

常時微動に基づく寒河江ダム洪水吐きの振動特性の推定

株式会社ニュージェック 正会員 ○下山 顕治 非会員 新家 拓史 非会員 井上 翔大
株式会社ニュージェック 非会員 渡辺 祐太 非会員 足立 拓也
株式会社ニュージェック 非会員 羽田 浩二

1. 目的

ダムなどの構造物の経年劣化の状況を把握するために、構造物の振動特性を推定することは重要である。重力式ダムやロックフィルダムにおける観測記録から振動特性を推定し、構造物の健全性を評価する研究は数多く進められている^{1), 2)}。しかしながら、ロックフィルダムの洪水吐き部における観測例は見当たらなかった。寒河江ダム（ロックフィルダム）において、長期的にダムの健全度を確保し、効果的・効率的な維持管理を実現するため、総合点検が実施された。その一環として、寒河江ダム洪水吐きの振動特性を把握するため、常時微動観測を実施し、その記録から固有周期を推定した。

2. 洪水吐き

寒河江ダムの洪水吐きは、ダム堤体の右岸側に設置されている高さ約 39m の重力式構造物であり、ラジアルゲート（クレスト、オリフィス）およびフラップゲートが設置されている。堤体と洪水吐きの間には地山があり、直接接続していない。図 1, 2 に洪水吐きの写真を示す。

3. 常時微動観測

寒河江ダムの洪水吐きで常時微動観測を 2022 年 12 月 6～7 日（天候：曇り一時雪）に実施した。微動計は、JU210 シリーズ（加速度計）³⁾×10 台を使用し、10 地点の同時観測とした。設置方向は上下流方向を NS 成分、左右岸方向を EW 成分、鉛直方向を UD 成分とした。サンプリング周波数は 200Hz で、測定時間は 30 分間（1,800 秒）とした。常時微動の写真を図-3, 4 に、計測箇所を図-5, 6 に示す。観測記録の全区間を用いて、40.96 秒間の波形を複数個切り出し、0.2Hz の Parzen ウィンドウによる平滑化を実施したフーリエ振幅スペクトルからフーリエスペクトル比（伝達関数）を作成した。

4. 固有振動数の推定

ここでは、中央ブロック（BL5）およびその隣の BL4 を対象とした観測結果を示す。各ブロックの上（頂部）と下（監査廊）に対するフーリエ振幅スペクトルを求めた。図 7, 8 に加速度フーリエスペクトルを示す。これらの図より、低振動数側 0.27Hz にピークがある。このピークは気象条件等により長周期成分が卓越したものと思われる⁴⁾。図 7 の BL4 の頂部の観測では 10Hz 付近にピークがあり、これらのピークが構造物の卓越周期だと思われる。また、BL4 の下（監査廊：図 8）では目立ったピークは見られなかった。

各ブロックの上（頂部）の記録を下（監査廊）の記録で割ることによって、フーリエスペクトル比を算出した（図 9～10）。図 9 より、BL5 は上下流方向で 12Hz および 17Hz にピーク、左右岸方向で 12Hz および 22Hz 付近にピークがある。ただし、上下流方向の 17Hz のピークについては、形状が鋭く、構造物の応答ではなく、局所的な機械振動などのピークの可能性がある。ピークの比は左右岸方向よりも上下流方向が大きい。図 10 より、BL4 では左右岸方向の 15～16Hz 付近にピークがある。上下流方向には左右岸方向のように明瞭なピークは見られなかった。ピークの比は上下流方向よりも左右岸方向が大きい。重力式コンクリートダムで観測された強震記録の解析の関係式⁵⁾より、高さ 39m とした場合、固有周期は 9.66～21.98Hz であった。本観測の BL5 の上下流方向のピーク値である 12Hz は、この式で求められた値の範囲内にあることがわかった。

キーワード 洪水吐き、常時微動観測、振動特性、固有周期、ロックフィルダム

連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20 (株)ニュージェック TEL 06-6374-4901

5. まとめ

常時微動観測を実施した結果、寒河江ダム洪水吐きの基本的な振動性状（固有周期）を把握することが出来た。各ブロックで主に振動する周期や方向が異なっていることが分かった。

今後は、定期的に常時微動観測を実施することによって、寒河江ダム洪水吐きの固有周期の変化を捉えることが可能であると考え、この固有周期の変化を構造物の経年変化などの指標とするための研究を進めていくことは重要である。



