

三菱重工 ○正会員 長谷川 順行
 東北大学工学部 正会員 岩崎 敏夫
 東北大学大学院 学生員 金山 進

1.はじめに 著者らは、移動床土上の乱れ計測をHot-film流速計を用いておこない、移動床土上の流れの流水特性の把握に努めてきた。砂の移動を伴なう移動床土上の流れでは、流水の影響を受け河床波が生じるが、この河床波のうち、特に小規模河床形態で発生する砂連は、発生の偶然性、発達時間依存性及び形状の三次元性などの不安定要因を持つ。このため河床波形状に対応した流れを計測する際、これらの要因が障害となり、河床波発生に伴う流水特性の変化の把握が困難になっていた。河床波土上の乱れ特性を計測するには、河床波の模型を作る方法や発生した河床波をセメントなどで固定する方法などがあるが、これらはいずれも砂の移動の伴わない状態で行われたものである。しかし河床波土上の流水特性と実際の砂の動きを関係づけるためには、移動床でこれらの計測を行なう必要があると考えられる。今回、砂連の発生初期に見られる二次元的な河床波を対象に選び、この河床波の特性及び乱れ強さの計測を行ない、砂の動きについて検討したのでここに報告する。

2.実験方法及び実験条件 使用水路(Fig.1)及び移動床として用いた砂は前報⁽¹⁾と同じものである。本水路の特殊は上流部に設けられた幅の変化する導水路にあり、これが流入水の乱れや水面変動を抑えることを前報で報告した。この様な状態で、河床面に水路横断方向のキズを与え、これを攪乱源とした。その際、水路側壁の影響を避けるため、キズは水路の両側面に達しないようにした。実験条件としては掃流力の小さい流れを対象とした。この様な状態で実験を行なうことにより、二次元性の顕著な河床波が形成されることが本実験で検証された。計測は、キズを与えてからの経過時間毎の水量の測定と河床波の写真撮映よりなる。通水時間は5時間とした。流速変動の測定は、TSI社製のコニカルプローブ型Hot-film流速計を用いた。解析はデータ総数2000個、サンプリング間隔0.01秒、最大ラゲ数100で行なった。

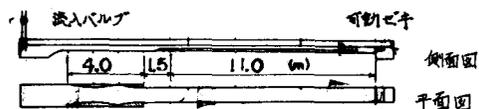


Fig.1 使用水路

3.実験結果及び考察 1) 水量の経時変化 Albertson'sの小規模河床形態の領域区分図に本実験の水力条件をプロットしたものをFig.2に示す。矢印は5時間後の変化を示す。Case Iは限界掃流力以下、Case IIは砂の移動はあるが河床波はできないとされている領域、Case IIIは砂連の発生領域をそれぞれ初期水力条件とした。Case Iは水量の変化がほとんどなかったため一点にプロットできた。Case IIでは大きな水量の変化があった。測定した水量のうち、水面勾配の経時変化をFig.3に示す。

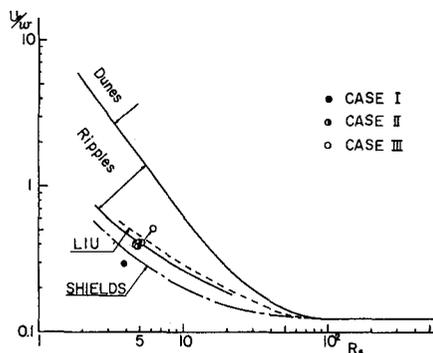


Fig.2 実験条件

2) 河床形状の経時変化 これら水面勾配の変化は河床形状の変化によると考えられる。Case Iは限界掃流力以下の流れで砂の移動が生じない領域であるが、攪乱源の影響を受け、その下流に水路幅方向に不均一な河床波が生じた。この河床波は波高が低く、形成後はほとんど変形がなかった。Case II, Case IIIにおいても初期には上述の河床波が発生したが、時間を経るうちに、この不均一性が解消され頂きのものとした二次元的な河床波となった。河床波の不均一性は、二次流による水路幅方向の流速分布の不均一性と対応しているものと考えられる。二次元的河床波は、波長と波高が増大するにつれて、その両側及び先端から局所洗掘を伴ない、うるこ状の河床波が発生した。このうるこ状河床波は、上野⁽²⁾が指通するように斜

めらせん流を伴ない、これにより土砂が急激にまき上げられるという現象が確認された。またうすこ状河床波は急激な洗掘による波高の増大、三次元的性格、伝播速度の増大などによって特徴づけられる。この河床波の発達と、先に示した水理量の変化とを比較すると、Case IIIに見られる水面勾配の急激な増大は、うすこ状の河床波の発生と時間的に一致している。

