

刃形堰に関する一考察（第3報）

山口大学工学部 正員 羽田野袈裟義
建設技術研究所 正員○多田羅 謙 治

1. はじめに

堰を有する河川の水面形計算では堰地点で堰水理を援用するのが効率的である。現実には、堰公式が洪水時に適用可能か、の問題がある。刃形堰は種々の堰の中でも幾何形状が最も単純で、その水理は他のタイプの堰の水理の基本と考えられる。本研究は、著者らの方法をより広範囲の越流水深／堰高比で行われた完全越流刃形堰に適用し、その有効性を検討するものである。

2. 無次元パラメータによる検討

従来の堰公式は、単位幅流量を q 、越流水深を h 、堰高を h_d 、流量係数を C または C_d として $q = C h^{3/2}$ または $q = 2/3 \cdot C_d (2g)^{3/2} h^{3/2}$ (1)

で与え、流量係数を h/h_d や h の関数として試行錯誤的に求めている。いずれにしても h/h_d が極端に小さな領域と5を越える領域での適合性が課題とみられる。Rehbock式やJISの公式では h/h_d が極端に小さな領域で流量係数が増加することを粘性や表面張力の効果なる項で処理しているが、粘性の効果があると流量係数は減少するはずであり論理上の矛盾といえる。フランスの第2近似式やSwameeの式はこのような修正を行っていない。

図1は、Schoder & Turner (S+T; N0)、Kandaswamy & Rouse (K and R)の実験データで越流水深の絶対値が小さく粘性の影響の疑念のあるデータを除いたものについて $h_c/h_d \sim h/h_d$ の関係を示したものである。ここで、 h_c は限界水深である。ここで、 $Y = h_c/h_d$ 、 $X = h/h_d$ とにおいて図1の関係に粘性効果を加味すると次式を得る。

$$Y = 0.706 X \cdot RC \cdot RRC \cdot Rh \quad (2)$$

ここで、 RC は $h/h_d < 7.10$ に対して $RC = 0.0729 X + 1$ 、 $h_d > 7.10$ に対して $RC = 1.5126$ 、 $RRC = 3.6688 \cdot 10^{-4} \cdot X^{-1} + 1$ 、そして Rh は、越流水深が小さいことの効果を示し、レイノルズ数を $Re = h(2h)^{1/2} / \nu$ として、 $Re < 3000$ に対して

$$Rh = -0.549(\ln(3000) - \ln(Re))^{1.60} + 1.0,$$

$Re > 3000$ に対して $Rh = 1.0$ である。式(2)を単位幅流量の表現にすると、 $q = (gh^3)^{1/2} (0.706 \cdot RC \cdot RRC \cdot Rh)^{3/2}$ (3)

となり、式(1)の C_d は $C_d = 3(0.706 \cdot RC \cdot RRC \cdot Rh)^{3/2} / 2\sqrt{2}$ (4)で与えられる。

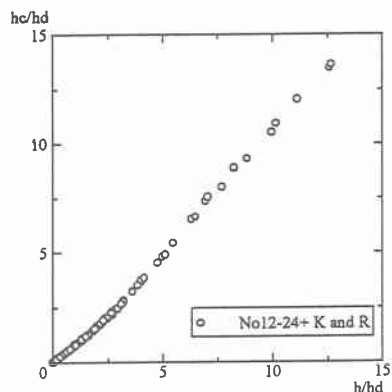


図1 $h_c/h_d \sim h/h_d$ の関係

3. 適合性の検討

本研究で得られた流量評価式の適合性を検討するため、S + TのN0. 37, 38を除く、 $h_d = 0.125\text{m} \sim 2.295\text{m}$ 、 $h/h_d = 0.0017 \sim 4.01$ の範囲、Kのうち $h/h_d = 4.95 \sim 12.66$ の範囲、そしてRの $h/h_d = 0.20 \sim 9.95$ の範囲のデータを用いて検証を行った。その結果を図2に示す。図の縦軸 $\Delta Q/Q$ は、流量の相対誤差で添え字Yは本研究、SはSwameeの式、Fはフランスの第2近似式を示す。図よ

