

II-297 巨石が存在する場における流路変動に関する研究

京都大学防災研究所 正 員 里深 好文

京都大学防災研究所 正 員 高橋 保

京都大学大学院 学生員 奥村 裕史

1. はじめに 河床砂礫が幅広い粒度分布をもつことは山地河川の特徴の一つであるが、時として巨大な岩石が河道内に点在していることがある。このような巨石は大規模な出水に伴う土石流によって上流から輸送されてきたり、山腹の崩壊等によって河道に供給されたものと考えられ、中小規模の出水では輸送されないものも少なくない。土砂が幅広く堆積している領域からの土砂流出を考える場合、中小規模の出水時の流路・流砂量変動を明らかにする必要があるが、そのような岩石が河道内に散在する場合には流路変動に大きな影響が現れることが予想される。従来の研究¹⁾により、複数の水みちが形成される条件下での流路変動においては、水みちの拡幅・分裂・集中という素過程が時・空間的に繰り返されていることが明らかにされている。そこで本研究においては、水みちの側岸に適当な間隔で輸送されない（動かない）砂礫を配置した場合、水みちの拡幅・分裂過程にどのような影響が現れるのかについて水路実験ならびに数値シミュレーションによる考察を行った。

2. 側岸に巨礫が配置された水みちの変動に関する水路実験

実験は全長12m、幅1mの矩形断面鋼製水路を用いて行われた。図-1には流路の初期断面形状と平面図が示されている。この図に示すように、巨石のモデルとして表-1のような礫を水みちの兩岸に配置した。使用した土砂の粒度分布を図-2に示している。表-2には実験条件が示されている。表中のLは礫の縦断方向への配置間隔であり、 Q_b は給砂量である。給砂は水路上流端において河床が上昇・低下しない程度の量を手で行い、水路勾配は1/210としている。水路上流から給水を行い、水際の時間的な変動を写真撮影により記録した。図-3には各実験ケースの上流端から4m

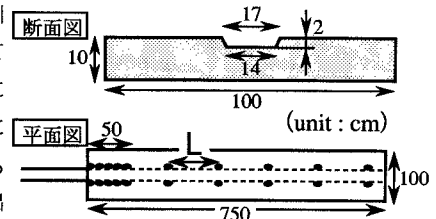


図-1 初期河床形状

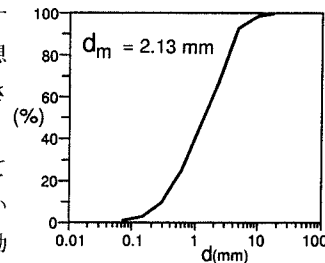


図-2 粒度分布

表-1 礫のサイズ

礫の種類	最大径の平均値 (cm)
L	5.17
M	4.11
S	3.01
LL	7.59

表-2 実験条件

Run No.	Q (cm ³ /sec)	Q _b (cm ³ /sec)	礫の条件	
			size	L (cm)
N-0	690	4.21		
L-20	680	5.63		20
L-30	708	5.59		30
L-40-1	665	2.57		40
L-40-2	640	4.85		40
L-50-1	668	5.52		50
L-50-2	677	4.42		50
L-60-1	708	5.43		60
L-60-2	730	5.03		60
M-30	658	5.46		30
M-40	688	4.80		40
M-50-1	738	4.96		50
M-50-2	697	4.63		50
M-60	737	4.99		60
S-20	658	5.06		20
S-30	645	4.63		30
S-40	615	4.26		40
LL-60	725	4.46	LL	60

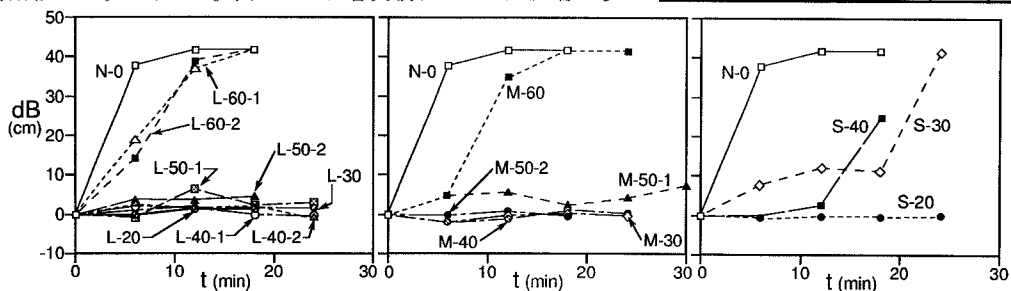


図-3 水際の横断方向への変動量 (x=4m)

