

# ダム堤体の強震時挙動推定のための 高精度システム同定法

SATテクノロジー・ショーケース2020

## ■ はじめに

世界有数の地震国である日本において、ダム施設の耐震安全性を評価するため、大規模地震時のダム堤体の挙動をできるだけ精度よく推定することは防災・減災上重要である。ダムなど構造物の地震時の応答(揺れ)をシミュレートする地震応答解析では、構造物の揺れやすい振動数を示す固有振動数や振動の減衰効果を表す減衰定数などのパラメータをいかに的確に把握し、適切に解析モデルに反映するかが鍵となる。また、強い地震動を受けて構造的損傷が生じた構造物では、構造物としての剛性が低下することで固有振動数が低下するなど、地震動作用中に振動特性が変化する可能性がある。このため、地震時の堤体の固有振動数や減衰定数を精度よく把握することは、強震動によるダム堤体の健全性への影響を評価する上においても重要な意味を持つ。

本研究は、ダムでの地震観測記録を基に、できるだけ精度よくダム堤体の固有振動数や減衰定数を同定する方法について検討したものである。

## ■ 研究内容

### 1. システム同定によるダム堤体の振動特性の把握

システム同定とは、対象とする動的システム(ここでは地震時のダム堤体)への入力データ(基礎岩盤での地震動)と出力データ(ダム堤体の揺れ)の測定値からシステムの特性を何らかの数学的モデルで表現することであり、対象を支配する物理法則に基づく物理モデリングとは対照的である。本研究では、入力・出力データ間の関係として、現時刻の出力値を過去の入出力値との線形結合で表現するARXモデルを適用し、基礎部および堤体上部地震計(図-1)での観測波形を用いてシステム同定を行った。この方法は、システム同定結果を用いてダム堤体の固有振動数と減衰定数を解析的に得ることができる利点がある。

### 2. 振動特性の同定結果

強震動を経験したロックフィルダムを対象に、大小の地震動(計19地震)作用中の平均的な振動特性(上下流方向)を同定した結果を図-2に示す。地震動レベルが大きいほど固有振動数は低く、減衰定数は大きく同定される傾向がある。土石材料からなるフィルダムでは、強震時には堤体のせん断ひずみの増加によって堤体剛性が低下し、履歴減衰が増加することが指摘されており、同定結果はこれに合致する傾向を示している。また、得られた固有振動数や減衰定数の経時変化(図-3)は、中小地震時(地震

①)には大きな変化がみられない一方、既往最大の加速度を記録した強震時(地震②)には主要動付近で急激な固有振動数の低下と減衰定数の増加がみられる。この地震ではダムの貯水機能に支障は生じなかったものの、若干の堤体変形(沈下)が確認されており、本手法は振動特性の面から強震時のダム堤体への影響を知る上でも有効といえる。

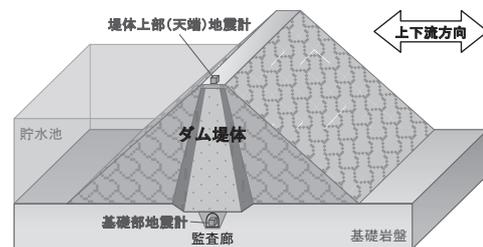


図-1 ダムにおける地震観測(ロックフィルダムの例)

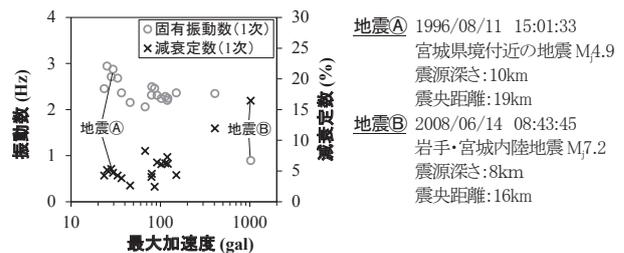


図-2 地震動レベル(基礎部最大加速度)とダム堤体の固有振動数・減衰定数

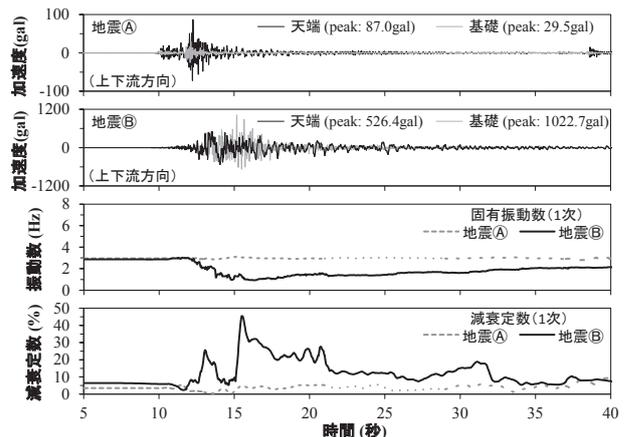


図-3 地震動加速度波形と固有振動数・減衰定数の変化

代表発表者 **尾茂 淳平(おしげ じゅんぺい)**  
 所属 **国土技術政策総合研究所  
 河川研究部 大規模河川構造物研究室**  
 問合せ先 **〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地  
 TEL:029-864-4667 FAX:029-864-7221**

■キーワード: (1)ダム  
 (2)振動特性  
 (3)システム同定

■共同研究者:  
 金銅 将史(国土技術政策総合研究所)  
 佐藤 弘行(国土技術政策総合研究所)