

第III部門

2024年9月6日(金) 9:00 ~ 10:20 Ⅲ A306(川内北キャンパス講義棟A棟)

補強土(1)

座長：仙頭 紀明 (日本大学)

9:40 ~ 9:50

[III-399] バットレス型補強アンカー工法の安定性に関する模型振動台実験

*橋本 隆雄¹、前田 和徳²、蜘蛛 悠太郎³、池本 敏和³、岩津 雅也⁴ (1. 国士舘大学、2. 岡部株式会社、3. 金沢大学、4. フリー工業株式会社)

キーワード：石垣、石積擁壁、耐震補強、補強対策

近年、地震・豪雨によって石垣や石積擁壁の被害が多発している。被害を軽減するためには、石垣や石積擁壁の孕み等の変状程度を調査して、事前に補強・補修を行うことが重要である。一般的に石垣や石積擁壁は地山補強土工法の鉄筋挿入工が広く適用されている。しかし、上部に建造物がある場合は、基礎や杭等に影響を与えるため補強材の長さに制限を受ける。そこで、筆者らは鉄筋挿入工と柱状構造体を組み合わせたバットレス型補強アンカー工法を考案した。そこで、本研究では石垣に対して無対策・鉄筋挿入工・バットレス工法の模型振動台を用いた動的挙動の実験を行った。その結果、バットレス工法が非常に高い抑止効果があることが明らかとなった。

バットレス型補強アンカー工法の安定性に関する模型振動台実験

国土舘大学 正会員 ○橋本 隆雄
 岡部株式会社 正会員 前田 和徳
 金沢大学 正会員 蜘蛛悠太郎
 金沢大学 正会員 池本 敏和
 フリー工業株式会社 非会員 岩津 雅也

1. はじめに

近年、地震・豪雨によって石垣や石積擁壁の被害が多発している。被害を軽減するためには、石垣や石積擁壁の孕み等の変状程度を調査して、事前に補強・補修を行うことが重要である。一般的に石垣や石積擁壁は地山補強工法の鉄筋挿入工が広く適用されている。しかし、上部に建造物がある場合は、基礎や杭等に影響を与えるため補強材の長さに制限を受ける。そこで、筆者らは図1のように鉄筋挿入工と柱状構造体を組み合わせたバットレス型補強アンカー工法（以下、バットレス工法という。）を考案した。本工法は盛土や実現場試験施工での引抜実験^{1)・2)}及び室内載荷実験³⁾の結果により、非常に高い抑止効果があることが明らかとなった。本研究は同様の石垣に対して無対策・鉄筋挿入工・バットレス工法の模型振動台実験を行い、その動的効果を検証したものである。

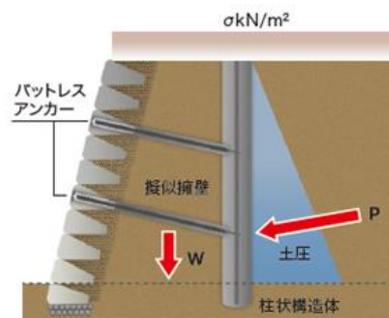


図1 バットレス型補強アンカー

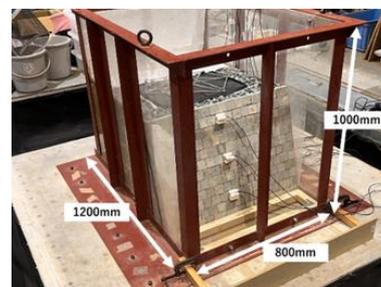


写真1 作成した石垣モデル

2. 実験概要

実験土槽は写真1に示すように高さ1.0m、幅0.8m、奥行き1.2mである。実験は実大高さ3.6mを想定して、図2及び図3に示すように1/6サイズの模型で振動台実験を行った。石垣を構成する石材の大きさはH50×W50×D74mmとし、石垣高さは12段組の0.6m、勾配は1:0.1とした。土槽内に造成する土質材料は真砂土を使用し、強度特性は国土舘大学での室内実験³⁾と同様の内部摩擦角 $\phi=36.7^\circ$ 、粘着力 $C=7.3\text{kN/m}^2$ である。入力波は正弦波、振動数は5Hz、振動時間を前後20%のテーパを含めて5秒間とした。

