

液と組織にこる部、移動限度二製、の更驗

東京大学工学部 学生員 田中 仁

夫陳省良正人

同 上 學生員 青田茂雄

1. まえがき

[illegible]

2 實驗裝置 又 實驗方法

人形は幅30cm、縦25cm、長さ110cm、側壁はガラス板に作られて、上部は閉鎖から少し移動を觀察する事ができる。人形は下板は「U」の式造り機を取り付け、水底を2.5cm、流速の $\sim 35\text{cm/sec}$ の流れに、初期の0.5/10、1.25/100、及高度1~10cm程度に板を流して見た、その結果は、 $d_{50}=0.64\text{mm}$ 、均等係数1.5、強度2.598 m^2/cm^2 である。これを水底20cmに厚さ4cmで敷いた。また、この種の実験においては移動限界の客観的判定が極めて困難である。従来、定数板を使い、そのときの流速を求めた、という。一般に、水底には穴や、リカがある値より小さい時、底質は静止としているが、この穴が小さくなるにつれて穴は移動し始める。Manohar¹⁾は、水底の表面に比較的大きな粒子があり、その動きを「限界移動(limiting movement 初期移動)」と呼び、水底の第一層の砂粒ほどに動きを「限界をgeneral movement、二次移動)」とせしめた。著者は、より客観的に移動限界を判定するために、大量の砂粒を用いた。まず、底質を角の半徑2mmにそろえ、その砂粒のうち、二時間、移動する砂粒の割合が0.25となる、流速を定め、この移動限界とした。

3. 實驗結果

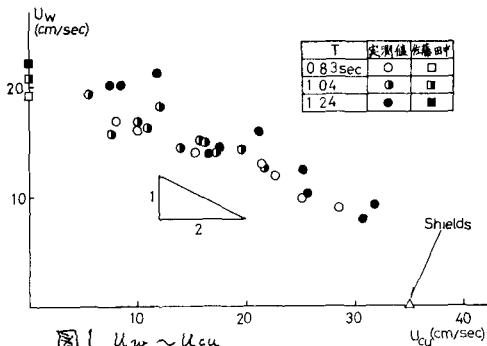
7. 板が一定速度を速に移動する、水底の水分子は速度の微小な値を、一様流に与える流速 $u_{\text{底}}$ と改める流速 $u_{\text{表}}$ との間に一定の関係が成り立つものとする。

$$u = u_{ca} + u_{cr} = u_{ca} + \frac{\frac{\tau_0 H}{L} \left(\frac{L}{T} + u_{ca} \right)}{\sinh \frac{2\tau_0 H}{L}} \quad (1)$$

U_{cu} は床面流速と通水断面から求め、 U_{cu} は設計流速に基づき、計算される。移動限界点での U_{cu} 、及び U_w を計算した結果が図1にある。図中では記してないが、実験では $p < 0.5\%$ 、 $p > 0.5\%$ となる時点にノイズが観測されており、これらに対応する点をプロットする。 $p = 0.5\%$ の限界点を上と見、上方に $p > 0.5\%$ 、下方に $p < 0.5\%$ 、領域が割り分けられ、 U_{cu} 軸上の点は Shields のパラメータを $\alpha = 0.6$ として求めた点であり、また U_w 軸上の3点は、佐藤・田中³⁾の示した全面移動限界式から求めた値であり、後者は波の周期により異なる点となる。図1に実験した砂の移動限界点が、前述の軸上の点に準じて、行、成、流の領域に分類された。このより、Shields、佐藤・田中、及び著者らが求めた移動限界点より

T	実験値	計算値
0.83sec	○	□
1.04sec	●	■
1.24sec	●	■

図1. $U_w \sim U_{cu}$



☒ 1. $U_w \sim U_{cu}$

これは、ほぼ同様な状態を呈しているものと見られる。=を底面せん断力とすれば、更に述べた様に、 τ_w の1/2の部分で表われる点がある。

次に水底にはたう、せん断力、最も速くは、流れによる τ_{cu} と波による τ_w に分けられるとする。

$$\tau = \tau_{cu} + \tau_w \quad (2)$$

τ_{cu} は次式より求まる。

$$\tau_{cu} = \frac{1}{2} \rho f u_{*c}^2, \quad f = \frac{2g n^2}{R^{4/3}} \quad (3)$$

