

ダム軸が大きく湾曲したフィルダムの数値振動解析

東京工業大学 学生会員 小島 康弘
 正会員 大町 達夫
 正会員 井上 修作

1.目的

2004年新潟県中越地震により、震源域に位置する新山本調整池は、深刻な被害を受けた。新山本調整池は、図 1.1 に示すように大きく湾曲したダム軸をもっている。この特殊な形状のため、どのような振動特性を有し、地震時にどのような挙動を示したのかについては、十分解明されていない。

そこで、本研究では、有限要素法を用いて、新山本調整池の振動特性を把握し、新潟県中越地震時の挙動について考察する。

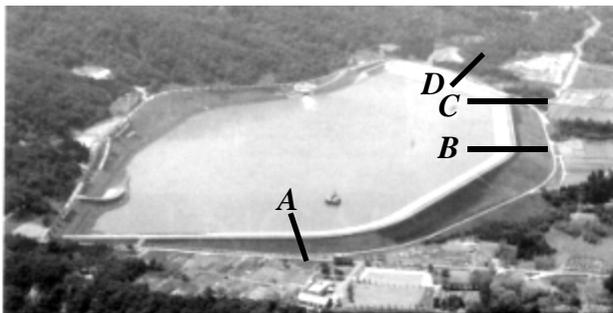


図 1.1 新山本調整池全体¹⁾と代表的4断面(A~D)

2.ダム本体の2次元解析

ダムの代表的な4断面をモデル化し、2次元振動数解析を行った。解析に用いたモデルの1つを図 2.1 に示す。なお、堤体の物性値は、このダムの復旧工事報告書²⁾とロックフィルダムの経験式に基づき設定した。

解析結果を常時微動測定結果³⁾と比較したものを図 2.2 に示す。図 2.2 より、実測結果と良好な一致をすることが確認される。このことより、物性値は妥当な値であるといえる。また、0.4sec 付近のピークは地盤の影響によるものと推測される。

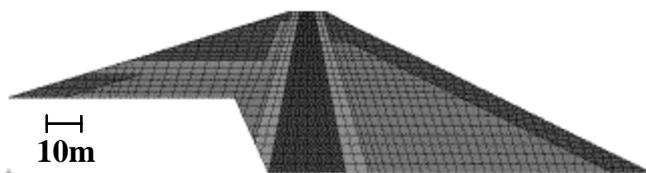


図 2.1 ダム本体の2次元解析モデル(C断面)

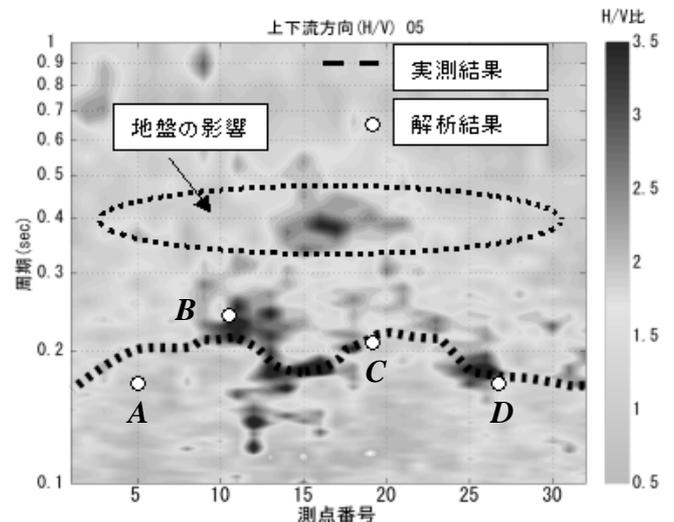


図 2.2 解析結果と実測結果の比較(上下流方向)

3.ダム-基礎系の2次元解析

地盤の影響を定量的に確認するために、代表的な4断面のダム-基礎系の2次元モデルを用いて解析することとした。解析に用いたモデルの1つを図 3.1 に示す。解析方法は、地盤底面に、パルス波を水平方向に入力し、ダム底面、ダム天端での応答を解析することで地盤の影響を考察した。

