

高強度型高圧噴射攪拌工法の実証試験結果

東興ジオテック株式会社 正会員 ○大野 喜代孝 岡見 強
 同上 岡田 宙
 株式会社フローリック 正会員 藤田 康彦 小池 晶子
 同上 鈴木 良明

1. はじめに

近年、耐震補強対策で用いられる高圧噴射攪拌工法は、従来に比べ高い改良強度を期待されることが多い。この要求を満足するには、より低い水セメント比(以下、 W/C)かつ流動性を保つことの出来る硬化材液を用いた改良体の造成が問題無く出来る事を検証する必要がある。今回、低い W/C で一定時間流動性を保つことが出来る高性能混和剤(以下、混和剤)を用いることで、高強度な改良体が造成出来ることを確認した。

この高強度な改良体の造成は、施工能率の向上により排泥の削減も同時に期待できる。本報告は、混和剤を用いた硬化材液の性能(流動性、経時変化、材料分離性)および造成された改良体の強度試験結果を取りまとめたものである。

2. 試験の目的

高圧噴射攪拌工法を初めとする硬化材液を用いる工法では、硬化材液の W/C が小さいほど強度発現や発生する排泥量の面で有利である¹⁾。ただし、硬化材液の流動性や保持時間、粘性の増加などの問題があり、一般的に $W/C=80\sim120\%$ 程度の範囲²⁾で用いられる。本試験では、初めに混和剤を用い流動性を高めた硬化材液で $W/C=60\%$ における硬化材液の性能と最適な添加量を室内試験で確認した。

次に実際の施工機を用い改良体を造成する実証試験では、室内試験結果より設定した配合を基に硬化材液を作液し、ポンプ圧送性能や流動性の状態からその施工性を確認した。この改良体の品質(強度)確認は、粘性土地盤および砂質地盤において改良体の一軸圧縮強度を確認した。

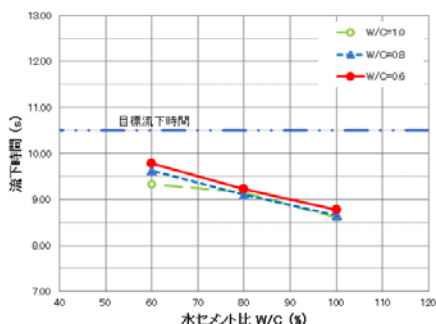


図-2 水セメント比と流下時間

3. 硬化材液の試験方法

硬化材液の流動性確認試験は、 W/C の低下により粘性が増加すると考え、混和剤の添加量を硬化材の重量比で $0.5\sim1.5\%$ の間で比較した。室内試験の結果は図-1 の様になった。 $W/C=60\%$ において添加量を多くしても粘性の低減効果は、大きく変わらない事が確認されたので添加量は 1% が妥当と判断した。

この混和剤は3時間後の流動性を 10.5 秒以下に保持出来る2種類のポリマーを配合したカルボン酸系ポリマーからなる材料である。この混和剤により高強度の改良体造成が可能となった。

