

マルチジェット工法による施工時排泥の再生利用実績

日本原燃(株) 正会員 ○太田征志, 江村和明
前田建設工業株(株) 正会員 川西敦士

1. はじめに

原子力施設の高い耐震性が要求される新設共同溝において、基礎地盤の洪積シルト層および洪積砂質土層に対して液状化対策が必要とされた(図-1)。液状化対策工として、一般的に経済性が最も高いと言われている締固め工法は、対象土質から考えて適用が困難であり、格子状改良によるせん断変形抑制工法が採用された。本工法は、地盤改良体により地震時せん断変形を抑制し、格子内部の過剰間隙水圧の発生を防止する液状化対策工法である。なお、格子状改良としては、当工事の施工条件から高压喷射搅拌工法が適用可能であり、同工法の中で最も経済的な格子状改良を行うことができるマルチジェット工法¹⁾(自由形状・大口径高压喷射搅拌工法)(図-2)を採用した。本工法の採用により、同じ有効壁厚・格子間隔の円形改良体による従来工法に対して、約7割の改良体積削減²⁾を行うとともに、当工事ではマルチジェット施工時に発生する排泥を利用した再生利用(自ら利用)を実施した。本論文では、排泥の再生利用(自ら利用)の施工方法について報告するとともに、室内および原位置での物性値把握試験結果を報告する。

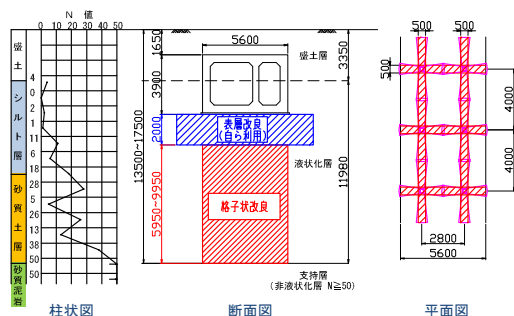


図-1 地盤改良標準断面図および柱状図

表-1 地盤改良工の施工数量および仕様

工法	項目	単位	数量	仕様
マルチジェット工	改良本数	本	203	$q_{\text{uck}} = 3.0(\text{MN/m}^2)$
	改良体積	m^3	2,677	
表層改良工(自ら利用)	改良厚さ	m	2	$q_{\text{uck}} = 1.0(\text{MN/m}^2)$
	改良体積	m^3	4,444	

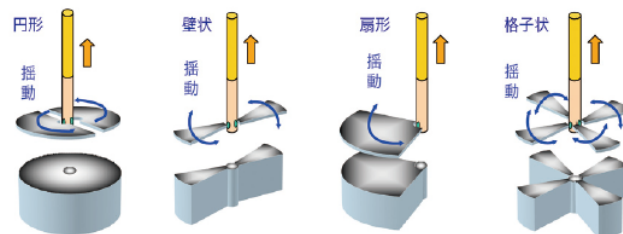


図-2 マルチジェット工法改良形状

2. 排泥再生利用の施工方法

高压喷射搅拌工において施工時に発生する排泥は、一般的に産業廃棄物として処理される。しかし、その性状は、セメント分が大量に混入された状態であるため、地中の改良体とほぼ同等の強度が発現されることが多い。そこで、当工事では排泥の共同溝直下の表層改良部への使用、すなわち建設汚泥の再生利用(自ら利用)を実施する方針とした。

施工方法は、まずマルチジェット工法を先行して行い、施工完了部直上の表層改良予定箇所をバックホウにて掘削する。掘削完了後、マルチジェット施工中に排出される排泥をポンプで圧送し、掘削完了後の表層改良箇所投入する。その後、所定の強度が確保されるまで養生を行い、表層改良としての機能を満足させる。以上の方法により、線形である共同溝の特長を考慮した有利な施行手順(図-3)を適用することで、工期を満足し、かつ無事故で工事を完了させた。

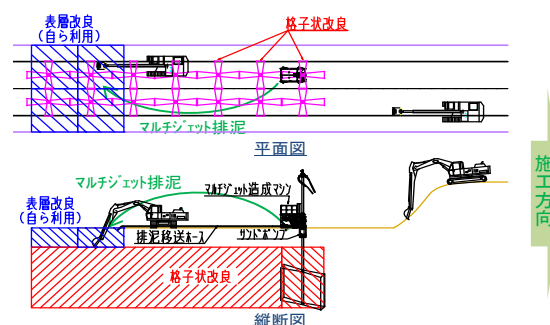


図-3 排泥再生利用の施工方法

液状化対策、地盤改良、高压喷射搅拌工法、再生利用、長期材齢、一軸圧縮強度、PS 検層

連絡先) 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付 4 番地 108, 日本原燃株式会社, TEL:0175-71-2000

