



JY1-2-1

**国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所（南地区）の
原子炉施設（高速実験炉原子炉施設）の変更に係る
設計及び工事の計画の認可申請書の概要**

（新規制基準適合性確認等（第1回申請）：主冷却機建物の地盤改良（第五条適合性確認））

2023年8月25日

**日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高速実験炉部**

「常陽」の概要

高速実験炉「常陽」

<使用の目的>

高速増殖炉の開発（ただし、その利用は平和目的に限られる）

<原子炉の型式、熱出力及び基数>

型式 ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料ナトリウム冷却高速中性子型

熱出力 100MW

基数 1基

<原子炉を設置する事業所の名称及び所在地>

事業所の名称 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所（南地区）

事業所の所在地 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地

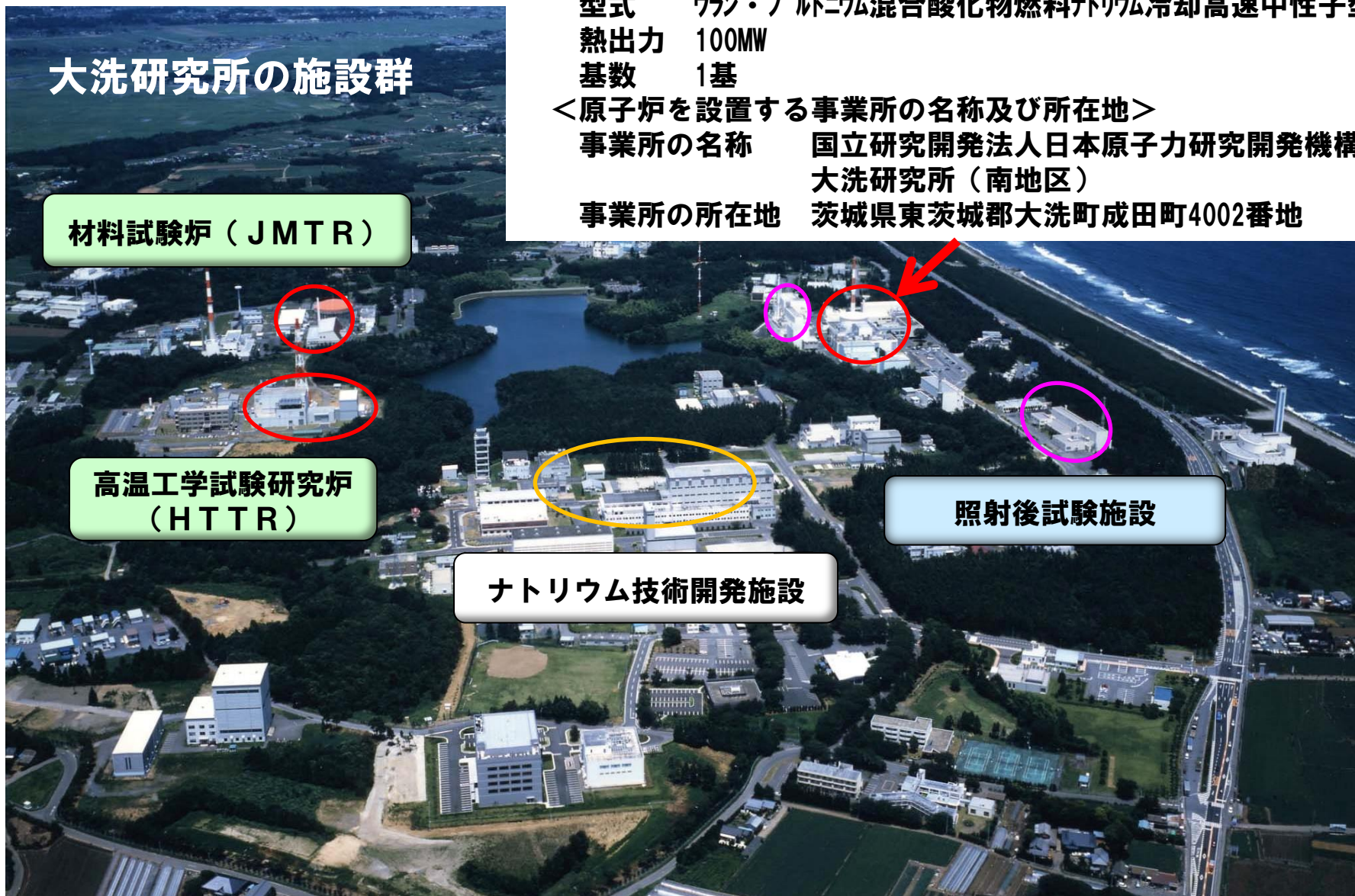
大洗研究所の施設群

材料試験炉（JMTR）

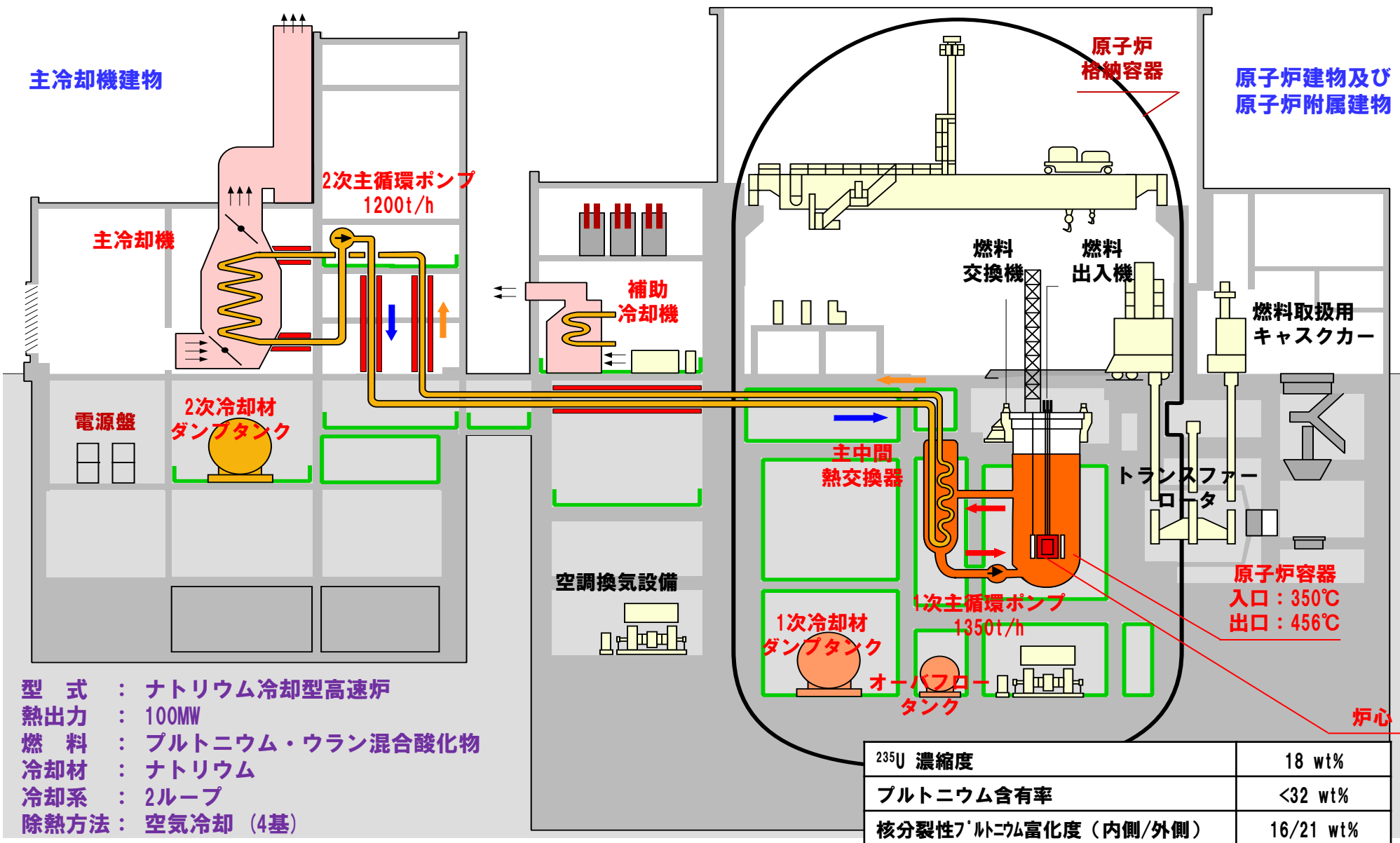
高温工学試験研究炉
（HTTR）

ナトリウム技術開発施設

照射後試験施設



「常陽」プラント概要



型式 : ナトリウム冷却型高速炉
 熱出力 : 100MW
 燃料 : プルトニウム・ウラン混合酸化物
 冷却材 : ナトリウム
 冷却系 : 2ループ
 除熱方法 : 空気冷却 (4基)

^{235}U 濃縮度	18 wt%
プルトニウム含有率	<32 wt%
核分裂性プルトニウム富化度 (内側/外側)	16/21 wt%

高速実験炉原子炉施設の新規制基準適合性確認等 に係る設工認申請書の構成の概要（1/2）

- 高速実験炉原子炉施設を「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」に適合させるためには、原子炉本体、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設、原子炉冷却系統施設、計測制御系統施設、放射性廃棄物の廃棄施設、放射線管理施設、原子炉格納施設、その他試験研究用等原子炉の附属施設の一部について、補強対策等を講じる必要がある。
- 高速実験炉原子炉施設では、自主的な安全性の向上を目的とした施設・設備の改造等を進めていることに鑑み、これらの施設等について、最終的に、バックフィット評価を主な目的として、新規制基準適合に係る設工認申請を実施する。設工認申請段階におけるすべてのバックフィット項目を対象とすることで、適合性確認の抜け・漏れを防止する。
 - ※ 行政相談を実施した「メンテナンス建物の耐震補強」等にあつては、「設置者の自主的な取り組みとして工事に着手し、本工事の新規制基準に係る適合性については、新規制基準に係る設置変更許可処分後に申請される設工認申請において確認する。」とされている。
- 一方で、新規制基準適合に係る補強対策等のうち、「主冷却機建物の地盤改良」にあつては、高速実験炉原子炉施設において、過去に同様の工事の経験がないことを踏まえ、バックフィット評価を適用するのではなく、設計及び工事の計画の認可を得て工事に着手するものとした。
- 上記を踏まえ、設計及び工事の計画の認可申請は、以下のように分割する。
 - 新規制基準適合性確認等（第1回申請）：主冷却機建物の地盤改良
 - ※ 工事等に時間を要し、早期に工事着手が必要なものとして、他の項目と分割して申請
 - 新規制基準適合性確認等（第2回申請）：耐震評価、外部事象評価等
 - ※ 技術基準規則への適合性を確認（バックフィット）

高速実験炉原子炉施設の新規制基準適合性確認等 に係る設工認申請書の構成の概要（2/2）

第1回申請

- ・ 主冷却機建物の地盤改良（第五条適合性確認）

今回申請の範囲

第2回申請（主要なものを記載。また、今後、細分化する場合がある。）

- ・ 建物・構築物及び機器・配管系の耐震性評価（第六条適合性確認）
- ・ 避雷設備の整備（第八条（落雷）適合性確認）
- ・ 竜巻に係る建物・構築物及び機器・配管系の構造健全性評価（第八条（竜巻）適合性確認）
- ・ 降下火砕物に係る建物・構築物及び機器・配管系の構造健全性評価及び非常用ディーゼル電源系に関連する冷却塔、排気筒及び吸気系統の降下火砕物影響評価（第八条（火山）適合性確認）
- ・ 外部火災に係る建物・構築物及び機器・配管系の構造健全性評価（第八条（外部火災）適合性確認）

