

II-163

河川堤防の越流に関する研究

岐阜大学 工学部 正 員 田中祐一郎

学生員 荒川 英誠

1. はじめに

河川堤防は、河川の水流を制御し、洪水を安全に流下させるための唯一の構造物であるが、そのために決壊時の被害は甚大なものとなる。決壊の主原因の多くは越流によるものであるという調査も存在するが、越流による堤防崩壊の力学的な研究は、今まであまり為されていないようである。これは堤防が、絶対に越流させないという前提で設計されてきたことによる。しかし最近では、超過洪水といって堤防を越流する事態を想定することが考えられている。本研究では、堤防を越えるような流れに対して固定床での実験を行い、越流時の流れの様子を実験的、解析的に検討する。

2. 固定床越流実験

越流の様子を詳細に観察し、水面形を測定するために行う。特に、支配断面の発生位置を詳しく観察することにする。実験装置は、鋼製水路で、幅40cm、深さ30cm、長さ10mである。水は回流式のポンプにより水路上流端より供給する。堤防模型は、アクリル板により作成した。実験ケースは、予備実験、本実験、追加実験あわせて16ケース行った。計測方法は、流量については水路に付属の電磁流速計を用いて測定し、水深、堤防模型の形状の測定には、ポイントゲージを用いて直接測定した。また1ケースだけではあるが、天端上での流速分布の測定をφ3mmのプロベラ流速計を用いて行った。

3. 実験結果

台形堰において、上流側法肩が角張っていると、そこで流線の剝離が発生し、剝離流線の最高位置が支配断面の発生位置となることが知られている。そこで実験では、表法肩をやすりで削り丸みをつけ、流線の剝離を発生しにくくした。実験のいくつかの例を示すと図-1のようである。それから分かるように天端上の流れは限界流に近い流れとなっているが、流量の値により支配断面の位置は前後する。流量の大きい場合には、流線の乱れの影響から表法肩に近い点でそれが発生するといえる。次に、図-2は天端上での流速分布の測定結果を示したものである。図にみるように、水面近くよりも河床面付近の方が流速は大きくなっている。このような流速分布は、吉川ら¹⁾の幅厚堰上の完全ナップの実験においても同様な結果が得られている。この様に天端上の流れは流線の剝離または、裏法肩での流線の曲がりにより一般の開水路流れとは全く違ったものとなっていることが分かる。

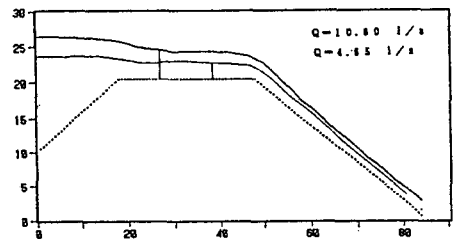


図-1 支配断面の位置の比較

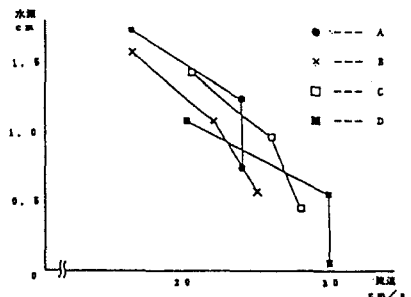


図-2 天端上の流速分布

4. 裏法面での流れの水面形計算法

実際に越流が起きたときには、その場所での流速や水深、流量などを測定することは不可能である。しか

し、降雨量の関数として河川の水深を表すことは可能である。そこでその水位より越流量を調べ、法面での水面形状を予測してみる。

① 流量の算定

図-3に示すのは、長方形断面の流量係数の関係図²⁾である。これより流量係数 K を読みとり、その値を次式に代入し、流量を算定する。

$$Q = K B E^{3/2} \quad (1)$$

(B : 水路幅、 E : 比エネルギー)

② 裏法肩での水深 h_f と支配断面の位置

支配断面での水面勾配を求め次式より h_f を決定する。

$$h_f = h_c + L (dh/dx)_c \quad (2)$$

(L : 天端幅) 上式の右辺第2項は、支配断面から裏

法肩までの水面の変位を示している。本来なら、支配断面の生ずる位置から不等流計算を行い、裏法肩での水深を決定する必要がある。しかし、支配断面での水面勾配は、極めて小さな値となるため、実用上(2)式のような近似で十分である。

③ 曲率による補正と境界条件

天端上の流れは、実験の流速分布の測定果から一般的な開水路の流れでないことは明かである。しかも、裏法肩では、勾配が急変し、静水圧分布も仮定できなくなる。河村³⁾らの書物でも、ダムのクレスト上の流れではあるが、鉛直曲率を考えた取扱いが必要であるとしている。そこで図-4に示すように、裏法肩での水深を θ だけ傾け、B点で境界条件を与える。この手順に従い不等流の基礎方程式より計算を行う。

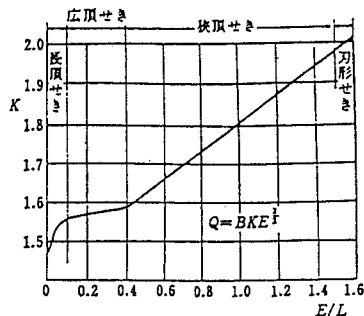


図-3 長方形堰の流量係数

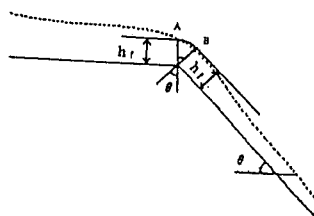


図-4 曲率による補正

5. 計算結果と考察

図-5は、計算値と実測値の比較したものである。裏法肩付近では、かなり計算値と実測値で誤差があるが、斜面上では両者の水深がほぼ一致している。斜面上ではほぼ不等流計算が可能であると考えられる。しかし、天端上から法肩に渡っての流れは限界流に近い射流となっていて正確な値を出すことは容易ではない。今後は、この問題も考慮しながら、裏法面の崩壊過程を解析する予定である。

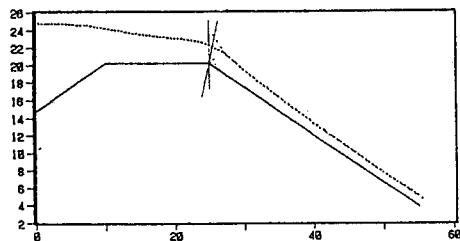


図-5 計算値と実測値の比較

参考文献

- 1) 吉川、芦田、土屋：幅厚堰の流量係数に関する研究、土木研究所報告、第103号、1960
- 2) 椿：水理学Ⅰ、1973 森北出版
- 3) 河村、藤田、中谷：パソコンによる水理学演習、森北出版、1985