

明石高専専攻科
神戸大学

学生会員 ○ 青木智幸
学生会員 岡本歩

明石高専 正会員 神田佳一
前田工織(株) 前田英史

1. はじめに

岡山市中央部を流れる旭川の放水路(百間川)に施工された分流堰(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。その構造上の特徴は、堰堤下部に図・1に示すような水抜き管を有しており、洪水時には堰下流部で管からの噴流と堰を越流する流れが共存する複雑な流れ場となり、大きな局所洗掘が生じることが予測される。本研究では、模型実験により二の荒手周辺の流れと局所洗掘特性について考察するとともに捨石護床工による合理的洗掘軽減法について検討する。

2. 実験の概要

実験水路は、長さ 6.3m、幅 0.8m の長方形断面水路で、河床材料として平均粒径 $d=0.88\text{mm}$ の砂を 15cm の厚さで敷き均した。また、堰堤の表面を $d=15\text{mm}$ の玉石で被覆し、下部に内径 3cm の塩ビ管を 5cm の間隔で 3 本埋設した堰堤模型(図・1)を水路中央部に設置した。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 1/36 で可能な限り忠実にモデル化したものである。実験条件(表・1)として、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。

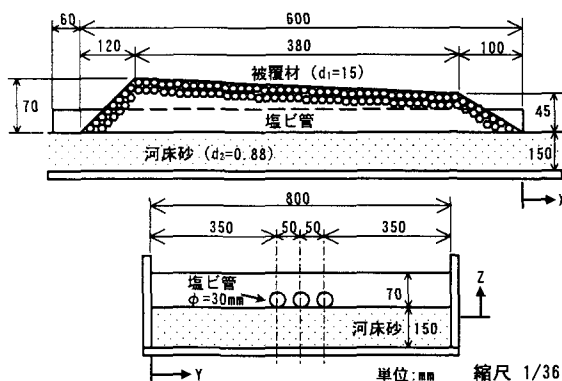
3. 結果及び考察

(1) 堰下流部における流出特性

図・2は、堰下流部での流出形態を鈴木ら¹⁾の実験式より分類表示したものである。

$$\frac{h_3}{h_c} = a \frac{D}{h_c} + 1 \quad (1)$$

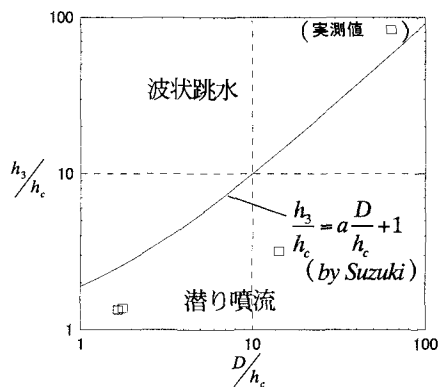
ここで h_c は限界水深、 D は下流側の堰高、 $a \approx 0.9$ である。図・2において曲線より上方は波状跳水、下方は潜り噴流の形態となる。波状跳水においては流れの一部が逆流することによって、掘り返された河床砂の一部は埋め戻されるが、潜り噴流では逆流がないために洗掘が助長される。越流条件の Run2~4 においてすべて潜り噴流であることがわかる。



図・1 堰堤模型

表・1 実験条件

Run No.	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	0.84	3	1.1	非越流
Run2	2.58	7.6	1.2	越流
Run3	8.95	11.7	4.3	越流
Run4	10.53	11.8	4.1	越流



図・2 堰下流部における流出形態

(2) 堰下流の洗掘特性

図・3は Run1 及び Run4 の条件での、通水 1 時間 20 分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、その深さは最大 $Z_{\max}=3.3\text{cm}$ であった。その背後の水路中央部に 1~2cm の堆積域がみられる。一方、越流条件(Run4)では、堰下流斜面に沿う越流水の影響によって洗掘穴は水路幅方向へも広がり、最大洗掘が生じる堰下流端からの距離 L_0 は、Run1 と比べて下流側へとシフトし、Run1、4 とともに $Z_{\max}$ の約 4 倍である。

(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、表・2 に示すように Run1 及び 4 と同じ流量条件において、堰下流端より水路幅方向に管の出口近傍(Y=32.5~47.5cm)のみ(Run5~8)及び水路全幅(Run9~12)、流下方向には 16.5, 33, 66cm の範囲に蛇籠工又は捨石工を設置し、洗掘軽減特性について調べた。図・4 に Run8 及び Run12 の河床変動コンターを示す。水路幅中央のみに蛇籠を敷設した場合には、蛇籠の底部河床にも洗掘が見られ全体的に洗掘深、洗掘範囲ともに軽減されず、その機能を果たしていない。Run12 では、捨石の一部は流失して下流に浅い洗掘域が見られるが、Run4 と比べて洗掘は 1/2 以下に軽減されている。

