

水抜き管を有する広頂堰下流部の洗掘軽減法に関する実験的研究

明石高専専攻科 学生会員 ○ 青木智幸 明石高専 正会員 神田佳一
神戸大学 学生会員 岡本歩 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、図-1に示す通りで堰堤下部に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特性及び局所洗掘特性について考察するとともに合理的な捨石護床工による洗掘軽減法について検討する。

2. 実験の概要

実験には、長さ 6.3m、幅 0.8m の長方形断面水路を用い、河床材料として平均粒径 $d=0.88\text{mm}$ の砂を厚さ 15cm に渡って敷き均した。また、水路中央部に堰堤模型(図-1)を設置した。堰堤の表面は $d=15\text{mm}$ の玉石で被覆し、下部に内径 3cm の塩ビ管を 5cm 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、縮尺 1/36 で百間川二の荒手低水路部を可能な限り忠実にモデル化したものである。これに加えて河床材料を約 2 倍の粒径である平均粒径 $d=1.5\text{mm}$ の砂に換えて粒径の違いによる洗掘特性も調べた。実験条件(表-1)は、水の流出が堰堤下部の管からのみの非越流条件と、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。河床砂が大粒径の Run には+記号を付記している。

3. 結果及び考察

(1) 堰下流部における流出特性

堰下流部での流出形態を鈴木ら¹⁾の実験式より分類すると下流側の堰高に比べて下流水深が小さく、越流条件の Run2~4 においてすべて逆流がないために洗掘が助長される潜り噴流であった。

(2) 堰下流の洗掘特性

図-2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

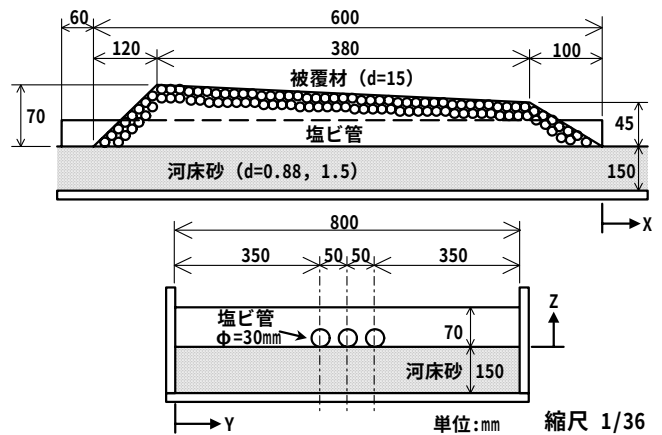


図-1 堰堤模型

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	3.0	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
Run1+	0.84	6.0	3.0	非越流
Run4+	10.53	12.7	5.3	越流

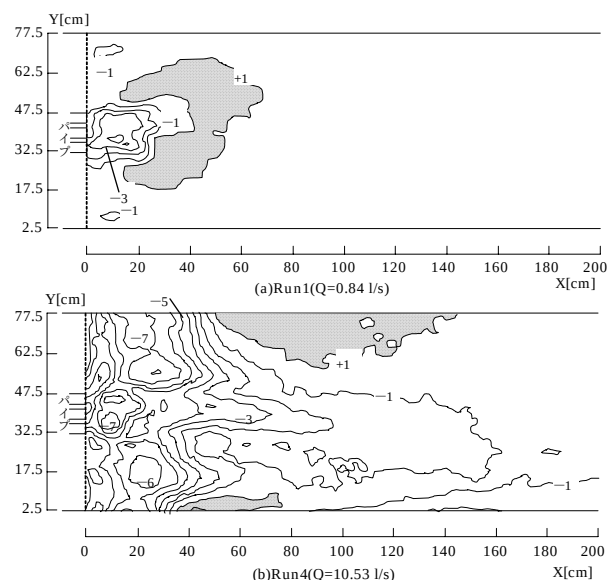


図-2 堰下流の河床変動量

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

キーワード 局所洗掘, 広頂堰, 潜り噴流, 護床工

連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校 都市システム工学科 神田佳一 TEL0794-54-3483

