

# フィルダムの模型振動試験

東京大学生産技術研究所 岡本 舜三  
" 田村重四郎  
" 加藤 勝行  
" 小野 公一郎

## まえがき

本報告下はフィルダムの模型振動実験がのべられているが、内一部は才21回及び才22回の年次学術講演会で発表されている。最近高いフィルダムの計画や建設が行われる様になってきてこの種ダムの耐震性の解明が急がれている。数値計算技術の進歩によって、フィルダムの数値解析が盛んに行われ、土の力学的非線形性をも考慮に入れて解析している場合も見られる。しかし3次元の解析を行う場合、殆ど、模型振動試験は有用である。ここではダムの動的挙動を視覚でとらえて考察するため、16mm映画を用いて説明する。

## 模型及び実験

実験に使用した模型は寒天製の縮尺 $1/30$ の3次元模型である。基盤は一部に熔岩が見られるが全般に凝灰岩で硬く良好であるので模型では石膏で地山を製作してこれに似せた。ダムの寸法及び概略の構造は図に示す如くである。

ダムはゾーン型式で4層よりなっているが、模型は一樣なものと考えて一体として製作してある。製作に使った寒天の弾性係数が小さいため模型の高さが11.2cmであるに拘らず堤軸方向の1次振動数は523rpm程度であり、高速度カメラ(毎秒300コマ又は600コマ)の使用によって堤体表面の運動を詳細に記録

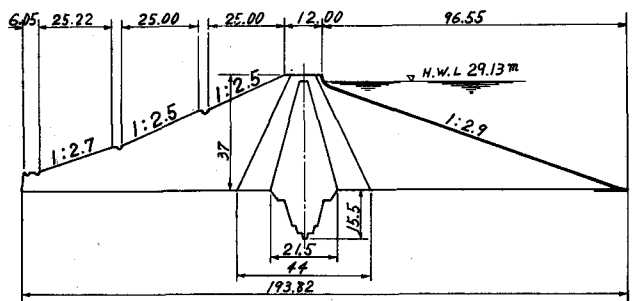
することが出来た。測定振動数の範囲は約500~1500rpmであって、これ以上下は目立った卓越振動モードを認める事は出来なかった。模型を振動台上に据え付け、正弦波形により3方向で各々加振し、ストロボライトで表面を観察し、卓越振動をきめたのであるが模型の形状は略、堤軸並びにこれと直交する軸に対して平面的に見て線対称であるため、複雑な動きは比較的現われなかったものと考えられる。

## 実験結果

既に報告したように堤体内部の動きを見るため、天端より鉛直に小孔を穿けて各標高に於ける振巾も測定したが、同一標高で堤体表面の動きと異っている事が見出され、数値計算結果とよく一致している。

山王海ダム標準断面

単位: m



Q) 堤軸直交方向の水平加振:  $524 \text{ rpm}$  の 1 次振動は概ね 2 次元の楔型体の 1 次の剪断振動と考えてよいであろう。この模型の両岸部を切除して 2 次元弾性体として同様に加振した場合、1 次振動数は  $450 \text{ rpm}$  であったがこの事から、両岸の拘束により振動数が 15% 程度増加していることが分る。この振動モードは実ダムの地震観測に於いて多くの地震で見られる。

次に  $755 \text{ rpm}$  の振動下は、天端があたかも弦の様に振動しており、両岸部の拘束によって起きた振動であろう。実験下はこのモードは非常にせまい振動数の範囲でしか存在せず、実ダムの観測でも稀にしか現われない。 $862 \sim 890 \text{ rpm}$  の高次振動モードは、モードの基本として 2 次元楔型体の 1 次剪断振動モードに近いものがあることが推測される。この場合ダムの高さが両岸に近づくに従って低くなることが影響を与えているものと考えられる。又水平加振に拘らず天端近傍で上下動が発生している事が認められ歪みも観察される。実ダムに於いては 1 次振動程卓越していないが、多くの地震で見られるもので特に左岸寄りの堤長の  $1/4$  点に据えた地震計の記録でたしかめられる。 $966 \sim 1055 \text{ rpm}$  の振動で特に注意すべき事は天端附近で堤軸にそって表面に著しい歪が生じていることである。

B) 堤軸方向の水平加振: 堤体の主なる部分を 2 次元の楔型体と仮定すると剪断震動を対象とした場合、固有振動数は堤軸直交方向と変らないことになるが本実験に於いても 1 次振動は、上下流方向のそれと僅かしか差がなく振動数は  $538 \text{ rpm}$  であった。さうまでもなくこの振動は実験に於いても明瞭に認められるが、両岸部分に於いて生ずる大きな歪が目される。これと共に堤軸線上で大きな上下動の発生することも注目すべき事である。 $762 \text{ rpm}$  に於いては 2 次と見られる振動が現われるがこれはせまい範囲でしか存在せず、 $827$ 、 $859 \text{ rpm}$  の卓越振動に於いては天端が殆んど静止して上下流面中央部分が著しく振動する。これはダム下流面斜面中央で堤軸方向に据えた地震計によつて実在が確かめられた。このモードに於いても天端附近で著しい上下動が発生する事は、これと直交方向のモードと合わせ考えた時、ダムの安定上極めて注目すべきことである。

C) 鉛直方向の加振: 鉛直方向については  $0 \sim 1400 \text{ rpm}$  の範囲で加振したが、卓越した振動と認められたのは  $730 \text{ rpm}$  のモードのみであった。これはダム中央部の天端で最も大きい上下動を示し、天端が *swell up* しているときは上下流面は天端に向つて動き、同時に天端線上の両側部は夫々の岸側に向う様に運動している。この振動も本現地実験で明瞭に認められている。

以上実験の結果の概略をのべては模型試験と実ダムとの振動数の対比は模型の  $524 \text{ rpm}$  が、実ダムの  $2.8 \text{ cps}$  に対応している。又この実験により堤軸方向、上下流方向の水平動では何れも大体近い振動数に卓越振動が存在すること、水平加振にも拘らず上下動が発生すること、表面特に天端近傍では歪が生ずること等が判明した。

現在実ダムでの観測は続けられている。