

常時微動計測によるバットレスダムの振動特性評価について

中国電力（株） エネルギア総合研究所 正会員 ○仁科 晴貴
中国電力（株） 流通事業本部 正会員 森 賢太郎
中国電力（株） エネルギア総合研究所 正会員 渡辺 健一

1. 研究目的

常時微動とは、海の波浪や風などの自然現象、交通機関および工場操業などの人間活動によって、地表面や構造物に絶えず存在する微小な振動である。常時微動を計測することで地盤や構造物の振動特性を推定することができる。常時微動計測から得られた振動特性は、地盤種別の判定、構造物の健全性評価などに利用される。

本研究ではバットレスダムの振動特性を明らかにすることを目的として、常時微動計測を実施した。全国でも例の少ないバットレスダムについて、その振動特性を明らかにした事例は報告されていない。

2. 常時微動計測の実施

(1) 計測箇所

対象ダムを写真-1に示す。計測箇所は図-1のとおり、ダム天端の左岸（J4）、中央（J7）、右岸（J10）、さらに右岸端部（J14）の4測点と、ダム底部1測点（B）の計5測点とし、そのうちダム底部（B）を基準として①BとJ4、②BとJ7、③BとJ10および④BとJ14の計4区間で計測を実施した。なお、区間④について、J14はほぼ岩盤上に位置するため、岩盤での振動の伝達を確認するために参考として計測した。計測は1測点あたり3成分（ダム上下流方向、ダム軸方向、鉛直方向）とし、速度計のX方向プラスがダム下流方向、Y方向プラスがダム軸右岸方向になるよう設置した。また、サンプリング周波数は200Hzで計測時間はそれぞれ60分間とした。



a)上流側 b)下流側

写真-1 対象ダム

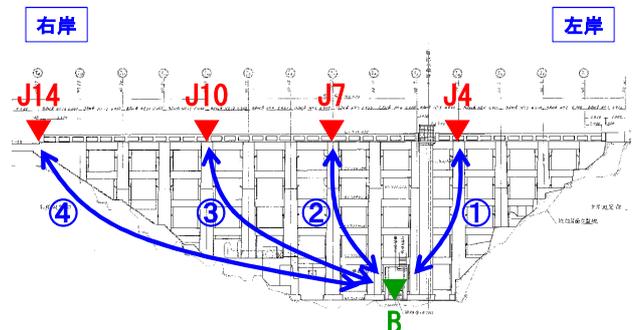


図-1 計測箇所

(2) 計測データの整理方法

- ① 計測した速度時刻歴波形（計測時間 3,600 秒/測点、データ数 720,000/測点）の中からノイズの少ない約 20 分間を抽出し、長さ 20.48 秒（データ数 4,096）の小データに切り分ける。
- ② 各計測区間において小データ毎にダム下部計測箇所を入力点、ダム上部計測箇所を応答点と仮定した場合の伝達関数（入力振動と応答振動から振動の伝わり具合を表す）および位相特性（同時計測した 2 測点のそれぞれの振動のずれ）を算出し、そのアンサンブル平均を伝達関数および位相特性の推定値とする。
- ③ 伝達関数推定値および位相特性の関係から、ダムの固有振動数、振動モードを推定する。

