

II-154 開水路浮遊砂流の乱れ特性に関する実験的研究(3)

京都大学防災研究所 正員 大年 邦雄
京都大学防災研究所 正員 今本 博 健
京都大学大学院 学生員 西園 恵 次

1. はじめに

本報告は、従来の研究^(1,2)に引続き、開水路浮遊砂流の乱れ特性について実験的に検討したものであって、とくに路床近傍から水面近傍にいたる乱れ特性について清水流と浮遊砂流とを比較したものである。

速度計測にはコニカル型ホットフィルム流速計を用い、流速計の設定位置の統取りには1/100 mm読みのダイヤルゲージを併用している。なお、本実験における水理条件は表-1のようであり、浮遊砂には珪砂7号(平均粒径 $d_m=0.0159$ cm)を用いている。

2. スペクトル特性

流れ方向の乱れ速度に関する波数表示の1次元エネルギー・スペクトル $S(k)$ を示すと図-1(a)(滑面)および図-1(b)(粗面:粗度高 $d_s=0.61$ cm)のようになる。なお、スペクトル計算は、データ数 $N=500$ とし、サンプリング周波数 $f_s=25, 100, 500$ Hzそれぞれに対する繰返し数 $N_r=2, 4, 8$ の3種を用いて行われている。まず滑面上の浮遊砂流における $S(k)$ についてみると、相対水深 $y/H=0.15$ では、浮遊砂濃度 C_m が比較的高くなると清水流におけるものより全体的に大きくなり、 C_m の大きな浮遊砂流は大きな乱れエネルギーをもつことが認められるが、

$y/H=0.3$ では、いずれの C_m に対する $S(k)$ もほぼ同程度の大きさであって、清水流との顕著な差は見出せない。このような傾向は粗面に対するものについてもほぼ同様である。

このように、 $C_m=4500$ ppm程度でも路床近傍ではかなりの高濃度となるため、スペクトル特性に顕著な変化を生じるのに対し、路床面から離れるにしたがって清水流のスペクトルに漸近する傾向のあることが確認される。

表-1

Run No.	Q (l/s)	H (cm)	I	Re ($\times 10^3$)	F_r	C_m (ppm)	d_s (cm)
A	6.57	2.60	1/50	1.52	1.25	4500	0.61
B	6.51	2.35	1/68	1.52	1.45	4600	0

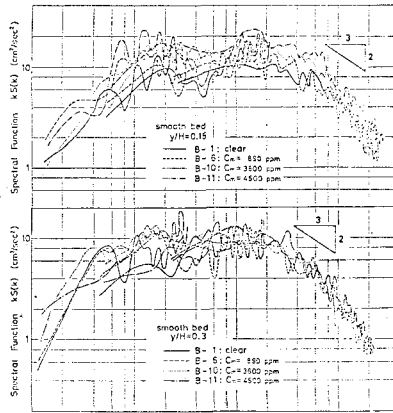


図-1 (a)

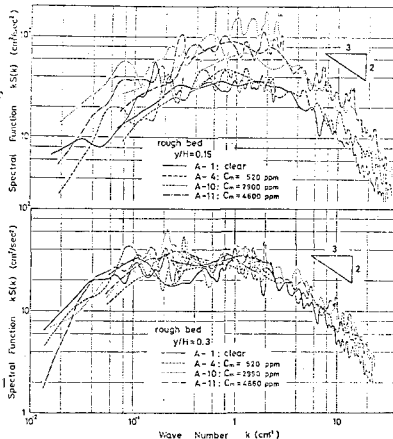


図-1 (b)

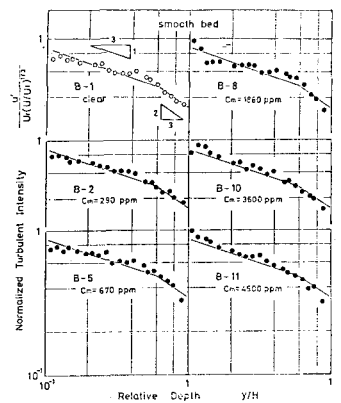


図-2 (a)

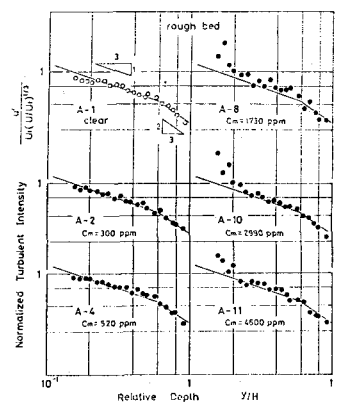


図-2 (b)

3. 乱れ特性量の鉛直分布

基本的な乱れ特性量として、乱れの強さ u' 、時間的平均スケール T_E およびエネルギー-消散率 ϵ の3種を取上げ、それらの鉛直分布を清水流におけるものと比較検討する。なお、これら3量はそれぞれ次のようにして算定されている。 u' については u の r.m.s. 値より、 T_E は相関係数に認められる second mild maximum の発生遅れ時間より、 ϵ はスペクトルの慣性領域に相似則 $S(k) = S_0 \epsilon^{1/3} k^{-5/3}$ を適用し、 $S_0 = 0.47$ として算定されている。

