

埼玉大学 大学院 学生員 川上 剛

埼玉大学 工学部 正会員 渡辺啓行

1. 目的

ロックフィルダム及び表面遮水壁型フィルダムの耐震性照査は2次元動的解析によりに行われるのが普通である。しかし、谷形状の複雑さを考慮すると、本来このような照査は3次元の解析によって行うのが妥当である。本研究は3次元FEMプログラムを開発し、模型実験によってその妥当性を検証すると共に、アバットメント勾配や川底幅などのダムの形状の変化にともなう基本動特性の解明を目的としている。

2. 方法

シリコンゴムで製作した1/450縮尺の3次元ダム模型を用いて振動実験を行い、同じ材料について別途測定した模型の物性を用いて、3次元FEM数値モデルの固有値解析及び時刻歴解析を行う。両者の固有振動数、応答加速度時刻歴を比較して、数値解析の妥当性を検証する。

ついで、アバットメント片側勾配及び上流側ダム勾配を変化させ、モードの変化の特性を調べる。さらに、アバットメント両側勾配及び川底幅を変化させた場合も加えて各モードの固有振動数 f を V_s/H (S 波速度をダム高で割ったもの)によって無次元化を行い、その変動状況を明らかにする。

さらに、物性が非均質なモデルと体積によって平均化した均質なモデルについての固有値解析を行い、その比較検討を行う。

3. 結果及び考察

模型による振動実験によって得られた共振曲線を図1、2に示す。図には固有値解析によって得られた固有振動数も重ねて示してある。つぎに、模型実験及び数値実験によって得られた共振状態(上下流1次モード及び堤軸方向1次)における加速度応答波形を図3(a)、(b)に示す。

次にアバットメント両勾配及び川底幅を変化させた場合の無次元化固有振動数の特性を図4、5に示す。

以上から明らかになった事実を以下に列挙する。

①模型実験において、上下流方向加振(図1)では、14.4 Hz(上下流1次モード、解析値:14.9)と26.6 Hz(上下流3次モード、解析値:27.4)において、また、堤軸方向加振では18.0 Hz(堤軸1次モード、解析値:19.0)において大きなピークが見られた。これらの実験結果と解析値の固有振動数は非常によく一致を示すと言える。また、模型実験と数値解析の両者の加速度時刻歴応答と比較すると、上下流1次モードの例(図3)に示すとおり、かなり良い一致を示している。

以上の事から、本研究で開発したフィルダムの3次元F

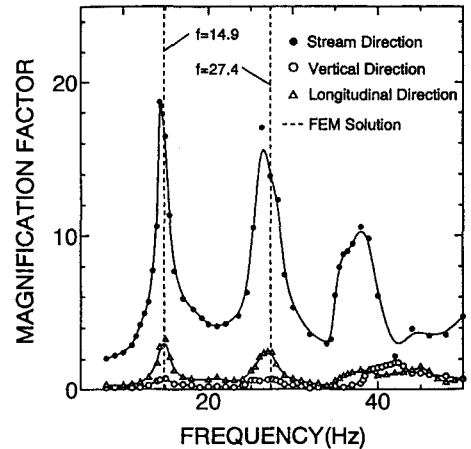


図1 上下流方向加振時の共振曲線

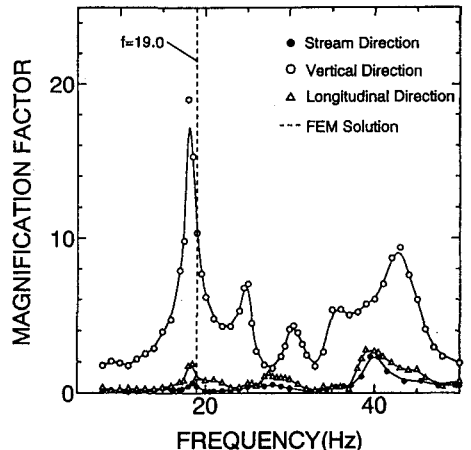


図2 堤軸方向加振時の共振曲線

EM解析の妥当性を検証することができた。

②ダム形状を変化させることにより、固有振動数はもちろん、モードの発生順序も変化することが分かった。特に、アバットメント勾配を片側のみ変化させても、両側を変化させた結果（文献1参照）とほとんど同じ傾向を示している。

