

II-192 中規模河床形態の発生過程について

京都大学防災研究所 正会員 ○ 藤田 裕一郎 同 正会員 村本 嘉雄
(株)日本工営 正会員 古川 隆司

1. はしがき: 本文では、はじめに、移動床の実験結果に基づいて中規模河床形態の発生過程の特徴を指摘し、ついで砂州の形成初期における河床形態の変化の可視化を試みた半固定床実験とその結果について述べ、中規模河床形態の発生過程について考察する。

2. 中規模河床形態の発生過程: 交互砂州の発生過程は、図-1 のようであって、初期には交錯した多数の斜め縞が河床に存在するが、しばらくするとその縞模様の中から明確な段差を有する斜め筋が現われ、砂州の前縁として発達し、ついで下流に順次明瞭な砂州の前縁を発生させていく。このために初期の河床形態は不規則であり、規則性は発達に伴って生じる。つぎに、図-2 は、複列砂州の場合であって、砂州の先端付近ではどの時刻でも波立ちが観察されたが、交互砂州の場合と同様に、明確な砂州の下流に新たな前縁が次々と現われて、時間が経過とともにそれらの平面形状は規則的になる。このように、何らかの理由である砂州が発達すれば、単列、複列を問わずその下流に速かに砂州が形成されていく。したがって、中規模河床形態の発生過程を明らかにするためには、まず、初期河床を覆う斜め縞の間から砂州の前縁が現われてくる過程を把握する必要がある。以下ではこの目的で行っている実験について述べる。

3. 中規模河床形態の発生過程に関する実験: 実験は、幅40 cmの水路で表-1 の条件で行った。すなわち、交互砂州の条件下で移動床実験(RunL-1, 2)を行い交互砂州の形成を確認した後、初期過程の維持を考えて同様の初期河床を接着剤あるいはセメントで固定し、河床形態の可視化のために黒色ペイントを塗布した。その上に種々の厚さに蛍光着色砂を敷き、表-1 の流量を通水した。給砂は蛍光砂による河床の被覆状態を変化させるために適宜行った。実験の水理条件は表-2 のとおりである。

4. 河床形態の特徴: RunL-2 では、通水後速かに河床全体が斜め筋で覆われ、そのうち7分程度で砂州前縁が生じ、1hr24'には交互砂州が発達した。河床上に敷いた砂が平均1 mm以下と薄かったRunL-3 では、砂粒移動が不活発で並列螺旋流に対応する縦筋状に砂が集まり場、RunL-2 初期にみられた斜め筋は全く生じなかったが、その後の給砂によりやや厚く砂で覆われた場所には流下反砂堆が現われた。このように移動可能な砂の量によって河床形態が異なったので、RunL-4 では、2~3mmに砂を敷いて通水した。この場合は、RunL-2 と同様に開始20秒後には3流下反砂堆の波立ちが河床全面に発生し、斜め交錯縞も形成され図-3 (f) のように全体に広がった。しばらくするとそれよりも長く側壁と

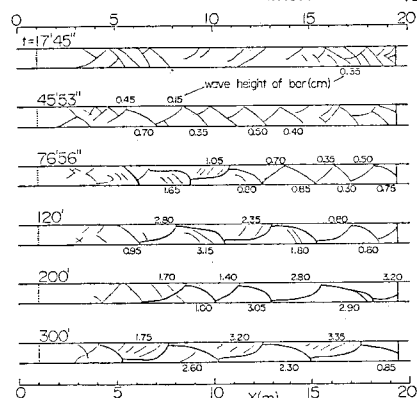


図-1 交互砂州の形成状況 (RunH-2 :
Q=4.02ℓ/S, B=50cm, I=1/200, d=1.0mm)

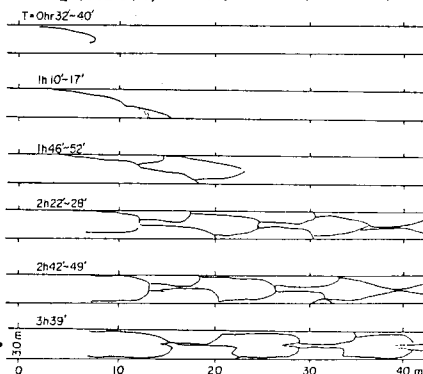


図-2 複列砂州の形成状況 (RunB-2 :
Q=30ℓ/S, B=3.0m, I=1/200, d=0.88mm)

表-1 実験の設定条件

Run No.	特徴	流量	勾配
L-1, 2	移動床	2.51/s	1/200
L-3	固定床上に種々の厚さに砂を敷く	2.51/s	1/200
L-8, 9	同上	2.01/s	1/150

(備考) いずれも B=40cm, d=0.64mm
L-3, 4では水位・流速の変動も測定

表-2 実験の水理条件

Run No.	Time	$\bar{h}$ (cm)	$\bar{U}$ (cm/s)	$\bar{T}_g \times 10^3$	$\bar{U}_*$	$\bar{F}_r$	$\bar{U}/\bar{U}_*$
L-2	0 ^h 7'00"	1.75	35.2	4.81	2.78	0.86	11.9
	1 24	1.80	33.9	5.04	2.94	0.81	11.8
L-6	2 05	1.72	36.5	4.69	2.67	0.89	14.0
L-3	0 44	1.46	34.4	5.96	2.81	0.91	12.4
	1 30	1.40	35.7	5.52	2.69	0.97	13.7

