

常時微動・地震動観測による高経年化したアーチダムの動特性（その1）

—高密度観測に基づく動特性の同定結果—

日本大学 正会員 ○仲村 成貴
 宮城大学 正会員 上島 照幸
 日本大学 正会員 塩尻 弘雄

1. はじめに

国内のダムは建設後 50 年近く経過したものが増えてきており、ダムの構造健全性を的確かつ効率的に評価できる手法が望まれている。振動計測を利用した方法は構造健全性を評価するための有用な一手法と考えられ、橋梁や建物などを対象とした研究例が多数報告されているものの、ダムでの検討例は多くない¹⁾。そこで、ダムの構造健全性を調査・研究するための基礎資料を得ることを目的とし、高経年化した実在ダムにおいて常時微動・地震動の長期継続観測および堤体温度や気温の観測を実施している。一方、同じダムにおいて高密度に測点を配置した常時微動観測（高密度観測と称す）を別途実施した。本稿では、高密度観測から得られた動特性について報告する。

2. 対象ダムの概要

堤高 82.0m、堤頂長 323.0m、総貯水容量 28,000,000m³、堤体積 226,000m³ の規模を持ち、2 つのアーチが連なるダブルアーチ式コンクリートダムを対象とした。図 1 にダム平面図を示す。左岸側の放水用ゲートが設置されていることと、左岸側では 2 か所でアバットに接続していることを除くと、設計上は中央の人工アバットに対してほぼ対称な構造である。天端は幅員 4.4m の一般道になっており、一般車両の通行に供されている。

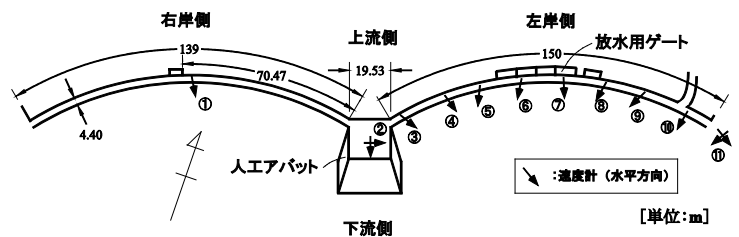


図 1 ダム平面図と測点位置

3. 高密度常時微動観測の概要

天端上に設けた測点を図 1 に矢印で示す。図中の丸数字は測点番号である。右岸側（測点①）と中央アバット（測点②）にそれぞれ 1 箇所、左岸側（測点③～⑪）9 箇所、計 11 箇所に動コイル型速度計（固有振動数 1Hz）を設置した。アーチ部の計測方向はアーチ法線方向とした。速度計の出力信号はシグナルコンディショナと 16bit の AD 変換器を介して PC でデータ収録された。ローパスフィルタの遮断振動数を 40Hz、データのサンプリング間隔を 0.005s とし、約 2 時間 30 分連続して常時微動を観測した。なお、計測時間中には平均して約 3 分に 1 度、大型バスやトラック、乗用車の車両の通行があった。

4. パワースペクトル

連続した記録のデータを 40.96s の小サンプルに分け、天端上を車両が通過していない時間帯を抽出して以降の検討を行った。抽出したデータの総時間は 1064.96s (40.96s×26 小サンプル) である。小サンプルごとに推定したパワースペクトルを振動数領域で重ね合わせ、バンド幅 0.3Hz の Parzen ウィンドウを施した結果を図 2 に示す。全体的に振幅が小さいものの、3, 8, 10Hz 付近に比較的大きな振幅が認められる。各測点においては、右岸アーチの測点（①）と左岸アーチの測点の一部（⑤～⑦）の振幅が比較的大きく、左岸アバット付近の測点（⑪）の振幅は比較的小さい。

キーワード 振動特性, 同定, 常時微動, 高密度観測, アーチダム

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 TEL 03-3259-0689

5. モード特性の同定結果

実稼働モード解析によりモード特性を同定した。測点①を基準点、全測点を応答点として推定した実稼働 FRF²⁾に、直交多項式法³⁾を適用してモード特性の同定を行った。直交多項式法の適用にあたっては、図1に示した全測点の挙動を参照した。また、振動数範囲 1~12Hz を対象とし、Stabilization diagram を参照して安定して得られたモードを真と判断した。得られた固有振動数とモード減衰定数を表1に、モード形を図3に示す。固有振動数は図2に示したパワースペクトルのピーク振動数にほぼ対応して得られた。モード形については、1次は左岸側が卓越、2次と4次は中央アバットに対して対称な形状、3次は逆対称の形状が得られた。

