

東京大学生産技術研究所 正員 田村重四郎

正員 ○ 韓 國 城

正員 加藤 勝行

一 緒 言

模型を用いて、フィルダムの耐震性を調べる場合、土構造物であるため、物理モデルを用いて動的な試験を実施することは、相似率に難点がある。このため研究の目的に応じて、適切な解析モデルを用いて検討することがよいであろう。弾性領域とみなされる範囲については、寒天、ゼラチン、シリコンゴム等が模型材料として使用され、今まで幾つか実験が実施されている。動的破壊については、今まで、砂、シルト等で模型を築造し、振動による破壊状況の調査が行なわれている。著者等は之等について実験的研究を進めて来たが、ここでは、フィルダムの破壊機構を研究するため、模型を砂で築造し、加振振動数、砂の内部摩擦角、見掛けの粘着性に留意しながら、振動破壊実験を行ない、その破壊状況を調査したので報告する。

二 実験装置と実験方法

実験は小型及び中型の二種類の模型について行なわれた。小

型は、高さ 35 cm、上下流面は何れも勾配 1:2 で、幅 30 cm の砂箱の内に築造された。砂箱の両

面はガラス板よりなり、底面は厚い木板であって、模型の築造は木塊を一定の高さで落下させることにより軽くつき固めた場合と全く自然に堆み上げた場合となる。つき固めた場合

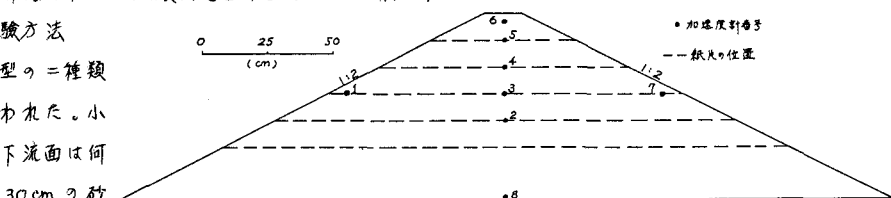


図-1

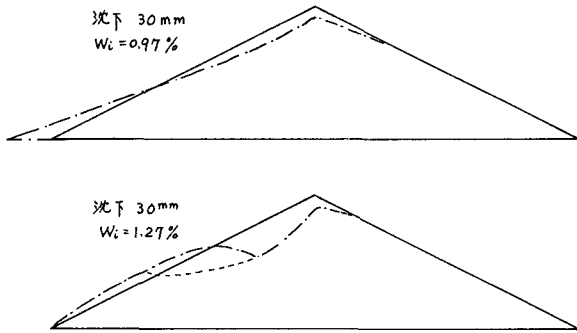


図-2

の堤体の密度は 1.41~1.50 g/cm³ であり、含水比は 0.8~1.7% となっている。

中型模型は高さ 70 cm、上下流面勾配 1:2 で、幅 90 cm の砂箱中に築造した二次元模型であり、大型振動台上に設置された。砂箱の一方の側面はガラス面であり、底板は木板である。模型の築造に当っては、リフト 10 cm で表面を厚み 24 mm の木板を 10 cm の高さより落下させたが、落下回数は模型によって異なり、1 回又は 3 回である。堤体の密度は 1.34~1.45 g/cm³ で、含水比は 1.56~2.4% である。

模型材料は何れの模型も小名次砂で有効径 $D_{10} = 0.14$ mm、均等係数 $U_c = 1.32$ 、比重 2.71 である。この材料については低拘束圧における不飽和三軸圧縮試験を行なっている。

小型模型では底板の加速度を記録し、特定の模型については、破壊状況を映画で記録した。中型模型では、堤体内部の数ヶ所に加速度計を埋設し、オシログラフで記録した(図-1を参照)、又この種類の模型については、破壊過程における模型表面の変状をビデオで記録すると共に、堤体内部には築造に当って水平に高さ 10 cm 毎に軟かい紙片を埋め込み、実験終了後、その変位、変状を調べ堤体内部におけるより動き等を調査した。

