

波状路床上の流れにおける乱れ特性について

京都大学防災研究所 正員 今本 博 健
 京都大学防災研究所 正員 O上 野 鉄男

1. はじめに 移動床水路における路床変動の発生機構あるいは路床形状の特性と流れに含まれる乱れ特性との関係については不明の点が多い。本研究は、路床形状と乱れ特性との関係を解明するための第一段階として、三角形の固定路床上の流れを対象とし、平坦路床上の流れとの比較により、その乱れ特性を実験的に検討したものである。

2. 実験装置および方法 実験装置の概略は図-1に示されるように、実験水路は長さ13m、幅40cmの直線水路であって、波状路床とするため従来の dune形状の観測結果を参考として、波長20cm、波高1cmの三角形の鉄板が路床に敷きつめられている。流速の計測にはくさび型プローブのホットフィルム流速計を用い、波状路床については流れ方向に路床の1波長にわたるいくつかの断面、平坦路床については1断面を対象とした適当数の計測点について平均および乱れ速度の計測を行なった。本実験の波状および平坦路床のそれぞれにおける水理条件は表-1に示される通りである。

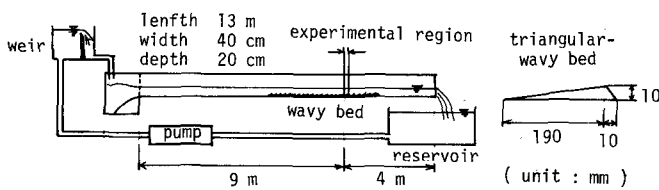


図-1 実験装置概略図

表-1 水理条件

種類	水深 $H(\text{cm})$	平均速度 $U_m(\text{cm/sec})$	摩擦速度 $U_\tau(\text{cm/sec})$	$Re = \frac{U_m H}{\nu}$	$F_r = \frac{U_m}{\sqrt{gH}}$
波状路床	4.0*	20.8*	1.62	6.14×10^3	0.332
平坦路床	4.0	24.9	1.17	7.35×10^3	0.398

* 平均路床高地点($x=10\text{cm}$)における値を示す。

3. 実験結果および検討 波状路床上の流れの平均および乱れ速度の計測結果を図-2に示す。図-2に見られるように、平均速度は路床峰点($x=0\text{cm}$)より下流に向かって一たん減少したのち再び増加しており、流水断面積の変化に比較的よく対応しているが、路床近傍における乱れ速度は峰点を過ぎると急激に増加し、いわゆる reattachment point 近傍において最大となるなど Raudkivi¹⁾による計測結果と類似しており、自由表面近傍の比較的变化の少ない領域と対照的である。平均速度分布への対数則の適用性については、図-3に見られるように、路床から離れた領域($z \geq 1.5\text{cm}$)における平均速度分布は対数則によって近似され、この領域の対数則表示に用いられる摩擦速度は流下距離に関係せず一定とした取扱いが可能と考えられる。また、流れ方向の乱れの強さ w は、Reynolds 数の十分大きな2次元開水路流れの場合、摩擦速度 U_τ および局所平均速度 U によって基準化され、 $w/U_\tau (U/U_\tau)^{1/3}$ が相対水

