

日本大学工学部 正員 高橋 迪夫
 日本大学工学部 正員 木村 喜代治
 茨城県 正員 大江 幹夫

1. はしがき

著者は、数年来、山地河川を対象とした流れの基礎的な水理特性を幾つか調べてきた。一般的に、山地河川においては河床に大きな砂礫が多数存在し、とくに平均的河床面より突出したこれらの大礫が流れの抵抗、エネルギー損失、さらには砂礫の流送過程に大きな役割を演じていると思われる。大きな粗度を有する開水路流れにおける平均水理量特性については、種々の粗度形状、配列、等に対して、すでに多くの成果が報告されているが、乱れの特性の面にも論及した研究はそれ程多くは見受けられないと思われる。本報は、開水路中に存在する大きな粗度要素周辺の水理特性を明らかにする手始めとして、より単純なモデルである単一および二個の半球粗度要素後流域における乱れ強さ、レイノルズ応力、スペクトル、等

表-1 実験条件

Case	i	Q (cm ³ /s)	H (cm)	U ₀ (cm/s)	U ₀ ω ₀ (cm ² /s)	Fr = U ₀ /gH	Re = U ₀ D/ν
A	1/500	9600	7.50	51.2	3.03	0.76	1.7×10 ⁴
B	1/25	17500	7.55	92.7	7.73	1.37	3.0×10 ⁴

2. 実験装置および方法

実験に用いた水路は、長さ8m、幅B=25.0cmのアクリル製勾配可変のものであり、上流端より約4.7mの水路中央部底面に粗度要素として直径D=3.84cmのプラスチック製半球が1個 (Series I) および2個 (要素中心間隔12cm) (Series II) 設置されている。乱れ計測は、円錐およびX型プローブをセンサーとしたホットフィルム流速計を用いた。実験は表-1に示す2Caseについて行われた。記号は図-1に説明されている。

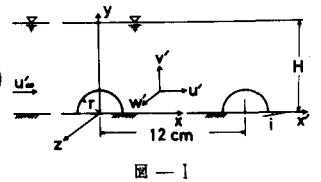


図-1

3. 実験結果および考察

乱れの基本的な特性を知るために、単一粗度要素の後流域における乱れ強さ u' の y , z 方向分布、および y の z 方向分布の相対流下距離 x/r に対する変化の一例が図-2, 3, 4に示されている。いずれの分布においても、乱れ強さのピークはほぼ粗度外縁上 ($y/r, z/r \approx 1$) において生じ、その大きさは粗度背後においては粗度上流側 (接近流) $x/r = -26$ の大ききの約2~2.5倍の値を示しており、流下に伴って減少していくことが認められる。一方、乱れ強さに対する粗度の影響の及ぶ範囲は $y/r, z/r$ のほぼ2までであり、それ以上においては、ばらつきはあるが、ほとんど影響が認められなくなるようである。これより、ほぼ最大と思われる $y/r = 0.94$ における後流域の乱れ強さ u' に対するこれと同一の高さの接近流 ($x/r = -26.0$) における乱れ強さ u'_0 の比 u'/u'_0 と $x/r, z/r$ との関係求めてみると図-5のようになる。ただし、 x' は下流側粗度要素中心を原点とする流下方向距離である。この図より、いずれのSeriesにおいても、二次元円柱後流域における結果と同様に、

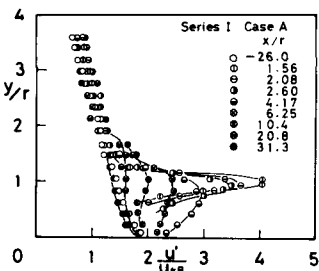


図-2

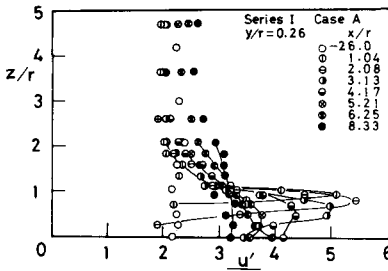


図-3

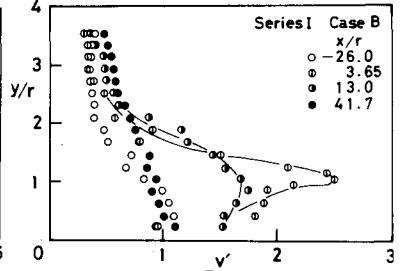


図-4

U/U_∞ は x/r のほぼ $-1/2$ まで減衰していくことが認められる。また図より、粗度の影響がほぼ消失する、すなわち U/U_∞ が 1.0 に漸近すると思われるのは $x/r = 20 \sim 30$ 付近であり、今本²⁾による円柱の結果に比べると粗度の影響範囲は小さく、今本・上野³⁾の棧粗度の結果にほぼ近い値を示すようである。

