

新型ジオテキスタイルを用いた石垣の耐震補強工法

(株)大林組 正会員 ○川本 卓人 (株)大林組 正会員 森田 晃司
 (株)大林組 非会員 ルイス ベンジャミン (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 西村 俊亮

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採り入れられている。築石の背面を構成する栗石の粒径(200～300mm程度)に対し、従来のジオテキスタイル(以下、ジオテキと略す)の目合いは、最大でも50mm程度と小さいので、栗石間の噛み合わせが阻害される。そこで、栗石の粒径に応じて目合いを調整でき、栗石間の噛み合わせを阻害しない新型ジオテキを開発した(図-1)。引抜き試験により、新型ジオテキが、従来のジオテキより大きな引抜き抵抗を発揮することを確認した¹⁾。さらに、新型ジオテキと壁面材(築石前面に設置した高強度ネット)を組み合わせた補強土壁工法を石垣に適用し、振動台実験によって、L2クラスの地震動が作用した場合でも崩壊にいたらないことを確認した²⁾。

石垣本来の景観を損なわないためには、壁面材の選定が重要である。そこで、築石自体を壁面材とし、新型ジオテキをアンカー材で築石に連結した補強形式を考案した。本報文では、振動台実験の結果から、築石自体を壁面材とした補強形式の耐震性について報告する。

2. 振動台実験概要

2.1 実験模型

実験模型の概要を図-2に示す。築石は密度 2.7g/cm^3 のコンクリートで作製した。栗石層は、粒径5～60mmの円礫を用い、密度 1.764g/cm^3 で締め固めた。新型ジオテキは、アルミ棒とビニールタイをシールワッシャーで接合して作製した(図-3)。アンカー材にフックボルトを用いて新型ジオテキと築石を連結し、最下段の築石は、振動台に剛結した。

2.2 実験ケース

アンカー連結した築石が、連結しない築石の抜け出しを拘束する効果を検証できるよう、各ケースのアンカー配置を決定した(図-4)。アンカー連結しない築石に対する連結した築石の接触個数をパラメータとし、Case1:4個、Case2:2個、Case3:1個と設定した。

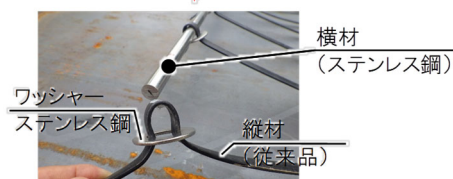
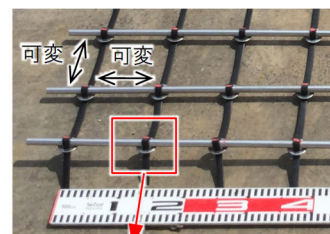


図-1 新型ジオテキスタイル

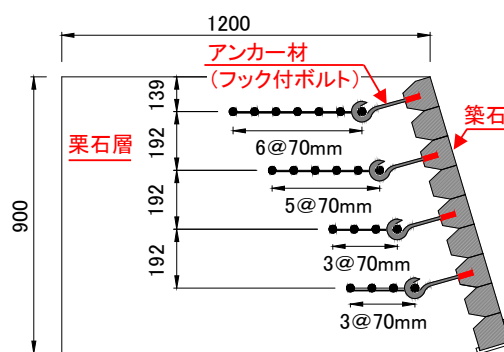


図-2 実験概要とケース

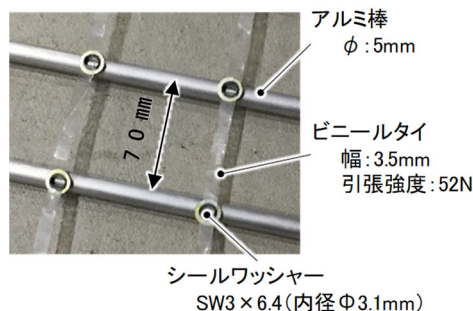


図-3 新型ジオテキスタイル実験模型

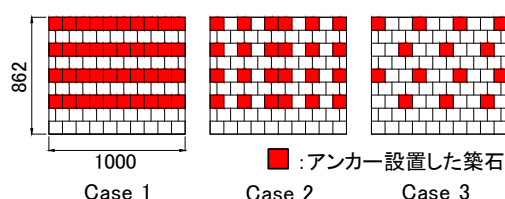


図-4 実験ケース(築石正面図)

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

2.3 加振方法と計測項目

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。1 段階毎に加振後の石垣前面の変形量をレーザースキャナで計測した。

