

東京工業大学大学院 学生員 竹内 聡
 東京工業大学工学部 正会員 福岡捷二
 東京工業大学大学院 学生員 山坂昌成
 鹿島建設 正会員 古屋 晃

1. まえがき 蛇行現象の解明に重要な流路の拡幅については、直線流路の場合、いくつかの実験と解析が試みられてきた。本研究では、河道湾曲部の拡幅現象を明らかにするため、非粘性材料より成る一様湾曲流路において、交互砂洲が発生する場合と発生しない場合の拡幅実験を行った。特に、側岸浸食が河床形態と流体に働く遠心力にどの様に影響されるかに着目して実験を行った。

2. 実験方法 実験水路は中心曲率半径450 cm, 水路幅100 cm, 湾曲角30°を持つ長方形断面の循環式開水路である。平均粒径0.65 mmの砂を用い、図-1の0 minの初期断面(初期水深4 cm)に通水し実験を行った。

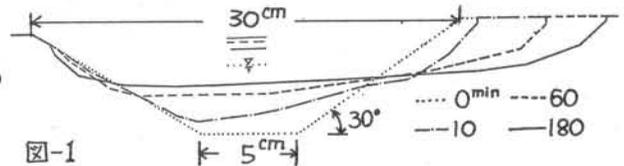


図-1

3. 交互砂洲が発生しない場合の拡幅 実験条件は、初期河床勾配1/400, 流量2.0 (L/sec)である。図-1は横断面形状の時間的変化を示している。内岸はほとんど浸食されず、外岸のみが流下方向に一樣に浸食されて外側へ広がり、河床は上昇する。これは、遠心力の効果で流心が外岸側によっているためである。外岸から内岸に向かって横断勾配がつくため、浸食された外岸の砂は、内岸へと向かいつつ下流へ流送される。しかし、時間とともに横断勾配は小さくなり、やがてほぼ平坦になる。図-2に示す様に、河床上昇とそれに伴う水位の上昇は全区間にわたってほぼ一様に起っており、そのため河床が上昇しても河床勾配、水面勾配はほとんど変化しない。可食性側岸をもつ湾曲流路では、直線流路に比して、長い区間にわたって一定勾配が保たれやすい。³⁾

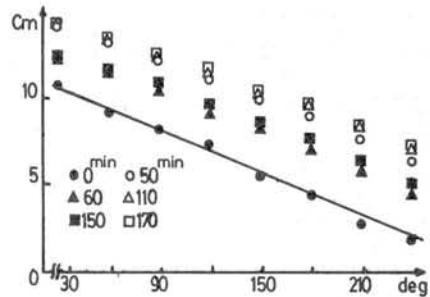


図-2 河床高, 水位の時間的変化

内岸斜面上には、図-3と写真-1に示す様な "sand waves" が発生する。この sand waves は通水初期時のわずかな側岸浸食の不均一性から生じ、内岸の浸食砂が内岸に堆積することによって発達する。通水初期に、この sand wave は流路内の数ヶ所に発生するが、すぐ下流の新たな sand waves の発生を促すため、通水後期にはほぼ等間隔に並ぶ様になる。sand wave を越えた流れは、図-3に示す様に内岸側に偏るため、この流れが内岸にぶつかる地處で浸食が起こる。しかも、この sand waves の移動速度は遅いため、浸食部分が固定され、内岸の水際線は次第に波状を呈する様になる。この sand waves は主流を偏らせるほどの働きはしないため、長時間通水しても、流路の



図-3



写真-1

蛇行へはつながらない。この場合の砂移動は最深部を境にして、内側と外側で異なる移動形態をとり、移動領域が分けられる。図-3に示す様に、内側では sand wave の間の局所的な二次流のため、図の様に移り、sand wave の前縁部に堆積する。外側では、外岸から最深部に向かって移動しながら流下する。図-4は、水面幅の時間変化を示している。水面上に出ている側壁高が大きい場合、水中へ崩落した工砂が流送されて、河床が洗掘され、再びオーバーハングするまでは崩壊が起こらない。その間、水面幅は広がらない。このため、図に示す様にバンクが低いものほど水面幅の広がりが大きい。これは、直線流路において知られていることと同じである。

