

# 遠心载荷振動実験によるフィルダム模型の動的挙動に対する含水比の影響 Effect of water contents to seismic behavior of fill dam models in centrifugal shaking model tests

○榎谷麻衣\*, 佐藤友孝\*, 田頭秀和\*\*, 林田洋一\*\*, 斎藤広隆\*, 向後雄二\*

MASUTANI Mai, SATO Tomotaka, TAGASHIRA Hidekazu, HAYASHIDA Yoichi,  
SAITO Hiroataka, KOHGO Yuji

## 1. はじめに

フィルダムのレベル2地震動に対する耐震設計においては、変形のメカニズムを把握することが重要である。フィルダムの耐震性に関する研究はこれまでも多く行われてきている<sup>1)</sup>。しかし、地震動に対する変形挙動と間隙水圧の関連性を検討した事例はない。そこで本研究では、フィルダム堤体模型を用いた遠心载荷振動実験を行い、初期含水比状態が堤体の変形挙動に与える影響について明らかにすることを目的とした。

## 2. 実験方法

実験に使用した遠心载荷実験装置は、最大载荷質量 3 t, 最大遠心加速度 100 g, 有効アーム回転半径 4.8 m, 最大振幅 ± 4.22 mm の性能を持ち、加振方向は上下流方向のみである。本実験では遠心加速度を 30 g とした。実験材料は 6 号珪砂を使用し、その水分保持曲線を Fig 1 に示す。実験は初期含水比の異なる 3 条件で実施した。実験条件の詳細を Table 1 に示す。

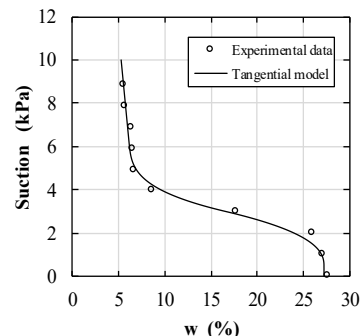


Fig 1 水分保持曲線  
Soil water retention curve

模型は 1 層 20 mm 毎に締固めた水平地盤を作製後、堤体の形に切出した。模型寸法は実スケールで高さ 6 m, 天端幅 1.5 m, 奥行 12 m, 敷幅 31.5 m, 斜面勾配は 1:2.5 とした。入力波は周波数 4 Hz, 主要動 5 波のテーパー付き正弦波とし、3.25 秒間継続加振した。入力加速度段階は 100 gal から始め、50 ~ 100 gal 間隔で増加させて 900 gal を最終段階とした。各種センサー配置を Fig 2 に示す。堤体内部には加速度計、間隙水圧計、間隙空気圧計を設置し、模型上部にはレーザー変位計を設置した。間隙水圧の計測にはセラミックカップ、シンプレックスチューブ、および圧力トランスデューサから構成されるテンシオメータを用いた。また土槽正面にカメラを設置し、静止画を撮影した。各加振前後の静止画から、画像解析により堤体断面の変位を算出した。

Table 1 実験条件

Tests condition			
Cases	含水比 w (%)	飽和度 S <sub>r</sub> (%)	相対密度 D <sub>r</sub> (%)
Case 1	5.0	18.0	50
Case 2	8.0	28.9	50
Case 3	14.0	50.8	50

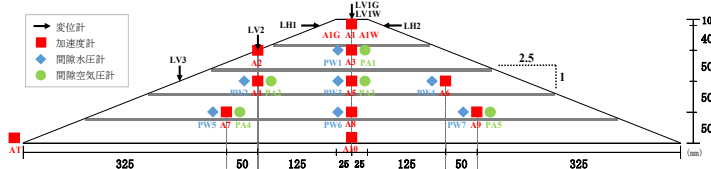


Fig 2 センサー配置図  
Sensors position

\* 東京農工大学 Tokyo University of Agriculture and Technology

フィルダム, 地震時挙動, 模型実験

\*\* 農業・食品産業技術総合研究機構

National Agriculture and Food Research Organization

### 3. 結果と考察

堤体の変形挙動や応答に関して結果をまとめる。全ての条件において堤体は丸みを帯びて沈下し、両斜面ですべりへと発達する変形が観察された。天端付近では亀甲状のクラックが発生した。最終加振後の模型断面での累積変位ベクトル分布を Fig 3 に示す。Case 2 において変位量は最大となり、最も高含水比の Case 3 では比較的変形が抑制された。これは遠心载荷に伴い模型から染み出した水が土槽内に貯まり、抑え盛土のような働きをしたためであると考えられる。

