

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）

日本原燃㈱ 正会員 ○大塚拓, 江村和明
前田建設工業株㈱ 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圧噴射攪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・大口径高圧噴射攪拌工法）が採用された。本論文では、①マルチジェット工法概要、②地盤改良工事概要、③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）計画、④三成分コーンを用いた改良下端の詳細把握について報告する。

8.0m までの大口径改良を可能とした。また、噴射量とロッドの引上時間から独自のエネルギー評価を行い、改良直径はφ2.0～8.0m の範囲まで任意に設定することができる。

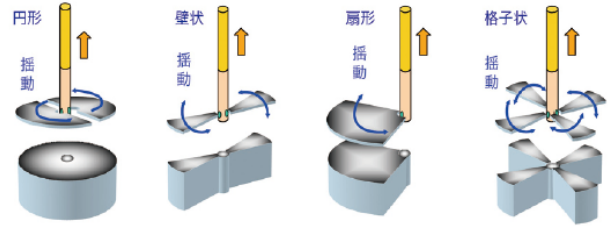


図-1 マルチジェット工法改良形状

当工事における従来工法との比較を図-2 に示す。同じ有効壁厚・格子間隔の格子状改良の従来工法に比して約 6 割の削孔本数低減、約 7 割の改良体積削減ができ、経済的な格子状改良を行うことができる。

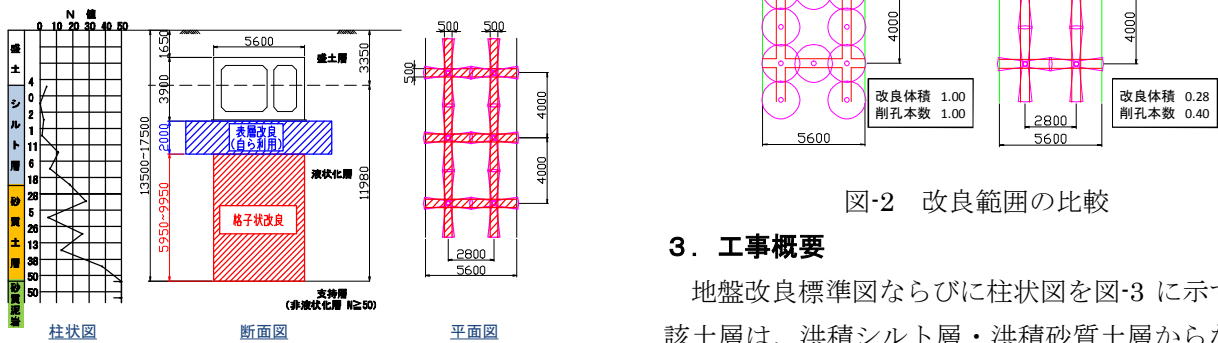


図-2 改良範囲の比較

2. 工法概要

マルチジェット工法は、従来の主流である円形改良形状に対して、専用ロッドの動きを従来の回転式から揺動式にすることで、壁状・扇形および格子状などの改良を可能とした（図-1）。従来工法の改良直径はφ2.0～φ5.0m 程度であるが、本工法はツインノズルを用いた独自の高性能噴流装置の開発でφ

3. 工事概要

地盤改良標準図ならびに柱状図を図-3 に示す。当該土層は、洪積シルト層・洪積砂質土層からなる液状化層と N≧50 の砂質泥岩からなる支持層（非液状化層）で構成される。マルチジェット工法はこの液状化層に対して実施され、共同溝直下の表層改良はマルチジェット施工時に発生する排泥を利用する計画とした。地盤改良工の施工数量および仕様を表-1 に示す。

液状化対策、地盤改良、高圧噴射攪拌工法、三成分コーン
連絡先) 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字沖付 4 番地 108, 日本原燃株式会社, TEL:0175-71-2000

