

(43) 急勾配水路における水流減勢工法 (バッフル式落差工)について

京都大学農学部 水原邦夫 武居有恒
京都大学名誉教授 遠藤隆一
西武都市開発K.K. 高橋英夫

1.はじめに

急勾配水路の水流減勢工法の一つとして, *baffled*式落差工がある。この種の落差工はアメリカで数多く施工されており, 主として勾配 $1/2$ に対するU.S.B.Rの減勢工設計法が確立されている。本研究では, 京都市下狩川に計画中の減勢工急勾配水路($W = 4\text{ m}$, $H = 3\text{ m}$, $L = 155\text{ m}$, $I = 1/6.07$, $Q_{\max} = 18.55\text{ m}^3/\text{sec}$)を対象として, 水路内に適当な流況を生ぜしめ水脈が水路側壁を越流しないようにし, 且つ下流端の侵食を最小とする為に最も適当な阻柱寸法および阻柱列間隔を水理模型実験により決定することを主目的とした。

2. 水理模型および実験方法

Froudeの相似則を用い, 模型縮尺を $1/20$ とした。

模型水路……Ⅰ. 8mの**baffled chute**, Ⅱ. 5.3mの**baffled chute**とstill-ing basin

模型流量…… $Q_{\max} = 10.37\ell/\text{sec}$, $1/2 Q_{\max} = 5.185\ell/\text{sec}$

模型阻柱……U.S.B.Rの設計法より求めた。

Center baffle ($K = 5\text{ cm}$, $W = 7.5\text{ cm}$, $b_t = 1.25\text{ cm}$, $b_b = 2.1\text{ cm}$)

Side baffle ($W = 6.25\text{ cm}$, 他は同じ)

阻柱列間隔……L: 27.5cm (Baffle. No. I), 20cm (Baffle. No. II), 15cm (Baffle. No. III), 10cm (Baffle. No. IV)

測定項目……(1). 両側壁に沿う水面形状, (2). *Splash*・*Spray*, (3). 流速・阻柱衝撃圧, (4). 下流端洗掘量

3. 実験結果

(1) 水面形状および水深

*baffled chute*における水面形状は, *chute*上流端より約50cm下流においてほぼ同じ周期的変動を示し, 阻柱列間隔が狭くなるにつれてその変動幅は小さくなり滑らかとなる。(図-1, 2)

また, 周期的変動を示す区間の平均水深・最小水深は, 列間隔の増大にともない増加するが, 最大水深は, Q_{\max} ではBaffle. No. IIが, $1/2 Q_{\max}$ ではBaffle. No. IIIが最小値を示した。(図-2)

(2) Chuteに沿う流速分布および流速

Chute中心線に沿う平均流速と最大流速の分布図を図-1, 3, 4に示す。これらの図より, Chute内の流速は阻柱の上流で大, 下流で小となり水深の変化と同様に加速減速の周期的変動を示し, その変動幅は列間隔の減少にともない小さくなる。また, 周期的変動を示す区間の最大流速は, 列間隔が狭くなるにつれて次第に低くなるが, 平均流速はBaffle. No. IIが最小に近い値を示した。この傾向は, $1/2 Q_{\max}$ ではより顕著となった。(図-5)

(3) Splashの高さ……表-1参照

(4) Sprayの程度とその範囲

Baffle. No. I, IIは大差なく大, No. III中, No. IV小となる。その範囲は何れの列間隔においても, Chute上流端より約60cm下流から生じ始め両側壁より最大30cm程度の幅であった。

(5) 阻柱受感圧……表-2参照

(6) 下流端洗掘量……講演時発表

(7) *baffled chute*における抵抗則

水深・流速の周期的変動を示す区間を大きな意味で等流状態とみなし, その抵抗として水路床の摩擦抵抗 τ_b と阻柱の形状抗力 τ_d との合成抵抗 τ_o (式(1))を考え, 式で合成抵抗係数 $f_o/8$

を算出し(3)式から求めた平均流速の計算値 \bar{V}_{cal} と実測値 \bar{V}_{obs} を比較したのが、図-6である。

$$\tau_o = \tau_o (1 - \alpha) + \tau_d \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$\frac{f_o}{8} = \frac{f_b}{8} (1 - \alpha) + \frac{1}{2} n c_d \cdot A \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$V = \frac{f_o}{8} g R \sin \theta \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

