

日本大学工学部 学生員○大江 幹夫

正 員 高橋 迪夫

正 員 木村 善代治

はしがき

開水路中に置かれた大粗度の後流域における流れの挙動は複雑であり、またエネルギー損失の大部分はこの後流域において生じ、この領域における流れの諸特性を調べることは水理学的にも工学的にも興味ある問題であると思われる。¹⁾²⁾ 本報は、このような流れにおける水理特性を明らかにするための基礎として、より単純なモデルである単一の半球粗度後流域における乱れ特性について二、三の実験的検討を試みたものである。

実験装置および方法

実験水路は、長さ8m、幅25cmの勾配可変水路で水路上流端より約4.7mの水路中央部底面に実験粗度要素として直径D=3.84cmのプラスチック製半球が設置されている。

変動流速の測定には、定温度型熱線流速計を用い、また解析は、熱線流速計の出力電圧をデータレコーダに記録させ、これを波形処理装置で処理したものをを用いた。

実験結果および考察

平均流速分布

Case Aにおける、最大欠損速度 Δu_{max} に対する欠損速度 Δu の分布形の一例が図-1に示されている。

円柱後流域の結果と同様に、粗度からの距離に關係なしに相似形を保ち、ほぼ正規分布を示すことが認められ、次式によって近似される。

$$\frac{\Delta u}{\Delta u_{max}} = \exp\left[-\left(\frac{y_2}{\alpha}\right)^2\right] \quad \alpha = 0.5$$

乱れ強さおよびレイノルズ応力

図-2、3には、それぞれ主流方向の乱れ強さおよびレイノルズ応力 $-\overline{uv}$ の相対流下距離 y/r に対する分布の一例が示されている。

これらの図より、 $-\overline{uv}$ とともにその値は、ほぼ $y/r=1$ すなわち粗度頂面において最大となっており、粗度に近い領域ほど大きく、流下に伴って減少していることが認められる。

$y/r > 2$ においては、変化は見られず粗度の影響を受けていないと思われる。

これより、乱れ強さの最大値 u'_{max}/u_{∞} (u_{∞} : 接近流 $y/r = -26.0$ の乱れ強さ)と相対流下距離 y/r との関係

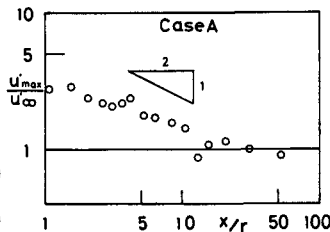


図-4

表-1

Case	i	Q cm/sec	H cm	$\frac{U_{\infty} Q}{H u_{\infty}^2}$ cm/sec	$\frac{U_{\infty} Q}{H u_{\infty}^2}$ cm/sec	$\frac{U_{\infty} Q}{H u_{\infty}^2}$ cm/sec	$\frac{U_{\infty} Q}{H u_{\infty}^2}$ cm/sec
A	0.002	9600	25	51.2	3.03	0.76	1.71×10^4
B	0.04	17500	25	92.7	7.73	1.37	3.0×10^4

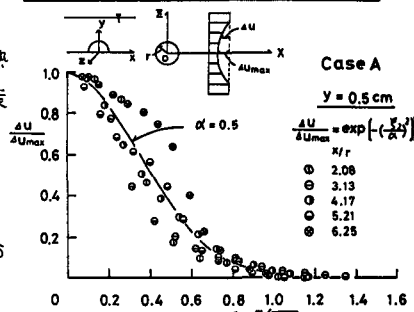


図-1

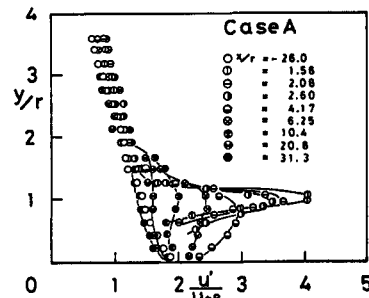


図-2

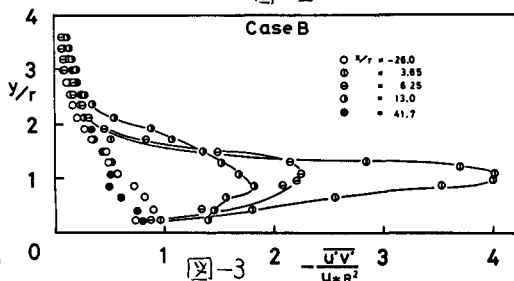


図-3

を示してみると図-4のようになる。

粗度に近い領域では、 u_{max}/u_a は x/r のほぼ $1/2$ 乗で減少し、 $x/r = 20 \sim 30$ 付近で粗度の影響がなくなり1.0の値に漸近することがうかがえる。

