

ため池堤体の変形挙動に関する動的遠心载荷模型実験 Dynamic Centrifuge Model Tests on Deformation Behavior of Small Earth Dams

○泉 明良*・大山峻一*・澤田 豊**

IZUMI Akira, OHYAMA Shunichi and SAWADA Yutaka

1. はじめに

全国の防災重点農業用ため池において防災工事が推進されている。「ため池整備」¹⁾では、重要度区分 AA 種のため池についてレベル 2 地震動に対して求められる耐震性能は限定された損傷にとどめる、つまり地震による損傷が限定的なものにとどまり、土地改良施設としての機能の回復が速やかに行う得る性能と記述されている。現状は安定計算から算定される沈下量が設定した許容沈下量を下回れば耐震性能を満足すると判断している。しかしながら、沈下量のみでは、速やかな機能回復を達成し得るか評価できず、法面を含めた変形を評価する必要がある。本研究では、動的遠心载荷実験を実施し、堤体全体の変形について定量的な評価手法を提案する。

2. 実験概要

本実験は 50 G の遠心場で実施した。土槽はアルミ製で幅 1.35 m×高さ 0.45 m×奥行 0.4 m である。Fig. 1 に実験概要図を示す。Case 1 では無対策、Case 2 では押え盛土工法、Case 3 では前刃金土工法の堤体をそれぞれ模擬した。堤体模型は実規模換算で堤高 10 m、地盤厚さは 7.5 m である。

基盤ならびに堤体材料には銚田砂を使用し、刃金土には笠間土を使用した。銚田砂の土粒子密度は 2.65 g/cm³ 最大乾燥密度は 1.72 g/cm³、最適含水比は 15.6 % である。笠間土の土粒子密度は、2.59 g/cm³、最大乾燥密度は 1.52 g/cm³、最適含水比は 23.4 % である。基盤および堤体は締固め度 90 % で作製した。50 G の遠心力を载荷させ、地表面から 16 cm の位置まで注水し定常状態を確認してから加振した。入力波形は Fig. 2 に示すとおり sin 波を 300 波で最大振幅は 6 m/s² とした。Fig. 1 に示すように加速度および間隙水圧、天端部の鉛直沈下量を計測した。また、実験前後に、堤体断面方向をレーザー変位計により形状を計測した。

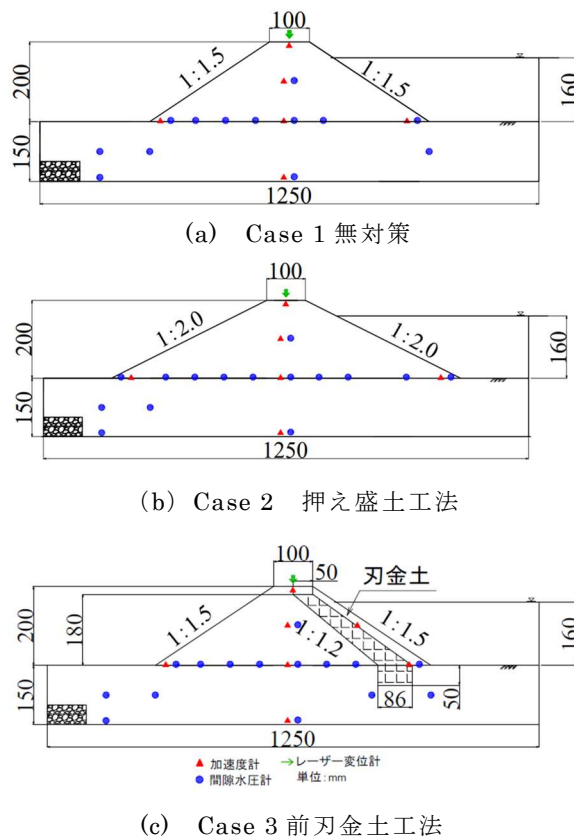


Fig. 1 実験ケースおよびセンサー位置図
Test case and instrumentation

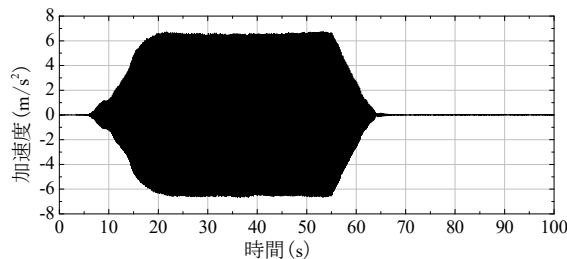


Fig. 2 入力波形
Input wave form

*農研機構農村工学研究部門

**神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

キーワード：ため池堤体，遠心载荷実験，土構造物の地震時挙動

3. 実験結果および考察

Fig. 3 に各ケースの実規模換算した天端中央の沈下量の時刻歴を示す。入力波形の振幅が増大する10秒を経過した時点からすべてのケースにおいて沈下量が増加する。加振終了後の各ケースの天端上流の沈下量はそれぞれ1.295 m, 0.655 m, 1.228 mであった。Case 1においては、天端沈下量計測位置以外の箇所でも天端が貯水位より沈下し決壊した。無対策の堤体と比較して、押さえ盛土工法および前刃金土工法のケースでは沈下量が抑制されている。

