

## 攪拌混合補強体の引抜き試験

東急建設株式会社 ○田村 幸彦

(財) 鉄道総合技術研究所 館山 勝

株式会社 テノックス 上 周史

株式会社 テノックス 吉田 茂

## 1. はじめに

斜面の補強工法は、引張抵抗力が増加するように、できる限り引張補強体の径を大きくすることが補強効果を高める。現行の削孔により構築できる補強体の径には上限があり、特に列車荷重が作用する鉄道盛土の斜面においては、空洞の崩壊に対する危険度は高まる。このような現状から、大径攪拌混合補強体を構築する工法の開発に着手した。文献(1)では、施工実験について報告したが、本報告では、施工実験で構築した攪拌混合補強体の引抜き試験について述べる。

## 2. 試験概要

引抜き試験は、①コラム体（セメント系攪拌混合改良体）と周辺土との摩擦試験、②引張芯材とコラム体との付着試験の2項目について実施した。試験体は、図1および図2に示す砂質土盛土および粘性土盛土において、構築後約4週間経過しており、現場採取試料によるコラム体の一軸圧縮強度は、4週強度 $q_u > 50 \text{ kgf/cm}^2$ の結果が得られている。引張芯材は腐食の心配のないビニロン素材のFRPロッド（φ6mm、7本束）を用い、攪拌混合補強体の直径および長さは、FRPロッドの破断荷重（約16tf/7本束）、反力装置（写真1）の制限からφ20cm、30cm、L=2m, 3mの組み合わせとした。

芯材頭部は、特製治具<sup>2)</sup>を用いてエポキシ樹脂により定着し、センターホールジャッキで引張載荷した。図3は砂質土盛土上で行なった付着試験の構造断面を、写真1は斜面上で行なった摩擦試験の載荷装置を示す。載荷は増加荷重2tf刻みで載荷・除荷を繰返し、荷重保持時間1分を基本とした。荷重はロードセルで検出し、コラム体頭部および芯材頭部の変形を自動計測した。

## 3. 試験結果

図4は、付着試験結果を示したもので、ビニロンFRPロッド、鉄筋(D25)とともに引張荷重が8t付近で付着切れを生じて引抜けた。発現付着強度は引張荷重を芯材定着部の全表面積で除した値である。芯材の形状の相違や、リブ（突起模様）の支圧抵抗の影響も出ているが、それらを含めた発現付着強度としては、FRPロッドは鉄筋と比較して十分な強度が發揮さ

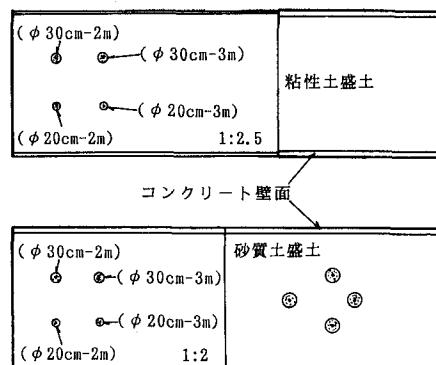


図1 平面図

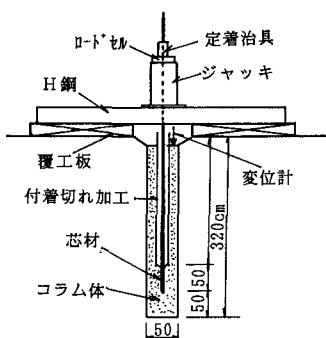


図3 付着試験構造断面図

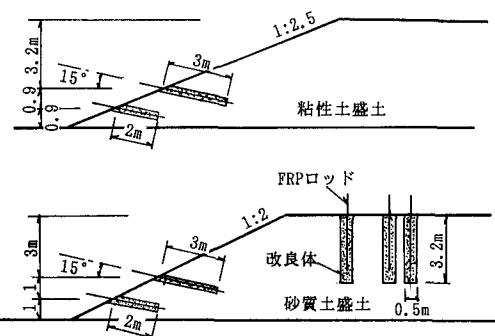


図2 断面図

れることがわかった。図5、図6は摩擦試験結果を示したものである。引張荷重3t程度までは、コラム体頭部の変位はほとんどなく、それ以降の荷重に対して引抜けが生じている。これらの試験体は斜面に構築されているため、上載荷重の推定が難しいが、1例として、砂質土( $\phi 30\text{cm}-2\text{m}$ )の場合の平均上載荷重 $\sigma$ をオスター・バーグの図表から推定すると、 $\sigma = 1.4\text{tf}/\text{m}^2$ 程度となり、砂質土の設計内部摩擦角を $\phi = 35^\circ$ とするとき、設計引張抵抗力は、 $P = \sigma X \tan \phi \times \pi \times D_{\text{XL}} = 1.4 \times 0.7 \times 3.14 \times 0.3 \times 2 = 1.9\text{tf}$ と算出され、実測値は設計値より5倍程度大きい。