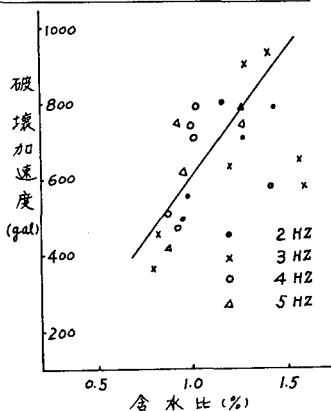


図-3

三 実験結果

1 小型模型: 加振振動数は2-5 Hzで、模型の固有振動数より可成り小さい。実験結果を概括すれば、含水比が小さい場合(1%程度以下)では、加振力の増加と共に表層の砂が斜面をばらばら滑落して模型がくずれるか、含水比が1.3%程度になると、斜面の表層が全体的に滑動し崩落する。例へば、模型が締め固められておらず、実験による沈下量が同じ(約30mm)場合、含水比が0.97%と1.27%では破壊の型は図-2に示したように異なり、破壊加速度も含水比によって差があるが認められる。図-3は加振振動数が2-5 Hzの場合の破壊加速度と含水比の関係を示したのである。その内、含水比が1.4-1.6%、破壊加速度が550-650 galの範囲にある三つのデータを除いて、最小自乗法で求めた直線が実線である。データのばらつきはあるが、破壊加速度は含水比に強く依存する傾向があるのは明らかである。

2 中型模型:

A 図-4は実験後、破壊状態を調べた結果を示したものである。加振振動によって破壊の型は変わるが、大まかに二種類に分けることが出来る。即ち、加振振動数が模型の固有振動数より可成り小さい場合と、これに近い場合とではその破壊型は異なる。例へば、加振振動数が8 Hzの場合(以下低振動数加振と云う)、

加速度レベルの増加によって、最初は斜面に破れが生じ、その後堤頂にも破れが発生する。それと同時に堤頂近傍の表面砂がばらばら落ち始め、堤頂の沈下も始まる。更に高い加速度レベルに達すると、急に堤頂の一部分と法面斜面のある部分が全体としてすべり出す。その時、斜面に埋めた加速度計の取付も急に変化する。模型の固有振動数に近い振動数で加振した際は、まず加振加速度レベルの増加と共に、堤頂が沈下する。つづいて、堤頂に破れが入り、その後堤頂近傍の斜面に破れが入る。加速度が増加すると堤頂と堤頂近傍の砂がすべり出し、ついになだれ状態になる。表面から見れば、低振動数加振のような斜面の一部分が全体的にすべり出すようなことはなかった。しかしながら模型内部に設置した紙の移動から表層内部のすべりも生じていることが窺われた。加速度波形の変化から見ると低振動数加振の場合のように急には変りなかつた。

模型内部の沈下を調べたのも図-4である。この図から、堤体の沈下はほとんど堤頂近辺で発生しており、堤頂から模型の高さの半分程度の所まで大部分の沈下は終わっているようである。

B 含水比の影響: 小型模型実験でも述べたように、中型模型実験においても、砂の含水比が模型に与える影響は大きいことが分かった。例へば、含水比が2.4%では、低振動数加振の場合、加速度が560 galに達すると堤頂に8 cmの沈下があり、堤頂と斜面に

大きな破れが入ったが、すべりは生じなかつた(図-5を参照)。所が、含水比が1.56%では、加速度が456 galで表面全体がすべり出した。三軸圧縮実験の結果、実験に用いた砂の粘着力は含水比によって著しく影響を受け、本実験の範囲では含水比の増加と共に粘着力が増すことが分かった。内部摩擦角は殆ど含水比の影響を受けなかつた。以上の実験の結果、砂で築造されたフィルダムモデルの振動破壊の型式は、模型の固有振動数に対する加振振動数の関係、2)含水比によって強い影響を受けることがわかった。 おわりに小型模型振動実験の一部は電源開発(株) 福原明氏の協力を受けたものであり、実験に当たっては東大生産技術研究所海津武教授の参加があった。ここに名を記して謝意を表わします。

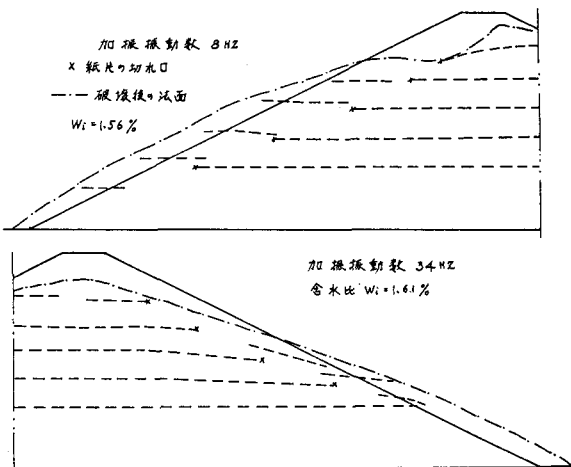


図-4

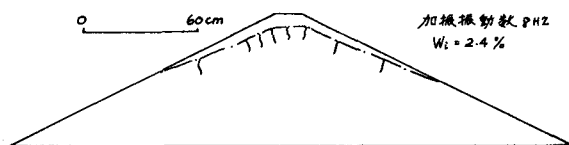


図-5