

空石積擁壁の地震時挙動に関する遠心傾斜模型実験

東京都市大学 学生会員 ○佐野和弥 正会員 伊藤和也
 東京都市大学 正会員 田中剛 正会員 末政直晃
 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、熊本県内で 4043 件の宅地擁壁が被災した¹⁾。被災した宅地擁壁について調べると、それらのほとんどが現在の建築基準法を満足していない既存不適格擁壁であった¹⁾。今後はこのような既存不適格擁壁に加えて老朽化した擁壁が増加することが考えられ、効率的な擁壁補強が求められる。現在、既存擁壁の補強対策技術としてアンカー工法などがあるが、施工性や費用的な問題により宅地擁壁への適用は限定的である²⁾。本研究は、遠心場震度法シミュレータ³⁾を用いた遠心模型実験から既存不適格擁壁に対する補強による地震時安定性を把握するものである。本報告では、既存不適格擁壁として空石積擁壁を取り上げ、小型縮尺模型でのモデル化方法と、それを用いた遠心傾斜模型実験について説明する。

2. 遠心場震度法シミュレータ

遠心場での震度法シミュレータは斉藤ら⁴⁾が初めて開発した。本研究で使用した遠心場震度法シミュレータ⁴⁾の外観を写真-1 に示す。擁壁模型地盤を遠心場震度法シミュレータの底盤に固定して傾斜させ、擁壁模型地盤に水平力 $k_h = \tan \theta$ (ここで、 k_h は水平震度、 θ は傾斜角度) を付与することで、震度法を模擬できる。

3. 実験概要

3-1 空石積擁壁のモデル化手順

使用した実験土槽は、幅 300mm 高さ 200mm 奥行き 120mm のアルミ製土槽であり、土槽の片側側面はアクリル面により内部の様子を観察できる。擁壁ブロックは石膏製の高さ 20mm × 幅 38mm および 19mm の擁壁ブロック模型と高さ 14mm × 幅 114mm の擁壁基礎模型を 3D プリンターによって作成した(写真-2, 図-1)。作製した擁壁ブロックと基礎は土槽側面との摩擦の影響を低減するために土槽幅に対して約 3mm の隙間ができるように設計し、擁壁外への地盤の流出を防ぐ為にスポンジ製の隙間テープを土槽側面と接する擁壁ブロック面に貼り付けた。擁壁ブロックは 5 段積みで擁壁高さ約 110mm、傾斜勾配約 75° とした(図-2)。擁壁の積み上げ方法は、擁壁ブロックの目が横に通るように積み上げる「布積み」とした。模型背面地盤は、気乾状態の珪砂 7 号を使用し、空中落下法にて相対密度 $Dr=60\%$ になるように作製した。地盤作製状況を写真-3 に示す。



写真-1 遠心場震度法シミュレータ



写真-2 使用した擁壁ブロックと基礎

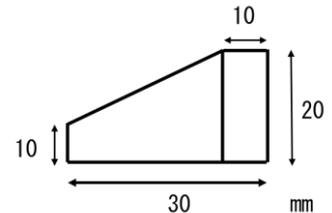


図-1 擁壁ブロック側面イメージ

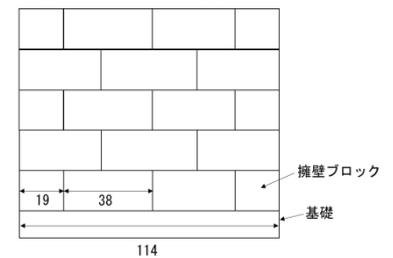


図-2 擁壁ブロックと基礎の簡略図

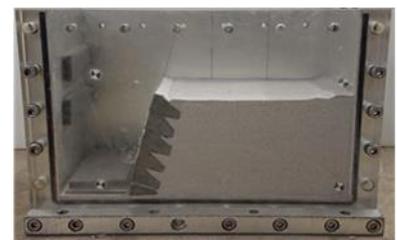


写真-3 空石積擁壁の作製結果

キーワード: 空石積擁壁 遠心模型実験 画像解析

〒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:g1518054@tcu.ac.jp

3-2 実験手順

実験前の外観を写真-4 に示す。模型擁壁地盤を遠心場震度法シミュレータの底板に固定した。その後、遠心装置を運転して20Gまで遠心加速度を上昇させた。20G 到達後、沈下による変位の安定を3分間確認した後に最大26.7度まで傾斜速度0.16度/秒で傾斜させる傾斜実験を行った。また計測項目は土槽外枠に設置したHDVカメラ(GoProHEROSession5)から画像解析、法肩から46mm離れた付近と天端中央付近に設置した変位計からの鉛直変位とした。以下の結果は実地盤換算した値で示す。



