

## 城郭石垣の耐震補強対策に用いる改良型グリグリッドの土中引抜き実験 (その2：実験結果)

(株)大林組 正会員 ○丹羽 宣道 正会員 粕谷 悠紀 正会員 川本 卓人  
正会員 森田 晃司 正会員 岡淵 直樹

### 1. はじめに

その1では、栗石層に敷設した補強材の引抜き摩擦強さを把握するために実施した土中引抜き実験の概要及び実験後の観察結果を報告した<sup>1)</sup>。本稿(その2)では、得られた各種実験結果について報告する。

### 2. 実験結果

**2.1 引抜き荷重-変位関係** Fig. 1に実験装置を、Table 1に実験結果一覧を示す。引抜き抵抗長および引抜き摩擦強さについては後述する。Fig. 2に引抜き荷重-引抜き変位の関係を示す。ここで示す引抜き変位は、実験土槽から縦材が引き抜かれた量を表しており、ジャッキ変位から連結部で計測した変位を差し引いた値である。

Fig. 2より、拘束圧の増大に伴い最大引抜き抵抗力が発生する引抜き変位は小さくなることを確認した。これは、拘束圧が増大すると栗石間の空隙が少なくなり、栗石と横材が噛み合いやすくなったためと推察される。最大荷重  $F_{max}$  は、いずれの拘束圧でも Case1 > Case2 > Case3 の大小関係であったことから、横材間隔が狭いほど増大することを確認した。

**2.2 水平変位・軸ひずみ分布** Fig. 3にワイヤ式変位計によって計測した各引抜き荷重載荷時にお

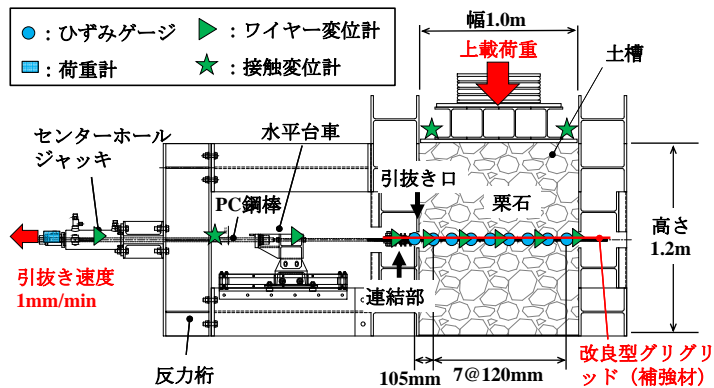


Fig. 1 実験装置

Table 1 実験結果一覧

Case	補強材仕様 縦-横-横材材質	拘束圧 $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	最大荷重 $F_{max}$ kN	引抜き抵抗長 mm	引抜き摩擦強さ $\tau$ kN/m <sup>2</sup>
1-1	240-120-鉄製	10	104.0	830	62.7
1-2		20	121.0	800	75.7
1-3		50	130.9	796	71.8
1-4		100	122.5	818	75.0
2-1	240-240-ステンレス製	10	102.5	985	52.0
2-2		20	117.9	955	61.7
2-3		50	124.7	966	64.5
3-1	240-360-ステンレス製	10	92.4	981	47.1
3-2		20	107.9	954	56.6
3-3		50	110.1	976	56.4

