

大洗研究所（南地区） 高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

耐震重要施設の基礎地盤及び 周辺斜面の安定性評価について

（「常陽」主冷却機建物周辺における
地盤改良の試験施工及び解析用物性値）

令和4年8月22日
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

No.	審査会合	コメント	回答状況
1	令和2年11月6日 第382回審査会合	地下水位について、夏海湖の水面高さT.P.29mであるのに対し、設定地下水位はT.P.6.7mであり、夏海湖との関係性、他の地下水位観測データを含め、地下水位の設定の妥当性を説明すること。	第396回審査会合にて説明
2	〃	抑止杭の周辺地盤について、新規制基準への適合性の観点から説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
3	〃	周辺地盤変状による影響について、埋戻土の液状化影響を説明すること。また、周辺地盤の変状による影響だけでなく、すべり安全率に対しては施設を横から押す起動力となることも考えられるため、抑止杭の構造、成立性にどのような影響を与えるか説明すること。	〃
4	〃	解析用地盤物性値について、HTTRとの相違点を整理し、使用した物性値が「常陽」とHTTRで本質的に変わらないことを定量的に示すこと。	第443回審査会合にて説明
5	〃	すべり安全率の評価結果について、最小すべり安全率発生時刻が異なるため、各発生時刻の結果を比較し、説明すること。	次回以降 【地震・津波審査部門へのご説明事項】
6	〃	各断面について、建物基礎底面のみでのすべり安全率の評価結果を提示すること。	〃
7	〃	最小すべり安全率を示す時刻の抑止杭の応力分布を示し、応力が適切に算定されているか説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
8	〃	抑止杭の応力は時々刻々深度方向に変わることから、抑止杭にとって安全側かの観点で評価方法の妥当性を説明すること。	〃
9	〃	抑止杭による地盤改良前後に地盤に生じるせん断応力の変化を示し、現在の設計・評価に相互作用が影響しないか説明すること。	〃
10	〃	抑止杭と主冷却機建物が非常に近接しているため、建家と杭の相互作用(建家が地盤を介して杭にもたれる現象や杭反力が建家に過剰な荷重を与えていないか)を説明すること。	〃

No.	審査会合	コメント	回答状況
11	令和2年11月6日 第382回審査会合	抑止杭設置による原子炉建物、主冷却機建物の耐震評価(建物・機器)への影響について説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
12	〃	抑止杭の対策効果を確認するため、抑止杭の設計仕様、施工方法及び施工管理項目について説明をすること。	周辺地盤改良工法の設計、施工についてNo.21のコメントと併せて説明
13	〃	抑止杭のモデル化について、根入れ深さが妥当であること等、設計方針を踏まえ説明すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
14	令和3年3月5日 第396回審査会合	地下水位は東西方向に高低差がある。解析用地下水位(T.P.+6.7m)の設定については、後段規制への影響も含め、その妥当性について説明すること。	第443回審査会合にて説明
15	〃	地下水位より上部に分布する宙水について、解析上の位置づけを明確にすること。	〃
16	〃	用語(洪積層)について、地質学の用語を踏まえた記載に適正化すること。	〃
17	令和3年11月29日 第421回審査会合	抑止杭工法による地盤改良を用いる場合、以下の観点から抑止杭工法による第3条1項への適合性を説明すること。 (1)基準地震動による地震力に対して中抜けしないことについて引用文献の適用性 (2)杭根入れ部の周辺地盤の破壊領域を踏まえた評価により杭の支持性能等を期待できることの根拠とその妥当性 (3)他サイトでの抑止杭工法と地盤・地形・併用工法が異なることを踏まえても、同様の抑止効果が期待できるとした根拠 (4)千鳥配列(2列)の抑止杭を1列に集約してモデル化することの根拠とその妥当性 (5)平面ひずみ状態である抑止杭を梁要素にモデル化することの根拠とその妥当性	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目

No.	審査会合	コメント	回答状況
18	令和3年11月29日 第421回審査会合 "	抑止杭工法の適合性については、原子力施設に限らず一般産業施設での杭工の地震被害事例等も参考に検討すること。	抑止杭工法に対するコメントのため、不要となる項目
19	"	工法選定について、評価基準値1.5を満足する対策範囲の精緻な検討を行い、再整理すること。	次回以降 【地震・津波審査部門へのご説明事項】
20	令和4年1月28日 第428回審査会合	改良体について、設置許可段階において試験施工等のデータをもとに物性値の妥当性を示すこと。	No.24のコメントと併せて説明
21	"	設置許可段階において地盤改良の品質管理及び施工管理に関する方針を示すこと。	No.24のコメントと併せて説明
22	令和4年5月30日 第443回審査会合	解析用地盤物性値について、大洗研全体ではなく、常陽周辺の地盤調査データのみを用いて見直すこと。	第452回審査会合にて説明
23	"	すべり安全率の評価における解析用地下水位について、評価の基本ケースの設定を地表面に見直すこと。	第452回審査会合にて説明
24	"	地盤改良について、試験施工を実施し、その施工成立性及び解析用物性値を示すこと。	今回、ご説明 【地震・津波審査部門へのご説明事項】

コメントNo. 24（令和4年5月30日 第443回審査会合）

地盤改良について、試験施工を実施し、その施工成立性及び解析用物性値を示すこと。

回答

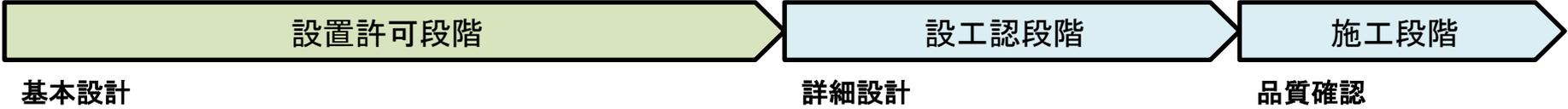
- ・ 主冷却機建物の周辺において地盤改良の試験施工を実施し、施工成立性を確認した。
- ・ 地盤安定性評価に用いる解析用物性値について、改良体の物性値を設定した。

1. 「常陽」主冷却機建物周辺における地盤改良の試験施工及び解析用物性値
 - 1.1 地盤改良のフロー
 - 1.2 地盤改良の成立性確認
 - 1.3 解析用物性値

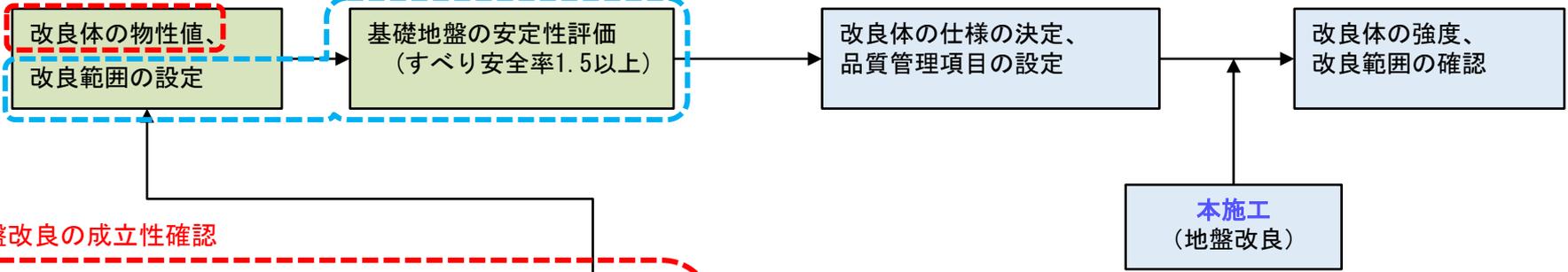
2. 参考資料

地盤改良のフロー

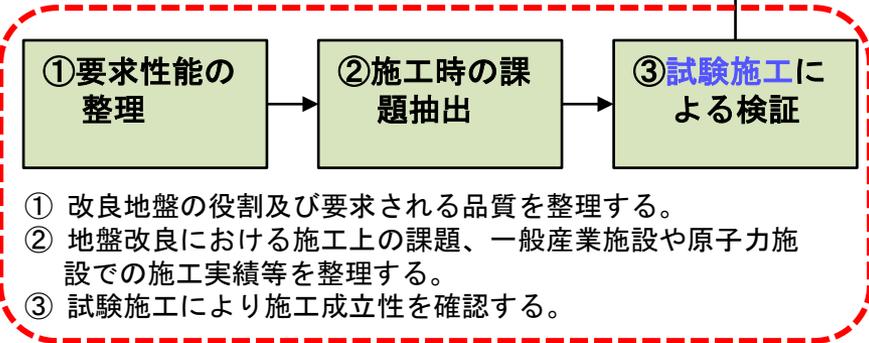
- ・「常陽」主冷却機建物の周辺地盤については、地盤を改良し抵抗力を向上させることにより、基準地震動に対し所定のすべり安全率を確保する。
- ・設置許可段階において、改良体の物性値及び改良範囲を設定するとともに、すべり安全率を評価し、設置許可基準則第3条第1項に適合することを確認する。
- ・地盤改良については、他の原子力施設、一般産業施設での実績がある工法を用いるとともに、主冷却機建物周辺地盤において試験施工により成立性を確認し、改良体の物性値を設定する。



