

V-373

コンクリートアーチダムの変位挙動解析

名古屋工業大学大学院 学生員 ○新名 勉
 名古屋工業大学大学院 学生員 宮瀬 文裕
 名古屋工業大学工学部 正会員 上原 匠

1. まえがき

ダム堤体の変位挙動を把握することは、ダム構造物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、ダム構造物設計手法の合理化にも極めて有用かつ重要なものとなる。本研究では、ダム堤体の温度変化やダム湖水位のデータを基に、有限要素法を用いてダム堤体の変位挙動を解析的に求めることを試みた。

2. 解析手法の概要

対象としたダムは、堤高約100m、堤頂長約300mの純揚水式のコンクリートアーチダムである。解析は、解析精度の向上を目的としてダム堤体と岩盤の間に境界要素を導入して行い、計測結果との比較から、その適用性について検討を行った。図-1に解析モデルおよび変位の計測点を示す。境界要素を導入することで、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。表-1に各解析モデルの条件を示す。表-1に示すように、境界要素の幅は100cmと50cmを、境界要素のヤング係数は、岩盤要素のヤング係数の $1/100$ と $1/50$ の2種類を設定した。そして、境界要素の幅とヤング係数を組み合わせた4種類の解析モデルを考えた。変位解析方法としては、一般に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。この手法はスラブやシェルを小さい平面要素に分割するだけでなく厚さ方向にも分割することにより、厚さ方向の材料特性の変化を考慮できるものである。要素として、Pecknoldの20自由度の四辺形シェルを用いた。ダム堤体の変位挙動の主な要因として、ダム堤体の温度変化と水位変動が考えられることから、それぞれが独立に生じる場合について解析を行った。

3. ダム堤体の温度変化による変位挙動の推定

ダム堤体の温度変化による変位挙動は、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

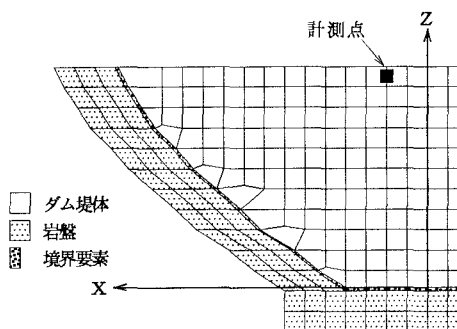
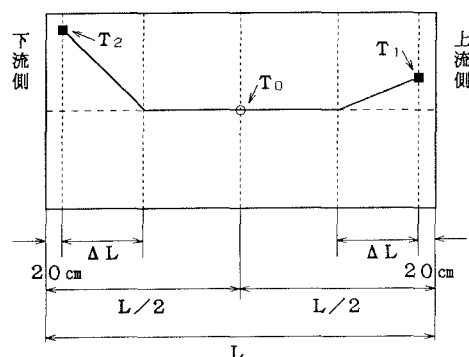


図-1 変位解析モデル

表-1 解析モデルの条件

	境界要素幅(cm)	ヤング係数(MPa)
解析モデル1	100	60
解析モデル2	100	120
解析モデル3	50	60
解析モデル4	50	120



L : 要素の厚み
 ΔL : 温度の変化範囲 100 cm
 T_0 : 堤体中央の温度
 T_1, T_2 : 表面下20 cmの堤体温度

図-2 堤体内部温度の直線近似モデル

に用いた。図-2に上下流方向の堤体内部温度の直線近似モデルを示す。図-2より直線近似モデルでは、ダム堤体コンクリートの上流側および下流側の表面下20cmと奥行き方向の中央部の3つの温度計測値を用いた。また、温度変化の範囲はダム堤体コンクリートの表面下20cmから120cmまでの100cmとし、表面下120cmより深い部分では短期間での温度変化はなく、温度は定常状態であるとした。解析結果の一例を0時を基準とした相対変位量で図-3に示す。この時期は、ダム湖の水位がダムの利用水深内の約95mで約7日間にわたり安定していたので、ダム堤体の温度変化による変位挙動を推定する上で、水位変動などの他の要因が計測値に与える影響は少ないと考えられる。図-3より解析値は計測値より小さくなったものの、両者の傾向は一致しており、良好な解析結果を得られる見通しが得られた。なお図-3では解析モデル1による解析値を示したが、他のいずれの解析モデルを用いた場合でも、解析値はほとんど同じであった。

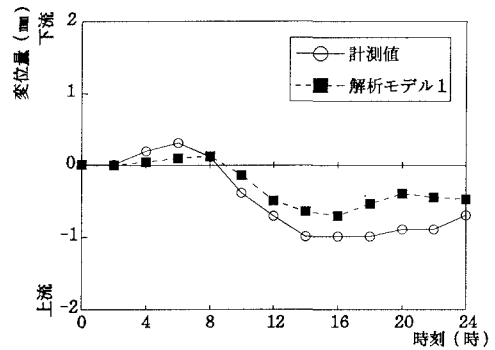


図-3 堤体温度の日変化による変位

4. 水位変動によるダム堤体の変位挙動の推定

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解析を行った。対象としたダムの利用水深が78.5~105mであるので、ダム湖の水位が80m、90m、100mの場合について解析を行った。解析結果の一例を図-4に示す。ここで計測値は、変位挙動に及ぼす温度変化などの他の要因の影響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た。図-4に示すように、全ての解析モデルで解析結果の傾向は同じであり、ダム湖の水位が80~90mの場合、解析値は計測値より小さく、ダム湖の水位が90~100mの場合、計測値より大きな値となった。また、解析値は解析モデル1、解析モデル2および解析モデル3、解析モデル4の順に大きく現れた。ここで表-1に示す各解析モデルの条件に注目すると、そのヤング係数を境界要素幅で除した値が前述した順に0.6、1.2、2.4となっており、解析値の大きなものほど除した値が小さくなっている。このことから、この値を変更し、境界要素の条件を変化させることによって岩盤の拘束の影響を再現することが可能であると言えよう。

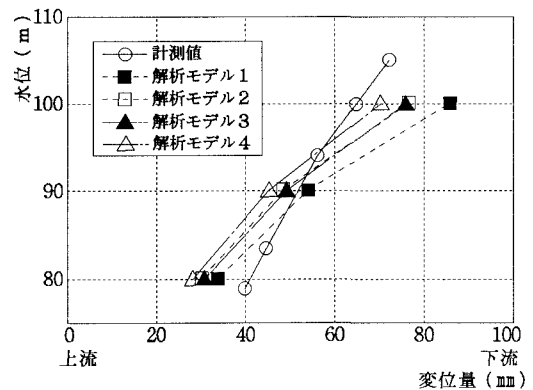


図-4 水位変動による変位

5. まとめ

- (1) ダム堤体の温度変化による変位挙動の解析結果より、解析値は計測値より小さくなったものの、両者の傾向は一致しており、変位を精度良く推定できる見通しが得られた。
- (2) 水位変動によるダム堤体の変位挙動の解析結果より、解析値は境界要素のヤング係数を境界要素幅で除した値に関係しており、その値が小さいほど変位は大きく現れることが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 吉田彌智他：コンクリートアーチダムの日射による日変位挙動に関する研究、土木学会論文集、No420、V-13、pp.230-234、1990.8