

II-195

緩傾斜越流堤の越流係数について

北海道開発局開発土木研究所 正員 村上 泰啓
同 上 正員 渡邊 康玄
北海道開発局河川管理課 正員 橋本 識秀

1、まえがき 石狩川中流部に計画・建設が進められている砂川遊水地は法面が緩勾配斜面で構成される越流堤を持つ。越流堤の越流係数については本間の研究があるが、今回検討対象の越流堤斜面勾配が本間の実験条件から大きく離れていることから1/12.5縮尺の越流堤抽出模型を制作し、種々の流量条件、水位条件を与え、水位、流速等を測定し越流係数を算出した。ここでは緩勾配斜面で構成される越流堤の水利特性について報告するものである。

2、実験装置 実験装置は上流側からJIS B8302に準拠した四角堰を取り付けた量水槽、下流減勢ポンド、越流堤抽出模型水路部、下流減勢ポンド部に別れている。模型水路は耐水処理を施した合板側壁と透明アクリル板側壁により構成され、水路幅は1mである。実験に用いた断面は図-1に示す2タイプである。Aタイプ、Bタイプの上流側斜面勾配はそれぞれ1/10、1/40.2である。下流側斜面勾配は2タイプ共1/10となっている。

3、実験条件 本間の研究[1]によれば越流状態は完全越流、不完全越流、潜り越流の3タイプに分けられる。完全越流は越流した水が射流となって流下するもの、不完全越流は下流側水位が高くなり流下する射流部が表面渦でおおわれてしまうもの、潜り越流は射流部を生じないものと定義されている。したがってここでは上下流の水位差によってどの越流状態になるかを確認しつつ与えた流量ごとに水位条件を設定した。測定項目は上下流の減勢タンク水位、水路内の水面形、流速、圧力の4項目である。水位はポイントゲージ、流速は3mm径のプロペラ流速計、圧力は水路中央部に取付けたピエゾメータを用いて測定した。

4、実験結果 本間は完全、不完全、もぐりの各越流状態における流量と水位の関係を次式で表している。

$$\text{完全越流 } Q = C_0 B \sqrt{H_1^3} \dots \dots \dots (1), \text{ 不完全越流 } Q = (\alpha H_2/H_1 + \beta) B \sqrt{H_1^3} \dots \dots \dots (2),$$

$$\text{潜り越流 } Q = C' B H_2 \sqrt{H_1 - H_2} \dots \dots \dots (3)$$

ここで Q ; 流量(m^3/s)、 H_1 ; 上流側水深(越流堤頂からの水深)、 H_2 ; 下流側水深(越流堤頂からの水深)、 B ; 水路幅(m)、 C_0 ; 完全越流係数、 C' ; 潜り越流係数、 α, β ; 係数

図-2は完全越流係数 C_0 と上下流の水位比 H_2/H_1 の関係をプロットしたものである。両タイプとも H_2/H_1 値が0.9付近まで越流係数がほぼ一定値を示しており、その後急激に低下しているのが認められる。実験中において H_2 と H_1 がかなり接近した時点まで越流堤頂に射流部がみられたが、いわゆる不完全越流状態がほとんど見られることなく潜り越流状態が発生した。したがってここでは越流式を完全越流と潜り越流の2つに絞って検討を進めることとした。図-3は上流水位 H_1 と流量 Q についてプロットしたもので、黒丸がBタイプ、白丸がAタイプを表している。完全越流係数 C_0 は(1)式を回帰式として図中の関係より最小自乗法を用いて求められる。図-4は(3)式の流量 Q と右辺の関係をプロットしたものである。潜り越流係数 C' は図中の傾きから求められる。こうして求められた C_0, C' を完全越流式、潜り越流式として整理すると次式が得られた。

$$\text{完全越流 } \begin{cases} A \text{ type } Q = 1.564 B \sqrt{H_1^3} \dots \dots \dots (4) \\ B \text{ type } Q = 1.595 B \sqrt{H_1^3} \dots \dots \dots \end{cases}, \text{ もぐり越流 } \begin{cases} A \text{ type } Q = 5.938 B \sqrt{H_1 - H_2} \dots \dots \dots (5) \\ B \text{ type } Q = 6.645 B \sqrt{H_1 - H_2} \dots \dots \dots \end{cases}$$

6、考察 今回実験に用いたA、B断面の越流形態から判断して、緩傾斜越流堤において完全越流の領域が H_2/H_1 値で0.9付近まで広がっており、もぐり越流へは不完全越流をほとんど生じないまま遷移することが把握された。本間の用いた断面形においても緩傾斜の条件では完全越流の境界が $H_2/H_1 = 0.6$ 、不完全越流の境界が $H_2/H_1 = 0.7$ であった。A、Bタイプに見られる緩勾配斜面を有する越流堤においては完全越流の範囲が0.9までであるから本間の実験値とは大幅に特性が異なることが把握された。図-5に本間が求めた越流堤下流斜面勾配の逆数と上下流水深比および越流領域区分を示し、今回用いた越流堤下流斜面条件を併せて示してある。図によれば下流側の斜面勾配が緩くなれば完全越流の領域が次第に拡大し、不完全、潜り領域は逆に狭まってくるものが理解される。図-6に完全越流係数と上流水深 H_1 と堤高の比をプロットしてある。既往文献(例えば水理公式集)においては完全越流係数が上流水深 H_1 と堤高の比の一次式で表されているが、今回用いた越流堤条件では一定値をとることが理解できる。

