

地盤改良を用いた軌道内で施工可能な止水性仮土留め工（その1）

J R 東日本	東京工事事務所	正会員	○加納	暢彦
J R 東日本	東京工事事務所	正会員	桑原	清
J R 東日本	東京工事事務所	正会員	有光	武
前田建設工業	土木事業本部	正会員	手塚	弘明
日本総合防水	技術部	正会員	伊藤	孝司

1. はじめに

軌道下の開削工法に用いる仮土留め工は、レール・枕木の干渉のため親杭横矢板方式が多く採用されている。その際、地下水位が高い場合は、土留背面に補助工法による止水防護（薬液注入、地盤改良）を設ける必要があり、工期・工事費の両面を増大させている。そこで、止水防護の地盤改良工自体を仮土留め工とする工法の開発・検討を行った（表-1 参照）。本稿では、実施工を想定して行った施工試験のうち材料試験について報告する。

2. 工法概要

本工法においては、オーガー削孔と類似した柱状に造成可能なジェット併用機械攪拌工法を用いて、改良体内に H 形鋼を挿入し仮土留め工としてのことを検討した（写真-1 参照）。また、軌道内の施工時間は、1 日の施工時間が 3 時間程度であり 1 本の施工が複数日に渡るため、遅延剤を添加した固化材を使用することとした。

今回の施工機械は、スラリーを機械攪拌用ロッドの先端から低圧で噴射するとともに、 $\phi 500$ または 600mm の攪拌翼先端から高圧噴射することにより $\phi 800\text{mm}$ のソイルモルタル改良体を造成する工法である（図-1 参照）。特徴としては、①最大機械高さが 4.0m に抑えられ、空頭制限のある軌道内での施工が可能、②改良時の引上速度が 1.0min/m と高速な造成が可能、③排泥量も高圧噴射攪拌工法の $25\sim 30\%$ と少ない、④噴射攪拌領域において止水性を確保するラップ施工が可能等¹⁾が挙げられる。

3. 材料試験概要

本試験は、軌道内施工を想定し、打設延長・H 形鋼挿入までの時間を変えた試験杭による施工確認試験及び性能確認試験を行った（図-2 参照）。

施工確認試験において、使用する固化材の材料試験を実施した。材料試験は、室内配合と現地採取試料に対して、流動性確認試験および強度確認試験を行った。流動性確認試験は、テーブルコーン試験によりテーブルフロー値を測定して行い、造成完了後から時間経過に伴う変化の確認を行った。強度確認試験は、一軸圧縮強度試験を行い、遅延剤の影響による強度・強度発現に対する確認を行った。施工試験は、厳しい施工条件を考慮し、粒度特性や含水比の影響で一般的に改良体強度が発現しにくい関東ロームで行った。

キーワード 止水性仮土留め、ジェット併用機械攪拌工法、軌道内、遅延剤

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL03-3379-4353 FAX03-3372-7980

表-1 軌道内仮土留概要

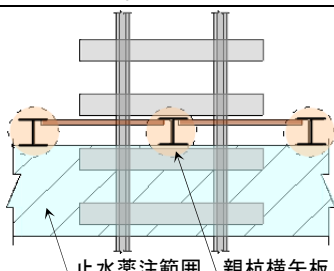
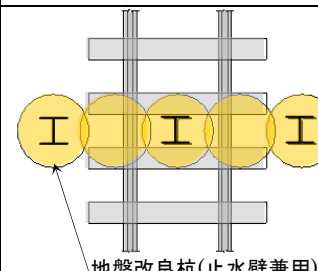
親杭横矢板仮土留め (従来工法)	地盤改良杭仮土留め (開発工法)
	
止水薬注範囲 親杭横矢板	地盤改良杭(止水壁兼用)



写真-1 使用施工機械

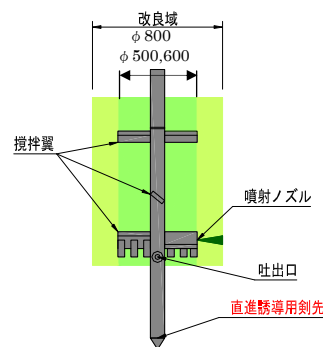


図-1 造成部概略図

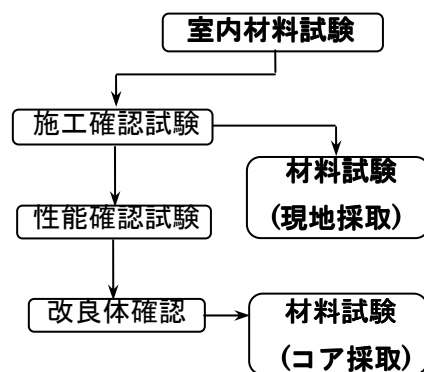


図-2 施工試験フロー

4. 配合および目標性能

本試験に用いたスラリーは、固化材の違いによる流動性の影響を確認するために、試験地盤（関東ローム）に適した特殊固化材と、一般的に多く用いる高炉セメントを使用した 2 配合にて試験を実施した（表-2 参照）。

