

佐賀大学 正員 渡辺 訓用
九州大学 学生員 〇原口 裕司
九州大学 学生員 古星 慶一

1. まえがき

最近、移動床に発生する河床波が掃流砂、浮流砂等に与える影響を及ぼすことが指摘されているが、とくに浮遊機構を解明する上では河床波上における流れや乱れの構造を明確にする必要がある。Kennedyはほくりを伴わない sine wave 上の流れ、乱れを測定し普通の粗面流とは異なる性質を見出しているが、この研究では dune をモデル化した三角形粗度を用いた。平均流速分布及び乱れ強度、レイノルズ応力等の乱れの特性を二成分ホットフィルムにより測定し、それらの1波長間の変化について検討したものである。

2. 実験概要

本実験に用いた水路は長さ8m、幅60cmの片面アクリライト製矩形水路で水路底に dune のモデルとして波長 $\lambda = 20\text{cm}$ 波高 $\Delta = 1\text{cm}$ (波形勾配 $\Delta/\lambda = 1/20$) の木製三角形粗度を敷きつけたものである。二成分ホットフィルム (DISA 社) による速度変動の測定は図1に示した②～⑭の7断面において行なった。水理条件は表1のようである。

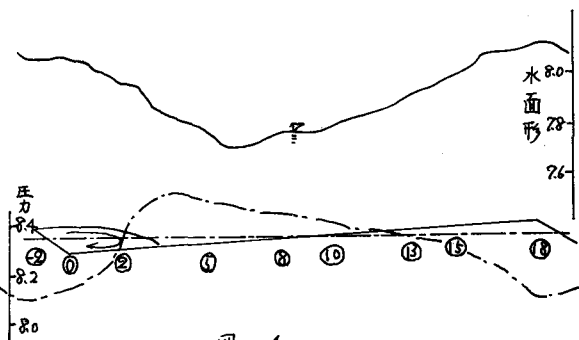


図-1

3. データ処理

ホットフィルム流速計によって検出された電圧変動をアナログテーブに収録しこれをAD変換によって数値化し電子計算機によって各諸量を算出した。計算した乱れの諸量は①平均流速②乱れ強度③レイノルズ応力④エネルギー散数量⑤平均スケール⑥スペクトル密度⑦相関係数などである。

水深 h (cm)	流量 Q (l/s)	平均流速 U (cm/s)	摩擦速度 u_* (cm/s)	勾配 I	粘性係数 ν (cm ² /s)
5.62	12.93	38.34	3.24	1/26	1.237×10^{-2}

表-1

4. 実験結果及び考察

河床波上の流れの様子は図1のようになり、実線が破線は各々1波長間の水面形と圧力分布を示している。

①平均流速 図2に平均流速の分布の様様を示す。これより断面②と⑭(山)では対数分布則よりは一様に近い分布をしており、断面⑩(谷)断面⑥では河床における逆流渦の影響により速度勾配が急変し、いわゆる減速領域が形成され、断面⑩を境界として⑤までの区間ではほぼ対数分布則 $u/u_* = 5.75 \ln y/h$ に従い断面⑭(山)までが加速領域となっている。

②レイノルズ応力 図3に示す記号 Δ ∇ $\square$ 等は Kennedy が行なった円管風洞中のはくりを伴わず sine wave 上でのレイノルズ応力の分布を示し、 $\tau_w = 0.2$ 以下のところでは顕著な減少を示している。しかし三角形粗度では $\tau_w = 0.5$ 程度の所

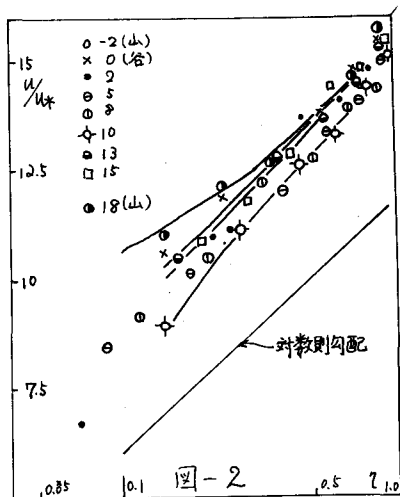


図-2

よりレイノルズ応力が減少している。これは山からのつくりに伴ない静水圧分布が成立しなくなり、局所的な加速流の存在によりとんが応力が減少しているためと思われる。

③乱れ強度 図4にはKennedy及びLaufferの測定結果も同時に示した。 U についてはKennedyの分布とはほぼ同様な傾向を示しているが、局所的にみると減速領域ではwakeにより η が小さな所で大きな値をもち、加速領域では減少していくのがわかる。 η については平均的には実線に示すLaufferの分布によく一致しており、Kennedyの値はこれより小さく疑問がある。

④粘性消散率 図5に示すように一波浪間でエネルギー消散率が変化し、いわゆる減速領域においては流れのはくりによる大きなエネルギー消散が顕著に見られる。

⑤平均スケール 図6に平均スケールの無次元量 L/λ を示す。主流域では水深の4/5とほぼ程度の $scale$ となっており、河床付近ではその値は小さい。なお一波浪間での大きな変化はみられない。

⑥スペクトル密度 断面②におけるスペクトル密度を図7に示す。図より1/3乗則、-3乗則に従う慣性領域と粘性領域が存在しており、河床に近づくにつれて high wave number 成分の占める割合が大きくなっている。

なお本研究は橋教授の指導のもとに行われた。

参考文献

1. Hsu & Kennedy:
Turbulent flow wavy
pipes (J.F.M. 1971, 47)
2. Lauffer: Investigation
of Turbulent Flow in two-Dimen-
sional Channel (NACA 1053)
3. 橋 奇彦: 土木学集報
(第40巻5号)