図 3.2 にダム底面、ダム天端での応答から求めた、フーリエスペクトル、H/V スペクトル比、伝達関数を示す。図 3.2 より、地盤で増幅される周期とダム本体で増幅される周期があることが確認される。他の断面においても、同様の結果が得られたことから、0.4sec 付近は地盤で増幅される周期であると言える。

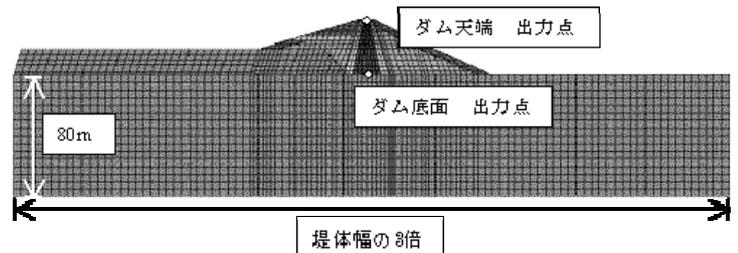


図 3.1 ダム-基礎系の2次元解析モデル

キーワード 2004年新潟県中越地震, 新山本調整池, 有限要素法, 卓越周期, 地震応答
 連絡先 〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-G3-2 TEL045-924-5605

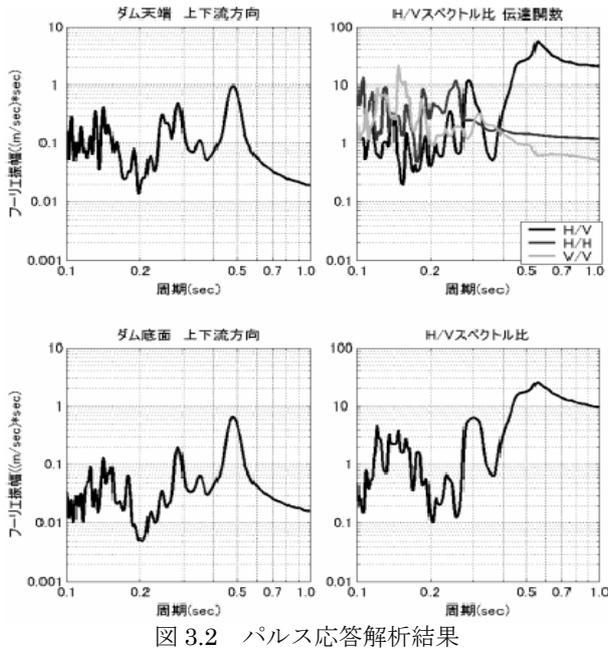


図 3.2 パルス応答解析結果

4.3 次元モデルの地震応答解析

新山本調整池の振動特性を 3 次元体として把握するとともに、新潟県中越地震時の挙動を考察するために、3次元有限要素モデルを作成した。3次元モデルは、堤体の高さを 24 測点で一致させて作成した。また、堤体の物性値は代表的な 4 断面における各材料の面積の割合から算出したもので代表させた。

KiK-net 川西 4)の地下の本震記録をダム底面に入力し、24 測点での地震応答を解析した。図 4.1 に 3次元モデルおよび応答加速度の軌跡を示す。また、図 4.2 にダム本体の増幅を表す伝達関数を示す。

図 4.1 より、右岸側からダム中央やや左岸側までは、ダム軸方向の応答が卓越し、それよりも左岸側では、上下流方向の応答が卓越することが確認される。また、図 4.2 より、上下流方向は堤体の高さに応じて卓越周期が変化するが、ダム軸方向は、ダム中央付近で卓越周期が一定となることを確認される。

