

京都大学防災研究所 正 員 高橋 保
京都大学防災研究所 正 員 江頭 進治
京都大学防災研究所 正 員 里深 好文
東 京 ガ ス 正 員○矢島 英邦

1.はじめに 流砂の合理的な制御のためには、流砂量の予測が必要不可欠である。そのためには、流砂量と密接な関係にある流路の変動機構を解明しなければならない。流路の変動機構が明らかになると、流路網の予測が可能となり、さらには流砂量の予測に結びつく。本研究は、このような考えに基づいて、流路変動の一素過程としての水みちの分裂に着目し、水路実験および二次元浅水流モデルによる数値解析を行って、その機構を明らかにすることを目的としている。

2. 漸拡水路における砂州の形成と流路の分裂過程

流路の集中地点から分裂地点までの距離を定量的に評価するために、図-1の漸拡水路に一定の給砂・給水を与え、河床変動に関する実験を行った。実験条件を表-1に示す。図-2は、Run A-2の各時間における河床の等高線図、縦断面図、横断面図である。通水開始とともに上流から輸送されてきた砂が漸拡区間に堆積し、砂州の前縁部が現われる。砂州の形成により横断方向の河床勾配が生じるため、水路中央から側壁に向かう流れが発生する。この流れは側壁にあたり、深掘れを生じさせる。x=100、150cmの横断面図でその深掘れが確認できる。側壁付近の深掘れは、砂州の移動とともに下流へシフトする。縦断面図において、砂州の移動はほとんど見られないことから、通水を開始してすぐに移動は終わり、砂州の位置は固定されるようである。砂州の下流方向の移動が終わり、側壁付近の深掘れに流水が集中し始めると、水路中央の流れは弱いものとなる。上流から輸送されてきた砂粒子は、慣性力をもっているため、流水に比べて水路中央から側壁方向に曲がりにくく、直線的に流下する。掃流力の低下に伴って、砂粒子は水路中央付近に堆積することになり、砂州の波高は徐々に発達していく。t=5minで浮き州となり、流路は2つに分裂している。図-3は波高の時間的変化を示している。開き角が大きい場合、波高は徐々に発達している。一方、開き角が小さい場合、波高の発達は初期の段階で終わり、その後ほぼ一定である。また、開き角が小さい場合は、大きい場合と比べて、波高そのものが小さくなっている。上流端流入部から分裂地点までの距離をL、上流端流入部の水路幅をB₀とし、LをB₀で無次元化したものとフルード数Frとの関係、開き角をパラメーターとして示したものが図-4である。これによると、フルード数が大きい程、また開き角が小さい程、L/B₀は大きくなっている。

Run No.	Q cm ³ /s	Q _{0.15} cm ³ /s	θ deg.	i min.	T min.
A-1	1046	13.21			
A-2	1474	21.89			
A-3	1857	25.50	11.8	0.05	5
A-4	1046	0			
B-1	1046	14.43			
B-2	1474	21.58	7.9	0.05	5
B-3	1857	27.76			

表-1 実験条件

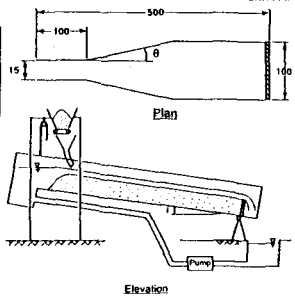


図-1 水路図

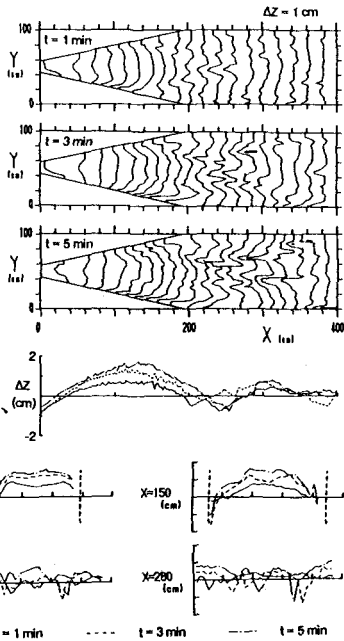


図-2 等高線図・縦断面図・横断面図

3. 数値解析 Lを一般的に評価するために、二次元浅水流モデルを用いて漸拡水路における河床変動計算を行った。図-5は、図-2とほぼ同じ条件下における河床形状に関する計算結果である。砂州の形成過程をある程度再現できていると思われるが、Lが評価できるまでには至っていない。

