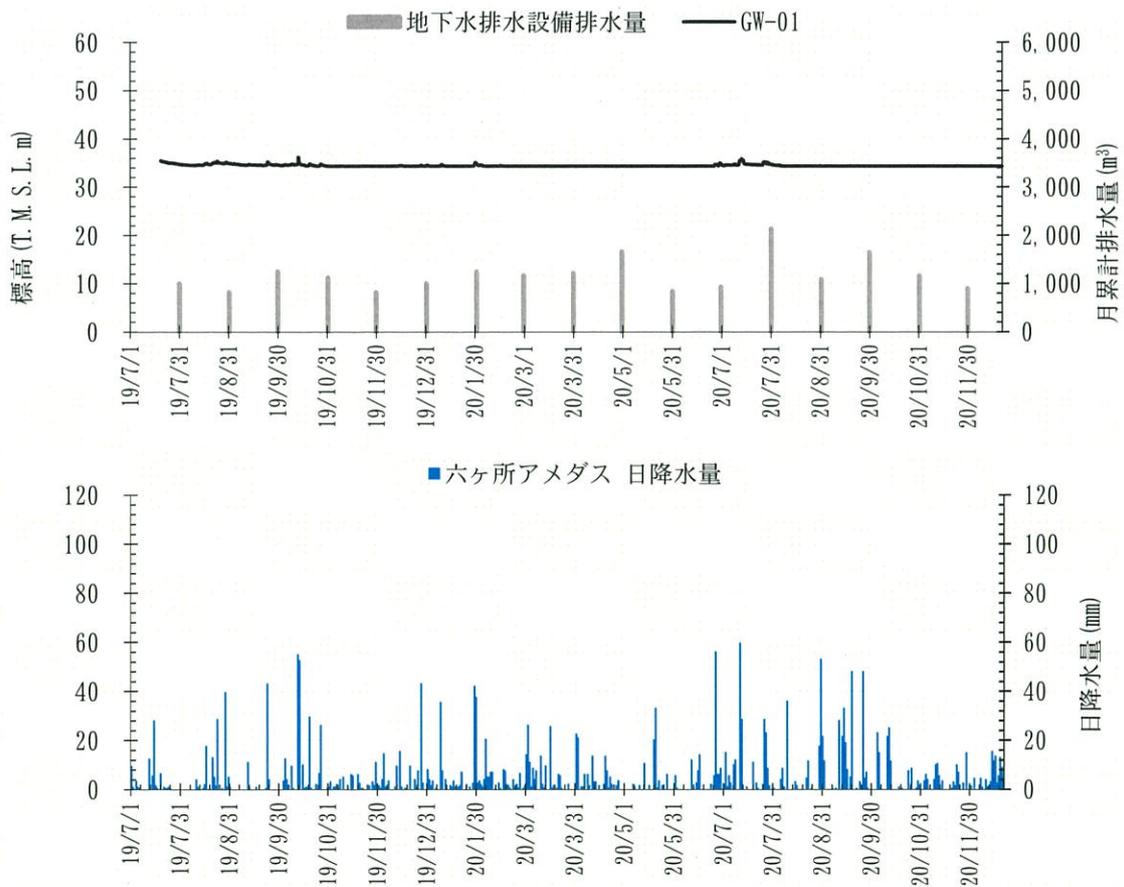
観測期間：	2014年9月～2020年12月	(考察)
孔口標高：	T. M. S. L. +55.1m	過去7年程度の地下水位変動について、近傍の掘削工事の影響により
最高水位：	T. M. S. L. +51.8m	2016年頃より3m程度水位低下が見られるが、それ以降は過去1.5年間
	(2015年3月13日)	程度の観測記録同様にT. M. S. L. 47m
平均水位：	T. M. S. L. +47.8m	程度(±1m程度)に推移しており、概ね降水によらず安定的である。



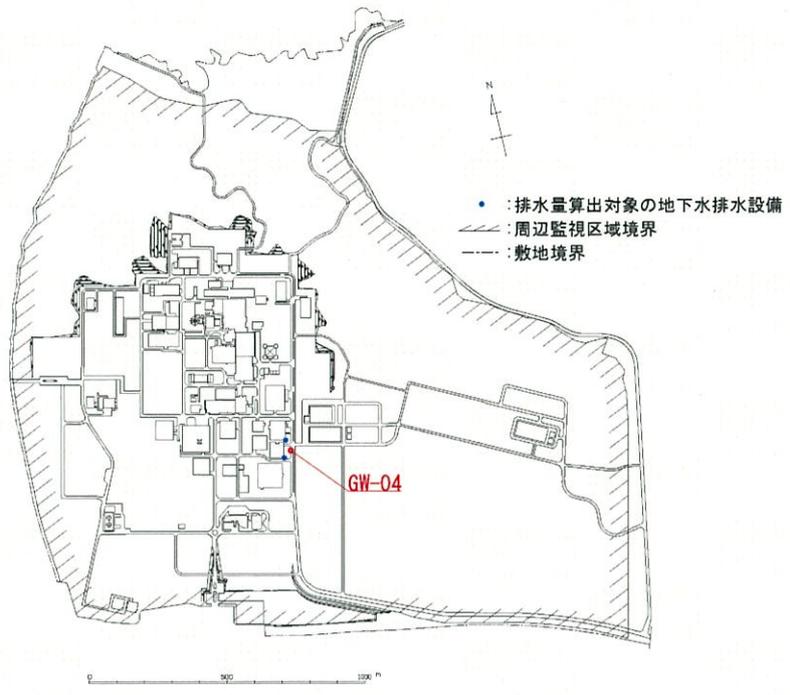
第 1. -2 図 (4) ARW-5 孔における地下水位観測記録と降水量データ (長期)



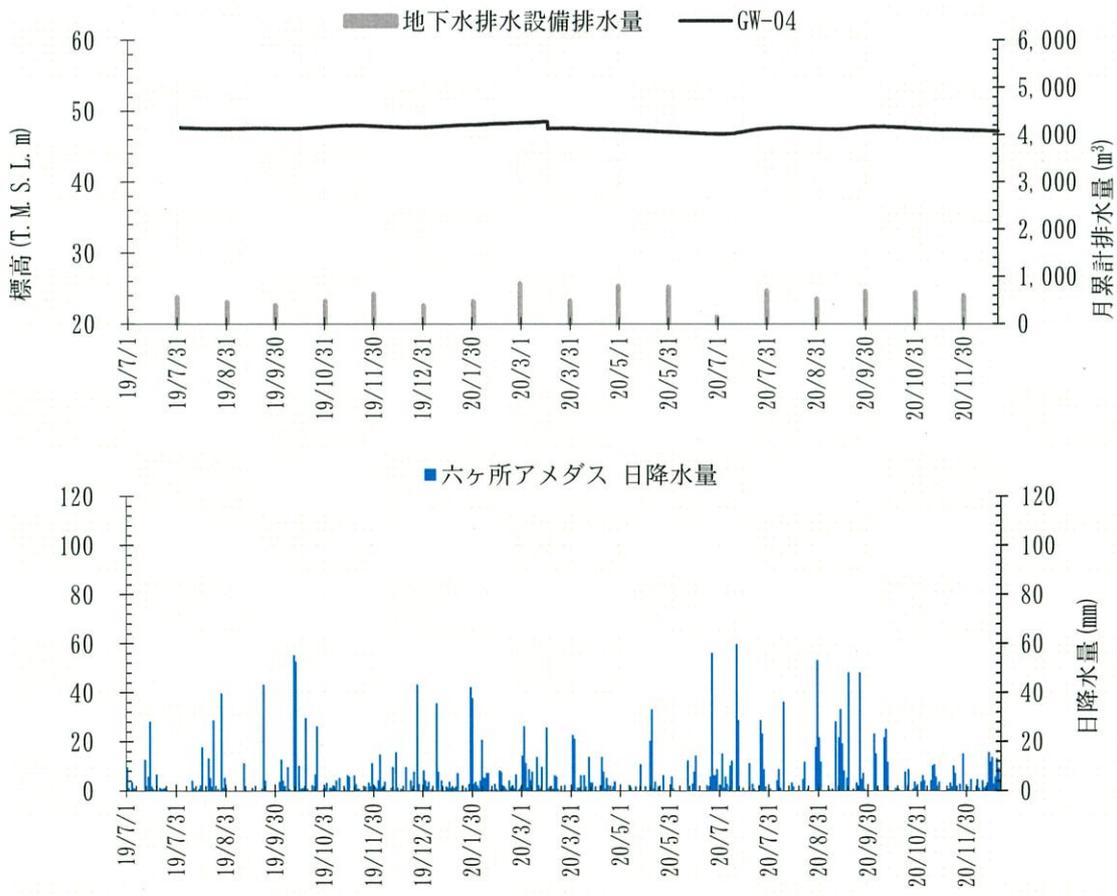
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



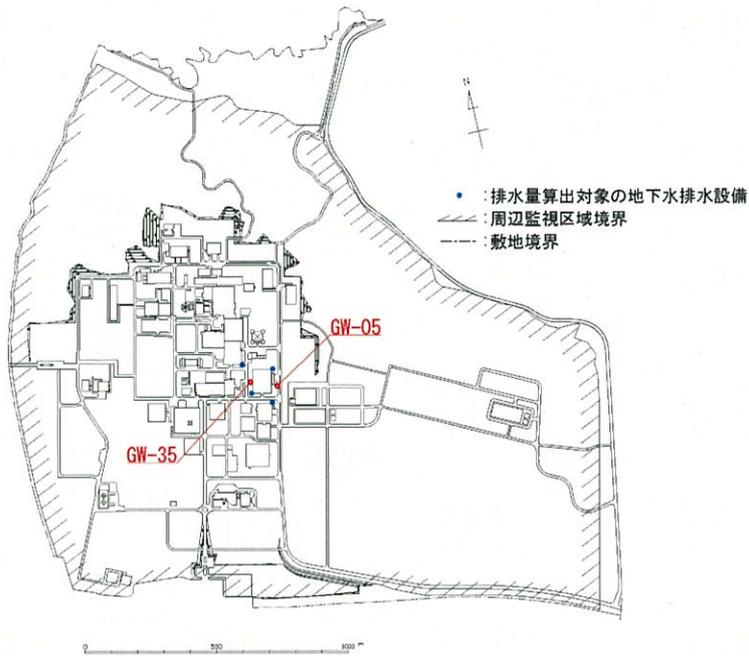
第 1. -3 図 (1) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



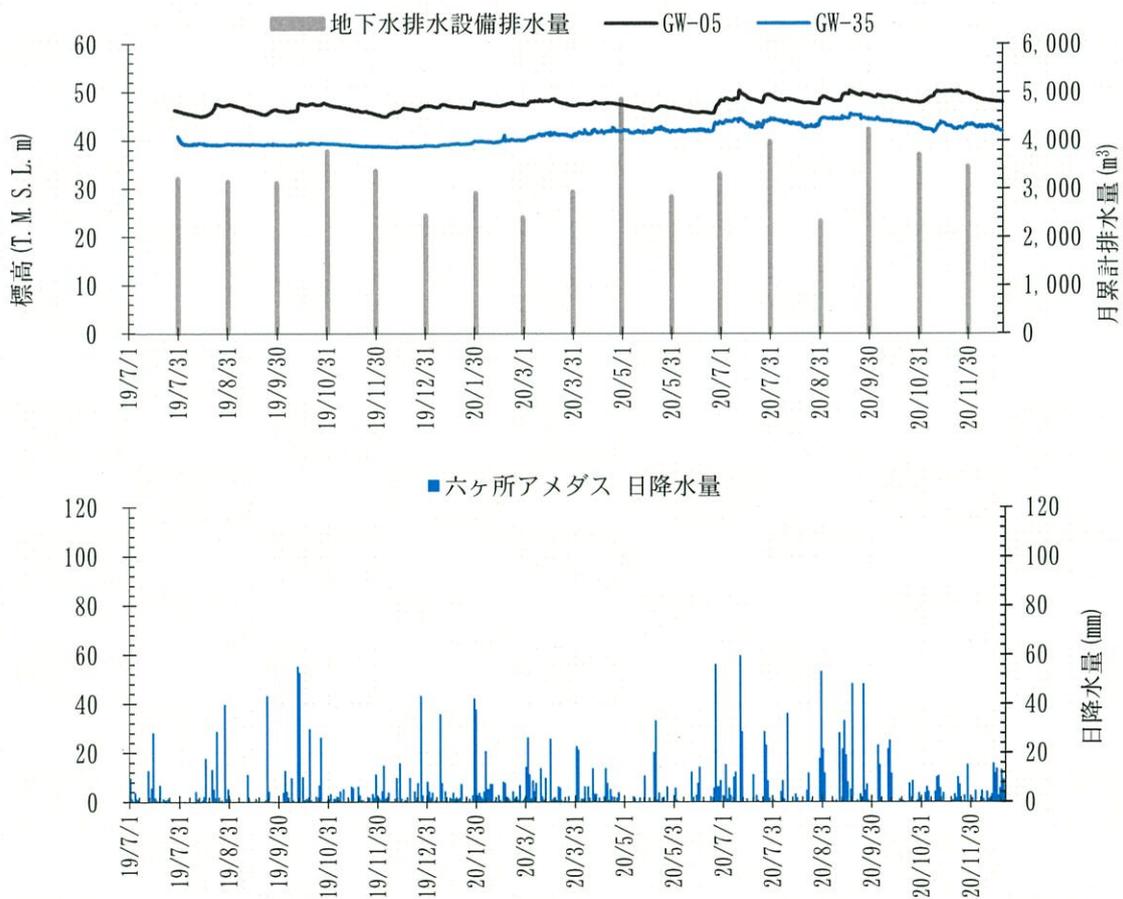
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



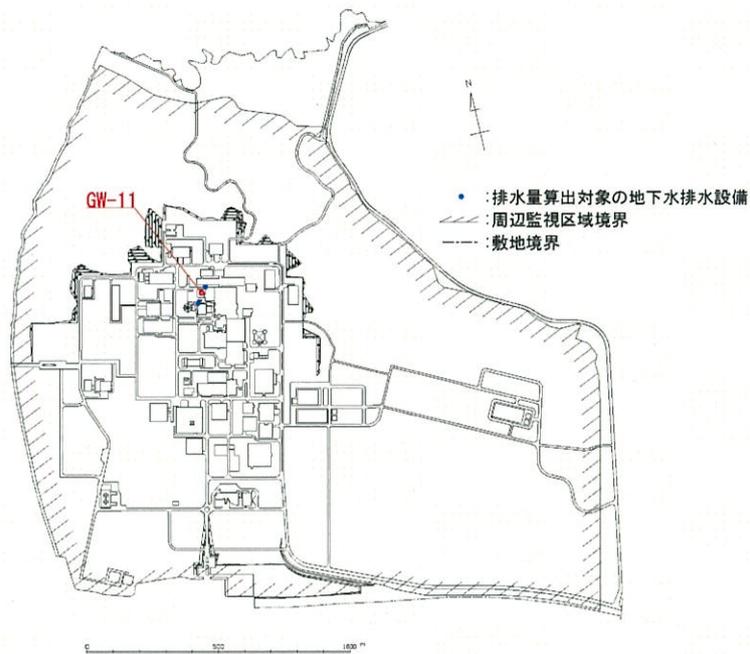
第 1.-3 図 (2) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



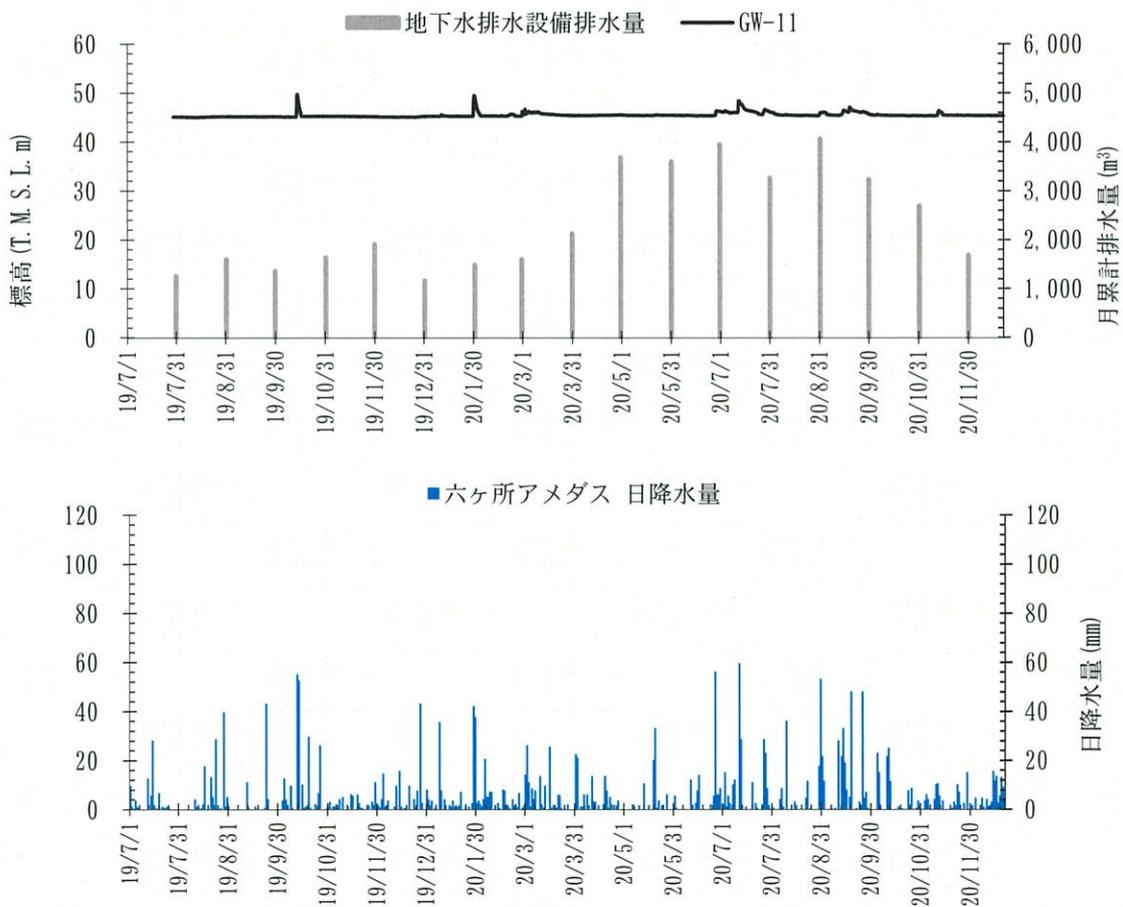
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



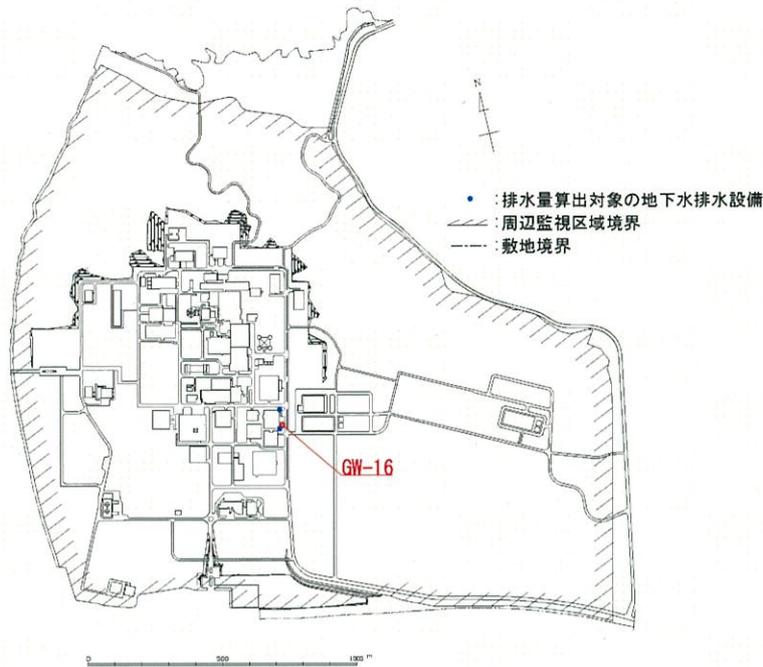
第 1.-3 図 (3) 地下水排水設備による排水量とその近傍の地下水位及び日降水量の比較



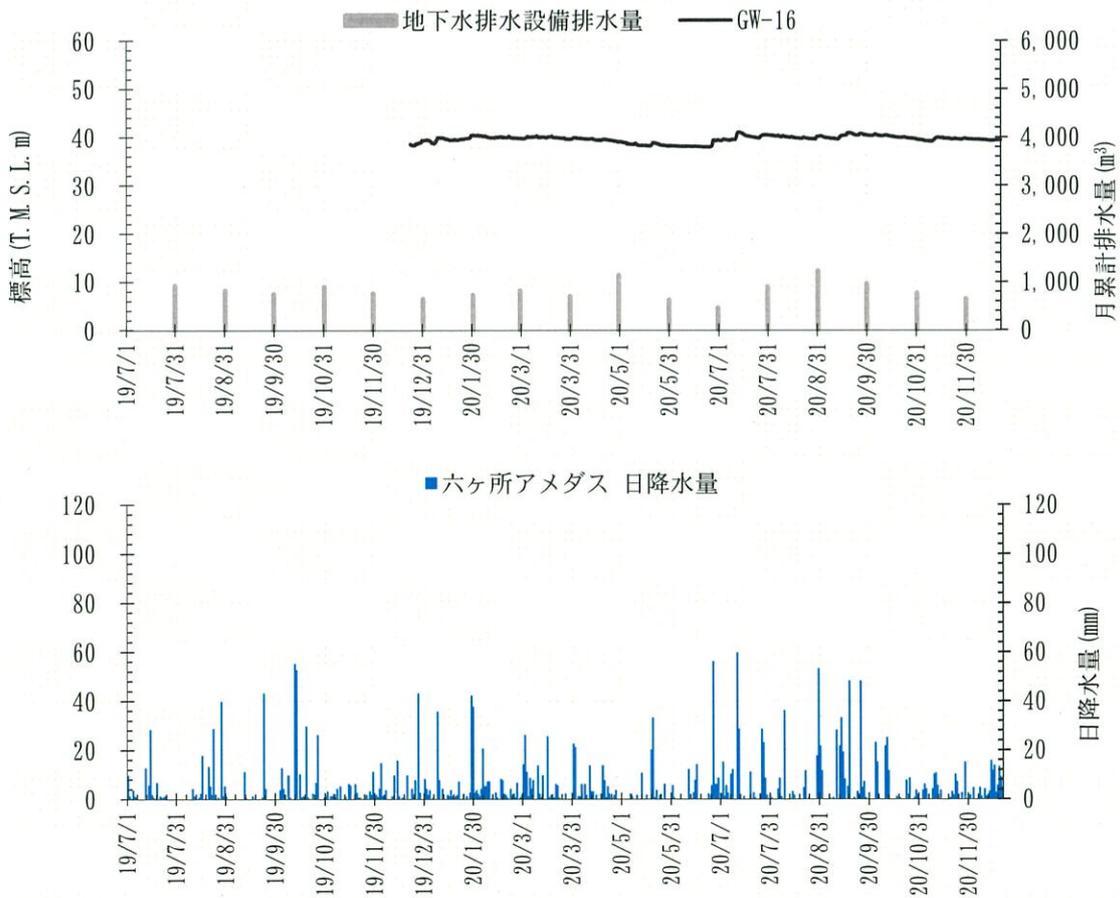
地下水位観測孔とその近傍の地下水排水設備の位置図



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

添付 2

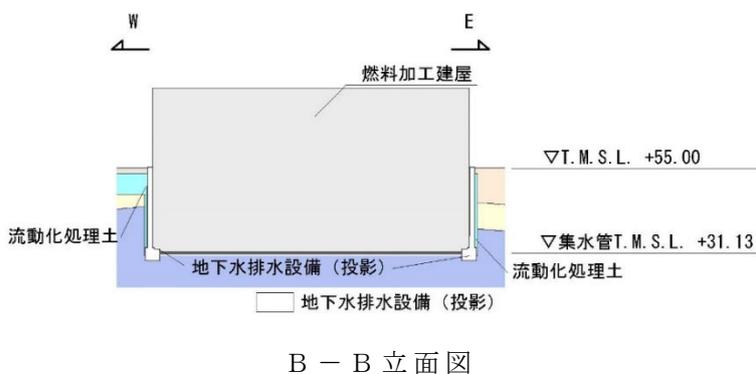
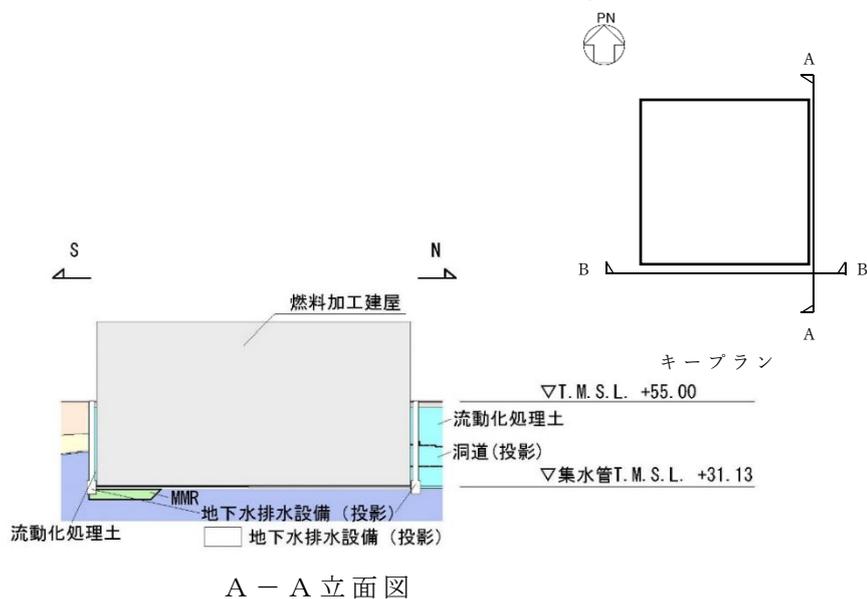
建屋及び屋外機械基礎の断面図