パワースペクトル

図-5、6には、Case Aにおける主流方向の一次元波数スペクトルの一例が示してある。

図より、粗度後流域においてスペクトルのピークは、高波数側に存在している。また粗度後流域においても乱れエネルギーの生成領域、慣性領域の存在が認められる。

乱れエネルギー発生率

図-7には、Case Bにおける乱れエネルギーの発生率 P_r の一例が示してある。

粗度要素頂部($y/r = 1$)において大きな乱れエネルギーが発生しており、相対流下距離 $x/r = 3.65$ においては、接近流($x/r = -26.0$)の約20~30倍程度の大きさをもつことが認められる。

乱れエネルギー収支

図-8には、Case Bにおける乱れエネルギー収支の一例が示してある。

本実験では、移流率と拡散率が測定されていないので発生率と消散率の差より移流率Cと拡散率Dの和を推定した。

図より、粗度により発生した乱れエネルギーは、水面 y/r 方向および水路底面方向に移流拡散していることが推論される。

参考文献

- 1) C.K. chen and John A. Roberson
Proc ASCE, Vol 100 No HY 1
JAN 1974
- 2) 大江 幹夫 木村喜代治 高橋 迪夫
第22回 日本大学工学部学術研究報告会
講演要旨集 PP 103~104
- 3) J. O. HINZE
Turbulence second edition
Mc GRAW-HILL PP 496~520
- 4) 今本 博健 藤田 徹 日紫喜典啓
京都大学防災研究所年報
No 21 B-2 1978-4

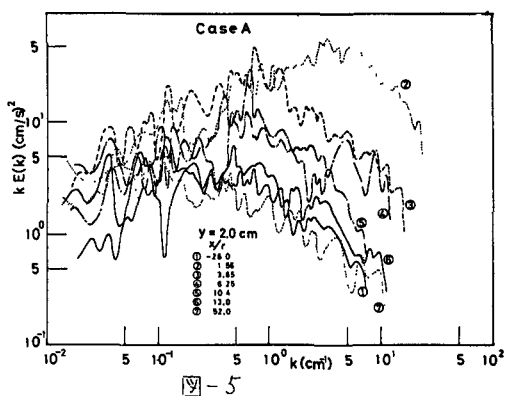


図-5

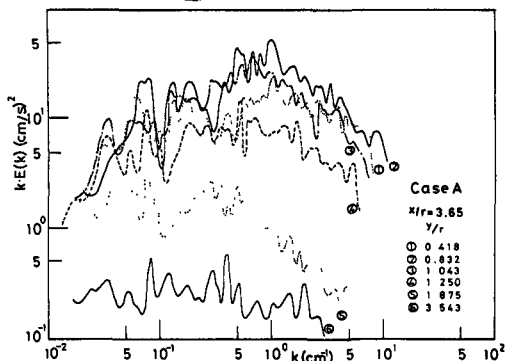


図-6

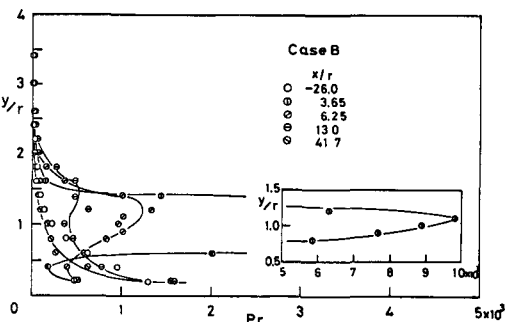


図-7

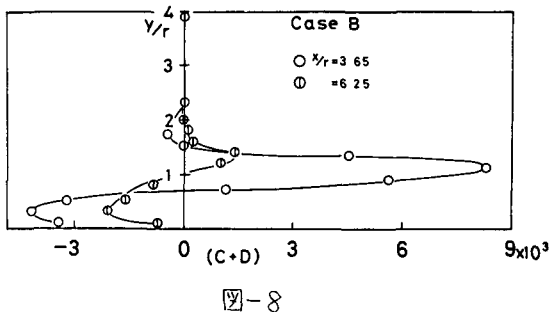


図-8