

京都大学防災研究所

正員

芦田和男

京都大学大学院

学生員

道上正規

1. はしがき：一般に河道における土砂輸送は掃流によるものと浮遊によるものとが混在して、それによって誘起される横断河床形状も非常に複雑な様相を呈している。しかし河川工学上この種の問題の合理的な説明が要望されている。そこで著者らは浮遊流砂ともなった河床変動を説明するための第一段階として、浮遊流砂量に関する Lane and Kaliske の式を実験的に検討した。

2. 実験装置及びその方法：水路巾  $40\text{cm}$ 、長さ  $50\text{m}$  の水路に、 $\frac{1}{200}$  のこう配で  $d_m = 0.122\text{mm}$ 、 $\sigma = 2.65$  の珪砂を敷き、上流端(下流より  $49\text{m}$ )に設け給砂装置によって河床砂と同じ砂を31%給砂し、かつ流量を10%として実験を行なった。測定した事項は通水後1時間、2時間、4時間のそれぞれの水位と河床、濃度分布、濃度の時間的変動、浮遊砂と河床砂の粒度構成、流速分布である。濃度分布の測定は  $30\text{mm} \times 2\text{mm}$  の長方形断面をもつ Pipe を用いて、サイフォン式に採水して行なった。濃度の時間的変動の測定は  $25\text{mm} \times 35\text{mm}$  の長方形断面の Pipe に光電池と光源をとりつけた光電池式濃度計を試作し、Vidigraph で連続記録させた。粒度構成は V-A-tube を用いて沈降速度分布によって表わし、流速分布はピトー管と差圧計を用いて計測した。

3. 実験結果とその考察：この実験は浮遊砂量と掃流砂量との比が1に近いような状態におけるものである。またフルード数が1に近い流れであったので、局部的に射流があらわれ、水面には数秒の周期で1cm内外の変動があった。

図-1 (1) (2) はそれぞれ sec. No. 30 (下流から  $30\text{m}$  の点) の1時間後、および sec. No. 20 の4時間後の浮遊砂と河床砂の沈降速度分布である。河床からの高さと水深の比  $z/h$  が大きくなるにつれて、沈降速度の小さい砂の割合が増加し、しかも粒度は一樣になってくる。さうに図-1 によると、給砂よりも河床砂の方が粒径の大きい砂の占める%が大きい。

これは河床の砂の比較的小さい粒径のものが乱流によって浮遊して流下し、河床には粒径の大きいものが残るためである。

図-2 は光電池によって  $z/h = 0.94$  の点の濃度と流速の時間的変動を示したものである。ただし濃度を測定した点は流速を測定した点よりも  $3\text{m}$  上流であった。濃度と流速は50~70秒程度の周期で変動し、その変動中もかなり大きいというである。これは流れが限界流に近い状態であったので、不安定な流れ方をしていたと思われる。このような流れの場合にサイフォン式で平均的濃度を測定するには、変動の1周期を採水しなければならぬ。

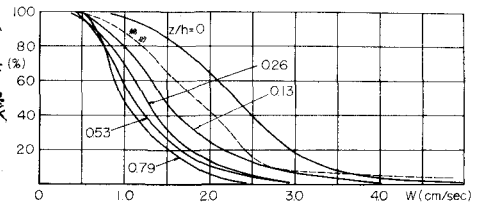


図-1 (1) 沈降速度分布 ( $h = 3.8\text{cm}$   $I = \frac{1}{2.22}$ )

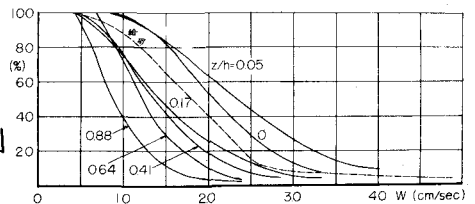


図-1 (2) 沈降速度分布 ( $h = 4.2\text{cm}$   $I = \frac{1}{2.22}$ )

でる値が得られないであろう。

図-3 は sec.No.30 の 1 時間後の濃度分布と各沈降速度ごとに分けて示したものである。粒径の小さいものは水面近くでも浮遊していて、粒径の大きいものも Z 方向の変化が小さい。粒径が大きくなるに従って、濃度は河床付近で非常に大きく、Z 方向に急激に減少することがわかる。

