

蛇行流路における流れと河床変動

京都大学防災研究所 正員 芦田 和男

京都大学防災研究所 正員 江頭 進治

阪神高速道路公団 正員 ○足立 幸郎

1. はじめに 蛇行流路の河床変動に関する研究の多くは、平衡河床形状を対象にしている。しかし、実際には、河床の変動過程が重要となる場合が多い。本研究では、先ず変動過程の基礎的問題として平坦床から平衡河床への河床の変動過程を取り上げ、これに対する詳細な実験を行なった。それらの結果について報告する。

表-1 実験条件

2. 実験概要 実験は、中心曲線にSine-generated Curveを用いた、蛇行長 $L=120\text{cm}$ 、幅 $B=15\text{cm}$ 、最大偏角 $\theta_{\max}=20^\circ$ の蛇行流路（5波長）で行なった。

河床位の測定は3波長目において、S軸方向に 15° 、n軸方向に1cm間隔でポイントゲージを用いて行なっている。また、河床位の測定は平衡状態に至るまでに6～8回行なっている。なお、Run-1においては平坦床上、平衡河床上の主流速・2次流速をプロベラ流速計とタフト法を用いて測定している。実験条件を、表-1に示す。

3. 実験結果及びその考察 平坦床上流れは、従来の研究に示されているように自由渦型の流れを示していた。そのため、Run-1では $\Phi=150^\circ$ 、Run-2では $\Phi=120^\circ$ 、Run-3では $\Phi=90^\circ$ 付近で水衝部は発生した。そのため、変動過程の初期の段階ではまずこの部分から洗掘される。その後、時間がたつにつれ洗掘部は緩やかに上流にシフトしていき、平衡状態を形成する。平衡状態に達したときの最大洗掘部の位相は、Run-1では $\Phi=15^\circ$ 、Run-2では $\Phi=25^\circ$ 、Run-3では $\Phi=30^\circ$ 付近であった。図-1にRun-1の河床形状の時間変化を示す。

図-2は、最大洗掘部の位相・洗掘深に着目し、その時間変化を示したものである。3ケースの実験を比較すれば、流量が少ないほどシフトに要する時間は大きくなる傾向があるが、これは流量が小さいほど流砂の運動が緩慢になるためであると考えられる。また、流量が少ないほど、洗掘部の位相のシフト幅も大きくなる傾向にあることがわかる。それに加えて、洗掘深

Run No.	L(cm)	B(cm)	$\theta_{\max}$	Q(l/s)	qs(g/s)	dm(mm)	I
Run 1	120	15	20°	0.62	0.73	1.30	0.01
Run 2	120	15	20°	0.75	1.50	1.30	0.01
Run 3	120	15	20°	0.92	2.80	1.30	0.01

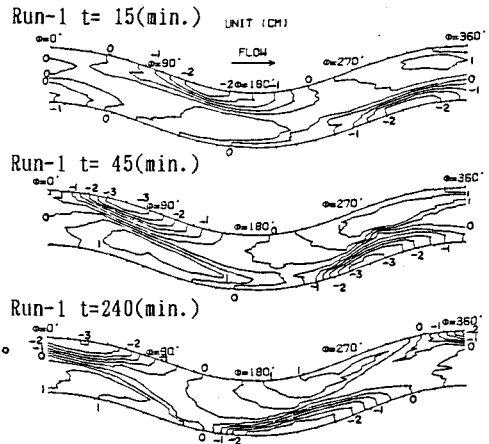


図-1 河床形状の時間変化

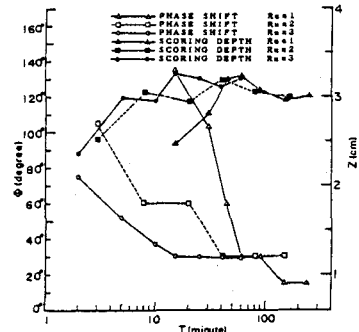


図-2 最大洗掘位相と洗掘深の時間変化

に関しては、変動過程の初期の段階から平衡時の洗掘深が発生していることがわかる。

変動過程においては、洗掘の進行によって粗度が增加することが考えられる。そこで、図-3に変動過程におけるManningの粗度係数 n_m の変化(1波長平均)を示す。Run-1においては、粗度は若干増加傾向を示すものの、Run-2, Run-3においてはほぼ様な値を示している。これは変動過程の初期の段階から洗掘が発達していたためであると考えられる。この条件のもとでは、変動過程における抵抗の変化は認められなかったが、これについてはさらに検討を要すると考えられる。

