

透水性改良体によるため池の安定化工法に関する遠心模型実験

Centrifugal model tests of stabilization method using permeability soil improvement for embankment.

○西尾竜文*, 足立有史*, 泉明良**

NISHIO Tatsufumi, ADACHI Yuji, IZUMI Akira

1. はじめに

ため池は全国に約15万箇所存在する。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。また近年、豪雨や地震などの自然災害の頻発化、大規模化によりため池の被害が増加しており、平成23年東北地方太平洋沖地震や平成30年7月豪雨では、多くのため池が被害を受けている²⁾。このような背景から、著者らは、透水性改良体を用いた浸透および地震に対するため池の安定化工法を開発している。本報では、本工法の適用効果確認を目的として実施した遠心模型実験の概要について報告する。

2. 実験概要

図-1、表-1に模型概要図と模型材料一覧を示す。本実験は、遠心加速度50G場において実施した。模型寸法は遠心力場の相似則に基づき、実物の1/50で作製した。模型土槽は内寸法が幅1.25m、高さ0.45m、奥行き0.4mの剛土槽を使用し、銕田砂を用いて基礎地盤および堤体盛土を湿潤締固めて作製した。対策工として用いた透水性改良体は、プレキャストとした。透水性改良体は、透水性の高い碎石や砂などを骨材とし、少量のセメントスラリーと混和材を混合した改良体であり、優れた透水性とせん断強度を有している。本実験では、骨材として1505碎石を使用した。間隙水は浸透現象における実験時間の制限から粘性流体ではなく、水を使用した。下流側基礎地盤においてGL-5.0mの地下水位を想定して、ドレーン碎石を設置した。表-2に実験ケースを示す。本実験では、無対策と対策有の2ケースの実験を行った。CASE2では、対策工として堤体下流側尻部に幅6.0mの透水性改良体を配置した。本実験では、湛水状態での地震を想定した。遠心加速度50G場に到達後、堤体上流側に給水し、水位を上昇させ、所定の水位に到達後、給水量を調整して水位を一定に保持した。模型内に設置した間隙水圧計の値が一定値を示し、浸透状態が定常に至ったことを確認して加振を行った。図-2に土槽底盤に設置した加速度計より取得した加振時の加速度波形を示す。入力波は、正弦波(5Hz, 600gal, 200波, 前後テーパ付き)とした。

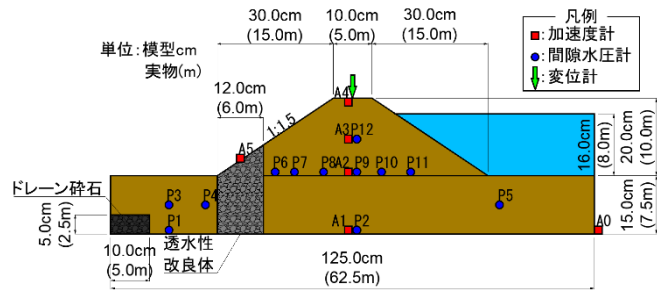


図-1 模型概要図

表-1 模型材料一覧

モデル名	材料	物性等
基礎地盤 堤体盛土	銕田砂	$\rho_{dmax}=1.724 \text{ g/cm}^3$, $w_{opt}=15.3 \%$, $D_c=90 \%$, $\rho_d=1.552 \text{ g/cm}^3$, $k=5.32 \times 10^{-6} \text{ m/sec}$
透水性改良体	ポース コンクリート	$\rho_c=1.899 \text{ g/cm}^3$, $q_u=17.40 \text{ MPa}$, $k=5.21 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$
間隙水	水	-

表-2 実験ケース

ケース名	対策工
CASE1	なし
CASE2	あり(透水性改良体)

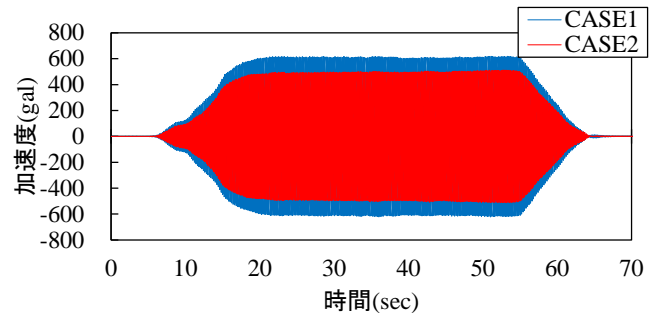


図-2 土槽底盤(A0)における加速度波形

* (株)安藤・間, HAZAMA ANDO CORPORATION, * 農研機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO キーワード: ため池, 浸透, 地震, 遠心模型実験