目 次

1. 建屋及び屋外機械基礎の断面図 添付 2-1

1. 建屋及び屋外機械基礎の断面図

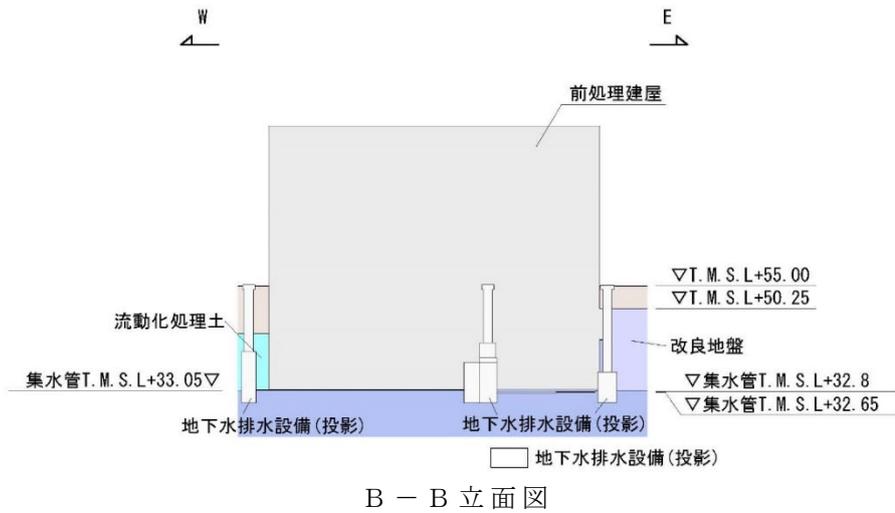
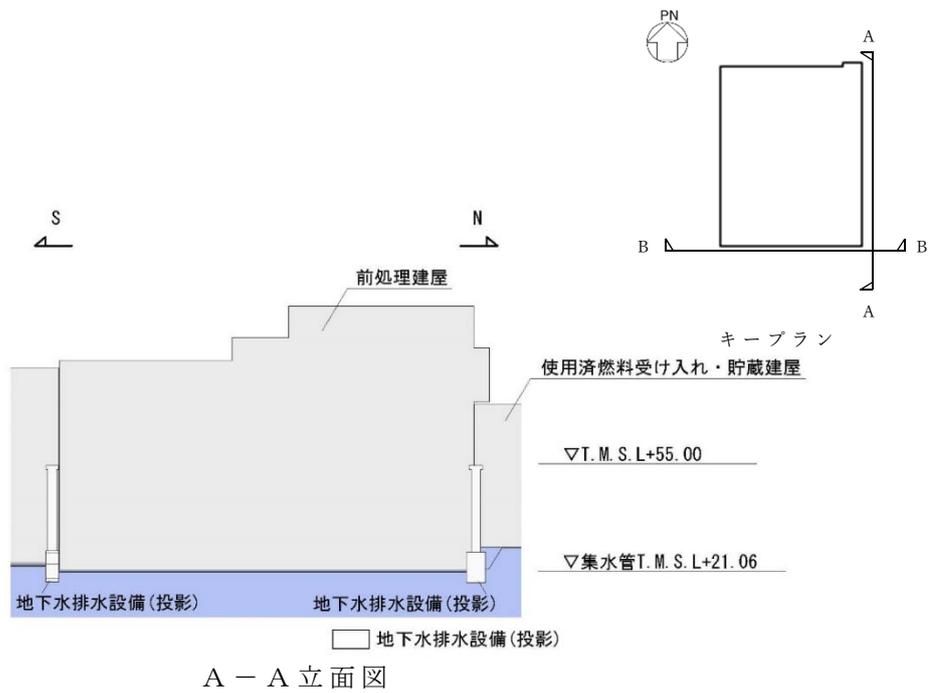
建屋及び屋外機械基礎の断面図を第 1.-1 図に示す。



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 燃料加工建屋の断面図 (単位: m)

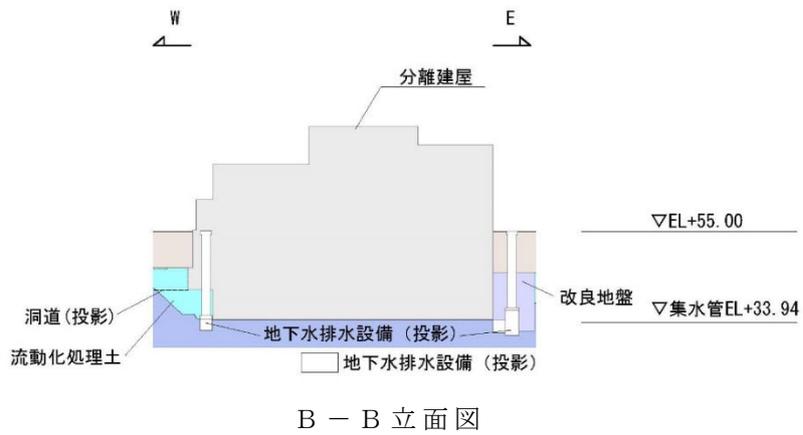
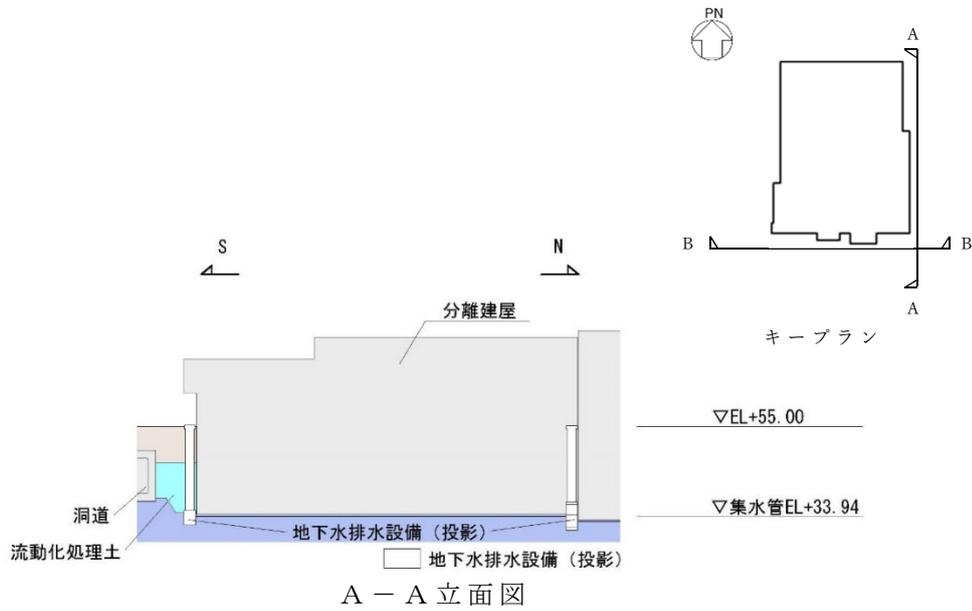
添付 2-1



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 前処理建屋の断面図 (単位 : m)

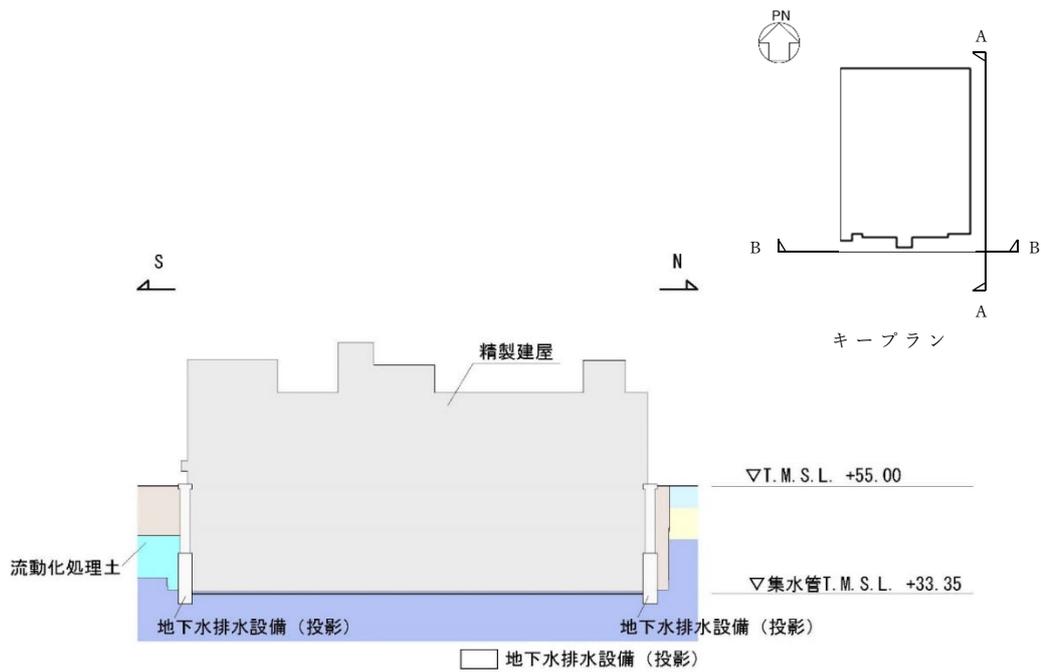
添付 2-2



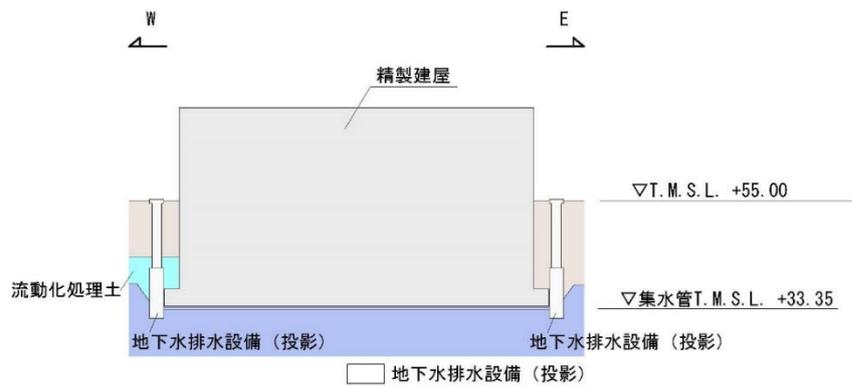
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-3 図 分離建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-3



A - A 立面図

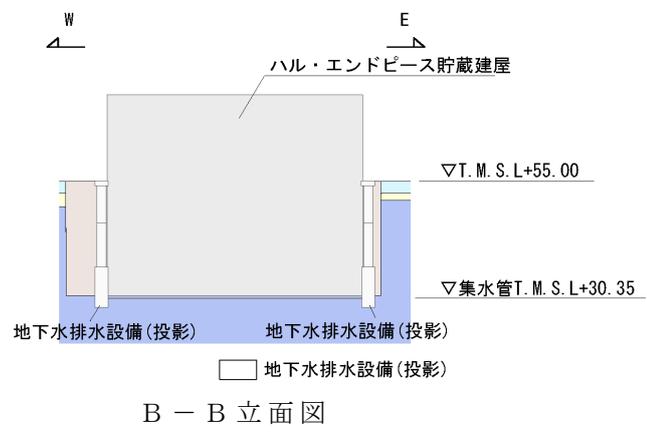
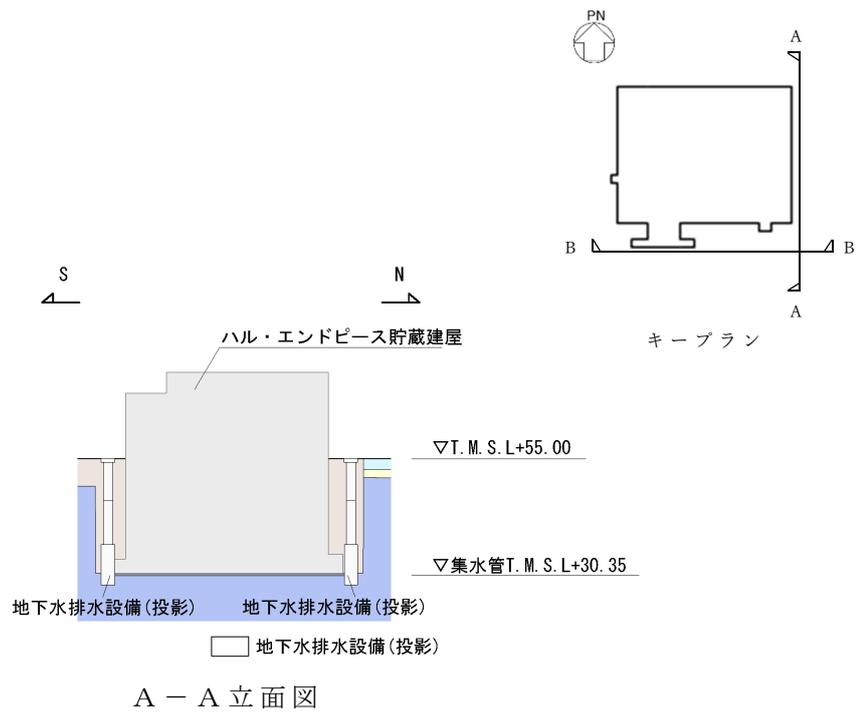


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

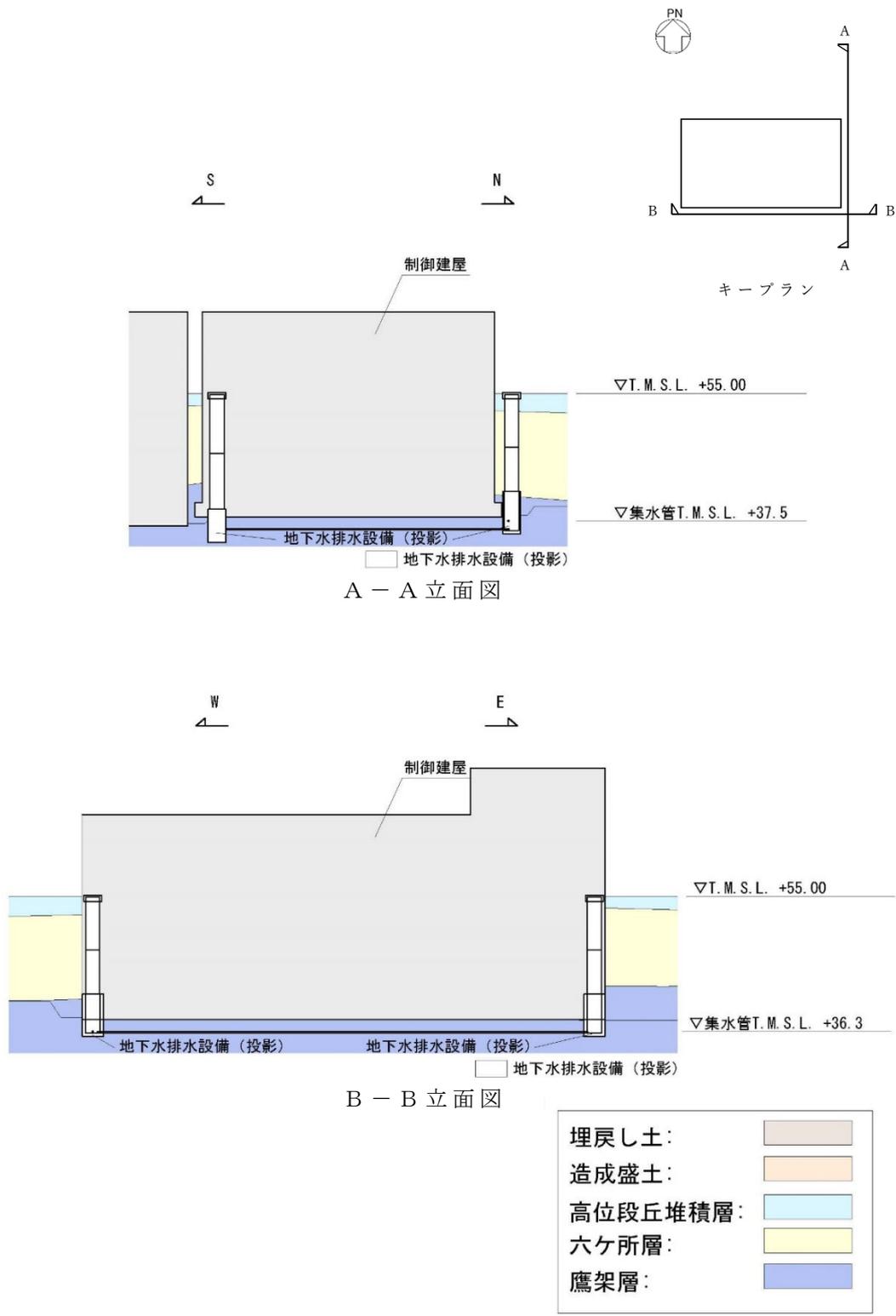
第 1. -4 図 精製建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-4

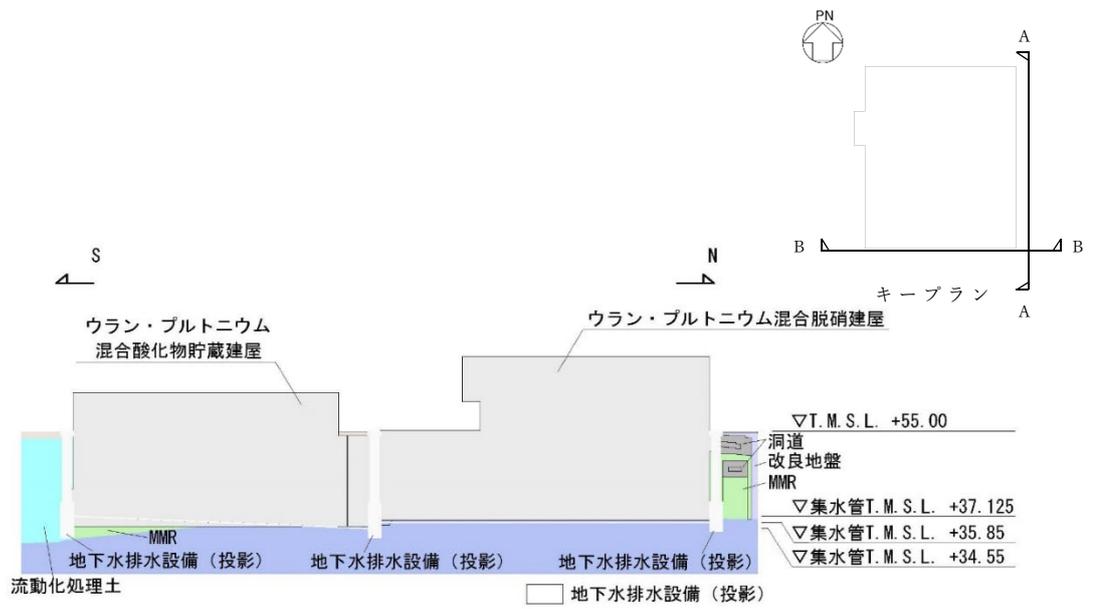


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

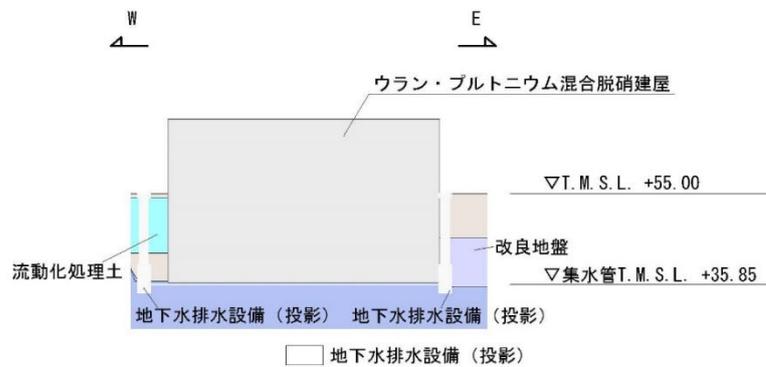
第 1.-5 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋の断面図 (単位: m)
添付 2-5



第 1. -6 図 制御建屋の断面図 (単位 : m)
添付 2-6



A - A 立面図

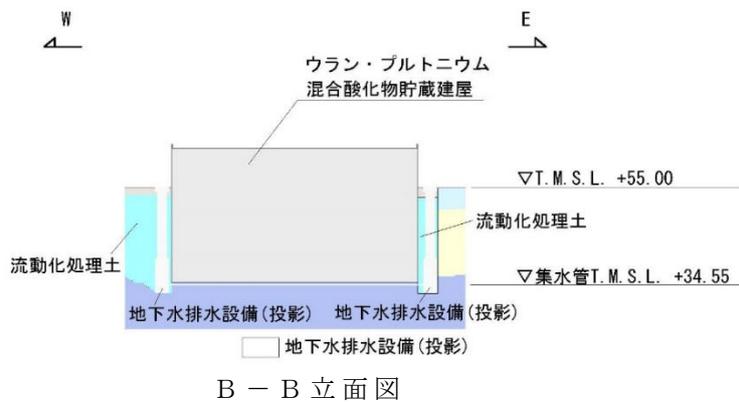
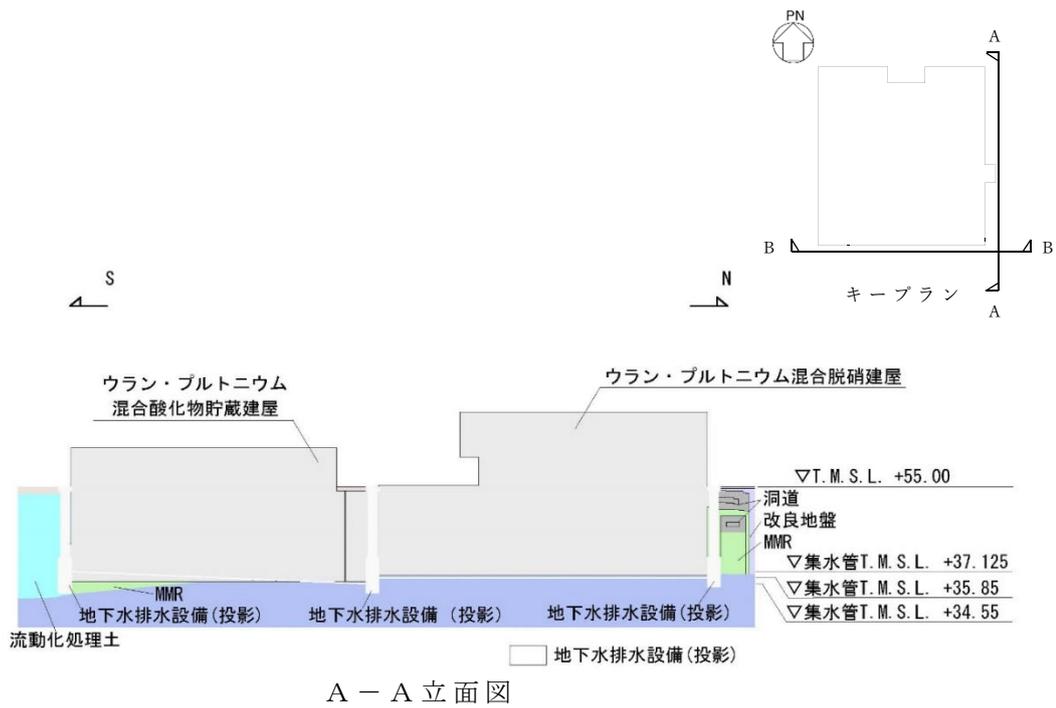


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

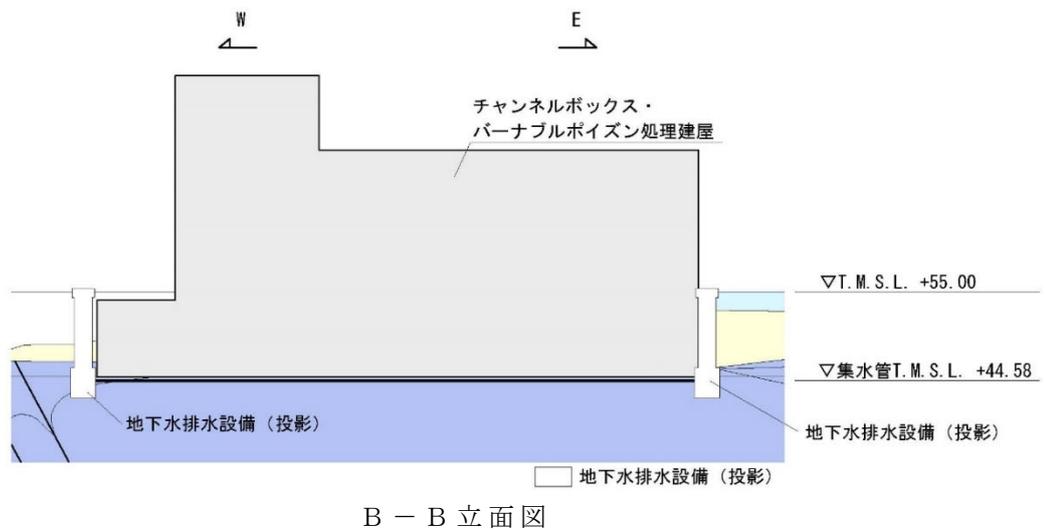
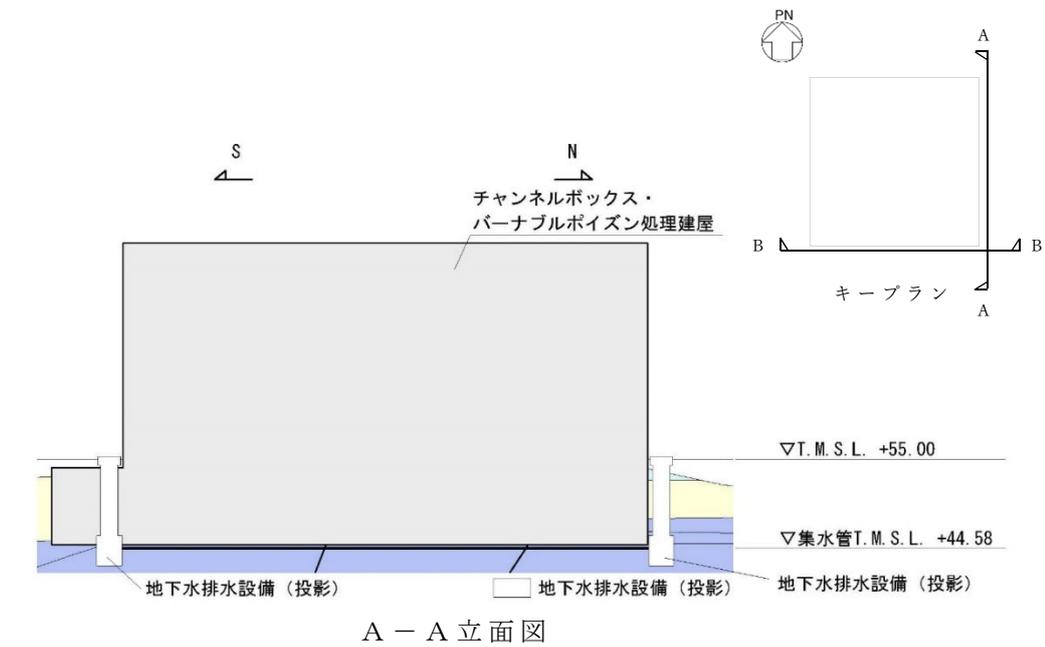
第 1.-7 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-7



