

石積ブロックとグリッドによる老朽化ため池堤体の耐震補強 (Earthquake resistant reinforcement of an aging earth dam by masonry blocks and grids)

○王 博涵*・毛利 栄征*
(Bohan Wang・Yoshiyuki Mohri)

1. はじめに

ため池は日本に約 20 万箇所存在する。そのうち約 70%は江戸時代以前に経験的な技術によって築造され、老朽化により改修を必要としているものも多い。これらの老朽ため池のレベル 2 地震動に対する耐震補強を実施することが喫緊の課題である。特に、耐震性と経済性に優れた補強工法の導入は有効な手法の一つである。補強土壁は剛性の大きな壁面材とジオグリッドの引張抵抗によって、高い安定性と変形抑制効果が得られることが知られている。本研究では、石積みブロックと補強グリッドを併用(Fig1)したため池の耐震補強モデルの遠心実験のシミュレーションを実施し、その挙動を明らかにした。

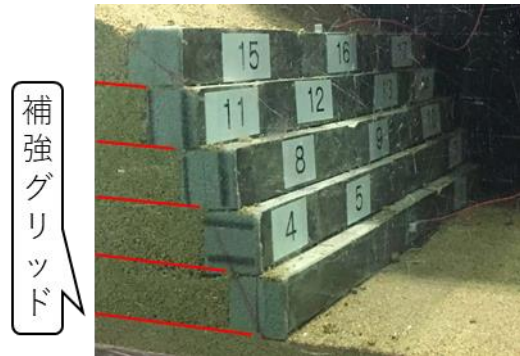


Fig 1 補強部分の構造

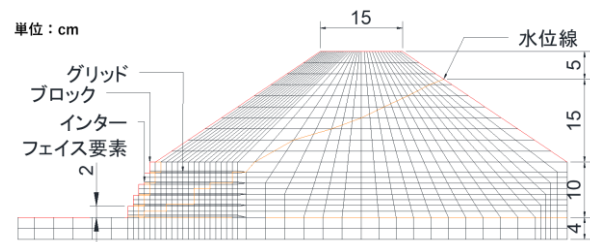


Fig 2 実験概要と解析メッシュ

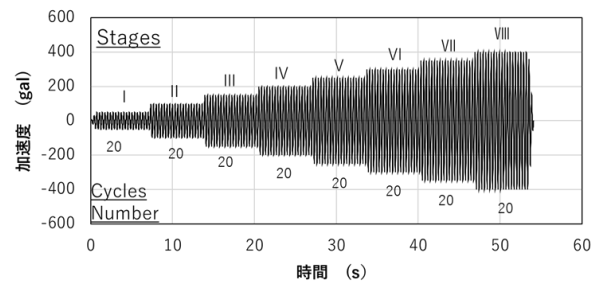


Fig 3 加振波形

Tab 1 解析パラメータ

材料	E kgf/cm ²	ν	ρ kg/cm ³	ϕ deg	C kg/cm ²
基盤飽和	300	0.3	0.00202	24	2.7
堤体飽和	300	0.3	0.00192	22	0.12
堤体不飽和	300	0.3	0.00168	35	0.08
ブロック	210000	0.25	0.00225	—	—
グリッド	900	0.45	0.0001	—	—
インターフェイス要素	300	0.3	土と同じ	40	0.1

2. 実験の概要

本研究では、堤高 9m 程度の中規模ため池を想定して、30cm の堤体模型に 30G の遠心力を作用させて実験した。補強部分は、高さ 2cm、背面側に長さ 7cm のグリッドを付けたブロックを 5 段積み上げている。基礎地盤は、佐原砂で Dc 値 95% (最適含水比) となるように構築し、堤体は一般的な老朽ため池堤体を模擬するために、佐原砂で Dc 値 85% (最適含水比) となるように作製した。貯水は濃度調整したメトローズ水溶液を使い、水位は天端下 5cm のところに設定した。加振条件は正弦波・3Hz の計 20 波を 1 ステージとする最大加速度 400gal の多段階加振とした (Fig3)。

3. 解析の概要

* 東京農工大学連合農学研究科 UNITED GRADUATE SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCE, Tokyo University of Agriculture and Technology キーワード：ため池、遠心振動試験、FEM 解析