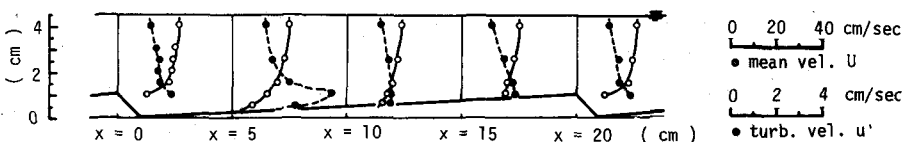


図-2 波状路床上の流れにおける平均および乱れ速度

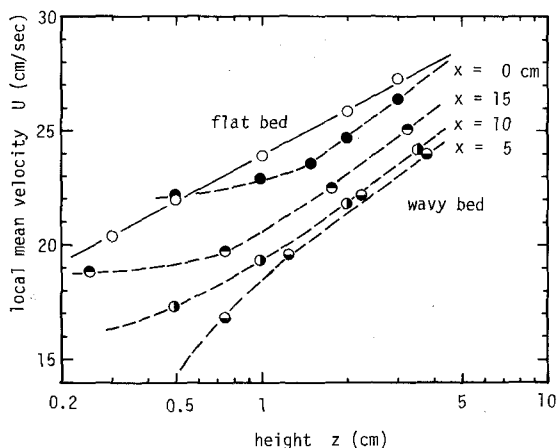


図-3 平均速度分布

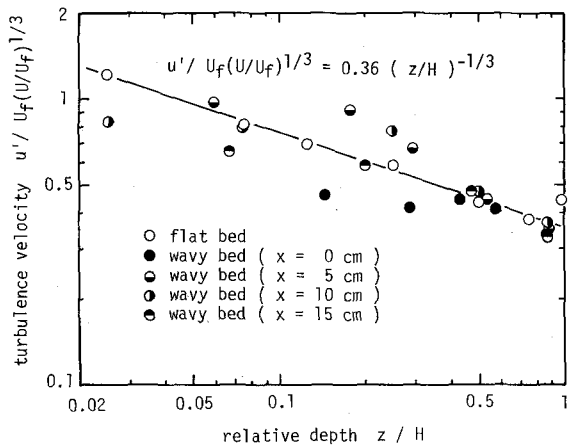


図-4 乱れ速度と相対水深の関係

深 z/H のみの普遍関数として表示されるが²⁾、波状および平坦路床上の流れについての計測結果は、図4に見られるように、かなりバラツキはあるが、自由表面近傍 ($z/H \approx 0.5$) の領域ではこの関係が満足されることがわかる。

以上より明らかなように、波状路床上の流れの平均および乱れ速度の特性は、路床近傍を除くと平坦路床の場合と比較して顕著な差異は認められない。これに対し、路床近傍の流れには波状路床としての特性が顕著に現われ、平坦路床の場合とはかなり異なった取扱いが必要と考えられるが、乱れのスペクトル構造については、図5

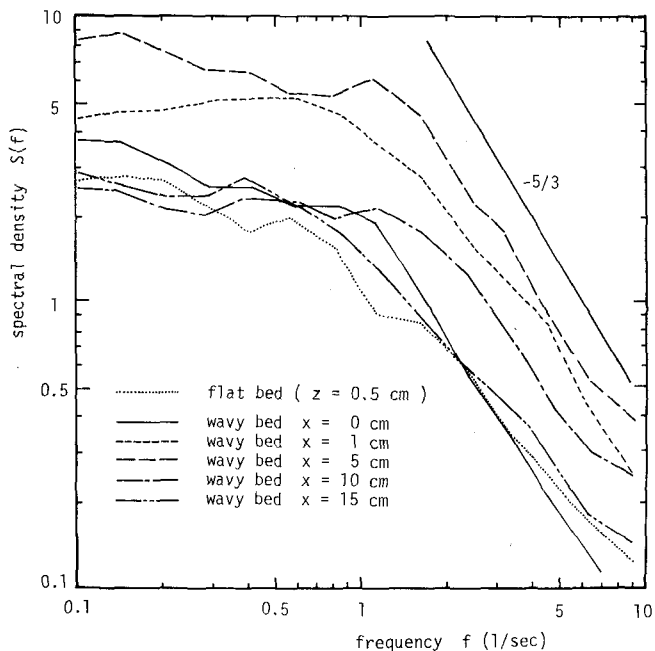


図-5 乱れのエネルギー・スペクトル

に示されるように、乱れエネルギーの大きさは距離とともに変化しても、 $-5/3$ 乗則で表わされる慣性領域の存在ならびに低周波数領域の特性のいずれも顕著な差異は認められず、本実験に関するかぎり、路床形状が乱れ構造を支配する主要な要素とは考えられない。本実験は実験ケースも少なく普遍的な結論を導くには至らなかったが、さらに多くの水理条件のもとでの実験を重ね、移動床の水理現象における乱れの役割についての検討を行う予定である。

参考文献 1) Raudkivi, A.J., J. Fluid Mech. (1966), Vol. 26, part 3, pp. 507 - 514.

2) 今本博健, 土木学会論文報告集 (1972.1), No. 197, pp. 83 - 91.