の地点における水みちの横断方向への変動量を示している。これを見ると、礫のサイズがL, Mの場合には配置間隔が50cmと60cmの間に水みちが振れるか否かの境界があることが分かる。図-4に実験中の観測に基づく水みち変動のプロセスを示している。まず、河岸のAの部分が侵食され、Bのように拡幅する。拡幅が進むと水深が小さくなり、C地点に砂州が形成される。この砂州が発達し、やがて浮き州となり、流路はE, Fに分裂する。これとは逆に礫の配置間隔が小さいケースでは、側岸の侵食が抑えられ、水みちは変動しない。実験結果によるとA点とその上流の礫までの距離は蛇行波長の1/4程度であり、この距離より配置間隔Lが小さいときに水みちが固定されると考えられる。池田²⁾によれば、蛇行波長は水みち幅Bの9倍程度であるので、

$$L \leq (9/4)B \dots\dots\dots(1)$$

である時、水みちの変動が抑制されることになる。図-5に(1)式と実験値との比較を行っている。これを見ると、ほぼ妥当な結果が得られていることが分かる。礫のサイズがSの場合には配置間隔がより小さくなければ、水みちの振れは止まらない。これは、礫によって侵食が抑制されるためには、水みち内にある程度礫が突出する必要があるためであろうと考えられる。礫が小さい場合には十分な突出量となる前に礫の裏側に水が回り込むから、侵食を抑制するには配置間隔をより小さくする必要がある。

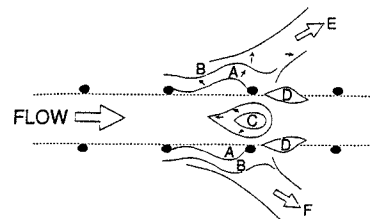


図-4 水みち変動のプロセス

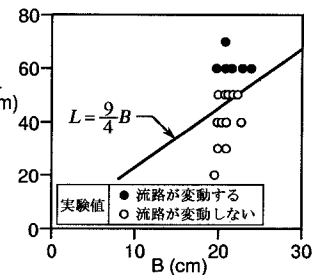


図-5 水みちが変動する領域

3. 側岸に巨礫が配置された水みちの変動に関する数値シミュレーション 上記の現象をより一般的に検討するため、数値シミュレーションモデルの開発を試みた。流れと河床変動の解析には非定常の2次元浅水流モデルを用い、河床・河岸の崩壊も考慮している。水路実験への適用に際し、流量は700cm³/s、粒径は0.23mm、 $\Delta x=5\text{cm}$ 、 $\Delta y=1\text{cm}$ 、 $\Delta t=0.01\text{sec}$ としている。上流からの流入を安定させるため、上流部1mの区間を固定床とし、 $x=1\text{m}$ の点で計算される流砂量を給砂量として与えている。図-6に示すように、水みち側岸の礫の影響を見るためCase Bにおいて河床変動をさせない計算点を40cm間隔で配置した。計算結果を図-7に示している。これを見ると、礫を配置しないCase Aでは浮き州が形成され、流路が分裂するのに対し、Case Bでは水みちが固定されていることが分かる。

4. おわりに 水みちの河岸に動かない礫をある間隔以下で配置することにより、水みちの変動が抑えられることが分かった。

参考文献 1) 芦田・江頭・里深・後藤：網状流路の流路変動と流砂量、京大防災研年報33号、1990。

2) 池田駿介：単列交互砂州の波長と波高、第27回水理講演会論文集、1983。

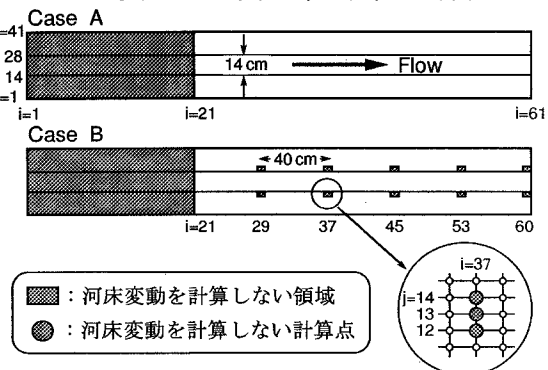


図-6 河床変動を計算しない領域

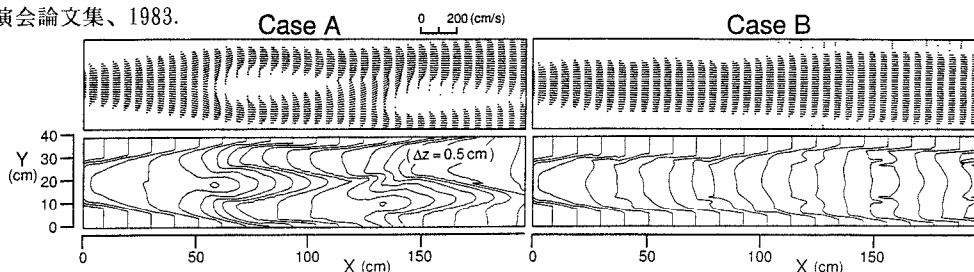


図-7 流速と河床の計算結果 (t=1800秒)