

鳥取県西部地震の震源近傍のダムサイトにおける地震動の推定

国土技術政策総合研究所 正会員 ○松本 俊輔
 国土技術政策総合研究所 正会員 日下部 毅明
 国土技術政策総合研究所 正会員 片岡 正次郎

1. 目的

2000年10月6日13時30分に発生した鳥取県西部地震(M7.3)では、最大震度6強を記録し、中国地方を中心に近畿、四国地方の広範囲にわたり強い地震動が観測された。震央から北方4.4kmに位置する賀祥ダム(天端高さ46.4m、天端長174m、重力式コンクリートダム)においても強い地震動が観測され、その最大加速度は、天端中央で2051gal¹⁾ 底設監査廊で531gal¹⁾であった。観測された強震記録は、震源のごく近傍のダムサイト岩盤における貴重な記録であるため、これをダムの耐震設計の際に用いる入力地震動の設定に活用する事が考えられる。しかし、ダム天端中央及び底設監査廊で観測された強震記録には、貯水や周辺岩盤及びダム本体の地震応答の影響が含まれており、これらの影響を取り除いた自由地盤における地震動を求める必要がある。

本研究では、2000年鳥取県西部地震の際に賀祥ダムで得られた強震記録について、貯水及び周辺地盤の影響を含めた賀祥ダムの三次元地震応答解析を行い、強震記録からダムの地震応答の影響を取り除くことにより、自由地盤における強震動の推定を行った。

2. 自由地盤における地震動の推定の方法

本研究では、まずダム堤体とその周辺部の地盤をまとめて3次元有限要素によりモデル化を行った(図-1)。また、それらの外側の自由地盤については、3次元薄層要素で半無限均一地盤としたモデル化を行った。ダム堤体とその周辺地盤のモデル化は、解析結果が30Hzの振動数まで精度を確保するように行った。解析結果の精度を30Hzまで確保するためには、節点間の距離は15m程度以下である必要がある。ここでは、節点間の最大距離を5mとすることで、要素の大きさを波長に対して十分小さくし、目標の精度が確保されるようにした。また、天端中央で2G以上の加速度が観測されており、ダム堤体及び地盤の非線形応答の影響が考えられたため、2次元予備解析及び3次元予備解析を行った。その結果、地盤のせん断歪分布とせん断剛性の低下度から地盤の非線形性は無視できると考えられた。またコンクリートに関しても観測記録の比較から顕著な非線形性を考えるほどの歪レベルに達しているとは認められなかった。したがって、本研究では、物性の非線形性は考慮していない。

貯水の影響は、ダム上流面に深さ方向に変化する付加質量を与えることにより考慮した。ただし、ダム軸方向及び鉛直方向の解析においては貯水の影響は無視した。

解析に用いる観測記録については、賀祥ダムの天端中央及び底設監査廊で観測された記録がNS方向及びEW方向であるため、ダム軸(N108E)、ダム軸直角(N18E)方向に座標変換を行った。

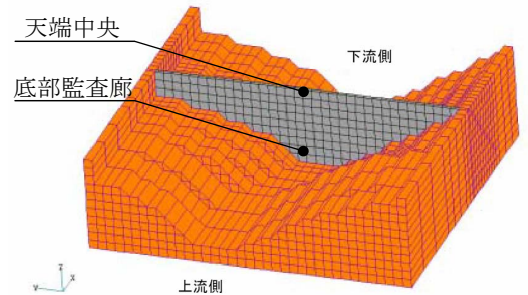


図-1 賀祥ダムと周辺岩盤のモデル図

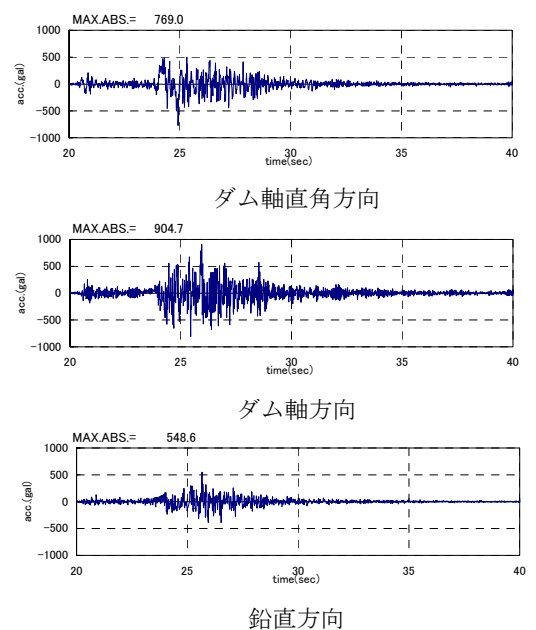


図-2 底設監査廊の記録から推定した自由地盤の加速度時刻歴波

キーワード

鳥取県西部地震、賀祥ダム、自由地盤、3次元有限要素法

連絡先

茨城県つくば市大字旭1 TEL:029-864-3245 FAX:029-864-0598

以上の条件により、ダム堤体及び周辺地盤の地震応答解析を行い、解析モデル中にある観測点の地震記録から自由地盤の地震動を推定した。

3. 地震動の推定結果

底設監査廊の観測記録から推定した自由地盤の加速度波形を図-2に示す。ダム軸方向での最大加速度は904.7galであり、底部監査廊での観測記録の最大加速度570.2galを上回る結果となった。