- ・ MK-IV炉心の核熱特性評価（第十条適合性確認）

- ・ 溢水対策機器の整備及び溢水の影響評価（第十九条適合性確認）
- ・ 火災対策設備の整備及び火災の影響評価（第二十一条（火災）適合性確認）

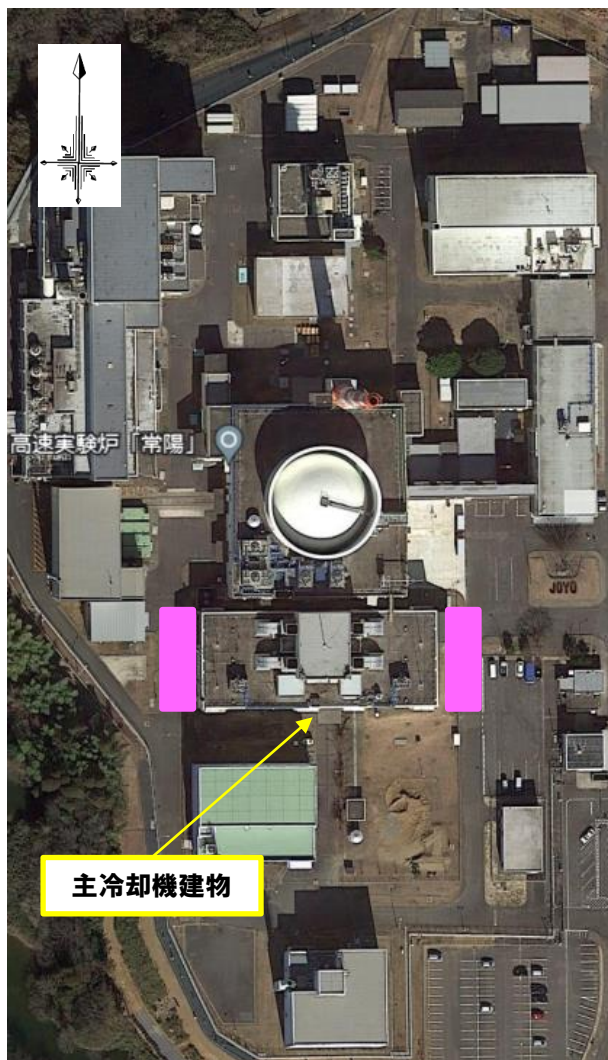
- ・ 中央制御室外原子炉停止盤の設置（第三十四条第五項適合性確認）

- ・ 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止のための資機材の整備（第五十八条適合性確認）
- ・ 固定モニタリング設備のデータ送信システムの多様化

「第1回申請：主冷却機建物の地盤改良」の概要

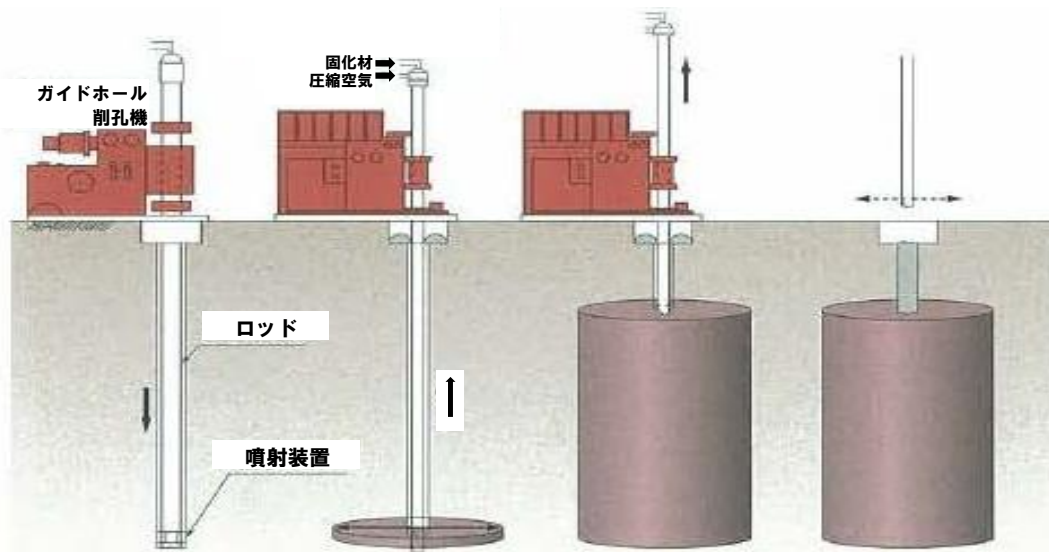
主冷却機建物の東・西側の地盤を改良する。

( で示した領域)



出典：Googleマップに加筆

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：

固化材を高圧で噴射し、地盤を切削しながら、固化材を混合し、攪拌して、強固な造成体を作ること地盤を改良する方法。

他の原子力施設でも適用実績があり、高い信頼性を有する。

試験施工により、改良後の地盤が必要な強度を有していることを確認済。

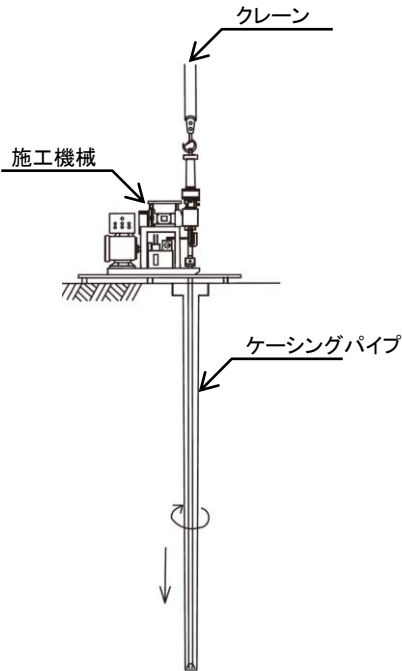
地盤改良の試験施工

「主冷却機建物の地盤改良」に係る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、ロッドの先端からスラリー状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造成する。
- ・ 施工中は、固化材の配合仕様、噴射流量・圧力、引上げ時間、回転速度等を計測し、測定値を制御しながら施工を行い、改良体の品質を管理する。

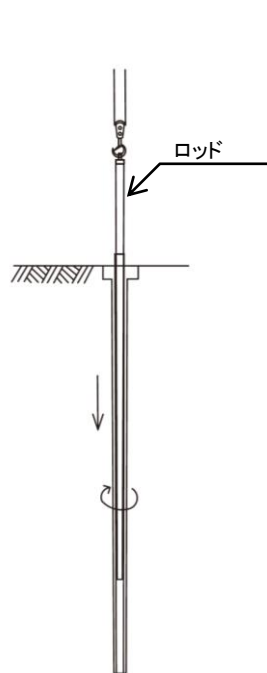
①削孔

施工中心位置に施工機械をセットし、計画深度までケーシングによる削孔を行う。



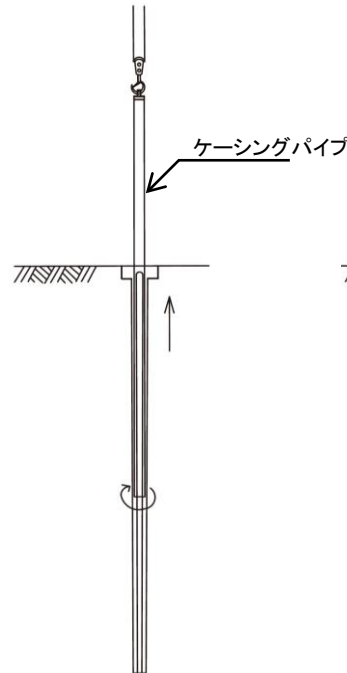
②造成ロッド挿入

ケーシング削孔完了後、ロッドを挿入する



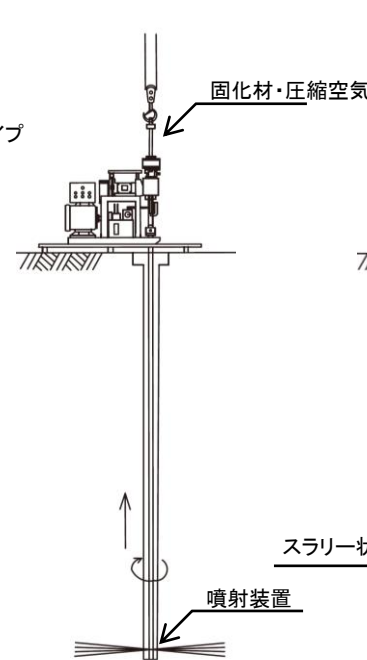
③ケーシング引抜

ケーシングを引き抜く。



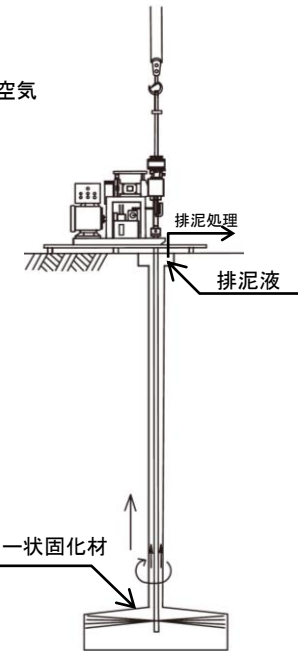
④造成準備

ロッド高さを計画深度に合わせ、造成準備（回転速度、引上げ時間等の設定）を行い、改良下端で初期噴射を実施する。



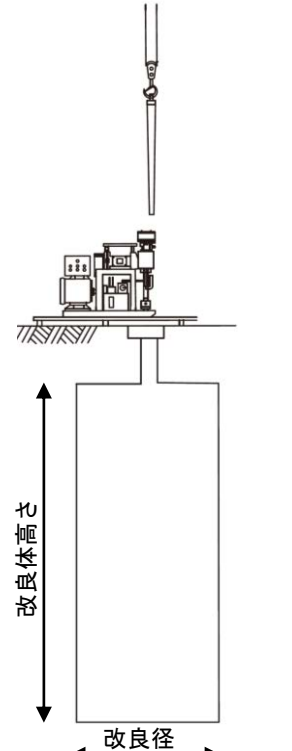
⑤造成

スラリー状固化材を噴射しながら所定の引上げ時間及び回転速度により、改良体を造成する。



⑥施工完了

ロッドを引き抜き、造成完了。



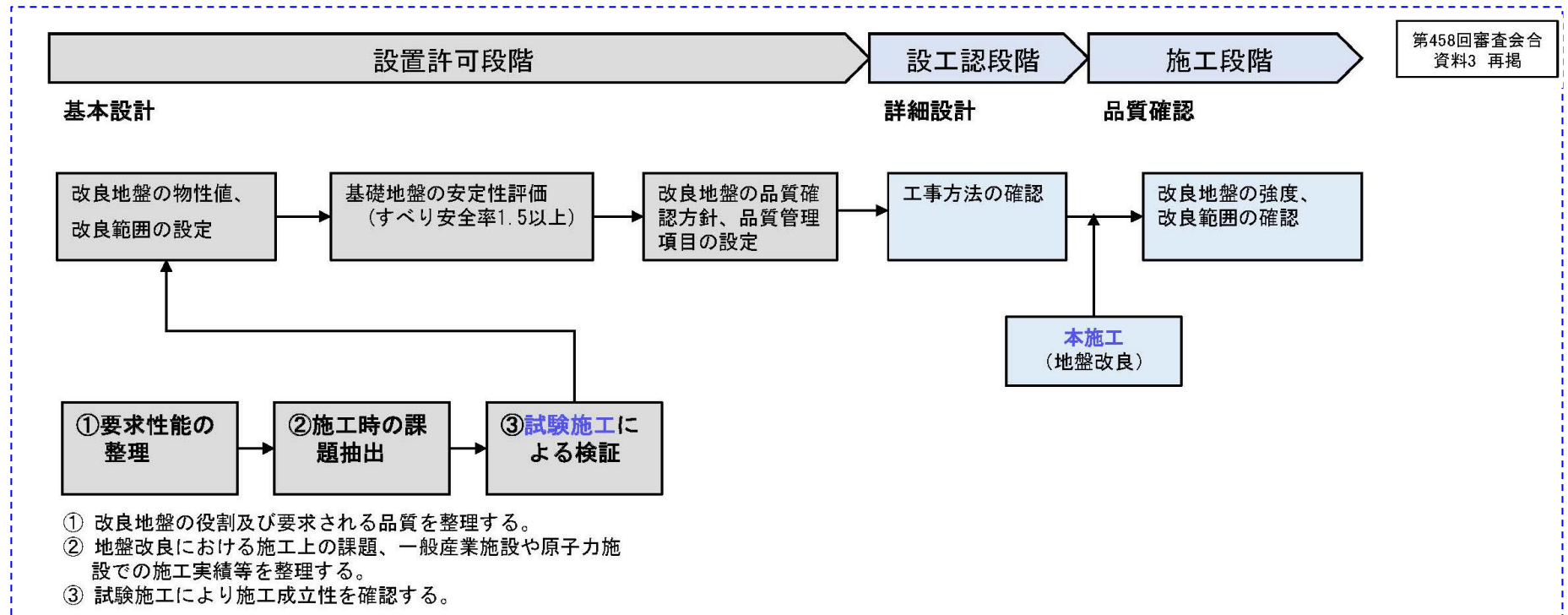
「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (設置許可段階での審査概要)

