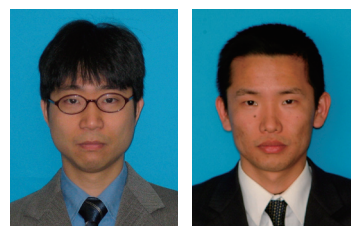


ダムにおけるレベル2地震動の推定手法の構築

河川研究部 ダム研究室 主任研究官 筋野 晃司 研究官 佐野 貴之



1. はじめに

ダムは、最も大きな人工構造物のひとつであり、長期にわたってその効用を発揮する施設である。また多量の水を貯留することから、一旦事故が発生するとその影響は甚大となるため、安全性の確保には十分な考慮が必要である。

ダムの基礎地盤の安全性については、これまでも慎重な調査検討が行われ、可能な限り良好な地点に建設すべく万全の注意が払われてきた。地震に対してはこれまで、地表面に生じる変位（ずれ）の影響を受けないよう、ダム位置の選定において第四紀断層を避ける等の適切な対応が採られてきた。また地震動に対しては、設計時に静的荷重として考慮して

きており、兵庫県南部地震においても壊滅的な被害を生じていないことを確認していた。しかし近年の鳥取県西部地震や新潟県中越地震等の地震において、ダム基礎岩盤でこれまでの推定を上回る最大加速度が観測された。このような大規模地震に対して、ダムの安全性を確認する必要性が生じてきたが、これまで適切な評価手法は検討されていなかった。

このような状況を踏まえ、今般、ダムにおいて、当該ダム地点で現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動（以下「レベル2地震動」という。）の影響を検討することとした。検討にあたってまず必要となる、ダムサイトにおいて発生する可能性のある最大の地震動強さを推定する手法およびその活用手法について提案を行った。（図-1）

2. レベル2地震動の推定手法

レベル2地震動の推定にあたっては、各種文献資料等から過去に周辺で発生した地震（歴史地震等）や、周辺に分布する活断層やプレート境界等（プレート内地震の震源も含む）、震源となる断層に関する情報を収集・整理する。事例を図-2に示す。

整理した結果に基づき、当該ダムに最も大きな影響を及ぼす可能性のある地震を「想定地震」として選定する。様々な地震によるダムへの影響は、その地震によってダム地点で生じる地震動の強さはもとより、地震動の継続時間、またダムの固有周期と地震動の卓越周期との関係等、様々な要因に左右される。想定地震の選定は便宜上、後述するダムの距離減衰式等を用い、ダム地点に生じる地震動の強さ（加速度応答スペクトル）を推定し、図-3に示すように、それらの大きさを比較することにより選定する方法を提案した。