二次流速分布の測定例を図-4に示す。2次流の分布は、平坦床と平衡河床とでは2次流の発達減衰の位相や二次流の強度などにおいてかなりの変化があることがわかる。蛇行流路の二次流は平均流の n 方向成分とらせん流とからなる。円弧水路においては、らせん流の底面流速は(1)式で与えられる¹⁾。

$$v_b'' = -N \cdot \frac{h}{r} u_b \quad (1)$$

r に流路曲率を用い、図-4の実験値を(1)式に代入して N を逆算してみる。平坦床上では $N=1\sim2$ 程度の値になり、平衡河床上では $N=5\sim7$ 程度の値になる。

平衡河床上では、平坦床上よりらせん流が強なり、 N を大きく評価しなければならないことが考察される。

5. おわりに 蛇行流路における、平坦床から平衡河床への河床の変動過程に関する実験を行ない、現象の把握を行なった。今後、変動過程における粗度の変化、及び、らせん流の強度の変化などがどのように河床変動過程と関係しているのかについて研究を深め、現象を説明できるモデルづくりを進めていく必要がある。

(参考文献)

1) Engelund; Flow and bed topography in open channel, Jour. of Hy. Div. ASCE, 1975

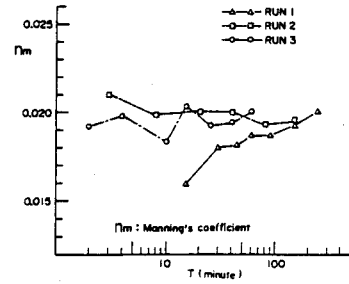


図-3 Manningの粗度係数の時間変化

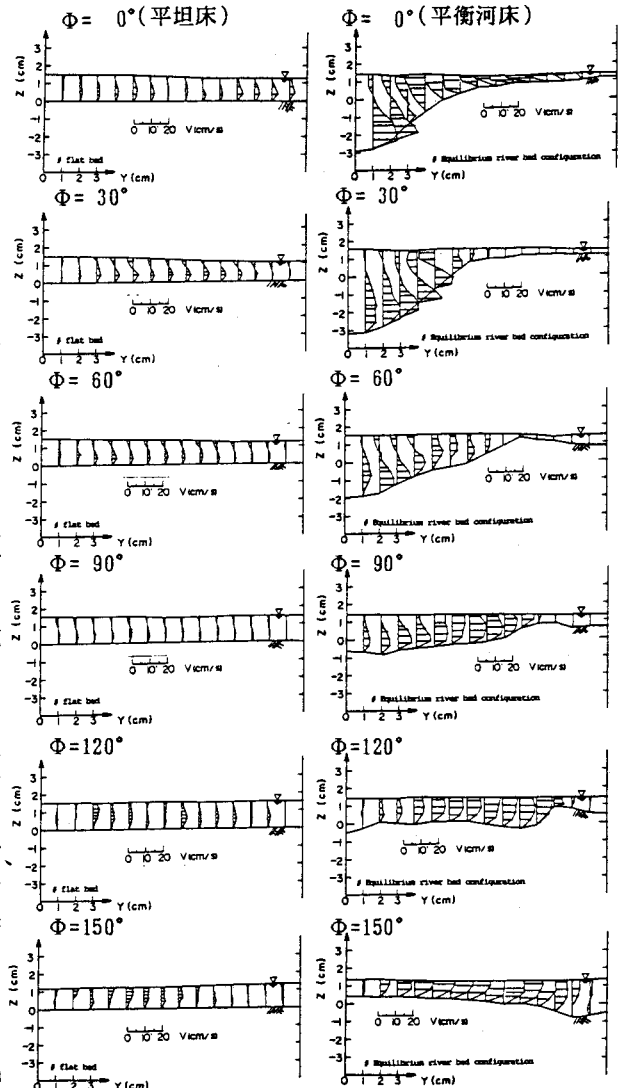


図-4 二次流の測定結果