

1. はじめに

霞堤は、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、その機能の数量的評価の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数量的評価を試みる。

2. 実験方法

図-1に示す実験装置に流量 Q の水を流し、 Q_u 及び $Q-Q_u$ 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断面である。また、測定は流量 Q を15ケースにわたって行い、後に霞堤の引堤部分を取り外して横越流堰についても同様の実験を行った。

3. 流量係数 c の定義

定義は基本的にDe Marchiの式¹⁾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Chowの式²⁾を採用し、次式で定義する。(座標系は図-2を参照の事)

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

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

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かも知れない。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。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。

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

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

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

4. 結果及び考察

(1) 霞堤及び横越流堰付近の流況

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

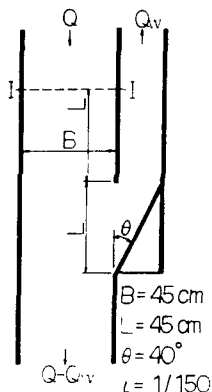


図-1 実験装置概略図

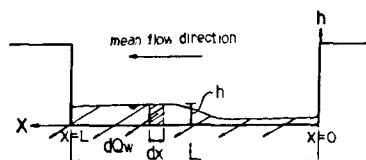
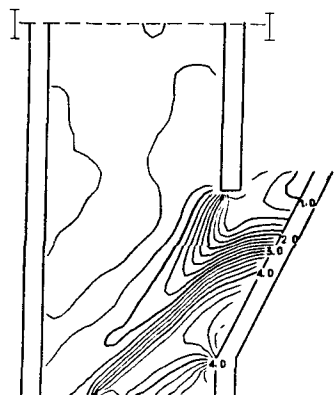


図-2 座標系



CASE : $Q = 1.2 \times 10^4 \text{ cm}^3 / \text{s}$

図-3 等水深線図 (単位: cm)

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。実線は霞堤での水面形を、破線・一点鎖線は横越流堰での水面形である。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。この傾向は霞堤のほうが顕著である。横越流堰でも跳水が生じる事が有り、僅かな初期条件、境界条件の変化で2通りの水面形ができる。同図に於て、同一ケースで破線、一点鎖線の2通りの水面形が描かれているのはそのためである。この不安定な流況を図-5に示す。主流の流量の増加に伴って、流況がA図からB図の様に変化する。A図では開口部上流端で生じる擾乱が、開口部下流端から発生する衝撃波に連なるが、B図では連続しない。なお、A、B図はそれぞれ図-6の横越流堰での黒丸、白丸に対応している。

(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-6に示す。霞堤では、主流の流量が $5.54 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$ までは c_1, c_2, c_3 とも増加し、その後にはほぼ一定となり、case3~15での平均値はそれぞれ $c_1=2.86 \times 10^{-1}, c_2=4.89 \times 10^{-2}, c_3=1.82 \times 10^{-2}$ である。横越流堰では c_2, c_3 とも主流の流量に関わらずほぼ一定値をとり、 $c_2=1.61 \times 10^{-1}, c_3=6.55 \times 10^{-2}$ となる。しかし、 h で定義した c_1 には大きな差異が見られる。また、霞堤の流量係数は c_2, c_3 ともに横越流堰のその3割程度となっている。

5. おわりに

今回は出来なかったが、今後の課題として、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う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考察すべきであろう。

〈参考文献〉

- 1) G. De Marchi: Saggio di teoria del funzionamento degli stramazzi laterali, L'Energia elettrica, Milano, vol. 11, no. 11, 1934
- 2) Ven Te Chow: Open Channel Hydraulics

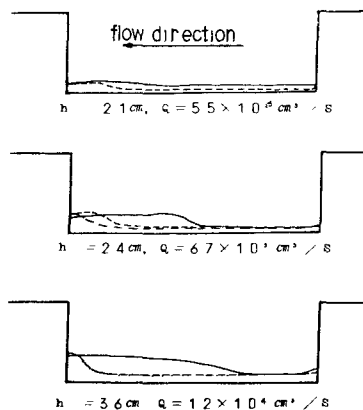


図-4 流出断面における水面形

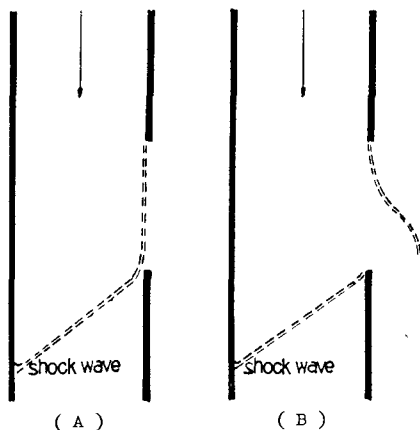


図-5 横越流ぜき付近の流況

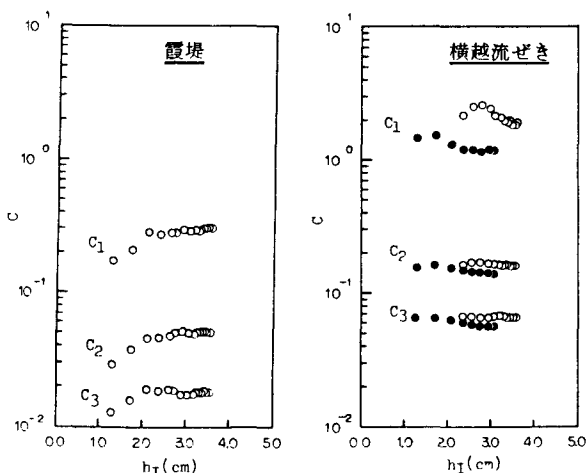


図-6 流量係数