選定した想定地震より、それによる当該ダム地点

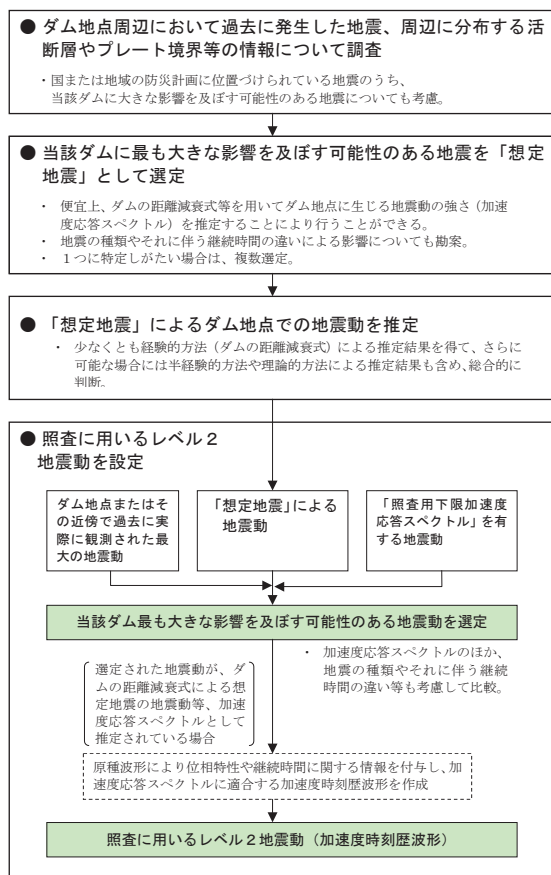


図-1 レベル2地震動の設定手法

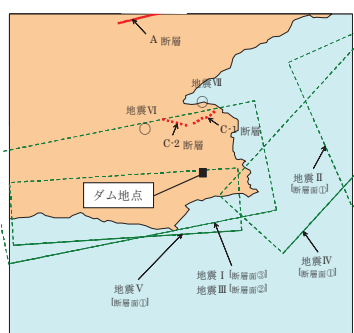


図-2 断層等の調査例

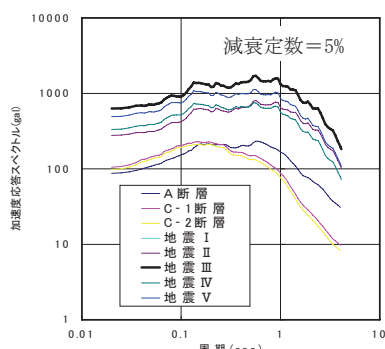


図-3 各地震によるダム地点での地震動推定結果の比較例

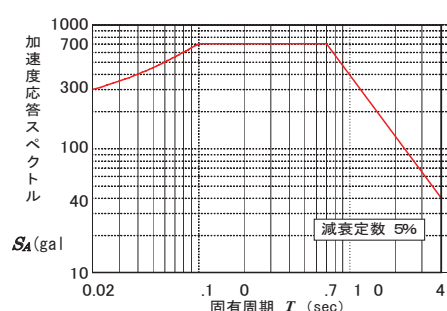


図-4 照査用下限加速度応答スペクトル

での地震動を推定する。各種の推定法があるが、本研究では簡便で確かな方法として、経験的手法である「ダムの距離減衰式」を用いた手法を提案した。この式は、わが国のダム基礎で得られた多数の地震動記録をもとにした経験式である。内陸型地震や海洋型地震等、地震のタイプごとに震源からの距離や地震の規模等をパラメータとして、当該ダム地点で生じる地震動の強さを簡便に推定することができる。なお、さらに可能な場合は、経験的グリーン関数法や統計的グリーン関数法等の半経験的方法、また、断層面やその破壊過程に加え、断層からダム地点までの地震動の伝播経路特性についてもモデル化する理論的方法などを用いた推定結果も含め、総合的に判断する。

3. レベル2地震動の活用

本研究では、ダムにおけるレベル2地震動は、ダム毎に設定することを提案した。当該ダム地点におけるレベル2地震動は、①想定地震による地震動、②ダム地点又はその近傍で過去に実際に観測された最大の地震動、③照査用下限加速度応答スペクトル(図-4)を有する地震動のうち、当該ダムに最も大きな影響を及ぼす可能性のある地震動とすることとした。なお、照査用下限加速度応答スペクトルは、震源となる活断層が地表面に現れていない場合を想定して、最低限考慮すべき水平地震動を加速度応答スペクトルとして設定したものである。具体には、M6.5の直下地震に対して、ダムの距離減衰式を用い、その予測値のばらつきを考慮して平均値+標準

偏差に相当する地震動強さをほぼカバーするものとしてダムの応答特性(固有周期帯)等の影響も加味して設定した。

ダムの耐震性能を照査する場合には、ダムに損傷が生じることも想定した上で評価する必要がある。評価には、時々刻々の損傷がどのように進展するかを時刻歴応答解析により予測することが有効である。それには加速度応答スペクトルではなく、これに適合する加速度時刻歴波形を得る必要がある。本研究では、既往の加速度時刻歴波形(原種波形という)等によって位相特性を与え、その周波数領域での振幅調整等を行うことを提案した。原種波形は、当該ダム地点において想定地震と類似の地震による強震記録が既に得られているときはそれを、そのような記録が得られていない場合は過去の大規模地震時にダム基礎で得られている代表的な強震記録を用いることとした。

4. 今後の展望

本稿で紹介した研究については、2005年3月に国土交通省河川局が策定した「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)」に、その内容が反映され、試行が開始されている。今後、試行を実施しながら、より優れた内容での本実施に向け、本研究のほか、ダム耐震照査に関連する研究を進めていく予定である。