

岐阜大学 工学部 正員 河村三郎
 岐阜大学 工学部 正員 O久保田穂
 岐阜大学 工学部 正員 西村修一

はじめに

河床波上における乱れ特性量の変化は、*Sheen*をはじめ、*Khanna*, *Rifai-Smith*, 今本一上野らによって行われており、ある程度、河床波上の乱れ特性が明らかにされている。今回、われわれは、二種類の河床波模型を製作し、種々の水量によってどのように乱れ特性が変化するかを実験によって調べたのでここに報告する。

2. 実験方法

実験は幅40cm、長さ15.5mの循環式水路を使用して行なった。実験に使用する河床波形の選定については、*ripple*よりも*dune*のほうがより多く流れとの相互作用があると考え*dune*形状を選ぶこととし、波長と波高との比は*Neill*¹⁾の奥河川での実測結果より0.1とし、図1に示してある波長45cmと15cm、波高4.5cmと1.5cmの模型寸法にしたがってモルタルで入念に作製し、グラインダーで滑らかにした模型をそれぞれ水路床に敷きつめた。測定場所は河床波の峰と谷の部分、および谷から峰までの中間の3ヶ所で行なった。*Hot-film*流速計のプロローブは水の汚れに敏感であるため、実験中は1測点を測定するたびにプロローブ表面を綿でぬぐい、汚れによる出力電圧低下をひき起こさないようにした。熱線流速計への温度変化を最小にするため、実験前数十時間所定の流速で水を循環させ、流水温度が一定になっていることを確かめ、また実験中は常に流水温度に注意し、温度変化を±0.5℃の変動内に保った。熱線流速計からの出力電圧はデータレコーダに入力し、同時にリニアコーダーでモニターして、不自然な出力の場合には、測定を再度行なった。データレコーダに記録されたデータは、時間軸を伸ばしてA-D変換器にかけ、データサンプリング間隔 $\Delta t = 0.06984$ 秒データ個数1100~1500で紙テープにさん孔した。

3. 実験結果

それぞれの実験の水理条件は表1に示してある通りであり、摩擦速度 u_{*} は*Brooks*の方法によって側壁の効果を補正した。それぞれの実験について、各側線の平均流速と水深との関係を調べたが、 u_{*}/D の値の小さいRUN 9は良く対数則にしたがっているが、 u_{*}/D の値の大きいRUN 6, 7は水面近傍のみしか対数則にははたがっていない。図2はRUN 6における乱流強度と測定位置

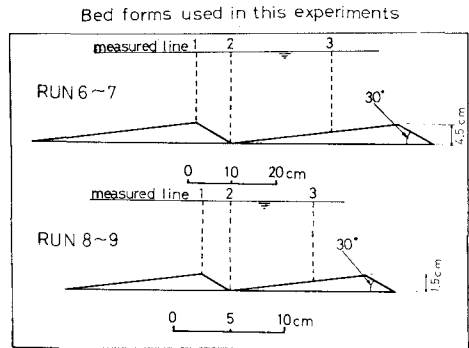


Fig 1

Table 1 Hydraulics condition

	mean velocity $\bar{V}$ (cm/sec)	mean depth H (cm)	shear velocity u_{*} (cm/sec)	Reynolds number $Re \times 10^4$	Froude number Fr	$\bar{V}/u_{*}$	temperature t (°C)
RUN. 6	36.29	15.38	6.812	4.9	0.296	5.327	14.5
RUN. 7	45.55	11.80	8.966	4.1	0.424	5.080	11.0
RUN. 8	47.51	12.80	5.511	4.7	0.424	8.637	11.0
RUN. 9	35.96	15.30	4.181	4.1	0.294	8.588	9.0

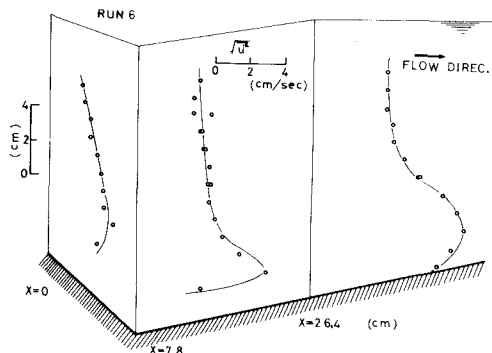


Fig 2

の図であり、RUN 8の測定結果もRUN 6と類似しており、従来報告されている河床波上の乱流測定の結果と同じような傾向を示している。図示していないが、RUN 7, 9の乱流強度の分布は測線1, 2では図2と同じような傾向であるが、測線3では両方ともほとんど測線1の乱流強度と同じくらいの大きさにまで減衰していることがわかった。すれの個数を50とし、自己相関係数 $RE(\tau)$ を求め、

