

Ⅵ-132

川浦アーチダム試験湛水時における堤体の変形挙動について

中部電力（株） 正会員 ○ 川上康博
 中部電力（株） 正会員 鈴木英也
 ハ ザ マ 正会員 西村 毅
 ハ ザ マ 正会員 前田信行

1. はじめに

川浦ダムは、奥美濃水力発電所（純揚水式、出力150万kw）の上部ダムとして建設された堤高107.5m、堤頂長341.2m、堤体積約40万 m^3 、利用水深26.5m、常時満水位1015.0mのコンクリートアーチダムである。上部調整池、下部調整池とも平成5年10月より試験湛水を開始し、平成6年12月に無事試験湛水を完了した。湛水過程における堤体および基礎岩盤の安全性の確認、および設計手法の評価を目的として多くの計測を実施した¹⁾。本研究では水位あるいは温度の変化による堤体の変形挙動に着目し、解析値との比較、検討を行った。

2. 計測設備

堤体の変形は、ダムクラウンを2段に分け、左右岸を各1段として計4か所でブラムラインによって毎時自動計測している。ブラムラインの配置図を図-1に示す。

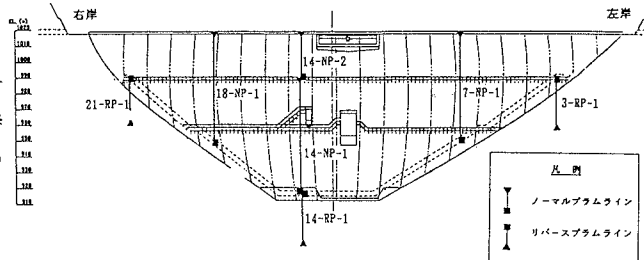


図-1 計測計器配置図（下流面図）

3. 解析手法

川浦ダムの挙動解析は、基本設計で実施した荷重分割法²⁾と、新たに追加した3次元FEMによって行った。FEMでは、高精度の8節点要素を有する汎用プログラムFENIX³⁾を採用した。解析に用いた荷重は静水圧と揚圧力で、荷重分割法においては温度荷重も考慮に入れている。解析に用いた諸定数を表-1に示す。

表-1 解析に用いた諸定数

堤 体	単位体積重量	2.35 (t/ m^3)
	弾性係数	2.1×10^4 (kgf/ cm^2)
	ポアソン比	0.2
	熱膨張係数	1.0×10^{-5} (1/ $^{\circ}C$)
岩 盤	弾性係数	60,000 (kgf/ cm^2)
	ポアソン比	0.25
	年平均温度	9 $^{\circ}C$
	夏季外気温	23 $^{\circ}C$
温 度	冬季外気温	-5 $^{\circ}C$
	夏季水面温度	16 $^{\circ}C$
	冬季水面温度	0 $^{\circ}C$
	底部水面温度	4 $^{\circ}C$

4. 試験湛水の経過

川浦ダムの試験湛水は平成5年10月1日に開始された。平成6年3月から1日1mを基本として揚水し、常時満水位より約10m低いEL1005.2mに達した時点で一旦湛水を終了した（湛水Ⅰ期）。6月から9月にかけて経験水位内で水位変動試験を行った後、11月より湛水を再開し経験水位以上は1日50~70cmの上昇速度で揚水し、12月5日に満水位1015mに到達して試験湛水を完了した（湛水Ⅱ期）。

5. 計測結果および考察

5-1 ダムクラウン半径方向変位についての考察

図-2に、代表的なダムクラウン（14BL）におけるブラムラインの半径方向変形と水位との相関図を示す。なお、解析値との比較をするため図中に荷重分割法とFEMの結果を併記しておく。図中の黒矢印が、それぞれⅠ期、Ⅱ期湛水の水位上昇時を示す。また白抜矢印はその後比較的短期間に水位を下げて温度の影響がほとんど無い時の計測結果である。

まず、貯水位の変化が非常に少ない3月中旬頃までに、堤体は下流側へ約25mm変形している。これは、冬季の温度低下が原因であると考えられ、荷重分割法の温度上昇期と温度降下時の幅とほぼ等しい。湛水を開

始した10月は堤体の温度が丁度高い方のピークにあったことを考えると、解析値と実測値はほぼ等しいと考えられる。実際に生じた堤体温度分布の差を用いて荷重分割法で計算した結果が図中の点Aであり、このことから、この時期の変形は堤体の温度変化によって生じていることが裏付けられる。

