森吉山ダムの地震時卓越振動数について

弘前大学　正会員　片岡俊一
弘前大学理工学部地球環境学科　中　良輔
国土交通省　東北地方整備局　森吉山ダム工事事務所　佐藤　清
宮城大学　正会員　上島照幸

1. はじめに

構造物の地震時挙動を地震観測記録から分析することは非常に重要なことであるが，そのような機会は希である．秋田県北秋田市にある森吉山ダムでは，昨年の 1 月から試験湛水中であるが，2011 年東北地方太平洋沖地震とそれによる余震，誘発地震による揺れを観測することができたので，概要を報告する．

2. 森吉山ダムおよび地震観測の概要

森吉山ダムは米代川水系小又川にある堤高 89.9m，堤頂長 786.0m の中央コア型ロックフィルダムであり，2004 年に盛り立てを開始し，2009 年（平成 21 年）1 月から試験湛水中である．図 1 に本ダムの平面図と縦断面図を示すが，ダム軸は右岸側で湾曲している特徴を有している．

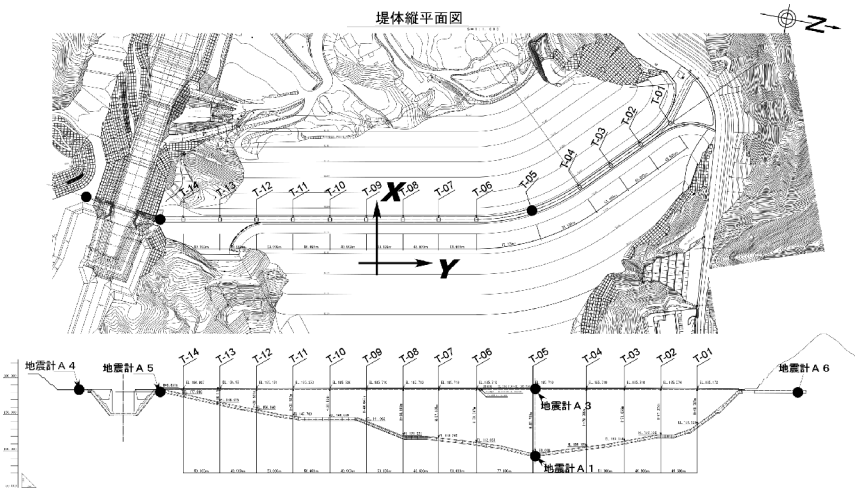

図 1　森吉山ダムの平面図と縦断面図

本ダムでは，図 1 の A1 から A6 の地点（A2 は欠番）に地震計を設置し，地震観測を行っている．地震計からの出力信号は観測点で電気信号から光信号に変換されて，管理事務所にて集中収録がなされている．地震計の方向は図 1 に示すように，ダムの直線部の方向が基準である．

本ダムにおいては，これまでに 21 の地震が観測されている．観測された地震の震央位置をダム地点ともに図 2 に示す．観測された地震は 2011 年東北地方太平洋沖地震とそれによる余震と，ダムサイト周辺におきた誘発地震と思われるものの 2 つに大別される．

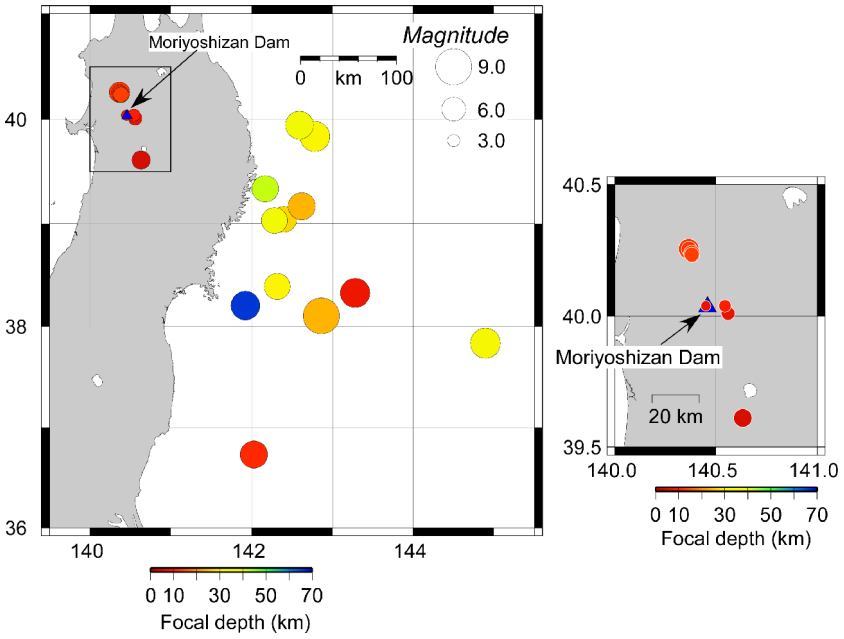

図 2　観測された地震の震央（○）と森吉山ダムの位置（△）

スペクトル比，最大余震，位相特性，KiK-net 一関東

連絡先：　036-8561　弘前市文京町 3，E-mail: kataoka@cc.hirosaki-u.ac.jp

2. ダム天端における観測記録

2011 年東北地方太平洋沖地震（以下，EQ0311）の記録とダムの北側で 4 月 1 日に発生した地震（M5.0，以下，EQ0401）のダム天端 A3 における記録のうち X 方向成分を図 3 に示す．EQ0311 の記録の継続時間は長いが振幅はそれほど大きくない．一方，EQ0401 ではこれまでの観測された地震のなかで最大の加速度を観測している．しかしながら，EQ0311 に比べて継続時間は短い．継続時間の短さはマグニチュードの影響と思われる．