3. 排泥の物性値把握試験概要

当工事の表層改良に用いた排泥の特性を把握するために、施工時に排出される排泥を試験用モールド（ $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ ）に詰め、諸材齢において室内で一軸圧縮試験（表-2,①）を実施した。また、前述の施工方法と同条件となる試験ピット（深さ $4\text{m} \times$ 幅 $4\text{m} \times$ 長さ 4m : 約 64m^3 ）を作製し、排泥を投入した上で、ボーリングにより採取したコアを用いた一軸圧縮強度試験（表-2,②），および原位置 PS 検層（サスペンション方式）（表-2,③）を実施した。表-2 に試験概要を示す。

表-2 物性値把握試験概要

箇所	項目	材齢(日)			
室内	①一軸圧縮強度	7	28	56	91
原位置	②一軸圧縮強度	—	40	—	147
	③原位置 PS 検層	—	31	—	135

4. 試験結果と考察

①施工時の排泥採取による室内での一軸圧縮試験結果，②原位置ボーリングにより採取したコアの一軸圧縮試験結果，および本施工における表層改良体（マルチジェット施工時の排泥を再生利用）の一軸圧縮試験結果との関係を図-4 に示す。また，③原位置の PS 検層試験結果を図-5 に示す。

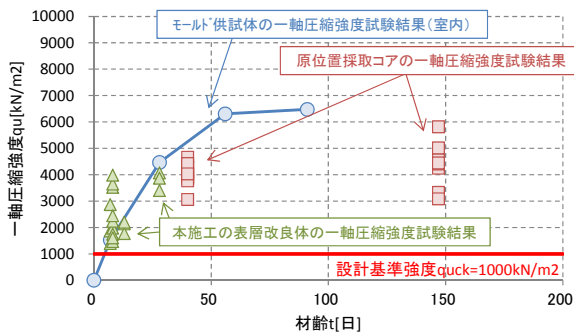


図-4 排泥を用いた室内モールドと原位置コアと本施工表層改良体における材齢と一軸圧縮強度試験の関係

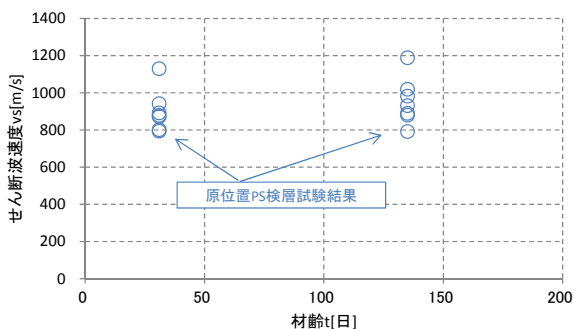


図-5 原位置 PS 検層試験結果

排泥を用いた室内モールドの 28 日強度は、 $q_{u28}=4467\text{kN/m}^2$ であり、原位置採取コアの材齢 40 日および 147 日の平均一軸圧縮強度は、各々 $q_{u40}=4008.3\text{kN/m}^2$ 、 $q_{u147}=4397.1\text{kN/m}^2$ である。これらは、設計一軸圧縮強度 $q_{uck}=1000\text{kN/m}^2$ を満足しており、さらには、マルチジェット工本体の設計一軸圧縮強度 $q_{uck}=3000\text{kN/m}^2$ を上回る試験結果となった。上記結果より、本体の強度と、排泥の強度は同程度であると考えられる。ただし、原位置採取の強度は、室内モールドの強度より低い結果が得られたが、コア採取時の供試体の乱れが影響していると予想する。

また、原位置 PS 検層試験結果からせん断波速度 V_s は、概ね $V_s=800\text{m/sec}$ 以上の値が得られ、一般的に工学的基盤と定義される地盤のせん断波速度 $V_s=700\text{m/sec}$ 程度を上回っていることから、支持性能の確保（例えば、人工岩盤（MMR）の構築など）を目的とした場合に、排泥を再生利用できる可能性がある。

5. おわりに

本工事のような線形構造物の特徴を考慮した施工計画を行うことで、マルチジェット工法と排泥の有効利用を同時施工することができ、当初産廃処理として計画していた排泥を全て現場内で再生利用することができた。

併せて、物性値把握試験結果より、排泥固化体は表層改良として十分な物性値を持っていることが確認できた。また、今後は基盤材料としての利用や現地発生土との混合など、更なる合理化施工が望める可能性がある。

【参考文献】

- 1) マルチジェット工法（自由形状・大口径高圧噴射攪拌工法），（社）日本建設機械化協会，建設技術審査証明報告書，2009。
- 2) マルチジェット工法による格子状改良の液状化対策（その 1），土木学会第 68 回年次学術講演会，第 VI 部門，2013.9。