

I-529

フィルダムの三次元動的挙動の解明

関東電設計

飯塚敬一

○ 埼玉大学大学院

学生会員

鈴木 隆

埼玉大学 工学部

正会員

渡辺啓行

〈目的〉

我国において、水力エネルギーは、その安定した供給力や環境汚染の少なさが高く評価され、長期的観点からの経済性、地域社会への経済的効果等から、その開発の重要性が再認識されており、水力開発は、今後も着実に推進されると思われる。このような状況において、我国は世界有数の地震国であり、ダムを建設するにあたり、地震時の挙動を正確に把握することは、非常に重要な課題である。現在、重要なあるいは新しい形式のダムの耐震設計には、動的解析法が用いられるケースが多くなっている。この際、一般的には二次元解析で安全性の検討が行われている。しかし二次元解析では、ダム建設地点の谷の形状の違いなどを考慮した解析ができず、その形状の違いが解析結果に与える影響など、詳細な検討はなされていないのが現状である。

そこで本研究では、有限要素法を用いて、フィルダムの二次元と三次元の振動性状を把握し、現在広く行われている二次元動的解析による設計法の成立性を検討することを目的に、寸法をかえた数種類のダムモデルを想定し数値実験を試みた。

〈方法〉

解析モデルとして、高さ175mのフィルダムを、1/200, 1/100, 1/70に縮小したものを考え、それぞれのモデルに対して、ダムの奥行き方向の長さ L を5通りにかえ、 $\mu = L/H$ (H :ダム高)なる量を導入して、この μ の違いが解析結果に与える影響を検討した。これらのモデルは、四角柱や三角柱のアイソパラメトリック要素を用いて図-1のように離散化した。そして、等価線形化法を用いて、ダム堤体の構成材料の非線形性を考慮した、一次共振状態での地震応答解析を行い、ダム堤体頂部の加速度が最大になる時刻での、加速度の分布状況・応答倍率などの検討を行った。また、三次元解析と二次元解析の結果を比較するため、1/100のモデルに対して、図-2に示すような二次元三角形要素を用いて離散化したモデルを導入し、三次元解析と同様の条件で解析を行った。入力地震波は正弦波を用い、X方向のみの水平加振とした。

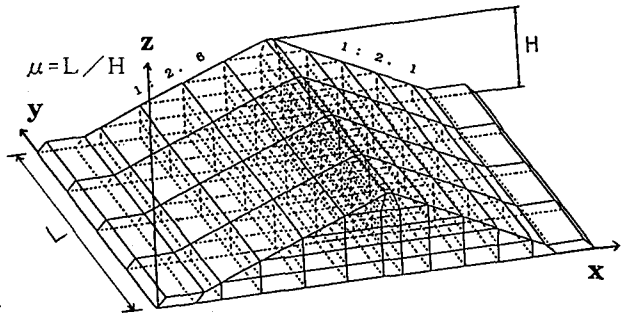


図-1 要素分割図

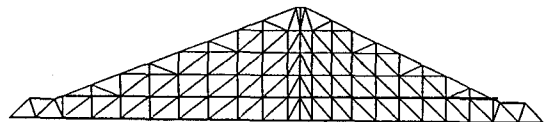


図-2 要素分割図（二次元解析用）

〈解析結果及び考察〉

- 1) 図中のH175-L50などの記号は、モデルのダム高:175cm、奥行き:50cmという意味である。図-3より、各縮尺モデルとも谷の幅が広くなる(μ が大きくなる)ほど、加速度応答倍率が小さくなっていることがわかる。これは谷の幅 L が大きいとみかけの剛性が小さくなるため、応答ひず

みが大きくなり、減衰能力が高くなるため、加速度応答倍率が小さくなるものと思われる。また μ = 一定の相似な関係にあるモデルを比較すると、図-5よりダム高が高いモデルの方が加速度応答倍率が小さくなっている。このことも先に述べた理由により説明できる。以上のことより、解析結果は谷の形状やダム高の違いに起因する影響を受けることがわかる。