次に、揚水による水位上昇時の堤体変形について述べる。黒矢印のⅠ期、Ⅱ期湛水の結果を比較してみると、同一水位でⅠ期湛水時よりⅡ期湛水時の方が変形量が大きくなっているが、これはⅠ期湛水が温度変化の小さい春に行われたのに対し、Ⅱ期湛水が温度降下の急な冬期に行われ、温度による影響を受けているためと考えられる。

また、白抜き矢印を見ると、Ⅰ期、Ⅱ期ともに変形量が解析値よりやや小さくなっている。この原因の一つとして、コンクリートの弾性係数(E_c)が設計値より大きいことが考えられる。図-3に E_c を300,000kg/cm²とした時の荷重分割法の解析結果を示す。これを見ると、変形勾配は解析結果とおおむね一致している。

5-2 堤内温度分布についての考察

前述したように、アーチダムの変形に対して堤体の温度変化が大きな影響を及ぼしていることが分かる。図-2によると6月から9月にかけての水位変動確認試験期間中に堤体が上流側に約20mm変形しているが、これは平成5年の冬期に水がほとんど無い状態で堤体の上流側が冷やされ、想定していた温度より低かったことが原因であると考えられる。図-4にダムクラウンEL960mの堤体温度分布を示すが、初めてWL1005.2mに達した平成6年5月23日の方が、湛水完了後の平成7年3月1日（冬期）より上流側の温度は低くなっている。

6. 結論

本研究をまとめると以下になる。

- (1) 水圧による堤体の変形量については、実測値が解析値より小さくなっている。コンクリートの弾性係数を300,000kg/cm²とすることによっておおむね表現することができた。
- (2) 季節的な温度変化が堤体の変形に対して大きな影響を及ぼすが、湛水が完了したため、今後の季節変化は平成6年夏より少なくなると予想される。

今後も長期的に計測を続け、クリープによる変形量の把握や、より精度の高い温度データの検討を行っていきたいと思う。

＜参考文献＞

- 1) 鈴木英也：川瀬アーチダムの試験機材時の挙動について、日本ダム会議第27回ダム技術講演会，H7.3
- 2) 河合照久：川瀬ダムの設計について、日本ダム会議第21回ダム技術講演会，H13
- 3) 武田洋，西村毅：固体力学における混合変分原理に対する考察，構造工学における数値解析シンポジウム論文集，Vol. 16, pp493-498, 1992

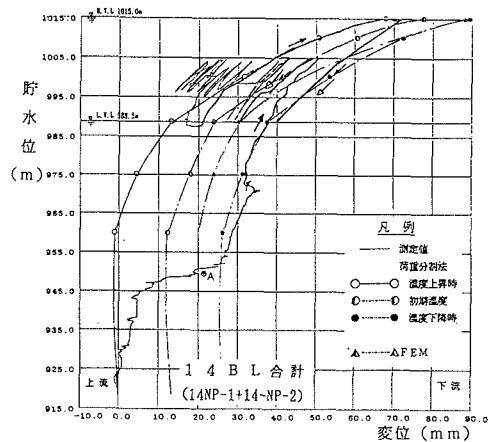


図-2 水位との相関図（プラムライン）

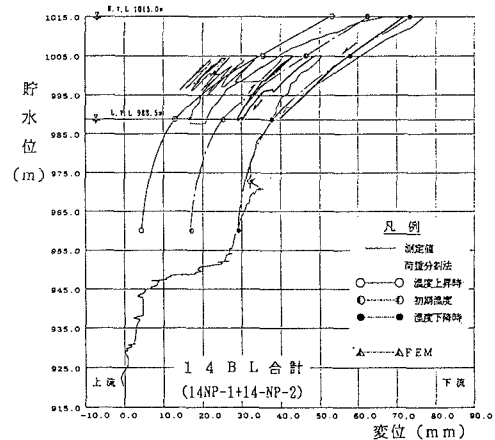


図-3 水位との相関図（プラムライン）($E_c=300,000\text{kgf/cm}^2$)

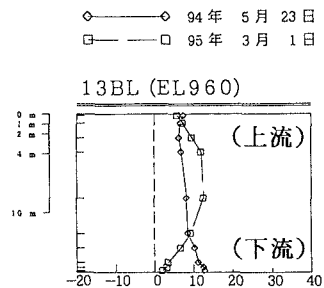


図-4 堤体温度分布