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とも $Z_{\max}$ の約4倍である。大粒径の場合、 L_0 $Z_{\max}$ であった。

(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($Y=32.5\sim 47.5\text{cm}$)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-3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、洗掘範囲ともには軽減されず、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。

$$Z_{\max}/d = 19.5 \left(q/\sqrt{gd^3} \right)^{0.265} \quad (1)$$

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。これは河床砂が大粒径の場合でも同様の傾向が見られた。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における最大洗掘深の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	<i>Run5</i>	<i>Run6</i>	<i>Run9</i>	<i>Run10</i>
	33	-	<i>Run7</i>	-	<i>Run11</i>
	66	-	<i>Run8</i>	-	<i>Run12</i>

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。

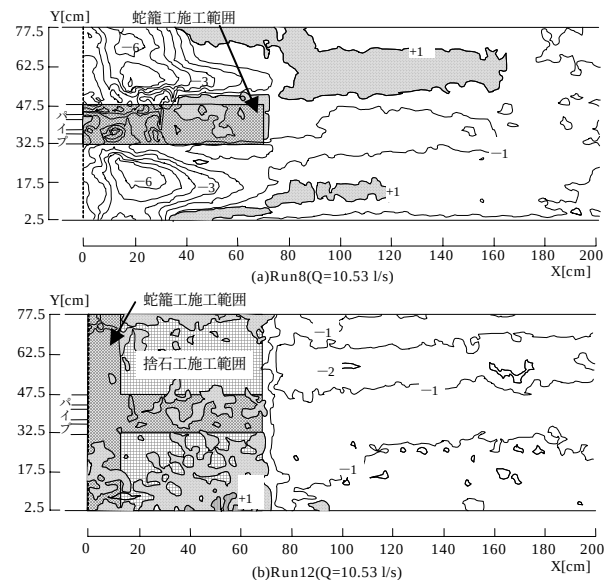


図-3 護床工下流の河床変動量

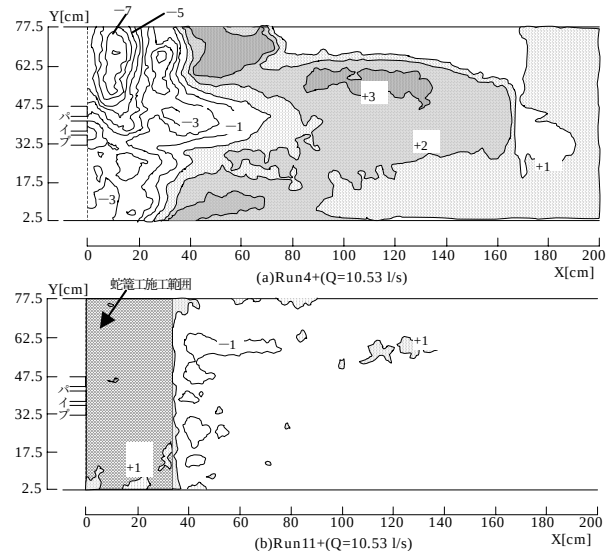


図-4 堰および護床工下流の河床変動量(大粒径)

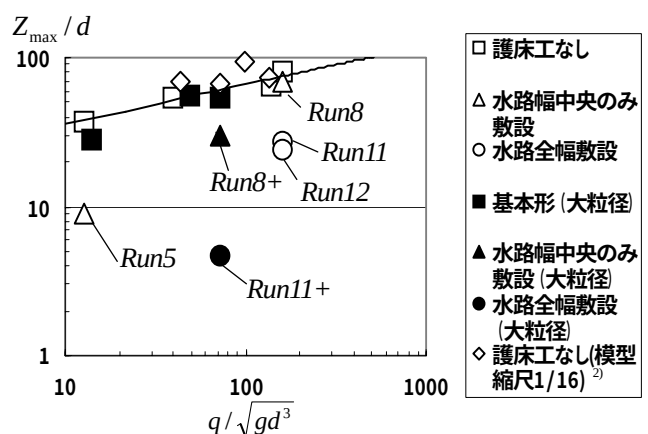


図-5 単位幅流量と最大洗掘深

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.