

補強材料が粒度調整碎石内に敷設された補強材の引抜き特性に及ぼす影響について

鉄道総合技術研究所 正会員 ○栗山 亮介 渡辺 健治
複合技術研究所 正会員 木口 峰夫

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）の引抜剛性および引抜強度が必要である。しかしながら、粒度調整碎石内に敷設された補強材の引抜剛性は明らかになっていない。著者らは拘束圧が粒度調整碎石内の補強材の引抜剛性に影響を及ぼすことを確認した²⁾。本論文では気中で実施した引抜試験によって求めた剛性（以下、気中剛性）が異なる補強材を用いて、粒度調整碎石内に敷設された補強材の引抜試験を行い、補強材の引抜剛性と引抜強度の検証を行った。

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 139mm 長さ 1000mm の補強材を埋設した。表 1 に補強材概要および試験ケースを示す。本試験（case3, 4）は引抜強度について確認するため、拘束圧が低い場合を想定した引抜試験を行った。また、既往の実験（case1, 2）²⁾では引抜強度に達しても、補強材が引抜けず破断したことから、本試験では破断強度の高い補強材を用いて、引抜強度の検証を行った。粒度調整碎石は M40 を使用し、地盤が密になるように作成した（締め密度比 87%）。また、奥行き方向への補強材張力の到達深さを確認するため、土槽端部から 50, 150, 350, 500, 650mm の位置にひずみゲージを中央のストランドに貼付した。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、土槽背面からの補強材の引抜け量を測定した。

2.2 試験方法

本試験ではスクリージャッキにより一定の载荷速度で引抜き変位を与え、载荷速度は 1mm/min とした。計画最大荷重は設計破断強度と地盤からの引抜強度の小さい方とし、地盤からの引抜強度で決定した。図 3 に荷重载荷履歴の概要図を示す。本試験は繰返し载荷を行い、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うこととした。

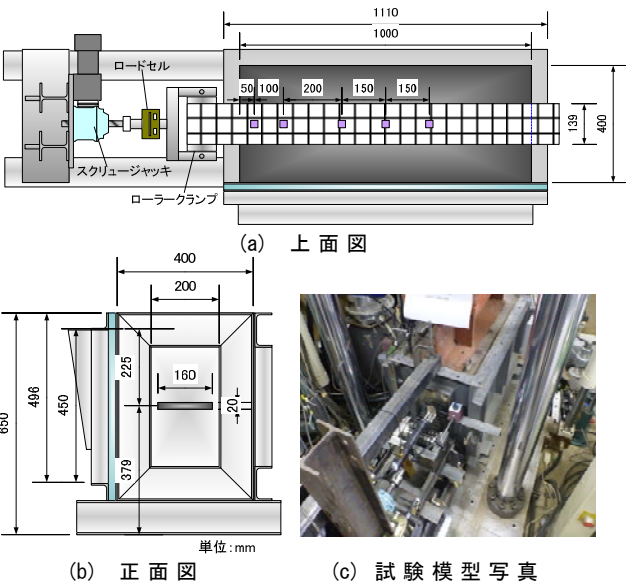


図 1 試験模型概要図

表 1 補強材概要

	主材	設計基準 破断強度 Tk(kN/m)	気中剛性(材料 マニュアル) (kN/m)	目合い(mm)	上載圧(kPa)	計画最大荷重	備考
case1	ビニロン繊維	38	200	20×20	100	破断強度 (38kN/m)	既往の 実験
case2						引抜強度 (20kN/m)	
case3	ナイロン66繊維	101	290	15×23	10	引抜強度 (28kN/m)	今回の 実験
case4	ビニロン繊維	106	980	20×20	10	引抜強度 (28kN/m)	

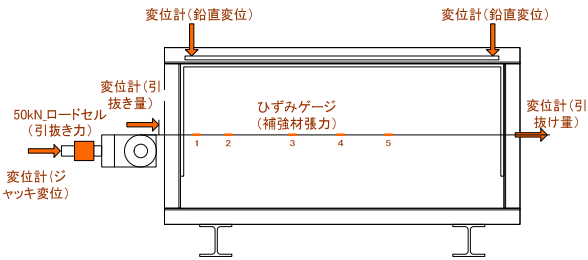


図 2 計測器配置図

キーワード：補強材，粒度調整碎石，引抜剛性，引抜強度
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

3. 試験結果

図4に引抜き力と土槽背面からの補強材の引抜け量の関係を示す。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の引抜強度の28kN/m付近で土槽背面からの引抜け量が増加したがCase3,4ともに引抜強度で補強材が引抜けず、引抜き力が70kN/m付近で土槽背面から補強材が引抜けた。気中剛性が高いCase4の方が引抜け直前までの引抜け量が大きくなった。引抜強度は計算値より実験値の方が約2.5倍大きいことから、補強材の引抜強度は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発揮されていることが考えられる。

