

空石積擁壁の補強効果に関する遠心場载荷実験

東京都市大学大学院 学生会員 ○佐野和弥

東京都市大学 正会員 伊藤和也 正会員 田中剛 正会員 末政晃晃

岡三リビック 正会員 小浪岳治

エスティーエンジニアリング 谷山慎吾

1. はじめに

地震により発生する被害の 1 つとして宅地擁壁の崩壊が挙げられる。平成 28 年熊本地震では、熊本県内 4043 件¹⁾の宅地擁壁が被災した。被災した宅地擁壁の多くが既存不適格擁壁であり、その中でも空石積擁壁の被災率が高かった¹⁾。擁壁の補強方法の一つに(図-1)²⁾に示すような天端に対し下向きに直杭, 斜杭を交互に挿入する補強方法がある(以下「組杭補強」と呼ぶ。)。これらの補強方法は補強材に挟まれた補強エリアを模擬擁壁と見立てる補強方法である。しかし組杭にする必要があるため補強材本数が多く, 施工費が高くなることから, 宅地擁壁の補強には進んで適用されていない。そこで著者らは図-2 に示すように補強材を斜杭のみにし, 擁壁上部と補強材頭部を一体化させることで既存擁壁が組杭補強時の直杭の役割を果たすのではないかと考え, 組杭補強における補強メカニズムの解明並びに宅地擁壁にも適用可能な補強工法の提案を目的に研究を行っている。本報告では, 補強エリア面積が空石積擁壁の補強効果に及ぼす影響を与えるのかを確認するため遠心模型実験装置を用いた遠心場背面地盤载荷実験を行ったので報告する。

2. 遠心場背面地盤载荷実験概要

2-1 石積擁壁補強材のモデル化

模型空石積擁壁は図-3 に示す規格であり, 擁壁ブロックと基礎は型枠に珪砂 7 号を混入させたセメントスラリーを流し込むことにより作製した。擁壁背面地盤は, 気乾状態の珪砂 7 号を使用し, 空中落下法にて相対密度が 60%になるように作製した。模型地盤概略図を図-4 に示す。実験では設定遠心加速度到達後図-4 に示すエアシリンダに空気を加えることでジャッキを伸ばし土槽底面から 30mm 上方に蝶番によってピン固定させた載荷板を土槽底面から約 110mm の位置から載荷した。実験ケースは表-1 に示す 4 ケースで, 無補強, 4 本の直杭と 3 本の斜杭の補強材を交互に杭間 15mm 間隔で設置した組杭補強, 7 本の斜杭の補強材を設置し擁壁と補強材頭部を塩ビ板とエポキシ性の接着剤を用い一体化させた一体化傾斜(遠)と, 一体化傾斜(遠)より補強材を 15mm 擁壁側に近づけ補強エリア面積を小さくさせた一体化傾斜(近)の計 4 ケースとした。

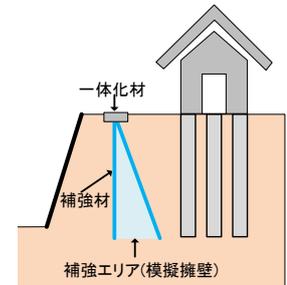


図-1 組杭補強

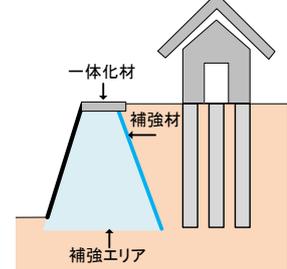


図-2 既存擁壁との一体化

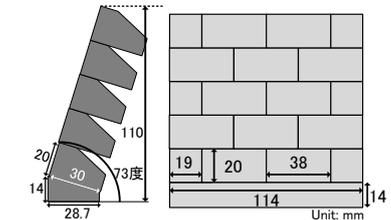


図-3 使用した擁壁規格

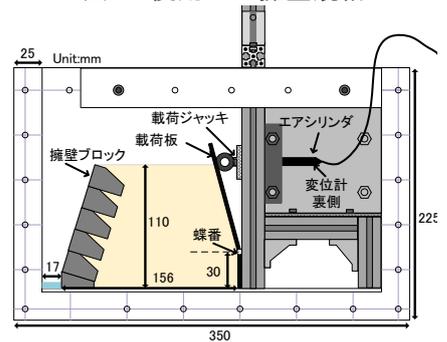


図-4 使用した土槽概要図

表-1 実験ケース

無補強	組杭補強	一体化傾斜(遠)	一体化傾斜(近)	凡例
				<ul style="list-style-type: none"> ■ 加速度計 ■ ひずみゲージ ● ジャッキ先端(変位) ■ 塩ビ板 ■ 固定用具(樹脂製) unit:mm

