

II-70

長堰長越流堰の実験的研究

九州工業大学 大学院 学生員 ○長澤 史郎

工学部 学生員 ミ村 寛司・橋本 義康

工学部 正会員 西村 直人

1. 緒言

都市近郊の開発に伴い、雨水のピーク流量が増大して既設の水路では排水が不可能となり新設水路の設置が必要となっている。この場合、地理的条件から新設水路末端にポンプ場を設け、揚水排除するケースも少なくないが、維持管理上既存の水路を最大限利用し、過剰流量のみを新設水路に流下させる分流方法が考えられる。本研究では、制約条件から道路下の暗渠内に長堰長越流堰を用い、既存水路から新設水路へ分流する場合の越流水深、流量、堰長の関係を実験的に求めた結果を述べる。

2. 堰の平面形状の設定

既存水路の堰上げ排水を極力抑え、道路幅以下の水路幅で所要の流量を分流させるために堰長を長くする必要があり、堰の平面形状は図-1 Case A のように水路に平行、かつ左右対称に堰を設置する。しかしながら、この形状では先端の形状抵抗が大きく、上流が堰上げられた。そこで Case B のように堰始端の間隔を狭め、抵抗の軽減を計り、また、堰終端部付近では越流水脈の衝突が懸念されるため、堰の平面形状を平行とせず下流に向かって広げた。つぎに、さらに堰先端の分流を滑らかにするため三角形形状の分流部を設けた。これを Case C とし、その形状を図-2 に示す。図-3 は Case B と Case C の堰長 2 m に同一

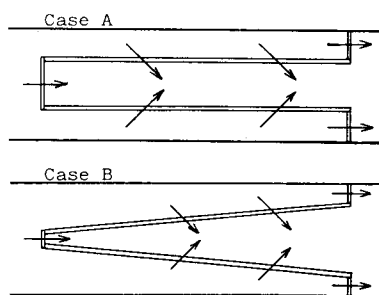


図-1 せき平面形状

流量を流した場合の水面形状の比較である。図-3 より、堰先端に分流部を設けず直交堰とした Case B の場合が流入直後水平変動が激しいのに対し、三角形形状分流部を設けた Case C の場合は水面変動が軽減している。

さらに Case C の場合は先端付近の形状抵抗が減少するため、上流越流水深も低下している。以上のことより、先端部は流れを滑らかに分流する三角形形状が望ましいことがわかり、以下、図-2 に示した Case C の形状を基本形として実験を行った。

3. 実験方法

実験装置は水路床勾配 $i = 0$ の水路内に設置し、図-2 に示す基本形の記号及び諸量は表-1 に示す。実験は各堰長に対し流量を変化させ、越流堰の始端を原点とし原点より上流 75 cm の点にポイントゲージを取り付け、基準越流水深を測定した。また、堰上の越流水深を堰長方向に 5 cm 間隔で読み取り、水面形状を求めた。

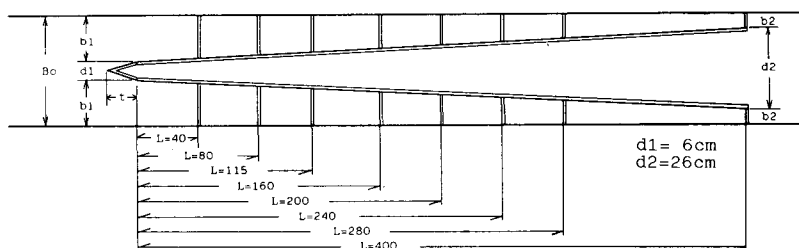


図-2 Case C (基本形)

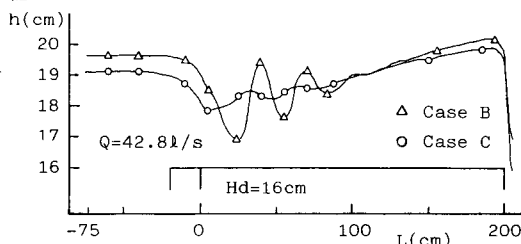


図-3 Case B と Case C の水面形状の比較

4. 実験結果及び考察

図-4は一定流量($Q=42.80 \text{ l/s}$)の場合の各堰長に対する水面形状を比較したものである。これより、一定流量に対し越流水深 h_0 は堰長 L が長くなると小さくなるが、堰長 2m を越えると差異が殆んど見られなくなることがわかる。そこで各堰長 L に対して、流量 Q を変化させて越流水深 h_0 との関係を求めた。図-5は Q 、 h_0 とそれぞれ B 、 H_d を用いて無次元化した量 $Q/B\sqrt{gH_d^3}$ 、 h_0/H_d の関係を各堰長の L/H_d をパラメータとしてプロットしたものである。これより、 $Q/B\sqrt{gH_d^3} < 0.4$ では Q は h_0^2 に比例し、かつ、