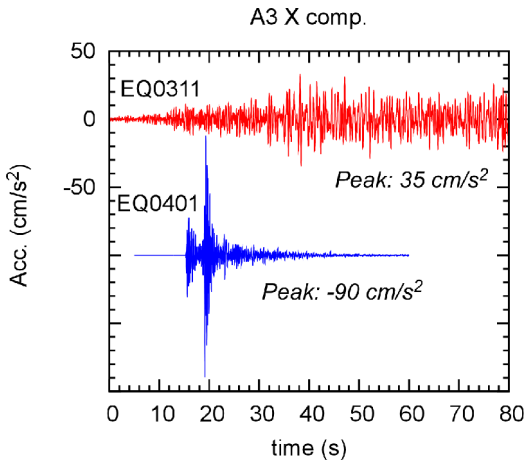

図 3　ダム天端（A3 測点）で観測された 2011 年東北地方太平洋沖地震の記録と 4 月 1 日に秋田県北部で起きた地震の記録（X 成分）

図 4 は，両地震による A3 における X,Y 両成分の記録のフーリエスペクトルである．EQ0311 では低振動数成分が卓越しており，ピークは 1.5～2.0Hz 付近にある．一方，EQ0401 では卓越している振動数成分は 2～4Hz であり，最も高いピークは 4Hz にある．今回の地震を全て調べたところ，誘発地震の記録では，高い振動数成分が卓越していた．

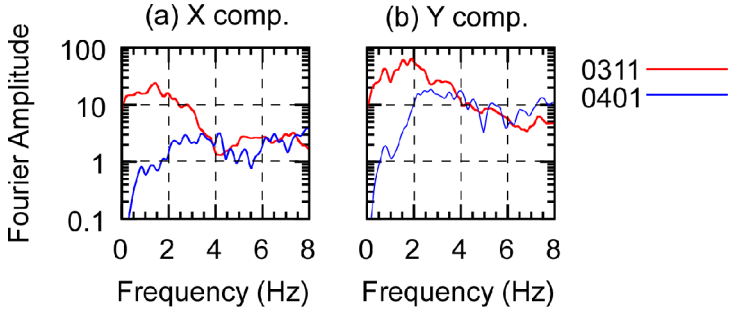

図 4　A3 測点における観測記録のフーリエスペクトル

3. 卓越振動数

ダムの基礎に位置する A1 の記録と A3 の記録を比較することで，ダムの地震時卓越振動数を調べた．本報告では，A1 と A3 を入出力の関係と考えた伝達関数(FRF)と A1 に対する A3 のスペクトル比(SPR)を求めている．

例として EQ0311 の結果と EQ0401 の結果を図 5 に示す．X 方向では 2Hz 付近に卓越が見られる．位相は，２地震とも 2Hz 付近で-90 度となり，その前後では滑らかに変化している．詳細に見るとスペクトル比は２地震とも伝達関数よりも大きく，ピークとなる振動数は伝達関数のそれよりもやや高い．EQ0401 の伝達関数は 2Hz 付近で急峻な谷があり二山となっていることも指摘できる．

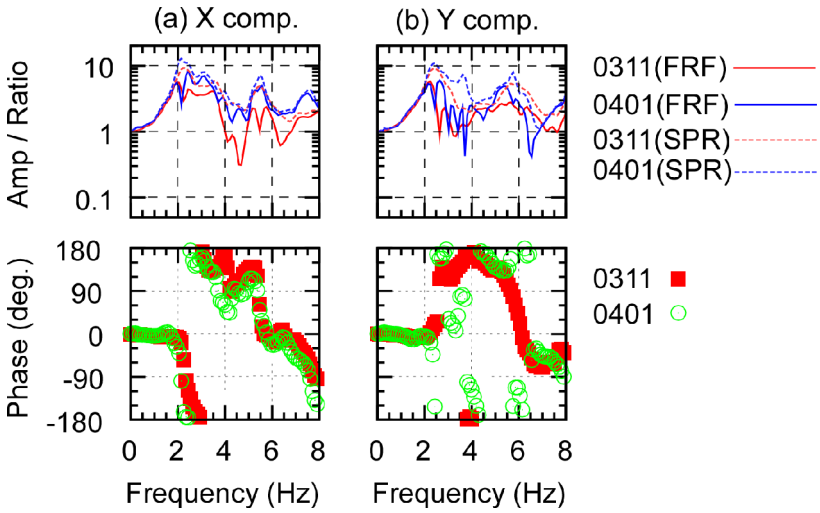

図 5　A1 と A3 との伝達関数の振幅（上）と位相（下）および A1 と A3 のスペクトル比（上）

Y 方向のピーク振動数は X 方向のそれよりもやや高く 2.3Hz 付近にある．Y 方向でも，EQ0401 の伝達関数は二山となっている．位相の変化は X 方向ほど滑らかではなく，またピーク付近で進む．なお，近地で起きた誘発地震全てにおいて伝達関数がピーク付近で二山となった．これは，ダムへの地震動の入射角が異なるためと考えている．

4. おわりに

遠地の地震記録からダムの地震時卓越振動数を判断すると，X 方向は 2Hz，Y 方向は 2.3Hz となった．