

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

は し が き : 本報では、一般的にフルード数が大きく、また、河床が粗砂礫により構成され、相対粗度の大きい流れとして特徴づけられる山地河川における流れの水理的諸特性を調べる一環として、乱れの二、三の基本的な特性が調べられている。

開水路流れにおける乱れ特性については、とくに近年大きく取り上げられ、わが国においても、今本¹⁾・祢津²⁾をはじめとして多くの研究がなされてきている。しかしながら、着者らが取り扱うような急勾配、粗粒子境界上の流れにおける乱れ特性に関しては、Bayazit³⁾による粗粒子粗度上の流れにおける報告があるが、それほど多くの研究は見受けられないようである。

本報は、基礎的な実験結果をもとに、急勾配、粗粒子境界上の流れにおける乱れ特性のうちの、乱れ強さ、時間的平均スケール、そしてスペクトルに関して二、三の検討を試みるものである。

実験装置および方法 : 実験に用いた水路は、長さ 6.5 m、幅 15 cm のアクリル製勾配可変のものであり、その底面に直径 $D = 1.22$ cm のガラス球を最密に一層はりつけに。測定は、定温度型熱線流速計にセンサーとして円錐形プローブを用いて水路断面中央部で行ない、流速の検量はピトー管を用いた。また、解析は、流速計の出力電圧をデータレコーダに記録させ、それを波形処理装置で処理させたものを用いて行なった。

実験結果および考察 : まず、乱れ強さについて検討する。Bayazit は、粗度として直径 2.3 cm の半球を用いた粗粒子粗度上の流れに関する乱れ特性の実験において、Blinco⁴⁾、らの結果を参考にして、乱れ強さ U' を、

$$U'/U_* = A + B \ln(U_* z/\nu) \quad \dots\dots\dots (1)$$

の関数形で表わし、係数 A が粗粒子粗度の影響を受けるとし、 A と相対水深との関係を求めている。

本実験で求められた乱れ強さを、 $U_{*bc} z/\nu$ との関係で表わした一例が図-1 である。ここで、 U_{*bc} は側壁の影響を考慮した水路断面中央部における底面摩擦速度であり、また、 z の基準は、さきに報告した方法により求めたものである。なお、図中の破線は、Blinco⁴⁾、らの結果を Bayazit が関数表示したものを表わしている。この図より、かなりのばらつきはあるが、乱れ強さは各水理条件ごとに、水面に向かってほぼ直線的に減少しているようであり、また、この減少の割合は、相対粗度 D/H 、フルード数 Fr の増加に伴って小さくなり、乱れ強さは z 方向に一様になっていくことが認められ、本実験に対しても式(1)が適用され得るようである。一方、Bayazit は $B = \text{const.}$ としているが、本実験においては A 、 B の両者が各水理条件ごとに变化するようである。この A 、 B と他の水理量との関係を見るために、 D/H との関係で整理すると図-2 のようである。この図より、 D/H のみでは A 、 B を十分に表現できないようであり、本報で取り扱うような急勾配流れでは、 D/H と共に Fr の影響も受けるようである。そこで、 A 、 $B = f(D/H, Fr)$ と

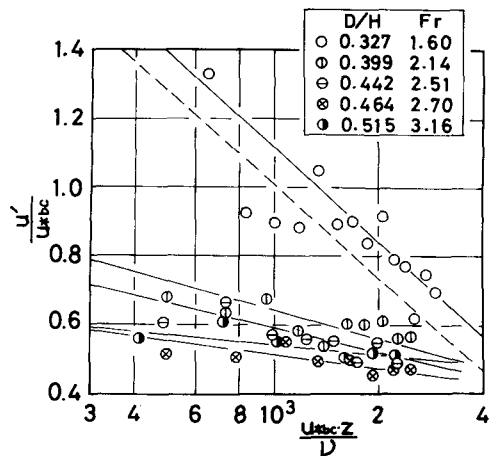


図-1

考え、試みに、 $f(D/H, Fr) \div f(D/H \cdot Fr)$ と置いて結果を整理したのが図-3である。これより、粗粒子、急勾配上の流れに対しては、A, B

