

I-78 青蓮寺ダムの振動測定

名古屋大学 正員 島田 静雄
本四公団 正員 ○宮下 力
新日本製鉄 正員 山岡 弘周

1. まえがき

本報又は、アーチ式コンクリートダムの振動測定と解析について述べる。対象とした青蓮寺ダムは、三重県名張市に在し、淀川水系青蓮寺川に位置している。このダムは、水資源開発公団の多目的ダムで、昭和45年に完工し、46年秋にほぼ満水となった。形状としては、アーチ中心角が75°の放物線アーチダムであり、基礎岩盤標高はE.L.202 m、堤頂標高E.L.284 m、堤高82.0 mで、有効貯水量は $2.72 \times 10^7 \text{ m}^3$ である。

ここでは、アーチ式コンクリートダムの動的挙動に関して、固有振動数などを理論的に求めた例は少なく、その一例として青蓮寺ダムについて実測値と理論値を求めて比較することと、ダムの低水位時と満水時において振動性状が異なるかどうかを比較することを目的としている。

2. 振動測定

振動測定は、低水位時と満水時の2回にわたって行われた。振動のピックアップとして、非常に高感度の振動計を用いたので、ダムの常時微動を記録すれば十分であるが、振動性状をよりはっきりと記録するために、ダム堤体頂部上にダンプロックを走らせて、その時の記録も採取した。ダムの振動測定を行なうことは初めての経験でもあり、振動計として歪ゲージ型加速度計、動電型速度計、ジャイロコンパスの3種を用いた。計測点はアーチクラウンの頂部および底部である。現場で電氣的に採取したデータは、データレコーダに収録して持ち帰り、相関解析およびスペクトル解析を行なった。

3. 理論解析

アーチダムの振動の理論解析において、種々の境界条件のもとに基礎方程式を解くことは非常に困難である。したがって、ここではアーチおよび片持梁要素の変形を仮定して、エネルギー法によって固有振動数を求めた。このダムは放物線アーチであるが中心角が75°の場合、放物線と円弧とはかなり類似したものである。そこで、半径に相当する値を算出して円弧アーチダムの計算方法を用いた。

(1) 半径に相当する値の算出

アーチの放物線とその両端からの法線がつくる扇形の面積と、円弧と仮定した場合の面積が等しいとして、中心角75°の円弧の半径を求めた。

(2) 円弧アーチダムの固有周期の算出

ダムをいくつかの水平アーチ要素と片持梁要素に分割し、天端アーチ要素と片持梁要素の変形を仮定する。その際、天端アーチの変形は数個のパラメータを用いて表わす。歪エネルギーは各要素について半径方向および接線方向のたわみによるエネルギーを考え、その総和とする。運動エネ

ルギーを求め、歪エネルギーと等置して振動数を求める。最初に要素の変形を仮定することにより、強のたわみ曲線にある制限を加えたことになるので、求まる振動数は正確な振動数よりも大きな値になるのが普通である。できるだけ真に近い値を求めるために振動数が極小になるようにパラメータを定める。

この計算においては、次のような仮定をした。片持梁要素は完全固定、アーチ要素は両端回転支持とした。コンクリートのヤング率を $E_c = 2.5 \times 10^9 \text{ kg/m}^2$ とした。

4. 結果および考察

(1) 振動解析結果

低水位時	固有振動周期	$T = 4.8 \text{ 秒}, 2.4 \text{ 秒}, 0.7 \text{ 秒},$
	減衰定数	$\alpha = 0.04$
満水時	固有振動周期	$T = 4.8 \text{ 秒}, 0.66 \text{ 秒}$
	減衰定数	$\alpha = 0.04$

エネルギー法による理論値は、固有振動周期 $T = 1.4 \text{ 秒}$ である。

(2) 考察

解析結果によると $T = 8 \sim 9 \text{ 秒}$ のものも見られたが、これはダムの放流を繰り返した場合のものと計器のドリフトによるものと考えられ、 $T = 4.8 \text{ 秒}$ のものがかなり顕著であるのでこれが1次固有振動周期であると推定される。なお本測定で得られたような長周期の測定結果は他にあまり見られないうが、今後多くの振動測定が行なわれれば、この点に関してなお一層明らかになると思われる。実測値と理論値とは非常に異なっているが、これは計算を行なう際に種々の仮定をしていることによるものと考えられる。

低水位時と満水時とでは、1次固有周期とみられるものはほとんど差が見られなかったが、低水位時には $T = 2.2 \sim 2.4 \text{ 秒}$ のものが認められたのに対し、満水時には認められなかった。

また、ダム底部は岩盤に近いため、いわゆる深層地盤の常時微動を示しあまり振動を感じない。ただし、ダム本体を伝わってくる音がデータの細かい波として得られた。これに比して、ダム頂部は非常によく振動する。これはアーチダムが極めて弾性的な性質を持つことを示すものである。この振動は、ダム軸に直角方向すなわち河流方向のものが大きく、ついでダム軸方向が大きく、上下動は比較的小さい。ダム軸方向の振動が大きいのはアーチの形状によって生じるものと考えられる。

最後に、ダムの監視に従来よりカールソンメータを応用する測定が行なわれているが、今回これを利用することは不可能であった。カールソンメータはここ20年近く全く基本的な改良がなされず今日に至っている。最近の計測器から見ると実用には経遠のものとなっており、今後この種の計器は十分な検討が望まれる。

参考文献

1. 水資源開発公団青蓮寺ダム建設所；“青蓮寺アーチダムの構造設計” 1967年3月
2. 島田；“相関解析手法による構造物の振動解析” 土木学会論文集No.174 1970年2月
3. 岡本他；“アーチダムの振動特性とその縦振動に関する研究” 土木学会論文集No.100 1963年12月