3. 実験結果

図-3 に加振直前の模型の浸潤面の様子を示す。図中には目視により推定した浸潤面を青線で示している。CASE1 では、上流側水位面から下流側法尻部を通り、下流側基礎地盤のドレーン砕石に向かってほぼ直線的に浸潤面が分布し、堤体中央部では、堤高 GL+10.0m に対して GL+5.0m 程度の位置に地下水位があると推定される。これに対して、CASE2 では、上流側水位面付近の浸潤面の勾配が大きく、CASE1 と比較すると堤体中央から下流側透水性改良体にかけて、浸潤面が低下している。堤体中央部では、GL+4.2m の位置に地下水位があると推定される。図-4 に基礎地盤および堤体盛土内に設置した間隙水圧計の値から推定した地下水位を示す。水圧計より推定した堤体内水位は、模型の浸潤面に対して約 20%低い傾向を示しているが、堤体中央における水位はCASE1 に対して、CASE2 では約 20%低い。これは、浸潤面の傾向と概ね一致しており、浸透時の透水性改良体による水位低下効果が確認できた。図-5 に模型中心線上における応答加速度を示す。応答加速度は、基礎地盤において入力加速度と同等であるのに対して、堤体中段では、両ケースとも減衰する傾向を示した。特に CASE2 に対して、CASE1 では、減衰が大きい傾向を示した。図-6, 7 に加振時の堤体天端沈下量と模型変形状況を示す。CASE1 では、加振に伴い、堤体下流側へのすべり破壊と上流側への流動変形が発生した。これに対して、CASE2 では、上流側はCASE1 と同様に流動変形が発生したが、下流側のすべり破壊は発生しておらず、透水性改良体による変形抑制効果が確認できた。堤体天端中央の沈下量は、CASE1 では 1.249m であったのに対して、CASE2 では 0.576m であり、対策工の設置により約 54%の沈下抑制効果が確認できた。

4. まとめ

透水性改良体によるため池の安定化工法について、遠心模型実験により適用効果を確認した。その結果、浸透時には堤体内水位を 20%低下でき、地震時には下流側のすべり破壊を抑制し、堤体天端沈下量を約 54%低減できることが確認できた。今後は数値解析も含めて、さらに詳細な検証を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 農林水産省ホームページ, 2) 平成 23 (2011) 東北地方太平洋沖地震による福島県のため池被災の特徴と応急対策, 農村工学研究所技報, Vol.213, pp.175-199, 2012. 3) 平成 30 年 7 月豪雨による被災ため池等に関する現地調査報告書, 農研機構, 2018.7.

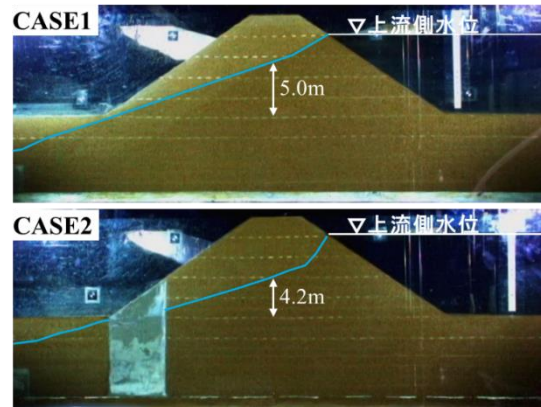


図-3 加振直前の浸潤面の様子

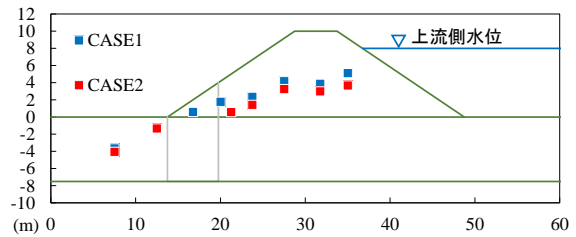


図-4 間隙水圧計より推定した堤体内水位

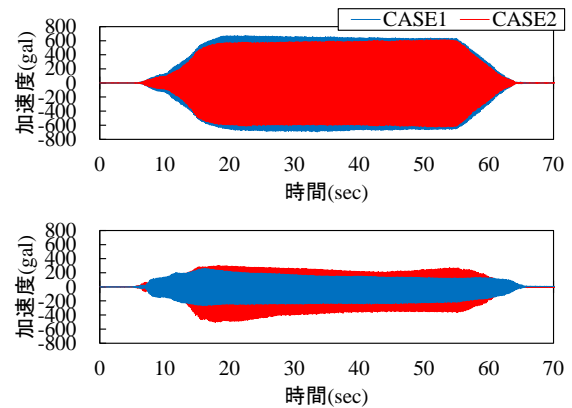


図-5 模型中央の加速度応答値
(上: 基礎地盤底面 A1、下: 堤体中段 A3)

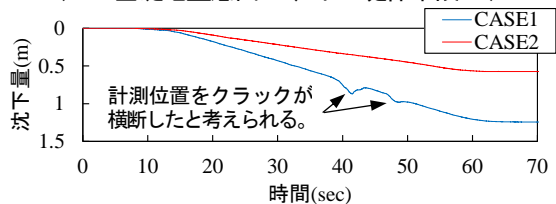


図-6 堤体天端中央の沈下量

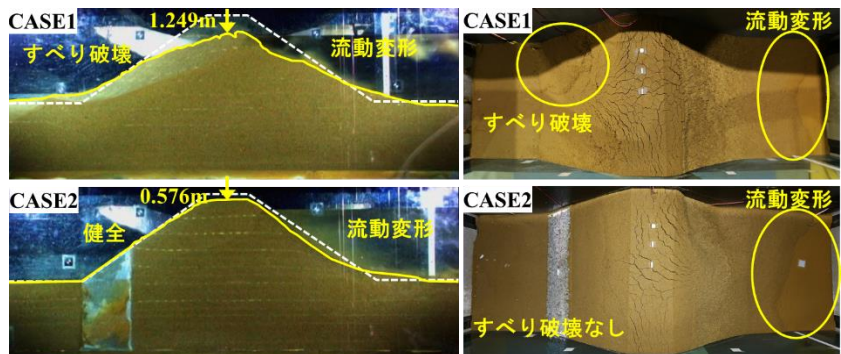


図-7 加振後の模型の変形状況