3. 実験結果と考察

3.1 崩壊加速度

各ケースで築石の抜け落ちが発生した入力加速度（崩壊加速度）と 800gal 加振後の築石の最大水平変位を表-1 に示す。Case1 はアンカー連結した築石が多いので変位量は小さくなるが、崩壊加速度は、Case2 と同じであった。Case3 は、800gal で崩壊したことから他ケースよりも耐震性に劣るものの、いずれのケースも L2 クラスの地震動に対して有効な補強効果を有する。

3.2 変形特性

図-5 に 500gal 以降、100gal ごとの各ケースの築石水平変位を示す。Case2, 3 では、600gal 以降、Case1 より変位が増大するが、変位量は同等であった。図-6 に 750gal 加振後の水平変位量を段彩図として示す。すべてのケースにおいてアンカー連結した築石の変位量は同等となった。ジオテキの引抜き抵抗によって築石の変形を抑止できている。一方、アンカー連結しない築石に着目すると、Case2, 3 は Case1 より 30mm 程度変位量が増大したが、同等の変位量となった。アンカー連結しない築石は、連結した築石と 1 つでも接触していれば、変形量を抑えられ、L2 クラスの地震動に耐え得ることを確認した。しかし、上下方向に変形が伝播することで、Case3 では、より広範囲の築石に変形が及んだ。

4. まとめ

振動台実験により新型ジオテキを用いた築石自体を壁面材とする補強形式が、L2 クラスの地震動に対し有効な補強方法であることを確認できた。また、アンカー設置間隔を広げた場合でもアンカー連結しない築石が、1 石でもアンカー連結された築石と接することで、耐震性を同等に保持できる。ただし、変形範囲が拡大するため、適用に際し、許容変形量や築石の控え長を考慮してアンカー配置を検討するなど総合的な評価が必要とされる。

参考文献

1) 川本卓人「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」令和元年度全国大会 第 74 回年次学術講演会
2) 川本卓人「新型ジオテキスタイルを用いた城郭石垣の耐震補強技術の開発」土木学会土木建設技術発表会 2019

表-1 最大入力加速度と壁面変位

Case	崩壊加速度 (gal)	800gal 加振後 築石最大水平変位 (mm)
1	900	112
2	900	141
3	800	151

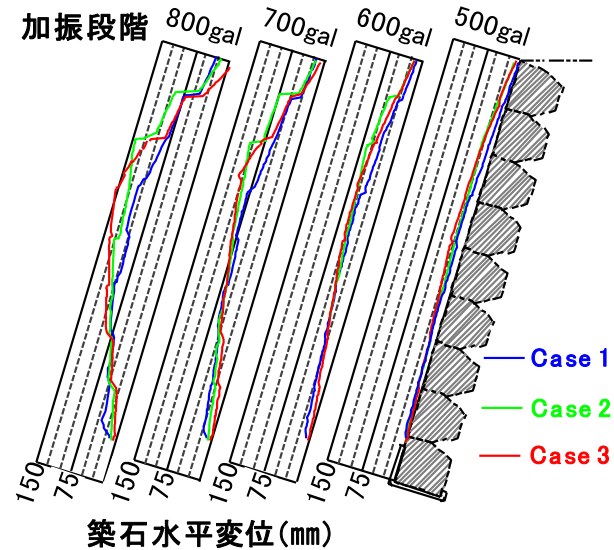


図-5 加振段階ごとの築石水平変位 (図-6 中の A-A 断面)

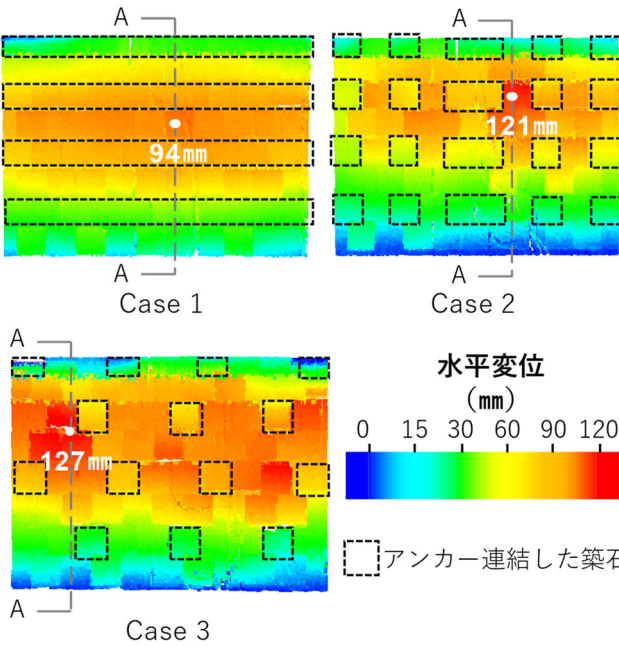


図-6 750gal 加振後の段彩図（築石正面図）