

II-188 霞堤開口部の流量係数

東北大学大学院 学生員○大森 隆
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

洪水時の河川において霞堤から流出される遊水量を定量的に評価することを目的とし、その解明手段として堤内での水理的特徴を考察する。特に本研究では、控堤の長さの効果について検討する。

2. 実験方法

実験は、図-1に示すような長さ6m、幅60cmの開水路を使用して行った。水路勾配(1)は1/100、霞堤開口幅(L)は45cmとし、霞堤が本堤となす後退角は40°に固定した。水路下流端で水は自由落下させている。控堤は本川と同じ勾配とし、控堤の長さ(S)を5cmから165cmまで40cmごと5段階に設定した。控堤先端では流出水を自由落下させた。流量(Q)は $2.0 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$ から $12.0 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$ の範囲で変化させた。霞堤から流出する流量 Q_w 及び水路下流端からの流量($Q - Q_w$)をそれぞれ三角堰で測定した。

流速は、直径3ミリの超小型プロベラ流速計を用いて測定した。

3. 控堤長さの効果

(1) 流出量

図-2の流出量 Q_w はQに比例して大きくなり、Sが長くなるにつれて減少する傾向にある。実験結果の外挿線が横軸と交差する点は流出開始流量(Q_0)に相当する。図-3で横軸にSをとり Q_0 の変化を調べた。S ≥ 45 cmではSとほぼ直線的に比例する。これは、S=5cmの場合控堤先端において、水が自由落下するという条件が大きく影響したためと思われる。よって、以後の検討は、このケースを除いて行う。

(2) 堤内での水理特性

図-4は、控堤の長さSが45, 125cmについてFr数と流速ベクトルの分布を示す。なお、 $Q=11.9 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$ は一定であり、本川は平均流速74cm/s, $Fr=1.47$ の射流である。S=45cmの場合では、堤内に複数の射流域ができることが特徴である。流れは、20°程曲がりながら霞堤に当たってジャンプして射流から常流に移移する。さらに、霞堤内の一部には射流に戻る場所も存在する。S=125cmの場合、開口部に達した水は15°ほど曲がりながら霞堤に当たりジャンプする。水は霞堤および控堤壁面に沿って流れ、 Fr 数=0.5のコンターも壁面にほぼ平行である。Sが165cmと長い場

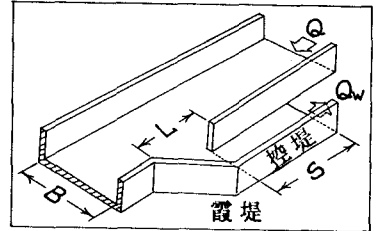


図-1. 実験装置

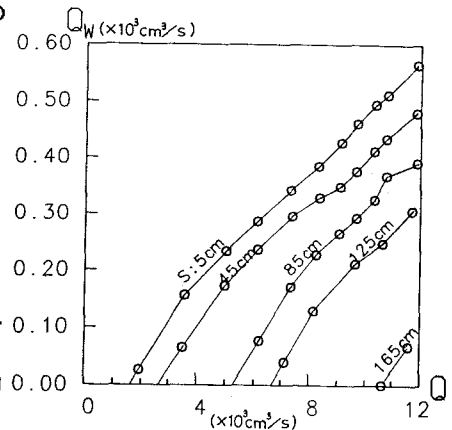


図-2. $Q \sim Q_w$ 図

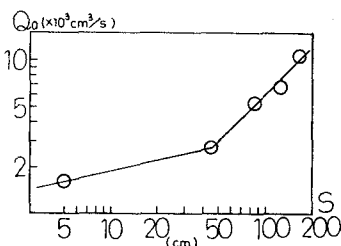


図-3. $Q_0 \sim S$ 図

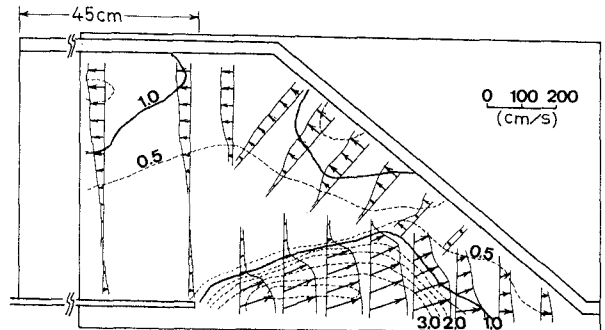


図-4 (a). 流速, Fr数分布図

合、本川上流から開口部に達した流れは、霞堤内にほとんど流入せず本川を流れていく。霞堤内での流速は小さく静水域が大きい。このように、控堤長さの違いにより水理特性は大きく異なる。

