

異種材料構成の補強材を用いた石垣耐震補強工法の開発

(株)大林組 正会員 ○川本 卓人
 (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 森田 晃司
 (株)大林組 正会員 丹羽 宣道

1. はじめに

筆者らは、城郭石垣の耐震補強用の補強材「グリグリッド」を開発している。グリグリッドは、縦材を組紐、横材をステンレス丸鋼とする新しい構造の補強材である（図-1）。栗石層に対しては、一般的なジオグリッドの3倍程度の引抜き抵抗が得られる¹⁾。この異種材料構成の高い引抜き抵抗を有する補強材の耐震性向上効果を模型振動台実験により検証した。本稿では、その結果を報告する。

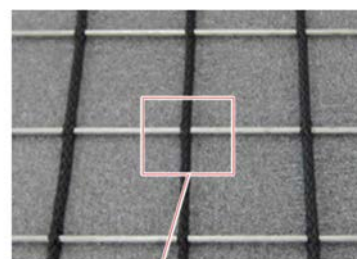


図-1 新たに開発した補強材

2. 振動台実験概要

2.1 実験ケース

実験ケースは、Case1：無補強、Case2：壁面材にネットを用いた補強土壁形式、Case3：壁面材に受圧板を用いた補強土壁形式の3ケースとした。概略図を図-2に示す。

2.2 実験条件

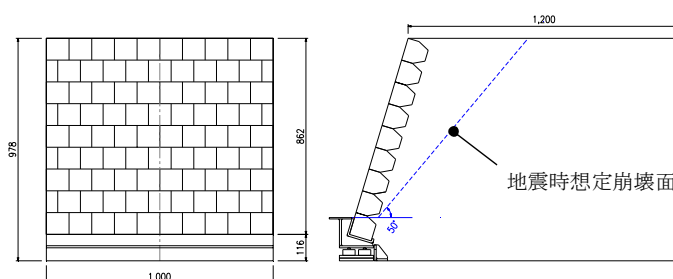
1G場の相似則（相似率1/5）を考慮し、実験に用いる各材料の物性値を以下に設定した。

2.3 模型石垣

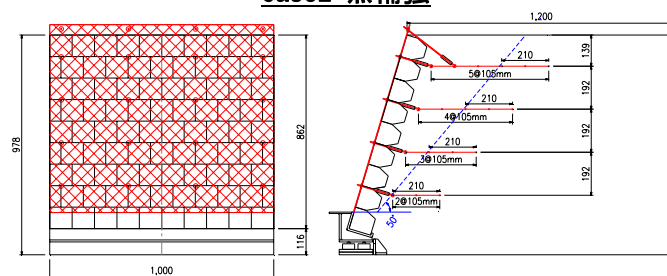
積み方を布積み、勾配は1:0.3とした。築石は、実物の築石同様、密度を 2.7g/cm^3 とし、1/5スケールとなるようにコンクリートで作製した。栗石は、粒径5~60mmの円礫を用い、密度 1.764g/cm^3 で締め固めた。

2.4 補強材模型

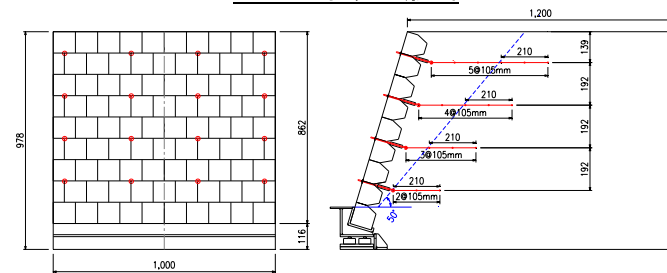
縦材にポリエチレン被覆を施した $\phi 5\text{mm}$ のアラミ繊維製の組紐を使用した。横材は、実物の補強材で用いるステンレス鋼 $\phi 12\text{mm}$ に対する曲げ剛性の相似則を考慮し、 $\phi 4\text{mm}$ 、密度 2.7g/cm^3 、ヤング率 70GPa のアルミ棒を使用した。補強材の目合いは、縦材間隔 $70\text{mm} \times$ 横材間隔 105mm とした。補強材の敷設長は、計算上想定される地震時崩壊面より背面の定着長が、「ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル」に記載のある最低定着長 1.0m の1/5となるよう設定した。



Case1 無補強



Case2 ネット形式



Case3 受圧板形式

図-2 実験ケース

キーワード ジオテキスタイル、石垣、補強土壁、振動台実験

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 TEL 03-5769-1302

2.5 加振方法

加振は、5Hz の sin 波を入力波とし、初期加速度振幅 50gal から 50gal ずつ増加させる段階载荷により実施した。1 段階あたりの入力波数は、20 波とした。

3. 実験結果

表-1 に振動台実験結果一覧を、写真-1～写真-3 に各ケースにおける加振後の実験模型状況を示す。表中に示す加速度は、振動台に設置した加速度計の値である。無補強の Case1 は、300gal で大崩壊が生じた。壁面材にネットを用いた補強土壁形式の Case2 は、築石と栗石が前面に傾倒するものの、950gal の加振でも崩壊に至らなかった。これは、ネットの面的な抜け出し防止と補強材の引抜き抵抗が効果的に発揮されたため、L2 クラスの地震動の作用に対して崩落しなかったといえる。壁面材に受圧板を用いた補強土壁形式の Case3 は、800gal の加振中に築石が 1 個落下した。Case1 と比較して築石の抜け出しによる落石は防止できなかったものの、補強材の引抜き抵抗が効果的に発揮され、L2 クラスの地震動の作用に対して崩落しない結果が得られた。

4. まとめ

振動台実験により、異種材料構成の引抜き抵抗が高い補強材を適用すれば、L2 地震動にも耐え得る耐震性能を付与できることがわかった。

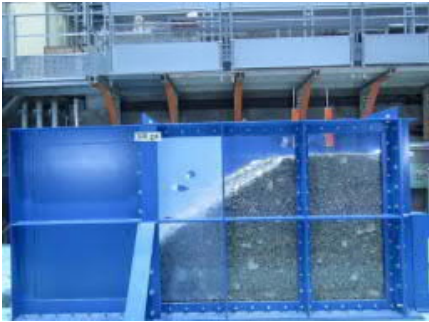
ただし、壁面工によっては、崩壊に至らずとも変形量が多大となることが観察されたため、実際の石垣への適用に際し、許容変形量を設定するなどの総合的な評価が必要と考える。

参考文献

1) 丹羽宜道「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）」、第 77 回年次学術講演会、Ⅲ-319

表-1 振動台実験結果一覧

ケース	崩壊の規模	入力加速度 (gal)	崩壊または最終加速度 (gal)	L2 地震動に対する耐震性能判定	備考
Case1	大崩壊	300	300	NG	写真-1
Case2	崩壊せず	950	944	OK	写真-2
Case3	落石 1 個	800	817	OK	写真-3



模型側面



模型全景

写真-1 300gal 加振後の実験模型（Case1）



模型側面



模型全景

写真-2 950gal 加振後の実験模型（Case2）



模型側面



模型全景

写真-3 800gal 加振後の実験模型（Case3）