但し、 α ：摩擦抵抗の作用しない単位面積、 f_b ：水路床の抵抗係数、 n ：単位面積当たりの阻柱数、 C_d ：抗力係数、 A ：水流方向の阻柱投影面積、 g ：重力の加速度、 R ：径深、 θ ：水路勾配

最後に、資料提供を受けた建設省土木研究所 阿部宗平氏に感謝の意を表する次第である。

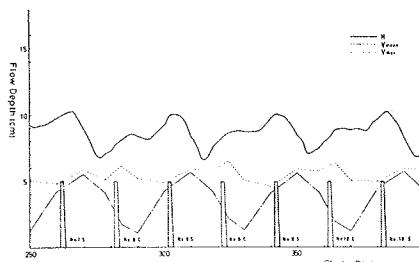


図-1. 水面形状と流速分布 (Q_{max} , B_f . No. II)

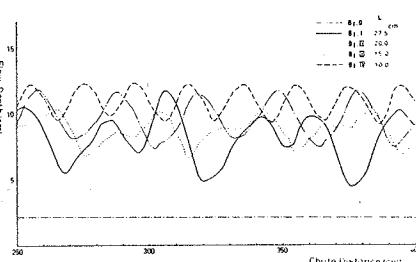


図-2. 各別間隔に於ける水面形状 (Q_{max})

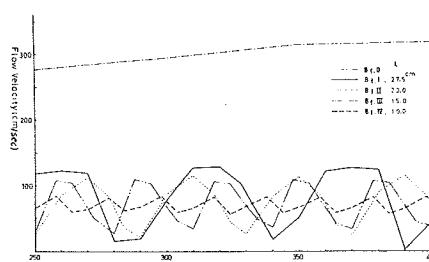


図-3. 各別間隔に於ける平均流速分布図 (Q_{max})

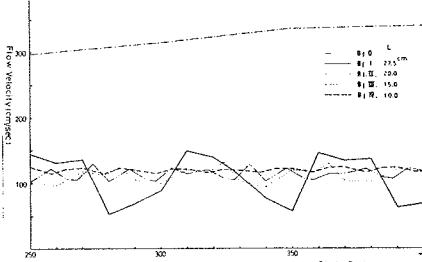


図-4. 各別間隔に於ける最大流速分布図 (Q_{max})

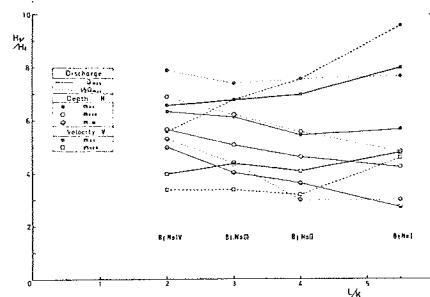


図-5. L_k と H_k , V_k/V_0 , H_B/H_0 の関係

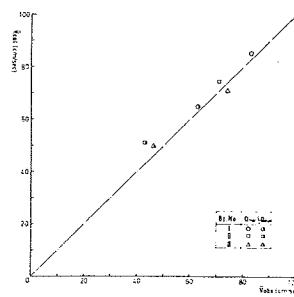


図-6. 計算流速と実測流速の比較

B_f. No.	算出値			実測値		
	H_k	L_k	V_k/V_0	H_B	L_B	V_{cal}/V_{obs}
I	2.2	5.5	0.46	2.4	5.5	0.46
II	17.0	1.67	20.8	0.16	1.75	—
III	17.7	3.84	19.3	3.85	2.25	—
IV	15.5	3.10	16.0	2.20	2.10	—

表-1. Splash 高 (Q_{max})

B_f. No.	算出値			実測値		
	H_k	L_k	V_k/V_0	H_B	L_B	V_{cal}/V_{obs}
I	17.89	247.2	10.91	240.2	—	—
II	22.95	247.0	10.10	242.8	—	—
III	11.35	227.0	9.77	177.6	—	—
IV	—	—	—	—	—	—

表-2. 阻柱受感圧