

浮遊砂を伴う開水路流れ(Ⅱ)

九州工大 大学院 (学) ○高崎秀一  
九州工大 工学部 (正) 藤崎一裕

1. はじめに

開水路浮遊砂流れについて調べた。この種の流れについて、筆者らはこれまでに側壁の影響の少ない水路中心部における研究を行ってきたが、今回は水路横断面における流速と濃度の測定を行い、とくに粒子懸濁によって生じる密度勾配が断面内の流況に及ぼす影響について考察した。

2. 実験装置および方法

実験には幅 40cm、長さ 10m のアクリル製矩形断面開水路(図 1)を用いた。水路床勾配を  $I=1/792$  に設置し、水中ポンプにより濁水を循環させ、上流端より 8m の地点にて断面内の流速分布および濃度分布を測定した。流速の測定は手製のピ

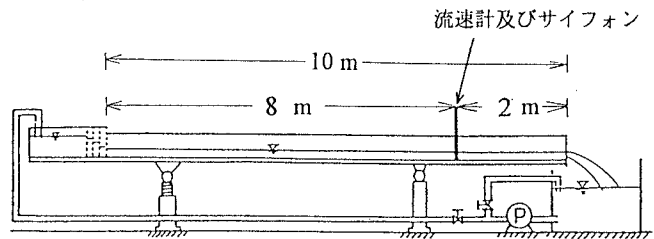


図 1 開水路概略図

トー管を用いた。濃度の値は濁水をサイフォンにより約 40 秒かけてビーカーに 50cc 採取した後、乾燥秤量して求めた。また、粒子は嘉穂硅砂(比重 2.65)を沈降速度別に分けた 2 種類を用いた(図 2)。なお、今回行った実験条件を表 1 に示すが、 $h$  は水深、 $u_*$  は摩擦速度、 $U$  は断面平均流速、 $C_s$  は断面平均濃度、 $F_{dc}$  は密度フルード数、 $w_0$  は粒子の平均沈降速度である。

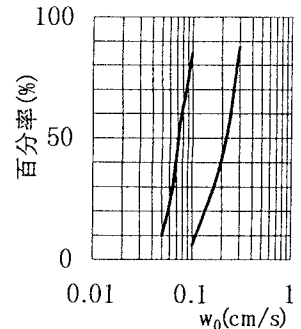


図 2 粒度分布

3. 実験結果および考察

図 3 に清水 (No.1) の断面流速分布、図 4~図 7 にそれぞれ濁水 (No2、3) の断面流速分布、断面濃度分布を示す。縦軸は水深、横軸は水路中心からの距離を表わしてお

表 1 実験条件

| No | $h$<br>(cm) | $u_*$<br>(cm/s) | $U$<br>(cm/s) | $C_s$<br>$\times 10^{-3}(\text{cc/cc})$ | $F_{dc}$<br>(-) | $Fr$ 数<br>(-) | $Re$ 数<br>(-) | $w_0$<br>(cm/s) | $z$<br>(-) |
|----|-------------|-----------------|---------------|-----------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|------------|
| 1  | 6.12        | 2.41            | 47.7          | -                                       | -               | 0.62          | 29200         | -               | -          |
| 2  | 6.01        | 2.39            | 48.5          | 0.428                                   | 1.17            | 0.63          | 29100         | 0.22            | 0.22       |
| 3  | 5.86        | 2.37            | 46.0          | 2.192                                   | 0.52            | 0.61          | 27000         | 0.22            | 0.23       |
| 4  | 5.45        | 2.30            | 45.0          | 3.157                                   | 0.44            | 0.62          | 24500         | 0.07            | 0.07       |

り、等値線はすべて断面平均値で無次元化されている。これらによると、清水と濁水とでは断面内の流速分布が明らかに異なっている。清水においては、側壁の影響で水面近傍の流速の低下が中心

$$\left( F_{dc} = u_* / \sqrt{Dgh}, \quad z = w_0 / \kappa u_* \right)$$

方向に進んでいるのに対して、濁水の方はその傾向が抑制され分布が横断方向に一様化されており、濃度の増加 ( $F_{dc}$  の減少) に伴いその現象が著しくなっている。これは断面内における安定した密度勾配が鉛直方向の乱れを抑制して横断方向の混合を促進したためではないかと考えられる。濃度分布に関しても流速分布と同様、 $F_{dc}$  の減少に伴って横断方向に濃度を一様化しようとする傾向がうかがわれ、鉛直方向の濃度勾配も増加している。図 6~9 では主として沈降速度の影響を調べた。流速分布については沈降速度の比較的大きい図 7 の方が側壁の影響が抑えられていて、横断方向に一様な分布の範囲が広い。濃度分布についてはこの