ピエゾメータにより越流堤模型全体の圧力を測定した結果、越流堤頂部の2カ所の角部の測点において圧力が周囲に比べ若干低下している事が認められた。越流堤においては勾配急変部での剝離域の存在が越流状況に深く関わるものと思われるが緩勾配断面では大きな剝離流れができにくいため本間の用いた断面条件よりも完全越流領域が広がったものと推定できる。

7、参考文献 [1] 低越流堰堤の流量係数(第2編)、土木学会論文集第26巻9号、P849-862

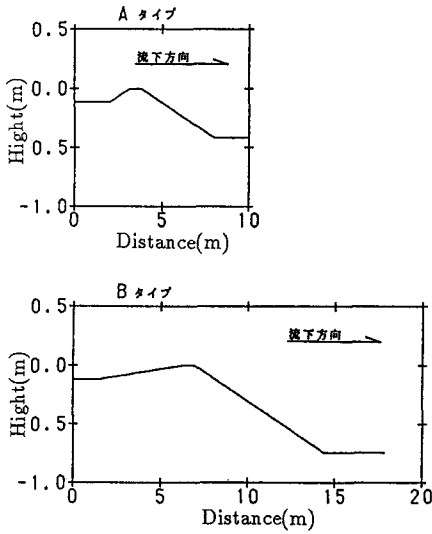


図-1 越流堤タイプ

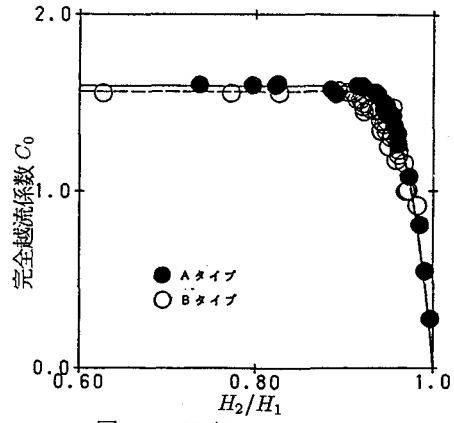


図-2 $H_2/H_1 \sim C_0$

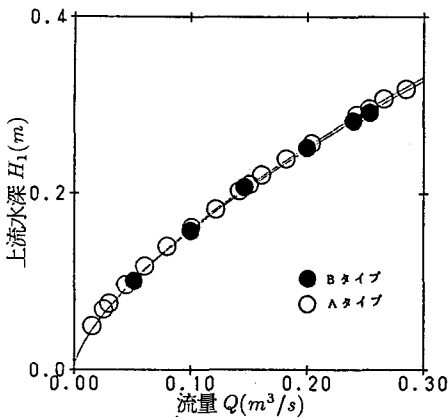


図-3 流量 $Q \sim$ 上流水深 H_1

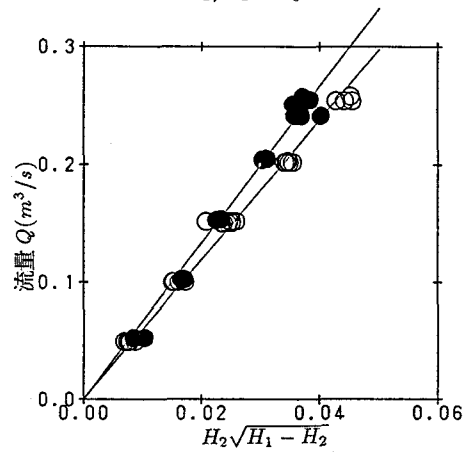


図-4 流量 $Q \sim H_2\sqrt{H_1-H_2}$

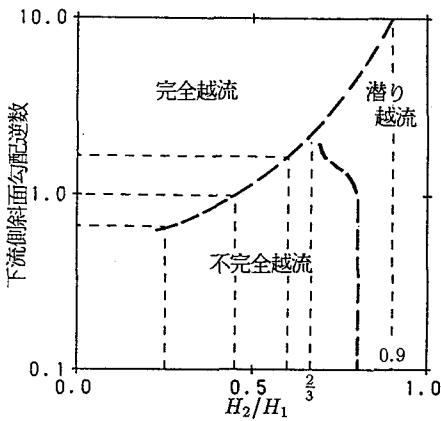


図-5 下流側斜面勾配逆数 $\sim H_2/H_1$

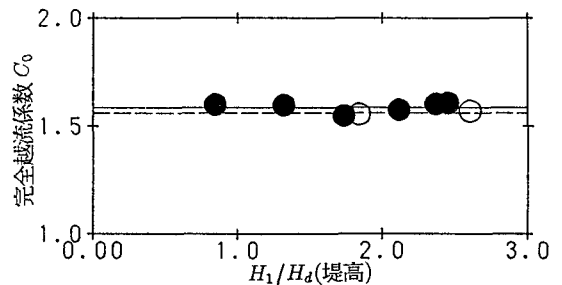


図-6 完全越流係数 $C_0 \sim H_1/H_d$ (堤高)