堤体の非線形化に伴う減衰特性の変化に関する遠心力載荷模型実験

| 農研機構 | 農村工学研究部門 | 正会員 | ○林田 | 洋一 |
|-------|----------|-----|-----|----|
| 東京農工ナ | 大学 名誉教授 | 正会員 | 向後 | 雄二 |
| 農研機構 | 農村工学研究部門 | | 増川 | 晋 |
| 農研機構 | 農村工学研究部門 | 正会員 | 田頭 | 秀和 |

1.目的

平成20年岩手・宮城内陸地震では、荒砥沢ダムにお いて基礎の地震計が最大加速度10.24m/s²を示すととも に、天端での加速度応答倍率が1.0を下回る現象が確認 されている。また、堤体天端部で最大38cmの沈下が確 認されたものの、ダムの安全性に重大な影響は認めら れなかった。

そこで、地震時のフィルダム堤体振動特性の変化と 堤体の安全性に及ぼす影響を解明するための一助とし て、不飽和土質材料を用いた遠心力場における振動模 型実験を比較的単純な条件下で実施し、入力加速度の 増大に伴う堤体の応答特性、特に増幅特性と減衰定数 の変化について検証したので報告する。

2. 実験条件

実験に用いた模型の概要を図-1 に示す。本実験では、 300 m/s²の遠心場において加振を実施したため、図中に は模型の寸法をプロトタイプ換算(30 倍)した数値で 示している。プロトタイプ換算した模型の堤高は 6m、 天端幅は 1.5m、堤敷き幅は 31.5m、上流および下流斜面 の法勾配は 1:2.5 である。模型は、含水比 5%に調整し た 6 号珪砂を乾燥密度 1.54 g/m³に締固め作製した。な お、使用した 6 号珪砂の最大乾燥密度は 1.68 g/cm³、最 小乾燥密度は 1.40 g/cm³ である。実験に当たっては、地 震時の堤体天端部での応答加速度および振動台により 入力された加速度を計測するため堤体天端部(A1)お よび土槽外面底部 (AT) に加速度計を設置した(図-1)。 また、土槽上面に剛結したフレームにレーザー変位計

(LV1)をボルトで固定し、堤体天端部の沈下量を計測した。

加振は、周波数 4Hz および 10Hz の正弦波の振幅を段 階的に増加させることで行った。各周波数ともに 14 回 の加振を実施した。加速度計 AT で計測された各加振時 の最大加速度値(絶対値)を表1に示す。表1より、両 周波数ともに概ね振幅が漸増する傾向を示すが、10Hz の場合に比べ 4Hz の方が大きな加速度が入力される結 果となった。入力された 4Hz および 10Hz の正弦波の一 例を図-2 に示す。両波形ともに、振動台の動作を安定 させる目的で前後 5 波分は振幅を掃引しており、最大 の振幅を示す波数は 4Hz で 3 波、10Hz で 50 波に設定 している。なお、 4Hz での波数を少なくしたのは、土 構造物の固有周波数に近いと想定されるため、10Hz の 場合に比べ変形および破壊が早期に進展すると考えた ためである。



図-1 実験模型の概要

表1 加振条件 (AT)

| | Step 1 | Step2 | Step 3 | Step4 | Step 5 | Step 6 | Step 7 |
|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 4 Hz | 1.33 | 1.93 | 1.98 | 3.34 | 5.39 | 5.67 | 5.06 |
| 10 Hz | 0.46 | 0.89 | 2.04 | 3.62 | 3.59 | 4.11 | 4.56 |
| | ~ ~ | ~ ^ | ~ | ~ | ~ | ~ | |
| | Step 8 | Step9 | Step 10 | Step 11 | Step 12 | Step13 | Step 14 |
| 4 Hz | Step8 7.51 | Step 9 7.46 | Step 10 8.47 | Step11 8.14 | Step 12 9.15 | Step 13 10.64 | Step 14 12.1 |
| 4 Hz 10 Hz | Step 8 7.51 5.22 | Step9 7.46 6.14 | 8.47 6.13 | Step11 8.14 6.61 | 9.15 8.36 | Step13 10.64 8.45 | Step 14 12.1 8.32 |



キーワード フィルダム、地震時挙動、遠心力載荷振動模型実験、減衰 連絡先 〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6 農研機構

農研機構 農村工学研究部門 Tel: 029(838)7571



3.実験結果と考察

両ケースの Step 1、14 で計測された各計測点での加 速度時刻歴のフーリエスペクトルの比較を図-3、4 に 示す。両ケースともに、入力加速度が大きくなると、 堤体高さ方向への応答特性が変化している。Step1 で は、計測位置が高くなる程、フーリエスペクトル値が 増加する。一方、Step14 では堤体中央部付近でフーリ エスペクトル値が最大となり、天端にかけてその値が 減少する傾向を示している。図-5 に、A1W での加速 度時刻歴のフーリエスペクトルをそのピーク値で除し



図-5 A1W での正規化フーリエスペクトルの比較 (a) 4Hz、(b) 10Hz



た正規化フーリエスペクトルの比較を示す。4Hz で は、Stepl と Stepl4 で正規化フーリエスペクトルの形 状が大きく異なり、入力加速度が増加することで幅広 となるのに対し、10Hz ではほぼ同一の形状を示す。図 -6 に1/√2法で求めた減衰定数の入力加速度による変 化を示す。4Hz での天端部(A1W)で減衰定数が大き く変化しており、堤体天端部での減衰特性に周波数依 存性があることが認められた。

*本研究は科研費(18K05892)の助成により実施しました。