

異種材料で構成した石垣補強用ジオテキスタイルの引抜き特性

(株)大林組 正会員 ○川本 卓人 (株)大林組 正会員 西村 俊亮

(株)大林組 正会員 森田 晃司 (株)大林組 正会員 粕谷 悠紀

(株)大林組 非会員 岡渕 直樹 (株)大林組 正会員 山田 祐樹

1. はじめに

近年発生した大地震による城郭石垣の崩壊を機に、地震時の安定性確保を目的とし、ジオテキスタイル補強盛土工法が取り入れられている。ジオテキスタイルは、最大でも 50mm 程度の目合いのシート状の高分子製品である。石垣の背面を構成する栗石の粒径は、200～300mm 程度と大きい場合もあるため、一般的なジオテキスタイルを用いた場合、栗石間の噛み合わせが阻害される。目合いは、栗石との摩擦特性を評価するうえで、重要な指標となる。栗石との噛み合いを効果的に引き起こし、ジオテキスタイルを挟む栗石間の連続性を損うものであってはならない。そこで、栗石の粒径に応じて目合いの調整が可能な新型ジオテキスタイル（以下、複合型ジオグリッドと称す）を考案し、引抜き試験を実施した。本報文では、従来のジオテキスタイル（以下、従来型ジオグリッドと称す）と比較し、その引抜き特性を報告する。

2. 試験条件

2.1 土試料

土試料は、粒径 50～150mm と粒径 150～200mm を重量比率 2：1 で混合した割栗石とし、密度 1.6t/m³ とした。

2.2 補強材

使用した従来型ジオグリッドと複合型ジオグリッドの仕様を表-1 に示す。ジオグリッドの目合いは、使用する土の最大粒径に対し 1/4 以上とするのが良いとされている¹⁾。栗石の最大粒径を 200mm としたため、複合型の縦材の最小間隔は、50mm となる。予め求めた交点強度をもとに従来型と単位幅あたりの引張強度が同等となるよう縦材の配置間隔を 80mm とした。横材間隔は、目合いの最小間隔 50mm と栗石の最大粒径 200mm の中間値程度とし、120mm とした。

2.3 試験方法

図-1 に試験装置の概要を示す。「ジオシンセティックスの土中引抜き試験方法（JGS0941-2009）」²⁾を参考とし、土槽の寸法を幅 1.0m×奥行 1.0m×高さ 1.2m とした。引抜き速度を 1mm/min とし、上載荷重（拘束圧）は、10kN/m²、50kN/m²、100kN/m² の 3 段階とした。引抜き荷重、引抜き変位、土槽奥行方向中央における縦材のひずみ量とその分布を計測項目とした。

表-1 ジョグリッドの仕様

種 別	従来型	複合型
写 真		
材 料	縦材:PET 繊維 横材:PET 繊維	縦材:PET 繊維 横材:丸鋼φ12
引張強度	63.1kN/m	63.2kN/m
目 合 い	縦 40mm×横 40mm	縦 80mm×横 120mm
交点の接続方法	熱溶着	座金 M16
交点強度	0.32kN/箇所	4.86kN/箇所

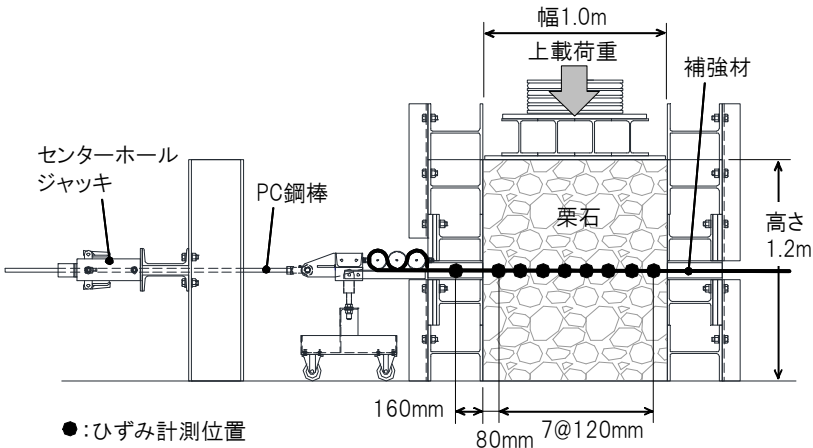


図-1 試験装置の概要（断面図）

キーワード ジョグリッド、石垣補強、引抜き特性、引抜き試験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL03-5769-1302

3. 結果と考察

3.1 荷重 - 変位関係

表-2 に試験結果，図-2 に荷重-変位関係を示す。

表-2 試験結果一覧

ケース	種別	拘束圧 σ (kN/m ²)	最大荷重 $F_{\max}$ (kN/m)	引抜き 摩擦強さ τ (kN/m ²)
C1	従来型	10	31.8	15.9
C2		50	39.7	19.9
C3		100	50.1	25.1
C4	複合型	10	49.7	49.7
C5		50	47.2	47.2
C6		100	54.5	54.5

