

広頂堰水理に関する一検討

山口大学工学部 正員 羽田野袈裟義 山口大学大学院 ○ 今川 崇
建設技術研究所 正員 多田羅 謙治 若築建設(株) 衣笠 泰 広

1. 緒言

従来の広頂堰の流量公式は、単位幅流量 q 、流量係数 C_1 、 C_2 、越流水深 h として $q=C_1(2gh^3)^{1/2}$ または、 $q=C_2h^{3/2}$ の形で与えられている(水理公式集(1971), pp262~266)。また、流量係数 C_1 、 C_2 は越流水深 h と堰厚 L の比 h/L の関数とされている。しかし、 h/L が 0.1 以下の範囲では $C \sim h/L$ は無理のある関係をしており、データの散乱も気になる。堰を有する洪水時の水面形計算では不等流計算と堰水理を組み合わせるが、このような場合に遭遇する広い水理条件の範囲に対して、従来の公式をそのまま適用することには疑問が残る。本研究は、既存の実験結果を用い広頂堰の水位と流量の関係に関与する無次元量間の関係式を定式化することを試みる。

2. 無次元パラメータによる検討

ここで、完全越流の刃形堰に関する研究(羽田野ら(1997), 年講 pp230~231)にならい、堰高を hd 、限界水深を hc として広頂堰上の完全越流に関する既往の実験データを用い $hc/hd \sim h/hd$ の関係を定式化する。図-1 は Bazin, Govinda Rao, および本間のデータを用いて $hc/hd \sim h/hd$ の関係をアスペクト比 hd/L ごとに描点したものである。実験条件を表-1 に示す。図より、 hd/L により $hc/hd \sim h/hd$ の関係が系統的に変化していることがわかる。この関係を領域区分し、 $Y=\ln(hc/hd)$ 、 $X=\ln(h/hd)$ とし、 hd/L に応じて定式化した。

$Y = aX^2 + bX + c \quad (h/hd < 0.3)$

$Y = dX^2 + eX + f \quad (h/hd > 0.3)$

これより越流水深から流量評価が可能となる。一方、流量から越流水深を評価するには、上式と逆の関数関係を導けばよい。結果をそれぞれ表-2 と表-3 に示す。

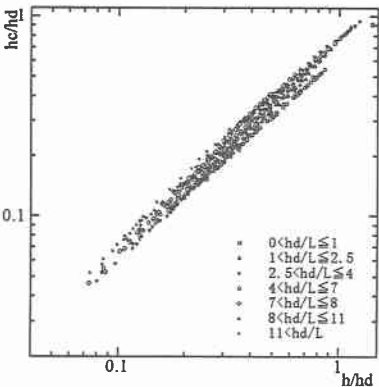


図-1 $hc/hd \sim h/hd$ の関係

表-1 実験条件

	Hd(m)	Hd/L	h/Hd	h/L
Bazin	0.350~	0.099~	0.008~	0.326~
	0.750	3.010	1.238	7.600
G.Rao	0.302~	1.75~	0.149~	0.002~
	0.310	15.000	1.408	1.468
本間	0.15	0.750~	0.264~	0.209~
		3.000	0.518	1.314

表-2 流量評価式の係数値

	a	b	c	d	e	f
0<hd/L≤1	0.058	1.186	-0.327	0.006	1.021	-0.450
1<hd/L≤2.5	0.058	1.186	-0.327	0.041	1.215	-0.268
2.5<hd/L≤4	0.088	1.373	-0.067	-0.092	1.011	-0.254
4<hd/L≤7	0.160	1.658	0.242	-0.168	0.833	-0.277
7<hd/L≤8	0.028	1.266	0.015	-0.199	0.745	-0.284
8<hd/L≤11	-0.116	0.721	-0.435	-0.372	0.423	-0.424
11<hd/L	-0.048	0.907	-0.291	-0.663	-0.253	-0.794

表-3 越流水深評価式の係数値

	a	b	c	d	e	f
0<hd/L≤1	-0.061	0.739	0.198	0.082	1.175	0.516
1<hd/L≤2.5	-0.061	0.739	0.198	-0.055	0.745	0.197
2.5<hd/L≤4	-0.069	0.603	-0.062	0.123	1.123	0.287
4<hd/L≤7	-0.107	0.448	-0.276	0.326	1.584	0.465
7<hd/L≤8	-0.092	0.772	-0.030	0.161	1.302	0.347
8<hd/L≤11	0.056	1.115	0.305	0.048	1.084	0.279
11<hd/L	-0.004	0.895	0.081	0.710	2.669	1.181