③固有振動数の無次元化を行った結果、フィルダムの3次元基本動特性は、アバットメント勾配（片側のみ及び両側）や堤頂長に関しては、勾配の平滑化または堤頂長の増大に従って、固有振動数が低下し、特に堤軸1次モードの固有振動数の低下が著しいが、上流側ダム勾配に関しては固有振動数に殆ど影響しない事が明らかになった。

④不均質なモデルの方が剛性を体積で平均した均質なモデルよりも、各モードの固有振動数が高くなることが分かった。このことから、実際のダムについての地震観測結果からダムの平均物性を評価する際、注意する必要がある。

参考文献

- 1) 川上剛, 渡辺啓行, フィルダムの3次元基本動特性, 土木学会第47回年講, P.P. 1382~1383, 1992年9月
- 2) Zienkiewicz, O.C, Finite Element Method in Engineering Science, McGraw-Hill

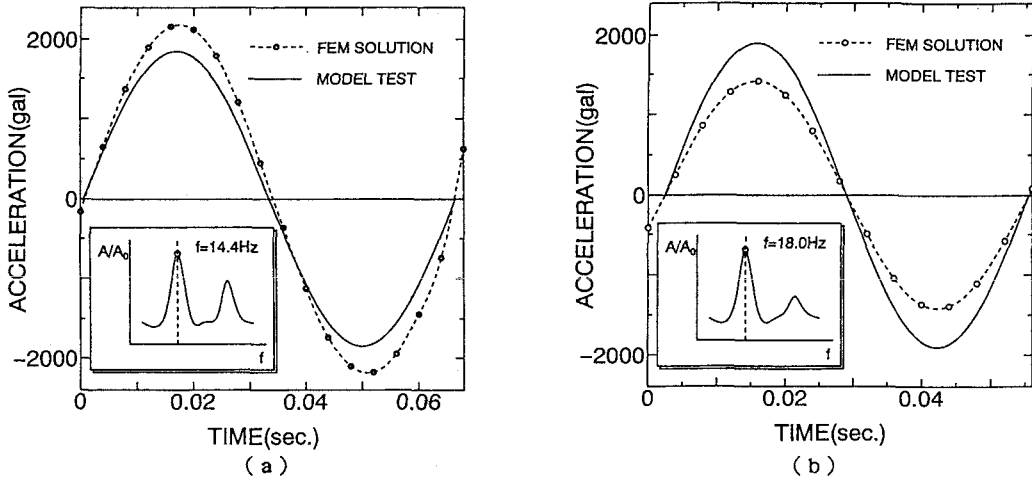


図3 共振状態の加速度応答波形 (a) 上下流方向1次モード、(b) 堤軸方向1次モード

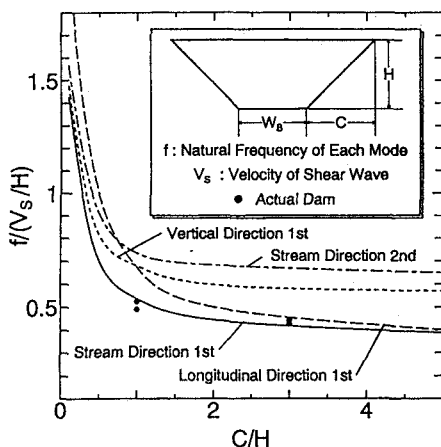


図4 アバットメント勾配と固有振動数の関係

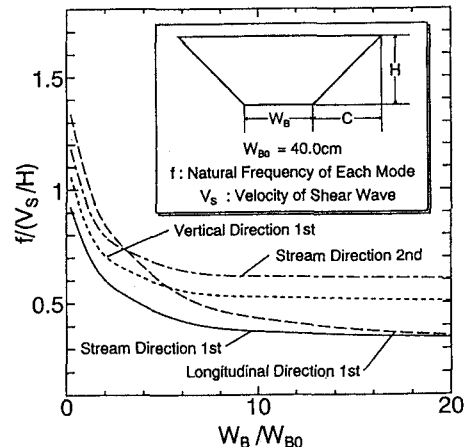


図5 川底幅と固有振動数の関係