

高圧噴射攪拌混合による橋台背面盛土のゆるみ対策に関する実証的検討 (その 2)

- 連続施工による実施工に向けた適用性の検討 -

前田建設工業株式会社 正会員 ○川西敦士 正会員 山内崇寛
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 藤原雅仁 正会員 近藤政弘
 大鉄工業株式会社 正会員 春名哲弥

1. はじめに

筆者らは、前報告(その1)で橋台背面盛土の陥没対策として低土被り厚での高圧噴射攪拌工法の施工において、千鳥改良による効果的な軌道の変状抑制に関する試験結果を報告した。この知見に基づき、本報告(その2)では、施工基面下1mから3m程度までの改良範囲を想定し、連続施工による試験施工を現在廃線となっている鉄道盛土で実施した。ここでは、試験施工による施工基面の変位測定結果を踏まえた実施工での適用性、改良後のコア採取結果と強度試験結果について述べる。

2. 実施工を想定した連続施工概要

改良体配置の断面図を図-1に、改良体割付図を図-2に、各段数における改良仕様を表-1に示す。施工順序として、1段目を施工した後に2段目および3段目と連続して施工を行った。施工に際しては、狭隘地での施工や簡単な単管足場上での施工が可能となるように高圧噴射攪拌工法でも多くの実績を有するマルチジェット工法の超小型施工機を採用した。さらに水平および斜め施工が可能となるように、油圧シリンダーにて傾斜を-5度~+30度まで自在に変化させることが可能なるように施工機に改造を行った。本試験では、同一高さの足場上から1段目は水平施工による千鳥改良、2段目は+5度、3段目は+10度の傾斜をつけた斜め施工による全長改良を行った。また、実施工においては改良体の品質確保のための高度な施工管理や、千鳥改良となる1段目先行改良体と1段目後行改良体の噴射方向の管理には高い精度での施工管理が必要となる。そこで、図-3に示すようなマルチジェット工法に装備されているリアルタイム管理装置を用いることで、専用ロッドの引上速度・回転速度・空気量および噴射方向を示す揺動角度をリアルタイムにて監視しながら施工を行った。本試験施工では、施工順序の組合せが施工基面の隆起や沈下に与える影響を把握するため、同一施工日の中で隣接した水平方向改良体(例えば、1段目-No.2通りと1段目-No.3通り等)の施工や上下改良体(例えば、1段目-No.1通りと2段目-No.2通り等)の施工を行うことで、実施工に向けた適用性を確認した。

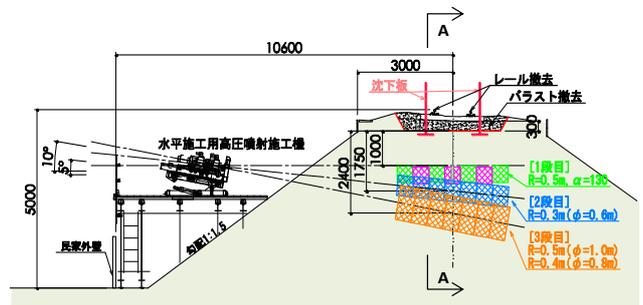


図-1 連続施工概要図(断面図)

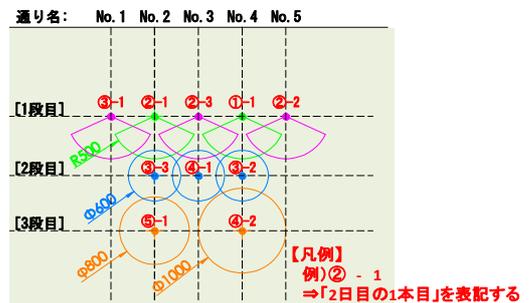


図-2 改良体割付図(A-A断面図)

表-1 各段数における改良仕様

	改良高さ	打設角度	改良半径	改良形状
1段目	施工基面	0度	R=0.5m	130度
	-1.0m	(水平)		(扇形)
2段目	施工基面	5度	R=0.3m	360度
	-1.75m	(斜め)		(全円)
3段目	施工基面	10度	R=0.5m	360度
	-2.4m	(斜め)	R=0.4m	(全円)



図-3 リアルタイム管理装置

キーワード 高圧噴射攪拌混合, 橋台背面盛土, 千鳥改良, 連続施工, 低土被り
 連絡先) 東京都千代田区富士見 2-10-2, 前田建設工業株式会社, TEL:03-5276-5166