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断面図 (単位: m)
添付 2-8

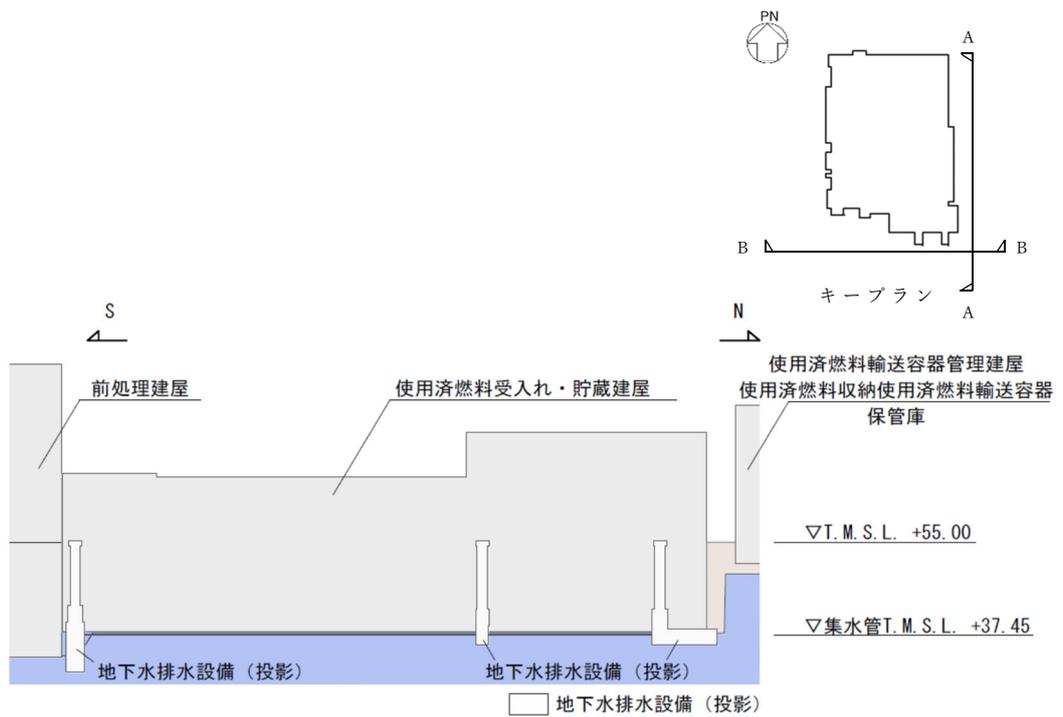


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

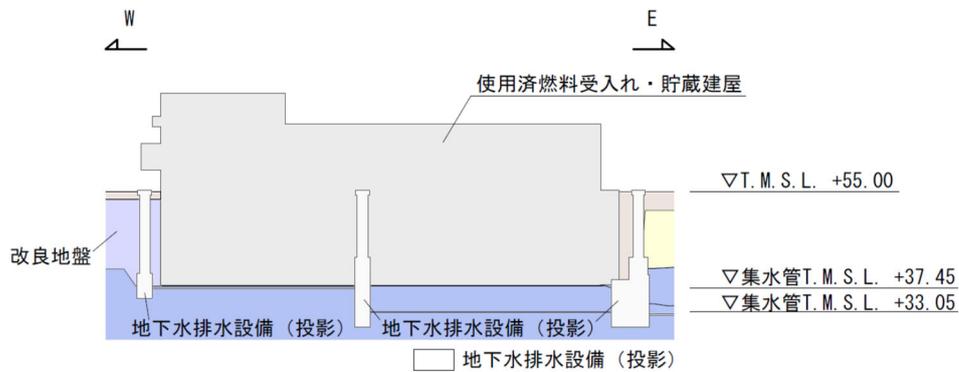
第 1.-9 図 チャンネルボックス・パーナブルポイズン処理建屋の断面図

(単位：m)

添付 2-9



A - A 立面図

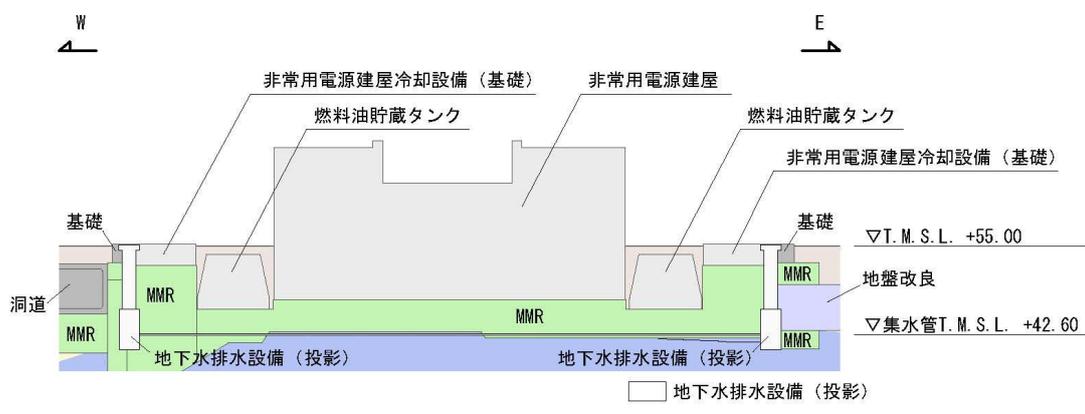
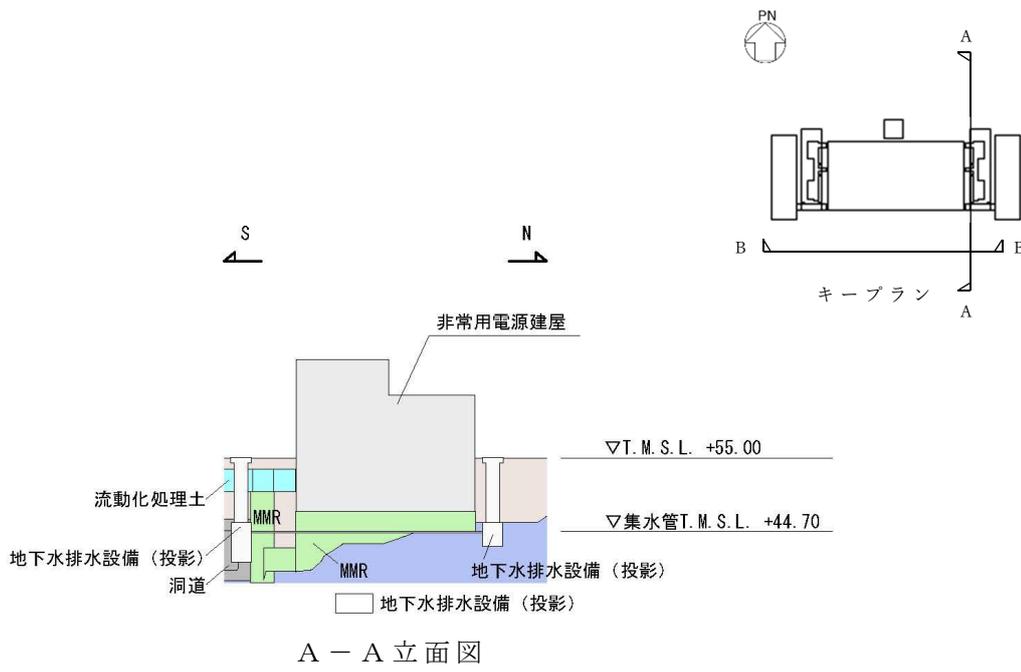


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

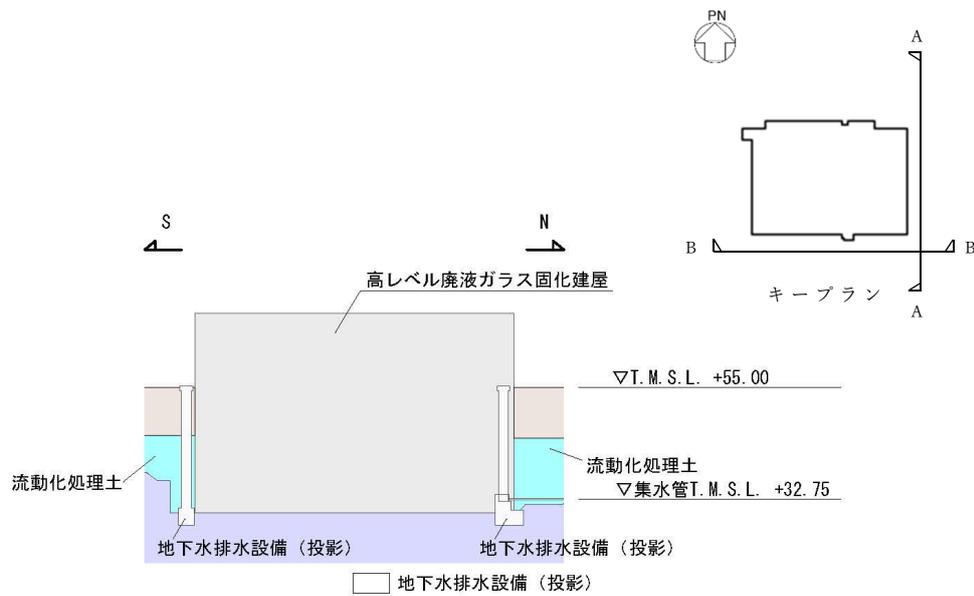
第 1. -10 図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-10

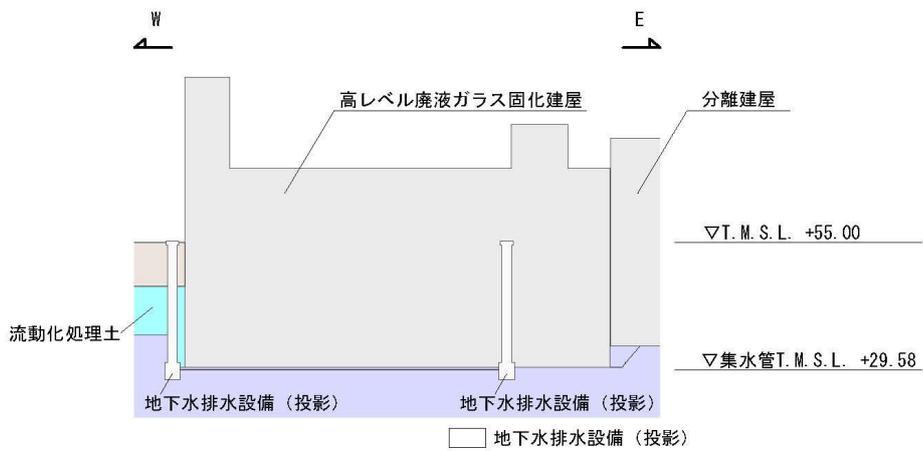


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

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



A - A 立面図

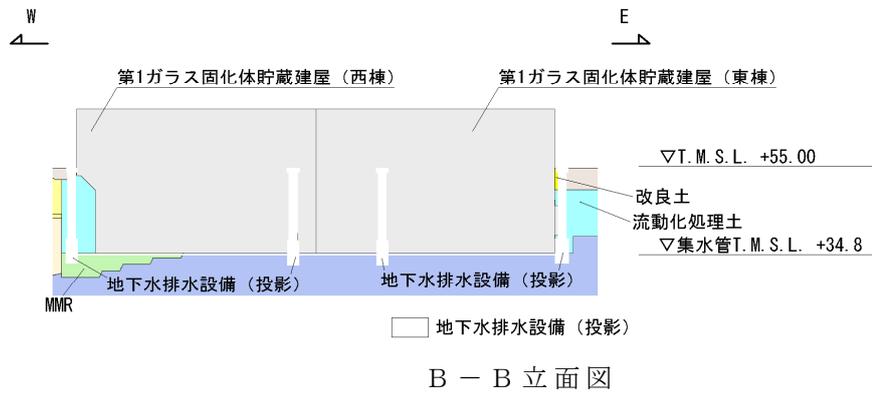
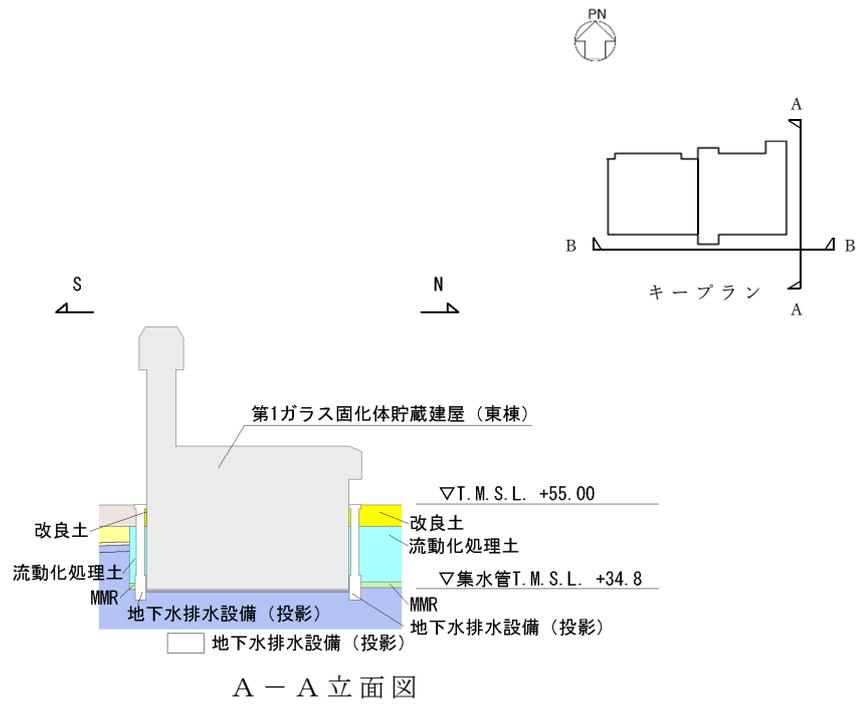


B - B 立面図

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断面図 (単位 : m)

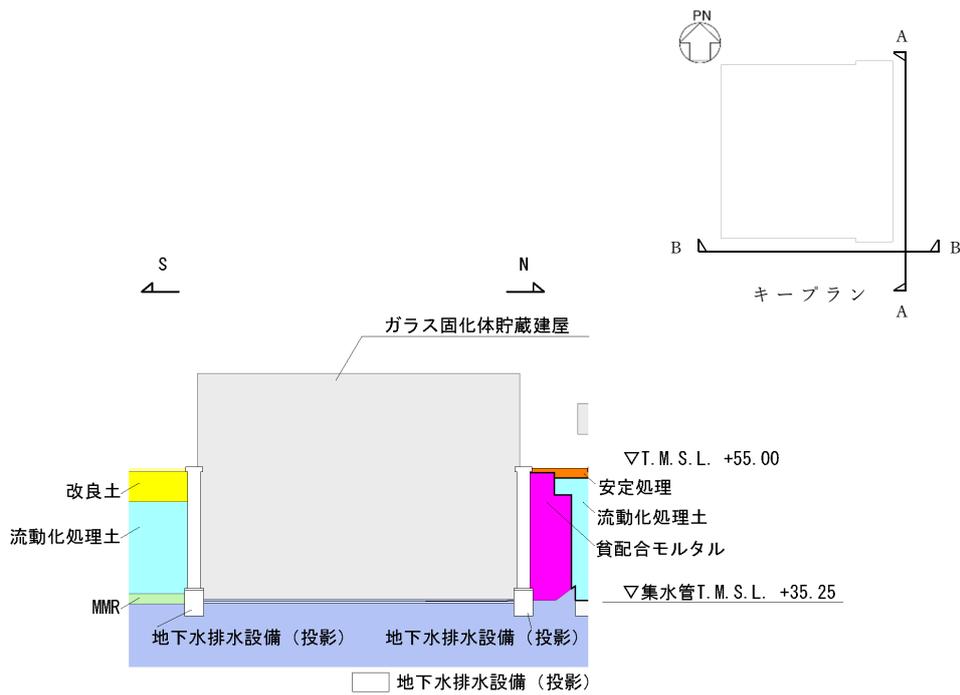
添付 2-12



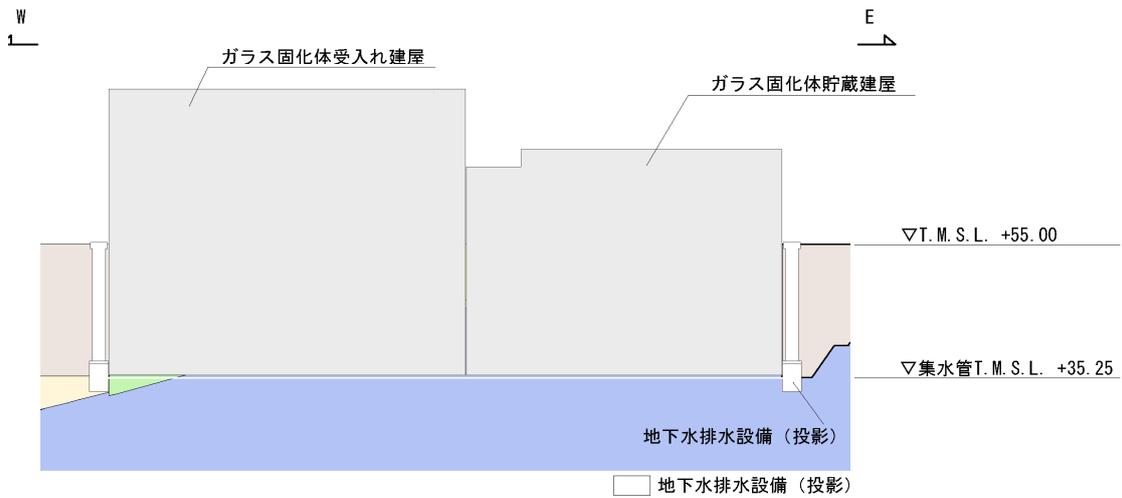
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -13 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋の断面図（単位：m）

添付 2-13



A - A 立面図

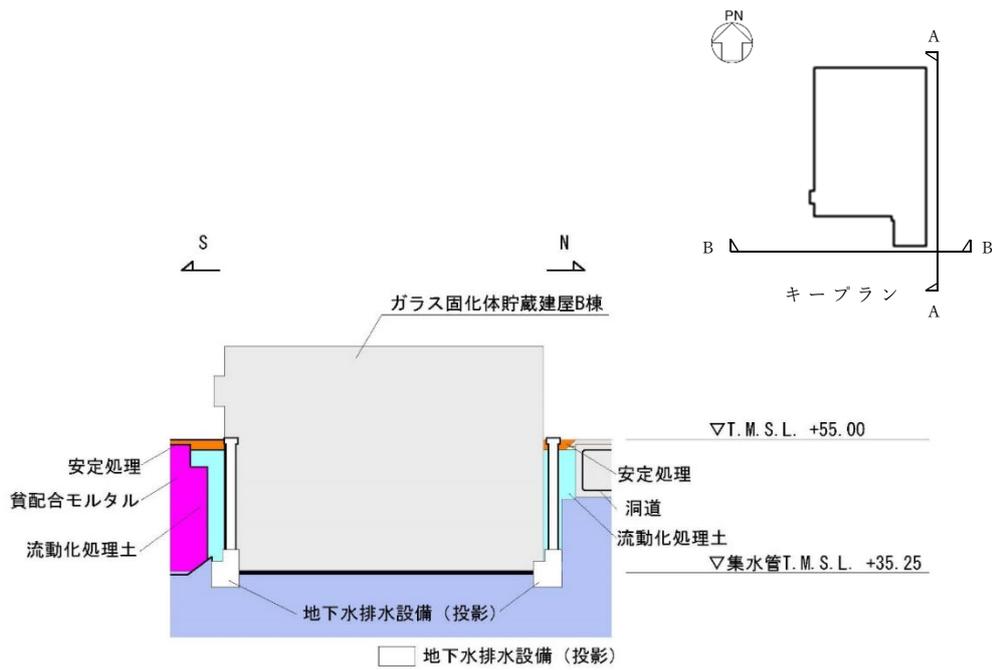


B - B 立面図

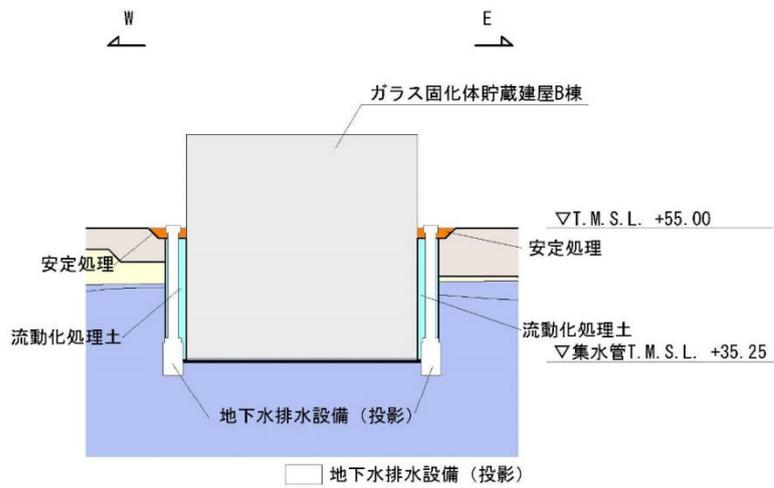
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -14 図 ガラス固化体貯蔵建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-14



A - A 立面図

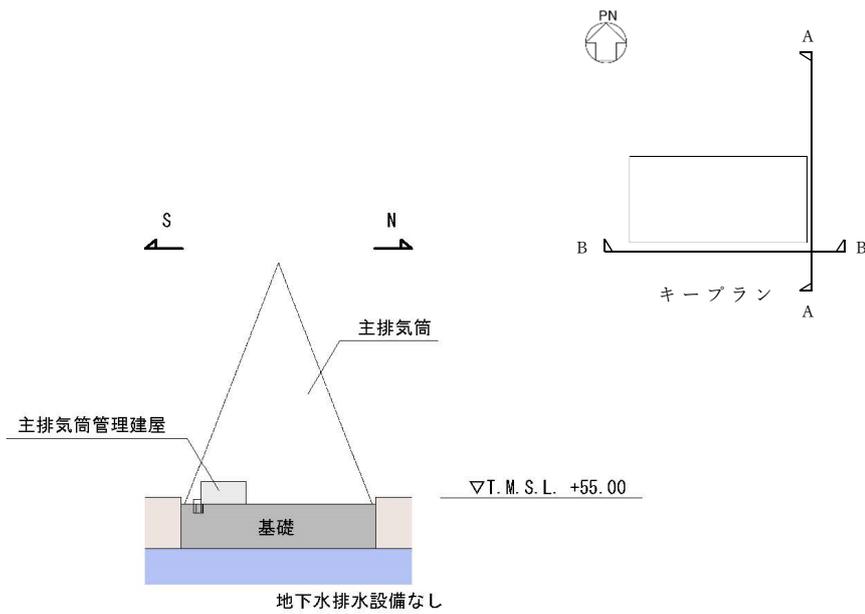


B - B 立面図

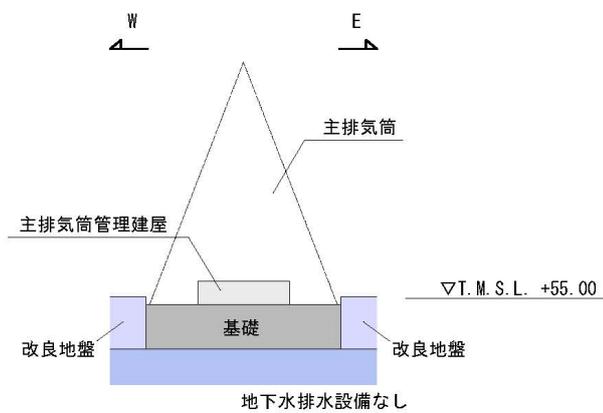
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -15 図 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟の断面図 (単位 : m)

添付 2-15



A - A 立面図

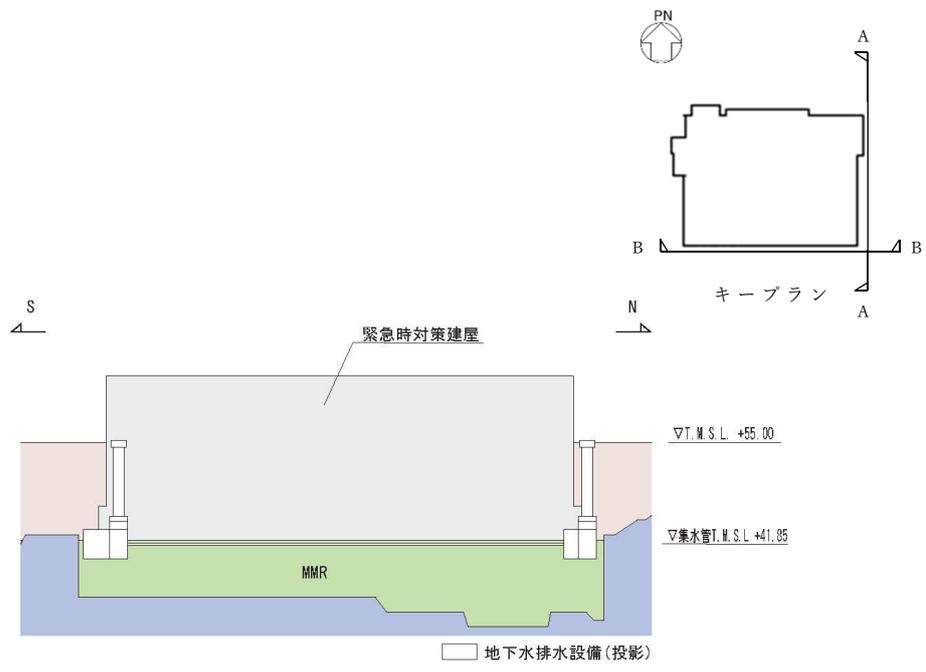


B - B 立面図

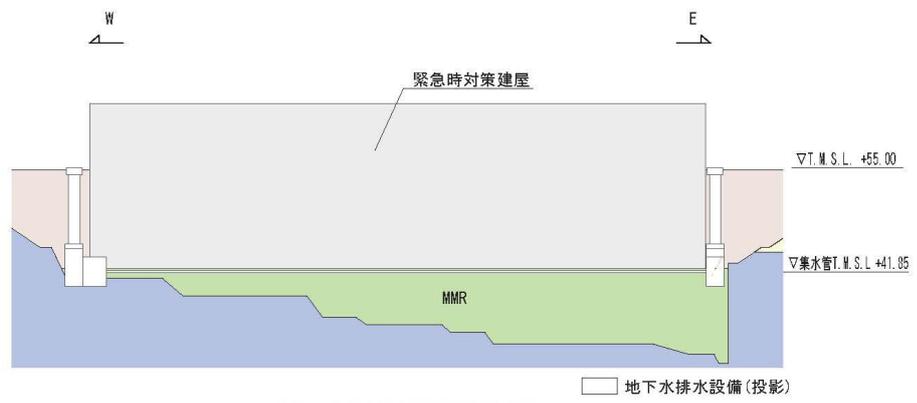
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-16 図 主排気筒管理建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-16