図-5には霞堤開口部水深を示した。これは、開口部に於ける本川堤防延長線に沿う断面での水深分布で、本川流量を変化させて調べた。S=45cmの場合には、流量の増加にともないジャンプの高さは大きくなるが、その上流では変化が小さい。これに対しS=165cmでは、一様に水位の増加がみられる。

(3) 流量係数

流出流量 Q_w を本川的水深(H)から算出することを考える。なお、Hは開口部上流の等流状態における水路中央の水深である。実験から以下のような式が求まる。(図-6)。

$$Q_w = C(H - H_0)^\alpha \quad (1)$$

ここに、C：流量係数、 H_0 ：流出開始水深、 α ：指数である。なお、C、 H_0 はSの関数であり、図-7に示すように実験値から次式の関係が得られている。

$$C = 0.11(S - 20)^{0.34} \quad (2)$$

$$H_0 = 1.2 \times 10^{-2} S + 0.44 \quad (\text{cm}) \quad (3)$$

ただし、 $S \geq 45\text{cm}$ の場合である。また、 $\alpha = 0.91$ でありDe Marchiの横越流堰の場合の1.5乗と比べ小さいことが分かる。これは霞堤固有の値であり、横越流堰に比べ水深の増加の割に流出されにくいことが分かる。

4. おわりに

霞堤の遊水機能に対する控堤長さの効果について検討した。その結果、控堤長さにより流況・流出量は大きく異なるが、霞堤から流出する水量を流量係数を用いて表すことができた。

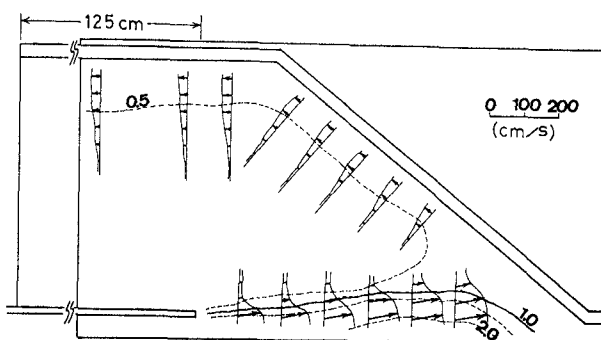


図-4 (b). 流速, Fr数分布図

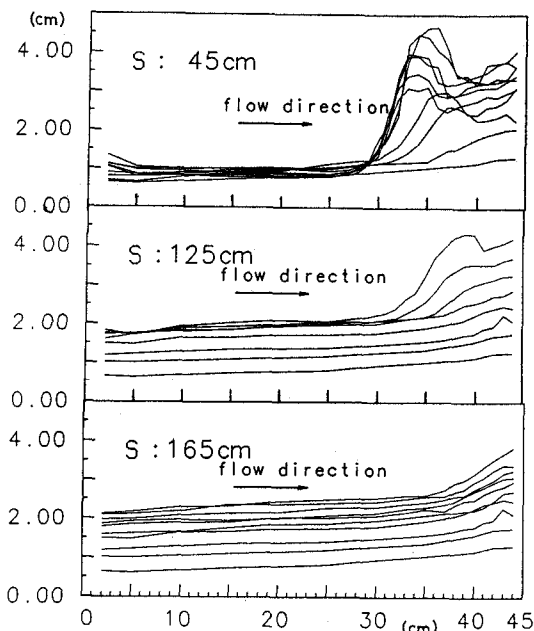


図-5. 開口部水深図

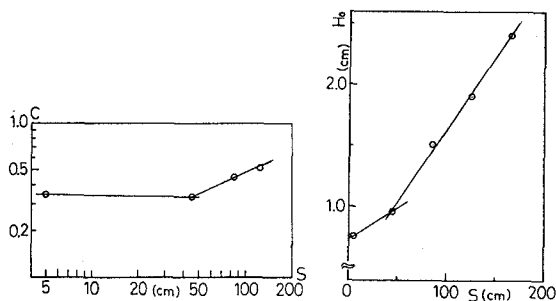


図-7 (a). 流量係数

(b) 流出開始水深

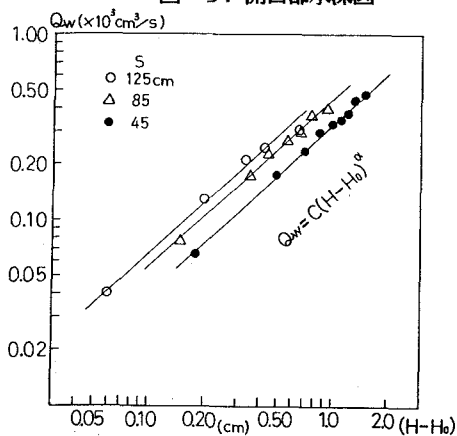


図-6. 霞堤流出水量式