

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-他-076
提出年月日	2022年3月16日

解析用物性値（改良地盤）の設定方針について

2022年3月

中国電力株式会社

1. 概要

島根原子力発電所の土木構造物は、構造物の支持や構造物の変形抑制等の役割に期待して、地盤改良やコンクリートの置換を実施している。

土木構造物の評価において、これらの改良地盤を含めて解析モデルを作成する必要があることから、原位置試験及び室内試験等に基づき、改良地盤に適切な解析用物性値を設定する。また、改良地盤に期待する役割に応じて品質確認方針を設定のうえ、改良地盤の品質が確保されていることを確認する。

本資料では、解析用物性値（改良地盤）の設定方針及び品質確認方針を説明することとし、原位置試験及び室内試験等の結果は「補足 023-01 地盤の支持性能について」にて説明する。

2. 各施設における改良地盤の概要

各施設における改良地盤の施工範囲を図 2-1 に、改良地盤の配置図を図 2-2～図 2-10 に示す。改良地盤の地盤改良工法や目的を表 2-1 に示す。

表 2-1 に示すとおり、改良地盤の主な目的は、構造物の支持及び変形抑制に大別される。その他、防波壁の基礎地盤のすべり安定性向上のために自主対策として改良地盤を設置する。

各施設における改良地盤の施工範囲及び仕様については、各施設の要求機能を満たすように設定する。

なお、改良地盤については、施工済みのものを「既設改良地盤」、施工中若しくは計画中のものを「新設改良地盤」と称する。防波壁（逆 T 擁壁）の改良地盤①～③は一部施工済であるが、追加実施する改良地盤も含めて解析用物性値を設定することから、新設改良地盤として扱う。

図中に記載されるMMRは、マンメイドロックの略称である。

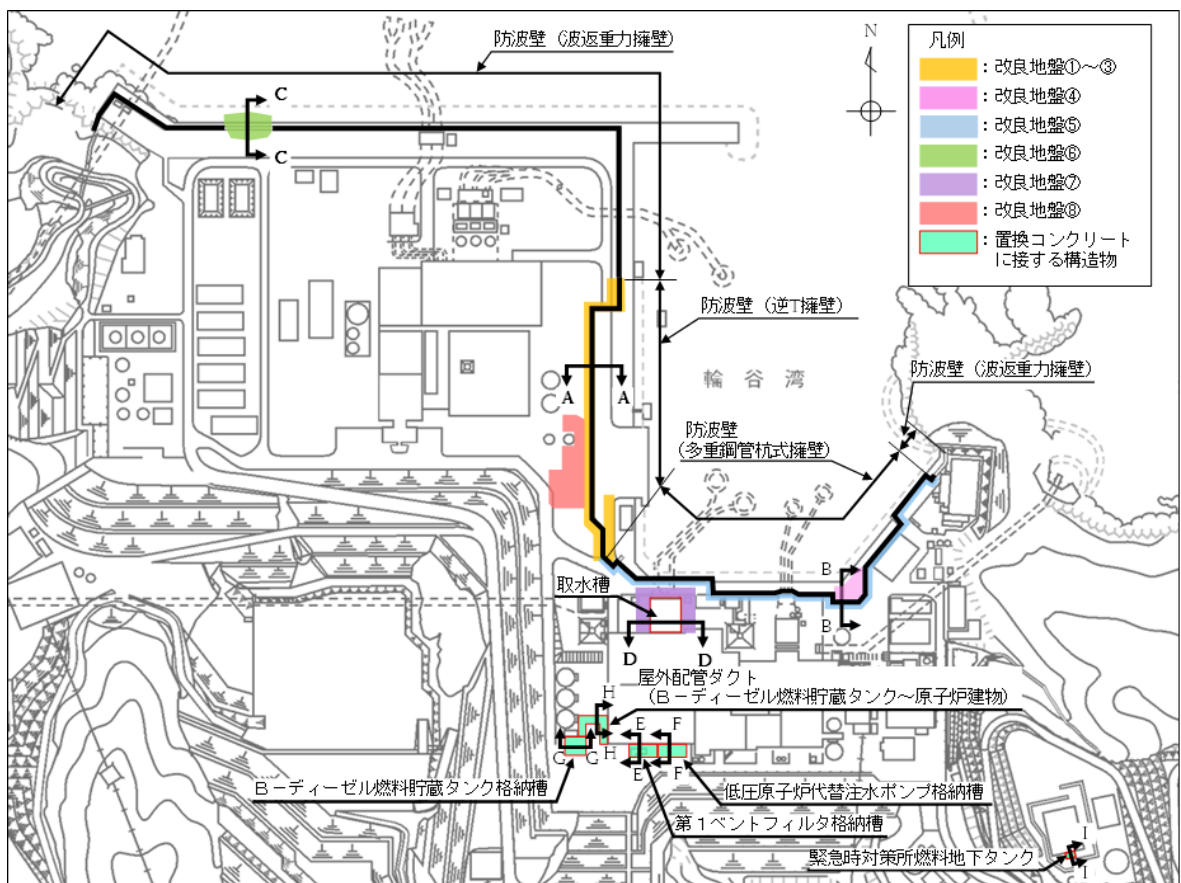


図 2-1 改良地盤を設置する施設の平面配置図

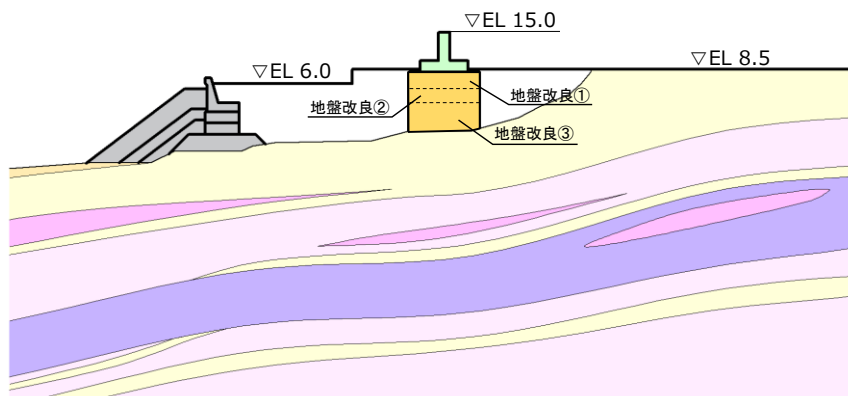
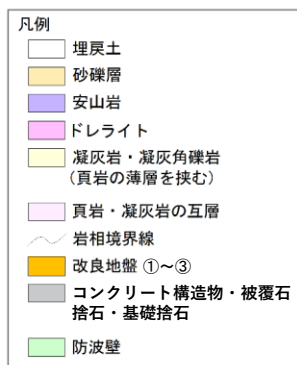


図 2-2 改良地盤の配置図
(防波壁 (逆 T 擁壁), A-A 断面)