4. 流路網の予測 漸拡水路を用いた水路実験により得られた結果から、流路網の予測を試みる。流路網の予測には、以下の諸量が必要である。

- (1) 集中から分裂までの距離
- (2) 分裂後の水みち幅
- (3) 分裂後の流量配分
- (4) 分裂後の流路の方向

(1)に関しては、RunAのQとLの関係について、一次式で近似し、これを用いて各流量に対するLの値を求める。(2)に関しては、芦田ら¹⁾による水みち幅の推定法を用いて、分裂後の流路幅を算定する。芦田ら¹⁾によれば、 $b = \alpha(Q/\sqrt{gd})^{1/2}$ である。ここに、Qは流量、gは重力加速度、dは粒径、iはエネルギー勾配である。 α は抵抗係数の関数であり、今回は実験値を基に1.4としている。(3)に関しては、確率論的に求めることにする。流量配分量の分布が正規分布に従うものとし、分布関数の逆関数 $\Phi(p)^{-1} = Q$ のpを[0,1]のランダム変数として与え、流量配分量を求める。(4)に関しては、単に $\theta = 11.8^\circ$ とした。このような仮定に基づいて計算した流路網を図-6に示す。ここには、芦田らによるほぼ同一条件下における実験結果も示してある。分裂後の流路の方向を一定としているため、実験結果のような側岸から流路が大きく振れる現象を再現できていない。図-7は、この流路網の流砂量分布を計算したものである。このように、この方法により流路網、流砂量の予測がある程度可能になるとと思われる。

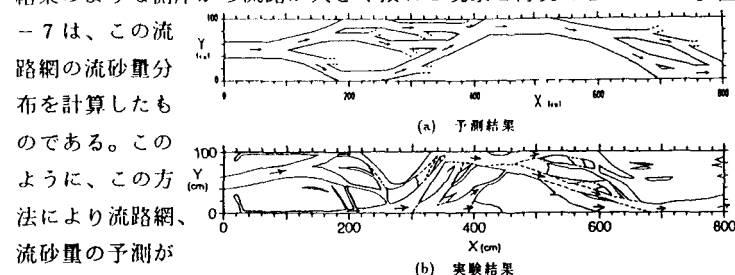


図-6 流路網

5. おわりに 本研究は、流路の分裂過程に関して、主として漸拡水路を用いた実験により検討した。その結果、流路の集中地点から分裂地点までの距離などを用いて、平均的な流路網の予測が可能であることが判明した。今後の課題としては、Lを一般的に評価するために、浮き州が生じた場合にも計算可能な二次元浅水流モデルの開発である。さらに、流路の分裂過程における諸量を定量的に評価し、より精度のよい流路網、流砂量の予測に結びつける必要がある。

参考文献

- 1) 芦田和男・江頭進治・里深好文・後藤隆之：網状流路の流路変動と流砂量、京都大学防災研究所年報、第33号、B-2、1990、pp241-260。

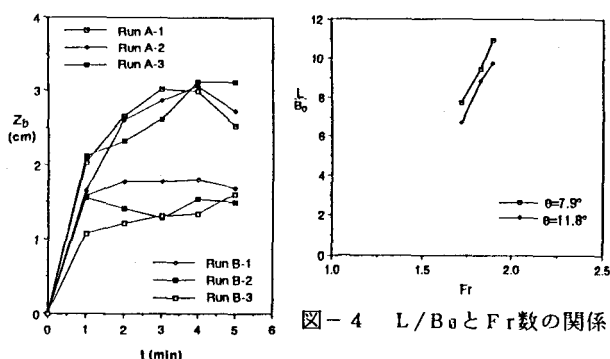


図-4 L/B0とFr数の関係

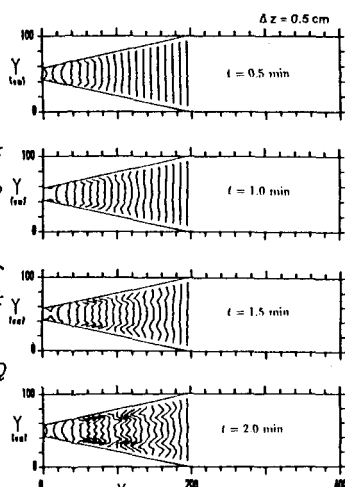


図-5 計算結果

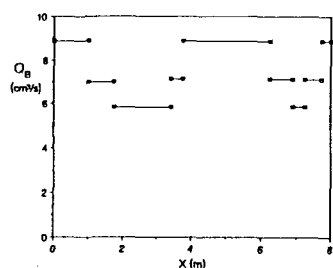


図-7 流砂量分布