

潜り o g e e 堰の水理について

(株) 建設技術研究所 正〇多田羅謙治

山口大学工学部 正 羽田野袈裟義、 非 久保田直希

1. はじめに

堰を有する河川の洪水時の水理計算では、堰直上流水位が境界条件として必要があるが、従来の堰公式は流量評価に主眼を置き、上記の目的に沿っていない。本研究では、公式集¹⁾の潜り ogee 堰の堰上下流の水位差と流量低減の関係図の出典²⁾のデータを用いて検討した。

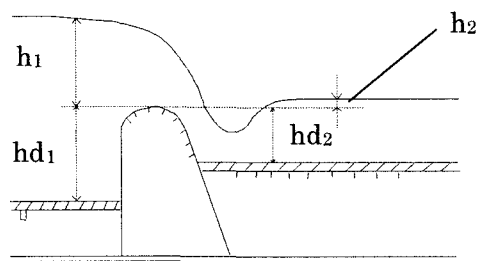


図 1 Ogee 堰の模式図(潜り堰状態)

2. 問題設定

流れ状況を図 1 のように模式化する。単位幅流量を q 、限界水深を $h_c = \sqrt[3]{q^2/g}$ 、完全越流の越流水深を h とする。運動量方程式は次式のようなである。

$$\rho q^2 (v_2 - v_1) = \frac{1}{2} \rho q (h_{d1} + h_1)^2 - \frac{1}{2} \rho q (h_{d2} + h_2)^2 - F_D \dots (1)$$

$$FD \text{ を次式 } F_D = k_p \cdot 1/2 \rho \cdot g h_d^2 \dots (2)$$

とおいて変形すると、式 (3) が得られる。

$$K_p = (1 + \frac{h_1}{h_{d1}})^2 + (\frac{h_{d2}}{h_{d1}})(1 + \frac{h_2}{h_{d2}})^2 + 2(\frac{h_c}{h_{d1}})^3 \left[\frac{1}{1 + \frac{h_1}{h_{d1}}} - \frac{1}{\frac{h_{d2}}{h_{d1}} + 1 + \frac{h_2}{h_{d2}}} \right] \dots (3)$$

式(3)から、定義した流体力係数 k_p は無次元量 h_1/h_{d1} 、 h_{d2}/h_{d1} 、 h_2/h_{d2} 、 h_c/h_{d1} により表現される。うち h_1/h_{d1} と h_2/h_{d2} は次式に変換され、無次元量は、 h_1/h 、 h_2/h_c 、 h_c/h_{d1} 、 h_c/h_{d2} に整理される。

$$\frac{h_1}{h_{d1}} = \frac{h_1}{h} \frac{h}{h_{d1}} = \frac{h_1}{h} f_1 \left(\frac{h_c}{h_{d1}} \right) \dots (4)$$

$$\frac{h_2}{h_{d2}} = \frac{h_c}{h_{d2}} \frac{h_2}{h_c} \dots (5)$$

式(4)、式(5)から既報²⁾と同様に $h_1/h \sim h_2/h_c$ の関係を検討する。

3. 実験の概要

前述のように文献¹⁾の Ogee 堰のデータを検討する。検討した堰の形状を図 2 に示す。実験条件は堰 A: $h_{d1}=1.049(\text{m})$ 、 $0.077(\text{m})$ 、 $h_{d2}=0.007 \sim 1.048(\text{m})$ 、 $q=0.063 \sim 0.268(\text{m}^2/\text{s})$ 、堰 B: $h_{d1}=1.079(\text{m})$ 、 $h_{d2}=$

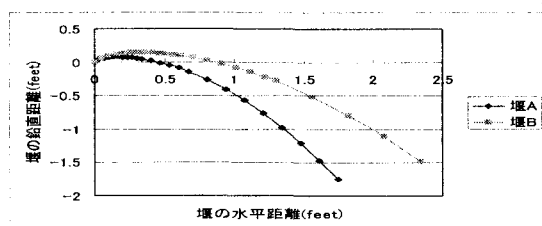


図 2 堰の形状

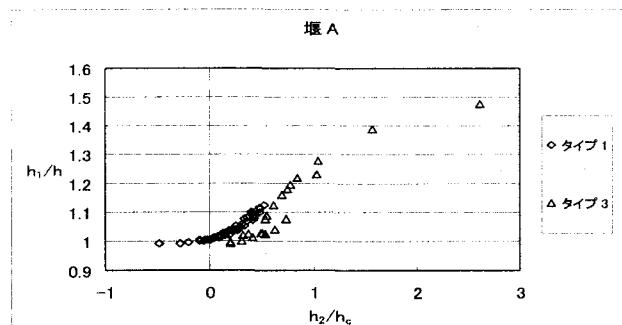


図 3 流れを分類した比較(堰 A)

