

ウォータージェットを用いた全方位高圧噴射攪拌工法の開発（その2）

株式会社エステック 正会員 ○岡本 郁也 中島 浩平
東興ジオテック株式会社 正会員 大野 喜代孝
齊藤 英徳 岡田 宙
株式会社エヌ、アイ、ティ 正会員 中西 康晴
三菱ケミカルインフラテック株式会社 小林 英樹 内藤 大輔

1. はじめに

全方位高圧噴射攪拌工法（MJS 工法）の水平全円施工（図-1）の大径化を目的として、エア溜まりを生じないウォータージェットを用いた工法（MJS-WJ 工法）の実証実験を行った。（写真-1）ウォータージェットを使用することで、従来の硬化材のみを噴射する仕様に比べ大きな改良径を確保できることが確認されたが、同時に改良体の発現強度が低下する課題が顕在化された。

強度低下の課題に対し、硬化材（MJ）の配合変更により従来仕様と同等の発現強度が得られるよう、室内試験により検討・評価をしたので、その結果について報告する。

2. 実証実験の概要²⁾

MJS-WJ 工法の実証実験では、ウォータージェット（WJ）の仕様を3ケース設定し、硬化材（MJ）のみの従来ケースと比較検証した。ウォータージェット（WJ）を使用することで改良径は、従来仕様の約 1.45 倍の大径化が図れたが、発現強度は、0.65 倍となり工法の定める砂質土での設計基準強度（ $qu_{ck}=3,000\text{ kN/m}^2$ ）を下回る結果となった。（表-1、図-2）

3. 課題（強度低下）への対策

強度低下の原因は、ウォータージェット（WJ）による加水であることが容易に推測されるため、硬化材（MJ）の水セメント比を下げることで総水量を従来施工と同等レベルまで下げることで対策が可能と考えた。

但し、硬化材（MJ）の水セメント比を下げることは、硬化材の粘性が上がり、施工性（噴射圧力と噴射流量の関係）に影響が生じるため、新しい混和剤を使用する新たな配合を検討した。

新しい混和剤は、従来型に比べより減水効果の高いポリカルボン酸塩を主成分とする高性能流動化剤とした。

ウォータージェット（WJ）により加水される水量相当

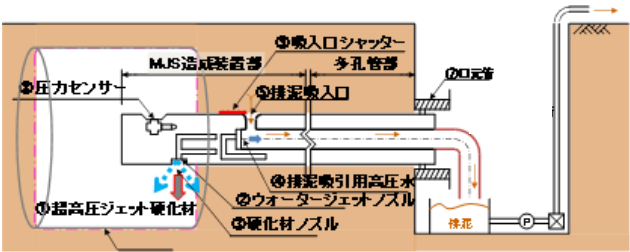


図-1 MJS-WJ 工法 概要図¹⁾



写真-1 実証実験状況

表-1 実証実験ケース

	CASE①	CASE②	CASE③	CASE④
WJ噴射量(m³/min)	0.068	0.056	0.045	0
WJ噴射圧(MPa)	33.9	23.5	15	0
改良径(m)	1.81	1.64	1.69	1.18
改良強度(kN/m²)	2,615	2,236	2,225	3,631

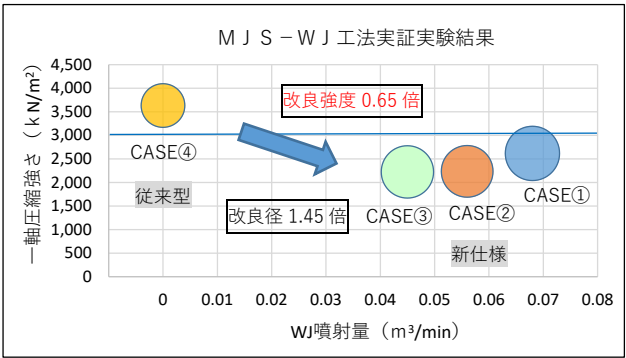


図-2 実証実験結果

キーワード 水平地盤改良，拡大径，ウォータージェット，混和剤，高圧噴射攪拌工法

連絡先 〒150-0042 東京都渋谷区宇田川町 37-10-501 (株) エヌ、アイ、ティ TEL. 03-3485-1245

を硬化材（MJ）の混練水から控除したモデル配合を設定した。（表-2）

4. 室内配合試験による発現強度の評価

従来型の硬化材（MJ-1号）と同程度の流動性が確認されたモデル配合硬化材を使用して、模擬土（砂質土、粘性土）と自然砂に対する室内配合試験を実施し、基本物性及び発現強度を確認した。（図-3、図-4）

模擬土は、砂質土 1L 当たり（豊浦砂 1527 g，トチクレー 234 g，水 340 g），粘性土 1L 当たり（トチクレー 854 g，水 683 g）とした。硬化材と試料土の混合割合は、過去の実績値から容量比で硬化材：試料土＝1：1.1 とし、モデル配合硬化材には、ウォータージェット（WJ）水を含めている。

