

アスペクト比に着目した広頂堰の検討

山口大学 正会員 羽田野袈裟義 建設技術研究所 正会員 多田羅 謙治

1. はじめに

広頂堰の公式として、Govinda Rao、Beresinski、本間による公式が提示されている¹⁾。これらの式では越流水深が堰厚を越えると適合性が良くないようである。また、堰形状の効果は考慮されていない。堰の越流水深と流量の関係は堰を越える流れの抵抗（またはエネルギー損失）と流量（または流速）との関係に対応すると考えられる。流体力やエネルギー損失の点からは堰の形状比の影響に関心が持たれる。そこで、本研究では堰のアスペクト比（形状比）を考慮して広頂堰の完全越流の再検討を試みる。

2. 無次元パラメータを用いた再検討

刃形堰に関する著者らの検討方法を踏襲し、相対越流水深 h/h_d と無次元流量 hc/h_d との関係を堰のアスペクト比 hd/L をパラメータとし、広範囲に行われた Bazin の実験データを用いて検討する。Bazin の実験条件は、堰厚さ L : 0.05, 0.1, 0.2m、そして堰高 hd : 0.35, 0.50, 0.75m となっており、形状比: hd/L は 1.75 ~ 15.0 の範囲となる。

(1) $hc/h_d \sim h/h_d$ の関係

図1は堰のアスペクト比 hd/L をパラメータとし、前報²⁾と同様、 $hc/h_d \sim h/h_d$ の関係を示したものである。図より、 $hc/h_d \sim h/h_d$ の関係は、いずれのアスペクト比においても直線に近く、その関係はアスペクト比により系統的に変化することがわかる。この関係が直線に近いことに着目し、直線近似をベースにして定式化することを試みた。まず、 h/h_d 値が小さい ($h/h_d < 0.15$) 領域のデータにより(1)式で近似する。これを定式化すると(2)のように表現される。

$$hc/h_d = a \cdot h/h_d \quad (1)$$

ここで、

$$a = \begin{cases} 0.0131hd/L + 0.5614 & ; 0 < hd/L \leq 13.4 \quad (2a) \\ 0.7369 & ; hd/L > 13.4 \quad (2b) \end{cases}$$

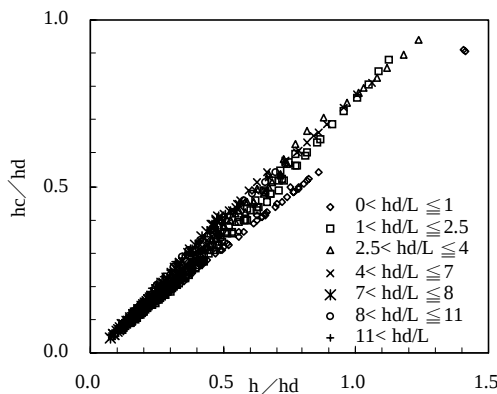


図-1 $hc/h_d \sim h/h_d$ の関係

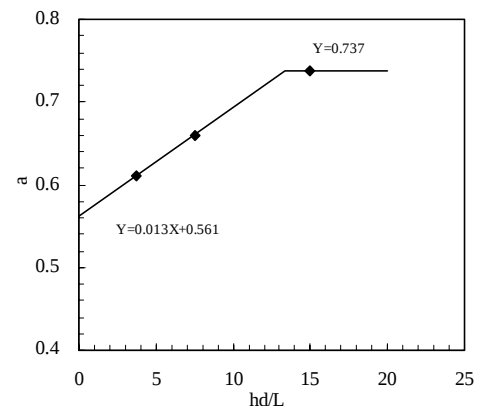


図-2 $a \sim hd/L$ の関係

(2) 近似の修正

次に式(1)と(2)による近似に対する修正を行う。 hc/h_d の実験値を式(1)と(2)による計算値との比 R を次式：

$$R = (hc/h_d \text{ の実験値}) / (hc/h_d \text{ の計算値}) \quad (3)$$

keyword: 広頂堰, 無次元パラメータ, アスペクト比

連絡先: 広島市中区八丁堀 2-31 (株)建設技術研究所 中国支社 電話 082-227-3562 FAX 082-227-2997

で定義し、 R と h/h_d との関係性を求めた。その結果の一例を図-3 に示す。図-3 より、 R は、 h/h_d が小さい領域では上に凸の放物線状で、 h/h_d が大きい領域で一定値に近づくこと、および Y 切片が 0.9 程度であることがわかる。そこで R と h/h_d との関係を次式で近似し、パラメータ A, B, C を求めた。