3.) 乱れ特性の計測 うすこ状河床波は、三次元的性格が強く乱れの計測が困難である。このためうすこ状河床波の発生初期に見られる二次元河床波を対象として、乱れ計測を行なった。乱れ強さと局所平均流速と割って得られる相対乱れ強さを河床形状に

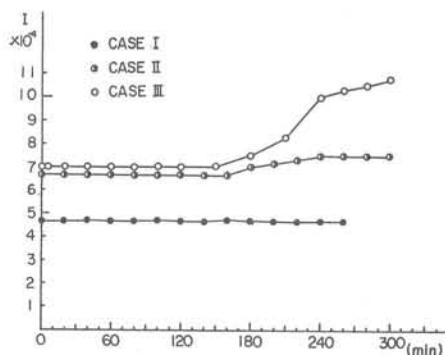
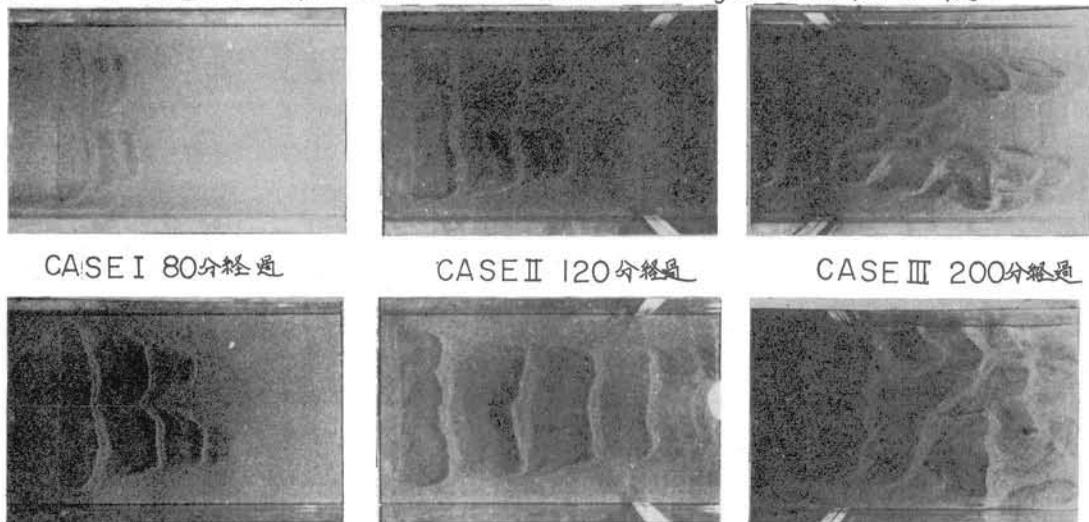


Fig.3 水面勾配の経時変化



CASE I 80分経過

CASE II 120分経過

CASE III 200分経過

CASE I 240分経過

CASE II 260分経過

CASE III 280分経過

Photo. 1 河床波形状の経時変化

対してプロットしたものをFig.4に示した。図中の河床波形状は水深方向の長さのスケールを流下方向の2倍にとっている。河床波背面では、平坦河床と同様な特性を示しているが、谷部では相対乱れ強さの増加が見られる。目視観察によると、この部分に砂粒子の強い動機が生じていることが確認できる。この点は河床波後流の再付着点に対応しており、乱れ強さの増加と砂の移動には関係があるものと考えられる。

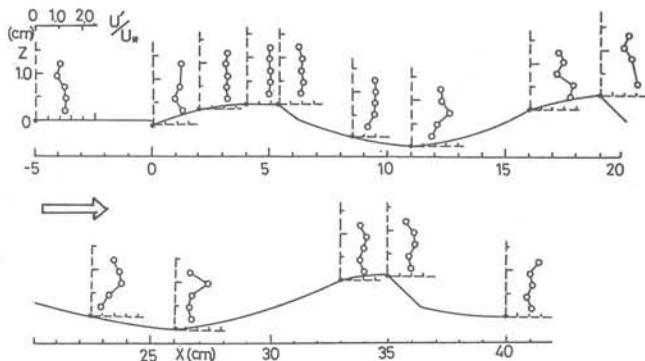


Fig. 4 相対乱れ強さの空間分布

4. おわりに 河床形状の変化により、初期水理量が変化することがわかった。またその変化の主因は、うすこ状の河床波の発生である。河床波谷部の再付着点付近に、平均流速に対して乱れ強さの大きい領域が確認された。

参考文献

- (1)岩崎, 長谷川, 松本; “移動床付着の乱れの移動について” 第36回(昭和56年)年講, pp.591~592
- (2)宇民, 上野; “河床波上の乱れの三次元構造” 第36回(昭和56年)年講, pp.589~590