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	$q_{\text{uck}}=3.0(\text{MN}/\text{m}^2)$
	改良長(平均)	m	5.2	
	改良体積	m^3	2,677	
表層改良工(自ら利用)	改良面積	m^2	2,222	$q_{\text{uck}}=1.0(\text{MN}/\text{m}^2)$
	改良厚さ	m	2	
	改良体積	m^3	4,444	

4. 地盤改良排泥の再生利用

高圧噴射攪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に投入し土砂と混合する。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(図-4)。

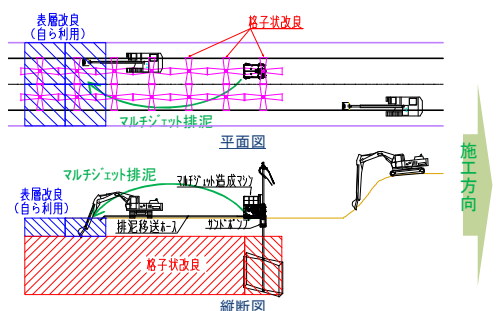


図-4 マルチジェット排泥の再生利用施工状況図

5. 三成分コーンを用いた改良下端の詳細把握

(1) 概要

当初計画では、既存地質調査を用いて地盤改良範囲を設定していたが、ボーリング調査箇所は少なく想定支持層が大きく傾斜していた。また、支持層付近は、 $N=30\sim50$ の範囲でなだらかにN値が増加するため、マルチジェット工法による注入ロッド削孔時の貫入抵抗を用いた着底管理は困難であった。そのため、共同溝延長上において事前に詳細な支持層線を把握する必要があったが、一般的なボーリングを多数実施するには多大な工期とコストがかかる。そこで、経済的かつ地盤の土質性状を簡易に把握することが可能な三成分コーン試験を実施した。同試

験は、コーンの先端抵抗・周面摩擦より換算N値を算出し、また間隙水圧を測定することで土層の判定をすることが可能である。

(2) 調査結果

測定結果の一例を図-5に示す。また、測定結果から推定された改良支持層を延長方向に結んだ結果を図-6に示す。支持層はほぼ水平成層であることが判明し、その結果当初の約20%の地盤改良体積を減らすことによりコスト削減を可能とした。

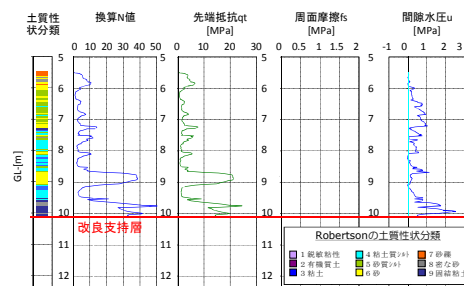


図-5 三成分コーン試験結果

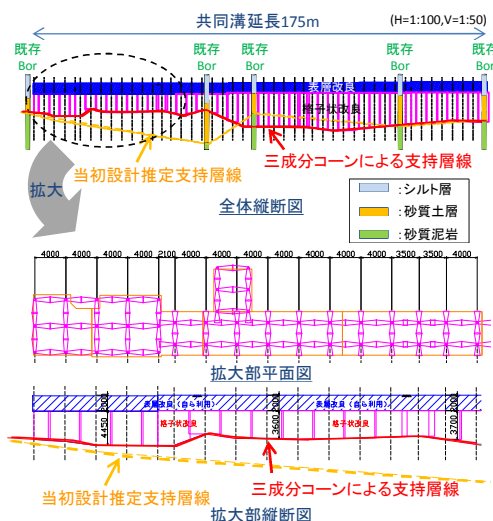


図-6 マルチジェット改良下端結果

5. おわりに

本論文では、マルチジェット工法の格子状改良を用いた合理的な施工計画について報告した。「自ら利用」の実施により、当初計画されていた地盤改良排泥を全て現場内で処理することができた。また、三成分コーン試験を用いた詳細な支持層把握により、支持層への確実な着底管理およびコストダウンができた。

【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.