

明石高専 正会員 神田佳一 明石高専専攻科 学生会員 ○ 吉川文人
神戸市 三宅啓太 前田工織 (株) 前田英史

1. はじめに

岡山市を流れる旭川放水路（百間川）の分流堰（二の荒手）は、江戸時代に築造された水位調節用の広頂堰である。低水路部の堰堤断面は、図-1 のような下部に水抜き管を有する構造であり、洪水時には管からの噴流と堰を越流する流れにより下流部で大きな局所洗掘が生じることが予測される。本研究では、百間川の疎通能力を維持しつつ分流堰の機能維持を図るための基礎資料を得ることを目的として、模型実験により二の荒手周辺の流れと局所洗掘特性およびその軽減法について考察する。

2. 実験の概要

実験には、平均粒径 $d_1=1.8\text{mm}$ の河床砂を 11cm の厚さで敷き均した幅 1m、長さ 10.8m の長方形断面水路を用い、その中央部に図-2 に示す堰堤模型を設置した。堰堤の表面は $d_2=15\text{mm}$ の玉石で被覆し、下部には内径 6cm の塩ビ管を 9cm の間隔で 3 本埋設している。水路勾配は 1/2000 である。これらは、百間川二の荒手低水路部を縮尺 1/16 で可能な限り忠実にモデル化したものである。実験条件は表-1 に示す通りで、堰堤下部の管からのみ水が流出する非越流条件と堰を越える流れを伴う越流条件で実験を行い、堰堤周辺部の流れと河床変動量を測定した後、洗掘軽減策として蛇籠及び捨石模型による護床工を設置し、その機能と有効性について検討した。

3. 結果及び考察

(1) 管の流出流量と堰の越流流量

図-3 は、埋設管流出口の流速から求めた管の流出流量 Q_2 及び堰の越流流量 Q_1 と管中心及び堰頂からの越流水深 h_2 、 h_1 （図-4 参照）との関係を示したものである。 Q_1 、 Q_2 は、ともに水深のべき関数で表わされ、以下の回帰式が得られた。

$$Q_1 = 28.3h_1^{3/2}、Q_2 = 0.089h_2^{1/2} \quad (1),(2)$$

(2) 堰下流の洗掘特性

図-5 は Run1 及び Run3 の場合について、通水 2 時間後の河床変動量のコンター図を示したものである。非越流条件（Run1）では、埋設管の直下流で大きな洗掘穴が形成されている。その深さは最大 $z_m = 9\text{cm}$ で、

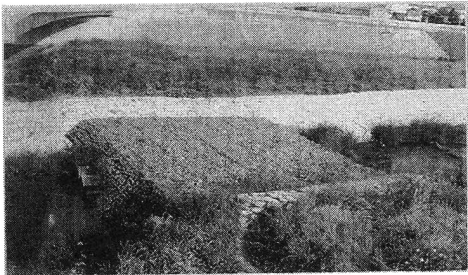


図-1 百間川二の荒手堰堤

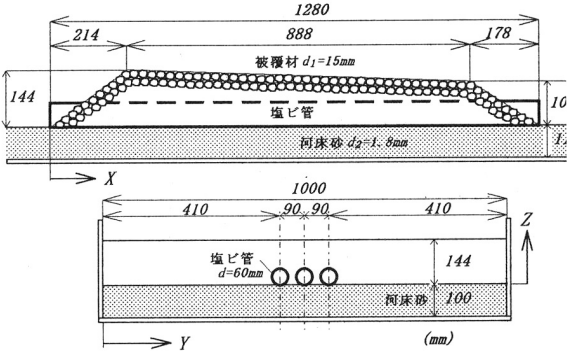


図-2 堰堤模型

表-1 実験条件

実験番号	流量 $Q(\text{l/s})$	上流水深 $h_0(\text{cm})$	下流水深 $h_3(\text{cm})$	越流条件
Run1	8.0	12.0	3.8	非越流
Run2	13.0	15.8	4.8	越流
Run3	18.0	17.0	5.8	越流
Run4	24.5	18.5	7.5	越流

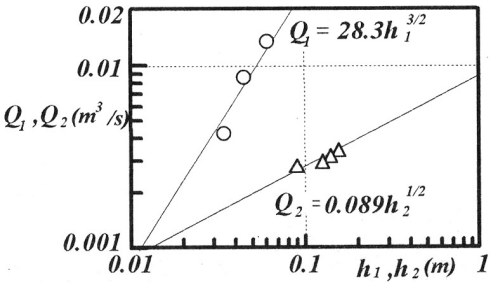


図-3 管の流出流量と堰の越流流量

その背後に側岸から水路中央に向かって堆積域がみられる。一方、越流条件（Run3）では、堰下流斜面に沿う

越流水の影響によって洗掘穴は下流側にシフトしており、洗掘範囲も流下方向に広がっている。最大洗掘が生じる堰下流端からの距離 L_m は、Run1 では Z_m の2倍、Run3 では4倍程度である。

