

日本大学工学部

正員 高橋 進夫
正員 木村 喜代治

はしがき : 著者は、山地河川の流れを粗粒子粗度をもつ急勾配流れとして特徴づけ、この流れに対する基礎的な水理特性をいくつか調べてきたが、本報は、前報に引き続きこのような流れにおける二、三の乱れの特性を実験的に明らかにしようとするものである。

開水路流れにおける乱れ特性についてはすでに多くの研究がなされてきているが、著者らが取り扱うような流れに対してはそれ程多くの研究は見受けられないようである。本報では、乱れの諸特性のうちの乱れ強さの主流方向および底面に垂直方向の二方向成分、主流方向のエネルギー逸散率およびレイノルズ応力に関して、すでにかなりの成果が示されている通常の開水路流れにおけるこれらの乱れ特性との比較検討を試み、山地河川の乱れ特性を見出そうとするものである。

表-1 水理条件

Case	Sin θ	Q (l/s)	H (cm)	U (cm/s)	U_{xbc} (cm/s)	D/H	Fr	Re $\times 10^4$
B-1	0.0349	5.38	3.46	103.7	11.5	0.203	1.78	3.66
B-2	0.0698	5.40	2.83	127.2	14.8	0.248	2.42	3.65
B-3	0.105	5.40	2.51	143.4	17.2	0.280	2.89	3.68
B-4	0.139	5.40	2.32	155.2	19.1	0.303	3.26	3.91
R-1	0.139	2.71	1.57	115.1	15.9	0.447	2.93	1.84
R-2	0.139	4.10	1.98	138.1	17.7	0.355	3.13	2.69
F-1	0.0349	2.37	2.13	74.2	9.22	0.330	1.62	1.53
F-2	0.0698	3.30	2.13	103.3	13.0	0.330	2.26	2.14
F-3	0.105	4.20	2.18	128.4	16.1	0.322	2.78	2.71
F-4	0.139	4.89	2.19	148.9	18.6	0.321	3.22	3.15

D=0.70 cm b=15.0 cm

実験方法 : 実験は、底面に直径 $D=0.70$ cm のガラス球粗度をもつ長さ 6.5 m、幅 15 cm の水路を用い、水路断面中央部において定温度型熱線流速計にセンサーとして円錐形およびX形プローブにより変動速度を測定した。解析は、データレコーダに記録させた出力電圧を波形解析器で処理したものを用いて行なった。なお、変動速度は 1 ms の周期で 20000 個サンプリングしたものの3回の平均値より求めた。

実験結果および考察 : 実験は、乱れ特性量に対する相対粗度 D/H 、フルード数 Fr 、およびレイノルズ数 Re の影響をみるために、それぞれ、 Re 、 Fr 、および D/H をほぼ一定に保った Case B、Case R、および Case F について行ない、その水理条件は表-1に示されている。

各ケースにおける二方向の相対乱れ強さ U'/U_{xbc} 、 V'/U_{xbc} と相対水深 z/H との関係が図-1に示されている。そこで、 U' 、 V' はそれぞれ乱れ強さの主流および底面に垂直な方向の成分であり、 U_{xbc} 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る。また、図中には中川・柳津の示した関数形が破線で示され

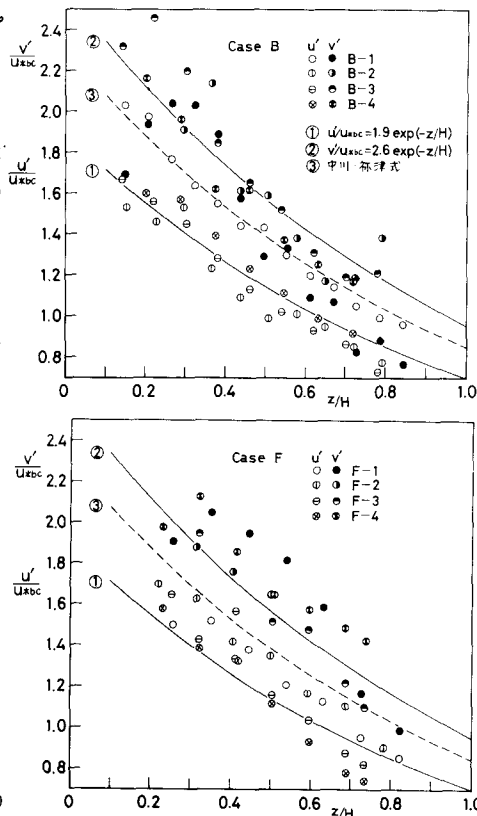


図-1 相対乱れ強さ

ている。これらの図より、いずれのケースにおいても D/H , Fr , および Re の明確な影響はほとんど認められず、 U/U_{*bc} , V/U_{*bc} いずれに対しても z/H の増加に伴う減少傾向は中川・萩津の示した関数形の傾向に従うように思われる。しかしながら、乱れ強さの各成分の大きさは通常の流れに対して示されている $u' > v'$ ではなく、 v' 成分の増大、 u' 成分の減少により $u' < v'$ の傾向が認められ、粗粒子粗度上の急勾配流れの特性が表われているように思われる。この U/U_{*bc} , V/U_{*bc} と z/H との関係は、ばらつきはあるが、本実験に対してはほぼ、