1.3 解析用物性値



1.2 地盤改良の成立性確認



- ① 改良地盤の役割及び要求される品質を整理する。
- ② 地盤改良における施工上の課題、一般産業施設や原子力施設での施工実績等を整理する。
- ③ 試験施工により施工成立性を確認する。

1. 「常陽」主冷却機建物周辺における地盤改良の試験施工及び解析用物性値

1.1 地盤改良のフロー

1.2 地盤改良の成立性確認

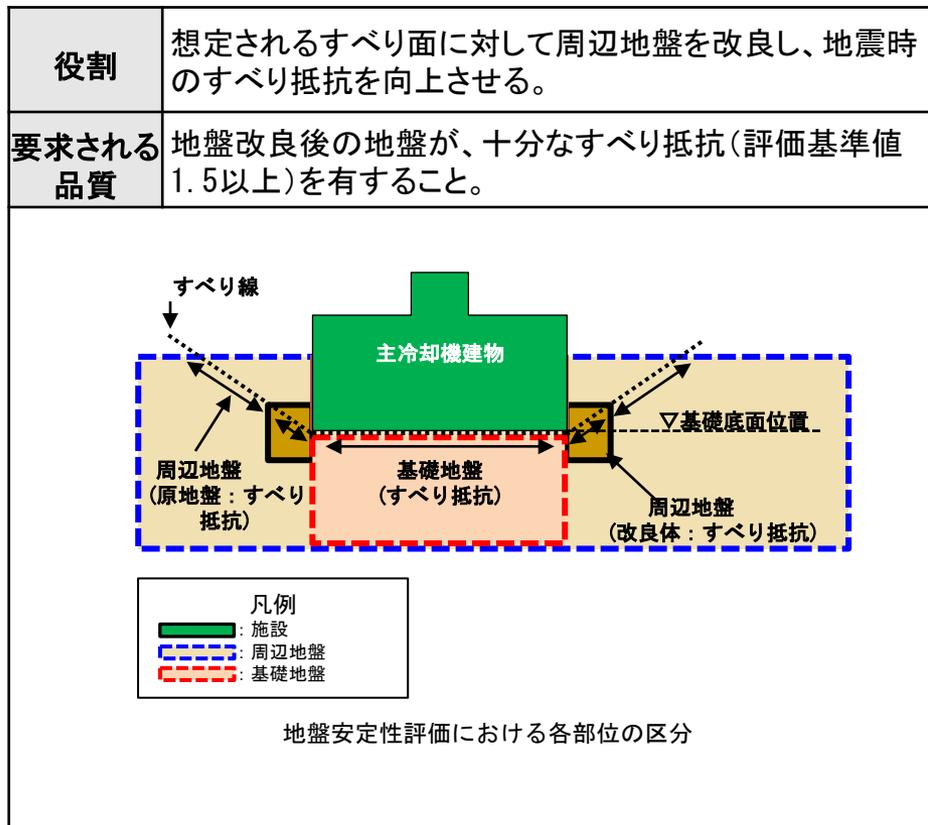
1.3 解析用物性値

2. 参考資料

①要求性能の整理

- ・「常陽」主冷却機建物のすべりに対する安全性を高めるため、建物の周辺地盤に対して地盤改良を行う。
- ・地盤改良の工法については、すべり抵抗を向上することができる固結工法から、深い施工深度に適用でき、既設設備への影響が小さい工法として高圧噴射攪拌工法を選定した。高圧噴射攪拌工法については、他の原子力施設での施工実績※がある。（※原子力施設での施工実績を参考資料に示す）

地盤改良の要求性能



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										
置換工法										
押し盛り工法										
繰進載荷工法										
載加重工法										
バーチカル ドレーン工法										
サンドコンパ クション工法										
締固め工法										
固結工法										
構造物による 工法										

引用：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

② 施工時の課題抽出

- ・「常陽」主冷却機建物の周辺地盤における改良地盤の要求品質を確保する上で、既往の知見や他の原子力施設での実績等を踏まえた地盤改良の施工上の課題及び特異性について整理を行った。
- ・特異性の有無の考え方は、対処が必要となる施工上の課題に対し、既往の知見から十分対応可能であるとする事項を特異性「無」、それ以外を特異性「有」とした。
- ・特異性の有無を踏まえて、試験施工を実施し、地盤改良の施工成立性を確認する。

地盤改良の施工上の課題

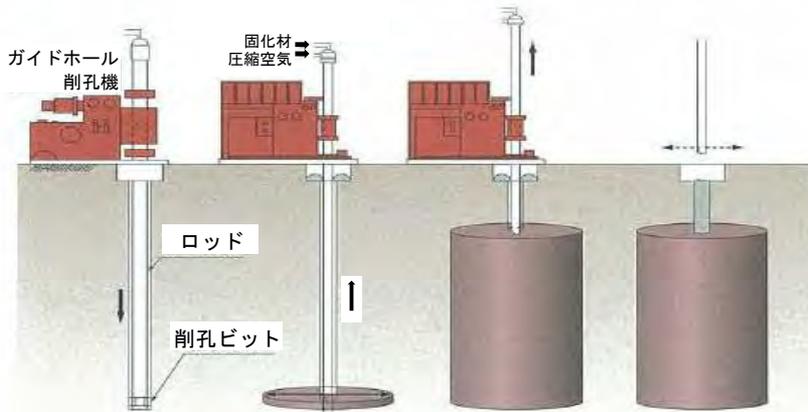
地盤改良による施工上の課題		一般産業施設での施工事例※、他の原子力施設での施工実績等の確認による特異性の検討	特異性
分類	概要		
(1) 地盤への適用性	・改良する地盤の一部に硬い地層(N値50以上)があるため、攪拌不能や改良径の不足がなく、確実に改良できるかどうかを確認する必要がある。	・一般産業施設におけるN値50以上の硬い層を改良対象とした施工実績は存在するが、当該地盤での適用性を確認する必要があることから、特異性「有」とする。	有
(2) 大深度	・改良対象層が深度約30mであるため、深い地盤に対して確実に改良できるかどうかを確認する必要がある。	・一般産業施設における同深度以上の施工事例は存在するが、当該地盤での適用性を確認する必要があることから、特異性「有」とする。	有
(3) 既設埋設物	・地盤改良範囲は深度13mより深く、埋設物が存在しない範囲となる。 なお、建物周囲の浅い位置には、共同溝、既設埋設物が敷設されているが、ロード設置位置の調整により、既設埋設物を避けて改良体を造成することが可能であり、施工に支障がない。	—	無

※一般産業施設の地盤改良施工事例を参考資料に示す。

③試験施工による検証(地盤改良工法の手順)

- ・本施工の地盤改良は、高圧噴射攪拌工法を用いる。
- ・施工は、改良体の中心にロッドを建て込み、計画深度まで削孔し、ロッドの先端から固化材を水平方向に噴射して原地盤を切削・攪拌混合しながら改良体を築造する。
- ・施工中は、固化材の噴射流量・圧力、引上げ時間、ロッド回転数等を管理する。
- ・試験施工では、同様の手順で実施した。

①削孔 → ②施工仕様確認・開始 → ③造成 → ④造成完了

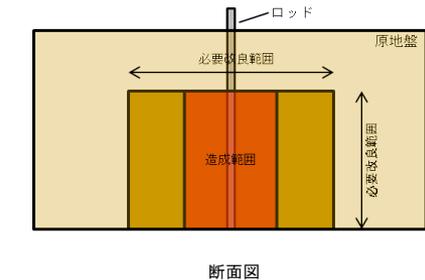
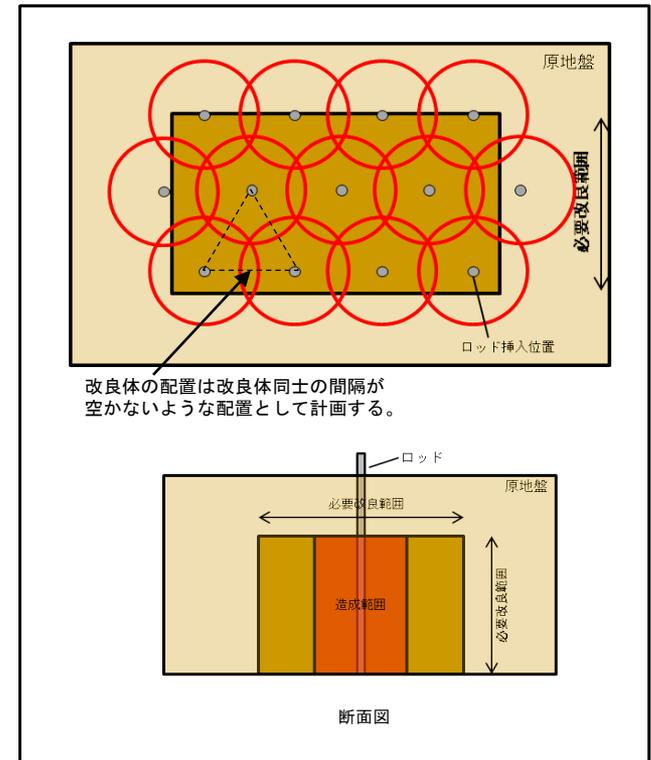


