

粗粒子粗度をもつ急勾配水路の流れにおける乱れ特性に関する一実験

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 : 山地河川における流れは、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、相対水深の小さい流れとして特徴づけられる。このような急勾配、粗粒子粗度上の流れに関する水理特性のうちで、乱れの特性は基本的なもの一つであり、また、土砂流送、等への関連において、水工学的にも興味ある問題であると思われる。

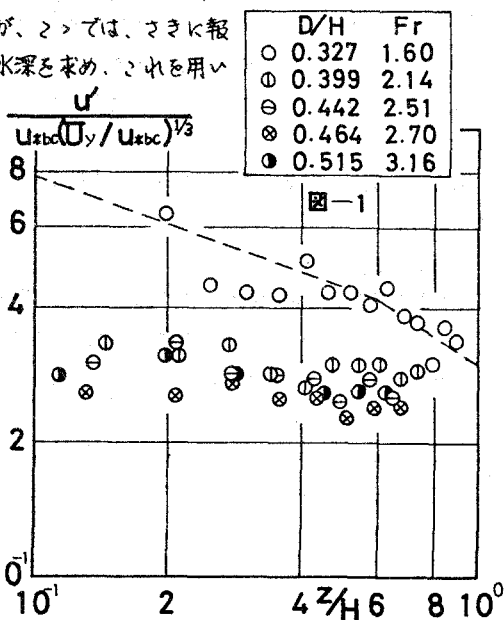
開水路流れにおける乱れの特性については、わが国においても、今本、中川・神津・上田をはじめとして多くの研究がなされてきており、今本、らによって、乱れ強さに対する関数表示が提案されている。また、Bayazit³⁾によって、粗粒子粗度上の流れにおける乱れ特性が報告されている。しかしながら、本報で取り扱うような急勾配、粗粒子粗度上の流れにおける乱れの特性に関しては、まだあまり研究がなされていないと思われる。本報は、このような流れにおける乱れの特性のうちの乱れ強さに関する基礎的な実験結果を、今本、Bayazitの表示の方法によって整理し、急勾配、粗粒子粗度上の流れにおける乱れ特性について、二、三の検討を試みるものである。

実験装置および実験方法 : 実験に用いた水路は、長さ6.5 m、幅15 cmの亚克力製勾配可変のものであり、その底面に、粒径 $D=1.22$ cmのガラス球を最密にはりつけた。実験は、水路勾配を $\sin i=0.0349 \sim 0.174$ の間で5種類、流量を2種類にわたって変化させた。変動流速の測定は、定温度型熱線流速計(KA-NOMAX製)に、センサーとして円錐形ブローブを用いて、水路上流端より5.5 mの水路断面中央部で行ない、また、その横量は、ピトー管を用いて同一点で流速を測定するとによって行った。

実験結果および考察 : 粗粒子粗度をもつ流れを取り扱う場合には、まず、底面のどの位置を基準として水深を定義するかという問題が生ずるが、ここでは、さきに報告⁴⁾した、対数則を満足するように基準を決定する方法により水深を求め、これを用いて結果を整理するとにする。

本実験において求められた乱れ強さ u' を、今本の示した関数表示によって表わした一例が、図-1である。ただし、摩擦速度は、側壁の影響を考慮した断面中央部の底面摩擦速度 u_{*bc} ⁵⁾の値を用いている。また、図中の破線は、今本による関数を示している。この図より、フルード数 $Fr=1.60$ 、相対粗度 $D/H=0.327$ の結果に対しては、今本の関数表示には合うようであるが、それ以上のフルード数においては、かなり明瞭にはずれてくるようであり、また、乱れ強さは、底面近傍から水面近くまであまり大きく変化しないような傾向が認められる。³⁾

