

正会員 東日本旅客鉄道(株) 後藤 英之
 正会員 東日本旅客鉄道(株) 狭田 彰二
 正会員 東日本旅客鉄道(株) 長谷川 祐二

はじめに

既設の粘性土のせん断補強として棒状補強体の有効性は知られている。しかし大半が、急勾配化や仮土留を目的としたものであり、斜面強化を目的とした実績は殆どない。この度既設の粘性土盛土に対し、棒状補強体によるせん断補強を実施した。特に棒状補強体の設計では、降雨による低減を考慮して決定した土質定数を用いた。この値は過去の災害事例の逆算値とも良く一致した。また施工後の棒状補強体の改良体強度も設計強度を上回っており、施工の有利性も確認したので報告する。

1. 既設盛土の強度特性

既設の粘性土盛土は、土質試験の結果から粘着力 C' は平均値で 0.54 t/m^2 (標準偏差 0.43 t/m^2) となった。これを統計処理の上、飽和時の低減を考慮して $C' = 0.16 \text{ t/m}^2$ を代表値とした。 Φ は 30° とした。

2. 棒状補強体によるせん断補強

棒状補強体による盛土のせん断抵抗は、すべり面を境として外側では棒状補強体の改良体に圧縮力として作用する。このため棒状補強体の改良体強度は、予め採取した盛土試料と固化材の室内配合による一軸圧縮強度で決定し、改良体の固化材の量を決定した。

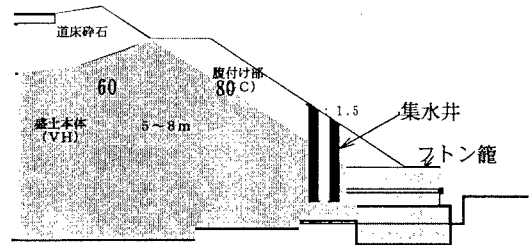


図-1 盛土断面図

3. 室内配合による一軸圧縮試験

室内配合試験は、設計強度 10 kg/cm^2 に対する固化材の所要添加量を求めるため、地盤工学会基準「締固めを伴わない安定処理土の試験方法」に準じて、直径約 50 mm × 高さ 100 mm の供試体を作成した。供試体は 20°C の湿潤状態で養生し、材令 7 日・材令 28 日の各々 3 個の一軸圧縮強度平均値を室内平均強度とした。設計基準強度 σ_k は、「攪拌混合基礎（機械攪拌方式）設計施工の手引き」（（財）鉄道総合技術研究所）より、 $\sigma_k = 1/M (\sigma_L - 1.65 \text{ SL})$ で求めた。

σ_k ; 設計基準強度 (kg/cm^2)

σ_L ; 室内平均強度 (kg/cm^2)

M ; 現場室内強度比 (= 2)

SL ; 室内強度の標準偏差 (kg/cm^2)

この結果、設計強度 10 kg/cm^2 以上の設計基準強度を確認し、固化材添加量は 1 リットル当たり 350 kg と決定した。

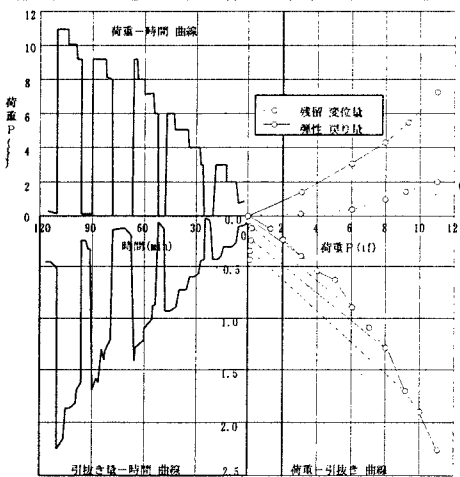


図-2 荷重-引抜き量 σ -時間 t 曲線 ($L=4.5 \text{ m}$)

固化材はセメント系固化材を使用した。

4. 施工後確認試験

引抜試験は、直径 400 の長さ $L = 3.0 \sim 4.5 \text{ m}$ で行った。引抜時の荷重方法は地盤工学会「杭の引抜試験方法・同解説」に準拠し、1 サイクルで $1 \sim 3 \text{ tf}$ 、2 サイクルで $3 \sim 6 \text{ tf}$ 、3 サイクルで $6 \sim 9 \text{ tf}$ 、4 サイクルで $9 \sim 11 \text{ tf}$ を各サイクルに 5 分以上開放するゼロ荷重を挟みながら、 1 tf ずつ追加しながら荷重した。（表-1）また、各荷重時の保持時間は新規荷重で 5 分間、履歴荷重で 2 分間の保持時間とした。