$$RE(\tau) = e^{-\frac{\tau}{TE}} \quad (1)$$

より渦の寿命時間 TE を求め、Taylorの凍結乱流の仮定を用いて渦のマクロスケール L を求めた。図3, 4はこのようにして求めたRUN 6, 8の相対水深 y/b と相対渦のマクロスケール L/b の図である。それぞれの図は、大きくばらついているが、一般的傾向としては、図示していないがRUN 7, 8の結果も考慮して、河床波の形状が同じならば、 L/b の分布は水量の変化にほとんど影響されていまいようであり、相対水深 $y/b = 0.5$ の近傍で L/b は最大値をとっており、また各測線ごとの分布は乱流強度の場合ほど明確でなく、むしろ、マクロスケール L は河床波の波高 h に大きく影響を受けているようである。これらの実験およびRifai-Smithの実験結果より、 L/b 分布の最大値 $(L/b)_{max}$ と河床波の波高 h との関係は図5のようである。また、変動流速のとりがり度、ひずみ度をそれぞれ求めた。図6はRUN 8のとりがり度の分布である。このとりがり度は乱れのintermittency factorに対する近似的表現であると考えることができ。図6より、とりがり度は従来報告されているように水面近傍で3.0より大きい値をとり、河床近傍で2.5前後の値をとり、以後河床に近づくにしたがってやや値が増加する傾向がみられる。この傾向は最近のAntonia²⁾の報告の傾向と同じようである。

4. 考察

乱流強度は河床波の谷の近くで最大の強さになり、それ以後の減衰のしかたは、それぞれの流れによって変化するようである。渦のマクロスケールは河床波上の位置や水量よりもむしろ、波高 h に大きく影響されており、波高 h が大きくなるにしたがってマクロスケールの値は小さくなる傾向を持っている。ひずみ度と、とりがり度の測定結果より、乱流流速の分布は、一般に、河床近傍で正規分布にしたがい、それ以外では正規分布のピークよりも大きなピークをもち、負の側に長いすそをもった分布をしている。なおとりがり度は河床近傍で2.5前後の値をとり、以後河床に近づくにしたがってやや増加する傾向がみられる。

5. 参考文献 1) C.R. Neill, "Bed Forms in the Lower Red Deer River, Alberta," *Journal of Hydrology*, Vol. 7, 1969 2) R.A. Antonia, "Some Small Scale Properties of Boundary Layer Turbulence," *the Physics of Fluids*, Vol. 16, '73

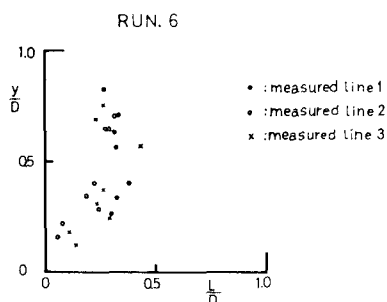


Fig 3

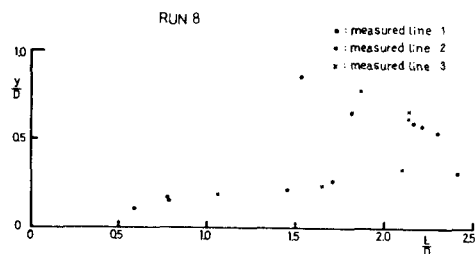


Fig 4

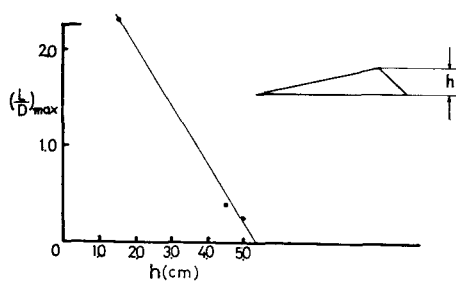


Fig 5

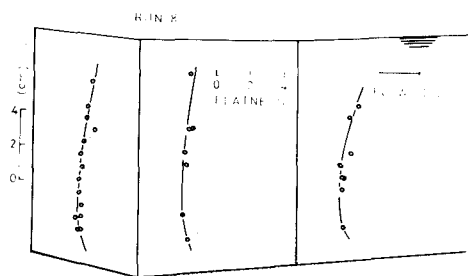


Fig 6