出典：新技術情報データベースNeTIDaに加筆

高圧噴射攪拌工法による地盤改良手順



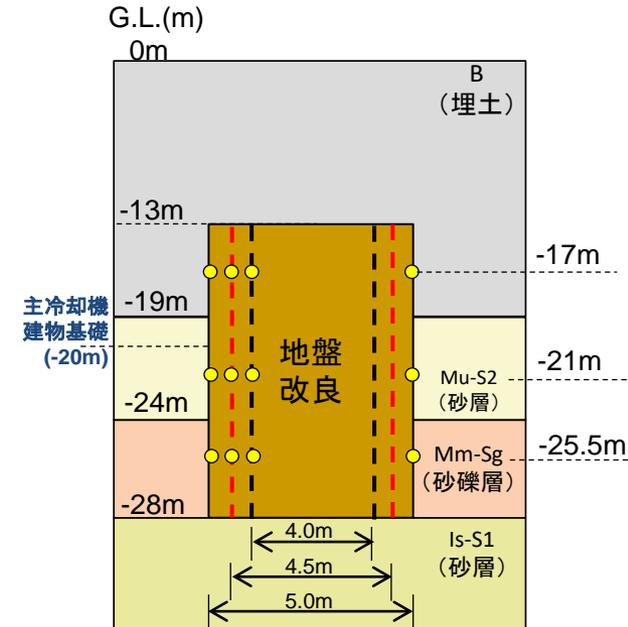
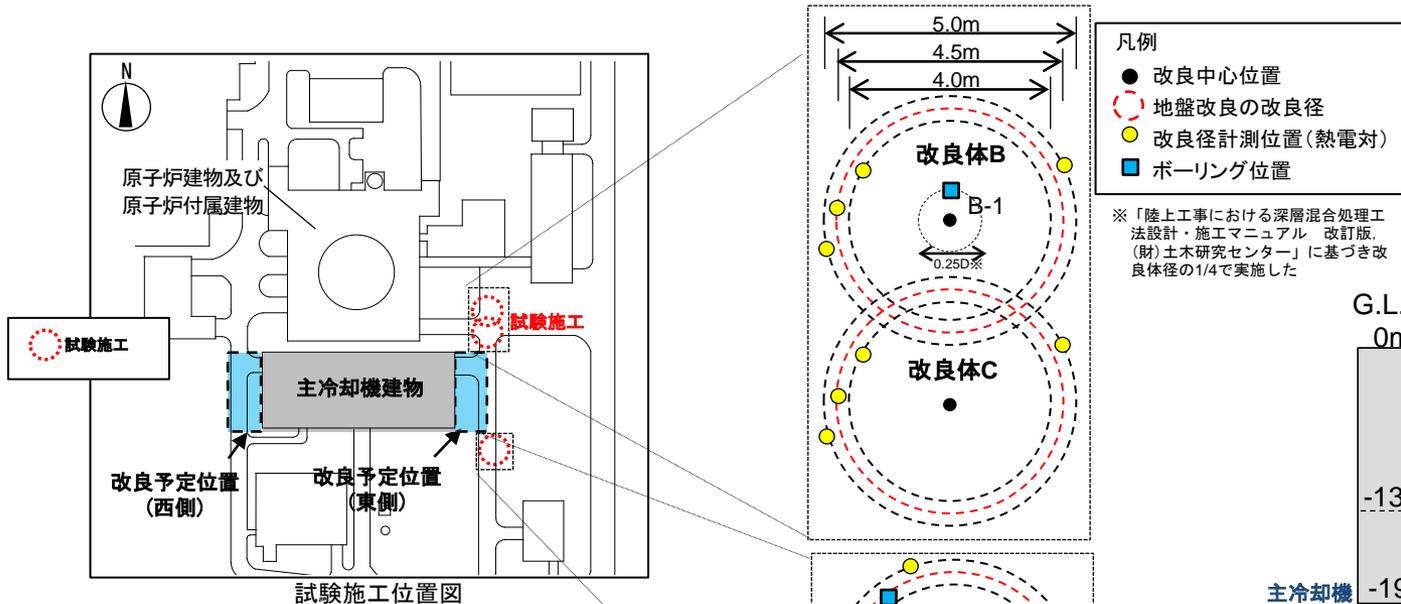
高圧噴射攪拌工法による地盤改良
(常陽敷地における試験施工の状況)



本施工での地盤改良イメージ

③試験施工による検証(施工概要)

- 試験施工は、建物の東西で同じ地層が水平に連続していることから、施工ヤードが確保できる東側で本施工に重複しない位置とした。3箇所のうち2箇所はラップさせる配置として実施した。
- 改良は、本施工と同じ深度で改良体を造成し、改良体の範囲及び改良径を確認した。



工法	高圧噴射攪拌工法
対象土質	B(埋土)、Mu-S ₂ (砂層)、Mm-Sg(砂礫層)
目標改良径	Φ4.0m~5.0m
改良深度	G.L.-28m ~ -13m

確認項目※1

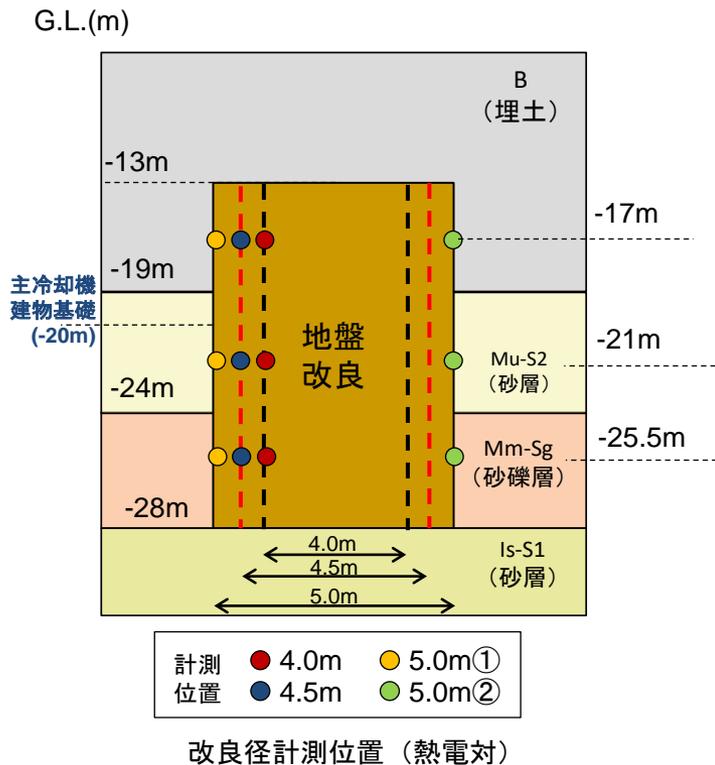
- 改良範囲の確認(熱電対、ボーリングコア)
- 物性試験(一軸圧縮試験、三軸圧縮試験※2、動的変形試験※2、引張試験※2、PS検層※2)

※1 「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」を参考に実施

※2 解析用物性設定に用いる

③試験施工による検証(改良範囲の確認:熱電対測定結果)

- 熱電対測定により地中の温度変化を計測し、固化材の到達有無から、地盤改良の改良範囲を確認した。



改良体B

[凡例] ○:到達を確認した
×:到達を確認できなかった

設置位置		4.0m	4.5m	5.0m ①	5.0m ②
設置深度	G.L.-17m	○	○	○	×
	G.L.-21m	○	○	×	×
	G.L.-25.5m	○	○	×	×

改良体C

設置位置		4.0m	4.5m	5.0m ①	5.0m ②
設置深度	G.L.-17m	○	○	×	○
	G.L.-21m	○	○	○	○
	G.L.-25.5m	○	○	×	×

改良体A

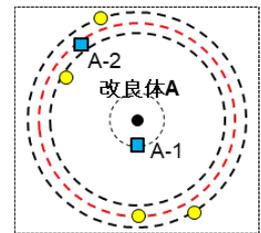
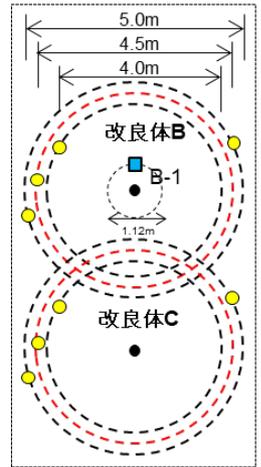
設置位置		4.0m	4.5m	5.0m ①	5.0m ②
設置深度	G.L.-17m	○	○	○	×
	G.L.-21m	○	○	○	×
	G.L.-25.5m	○	○	○	×

※各点の測定記録は参考資料に示す

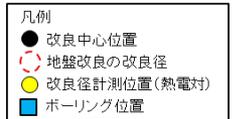
- 測定結果から、径4.0m及び4.5m位置に設置した各層のすべての観測点で固化材の到達を確認し、径5m位置では一部の観測点でのみ固化材の到達が確認された。
- 試験施工により造成された改良体の径は4.5mであり、改良径4.5mで確実に施工できることを確認した。

③試験施工による検証(改良範囲の確認:ボーリングコア)