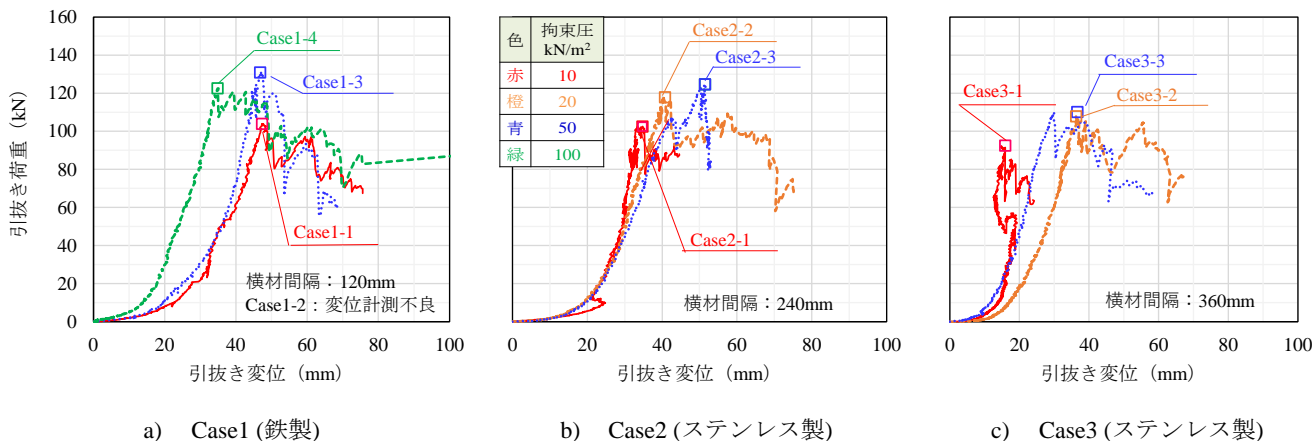


Fig. 2 引抜き荷重-引抜き変位関係

キーワード 城郭石垣, 耐震補強, グリグリッド, 土中引抜き実験, 引抜き摩擦特性

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 地盤技術研究部 TEL 042-495-1015

ける土槽内部の横材の水平変位分布と軸ひずみ分布を示す。Case1-1の実験結果をみると、土槽端部の引抜き口付近で水平変位は増大するものの、600mm以降は2mm程度しか引き抜けなかった。軸ひずみに注目すると荷重の増大に伴い軸ひずみも増大するものの、800mm以降は500 $\mu$ 以下でほとんど発生していない。

Case3-1の実験結果をみると、引抜き荷重の増加に伴い、補強材が徐々に引き抜けているのがわかる。軸ひずみに着目すると、荷重が増大しても軸ひずみに顕著な増加はみられず、圧縮ひずみを生じる箇所もあった。以上の結果より、横材間隔を狭くすると短い敷設長で高い引抜き抵抗力を発揮することができることを確認した。拘束圧が20、50kN/m<sup>2</sup>でも同様な傾向を示した。

**2.3 引抜き摩擦強さ $\sigma$ —拘束圧 $\tau$ の関係** 引抜き摩擦強さ $\tau$ は、文献<sup>2)</sup>の試験方法に記載の式(1)で算出した。

$$\tau = F_{\max} / 2LB \quad (1)$$

ここで、B：補強材幅(=1.0m)、L：引抜き抵抗長(m)である。引抜き抵抗長は、水平変位が5mm(敷設長の0.5%)以下かつ軸ひずみが500 $\mu$ 以下(0.05%)である場合、その前方の横材までとした。Case1の引抜き抵抗長は790~830mmであるのに対し、Case2および3のそれは最後列の横材までの敷設長(950~990mm)であった。

Fig. 4に $\sigma$ — $\tau$ 関係を示す。図中には既報<sup>3)</sup>の実験結果も併記した。Case1の $\tau$ は、盛土補強用ジオグリッド(縦40mm×横40mm)の3倍程度、グリッド(縦80mm×横120mm)の1.5倍程度であった。

Fig. 5に横材間隔により比較した $\sigma$ — $\tau$ 関係を示す。 $\sigma$ が10から20kN/m<sup>2</sup>に増大した場合の $\tau$ は増大するものの、20から50kN/m<sup>2</sup>以上に増大した場合のそれは横ばいであったのは20kN/m<sup>2</sup>以上では補強材が破断したためである。このことから、引抜き領域と破断領域の境界の $\sigma$ は20kN/m<sup>2</sup>であることがわかった。 $\tau$ は、いずれの拘束圧でも横材間隔：120mm>240mm>360mmの大小関係であり、横材間隔が狭いほど大きくなった。加えて、Case3の縦240mm×横360mmの改良型グリッドの $\tau$ は、Fig. 4に示すグリッドのそれと同等程度であることから、同じ引抜き摩擦強さを得るための横材本数が減ることで軽量化でき、施工性が向上すると考えられる。