ところで、今本ら³⁾は清水流における乱れ特性量を普遍関数表示し、その実験式として次式を提案している。

$$i) 0.1 < y/H \leq 0.6, \quad ii) 0.6 < y/H < 0.9$$

$$\frac{u'}{U_* (U_*/U_*')^{1/2}} = 0.42 \left(\frac{y}{H}\right)^{-1/3} \quad 0.35 \left(\frac{y}{H}\right)^{-1/3}$$

$$\frac{T_E}{H/U_*} = 0.115 \quad 0.115$$

$$\frac{\epsilon}{U_*^3/H} = 1.1 \left(\frac{y}{H}\right)^{-1} \quad 0.63 \left(\frac{y}{H}\right)^{-2}$$

これらの普遍関数表示を用いて、本実験の計測結果を検討すると次のようである。

図-2～4の(a)は、それぞれ滑面に対する u' 、 T_E および ϵ を上式に基づいて普遍関数表示したものである。なお、それぞれの図における実線あるいは破線は全て

清水流に対するものである。 u' および ϵ についてみると、 C_m が比較的高くなると、 $y/H < 0.2$ の領域で清水流におけるものより大きめに退脱し、この領域では u' および ϵ がかなり大きくなるが、 $y/H > 0.2$ の流れの大部分の場では清水流におけるものと顕著な変化を示していない。次に T_E についてみると、計測値はかなりばらついているが、 C_m が変化しても T_E にはさしたる変化が現われていないようである。以上のような傾向は図-2～4の(b)に示された粗面に対するものから同様に見だし、 $y/H < 0.2$ の領域では、 C_m の増加に伴って u' および ϵ が清水流のものより大きくなり、 T_E はほぼ全水深にわたりほとんど変化しないことが認められる。

以上のように、開水路砂流の乱れ特性は、路床近傍(本実験では $y/H < 0.2$)において顕著に変化し、それ以外の領域では清水流のものに極めて類似していることが明らかにされた。

今後は開水路中立軸近傍砂流の乱れ特性を実験的に検討し、予定である。

参考文献

- 1) 今本・浅野・石垣：開水路砂流の乱れ特性に関する実験的研究(1)，関西支部年講，II-29，1977。
- 2) 浅野・今本・大年：開水路砂流の乱れ特性に関する実験的研究(2)，年講，II-150，1977。
- 3) 今本・浅野：開水路流れにおける乱れの普遍的性質について，第19回水理講演会，pp.161～166，1978。

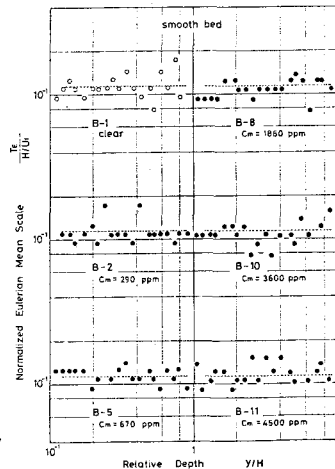


図-3 (a)

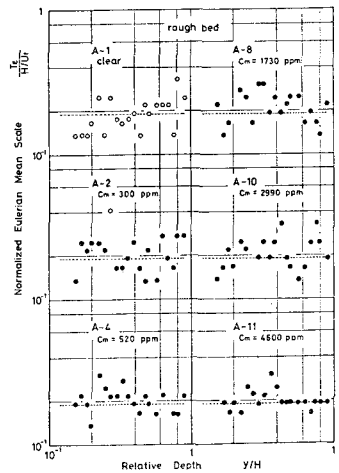


図-3 (b)

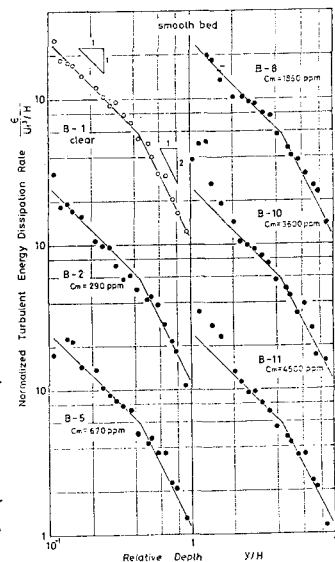


図-4 (a)

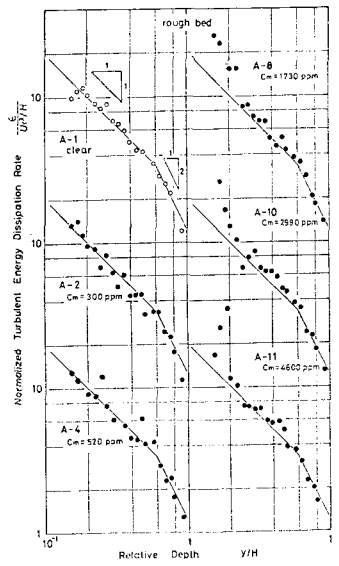


図-4 (b)