

II-188

霞堤の遊水機能に関する実験的研究

株式会社竹中土木 正 員○佐々木輝彦
東北大学 工学部 正 員 首藤 伸夫

1. はじめに

霞堤は、古人が経験的に編み出した堤防形式であり、頭水の防止、氾濫戻し、内水排除、洪水遊水等の機能を有するものとして、古くから多くの河川に於て採用されてきたが、近年、その機能の定量的な評価が為されないままに締め切られつつある。しかしながら、その一方では、昨年8月の豪雨による出水の際、茨城県那珂川の霞堤群が洪水を遊水したために、下流域の水戸市では洪水による被害を殆ど被らずに済んだという報告もある。そこで本研究では、霞堤を横越流堰の変形と見為す事により、その流量係数を実験的に求め、霞堤の洪水遊水機能の定量的な評価を試みた。

2. 実験方法

実験装置は、福島県の荒川(平均河床勾配1/35)を対象としたものである。しかし、予備実験では霞堤の遊水機能が見られなかったもので、水路勾配については、実験で流し得る流量に於て、霞堤の遊水機能が初めて十分に見られた1/150に設定した(図-1)。この実験装置に流量 Q を導き、霞堤の遊水量 Q_w 及び $Q-Q_w$ をそれぞれ三角堰で測定した。また、I-I断面の水深 h_1 を10cm間隔で5点、横越流断面の水深 h を2cm間隔で23点測定した。なお、I-I断面は、図-3に示す様に霞堤の影響を殆ど受けていない、等流と見為すことのできる断面である。また、測定は流量 Q を15ケースにわたって行った。流れは、全て射流であった。

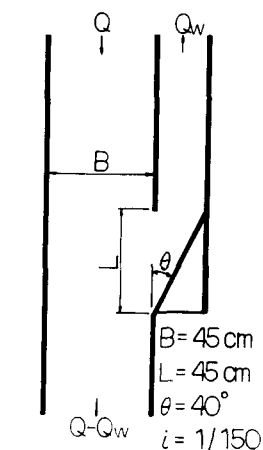


図-1 実験水路概略図

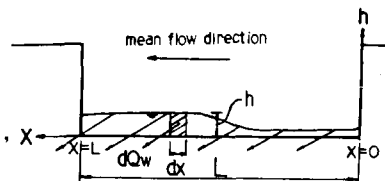


図-2 座標系

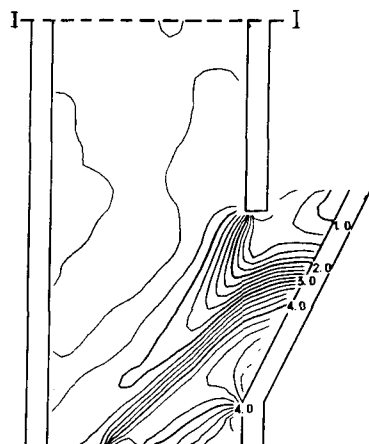
3. 流量係数 c の定義

定義は基本的には、De Marchi²⁾が横越流堰に対して導いた式に従うが、便宜のため、流量係数が無次元量となるように変形されたChow³⁾の式を採用し、次式で定義する。(座標系は図-2を参照の事)

$$dQ_w/dx = c_1 (2gh^3)^{1/2} \quad (1)$$

$$c_1 = Q_w / \int_0^L (2gh^3)^{1/2} dx \quad (2)$$

この時の水深 h は横へ流出する地点での水深であるが、実際の霞堤に於ては本流の流れは射流で、霞堤から流出した流れは常流となり、途中で跳水が生じる可能性がある。また、実際の使用時に霞堤開口部での水深を詳細に計算するのは煩雑で実用的ではない。

CASE: $Q = 1.2 \times 10^4 \text{ cm}^3/\text{s}$
図-3 等水深線図(単位:cm)

こうしたことから汎用性を考慮して、I-I断面の水深 h_1 及び比エネルギー E_1 を用いた定義を採用する。ここでは開口部での水深 h として、等流水深 h_1 及び E_1 を仮定してみた。