$$Q/B\sqrt{gH_d^3} = 1.2(L/H_d)^{1/2}(h_0/H_d)^2 \quad (1)$$

しかしながら、堰長 L 、流量

Q が増加するにつれ、越流水深 h_0 は堰長 L とは無関係になる。そこで、 $Q/B\sqrt{gH_d^3} > 0.6$ なる点に対して、上流における比エネルギー E_0 と h_0 の実測値は図-6のようになり、これより、 $h_0 = \frac{2}{3}(E_0 - 16.65)$ である。堰高 $H_d = 16\text{cm}$ を考慮すると上式は実験係数 $\alpha = 1.04$ として、

$$h_0 = \frac{2}{3}(E_0 - \alpha H_d) \approx \frac{2}{3}(E_0 - H_d) \quad (2)$$

と考えられる。即ち、 $Q/B\sqrt{gH_d^3} > 0.6$ では越流水深 h_0 はほぼ限界水深となっており、堰の形状抵抗は上流に影響を与えないことが説明できる。つまり、ある流量以上では、越流水深は堰長と無関係に流量によって決定される。そこで、比エネルギーとの関係より

$$E_0 = \frac{v^2}{2g} + H_d + h_0 = \frac{Q^2}{2gB^2(H_d + h_0)^2} + H_d + h_0 \quad (3)$$

式(2)(3)より E_0 を消去し、無次元量で表わすと

$$Q_m/B\sqrt{gH_d^3} = (h_0/H_d + 1)(h_0/H_d + 2(\alpha - 1))^{1/2} \quad (4)$$

式(4)を図-5中に示したが、これは測定結果と一致する。従って、最大流量と越流水深は、堰長に関係なく、この曲線によって支配されると考えられる。

5. 結言

以上実験的研究より、Case Cの形状をもつ長堰長の越流堰の流量は、不確定な係数 α (≈ 1.04)を含むが、式(1)とその上限を定める式(4)によって与えられる。また、与えられた Q_0 、 H_d 、 h_0 に対する必要堰長を求めるには、式(4)の右辺より求める Q_m が Q_0 より大きければ式(1)により求め、 $Q_m < Q_0$ ならば式(4)を満足する越流水深 h_0/H_d を式(1)に代入して、堰長を求めるなければならない。

最後に、本研究の機会を与えて頂いた北九州市下水道局と日興測量K.K.、及び実験と解析に御指導頂いた本学河津勝助教授に謝意を表す。

表-1 記号及び諸量の説明

記号	模型寸法 (cm)
水路幅	B_0 36.0
せき高	H_d 16.0
せき厚	d_0 1.5
せき長	L 40~400
流入部半幅	b_1 15
流入部先端長	t 20
せき終端半幅	b_2 5~14
越流水深	h
流量	Q

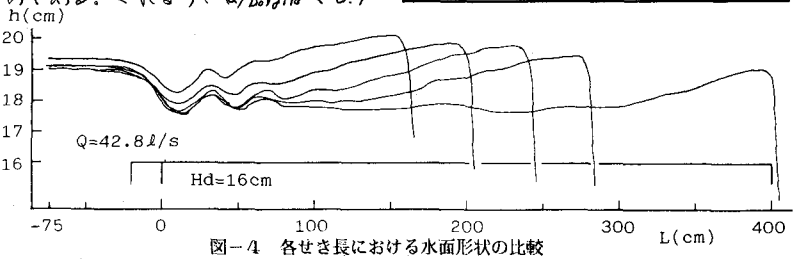


図-4 各せき長における水面形状の比較

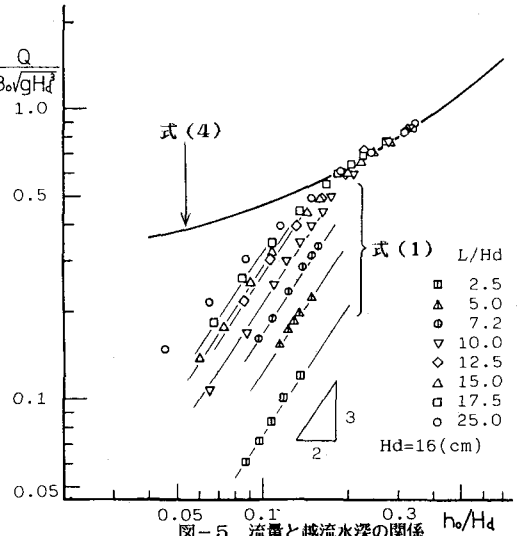


図-5 流量と越流水深の関係

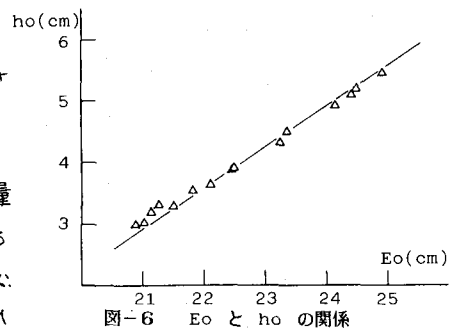


図-6 E_0 と h_0 の関係