図-4 実験前外観

3-3 実験結果

実験後の擁壁を写真-5 に、法肩天端部に設置した変位計のデータを図-3 に示す。図-3 から分かるように傾斜開始後すぐに法肩、天端ともに緩やかに変位が生じており、15度(kh=0.27)を過ぎた付近で天端の変位の傾きが微小に増加し、25度(kh=0.47)付近で法肩天端ともに急激な沈下が生じて崩壊が起こった。HDVカメラの映像から画像解析を行った。



写真-5 実験後の模型擁壁

画像解析には画像解析ソフト TN-SKIP⁵⁾を使用した。これは変形前と変形後の色の濃淡の移動から変位やひずみを解析できるものである。傾斜角度22度から23度、22度から25.45度での解析結果を表-1 に示す。ここで凡例は寒色系から暖色系になるにつれて最大せん断ひずみが大きくなるようにした。

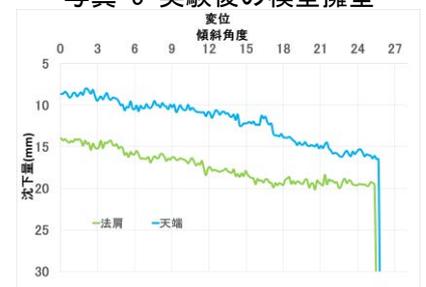


図-3 法肩、天端変位

22度から23度では寒色系が際立ち変形が起こっていないことが確認できた。また25.45度になると擁壁下端部背面から天端中央付近に向かって線形に暖色系が際立つせん断ひずみ卓越(すべり線)の発現が確認できた。

4. まとめ

本報告では、既存不適格擁壁として空石積擁壁を取り上げ、小型縮尺でのモデル化と、それを用いて遠心場にて擁壁模型地盤の傾斜実験を行い画像解析から変形状況の確認を行った。その結果、縮尺模型空石積擁壁をモデル化でき、崩壊時背面地盤に線形のすべり線が発現する様子が確認できた。今後対策工法についても同様に考察したい

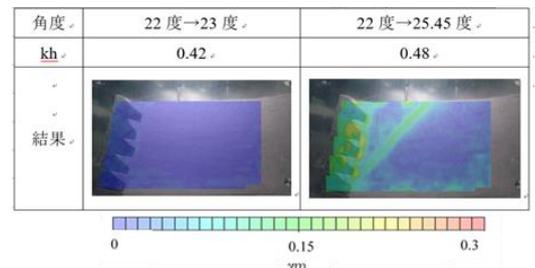


表-1 解析結果

5. 謝辞

本研究で使用したTN-SKIPは日本工営中央技術研究所 Sreng Sokkheang 氏から提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

6. 参考文献

- 1) 国土交通省:熊本地震の教訓を踏まえた全国宅地耐震化の推進ガイドライン～全国の宅地耐震化と被災時の宅地復旧に向けて～https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi06_hh_000026.html
- 2) 熊本県・熊本市:被災宅地復旧の手引き～熊本地震による被災者の皆さまへ～
https://www.pref.kumamoto.jp/common/UploadFileOutput.aspx?c_id=3&id=19077&sub_id=4&flid=117613
- 3) 伊藤直幸, 野々山勝智, 末政直晃, 田中剛, 片田敏行, 荒井郁岳:盛土崩壊を模擬した遠心場傾斜実験, 第43回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1963～1964, 2008.
- 4) 斎藤邦夫, 片上典久, 石井武司, 田中勝, 野本健司, 杉本剛康:震度法シミュレーターの開発, 土木学会第50回年次学術講演会, III-408, pp.816-817,
- 5) 上野勝利, 李元海, Sreng Sokkheang, 貞野哲也, 萩原敏行:サブピクセル精度をもつ相互相関法の2次元模型実験への適用, 日本実験力学学会講演論文集, No.2, pp.256-261, 2002.