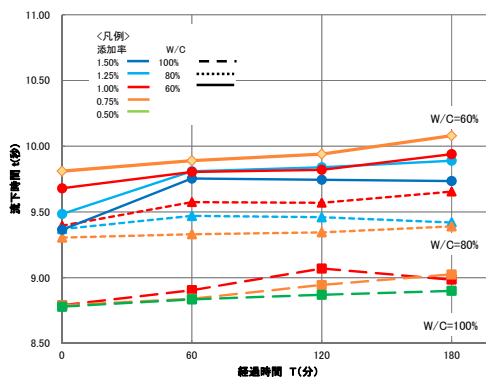


図-1 室内試験における水セメント比と流下時間

混和剤 1% 添加とした場合、流動性は図-2 に示すように W/C の低下に伴い粘性が増加しているが、目標とする流下時間 10.5 秒は満足する結果が得られた。

材料分離抵抗性は、ブリーディング試験 (JSCE-F522)で確認し $W/C=60\%$ では、 10% 程度のブリーディング率の低下が確認された(図-3)。

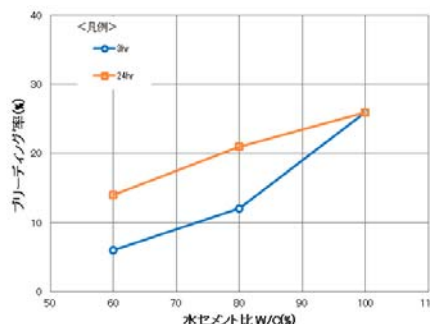


図-3 材料分離抵抗性

キーワード 地盤改良, 高圧噴射攪拌工法, 高強度改良体, 高性能混和剤, 排泥量削減

〒108-0014 東京都港区芝 4-8-2 東興ジオテック株式会社 技術本部 03-3456-8751

4. 造成体の施工方法

前述の室内試験結果から実際の施工機を用いた施工は可能と判断し、工法原理が最も単純な高圧噴射攪拌工法の単管工法による実証試験を行った。

対象地盤は粘性土地盤、砂質地盤の2種類とし、施工性および改良体の品質(強度)を確認した。実証試験の施工仕様は表-4 に示す。

表-4 施工仕様

項目		内容
硬化材	使用材料	硬化材(普通セメント)
		混和剤(1%添加)
		真 水(水道水)
超高压 ジェット	圧 力	40Mpa
	吐出量	100ℓ/分
改良体	造成長	3.0m
	削孔長	5.0m

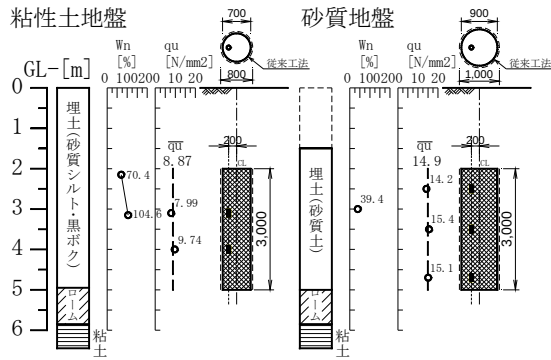


図-4 施工実験と品質確認の概要

5. 試験結果

前述の改良仕様により造成した改良体は、頭部1.0m程度を掘り出し形状を確認した(写真-1)。また、改良体の強度は、コアサンプルを取り一軸圧縮試験でその強度を確認した。

改良径は、表-5 に示すように対照試験として行った従来工法(単管)による改良径の9割程度になった。

表-5 改良径の確認結果 表-6 固化材液の密度

土質	従来工法 改良径	高強度型 改良径
粘性土 地盤	0.8m	0.7m
砂 質 地盤	1.0m	0.9m

W/C (%)	密度 ρ (g/cm³)
100	1.53
80	1.61
60	1.74



a) 粘性土地盤



b) 砂質地盤

写真-1 改良体の出来型



写真-2 改良体確認 (コア採取状況)

6. まとめ

今回の実証試験から高圧噴射攪拌工法において低W/Cの硬化材液による造成が出来る事、この時の改良体は高強度となることが実証された。本試験から得られた結果は、次のとおりである。

- 1) 低 W/C の硬化材液は、高性能混和剤を使用することで目的とする流動性を確保することが出来た。固化材液は、2 時間以内であれば流下時間10 秒以下であり必要な流動性が確保出来ている。3 時間でも 10.5 秒以下であり、時間経過に伴う施工性への影響は少ないことが確認された。
- 2) 改良体の強度は、粘性土地盤において $qu=8 \text{ MN/m}^2$ 、砂質地盤において $qu=14 \text{ MN/m}^2$ 程度と良好な結果が得られた(図-4)。
- 3) 改良径は、従来工法(単管工法)の直径に比べ1割ほど小さいことが確認された。この原因は、低 W/C としたことで、硬化材液中の固液比率が変化し、小径な吐出口で圧力損失が生じたためと考えられる。
- 4) 一般に高圧噴射攪拌工法の切削能力は、密度の増大により向上が期待できる。表-6 に示すように硬化材スラリーの密度 ρ は、W/C の低下で増大しており噴射装置等の改善により、改良径は拡大が可能と考えられる。
- 5) 材料分離は、ブリーディング試験の結果から水セメント比が低いほど小さくなる事が確認された。分離抵抗性は、水セメント比を小さくすることで向上していると考えられる。

以上の点から高圧噴射攪拌工法において従来工法より高強度な改良体を造成する方法は、低 W/C の硬化材液を用いた施工が有効であることを確認した。

参考文献 ; 1) セメント協会 : セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第4 版, p.43-44, 2012.10.
2) (財)土木研究センター : 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, p.60, 2004.3.