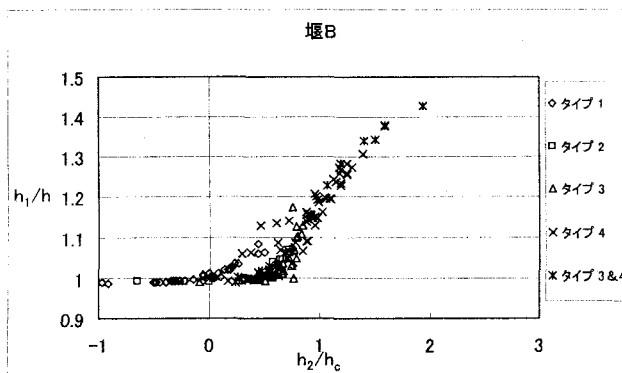


図 4 流れを分類した比較(堰 B)

0.007~1.079(m)、 $q=0.077\sim0.399(m^2/s)$ であった。
 原著によると、流れは次の4タイプが生じている。
 タイプ1: 射流、タイプ2: 跳水のある流れ、タイプ3: drowned jump (射流が起こる前に跳水が起こる不完全な跳水)、タイプ4: 完全な潜りに近い流れ、である。

4. データ解析の結果

図3、図4は、堰Aと堰Bについて $h_1/h \sim h_2/h_c$ の関係を示している。図には、流れのタイプごとにプロットの記号を変えている。 $h_2/h_c=0\sim1$ の間ではタイプにより h_1/h の値が異なり、潜りの度合いが大きい程、 h_1/h の値が大きい。

次に、系統的な実験が行われている堰Bについて堰高の影響を検討した。図5は下流堰高 hd_2 をパラメータとして $h_1/h \sim h_2/h_c$ の関係を示す。図より、 hd_2 が小さい程、 h_1/h の値が大きい傾向にあるが、 $h_2/h_c \approx 0.7$ において多少の違いがある。 $h_2/h_c > 0$ の部分では h_1/h が1より大きいデータであるが hd_2 が高い場合は、 h_2/h_c が0.5程度までは h_1/h が1に近い値である。 hd_2 が低くなると $h_2/h_c < 0.5$ の領域でも h_1/h が1より大きい値を示す。これは hd_2 が低くなることの効果が出ている。

図6は、 $h_1/h \sim h_2/h_c$ の関係を h_c/hd_2 (フルード数)をパラメータにおいたものである。パラメータによるデータの分布状況は図5とあまり相違しないが、パラメータの物理的意味を考えた場合、 h_c/hd_2 で整理した方が適切と考えられる。

5. 結語

以上、潜り状態におけるOgee堰の水理について、特に上流側水位の上昇について検討した。その結果、 $h_1/h \sim h_2/h_c$ の関係は、流れのタイプにより変わり、 $h_2/h_c=0.3\sim1.0$ の間では、同一の h_2/h_c に対し、潜り度の大きい方が h_1/h が大きいことが確認された。

また下流側堰高の影響については、これが小さいと、 h_1/h が大きい値を示すことがわかった。今後、 $h_1/h \sim h_2/h_c$ の関係を h_c/hd_2 をパラメータとして定式化することが必要である。

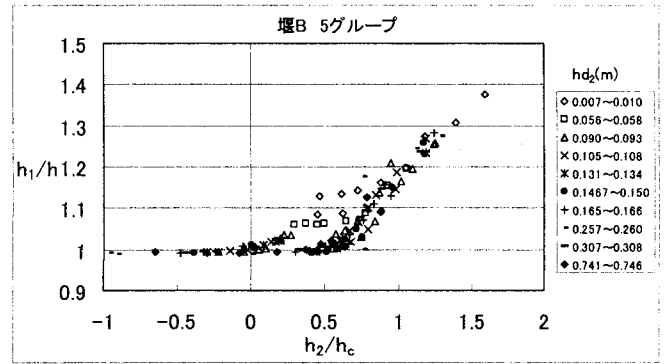


図5 下流側堰高で分類した比較

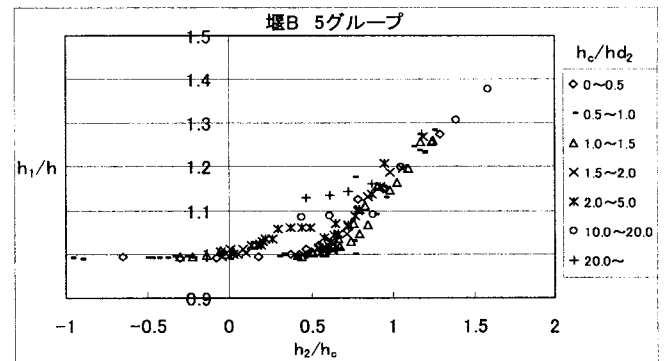


図6 h_c/hd_2 で分類した比較

また、今回使用したデータは、 $hd_1 \geq hd_2$ の条件のデータについて整理したため、このような結果となったが、堰の水理が受ける浅水流的性格の影響は、フルード数 h_c/hd_1 と h_c/hd_2 の大きいほうであるということも考えられ、この点からの検討も必要である。

参考文献

- 1)土木学会：水理公式集昭和46年度版、p.261、1971
- 2)Michael W.Strauss & Walker R.Young：Studies of crests for overfall dams, Boulder Canyon Project Final Reports,1948
- 3)多田羅謙治、羽田野袈裟義、朝位考二：広頂堰の諸量の関係に関する一考察、流体力の評価とその応用に関する研究論文集、2003