

阿南高専 正会員 湯城 豊勝
長岡技術科学大学 正会員 早川 典生
建設省土木研究所 正会員 石川 忠晴

1. はじめに

河川の河岸侵食対策において、河床変動や局所的洗掘を理解する事は河川工学上重要な課題である。深掘れが生じる原因としては、流水中において沈みこんだり、ぬじれたりする三次元的流れが考えられる。三次元的流れは河道に発生する砂礫堆とか、河川の平面形状変化によってひき起こされる。砂礫堆に関する研究、平面形状が変化する水路の深掘れに関する研究は従来より行なわれてはいるが、本研究では、両者が複合された条件と考え、狭窄部・わん曲部の砂礫堆性状と深掘れについて実験的に調べる事を目的とする。砂礫堆は単列砂礫堆を対象とした。

2. 水位及び水深の測定方法

測定は、河床を乱さず連続測定でき、通水中瞬間的に広範囲が測定できるように、写真を用いた方法を開発した。カメラとライトを図1のように取り付け、河床及び水面に写る紐の影を撮影し、カメラの中心から紐までの距離 x 、影の長さ y_1 、 y_2 より水位 H_1 と水深 h を水の屈折率を考慮して次の式より求めた。

$$H_1 = \frac{y_1}{L - y_1} H \quad \cdots (1) \quad h = \frac{(H + H_1) y_2}{(\tan \theta_2 - \tan \theta_1) H} \quad \cdots (2)$$

なお、水面の影を写す際白色の水溶性ペイントを流し、同時に砂礫堆の位置を判読した。

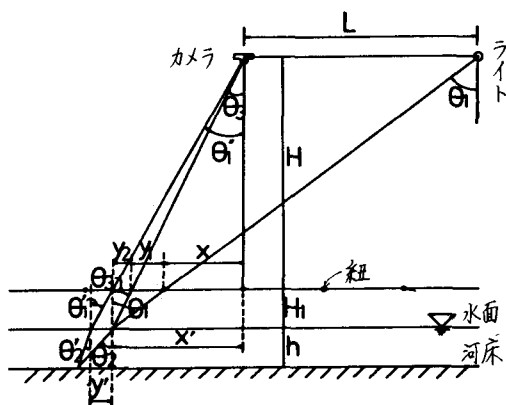


図1 測定方法

表1 水理条件

流量	勾配	砂粒径	給砂条件	流速	水深
0.35l/s	1/78	0.46mm	223cc/5.7m	29.5cm/s	0.76cm
摩擦速度	砂子	流速	流速	流速	流速
29.5cm/s	13.6	0.13	20.4	16.5	10.1

3. 実験

水理条件は、予備実験として14.6mの直線水路で砂礫堆形成実験を行ない、表1に示すように典型的な単列砂礫堆が形成される条件に決定した。給砂条件は時間的安定性かつ再現性を有する単列砂礫堆を形成させる為、水路上流端で6.7分毎に左右岸交互に給砂した。測定する時間は砂礫堆の深掘れ部が安定する通水30分以降とした。直線水路で安定した砂礫堆の深掘れ部の水深は1.8cmであった。

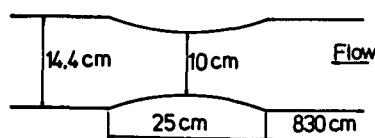


図2 狭窄部の水路形状

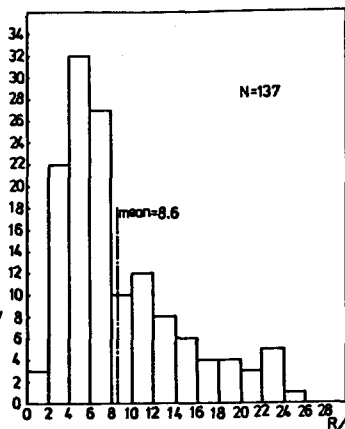


図3 曲率半径河幅比の頻度分布

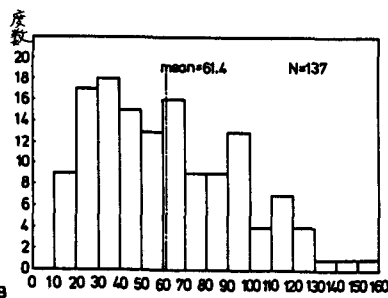


図4 わん曲角度の頻度分布

狭窄部及びわん曲部は水路 upstream より 8.3m 地点に接続した。狭窄部の形状は、種々試みたが写真撮影が可能であるように図 2 に示す形状に決定し、砂礫堆前縁線下流端が右岸の 8.3m 地点に達した時より、左岸の 8.3m 地点に達するまで 1 分間隔に測定した。わん曲部の形状は、九州及び四国地区の主要河川の平面図より、曲率半径河幅比 R/B (図 3) とわん曲角度 θ (図 4) の頻度分布を求め、これを参考にして定めた。実験条件を図 5、表 2 に示す。

