

粒度調整碎石内に敷設された補強材の引抜き特性について

鉄道総合技術研究所 正会員 ○栗山 亮介 須賀 基晃 渡辺 健治
神田 政幸

1. はじめに

著者らはインテグラル橋梁と側壁背面の補強土構造を一体化させたジオシンセティックス補強土一体橋梁（以下、GRS 一体橋梁）の開発を行ってきた¹⁾。GRS 一体橋梁の設計では、ジオグリッド（以下、補強材）のばね定数および上限値が必要である。しかしながら、セメント改良礫土内に敷設された補強材のばね定数は評価されているものの²⁾、粒度調整碎石内に敷設された補強材のばね定数は明らかになっていない。本論文では粒度調整碎石中に敷設された補強材の引抜き試験を行い、拘束圧による補強材のばね定数の検証を行った。

2. 試験概要

2.1 試験体

本試験は図-1に示す土槽を用いて、粒度調整碎石による模型地盤を作製し、地盤高さ中央付近に幅 138mm 長さ 700mm の補強材を埋設した。表 1 に補強材概要を示す。また、粒度調整碎石は M40 を使用し、締固め密度比は 87% とした。奥行き方向への補強材張力の到達深さを確認するため、载荷点から 50mm, 150mm, 350mm, 500mm, 650mm の位置にひずみゲージを中央のストランドに貼り付けた。図 2 に計測器配置図を示す。計測は補強材の引抜き力、作用方向の引抜き量、補強材のひずみ、土層背面からの補強材の引抜け量を測定した。

2.2 試験方法

本試験ではスクリュージャッキにより一定の载荷速度で引抜き力を与え、载荷速度は 1mm/min とした。表 2 に試験ケースを示す。本試験では拘束圧の異なる 2 ケースの試験を行った。計画最大荷重は補強材の設計破断強度と地盤からの引抜け抵抗力のうち小さい方とした。本試験では case1 が補強材の破断強度、case2 が補強材の引抜け抵抗力で決定した。図 3 に荷重载荷履歴の概要図を示す。本試験は補強材の計画最大荷重を 8 分割した各段階で繰返し载荷を行った。各段階の繰返し回数は 3 回とし各段階における最大荷重で 60 分、除荷時で 5 分の荷重保持を行った。除荷時は 300N の荷重を保ち補強材のゆるみを防いだ。本試験では補強材の破断あるいは地盤からの引抜けが完全に生じるまで行った。

3. 試験結果

図 4 に引抜き力と土層背面からの補強材の引抜け量の関係を示す。case2 では引抜け抵抗力の計算値であ

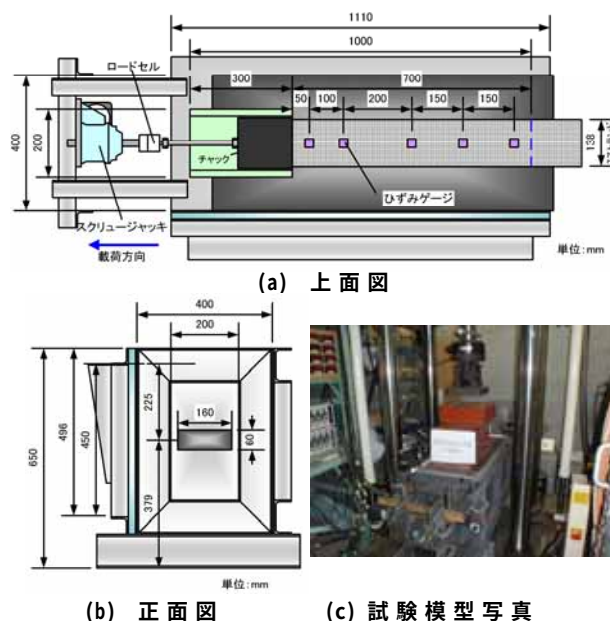


図 1 試験模型概要図

表 1 補強材概要

呼び強度	主材	加工剤	設計基準破断強度 Tk(kN/m)	目合い (mm)
30kN	ビニロン繊維	塩化ビニル系樹脂	38	20×20

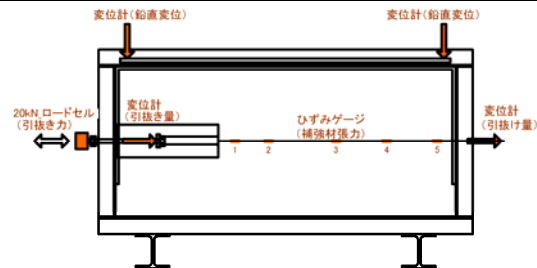


図 2 計測器配置図

表 2 試験ケース

	試験内容	深さ GL(m)	上載圧 (kPa)	地盤材料	補強材	計画最大荷重
case1	拘束圧が高い場合の引抜き試験	GL-5.0m	100	粒度調整碎石 M40	30kNタイプ	破断強度 (38kN/m)
case2	拘束圧が低い場合の引抜き試験	GL-0.5m	10			引抜け抵抗力 (20kN/m)