3. 振動特性の推定

常時微動計測結果から算出した各計測区間の上下流方向の伝達関数および位相特性を図-2に示す。以下に考察を記す。

キーワード バットレスダム、常時微動、振動特性、固有振動数、健全性評価

連絡先 〒739-0046 広島県東広島市鏡山 3 丁目 9 番 1 号 中国電力(株)エネルギア総合研究所 TEL050-8202-5271

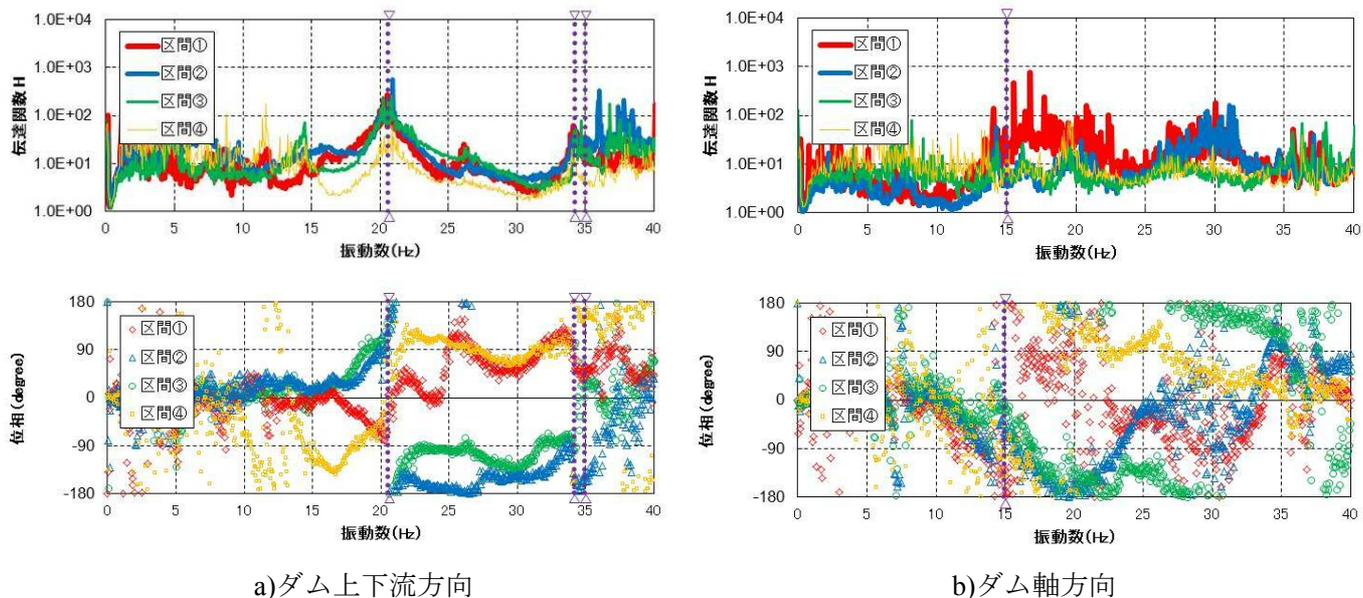


図-2 全区間の伝達関数および位相特性

(1) 上下流方向

区間①, ②, ③に共通して, 伝達関数は 20.3~20.9Hz で 1 次ピーク, 34.1~34.3Hz で 2 次ピークをとることが確認できる. 20.3~20.9Hz (平均 20.6Hz) では, 区間①の位相特性が -90° , 区間②, ③の位相特性が 90° であることから, 平面的に J4 と J7 の間に振動の節を持った逆対称 1 次の振動モードと考えられる. 伝達関数が 2 次のピークをとる 34.1~34.3Hz (平均 34.2Hz) では, 区間①の位相特性が 90° , 区間②, ③の位相特性が -90° であることから, 1 次ピークと同様に平面的に J4 と J7 の間に振動の節を持った逆対称 1 次の振動モードと考えられる. ただし, 1 次ピークと 2 次ピークでは, 断面的な振動モードが変化していると考えられる. さらに, 35Hz 付近の各区間の位相特性を見ると, 区間①と③が同程度の値で, 区間②とおおよそ 180° の差が確認できることから, 平面的に対称 2 次の振動モードと考えられる.

(2) ダム軸方向

全区間共通して伝達関数の明瞭なピークは確認されない. これは, バットレスの複雑な構造が振動の伝達に干渉していることが原因として考えられる. 位相特性の関係を見ると, 15Hz 付近で区間①, ②, ③とも -90° に近づいていることが確認できることから, 平面的にダム軸方向へ 1 次の振動モードが卓越していると考えられる. よって, おおよそ 15Hz がダム軸方向の 1 次の固有振動数と考えられる.

(3) 結果総括

常時微動計測結果から推定される対象ダムの振動特性を表-1 に示す.

表-1 振動特性

固有振動数 (Hz)	15.0	20.6	34.2	35.0
平面モード	ダム軸方向 	上下流方向 逆対称1次 	上下流方向 逆対称1次 	上下流方向 対称2次
断面モード	—	1次モード 	2次モード 	—

4. 結論

常時微動計測の結果からバットレスダムの振動特性を推定し, 上下流方向およびダム軸方向の固有振動数, 固有モードを推定することができた.