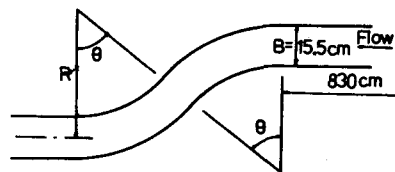


図 5 わん曲部の水路形状

表 2 わん曲部の実験条件

$\theta \backslash R/B$	3	6	9
50	○	○	○
75	○	○	
100	○	○	

4. 実験結果

狭窄部を単列砂礫堆が通過する際、図 6 に示す A, B, C 点の水深は、狭窄部自身の深掘れによる水深と砂礫堆の深掘れによる水深を加えた値で十分近似できる。砂礫堆の通過に伴い、河床が一層高くなった時と一層低くなった時の高さの差を局所的河床変動量とし、コンターラインを描き図 7 に示す。数値の大きい所、コンターラインの密な所は河床が上昇したり下降する量の大きい所である。河床の深く掘れる所では局所的河床変動量も大きく、両者に対応関係のある事が判った。また、狭窄部を砂礫堆が通過する際、砂礫堆の長さは短くなり移動速度は遅くなるが、通過後は通過前の性状になった。

わん曲部の深掘れによる水深は、図 8 に示す C 点ではわん曲部自身の深掘れによる水深と、砂礫堆の深掘れによる水深を加えた値より大きくなった。砂礫堆形成前の深掘れが起る位置は水衝部付近であるが、形成後は少し下流に移動する。曲率半径河幅比 3、わん曲角度 50 について局所的河床変動量を求め図 9 に示す。わん曲部の変曲点と終了点付近で変動量が小さかった。これらの地点の深掘れ量は大きい、わん曲の影響が強いつつも掘れている事を示す。わん曲部の凸岸側を砂礫堆が通過する際、その長さは短く、移動速度は遅くなり次の砂礫堆によって押し出されるようになっていく。通過後の性状は通過前と異なっていた。

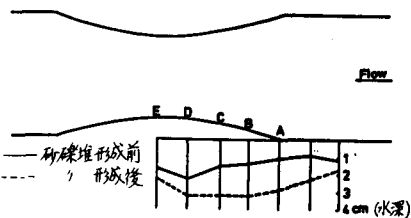


図 6 砂礫堆形成前後の深掘れ水深

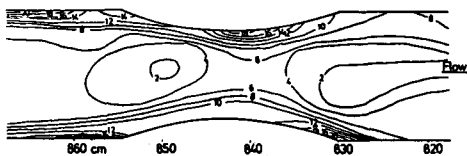


図 7 局所的河床変動量のコンターライン

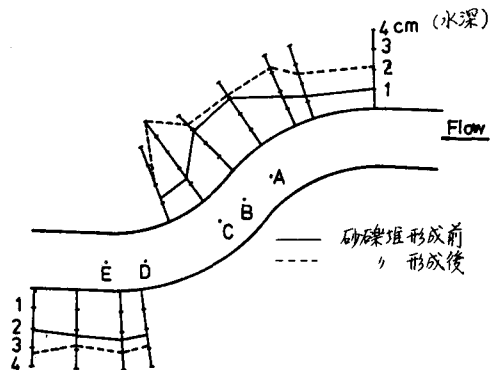


図 8 砂礫堆形成前後の深掘れ水深

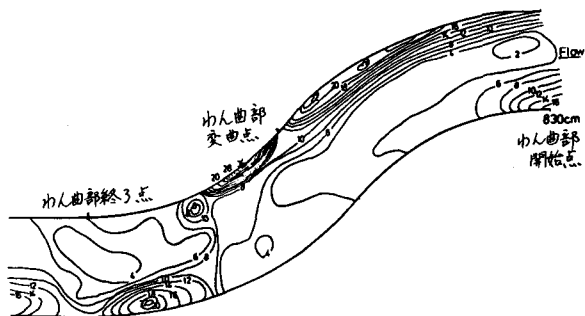


図 9 局所的河床変動量のコンターライン