底設監査廊の観測記録から推定した自由地盤の地震動と、底設監査廊の観測記録の加速度応答スペクトル(h=5%)による比較を図-3に示す。図よりダムの影響等を取り除いた自由表面の地震動は、底部監査廊で観測された地震動と比較してほぼ全ての周期帯で強い強度を有し、短周期成分が卓越している事が分かる。最大加速度が大きな値を示している理由として、この短周期成分の影響が考えられる。

自由地盤の地震動の推定精度の確認のため、底設監査廊の観測記録から推定した自由地盤の加速度波形を用いて天端中央の地震動を推定した結果と、実際に天端中央で観測された記録との加速度応答スペクトル(h=5%)の比較を図-4に示す。ダム軸直角方向の推定結果は、応答スペクトルの全体の形状や、加速度応答値が突出する周期帯は一致しているものの、一部の周期帯では観測記録と一致しない結果となった。ダム軸方向についても、ダム軸直角方向と同様の傾向が見られる。特に、0.1~0.2secの周期帯においては、ダム軸直角、ダム軸方向共に、観測記録と比較して推定結果の加速度応答は明らかに小さい値を示している。これは、今回の解析では考慮出来ない構造物及び地盤の応答等の影響によるものと考えられる。鉛直方向については、ほぼ観測記録と一致する結果が得られた。

4. まとめ

ダムの影響等を取り除いたダムサイトの自由地盤における地震動の推定結果は、観測された地震動と比較してほぼ全ての周期帯で強い強度を有する可能性がある事が分かった。

底設監査廊の観測記録から天端中央の地震動を推定した結果と、観測記録の加速度応答スペクトルは、水平方向、鉛直方向共に特徴が一致した。ただし、一部の周期帯では、推定結果と観測記録の加速度応答値に差異が認められる場合があった事から、今後より詳細な検討の必要がある。

参考文献

- 1) ダムの地震加速度記録による岩盤の地震動とフィルダムの地震応答特性 土木研究所資料 第3780号 平成13年1月

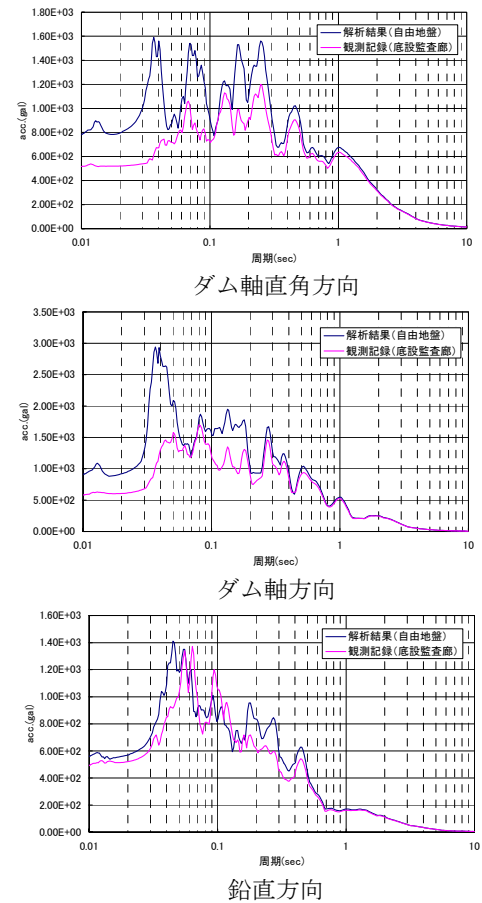


図-3 観測記録との推定波形の加速度応答スペクトルの比較

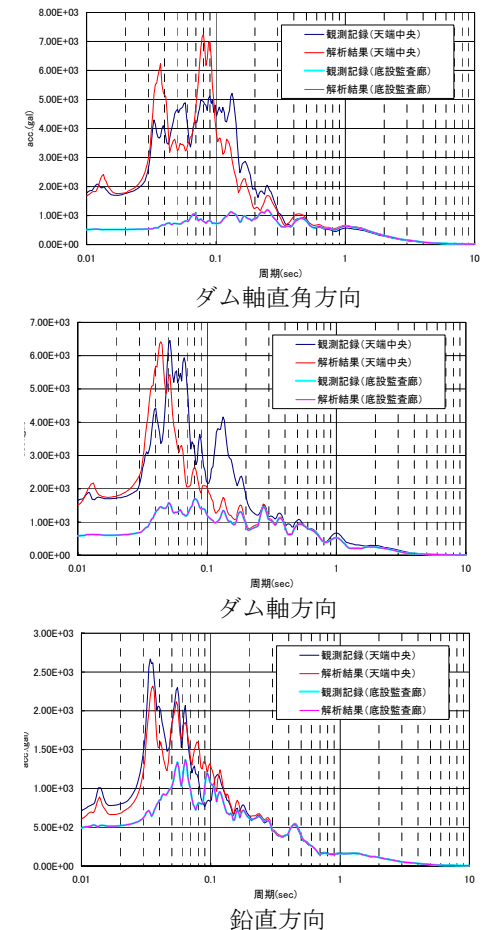


図-4 底設監査廊からの推定結果