■主冷却機建物の周辺地盤については、すべり安全率に対する耐力が不足することから、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安全率を確保する。

■設置許可段階では検討フローに基づき、次の項目を設定した。

- ①工法の選定は、すべり抵抗が向上することができる固結工法から、当該地盤への適用性、他の原子力施設等での施工実績を踏まえ、高圧噴射攪拌工法を選定した。
- ②当該地盤において試験施工を行いその成立性を確認し、基礎地盤の安定性を評価した。
- ③改良地盤の範囲・強度の設定は、試験施工の結果に基づき設定した。
- ④品質管理項目は、「改良地盤の範囲」・「改良地盤の強度」として、管理方針については、関係基準等に基づき設定した。

⇒設工認段階では、設置許可の基本方針を踏まえ、工事方法の確認、品質確認を行う。



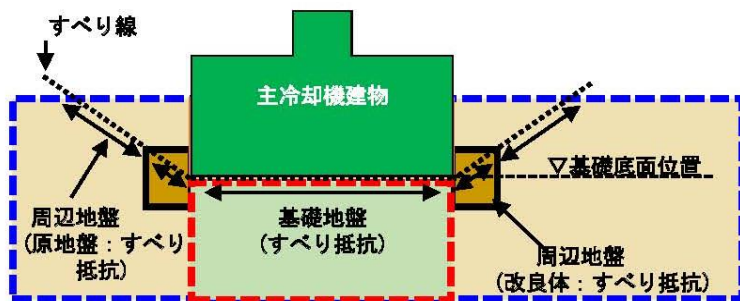
「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (①工法の選定)

- ・ 周辺地盤改良工法については、施工性、既設設備への影響の観点から工法選定を行った。
- ・ 検討の結果から、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。また、高圧噴射攪拌工法は、他の原子力サイトで基礎地盤のすべり対策等において適用事例があり、技術基準が明確である。

第458回審査会合
資料3 再掲

地盤改良の要求性能

役割	想定されるすべり面に対して周辺地盤を改良し、地震時のすべり抵抗を向上させる。
要求される品質	地盤改良後の地盤が、十分なすべり抵抗(すべり安全率1.5以上)を有すること。



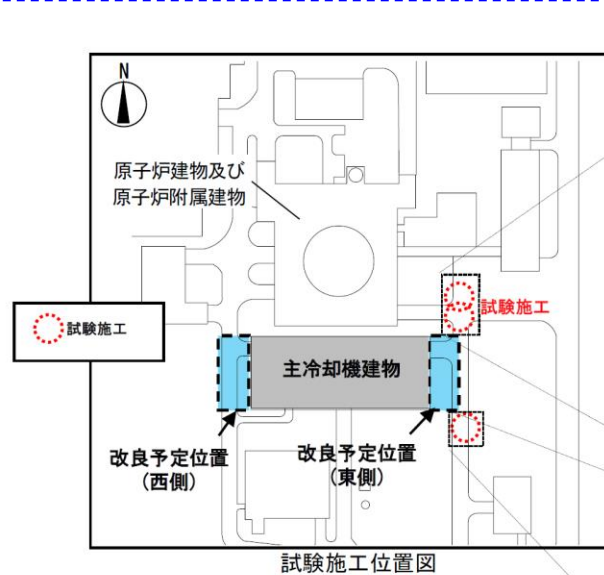
地盤安定性評価における各部位の区分

地盤改良工法の種類と適用地盤・効果

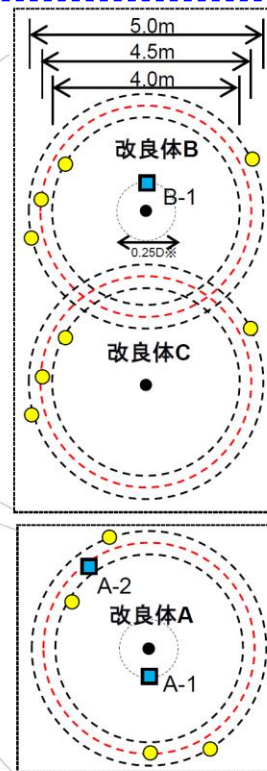
工法	適用地盤				工法の効果					
	粘性土	砂質土	粘性土 砂質土 の互層	有機 質土	沈下対策		安定対策			
					圧密沈 下促進	沈下量 減少	せん断 変形の 抑制	強度増 加促進	すべり 抵抗の 付与	液状化 の防止
表層処理工法										
表層処理工法	○			○			○	○	○	
表層処理工法										
置換工法	○		○	○	○	○	○		○	
押え盛土工法	○		○	○					○	
繰速載荷工法	○		○	○				○		
載荷重工法	○		○	○	○				○	
バーチカル ドレイン工法	○		○	○	○				○	
サンドコンパ クション工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
締固め工法		○							○	○
固結工法										
固結工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
固結工法										
構造物による 工法	○	○	○	○	○	○			○	

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (②試験施工の概要)

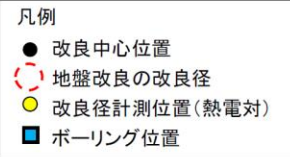
- 試験施工では、本施工で用いる高圧噴射攪拌工法を用いて、同様の地盤条件での施工を行った。
- 改良体については、熱電対、ボーリングコアの結果から改良範囲（改良対象深度（G.L.-28mからG.L.-13m）、改良体の径（4.5m））が改良されていることを確認した。
- 改良体強度については、必要強度が確保出来ることを確認した。



試験施工位置図



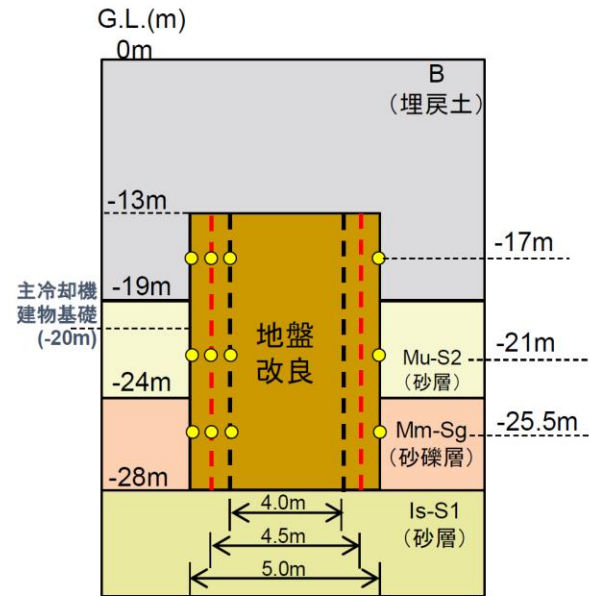
試験施工 配置平面図



※「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」に基づき改良体径の1/4で実施した

第458回
審査会合
資料3 再掲

工法	高圧噴射攪拌工法
対象土質	B(埋戻土)、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



試験施工 断面図

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 解析用物性値設定に用いる

参考：試験施工（改良径の確認：熱電対測定結果）



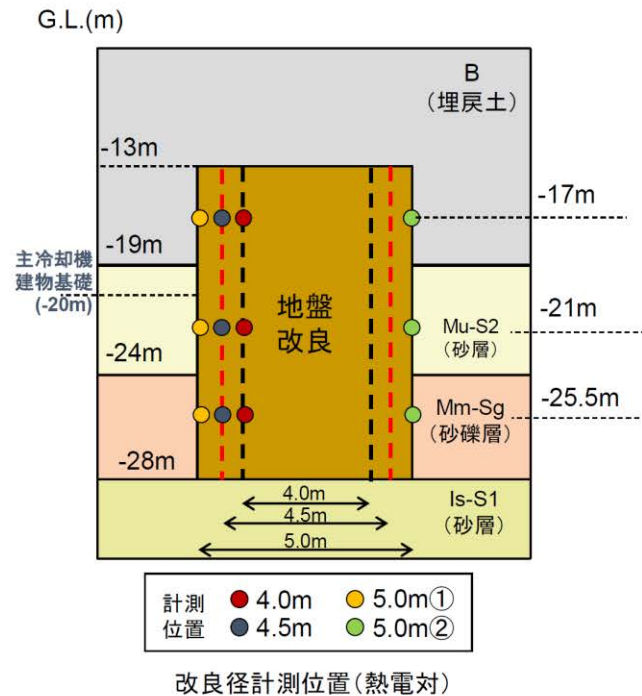
参考資料

第458回審査会合
資料3 再掲

11 地盤改良の試験施工結果

—地盤改良の成立性確認 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	○	○	○	×

- ・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。

参考：試験施工（改良範囲の確認：ボーリング結果）

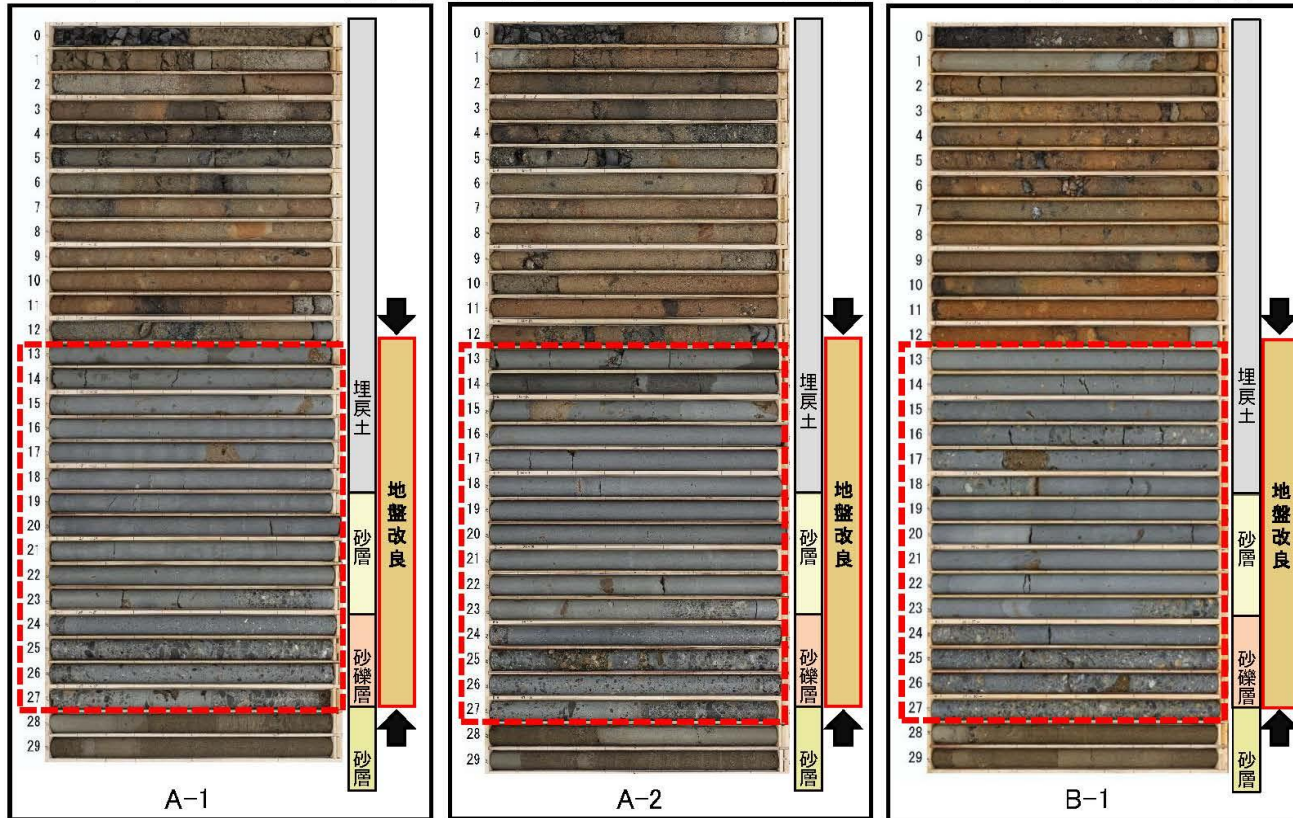


参考資料

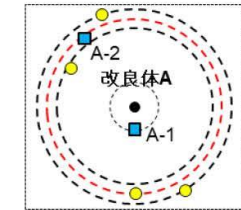
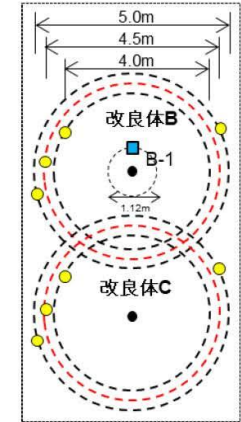
11 地盤改良の試験施工結果

