

立命館大学大学院 学生員 ○岩城 大祐
立命館大学理工学部 正会員 江頭 進治
立命館大学大学院 学生員 竹林 洋史
鹿島建設株式会社 正会員 森 隆英

1. はじめに よりよい河川環境を創成するための一環として河道・河床形状を重視した河川整備が進められつつある。その中で、瀬と淵を有し、河床材料の粒度分布を多様にする自然低水路（水みち）は重要な意味を持っている。しかし同時に自然低水路の形成は、局所洗掘を発生させるなどの治水上の問題点を併せ持つ。ところで自然低水路は、上流からの土砂供給量の減少や、中規模河床形態形成後の小洪水によって変形することにより、形成されるものと考えられてきたり。本論では、平坦河床上に一定の給水・給砂を与える条件下で自然低水路が形成し得るか否かを検討するとともに、自然低水路の形成機構と形状特性値について、基礎実験ならびに数値計算結果に基づき検討する。

2. 実験方法および計算方法 実験条件および計算条件を表1に示す。この条件は、村本・藤田による中規模河床形態の発生領域区分²⁾に従うと、複列砂州の発生する領域にあたる。実験は、図1に示すほぼ一様な砂を、長さ12m 幅0.4mの直線水路に敷き詰め、上流端から一定の給水・給砂を与える方法で行った。通水後1時間間隔で水路下流端において流砂量を測定し、2時間間隔で通水を一旦停止しポイントゲージを用いて河床形状を測定した。また1時間毎に水路全長にわたって写真撮影を行い、流況の把握を行った。数値計算では二次元浅水流モデルを適用し、流砂量式に芦田・道上式³⁾を用いた。砂州上では条件により常射混在流れとなるため、TVD-MacCormack scheme により流れの支配方程式を差分化している。なお計算で用いた水路の長さは30mである。

3. 実験結果及び計算結果 通水開始直後は水路全幅にわたり水が流れ、しばらくすると交互砂州が現れる。しかし間もなく交互砂州は崩れ始め、河床形状は、左右対称ではないものの複列砂州状に変形する。まだこの時点では、水路全幅にわたり水が流れている。その後次第に流れが集中し始め、約2時間後に浮き州が現れる。時間の経過に伴い浮き州の面積が増大していき、流れはさらに集中する。その結果、徐々に自然低水路が形成されていく。図2は8時間後の河床形状である。白い部分が最も高い河床部分であり、濃くなるにつれ低くなる。これより、7～8m 付近で流れが左岸から右岸へ移っているのがわかる。

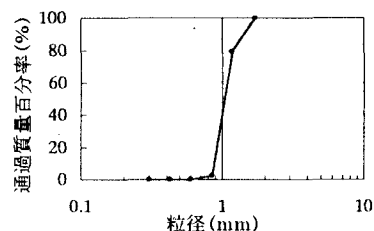


図1 粒径加積曲線

表1 実験条件および計算条件

	B(m)	I_b	d_m (mm)	Q(l/s)	h(m)	τ_*	F_r
実験	0.4	0.01	1.10	0.76	0.0051	0.0387	1.66
計算	0.4	0.01	1.10	0.76	0.0065	0.041	1.15

B: 水路幅 I_b : 水路勾配 d_m : 平均粒径 Q: 流量
h: 初期等流水深 τ_* : 無次元掃流力 F_r : フルード数

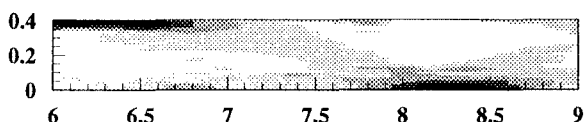


図2 8時間後の河床形状

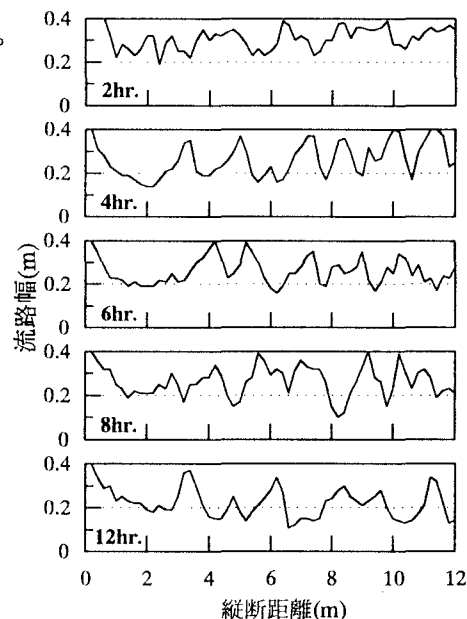


図3 流路幅の縦断分布

図3に、実験の各時刻における流路幅の縦断分布を示す。通水2時間後では、流路幅は全般に広く、かつ小刻みに変化しているが、4時間後にはいくつかのピークが目立ち始め、さらに時間が経つにつれ全体的に値が小さくなり、いっそうピークが顕著になる。このピークの縦断位置は、自然低水路が壁面に沿って淵の部分を通った後に瀬の部分を通して水路を斜めに横断する位置とほぼ重なっている。つまり、瀬と淵が顕著になり、自然低水路が明確になっている。

