

鋭縁せきの越流係数に及ぼすせき高の影響

京大防災研究所 正員 中川 博次
同 正員 中川 修

1. 全幅せきの越流係数は次元考察によつて一般に次式で表わされる。

$$C_d = Q / \sqrt{g} B h^{3/2} = f(h/B, h/P, h/\delta, h/r, Re, W) \quad (1)$$

ここで、 h : 越流水深、 B : せき幅、 P : せき高、 δ : せき厚、 r : フラストの鋭縁度を表わす長さ、 Re : レイノルズ数、 W : ウェーバー数、である。上式の各無次元要素と越流係数との関係については、Bazin, Rehbock, Kindsvater らによつて詳細な実験にもとづく考察が行なわれ、これらの影響を考慮した2, 3の流量公式が発表されている。たとえば Rehbock 修正公式(1929)として周知の

$$C_d = 0.605 + (1/1000h) + 0.08(h/P) \quad (m\text{-単位}) \quad (2)$$

において右辺第2項は低水頭時に卓越した影響を示す表面張力と粘性の効果で、第3項は幾何形状要素の効果を経験的に導入したものである。一方、せき高が越流係数に及ぼす影響に関しては従来実験装置の差異や水面測定精度に起因するものとして看過されており、わずかに若原・井田が Schoder & Turner の流量測定資料にもとづいて(2)式を修正した公式を提案しているに過ぎない。本研究では既往の信頼すべき実験資料を解析し、接近水路条件との関係を定性的に考察することによつて、せき上の流れの問題点を明らかにせんとするものである。

2. せきの幅、厚さおよび鋭縁度は変化せず、せき高が0.30~2.29 mの範囲で変化する鋭縁せきに関する Schoder & Turner の実験資料を用いて C_d を求め、 h/P との関係を図示したのが Fig-1 である。この実験における越流深測定はせきより最大越流深の4倍以上上流に選ばれているから、背水の影響は消えているものと考えてよいが、なお幾何学的に相似な越流状態でも h/P が小さい場合を除き、せき高が大きくなるとともに C_d が増加する傾向が認められ、U.S.B.R. の測定値を解析した結果でもこの種の相関関係が明確に見えだされた。これはせき高の相違によつて接近水路内での流速分布形状が異なり、せき上での有効水頭が変化することが原因と考えられる。また C_d と h/P の直線関係には何らの理論的根拠はないが、 P の大きい場合と小さい場合とで h の増大に伴う C_d の増加率が変化することが認められ、前者では越流深の増大とともに有効水頭が増加し、後者では同様な効果より水路抵抗によるエネルギー損失が上

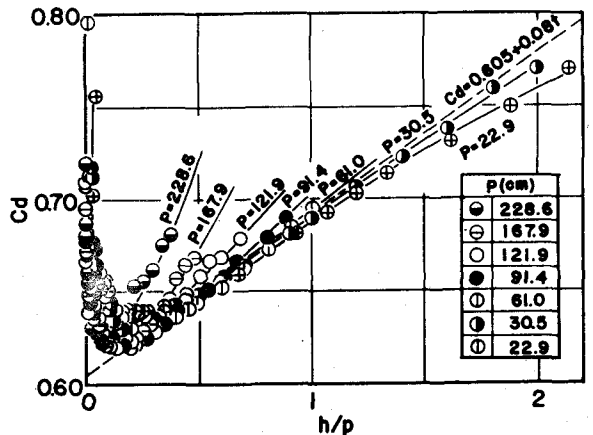


Fig-1

回ることも示している。

3. 接近水路内での流速分布形を示すパラメーターとして越流深測定断面におけるせき頂より上の平均流速 u_a とせき頂より下の平均流速 u_b とから $(u_a/u_b)-1$ をとり、その変化を Fig-2 に示した。せき高が大きいほど表層と底層との速度差が大きくなり、せき頂での非回流的流速分布への移行が急激におこることが認められる。一方、せき高が小さくなると接近水路内の速度分布の影響がせき上にも現われることが予測される。

4. 石原・井田公式による流量推定誤差を上記資料について求めた結果が Fig. 3 であるが、 h/P が小さい場合を除き、すべてのせき高について h の増加とともに実験値が推定値を上回り誤差が増大する。Fig. 2 の流速分布形の先鋭度が増加する臭と流量推定誤差が増加しはじめる臭とがほぼ一致しており、流速分布の相違による越流係数の変化を裏付けている。

5. $P < 30 \text{ cm}$, $1.5 > h/P > 0.1$ の範囲では (2) 式の推定誤差が 2 % 以内であることが実証されたので、 $P > 60 \text{ cm}$, $h/P > 0.2$ の C_d の値が (2) 式で計算される値に等しくなるように P を補正した結果、 $P > 1 \text{ m}$ のすべてのせきについて平均有効せき高 $P_e \approx 1 \text{ m}$ が得られた。一方、接近水路での流速分布を考察した結果、 $P > 1 \text{ m}$ でのいずれもせき頂より 1.2 ~ 1.5 m 下の位置で流速が顕著に変化しており上に求めた P_e に近似しているのは興味深い。

6. (2) 式で $P > 1 \text{ m}$ に対して $P_e = 1 \text{ m}$ とし Schoder & Turner の他の実測資料についてその推定誤差を求めた結果を Fig. 4 に示すが、 h/P が大きい範囲での適用精度は高い。

以上、せき高の相違による越流係数の変動について若干の考察を試みながら、有効せき高および有効水頭の効果が総合して現われるものと考えられ、接近水路からせき頂への流速分布の変化過程ならびに水路抵抗の効果についての詳細な実験的検討によってその影響を明らかにしたい。

参考文献 1) T. Ishihara & T. Ida: Supplemented Formulas for Rectangular Weirs without End Contractions, Proc. of the First Japan National Cong. for App. Mech., 1951.

2) E.W. Schoder & K.B. Turner: Precise Weir Measurements, Trans. A.S.C.E., Vol. 93, 1929.

