

フィルダムの破壊時挙動に関する 1G 振動台模型実験 1G Shaking Table Model Test on Dynamic Behavior at Failure of a Fill Dam

○田頭秀和^{a)} 毛利栄征^{b)} 家田浩之^{c)} 渡部大輔^{d)} 前田真宏^{e)} 佐藤誠一^{f)}
TAGASHIRA Hidekazu, MOHRI Yoshiyuki, IEDA Hiroyuki, WATABE Daisuke, MAEDA Masahiro and SATO Seichi

1. 背景と目的

南海トラフ地震等の大規模地震の発生が想定される中で、フィルダムやため池堤体の耐震性評価が急務となっている。その信頼性をさらに高めるためには、堤体変状のメカニズムを解明する必要がある。その第一段階として、堤体の破壊時挙動を詳細に把握することを目的として、各種センサーを高密度に配置した 1G 振動台模型実験を実施した。

2. 実験方法

2.1 実験装置概要 振動台は、4m×6m の大きさで、水平 2 方向と鉛直方向の三方向同時加振が可能であるが、本実験では水平 1 方向のみの加振を行った。最大搭載重量は 50t、水平方向最大変位は±15.0cm、水平方向最大加速度は±490cm/s² (最大搭載重量時) ~ ±980cm/s² (無搭載時) であり、最大加振可能周波数は 40Hz である。

2.2 模型概要 図-1 に模型断面図を示す。奥行きは約 400cm である。中央横断面にレーザー変位計と加速度計を配置し、5ms で計測を行った。材料は含水比 5% に調整した珪砂 6 号を使用し、相対密度 65.2% で 8 層 (1 層当たりの層厚は 10cm) に分けて締め固めて作製した。乾燥密度は

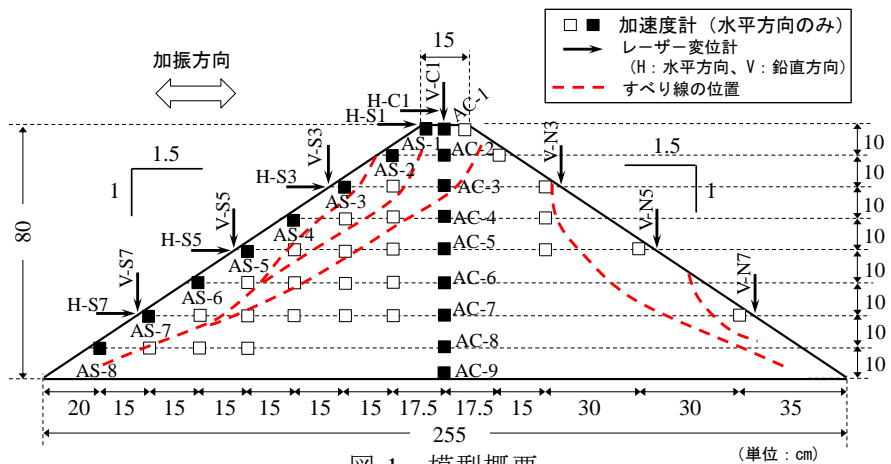


図-1 模型概要

1.592g/cm³、粘着力は 4.0kN/m²、内部摩擦角は 41.4° (圧密排気条件) である。

2.3 入力波 図-1 中の AC-9 における最大加速度が約 50, 100, 400, 600, 700(cm/s²) の 5 段階の入力波を順次に使用した。いずれも 10Hz で 50 サイクル (前後に別途各 5 サイクルのテーパ波付き) のサイン波である。

3. 実験結果と考察

図-2 に加振終了後の中央部横断面の変状を示す。すべり線は左右両斜面に発生しているが、クラックの発生方向が左側斜面では斜面に対して直角に近い方向が卓越しているのに対して、右側斜面では斜面に対して鋭角であることが特徴的である。図-3 に各観測点における変位履歴を示す。最大入力加速度が約 600cm/s² レベルまではほとんど変化が認められなかったため、約 700cm/s² の入力レベルの結果のみを示している。左列と中央列に基づき、左側斜面では下部から上部に向けて変位が進行したのに対して、右列に基づく