図4は6m～9m区間における自然低水路中心線沿いの河床形状である。横軸には、6m断面の自然低水路中心地点を基準に中心線沿いに測った距離をとっている。グラフ上のマーカー(●)は、それぞれ6、7、8、9m断面の位置である。この図からも、時間の経過に伴い自然低水路における瀬と淵がより明瞭になることがわかる。図3の結果も考慮すると、12時間後にはより規則性をもった自然低水路が形成されていると考えられる。

図5は波高、図6は波長に関する実験値と計算値である。それぞれの水路中流域にあたる、実験では6～9m、計算では15～20m付近の自然低水路におけるデータである。まず図5についてみる。図中の波高A、波高Bとはそれぞれ、自然低水路半波長区間における河床位の最高点と最低点の差、および横断面の河床位高低差の半波長区間における最大値である。図示のとおり両波高に有意な違いはみられない。10時間以後、計算値と実験値とはほぼ一致している。しかし、計算値が徐々に増加するのに対し、実験値は2時間後にはすでに平衡値的な値を示している。このように発達速度に明確な違いが生じるのは、単に計測位置が異なるだけでなく、計算では水路上流付近に縦B/2.5横B/6.5高さh/3(B:水路幅、h:初期等流水深)の砂で作られた初期擾乱を与えているのに対し、実験では水路のあらゆる所に擾乱が存在していることも一因であると考えられる。これに関しては今後の課題としたい。次に図6をみると、いずれも時間経過とともに増加しているものの発達速度に違いがみられる。12時間後には計算値が実験値の1.5倍となっている。その原因として、両者における水路長の違いや計測地点の違い等が挙げられる。特に実験では、下流端の影響を強く受けていると考えられる。

5. おわりに 初期河床条件を平坦河床とし、上流から一定の給水・給砂を与えた場合においても、自然低水路が形成されることが明らかにされた。自然低水路形状の発達速度は、計算値よりも実験のほうが大きくなっている。その要因に関しては今後の課題としたい。

参考文献 1) 湯城・芦田・江頭・岡部：低水路の形成と変動機構，水工学論文集第36巻，1992， 2) 村本・藤田：中規模河床形態の分類と形成条件，第22回水理講演会論文集，1978， 3) 芦田・道上：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究，土木学会論文報告集第206号，1972

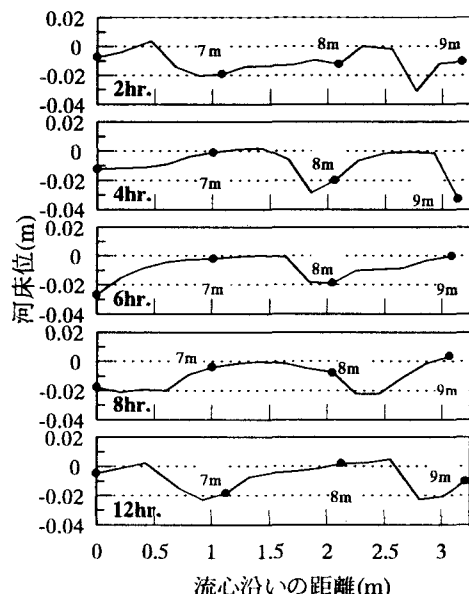


図4 低水路沿い河床形状

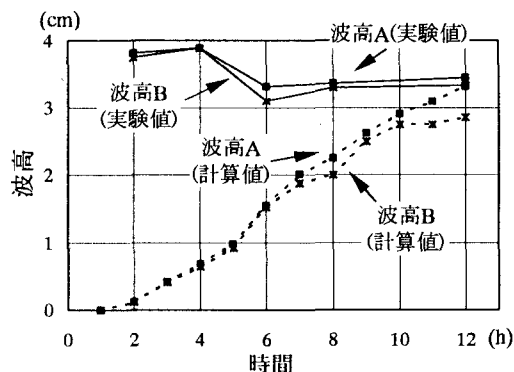


図5 波高の時間的变化

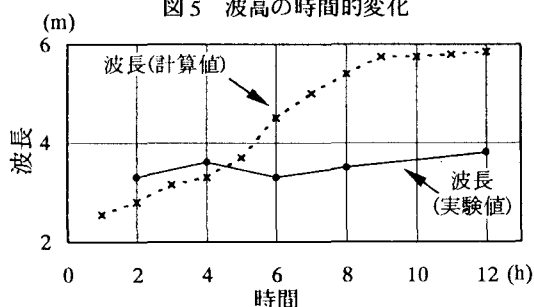


図6 波長の時間的变化