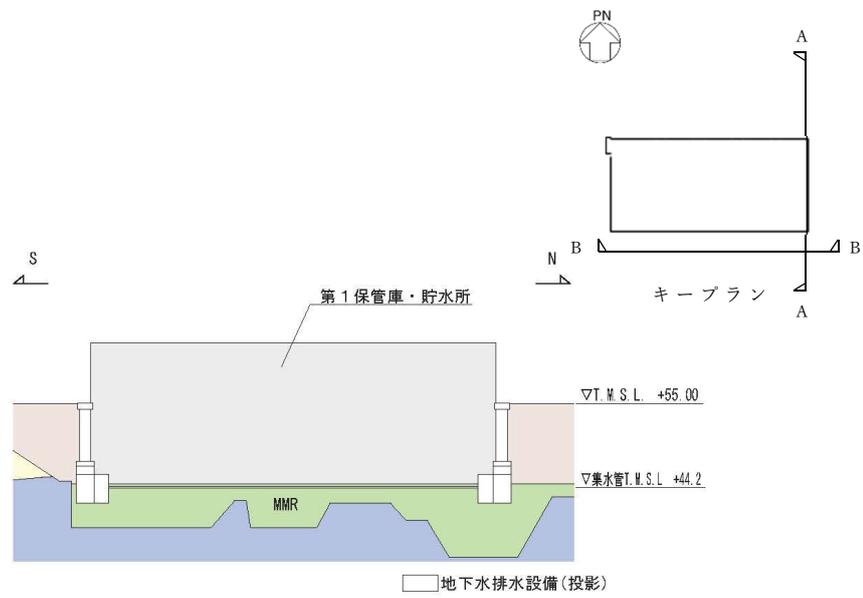
A - A 立面図



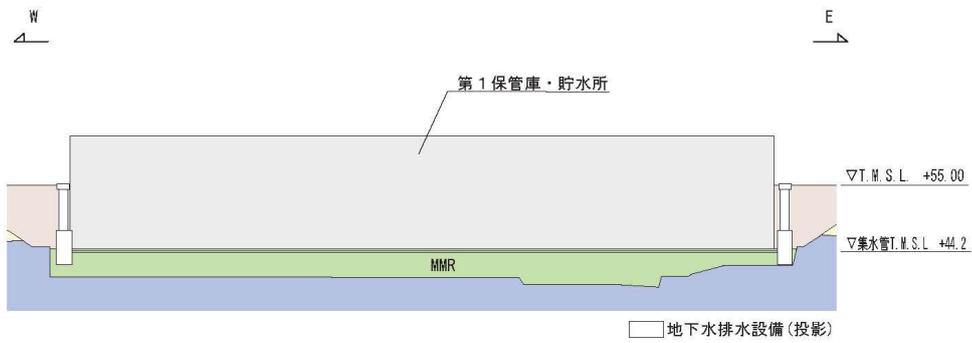
B - B 立面図

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 緊急時対策建屋の断面図 (単位 : m)
添付 2-17



A - A 立面図

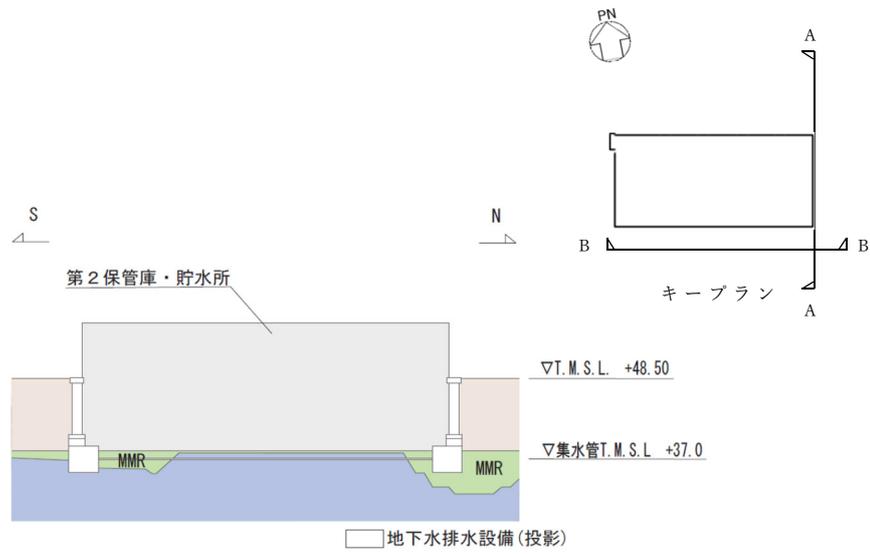


B - B 立面図

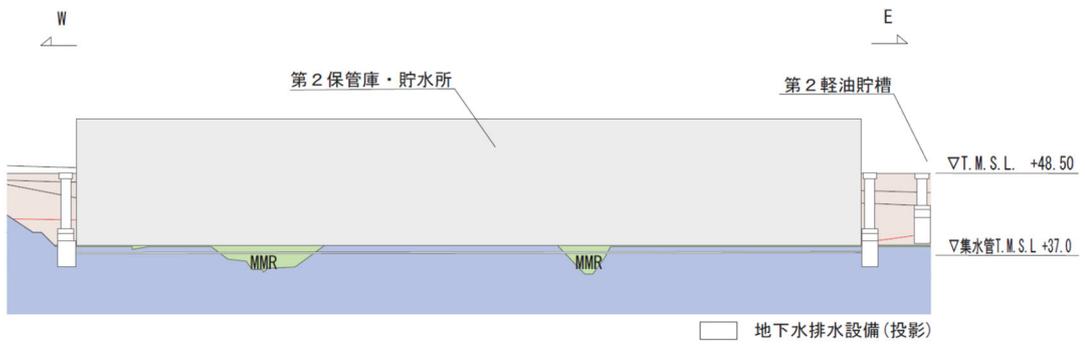
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-18 図 第 1 保管庫・貯水所の断面図 (単位 : m)

添付 2-18



A - A 立面図

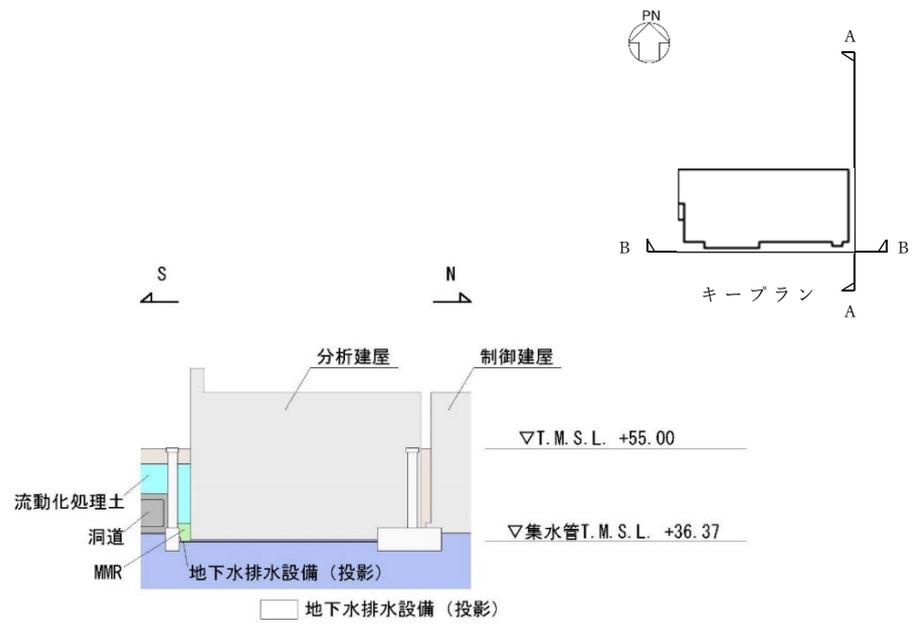


B - B 立面図

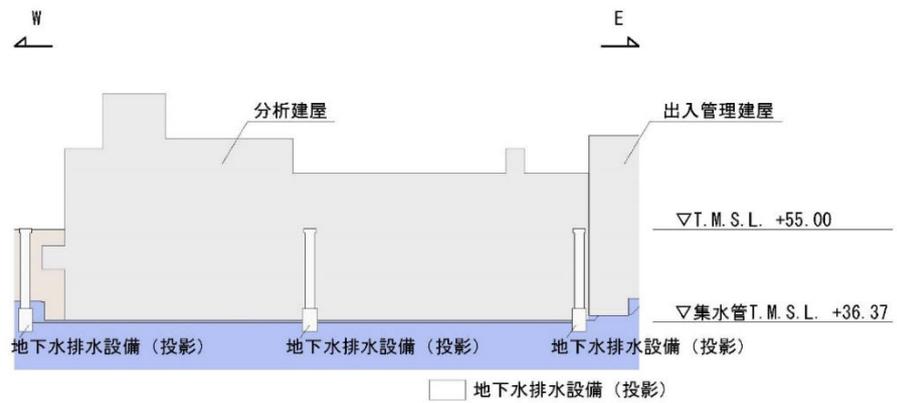
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-19 図 第 2 保管庫・貯水所の断面図 (単位 : m)

添付 2-19



A - A 立面図

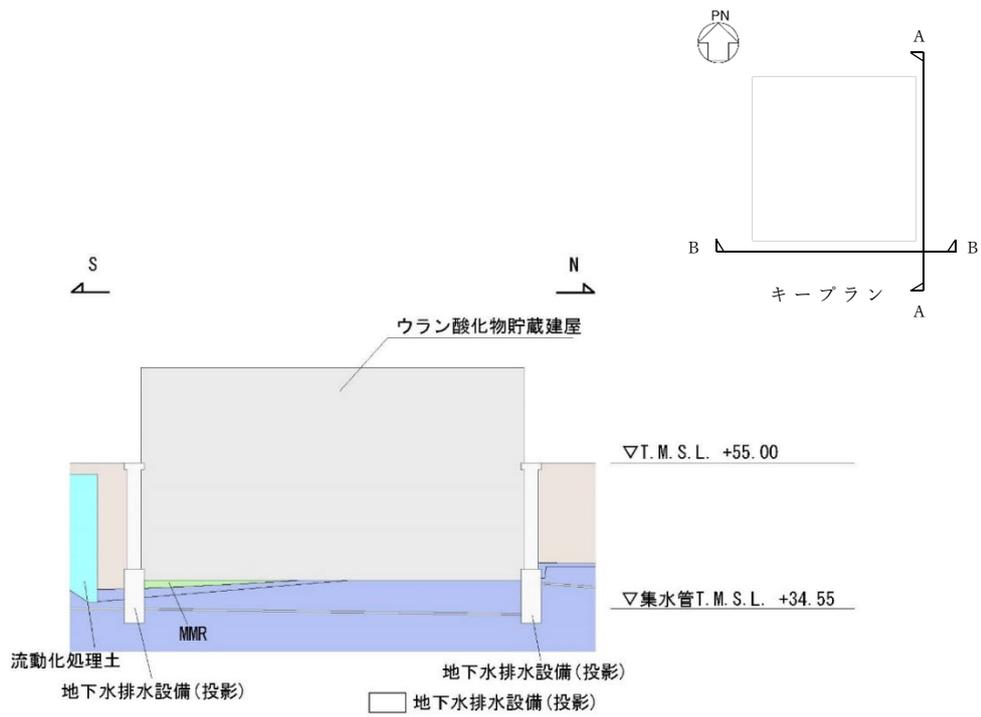


B - B 立面図

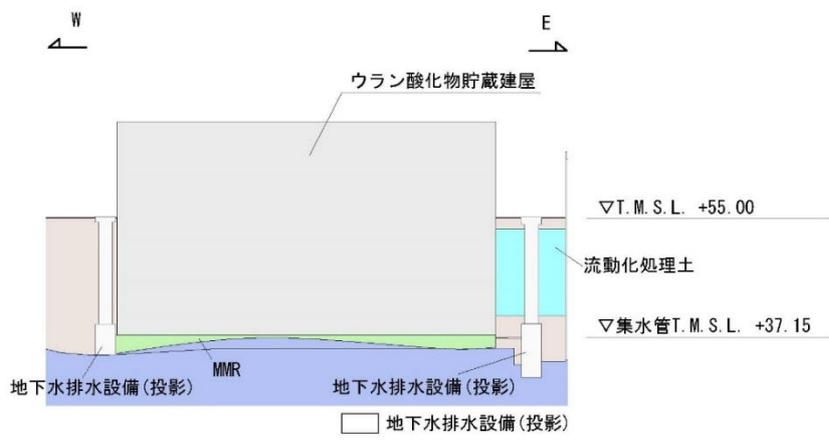
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -20 図 分析建屋の断面図 (単位: m)

添付 2-20



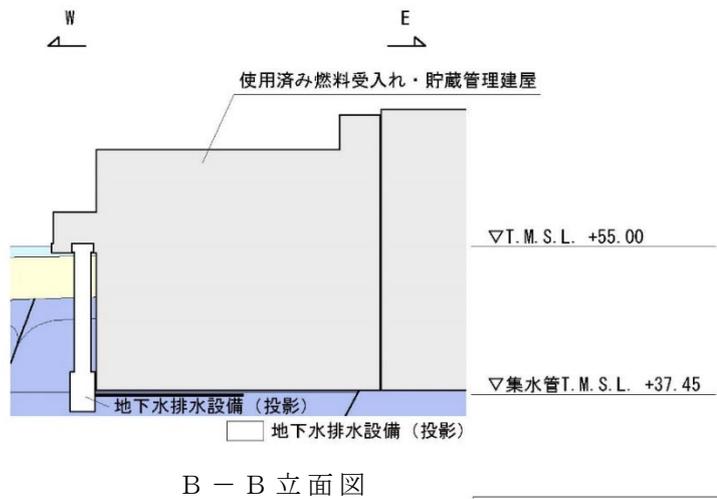
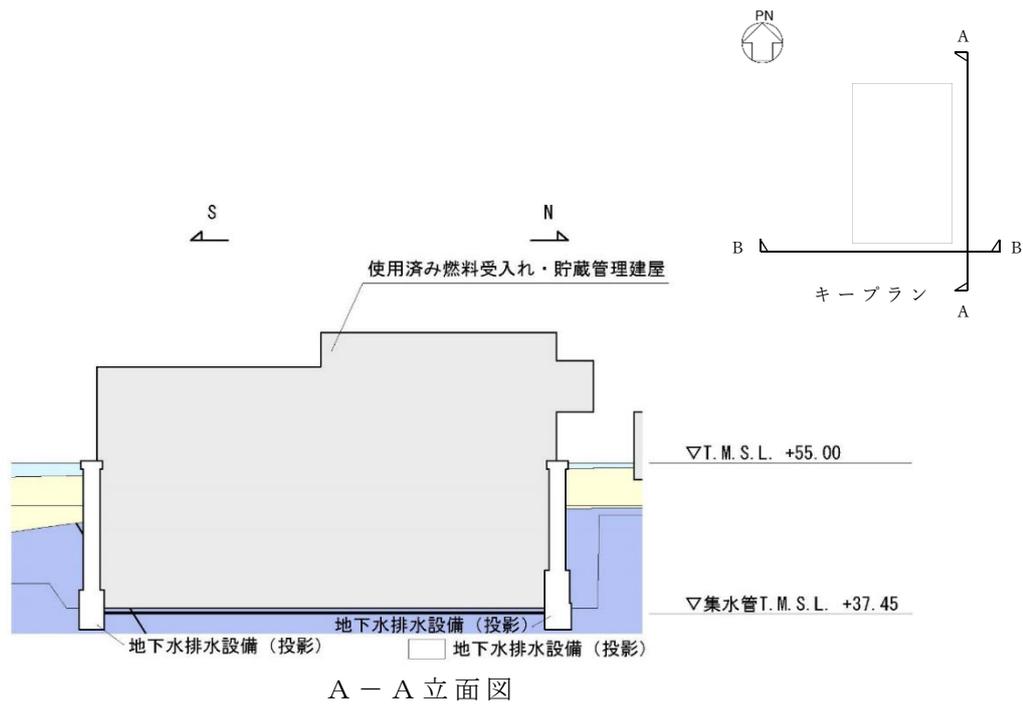
A - A 立面図



B - B 立面図

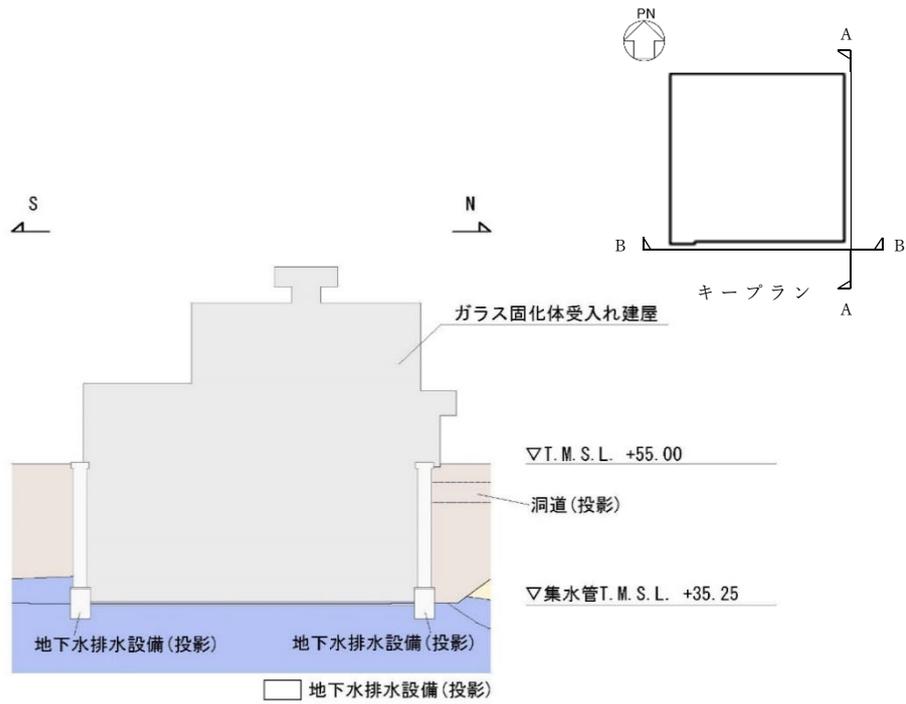
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

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

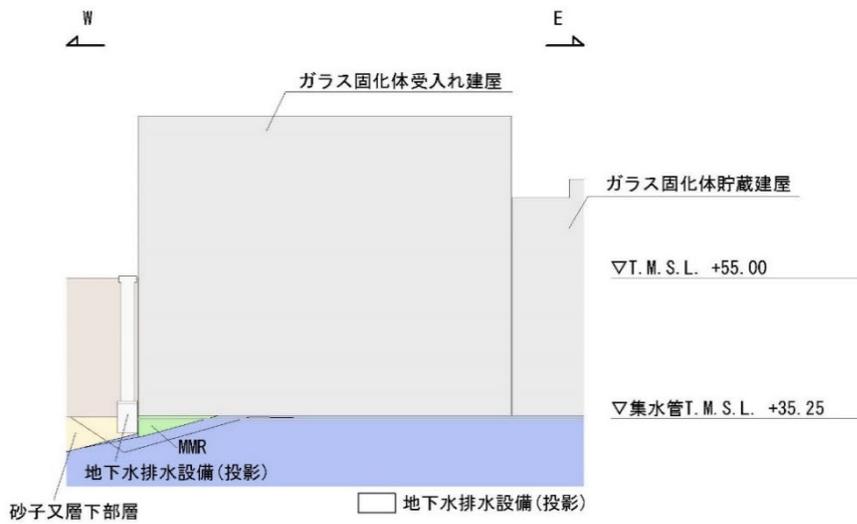


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

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



A - A 立面図

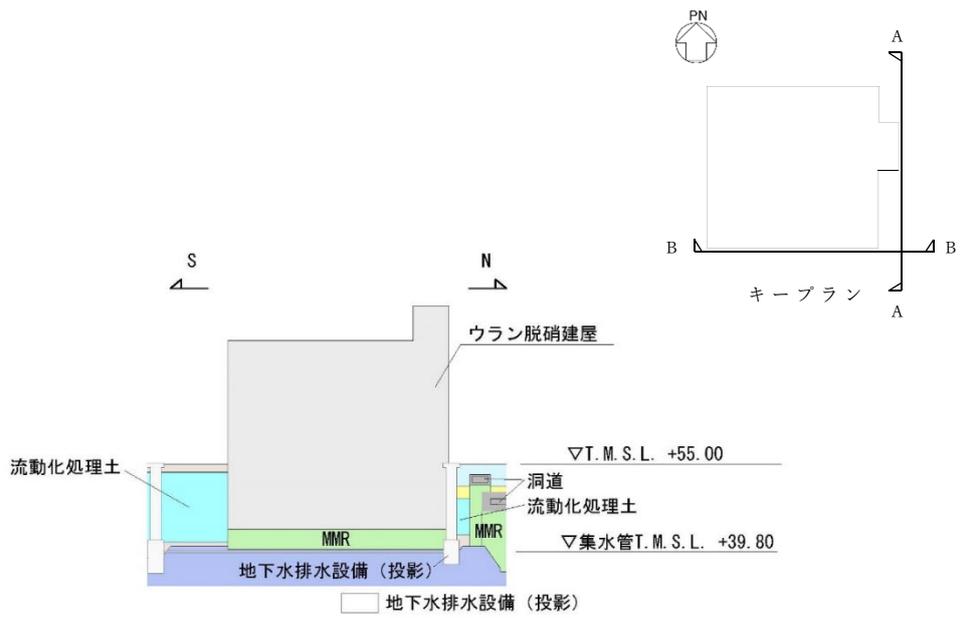


B - B 立面図

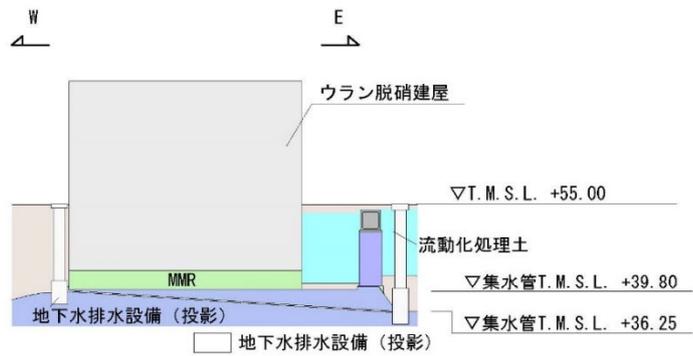
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-23 図 ガラス固化体受入れ建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-23



A - A 立面図

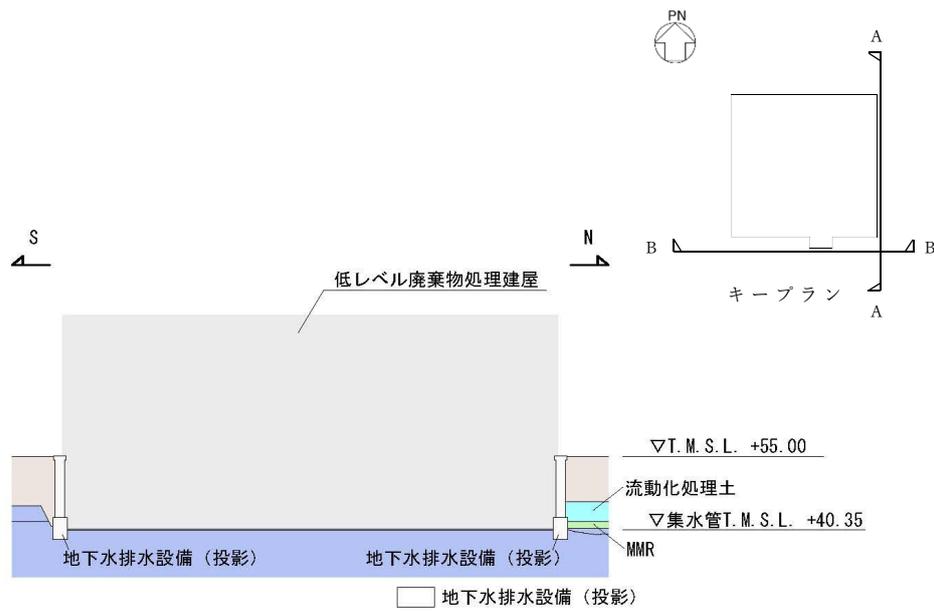


B - B 立面図

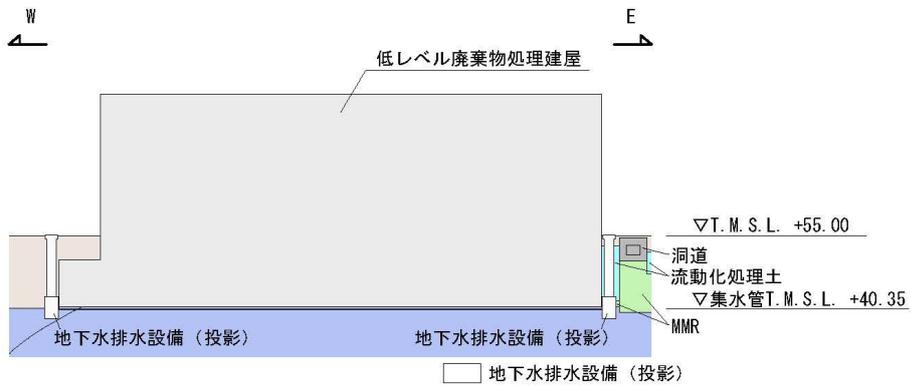
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-24 図 ウラン脱硝建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-24



A - A 立面図

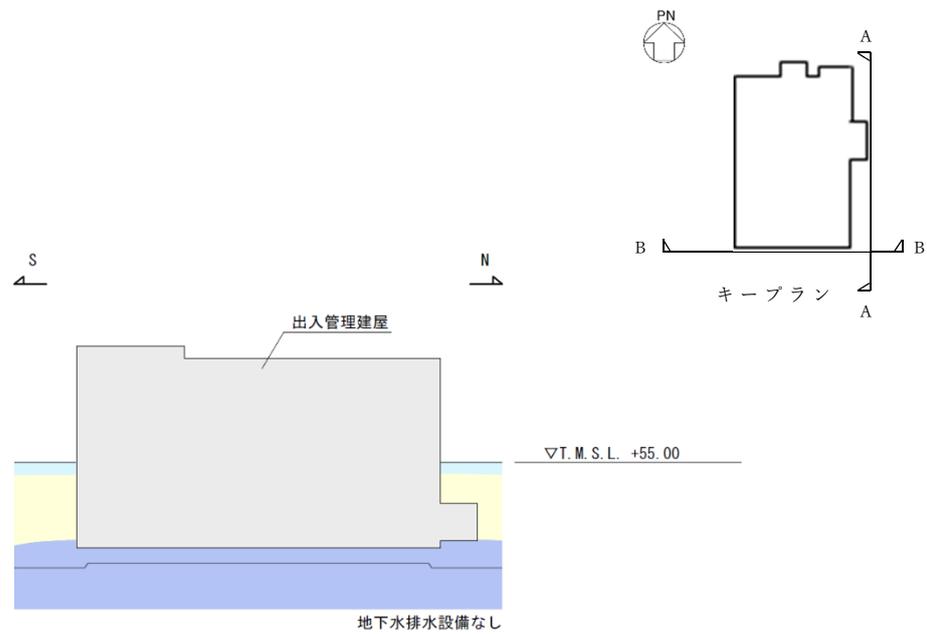


B - B 立面図

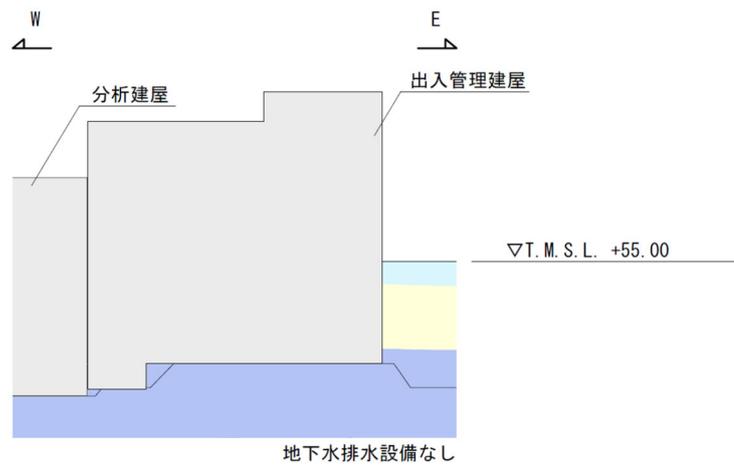
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-25 図 低レベル廃棄物処理建屋の断面図 (単位 : m)