数値解析には動的緩和法による弾完全塑性 FEM 解析 (Nonsolan) を用いた。土の降伏関数には Mohr-Coulomb 型モデルを適用し、塑性ポテンシャルには Drucker-Prager 型モデルを採用した。補強材のモデルとして、グリッドの曲げ剛性が小さいことから、トラス要素でモデル化した。さらに、土と補強材の境界面ではひずみの集中やすべりが発生することが想定されることから、土要素と同じインターフェイス要素を用いて、境界面の物理現象を表すこととした。土要素とトラス要素のパラメータを Tab1 に示す。使用した遠心実験モデルの有限要素メッシュは Fig2 に示すように、節点数 1,104、要素数 1,075 とした、解析のモデルサイズは遠心場の模型サイズで、単位体積重量を 30 倍に設定し、初期応力解析を行い、遠心場での加速度と時間関係を入力波として、動的解析を実施した。

4. 結果と考察

天端の加速度応答 (Fig4) については、入力波形の 200gal 以前の再現性がよく、250gal 以後のステージでは、堤体の加速度応答は予測できていない。堤体天端の加速度センサーが天端のクラックの発生によって特異な動きをしたと考えられる。天端の沈下量 (Fig5) に関しては、沈下の開始から最終沈下量 0.35m までよく再現できている。さらに、最上段ブロックの移動量 (Fig6) については、40s 以前の解析結果と実験時の挙動はよく整合しており、最終移動量は実験よりやや小さい結果となり、0.13m の誤差を持っている。このことについては、ブロック間のインターフェイス要素のパラメータを再検討する必要がある。Fig7 解析による最大せん断ひずみ分布を示す。Fig8 の実験後の堤体破壊状況と比較すると、概ね堤体の主要なすべり破壊を再現できている。すべりが抗土圧構造体の上部や裏側に到達しているが、補強領域の一体化によって変形が抑制されている。

謝辞

本研究を遂行するにあたって農研機構

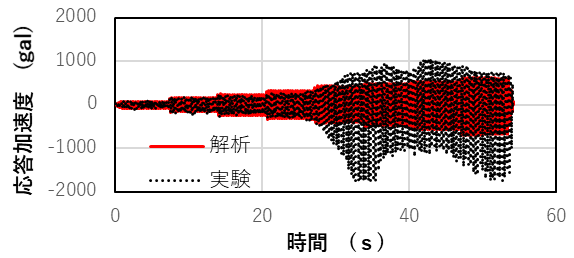


Fig 4 天端の応答波形比較

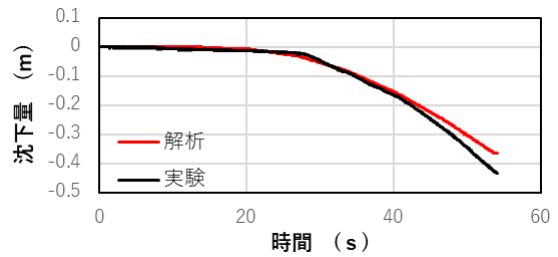


Fig 5 天端沈下量比較

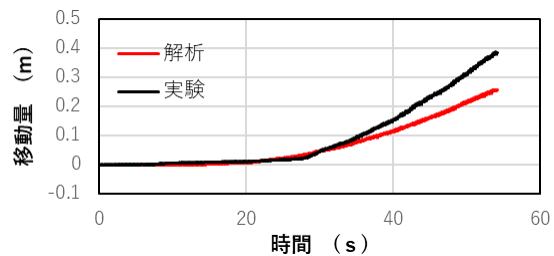


Fig 6 最上段ブロック移動量比較

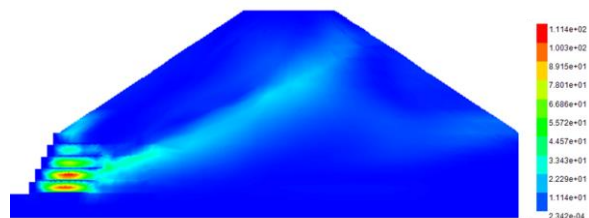


Fig 7 解析結果最大せん断ひずみ分布

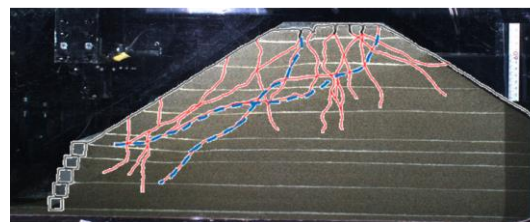


Fig 8 加振後堤体状況

農村工学研究部門の関係各位に感謝の気持ちを申し上げます。

引用文献

- 1) 王博涵, 田頭秀和, 泉明良, 毛利栄征, 田中忠次(2018): ため池堤体の石積ブロック補強に関する遠心振動実験と解析的検討, ジオシンセテックス論文集, 第 33 巻, p.167-174.