

東洋大学 工学部 学生 田中 勉
 東洋大学 工学部 学生 佐竹 圭祐
 東洋大学 工学部 正員 福井 吉孝

1. はじめに

水路の流下能力及び有効な水利用といった観点から、流下流量を調節しなければならない、つまり適当に流量を配分しなければならないことは間々ある。その機能を果たす為の構造物として種々のゲートや堰等がある。我々はそのような構造物の一つである横越流堰を取り上げ、簡単な実験を行い若干の考察を試みる。ここでは、第一歩として既往の諸研究を参考にしながら、流れの特性を調べると共に、内在されていると思われる問題を抽出した。

2. 実験

実験は水路幅10cm、長さ5.2mの亚克力製の循環可変勾配水路を用いた。水路末端より2.5mの位置に長さ $L=20$ cm、高さ $W=3, 5$ cmの堰を設け、水路内の水位調節は水路末端に堰をおいて行った。

(1) 水面形状について

水面形はW. Frazerにより、特に接近流が常流の場合の1, 2, 3に対しての研究がなされている(図1)。我々の実験もType 1, 2, 3を対象にしその生起が確かめられた。例えば、堰高3cmの場合、上流からの流下流量(Q_1)を徐々に増加させて行くと、約2.7 l/sまではType 2、そしてType 3へ、さらにType 1へと変化した。また同一の流量でも水路末端の堰を使ってType 1, 2, 3を生起させることが出来る。

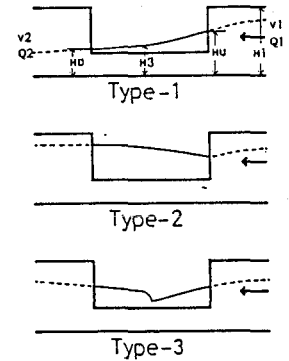


図1 水面形状

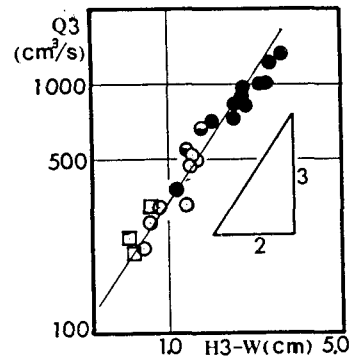


図2 越流量(Q_3)と越流水深(d)

(2) 越流量

配分流量(Q_3)、即ち越流量は、従来より使われている
 ⅰ) DeMarchiの式

$$q = -\frac{dQ}{dx} = \frac{2\sqrt{2g}}{3} C d^{3/2} \quad (1)$$

但し、 q : 堰単位長あたりの越流量、 C : 越流係数
 d : 堰頂よりの越流水深($H_3 - W$)

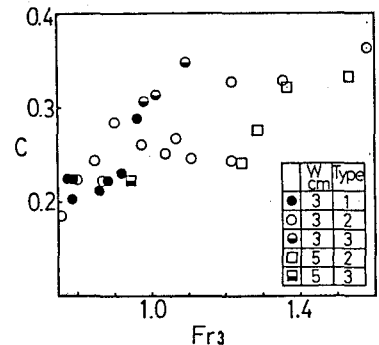


図3 越流係数(C)と Fr_3

ロ) 中川らの式

$$q = \frac{2\sqrt{2g}}{3} C \left\{ \left((H-W) + \frac{u^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{u^2}{2g} \right)^{3/2} \right\} \quad (2)$$

で求められる。

式(1)は、比エネルギー一定と仮定しており、Type 1でL/Bの小さい領域には余り適合性が良くないと言われている。図2は越流量(Q_3)と越流水深(d)との関係のグラフであり、 $Q_3 = f(d^{3/2})$ となっていることが判る。

次に越流係数について考える。結果が図3で、堰部での水理量 $Fr_3 = V_3 / \sqrt{gH_3}$ (V_3 、 H_3 はそれぞれ堰部主流中央での値)を用いて整理してある。算出したCの値は0.2~0.4の範囲で、 Fr_3 の値(1.0の近く)からも、DeMarchiの係数(0.623)より小さくなることは予測できるが、中川らの値よりも、さらに小さい値となった。

(3) 配分比について

流量配分比(Q_3/Q_1)と d の関係が図4である。Type 1(射流)はType 2に比して分水効率が劣っていることが良く判る。図中○-は○-の流下条件のもとへ、主水路内の堰中央部($X=10$ cm)水路床に水路と直角に2mm×2mmの角材を敷いてみた場合の結果である。これは後述する様に、Type 1では、底面での洗掘・堆積が顕著になると思われるので、水路床が平坦一様でなくなる。そういった事態に似せたものであり、結果は、水深も変化し、越流量(配分比)に影響を及ぼしていることが判る。

(4) せん断応力

図5、6にPrestonの方法で求めた底面せん断応力と水位の縦断方向の変化を示してある。Type 1では堰部での急激なせん断応力の増加が見られる。以前より堰下流端近くで土砂らの堆積が生ずると言われており、図5を見ても移動床とするならば、堰部内での洗掘、堰下流端近くでの堆積が生じることが窺える。そのような現象が実際に生じているならば、前述の如く配分量(Q_3)等、固定床の条件の下で求めた水理量に変化が生じることが明らかでありそのような事態に対する処方も検討しておく必要がある。

おわりに

以上、横越流堰のある水路の流れについての簡単な実験の結果であるが、堰がある為に特別に生ずる流れ(それが水理量を支配する)、例えば2次流の実態を調べて行くことや、洗掘・堆積等によって物理条件が変化した場合の水理量の変化について、更に詳しく検討して行きたい。

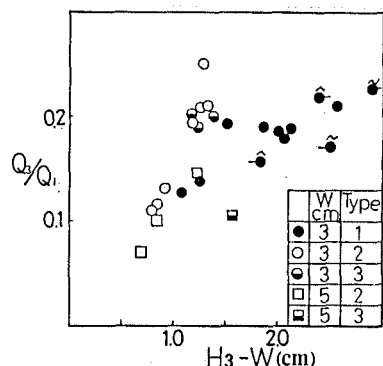


図4 流量配分比と越流水深

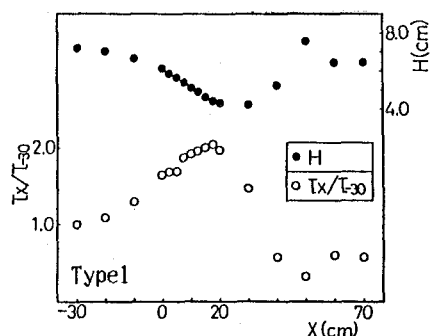


図5 底面せん断応力と水位

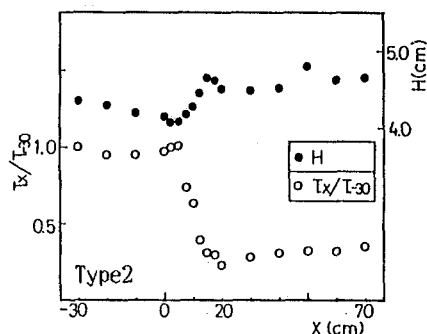


図6 底面せん断応力と水位