3. 実験結果及び考察

実験結果は各モデルが表1に示す振動台の加速度で崩壊した。図4は(a)鉄筋挿入工法と(b)バットレス工法の崩壊状況である。図5は(a)擁壁前面の加速度②と(b)擁壁背後地盤の加速度④の加速度の応答倍率による比較である。(b)石垣背面地盤内④の加速度応答倍率は、各工法モデルに関わらず似た挙動をする。しかし、(a)石垣前面②の加速度応答倍率は無対策>鉄筋挿入工法>バットレス工法となり、バットレス工法は鉄筋挿入モデルよりも非常に高い抑止効果がある。図6は(a)石垣背面上部⑤と(b)石垣背面下部④の最大土圧による比較である。(a)石垣背面上部⑤の最大土圧は、無対策>バットレス工法>鉄筋挿入工法となり、(b)石垣背面下部④の最大土圧は無対策>鉄筋挿入工法>バットレス工法となる。バットレス工法は柱状構造体により疑似擁壁として転倒モードになるのに対し、鉄筋挿入工法は地盤のすべり破壊モードになると考えられる。バットレス工法は約650galを境にして土圧が増加から減少へ転じていることから、変位が大きくなることによって土圧が減少したと考えられる。

4. まとめ

本実験ではバットレス型補強アンカー工法について、以下のことが明らかとなった。

- 1) 加速度応答倍率は無対策>鉄筋挿入工法>バットレス工法となり、バットレス工法は非常に高い抑止効果がある。
- 2) バットレス工法は疑似擁壁として転倒モードになるのに対し、鉄筋挿入工法は地盤のすべり破壊モードになる。

モデル	崩壊加速度(gal)	
	目標加速度	入力加速度
無対策	550	523
鉄筋挿入	700	659
バットレス	900	859

キーワード 石垣, 石積擁壁, 耐震補強, 補強対策

連絡先 〒154-8515 東京都世田谷区世田谷4-28-1 国土舘大学理工学部理工学科 TEL 03-5481-3253

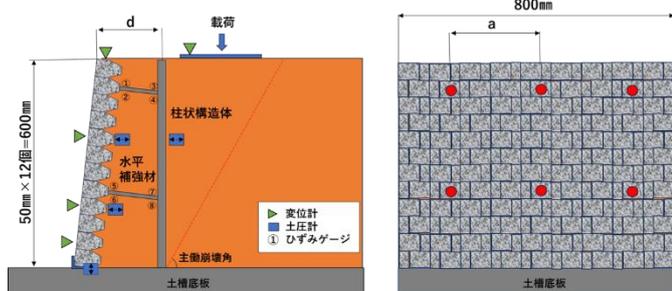


図2 実験模型断面

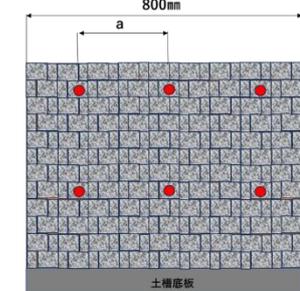
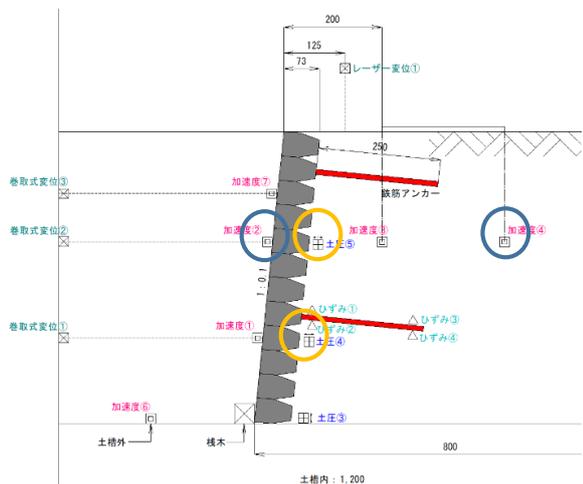