図-6 は、各実験における最大洗掘深 Z_m と管の流出流量との関係を示したものである。図には、円管から流出する流れによる洗掘深に関する Rajaratnum¹⁾の実験式

$$z_m = 0.4D(U_2 / \sqrt{\Delta g d_1} - 2) \quad (3)$$

も示している。ここで、 D は管の内径、 U_2 は管出口の流速、 Δ は相対密度である。 Z_m は越流条件においても、(3)式の値を僅かに超える程度であって、越流水深が堰堤高さよりも小さい本実験条件の範囲では、越流水により洗掘穴は下流に移動するものの、最大洗掘深は管出口の流速に支配されるものと考えられる。

(3)洗掘の軽減法に関する検討

堰下流の局所洗掘を軽減するため、Run3 と同じ流量条件において、管の出口近傍の $X=0\sim30\text{cm}$ 、 $Y=40\sim60\text{cm}$ の範囲で蛇籠工を設置したもの (Run5)、さらにその周辺部に捨石工を模した直径 15mm の玉石を敷設したもの (Run6、図-7) について同様の実験を行った。図-8 はそれらの結果を示したもので、護床工の蛇籠のみを設置した場合では、洗掘穴は下流にシフトするものの、洗掘深、洗掘範囲ともに軽減されず、その機能を果たしていない。Run6 では、捨石の一部は流失しているが、下流の洗掘は、約 1/2 程度に軽減されている。これより、護床工の施工範囲としては、護床工を施工しない場合の最大洗掘深の 10 倍程度の長さが必要であろう。

4. おわりに

本研究では、水抜き管を有する広頂堰下流の局所洗掘特性について実験的に検討するとともに、合理的な護床工の施工範囲について言及した。最後に、土木学会河川懇談会共同研究の補助金を受けたこと付記する。

参考文献

- 1) Rajaratnam : Journal of Hydraulic Research, 1977.

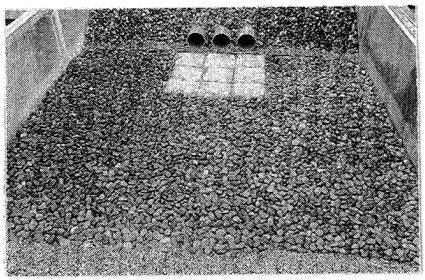


図-7 護床工模型の設置状況 (Run6)

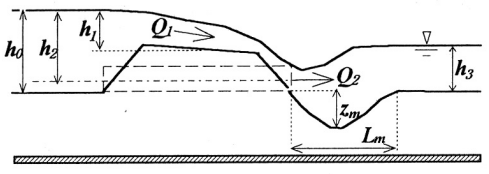


図-4 流れの模式図

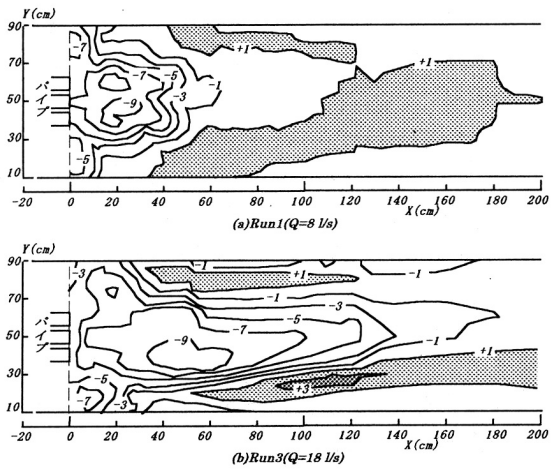


図-5 堰下流の河床変動量

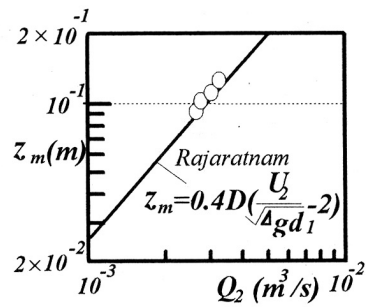


図-6 管の流出流量と最大洗掘深

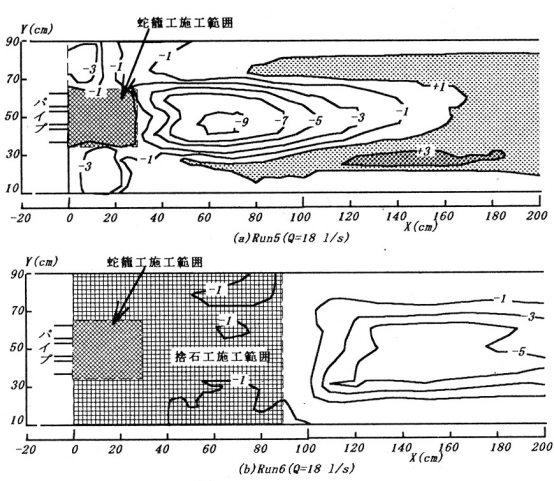


図-8 護床工下流の河床変動量