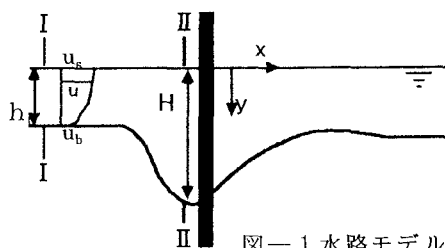


水制周りの最大洗掘深に関する理論的考察

佐賀大学大学院	学生員	森原一裕
佐賀大学都市工学科	非会員	井手和宏
佐賀大学都市工学科	非会員	近藤泰行
佐賀大学都市工学科	非会員	H.M.Nagy
佐賀大学都市工学科	正員	渡辺訓甫

1.はじめに

本研究では、流れに対して直角に単一水制を設置したときの水制周りの洗掘深について質量保存則、運動量保存則に基づいて理論的な考察を行い、最大洗掘深を規定するパラメータを求めた。次いで、単一水制に関する実験を行い、パラメータ値について検討を行った。また、洗掘深の時間的経過について設置角の影響などについても検討を行った。



図—1 水路モデル

2. 原論的考察

洗掘が起こり図—1 のようになったとする。水制上流の断面 I では等流とし、断面 II の流速分布に次式を仮定する。

$$u = u_b + u'_s f_1(\zeta, \vartheta) \quad (1)$$

ここに、 u : 流速、 u_b : 底面流速、 $u'_s = u_s - u_b$ (u_s : 水面の流速)、 $\zeta = y/h$ (y : 水面からの距離、 h : 水深)、 $\vartheta = 1 - z/b_1$ (z : 壁面からの距離)、 b_1 : 壁面から最深部までの距離で表される。断面 I、II 間の連続の式、運動量の式は次式のようなである。

$$u_0 h_0 b = \iint_R u dy dx \quad (2) \quad \rho \beta u_0^2 h_0 b - \rho \int_0^b \int_0^h u^2 dy dz = \rho g h_c \int_0^b \int_0^h dy dz - \frac{1}{2} \rho g h_0^2 b \quad (3)$$

ここに、 u_0 : 断面 I の平均流速、 h_0 : 断面 I の水深、 b : 水路幅、 ρ : 水の密度、 β : 運動量補正係数、 g : 重力加速度、 h_c : 図心の深さ。式 (1)、(2)、(3) より、

$$\frac{D}{h_0} = \varepsilon_1 F_n^2 \quad (4)$$

が得られる。ここに、 D : 最大洗掘深、 $F_n = u_0 / \sqrt{g h_0}$ 、 $\varepsilon_1 = f(L/d_{50}, h_0/d_{50}, \alpha)$: 形状係数、 L : 水制長、 d_{50} : 中央粒径、 α : 設置角。

3. 実験装置および方法

実験水路は、長さ 20m、幅 40cm の勾配可変型水路を、勾配を 1/1195 に設定し粒径 1.29mm の砂を 0.5m から 9m の区間に敷き詰め用いた。実験は静的平衡河床を対象とし、水制は木製で長さ 10cm 厚さ 3cm のものを、30°、60°、90° に角度をつけて、図—1 のように上流から 5m のところに設置した。実験は水没型 (S シリーズ) と非水没型 (NS シリーズ) の 2 ケースについて行い、水制高は 4cm (一部 5cm) とした。測定

は通水 60 時間後に河床高の平面分布を超音波河床計を用いて行った。また透明なプラスチック板を用いて洗掘の時間的変化を壁面から記録した。

4. 実験結果

最大洗掘は水没、非水没に関係なく水制先端部で起こった。図-3 は最大洗掘深比 $D_{s(max)}/h_0$ ($D_{s(max)}$: 最大洗掘深) とフルード数 F_n の関係を示したものである。最大洗掘深は、非水没型のほうが水没型に比べ大きくフルード数が大きくなるにつれて大きくなる。また、設置角が大きくなると最大洗掘深も大きくなっている。図-3 より

$$D/h_0 = 0.1798(h_0/d_{50})^{-0.2326} \cdot (\alpha)^{1.236931} \cdot F_n^2 \quad (5)$$

