

営業線に近接した狭隘箇所における地盤改良

JR 東日本 正会員 ○狩野 周
JR 東日本 正会員 成嶋 健一
JR 東日本 笠原 大輔

1. はじめに

本工事は、別線にて架設する鉄道橋梁新設工事である。本稿では、橋梁へのアプローチ部となる盛土部における支持地盤改良の施工計画及び試験施工結果について報告する。

2. 補強盛土部の地盤改良概要

盛土構造はジオテキスタイルを使用した補強盛土（RRR 工法）とした。盛土高は起点方の既存盛土部との接続部が約 4.0m、高架橋への接合部が約 5.3m である。

設計にあたり現地盤のボーリング調査を実施したところ、補強盛土部直下の支持地盤最上層は層厚約 2.5m から 3.0m で N 値=3 の軟弱粘性土であることが判明した。列車荷重・軌道重量・補強盛土重量等の諸条件から現地盤の支持力検討を行った結果、将来の盛土部沈下抑制のためには当該地盤の改良が必要であることが明らかとなった。

また、補強盛土部は現行の営業線と隣接線との間に位置するため最小作業スペース幅は約 3m と狭隘である。加えて、右側に位置する隣接線は高架橋区間であり、高架下 3m の空頭で地盤改良の施工を進める必要がある（図-1）。

3. 地盤改良工法の詳細検討

(1) 地盤改良範囲の検討

ボーリング調査による現地盤の事前調査結果をもとに地盤改良範囲を検討した（図-1）。改良土の必要強度は補強土壁の最大必要地盤反力により算出した。改良土に求められる一軸圧縮強度は $\sigma_{28}=300\text{kN/m}^2$ である。また、改良土の安全率は現地盤の不均一性等を考慮し 3.0 とし、設計一軸圧縮強度は $\sigma_k=900\text{kN/m}^2$ である。

(2) 施工方法および改良体強度の検討

地盤改良方法として 4 種の工法を検討した（表-1）。検討項目は、改良土の施工精度及び品質確保に加え、上述の狭隘な施工環境や経済性等である。総合的に評

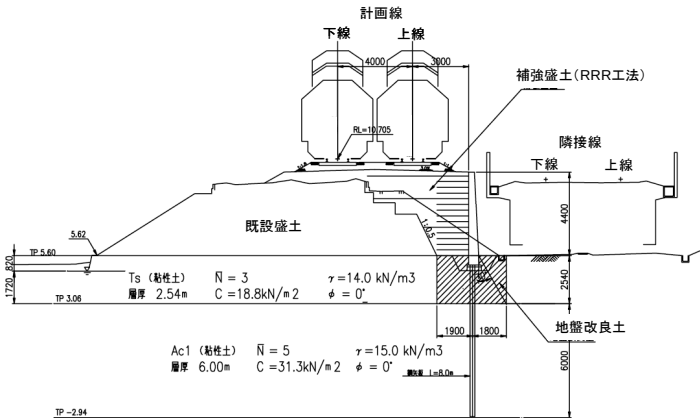


図-1 標準的な施工断面図

表-1 施工方法の検討

工法名	表層混合処理工法	高圧噴射攪拌工法	機械攪拌工法 (スラリー攪拌/リーダー式)	機械攪拌工法 (スラリー攪拌/オーガ吊下げ式)
工法概要	バックホウの先端に取付けた攪拌機を所定の改良深度まで挿入し、固化材と原位置土の混合攪拌を行い改良地盤を造成する工法	空気を伴った超高压硬化材を地盤中に回転して噴射させ、地盤を切断しスライムを地表に排出させると同時に円柱状の改良体を造成する工法、施工過程で汚泥が発生	リーダー式のベースマシンを使用し、攪拌翼よりセメントスラリーを地盤に送り込み、地中で混合攪拌しながらソイルセメント杭を造成する工法	バックホウの先端に吊下げ式のオーガー減速機を取り付け攪拌翼よりセメントスラリーを地盤に送り込み、地中で混合攪拌しながらソイルセメント杭を造成する工法
改良体形状	ブロック状の改良体 1.0m×1.0m×3.0m(h) 程度	杭状の改良体 φ1400	杭状の改良体 φ400～φ800	杭状の改良体 φ400～φ700
主要機械	0.8m程度バックホウ (ベースマシン)	専用マシン 全長1.8m、幅1.6m、高さ2.4m	三点式小型杭打機(リーダー式) 全長5.3m、幅2.3m、高さ8.7m	0.25m程度のバックホウ (ベースマシン)
仮設物の必要性	無し	有り (排泥ピット設置の仮設構台が必要)	無し	無し
狭隘箇所での施工性	× (狭隘箇所で施工不可)	○	× (狭隘箇所で施工不可)	○
経済性	— (狭隘箇所で施工不可)	△	— (狭隘箇所で施工不可)	○
総合評価	×	○	×	◎