添付 2-25



A - A 立面図

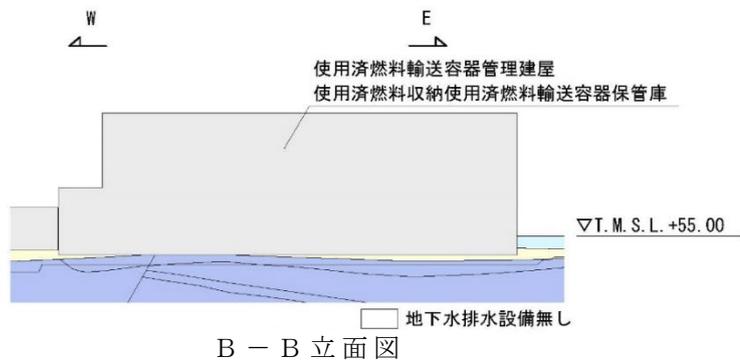
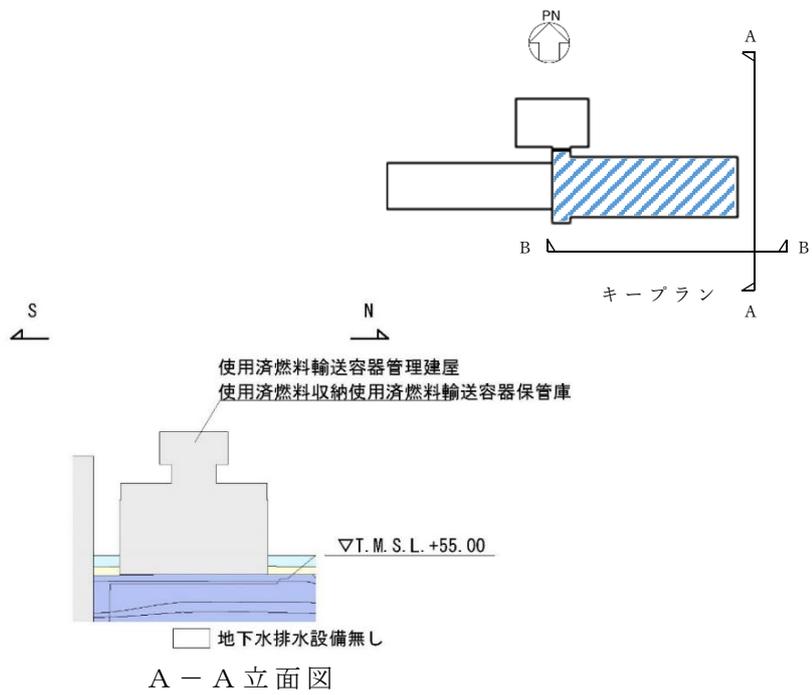


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-26 図 出入管理建屋建屋の断面図 (単位 : m)

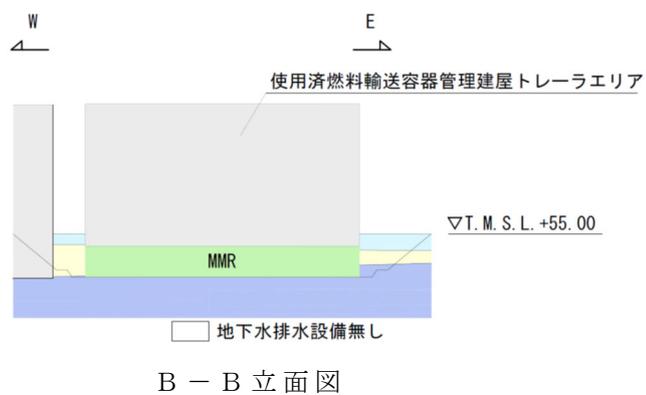
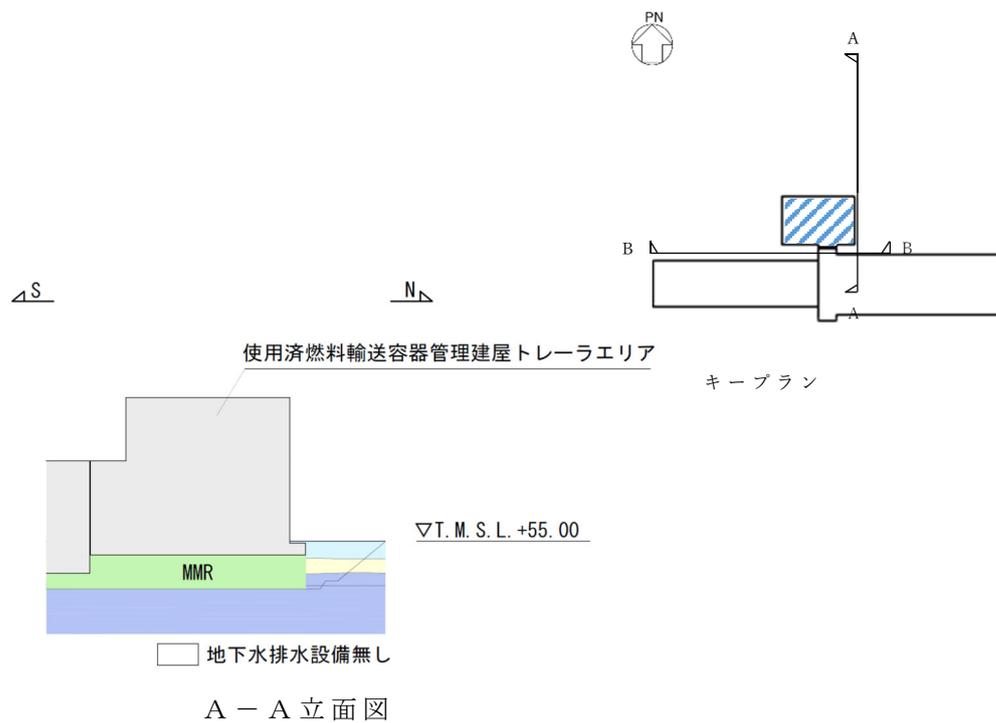
添付 2-26



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）の断面図（単位：m）

添付 2-27

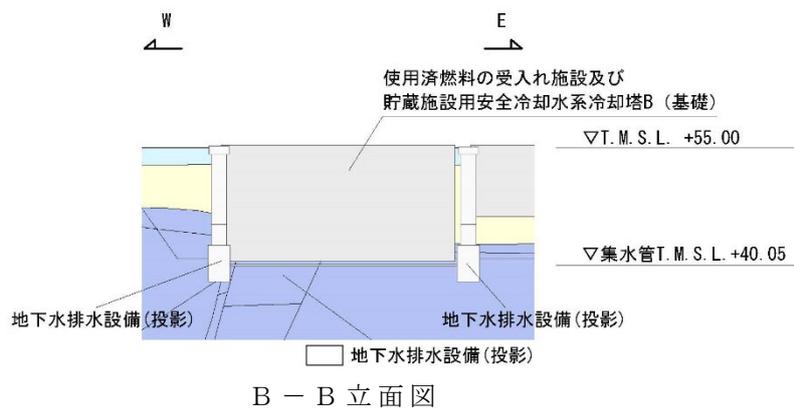
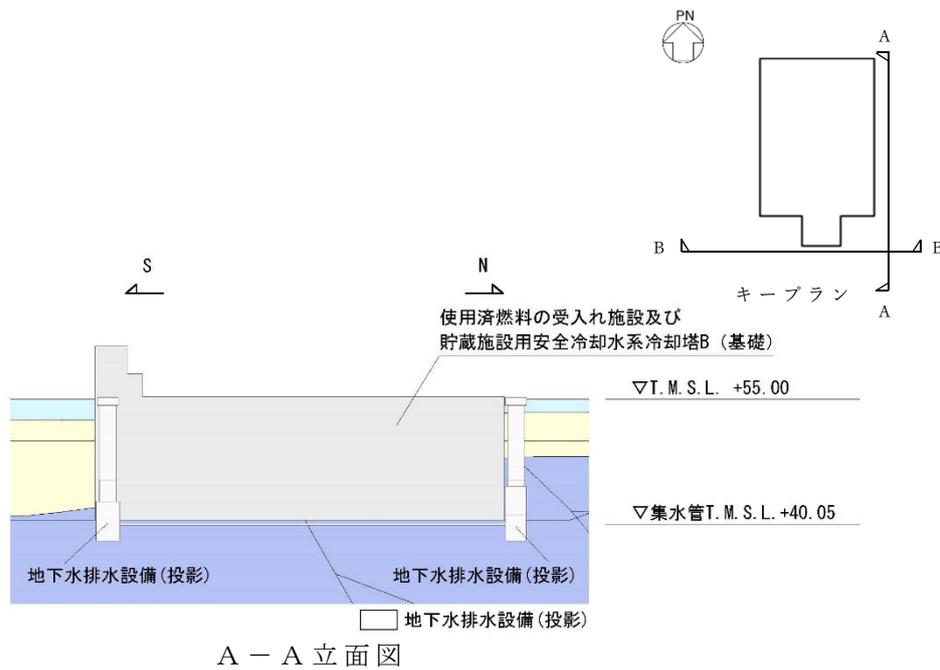


埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-28 図 使用済燃料輸送容器管理建屋（トレーラエリア）の断面図

（単位：m）

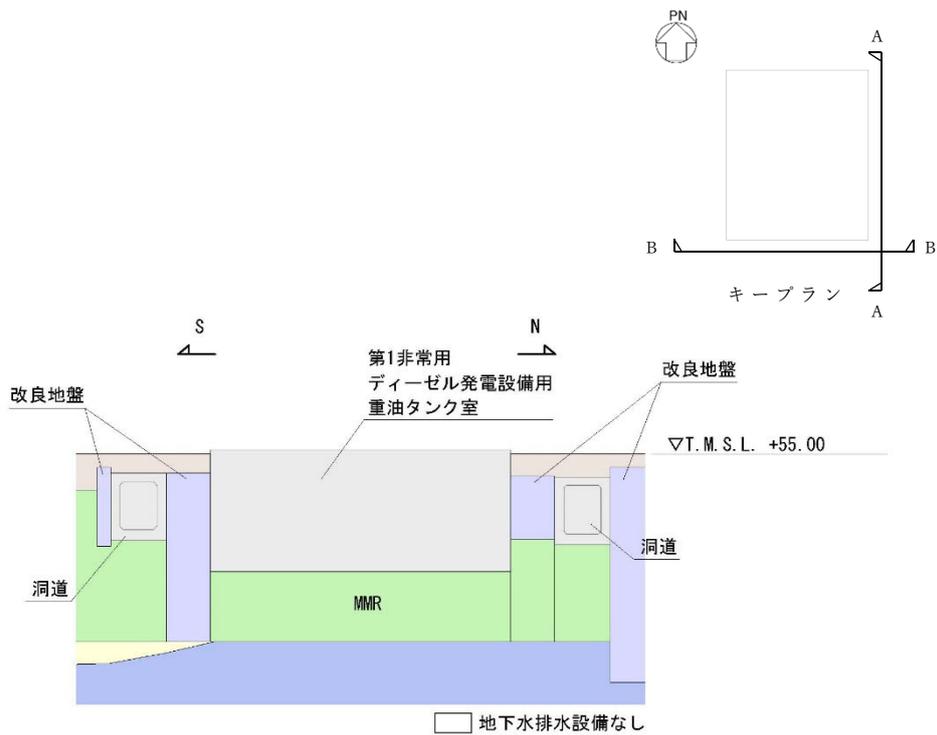
添付 2-28



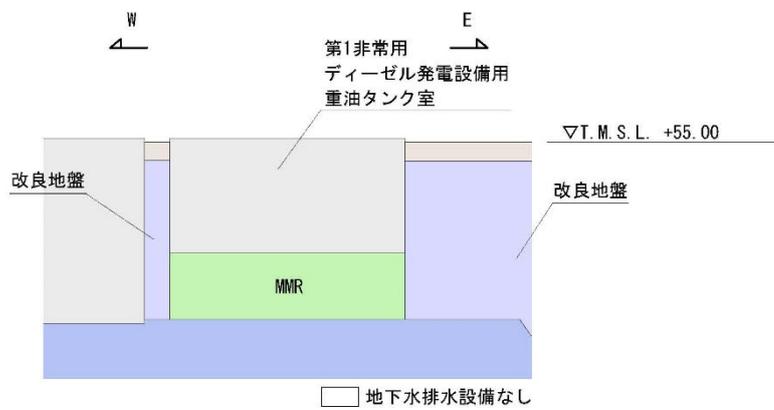
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-29 図 使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備 (B 基礎) の断面図
(単位 : m)

添付 2-29



A - A 立面図

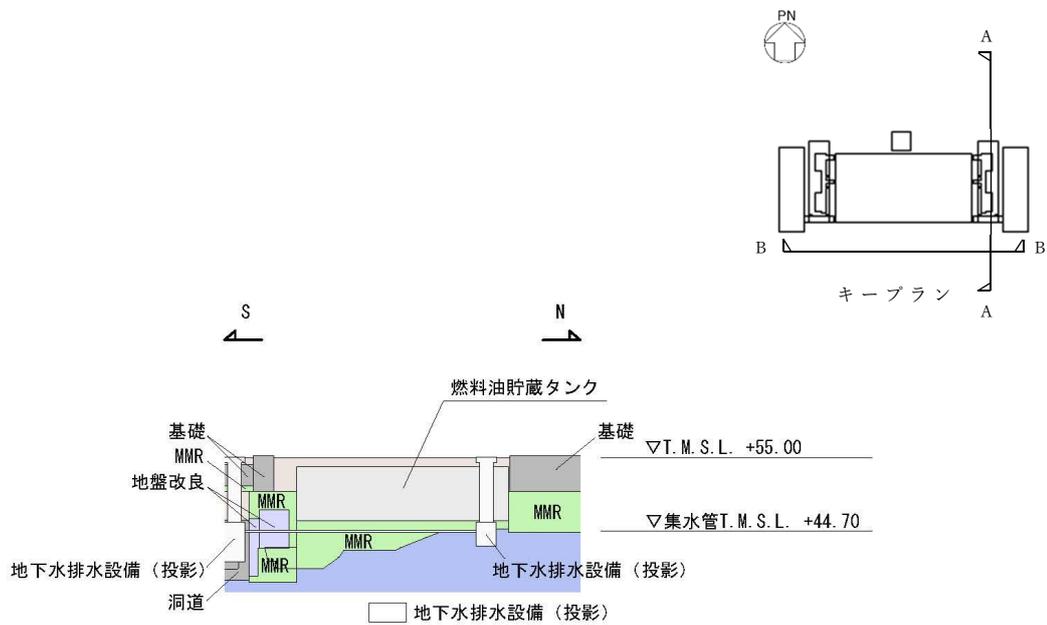


B - B 立面図

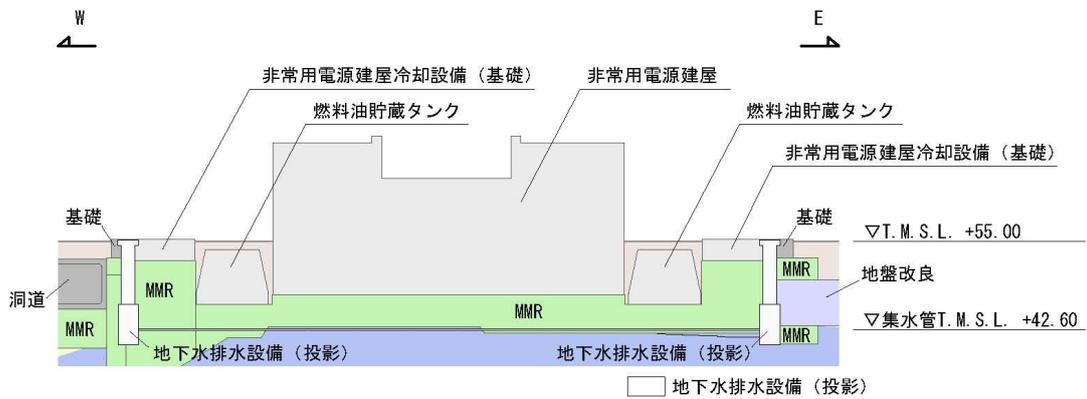
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-30 図 第 1 非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室 (基礎) の断面図 (単位: m)

添付 2-30



A - A 立面図

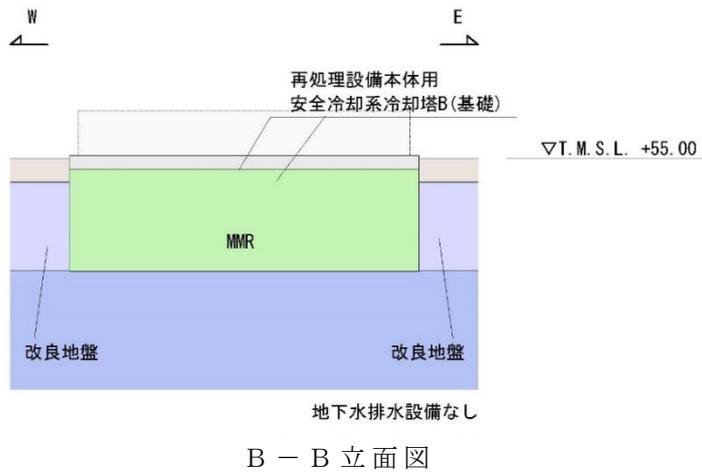
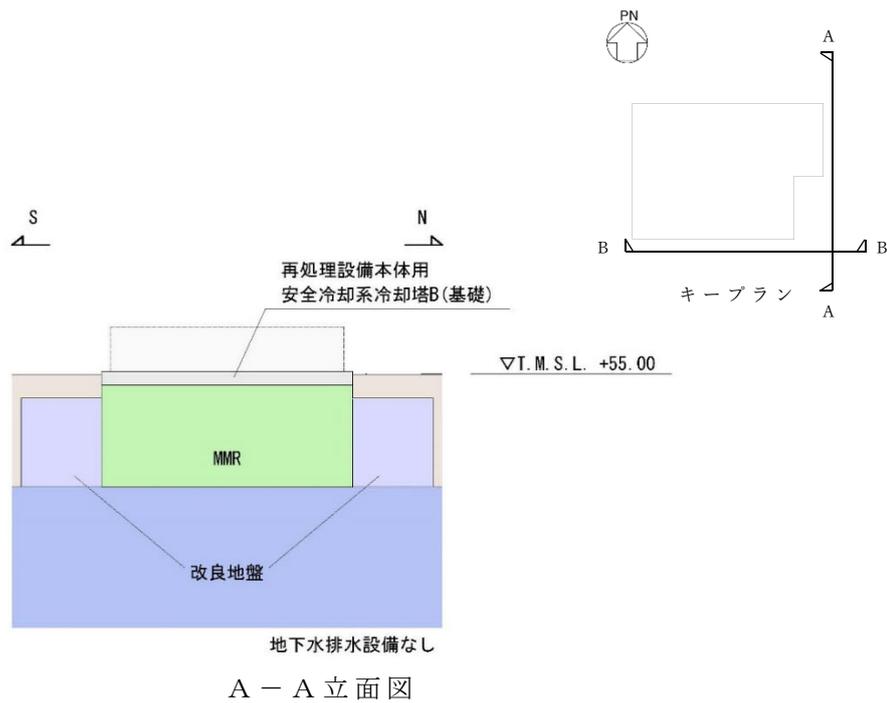


B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -31 図 燃料油貯蔵タンク (基礎) の断面図 (単位 : m)

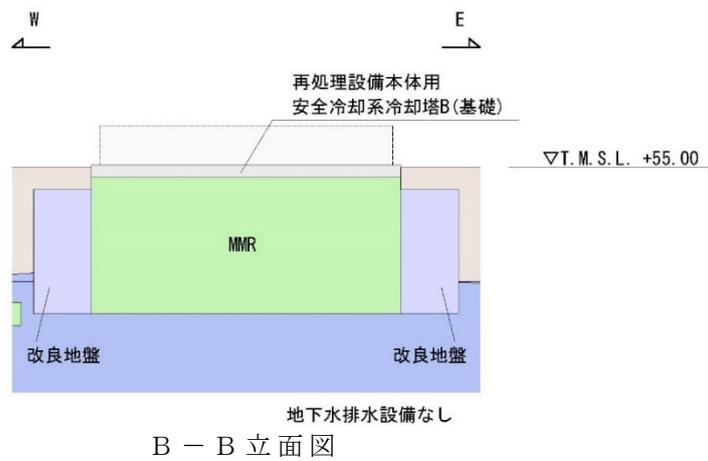
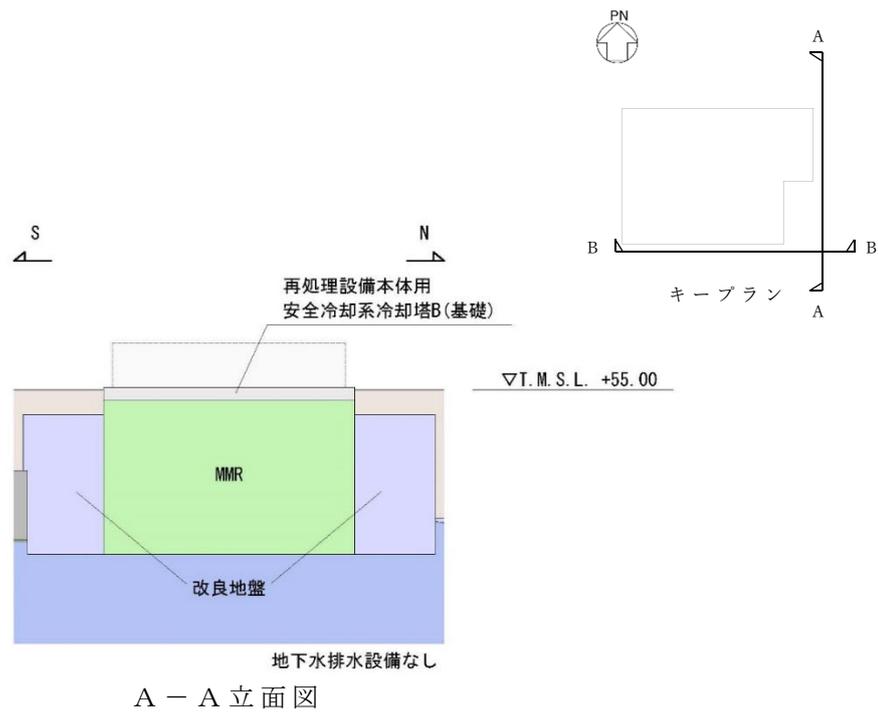
添付 2-31



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 安全冷却水 A 冷却塔 (基礎) の断面図 (単位 : m)

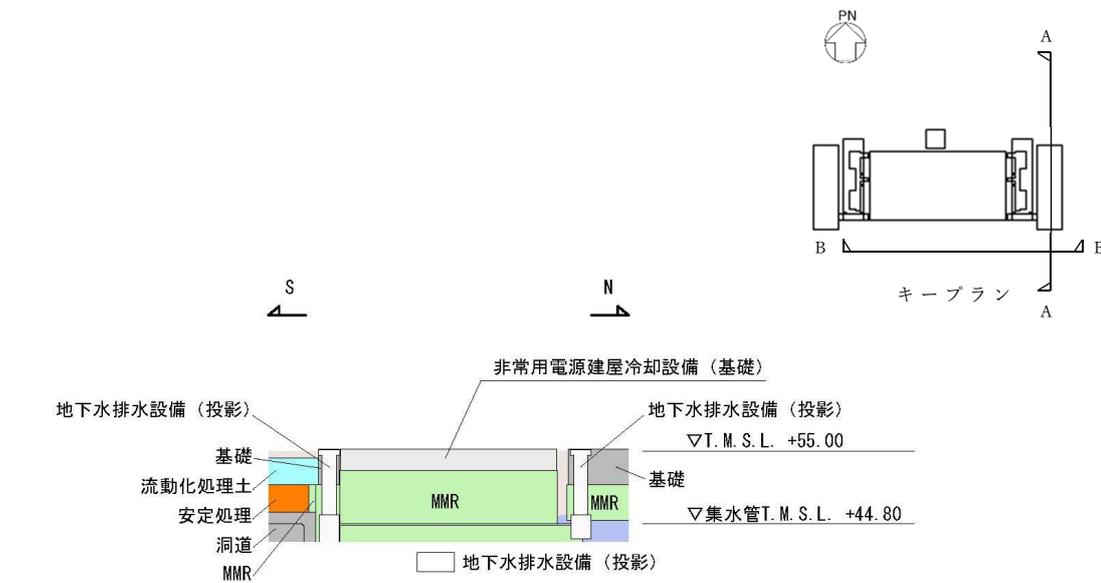
添付 2-32



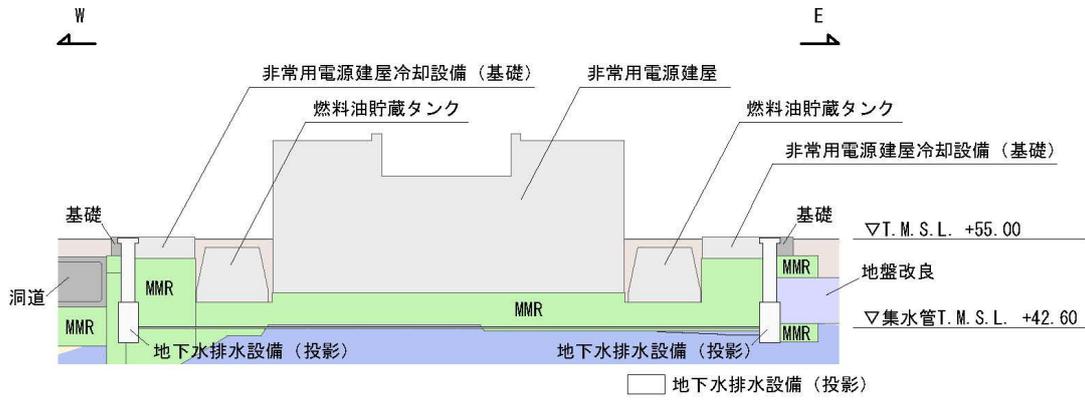
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -33 図 安全冷却水 B 冷却塔 (基礎) の断面図 (単位 : m)