(2)式の h を h_1 、 $E_1 = h_1 + Q^2/2gB^2h_1^2$ で代用して次式を得る。

$$c_2 = Q_w/L(2gh_1^3)^{1/2} \quad \text{-----}(3)$$

$$c_3 = Q_w/L(2gE_1^3)^{1/2} \quad \text{-----}(4)$$

4. 結果及び考察

(1) 霞堤付近の流況

実験は全て射流状態で行われたために、霞堤の引堤部の影響による衝撃波が形成された(図-3)。横越流断面における水面形は図-4に示す通りである。跳水の生じる位置は、流量の増加に伴って上流側に移動する。また、霞堤からの逆流は流速が小さく無害的なものであった。

(2) 流量係数

前述の(2)、(3)、(4)式の定義による流量係数 c_1 、 c_2 、 c_3 と上流水深 h_1 との関係を図-5に示す。上流の水位が2.13cmまでは c_1 、 c_2 、 c_3 とも増加し、その後にほぼ一定となり、case3~15での平均値はそれぞれ $c_1 = 2.86 \times 10^{-1}$ 、 $c_2 = 4.89 \times 10^{-2}$ 、 $c_3 = 1.82 \times 10^{-2}$ となった。これは、横越流堰のその3割程度の値となっている。前述の装置に於ては、逆流した水が勾配1/150の坂を登る様な形で流出する為ある程度以上の水位が必要とされる。この理由から、 $h_1 \leq 2.13$ cmでは、流量係数が小さい値をとっていると思われる。 $h_1 > 2.13$ cmでは、十分な水位が得られる為に一定値をとっており、De Marchiの仮定によくあっている。また、図-6より c_2/c_1 が一定値になるので、(3)式の有効性が認められる。

5. おわりに

霞堤が遊水機能を持つことを確認できた。また、その流量係数の大体のオーダーを示すことができた。今後の課題としては、横越流幅及び引き堤の開きの角度などを変えた模型で実験を行い、霞堤の諸寸法をパラメータとして流量係数を表す必要があると思われる。また、流量係数と主流のFroude数との関係についても考察すべきであろう。

〈参考文献〉

- 1) 金木・浜口：霞堤の現況と保全方策について、第41回年講概要集、II-68
- 2) G. De Marchi: Saggio di teoria del funzionamento degli st ramazzi laterali. L'Energia elettrica, Milano, vol. 11, no. 11, 1934
- 3) Ven Te Chow: Open Channel Hydraulics

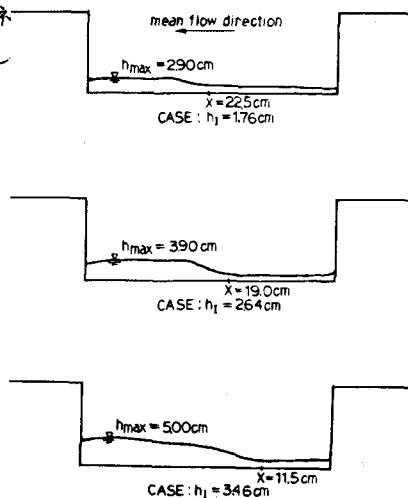


図-4 流出断面の水面形

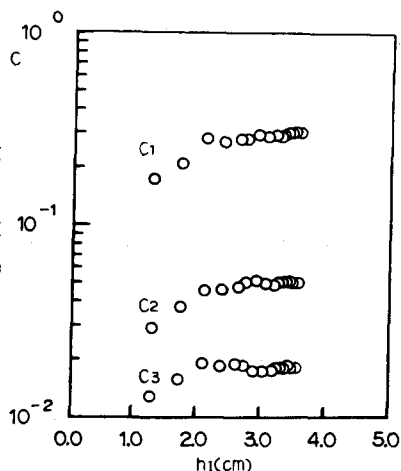


図-5 $c - h_1$

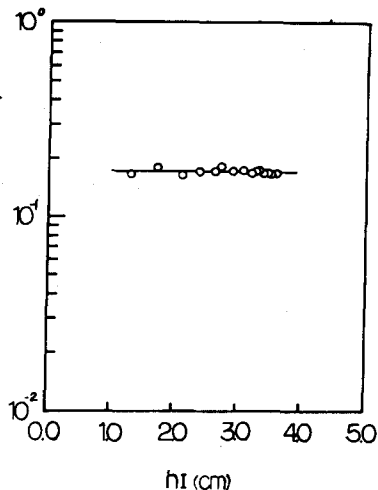


図-6 $c_2/c_1 - h_1$