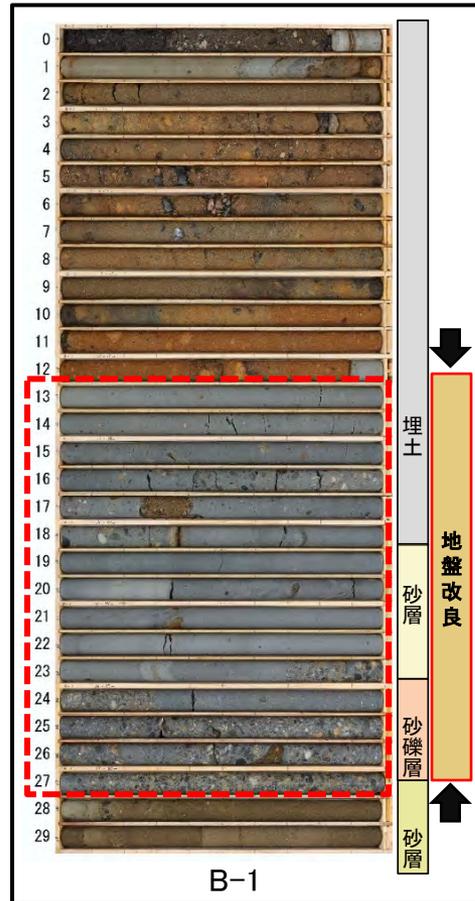
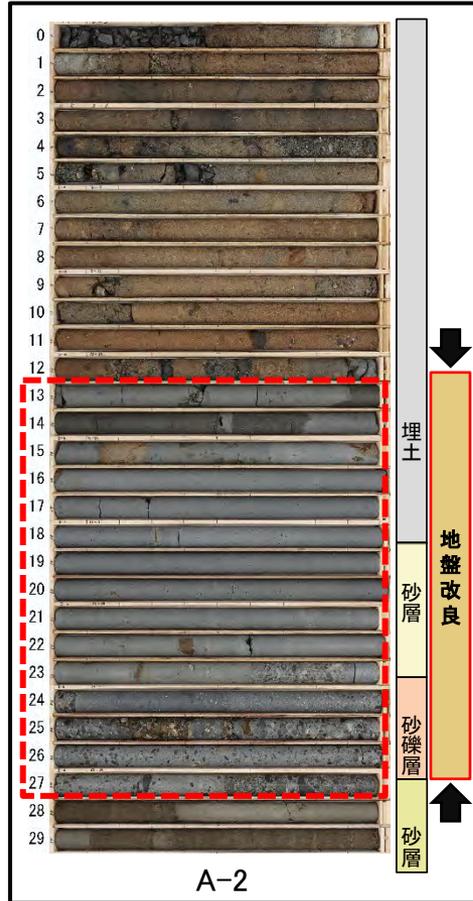
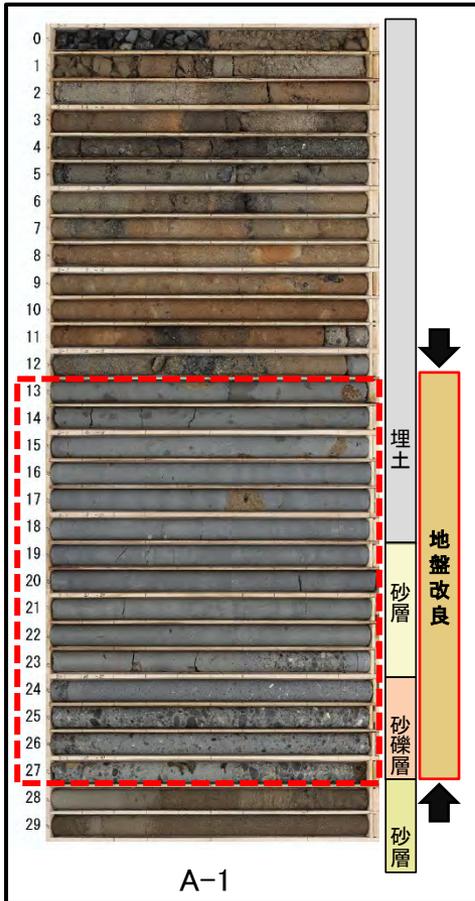
- ・地盤改良実施後、改良体から採取したボーリングコア写真を示す。
- ・ボーリングコアについては、改良体中心位置から0.25D(D=4.5m)の位置及び4.5mの位置から、採取を行った。



試験施工配置平面図



地盤改良範囲



- ・各コアの確認から、礫が多い範囲含めて全深度において連続的にコア採取ができており、また改良範囲全深度の目視確認及びフェノールフタレイン反応による固化剤の混合状況から対象層は改良されており、これらのことから改良範囲 (G.L.-28mからG.L.-13) が確実に施工できることを確認した。
- ・A-2のコア確認から、改良径φ4.5m位置においても、他の孔と同様に改良されていることを確認した。

まとめ

・地盤改良における施工成立性の確認結果について以下に示す。

地盤改良による施工上の課題		特異性
分類	概要	
(1) 地盤への適用性	・改良する地盤の一部に硬い地層(N値50以上)があるため、攪拌不能や改良径の不足がなく、確実に改良できるかどうかを確認する必要がある。	有
(2) 大深度	・改良対象層が深度約30mであるため、深い地盤に対して確実に改良できるかどうかを確認する必要がある。	有
(3) 既設埋設物	・地盤改良範囲は深度13mより深く、埋設物が存在しない範囲となる。 なお、建物周囲の浅い位置には、共同溝、既設埋設物が敷設されているが、ロッド設置位置の調整により、既設埋設物を避けて改良体を造成することが可能であり、施工に支障がない。	無



確認結果
<ul style="list-style-type: none"> ・改良対象(埋土、砂層、砂礫層)に対して、確実に改良できることを確認した。 ・改良範囲(G.L.-28mからG.L.-13m)に対して、確実に改良できることを確認した。 ・改良体の径については、4.5mが施工できることを確認した。

試験施工の結果から、地盤改良(改良深度約30m、改良径4.5m)の施工が可能であることを確認した。

1. 「常陽」主冷却機建物周辺における地盤改良の試験施工及び解析用物性値

1.1 地盤改良のフロー

1.2 地盤改良の成立性確認

1.3 解析用物性値

2. 参考資料

改良体の解析用物性値(設定方法)

- ・改良体の解析用物性値は、下表に示す試験・調査結果に基づき設定する。
- ・強度特性については、改良する地層から採取した試料を用いた室内配合試験から目標強度を設定し、解析用物性値とする。
- ・物理特性及び変形特性については、目標強度を得られることが確認された試験施工の改良体から採取したコアを用いた試験結果から設定する。

改良体の解析用物性値の設定方法

強度特性		物理特性	変形特性			
ピーク強度	残留強度	湿潤密度	動的変形特性			静的変形特性
			初期動せん断 弾性係数	動ポアソン比	正規化せん断弾 性係数 G/G_0 、 減衰率 h	静弾性係数
三軸圧縮試験 (JGS 2531) 岩石の引張り強さ試験 (JGS 2551)	三軸圧縮試験 (JGS 2531)	岩石の密度試 験 (JGS 2132)	PS検層(JGS 1122)による V_s 、 V_p 及び密度により算定		繰返し三軸試験 (JGS 0542)	三軸圧縮試験 (JGS 2531)

・三軸圧縮試験は、UU条件により行う。

(1) 強度特性 (室内配合試験)

(2) 物理特性、変形特性 (試験施工の改良体を用いた試験)

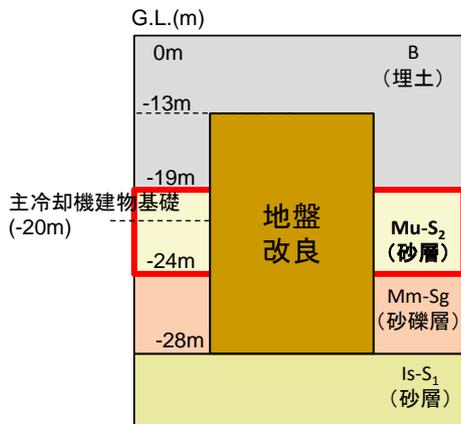
(1) 強度特性(室内配合試験)

地盤改良による改良体の強度を定めるため、現地の地盤を採取して室内配合試験を実施した。

- ①室内配合試験（一軸圧縮試験）による確認
改良対象層(埋土(B)), 砂層(Mu-S₂), 砂礫層(Mm-Sg))から採取した試料を用いて一軸圧縮試験を実施した結果、砂層(Mu-S₂)の一軸圧縮強度が最も小さい値となった。
- ②室内配合試験（三軸圧縮試験、引張試験）
強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張強度）は、砂層(Mu-S₂)を用いた三軸圧縮試験及び引張試験により設定した。