スラリーの目標性能は、実施工では造成から 24 時間後に芯材挿入となるが、列車運行の影響による遅れを考慮して 48 時間後まで芯材挿入が可能な流動性を保持することとした。テーブルフロー値の目標値は、芯材の挿入状況が類似する TRD 工法技術資料²⁾を参考とし 150mm とした。

改良体の強度は、対象地盤に適した特殊固化材の配合にて確認を行い、SMW の設計基準強度を参考に目標値を 500kN/m² とし、材齢 28 日で確保することとした。

5. 試験結果

(1)流動性確認試験： スラリーの流動性は、室内試験では両配合とも 24 時間までテーブルフロー値が徐々に低下するが目標値の 150 mm を確保でき、その後も同様の傾向を示し 48 時間では 130 mm 程度が確保できる結果となった。

現場採取した試料では、配合による若干の差はあるが、24 時間に至る前に目標値を下回る 130 mm 程度となり、その後 48 時間まで同程度の値で推移する結果となった（図-3 参照）。

流動性の差は、室内試験に比べ最大 15% 程度の差が生じており、地山と接するなどの環境条件の差が影響していると考えられる。実施工時のスラリーは、施工確認試験にて 130 mm のテーブルフロー値で挿入可能ことが確認されたため、室内試験時に 150 mm 以上確保する管理とする。

(2)強度確認試験： 改良体の強度は、室内試験では材齢 28 日で目標強度に達したが、遅延剤の添加が影響して材齢 60 日まで強度増進し、その後安定する傾向が確認された。

現場採取した試料は、室内試験と同様の強度・強度発現傾向を示した。それに比べ、掘り起した改良体からコア採取した試料では、強度発現は他試料と同様な傾向を示したが、強度は他試験値と比べ約 1.5 倍高い値となった（図-4 参照）。これは、芯材挿入時に使用したバイブロハンマーによる締固め効果や、硬化過程での地山への水分逸散などが影響していると考えられる。

本試験では、管理材齢を 28 日としたため最終強度が目標強度の 2.5 倍と大幅に高い値となった。そのため、実施工においては、遅延剤を添加しない配合と遅延剤を添加した配合の材齢 28 日強度から強度発現特性を把握し、現場の掘削開始までの期間を適切に判断して管理材齢・配合を決定する必要がある。

6. まとめ

本試験より、地盤改良工を用いた軌道内仮土留めに用いる配合は、芯材挿入時までの流動性確保が重要であるため、室内試験でテーブルフロー値 150 mm を満足することで現場管理は可能であることを確認した。改良体の強度に関しては、遅延剤添加の有無での材齢 28 日強度から得られる強度発現特性と、掘削開始までの期間を考慮した管理材齢・配合の決定が必要であることを確認した。

参考文献

- 1) 日本総合防水株式会社 メカジェット工法（噴射付機械攪拌工法）技術資料 平成 18 年度
- 2) TRD 工法協会 TRD 工法技術資料 2005.7

表-2 スラリー配合

	固化材	添加量	W/C	遅延剤 添加率
1	特殊地盤用	600kg	70%	5%
2	高炉セメント			

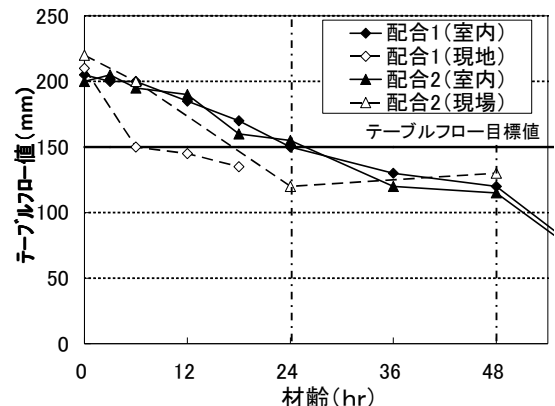


図-3 テーブルフロー値経時変化

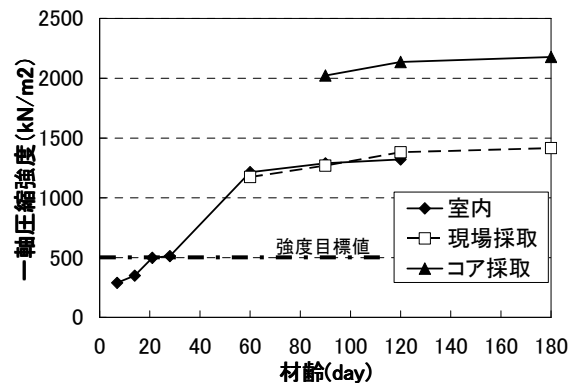


図-4 一軸圧縮強度経時変化（配合 1）