図1 洪水吐き全景その1

図2 洪水吐き全景その2

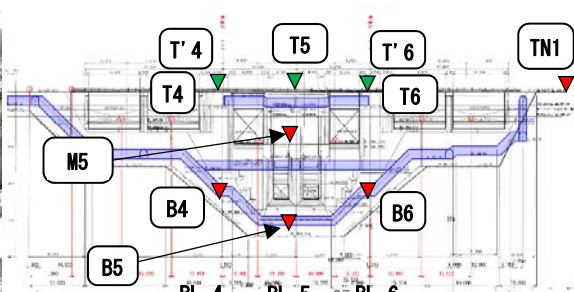


図5 断面図

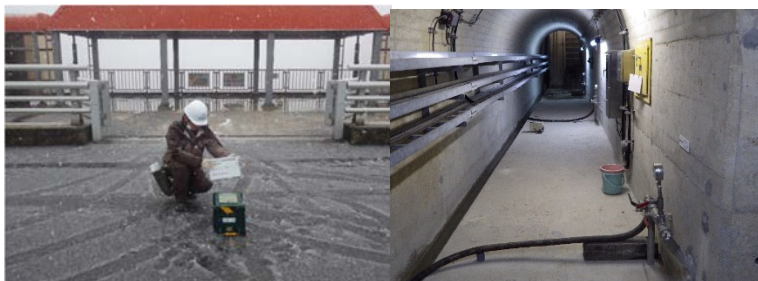


図3 観測風景（頂部）

図4 観測風景（監査廊）

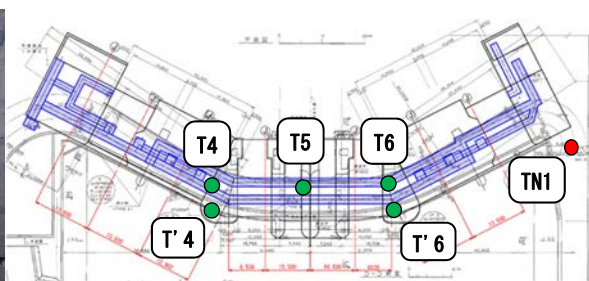


図6 平面図

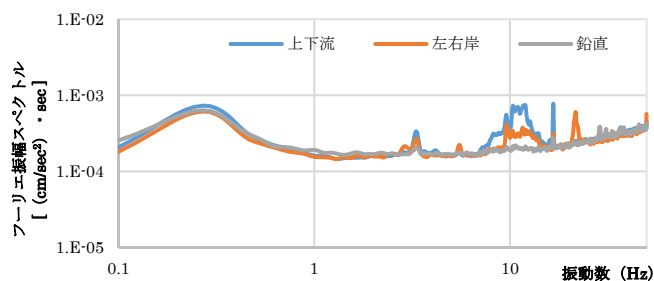


図7 フーリエ振幅スペクトル (T5)

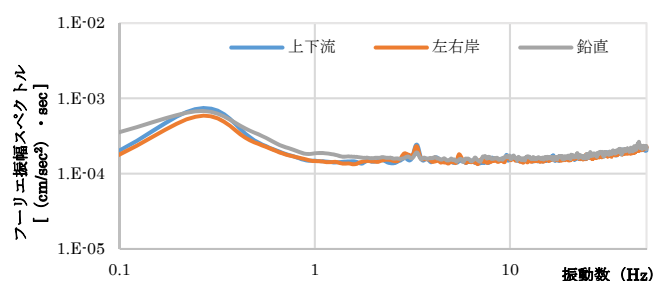


図8 フーリエスペクトル比 (B5)

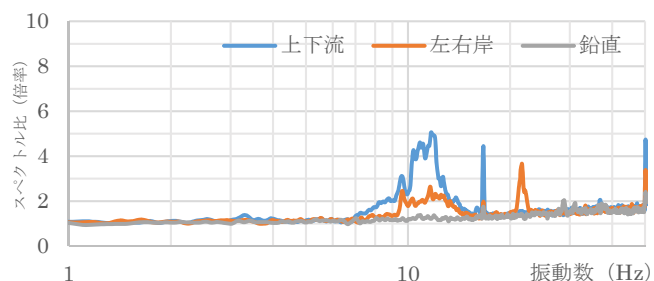


図9 フーリエスペクトル比 (T5/B5)



図10 フーリエスペクトル比 (T4/B4)

参考文献 1) 金銅将史他：重力式コンクリートダムの固有振動数変化とその重回帰分析，ダム工学，25(1)，16-28，2015，2) 栗田哲史他：常時微動計測に基づくロックフィルダムの振動特性推定，ダム工学，30(2)，110-119，2020，3) 先名重樹他：微動探査観測システムの開発，第115回物理探査学会予稿集，2007，pp.120-122，4) 木下繁夫他（監修）：強震動基礎（ウェブテキスト2000版），5) 日本大ダム会議：ダム地震記録データベース更新分科会報告，大ダム No.231，2015