—地盤改良の成立性確認 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。



第458回審査会合 資料3 再掲



試験施工 配置平面図

- 凡例
- 改良中心位置
 - 地盤改良の改良径
 - 改良径計測位置(熱電対)
 - ボーリング位置

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.-13m)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。

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (②設置許可申請書における評価結果等)

【添付書類六】

3.6 原子炉施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性

主冷却機建物については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。

3.6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

3.6.1.3 評価結果

(1) 基礎地盤のすべり

想定すべり線におけるすべり安全率を第3.6.2表(1)から第3.6.2表(3)に示す。

原子炉建物及び原子炉附属建物の最小すべり安全率は2.0、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した場合は1.8であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることから、基礎地盤はすべりに対して十分な安定性を有している。

主冷却機建物の最小すべり安全率は2.1、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した場合は1.7であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることから、基礎地盤はすべりに対して十分な安定性を有している。

3.8 改良地盤の品質確認

基礎地盤の安定性評価に用いる改良地盤については、施工において改良地盤の品質確認を以下のとおり実施する。

主冷却機建物のすべり安全率の評価において改良地盤の範囲及び強度を設定し、基礎地盤の安定性評価を実施していることから、改良地盤の品質管理では、改良地盤の範囲及び強度が基準値を満足することを確認する。改良地盤の範囲を第3.6.3図(4)に、改良地盤の確認項目及び基準値を第3.8.1表に示す。

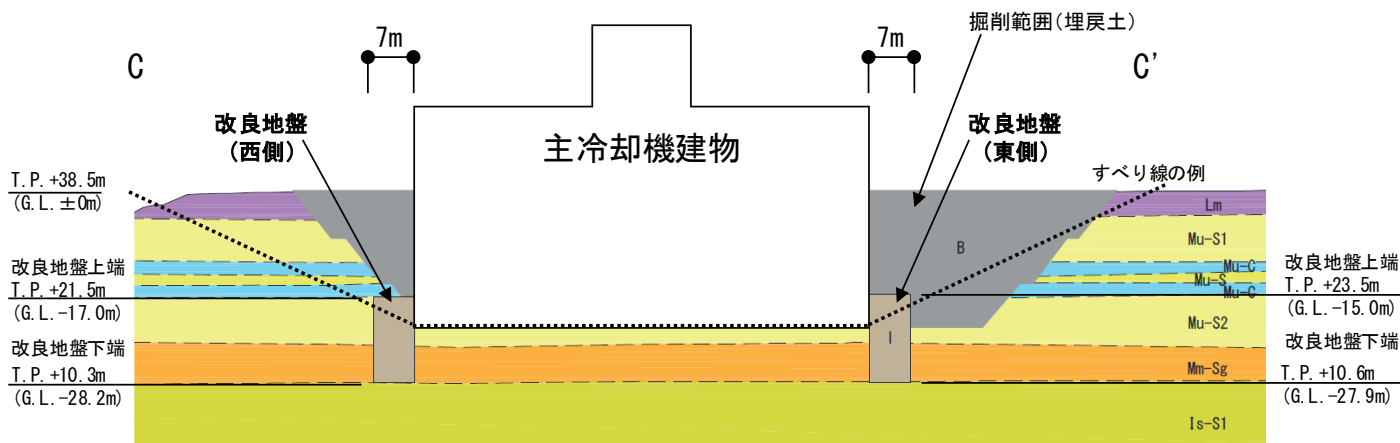
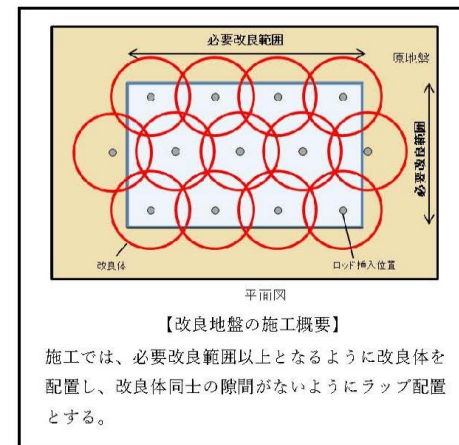
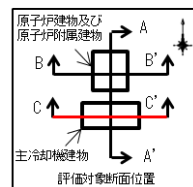
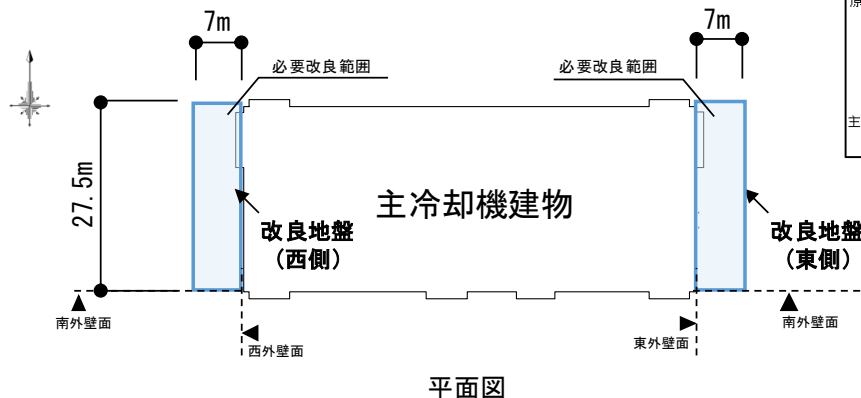
地盤改良の工法は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）とし、品質確認準拠基準は高圧噴射攪拌工法の品質管理に係る詳細な記載がされている「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」（2018）⁽¹²⁴⁾を適用する。なお、その他の基準^{(125)～(128)}についても適宜参考とする。

品質確認試験の頻度は、各基準の目安を満足するように設定する。改良地盤の試験頻度を第3.8.2表に示す。

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (③改良地盤の範囲・強度の設定：改良地盤の範囲)

- ・地盤安定性評価で設定した改良地盤の必要改良範囲を以下に示す。
- ・改良地盤は、想定すべり線に対して必要耐力が確保できるように建物の東西に配置した。
- ・改良地盤の強度は、試験施工結果に基づき設定した。

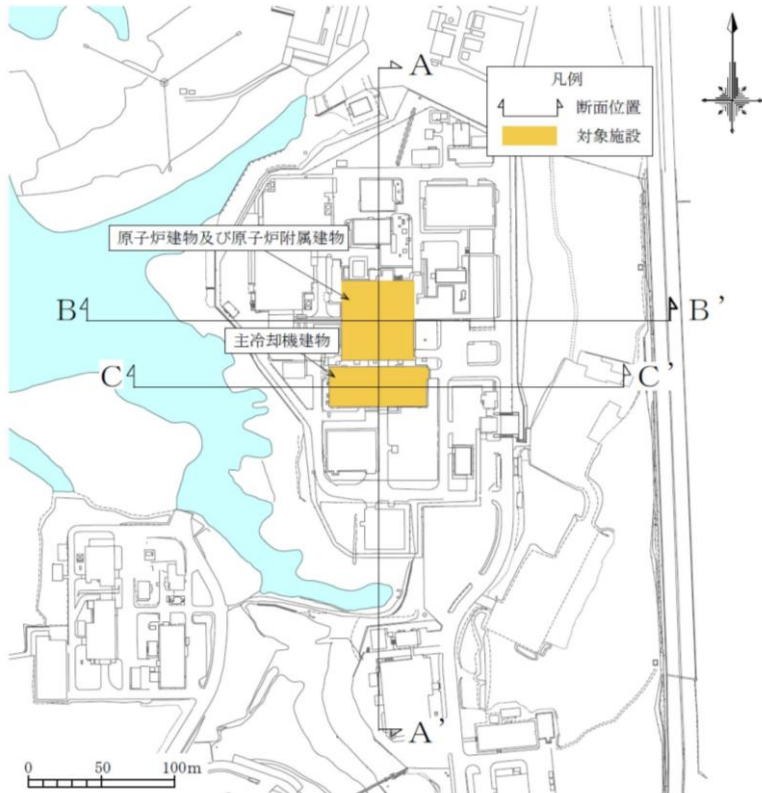
【添付書類六】



「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (③改良地盤の範囲・強度の設定(主冷却機建物のすべり安全率評価結果))

主冷却機建物の東西断面は、すべり抵抗力を向上させるため、建物東側及び西側に改良地盤を設置し、すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認した。

【添付書類六】



第 3.6.2 図 解析断面位置図

第 3.6.2 表(3) すべり安全率 (C-C' 断面)

番号	想定すべり線形状	地震動 ^{※1}	すべり安全率 ^{※3}	
			基本モデル ^{※2}	地盤強度 ばらつき考慮
1	60°	S s - 6 (-, -)	2.4 [14.53]	-
2	45°	S s - D (+, -)	2.3 [46.64]	-
3	30°	S s - D (+, -)	2.3 [46.64]	-
4-1	25°	S s - D (+, -)	2.2 [46.64]	-
4-2	25° 60°	S s - D (+, -)	2.1 [46.63]	1.7 [46.63]

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

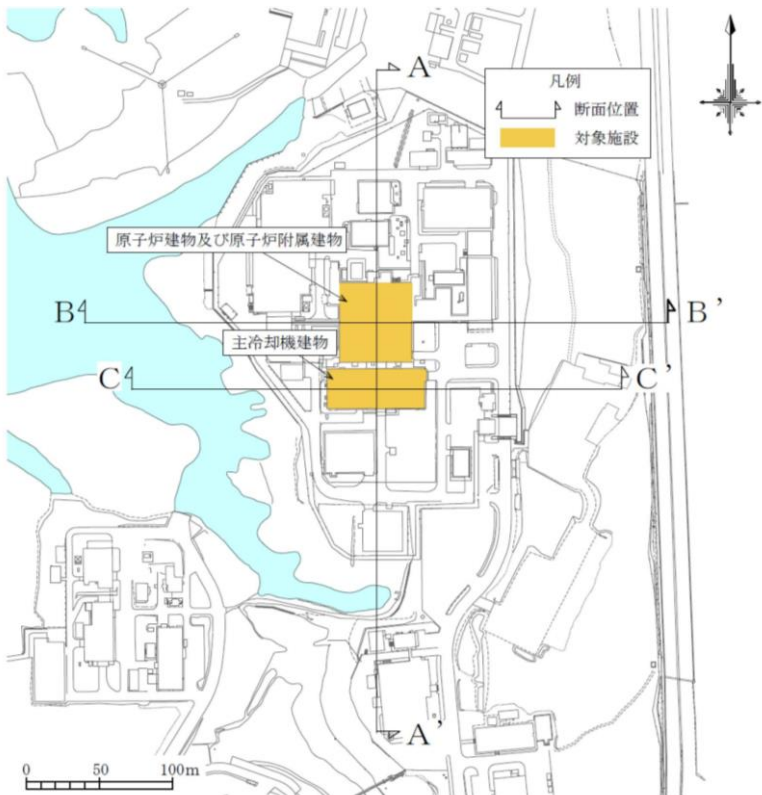
※2 地盤強度を平均強度、解析用地下水位を地表面に設定したモデルを基本とする。

※3 [] は発生時刻 (秒)

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (③改良地盤の範囲・強度の設定(原子炉建物及び原子炉附属建物のすべり安全率評価結果))

原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物の南北断面については、すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認した。

【添付書類六】



第 3.6.2 図 解析断面位置図

第 3.6.2 表(1) すべり安全率 (A-A' 断面)

番号	想定すべり線形状	地震動 ^{※1}	すべり安全率 ^{※3}	
			基本モデル ^{※2}	地盤強度 ばらつき考慮
1		S s - D (+, -)	2.9 [46.62]	-
2		S s - D (+, -)	2.6 [46.63]	-
3		S s - D (+, -)	2.3 [46.63]	-
4		S s - D (+, -)	2.2 [46.63]	1.9 [46.63]