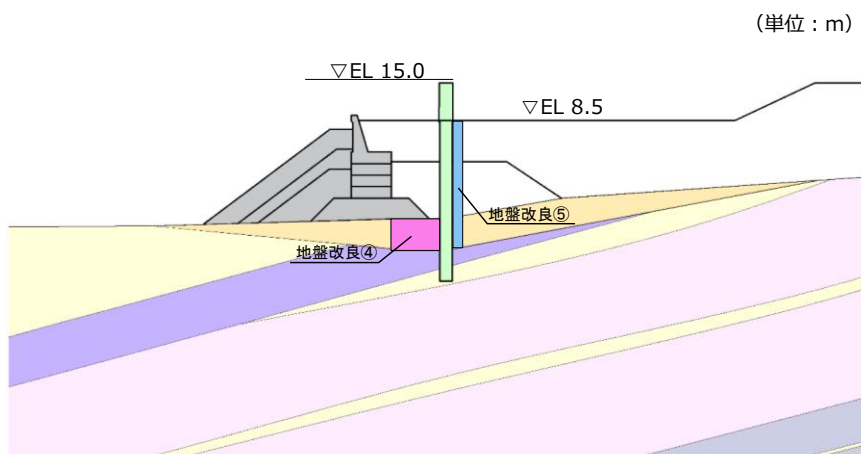
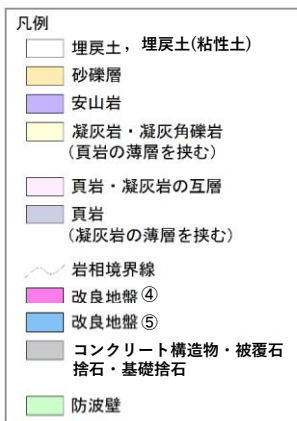


図 2-3 改良地盤の配置図
(防波壁 (多重鋼管杭式擁壁), B-B 断面)

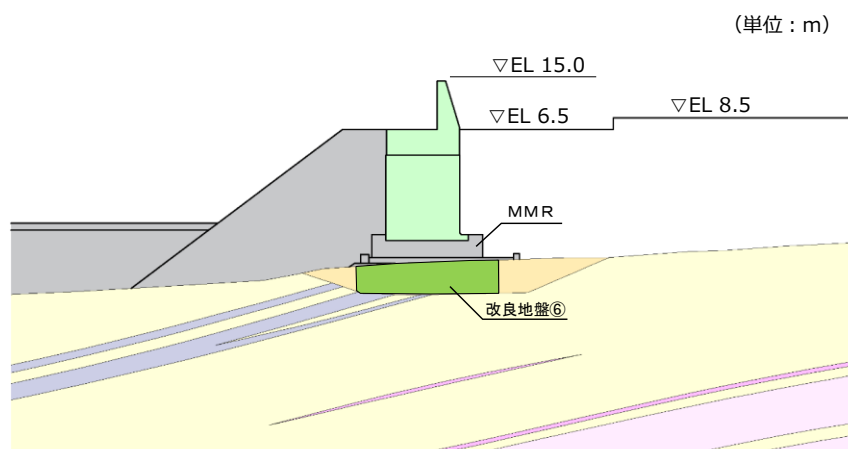


図 2-4 改良地盤の配置図
(防波壁 (波返重力擁壁), C-C 断面)

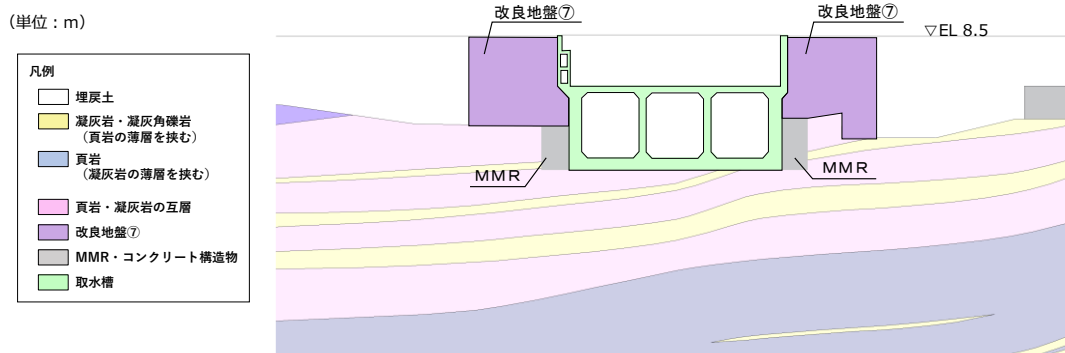


図 2-5 改良地盤の配置図
(取水槽, D-D断面)

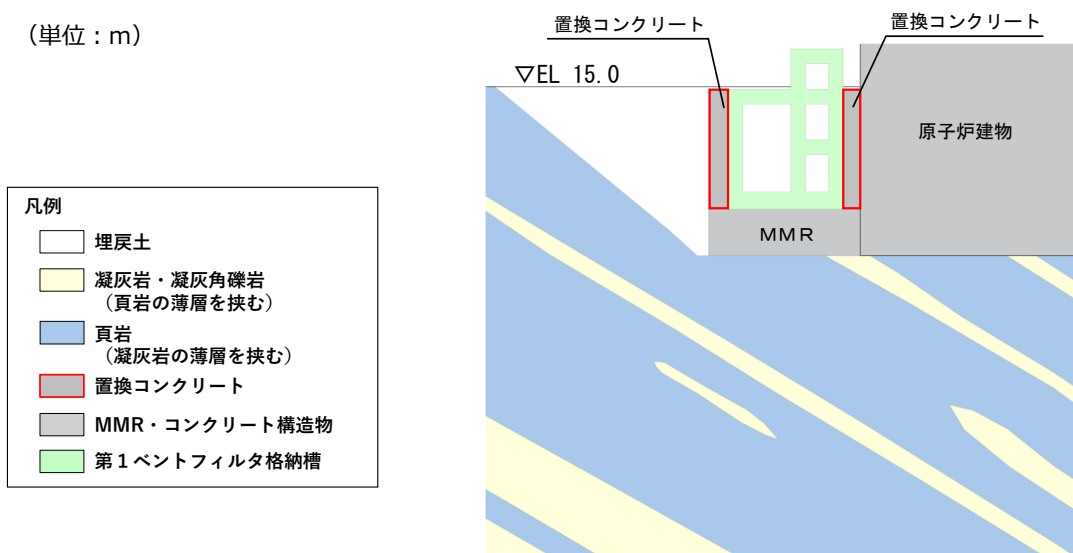


図 2-6 置換コンクリートの配置図
(第1ベントフィルタ格納槽, E-E断面)

(単位 : m)

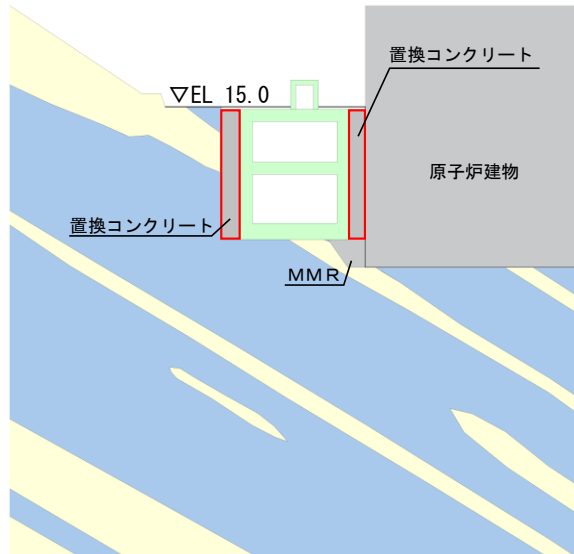
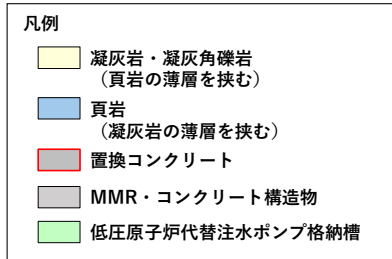