キーワード: 地盤改良, 軟弱地盤, 狭隘箇所

連絡先: 〒302-0004 茨城県取手市取手 2 丁目 1 番 10 号 JR 東日本 東京支社 取手工事区 TEL:0297-72-5195

価した検討の結果、機械攪拌工法（スラリー攪拌／オーガ吊下げ式）を採用した。

当該工法は改良体として円柱状のソイルセメント杭を造成する工法である。詳細設計の結果、改良体はφ600mmとし対象面積284.5m²に対する改良面積は169.3m²、改良率は59.5%とした。改良体の目標一軸圧縮強度は以下により1,500 kN/m²である。

$$900\text{kN/m}^2 \text{ (設計強度)} \div 59.5\% \text{ (改良率)} \div 1,500 \text{ kN/m}^2 \text{ (目標一軸圧縮強度)}$$

(3) 固化材および添加量の検討

使用固化材の選定と添加量を検討する目的で、事前室内配合試験を行った。供試体には現地盤から採取した粘性土を用い、地盤工学会基準「安定土の締固めをとまなわない供試体作製方法」(JIGS T0821)に準じて供試体を作製した。使用材料としては、高炉セメントB種とセメント系汎用固化材を検討した。また、現地盤の位置による不均一性を考慮し、地盤改良施工延長132mの中から3位置にて試料を採取し供試体を作成した。

グラフ(図-2)の一軸圧縮強度は材齢7日強度から換算した材齢28日強度であり、太線は各使用材料の試験結果の平均値である。室内試験結果をもとに、目標一軸圧縮強度を満足させるための各固化材添加量を算出した(表-2)。両固化材とも添加量調整により目標一軸圧縮強度1,500 kN/m²を十分に満足することを確認できる。また、同一添加量であれば試料採取位置に関わらずセメント系汎用固化材の方が一軸圧縮強度に優れる。

以上の試験結果から、使用材料はセメント系汎用固化材とし、添加量は160kg/m³とすることとした。

4. 試験施工

本施工に先立ち、現地盤における実際の施工性、改良体形状、改良体強度等の確認を目的に試験施工を実施した(写真-1)。

試験施工の結果、狭隘な施工環境においても周辺構造物等に支障無く施工可能であることを確認した。また、施工後には改良体周辺地盤を掘削し良好な改良体形状であることを確認した(写真-2)。

試験施工改良体からは供試体を採取し、実施工における地盤改良効果の確認を行った(表-3)。なお、供試体は改良体の高さ方向の改良効果を確認する目的で、改良体の上部・中部・下部から各々3体を採取している。改良体の部位に関わらず目標一軸圧縮強度1,500 kN/m²を満足しており、改良体内部における強度発現のばらつきが少ない良質な改良体を造成することが出来た。

5. まとめ

補強盛土直下の軟弱地盤改良にあたり各種検討を重ねた結果、狭隘な施工環境における施工方法や良質な改良体品質を確保できたと考えている。

本施工にあたっては、今回の試験施工結果等をもとにして施工管理に取り組んでいく。

<参考文献>

深層混合処理方法設計・施工マニュアル改訂版，財団法人土木研究センター

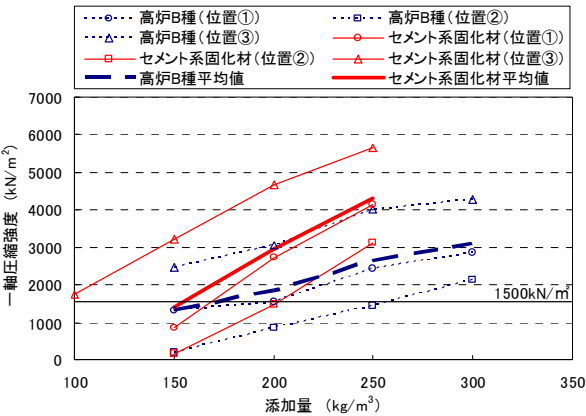


図-2 室内配合試験の一軸圧縮強度結果

表-2 必要添加量

固化材	必要添加量
高炉セメントB種	180kg/m ³
セメント系汎用固化材	160kg/m ³



写真-1 試験施工状況



写真-2 改良体の形状確認

表-3 試験施工の一軸圧縮強度

部位	目標強度	圧縮強度※
上部	1,500kN/m ²	2,439kN/m ²
中部		2,517kN/m ²
下部		2,437kN/m ²

※材齢7日強度から換算した材齢28日強度