堤体の応答や変形の推移に着目すると、各加速度段階において計測された (a) 最大応答加速度倍率、(b) 累積変位率、および (c) 間隙水圧を Fig 4 に示す。横軸には振動台上で計測された加速度の最大値  $AT_{max}$  をとった。応答加速度の最大値を  $AT_{max}$  で除した値を最大応答加速度倍率とした。また、天端で計測した変位量を堤高で除した値を累積変位率とした。

天端での応答加速度倍率は加振初期段階において最大となり、徐々に低下していった。これは変形が大きくなるとともにすべりやクラックが発生し、堤体剛性が低下したことによるものと思われる。含水比状態の違いに着目すると、高含水比であるほど応答加速度倍率が大きくなる傾向にあるが、大きな入力加速度ではほとんどその差はなくなる。天端での変位に関しては、 $AT_{max}$  が 300 ~ 500 gal 加振時に沈下が始まった。この時点で堤体下部の間隙水圧計 PW6 での計測値が負圧から正圧に移行した。PW6 での計測値はいずれの条件においても増加傾向にあった。この要因が堤体の圧縮などの変形によるものか、あるいは浸透現象によるものかについては、今後検討する必要がある。

### 4. 結論

含水状態とフィルダムの変形挙動の関連性を明らかにすることを目的に、初期含水比の異なる条件下で遠心载荷振動実験を実施した。その結果、含水状態による応答や変形の違いが確認されたが、間隙水圧の変化については今後検討が必要である。

本研究は科研費(18K05892)の助成を受けて行われたものである。関係各位に感謝いたします。

参考文献 1) 例えば 韓国城ら (1982) 東京大学生産研究速報(10), 425-428

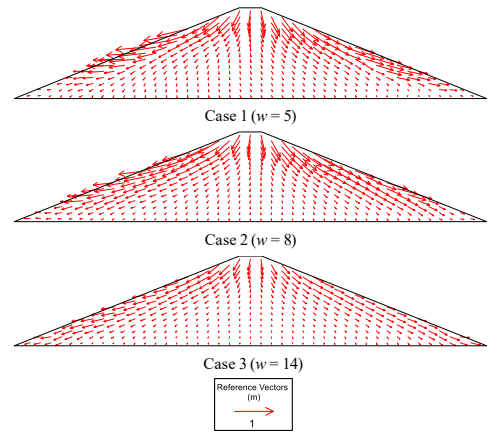
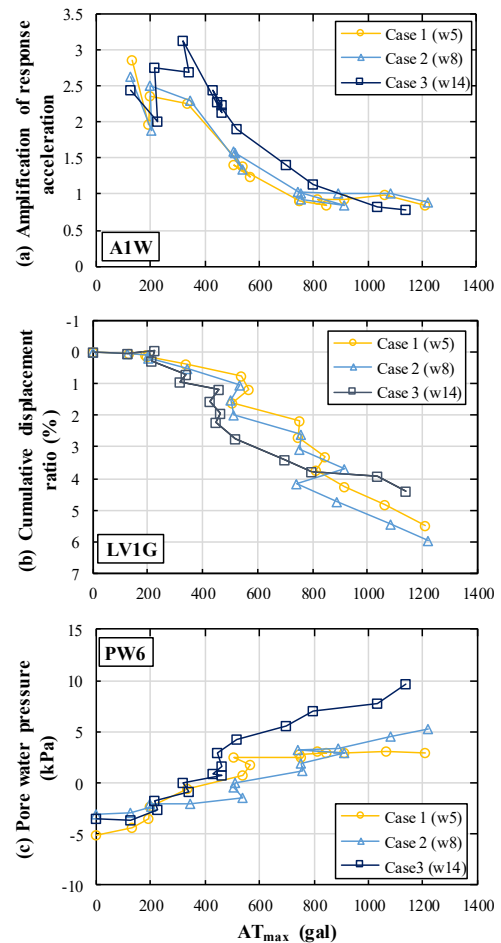


Fig 3 累積変位ベクトル (実験後)  
Cumulative displacement vector



(b)累積沈下率, (c)間隙水圧の推移  
(a)Amplitude of response acceleration,  
(b)Cumulative displacement ratio  
(c)Pore water pressure