図 2-7 置換コンクリートの配置図
(低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽, F-F 断面)

(単位 : m)

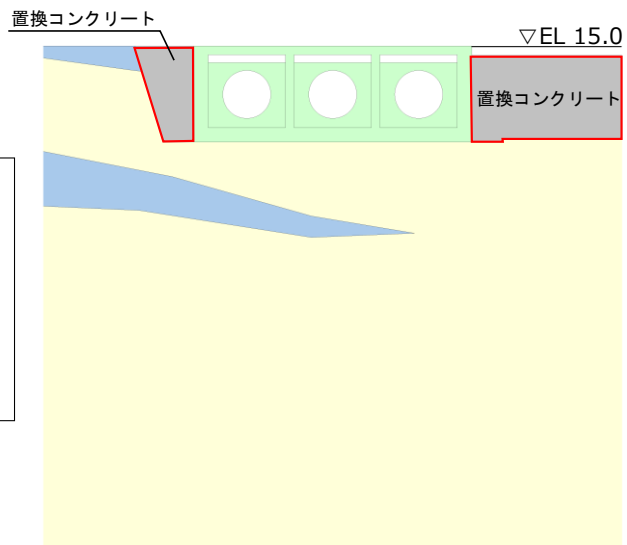
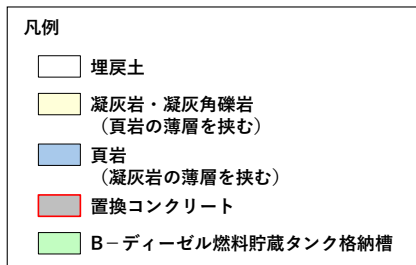


図 2-8 置換コンクリートの配置図
(B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽, G-G 断面)

(単位 : m)

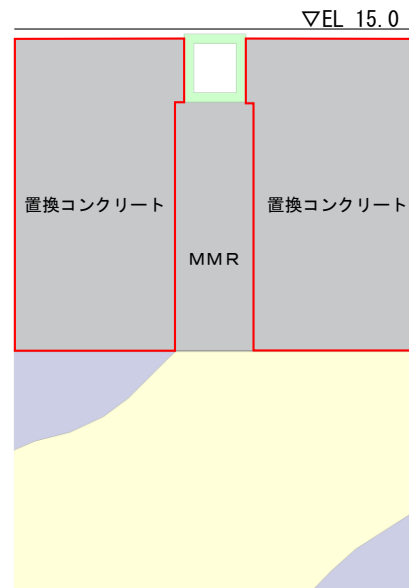
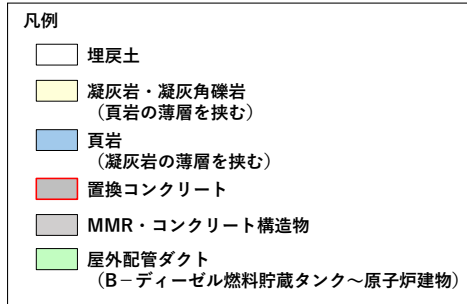


図 2-9 置換コンクリートの配置図

(屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物), H-H断面)

(単位 : m)

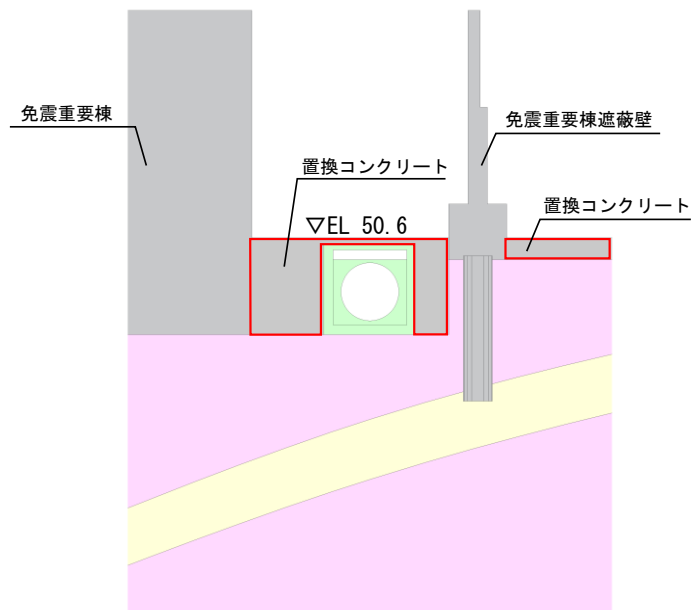
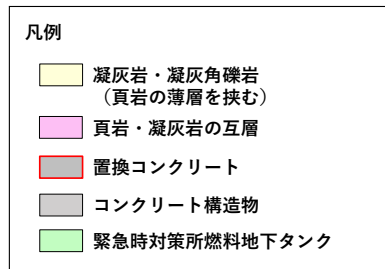


図 2-10 置換コンクリートの配置図

(緊急時対策所燃料地下タンク, I-I断面)

表 2-1 改良地盤の概要

対象施設	名称	既/新設	地盤改良工法	役割
防波壁 (逆 T 擁壁)	改良地盤①	新設	薬液注入工法	擁壁の支持* ¹ 難透水性の保持
	改良地盤②			
	改良地盤③			
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	改良地盤④	既設	薬液注入工法	杭の変形抑制 難透水性の保持
	改良地盤⑤	既設	高圧噴射 攪拌工法	難透水性の保持
防波壁 (波返重力擁壁)	改良地盤⑥	既設	高圧噴射 攪拌工法	ケーソン及び擁壁の支持 難透水性の保持
取水槽	改良地盤⑦	新設	高圧噴射 攪拌工法	構造物の変形抑制
第 1 ベントフィルタ格納槽	置換 コンクリート	既設	置換 コンクリート	構造物の変形抑制
低圧原子炉代替注水 ポンプ格納槽				
B-ディーゼル燃料貯蔵 タンク格納槽				
屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵 タンク～原子炉建物)				
緊急時対策所 燃料地下タンク				
防波壁 (逆 T 擁壁)	改良地盤⑧* ²	新設 自主対策	土質安定 処理土	基礎地盤のすべり安定性 向上

注記* 1 : 設置許可段階において地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜が基本設計段階の目安値である 1/2,000 を上回ることを確認したことから施設の安全機能を損なわないように設計するうえで、P S 検層等に基づく改良地盤の物性値を確保する。

* 2 : 仕様検討中であり、仕様確定後に説明する。また、改良地盤⑧による防波壁 (逆 T 擁壁) への影響について、「補足-027-08 浸水防護施設の耐震性に関する説明書の補足説明資料」において説明する。

3. 改良地盤の解析用物性値の設定方針

3.1 基本方針

既設改良地盤の解析用物性値については、既設改良地盤における原位置試験及び室内試験の試験結果を踏まえて設定する。

新設改良地盤の解析用物性値については、改良地盤は未施工のため、室内配合試験において作製した供試体の試験結果を踏まえて設定する。

置換コンクリートの解析用物性値については、コンクリートの設計基準強度を踏まえ、文献に基づき設定する。

3.2 既設改良地盤（薬液注入工法，高圧噴射攪拌工法）

3.2.1 原位置試験及び室内試験

（1）試験方法

既設改良地盤における原位置試験及び室内試験は，日本産業規格（J I S）又は地盤工学会（J G S）の試験規格に基づき実施する。

表 3-1 既設の改良地盤の試験項目及び数量

項目	試験名称	試験規格	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)		防波壁 (波返重力擁壁)
			改良地盤④	改良地盤⑤	改良地盤⑥
湿潤密度	土の湿潤密度試験方法	JIS A 1225	3 以上	3 以上	3 以上
間隙率	土粒子の密度試験方法	JIS A 1202	3 以上	3 以上	3 以上
S 波速度	地盤の弾性波速度検層方法	JGS 1122	3 以上	3 以上	3 以上
h~ γ 関係	地盤材料の変形特性を求め るための繰返し三軸試験 方法	JGS 0542	1 以上	1 以上	1 以上
一軸圧縮 強度	土の一軸圧縮試験方法	JIS A 1216	—	3 以上	3 以上
	岩石の一軸圧縮試験	JGS 2521			
粘着力 内部摩擦角	土の非圧密非排水三軸圧 縮試験	JGS 0524	3 以上	3 以上	3 以上

