

II-322 Sine-Generated Curve 実験蛇行水路における交互砂洲の移動と停止

岩手大学大学院連合農学研究科 学生会員 永吉武志
岩手大学農学部 正会員 三輪 弼

1. 研究の背景と目的

交互砂洲の下流への移動と停止の限界条件について、木下・三輪¹⁾は、ジグザグに屈折を繰り返す多様な蛇曲水路において実験を行ない、限界蛇行角を水路蛇行波長と関係づけて明らかにした。その後、より自然の蛇行河道に近いとされる Sine-Generated Curve をもつ蛇行水路（図-1）での実験も実施されてきた²⁾。³⁾が、水路の種類も少なく、この蛇行水路での交互砂洲の移動抑止限界を解明するには至っていない。我々は、蛇行波長を5通りに変化させた Sine-Generated Curve 蛇行水路について、最大蛇行偏角 ω を 2.5° 隔て変化させて交互砂洲の移動と停止の境界を追究した。

表-1 今回実験の水利諸量の組合せ一覧表

	水路床勾配S	流量Q	平均水深H	砂粒径d
I	1/200	1.6 l/s	1.75 cm	0.08 cm
II	1/100	1.0	1.17	0.08
III	1/100	1.6	1.58	0.15

水路幅B=26cm, 砂比重 $\sigma=2.49$ は共通

2. 実験の手順と方法

実験水路の水路幅は26cm幅とし、水路長は、10個程度以上の交互砂洲が形成されるような長さとするため、約20mの長さとした。通水した水利条件は、直線水路における予備実験から、水路上に明瞭な交互砂洲が形成され、しかも砂洲長が異なっている3通りの水利諸量の組合せ（表-1）を選んだ。それらの水利諸量を通水した際に形成される直線水路上の交互砂洲長の出現頻度分布は図-2の通りである。

蛇行水路の実験は、所定の勾配に調整した平坦な水路盤上に、変形自在な高さ10cmの側壁板を所定の蛇行形状を持たせて直立・固定し、水路底に4cmの厚さで均平に砂を敷き詰めた後、水路起点に設けた三角堰で調整した流量を4分間ずつ断続通水して、蛇行水路上の砂床形状の発達・変形を観察記録した。水路蛇行波長と蛇行角を変化させた水路を次々に製作し、17本の水路で実験した。

3. 蛇行水路における交互砂洲の移動と停止の状況

蛇行水路における交互砂洲の移動と停止の代表的な事例を写真-1, 2に示す。通水前に平坦に均されていた砂床から交互砂洲が発達し、蛇行角が小さい場合には、交互砂洲の堆積部は凹岸下流河岸沿いの洗掘部を埋めながら下流へ進行し、凸岸を過ぎてなお下流へ移動する。ところが、ある限界を越えて蛇行角が大きくなると、砂床面上の砂粒の運搬は継続しているのに、交互砂洲の先端部の移動は抑さえられるようになり、ほぼ安定した形状と接続パターンが保たれた状態が続くようになる。

水路蛇行に見合った交互砂洲は、蛇行波長の $1/2$ の長さのものであるが、蛇行波長が長い場合には、蛇行半波長よりも短い砂洲となって下流へ移動していく（写真-3）

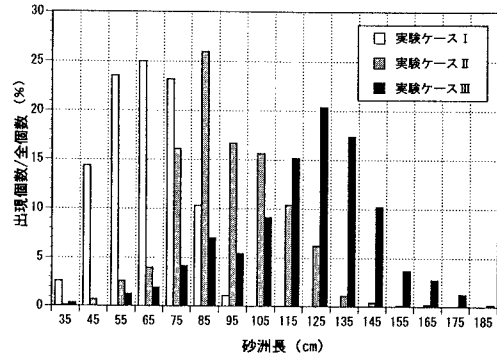


図-2 直線水路上の交互砂洲の出現頻度分布
4分間断続通水を12回繰り返し、起点付近の河床低下域を除く全区間で停水毎に砂洲長を計測。各実験ケースの平均砂洲長は、
I : 62.2cm, II : 92.6cm, III : 118.9cm