図3 実験模型正面

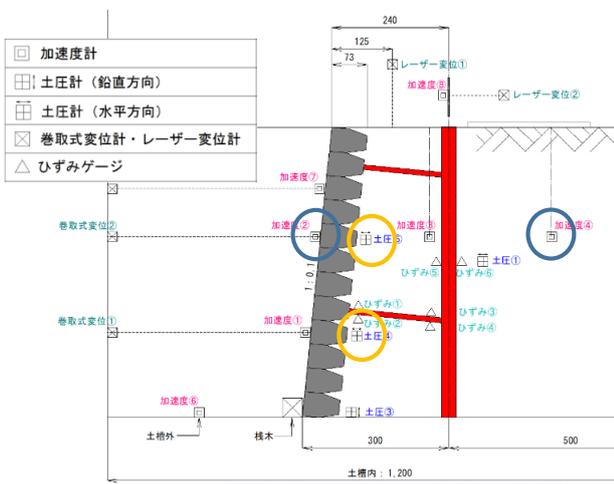


(a)鉄筋挿入工法 (b) バットレス工法

図4 石垣の崩壊状況



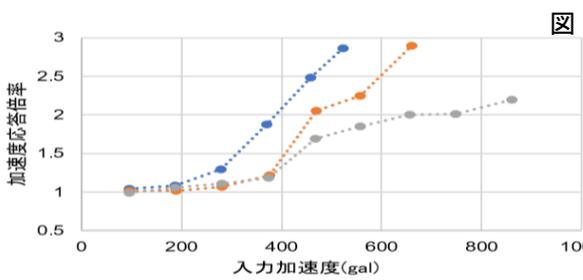
(a)鉄筋挿入モデル



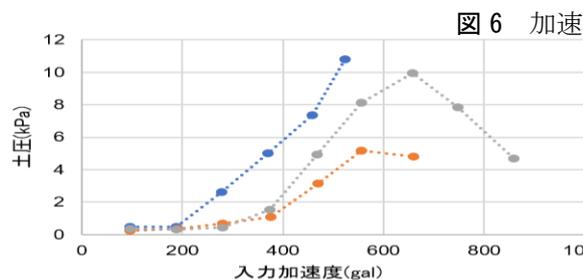
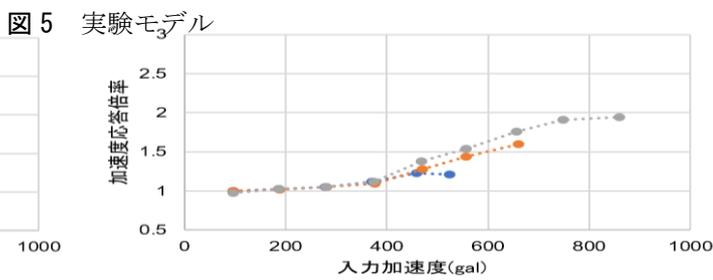
(b) バットレスモデル



○	加速度応答倍率測定箇所
●	最大土圧計測箇所



(a)石垣前面 (加速度②) ●●● 無対策 ●●● 鉄筋挿入 ●●● バットレス



(a)石垣背面上部 (土圧⑤) ●●● 無対策 ●●● 鉄筋挿入 ●●● バットレス

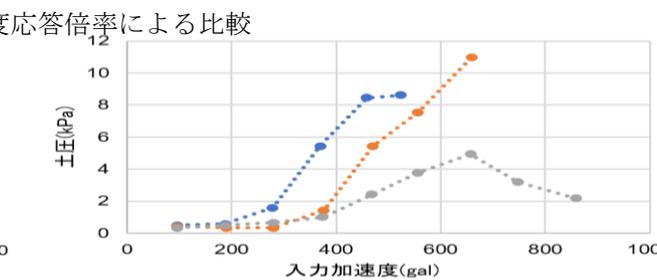


図7 最大土圧による比較

謝辞：本研究を進めるにあたり，文化財石垣・石積擁壁補強技術協会の岩佐直人氏，堀謙吾氏，石作克也氏には終始熱心なご協力・ご指導を頂きました。ここに記し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 前田和徳，橋本隆雄他：鉄筋挿入工と柱状構造体を組み合わせた複合法の引抜実験，第58回地盤工学研究発表会，2023。
- 2) 前田和徳，橋本隆雄，中村純一：バットレス型補強アンカー工法の施工に関する適用性について，土木学会第79回年次学術講演会，2024。
- 3) 前田和徳，橋本隆雄，岩津雅也：バットレス型補強アンカー工法の安定性に関する室内載荷試験，第59回地盤工学研究発表会，2024（投稿中）。