

矩形断面開水路における浮遊砂流

九州工業大学 (正) 藤崎 一裕

九州工業大学 (学) ○ 中尾 誠二

九州共立大学 (正) 栗谷 陽一

1. まえがき

沈降性粒子を含む開水路流れに関しては、水路幅の影響がない場合（鉛直二次元）についてはすでに多くの検討がなされている。しかし、水路側壁の影響についてはまだあまり調べられていない。矩形断面開水路流れでは側壁やコーナに向かう二次流の存在が知られている。また、粒子を懸濁した流れでは中心部分で流速が速く乱れも大きいため、側壁近傍と比べて高濃度（高密度）となる。一方鉛直方向にも粒子懸濁による安定な密度勾配が生じる。このような要因が相互に影響し合って、現象は非常に複雑な流れであると予想される。本報は上記のような現象解明の第一歩として、矩形断面水路内の流況を実測し、これに考察を加えたものである。

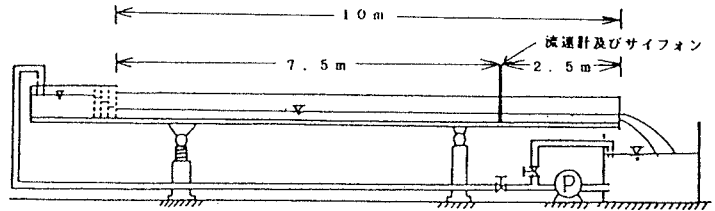


図1 実験装置概図

2. 実験装置及び方法

実験には図1に示す様な幅40cm、長さ10mの亚克力製開水路を用いた。水路の勾配 $1=1/885$ とし、水中ポンプにより濁水を循環させ、上流端より7.5mの地点で断面内の流速分布と粒子濃度分布を求めた。実験に用いた懸濁粒子の粒度分布は図2に示されている。流速の測定には直径2mmのピトー管を用い、粒子濃度はサイフォンでサンプリングして測定した。

3. 実験結果

実測した濃度分布を図3、速度分布を図4に示す。このとき平均流速 $u_m = 43.2 \text{ m/s}$ 、水深 $h = 5.5 \text{ cm}$ 、体積平均濃度 $c_0 = 2.57 \times 10^{-3}$ 、 $(\text{Re} = u_m h / \nu = 23800, F_d = u_m / \sqrt{gh} = 0.588, F_d = u_m / \sqrt{\Delta \rho c_0 gh} = 9.043)$ である。水路中心部の $u_* = \sqrt{ghI} = 2.47 \text{ cm/s}$ とすと、 $z = w_0 / \kappa u_* = 0.093$ となる。これらの図によると、本実験のように水路幅/水深=7.27の様な場合は側壁の影響がでているのは側壁からほぼ水深程度の部分までであることがわかる。

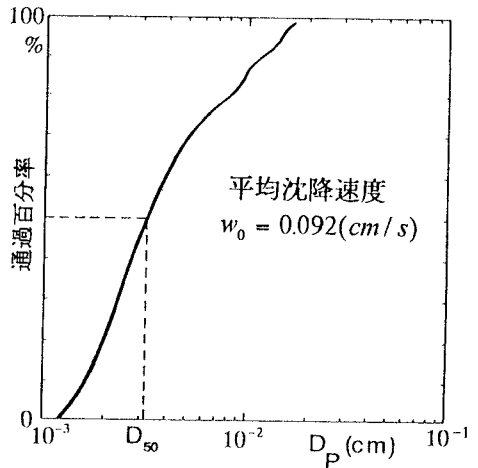


図2 粒度分布

4. 考察

上記の測定結果を計算値と比較するため数値計算を行った。数値計算は非線形 $k-\epsilon$ モデルによった^{1), 2)}。今回は密度効果は考慮に入れずに流れの状況を求めた。実験条件を与えて求めた流速分布が図5に示

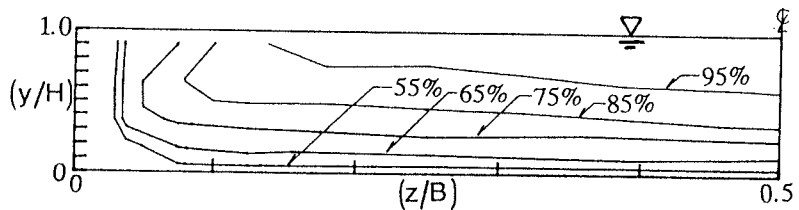


図3 流速分布（実測値）

されていて図3とほぼ同様の分布が得られている。この計算で得られた v_t の分布(図6)を用いて次式により濃度分布を求めた。

$$(\sigma_t = 1)$$

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{v_t}{\sigma_t} \frac{\partial c}{\partial y} + w_0 c \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{v_t}{\sigma_t} \frac{\partial c}{\partial z} \right) = 0$$