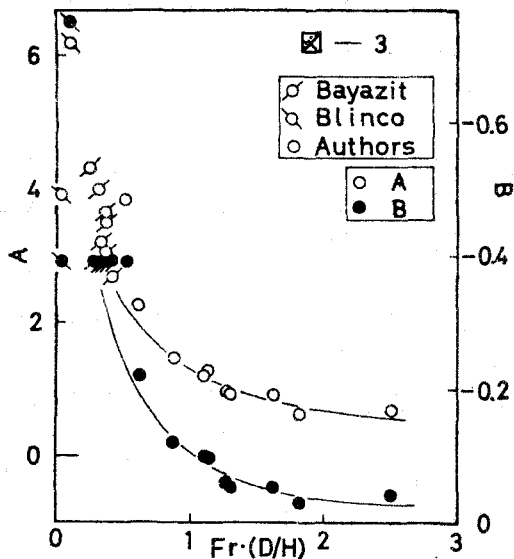
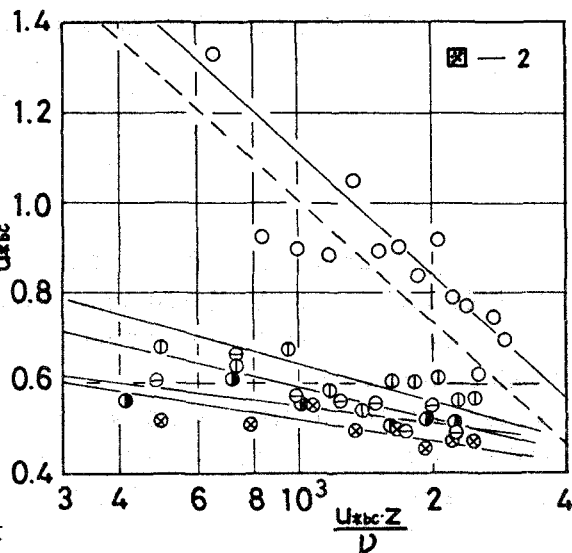
つぎに、Bayazitの結果と比較してみる。Bayazitは、長さ9 m、幅25 cmの水路に、直径2.3 cmの半球を最¹⁰⁾



密に数々並べた実験において、Blinco⁶⁾らの結果を参考にして、乱れ強さを、

$$U'/U_{*c} = A + B \ln U_{*c} z / \nu \quad \cdots (1)$$

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 $H/(D/2)$ との関係を探り、相対水深の減少に伴ってAの値も減少するであろう結果を示している。Bayazitの整理の仕方にしたがって、本実験における U'/U_{*c} と $U_{*c} z / \nu$ との関係の一例を示すと、図-2のようになる。ただし、図中の破線は、Blinco⁶⁾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、各実験条件ごとに実験値は、ほぼ各々の直線上に分布しており、乱れ強さは、式(1)で表示され得るようである。一方、Bayazitは、常数Bは一定の値(= -0.39)をとり、Aのみが相対粗度の関数であるとしているが、図-2においては、A、Bの両者が各実験条件ごとに変化し、|B|はフルード数の増加と共に小さくなる傾向が認められる。すなわち、本報で取り扱うような流れにおいては、AおよびBは、相対粗度だけでなく、フルード数にも依存するところが予想される。そこで、図-2より求めたA、Bの値と、フルード数と相対粗度の積との関係を示すと、図-3のようになる。これより、 $Fr \cdot (D/H)$ が1.4では、|B|はほぼ一定で零に近い値に漸近し、乱れ強さが鉛直(z)方向にほぼ一様になることを示している。一方、 $Fr \cdot (D/H) < 0.5$ に対しては、Blinco⁶⁾らとBayazitの結果が示されているが、明確にするためには、さらに十分な検討が必要であろう。



最後に、測定、計算に尽力いただいた本学学生、昆野茂樹、佐藤正敏、堀内孝吾君に、深く感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 今本博健・浅野賢夫：開水路流れにおける乱れの普遍的特性について，第19回水理講演会論文集，土木学会水理委員会，1975。
- 2) 中川博次・柳津久・上田寛：粗・滑面上の開水路流れ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) 高橋通夫・木村喜代治：粗粒子粗度をもつ思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。
- 5) 木村喜代治：長方形水路における流れの諸特性に関する研究，学位論文，1975。
- 6) 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。