つぎに、粗度要素間の相互干渉による乱れ強さの分布の変化をみるために、Series I および II の乱れ強さ U' の分布を比較して一例を図-6 である。この図より、Series II の要素間の分布は I に比べてピークが多少下流側に寄る以外はほとんど差異はなく、一方、下流側要素後流域においては、上流側で発生した乱れの影響を受け、乱れ強さが増大し、後流域内に平均化されていく傾向が認められる。

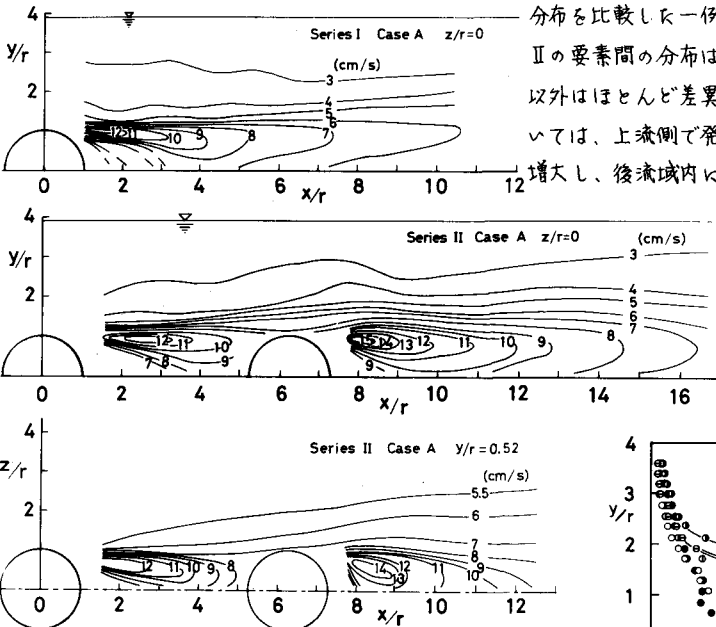


図-6

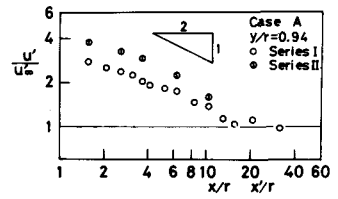


図-5

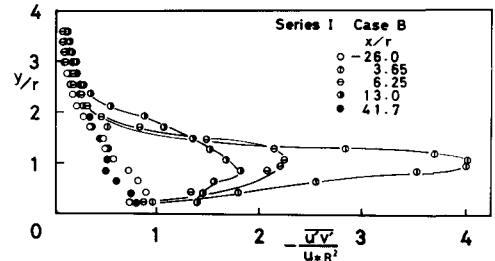


図-7

図-7にはレイノルズ応力の分布の一例が示されている。

また、図-8、9には U' に関する一次元波数スペクトル分布の

流下方向ならびに y 方向の変化の一例が示されている。図-8より、流下に伴って高波数側の割合が徐々に減少していくことが認められ、一方、図-9より、後流域内と域外との間に高波数側で多少の相違がうかがえる。

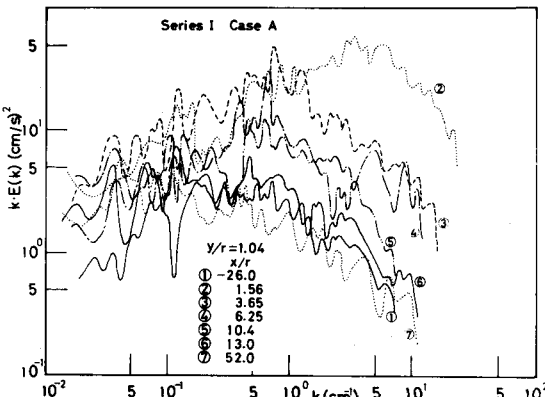


図-8

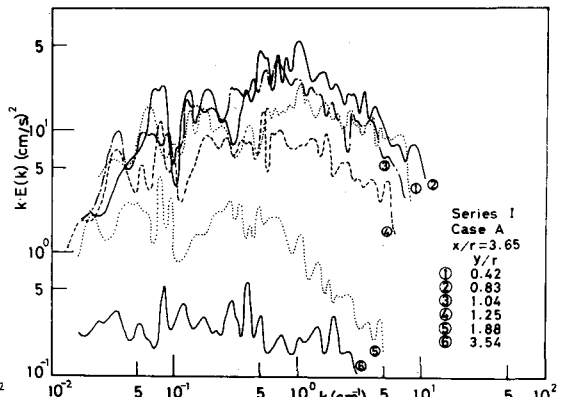


図-9

<参考文献>

- 1) 例えば、Hinze, J.O. : Turbulence, 2nd ed., McGraw-Hill, P.483, 1975.
- 2) 今本博健・藤田徹・日紫喜剛啓：円柱周辺における開水路流れの水理特性について，京大防災研究所年報，第21号B-2, 1978.
- 3) 今本博健・上野鉄男：波状路床上の流れにおける乱れの特性について(4)，土木学会第28回年次講演会講演集，1973.