

II-19 開水路弯曲部の二次流に関する研究

○ 北大工学部 正員 岸 力
 開発局土木試験所 正員 小川 芳昭
 建設省四国地建 正員 住吉 孝彦

1. 流速の横断分布

等流状態となった開水路弯曲部の流れの横断流速分布は、二次流と関連しているもので、自由渦の仮定は必ずしも適合しない。

横断流速分布を曲率半径の指数式で近似することが出来る。

$$U dV/dr + UV/r = gS \quad (1-1)$$

$$(U/V) dV/dr = cf(r/B) - 1 \quad (1-2)$$

$$Vr = k \exp(cf r/B) \quad (1-3)$$

$$V = kr^n \quad (1-4)$$

$$n = cf(r/B) - 1 \quad (1-5)$$

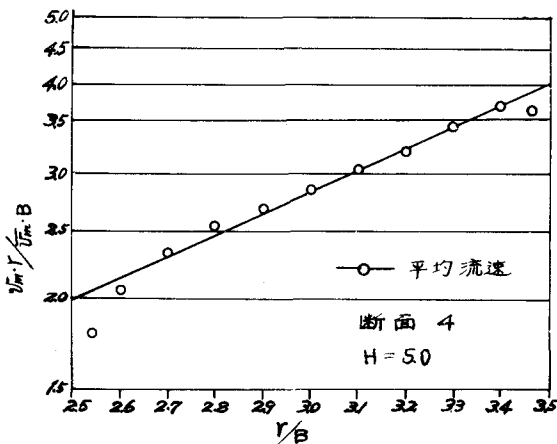


図-1 流速の横断分布

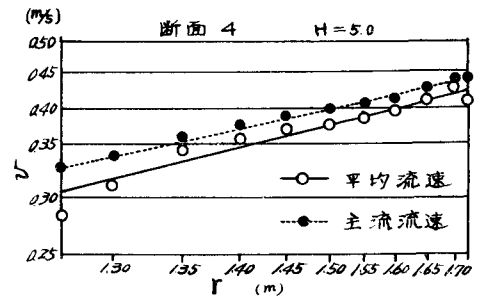


図-2 流速の横断分布

表-1

断面		H=5.0	H=6.25	H=10.00
4	cf	0.674	0.650	0.570
	n	1.00	0.95	0.70
	実測	1.10	1.10	0.73
5	cf	0.731	0.680	0.612
	n	1.15	1.05	0.80
	実測	1.10	1.10	0.73

2. 横断水面形

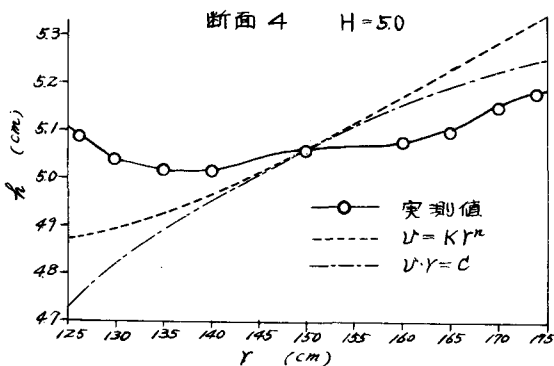


図-3 浅い流れの水面形

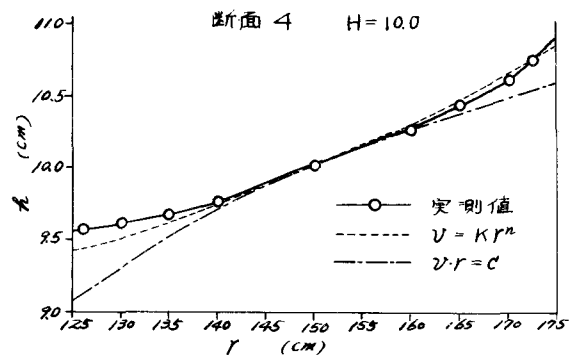


図-4 深い流れの水面形

遠心力との釣合いから計算した横断水面勾配は実測勾配より急であつた。水面形に
も二次流の影響がみられる。

$$\partial H / \partial r = v^2 / g r \quad (2-1)$$

3. 境界層

v_m の横断分布を $v_m = kr^n$ であらわすと、 n が増すとともに境界層厚は減少する。
縦断水面勾配は境界層厚を減らす効果をもつ。

$$\frac{d}{dr} \int_0^\delta u^2 r dz - \int_0^\delta v^2 dz = \frac{\tau_r}{\rho} r - v_m^2 \delta \quad (3-1)$$

