

## 空石積擁壁の縦打ち補強に関する遠心場傾斜土槽実験

## ～補強領域の違いが補強効果に与える影響～

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 末政直晃

岡三リビック(株) 正会員 小浪岳治

エスティーエンジニアリング(株) 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、熊本県内で約4000件以上の宅地擁壁が被災し、その中でも空石積擁壁の被災率が高かった<sup>1)</sup>。擁壁の補強方法の一つに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<sup>2)</sup>がある。この補強方法は使用する補強材本数が多く、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-1に示すように補強材に斜杭のみを用い、擁壁上部と補強材頭部を一体化させる補強方法を提案している<sup>3)</sup>(以下「一体化傾斜」と呼ぶ)。本報告では、一体化傾斜補強の補強領域の大きさの違いが地震時の擁壁補強効果に与える影響を確認するために、遠心場震度法シミュレータ<sup>4)</sup>を用いた遠心場傾斜土槽実験を行った。

## 2. 遠心場震度法シミュレータ

使用した遠心場震度法シミュレータの外観を写真-1に示す。これは遠心場にて土槽を傾斜させることで水平力(=構造物質量×設計加速度)として $k_h = \tan\theta$ (ここでは、 $k_h$ は水平震度、 $\theta$ は傾斜角度)を模型地盤に作用させることができる装置である。

## 3. 実験概要

## 3-1 模型地盤と実験ケース

模型空石積擁壁の規格を図-2に示す。擁壁ブロックと基礎には、ジルコンサンドと珪砂7号を1:1の割合で混合し、水セメント比を18%としたモルタルを型枠に流し込み作製したものを使用した。擁壁背面地盤は、気乾状態の珪砂7号を空中落下法にて相対密度が60%になるように作製した。

表-1に実験ケースを示す。実験ケースは全3ケースで、Case-1は無補強。Case-2, 3はそれぞれ法肩から45mm, 30mm離れた箇所に7本の補強材

材を地盤に対して70度傾け設置し、最上部の擁壁ブロックと補強材上部を塩ビ板(肉厚5mm)とエポキシ系接着剤により一体化(剛結)させた「一体化傾斜(大)」、(小)補強である。補強材には、

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

キーワード 空石積擁壁 遠心模型実験 傾斜土槽 画像解析

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1丁目28-1 東京都市大学 Email : g2081613@tcu.ac.jp

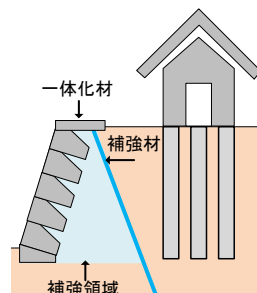


図-1 一体化傾斜補強



写真-1 遠心場震度法シミュレータ

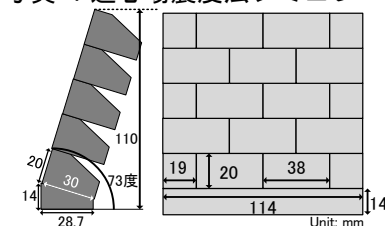


図-2 使用した模型擁壁の規格

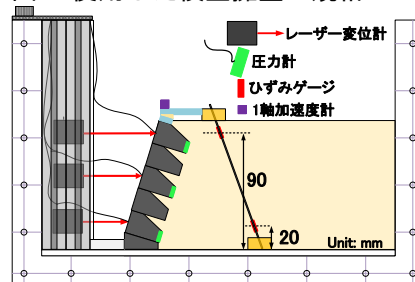
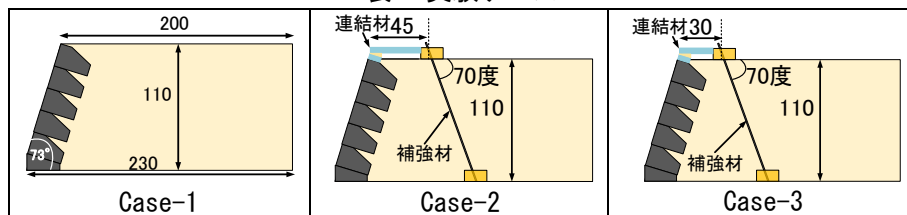


図-3 模型地盤簡略図

表-1 実験ケース



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ている。計測項目は図-3に示すように、土槽側面に取り付けたレーザー変位計による最上部、中部、下部の擁壁ブロックの変位、最上部の擁壁ブロックに取り付けた1軸加速度計による擁壁傾斜角度、最上部、中部、下部の擁壁ブロックに取り付けた圧力計による土圧、図に示す補強材の位置に張り付けたひずみゲージからの曲げモーメントおよび軸力、HDVカメラにより撮影された背面地盤の挙動とした。ここでは紙面の都合上、擁壁ブロックに加わる土圧、HDVカメラからの映像を用いた画像解析結果について述べる。

