

I-509

フィルダム模型の動的破壊性状に及ぼす上下動の影響に関する実験的研究

東京大学大学院 学生員 董 軍
 東京大学生産技術研究所 正 員 田村重四郎
 東京大学生産技術研究所 酒井 清武

1. 概説

著者等は、フィルダムの安定性を検討するため、これまで水平動のみを考慮して模型の破壊実験を進めてきた。しかし最近の震災域におけるフィルダムの地震観測ではダム天端の上下方向最大加速度が水平方向のそれとほぼ同じ値が得られている¹⁾。このことはフィルダムの安定性を評価する上で、上下動の影響も検討する必要があることを示している。本研究では水平動と上下動を同時に加える動的破壊実験を実施し、堤体材料の含水比（粘着力）が堤体法面の破壊性状に及ぼす影響を調査した。

2. 実験装置と実験の概要

高さ60cm、堤頂幅7.5cm 上下流面の勾配1:2.2 の3次元模型を砂箱の中に築造した（図-1）。築造に当たっては、リフト10cmで積み上げ、木塊を20cmの高さより1回落下させることにより軽くつき固めた。模型材料は小名浜砂で、有効粒径 $D_{10}=0.14\text{mm}$ 、均等計数1.32、比重2.71で、堤体の密度は $1.41\sim 1.46\text{g/cm}^3$ で、含水比は $1.30\sim 1.78\%$ である。

堤体内部には6ヶ所に加速度計を埋設し、更に高さ10cmごとに着色砂を入れ破壊後の滑り線等の堤体内部の変状を観察した。更に破壊過程における模型表面の変状をビデオで収録した。

入力波形には、水平、上下方向とも8Hzの正弦波を用い、マイコン制御により水平方向加速度Hと上下方向加速度Vの比(V/H)を一定に保ちながら、一定速度で増加させた。（図-2）

3. 実験結果

3-1 破壊状況

A) 水平方向のみに加振した場合

含水比が小さく粘着力が相対的に著しく低い場合（ $1.30\sim 1.40\%$ ）では、加振力の増加と共に（a）法肩表面の砂がばらばら滑落し、（b）堤頂近辺の斜面に縦亀裂（模型軸方向）が発生し、（c）沈下が激しく、天端の砂が躍る。含水比が $1.60\sim 1.70\%$ 程度で粘着力がかなり大きい場合には、最初は斜面に縦亀裂と横亀裂（上下流方向）が生じ、その後堤頂にも縦亀裂が発生し堤頂の沈下も始まり、更に加速度が増すと急に斜面全体が滑り出す。例として、含水比が 1.36% では、加速度が240galに達すると、法肩近辺の砂がばらばら滑落し、270galに達すると、堤頂近辺の斜面に縦亀裂が発生し、290galに達すると、天端の砂が崩れ始める。更に入力加速度が増加すると、堤頂の砂が流れるように崩落し堤頂部分は図-3に示すような形状となる。含水比が 1.60% では、520galの入力加速度に達すると、図-4のように斜面の表層が全体的に滑動し崩落する。

B) 水平方向及び上下方向に同時に加振した場合

含水比が $1.60\sim 1.70\%$ では、(V/H)の値にかかわらず、堤体の破壊状況は図-4のように最終的に斜面の表層が全体的に滑動する。これは既に発表の成果²⁾と良く似ているので、ここでは省略する。

含水比が 1.40% では、 $V/H=0.5$ のとき、入力加速度が239galに達すると、法肩近辺の砂がばらばら滑落し、267galに達すると、図-5のように堤頂近辺の斜面に縦亀裂、法肩に縦亀裂と横亀裂が生じ、310galに達すると、天端の沈下が激しくなり法肩の砂が崩れ始める。

含水比が 1.33% では、 $V/H=1.0$ のとき、入力加速度が185galに達すると、法肩近辺の砂がばらばら滑落し、263galに達すると、図-6(a)のように縦亀裂が生じ、加速度の増加と共にこの縦亀裂がさらに斜面に向かって進行し、299galに達すると、堤頂から法面上部まで浅い滑りが起こる。しかし含水比が 1.44% では、図-6(b)のように314galに達すると、法面上部から法尻に向かって表層の全体的な滑りが発生する。但し、含水比が $1.60\sim 1.70\%$ の場合に比べて浅い部分で滑動する。

3-2 破壊時の水平加速度と上下加速度の関係

破壊の判定は目視と加速度計の波形変化とに基づいて行った。含水比が1.60～1.70%の場合では、模型に滑り線が形成され、斜面の表層が全体的に滑り出す瞬間の加速度値を破壊加速度と定義する。また、含水比が1.30～1.40%の場合では、主に天端直下および法面表面直下の加速度波形が急激に変化したときの加速度値を破壊加速度と定義する。図-7は、破壊時のHとVをプロットしたもので、実線は含水比をパラメータとして求めた回帰直線である。図-7のように含水比が1.60～1.70%の場合では、破壊時のHとVの関係が $V = -2.7H + k$ によって示されるのは、従来の研究成果にほぼ一致している。また、含水比が1.30～1.40%の場合では、破壊は水平加速度がほぼ一定の値で発生しているが、破壊のメカニズムは異なる。

4. まとめ

上下動を考慮した砂模型の動的破壊実験では、含水比が破壊状態と破壊加速度に影響を与えることがわかった。模型の動的数値解析も行っているので、別の機会で報告する予定である。

5. 参考文献

- 1) G. Gazetas(1981): "Vertical Oscillation of Earth and Rockfill Dam : Analysis and Field Observation" Soils and Foundations, Vol. 21, No. 4, pp. 56-68.
- 2) 平井秀輝、田村重四郎、加藤勝行: "断面形状を考慮した水平、鉛直二方向加振によるフィルダム模型の振動破壊実験" 土木学会第41回年次学術講演会、昭和61年11月

砂箱並びに砂模型

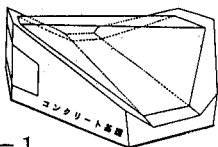
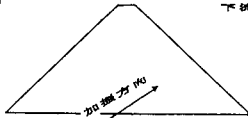


図-1

加振方法

上側面

下側面



マイコン制御による正弦波入力

図-2

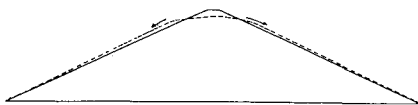


図-3

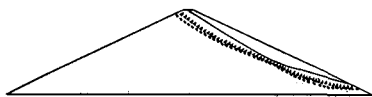


図-4

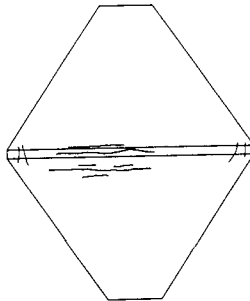
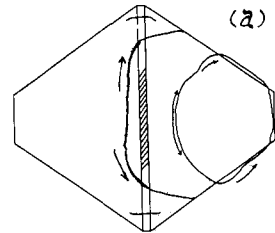


図-5



(a)



(b)

図-6

