

V-422

コンクリートアーチダムの長期変位挙動の推定に関する研究

名古屋工業大学大学院 正会員 ○新名 勉

名古屋工業大学工学部 正会員 上原 匠

中部電力㈱土木建築部 正会員 川上康博

1. まえがき

ダム堤体の実際の挙動を把握することは、ダムの維持管理において最も直接的な手段であり、かつ得られた情報は設計へフィードバックすることにより、ダムの設計手法の合理化にもきわめて有用かつ重要なものとなる。本研究では、ダムを維持管理する上で必要とされる堤体の変位挙動の推定方法の確立を目的として、コンクリートアーチダムの長期的な変位挙動の把握を試みた。

2. 解析手法の概要

対象としたダムは、堤高約 110 m、堤頂長約 340 m の純揚水式のコンクリートアーチダムである。図-1 に変位解析モデルを示す。境界要素を導入することで¹⁾、物性が大きく異なる岩盤要素とダム堤体要素の不連続性を境界面で緩和することができ、より現実に近い挙動を表すことが可能と考えられる。変位解析手法には、コンクリートのスラブやシェル構造物を解析する際に用いられる有限要素法を発展させた層状解析手法を適用した。要素として、Pecknold の 20 自由度の四辺形シェルを用いた。解析では、ダム堤体の長期的な変位挙動の要因として、ダム堤体温度の季節変化とダム湖の水位変動の 2 つを考えた。

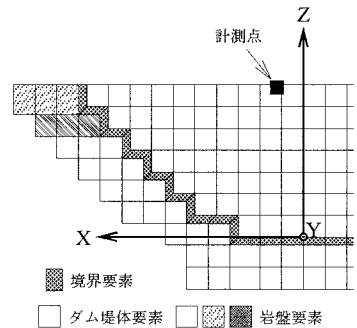


図-1 変位解析モデル

3. 季節変位挙動の推定

ダム堤体の温度の季節変化による変位（以下、季節変位）の解析は、初期温度ひずみ問題として取り扱った。まず既往の研究成果¹⁾および堤体内部温度の計測値から、堤体の上下流方向の温度分布を推定した。そして推定した温度分布を直線近似して変位解析に用いた。変位解析は、1994 年 6 月から 1995 年 5 月の 1 年間を、1 ステップが 7 日間の 52 ステップに分割し、堤体内部温度は 7 日間の計測値を平均して用いた。

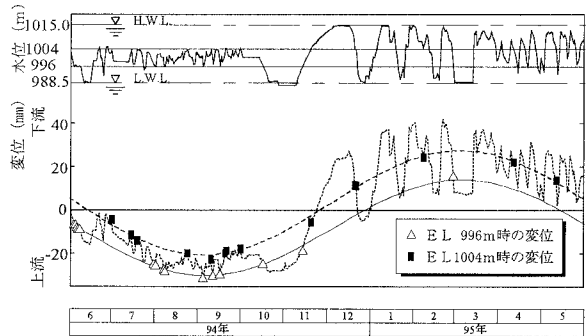


図-2 季節変位の分離（上下流方向）

実際のダム堤体の変位の計測値には、温度変化による変位だけでなく、水位変動による変位も含まれており、温度分布から得られた解析結果と比較することは不可能である。そこで、利用水深内の特定の水位に着目し、その水位時の堤体変位の計測値を結ぶことにより、計測値から水位変動にもとづく変位量を分離し、堤体の季節変位を求めることとした²⁾。図-2 に 1994 年 6 月から 1995 年 5 月までの水位および堤体変位の経日変化を示す。なお、堤体変位は 6 月 1 日を基準とした相対変位で示す。図において、計測値から季節変位を分離し回帰曲線で示した。この曲線から、季節変位が周期 1 年の正弦曲線的な変化をすることが確認できる。図-3 に計測点における上下流方向の季節変

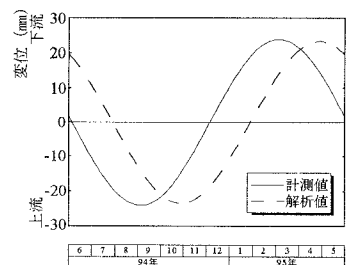


図-3 季節変位の比較（上下流方向）

位の解析値と、計測値から推定した季節変位との比較をそれぞれの回帰曲線を用いて示す。解析値の位相は、計測値と比較して 60 日ほど遅れる傾向となった。この原因として、温度分布を直線近似する際に、位相の遅い堤体中央部の温度の影響を過大評価したことが考えられる。しかし、振幅は約 25mm とほぼ一致しており、季節変位の傾向を比較的精度良く推定することが可能と思われる。