=はR:半径、またManningのnは、Manning-Stricklerの公式 $n = 0.047 R^{1/6}$ (cm)より求まる。

一方、 τ_w は波による水底に生じる境界層の状況により異なる式が使われる。

層流境界層: $\tau_w = \frac{\rho \sqrt{H}}{2 \sinh \frac{\pi R}{L}} \left\{ 2\pi \left(\frac{1}{T} + \frac{u_{*c}}{L} \right) \right\}^2 \quad (4)$

乱流境界層: $\tau_w = \frac{1}{2} \rho f_w u_w^2 \quad (5)$

$$\text{ただし } \frac{1}{4\sqrt{f_w}} + \log_{10} \frac{1}{4\sqrt{f_w}} = -0.08 + \log_{10} \frac{Q_{im}}{R}$$

=は Q_{im} :水底水粒子の振幅、R:底質粗度、

波動境界層の分類について、Manohar⁵⁾は振動の τ_w による実験結果から表1の様に定めた。=には境界層の厚さを規定する量で進行波の場合、 $\delta = \sqrt{\nu T / \pi}$ と求むられる。

本実験で発生せしめた波のうちの場合について、表1より判定すると、粗面層流から粗面乱流にわたる。=、流れの影響を考えると、ほとんどの場合、乱流境界層が形成されたものと予想される。図2、及び図3はそれぞれ、(3) (4)、及び(3)(5)を用いて $\tau_w \sim \tau_{cu}$ を求めたものである。いずれもほぼ、 $\tau_w + \tau_{cu} = \text{const.}$ の位置に限界点がある。樫木ら⁶⁾は、流れと波により合成された水粒子速度 u に対して、底面せん断力を $\tau = \rho f u^2$ と定義した時、せん断力の作用方向の差から、 $u = u_w + 0.5 u_{cu}$ であり、流れ外せん断力に貢獻する割合は少ない事を指摘している。図1の $u_w + 0.5 u_{cu} = \text{const.}$ となる部分で、 f がほぼ一定であると考えると樫木らの定義した τ は一定値となり、図2、図3の傾向と一致していることがわかる。

<参考文献>

- 1) 土屋; 土木学会論文集, 第80号 (1962)
- 2) 佐藤・田中; 第9回海講演文集 (1962)
- 3) Jonsson, I.G.; 10th Coastal Eng. (1966)
- 4) Manohar, M.; B.E.B.Tech.Memo No 95 (1955)
- 5) 前出4)
- 6) 樫木・出口・横野; 第25回海講演文集 (1978)

	層流境界層	乱流境界層
特面領域 $\delta/d > 0.4$	$\frac{u_w \delta}{\nu} < 5.66$	$\frac{u_w \delta}{\nu} > 5.66$
遷移領域 $0.2 < \delta/d < 0.54$	$\frac{u_w d}{\nu} < 10$	$\frac{u_w d}{\nu} > 10$
粗面領域 $\delta/d < 0.2$	$\frac{u_w d^{0.2}}{\nu} < 150$ (ν は cm^2/sec 単位)	$\frac{u_w d^{0.2}}{\nu} > 150$

表1. 波動境界層の分類

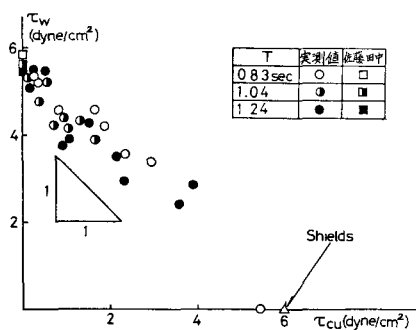


図2 $\tau_w \sim \tau_{cu}$ (3), (4))

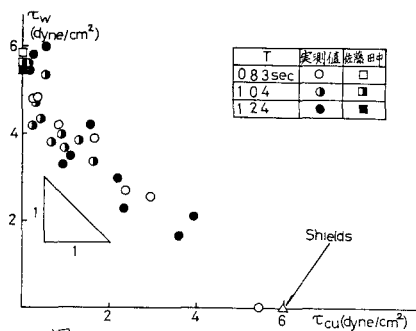


図3 $\tau_w \sim \tau_{cu}$ (3), (5))