Fig. 4 に実験終了後の各ケースの断面の変形形状を示す。横軸は堤体中央部を0とした水平距離を、縦軸は堤体底面を150 mmとした高さを示している。Case 1では上下流法面において堤体が大きく変形するとともに、天端全体が大きく沈下した。Case 2では、Case 1と比較して沈下量ならびに下流法面の変形が抑制された。Case 3では、Case 1と比較すると天端全体の変形は抑制されていることがわかる。

各ケースの実験後の断面変形の程度を示すために断面変形率を上流法面と天端、下流法面と3つに区分して算定した。断面変形率は、加振によって変化した断面積の和（**Fig. 5**の斜線部）を初期断面面積で除して算定した。断面変形率が0%であるならば、地震後において堤体の変形は発生していないことを示す。各ケースの断面変形率を**Table 1**に示す。各区分において、無対策のCase 1と比較して、Case 2およびCase 3については断面変形率が低減しており、定量的に堤体の変形を評価することができる。

4. まとめ

本研究では、地震時のため池堤体の変形形状を定量的に評価する手法を動的遠心載荷実験結果から提案した。断面変形率を算定することで、地震時の堤体の変形程度を評価することができレベル2地震動に対する要求性能である速やかな機能回復に関する評価指標として用いることができる。また、各種対策工法の実験結果や数値解析においても、断面変形率を用いることで耐震効果を比較・検証することが可能である。

謝辞：本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「ため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発」(JPJ009839)の補助を受けて行った。

参考文献：1) 農林水産省農村振興局整備部設計課：土地改良事業設計指針「ため池整備」, 農業農村工学会 (2015)

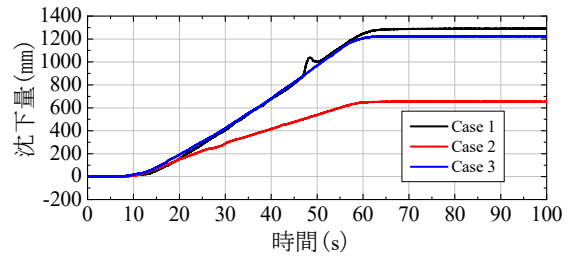
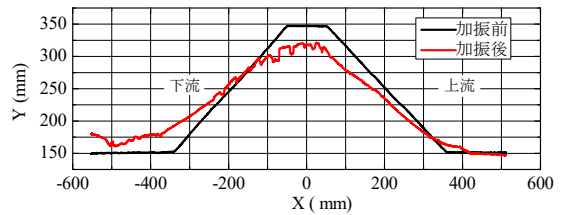
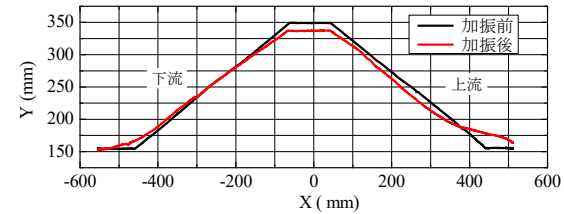


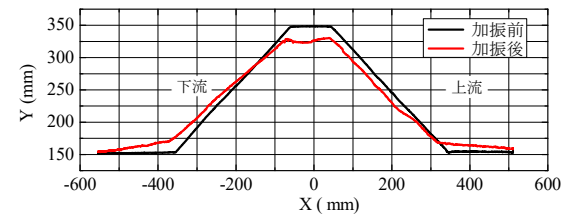
Fig. 3 沈下量の時刻歴
Recorded settlement of the top of the embankments



(a) Case 1



(b) Case 2



(c) Case 3

Fig. 4 加振後の堤体変形
Deformation of the embankment after shaking

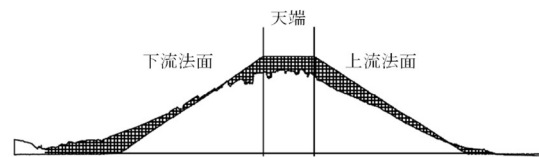


Fig. 5 断面変形率の算定
Calculation of sectional deformation rate

	断面変形率 Sectional deformation rate		
	上流法面	天端	下流法面
Case 1	21.8 %	16.5 %	30.3 %
Case 2	13.4 %	6.2 %	5.5 %
Case 3	17.9 %	11.4 %	17.5 %