り、フランスの式は h/h_d の増大と共に誤差が増加する。また、本研究結果と Swamee 式とでは僅かながら本研究の方が適合性に優れている。図は省略するが、JIS の式は $S + T$ のデータで検証でき、その適合度は Swamee 式に近い印象であった。

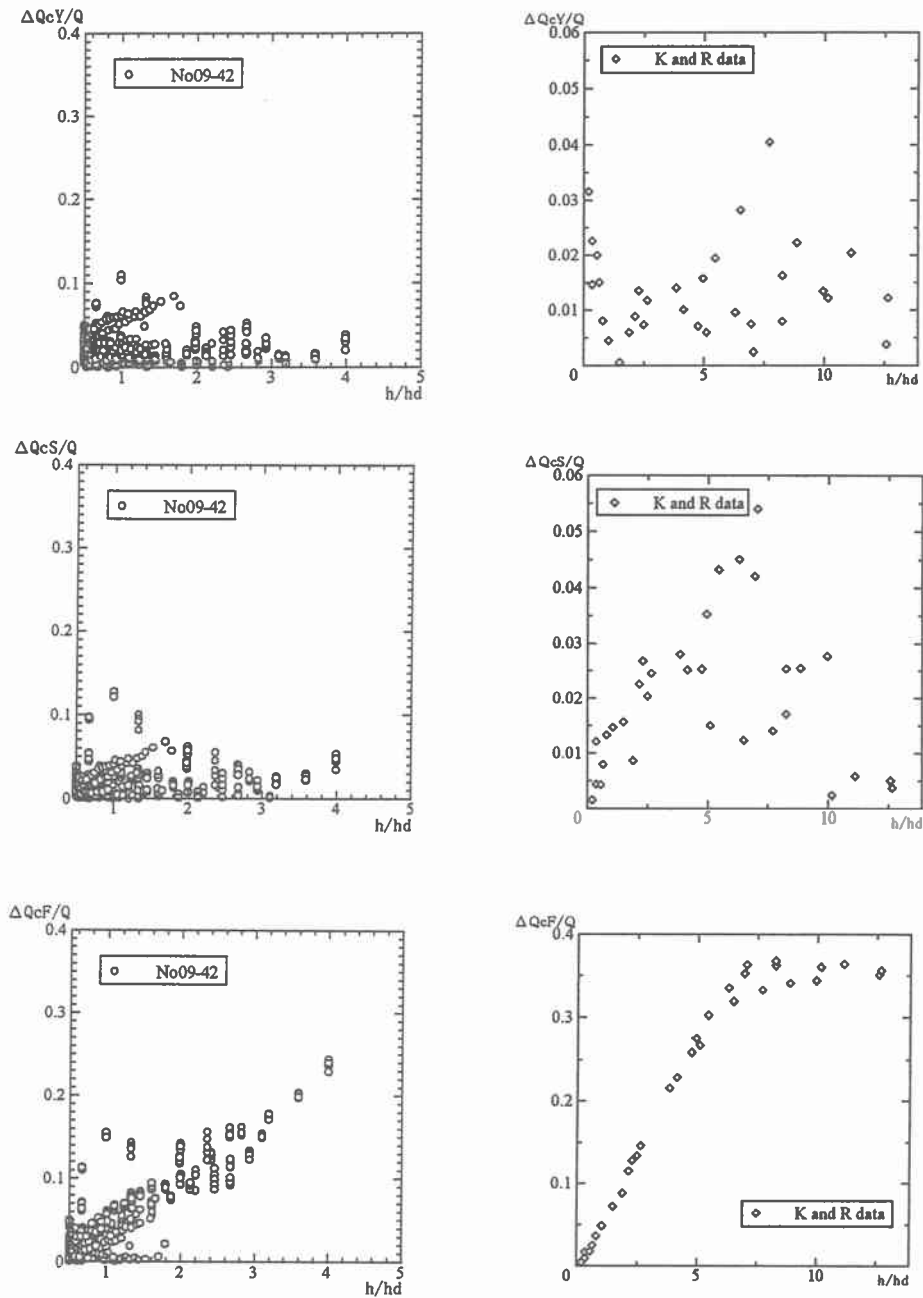


図2 適合性の検討結果（上より本提案式、Swamee式、フランスの式）