なす角度の小さい斜め筋が現われ 15分には図-3(a)のように交互砂州状に連った。その後のRunL-6~9ではRunL-4とほぼ同様の変化が観察されたが、RunL-4では15分程度で交互砂州状の前縁が明確になったが、その他の場合はそれに数10分以上を要した。

5. 初期河床形態の検討: 図-3は、に一部を示したRunL-4の河床形態の形状の時間変化によると、2分程度までに形成された多数の斜め筋のほとんどは、側壁との交角 θ が約30度で長さ λ も短いものであって、生成消滅が激しく10秒間持続しない場合も多い。しかし、3分以後は交角 θ が20度前後で λ も比較的長い持続性のある斜め筋が目立つようになる。砂州の発生にとってはこのような持続性のある筋の挙動が重要であるので、20秒以上持続した個々の筋について交角 θ と長さ λ の経時変化を図-4に示した。これより、 $\theta < 25^\circ$ のものは $\theta > 25^\circ$ のものよりも持続性が高く、また λ が伸長傾向にある場合は持続するが減少傾向になれば直ちに消滅することがわかる。したがって、この斜め筋が砂州の前縁に連なるものとするならば、 λ の伸長傾向がもたらす状況—水理条件—がある時間維持されていなければならないと推察される。 λ の伸長機構の一つとして流下反砂堆の斜め方向への伝播が考えられるが、写真の読取り結果からはその千鳥状の持続時間は短く交角も約30度であって直接的な結びつきは無いと判断した。

つぎに、図-5にはこれらの筋の高低差を河床形態のスケッチとともに示してあり、図-6にはRunL-8の河床横断形状を示している。RunL-6は、図-6のT=10'に対応した状態であって、固定床で波高は6-7mmに抑えられているが明確な砂州が生じており、前縁に沿ったやや幅の広い個々の反砂堆の端からは砂州上に斜め筋が伸びているが、もはや砂州の挙動には無関係である。一方、RunL-8では、反砂堆の全波高1-2mmに対し、砂州の前縁との高低差は1.5-2.5mmであってほとんど差がない。前縁に沿っても反砂堆の谷の黒い点が連っているの、反砂堆で前縁が形成されたかのようなのである。しかし、その側壁との交角は反砂堆のみの連なりのものよりもかなり小さく、逆に砂州のために反砂堆の伝播方向が規制されているとみなされ、8m付近の水路中央から左側壁に向かう前縁の角度程度になると反砂堆の伝播方向は追従できないようである。図-6から分るように、同方向の前縁が3、4個集まったこの時点の河床形態では横断形状はほぼ平坦であるが、これ以後固定床が露出していくにもかかわらず砂州の形成に向けて砂粒の移動が活発になる。したがって、これ以後の砂州が形成されていく過程を明確にするとともに、このような形態の現われ方に着目して研究を続ける必要がある。

6. あとがき: 中規模河床形態の発生過程について今後もさらに実験的な検討を進めていきたい。最後に、実験に協力して頂いた小池剛君、田村多佳志君、赤松英樹君に感謝致します。

(参考文献) 1)村本・藤田・小池;昭56関西支部年講。

2)村本・藤田・古川;昭58関西支部年講。

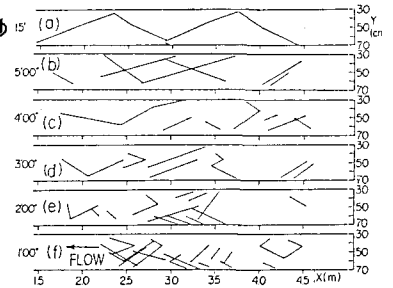


図-3 河床形態の時間的変化 (Run L-4)

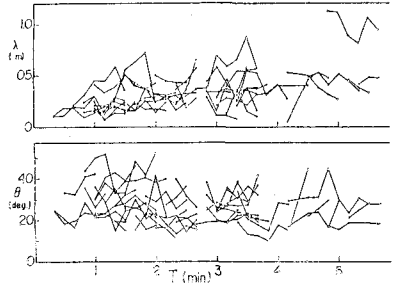


図-4 斜め筋の角度と長さの時間的変化 (Run L-4)

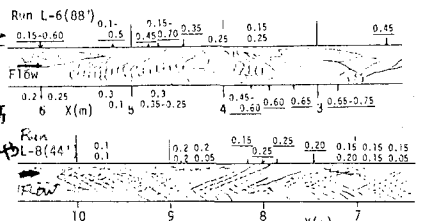


図-5 河床形態 (数字は段差(cm), 下線は前縁)

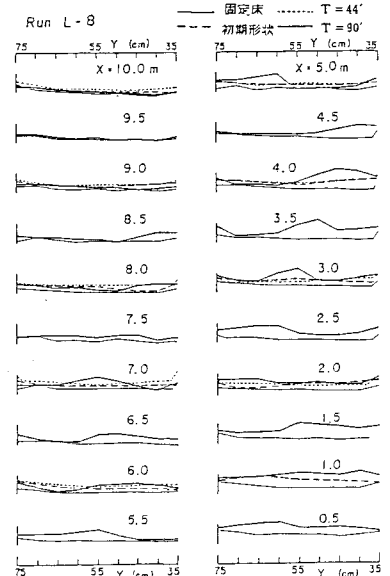


図-6 河床の横断形状