その原因として、①上載荷重や土の物性の評価、②通常、実際のコラム体の径は設計径よりも大きく構築されること、③サクションによる抵抗増加、等が考えられる。

#### 4.まとめ

- ①今回用いた形状のFRPロッドの発現付着強度は約25kgf/cm<sup>2</sup>あり、一軸圧縮強度( $q_{u2s}=50\text{kgf}/\text{cm}^2$ )に対する比は0.5程度である。
- ②今回の斜面上の攪拌混合補強体の摩擦試験において、引張荷重が3t程度までは変形がほとんどなく弾性的な挙動を示した。また、定性的に砂質土より粘性土の方がピーク荷重が大きいのは、サクションによる抵抗増加と考えられる。

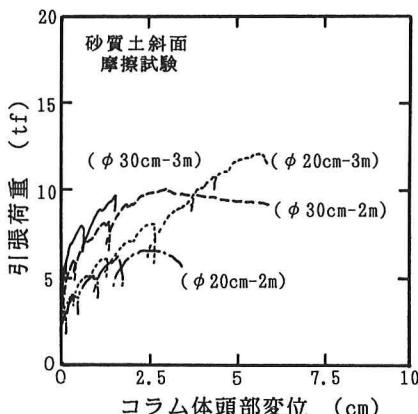


図5 摩擦試験結果(砂質土)

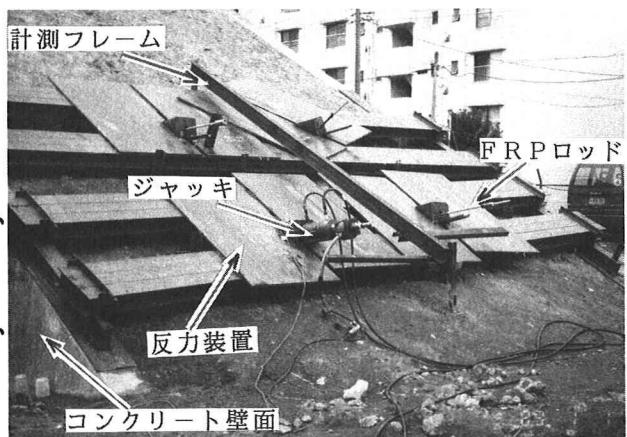


写真1 摩擦試験状況

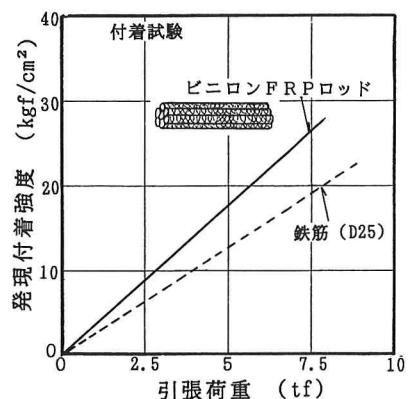


図4 付着試験結果

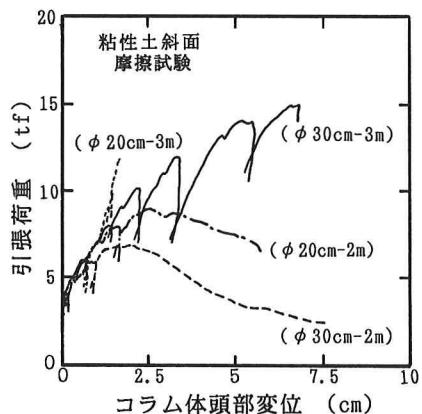


図6 摩擦試験結果(粘性土)

#### <参考文献>

- 1)攪拌混合補強体の施工実験：上、館山、田村、福田、土木学会第47回年次学術講演会、1992
- 2)棒状補強体におけるビニロン製FRP芯材の適用：岡崎、江部、館山、田村、上、土木学会第47回年次学術講演会、1992