

# ダムクレストの形状と水理特性について

山口大学 工学部 正員 斎藤 隆  
 山口大学 大学院 学生員 岡田 武司  
 大林組 正員 久保田 尚久

越流頂の流量係数については、従来より数多くの人々によって実験的に検討され、各種の公式が提案されているが、未だ十分な推定法は導かれていない。理論的にはダム頂点で限界水深が現われるものとして検討されているが、物理的基礎は明らかでない。

基礎式；越流頂上の流れを近似的に無渦運動とすると多くの水理学解説書に述べられているように、水位-流量関係、圧力分布は次のとおりである。

$$\frac{Q}{BE^{1.5}} = \frac{R+R}{E} \sqrt{2g \left(1 + \frac{S}{E} - \frac{R}{E} \cos \theta\right)} \ln \left(1 + \frac{R}{R}\right) \quad (1)$$

$$\frac{P}{\rho g E} = \frac{R-y}{E} \cos \theta + \left(1 + \frac{S}{E} - \frac{R}{E} \cos \theta\right) \left\{1 - \left(\frac{R+y}{R+y}\right)^2\right\} \quad (2)$$

限界水深  $h_c$  は Bélanger の法則、すなわち、 $E$  を一定とし、 $\partial Q / \partial h = 0$  を満足しなければならない。式(1)を微分して次式が得られる。

$$\frac{h_c}{E} = \frac{2 \left(1 + \frac{S}{E}\right) - \left\{ \frac{R}{E} \cos \theta - 2 \left(1 + \frac{S}{E}\right) \right\} \ln \left(1 + \frac{h_c}{R}\right)}{2 \cos \theta + 3 \cos \theta \ln \left(1 + \frac{h_c}{R}\right)} \quad (3)$$

ダムクレストの形状を式で与えて、形状と水理量との関係を検討する。

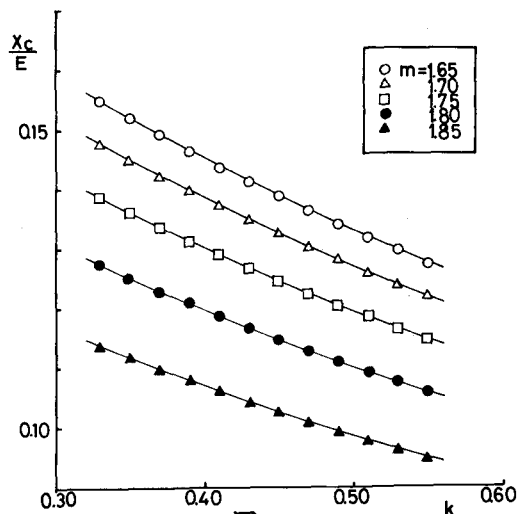


図-3

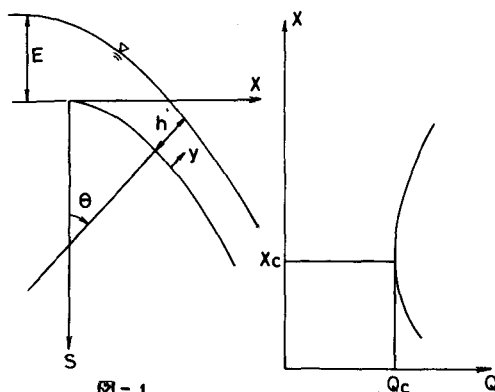


図-1

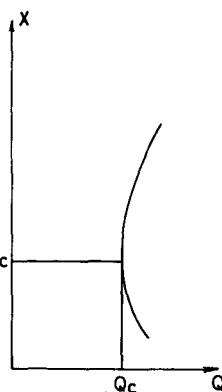


図-2

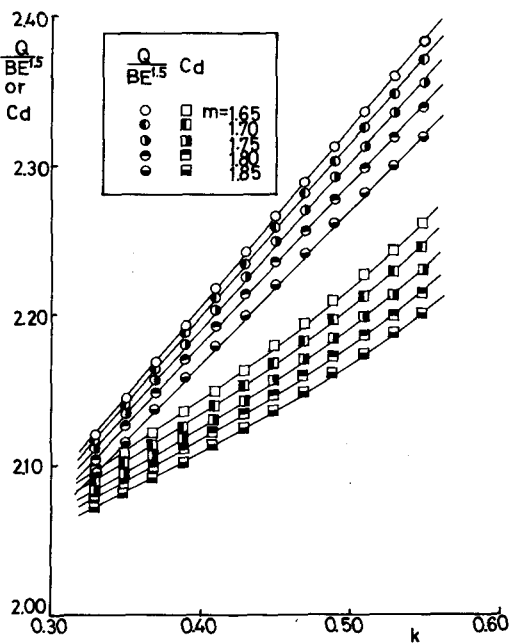


図-4

$$\frac{S}{E} = K \left( \frac{x}{E_0} \right)^m \quad \left( \begin{array}{l} \text{Randolph } K=0.53, m=1.80 \\ \text{Harrold } K=0.50, m=1.85 \end{array} \right) \quad (4)$$

支配断面位置；各断面が支配断面であるものとして、式(3)，(1)より流量を求めると、一般的に図-2のようになる。図-2より、与えられた越流比エネルギー-Eに対し流下しうる最大流量は $Q_c$ である。このようにして支配断面位置を求めた結果が図-3である。図よりKが大きい程、またmが小さい程、すなわち越流頂がとがっている程支配断面位置は越流頂点に近い位置になっている。

流量係数；上述のようにして支配断面を決定し、流量係数を求めた結果が図-4である。図中には岩崎の式で計算した結果も記入してある。Kが大きい程、mが小さい程、すなわち越流頂がとがっている程流量係数は大きくなっている。流量係数だけからみるとKが大きい、mが小さい程有利と言える。但し岩崎の式より大きな値になっているのは、壁面粗度、粘性、境界層の発達などの影響を考慮していないためと考えられる。

水面形状、圧力分布；mを一定にし、Kを変えて計算した水面形状、圧力分布は図-5のとおりである。越流比エネルギーEが設計値 $E_0$ と異なる場合には、見掛け上のKは $K(E/E_0)^{m-1}$ となり、 $E/E_0 > 1$ の場合負圧は大きくなり、最大負圧の発生位置は下流側になる。圧力関係からみると流量係数と逆に越流頂がとがっている程有利であると言える。そこで、K、mを系統的に変えて最大負圧値を求めた結果が図-6である。図中のXはRandolph、Harroldの越流頂であって、通常言われているように負圧が発生している。なほ、図-3と図-5を較べると、最大負圧の発生位置は支配断面よりも下流側である。

図-7は、越流表面で発生する最低圧力 $(P/pgE)_{\min}$ が、0、-0.01、-0.02となるKとmとの関係を求めた結果である。K-mの関係が図の○描点を通れた曲線よりも下側にあれば、越流表面に負圧は発生しない。

越流比エネルギーEが設計値と異なる場合はKの値を $K(E/E_0)^{m-1}$ とすれば、上述の各関係は成立する。

以上の結果は、山口県今富、川上、一の坂、生見、荒谷ダムのアクリル樹脂製の模型による実験結果と比較して、測定精度を考慮すると十分満足すべき一致が得られている。今後表面粗度などを考慮に入れて、理論考察を進めていく予定である。