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

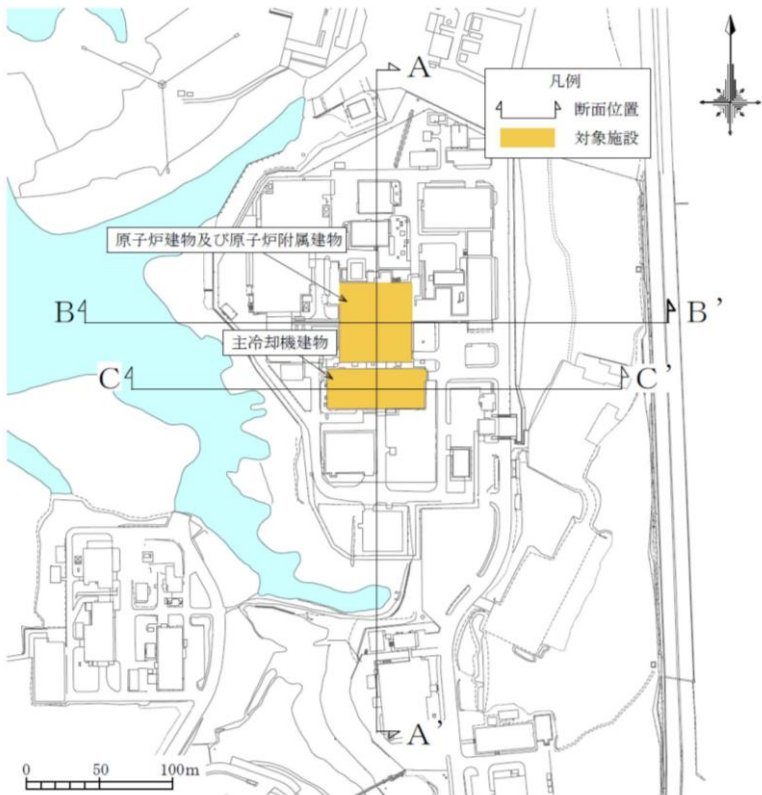
※2 地盤強度を平均強度、解析用地下水位を地表面に設定したモデルを基本とする。

※3 [] は発生時刻 (秒)

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (③改良地盤の範囲・強度の設定(原子炉建物及び原子炉附属建物のすべり安全率評価結果))

原子炉建物及び原子炉附属建物の東西断面については、すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認した。

【添付書類六】



第 3.6.2 図 解析断面位置図

第 3.6.2 表(2) すべり安全率 (B-B' 断面)

番号	想定すべり線形状	地震動※1	すべり安全率※3	
			基本モデル※2	地盤強度 ばらつき考慮
1	60°	S s - D (+, -)	3.6 [46.62]	-
2	45°	S s - D (+, -)	2.8 [46.65]	-
3	30°	S s - D (+, -)	2.2 [46.66]	-
4	25°	S s - D (+, -)	2.0 [46.67]	1.8 [46.67]

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

※2 地盤強度を平均強度、解析用地下水位を地表面に設定したモデルを基本とする。

※3 [] は発生時刻 (秒)

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (④品質管理項目：改良地盤の品質管理項目)

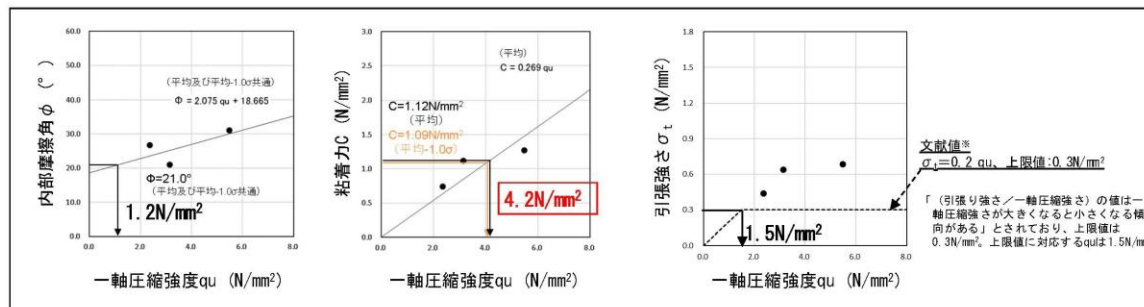
- 改良地盤の品質管理については、一軸圧縮強度 q_u が指標とされていることから、強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張り強さ）と一軸圧縮強度との相関関係から算出した一軸圧縮強度 q_u 4.2N/mm^2 以上であることを確認する。

【添付書類六】

第 3. 8. 1 表 改良地盤の確認項目及び基準値

確認項目	要求品質	必要改良範囲		備考
改良地盤の範囲	必要改良範囲が施工されていること	幅	基準位置（東西外壁面）から7m以上	改良体の配置（ロッド挿入位置）※1の確認により、必要改良幅及び必要改良奥行き以上改良されていることを確認する。
		奥行き	基準位置（南外壁面）から27.5m以上	
		高さ	上端 東側 T. P. +23.5m 以上 西側 T. P. +21.5m 以上	改良開始深度と改良終了深度のロッド長さの確認により、必要改良高さが改良されていることを確認する。
下端	東側 T. P. +10.6m 以下 西側 T. P. +10.3m 以下			

確認項目	要求品質	基準値	備考
改良地盤の強度	改良地盤の強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張り強さ）が確保されていること	一軸圧縮強度 q_u 4.2N/mm^2 以上	強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張り強さ）と一軸圧縮強度 q_u との相関関係から算出した一軸圧縮強度 q_u 4.2N/mm^2 を基準値として採用し、基準値以上であることを確認する。



※2019年度版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化工材を用いた深層・浅層混合処理工法-、日本建築センター

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
(内部摩擦角 ϕ 、粘着力 C 、引張り強さ σ_t)

「主冷却機建物の地盤改良」に係る原子炉設置変更許可の基本方針 (④品質管理項目：改良地盤の試験頻度)

・ 施工における品質確認試験の頻度は、基準・指針の目安を満足するように設定した。

【添付書類六】

第 3.8.2 表 改良地盤の試験頻度

基準名称	基準における試験頻度の目安	設定する試験頻度
2018 年度版 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、2018)	検査対象層（改良範囲内の各土層）に対して、100 本の改良コラムに 1 箇所以上かつ 1 検査対象群に 1 箇所以上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査箇所は、改良土量が約 5000m³（改良体本数 100 本未満）であることから、東側・西側の改良地盤に対して、各 3 箇所とする。 ・ 試験（一軸圧縮試験）は、改良範囲内の各土層に対して実施する。
建築基礎設計のための地盤改良設計指針案 (日本建築学会、2006)	改良体 100 本ごとに 1 本以上	
乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 (日本電気協会、2009)	改良体 300 本ごとに 1 本以上	
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 (土木研究センター、2004)	設計強度ごとに改良体 500 本未満は 3 本×3 深度、500 本以上は 250 本ごとに 1 本追加	
港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル (沿岸技術研究センター、2014)	改良土量 10000m ³ ごとに 1 本程度	

「主冷却機建物の地盤改良」に係る設計条件及び設計仕様（1/3）

項目	設計条件
耐震クラス	<p style="text-align: center;">－※</p> <p>※ 基準地震動による地震力が作用した場合においても、基礎地盤のすべりに対して十分な安定性を有するもの。</p>

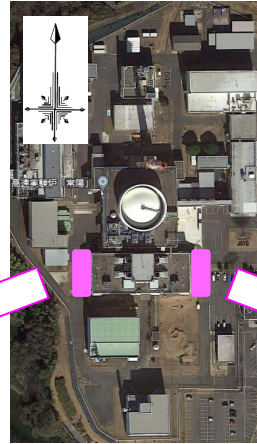
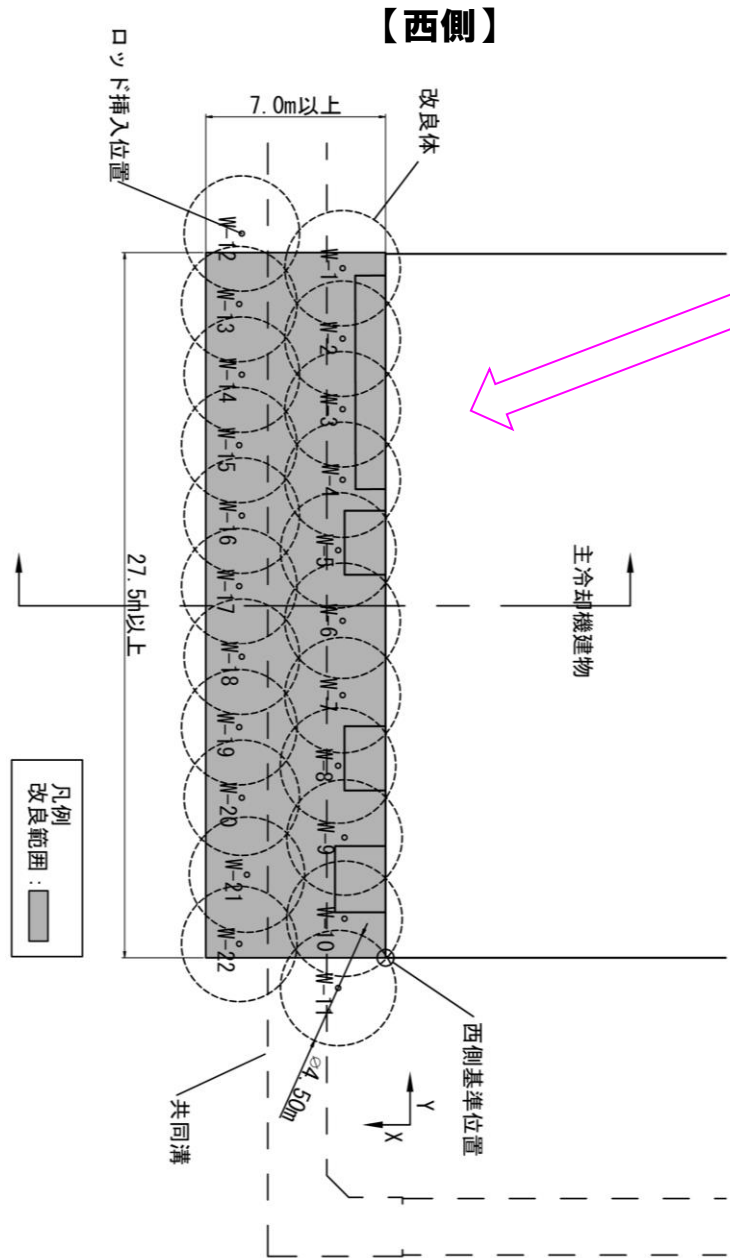
項目		設計仕様	
固化材		セメント系	
主要寸法	改良体の直径	m 4.5以上	
	改良地盤の幅	m 7以上*1	
	改良地盤の奥行き	m 27.5以上*2	
	改良地盤の高さ	上端	東側 T. P. +23.5以上 西側 T. P. +21.5以上
		下端	東側 T. P. +10.6以下 西側 T. P. +10.3以下
改良地盤の強度（一軸圧縮強度）		N/mm ² 4.2以上	