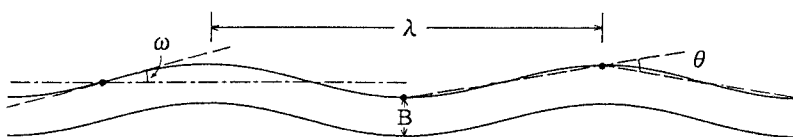


図-1 Sine-Generated Curve 実験蛇行水路

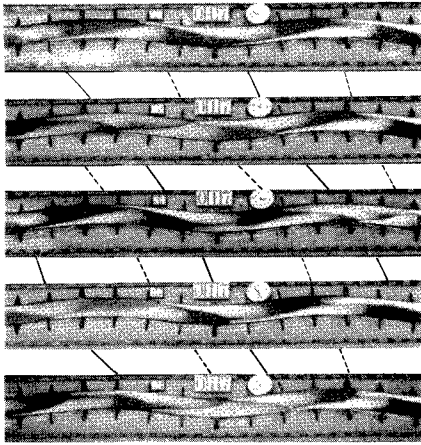


写真-1 実験蛇行水路において交互砂洲が移動する例
 $\lambda=312\text{cm}$, $\omega=7.5^\circ$ 水理諸量は表-1のⅢの場合



写真-2 交互砂洲の移動が抑えられた例
 $\lambda=312\text{cm}$, $\omega=12.5^\circ$ 水理諸量はⅢの場合



写真-3 短い砂洲が形成されて移動する例
 $\lambda=416\text{cm}$, $\omega=7.5^\circ$ 水理諸量はⅡの場合

表-2 実験蛇行水路における交互砂洲の移動と停止
 ○：移動，●：停止，？：判定困難

ω	2.5°	5°	7.5°	10°	12.5°	15°	17.5°
λ/B	I, II, III	I, II, III	I, II, III	I, II, III	I, II, III	I, II, III	I, II, III
16	○ ○ ○	○ ● ○ ○ ○	○ ○ ○ ●	● ● ● ●			
14		○ ○ ○	○ ○ ○ ●	● ● ● ●	● ● ● ●		
12			○ ○ ○	？ ○ ●	● ● ● ●		
10				○ ○ ○	○ ● ● ●	● ● ● ●	
8					○ ○ ○	● ● ● ●	● ● ● ●

4. 交互砂洲の移動と停止の判定結果のまとめ

一連の蛇行水路における交互砂洲の移動と停止について、「明瞭な砂洲前縁が、1波長以上、下流へ移動したかどうか」という判定基準で判断したところ、表-2のようにまとめられる。いずれの場合も、限界角度付近では、複雑な挙動を示すことが多く、判定が困難な場合もあった。

5. 従来の研究結果との比較

木下らの実験結果は、図-3の θ_c ベルトで移動と停止が分れている。蛇行水路の最大偏角 ω の2倍が木下らの屈折水路の蛇行角 θ とみなされる場合も多いが、 $\lambda/B=12$ で見た場合に、木下らの限界角は約 13° であるのに対し、今回の実験では $2\omega=20^\circ$ でも移動する場合があるなど、大きく食い違いを見せる。木下らの指摘のとおり、蛇行水路の曲頂点を結んで屈折水路に置き換えて θ を測定し、3通りの水理条件での結果をまとめ改めて移動(○)と停止(×)、判定が分れる場合(△)と表示して、図-3に描き入れると、ほぼ θ_c ベルトに対応する結果となった。

【参考文献】

- 1) 木下・三輪：砂レキ堆の位置が安定化する流路形状，新砂防 94, 1974.
- 2) Whiting, P.J. & Dietrich, W. : Experimental constraints on bar migration through bends, Water Resources Research 29-4, 1993.
- 3) 鳥谷部・渡邊・清水：蛇行水路移動床水理模型実験，北海道開発局技術研究発表会 36, 1993.

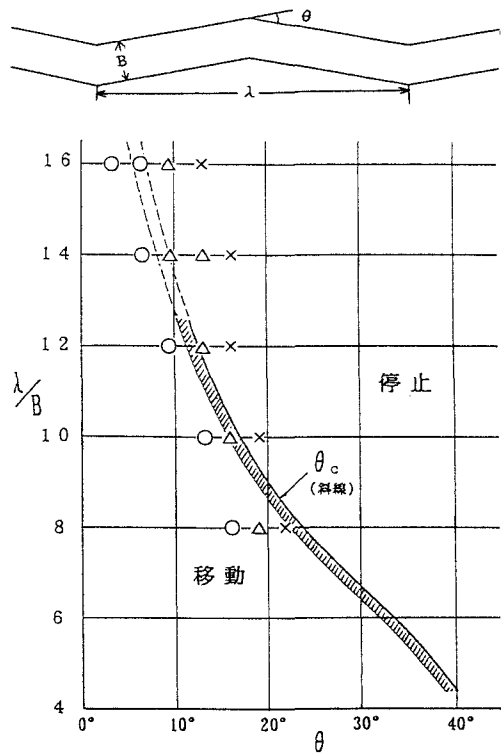


図-3 木下・三輪の実験結果との比較
 ○：移動，△：判定が分れる場合，×：停止