

画像解析を用いた振動台実験によるため池堤体の地震時挙動 Seismic behavior of irrigation tank by shaking table tests with image-processing technique

○宮永 泰光*, 小林 晃**, 村上 章*

MIYANAGA Yasumitsu, KOBAYASHI Akira, MURAKAMI Akira

1. はじめに

現在、日本には約 21 万個のため池が存在するといわれており、農業用水供給に重要な役割を果たしている。しかしながら、現存するため池の多くは築造年数が古く、構造の詳細が不明なため経年劣化により強度が低下し地震時などには大きな被害を受けることが予想される。実際、東北地方太平洋沖地震や中越地震では天端の亀裂やすべりといった被害が報告され、さらには堤体の崩壊という重大な被害も報告されている。本研究では、ため池堤体の地震時挙動把握や安全性向上に資するデータの収集を目的に、低コストかつ簡便な画像解析を用いた小型模型振動台実験¹⁾を提案し、その結果を検討した。

2. 実験概要

本実験では、幅 610 mm、高さ 480 mm、奥行き 250 mm の小型振動台を用い、図 1 に示すような断面形状の堤体模型を作成した。使用した模型材料は最適含水比 12%、最大乾燥密度 $1.88 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ であり、模型の作成には木製の型枠を用いてランマで突き固めた。また、振動による過剰な波高を回避するために、堤体法面と水槽の接する部分がゴム膜でできた特殊な水槽を用いて、浸透水はないが動水圧が堤体に作用する状態を再現した。これにより、堤体法面に作用する動水圧の影響を調べることが可能となり、堤体法面に設置した圧力計により動水圧を測定する。

本実験で用いた堤体模型は非常に小さいため、加速度計や変位計などの計測機器を設置することができない。したがって、模型断面に多数の標点を設置し、振動中の連続写真から画像解析²⁾により標点の動きを解析した。この手法を用いて、各標点の変位を求め、振動中の堤体縦断面におけるせん断ひずみ分布と体積ひずみ分布が得られる。

また、本実験における入力波は 0.510 Hz から 2.450 Hz の正弦波とし、角周波数において振幅を 6, 8, 10, 12 mm と変化させた。模型材料の含水比の変化による挙動への影響を調べるために、含水比を表 1 のようにおよそ 8, 10, 12, 14 % と変化させて実験を行った。模型による誤差を無くすために同条件の実験を 2 度繰り返し、平均値で評価した。

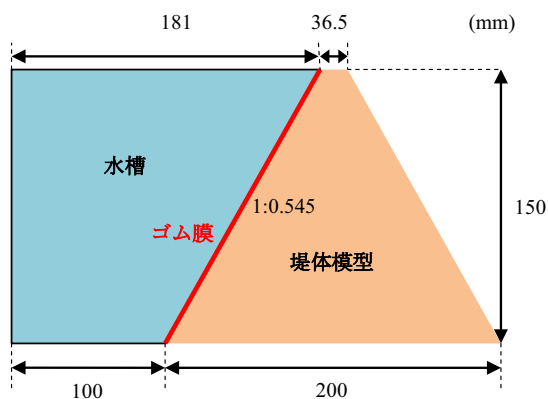


図 1 実験装置概要

Figure 1 Schematic view of experimental set up

*京都大学農学研究科 Kyoto University **関西大学環境都市工学科 Kansai University

表 1 実験条件

Table 1 Experimental parameters

模型番号	A	B	C	D	E	F	G	H
含水比 (%)	8.7	8.3	9.7	9.5	11.8	11.6	13.2	12.6
周波数(Hz)	0.510~2.450							
振幅(mm)	6, 8, 10, 12							

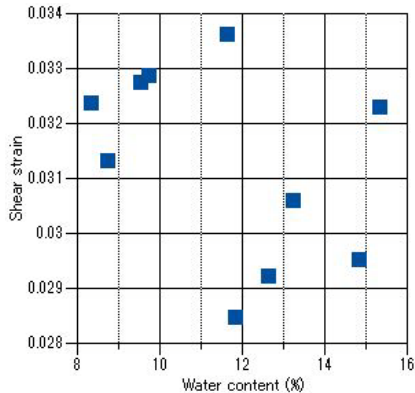


図 2 模型材料の含水比と最大せん断ひずみ

Figure 2 Relationship between maximum shear strain and the value of water content

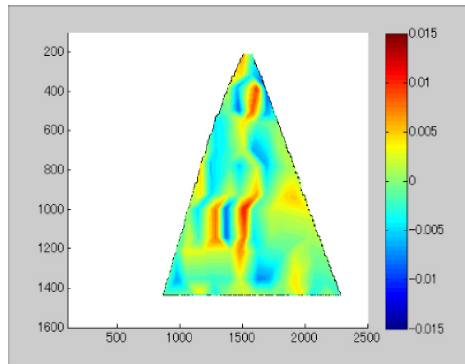


図 3 体積ひずみ分布

Figure 3 Volumetric strain distribution

3. 実験結果とその検討

振動中の最大せん断ひずみと材料の含水比の関係を図 4 に、模型 E における振動開始から 0.18 秒後の体積ひずみ分布を図 5 に示す。図 4 の最大せん断ひずみは周波数が 2.450 Hz、振幅が 12 mm で最大加速度が 280 gal である時のものである。また、図 5 の体積ひずみ分布においては、正を引張とする。図 4 に示すように、模型材料の含水比が最適含水比である 12% で最大せん断ひずみが最小になっており、それより高含水比側で乾燥側よりも小さな最大せん断ひずみを示している。図 5 によると、体積ひずみの圧縮・引張が断面で垂直軸に沿って縦縞模様交互に現れ中央部分では引張の領域が鉛直方向に分布した。

4. まとめ

画像解析を用いて簡易な小型模型振動台実験を行った。本手法は実験が非常に簡便であることから、試行回数を増やすことができ、様々な条件で実験が可能である。同条件の実験を繰り返して行うことで実験精度が向上した。また、特殊な模型を用いて堤体法面に動水圧が作用している状態を再現し、振動中の連続写真を画像解析することによって振動中の堤体縦断面の応力状態を検証することができた。その結果、含水比が挙動に大きな影響を与えており、最適含水比あるいはそれより湿潤側で締固めることが有効であることが分かった。体積ひずみ分布に関しては、圧縮域と引張域が垂直軸に沿って交互に現れ、中央部分で引張領域が分布することが分かった。中央部での引張応力が天端のクラックの発生原因であると推察できた。

■参考文献 1) 増川晋, 安中正美, 林田洋一 (2008): 堤頂長/堤高比の異なるシリコンダム模型の振動実験(<特集> 模型実験の動向), 地盤工学会誌, vol. 56 (10): 16-19. 2) 荒居旅人, 小林晃, 湯谷啓明 (2010): 模型振動実験からみたため池堤体の動特性, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp. 388-389.