(2) 原位置試験及び試料採取位置

既設改良地盤における原位置試験及び試料採取位置について、図3-1～図3-3に示す。既設改良地盤における原位置試験及び試料採取位置は、既設構造物の配置等を踏まえ、おおむね均等な配置となるよう調査を実施する。なお、原位置試験及び試料採取位置は、地盤状況等を踏まえ変更する可能性がある。

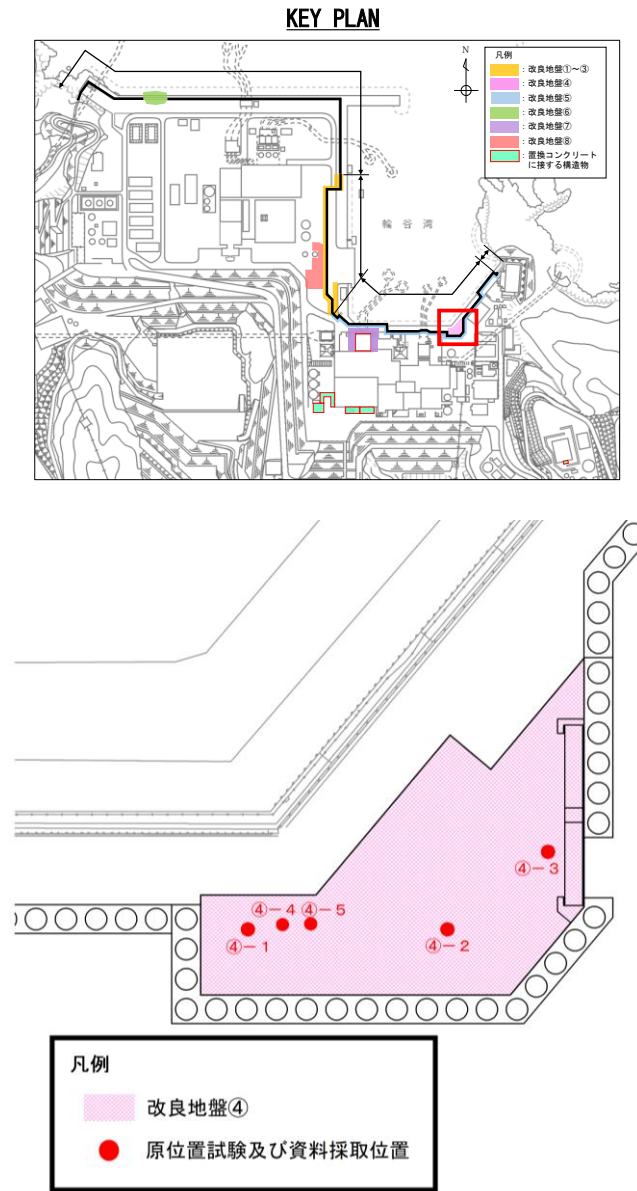


図3-1 改良地盤④の原位置試験及び試料採取位置

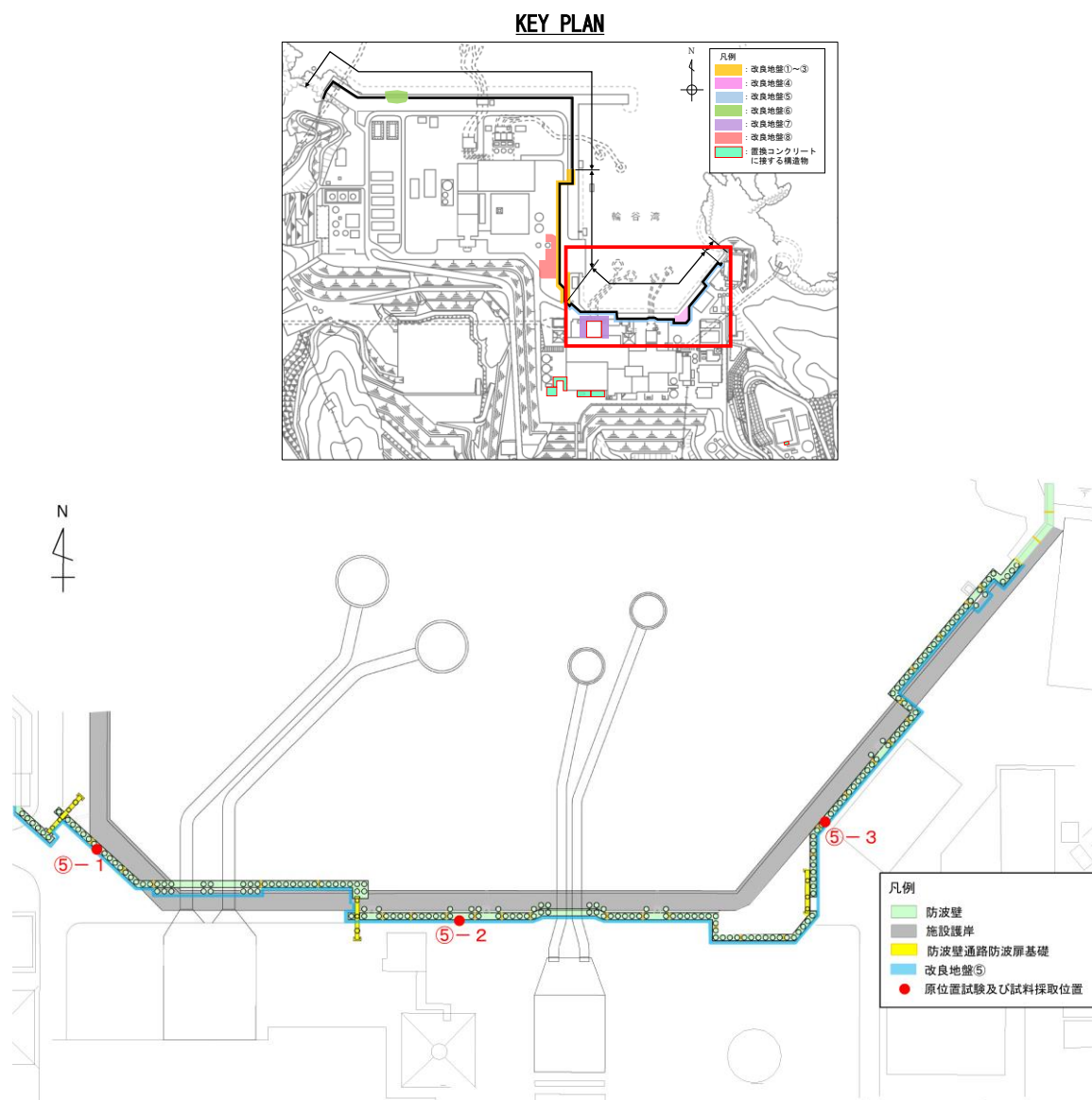


図 3-2 改良地盤⑤の原位置試験及び試料採取位置

KEY PLAN

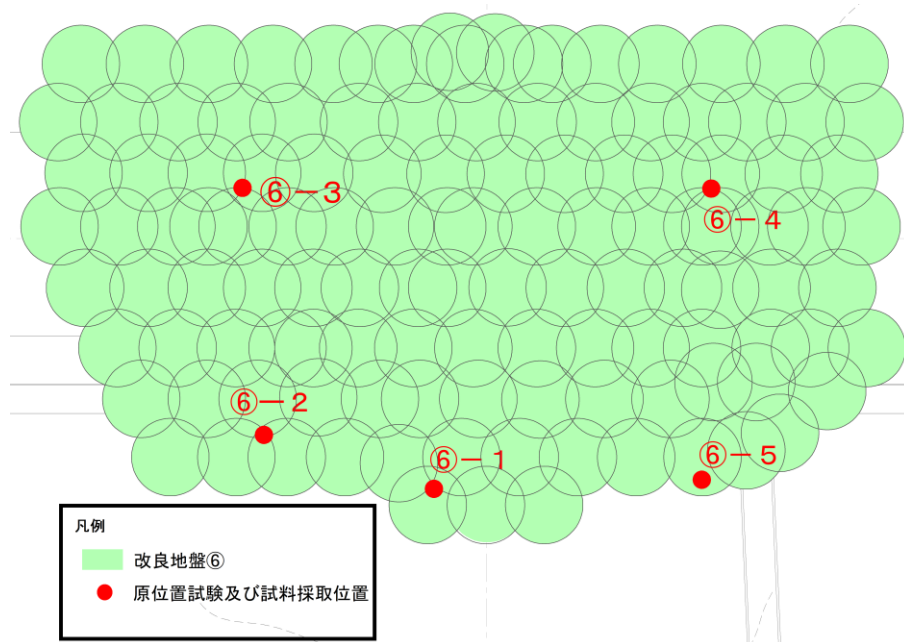
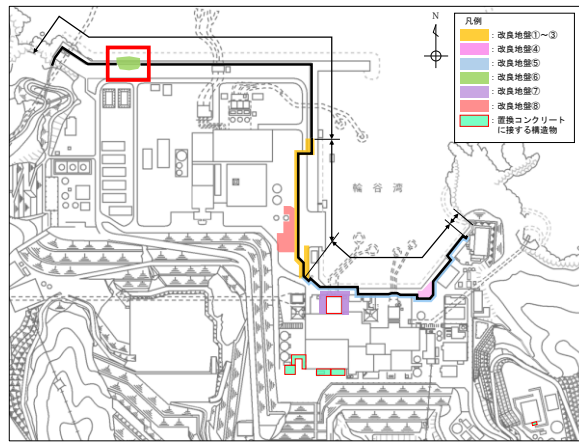


図 3-3 改良地盤⑥の原位置試験及び試料採取位置

(3) 試験結果

既設改良地盤の試験データを整理の上、「補足 023-01 地盤の支持性能について」にて説明する。

3.2.2 解析用物性値の設定方針

既設改良地盤の解析用物性値は、既設改良地盤における原位置試験及び室内試験の試験結果を踏まえて設定する。

(1) 密度 ρ 及び間隙率 n

既設改良地盤の密度 ρ 及び間隙率 n は、既設改良地盤における室内試験の試験結果を踏まえて設定する。

(2) 動せん断弾性係数 G_{ma}

既設改良地盤の動せん断弾性係数 G_{ma} は、密度 ρ 、S波速度 V_s より、(式1)に基づき初期せん断弾性係数 G_0 を設定する。

$$G_0 = \rho V_s^2 \quad (\text{式1})$$

(3) 動的変形特性

既設改良地盤の動的変形特性は、既設改良地盤における繰返し三軸試験の試験結果を踏まえて設定する。

(4) ポアソン比 ν

既設改良地盤のポアソン比 ν は、文献(液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法(港湾技研資料 No. 869))に基づき、原地盤と同様に慣用値であるポアソン比 $\nu = 0.33$ を設定する。

(5) 粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ

既設改良地盤の強度特性である粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ については、既設改良地盤における三軸圧縮試験の試験結果を踏まえて設定する。

