

営業線に近接した狭隘箇所における地盤改良

J R 東日本 正会員 ○狩野 周 J R 東日本 正会員 成嶋 健一

J R 東日本 笠原 大輔 東鉄工業(株) 正会員 陣川 博朗

東鉄工業(株) 正会員 岸 智久 東鉄工業(株) 正会員 杉田 真彦

1. はじめに

本稿は別線架設により施工する鉄道橋梁新設工事における、橋梁へのアプローチ部となる補強盛土部の支持地盤改良について、設計及び施工方法等の報告するものである。

2. 地盤改良の概要

(1) 現地盤の土質条件及び一軸圧縮強度の検討

盛土の構造はジオテキスタイルを使用した RRR 工法補強盛土であり、盛土高さは 4.0m から 5.3m、施工延長は 132m である。現地盤のボーリング調査の結果、補強盛土部直下の支持地盤表層は N 値＝3 の軟弱粘性土であり、将来の盛土部沈下抑制のためには当該支持地盤表層の改良が必要であることが判明した (図-1)。

改良土に求められる一軸圧縮強度は、列車荷重・軌道重量・盛土重量等の諸条件から算出し、地盤改良範囲の必要支持力として一軸圧縮強度 300kN/m² に設定した。

(2) 施工方法及び改良体の目標一軸圧縮強度の検討

地盤改良箇所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)。そこで、4 種類の施工方法について検討を行った (表-1)。検討項目は、改良土の施工精度や品質確保に加え、狭隘な施工環境等である。総合的評価の結果、機械攪拌工法 (スラリー攪拌/オーガ吊下げ式) を採用することとした。

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。改良体としての設計一軸圧縮強度は以下により 505 kN/m² である。

$$300\text{kN/m}^2 \text{ (改良範囲の必要一軸圧縮強度)} \div 59.5\% \text{ (改良率)} \div 505 \text{ kN/m}^2 \text{ (改良体の設計一軸圧縮強度)}$$

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程度のバックホウ (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	×	○	×	○
経済性	—	△	—	○
総合評価	×	○	×	◎

キーワード: 地盤改良, 軟弱地盤, 狭隘箇所, 一軸圧縮強度

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

3. 室内試験による固化材及び添加量の検討

使用固化材の選定と添加量検討を目的に、事前室内配合試験を行った。固化材には、高炉セメント B 種とセメント系汎用固化材の 2 種類を用いた。供試体には、現地盤の 3 位置から採取した粘性土試料を用い、地盤工学会基準「安定土の締固めをとみなさない供試体作製方法」(JIGS T0821) に準じ作製した。なお、今回の地盤改良施工延長は約 132m に渡るため現地盤の位置による不均一性が想定される。加えて、室内試験と比較した場合の実施工における機械施工の不確実性等を考慮して、安全率を 3.0 と設定した。添加量決定にあたっての一軸圧縮強度は改良体設計一軸圧縮強度に安全率を掛けた $1,500 \text{ kN/m}^2$ である。

一軸圧縮強度試験の結果、試料採取位置により強度発現にばらつきがあるものの、両固化材とも添加量調整により改良体の設計一軸圧縮強度及び添加量決定の一軸圧縮強度を十分に満足することを確認した(図-2)。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傾向から、使用材料はセメント系汎用固化材とし、添加量は現地盤 3 位置の一軸圧縮強度平均値をもとに 160 kg/m^3 に決定した。

4. 現場試験施工による改良効果等の確認

本施工に先立ち、現地盤における実際の施工性や改良体強度発現等の確認を目的に試験施工を実施した。使用機械は攪拌翼を取付けた 0.25 m^3 の改良型バックホウであり、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。

試験施工後には改良体周辺地盤を掘削し改良体を露出させた(写真-1)。露出させた改良体は、形状寸法を計測して設計寸法と比較するとともに、上部・中部・下部から各々 3 体の供試体を採取し機械施工における地盤改良効果の確認を行った結果、設計を満足する改良体形状寸法及び一軸圧縮強度であることを確認した(表-2)。

5. 本施工結果とまとめ

上述の検討結果及び試験施工結果等に基づき、本施工に着手した(写真-2)。施工中は、固化材吐出量や攪拌翼の貫入速度及び回転数を管理し、良質な改良体の造成に努めた。また、改良効果の確認としては一定数の改良体に対して 1 本の割合で、サンプルボーリングにより供試体を採取し、一軸圧縮強度試験を実施している。

一軸圧縮強度試験の結果、現地盤の不均一性等に起因するものと

思われる杭位置による強度発現にばらつきはあるものの、全ての試験箇所において改良体の設計一軸圧縮強度 505 kN/m^2 を満足する強度発現を確認できた(図-3)。

以上の施工結果より、営業線に近接した狭隘箇所における地盤改良について各種検討を行い本施工に反映させたことで、所要の要求性能を十分に満足する改良体を造成することが出来たと考えている。

<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、平成 16 年 3 月

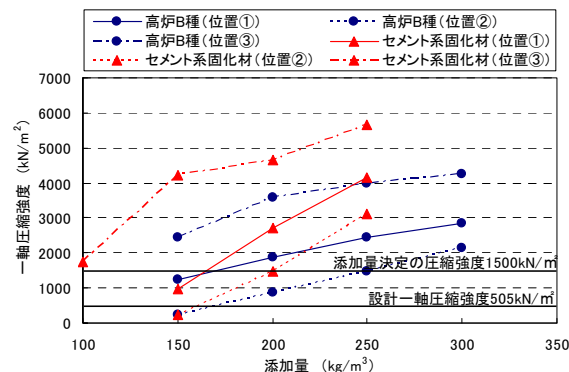


図-2 室内配合試験の一軸圧縮強度結果



写真-1 露出させた改良体

表-2 試験施工の結果

項目	形状寸法		一軸圧縮強度	
	設計寸法	実測寸法	設計強度	実測強度
改良体上部	600mm	650mm	505kN/m ²	2439kN/m ²
改良体中部		650mm		2517kN/m ²
改良体下部		620mm		2437kN/m ²
改良体全長※	2500mm	2500mm		-

※改良体の鉛直性: 良好

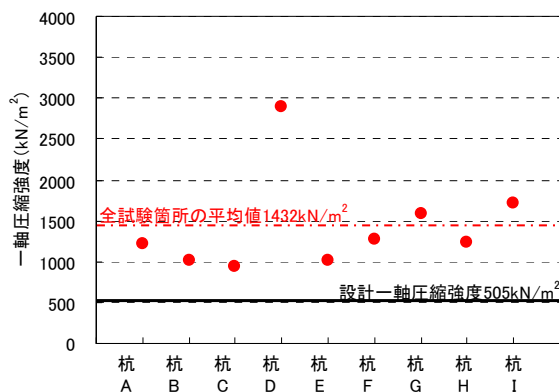


図-3 本施工の一軸圧縮強度結果



写真-2 本施工の状況