キーワード: 空石積擁壁 遠心模型実験 補強土工法

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 E-mail:g2081613@tcu.ac.jp

補強材は実地盤換算で D26 の鉄筋の曲げ剛性と合わせるために肉厚 1mm ×幅 5mm のアルミ板を使用した。補強材下端部は土槽底面と剛結させ、上部はレジン製の治具を用い補強材同士を一体化させた。また計測項目は表-1 に示すように、補強材に取り付けたひずみゲージによる曲げモーメント及び軸力、最上部の擁壁ブロックに取り付けた加速度計から確認する擁壁変形角度、ジャッキ先端に取り付けた変位計から確認するジャッキ変位、土槽側面から撮影した HDV カメラ(Sony RX0 II(DSC-RX0M2))の映像とした。紙面の都合上ここではジャッキ変位量と曲げモーメント、軸力の結果のみを示す。

2-2 実験方法

作製した模型擁壁を遠心模型実験装置に設置し、遠心加速度を設定遠心加速度 20G まで上昇させた。20G 到達後 3 分間ほど放置し計測機器の安定を確認した後に、載荷板に 1 分間隔で 0.2kN/m の荷重が加わるようにエアシリンダに空圧を段階的に加えていき、最大 2.8kN/m まで載荷させた。以下の結果はすべて実地盤換算した値で示す。

3 実験結果

3-1 ジャッキ変位結果

図-5 に載荷重と各ケースのジャッキ変位量の結果を示す。また本実験では各ケースにおける補強効果の差異を考慮するために 0.2kN/m 載荷後を 0 としている。図から分かるように無補強において最も大きいジャッキ変位量を示しており、補強形態の違いで見ると、一体化傾斜(遠)が最も大きいジャッキ変位量を示しており、一体化傾斜(近)が最もジャッキ変位量を抑制する結果であった。

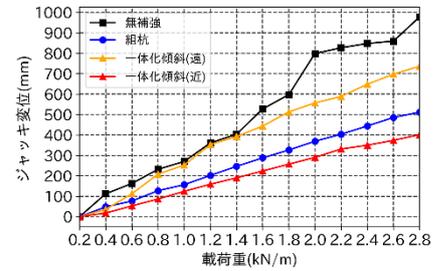


図-5 ジャッキ変位結果

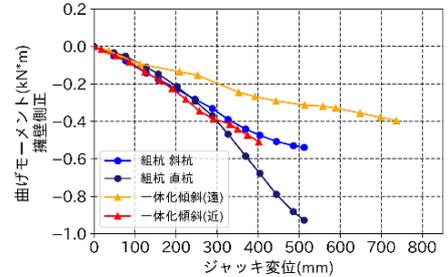


図-6 曲げモーメント結果

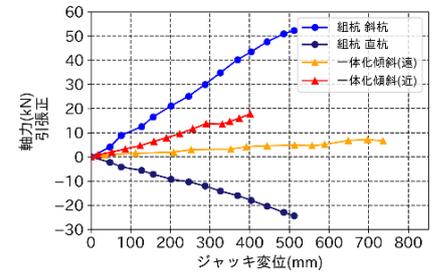


図-7 軸力結果

3-2 補強材に加わる曲げモーメント、軸力結果

図-6, 7 にジャッキ変位と各ケースの曲げモーメント、軸力の結果を示す。曲げモーメントは擁壁側に圧縮力が加わる方向を正としている。図-6 から分かるようにすべてのケースにおいて負の曲げモーメントを示していることが確認できる。組杭では補強材上部において直杭が斜杭と一体化しており、一体化を施したケースにおいては補強材頭部が擁壁最上部と一体化されていることから杭頭が擁壁方向に移動しづらく、補強材中部がはらむ形で変形したと考えられる。次に図-7 に示す軸力結果から分かるように組杭補強においては直杭に圧縮力が加わり、斜杭にはすべてのケースにおいて最も大きい引張力が加わる様子が確認できた。また一体化傾斜(近)においても引張力が加わる様子が確認でき、補強エリア面積を大きくさせた一体化傾斜(遠)においても引張力が加わる様子が確認できるが、その値は他ケースに比べて低かった。これらのことから組杭補強では直杭に圧縮力が加わり負の曲げモーメント方向にたわむことでジャッキ変位も促進される。それに対し一体化傾斜(近)のように圧縮力が補強材より圧縮剛性の高い擁壁ブロックに加わることでジャッキ変位が組杭補強時と比較し抑制されたのではないかと考えられる。しかし一体化傾斜(遠)のように補強エリア面積が大きくなると補強材に軸力が加わり擁壁に圧縮力が加わる前に補強エリア内で擁壁の変形が進んでしまうのではないかと考えられた。

4 まとめ

本報告では、補強エリア面積が補強効果に及ぼす影響を確認するため遠心模型実験装置を用いた遠心場背面地盤載荷実験を行った。その結果補強エリア面積が大きいと補強材に加わる軸力が低下し、ジャッキ変位の抑制効果が低くなることが分かった。

5. 参考文献

1) T Kiyota; Geotechnical Damage Caused by the 2016 Kumamoto earthquake Japan, International Journal of Geoenvironment Case Histories ©, Vol. 4, Issue 2, p. 78-95, 2) 加村ら:縦打ち補強土工法を適用した実大試験盛土の力学挙動と補強効果, 地盤工学ジャーナル Vol.13, No. 4, 249-267