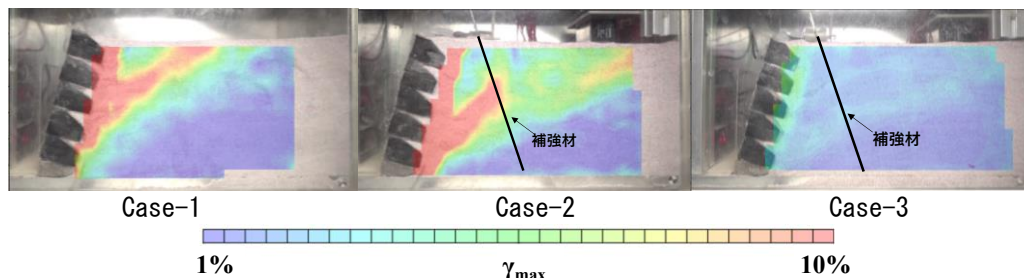


図-5 画像解析結果

### 3-2. 実験手順

本実験では、遠心加速度 20G 到達後、約 3 分間変形の収束を計測機器から確認した後に速度 0.17 度/sec で擁壁が崩壊に達するまで最大 30 度 ( $k_n=0.58$ ) まで傾斜を行った。以下に実験結果をすべて実地盤換算した値で示す。

### 4. 実験結果

図-4に各ケースにおける水平震度と平均土圧の関係を示す。平均土圧とは計測した最上部、中部、下部の土圧値に擁壁高さの1/3を乗じ、それらを足し合わせたものである。また図は、20G到達時の平均土圧値を0としている。Case-1(無補強)は水平震度が0.3に到達するまで平均土圧を減少させ、その後緩やかに平均土圧を増加させながら水平震度0.47到達時に崩壊した。Case-3は最大水平震度に到達まで平均土圧値が増加し続け、擁壁が全壊しなかったのに対し、補強領域が大きいCase-2は、水平震度0.53時に平均土圧が急増し擁壁が全壊した。この土圧による結果から、補強領域を小さくすることで、擁壁が抵抗できる土圧が大きくなることが分かった。

本研究では、TN-SKIP<sup>5)</sup>を用い画像解析を行った。これは変形前の画像と変形後の画像の色の濃淡、輝度の変化から変位やひずみを解析できる方法である。画像解析には、擁壁が全壊したCase-1, 2において変形前と全壊6秒前の画像を用い、Case-3において変形前と最大水平震度到達時の画像を用いた。図-5に全ケースにおける最大せん断ひずみの発現に着目した画像解析結果を示す。図から、全ケースにおいて線形の最大せん断ひずみの卓越(以下「すべり線」と呼ぶ)が見られた。最大せん断ひずみの大きさは、Case-3が最も小さかった。またCase-2は、地盤内の補強材を通過するすべり線と、補強領域内でのみに発生するすべり線の2本のすべり線の発現を示した。また、それら2本のすべり線の最大せん断ひずみの大きさを比較すると、補強領域内でのみ発生したすべり線の方が大きく、Case-2は補強領域内で崩壊が発生していたことが分かった。このことより、補強領域を大きくすることで、擁壁が補強領域内で崩壊しやすくなることが分かった。

### 5. まとめ

本報告では、一体化傾斜補強における補強領域の大きさの違いが補強効果に及ぼす影響を及ぼすのかを確認することを目的に、遠心場傾斜土槽実験を行った。その結果、補強領域を大きくすることで擁壁が受け持つことができる土圧が低下し、補強領域内で崩壊しやすくなることが分かった。

### 参考文献

- 1)橋本隆雄：2016年熊本地震による被災地擁壁の被害分析，土木学会論文集，No.4，pp.522-533. 2)三木五三郎，坂下五男，児玉秀文：網状ルートパイル(R.R.P)工法の日本における実施例，土と基礎，31(9)，pp.35-40，1983. 3)佐野和弥，伊藤和也，田中剛，末政直晃，小浪岳治，谷山慎吾：空石積擁壁の補強効果に関する遠心場背面地盤載荷実験，第49回土木学会関東支部技術研究発表会，III-9，2021. 4)斎藤邦夫，片山典久，石井武司，田中勝：震度法シミュレータの開発，土木学会第50回年次学術講演会，pp.816-817，1995. 5)上野勝利，李元海，望月秋利，萩原敏行，今村眞一郎：サブピクセルの精度をもつ相互相関法による変位場計測，土木学会第58回年次学術講演会，No.2，pp.256-261，2002.

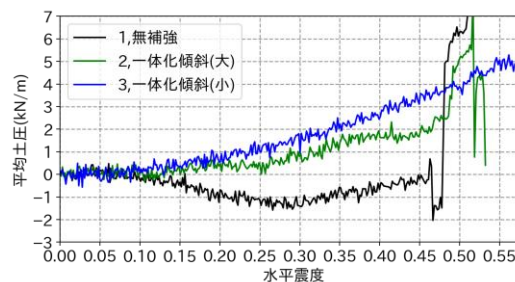


図-4 水平震度と平均土圧の関係