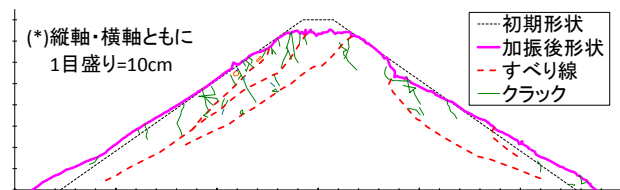


図-2 中央部横断面の変状

右側斜面では上部から下部に向けて進行したことが判

a) (独) 農研機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

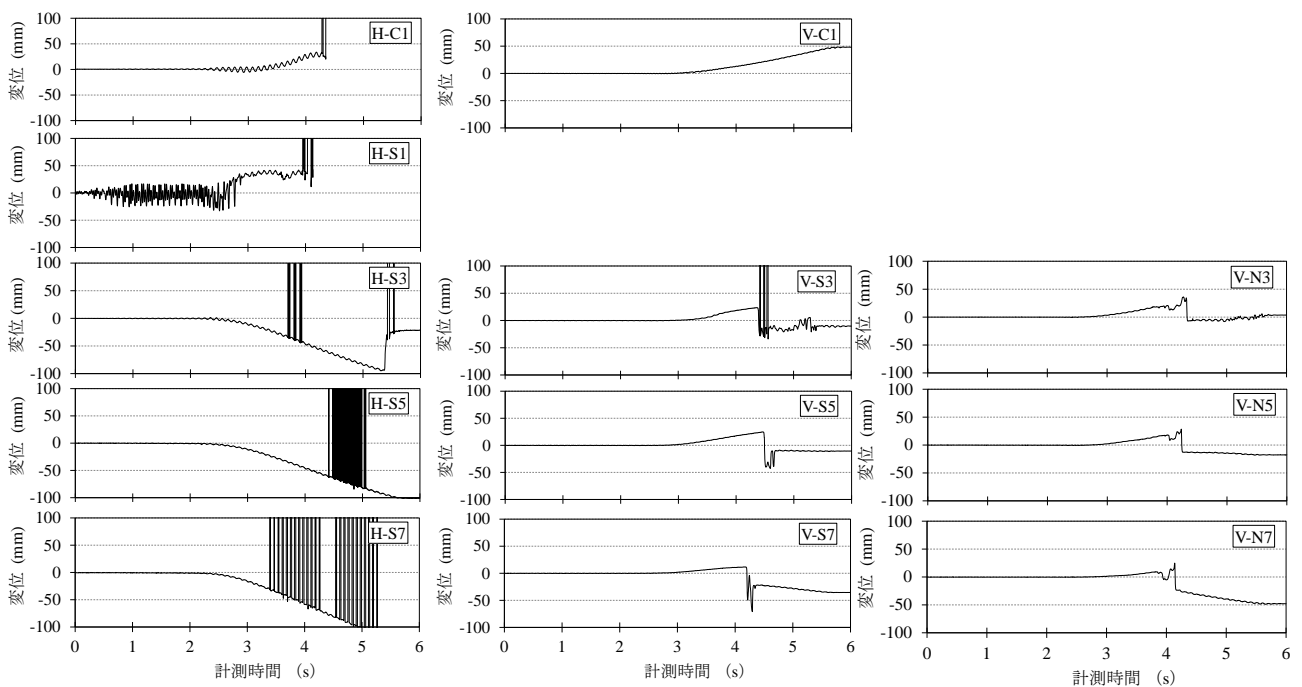
b) 茨城大学 Ibaraki University c) NTC コンサルタンツ(株) NTC Consultants Inc.

d) ㈱三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc. e) 内外エンジニアリング(株)

Naigai Engineering Co., Ltd. f) 日本工営(株) Nippon Koei Co., Ltd.

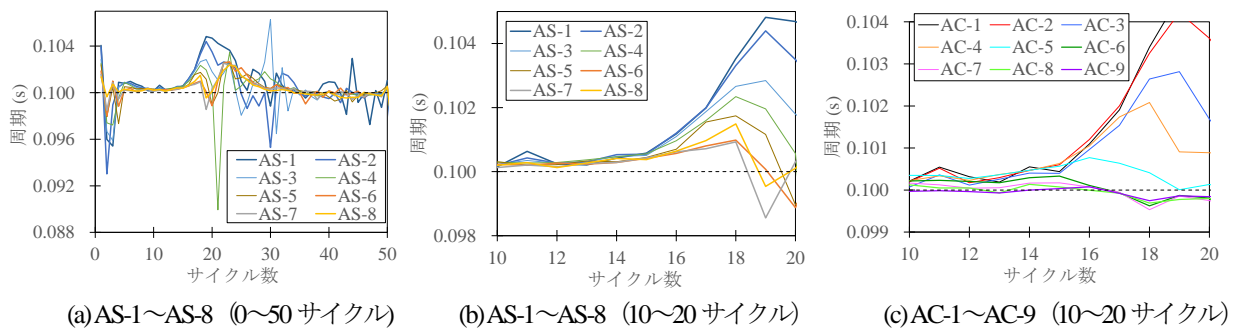
フィルダム
破壊時挙動
1G 振動台模型実験

る。V-S7 と V-N3 での変位発生時間（前者：約 2.68 秒，後者：約 2.58 秒）から，右側斜面が左側斜面より先にすべりが発生したと判断できる。図-3 に，最大入力加速度が約 700cm/s^2 レベルにおけるゼロクロス法で算出した周期の経時変化を示す。また，図-1 にセンサーとすべり線の位置関係を示す。これらから，すべり領域の内外に拘わらず，サイクル数 12 の時点から連続的な長周期化の傾向が発生し，その後短周期化していることが判る。この履歴傾向は図-4 に示していない他の箇所での加速度計測データに共通して認められた。すなわち，すべりや変形によって堤体は一旦剛性が低下した後に回復に向かっている。長周期化をすべりや緩み等の発生による変状に伴う剛性の低下と考えると，周期の経時変化では計測時間 1.7 秒程度（1.2 秒（12 サイクル終了時）+テーパー波 0.5 秒）で変状を識別できる。同様に，水平方向変位では 2.2 秒程度，鉛直方向変位では 2.58～2.68 秒程度で変状を明白に識別できる。従って，周期変化，水平方向変位，鉛直方向変位の順に堤体変状に対する感度が高いと判断できる。なお，5 サイクル目迄の短期的な周期変化は各レベルに共通して現れたため，装置の稼働特性と判断した。また，最大入力加速度が約 600cm/s^2 のレベルまでは有意な周期変化は認められなかった。



(*) 変位の方向 <H (水平変位)> + : 堤軸方向 - : 法先方向 <V (鉛直変位)> + : 沈下 - : 上昇

図-3 変位履歴（最大入力加速度レベル： 700cm/s^2 ）



(*) サイクル数 1=前部テーパー波終了後の最初のサイクル
図-4 周期の経時変化（最大入力加速度レベル： 700cm/s^2 ）

謝辞：本研究は農林水産省官民連携新技術研究開発事業「ため池の簡易耐震性能照査技術の開発」の一環として実施したものである。ここに記して関係者に謝意を表す。