3.3 新設改良地盤（薬液注入工法，高圧噴射攪拌工法）

新設改良地盤のうち，防波壁（逆T擁壁）の改良地盤①～③及び取水槽の改良地盤⑦については，室内配合試験における三軸圧縮試験や繰返し三軸試験等により解析用物性値を設定する。

また，改良地盤①～③は，表3-2に示す設置変更許可申請書に記載された解析用物性値を確保していることを確認することとし，室内配合試験における三軸圧縮試験により表3-2に示される改良地盤①～③の強度特性を上回ることを確認する。

表3-2 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値
（防波壁（逆T擁壁）の改良地盤を抜粋）

		物理特性	強度特性			静的変形特性		動の変形特性		減衰特性
		密度 ρ_s (g/cm ³)	せん断 強度 τ_0 (N/mm ²)	内部 摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E (N/mm ²)	静ポアソン 比 ν_s	動せん断 弾性係数 G _d (N/mm ²)	動ポアソン 比 ν_d	減衰定数 h
改良地盤II (薬液注入工法)	改良地盤①	2.11	0.63	38	0.63+ $\sigma \tan 38^\circ$	1,087	0.33	Go=409 G/Go=1/(1+ γ /0.00027)	0.33	h= 0.0958 γ /(γ +0.00020)
	改良地盤②	2.11	0.49	41	0.49+ $\sigma \tan 41^\circ$	898	0.33	Go=338 G/Go=1/(1+ γ /0.00027)	0.33	
	改良地盤③	2.11	1.14	41	1.14+ $\sigma \tan 41^\circ$	2,088	0.33	Go=785 G/Go=1/(1+ γ /0.00027)	0.33	

3.3.1 室内配合試験

(1) 供試体の作製方法

島根原子力発電所の埋戻土は敷地造成において発生した岩砕を主体とする材料により埋戻した人工地盤であり、敷地全体においておおむね同一な性状となることから、防波壁（逆T擁壁）及び取水槽の近傍の埋戻土を採取し、新設改良地盤における室内配合試験を実施する。埋戻土採取位置は、図3-4及び図3-5に示すとおり防波壁（逆T擁壁）及び取水槽の近傍とし、図3-6に示す既往ボーリング試料における埋戻土の粒径加積曲線と同等であることを確認し、埋戻土採取位置の代表性を確認する。また、埋戻土の採取にあたり、巨礫を除いて採取する。

