

## II-49

## 河床波上の流れの特性について (Ⅲ)

佐賀大学 理工学部 正員 ○渡辺 訓南  
 “ “ 学正員 豊福 高弘

## 1. まえがき

河床波上の流れは、その crest からの流れがはく離して直下流に逆流渦を形成することが大きな特徴であり、底面近傍の流れは強い shear によって生じた乱れが支配的な wake type flow となっている<sup>(1),2)</sup>。一方、Kennedy らは<sup>3)</sup>正弦波形の管路流について、はく離を生じない条件で詳細な実験を行なっている。本文は、dune をモデル化した三角形粗度を用いて実験を行ない、Kennedy らの実験結果と比較することによって、はく離を伴う流れの特性について考察を加えたものである。

## 2. 実験の概要

水路長 6 m、幅 30 cm の開水路に、波長  $L=20$  cm、波高  $H=1$  cm の dune をモデル化した非対称の三角形粗度を敷きつめ、一波長間の水面形、静圧分布、総圧分布、底面圧力、背面にそって速度分布及び流れ方向の乱れ強度などを測定した。

Table-1. 水理条件

|       | $U_{cm}/s$ | $h_{cm}$ | $u_{*cm}$ | $F_r$ |
|-------|------------|----------|-----------|-------|
| Run.1 | 21.5       | 4.80     | 2.18      | 0.31  |
| Run.2 | 28.4       | 5.03     | 3.01      | 0.41  |

## 3. 実験結果及び考察

3-1. 水面形状と底面圧力：Fig-1 は路床を基準として、水面形状と底面の piezo-head の分布を示したものである。(図中の番号は鉛直流速分布測定断面である。) 水面形はほぼ逆U字相であるが、粗度の非対称のため水面形も非対称形となる。底面圧力は crest 近くでは上向き、再付着点付近では下向きの遠心力の作用でそれと圧力降下と圧力上昇を生じて非対称性が助長され、粗度には大きな圧力抵抗が働くことになる。

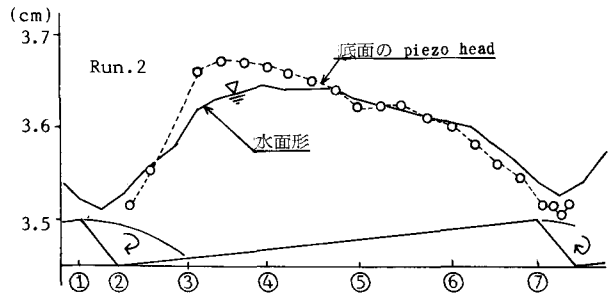


Fig-1. 水面形と底面の piezo head

## 3-2. 総圧分布と静圧分布：

Fig-2 (a), (b) はそれぞれ、総圧分布 ( $H_t$ ) 及び静圧分布 ( $H_p$ ) の一波長間の変化を示したもので、いずれも上流 crest における値を基準とし、 $U^2/2g$  で無次元化されている。総圧は流れの大部分において断面変化の影響が顕著でなく、流れ方向にほぼ一定である。このことはエネルギーの大部分が底面近傍の逆流渦の領域で逸散されることを示している。実際 Fig-3 で明らかにかなように、エネルギー逸散率

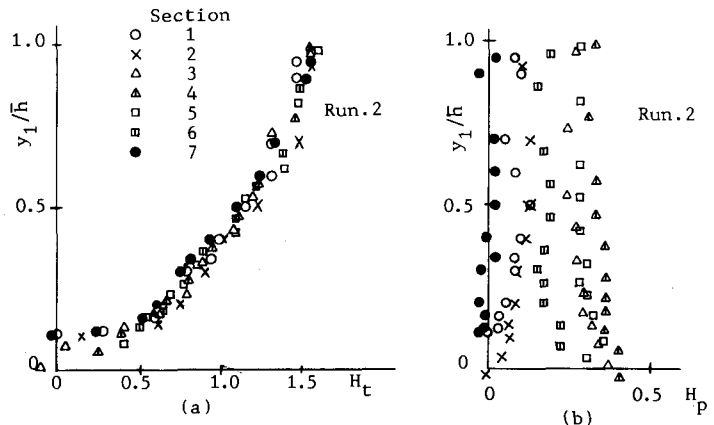


Fig-2.