(4) 最適な護床工敷設範囲の検討

図・5 は、最大洗掘深 $Z_{\max}$ と単位幅流量 q との関係を河床砂粒径 d で無次元化し、両対数軸上にプロットしたものである。図には 1/16 の縮尺模型を用いた筆者らの実験結果²⁾も併記している。護床工を敷設していない場合の $Z_{\max}/d$ と $q/\sqrt{gd^3}$ の間に次の回帰式が得られた。

$$Z_{\max}/d = 19.5 \left(q/\sqrt{gd^3} \right)^{0.265} \quad (2)$$

非越流条件(Run5)では管の出口近傍のみの籠の敷設で十分な洗掘軽減効果が得られるが、越流条件(Run8)では護床工範囲を流下方向に延長しても洗掘軽減効果は見られない。護床工を水路全幅に拡大すると、流下方向へ約 30cm の張り出しで十分な洗掘軽減効果が見られる。これより昨年度の結果²⁾とも考え合わせると、護床工の施工範囲としては、護床工を敷設しない場合の最大洗掘深の 5~10 倍程度の長さが必要であろう。

表・2 護床工敷設条件

		水路幅方向			
		水路中央16.5cm		水路全幅75cm	
流量[l/s]		0.84	10.53	0.84	10.53
敷設区間 X[cm]	16.5	Run5	Run6	Run9	Run10
	33	—	Run7	—	Run11
	66	—	Run8	—	Run12

4. おわりに

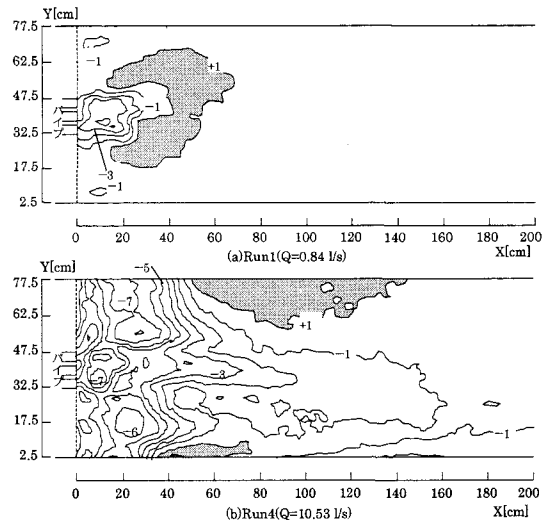
本研究では、水抜き管を有する広頂堰下流の局所洗掘特性について実験的に検討するとともに、合理的な護床工の施工範囲について言及した。最後に、土木学会河川懇談会共同研究の補助金を受けたことを付記する。

参考文献

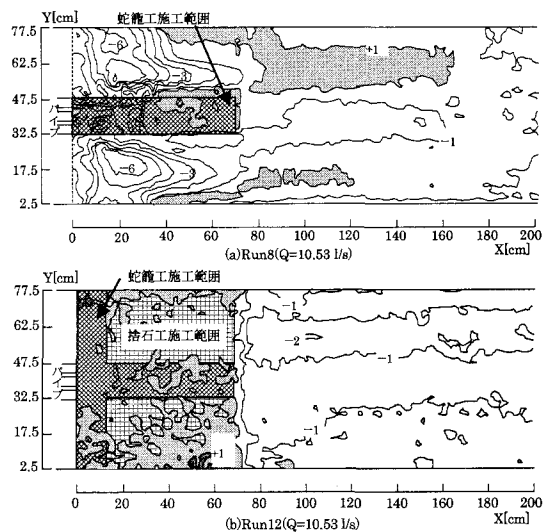
- 1) 鈴木幸一・道上正規・川津幸治：水理講演会論文集，

pp.75-80, 1982.

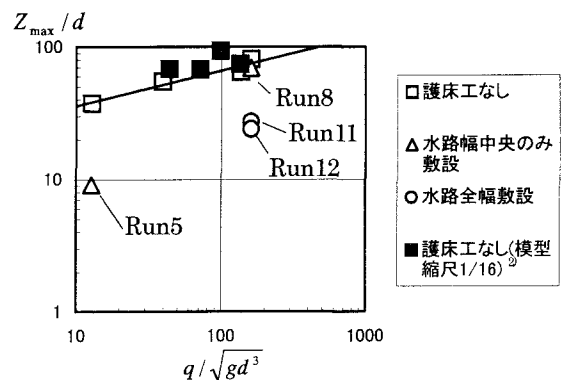
- 2) 神田佳一・吉川文人他：平成 14 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，p.Ⅱ-39, 2002.



図・3 堰下流の河床変動量



図・4 護床工下流の河床変動量



図・5 単位幅流量と最大洗掘深