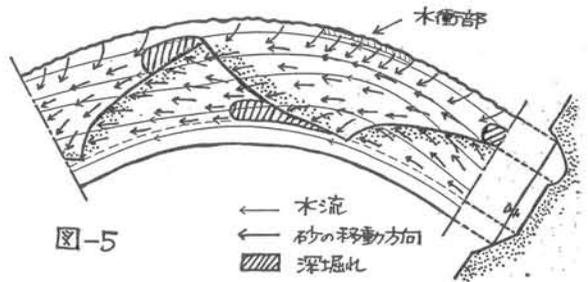
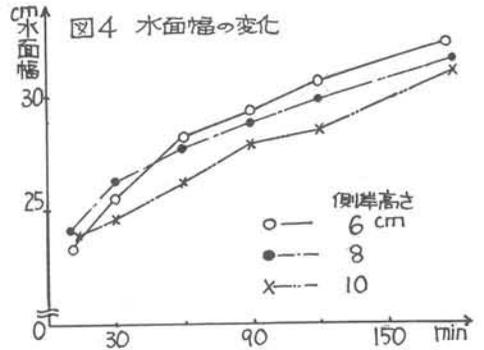


図-5

4. 交互砂州が発生する場合の拡幅 実験条件は初期河床勾配 $1/200$ 、流量 $1.5 (4 \text{ sec})$ である。通水初期では、相対的に砂州波高が小さく、水深が大きいので、交互砂州による偏流は小さい。このため交互砂州がない場合と同じ様に、拡幅は外岸側に一様に起こる。しかし、時間の経過と共に拡幅し、水深が小さくなり、砂州波高が大きくなる。内岸砂州上を流れる砂は、ほとんど前縁部で堆積するため、図-4に示すように内岸砂州の前縁部の形は明瞭になる。しかし、外岸砂州では、その前縁を流れ去る砂が多いため、前縁部は不明瞭になる。この様に、内岸からの砂の供給がなくても、外岸浸食砂が内岸へ輸送されるので、内岸砂州も発達、前進する。この時点では、まだ砂州の前進速度が速く、拡幅の場所的変化はそれほど顕著にならない。さらに長時間流すと、水深がさらに小さくなるため、遠心力の効果が増え、砂州形状の影響が卓越してくる。このため、内岸側にも流れの集中が起こる。そして、砂州の前進速度は徐々に遅くなるため、拡幅の場所的な差が表われ、写真-2に示す様に、流路は蛇行する様になる。

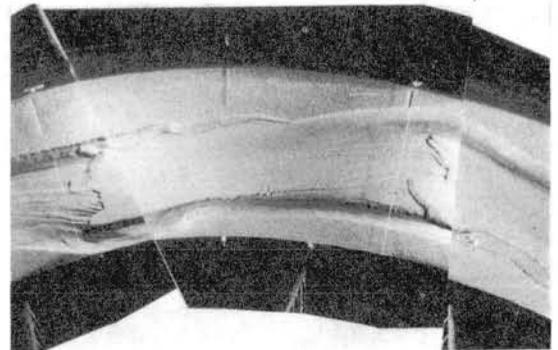
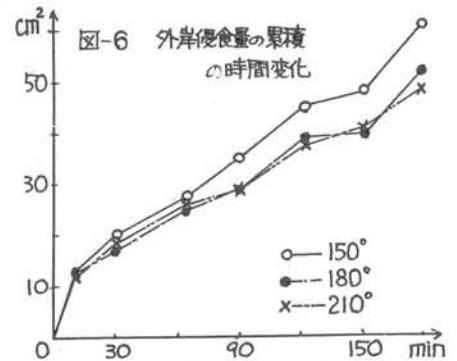


写真-2

図-6は、全流路のうちの断面 ($150^\circ, 180^\circ, 210^\circ$) の外岸側の浸食量の累積の時間変化を表したものである。図の勾配の急な所は、砂州の通過により、その位置が水衝部となっている時に対応している。この様に、湾曲流路においても交互砂州の発生する場合には、場所的に側岸の浸食量が異なり、蛇行へと移行するところがある。



1) 平野宗夫：拡幅を伴う流路変動について，土木学会論文報告集 第210号，1973

2) 長谷川和義：非平衡性を考慮した側岸浸食量式に関する研究，土木学会論文報告集 第207号，1981

3) 藤田裕一郎：沖積河川の流路変動に関する基礎的研究，京都大学学位論文 1980