3. 適合性の検討結果

既往の実験データで得られた流量および越流水位の評価式の適合性を検討した。比較のため、従来式として Govinda Rao の式による計算を行った。図-2 は、本提案式と Govinda Rao の式による流量計算の検討結果を示す。縦軸の Q_{cal} と Q_{exp} はそれぞれ流量の計算値と実験値を表す。図-3 は、本提案式と Govinda Rao の式による越流水深計算の結果を示す。縦軸の h_{cal} と h_{exp} はそれぞれ越流水深の計算値と実験値を表す。図より、Govinda Rao の式は、 $h/L > 1.7$ の領域で誤差が大きくなっている。それに比べ本提案式では、データの全領域において流量の相対誤差 0.1 以内の結果を得ている。

4. 結語

以上、本研究では広頂堰について既往の実験データを用い、無次元パラメータの関係を定式化した。その結果は、流量や越流水深の計算を可能にしている。また、その適合性が従来の堰公式より改善されていることを確認された。図-1 の関係が従来式の $C \sim h/L$ の関係に比べて無理の無い関係にあること、堰の水位と流量の関係は流れ抵抗の別表現であり、図-1 の関係がアスペクト比により系統的に変化することと物体の流体抵抗がアスペクト比により系統的に変化することが対応することを考え合わせると大きな進展といえる。

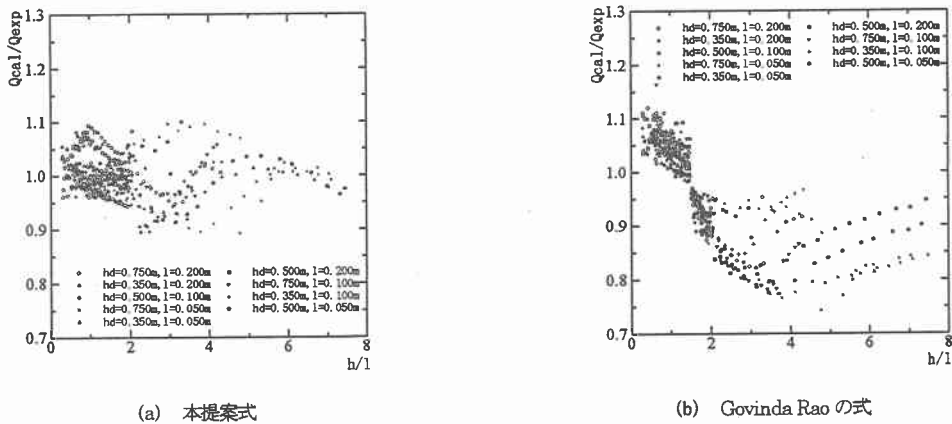


図-2 流量計算の適合性の検討結果

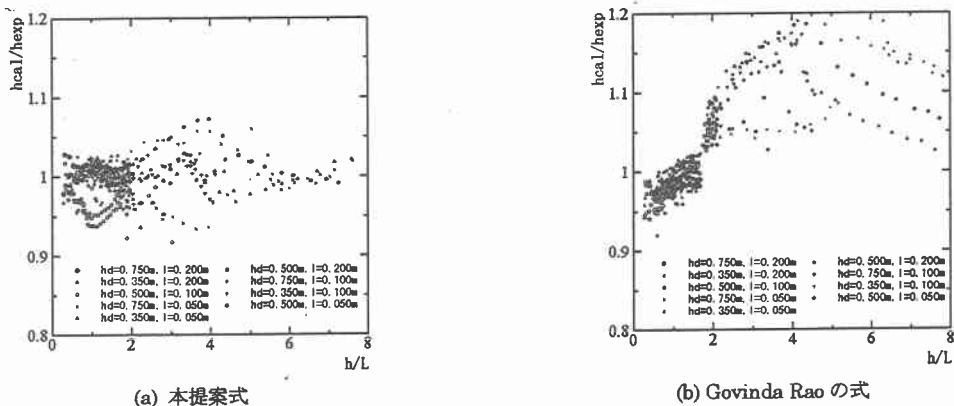


図-3 越流水深計算の適合性の検討結果