### 3. おわりに

本稿(その2)では、各種実験結果について報告した。改良型グリッドの $\tau$ は盛土補強用ジオグリッドの3倍程度、グリッドの1.5倍程度であること、横材間隔が狭いほど大きくなることを確認した。

**参考文献** 1) 粕谷悠紀ら：城郭石垣の耐震補強対策における改良型グリッドの土中引抜き実験(その1：実験の概要及び実験後の観察結果)、第77回土木年次学術講演会、(投稿中)、2022.9. 2) RRR 工法協会：RRR-B(盛土補強土壁)工法材料マニュアル、pp.18、2017.10. 3) 川本卓人ら：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、第74回土木年次学術講演会講演概要集、III-172、2019.9.

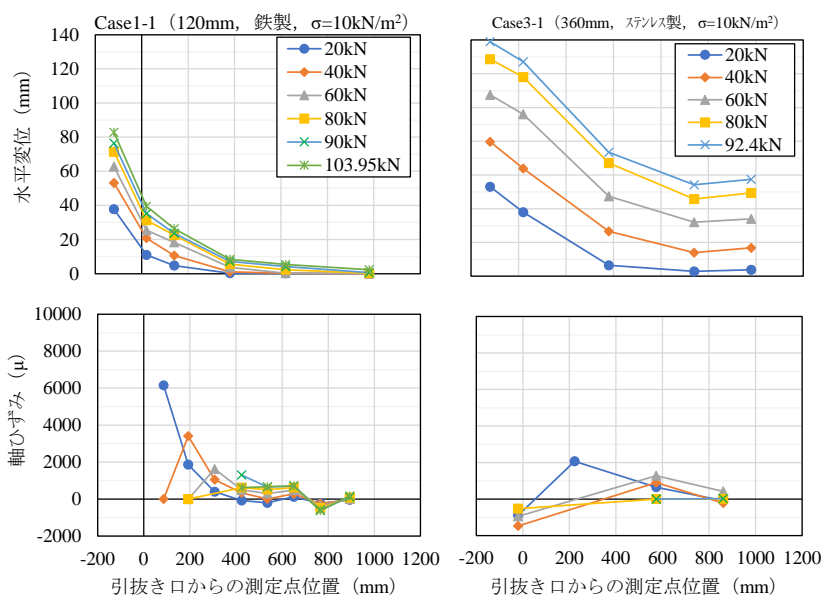


Fig. 3 水平変位分布および軸ひずみ分布

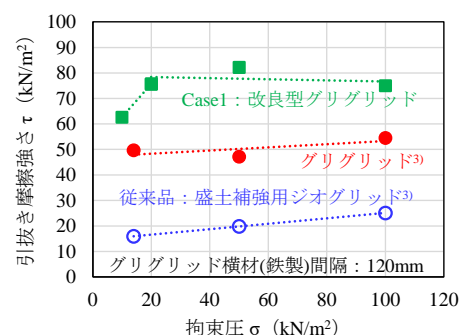


Fig. 4  $\sigma$ — $\tau$ 関係(従来品等との比較)

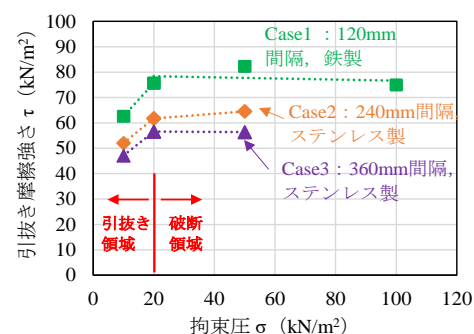


Fig. 5  $\sigma$ — $\tau$ 関係(横材間隔による比較)