*1：基準位置（東外壁面又は西外壁面）からの距離

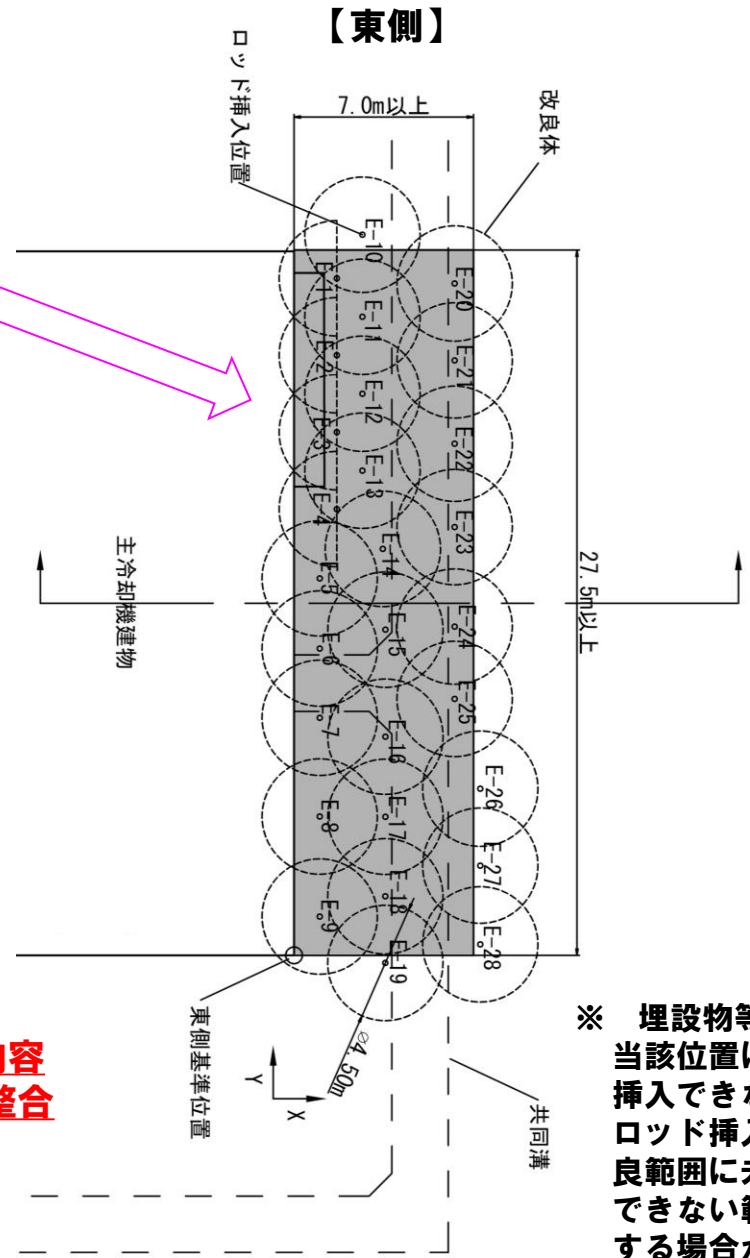
*2：基準位置（南外壁面）からの距離

設置変更許可の内容（P17）と整合

「主冷却機建物の地盤改良」に係る設計条件及び設計仕様 (2/3)



出典：Googleマップに加筆

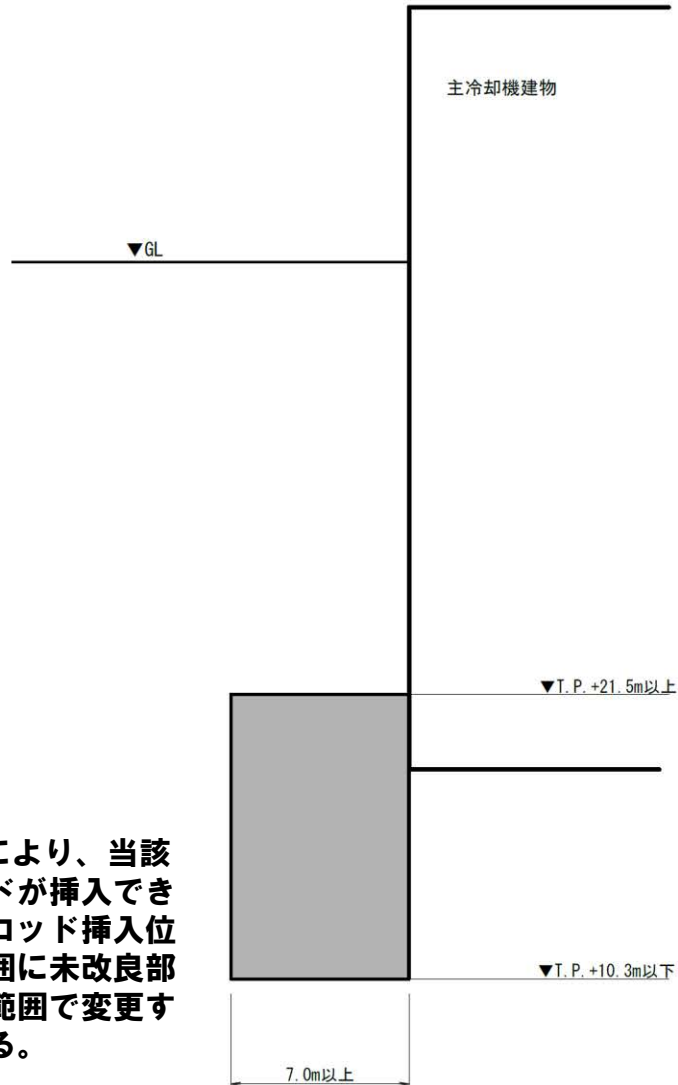


**設置変更許可の内容
(P13右上図)と整合**

※ 埋設物等により、当該位置にロッドが挿入できない場合、ロッド挿入位置を改良範囲に未改良部ができない範囲で変更する場合がある。

「主冷却機建物の地盤改良」に係る設計条件及び設計仕様（3/3）

【西側（鉛直方向断面図）】



※ 埋設物等により、当該位置にロッドが挿入できない場合、ロッド挿入位置を改良範囲に未改良部ができない範囲で変更する必要がある。

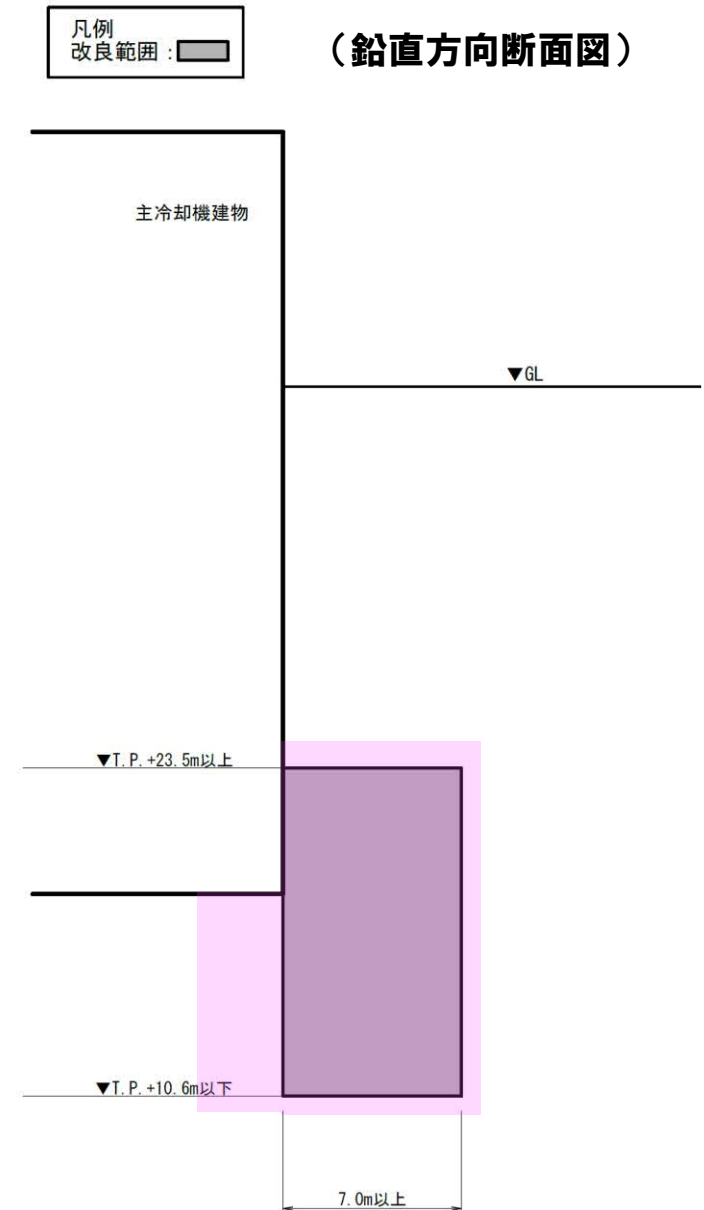
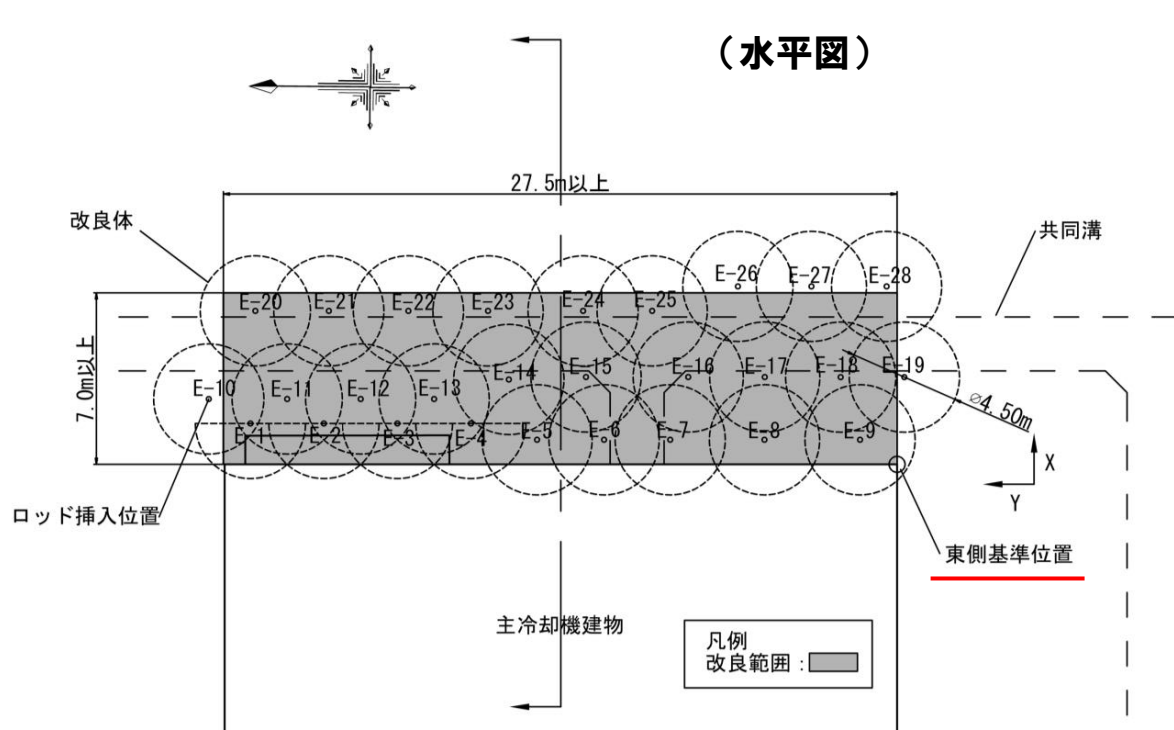
凡例
改良範囲： 

【東側（鉛直方向断面図）】



**設置変更許可の内容
(P13下図)と整合**

参考：改良範囲のイメージ（例：東側）



- 改良が要求される範囲は、東側基準位置（東外壁面又は南外壁面：上図参照）からの距離で7.0m以上×27.5m以上。
 - 改良体は、要求される範囲を包絡するように造成（改良体の造成のイメージ：右図ピンク部分参照）。
- ※ 建物に干渉する部分には、固化材が浸透しないため改良体は造成されない。

「主冷却機建物の地盤改良」に係る使用前事業者検査の主な項目

【改良範囲の確認に関するもの】

- 寸法検査：改良地盤の高さを、改良開始深度と改良終了深度のロッド長さを記録した書類の確認により行う。^{*1}
- 配置検査：改良体の配置を、ロッド挿入位置を記録した書類の確認により行う。^{*2}

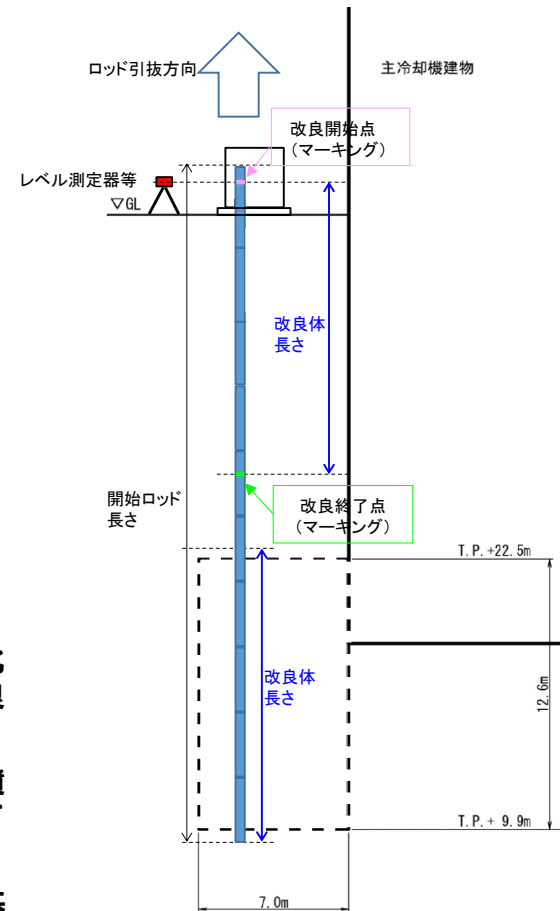
【改良地盤の強度の確認に関するもの】

- 強度検査：ボーリングコア供試体を用いた一軸圧縮試験^{*3}により改良地盤の強度を記録した書類の確認により行う。ボーリングコア供試体は、西側・東側の改良地盤に対して、各3箇所とする。一軸圧縮試験は、改良範囲内の各土層に対して実施する。

