

## 鉄道営業線軌道直近での中層混合処理工法の適用例

### その1 軌道への影響対策

三信建設工業株式会社  
小田急電鉄株式会社  
清水建設株式会社

正会員 ○島野 嵐 鈴木 智也  
森田 龍治 山口 悟志  
正会員 合田 巧 正会員 元重 尚也

#### 1. はじめに

神奈川県受託業務の河川改修工事に伴う鉄道橋の架け替え工事のうち、仮線路設置部路床の安定を目的として地盤改良が計画された。写真1および図1に示すように供用中の軌道中心から改良範囲端部の離隔距離が2.0mと非常に近接するため、地盤改良施工による軌道への影響が最小限に抑えられるよう複数の対策を実施した。本編では工事概要ならびに軌道への影響対策手法について、次編で軌道計測結果および品質確認試験結果について報告する。

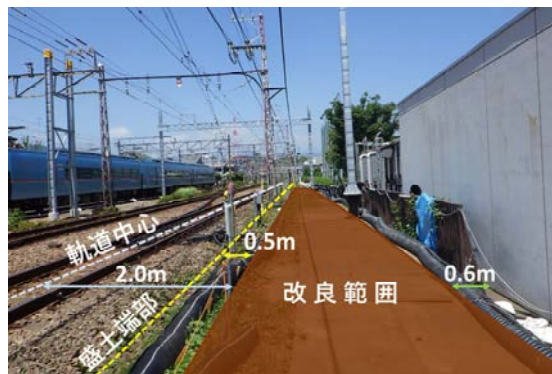


写真1 施工全景

#### 2. 地盤改良工事概要

本工事の改良目的は図1に示す仮線路設置部路床の沈下抑制および支持力増強であり、改良対象土は盛土および沖積の粘性土で湿潤密度  $1.457\text{g/cm}^3$ 、含水比 97.1%、N 値 2~4 の軟弱土であった。

対策工法は固結工法のうち、小型三点支持機をベースマシンとした柱状改良と小型バックホウをベースマシンとした中層混合処理で比較検討を行った。1日当たりの施工量が多く工期が短縮できること、狭隘な施工ヤードに対応できること、改良深度が3m程度であること等から中層混合処理工法である揺動攪拌工法(WILL工法)を選定した、図2に施工機の概観図を写真2に施工状況を示す。本工法はバックホウタイプベースマシンの先端に取付けた特殊な攪拌翼より、スラリー状の固化材を注入しながら、固化材と原位置土を強制的に攪拌混合し、安定した矩形改良体を形成する地盤改良工法である。従来の中層混合処理工法と比較し側方変位が抑制できる攪拌機構や、小型軽量の攪拌機を有しており、数多くの狭隘地や構造物の近接施工へ採用されている<sup>1)</sup>。

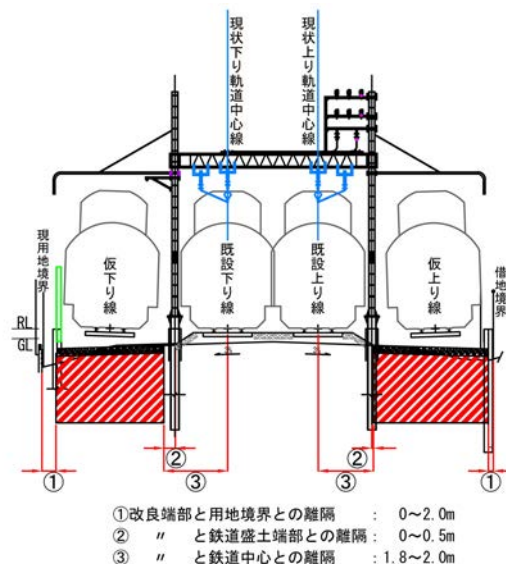


図1 地盤改良概要図

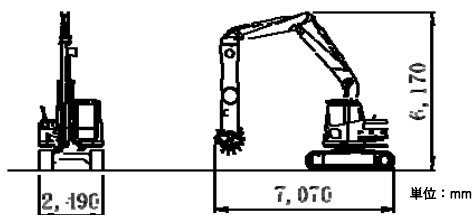


図2 施工機概観図(0.5m<sup>3</sup>バックホウタイプ)