添付 2-33



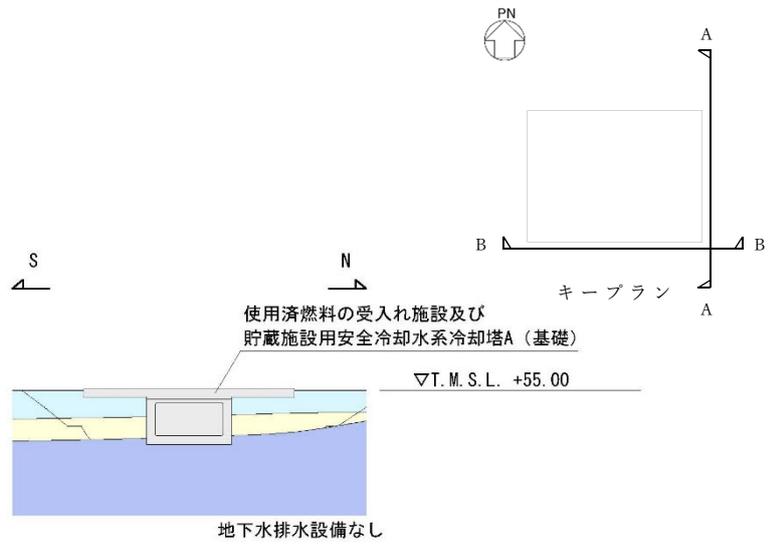
A - A 立面図



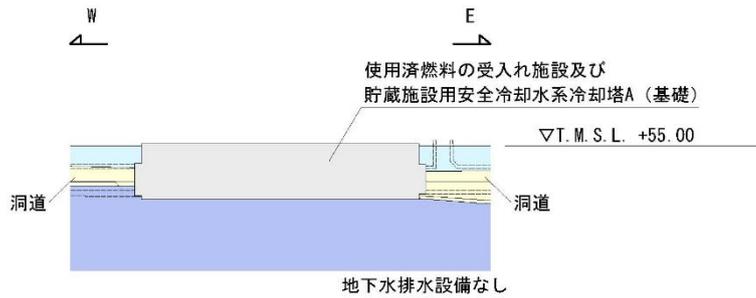
B - B 立面図

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 冷却塔 A, B (基礎) の断面図 (単位: m)
添付 2-34



A - A 立面図

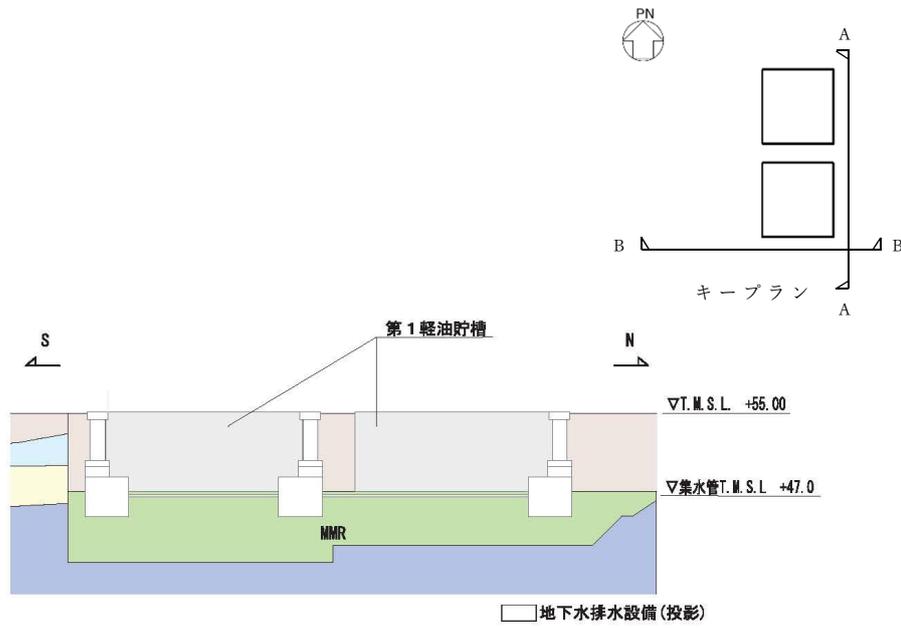


B - B 立面図

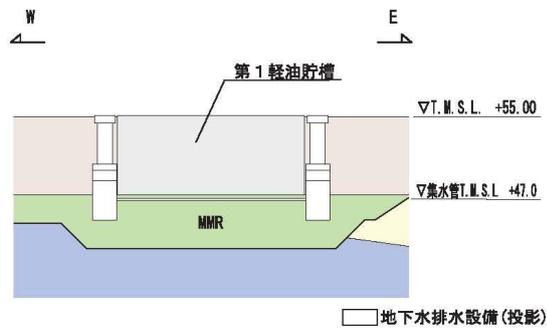
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1.-35 図 使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備 (A 基礎) の断面図
(単位 : m)

添付 2-35



A - A 立面図

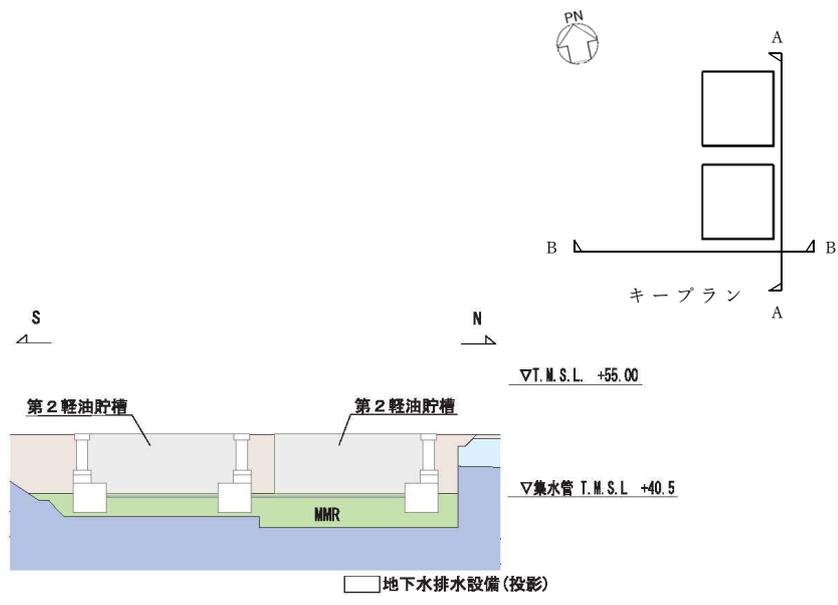


B - B 立面図

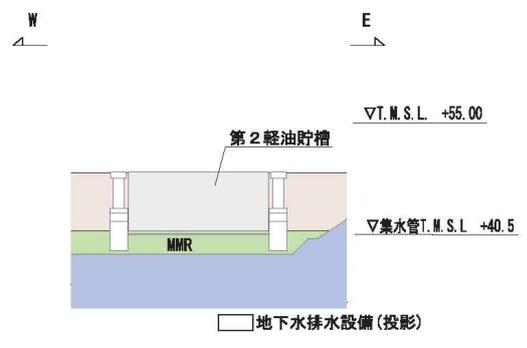
埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -36 図 第 1 軽油貯槽 (基礎) の断面図 (単位 : m)

添付 2-36



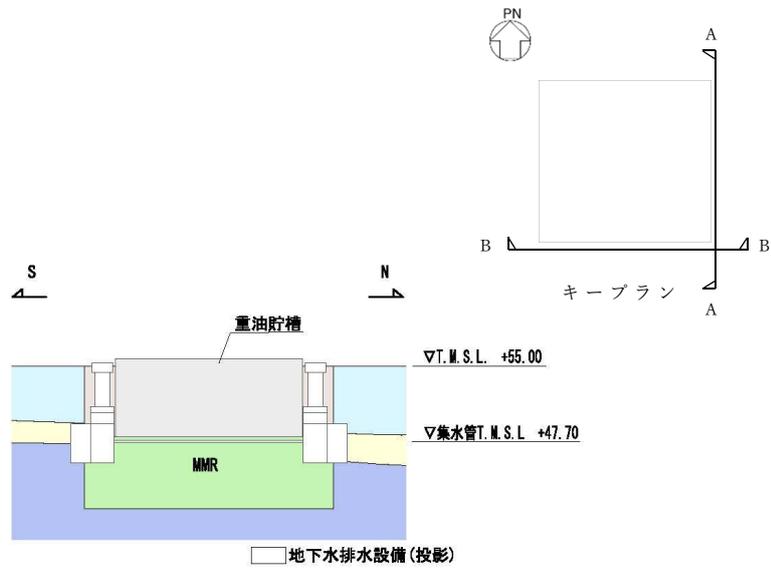
A - A 立面図



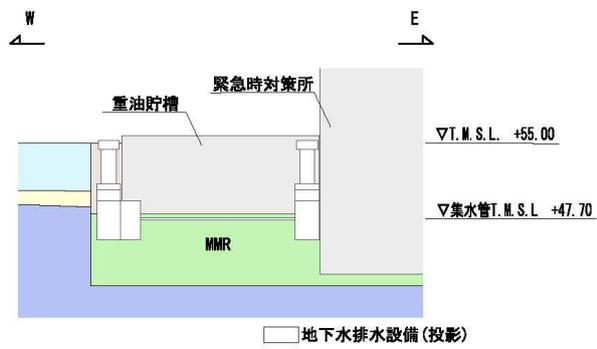
B - B 立面図

埋戻し土:	
造成盛土:	
高位段丘堆積層:	
六ヶ所層:	
鷹架層:	

第 1. -37 図 第 2 軽油貯槽 (基礎) の断面図 (単位 : m)
添付 2-37



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.-38 図 重油貯槽 (基礎) の断面図 (単位 : m)
添付 2-38

添付 3

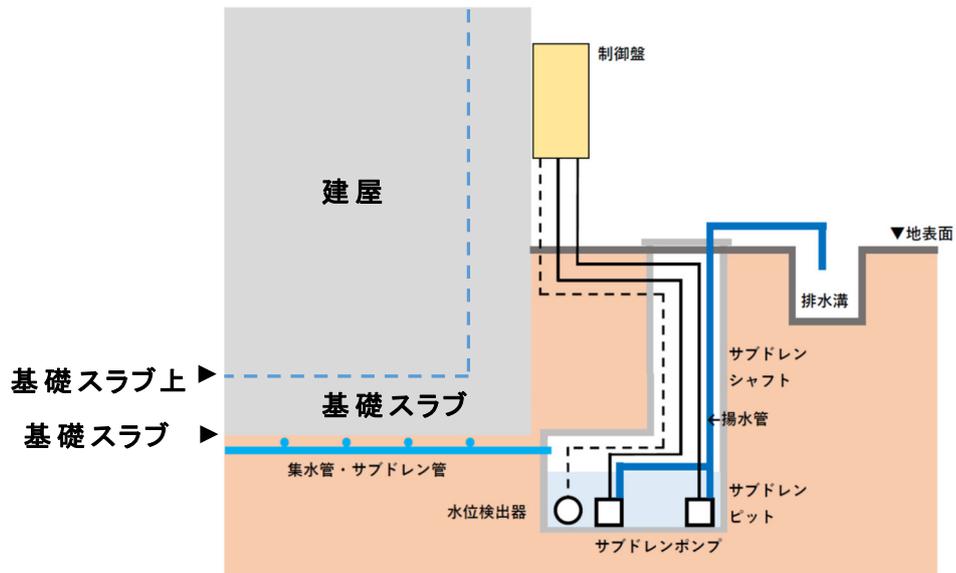
地下水排水設備の排水機能喪失時における
水位上昇時間

目次

1. 水位上昇時間の計算の概要 添付 3-1
2. 計算条件および結果 添付 3-2

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が、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。

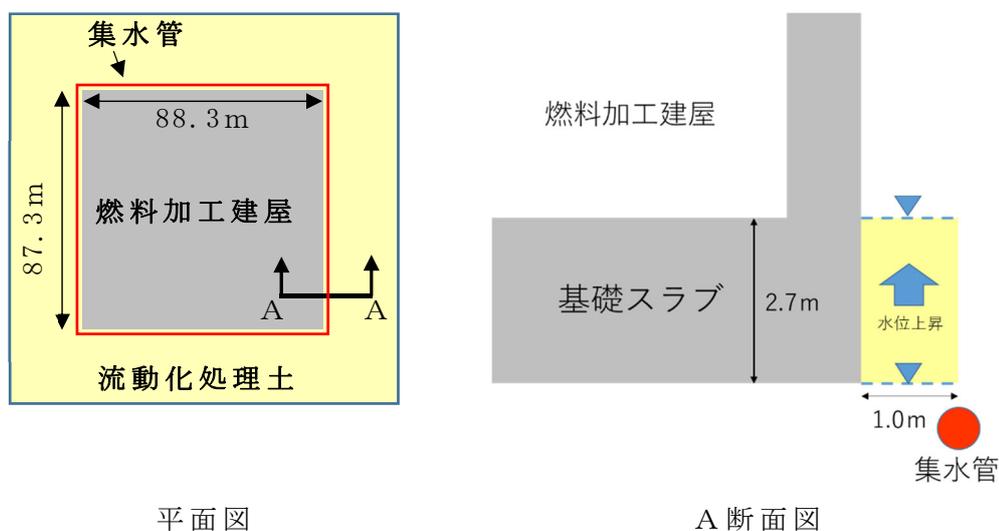


第1-1図 地下水排水設備概要図

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 4

地盤改良の概要

目 次

1. 地盤改良の概要	添付 4-1
1.1 地盤改良工法の種類と適用地盤	添付 4-1
1.2 地盤改良の施工方法	添付 4-3
2. 液状化影響評価対象施設及び各施設周辺の改良地盤の概要	添付 4-4
2.1 液状化影響評価対象施設周辺の改良地盤の概要	添付 4-4
2.2 各施設における改良地盤の概要	添付 4-7
3. 改良地盤の品質確認方針	添付 4-9
3.1 品質確認項目	添付 4-9
3.2 品質確認準拠基準について	添付 4-9
3.3 品質確認	添付 4-10
3.3.1 品質確認頻度	添付 4-10
3.3.2 品質確認方法	添付 4-10
3.3.3 品質確認結果	添付 4-11

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、液状化影響評価対象施設で適用している地盤改良工法を第 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 適用している地盤改良工法

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} ($\bar{V}_s=620\text{m/s}$)

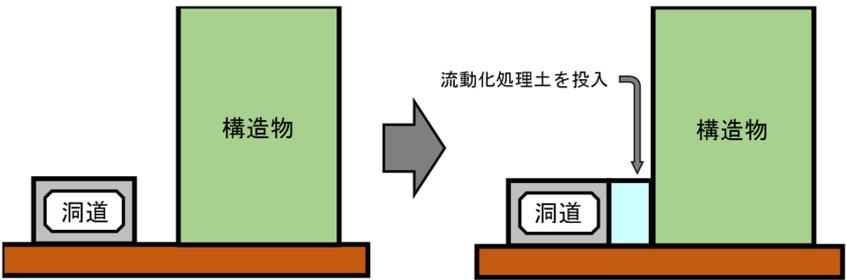
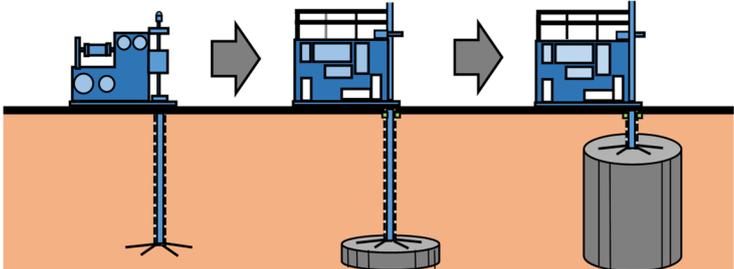
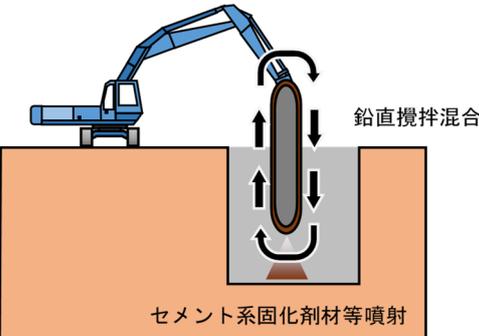
※1 改良地盤 B は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）又は掘削置換工法（流動化処理土置換工法）を採用

※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

液状化影響評価対象施設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。地上構造物及び埋設構造物があり、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。地上構造物及び埋設構造物があり、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. 液状化影響評価対象施設及び各施設周辺の改良地盤の概要

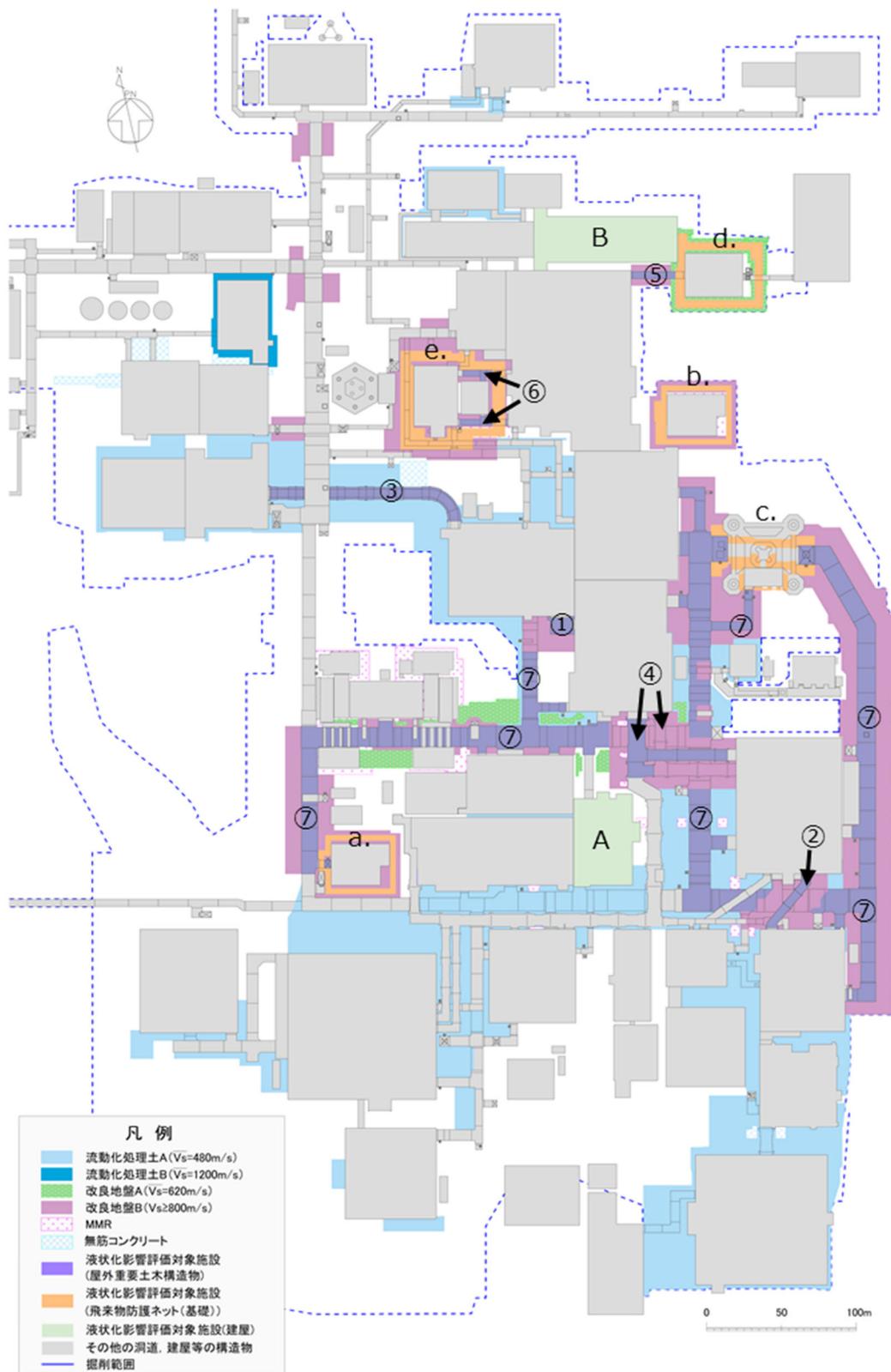
2.1 液状化影響評価対象施設周辺の改良地盤の概要

液状化影響評価対象施設の一覧を第 2.1-1 表に、液状化影響評価対象施設の位置を第 2.1-1 図に示す。また、液状化影響評価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。

第 2.1-1 表 液状化影響評価対象施設の一覧

分類	建物・構築物名称	
構造物の耐震性への影響の観点から評価を実施する施設	屋外重要 土木構造物	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
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	飛来物 防護ネット	a. 安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット
		b. 安全冷却水 A 冷却塔 飛来物防護ネット
		c. 主排気筒に接続する屋外配管及び 屋外ダクトの飛来物防護板（主排気筒周り）
		d. 安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット
		e. 安全冷却水系冷却塔 B 飛来物防護ネット
	建屋	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)

注：建物・構築物名称に付した番号及び記号は、第 2.1-1 図に示す番号と対応している。



第 2.1-1 図 液状化影響評価対象施設の位置

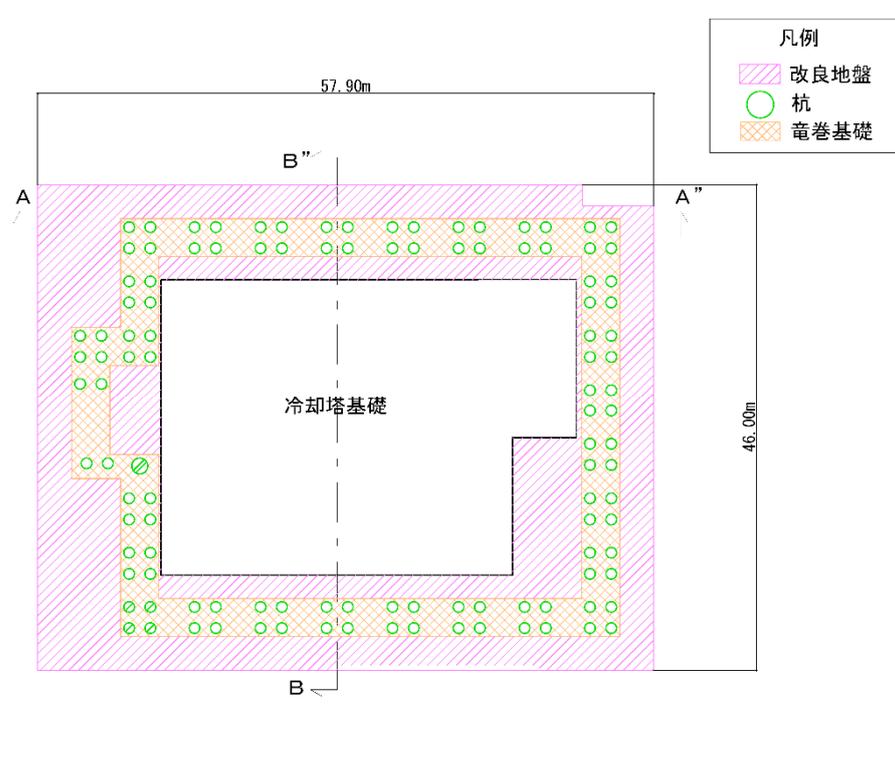
第 2.1-2 表 液状化影響評価対象施設周辺の改良地盤の種類と目的

建屋・構築物名称		改良地盤		
		改良地盤種別	目的	工法
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	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
	②精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	改良地盤B	変形抑制	流動化処理土置換工法
	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	流動化処理土A	施工性向上	流動化処理土置換工法
	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	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
				流動化処理土置換工法
	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	改良地盤B	浮上り防止	高圧噴射攪拌工法
	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	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
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	改良地盤B	変形抑制・浮上り防止	高圧噴射攪拌工法	
	改良地盤A	変形抑制	高圧噴射攪拌工法	
	流動化処理土A	施工性向上	流動化処理土置換工法	
飛来物防護ネット	a. 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
	b. 安全冷却水A冷却塔 飛来物防護ネット	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
				機械攪拌工法
	c. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板（主排気筒周り）	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
	d. 安全冷却水系冷却塔A 飛来物防護ネット	改良地盤A	変形抑制	高圧噴射攪拌工法
機械攪拌工法				
e. 安全冷却水系冷却塔B 飛来物防護ネット	改良地盤B	変形抑制	高圧噴射攪拌工法	
	改良地盤B	変形抑制	流動化処理土置換工法	
建屋	A. 出入管理建屋	流動化処理土A	施工性向上	流動化処理土置換工法
	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)	-	-	-