上記以外に「適合性確認検査」及び「品質管理検査」を実施する。

- ^{*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—」に基づき、改良開始時／改良終了時のロッド長さ（標高）を測定し記録する。
- ^{*2}：改良体の直径が4.5m以上であることは、試験施工の結果に基づき、噴射圧力・流量、引上げ時間・回転速度等を測定し、検査前条件として確認する。
- ^{*3}：「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」等に基づき、1回の試験結果は、3個の供試体の試験値の平均値とし、各供試体の試験結果は改良地盤設計強度の85%以上を確保する。

寸法検査イメージ図



測定手順①



測定手順②



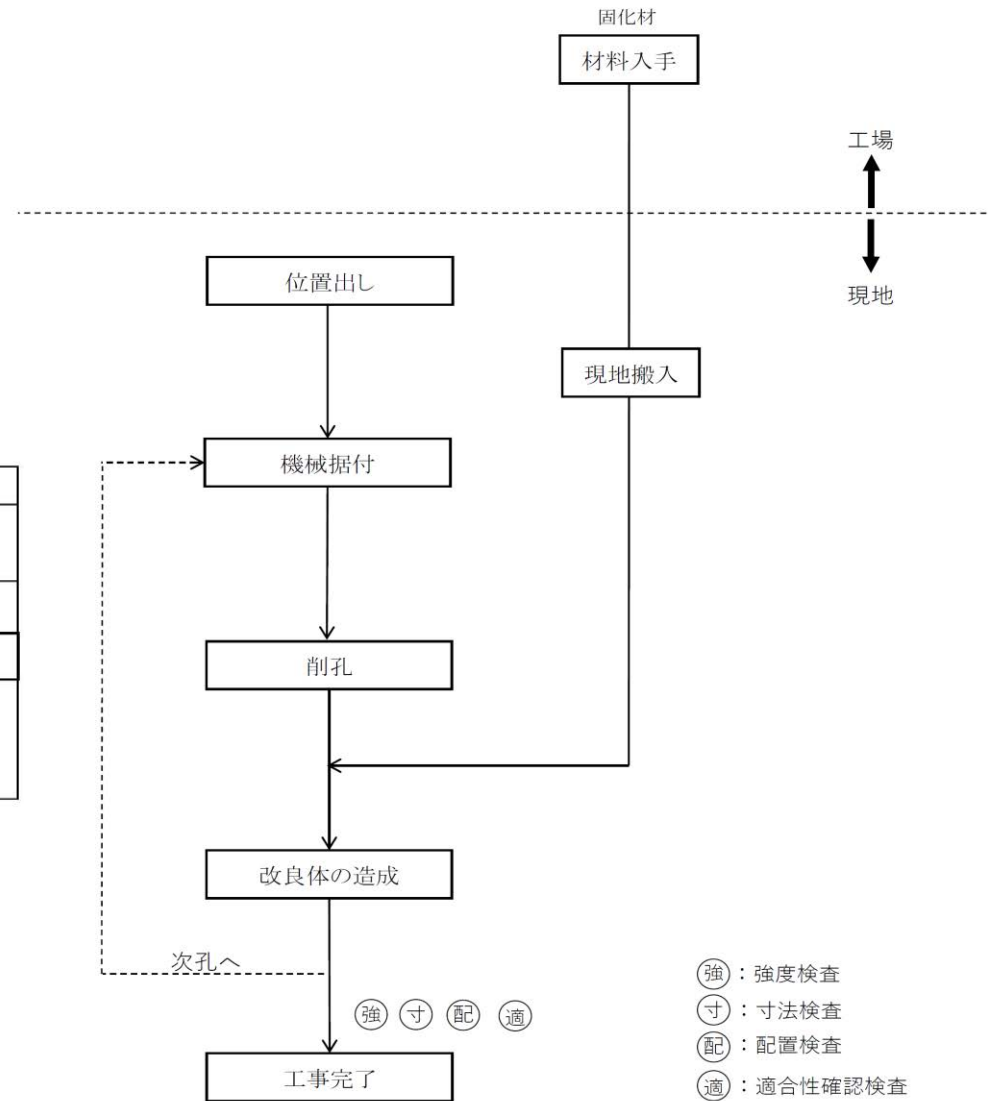
測定手順③

測定手順

- ①改良体ロッドの長さを鋼製巻尺を用いて測定し、改良開始点、終了点をマーキングする。
- ②改良開始の標高を、レベル等を用いた計測により確認する。
- ③改良終了の標高を、レベル等を用いた計測により確認する。

「主冷却機建物の地盤改良」に係る工事フロー等

項目	年度	2023				2024			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
主冷却機建物の地盤改良				工事					
							寸・強・配・適	△	



- ◎ 強 : 強度検査
- ◎ 寸 : 寸法検査
- ◎ 配 : 配置検査
- ◎ 適 : 適合性確認検査
- ◎ 品 : 品質管理検査^{※1}

※1: 品質管理検査は、工事の状況を踏まえ適切な時期で実施する。

技術基準規則への適合性（対象：第5条（試験研究用等原子炉施設の地盤））

（試験研究用等原子炉施設の地盤）

第五条 試験研究用等原子炉施設（船舶に設置するものを除く。第六条、第七条及び第八条第一項において同じ。）は、試験炉許可基準規則第三条第一項の地震力が作用した場合においても当該試験研究用等原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されたものでなければならない。

第五条に適合させるため、耐震重要施設は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤に設置する。

主冷却機建物の地盤については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。改良地盤については、試験施工に基づいた各種試験から強度及び範囲を設定し、改良地盤の施工においては、品質管理方針を示した上で、所定の値が確保されていることを施工時の品質管理で確認することを、原子炉設置変更許可申請書の添付書類六に記載している。当該品質管理方針に基づき、主冷却機建物の地盤改良を行う。

以上より、本原子炉施設は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、本原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されており、第五条に適合する設計となっている。

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（1/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性
第一条	適用範囲	—	—	—	—
第二条	定義	—	—	—	—
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	—	—	—	—
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	—	—	—	—
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	1	—	有	P23に示すとおり
第六条	地震による損傷の防止	1	—	無	本申請は、建物・構築物や機器・配管系を変更等するものではなく、該当しない。 原子炉施設を設置する敷地に該当する斜面はなく、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
第七条	津波による損傷の防止	1	—	無	原子炉施設は、丘陵地帯の台地に位置するため、津波により重大な影響を受けるおそれがなく、該当しない。
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	1	—	無	本申請は、建物・構築物や機器・配管系を変更等するものではなく、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	原子炉を船舶に設置しないため、該当しない。
		4	—	無	航空機の落下確率は、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を下回るため、「航空機の墜落」を考慮する必要はなく、該当しない。

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	1	—	無	本申請は、人の不法な侵入等の防止に係る設計等を変更するものではないため、該当しない。
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	1	—	無	本申請は、反応度の制御能力等を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	原子炉を船舶に設置しないため、該当しない。
第十一条	機能の確認等	1	—	無	本申請は、主冷却機建物の地盤改良に関するものであり、原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理を必要としないため、該当しない。
第十二条	材料及び構造	1	1	無	本申請は、容器等を変更するものではなく、該当しない。
			2	無	
		2	—	無	本申請は、主冷却機建物の地盤改良に関するものであり、耐圧試験又は漏えい試験を行わないため、該当しない。
第十三条	安全弁等	1	—	無	本申請は、主冷却機建物の地盤改良に関するものであり、容器ではなく、かつ、中性子照射を受けないため、該当しない。
					本申請は、安全弁等を変更するものではなく、該当しない。

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（2/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性						
				有・無							
第十四条	逆止め弁	1	-	無	放射性物質を含む一次冷却材その他の流体を内包する容器若しくは管又は放射性廃棄物を廃棄する設備へ放射性物質を含まない流体を導く管に設置する逆止め弁を有しないため、該当しない。						
第十五条	放射性物質による汚染の防止	1	-	無	本申請は、放射性物質を含む流体を取り扱うものではないため、該当しない。						
						2	-	無	本申請は、排水路や施設内の床等を変更するものではないため、該当しない。		
		3	-	無	本申請は、建物の内部の壁や床等を変更するものではないため、該当しない。						
						4	-	無	本申請は、遮蔽設備等を変更するものではないため、該当しない。		
第十六条	遮蔽等	1	-	無	本申請は、換気設備を変更するものではないため、該当しない。						
						2	1	無	本申請は、換気設備を変更するものではないため、該当しない。		
										3	無
第十七条	換気設備	1	1	無	本申請は、換気設備を変更するものではないため、該当しない。						
						2	無	本申請は、換気設備を変更するものではないため、該当しない。			
									3	無	本申請は、換気設備を変更するものではないため、該当しない。
第十八条	適用	-	-	-	-						

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性												
				有・無													
第十九条	溢水による損傷の防止	1	-	無	本申請は、溢水に係る防護措置等を変更するものではないため、該当しない。												
						2	-	無	本申請は、放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を変更するものではないため、該当しない。								
第二十条	安全避難通路等	1	1	無	本申請は、安全避難通路等を変更するものではないため、該当しない。												
						2	無	本申請は、安全避難通路等を変更するものではないため、該当しない。									
									3	無	本申請は、安全避難通路等を変更するものではないため、該当しない。						
第二十一条	安全設備	1	1	無	本申請は、安全設備を変更するものではないため、該当しない。												
						2	無	本申請は、安全設備を変更するものではないため、該当しない。									
									3	無	本申請は、安全設備を変更するものではないため、該当しない。						
												4	無	本申請は、安全設備を変更するものではないため、該当しない。			
															5	無	本申請は、安全設備を変更するものではないため、該当しない。
第二十二条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外	-	-	-	-												
第二十三条	熱遮蔽材	1	1	無	原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化することを防止するための熱遮蔽材を有しないため、該当しない。												
						2	無	原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化することを防止するための熱遮蔽材を有しないため、該当しない。									

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（3/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性
第二十三 条	熱遮蔽材	1	1	無	原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化することを防止するための熱遮蔽材を有しないため、該当しない。
			2	無	
第二十四 条	一次冷却材	1	—	無	本申請は、一次冷却材を変更するものではないため、該当しない。
第二十五 条	核燃料物質取扱設備	1	1	無	本申請は、核燃料物質取扱設備を変更するものではないため、該当しない。
			2	無	
			3	無	
			4	無	
			5	無	
			6	無	
			7	無	
			8	無	
第二十六 条	核燃料物質貯蔵設備	1	1	無	本申請は、核燃料物質貯蔵設備を変更するものではないため、該当しない。
			2	無	
			3	無	
		2	1	無	
			2	無	
			3	無	
			4	無	
第二十七 条～第三 十条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外				
第三十 一条	放射線管理施設	1	1	無	本申請は、放射線管理施設を変更するものではないため、該当しない。
			2	無	
			3	無	

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性	
第三十二 条	安全保護回路	1	1	無	本申請は、安全保護回路を変更するものではないため、該当しない。	
			2	無		
			3	無		
			4	無		
			5	無		
			6	無		
			7	無		
第三十三 条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外					
第三十四 条	原子炉制御室等	1	—	無	本申請は、原子炉制御室等を変更するものではないため、該当しない。	
			—	無		
			—	無		
			—	無		
			—	無		
第三十五 条	廃棄物処理設備	1	1	無	本申請は、放射性廃棄物を廃棄する能力や廃棄物処理設備の設計を変更するものではないため、該当しない。	
			2	無		
			3	無		
			4	無		
			5	無		
			6	無		
			7	無		
	2	1	無	固体状の放射性廃棄物（放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。）を廃棄する設備を有しないため、該当しない。		
		2	無			
		3	無			
第三十六 条	保管廃棄設備	1	1	無	本申請は、保管廃棄設備を変更するものではないため、該当しない。	
			2	無		
			3	無		
		2	—	無		
			3	—		無
				—		無

