

北海道大学工学部 正員 工博 岸 力
 " " 〇 榎 国夫
 " 学主員 山崎 貞元

Johnsson は Unsteady Turbulent Boundary Layer での 底面の近くの流れ分布は Log-Law に従う事を実験的に示した。これと振興の理論を立脚して以下に考察する。

先づ Log-Law が成り立つ事から Eddy Viscosity ϵ (1) 式で表わす。

$$K_z = \kappa \tilde{u}_b^* (z + z_0) \text{----- (1)}$$

ここに κ : Kármán constant (= 0.4)

z : 床面からの高さ

z_0 : roughness length

$\tilde{u}_b^*$: bottom shear velocity の最大値に比例する量

一方、Suspended Sediment の分布をみると、その濃度の時間的平均値を $\bar{m}$ とし、 $\bar{m}$ の床面からの高さの变化に対するその変化を成る。濃度分布は (2) 式で与えられる。

$$u_b \frac{d\bar{m}}{dz} + \frac{d}{dz} (K_z' \frac{d\bar{m}}{dz}) = 0 \text{----- (2)}$$

これより (3) 式を求める。

$$\log \frac{\bar{m}}{\bar{m}_a} = - \frac{u_b}{\kappa \alpha \tilde{u}_b^*} \log \frac{z + z_0}{a + z_0} \text{----- (3)}$$

ここに $\bar{m}_a$: $z = a$ 高さの床の濃度 α : 係数 (= 0.5 と想定)

(3) 式の当否を、今回の実験と本間龍川実験の実験値に依りて調べる。roughness length と変えて濃度分布を整理した結果のうち数例を Fig. 1 に示す。これより明に $z_0 = 20\text{cm}$ であると、実験値は (3) 式に従う分布し、(3) 式の関係より $\tilde{u}_b^*$ は Eddy Viscosity ϵ に対する (1) 式を成立させることと認められる。Fig. 1 に依り詳細に説明すると、

$z_0 = 20\text{cm}$ として整理して 16 実験を通じて濃度勾配の殆んど同じで $(u_b / \kappa \alpha \tilde{u}_b^*) = 3 \sim 5$ である。その結果、 $u_b / \tilde{u}_b^* = 1$ となるのは明らかである。この実験は砂の移動限界の近く近くで行われ、(Table 1)

次に $\tilde{u}_b^*$ を計算する。摩擦速度の計算では、流れの Reynolds 数が重要であり Vincent による層流から乱流への移行限界 Re 数は $T_0 \delta / \nu = 110$ である。実験の Re 数は Table 2 に示して通

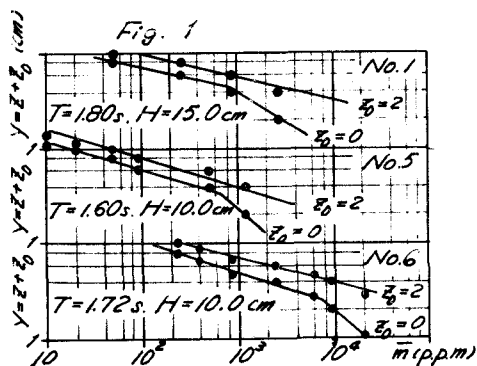


Table 1

No	1	2	3	4	5	6
d_f	21.5	12.3	11.2	8.9	12.3	13.3
d_f/c	7.7	7.0	6.5	6.5	7.0	7.2

移行境界に近いか、それの 2-3 倍程度の範囲内にあり、Boundary Layer は層流の主流の移行領域にある事が判る。Hc は Collins と Vincent との移行境界高度式を代入して得る。

即ち Collins は (4) 式、Vincent は (5) 式で移行境界高度を算出する。

$$H/T^{1/2} = 9.15 \sinh kd \quad \text{----- (4)}$$

$$H/T^{1/2} = 6.34 \sinh kd \quad \text{----- (5)}$$

実験条件と、それを用いた境界高度を Table 2 に示す。Table 2 の V_m と $\bar{u}$ と τ の計算結果を Table 3 に得る。

Table 2

V	T	H	L	J/L	V_0	V_1	V_m	H_c	H_c	$100\delta/V$
	sec	cm	cm	cm/L	cm/s	cm/s	cm/s	Collins	Vincent	
150	15.0	40	0.103	314	50.5	41.0	8.55	5.92	200	
100	10.0	25.3	0.115	260	33.6	28.9	9.41	6.51	146	
75	7.5	20.5	0.124	254	24.5	21.0	9.99	6.92	137	
50	5.0	13.5	0.141	197	21.0	22.9	9.99	6.92	109	
25	2.5	6.5	0.155	125	11.5	10.9	9.41	6.51	146	
15	1.5	3.5	0.165	85	6.5	6.15	9.95	6.20	182	

Table 3

$$\beta = \delta^{-1} = \sqrt{\pi/2V}, M^* = \bar{u}\delta/\nu, C_s: \text{相転移係数}$$

$\bar{u}$	β	M^*	$C_s \times 10^3$	$\bar{u}^*$	$100\bar{u}^*/\delta$	$50 \times \frac{100}{\bar{u}^*}$	P
41.0	11.2	282	4.9	3.1	0.65	3.3	0.51
28.9	11.9	170	6.4	2.3	0.87	4.4	0.27
29.0	12.3	169	6.5	2.3	0.86	4.3	0.28
22.9	12.3	120	7.2	1.9	1.03	5.2	0.17
23.8	11.9	170	6.0	2.3	0.90	2.2	0.95
27.5	13.5	200	6.0	2.1	0.95	4.7	0.21

Table 3 には $\delta = 0.5$ と仮定して $100/\delta$ の値を代入して算出する。実験値と計算値とは可成りよく一致している。また、水深 45 cm 上の密度 $\bar{m}_2$ と $\bar{u}_0^*$ の関係は Lane と Kalinske の式で表す。結果は Fig. 2 に示す。傾きを算すると、

$$\bar{m}_2 \propto P^{1/2} \quad \text{即ち} \quad P = \frac{1}{2\bar{u}_0^*} \bar{u}_0^{*2}, \quad \bar{u}_0^* = \frac{100}{\bar{u}_0^*} \quad \text{----- (6)}$$

である。Fig. 2 の実験結果では $A = 1.8$ である。これより、

$$\bar{m}_2 = 0.00112 P^{1/2} \quad \text{----- (7)}$$

Lane と Kalinske の $A = 1.61$

に比べて $A = 2.36$ と得られる。

これは No. 5 の Plastic Sand の場合である。

平均粒径 = 0.1 mm 比重 = 1.025