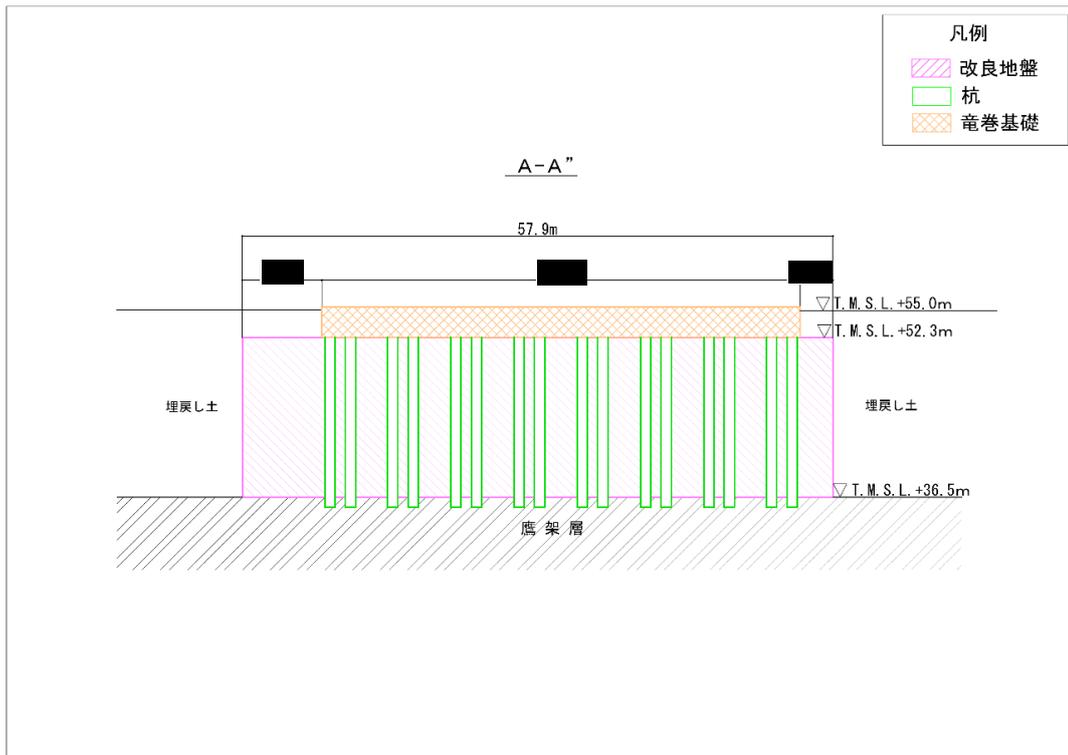
今回申請対象

2.2 各施設における改良地盤の概要

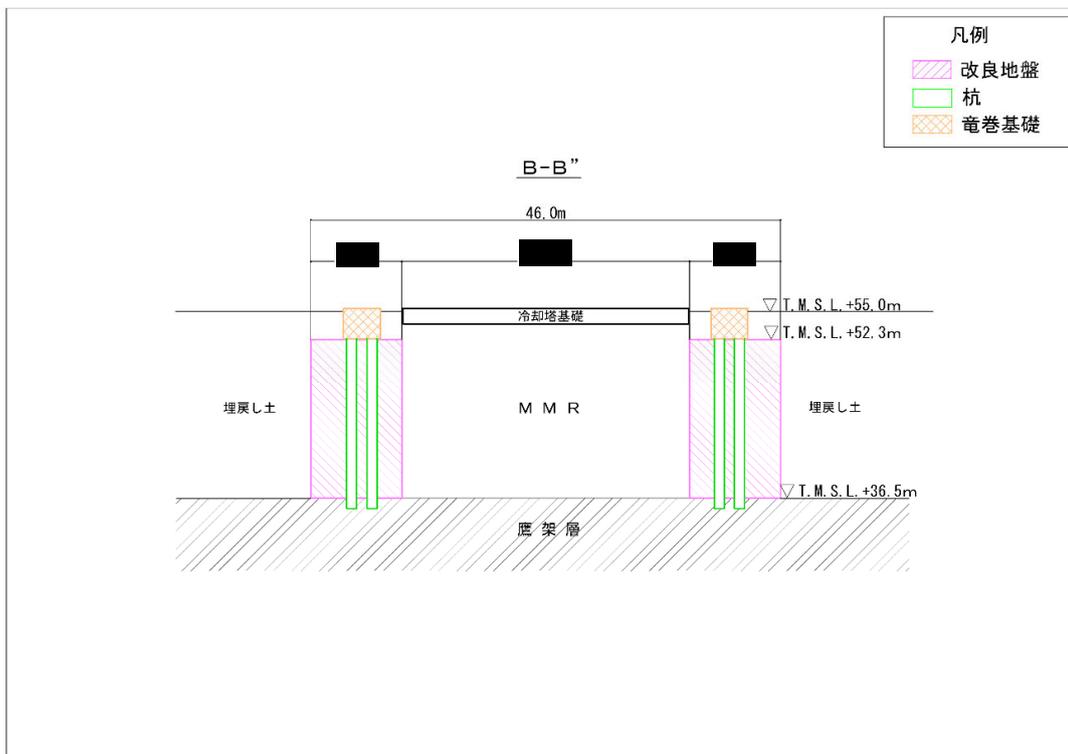
液状化影響評価対象施設のうち、今回申請する施設における改良地盤の平面図及び断面図の概要を第 2.2-1 図に示す。なお、今回申請対象施設以外の改良地盤の概要については、当該施設の申請時において示す。



第 2.2-1 図 (1) 改良地盤の平面図
(安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット)



第 2.2-1 図 (2) 改良地盤の断面図
 (安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット, A-A' 断面)



第 2.2-1 図 (3) 改良地盤の断面図
 (安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット, 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。

安全冷却水 B 冷却塔の飛来物防護ネットの改良地盤(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
対竜策巻設防護	安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	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	安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット

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
安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	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
安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	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

安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット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	剛性		
安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	改良地盤B	高圧噴射攪拌工法	強度	一軸圧縮強度 qu (MN/m ²)	一軸圧縮試験 (JGS 2521)	3.0
			剛性	S波速度 Vs (m/s)	PS検層 (JGS 1122)	※1 600

※1 安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネットの設計では、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。

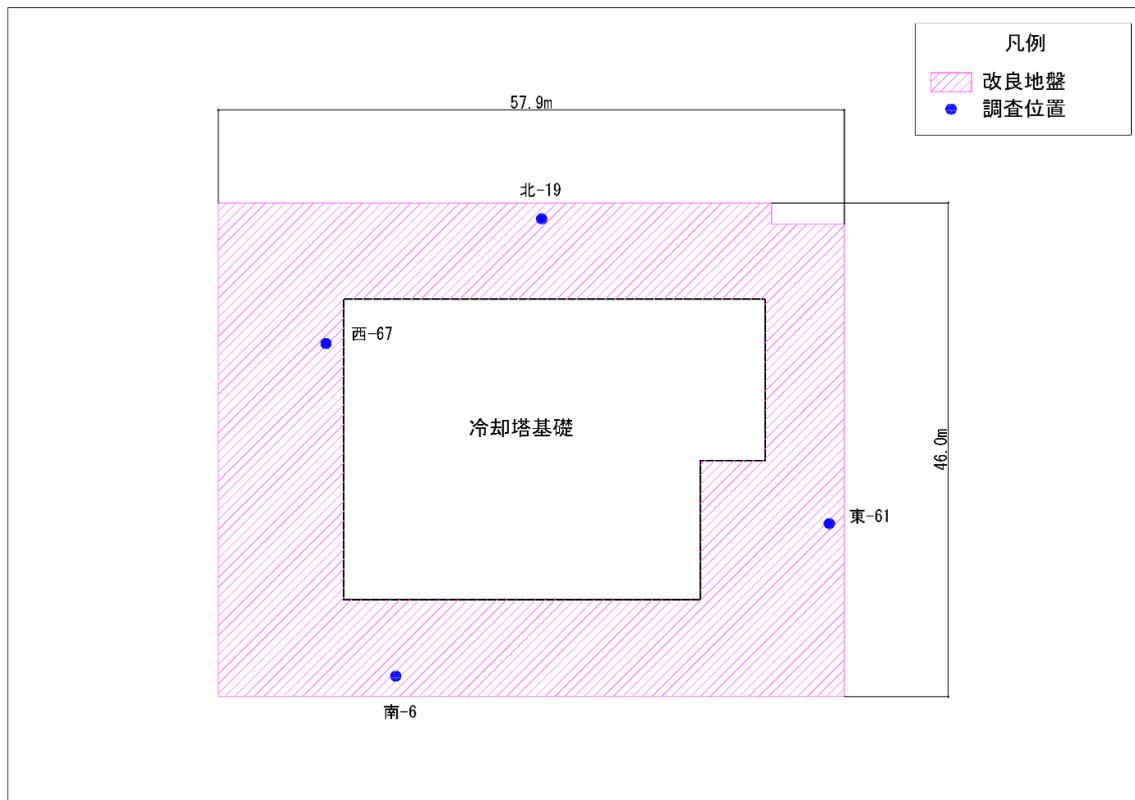
3.3.3 品質確認結果

(1) 安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット

安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット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
(安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット)

第 3.3.3-1 表 改良地盤の品質確認頻度
(安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット)

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	一軸圧縮強度				
安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	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
(安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット) (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
(安全冷却水 B 冷却塔飛来物防護ネット) (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	

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	集水管エリア 11 (燃料加工建屋周辺) の地下水排水設備の配置	2022/7/11	6	-
別紙 - 1 - 2	集水管エリア 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	集水管エリア 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	集水管エリア 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	集水管エリア 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	集水管エリア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	集水管エリア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	集水管エリア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	集水管エリア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	集水管エリア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	集水管エリア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
別紙－２	液状化の影響確認について			

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙－２－１	安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット	2022/7/11	0	-
別紙－２－２	安全冷却水 A 冷却塔 飛来物防護ネット	-	-	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－２－３	主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板（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－２－４	安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット	-	-	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－２－５	安全冷却水系冷却塔 B 飛来物防護ネット	-	-	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

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

集水管エリア 11（燃料加工建屋周辺）の 地下水排水設備の配置

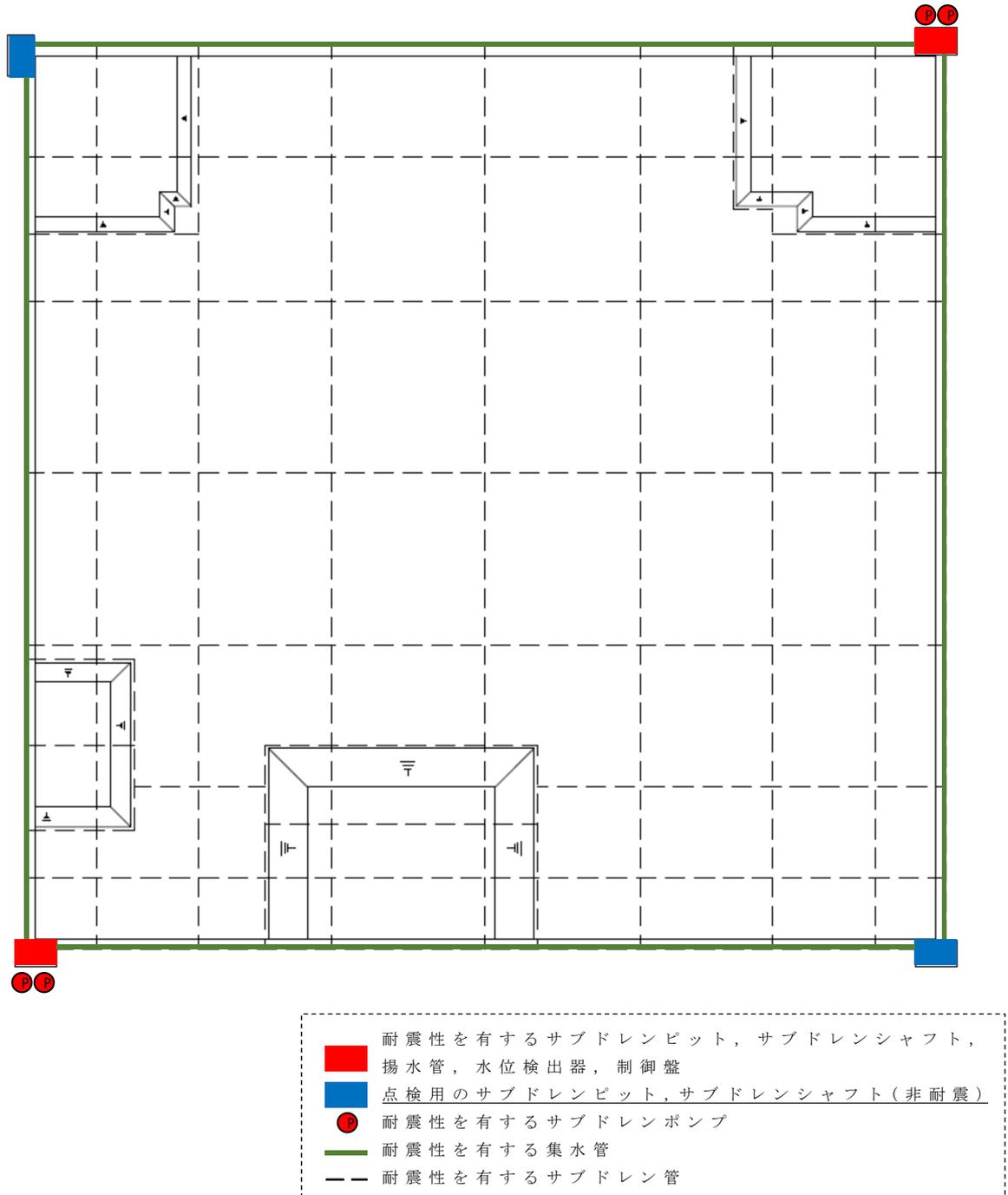
注記：文中の下線部は R5 から R6 への変更箇所を示す

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

別紙2

液状化の影響確認について

(地盤剛性低下，沈下，転倒及び滑動)

別紙 2 - 1

安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット

目 次

1. 概要	別紙 2-1-1
2. 液状化の影響因子.....	別紙 2-1-2
3. 液状化の影響確認.....	別紙 2-1-3
3.1 転倒に対する評価.....	別紙 2-1-3
3.2 滑動に対する評価.....	別紙 2-1-5
3.3 浮上りに対する評価.....	別紙 2-1-7
3.4 検証用モデルを用いた確認.....	別紙 2-1-9
4. まとめ	別紙 2-1-10

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，地盤の液状化に伴い，支持地盤と改良地盤との境界部における転倒，滑動等を評価し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

「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。

液状化時の被害事例から抽出した影響因子による飛来物防護ネット架構への影響を整理し、影響を及ぼさないことを確認する。

各影響因子について、発生による飛来物防護ネット架構への影響の機構及びその確認方法を第 2-1 表に示す。

①地盤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。

ここでは上記以外の③転倒、④滑動及び⑥浮上りについて確認する。

なお、本検討については、補足説明資料「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位の設定について」のうち「7.2 液状化による影響評価」の「7.2.5(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。

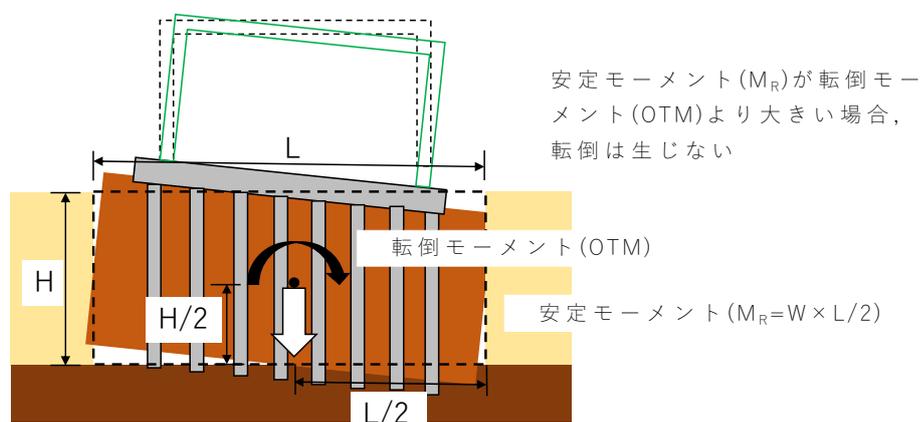
併せて「資料番号：耐震建物 23 設工認に係る補足説明資料 耐震計算書に関する竜巻防護対策設備の耐震性評価についての補足説明資料 別紙 1-1 安全冷却水系 B 冷却塔 飛来物防護ネットの耐震性評価について」にて構築した検証用モデルでの結果について参考として示す。

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。第 3.1-1 表より、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。

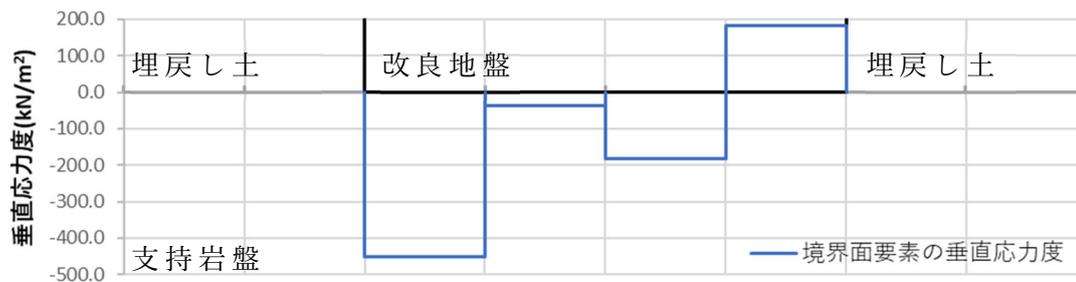


第 3.1-1 図 転倒に対する評価のイメージ

第 3.1-1 表 転倒に対する評価

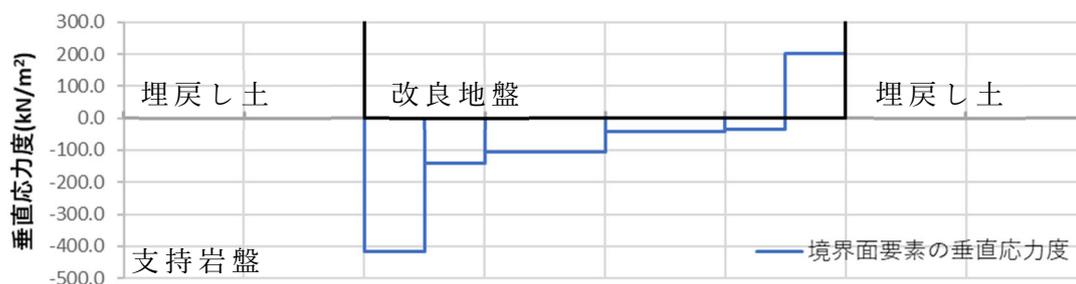
方向	差分($OTM - M_R$) ($kN \cdot m/m$)	評価	地震動
NS 方向	-10612	0 未満	Ss-A
EW 方向	-27106	0 未満	Ss-A

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 図および第 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。

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
(NS 方向)



※引張が正，圧縮が負とする。

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
(EW 方向)

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「資料番号：耐震建物 23 設工認に係る補足説明資料 耐震計算書に関する竜巻防護対策設備の耐震性評価についての補足説明資料 別紙 1-1 安全冷却水系 B 冷却塔 飛来物防護ネット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に杭体のせん断抵抗力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 Ss-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。

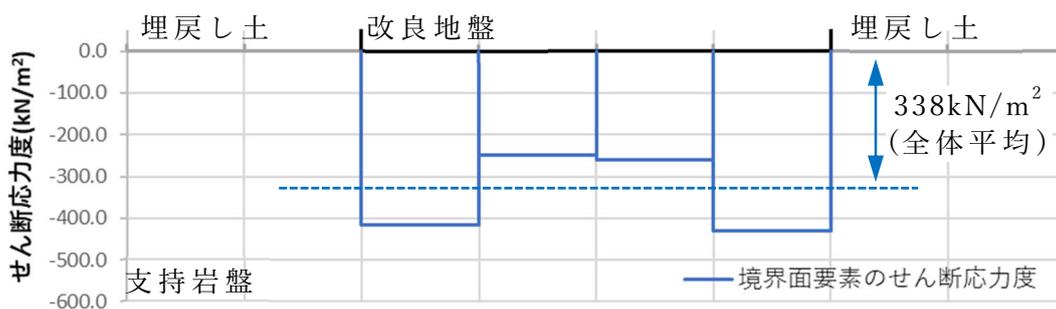
Ss-C1 に対し、改良地盤下端で最大せん断応力度が生じた時刻の各要素のせん断応力度分布を第 3.2-1 図及び第 3.2-2 図に示す。いずれの要素のせん断応力度も支持地盤のせん断抵抗力を下回ることを確認した。

第 3.2-1 表 滑動に対する評価

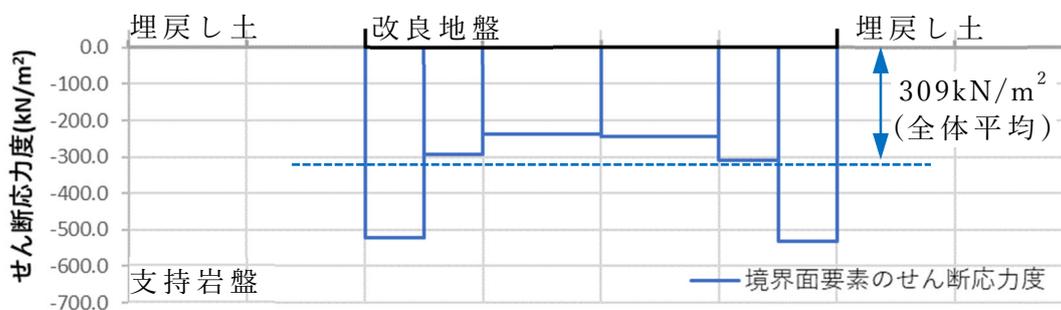
方向	せん断応力度 (kN/m ²)	せん断抵抗力* (kN/m ²)	評価	地震動
NS	338(320)	869	0.39	Ss-C1
EW	309(298)	869	0.36	Ss-C1

注記 *：垂直応力度に地震応答解析結果を考慮。

注：括弧以外は有効応力解析結果を示し、括弧内は全応力解析結果を示す。



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 (NS 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 (EW 方向)

3.3 浮上りに対する評価

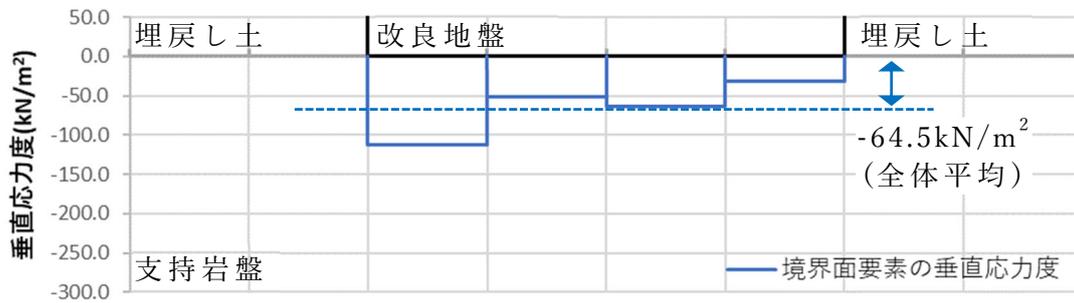
施設の下方に液状化対象層がないことから浮上りに対する影響はないため、評価は不要である。しかしながら、有効応力解析の結果からも浮上りが生じないことを確認する。

第 3.3-1 表に、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、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、図よ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、浮上りは生じないと評価した。

第 3.3-1 表 浮上りに対する評価

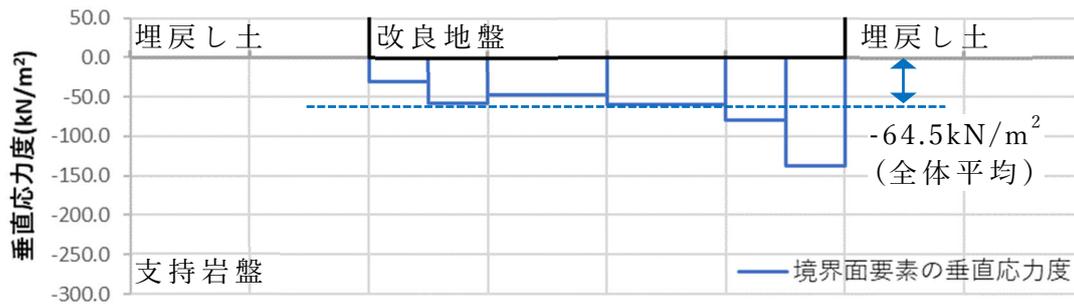
方向	垂直応力度 (kN/m ²)	評価	地震動
NS 方向	-64.5	0 未満	Ss-B3
EW 方向	-64.5	0 未満	Ss-B3

注 : 引張が正, 圧縮が負とする。



注：引張が正，圧縮が負とする。

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
(NS 方向)



注：引張が正，圧縮が負とする。

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
(EW 方向)

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、滑動等が生じないことを、検証用モデルに対して確認した。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	Ss-A
EW 方向	-142703	0 未満	Ss-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	Ss-C1
EW	245	869	0.29	Ss-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	Ss-B3
EW 方向	-87	0 未満	Ss-B3

注：引張が正、圧縮が負とする。

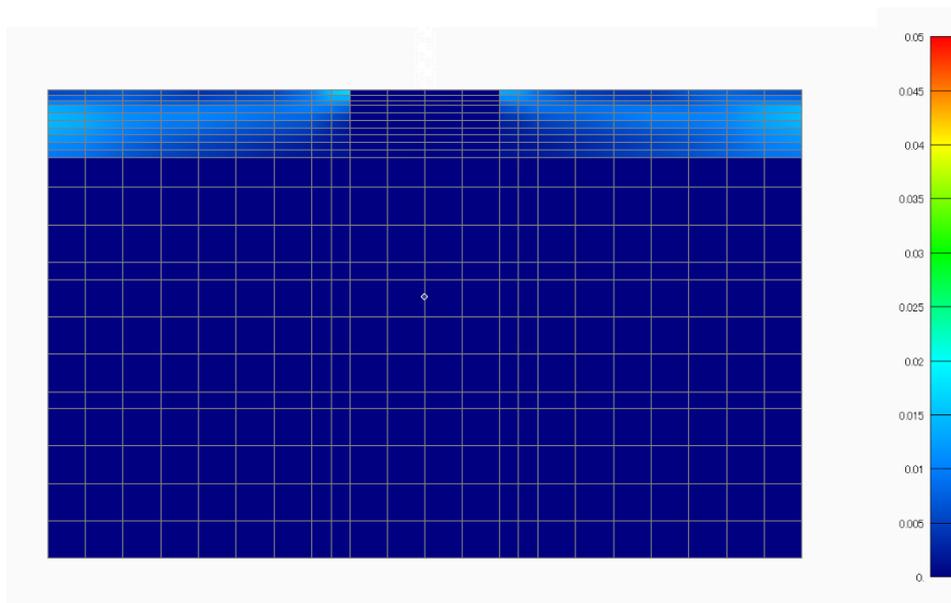
4.まとめ

液状化時の被害事例から抽出した影響因子に対して、飛来物防護ネット架構への影響の有無を確認した結果、冷却塔へ与える波及的影響はないことを確認した。

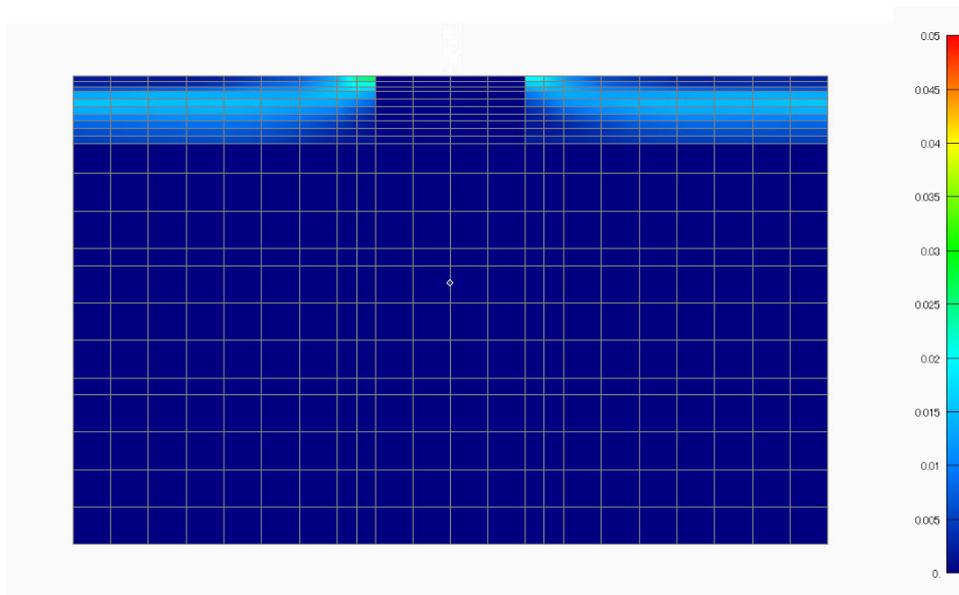
参考資料 1

地盤の最大応答分布

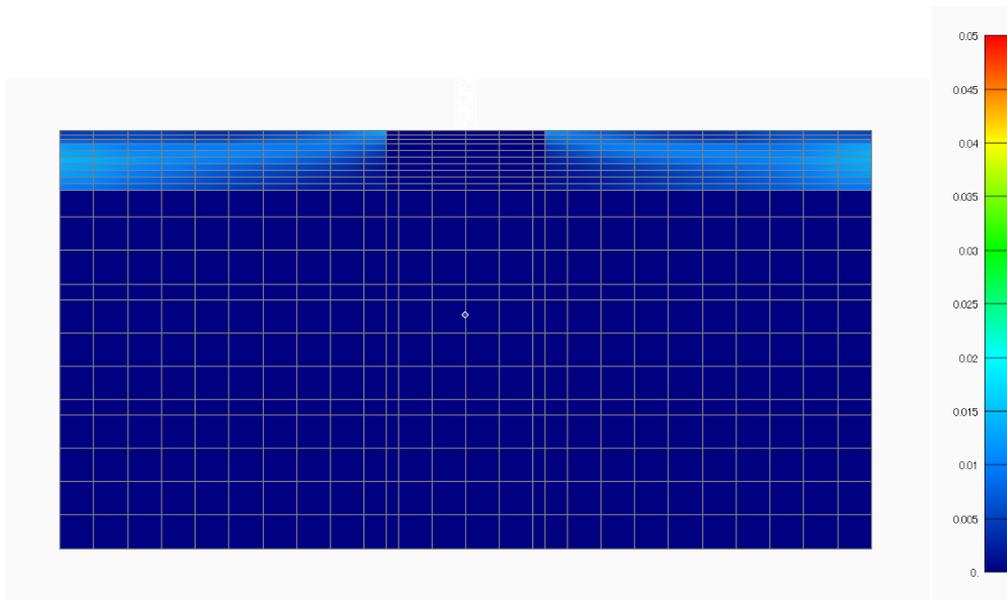
全応力解析及び有効応力解析の結果のうち，地盤の最大応答せん断ひずみ分布及び過剰間隙水圧分布を第 1 図～第 12 図に示す。なお，解析結果は代表として Ss-A 及び Ss-C1 を示す。