底部に粒子の沈積がない条件で上式を積分して図7が得られた。

図4と比較すると、実測値では側壁にやや近い部分で水面近傍に少し高濃度部分が現れているが、このことを除けば濃度分布も似た傾向が得られている。なお、図8には水路中心の濃度分布を示したもので、水路中心部に関しては従来の二次元的な取り扱いで十分現象の記述ができることがわかる。

今後は種々のアスペクト比の水路において

水路側壁近傍の粒子を細かく測定するなどして、より実験精度を上げるとともに、断面内二次流、密度流効果などを考慮したモデルを用いて現象を検討する予定である。

最後に、本研究に協力された九州工業大学4年次生の高崎秀一君に感謝する。なお、数値計算にはLoughborough大学のDr.shionoより提供されたプログラムを参考にした。

参考文献

- 1) Shiono et al. J. Hydr. Eng. CHES, pp. 52-61, 1995
- 2) Yoshizawa. A. Phys. Fluids. 27(6), pp. 1377-1387, 1984

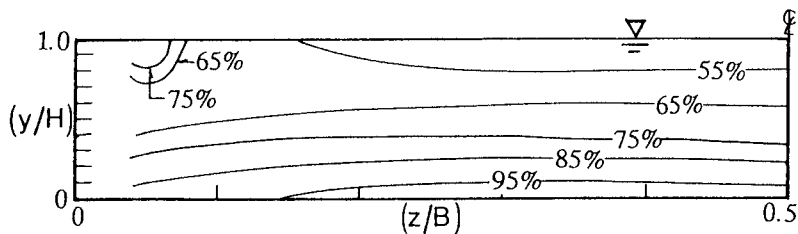


図4 濃度分布 (実測値)

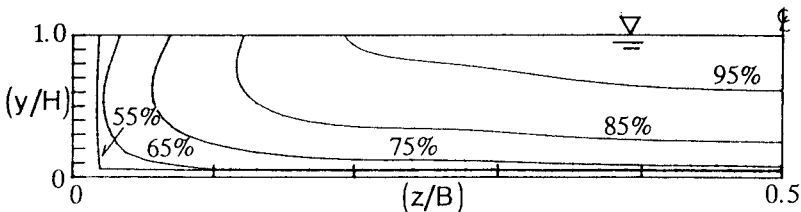


図5 流速分布 (計算値)

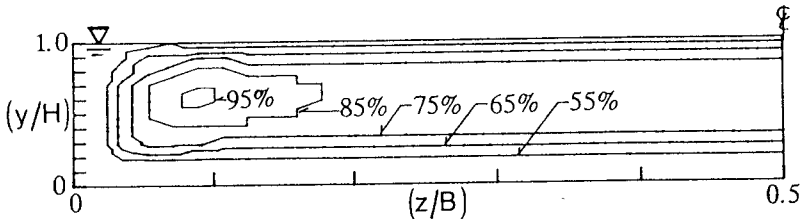


図6 渦動粘性係数分布 (計算値)

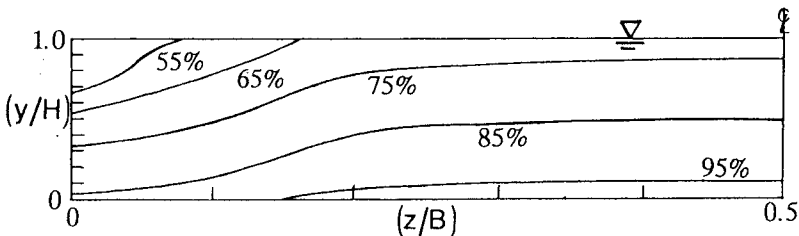


図7 濃度分布 (計算値)

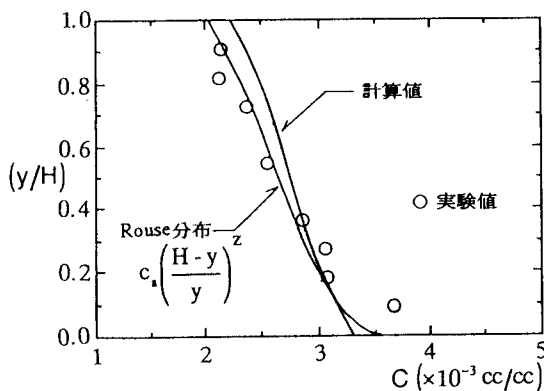


図8 水路中央での濃度分布