$= f(D/H, Fr)$ が期待できるように思われる。

つぎに、自己相関係数の積分値より求めた時間的平均スケール Te を今本と同様な表示方法

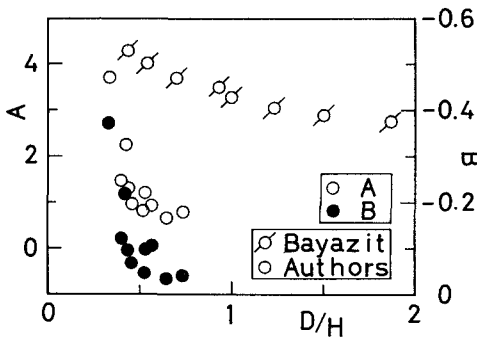


図-2

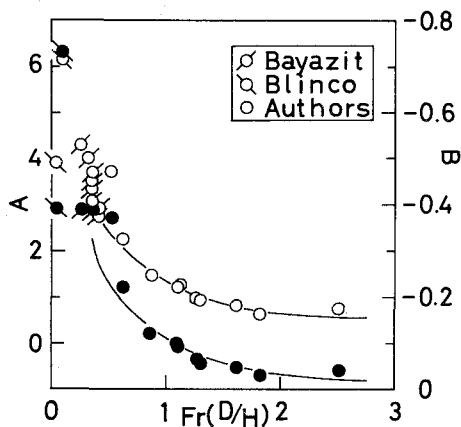


図-3

によって表わした一例が図-4である。この図より、結果にかなりのばらつきがあり明確な傾向は得られ難いが、 $Te/(H/U_{*bc})$ は各水理条件ごとに D/H に対してはほぼ一定値をとるようであるが、 D/H , Fr の増加と共にその値は大きくなるようであり、本実験で取り扱うような流れに対しては、 D/H , Fr の影響を考慮する必要があるように思われる。

つぎに、スペクトルの特性の一例を図-5に示す。なお、図中には粗粒子粗度の影響をみるために、 Fr の同程度の今本の Te の表面流れのスペクトルが示されている。この図より、慣性領域、-3乗の粘性領域の存在が認められ、また、今本の指摘したように、 Fr の増加に伴いスペクトルのピークが高周波数側に移動していく傾向が認められる。さらに、 Fr のほぼ同じ(1)と(5)、および(3)と(6)を比較すると、本結果のピークは多少高周波数側に表われているようである。

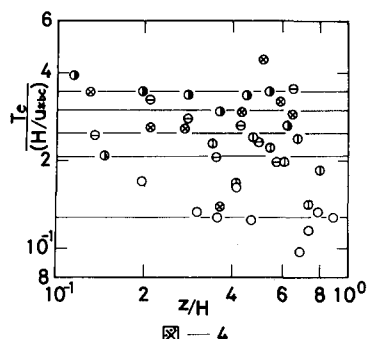


図-4

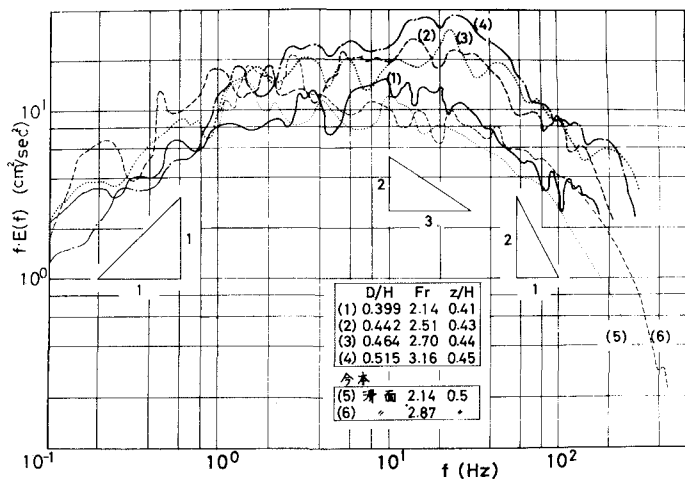


図-5

<参考文献>

- 1) 例えば、今本博健・浅野富夫：開水路流れにおける乱れの普適的特性について、第19回水理講演会論文集、土木学会水理委員会、1975。
- 2) 例えば、中川博次・柳津家久・上田寛：粗・滑面上の開水路流の乱れ特性に関する研究、土木学会論文報告集、No.241、1975.9。
- 3) M.Bayazit, "Free Surface in a Channel of Large Relative Roughness", Jour.of Hyd.Res., Vol.14, No.2, 1976。
- 4) R.H.Blinco and E.Partheniades, "Turbulence Characteristics in Free Surface Flows over Smooth and Rough Boundaries", Jour.of Hyd.Res., Vol.9, No.1, 1971。
- 5) 木村喜代治：長方形水路における流れの一近似解析、土木学会論文報告集、No.251、1976.7。
- 6) 高橋通夫・木村喜代治：粗粒子粗度をもつ急勾配水路の流れに関する基礎研究、第31回土木学会年次講演会概要集、1976。