引抜き摩擦強さ τ は， $\tau = F_{\max} / 2LB$ により算出した。補強材幅 B を 1.0m とし，引抜き抵抗長 L は，従来型で 1.0m，複合型で 0.5m とした。この違いは，3.2 で後述する。

従来型は，栗石と面的に接触することで，引抜き変位が小さい段階から引抜き抵抗を発揮するが，複合型は，敷設時に丸鋼と栗石の接触点が少なく，抵抗力を発揮するまでに敷設長の 5% 程度の変位を要する。

3.2 ひずみ分布

図-3，4 に拘束圧 100kN/m² 下における引抜き荷重 10kN ごとのひずみ分布を示す。従来型ジオグリッドでは，引抜き口から土槽背面にわたる 1.0m の範囲全体で引抜きに抵抗する。複合型ジオグリッドでは，引抜き口から 50cm 程度の範囲までが引抜きに抵抗する。従来型以上に複合型の最大引抜き荷重が大きいことから，複合型は，短い敷設長で高い引抜き抵抗を発揮できる補強材と言える。拘束圧が 10kN/m²，50kN/m² においても同様の傾向を示した。

3.3 $\sigma - \tau$ 関係

図-5 に $\sigma - \tau$ 関係と近似曲線の傾き ϕ と切片 c を示す。従来型ジオグリッドに対し，複合型ジオグリッドは，高い引抜き摩擦性能を有している。複合型では，低い拘束圧においても引抜き抵抗を確保できる。

4. まとめ

今回の実験から複合型ジオグリッドは，従来型ジオグリッドよりも高い引抜き抵抗を有することが確認できた。また，低拘束圧下においても高い引抜き抵抗を発揮でき，敷設長を縮小できる。一方で，引抜き抵抗を発揮するまでに従来型以上に引抜き変位が発生するという課題も現れた。

この引抜き変位の発生が，地震時の石垣の安定性に及ぼす影響を石垣模型振動台実験で検証する。

参考文献

- 1) RRR 工法協会，RRR-B（盛土補強土壁）工法材料マニュアル，pp. 18，平成 29 年 10 月
- 2) 社団法人地盤工学会，地盤材料試験の方法と解説，pp. 1058～1066，平成 21 年 11 月

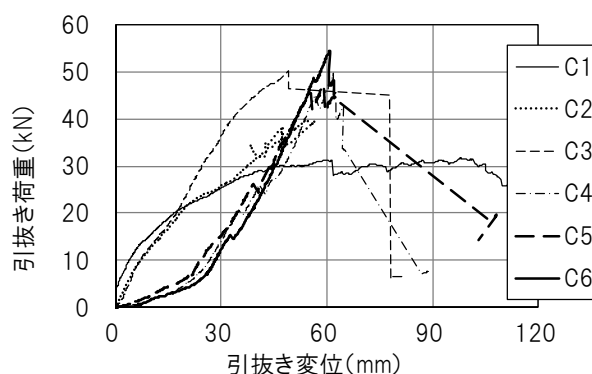


図-2 荷重 - 変位関係

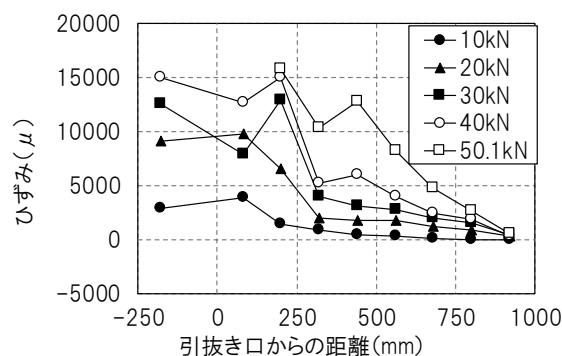


図-3 ひずみ分布（従来型）

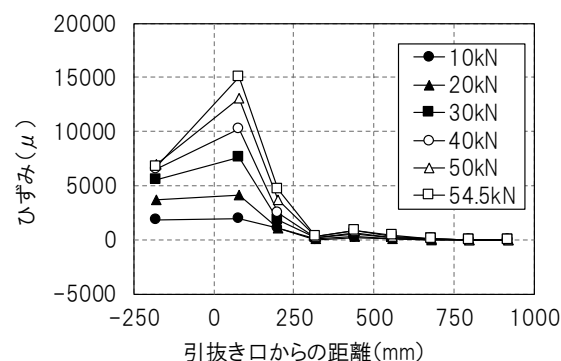


図-4 ひずみ分布（複合型）

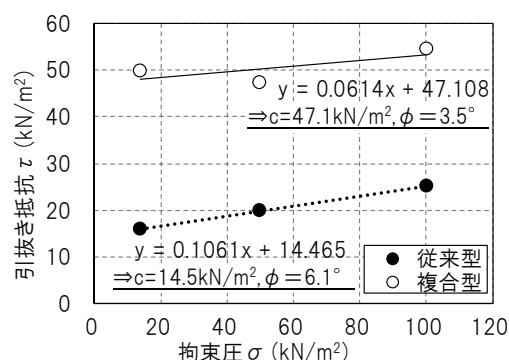


図-5 $\sigma - \tau$ 関係