【①室内配合試験（一軸圧縮試験）による確認】

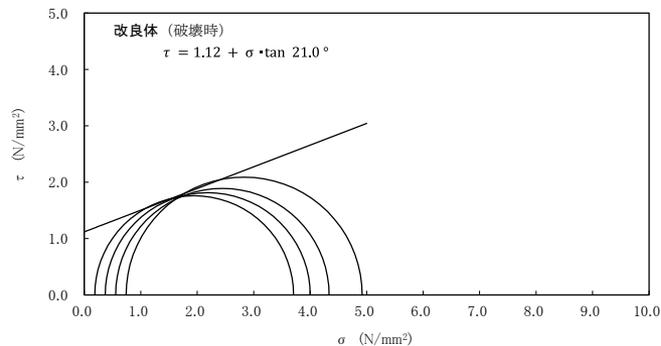
	一軸圧縮強度 q_u (N/mm^2)
埋土(B)	10.73
砂層(Mu-S₂)	5.87
砂礫層(Mm-Sg)	7.40



試験施工断面図

【②室内配合試験（三軸圧縮試験、引張試験）】

■強度特性（粘着力、内部摩擦角）



■強度特性（引張強度）

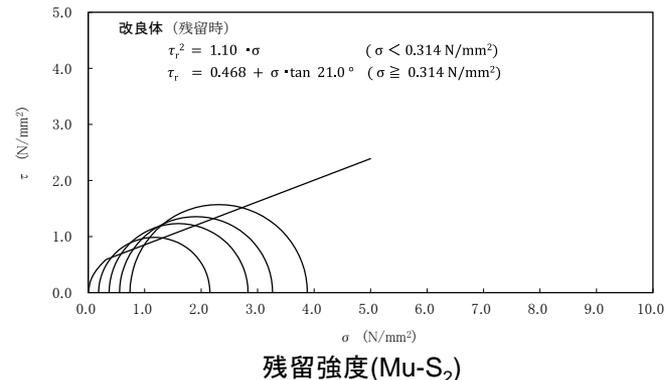
引張試験結果

試料数	引張強度 σ_t (N/mm^2)
3	0.438



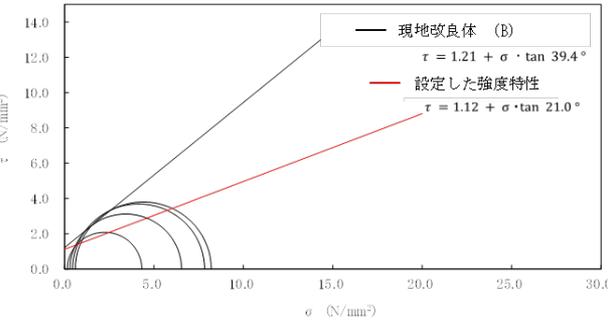
文献※を参考に、
保守的に0.3N/mm²を設定

※「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針 日本建築センター」では「(引張り強さ/一軸圧縮強さ)の値は一軸圧縮強さが大きくなると小さくなる傾向がある」とされており、その上限値は0.3N/mm²とされている。

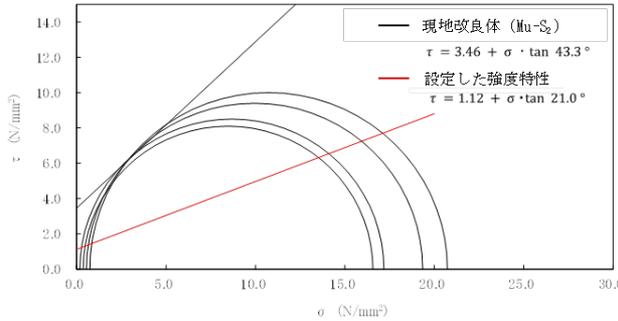


(1) 強度特性 (試験施工の改良体の強度確認[粘着力、内部摩擦角、引張強度])

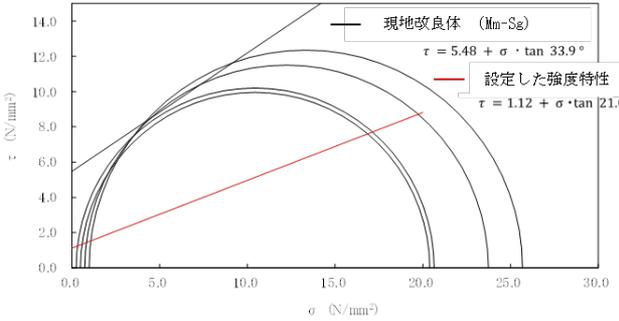
- ・ 設定した強度特性 (粘着力、内部摩擦角、引張強度) が現地で確保できることを確認するため、試験施工の改良体のコア (ボーリングB-1孔) を用いて試験を実施した。
- ・ 試験施工の改良体のコアを用いた試験結果と設定した強度特性との比較を以下に示す。
- ・ 各層の強度特性は、設定した強度特性を上回っていることを確認した。



現地改良体 埋土 (B)

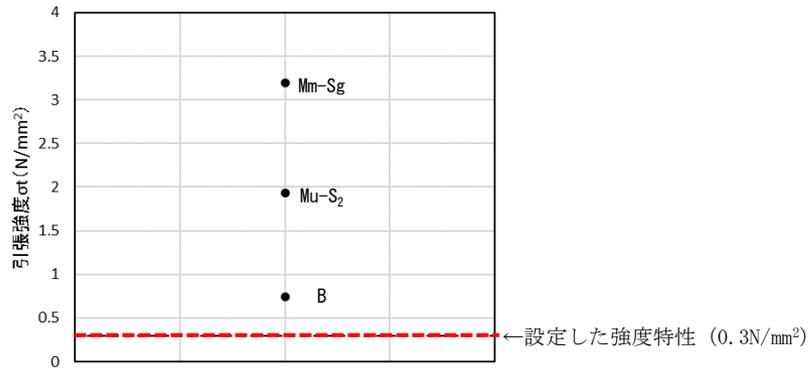


現地改良体 砂層 (Mu-S₂)



現地改良体 砂礫層 (Mm-Sg)

強度特性 (粘着力、内部摩擦角)



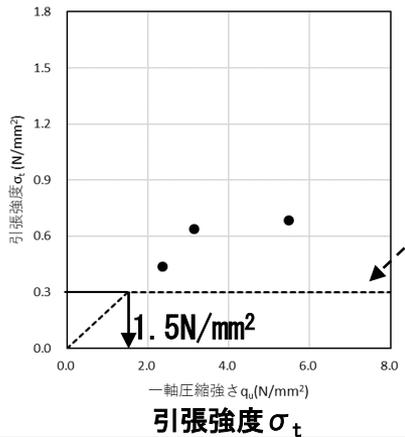
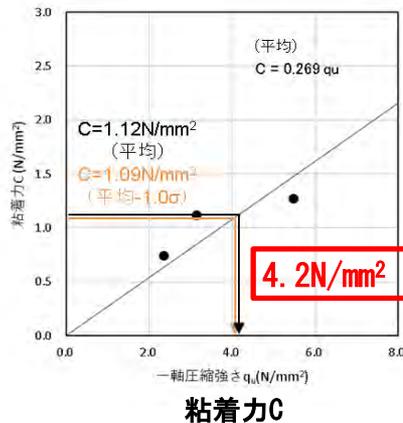
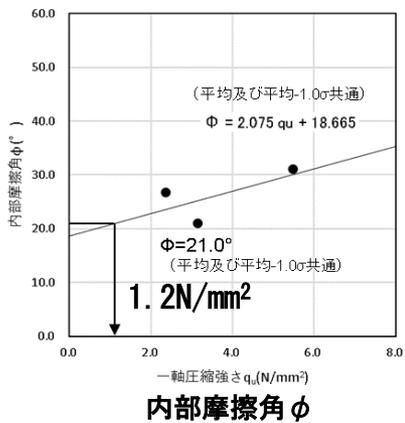
現地改良体 B (埋土)、Mu-S₂ (砂層)、Mm-Sg (砂礫層)

強度特性 (引張強度)

(1) 強度特性 (試験施工の改良体の強度確認[一軸圧縮強度])

- ①改良体の品質確認として、一軸圧縮強度 q_u が指標とされている※。このため、強度特性(粘着力、内部摩擦角、引張強度)と一軸圧縮強度 q_u との相関関係を室内配合試験により算出した。設定した強度に対応する一軸圧縮強度 q_u は粘着力で 4.2N/mm^2 (目標強度)となる。[図1]
- ②試験施工による改良体(ボーリング孔A-1, B-1)より採取した試料を用いて一軸圧縮試験を実施した。
- ③試験結果からは、一軸圧縮強度は 4.2N/mm^2 以上となっており、設定した強度を上回っていることを確認した。[図2]

※「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針 日本建築センター」



文献値※ $\sigma_t = 0.2 q_u$ 、上限値: 0.3N/mm^2

「(引張り強さ/一軸圧縮強さ)の値は一軸圧縮強さが大きくなると小さくなる傾向がある」とされており、上限値は (0.3N/mm^2) 。上限値に対応する q_u は 1.5N/mm^2 。