の関係式が得られた。

図-4 は洗掘深の時間的変化を示した図である。この図から洗掘の進行は設置角が大きいほうが速く、またフルード数 F_n が大きいほうが速い事がわかる。

図-5 は水制前面における洗掘深の時間変化を示したものである。若干のばらつきはあるものの水没、非水没に関係なく、

$$D_s/D_{s(max)} = -1 + 0.31 \log[\sqrt{g/h_0} \times t + 1750]$$

が成立し去年提案した式とほとんど一致する。

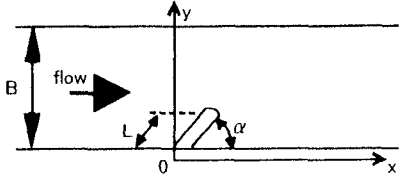


図-2 水制平面図と座標系

実験名	水深 h_0 (cm)	流量 Q (cm ³ /sec)	越流水深 S_d (cm)	α
S-01	6	6734.2	1	90
S-02	6	9208.3	5	90
S-11	6	6734.2	2	90
S-12	9	9208.3	5	90
S-13	6	6734.2	2	60
S-14	9	9208.3	5	60
S-15	13	14041.0	9	60
S-16	6	6734.2	2	30
S-17	9.2	9208.3	5.2	30
NS-01	6	6734.2	—	90
NS-02	10	9208.3	—	90
NS-11	6	6734.2	—	90
NS-12	9	9208.3	—	90
NS-13	6	6734.2	—	60
NS-14	9	9208.3	—	60
NS-15	13	14041.0	—	60
NS-16	6	6734.2	—	30
NS-17	9	9208.3	—	30

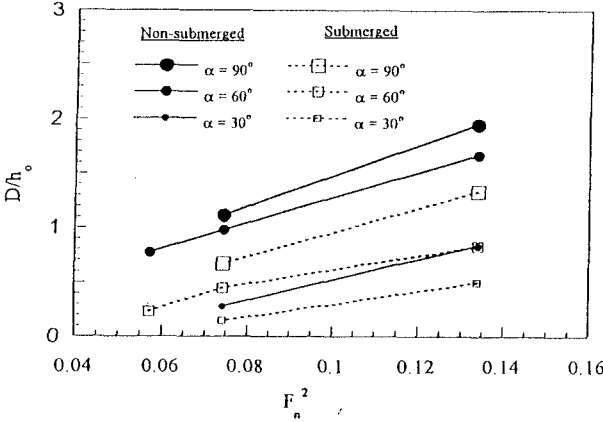


図-3 最大洗掘深とフルード数の関係

まとめ

水制設置角に関係なく水没型のほうが非水没型に比べ最大洗掘深が大きく、また設置角が大きくなると洗掘深も大きくなる。これは流積が小さくなることによって水制周辺に流れが集まり、その結果流速が大きくなったからと思われる。洗掘の進行速度に関しても設置角が大きいほうがより速くフルード数が大きいほうが速いことが分かった。

参考文献

1) 武田隆太郎、森原一裕ら: Local Scour

Development around Spur-Dike、平成 10 年度土木学会西部支部、170-171.

表-1 実験条件

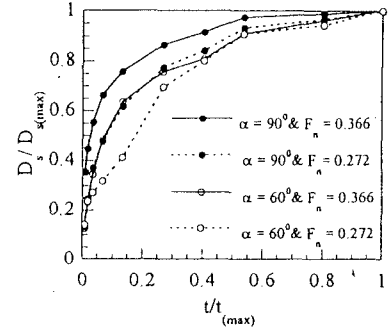


図-4 洗掘速度

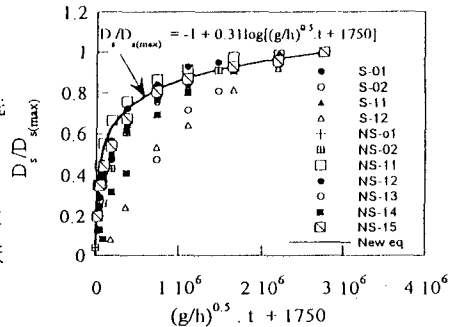


図-5 洗掘深の時間的変化