写真2 施工状況

キーワード 地盤改良, 中層混合処理, 近接工事, 配合試験, 品質管理

連絡先 〒111-0052 東京都台東区柳橋2-19-6 三信建設工業株式会社 TEL 03-5825-3704

### 3. 地盤改良施工時の鉄道軌道への影響対策

施工時の鉄道軌道への影響対策として、①早期強度が高い材料の選定、②影響範囲を考慮した施工順序の2点の対策を実施した、以下にそれぞれの対策の詳細を述べる。

#### 3.1 早期強度が高い材料の選定

本工事は線路閉鎖工事であり、地盤改良施工後一時間程度で列車が通過することから、線路閉鎖解除時に改良地盤が地山と同程度の強度を有すれば軌道に対する影響が少ないと判断し早期強度が高い材料を採用することとした。材料の選定は早強ポルトランドセメントと特殊土用セメント系固化材+硬化促進剤の2種で室内配合試験を行い、締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1228:2009)、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)および六価クロム溶出試験(基準値 0.05mg/L 以下)により判断した。目標のコーン指数を混練後1時間後に地山のN値2と同等になるように、粘性土の粘着力とN値の関係  $N=2 \div C=12\text{kN/m}^2$  およびコーン指数と粘着力の関係  $q_c=10C$  より  $q_c=120\text{kN/m}^2$  と設定し、且つ、一軸圧縮強さが設計基準強度  $q_u=600\text{kN/m}^2$  以上(材齢28日)を満足する配合量とした。なお、室内強度  $q_{ul}$  と現場強度  $q_{uf}$  の比率は、本工法の実績値より  $q_{ul}/q_{uf}=2.0$  を採用した、表1に配合試験の目標値、表2に室内強度の目標値を満足したセメント添加量を示す。試験結果より早強ポルトランドセメント  $225\text{kg/m}^3$  のセメント配合量で目標のコーン指数および一軸圧縮強さを満足する結果となった。

表1 配合試験目標値

		コーン指数 (材齢1時間)	一軸圧縮強さ (材齢28日)
目標値	現場 強度	$q_c=120\text{kN/m}^2$	$q_u=600\text{kN/m}^2$
	室内 強度	$q_c=240\text{kN/m}^2$	$q_u=1,200\text{kN/m}^2$

表2 目標値を満足するセメント配合量

試験材料	コーン指数 (材齢1時間)	一軸圧縮強さ (材齢28日)
早強 ポルトランドセメント	$200\text{kg/m}^3$	<u><math>225\text{kg/m}^3</math></u>
特殊土用固化材	$400\text{kg/m}^3$ 以上	$196\text{kg/m}^3$

#### 3.2 影響範囲を考慮した施工順序

軟弱地盤における地盤改良施工による周辺地盤の影響範囲は既往の報告で、対象物からの離隔距離  $X$  と改良深度  $L$  の比が  $X/L=1.0$  程度とされている。これより改良深度と同程度の  $3\text{m}$  を線路延長方向に1ブロックとして図3に示すように隣り合う施工ブロックを同日に施工しないようにし一時的に地盤が緩む範囲を小さくして施工することとした。

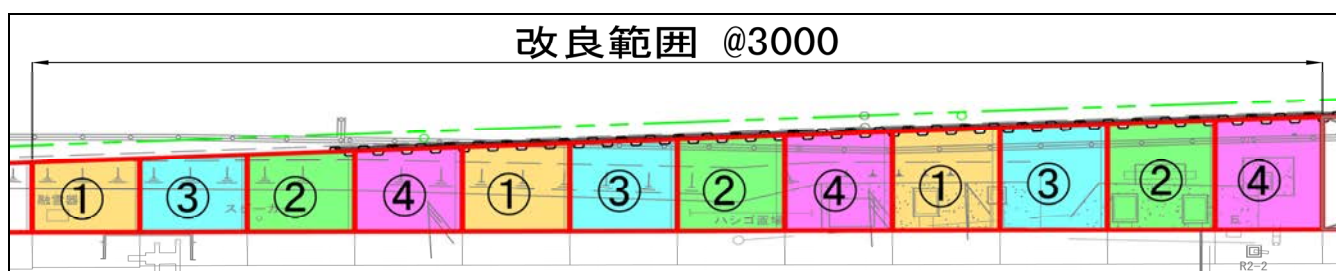


図3 施工順序図

### 4 まとめ

鉄道営業線軌道直近で施工した中層混合処理工の概要ならびに軌道への影響対策手法について述べた。

- ・現場条件を考慮した工法比較を行い中層混合処理工法である揺動攪拌工法(WILL工法)を選定した。
- ・室内配合試験により早期強度が高い早強ポルトランドセメントの採用を決定した。
- ・地盤改良施工による軌道への影響を配慮した施工順序を設定した。

次編で軌道変位計測手法および計測結果、事後調査として行った品質確認試験結果について報告する。

#### 参考文献

- 1) 島野、中西、塚越、木田：中層混合処理工法の近接施工に伴う供用中鉄道施設の影響調査, 第15回地盤工学会関東支部発表会, pp.144-147, 2018.
- 2) (公社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説-二冊分の1-, p.30 pp.308-309, 2013.