室内配合試験における新設改良地盤の供試体の作製にあたっては、地盤工学会（JGS）の試験規格に基づき表3-3のとおり実施する。

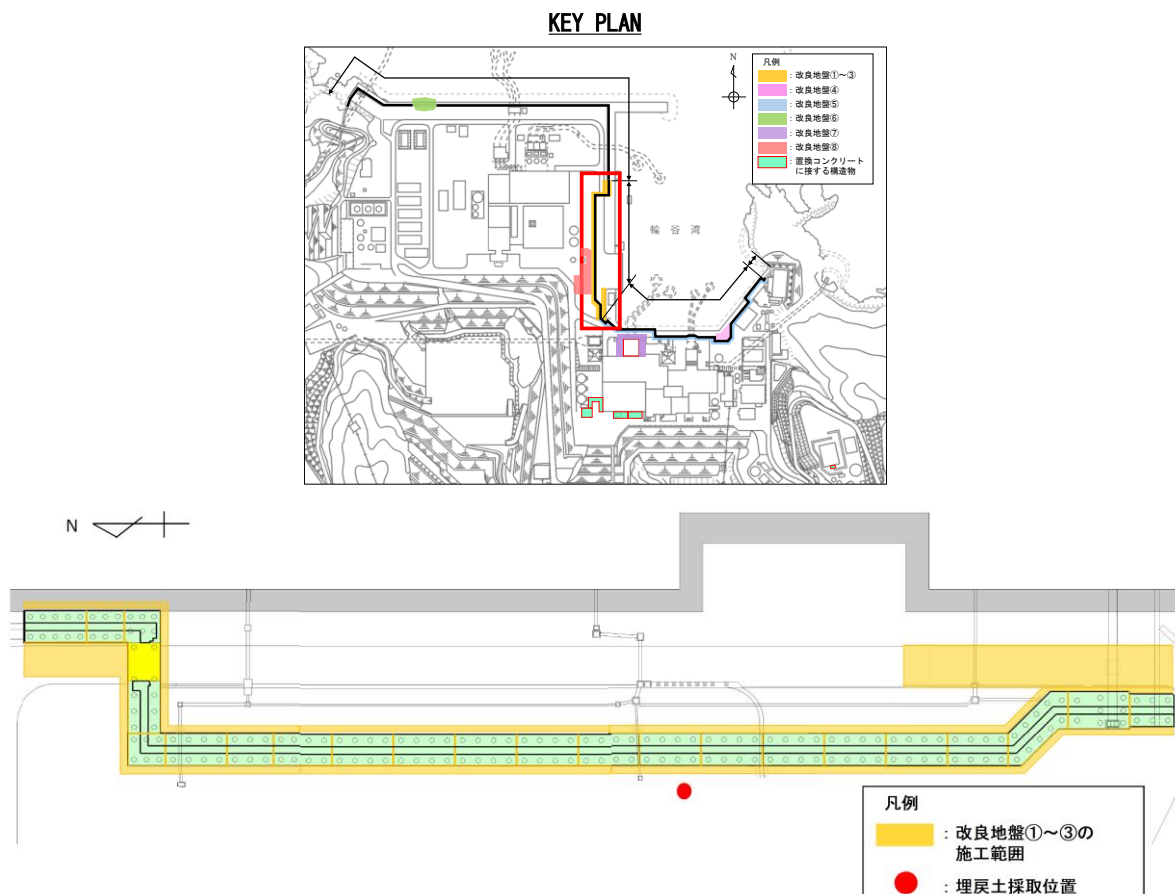


図3-4 防波壁（逆T擁壁）の改良地盤①～③における埋戻土採取位置

KEY PLAN

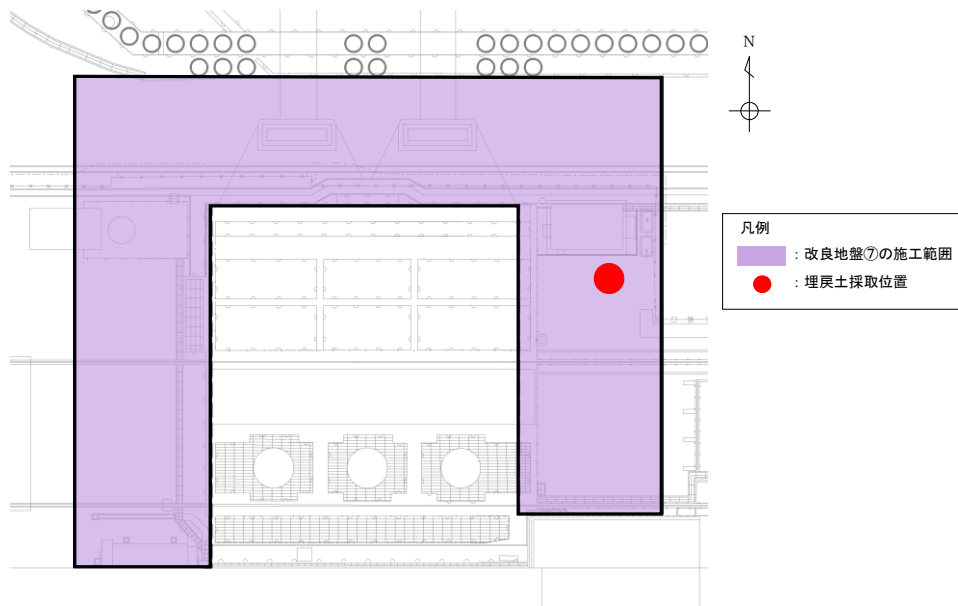
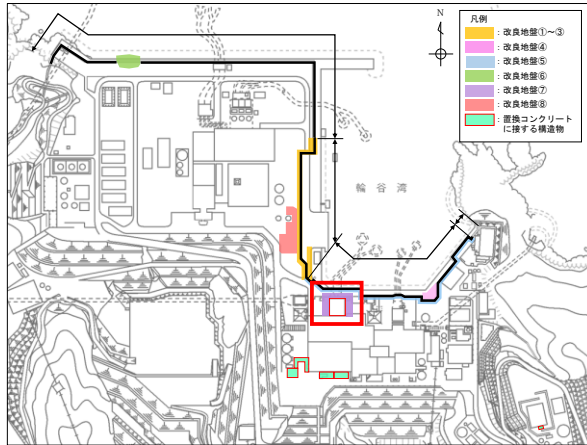
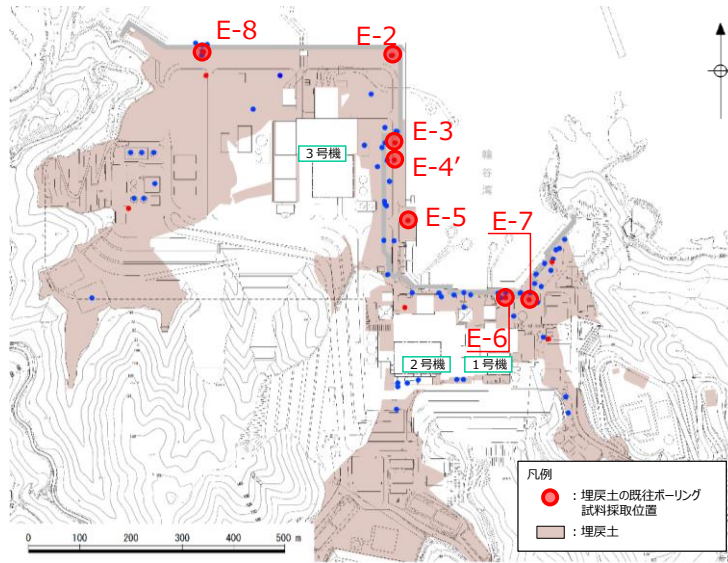