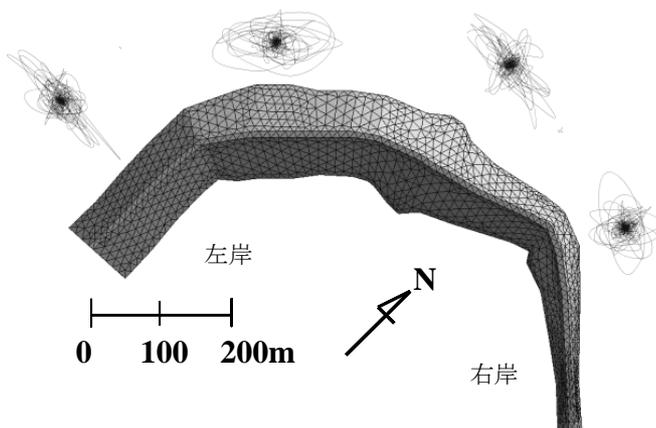


図 4.1 3次元モデルおよび応答加速度軌跡

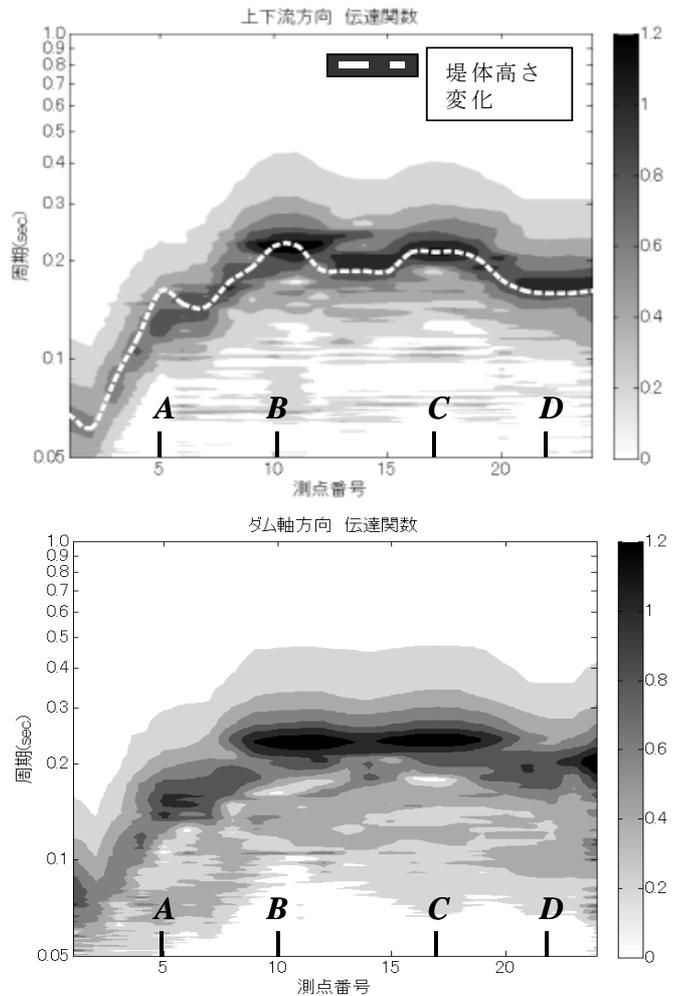


図 4.2 地震応答解析結果 伝達関数

5. 結論

ダム本体の卓越周期は、0.25sec 以下で断面位置によって変化する。上下流方向の卓越周期は堤体の高さに応じて変化する。ダム軸方向の卓越周期はダム中央でほぼ一定となり、方向によって異なることが明らかとなった。また、新潟県中越地震時には、右岸側からダム中央やや左岸側までは、ダム軸方向の応答が卓越し、それよりも左岸側では、上下流方向の応答が卓越することが明らかとなった。

謝辞

本研究を行う上で、(株)JR 東日本には貴重な資料を提供していただいた。

参考文献

- 1): 土木学会(2006). 土木学会誌, 91, 11, 2 - 3.
- 2): 東日本旅客鉄道株式会社(2006). 信濃川発電所復旧工事技術専門委員会
- 3): 戸田忠友(2007). ダム軸が大きく湾曲したフィルダムの常時微動特性
- 4): 防災科学技術研究所. 基盤強震観測網 KiK-net