5. おわりに

高経年化した実在ダムにおいて高密度に測点を配置した常時微動観測記録に実稼働モード解析を適用して1~4次モードを同定することができた。今後は本結果を参照して数値モデルの作成を行う予定である。

謝辞

本振動観測の実施にあたっては、(社)東北建設協会・技術開発支援制度より支援を受けていること、宮城県仙台地方ダム総合事務所からはフィールドの提供を受けていることを付記致します。現地観測およびデータ処理には、元日本大学学生・上林亮太氏、小坂光平氏、齋藤良和氏にご協力いただきました。関係各位に御礼申し上げます。

参考文献

- 1)大熊信之, 金沢健司, 畑元浩樹: 常時微動計測データから明らかとなった高経年大規模アーチダムの動的特性, 電力土木, No.341, pp.9-17, 2009.
- 2)B.Schwarz and M.Richardson: Modal Parameter Estimation from Ambient Response Data, Proc. of 19th International Modal Analysis Conference, pp.1017-1022, 2001.
- 3) モード解析ハンドブック編集委員会: モード解析ハンドブック, コロナ社, 2000.

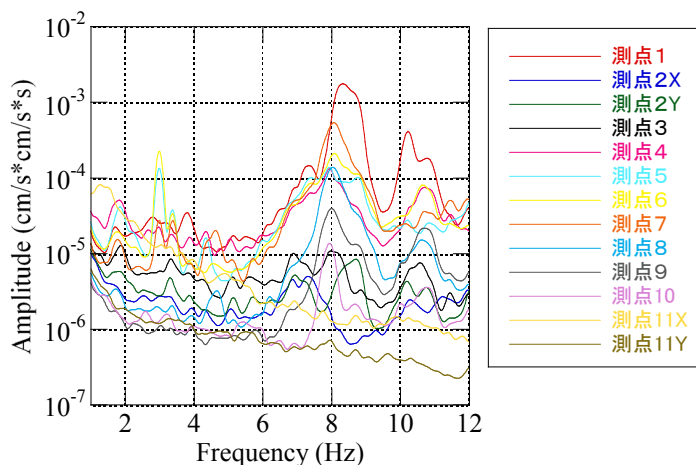
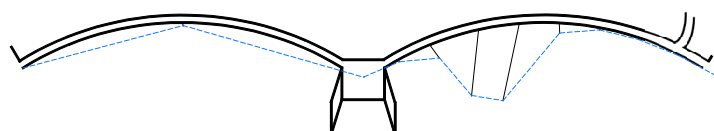


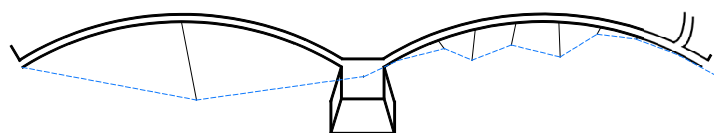
図2 パワースペクトル

表1 固有振動数とモード減衰定数

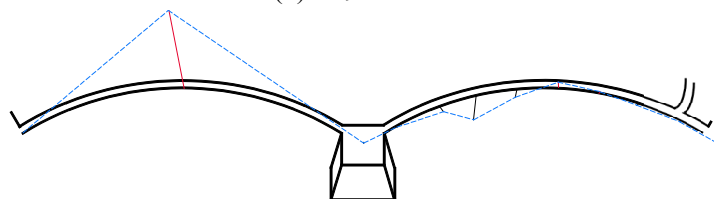
	1次	2次	3次	4次
固有振動数(Hz)	3.00	8.09	8.86	10.25
モード減衰定数(%)	0.19	3.01	1.27	1.46



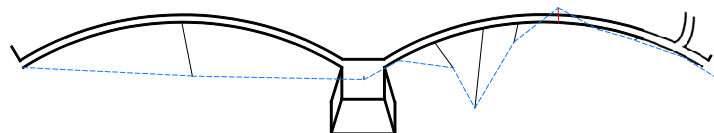
(1) 1次モード



(2) 2次モード



(3) 3次モード



(4) 4次モード

図3 モード形