図 3-5 取水槽の改良地盤⑦における埋戻土採取位置



埋戻土の既往ボーリング試料採取位置

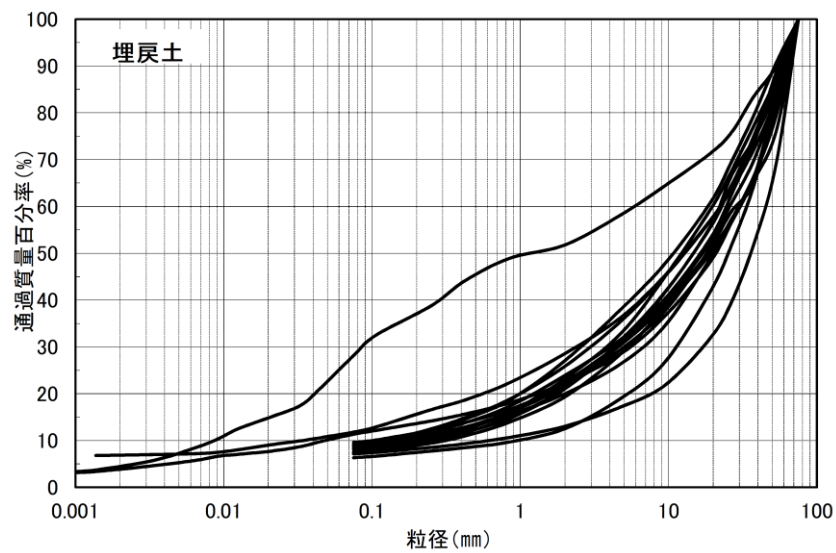


図 3-6 既往ボーリング試料における埋戻土の粒径加積曲線

表 3-3 新設改良地盤における室内配合試験の供試体作製方法

名称	地盤改良工法	試験規格	試験名称
改良地盤①～③	薬液注入工法	JGS 0831	薬液注入による安定処理土の供試体作製方法
改良地盤⑦	高圧噴射攪拌工法	JGS 0821	安定処理土の締固めをしない供試体作製方法

(2) 試験方法

新設改良地盤の室内配合試験における試験は、日本産業規格（J I S）又は地盤工学会（J G S）の試験規格に基づき実施する。

表 3-4 新設の改良地盤の試験項目

項目	試験名称	試験規格	防波壁 (逆T擁壁)	取水槽
			改良地盤①～③	改良地盤⑦
湿潤密度	土の湿潤密度試験方法	JIS A 1225	3以上	3以上
間隙率	土粒子の密度試験方法	JIS A 1202	3以上	3以上
S波速度	岩石の弾性波速度計測方法	JGS 2564	3以上	3以上
h～ γ 関係	地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法	JGS 0542	1以上	1以上
一軸圧縮強度	土の一軸圧縮試験方法	JIS A 1216	—	3以上
	岩石の一軸圧縮試験	JGS 2521		
粘着力, 内部摩擦角	土の非圧密非排水三軸圧縮試験	JGS 0524	3以上	3以上

(3) 試験結果

新設改良地盤における室内配合試験の試験データを整理の上、「補足 023-01 地盤の支持性能について」にて説明する。

3.3.2 解析用物性値の設定方針

(1) 密度 ρ 及び間隙率 n

新設改良地盤の密度 ρ 及び間隙率 n は、室内配合試験の室内試験結果を踏まえて設定する。

(2) 動せん断弾性係数 G_{ma}

新設改良地盤の動せん断弾性係数 G_{ma} は、密度 ρ 、設計 S 波速度 V_{sd} より、(式 2) に基づき初期せん断弾性係数 G_0 を設定する。

改良地盤①～③の設計 S 波速度 V_{sd} について、表 3-5 のとおり設置許可段階で示した S 波速度 V_s を設定する。改良地盤⑦の設計 S 波速度 V_{sd} については、室内配合試験の試験結果を踏まえて設定する。

$$G_0 = \rho V_{sd}^2 \quad (\text{式 2})$$

表 3-5 改良地盤①～③における設計 S 波速度

対象施設	防波壁 (逆 T 擁壁)		
名称	改良地盤①	改良地盤②	改良地盤③
設計 S 波速度 V_{sd} (m/s)	440	400	610

(3) 動的変形特性

新設改良地盤の動的変形特性は、室内配合試験における繰返し三軸試験の試験結果を踏まえて設定する。

(4) ポアソン比 ν

新設改良地盤のポアソン比 ν は、文献 (液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法 (港湾技研資料 No. 869)) に基づき、原地盤と同様に慣用値であるポアソン比 $\nu = 0.33$ を設定する。

(5) 粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ

a. 薬液注入工法 (改良地盤①～③)

改良地盤①～③の強度特性である粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ については、設置変更許可申請書に記載された解析用物性値として表 3-6 のとおり設定する。また、室内配合試験における三軸圧縮試験により改良地盤①～③の強度特性を確保していることを確認する。

表 3-6 改良地盤①～③における粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ

対象施設	防波壁 (逆 T 擁壁)		
名称	改良地盤①	改良地盤②	改良地盤③
粘着力 c (kN/m ²)	628	490	1140
内部摩擦角 ϕ (°)	38.00	40.54	40.54

b. 高圧噴射攪拌工法 (改良地盤⑦)

高圧噴射攪拌工法による改良地盤の強度特性である粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ については、室内配合試験における三軸圧縮試験の試験結果を踏まえて設定する。

3.4 置換コンクリート

置換コンクリートは，剛性や一軸圧縮強度に関しては設計値に基づき設定し，その他の解析用物性値は文献に基づき設定する。

a. ヤング係数 E

置換コンクリートのヤング係数 E は，コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会，2002 年制定) (以下「コンクリート標準示方書」という。) に基づき，表 3-7 に示すようにコンクリートの設計基準強度 f_{ck} とヤング係数 E の関係から設定する。

表 3-7 コンクリートのヤング係数

f_{ck} (N/mm ²)		18	24	30	40	50	60	70	80
E_c (kN/mm ²)	普通コンクリート	22	25	28	31	33	35	37	38
	軽量骨材コンクリート*	13	15	16	19	-	-	-	-

* 骨材を全部軽量骨材とした場合

(引用：コンクリート標準示方書 構造性能照査編，土木学会，2002)

b. 密度 ρ 及び間隙率 n

置換コンクリートの密度 ρ については，コンクリート標準示方書に基づき，表 3-8 に示すようにコンクリート標準示方書に示される無筋コンクリートの密度を用いて設定する。なお，置換コンクリートは，線形弾性体としてモデル化することから，間隙率 n は設定しない。

表 3-8 コンクリートの単位体積重量

材 料	単位重量 (kN/m ³)	材 料	単位重量 (kN/m ³)
鋼・铸鋼・鍛鋼	77	コンクリート	22.5~23.0
铸 鉄	71	セメントモルタル	21.0
アルミニウム	27.5	木 材	8
鉄筋コンクリート	24.0~24.5	瀝 青 材	11
プレストレストコンクリート	24.5	アスファルトコンクリート舗装	22.5
鉄筋軽量骨材コンクリート	18.0	軽量骨材コンクリート (骨材全部が軽量骨材)	16.5

(引用：コンクリート標準示方書 構造性能照査編，土木学会，2002)

c. 減衰定数の上限値 h_{\max}

置換コンクリートは、線形弾性体としてモデル化することから、動的変形特性としての減衰定数 h_{\max} は設定しない。

d. ポアソン比 ν

置換コンクリートのポアソン比 ν については、コンクリート標準示方書に基づき 0.2 として設定する。

4. 品質確認方針

新設改良地盤の品質確認においては、期待する役割に応じて品質確認方針を設定のうえ、改良地盤の解析用物性値が確保されていることを確認する。

なお、置換コンクリートについては、コンクリート標準示方書に基づき品質確認を実施する。

4.1 品質確認準拠基準について

地盤改良工法の基準・指針として一般的な文献を表 4-1 に示す。

高圧噴射攪拌工法による改良地盤は、高圧噴射攪拌工法の品質確認に係る詳細な記載がされている建築センター指針を踏まえて品質確認を行う。また、薬液注入工法による改良地盤は、薬液注入工法の品質確認に係る詳細な記載がされている浸透処理固化マニュアルを踏まえて品質確認を行う。

