

III-19 堰堤放流管の一実験例

大阪市立大学工学部 正員 工博 永井狂七郎
同 正員 ○久保 弘一

1 要 旨

近年多目的ダムには、放流管を設備するものが多く、洪水調節に、利水に効果的に用いられているが、この形状決定に当って一番大きな問題となるのは、空洞現象、流線の剥離等による大きな負圧の発生を如何にして防止するかである。すなわち曲管部を有する放流管において、大なる負圧の発生を防止するには如何なる曲線形状を採用すればよいかという問題である。この問題については建設省土木研究所等においても優れた研究が行われ、その設計方法についても発表されているが、まだいろいろ疑問な点が多い。幸い放流管について検討する機会を得たので、主として管内の圧力分布、水位流量の関係(流量係数)、について実験的に検討を加えたので、その結果をここに報告する。実験に用いた放流管模型は塩化ビニール製の図-1に示すような縦断形状(実物の $1/20$)を有する矩形断面放流管で、放流水を堤体下流面より遠くはなれた岩盤上に落下させる型式のものである。

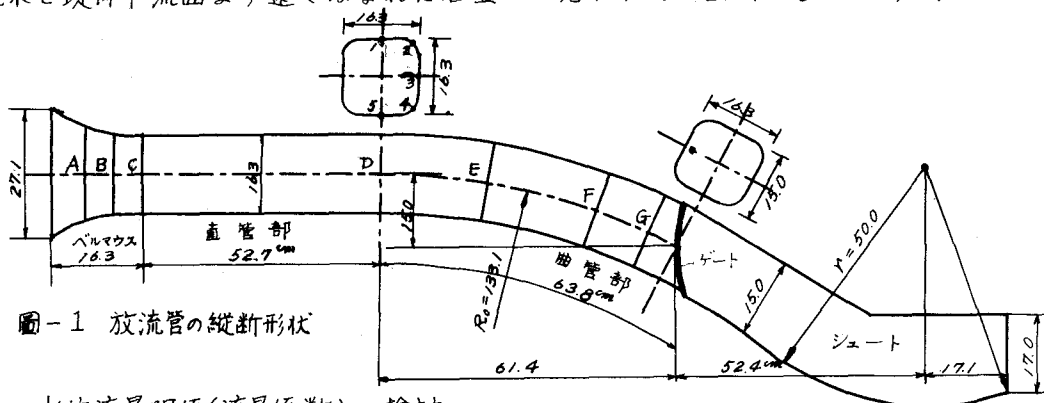


図-1 放流管の縦断形状

2 水位流量関係(流量係数)の検討

図-2において、Bernoulliの定理より、

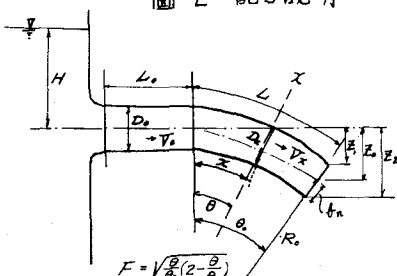
$$\frac{V_n^2}{2g} = H + Z_0 - \int_0^L \frac{V_0^2}{2g} - \lambda \frac{L_0 V_0^2}{D_0 2g} - \int_0^L \frac{\lambda}{4R_x} \frac{V_x^2}{2g} dx \dots (1)$$

連続の条件より、 $Q = A_0 V_0 = A_x V_x = A_n V_n \dots (2)$

(1),(2)式より流量は次のように表わされる。

$$Q = A_n V_n = A_n \sqrt{\frac{2g(H + Z_0)}{1 + f_e \left(\frac{A_n^2}{A_0^2} \right)^2 + \lambda \left[\frac{L_0}{D_0} \left(\frac{A_n}{A_0} \right)^2 + \frac{A_n^2}{4} \int_0^L \frac{P_x}{A_x^3} dx \right]}} \\ = A_n \sqrt{\frac{2g(H + Z_0)}{1 + \kappa}} \dots (3)$$

図-2 記号説明



実験によって求めた水位流量曲線を示すと図-3のようになり、水位の高いときには、 $Q = A_n \sqrt{2g(H + Z_0)}$ で計算した流量よりも、即ち $\kappa = 0$ と考えた時よりも大なる値を示す場合がある。この矛盾は小流出孔と考えたのが原因であると考えられる。そこでこれを、

大流出孔として考えると、流量は略次のような式で表わすことが出来る。

$$Q = C \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot \left\{ (H+Z_2)^{\frac{3}{2}} - (H+Z_1)^{\frac{3}{2}} \right\} \dots (4)$$

実験値を用いてCの値を求めると、0.9~0.98とかなり大きい値を示し、水位の増大に伴って増大する傾向を示す。これは摩擦抵抗係数の小さい塩化ビニール管を用いたこと、実験時接近流速がある程度存在することにもよるが、この他にも水位流量の増大に伴って流量係数を増大せしめるような要素が介在するのではないかと思うが、この点については現在検討中である。

(3). 管内の圧力分布

管内の各点における圧力水頭は夫々次式によって計算することが出来る。

$$(1) \text{直管始端 } P = H - \frac{V_0^2}{2g} (1+f_e) + \frac{D}{2} \dots (5), \quad (2) \text{直管終端 } P = H - \frac{V_0^2}{2g} (1+f_e + \lambda \frac{L}{D}) + \frac{D}{2} \dots (6)$$

$$(3) \text{曲管部 } P_x = H + Z_0 - Z_x - \frac{V_x^2}{2g} \left\{ \left(\frac{A_x}{A_0} \right)^2 + \zeta_x \right\} + b_x \cos \theta \pm F \frac{b_x \cdot Q^2}{8 A_x^2 R_0} \dots (7)$$

たゞし正負符号のうち、上は管上面、下は管下面の場合を示す。

圧力の測定は図-1に示すA~Gのク断面(各断面1~5)について行った。こゝには細かいデータの記載は省略し、本模型管の圧力分布の特長について略記する。

1. 直管終端Dの上部には-15cm~-20cmの負圧が生ずる。これは直管部でも下流部になると出口の影響をうけて、下向きの分速度を生ずるようになり、直管終端附近では、上面が剥離するためであると考えられる。

2. D₂, D₄, E₂, G₂, G₄等隅角部に大きな負圧が発生する。隅角部は高速水流に対して大きな乱れを生じやすい条件にあり、このため大きな負圧を発生しやすく、かつその傾向は何れも水位の増大に伴って圧力が低下するという不利な傾向をたどっている。これが矩形放流管の大きな欠陥ではないかと考える。このような隅角部に剥離現象が附加されると、一層大なる負圧を生ずることになる。

3. 管側面3では、どの断面でも圧力は他の点に比して比較的0に近い値を示し、又水位の増大に伴って圧力も増大し、その測定値も、みだれが最も少ない。

4. $X^2/D^2 + Y^2/(D/3)^2 = 1$ なる形状を有するベルマウス部は、大きな負圧を生ずる部分は極めて少ない。

現在 更に図-1に示したのとは形状の異なる放流管について実験を行って居るが、この結果については、講演の時に報告するつもりである。

