

2008年岩手・宮城内陸地震に対する荒砥沢ダムへの応答

東京工業大学大町研究室 学生会員 田原徹也

1. 背景・目的

近年、直下地震の震源近傍に位置するダムの被災例が報告されている。壊滅的な被害こそでないものの、震源近傍でダムが被災することは今後も不可避と考えられる。

2008年6月14日午前8時43分、岩手・宮城内陸地震が発生した。震源近傍のダムのうち、震央から約15km(図1参照)の荒砥沢ダム基礎部(監査廊埋設)の地震計で記録した最大加速度1024galは、これまでに国内のダム底部監査廊で観測された記録としては最大のものであった。これほどの最大加速度を記録したにも関わらず、被害が軽微であった荒砥沢ダムでの事例は、今後起こりうる直下地震などによる強い地震動に対するダムの耐震性能評価をする上で貴重な資料になると考えられる。

そこで本研究では、荒砥沢ダムで得られた強震記録を解析し、本震時の荒砥沢ダムの挙動を把握することを目的とする。

2. 荒砥沢ダムの概要

荒砥沢ダムは、宮城県栗原市に位置する中央コア型ロックフィルダム(堤高74.4m, 堤頂長413.7m)である。洪水調節、灌漑用水の供給、発電を目的として建設され、1998年に竣工している。荒砥沢ダムには、図2のように鉛直線上の基礎監査廊、堤体中間部、堤体天端3ヶ所と右岸地山の計4ヶ所に、地震計が設置されている。

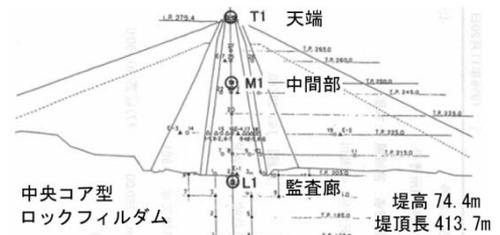


図2 ダム断面図と地震計設置位置

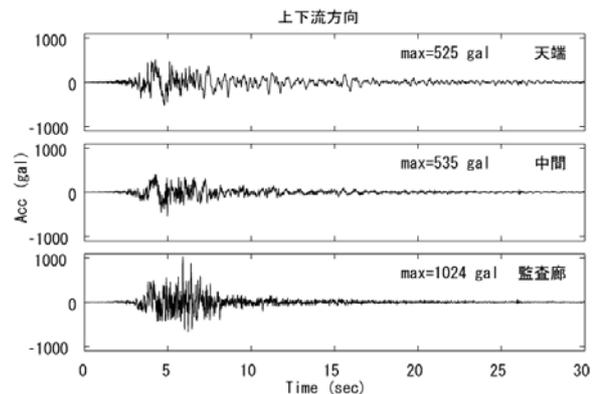


図3 加速度時刻歴波形

3. 得られた強震記録について

図3に天端、中間部、監査廊で得られた上下流方向の加速度時刻歴波形を示す。監査廊で最大加速度1024galを記録したが、天端の最大加速度は525galと監査廊の最大加速度を下回った。ダム軸方向、鉛直方向でも同様であった。

天端と監査廊のスペクトル比(上下流方向)を図4に示す。比較のために、96年の3つの地震と本震後の余震も図示する。これを見ると、本震のスペクトル形状が他と大きく異なり、短周期成分がダムで大きく減衰している。さらに、ダムの中小地震時の

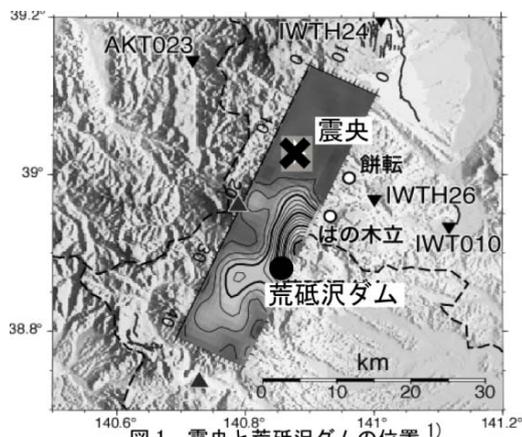


図1 震央と荒砥沢ダムの位置

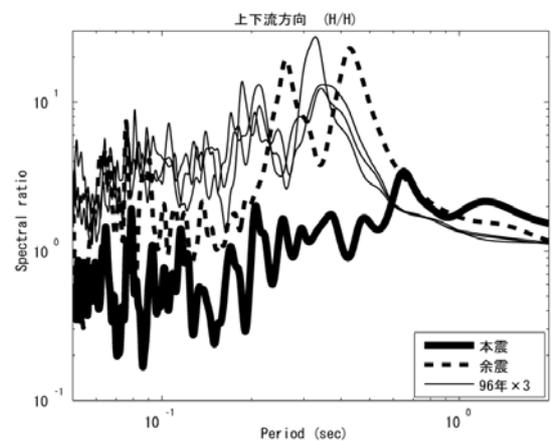
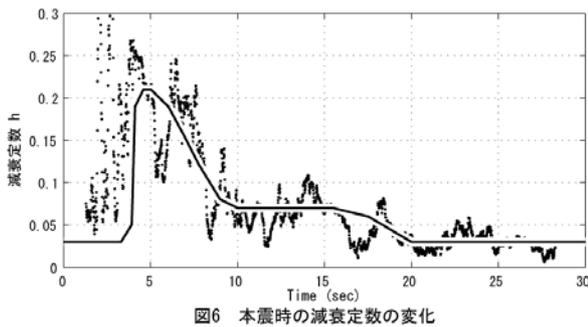
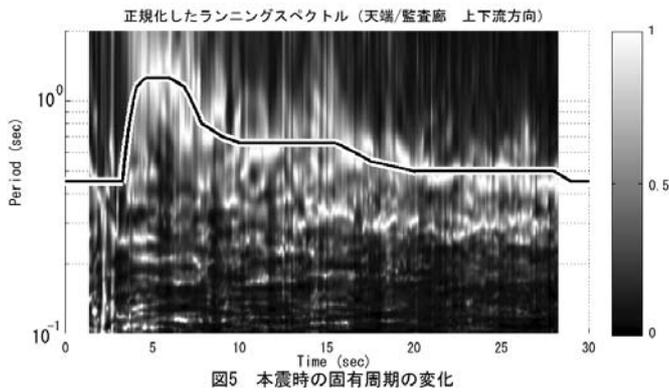