混練直後の P ロート流下時間は、模擬砂質土と模擬粘性土ではいずれの配合でも 10 秒程度を示し、自然砂ではロート内に試料が残る結果となった。24h ブリーディング率（JSCE-F522-2018 準拠）は、模擬砂質土に対し高い傾向を示したが、モデル配合が優位な結果となり、ブリーディング抑制効果が確認された。自然砂に対してはいずれの配合でも 0% となった。

発現強度の確認は、「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」（JGS0821-2020）と「土の一軸圧縮試験方法」（JIA A 1216:2020）に準拠して行った。

模擬砂質土に対するブリーディング抑制効果に差が出たため、ブリーディング率の小さいモデル配合では、従来型配合程度の一軸圧縮強さが確保されなかったが、現場室内強度比を考慮しても、実用可能な範囲内にあると考える。模擬粘性土と自然砂では、モデル配合で従来型配合を上回る一軸圧縮強さが得られた。

5. まとめ

MJS-WJ 工法の課題とされていた発現強度の低下は、硬化材の配合を新配合にすることで従来型配合と同等の強度特性が得られることが確認された。新配合については、従来型配合の硬化材に代えて使用することで標準施工において、より高い一軸圧縮強さが得られており、MJS-WJ 工法を含めて MJS 工法の適用範囲拡大が期待できる。今後は、実現場における実績データを集積し、信頼性向上を図りたい。

参考文献

1) 全方位高圧噴射攪拌工法協会：技術・積算資料 令和4年11月 第14版，p. 4，加筆
2) 大野喜代孝・齊藤英徳・岡田宙・岡本郁也・中島浩平・中西康晴：ウォータージェットを用いた全方位高圧噴射攪拌工法の開発，令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会，pp. VI-17，2022

表-2 モデル配合（m³ 当り）

品種・項目	単位	MJ-1号 (従来型)	モデル 配合①	モデル 配合②
普通セメント	kg	760	983	1,034
混和剤	kg	8	—	—
新混和剤	kg	—	6	6
混練水	kg	752	688	672
W/C	%	100	70 (105)	65 (98)
比重		1.52	1.68	1.72
WJ水	kg	0	346	346

※W/C欄（）内はWJ水を含めた場合

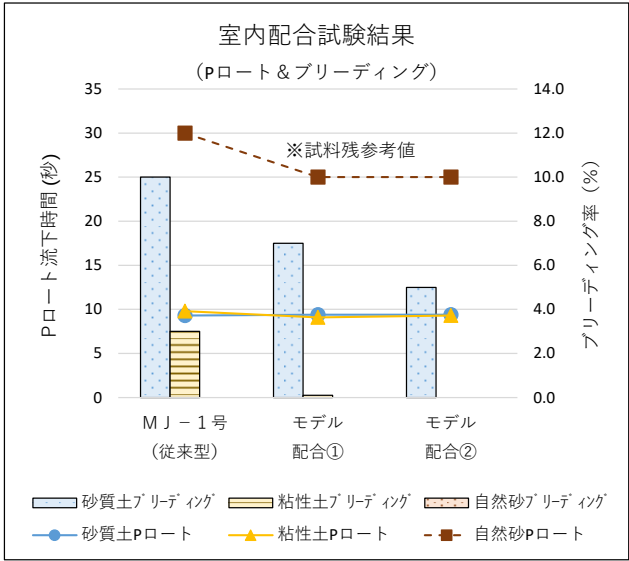


図-3 室内配合試験結果（1）

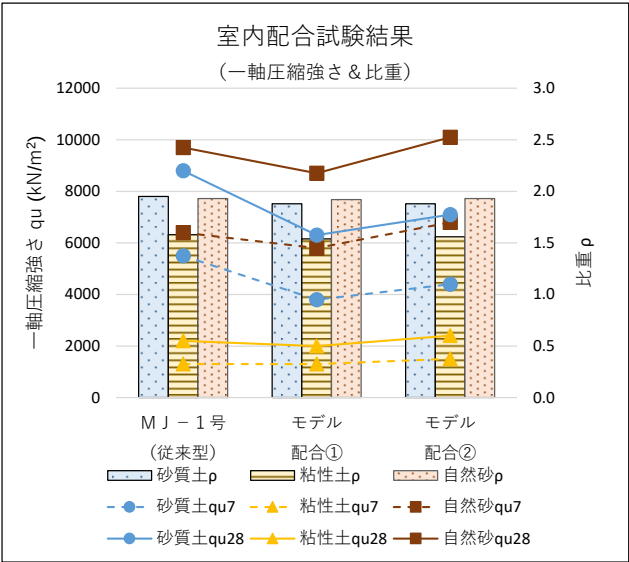


図-4 室内配合試験結果（2）