図5に補強材による張力の到達深さについて示す。Case3は引抜き力が増加しても、Case4よりも補強材張力が地盤内の補強材に伝達されにくく、荷点近傍で抵抗力が発揮されることを確認した。これは、気中剛性が高いCase4はCase3よりも補強材が伸びにくく、補強材全体に張力が伝達したためと考えられる。しかし、引抜き力650Nの段階ではCase3,4ともに補強材張力の到達深さは荷点から約650mmとなった。

図6に引抜き力-引抜き変位量の関係を示す。補強材の引抜き剛性は各段階における3回目の繰返し荷重時の引抜き力と引抜き量の勾配を用いた。その結果、気中剛性が低いCase3の方が粒度調整砕石内の補強材の引抜き剛性が低いことを確認した。

図7に補強材の引抜き剛性と引抜き荷重の関係図を示す。粒度調整砕石内に敷設された補強材の引抜き剛性は地盤の拘束効果の影響により、気中剛性の計算値よりも高くなったが、気中剛性が高いCase4の方が地盤の拘束効果が大きいことを確認した。これは図6に示したように同一の荷重レベルにおいてCase3の補強材引抜き量はCase4よりも大きく補強材周辺の地盤が乱れたために、地盤の拘束効果が低くなったと考えられる。これは実験後の補強材周辺の観察でも確認された。

4. まとめ

- ・地盤の剛性に比して補強材の剛性が低い場合、引抜き荷重が小さくても荷点付近の引抜き変位量が大きくなるが、張力は荷点付近から深く伝達されず、限られた範囲における補強材と地盤間の摩擦抵抗および目合いにおけるかみ合わせによって抵抗力が発揮されることを確認した。
- ・引抜き荷重の増加に伴い、荷点付近から補強材周辺の地盤が乱れていき、補強材と地盤間の抵抗力が減少することによって補強材張力がより深く伝達していると考えられる。気中剛性が低い場合、この影響が顕著であるため、地盤の拘束効果が小さくなったと考えられる。
- ・今回の実験条件では気中剛性に関わらず、補強材の引抜強度は計算値の約2.5倍であることを確認した。

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: GR-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) 栗山亮介, 須賀基晃, 渡辺健治, 神田政幸: 粒度調整砕石内に敷設された補強材の引抜き特性について, 第66回年次学術講演会, 2011.9

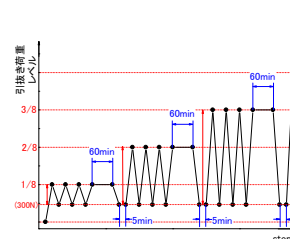


図3 荷重履歴

履歴概要図

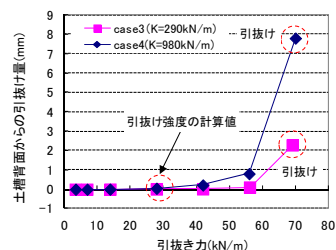
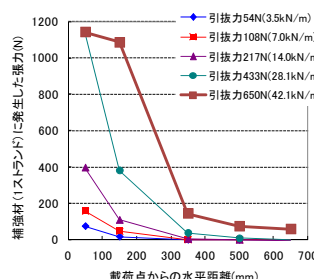
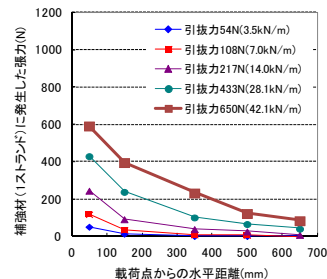


図4 引抜き力-背面

引抜け量関係図

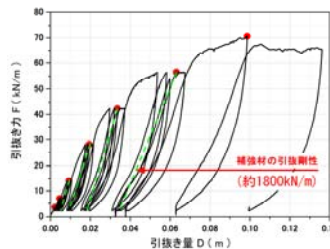


(a) case3

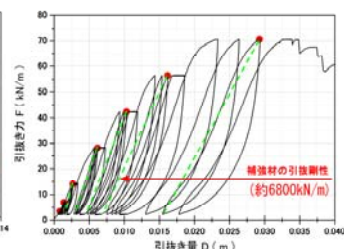


(b) case4

図5 補強材による張力の到達範囲の変化



(a) case3



(b) case4

図6 引抜き力-引抜き変位量の関係図

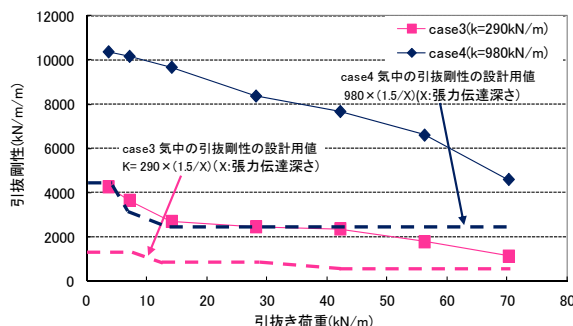


図7 引抜き剛性-引抜き荷重関係図