

槽粗度上の乱流特性量

岐阜大学 工学部 正員 河村 三郎

岐阜大学 工学部 正員 〇久保田 純

1)はじめに 最近、熱線流速計の発達によって、種々の条件のもとで、多くの流水乱流測定の結果が報告されている。しかしながら、それらの実験条件のうち、特に粗面の場合には、水路床に砂や球をはりつけて粗面としているため、粗度形式の相異によって抵抗特性が変化すると考えられる。

この観点から、粗度形式を統一して乱流特性を研究する方が合理的であると考えられる。

そこで、今回、著者は人工粗度として従来から多数の研究者によって研究されている槽粗度を粗面乱流を研究する粗度として選定し、種々の水理条件によつてどのように乱流特性が変化するかを調べている。得られた結果の一部をここに報告する。

2)実験

実験に使用した水路は幅40cm、長さ15.5mの循環式水路であり、この水路床に一边の長さ $b = 1\text{cm}$ 、 0.4cm の正方形の槽を、槽間隔 s と b との比 $s/b = 4$ で配置した。これら2種類の槽粗度をそれぞれ1/2m配置して、表1の水理条件によって実験を行なった。

ピトー管によって測定した流速分布は、全ての実験に対して、対数流速分布をしていることが確認された。足立の研究によると、 $s/b = 4$ の場合には完全干渉流と考えられ、壁面領域は比較的一様であり、均一砂粒粗度による流れと類似した流れが発生していると考えられる。

なお、水深は全て槽頂から測っている。

乱流データはデータレコーダーに記録した後、サンプリング間隔 $\Delta t = 0.06984$ 秒、データ数2500個で紙テープに出力して統計処理を行なった。

3)結果および考察 乱流強度 U' は全データの標準偏差として求め、また渦のスケール L_E は、

$$R(\tau) = e^{-\frac{1}{L_E} \tau} \quad (1)$$

より渦の寿命時間 T_E を求め、テイラーの凍結乱流の仮定を使用し、

$$L_E = U \cdot T_E \quad (2)$$

から求めた。

ブラントルの運動量輸送の式

$$\tau = \rho L^2 \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 \quad (3)$$

においてレイノルズ応力を $\tau/\rho = \overline{u'v'} \propto u'v' = A u'^2$ と考え

$$A = \frac{u'^2}{u'^2} \left(1 - \frac{z}{D} \right) \quad (4)$$

表 1

RUN	U_m	u_{rms}	D_m	$\frac{u_{rms}}{U_m}$	F_r	$\frac{u_{rms}}{U_m}$
2	2657	157	1536	5.8, 10'	0.22	1.0
3	2540	103	2042	5.8, 10'	0.18	1.0
4	2731	243	514	14, 10'	0.39	0.4
6	2132	133	610	14, 10'	0.28	0.4

と置いて、式(3)より、

$$l = \frac{\sqrt{A} u'}{2U/24} \quad (5)$$

として混合距離 l を求めた。なお A を決定する時には、水面近傍と水路床近傍の u' の値は使用せず、また $2U/24$ はグラフ上から読みとっている。

渦のマクロスケール LE および混合距離 l の分布はそれぞれ図1、2に示した。

混合距離 l の分布は、水路床から y/D が0.4ぐらいのところまで直線的に増加した後、 y/D が0.7ぐらいのところからまた水面に向かって増加している。

これらの渦の長さの測定(measure)の分布から、渦のマクロスケール LE が最大値を示す水深は、inner region と outer region の影響が平衡状態にある位置ではないかと考えられる。

渦の強さの測定として乱流強度と渦のマクロスケールとの比 u'/LE をとり、 u_x/k で無次元化すると図3のようになる。

この図から、渦の強さは壁面から y/D が0.2ぐらいの水深まで強く、 y/D が0.4より大きくなるとほとんど一定値になるようである。

したがって、壁面領域の影響は y/D が0.2ぐらいの水深までは強く作用し、以後は減少していき、その流れ特有の渦の強さを持つものと考えられる。また、このことは前述した

ように、渦のマクロスケールの最大値を与える水深は、inner region と outer region の平衡した位置に発生するという考えを肯定しているように思われる。

4) おわりに 以上の結果は、かきられた実験による結果であるため、今後は実験例をふやしていく予定である。特に槽高き長が1 cm の場合の水深は相当地に大きいので、側壁の影響が無いとは考えられないので、水深を小さくして実験をする予定である。

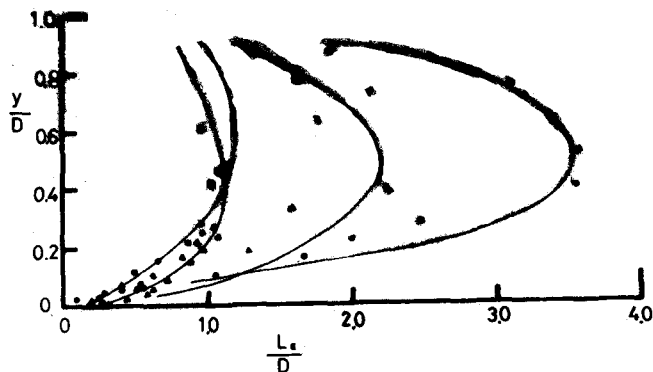


図 1

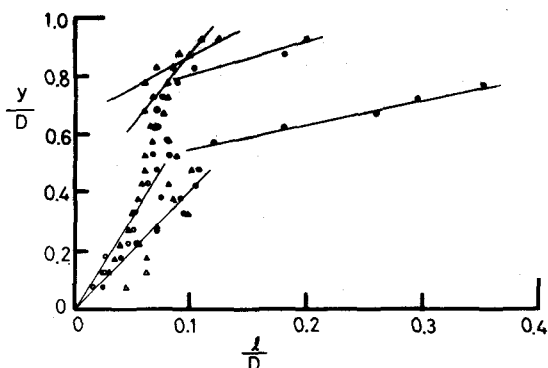


図 2

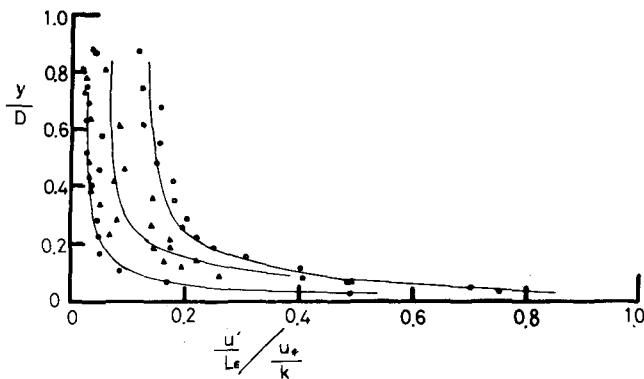


図 3