

玉石混じり土層における太径棒状補強体の引き抜き抵抗力

小野田ケミコ株式会社 基礎工部 正会員 竹内 雄三
 日本鉄道建設公団 設計技術室 正会員 米澤 豊司
 株式会社テクノックス 技術本部 福田 厚生
 財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 舘山 勝

1. はじめに

太径棒状補強体(ラディッシュアンカー)は、深層混合処理工法の攪拌混合技術を応用して 300～500mm の大径ソイルセメント柱状体を土中に築造し、軸芯に FRP ロッドや全ネジ鋼棒の芯材を配置したものであり、従来の 40～90mm 程度の築造径の補強土工法に比べてその長さを短くすることができ、かつ本数を削減することができる特徴があり、斜面の急勾配化、仮土留め、補強切取土留め、斜面強化等の分野で活用されている。

一方この工法は、攪拌混合方式であるため比較的軟質な粘性土・砂質土層を対象としており、柱状体の築造長さに制約があるとともに、硬質粘性土・砂質土層、砂礫層および玉石混じり土層やこれらが混在する土層には適用が難しい問題点をもっている。

硬質土層に対応するため、ロータリーパーカッションドリルを用いて大口径削孔を行い、170mm～225mm のセメントミルク柱状体を土中に築造し、軸芯に全ネジ鋼棒を配置した太径棒状補強体(ラディッシュアンカー S)について、砂質土層および玉石混じり土層において試験体を築造して引き抜き試験を実施し、引き抜き抵抗力の検証を行った。

2. 引き抜き試験計画概要

種別 項目	試験 - 1 (砂質土の引き抜き試験)	試験 - 2 (玉石混じり土の引き抜き試験)
試験体本数	3 本	3 本
土層の種別	砂質土 (N 値 = 10)	玉石混じり土 (平均 N 値 = 30)
柱状体仕様	φ 170mm × 2.50m (周面積 1.335m ²) 極限摩擦抵抗力の推定値: 0.08N/mm ² 引き抜き抵抗力の推定値: 107kN	φ 170mm × 2.50m (周面積 1.335m ²) 極限摩擦抵抗力の推定値: 0.20N/mm ² 引き抜き抵抗力の推定値: 267kN
芯材の仕様	φ 35mm 全ネジ鋼棒 (SD345) 降伏点強度: 333N/mm ² 降伏荷重: 317kN	φ 35mm 全ネジ鋼棒 (SD345) 降伏点強度: 333N/mm ² 降伏荷重: 317kN
充填材仕様	早強セメント (膨張剤添加) W / C = 53%、σ ₇ 24.5N/mm ² 膨張剤添加量: セメント重量の 7.1%	早強セメント (膨張剤添加) W / C = 53%、σ ₇ 24.5N/mm ² 膨張剤添加量: セメント重量の 7.1%
記 事	同一地盤でラディッシュアンカー φ 300mm × 2.50m × 3 本の引き抜き試験を併せて実施した。	

引き抜き試験は、490kN センターホールジャッキを用い、荷重の載荷サイクルは、芯材の降伏荷重の 317kN を計画最大試験荷重とし、1 / 5 ピッチの多サイクル方式で実施した。

キーワード: 補強土工法、太径棒状補強体、ラディッシュアンカー、引き抜き抵抗力、玉石混じり土

連絡先: 東京都台東区柳橋 2-17-4 小野田ケミコ(株)基礎工部 TEL 03-3862-2264 FAX 03-3862-2263

充填材は、試験行程の都合で早強セメントを用いるとともに、確実な充填を期するために膨張剤を添加し、1週強度発現段階で引き抜き試験を実施した。

3．引き抜き試験結果概要

種別 項目	試験 - 1 砂質土の引き抜き試験		試験 - 2 玉石混じり土の引き抜き試験
	ラディッシュアンカー	ラディッシュアンカー S	ラディッシュアンカー S
土 層 の 種 別	砂質土 (N 値 = 10)	砂質土 (N 値 = 10)	玉石混じり土 (平均 N 値 = 30)
柱状体築造方法	攪拌混合方式	回転打撃削孔方式	回転打撃削孔方式
柱 状 体 寸 法	φ 300mm × 2.50m	φ 170mm × 2.50m	φ 170mm × 2.50m
柱状体の周面積	2.356m ²	1.335m ²	1.335m ²
最大引抜き荷重	平均：283kN	平均：211kN	平均：317kN 以上
平均摩擦抵抗力	0.12 N/mm ²	0.16 N/mm ²	0.24 N/mm ² 以上
推定値との比率	1.50 (0.08N/mm ²)	2.00 (0.08N/mm ²)	1.20 以上 (0.20N/mm ²)
充填材 1 週強度	1.66N/mm ²	32.7N/mm ²	47.3N/mm ²
目標強度との比	1.13 (1.47N/mm ²)	1.33 (24.5N/mm ²)	1.93 (24.5N/mm ²)

試験 - 1 の砂質土の引き抜き試験により、次のことが明らかになった。

- (1) ラディッシュアンカー S の平均摩擦抵抗力 (0.16N/mm²) は、ラディッシュアンカーの平均摩擦抵抗力 (0.12 N/mm²) を上回る値になっている。
- (2) ラディッシュアンカー S の平均摩擦抵抗力は、通常の設計に多く用いられている極限周面摩擦抵抗力の推定値 (0.08N/mm²) に対して 2 倍の値になっている。
- (3) これらのことは、充填材がラディッシュアンカーのソイルセメントに対し、ラディッシュアンカー S はセメントミルクであるため一軸圧縮強度が著しく大きく、地山との付着強度が大きくなっていることに起因しているものと考えられる。

試験 - 2 の玉石混じり土の引き抜き試験により、次のことが明らかになった。

- (1) 最大引き抜き荷重に芯材の降伏荷重 (317kN) を与えても引き抜きができなかったことから、これ以上の引き抜き抵抗力を有している。
- (2) 平均摩擦抵抗力は、極限周面摩擦抵抗力の推定値を 20% 以上も上回っている。
- (3) 玉石混じり土において、芯材降伏荷重を上回る引き抜き抵抗力を有していることは、土中に築造した柱状体が周辺の玉石を巻き込んだ形となって周面積が増加したことに起因しているものと考えられる。

試験 - 1、- 2 を通じてラディッシュアンカー S は、太径棒状補強体として満足する十分な引き抜き抵抗力を保持していることが明らかになった。

4．まとめ

今回の試験によって、ラディッシュアンカー S が、太径棒状補強体として満足する十分な引き抜き抵抗力を有しており、これまでのラディッシュアンカーの代替として適用することができていることが明らかになった。また、これにより太径棒状補強体をこれまで適用できなかった硬質土層、玉石混じり土層および崖錐や岩盤を含む土層にまで拡大することが可能になった。さらに、高出力の削孔機を使用することにより長尺削孔が可能になり、さらに大きな引き抜き抵抗力を有する柱状体の築造が可能になることによって制約条件が減少し、太径棒状補強体を用いた地山補強土工法の経済的かつ合理的な進展が図られるものと考えている。