$$\frac{d}{dr} (r^2 \int_0^\delta u v dz) - r v_m \frac{d}{dr} (r \int_0^\delta u dz) = \frac{\tau_\theta}{\rho} r^2 - g i \delta r^2 \quad (3-2)$$

$$\left. \begin{aligned} v &= v_m (z/\delta)^{1/4}, & \tau_r &= 0.0225 \rho (v/\delta)^{1/4} v_m^{3/4} u_0 \\ u &= u_0 (z/\delta)^{1/4} (1 - z/\delta), & \tau_\theta &= 0.0225 \rho (v/\delta)^{1/4} v_m^{7/4} \end{aligned} \right\} \quad (3-3)$$

$$g i = (v/r) d(v_m r) / dr \quad (3-4) \quad U = 0.409 (\delta / (H - \delta)) \approx A u_0 \quad (3-6)$$

$$U (H - \delta) = \int_0^\delta u dz = 0.409 u_0 \delta \quad (3-5) \quad g i \approx (A u_0 / r) d(v_m r) / dr \quad (3-7)$$

$$0.207 d(u_0^2 \delta r) / dr + 0.222 v_m^2 \delta = 0.0225 (v/\delta)^{1/4} v_m^{3/4} r \quad (3-8)$$

$$0.340 d(\delta u_0 v_m^2) / dr - 0.409 v_m r d(\delta u_0 r) / dr = 0.0225 (v/\delta)^{1/4} v_m^{7/4} r - A u_0 r d(v_m r) / dr \quad (3-9)$$

$$\left. \begin{aligned} u_0 \delta &= \bar{x}, \quad \delta^{1/4} = d, \quad r = b(1-x) & \bar{x} &= x^p (C_0 + C_1 x + C_2 x^2 + C_3 x^3 + \dots) \\ p &= 9/10, \quad q = 1/10 & d &= x^q (d_0 + d_1 x + d_2 x^2 + d_3 x^3 + \dots) \end{aligned} \right\} \quad (3-10) \quad (3-11)$$

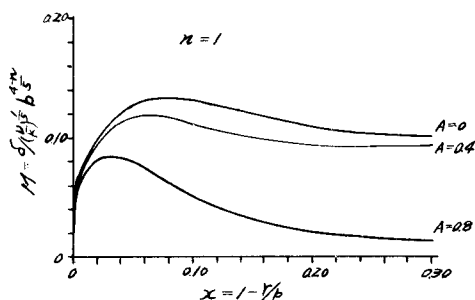


図-5.2 δ の計算結果

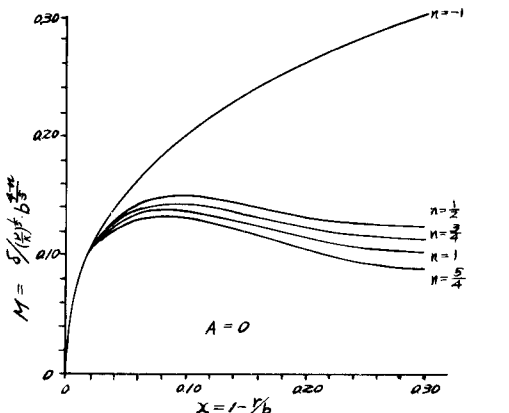


図-5.1 δ の計算結果

4. 垂直流速分布の実測値との比較

実験水路

水路中 B (cm)	50
水路勾配 i	1/400
水路中心線 の曲率半径 r _m (cm)	150
測定断面 の位置	135°
平均水深 H (cm)	5.0
$v_{main} = 0.255 r^{1.1}$	

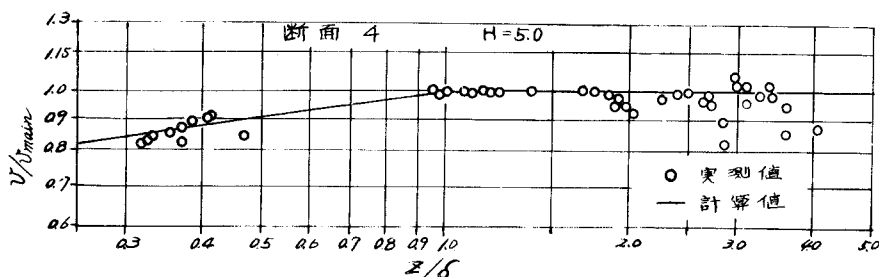


図-6 流速の垂直分布

本研究は文部省総合研究「開水路流れの局所機構に関する研究」(代表者 阪大 田中清教授)の援助をうけた。