総圧分布と静圧分布

は主流部で流れ方向にほぼ一定で、 $y/h=0.3$ 以下の逆流渦近傍で極めて大きな値を持っている。一方、静圧はcrestから断面④付近まで増加し、そこから下流crestにかけて再び圧力を減じている。従って、断面④を境としてそれぞれ減速領域と加速領域を形成する。又、流れの主流部においては静圧は一様分布であり、流線の曲りの影響を受けて圧力降下、圧力上昇を生じている領域は河床より $y/h=0.3\sim 0.4$ の底面近傍に限られている。はく離を伴わない正弦波上の流れの場合には断面変化の影響は流れ全体に及んでおり、この差異は次に示すように流速分布の形状にも現れてくる。

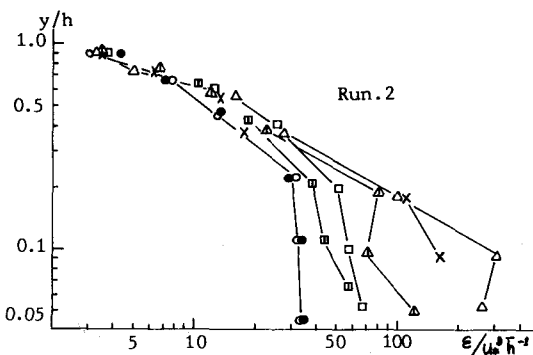


Fig-3. エネルギー逸散率

3-3. 流速分布: Fig-4 は一波長間の流速分布の変化を指数形  $u/u_s = (y/h)^n$  で表わしたものである。ここに、 $u_s$ : 表面流速、 $y$ : 波面からの高さ、 $h$ : 局所水深である。正弦波の場合にはtroughの断面においても流れの90%程度指数則が成立しているが、はく離を伴う場合は高々70%程度までであって、底面近傍でははく離渦のため著しい流速の変化がみられる。一方、主流部においては正弦波上の流れに対して速度勾配の変化が比較的緩慢である。Fig-5 は一波長間の $n$ の変化をKennedyの実験値と比較したものである。流れの加速減速に伴って、 $n$ の値はcrestから断面④にかけて減少し、下流crestにかけて徐々に回復していく。図中 $\Delta$ 、 $\blacktriangle$ 印はKennedyの実験値であって、本実験に比して極めて変化が大きく、特にcrestではかなりflatな流速分布となっている。このように、はく離渦を伴わない正弦波上では流れの全領域で断面変化の影響を受けて速度勾配が大きく変化するのに対して、三角形粗度のようにはく離渦を伴う流れの場合は、断面変化の流速分布に及ぼす影響は粗度の後流領域で顕著に現れ、主流部の流れに対してはさほど影響を与えない。

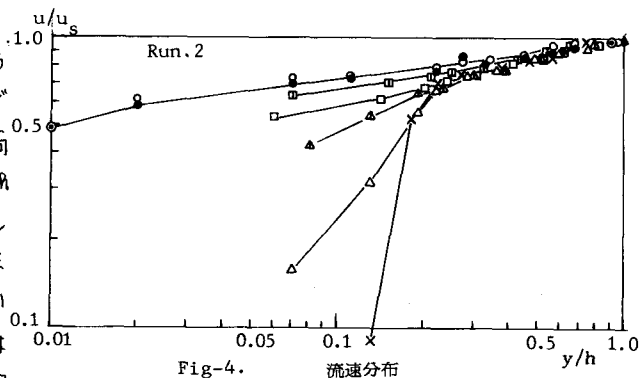


Fig-4. 流速分布

4. おわりに

はく離渦を伴う波状路床上の流れにおいては、断面変化が主流部に及ぼす影響は小さく、それは底面近傍の粗度後流域において顕著に現れる。このことがはく離渦を伴わない正弦波上の流れとは基本的に異なる特性である。

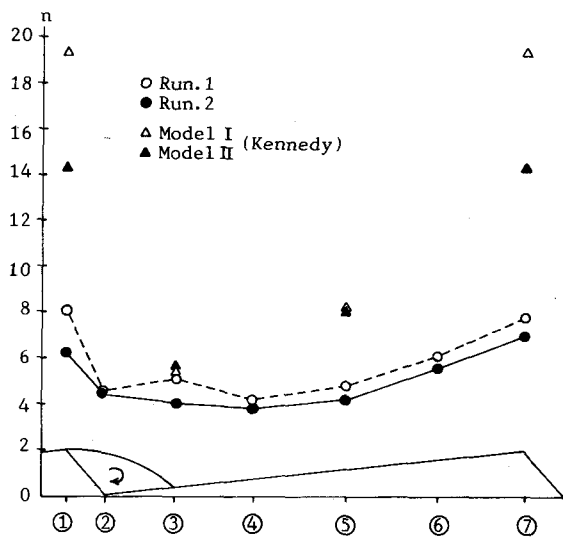


Fig-5. 指数則における  $n$  の変化

#### 参考文献

- 1,2) 渡辺・荒木: 西部支部. 1979, 1980
- 3) S.T. Hus and J.F. Kennedy: J.F.M, Vol. 47, 1971