現象はあまり顕著に現れていない。図 10 にすべての実験条件における水深  $y=5\text{cm}$  における流速分布を示す。これより粒子が混入することによって水路横断方向に一様になっている様子がよくわかる。図 11 に実験結果より算出した各鉛直断面の摩擦速度  $u_{*b}$  を平均値  $u_{*}$  で無次元化したものを示す。図 10 ほど顕著に現れてはいないが、 $F_{dc}$  の減少に伴って平均化する様子が見られる。

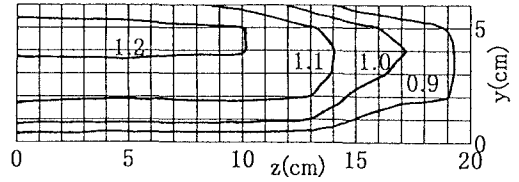


図 3 流速分布 (No.1)

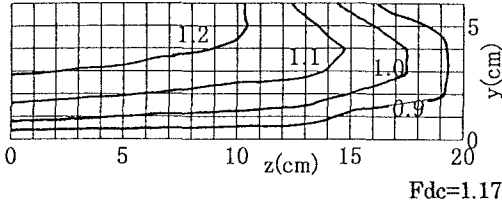


図 4 流速分布 (No.2)

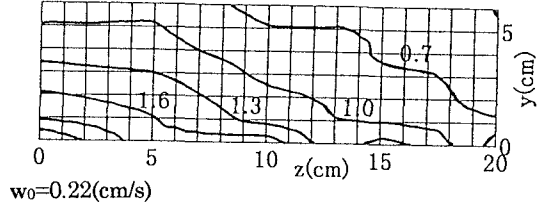


図 5 濃度分布 (No.2)

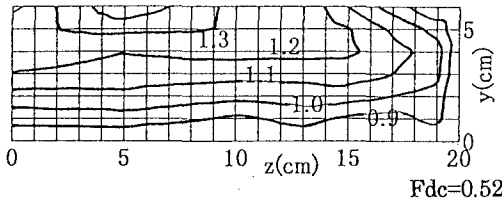


図 6 流速分布 (No.3)

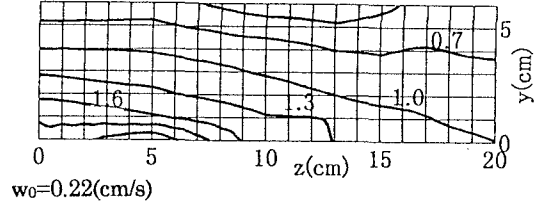


図 7 濃度分布 (No.3)

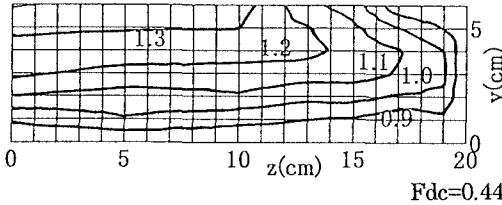


図 8 流速分布 (No.4)

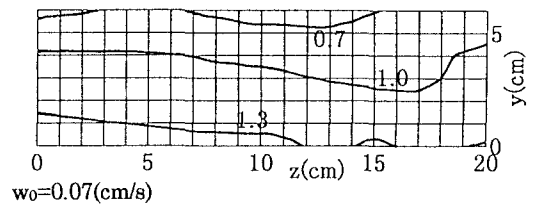


図 9 濃度分布 (No.4)

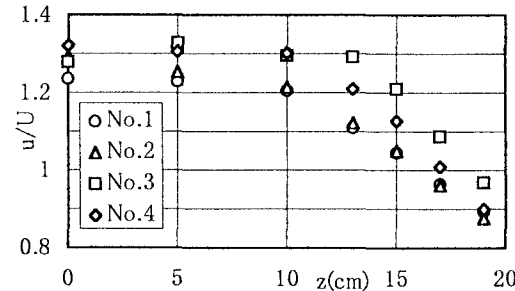


図 10  $y=5\text{cm}$  における流速分布

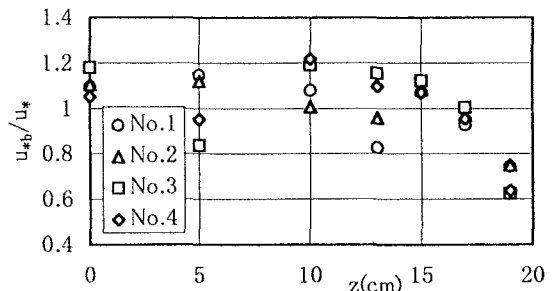


図 11 摩擦速度  $u_{*}$  の分布

#### 4. おわりに

開水路浮遊砂流れについて、とくに水路断面内の濃度分布が流況に及ぼす影響について実験的に詳しく検討した。断面内に粒子が混入することによって、横断方向に流況が一様化され、 $F_{dc}$  の減少もしくは沈降速度の増加に伴いその傾向が著しくなることを示した。最後に、本研究に協力された九州工業大学 4 年次生の田中孝君に感謝する。