

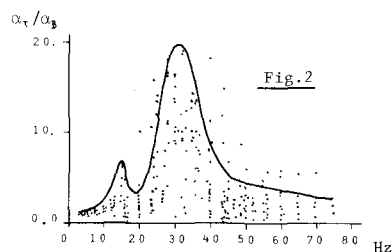
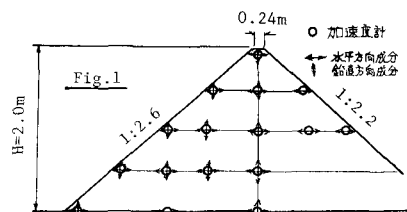
愛知工業大学 ○成田国朝・奥村哲夫・大根義男

1. はじめに

筆者らは、これまでに大型振動台 ($11m \times 6m$) を用いたフィルダムの模型振動実験を幾つか行ってきた。この結果、水平方向のみの加振では堤体内にはかなり大きな鉛直方向の加速度が誘起されること、したがって堤体の振動挙動はせん断梁的なものだけでなく局部的な圧縮や引張の交互作用が見られることなどを報告した¹⁾。また堤体の破壊については、堤体内のひずみが $10^{-3} \sim 10^{-2}$ に達すると外形の変状が見られ、アースダムでは堤高の $1/2 \sim 3/4$ の高さにきれつが発生すること²⁾、ロックフィルダムでは連続的な表層すべりと堤体況下が起こることと述べた³⁾。しかし、これらの応答特性や破壊性状が実ダムのそれと対応するか否かについては相似則等の問題もあり議論が十分でない。この意味で、本研究はロックフィルダムの模型振動実験結果に対して若干の解析的検討を加え、フィルダムの動的応答特性を議論しようとするものである。

2. 模型振動実験³⁾

本報告で対象とした模型振動実験は堤高 $2m$ 、上下流斜面勾配が $1:2.6$ および $1:2.2$ の均一ロックフィルダムの実験である (図-1)。ロック材料は碎石からなり、最大粒径 $15mm$ 、均等係数 2.90 、締固め D 値 96% である。模型堤体内には図のように網目状に水平、鉛直方向の加速度計を埋設して計測を行った。実験は入力加速度および振動数を段階的に変化させ、それぞれに対して応答を調べたが、振動台の性能により振動数は $3.3 \sim 12.5 Hz$ までの範囲に限られている。図-2 は堤体中心軸上の2点で測定された加速度応答倍率と入力振動数の関係 (共振曲線) を示したものである。ここで高周波の応答倍率は入力、応答波形が完全な正弦波でなく乱れがあることを利用してフーリエ展開した各項の振幅比で求めた。データにかなりバラツキがあるが、共振振動数は $30 Hz$ 前後と思われる。



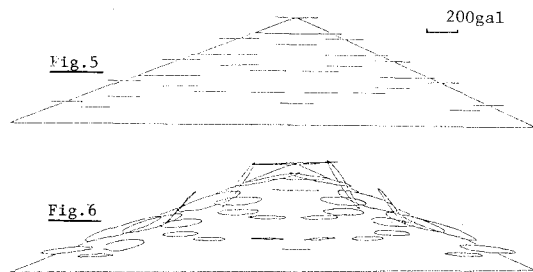
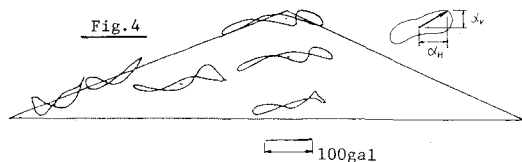
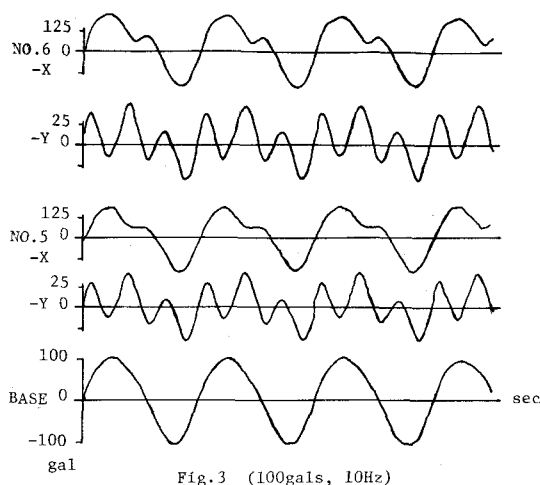
3. 数値解析

解析的検討に当っては有限要素法による非線形振動解析法を用いた。解析手法や材料特性の表現法については本講演会の III-24 を参照されたい。ここで碎石の G は模型実験のような低拘束圧時の材料試験を行っていないので解析モデルの固有振動数が図-2 の共振振動数と大体一致するように定めた。すなわち図-2 は $10^{-5} \sim 10^{-6}$ のひずみレベルのデータを整理してあるので、この範囲で固有振動数が約 $30 Hz$ になるように G_0 ($\nu = 10^{-6}$ の G) を求めたところ $G_0 = (2200 \sim 2250) / \sqrt{\sigma_m}$ になった。

4. 堤体の加速度応答

図-3 は入力加速度 $\alpha_b = 100 gal$ 、振動数 $f_b = 10 Hz$ の実験における堤体中心軸上の2点 (No. 6 は

堤頂、No.5は $3/4H$ 点)における水平(X), 鉛直(Y)方向の加速度応答を示したものである。この場合、入力加速度波形はかなり正弦波に近いが、応答加速度波形には高周波成分による乱れが現れており、特に鉛直方向加速度で顕著である。加速度の絶対量を比較してみると、水平加速度に対する鉛直加速度の割合は両割点とも約20%である。図-4は応答の1周期について堤体内各点の加速度ベクトルの軌跡を示したものである。これによると堤体中心軸上では若干の鉛直加速度が誘発されているが全体的には水平加速度が卓越して大きいことわかる。しかし斜面表面部ではベクトルの軌跡が斜面に沿って発達しており、水平加速度に対する鉛直加速度の割合は60~70%に達している。このような傾向は他の入力加速度、振動数の実験でも全般的に見られている。



誘発されない。そこで試みに剛性率を約 $1/3$ に低下させて ($G_0 = 700 \sqrt{cm}$) 同じ正弦波入力を与えて応答を調べたのが図-6である。この場合は固有振動数が取束時に約5Hzであり入力振動数10Hzより小さい範囲にある。これによると堤体中心軸上ではやはり水平方向の加速度のみが卓越しているが、斜面表層部では図-4の実験結果と同様にベクトルの軌跡が斜面に沿って発達している。これらの結果から、堤体の固有振動数が入力振動数より小さいと応答に高次の振動モードが含まれてくるので鉛直方向の振動が現れること、そして実験では入力加速度波形が完全な正弦波でなく高次の振動数を含んでいるため鉛直方向の加速度が誘発されることが言える。したがって実験と計算の挙動を比較対応させるためには実験時の入力加速度波形(乱れた正弦波)をそのまま解析モデルへの入力として用いて応答を調べることが必要になる。これについては現在、計算を実行中であるので結果は発表当日報告したい。

参考文献

- 1) 大根・建部・成田(1976): THE STUDY ON THE VIBRATION PROPERTIES OF FILL DAMS, 12th ICOLD.
- 2) 成田・建部・奥村(1974): プラスチックを用いたフルゲムの模型振動実験(第3報), 第29回土壌学会.
- 3) 建部・大根(1980): 大型模型によるロケットフルゲムの振動挙動について, 土壌工学会.