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（4/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性	
				有・無		
第三十六 条	保管廃棄設備	1	1	無	本申請は、保管廃棄設備を変更するものではないため、該当しない。	
			2	無		
			3	無		
		2	—	無		
		3	—	無		
第三十七 条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外					
第三十八 条	実験設備等	1	1	無	現在、実験設備等を有しないため、該当しない。	
			2	無		
			3	無		
			4	無		
			5	無		
第三十九 条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外					
第四十 条	保安電源設備	1	—	無	本申請は、保安電源設備を変更するものではないため、該当しない。	
			2	—		無
			3	—		無
第四十一 条	警報装置	1	—	無	本申請は、放射性物質の濃度や線量当量の著しい上昇又は液体廃棄物の著しい漏えいを検知し警報する設備を変更するものではないため、該当しない。	
第四十二 条	通信連絡設備等	1	—	無	本申請は、設計基準事故時に使用する通信連絡設備等を変更するものではないため、該当しない。	
		2	—	無		
第四十三 条 ～ 第五十六 条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外					
第五十七 条	試験用燃料体	1	—	無	本申請は、試験用燃料体を変更するものではないため、該当しない。	

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性
				有・無	
第五十八 条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	1	—	無	本申請は、多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止に係る設計や措置等を変更するものではないため、該当しない。
第五十九 条	ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外				
第六十 条	適用	—	—	—	—
第六十一 条	炉心等	1	—	無	本申請は、燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物の材料や設計等を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	
第六十二 条	原子炉冷却材バウンダリ等	1	—	無	本申請は、原子炉冷却材バウンダリを構成する機器を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	本申請は、原子炉カバーガス等のバウンダリを構成する機器を変更するものではないため、該当しない。
		5	—	無	本申請は、原子炉冷却材バウンダリからの一次冷却材の漏えいを検出する装置及び原子炉カバーガス等のバウンダリからの原子炉カバーガスの漏えいを検出する装置を変更するものではないため、該当しない。
		6	—	無	本申請は、ナトリウムを液体の状態に保つことのできる設備を変更するものではないため、該当しない。

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（5/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性
				有・無	
第六十二 条	原子炉冷却材 バウンダリ等	1	—	無	本申請は、原子炉冷却材バウンダリを構成する機器を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	本申請は、原子炉カバーガス等のバウンダリを構成する機器を変更するものではないため、該当しない。
		5	—	無	本申請は、原子炉冷却材バウンダリからの一次冷却材の漏えいを検出する装置及び原子炉カバーガス等のバウンダリからの原子炉カバーガスの漏えいを検出する装置を変更するものではないため、該当しない。
		6	—	無	本申請は、ナトリウムを液体の状態に保つことができる設備を変更するものではないため、該当しない。

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性
				有・無	
第六十三 条	計測設備	1	1	無	本申請は、計測設備を変更するものではないため、該当しない。
			2	無	
			3	無	
			4	無	
			5	無	
			6	無	
		2	—	無	本申請は、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し及び対策を講ずるために必要なパラメータを、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視し及び記録することができる設備を変更するものではないため、該当しない。

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（6/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性
				有・無	
第六十四 条	反応度制御系 統及び原子炉 停止系統	1	1	無	本申請は、反応度制御系統を 変更するものではないため、 該当しない。
			2	無	
			3	無	
			4	無	
		2	1	無	本申請は、原子炉停止系統を 変更するものではないため、 該当しない。
			2	無	
			3	無	
			4	無	
		3	—	無	本申請は、制御棒の材料や設 計を変更するものではないた め、該当しない。
		4	1	無	本申請は、制御棒を駆動する 設備を変更するものではない ため、該当しない。
			2	無	
			3	無	
		5	—	無	本申請は、制御棒の最大反応 度価値及び反応度添加率を変 更するものではないため、該 当しない。
		6	—	無	本申請は、原子炉停止系統を 反応度制御系統と共用する場 合において、反応度制御系統 を構成する設備の故障が発生 した場合においても通常運転 時、運転時の異常な過渡変化 時及び設計基準事故時に試験 研究用等原子炉を未臨界に移 行することができ、かつ、低 温状態において未臨界を維持 できることの設計を変更する ものではないため、該当しない。

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無	適合性
				有・無	
第六 十五 条	原子炉格納施 設	1	1	無	本申請は、原子炉格納施設を 変更するものではないため、 該当しない。
			2	無	
			3	無	
		2	—	無	本申請は、隔離弁を変更する ものではないため、該当しな い。
		3	—	無	
4	—	無			
5	—	無			
第六 十六 条	ナトリウムの 漏えいによる 影響の防止	1	—	無	本申請は、ナトリウムの漏え いによる物理的又は化学的影 響を抑制するための措置を変 更するものではないため、該 当しない。
第六 十七 条	ナトリウムの 取扱い	1	—	無	本申請は、ナトリウムを取り 扱う機器について、ナトリウ ムとの共存性を考慮して使用 する材料を変更するものでは ないため、該当しない。
			2	—	
		3	—	無	本申請は、ナトリウムを取り 扱う系統は原則として密閉し たものとするとともに、当該 系統に属する機器のうち内部 に液面を有するものは、その 液面上をカバーガスで覆う構 造とする設計を変更するもの ではないため、該当しない。 本申請は、放射性物質を含む ナトリウムを通常運転時にお いて系統外に排出しないため 該当しない。

技術基準規則への適合性（対象：第5条を除く）（7/7）

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性
第六十八 条	カバーガスの 取扱い	1	—	無	本申請は、カバーガスを変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	本申請は、カバーガスを取り扱う系統において、圧力が過度に上昇することを防止し得る設備を変更するものではないため、該当しない。
		3	—	無	本申請は、放射性物質を含むカバーガスを通常運転時において系統外に排出しないため該当しない。

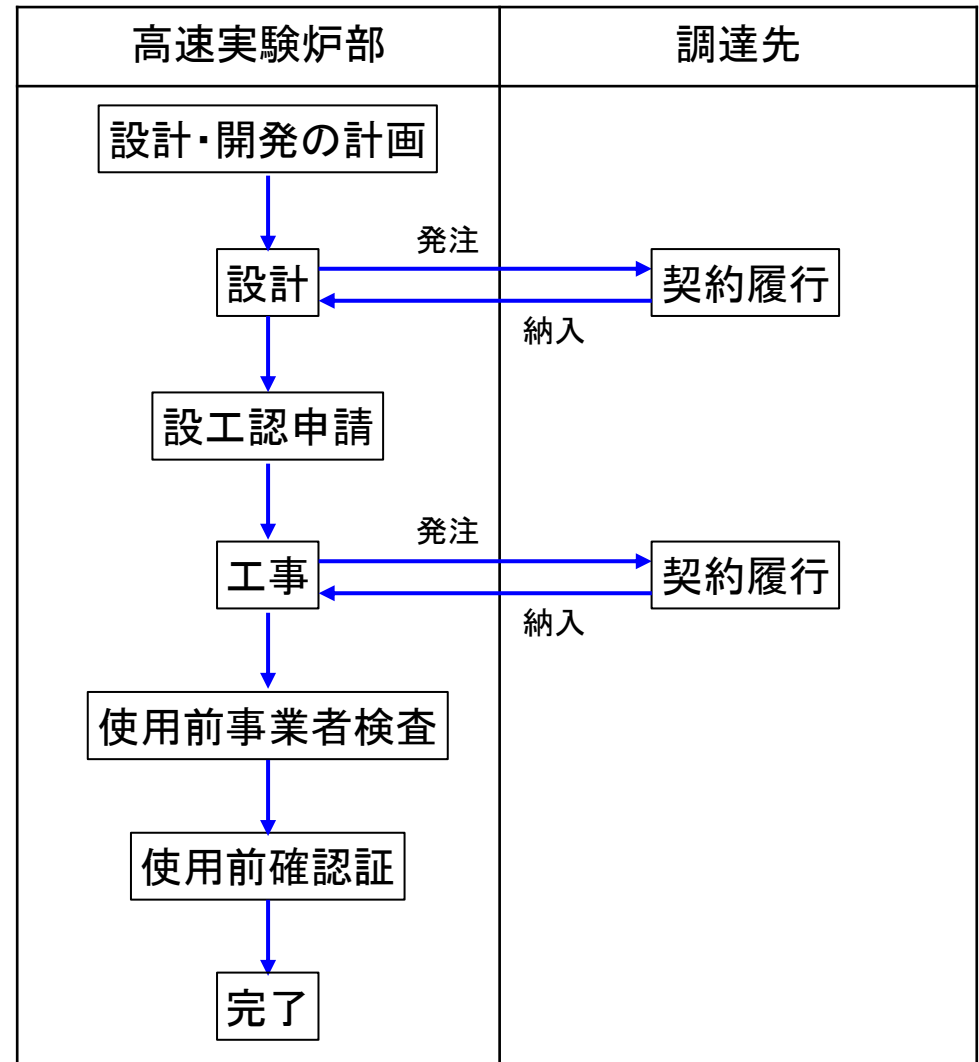
技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性
第七十 条	準用	—	—	—	—
第七十 一条	第六章 雑則	—	—	—	—

技術基準の条項		項	号	評価の 必要性 の有無 有・無	適合性
第六十九 条	冷却設備等	1	1	無	本申請は、冷却材を循環させる設備を変更するものではないため、該当しない。
			2	無	本申請は、原子炉容器内の液位を調整する設備を変更するものではないため、該当しない。
			3	無	本申請は、一次冷却材等の放射性物質及び不純物の濃度並びに二次冷却材の不純物の濃度を所定の値以下に保つ設備を変更するものではないため該当しない。
			4	無	本申請は、一次冷却材及び二次冷却材の温度を所定の値以上に保つ設備を変更するものではないため、該当しない。
			5	無	本申請は、原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備を変更するものではないため、該当しない。
			6	無	本申請は、非常用冷却設備を変更するものではないため、該当しない。
			7	無	本申請は、原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備及び非常用冷却設備により除去された熱を最終ヒートシンクへ輸送することができる設備を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	本申請は、冷却設備等の設計を変更するものではないため該当しない。

品質保証に係る 原子炉設置変更許可申請書との整合性

「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則（令和2年原子力規制委員会規則第2号）」（以下「品管基準規則」という。）への適合に関しては、次のように確保する。

- 原子炉設置変更許可申請書（本文）に記載した品質管理計画を受け、品管基準規則に適合するように「大洗研究所原子炉施設等品質マネジメント計画書（QS-P12）」（以下「品質マネジメント計画書」という。）を策定している。
 - 設計及び工事に係る品質管理については、品質マネジメント計画書（一次文書）及び二次文書を適用し、設計、工事及び検査の各段階に係るプロセス（調達を含む。）を管理する。
 - 本申請にあっては、調達先には、建設部が該当する。機構内の専門組織として、高速実験炉部の依頼を受け、設計及び工事において、依頼された業務を履行する（「契約」を「依頼」に読替）。
- 本申請において、建設部は、地盤改良工事を外部業者に発注する。当該発注業務には、建設部品質保証計画書（一次文書）及び二次文書を適用する。



参考資料

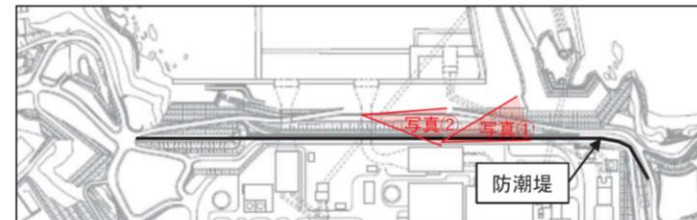
原子力施設の高压喷射搅拌工法による地盤改良施工事例①

第457回 審査会合
資料-2 再掲

・東北電力女川原子力発電所において、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（高压喷射搅拌工法）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（高压喷射搅拌工法）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压喷射搅拌工法の施工実績(既設改良地盤)

東北電力

原子力施設の高圧噴射攪拌工法による地盤改良施工事例②

第457回 審査会合
資料-2 再掲

- 東京電力ホールディングス柏崎刈羽原子力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。

