

(I-16) 周辺回転支持のアーチダムの計算について

建設省近畿地建 正員 石 井 文 雄

京大工学研究所 正員 森 忠 次

§ 1 緒 言

アーチダム型式の1つとして、周辺にサドルを設け、サドルとダム本体との間に周辺継目を作ることの行なわれる場合がある。この周辺継目をどのような力学的仮定のもとに取り扱うかということに関しては多くの問題がある。周辺継目を設けた場合に、通常行なわれているように、サドルとダム本体とが完全に接着しているという極端な仮定のもとに解析を行なうのが合理的であるかどうかについて疑問が存在する。そこで全く逆の極端、すなわち周辺継目は全然接着されておらず、この断面においてモーメントは伝達されないという仮定を採用した場合についても考えてみる必要があろう。このような観点から、周辺回転支持のアーチダムに対する解析法を導き、天ヶ瀬ダムの第1次計画を例にして計算結果を示した。

解析法としては、クラウン片持梁法を採用することにした。基礎岩盤が弾性変形をする以上ダム周辺の回転支点そのものが基礎岩盤とともに弾性変位することを考慮に入れなければならない。しかしながら、支点の弾性変位を考慮に入れると計算が非常に面倒になることと、回転支点であれば支点移動の応力に及ぼす影響が比較的小さいと考えられるから、支点は移動しないものと仮定することにした。天ヶ瀬ダムは比較的薄い断面を採用するから、水平断面の平均温度変化、および上流面と下流面の間に一樣な温度勾配の生ずる場合についても解析を行なった。

§ 2 解 析 法

クラウン片持梁の底面はヒンジであり、水平アーチによつて弾性支持されている。まず底面（支持条件が固定であると仮定すると、クラウン片持梁は図-1のような構造となる。点1、2、....、 i 、.....、 n 、においてアーチ素片を考え、それぞれの点の位置は底面より Z_i の距離にあるものとする。点 i に加わる荷重強度を $P_{0,i}$ 、片持梁が分担する荷重強度を P_i で表わすものとする。 P_i は未知数である。底面においては、すべての荷重を片持梁が支持すると仮定する。そうすると未知数は $P_1, P_2, \dots, P_n$ の n 個である。

底面で固定された片持梁の点 P_j における単位荷重（通例にならつて三角形分布の荷重とする）によつて生ずる点 i の撓みを $\delta_{i,j}$ とすると、 $P_0, P_1, \dots, P_n$ による片持梁の点 i

の撓み $C, P\Delta i$ は

$$C, P\Delta i = \sum_{j=0}^n C\delta i, j \cdot P \quad (1)$$

実際の片持梁は底面がヒンジであるため、点 0 において撓み角を生ずる。この撓み角は未知であり、0 で表わすことにすると、 θ によつて生ずる点 i における撓み $C, \theta \Delta i$ は、図-2 に示すように、

$$C, \theta \Delta i = \theta \cdot Z_i \quad (2)$$

初期荷重による撓みのあるときは、これを $C, \theta \Delta i$ で表わす。しかるときには底面がヒンジであるクラウン片持梁の点 i における撓み $C\Delta i$ は

$$C\Delta i = C, P\Delta i + C, \theta \Delta i + C, \theta \Delta i \quad (3)$$

アーチ素片 i に半径方向の単位等分布荷重が作用したときの、クラウンにおける撓みを $A\delta i$ で表わす。アーチ素片 i に加わる分担荷重は $P_{0,i} - P_i$ である。この荷重によるアーチ素片 i のクラウンの撓みを $A, P\Delta i$ で表わすと、

$$A, P\Delta i = A\delta i (P_{0,i} - P_i) \quad (4)$$

初期荷重によるアーチクラウンの撓みを $A, \theta \Delta i$ で表わすと、アーチ素片 i のクラウンにおける撓み $A\Delta i$ は、これらを加え合わせてつぎのようになる。

$$A\Delta i = A, P\Delta i + A, \theta \Delta i \quad (5)$$

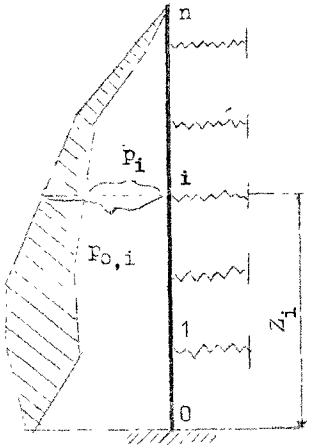


図 - 1

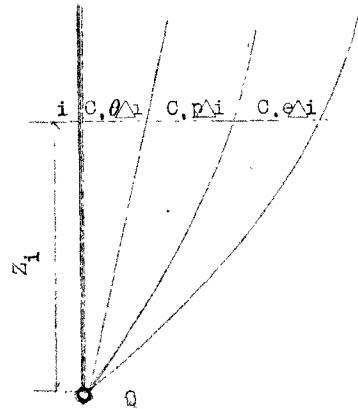


図 - 2

クラウンにおいては、片持梁素片とアーチ素片との撓みが一致すべきであるという条件より

$$c\Delta i = A\Delta i \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (6)$$

この式に含まれる未知数は(1)～(5)式より明らかなように $P_1, P_2, \dots, P_n$ および θ の $n+1$ コである。(6)式は n コの条件式を与えるにすぎない。さらに 1 コの条件は、クラウン片持梁の底面におけるモーメントが零でなければならぬという条件である。この条件式はつぎのように書ける。

$$\sum_{j=0}^n c m_{0,j} \cdot P_j + c_e M_0 = 0 \quad (7)$$

ここに、 $c m_{0,j}$ は点 j における片持梁の単位荷重による点 0 におけるモーメント、 $c_e M_0$ は初期荷重による点 0 におけるモーメントである。

(6) および (7) 式を解けば、 P_i および θ の値が得られる。これらの値を用いれば片持梁およびアーチの撓みと応力を計算することができる。片持梁の撓みを計算するときには、その支点 0 における撓み角によつて生ずる撓み、 $c, \theta \Delta i$ のあることに注意する必要がある。

§ 3 解析結果

天ヶ瀬ダムのお 1 次計画は、ダム本体の底面 EL. 15 m、天端 EL. 82 m のサドルを有する等厚円弧アーチダムである。表-1 にアーチ素片の寸法を、表-2 に水圧、堆砂および地震作用をうけたときの応力を示した。その他の荷重状態に際する応力状態については、ここでは省略する。

標 高 (m)	82.0	79.5	73.0	60.0	45.0	30.0
厚 さ (m)	5.00	5.00	5.54	8.40	10.70	12.77
半 径 (m)	131.00	131.00	128.81	112.10	88.54	61.74
中 心 角	105°00'	105°00'	106°08'	112°00'	114°35'	109°22'

表 - 1

標 高 (m)	クラウン片持梁 応力 (Kg/cm ²)		アーチ応力 (Kg/cm ²)		
	上 流	下 流	上 流	下 流	アバット
79.5	0	0	38.8	33.0	35.9
30.0	17.3	-15.1	44.5	33.7	39.1
45.0	23.4	-18.3	45.8	29.8	37.8
30.0	22.4	-15.3	42.3	18.5	30.4
15.0	3.6	3.6			

表 - 2