キーワード：せん断補強、棒状補強体、固化材

〒331-0851 大宮市錦町 630 TEL (048) 643-5799

引抜量の測定間隔は各サイクルともゼロ荷重で0、5分、新規荷重で0、1、2、3、4、5分、履歴荷重で0、5分とした。

この結果、以下の内容が確認された。

①引抜量 σ_c は荷重増加に伴って増加傾向を示す。

②引抜量 σ_c はゼロ荷重時に弾性戻り傾向を示すが、

引抜量に対して約1/4～1/5の残留変位量が認められた。

③11(tf)載荷保持の引抜量の1.8mmは、ゼロ荷重で0.5mmの残留変位量に戻る(図-2)

(2) 改良体の一軸圧縮試験

改良体の一軸圧縮試験は、室内配合による一軸圧縮試験と同様に直径約50mm×高さ100mmの供試体で行った。

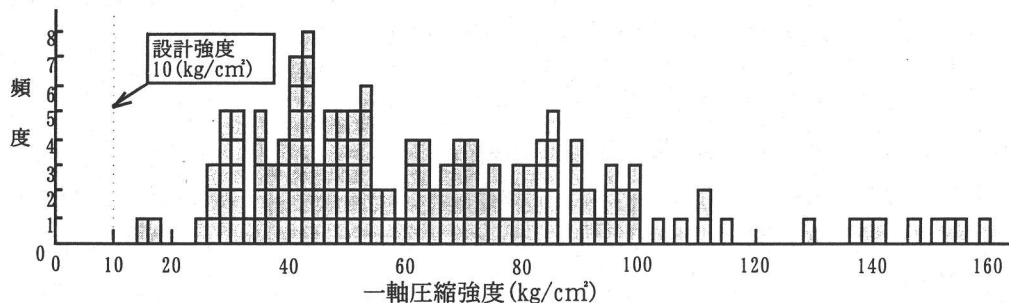


図-3 一軸圧縮強度と頻度の関係

5. 考察

現場改良体強度は、攪拌効率の低下や分離などにより貧配合のソイルセメントになった場合、十分な強度を得られない。さらに本例のように施工延長の長い場合、既設盛土の物性値にバラツキが大きく、現場改良体強度は室内強度と比較して設計基準強度を下回る場合も予想した。

「攪拌混合基礎(機械攪拌方式)設計・施工の手引き」(財)鉄道総合技術研究所によると、改良体の室内～現場強度の相関は、「概ね1/4～1の間でばらついている」となっている。本例の結果では、そのバラツキのさらに大きいことが確認されたが、何れも設計基準強度を上回っており、室内配合試験により決定した固化材の配合は妥当であった。

また既設盛土本体と表層部の粒度分布の違いによる差が、改良体強度の発現に及ぼす影響を予想していたが、盛土本体の現場強度のバラツキが卓越しているため、明確な差は認められなかった。

棒状補強体による既設盛土の斜面強化は、設計者の主観や盛土支持地盤条件に影響されにくく、盛土支持地盤が軟弱な場合や、盛土下部に水路等の構造物のある場合、特に有利であることがわかった。

さらに従来の抑止杭の施工は、大型パイプロハンマーによるため、鉄道盛土の施工箇所沿いに大型機械の旋回可能な作業ヤードを必要とするほか、騒音・振動による周辺環境への配慮を必要とする。このため都市部の現場では、人力施工の可能な排水パイプを施工してきたが、粘性土盛土における評価が明確でなく対策工の選定に苦慮してきた。

一方、棒状補強体の施工では、オーガー方式による攪拌混合方式であるため、騒音・振動の問題は発生しないこと。盛土のり面を自走する専用機械により鉄道用地内で施工可能で、特別な仮設ヤード等を必要とせず、都市部の狭隘な施工条件にも適用すること、及び工事費も有利なことがわかった。

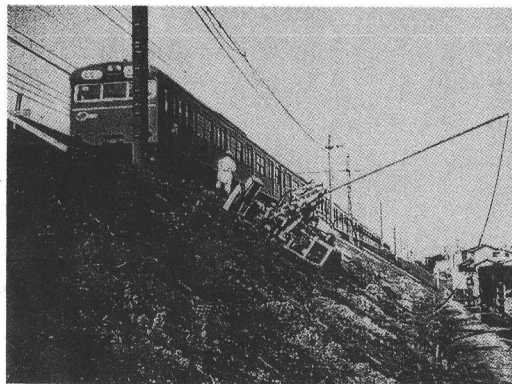


図-4 棒状補強体施工状況

今後も棒状補強体の施工管理手法を深度化し、現場での適用範囲の拡大を図りたい。