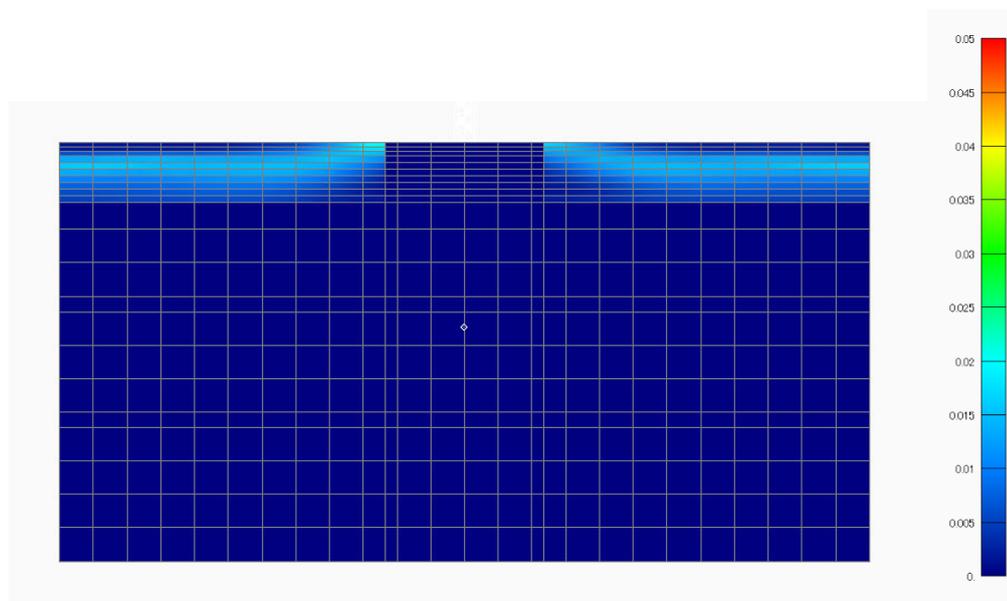
第 1 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-A, 全応力解析)



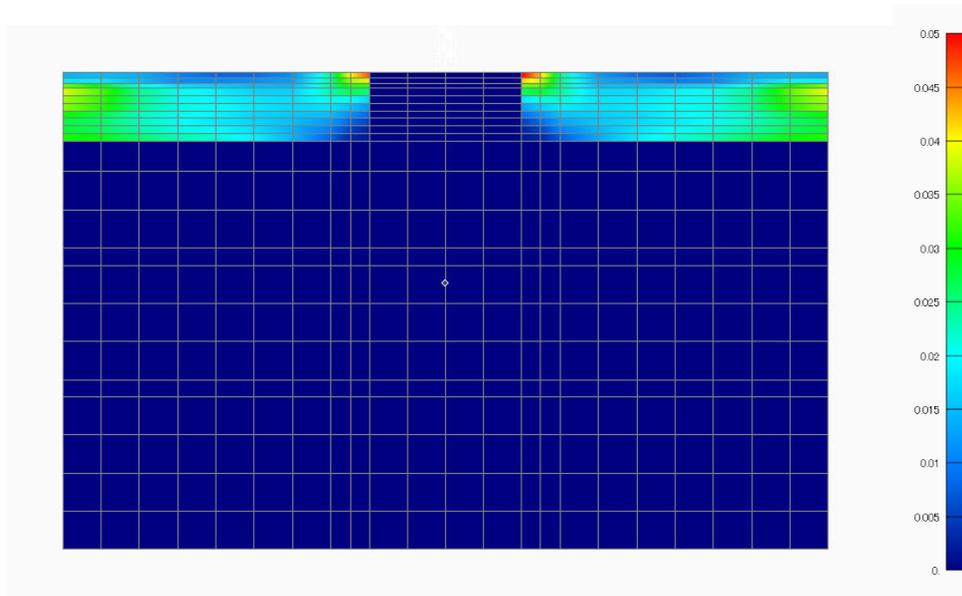
第 2 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-C1, 全応力解析)



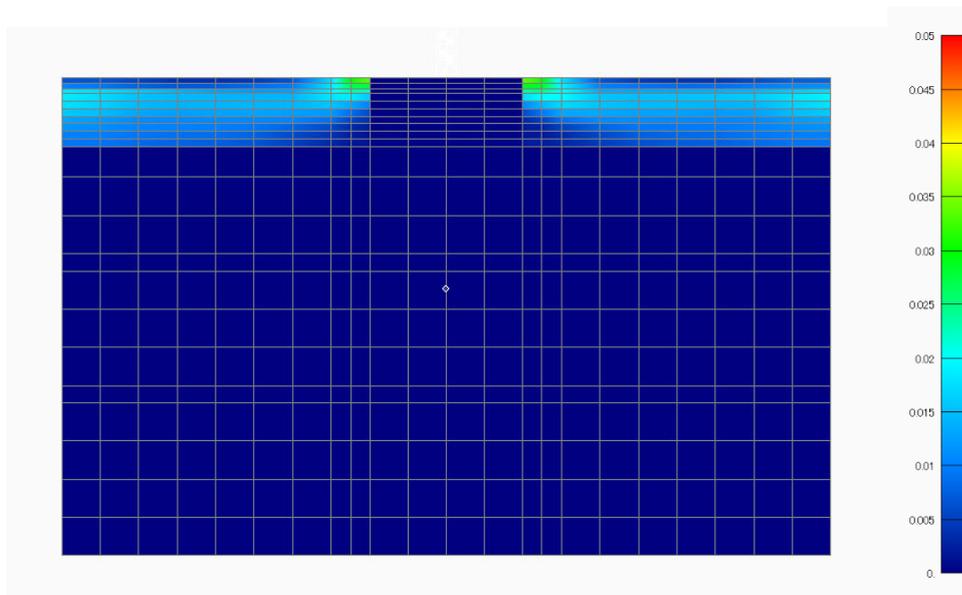
第 3 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-A, 全応力解析)



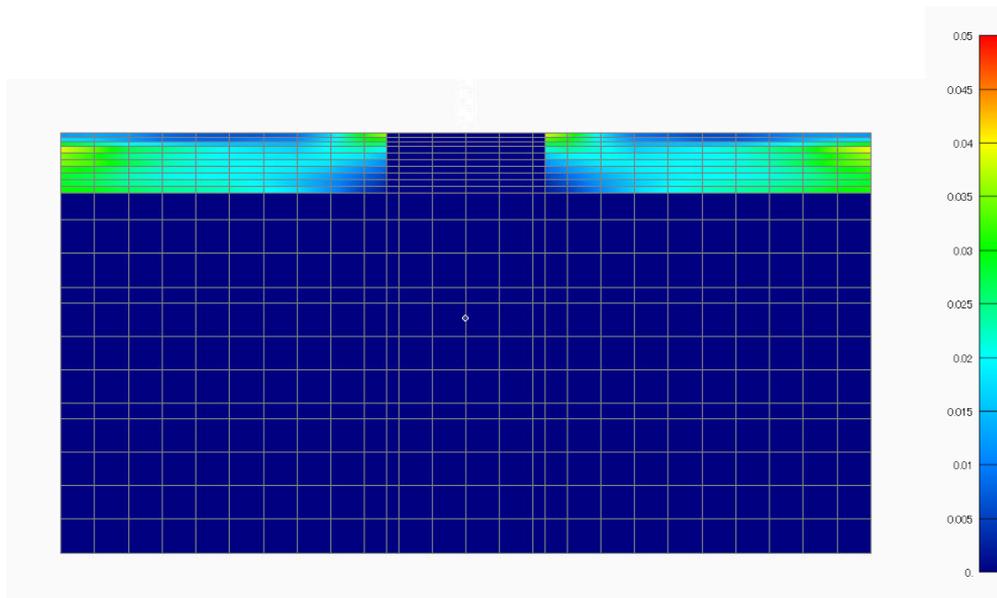
第 4 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-C1, 全応力解析)



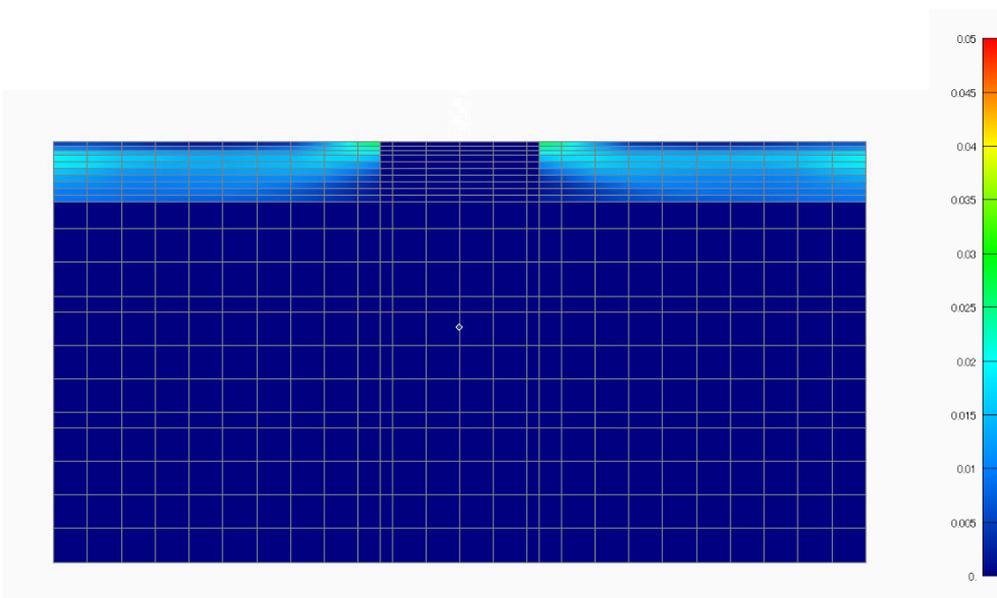
第 5 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-A, 有効応力解析)



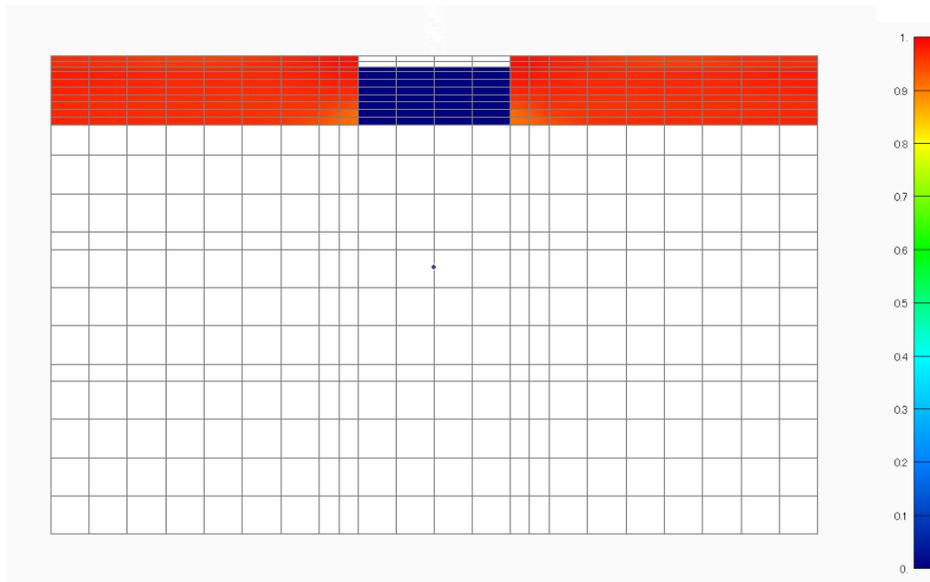
第 6 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(NS 断面, S_s-C1, 有効応力解析)



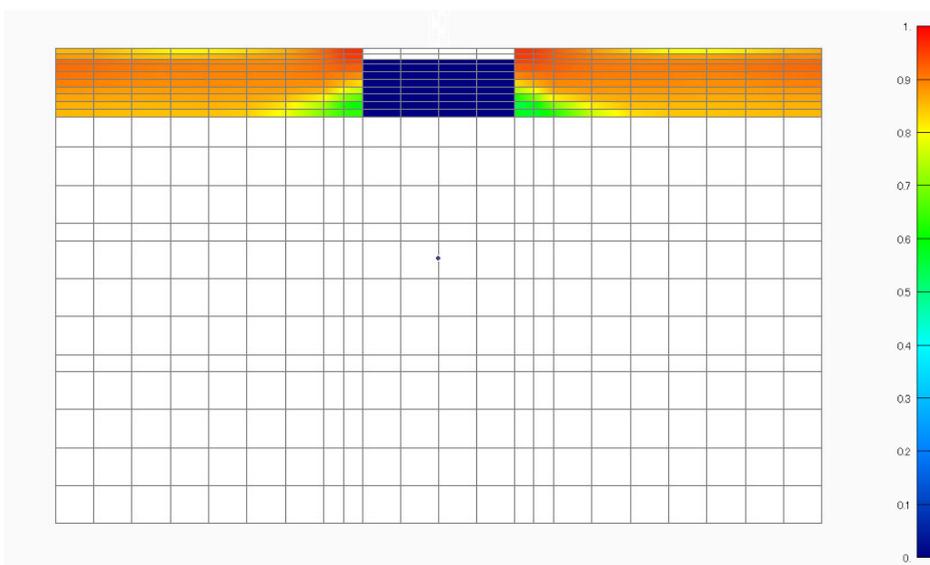
第 7 図 地盤の最大せん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-A, 有効応力解析)



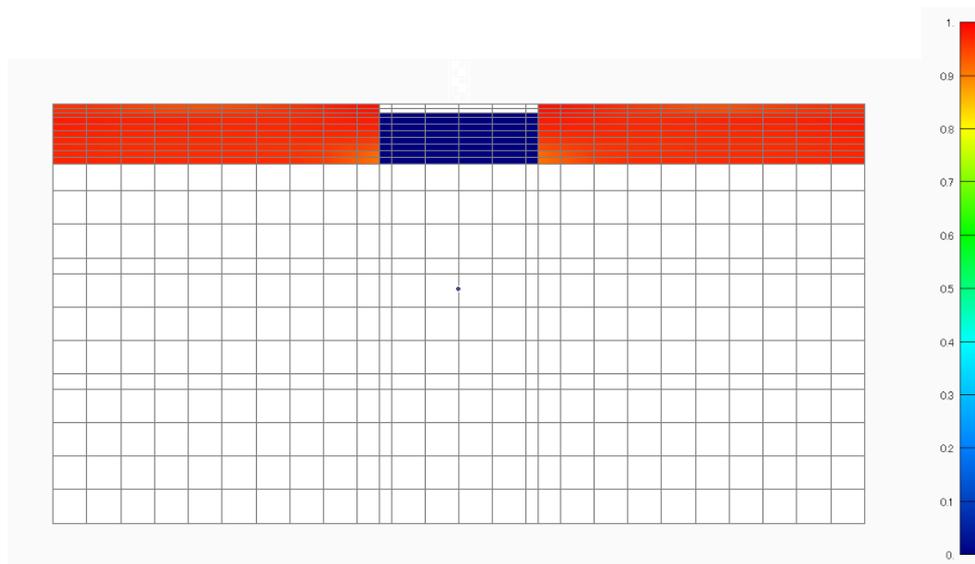
第 8 図 地盤のせん断ひずみ分布
(EW 断面, S_s-C1, 有効応力解析)



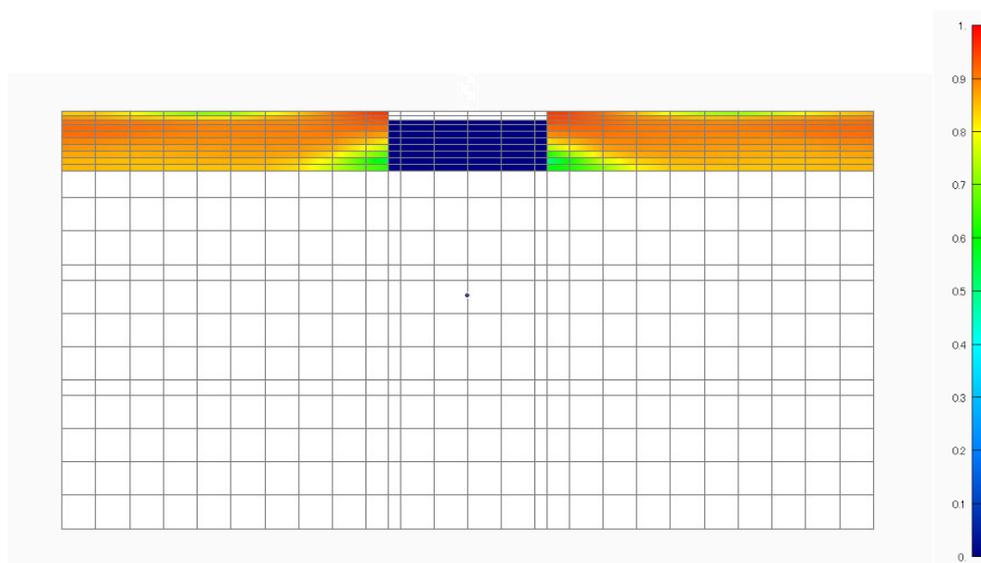
第 9 図 地盤の過剰間隙水圧比分布
(NS 断面, S_s-A, 有効応力解析)



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

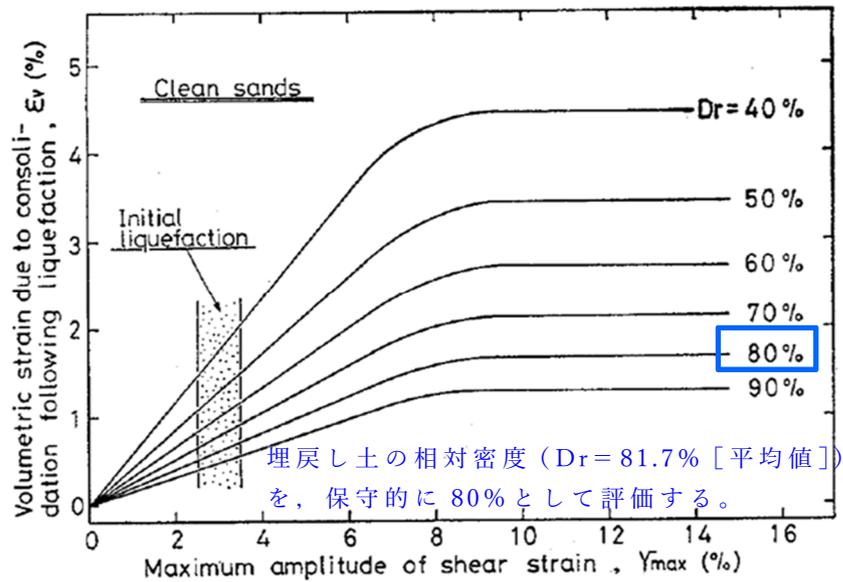
ΔH ：埋戻し土層厚(本検討では 18m)

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 Ss-A 及び Ss-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、第 3 図に最大せん断ひずみ分布、及び第 1 表に埋戻し土の沈下量を示す。Ss-A 及び Ss-C1 において最大沈下量となる地点の評価結果を、評価点 B 及び C に示す。また、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の評価結果を、評価点 A 及び D に示す。沈下量は、Ss-A 加振時において 150~200mm 程度、Ss-C1 加振時においては 100mm 程度であった。Ss-A 加振時は、Ss-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。

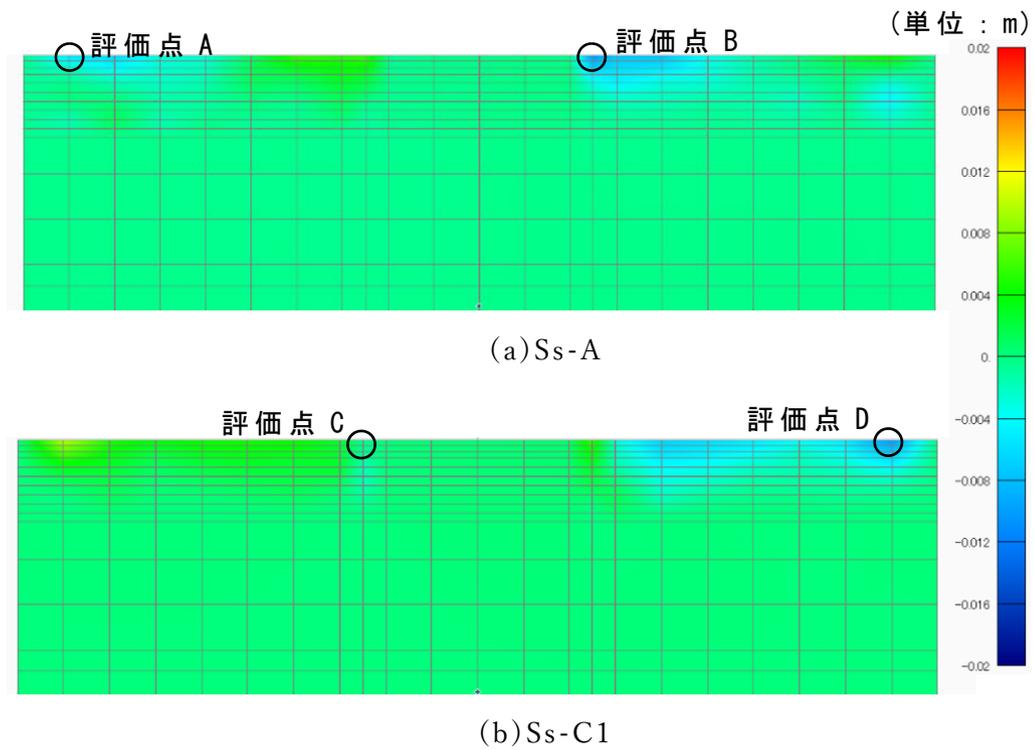
注記 *：液状化等により杭の周囲の地盤が沈下することにより、杭に下向きに作用する摩擦力。



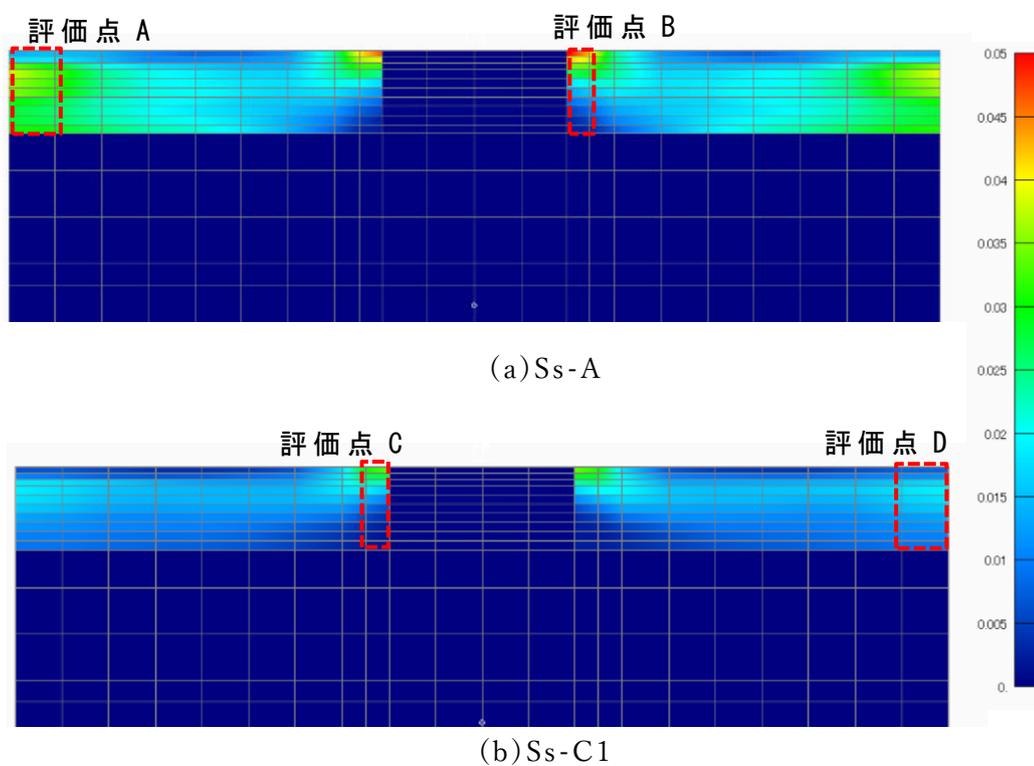
第 1 図 液状化時のせん断ひずみと体積ひずみとの関係
(参考文献¹⁾ 参照)

【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)