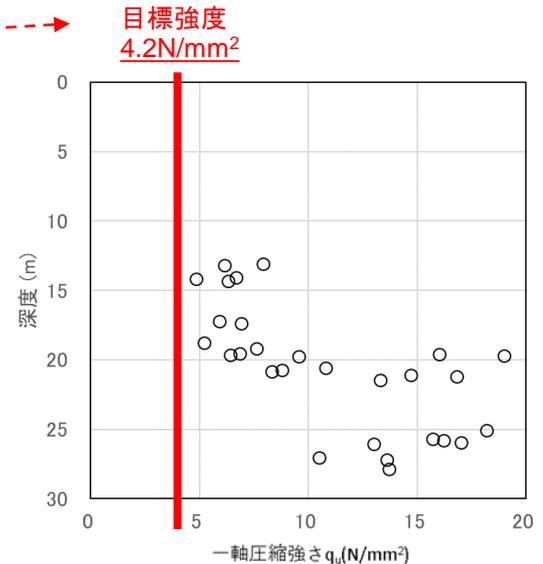


図1 室内配合試験による一軸圧縮強度 q_u と評価に用いる強度特性の相関関係(Mu-S₂層)
 (粘着力、内部摩擦角、引張強度)

図2 試験施工の改良体のコアを用いた一軸圧縮試験結果

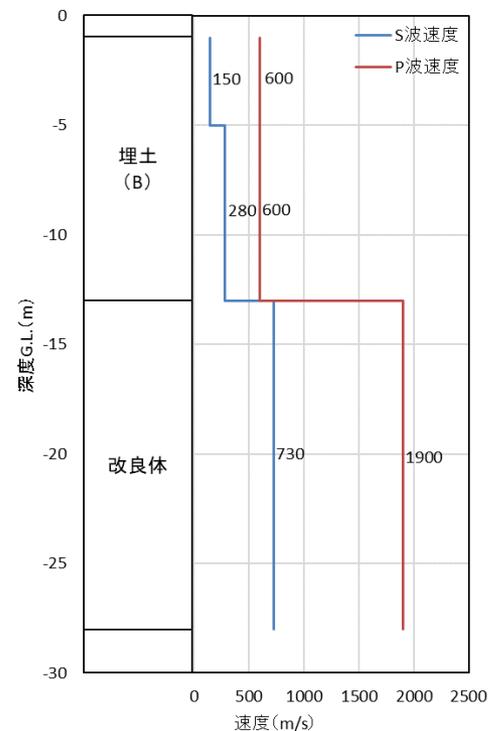
(2) 物理特性、変形特性(試験施工の改良体を用いた試験)

・改良体の物理特性、変形特性は、試験施工の改良体（ボーリング孔B-1）より採取した試料を用いて試験を実施した。

■ 物理特性 (湿潤密度)

	湿潤密度 ρ_t (N/mm ²)	試料数
平均値	2.05	32
標準偏差	0.22	

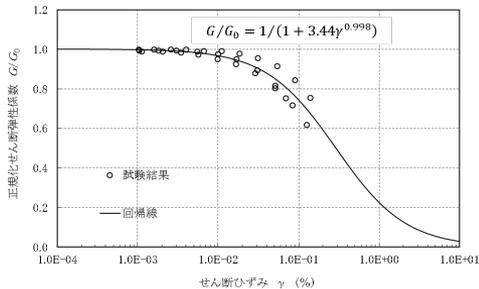
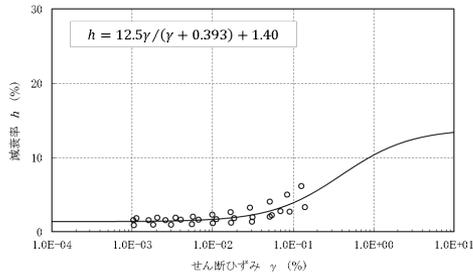
■ 変形特性 (動的変形特性 PS検層)



■ 変形特性 (静的変形特性)

	静弾性係数 E_{50} (N/mm ²)	試料数
平均値	1720	12
標準偏差	914	

■ 変形特性 (動的変形特性 正規化せん断弾性係数 G/G_0 、減衰率 h)


 正規化せん断弾性係数 G/G_0

 減衰率 h

改良体の解析用物性値(解析用物性値一覧)

- ・ 地盤安定性評価に用いる改良体の解析用物性値について、室内配合試験及び試験施工を行い設定した。
 - ① 強度特性について、改良する地層から採取した試料を用いた室内配合試験から目標強度を設定し、試験施工により設定した強度が確保できることを確認した。
 - ② 物理特性及び変形特性について、目標強度を得られることが確認された試験施工の改良体から採取したコアを用いて設定した。
- ・ 改良体の解析用物性値の一覧を以下に示す。

改良体の解析用物性値一覧

強度特性		強度特性(地盤物性のばらつき考慮)		物理特性	変形特性				
ピーク強度 τ (N/mm ²)	残留強度 τ_r (N/mm ²)	ピーク強度 τ (N/mm ²)	残留強度 τ_r (N/mm ²)	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動の変形特性				静的変形特性
					初期動せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	正規化せん断弾性係数 $G/G_0 - \gamma$ (%)	減衰率 h (%) - γ (%)	静弾性係数 E_{50} (N/mm ²)
$\tau = 1.12 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$ $\sigma_t = 0.300^*$	$\tau_r^2 = 1.10 \cdot \sigma$ ($\sigma < 0.314 \text{ N/mm}^2$) $\tau_r = 0.468 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$ ($\sigma \geq 0.314 \text{ N/mm}^2$)	$\tau = 1.09 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$ $\sigma_t = 0.300^*$	$\tau_r^2 = 1.05 \cdot \sigma$ ($\sigma < 0.302 \text{ N/mm}^2$) $\tau_r = 0.448 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$ ($\sigma \geq 0.302 \text{ N/mm}^2$)	2.05	1090	0.41	$1 / (1 + 3.44 \cdot \gamma^{0.998})$	$12.5 \cdot \gamma / (\gamma + 0.393) + 1.40$	1720

σ : 垂直応力、 G : せん断弾性係数、 γ : せん断ひずみ、 h : 減衰率

※引張強度 σ_t は「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」により設定。

- ・ 「常陽」主冷却機建物周辺地盤において試験施工を実施し、地盤改良（改良深度約30m、改良径4.5m）の施工が可能であることを確認した。
- ・ 地盤安定性評価に用いる改良体の解析用物性値について、室内配合試験及び試験施工の結果に基づき設定した。
- ・ 本施工においては、改良体の強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張強度）を品質確認項目とし、その品質管理については設工認段階において品質管理方針を示したうえで実施する。

1. 「常陽」主冷却機建物周辺における地盤改良の試験施工及び解析用物性値

2. 参考資料

2.1 原子力施設、一般施設の地盤改良施工事例

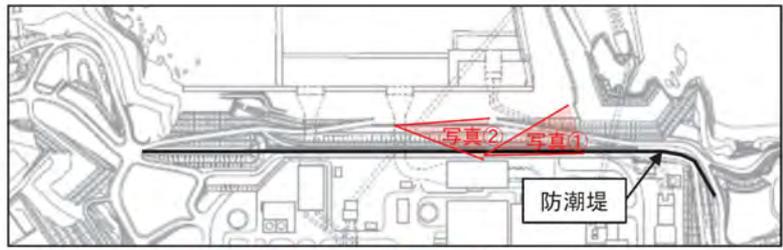
2.2 熱電対測定結果

2.1 参考資料（原子力施設の地盤改良施工事例）

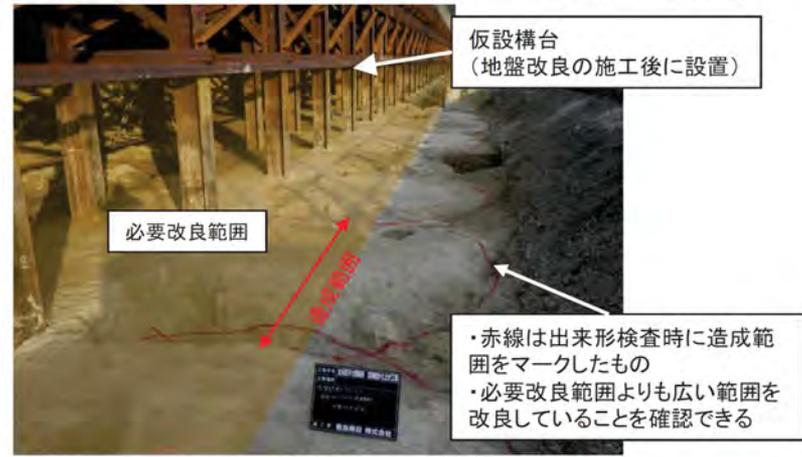
・東北電力女川発電所において、地盤の水平抵抗力、支持力等の向上を目的とした地盤改良（高圧噴射攪拌工法）を行っており、原子力施設への適用が可能である。

- ・防潮堤において、盛土・旧表土を対象として実施した、既設改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の施工状況を以下に示す。（写真①）。
- ・地盤改良施工後の状況を写真②に示す。なお、写真②は上部に背面補強工を施工するため、地盤改良後に表層地盤（盛土）を撤去した状態である。
- ・写真②中の赤線は、地盤改良の出来形をマーキングしたものであり、これにより設計改良径を満足していることを確認している。また、必要改良範囲よりも広い範囲を改良していることを確認している。

