

が必要である。

またこの方法が他の流域に適用され得るかどうかは日雨量と増水量についての適切な関係式が得られるか

どうかによって左右されるだろうと思われる。

なお本報告の前半の考え方については一部荻原東大教授の suggestion を受けたことを附記する。

39, 三次元応力ダムのたわみ量の計算について

九大応力研 遠 藤 治 郎

砂防ダムを設計する場合にダムサイトが良質の岩盤であってしかも谷の幅に比べて高さが大きい時には堤体を片持ばりの群と固定ばりの群とに分けて考える三次元的安定計算の方法がとられている。

この場合に各要素において分担すべき分割荷重は要素数だけの未知数を含む連立方程式の解として得られる。この要素は一つの堤体についてなるべく数多くとることが望ましいがこの方針には計算の時間と労力を多く要するという難点がある。(普通、20元の連立方程式を解くのに数週間～数箇月を要するとされている。)問題はさし当って、具体的な数値計算法にあるが、これは計算を高速かつ自動的に行なう機械的な方法が確立すれば解決するものと考えられる。この意味で筆者は近年発達した電子計算機を利用する方法を研究し分割荷重を求めるプログラムを作った²⁾。本報告では、分割荷重を求めるプログラムにおいて各要素の単位荷重によるたわみ量がデータとして与えられ、また各要素に分割した荷重が算出されることに着目して各要素のたわみ量を求めるプログラムを取り扱う。

堤体の各要素の中でダムの中央に接する片持ばり(堤頂の固定ばりの要素数 N が奇数の時は中央の片持ばり)を1辺とし、 N 箇の要素をもつ固定ばりの半分(N が奇数の時は $\frac{N+1}{2}$ 箇の要素を含む長さ)を他の1辺とする長方形を考え、長方形内の全要素に1、2、3、…… p のように番号をつけると、1. 各要素の固定ばりとしての、また片持ばりとしての番号を計算で出すことができる。2. 外力は堤頂からの距離で定まるがこれを各要素について計算で算出することができる。3. 各要素の厚みも普通は堤頂からの距離で定まるので自動的な計算法が可能になる。4. 計算点と荷重点との相互関係が計算できる、などの利点があって結果的には一つのダムの各要素について連続的な計算が許されるようになる。ところで各点のたわみ量はよく知られているように

$$\sum_{j=1}^p a_{ij} p_j = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, P \quad \dots(1)$$

$$\sum_{j=1}^p A_{ij} P_j = Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, p \quad \dots(2)$$

ここで a_{ij} : 計算点 i 、荷重点 j の単位荷重による片持ばりのたわみ、 A_{ij} : 単位荷重による固定ばりのたわみ、 p_j : 片持ばりに負荷する分割荷重、 P_j : 固定ばりに負荷する分割荷重、 y_i : i についての片持ばりのたわみ量、 Y_i : i についての固定ばりのたわみ量、で与えられる。外力を L_j とし $y_i = Y_i$ 、 $p_j + P_j = L_j$ の関係を使えば

$$\sum_{j=1}^p (a_{ij} + A_{ij}) p_j = \sum_{j=1}^p A_{ij} L_j, \quad i = 1, 2, \dots, p \quad \dots(3)$$

となる。 p_j を求めるプログラムでは a_{ij} 、 A_{ij} 、および L_j をデータとして与え(3)式を解くのであるが長方形の要素番地を順次探索し i と j が一つの片持ばりに含まれることを判定して a_{ij} を読みこみ、固定ばりの場合も同様の判定の結果として A_{ij} を読みこむ。この時に dummy の判定を加えて余分な d 箇の要素を除き i 、 j の最大値が $p - d$ であるように(3)式を実質的に変える。このようにしてそれぞれのデータはダムに含まれる要素のみについて array の形で計算機のメモリーに記憶されている。また p_j は演算の結果として(3)式右辺の値の入っていた番地に、 P_j は $L_j - p_j$ の計算を行って別のメモリー PJ [I, J] に格納されている。このように a_{ij} 、 p_j および A_{ij} 、 P_j が与えられているのでそれぞれの積和を求めれば(1)式、(2)式のおおのたわみ量が計算される。

この結果について、はじめに STRAIN と印刷しついで y_i と Y_i との計算結果をならべて印刷させるためのプログラムは次のようになる。

なお、このプログラムは OKITAC-5090A 用の ALGOLIP によるもので計算は九州大学中央計数施設で行ったものであり p_i を求めるプログラム²⁾の末尾に付加すべきものである。

```

STRAIN : for K : = N + 1 step 1 until N + M do
begin real B ; PRINTSTRING ('STRAIN') ;
PRINTINTEGER (K) ; CRLF (1) ;
for I : = 1 step 1 until N do begin S : = B : = 0 ;
for J : = 1 step 1 until N do begin S : = S + AT [I, J] * PJ [J, K] ;
      B : = B + AE [I, J] * AD [J, K] end ; YL [I, K] : = S ;
PRINTINTEGER (I) ; PRINTINTEGER (K) ;
YS [I, K] : = B ; PRINTREAL (YL[I, K]) ;
PRINTREAL (YS[I, K]) ; CRLF (1) end
end ; CRLF (3) end

```

荷重分割法でのたわみ量の計算は分割荷重計算の誤算をチェックするのが一つの目的である。そこでここではこのプログラムを用いて p_j のためのプログラムによる計算の誤差を確かめてみる。理論上、片持ばりのたわみと固定ばりのたわみは一致する筈であるが、この電子計算機では register から下にあふれた数字は切捨られるので末尾部分は不正確である。この計算機では計算した数値のうち10桁が印刷されるが計算列では固定ばりと片持ばりとで下3桁に違いが認められることがある。しかし上から7桁目に四捨五入すればいずれの場合も一致する。さらにデータの有効数字が3桁～5桁である点を考えれば一致性は完全であると

云える。次に外力 L_j が0であるときは p_j および P_j は当然0となり、たわみ量もすべて0になるべきである。もし p_j 計算のプログラムに不備があれば0以外の値を示すであろう。 L_j をすべて0とした時の、このプログラムによる演算の結果はすべてのたわみ量が完全に0であった。

参 考 文 献

- 1) 遠藤隆一：砂防ダムの3次元応力解への電算センターの利用、新砂防、1958
- 2) 遠藤治郎：電子計算機による重力ダム分割荷重の計算(3)、日林誌(47-2)、1965