$h/h_d < (h/h_d)_T$ に対して

$$R = A(h/h_d)^2 + B(h/h_d) + 0.9 \quad (4a)$$

$h/h_d > (h/h_d)_T$ に対して

$$R = C \quad (4b)$$

こうして求めた A, B, C と堰のアスペクト比 h_d/L の関係を調べ、これらの関係の回帰式を求めた。

$$A = -0.065 h_d/L \quad (5)$$

$$B = \begin{cases} 0.103 h_d/L + 0.429 & ; 0 \leq h_d/L < 5.52 \\ 1.0 & ; 5.52 \leq h_d/L \end{cases} \quad (6a) \quad (6b)$$

$$C = -0.016 h_d/L + 1.339 \quad (7)$$

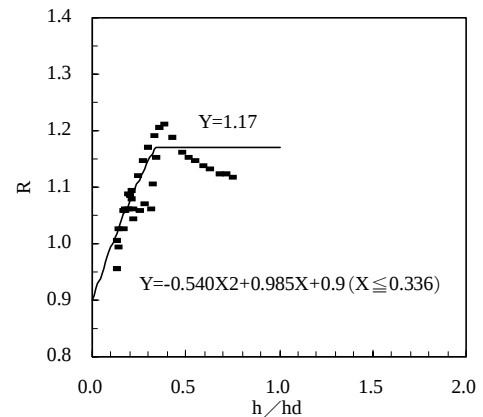


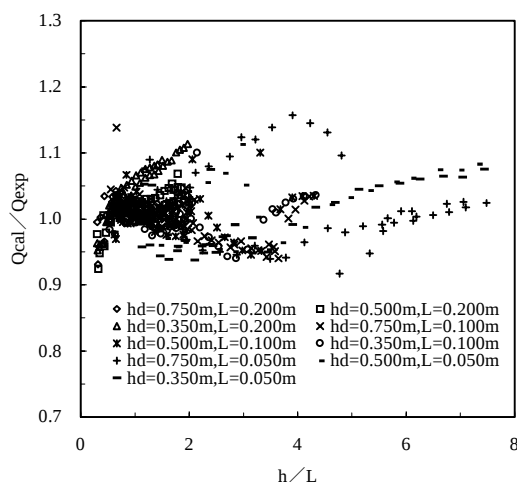
図-3 $R \sim h/h_d$ の関係

R の変化傾向が変わる h/h_d 値、すなわち $(h/h_d)_T$ の表現式を与えていない。計算では式(4a)による R の計算値が式(4b)による R の値と等しくなる h/h_d 値のうち小さい方を求め、 h/h_d がこれより大きいときには式(4b)を採用するようにしている。以上のプロセスで堰のアスペクト比 h_d/L と越流水深 h が与えられると流量の評価が可能で、(1),(2)と(4)を用いて従来式に当てはめると(8)の式で与えられる。

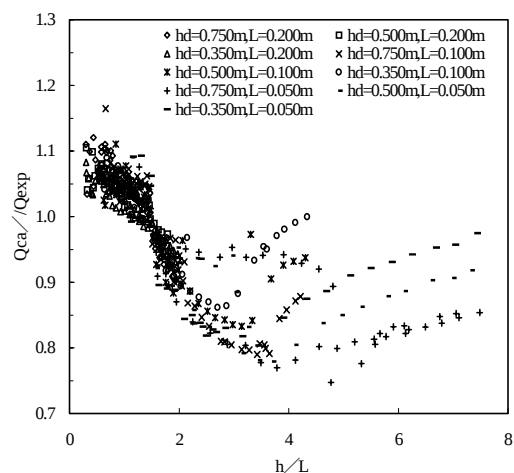
$$q = C_d \sqrt{gh} h, \quad C_d = (aR)^{3/2} \quad (8)$$

(3) 流量計算の結果

本計算式、Govinda Rao の式との適合性の検討結果を図-4 に示す。また、Govinda Rao の式の適用範囲は、かなり狭い水理条件の範囲に限られるが、ここではその範囲を超えて適用した結果を示す。図-4 によると、広範囲の水理条件で行われた Bazin の実験では、流量の計算値と実験値との比 (Q_{cal}/Q_{exp}) は、Govinda Rao の式で 0.75 ~ 1.1、本提案式では 0.9 ~ 1.15 程度で変化している。また、既存の式の結果では適用性が堰のアスペクト比により系統的に変化しており、流量公式にアスペクト比の効果を導入することの必要性を示唆している。



(a) 本提案式



(b) Govinda Rao の式

図-4 流量評価の適合度

3. 結語

以上、流体力係数に着目して広頂堰の水理を検討し、流量算定式を求めた。得られた式は既往の公式に比べて改善されたと考えられる。

参考文献 1)土木学会：水理公式集平成 11 年度版、pp.244-245、1999。

2)羽田野ら：無次元パラメータに着目した刃形堰の一考察、第 51 回土木学会年講、pp.348-349、1996。