3. 連続施工ケースの試験結果

(1) 連続施工時の施工基面変位

連続施工時における施工基面変位測定結果を以下に述べる。変位測定には、事前に軌道(レール)とバラストを撤去した後に沈下版を軌道位置に設置し、レベルを用いて常時測定した。なお、1段目の改良体においては、施工当日に隣接する改良体を施工した場合にでも改良体が流出することがないように、施工完了後3時間程度で固化する硬化促進剤を用いている。

- ①1段目施工完了当日(硬化促進剤注入3時間経過後)に1段目の隣接する改良体を施工した場合
 - ・確認ケース : ②-1(2日目の1本目)と②-3(2日目の3本目)で確認
 - ・変位結果 : 施工当日の千鳥改良による変位は発生しなかった。1段目の単独施工と同程度の影響。
- ②1段目施工完了後翌日(改良体固化後)に2段目を施工した場合
 - ・確認ケース : ③-2(3日目の2本目)および④-1(4日目の1本目)で確認
 - ・変位結果 : 1段目の改良体に十分な強度が発現し連続体として機能を発揮することで、変位は発生しなかった。
- ③1段目施工完了当日(硬化促進剤注入3時間経過後)に2段目の隣接する改良体を施工した場合
 - ・確認ケース : ③-1(3日目の1本目)と③-3(3日目の3本目)で確認
 - ・変位結果 : 1段目の改良体に十分な強度が発現していないため(施工後3時間では、改良体は固化するものの変位を吸収するための十分な強度発現はしない)、約3mmの地盤沈下が発生。
- ④3段目の改良体の改良径の影響
 - ・確認ケース : ④-2(4日目の2本目)および⑤-1(5日目の1本目)で確認
 - ・地盤変位結果 : ④-2のR=0.5mでは改良体1本当りの総噴射量が多くなり排泥量が多くなることから、細粒分の多い当該盛土では排泥閉塞を引き起こし、最大4mmの地盤沈下が発生した。そこで、⑤-1でR=0.4mに改良径を変更し施工を行った結果、変位は発生しなかった。

(2) コア採取による強度試験結果

若材齢における改良体強度発現を把握するために、施工完了後に水平および斜めボーリングによるコア採取を行った(図-4)。その結果、良好な改良体が連続的にできていることを確認した。また、前報告(その1)での掘り起し改良体コアと併せて、室内試験にて一軸圧縮強度試験を実施した。材齢の進行に応じた一軸圧縮強度試験結果を図-5に示す。「鉄道構造物等設計標準・同解説(土構造物)」においては、路床に求められる安定処理工法を行った改良土の強度として、列車荷重に対する耐久性を考慮した現場強度で一軸圧縮強度 $q_u=0.6\text{MN/m}^2$ 以上であり、本試験結果では材齢8日時点で $q_u(\text{平均})=1.75\text{MN/m}^2$ であることから、橋台背面盛土の地盤強化の面でも十分な適用性が確認できた。



図-4 採取コア(2,3段目)

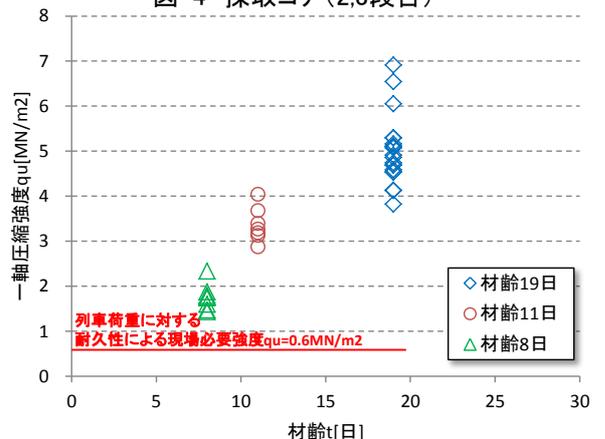


図-5 材齢t—一軸圧縮強度 q_u の関係

4. まとめ

実現場への適用するために軌道管理値を高低±3mm未満として、連続施工によるフィールド試験を実施した。以下に、各段数における改良仕様をまとめる。

- 1段目：半径 $R=0.5\text{m}$ ，改良角度 $\alpha=130$ 度(下向き方向)，千鳥改良
- 2段目：半径 $R=0.3\text{m}$ (直径 $\phi=0.6\text{m}$)，全長改良
- 3段目：半径 $R=0.4\text{m}$ (直径 $\phi=0.8\text{m}$)，全長改良

今後は、改良体による合理的な配置や軌道への影響がさらに小さくなる施工方法の確立を目指したい。