

I - 9 奈川渡ダムのたわみの解析結果について

東京電力(株) 正会員 平井 寛

1. まえがき

奈川渡ダムは、高さ155m、堤体積66万m³のアーチダムで、東京電力が信濃川上流梓川において、90万kW揚水発電の開発のために建設した3つのアーチダムのうち、最上流にありかつ最も大規模なものである。

ダムの湛水は昭和44年3月に開始され、貯水位は同年8月満水位に達し、以後夏季のかんがい補給期間を除き、ほぼ満水位に保たれている。

一般に、ダムの挙動を巨視的に把握するためには、たわみ、漏水量および揚圧力の計測がもっとも適している。本文は、奈川渡ダムのたわみの計測結果について、重回帰分析により、弾性変形と塑性変形の分離を試みたものである。

表-1 奈川渡ダムの諸元

堤 高	155 m ³
堤頂幅	5 m
堤頂長	356 m
敷 幅	35 m
堤体積	660 × 10 ³ m ³
H.W.L.	標高 982 m
L.W.L.	標高 927 m
総貯水量	123 × 10 ⁶ m ³
有効貯水量	94 × 10 ⁶ m ³

2. たわみの解析

解析の対象をダム中央部(16ブロック)のアーチ半径方向のたわみとした。(図-1, 2)

2.1 計算方法

ダムに加わる荷重には、自重、静水圧、温度荷重、泥圧、地震力、動水圧等がある。

しかしここでは、ダムのたわみを統計的に解析するために、ダムのたわみに影響を与える因子として次の3つを考えた。

- (a) 温度変化
- (b) 貯水位の変動
- (c) 経年変化(岩盤、コンクリートのクリープ等によるもの)

これらの因子を表現する関数として、多くの人が種々の式を提案しているが、筆者は次式を採用した。

$$\delta = f_1(T) + f_2(h) + f_3(T) \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

δ : たわみ

f_1 : 温度変化によるたわみ

f_2 : 水圧によるたわみ

f_3 : 経年変化によるたわみ

とし、 $f_1(T)$ 、 $f_2(h)$ 、 $f_3(T)$ を次式で表わす。

$$f_1(T) = a_1 t_{970} + a_2 t_{946} + a_3 t_{914} + a_4 t_{882} \\ + b_1 \theta_{970} + b_2 \theta_{946} + b_3 \theta_{914} + b_4 \theta_{882}$$

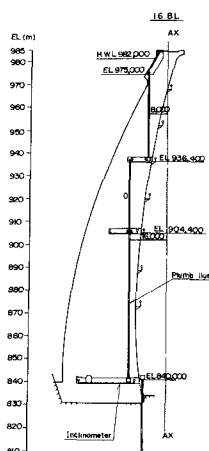


図-2 BL-16ダムライン配置図

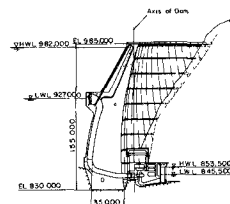


図-1(a) 断面図

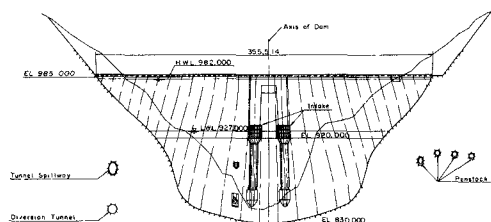


図-1(b) 上流面展開図

$$f_2(h) = C_1 h^2 + C_2 h + C_3$$

$$f_3(T) = d_1 (1 - e^{-a_1/T}) + d_2 (1 - e^{-a_2/T}) + d_3 (1 - e^{-a_3/T})$$

ここで

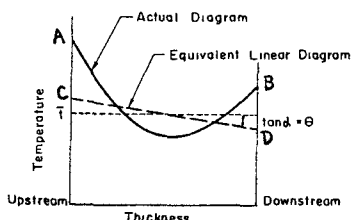
$a_1, a_2, \dots, d_3$: 係数

t_i : BL-16の標高 i mの断面のコンクリートの平均温度

θ_i : " " " " " 平均温度勾配

h : 貯水池水位(標高)

T : 湛水開始後の経過日数



断面の平均温度および平均温度勾配は、一般に行なわれているように、図-3の平均温度と等値直線温度分布を用いた。

図-3 平均温度と平均温度勾配

式①をそのまま用いて重回帰分析を行なうと、データに偏りがあるため(貯水位が高い場合が多く、低水位は湛水初期にしかない)、 $f_2(h)$ と $f_3(T)$ がうまく分離できないので、次の方法をとった。すなわち、式①を変形して

$$\delta - f_2(h) = f_1(T) + f_3(T)$$

とし、 $f_2(h)$ を実測値から前もって次のように定めた。

$$f_2(h) = 0.0400 h^2 - 7.0977 h + 3149.8873$$

2.2 計算結果

このような手続きを行なったのち、最小自乗法により各係数を求めた。

$$a_1 = -0.79454 \quad a_2 = 1.47466 \quad a_3 = -0.57538 \quad a_4 = -1.17459$$

$$b_1 = -0.95341 \quad b_2 = -2.38942 \quad b_3 = 50.77273 \quad b_4 = -11.28073$$

$$d_1 = 3.70546 \quad d_2 = 1.87414 \quad d_3 = 15.54632$$

これらの係数を用いて計算した $f_1(T)$ 、 $f_2(h)$ 、 $f_3(T)$ の値と実測値との比較を図-4に示す。

3. 考察

式①による計算値と実測値とは、かなりよく一致している。満水時の水圧によるたわみは43mmであり、モデルテストの値45mm、有限要素法による計算値44mmとよく一致している。温度変化によるたわみの振幅は11.5mmであり、有限要素法による計算値10mmとよく一致している。また経年変化によるたわみは、昭和48年9月現在で18mmであり、 $f_3(T)$ の収束値21mmの約90%に達している。以上のことから、奈川渡ダムはたわみの挙動を見るかぎり、安定期に入りつつあると言えよう。

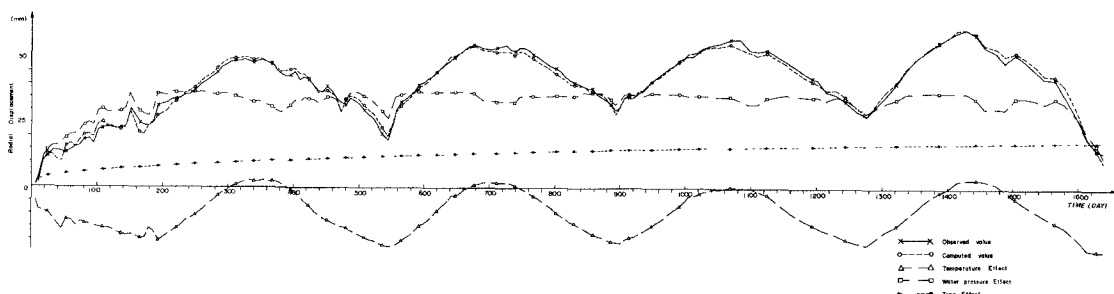


図-4 計算値と実測値の比較