

I-439

フィルダム の 湛水時 3 次元応力状態及び 2 次元と 3 次元の動的挙動の比較

東京電力(株)	正会員	川上	剛
埼玉大学工学部	正会員	渡辺	啓行
東京電力(株)	正会員	鈴木	隆

1. 目的

昨年の講演会において、フィルダムの 3 次元 FEM プログラムを開発し、その妥当性を確認すると共にダムの基礎岩盤の形状と基本動特性の関係を解明したことを報告した。そして今回、本プログラムを用いて実際のダムに関して湛水時における応力状態を解明すると共に、2 次元解析と 3 次元解析での実ダムの動的挙動の違いについて、両者の結果を比較して解明するものである。

2. 湛水時の応力状態

①数値モデル及び解析ケース

解析に用いた 3 次元モデルは(図 1) 4 面体、5 面体、6 面体の 3 種類で分割し、基礎岩盤の複雑な形状をできる限り再現している。また、各物性値は実際の計測データに基づいて要素ごとに決定した。

解析は湛水時と非湛水時の 2 ケースについて初期応力解析を行ったが、非湛水時は堤体の自重のみを考慮し、湛水時は堤体の自重に加えて、不透水層にかかる水圧と、透水層にかかる浮力も考慮して行った。

②結果及び考察

図 2 及び図 3 において湛水時、非湛水時の平均有効主応力を示してある。図において湛水時における平均有効主応力の方が全体的に低くなっていることがわかる。これは堤体内の浮力の影響が大きいと思われる。

また、湛水時及び非湛水時のそれぞれ 3 つのせん断応力についても図 4 ~ 図 9 に示す。

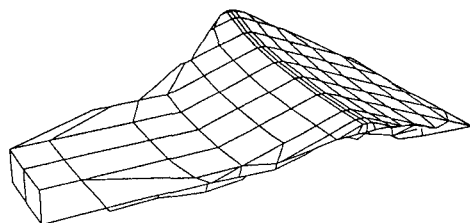


図 1 3 次元要素分割図

3. 2 次元と 3 次元の動的挙動の比較

①数値モデル及び解析ケース

3 次元解析モデルは初期応力解析でのモデルと同じ物を用いている。また、湛水時の初期応力解析に基づいて剛性を求め、等価線形化法を用いて非線形を考慮した時刻歴解析を行った。2 次元解析については 3 次元モデルの堤軸方向の中央断面をモデル化している(図 10)。

②結果及び考察

2 次元及び 3 次元の加速度時刻歴波形を図 11 に、これらの波形から求めた周波数応答関数を図 12 に示す。図から、加速度振幅はやや異なる以外は波形の形状は 2 次元も 3 次元もほぼ同じであるが、周波数応答関数を比較すると、1 次モードに関しては 2 次元解析の方が倍率がかなり大きく、1 次モードの振動数が 3 次元の方がかなり高い。これは昨年の報告で示した谷の 3 次元形状に応じて固有振動数が 2 次元よりかなり大きくなることに起因する。また、3 次元にしか存在しない高次モードがかなり大きく、高次側の応答が 3 次元

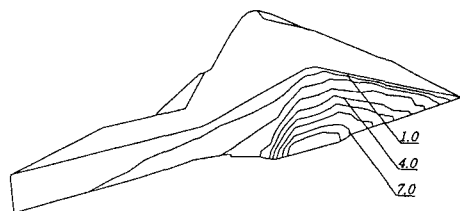


図 2 湛水時の平均有効主応力

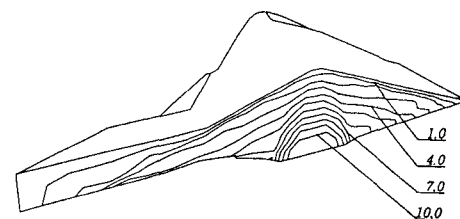


図 3 非湛水時の平均有効主応力

の方が2次元よりかなり大きくなる。このことは、2次元解析で耐振性照査を行う際の注意事項である。

参考文献

- [1] 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, 第22回地震工学研究発表会, PP. 571~574, 1993年7月
- [2] Zienkiewicz.O.C, Finite Element Method in Engineering Science, McGraw-Hill

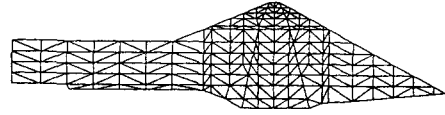


図10 2次元要素分割図

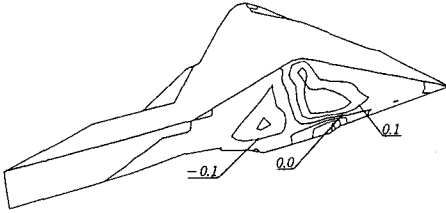


図4 3次元応力分布図(満水時、 τ_{xy})

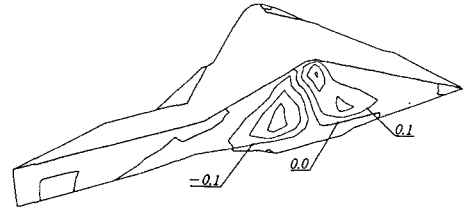


図7 3次元応力分布図(非満水時、 τ_{xy})

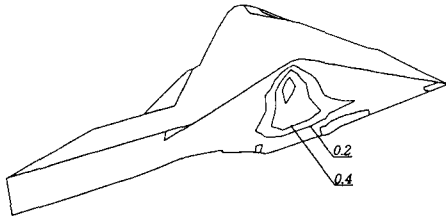


図5 3次元応力分布図(満水時、 τ_{yz})

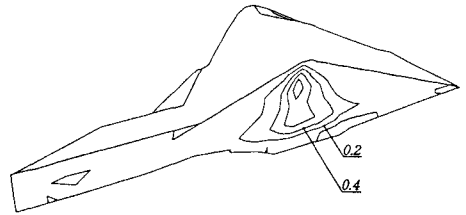


図8 3次元応力分布図(非満水時、 τ_{yz})

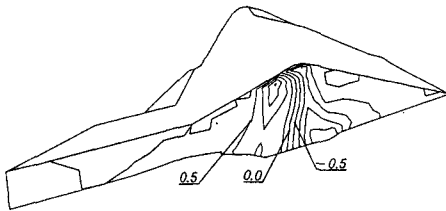


図6 3次元応力分布図(満水時、 τ_{zx})

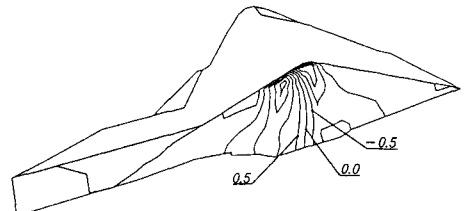


図9 3次元応力分布図(非満水時、 τ_{zx})

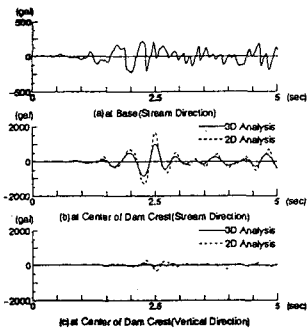


図11 加速度時刻歴波形

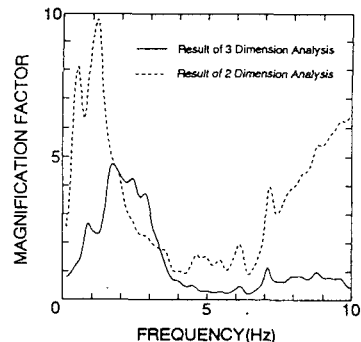


図12 周波数応答関数