

IV-426

棒状補強体の改良体の強度管理について

東日本旅客鉄道（株） 伊藤 裕
 東日本旅客鉄道（株） ○正会員 長谷川祐二
 東日本旅客鉄道（株） 加藤 正義

はじめに

棒状補強体による盛土のせん断抵抗は、盛土のすべり面内側で改良体と地山の周面摩擦力によって抵抗する。従って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の作用することが知られている。このため棒状補強体の改良体の設計強度は、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めている。

この度、棒状補強体による既設盛土の斜面強化を施工し、施工後の確認試験として引抜試験と改良体の一軸圧縮試験を行い、設計引抜強度と室内配合の妥当性を確認したので報告する。

1. 既設盛土の構造特性

棒状補強体により補強した既設盛土は、盛土高さ5m～8mである。盛土本体はローム質粘性土（VH）であり、代表値的な物性値を $C=0.16(t/m^2)$ 、 $\phi=30^\circ$ 、透水性係数 $k=3 \times 10^{-5}(cm/sec)$ と決定した。また盛土表層の1～2mに、透水性の大きい表土混入土（GC）の腹付け盛土を施工している。（図-1）

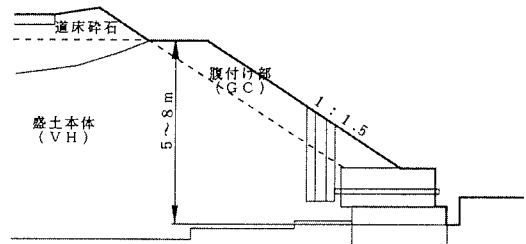


図-1 既設盛土モデル

2. 室内配合による一軸圧縮試験

室内配合試験は、設計強度 $10kg/cm^2$ 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50mm×高さ100mmの供試体を作成した。供試体は20℃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、 $\sigma_k = 1/M (\sigma_L - 1.65 SL)$ 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 $10kg/cm^2$ 以上の設計基準強度を確認し、固化材添加量は $350kg/$ と決定した。

固化材はセメント系固化材を使用した。

3. 施工後確認試験

(1) 棒状補強体引抜試験

引抜試験は、 $\Phi 400$ の長さ $L=3.0 \sim 4.5$ の改良体で行った。載荷方法は地盤工学会「杭の引抜試験方法・同解説」に準拠し、1サイクルで1～3tf、2サイクルで3～6tf、3サイクルで6～9tf、4サイクルで9～11tfを各サイクルに5分間以上開放するゼロ荷重を挟みながら、1tfずつ追加しながら載荷した。（表-1）

また各載荷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。

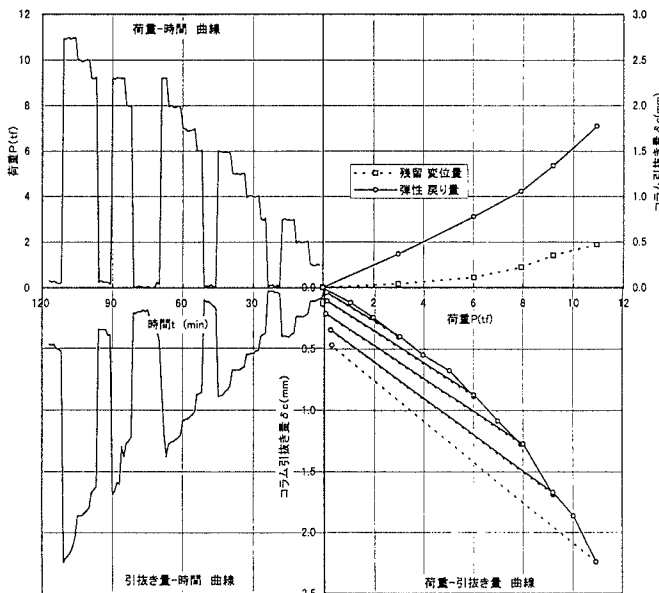


図-2 荷重-引抜き量 δ -時間 t 曲線（ $L=4.5m$ ）

キーワード：棒状補強体、改良体強度、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 δc は荷重増加に伴って増加傾向を示す。
- ②引抜量 δc 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。
- ③1.1 (tf) 載荷保持の引抜量は1.8mmでゼロ荷重では0.5mmの残留変位量に戻る。（図-2）

(2) 改良体一軸圧縮試験

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。

- ①全ての供試体の一軸圧縮強度は、設計荷重の10 (kg/cm²) を上回った。
- ②一軸圧縮強度の発現は、15.1 (kg/cm²) ～160 (kg/cm²) の範囲に及んだ。（図-3）

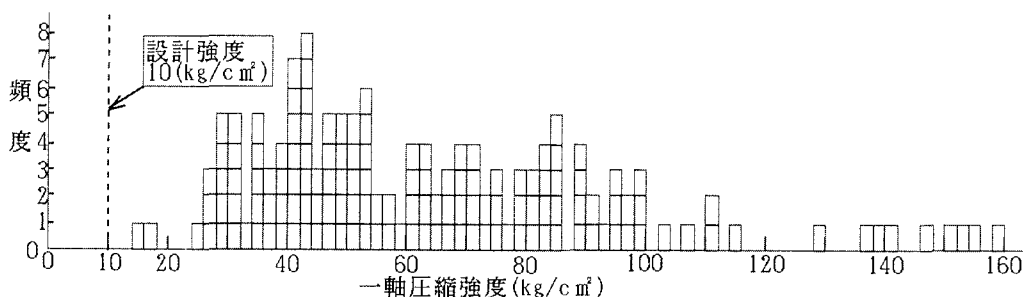


図-3 一軸圧縮強度と頻度の関係

4. 考 察

一般に棒状補強体の改良体強度は、設計上最大せん断抵抗力発生時のすべり面に生じる改良体内部の圧縮応力によって決定している。（図-4）

$$\sigma_c = T / A_c$$

σ_c ; 改良体に作用する圧縮応力度 (kg/cm²)

T ; 棒状補強体抵抗力 (kg)

A_c ; 改良体断面積 (cm²)

$$\sigma_k = F \cdot \sigma_c$$

σ_k ; 改良体の設計基準強度 (kg/cm²)

F ; 安全率 (= 3)

しかし、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、室内配合強度と比較して、設計基準強度を下回る場合も予測した。

「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量は妥当であった。

また既設盛土の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、設計者の主観に左右されにくく、設計管理に有利なほか、低騒音・低振動なため施工性にもすぐれている。今後も棒状補強体の改良体の強度管理に努め、適用範囲の拡大を図りたい。

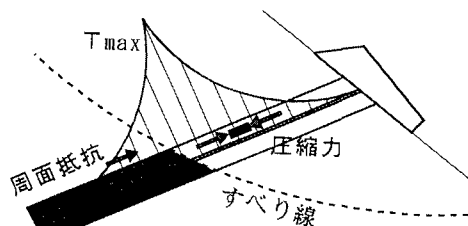


図-4 改良体内部の圧縮応力モデル