- 2) 二次元解析と三次元解析を比較すると、図-4と図-3（中央）より、二次元解析の方が小さい応答加速度がでていることがわかる。これは、二次元解析では平面ひずみ状態を仮定しているため、 μ の値が無限大となるためであると思われる。以上のことを考えると加速度についての検討を行う場合には、三次元解析の方が安全側で評価できるとと思われる。
- 3) 図-6は、Ambraseysの理論より算出した固有振動数と三次元解析により得た固有振動数とを比較したものである。図より両者の間に差異はほとんど認められない。このことは、側壁の拘束が材料の非線形性に与える影響は、解析結果にほとんど現れていないことを示している。

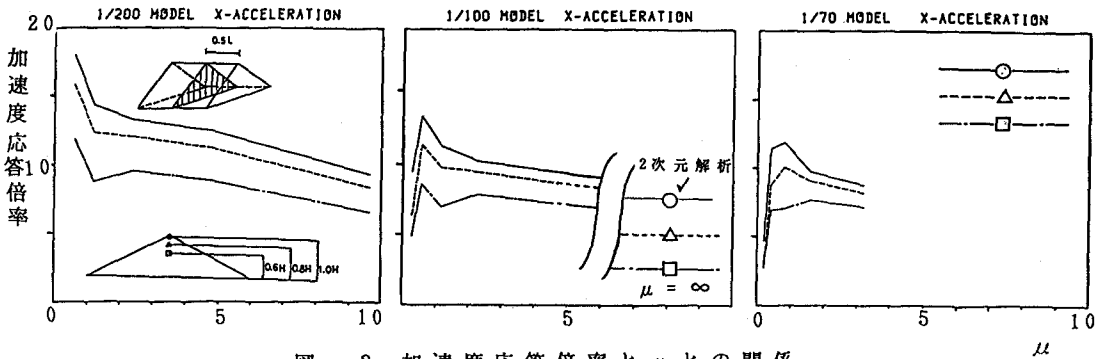
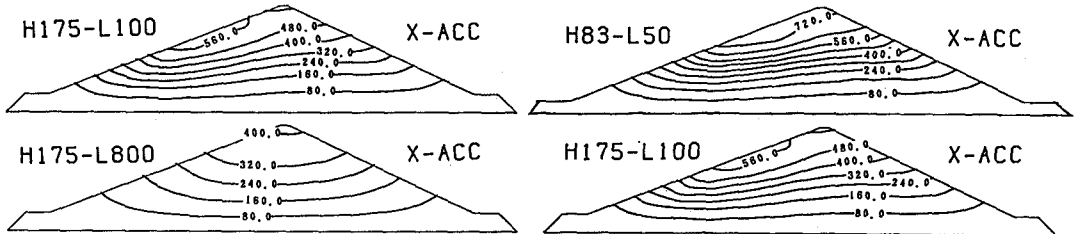
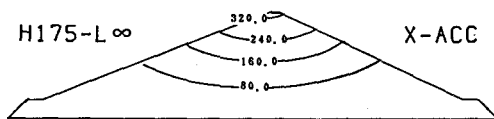


図-3 加速度応答倍率と μ との関係



3次元解析結果 [gal]

図-5 相似形モデルの比較 [gal]



2次元解析結果 [gal]

図-4 解析結果の比較

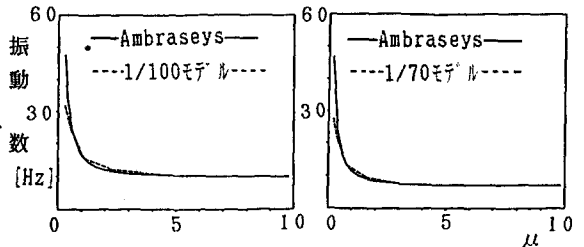


図-6 固有振動数の比較

（結論）

三次元解析の結果より、ダムの地震時挙動は谷の形状の影響を少なからず受け、解析結果にその影響が現れることがわかった。特に μ の値が小さい場合には二次元解析による評価には注意が必要であると思われ、本研究の結果では、加速度の検討を行う場合には三次元解析の方が安全側で評価できるとと思われる。