図-4 は Kalinske の浮遊砂の平衡条件の曲線と実験値と比較したものである。 $N_b$  はある粒径範囲の粒子の河床付近の濃度 (PRM) であり、 $N_0$  は同じ粒径範囲の粒子が河床物質の中で占める % である。河床付近を流れている砂粒子は掃流と浮流によって輸送されているので、Z 方向のわずかな変化によっても  $N_b$  は非常異なる。また浮遊と掃流の限界は明確ではないので、 $N_b$  の評価は非常に困難である。ここでは浮遊領域と考えられる点 (1 時間:  $Z=0.5^m$ , 4 時間:  $Z=0.7^m$ ) の濃度と  $N_b$  とした。しかし実験値と曲線とは合っていない。

Lane と Kalinske は浮遊流砂量式を河床構成材料の肉付から次のように表わしている。

$$Q_s = 8 C_b P, \quad C_b = 5.55 A F (W_0) \left[ \pm \frac{U_*}{W_0} \exp \left\{ - \left( \frac{U_*}{W_0} \right)^{1.61} \right\} \right]$$

P は  $W_0$  と  $N_b$  の関数である。図-5 は実験値とこの式を示したものである。実験値と浮遊流砂量式とは一致せず、実験値の方がはるかに大きくなっているが、傾向は同じさうなので、沈降速度  $W_0$  の取り方が問題になると思われる。またこの式は実際河川の資料をもとにしてつくられた半経験式であるため、実験値と相違するのかわど、今後さらに砂の粒径と水理量を度えて検討していくと共に、サイフォン式による濃度の測定方法をも検討していく必要がある。

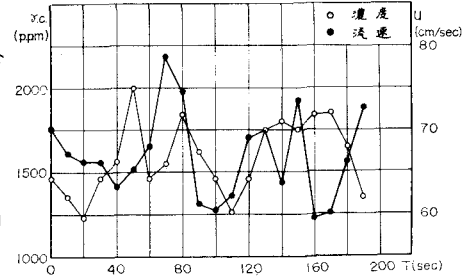


図-2 濃度と流速の時間的変動

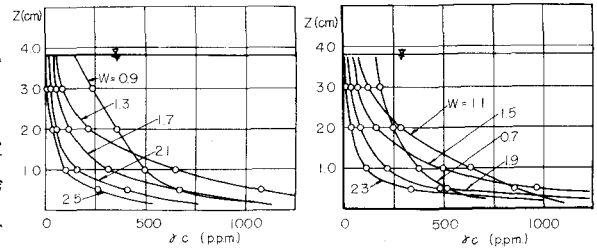


図-3 各沈降速度の濃度分布

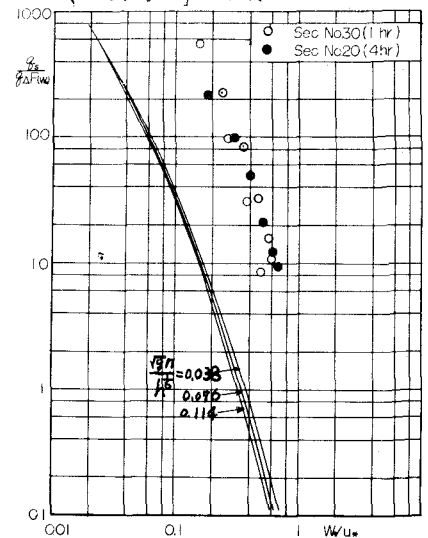


図-5 浮遊流砂量式と実験値

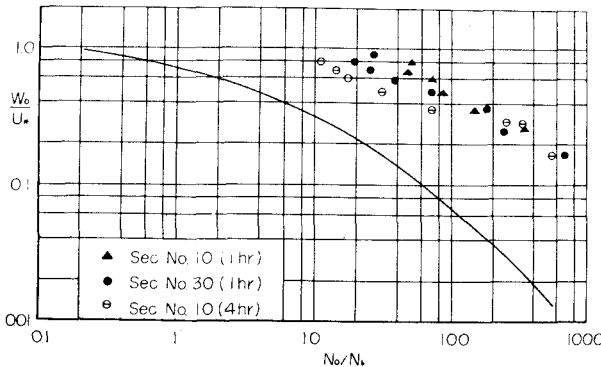


図-4  $W_0/U_* \sim N_b/N_0$  の関係