キーワード：補強材，粒度調整碎石，拘束圧，

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL：042-573-7261

る20kN/m付近で土層背面からの補強材の引抜き量が増加した。しかし、補強材は完全に引抜けず最終的には補強材の破断強度の計算値である38kN/m付近で破断した。

case1 は補強材が破断するまで土層背面からの補強材の引抜きは生じなかった。図5(a)に拘束圧が高い case1 , (b)に拘束圧が低い case2 の引抜き力 - 引抜き量の関係を示す。補強材のばね定数は各段階における3回目の繰返し载荷時の引抜き力と引抜き量の勾配を用いた。その結果、拘束圧の高いほうは補強材のばね定数が大きいことを確認した。セメント改良礫土内に敷設された補強材のばね定数は拘束圧依存性が小さいことが確認されているが²⁾、粒度調整碎石の場合は拘束圧の影響があると考えられる。図中に長期载荷による補強材ばね定数を想定した骨格曲線の傾きを示す。骨格曲線の傾きは繰返し载荷から求めた補強材のばね定数の半以下となった。

図6に拘束圧による張力の到達深さについて示す。

case1 では引抜き力を大きくしても、補強材に作用する張力の到達深さは载荷点から約300mmであるが case2 の場合では、張力の到達深さが広がることを確認した。この影響により case2 は見かけの補強材のばね定数が低下したと考えられる。図7に補強材のばね定数と引抜き力の関係を示す。この結果、引抜き力が大きくなると補強材のばね定数は小さくなる。case1 は実橋台の载荷試験から算出したセメント改良礫土内の補強材のばね定数の7500kN/mと同程度以上であるが、case2 はそれを下回る結果となった。また、粒度調整碎石中に敷設された補強材のばね定数は地盤の拘束効果の影響により、気中の補強材のばね定数の計算値より8~10倍大きくなった。

4. まとめ

本試験より得られた知見について以下に表記する。

- ・高拘束圧下における補強材のばね定数はセメント改良礫土内に敷設された補強材のばね定数と同程度となった。一方、低拘束圧下においては補強材のばね定数が低下した。これは拘束圧による張力到達深さ（自由に伸縮できる補強材長さ）の違いに起因していた。
- ・地盤の拘束効果により気中で測定した補強材のばね定数より粒度調整碎石内の補強材のばね定数のほうが8~10倍程度大きくなった。
- ・補強材の引抜き抵抗力は、盛土材料の内部摩擦角および盛土内の拘束圧から算出した補強材表面の摩擦抵抗力より高い。これは、引抜き抵抗力が表面の摩擦だけでなく、補強材の目合いにおける土粒子のかみ合わせによっても発揮されたものだと考えられる。

参考文献 1) 永谷達也, 田村幸彦, 飯島正敏, 館山勝, 小島謙一, 渡辺健治: GRS 一体橋梁(実物大試験)の施工と動態計測, ジオシンセティックス論文集, Vol24, pp219-226, 2009.12 2) 青木一二三, 米澤豊司, 渡邊修, 館山勝, 龍岡文夫: ジオテキスタイルを用いたセメント改良補強土橋台の現地载荷試験結果, ジオシンセティックス論文集, Vol18, pp237-242, 2003.12

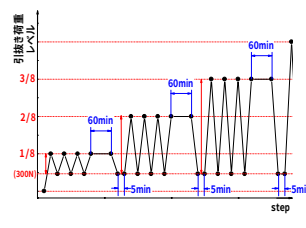


図3 荷重载荷履歴概要図

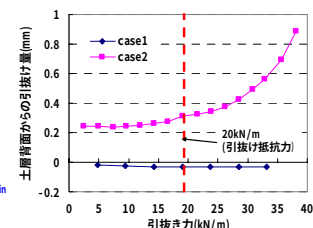
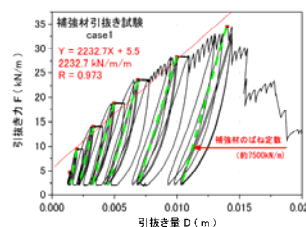
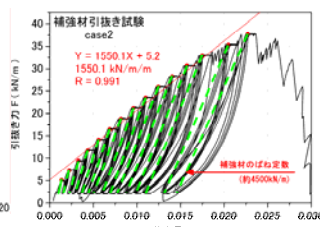


図4 引抜き力 - 背面引抜き量関係図

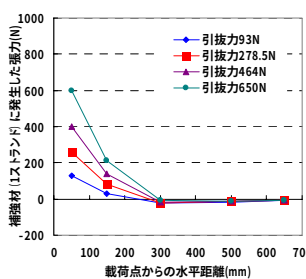


(a) case1

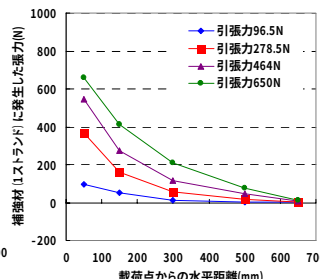


(b) case2

図5 引抜き力 - 引抜き量関係図



(a) case1



(b) case2

図6 拘束圧による張力の到達範囲の変化

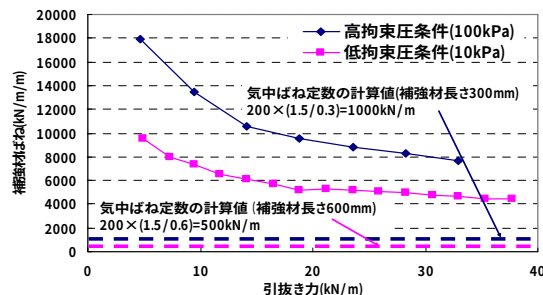


図7 補強材ばね定数 - 引抜き力関係図