$$\frac{U'}{U_{*bc}} = 1.9 \exp\left(-\frac{z}{H}\right) \quad \text{①}$$

$$\frac{V'}{U_{*bc}} = 2.6 \exp\left(-\frac{z}{H}\right) \quad \text{②}$$

で近似されるようであり、この結果、二方向の乱れ強さの比率は、 $V'/U' \approx 1.4$ となり、中川・萩津の結果 $V'/U' = 0.55$ と傾向を異にしているようである。

なお、乱れ強さの側壁に直角方向成分 w' については現在検討中である。

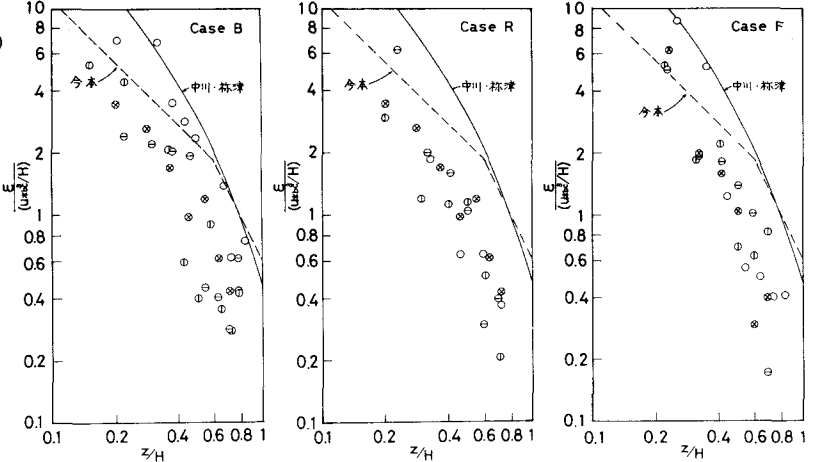


図-2 エネルギー逸散率

つぎに、主流方向の一次元エネルギースペクトルの慣性領域に $-5/3$ 則則を適用し、スペクトル定数を 0.47 とし、算定されたエネルギー逸散率 $\varepsilon/(U_{*bc}^3/H)$ と相対水深との関係が各ケースに対して図-2 に示されている。図中には比較のために、中川・萩津、今本の関数形が示されている。エネルギー逸散率においても各ケース共、 D/H , Fr , Re による系統的な変化は認められず、中川・萩津の関数形の傾向に従うようである。

さらに、各ケースに対するレイノルズ応力 $-u'v'$ の実測値が図-3 に示されている。

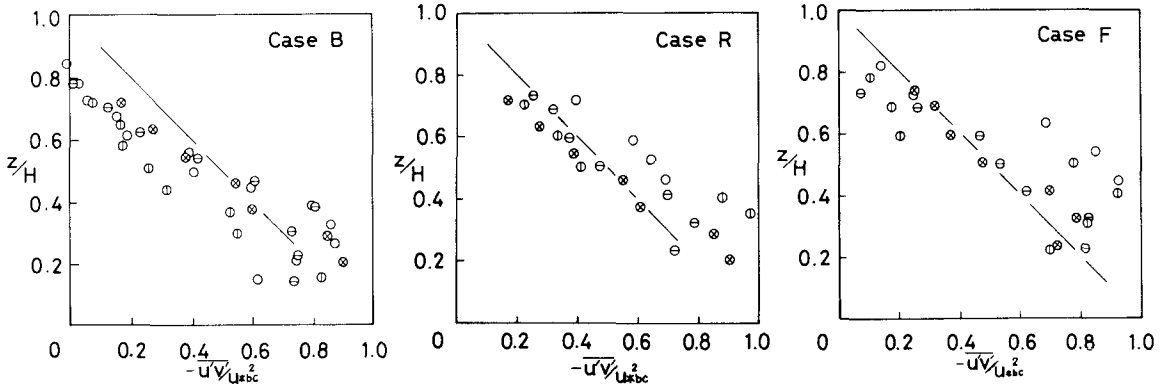


図 3 レイノルズ応力分布

謝意： 本報の測定、計算に基いた本学大学院及川孝一郎、大江幹夫および研究生本多保夫各君に対し感謝の意を表します。

- 参考文献
- 1) 高橋通夫・木村喜代治：粗粒子境界面上の急勾配流れにおける乱れ特性に関する基礎実験，第32回土木学会年次講演会概要集，1977.
 - 2) 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.
 - 3) 萩津家久：開水路流れの乱流構造に関する基礎的研究，学位論文，1977.7.
 - 4) 幸達隆治・今本博健・浅野富夫：開水路流れの抵抗特性および乱れ特性に関する実験的研究，第32回土木学会年次講演会概要集，1977.