4. 水位変動による変位挙動の推定

水位変動によるダム堤体の変位挙動の解析は、水位変動を水圧分布の変化と考えて、解析モデルの各節点に水圧が水平荷重として作用する条件で行った。計測値は、変位挙動に及ぼす温度変化など他の要因を極力抑えるために、水位変動が比較的短期間に大きく生じた時期のものをを用いることとし、図-4の水位と堤体変位の相関図に示す計測値A～B(12月)、および計測値C～D(2月)の時期を選定した。計測値の絶対値は季節変位を含んだものであるため、変位の考察は変位の増分、すなわち、計測値と解析値の曲線の勾配に着目して行った。図-5に計測点における上下流方向の水位変動による変位の計測値と解析値の比較を示す。計測値と解析値の傾向はほぼ一致しており、水位変動による変位を精度良く推定することが可能と思われる。なお、1 mの水位上昇にともなう下流側への変位の増加量は、解析値で 1.5mm 程度となった。

5. ダム堤体の変位挙動の推定

ダム堤体の実際の変位挙動は、季節変位と水位変動による変位との和と考えられる。計測点において、季節変位は図-3に示す解析値の回帰曲線に 60 日の位相の補正を行って算出し、水位変動による変位は図-5の解析値の勾配から算出した。図-6に1994年6月から1995年5月までの上下流方向の変位の計測値と解析値を、6月1日を基準とした相対変位で示す。計測値と解析値はよく一致し、ダム堤体の実際の変位挙動については、変位を季節変位と水位変動による変位との和としてとらえることにより、精度良く推定できる見通しが得られた。

6. まとめ

- (1) 季節変位は、解析値の位相が計測値と比較して約 60 日遅れる傾向にあるが、振幅はほぼ一致しており、比較的精度良く推定することが可能と思われる。
- (2) 水位変動による変位は、計測値と解析値の傾向がほぼ一致しており、精度良く推定することが可能と思われる。
- (3) ダム堤体の実際の変位は、変位を季節変位と水位

変動による変位との和としてとらえることにより、精度良く推定できる見通しが得られた。

<参考文献> 1) 上原、宮瀬、新名：「コンクリートアーチダムの変位挙動解析」、土木学会第 50 回年次学術講演概要集、1995
2) 飯田隆一：「コンクリートダム設計法」、技報堂出版、1992

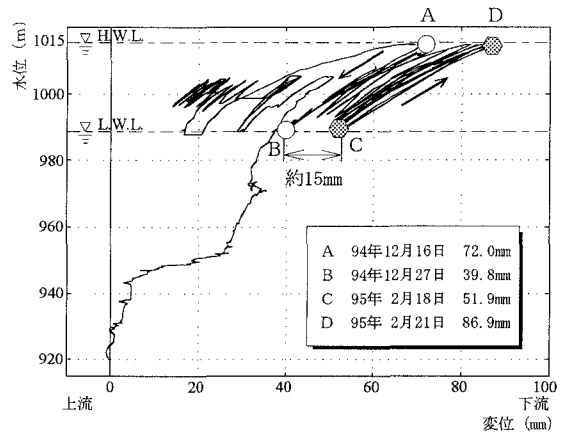


図-4 水位と堤体変位の相関図
(93年10月～95年5月，上下流方向)

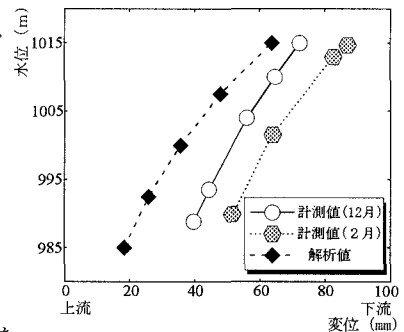


図-5 水位変動による変位
(上下流方向)

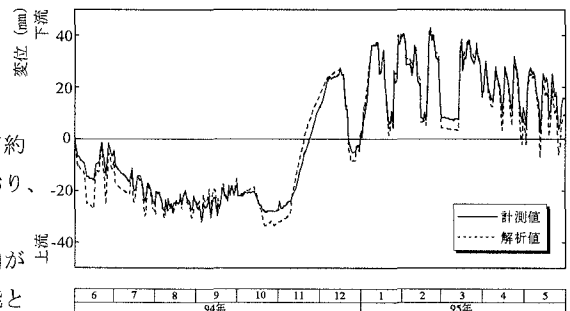


図-6 計測値と解析値の比較（上下流方向）