なお、他基準・指針における考え方も参考にして品質確認を行う。

表 4-1 地盤改良工法の基準・指針

地盤改良 工法	基準・指針名	基準略称
高圧噴射 攪拌工法	2018 年版 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	建築センター指針
	建築基礎のための地盤改良設計指針案, 日本建築学会, 2006	建築基礎指針
	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, 平成 21 年	J E A C 4 6 1 6
	陸上工事における新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
	港湾・空港における新層混合処理工法技術マニュアル, (財) 沿岸技術研究センター, 平成 26 年 10 月	港湾・空港マニュアル
薬液注入 工法	浸透固化処理工法技術マニュアル (改訂版), (財) 沿岸技術研究センター, 2010	浸透固化マニュアル
	薬液注入工法 設計・施工指針, 日本薬液注入協会, 平成元年 6 月	薬液注入指針

4.2 品質確認試験の頻度

地盤改良工法に対する諸基準・指針における必要調査箇所数を表 4-2 に示す。

高圧噴射攪拌工法による改良地盤は、建築センターに記載される試験頻度の目安を踏まえて、改良地盤の施工数量に応じて品質確認試験を実施する。また、薬液注入工法による改良地盤は、浸透固化マニュアルに記載される試験頻度の目安を踏まえ、改良地盤の施工数量に応じて品質確認試験を実施する。

表 4-2 諸基準・指針における必要調査箇所数

地盤改良 工法	基準略称	試験頻度の目安
高圧噴射 攪拌工法	建築センター指針	検査対象層（改良範囲内の各土質）に対して、100本の改良コラム 1 箇所以上かつ 1 検査対象群に 1 箇所以上。
薬液注入 工法	浸透固化マニュアル	改良土量 5000m ³ 未満は 3 箇所程度、5000m ³ 以上は 2500m ³ 増えるごとに 1 箇所追加する程度。

4.3 品質確認項目

新設改良地盤の品質確認項目として、防波壁（逆T擁壁）の改良地盤①～③は、擁壁を支持する役割があることから、改良地盤の強度特性を選定する。また、設置許可段階において地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜が基本設計段階の目安値である1/2,000を上回ることを確認したことから変形抑制を選定する。

取水槽の改良地盤⑦に期待する役割として、構造物の変形抑制があることから、変形特性を選定する。

改良地盤における役割及び品質確認項目を表4-3に示す。

表4-3 新設改良地盤における役割及び品質確認項目

対象施設	名称	役割	品質確認項目
防波壁 (逆T擁壁)	改良地盤①	擁壁の支持 難透水性の保持	強度特性 変形特性
	改良地盤②		
	改良地盤③		
取水槽	改良地盤⑦	構造物の変形抑制	変形特性

強度特性については、改良地盤の実施工におけるせん断強度が、解析用物性値として設定したせん断強度を上回ることを確認する。変形特性については、動的変形特性のうち支配的なパラメタである初期せん断弾性係数が大きいほうが変形抑制に寄与することから、初期せん断弾性係数の算出に用いるS波速度に着目し、原位置のS波速度 V_s が設計S波速度 V_{sd} を上回ることを確認する。

4.4 品質確認方法

防波壁（逆T擁壁）の改良地盤①～③及び取水槽の改良地盤⑦について、改良地盤の実施工において3.3.2で設定した解析用物性値が確保されていることを確認する目的で、三軸圧縮試験により算定されるせん断強度が解析用物性値を上回ることを確認する。なお、原地盤には巨礫が多く含まれるため、改良地盤の試料採取が困難であることが想定されることから、可能な範囲で三軸圧縮試験を実施することとし、三軸圧縮試験結果について「補足 023-01 地盤の支持性能について」にて説明する。

そのうえで、改良地盤①～③の品質確認項目として強度特性及び変形特性を選定するが、強度特性は設計S波速度に基づき設定していることから、原位置のS波速度 V_s が設計S波速度 V_{sd} を上回ることを確認する。また、取水槽の改良地盤⑦について、品質確認項目として変形特性を選定していることから、原位置のS波速度 V_s が設計S波速度 V_{sd} を上回ることを確認する。新設改良地盤における品質確認方法を、表4-4に示す。

表 4-4 新設改良地盤における品質確認方法

対象施設	名称	品質確認項目	試験規格
防波壁 (逆T擁壁)	改良地盤①	強度特性 変形特性	地盤の弾性波速度検層方法 (JGS 1122)
	改良地盤②		
	改良地盤③		
取水槽	改良地盤⑦	変形特性	地盤の弾性波速度検層方法 (JGS 1122)

新設改良地盤における施工数量（計画）と必要調査箇所数との比較を表 4-5 及び表 4-6 に示す。新設改良地盤の品質確認においては、既設構造物の配置等を踏まえ、おおむね均等な配置となるよう品質確認位置を設定する。また、表 4-6 に示すとおり、新設改良地盤の品質確認における調査箇所数は、建築センター指針又は浸透固化マニュアルによる必要調査箇所数の目安を満足するように選定する。

改良地盤①～③の品質確認結果について、施工の進捗に合わせ、「補足 023-01 地盤の支持性能について」にて説明する。

表 4-5 防波壁（逆 T 擁壁）の改良地盤①～③の
施工数量と必要調査箇所数との比較

対象施設	防波壁（逆 T 擁壁）
工法	薬液注入工法
施工数量	約 47,000m ³
必要調査箇所数	20 本

表 4-6 取水槽の改良地盤⑦の
施工数量と必要調査箇所数との比較

対象施設	取水槽
工法	高圧噴射攪拌工法
施工数量	コラム約 300 本
必要調査箇所数	3 本

防波壁（逆T擁壁）の強度特性について

防波壁（逆T擁壁）の改良地盤①～③において，設置変更許可申請書に記載された解析用物性値のうち強度特性について説明する。

改良地盤①～③は薬液注入工法を採用していることから，文献（浸透固化処理工法技術マニュアル（改訂版），沿岸技術研究センター）に基づき，改良地盤①～③の粘着力 c は，（式1）により設定している。粘着力 c の算定に用いる設計一軸圧縮強度 q_{ud} については，設置許可段階で示したS波速度 V_s を踏まえ，表1に示す（式2）～（式5）により設定した。

薬液注入工法による改良地盤の内部摩擦角 ϕ は，地盤に注入された薬液が，地盤の土粒子構造を変えることなく，地盤内の間隙水と置き換わることを踏まえ，原地盤の内部摩擦角 ϕ を設定した。

$$c = \frac{q_{ud}}{2 \cdot \tan(45 + \phi/2)} \quad (\text{式1})$$

表1 （式2）～（式5）及び根拠とした文献

式	根拠とした文献
$q_{ud} = E_{50}/100$ (式2)	溶液型薬液注入工法の液状化対策への適用（港湾空港技術研究所報告 vol. 41, No. 2）
$E_{50} = E/\alpha = E/4$ (式3)	道路橋示方書・同解説IV下部構造編
$E = 2(1 + \nu)G$ (式4)	港湾の施設の技術上の基準・同解説
$G = \rho V_{sd}^2$ (式5)	港湾の施設の技術上の基準・同解説