目的	防潮堤の安定性確保
対象土質	盛土(岩砕主体)
改良径	φ 4.5m
造成改良体本数	331本(約4万m ³)
深度 (改良体底面)	11.8m



写真①

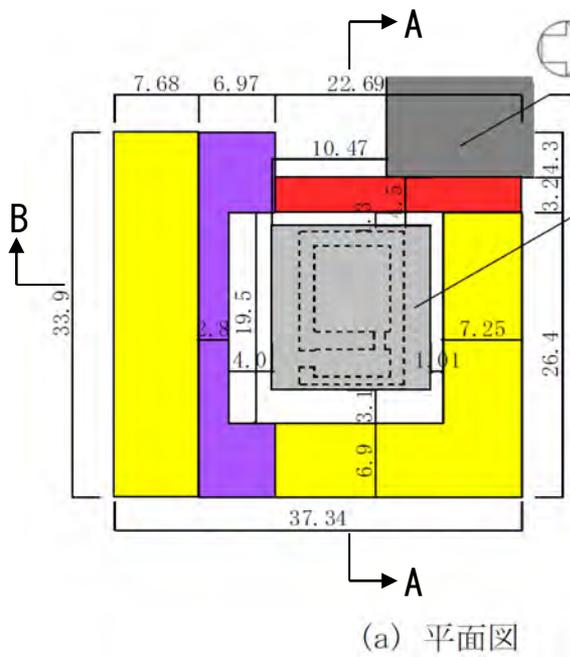


写真②

女川の盛土を対象とした高圧噴射攪拌工法の施工実績(既設改良地盤)

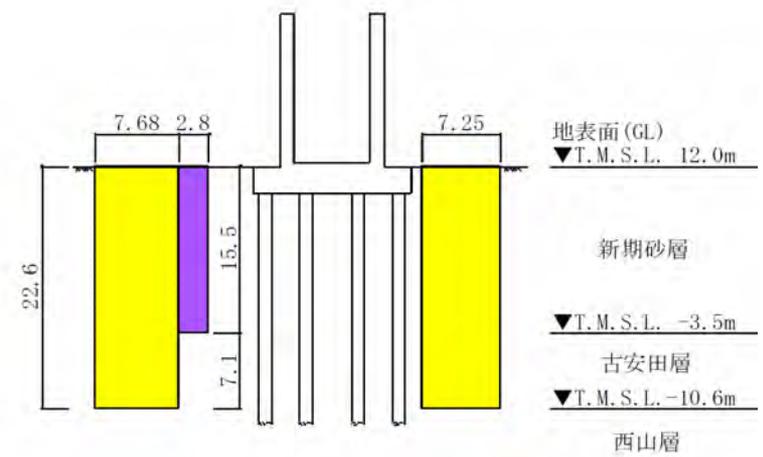
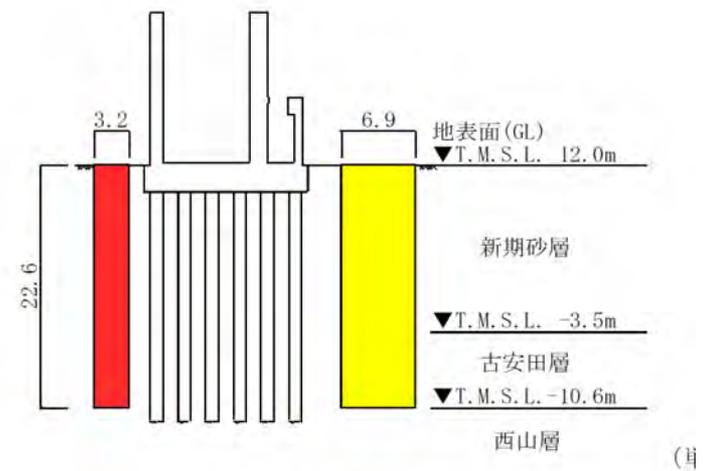
2.1 参考資料（原子力施設の地盤改良施工事例）

・東京電力ホールディングス柏崎刈羽発電所の格納容器圧力逃がし装置基礎の周辺地盤において、地盤改良（高圧噴射攪拌工法）を行っており、原子力施設への適用が可能である。



既設/新設	凡例	地盤改良工法
新設地盤改良体		置換（CD掘削）
		置換（開削）
		高圧噴射

（単位：m）

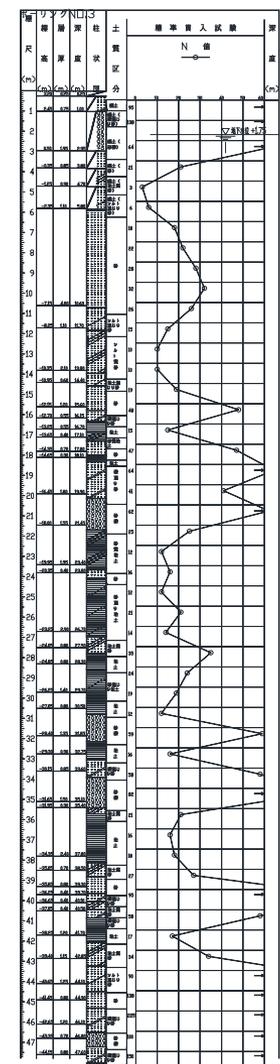
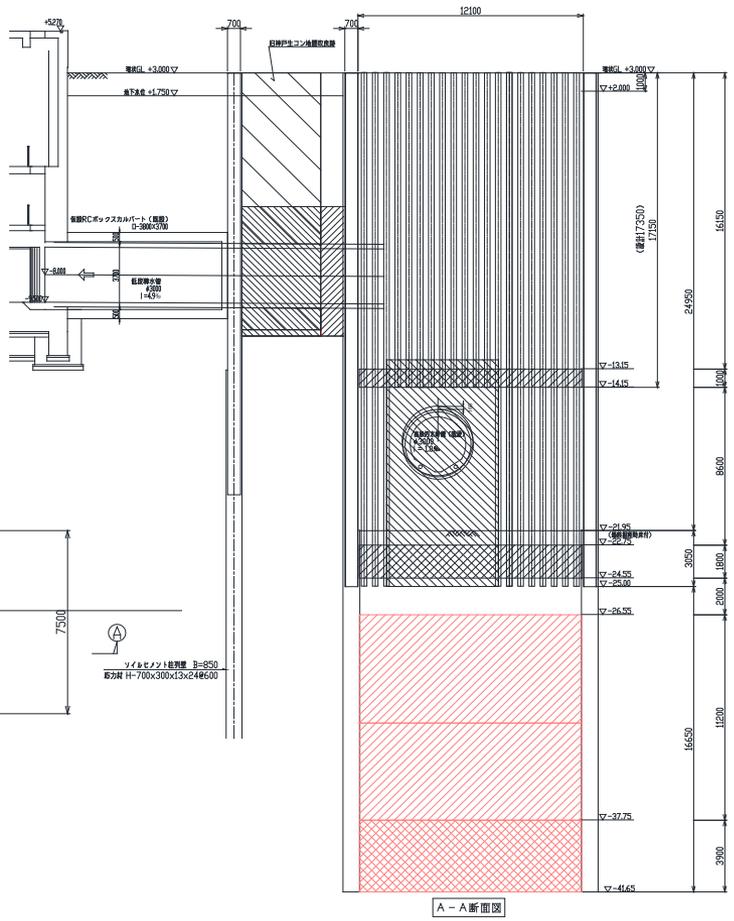
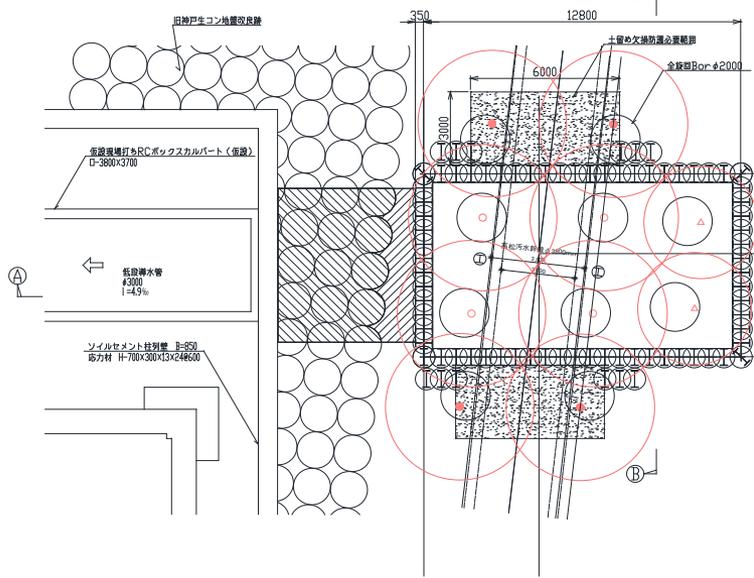


出典：第863回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 資料3-3 に加筆
 施工実績の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに機構の責任において独自に整理したものです。

2.1 参考資料 (一般産業施設の地盤改良施工事例)

- ・ 神戸市において新設される新南駒栄ポンプ場の低段導水管下の地盤改良を行っている。
- ・ 改良体の最大深度は-41.65m、N値が50以上の地層において施工しており、改良深度が深く、硬い地盤においても施工可能である。

