

埼玉大学大学院 学生員 ○長嶋 輝  
 埼玉大学工学部 正員 渡辺 啓行

1. 目的

現在、フィルダムの耐震性照査を有限要素法を用いた動的解析によって行う場合、その構造物を2次元で扱うことによって行われるのが普通である。本来3次元の広がりをもつ構造物をこのように2次元的に扱うのは、解析が容易であり、少ないデータ量でできるためである。

しかしながら、現実のフィルダムの形状は谷の形状に依存するため、ダムの1断面を2次元で解析して得られる応答特性と、谷の形状を考慮にいれ3次元で解析して得られる応答特性とは何らかの違いが生じると予想される。

そこで本研究ではあるダムを同じ物性を用いて2次元と3次元それぞれで解析した時、どのような違いが表れ、その違いが何に起因するものなのかを解明することを目的とする。

2. 解析方法

3次元のモデルの要素分割には6面体、5面体、4面体アイソパラメトリック要素の3種類を用いて、堤体拘束面の複雑な形状をできる限り忠実に表現した（図1）。2次元のモデルは3次元モデルの堤軸方向の中央断面を3角形要素を用いてモデル化したものである（図2）。

解析はゾーン型ダムを対象に、材料非線形性を考慮できる等価線形化法を用いて行った。また、入力波にはEl-Centro地震波の南北方向成分を最大加速度振幅 230galとして用い、アバットメントとダム底に一樣に上下流方向の運動として与えた。

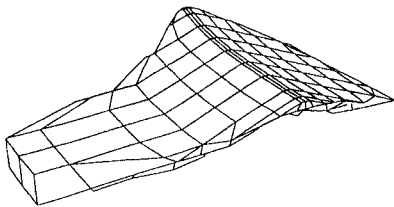


図1 3次元要素分割図

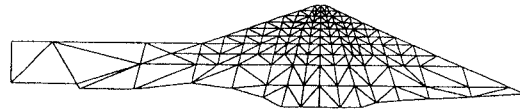


図2 2次元要素分割図

3. 結果

① 固有値解析の結果、上下流方向の1次モード（基本モード）（図3、図4）の固有振動数は3次元解析では1.6Hz、2次元解析では1.0Hzであった。

② 天端での上下流方向加速度応答波形（図5）を比べると波形、振幅はかなり類似しているが、3次元の応答加速度波形に比べて2次元のものの方が位相が遅れている。

③ 天端での鉛直（上下）方向加速度応答波形（図5）を最大振幅について比べると3次元解析結果に比べ、2次元解析結果の方が大きくなっている。

④ 高さ21m、41m、61m、76m、88m、98mの5点で

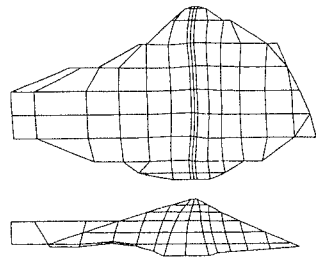


図3 上下流1次モード（3次元）

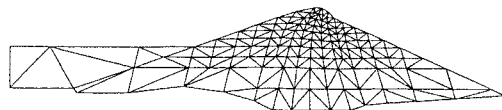


図4 上下流1次モード（2次元）

加速度応答(図6)をとり、その最大応答加速度振幅を比較すると、2次元解析での天端付近(88m~98m)の最大応答加速度振幅が3次元解析結果に比べ、急激に増幅している。

#### 4. 考察

- ①については、アバットメント等ダム基礎岩盤が堤体を拘束する影響により、3次元解析での応答ひずみが2次元解析での応答ひずみより小さくなる傾向があるため、全体的に剛性も3次元の方が高くなるためである。
- ② ①で述べたように、3次元解析におけるダム堤体の方が2次元解析でのものに比べ全体的に剛性が高いため、入力された地震波の伝達が速いためにこのような位相のずれが生じたと考えられる。
- ③ 3次元固有値解析の結果得られた基本モード(図3)と2次元固有値解析の結果得られた基本モード(図4)を比較してみると、図3の方はほぼ純粋なせん断のモードになっているのに対して、図4の方は曲げに近いような振動モードになっている。このため、2次元解析の方が鉛直方向に大きく変形し、応答加速度の値も図5のように大きくなったと考えられる。
- ④ 2次元解析では、3次元的広がりを考慮していないため天端付近に系内の波動エネルギーが集中した結果、応答が著しく増幅したものと考えられる。このため、3次元解析との差がでたと考えられる。

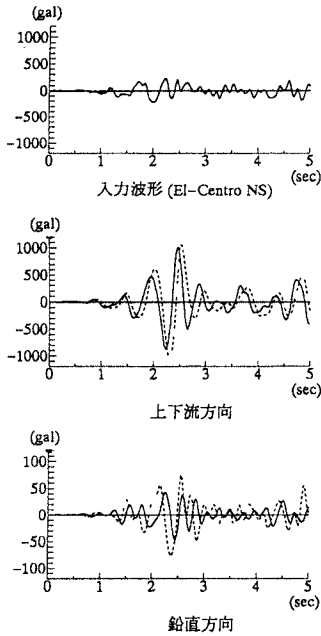


図5 天端における加速度応答波形

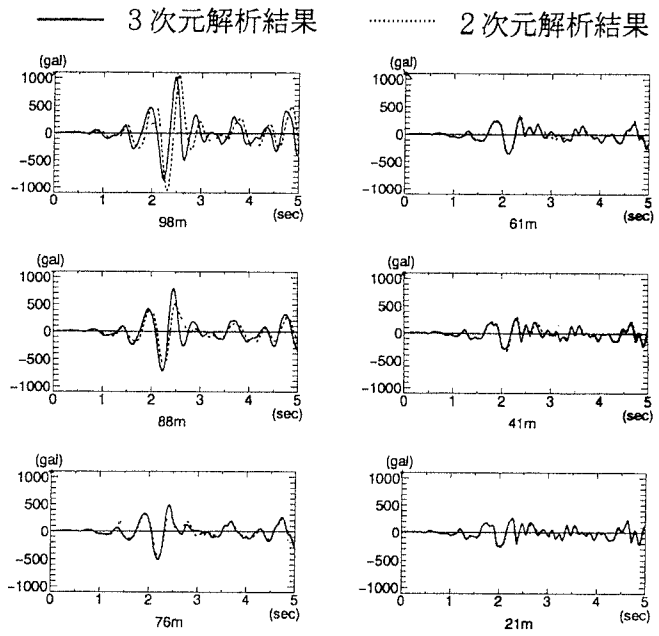


図6 各高さにおける上下流方向加速度応答波形

#### 5. 結論

- ダム基礎岩盤の形状がダム本体を拘束することによる影響は非常に大きいと考えられ、この拘束により、
- I. ダム堤体の固有振動数を大きくする。
  - II. 応答ひずみが2次元解析に比べ大きくなりにくいので、材料の非線形性の影響が軽減される。
- といった影響があると考えられる。

#### 参考文献

渡辺啓行、川上剛、フィルダムの3次元地震応答に関する基本動特性