図4 スペクトル比(天端/監査廊)

キーワード 荒砥沢ダム, 固有周期, 減衰定数, 伝播速度

連絡先: 〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-G3-2

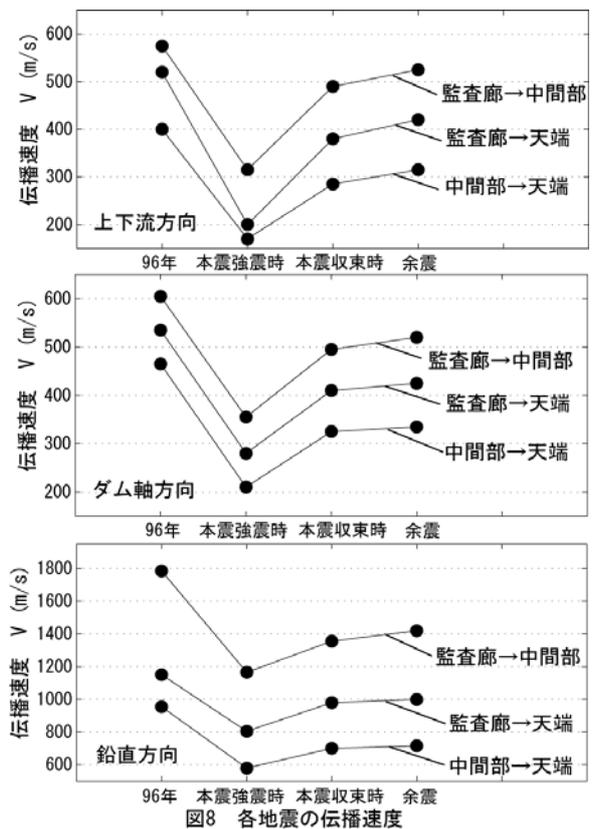
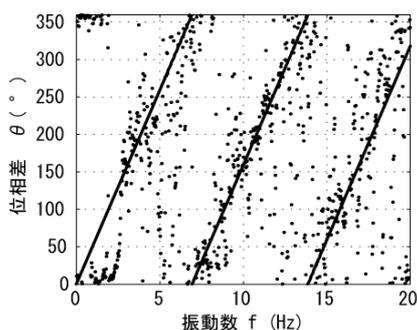
東京工業大学大町研究室 TEL045-924-5605



固有周期と思われる 0.4sec 付近にピークが見られないことがわかる。

4. 非定常動的特性の解析

本震時、ダムの固有周期と減衰定数は大きく変化した可能性があるため、まずこれらを詳しく解析した。図5にスペクトル比(天端/監査廊, 上下流方向)のランニングスペクトルを示す。これは解析区間(2.56sec)を0.1secずつずらし、各時刻の卓越周期で正規化したものである。これをみると卓越周期が強震時に約0.4secから約1.2secにまで変動し、時刻の経過とともにダム本来の固有周期に戻っていくことがわかる。一般に、固有周期での増幅率をMとすると減衰定数hは $h \approx 1/2 M$ で与えられることを利用してhを算定した結果、図6のように減衰定数も変動していることがわかった。さらにこの変動原因として波動伝播速度の変化が考えられるので、本震の各観測地点(「監査廊→天端」, 「監査廊→中間部」, 「中間部→天端」)のダム伝播速度を位相差から求め



た。図7は天端と監査廊のフーリエ位相の差を表している。横軸に振動数、縦軸に位相差をとり、図のような原点を通る直線で近似すると、この直線の傾きが伝播速度の逆数に比例することを利用して最小二乗法で伝播速度を求めた。求めた結果を図8に示す。他の地震に対し、各方向ともに、本震強震時の伝播速度が小さくなっていることがわかる。せん断ばり理論を用いて、これらの伝播速度値から求まる固有周期は、スペクトル比から求まる固有周期とそれぞれ近い値を示した。

5. まとめ

本震時、本ダムは著しい非線形性を示し、一時的に長周期化した。その結果、本震時に監査廊で観測された短周期成分はダムで大幅に減衰したと考えられる。このようなダムの非線形応答は伝播速度の変化とよい対応を見せた。フィルダムは土質材料から成るため、今後、土質材料の非線形性を組み入れて、ダムの3次元応答解析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 産業技術総合研究所：強震記録の解析から推定される2008年6月岩手・宮城内陸地震の断層モデル
- 2) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1994