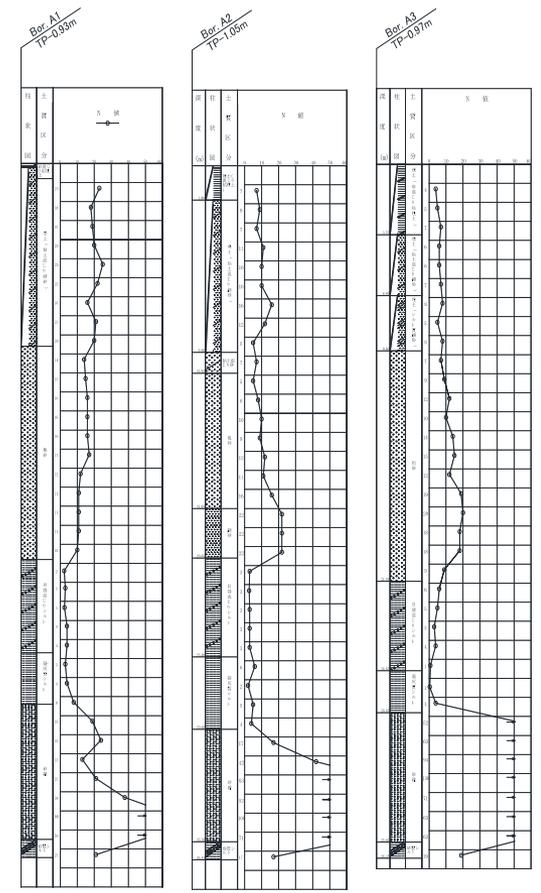
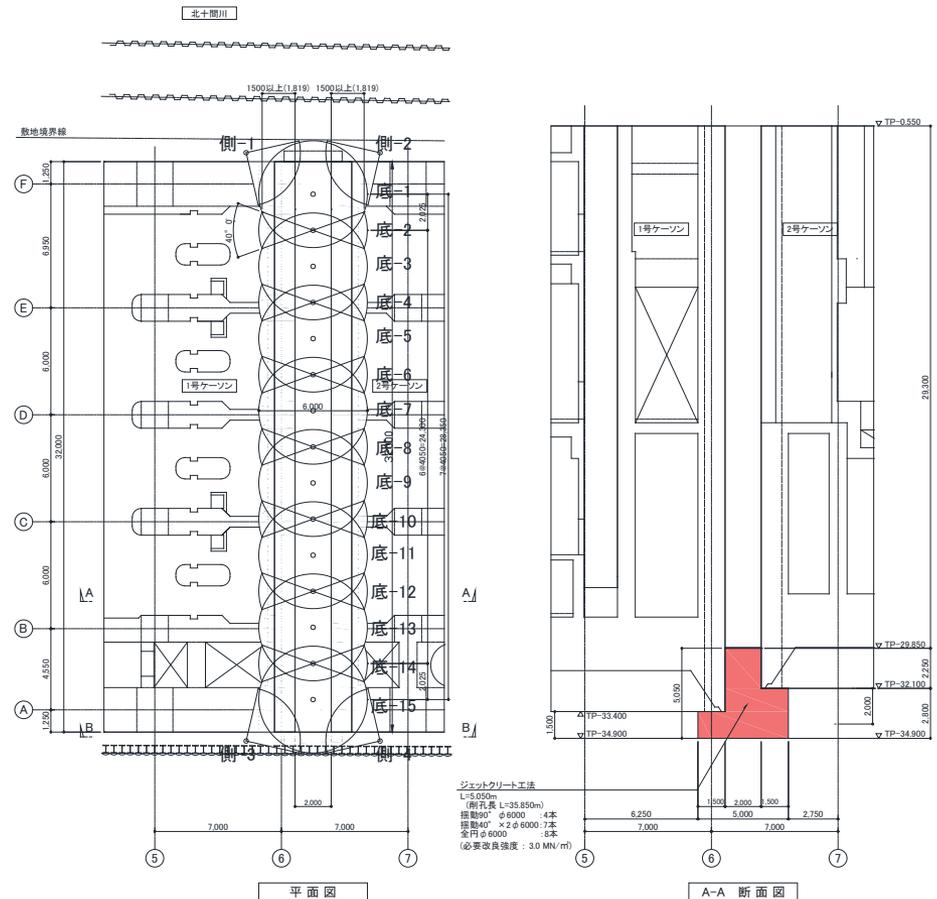
対象土質	砂礫
改良径	Φ4.0m
最大深度	-41.65m



2.1 参考資料（一般産業施設の地盤改良施工事例）

・東京都において、業平橋ポンプ所の地中接続のための地盤改良を行っている。
 ・改良体の最大深度は35.8mであり、改良深度が深い地盤においても施工可能である。

対象土質	砂礫
改良径	Φ6m
最大深度	35.8m

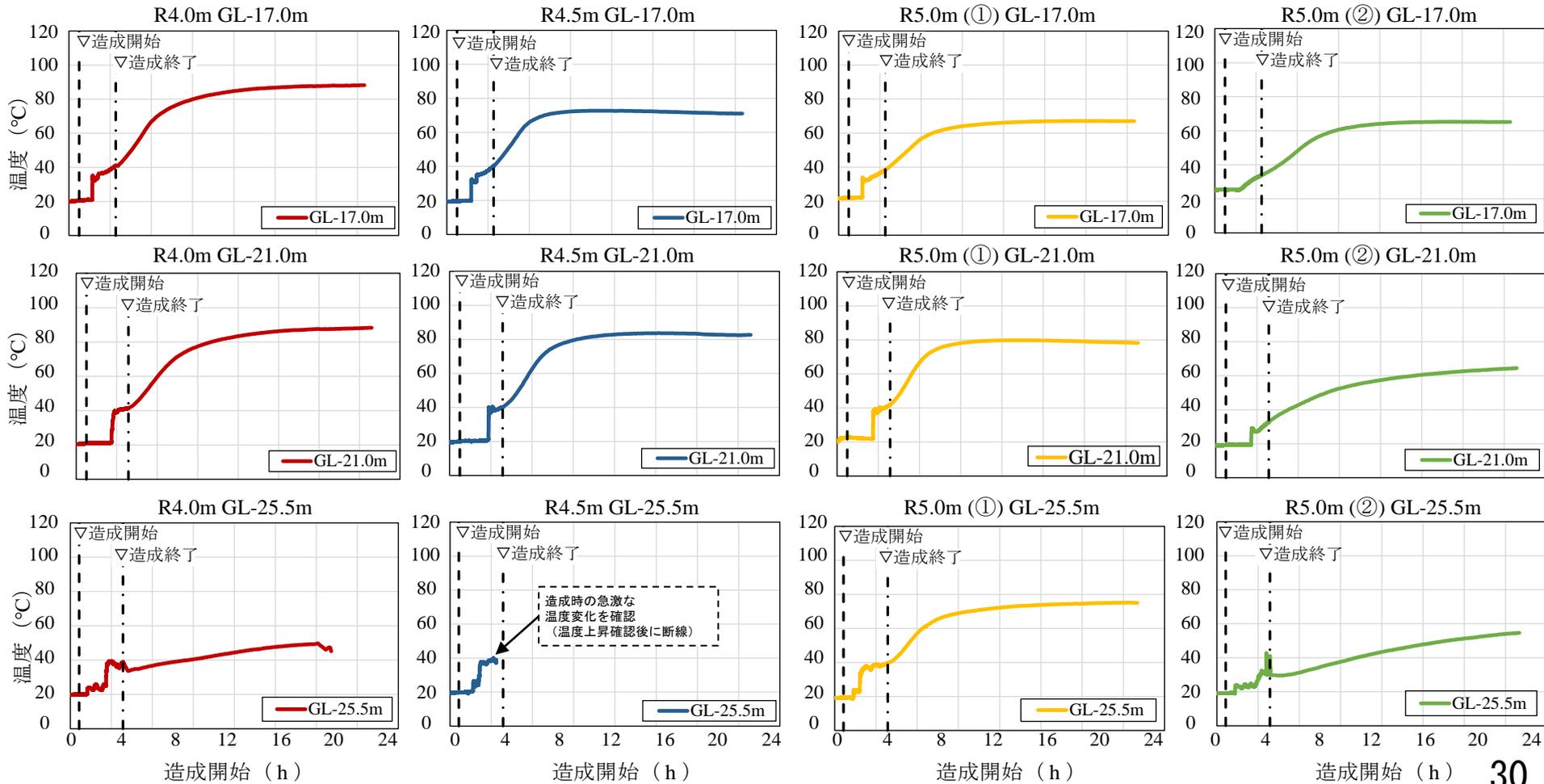
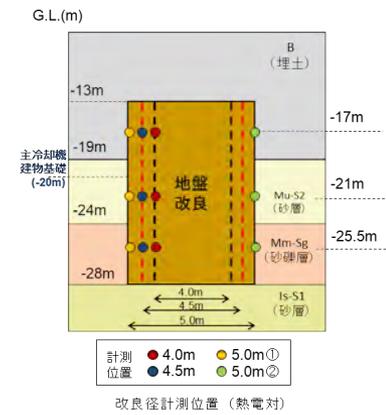


1. 「常陽」主冷却機建物周辺における地盤改良の試験施工及び解析用物性値

2. 参考資料

2.1 原子力施設、一般施設の地盤改良施工事例

2.2 熱電対測定結果



2.2 参考資料 熱電対測定結果(改良体B)

