

水位低下時における砂礫堆の変形

阿南高専 正 ○湯城 豊勝
阿南高専 正 湯浅 博明
徳島大学 正 岡部 健士

1. まえがき

ダムによる河床低下によって、局所的には橋脚や根固工等水理構造物の洗掘、損壊、機能停止などの問題が生じる。また広域的には、低水時における河川の蛇行、つまり流路変動が護岸の安全度に影響を及ぼし、最近の河川工学における重要な課題となっている。本研究では、河床低下が起こる中での砂礫堆形成河川に注目した基礎実験である。高水時に形成された砂礫堆は、その後の低水時の流路の侵食過程においてどのように変形するか。また滞筋による低水流路がどのように変動するかを調べた。

2. 実験条件及び方法

実験に使用した水路は、阿南高専の屋外水路で、長さ 21m、幅30cm、高さ20cm、勾配 1/108の鋼鉄製水路である。その中に砂を 8cm厚で、18m区間敷き均した。水路上流端の貯水槽には60° 三角ゼキを設け流量検定を行った。計測方法として水路方向と横断方向の距離はエンコーダーを利用した位置計測装置を、砂面の高さは砂面計を、水面の高さはサーボ式水位計をそれぞれ測定台車に乗せて、移動させながら測定した。そして、それぞれのデータはレコーダーのフロッピーディスクに入力した。なお、砂面高さの測定は20cm間隔で行い、測定に際しては、光の乱反射を防ぐため、止水後砂面上に水がなくなってから測定した。

平均粒径は砂礫堆形成をさせやすい条件と、水位低下時に砂移動が起こりやすい条件を考慮して0.06cmとした。最初の砂礫堆を形成させる流量と水位低下時の流量は、予備実験を参考にして表1のように決めた。給砂については水路上流端において、20分間隔で左右岸交互に1500ccずつ一括的に投入する方法で行なった。

本実験は $Q=1100\text{cc/s}$ を50分（RUN3のみ60分）通水した後、給砂を止めて上記の3ケースについて4時間通水した。しかし、RUN3については低水路の形成を詳しく調べる目的で8時間通水した。 τ_c は限界値より小さい値もあるが全水路幅で平均してあり、低水路で砂は流れている。

3. 実験結果及び考察

水位低下時の実験で、RUN1では砂礫堆のかなりの部分が水面下になる。そして砂礫堆の本体は動かないが、前縁線下流端の側岸部より長い舌状のものが延び、大流量時の移動速度7.5cm/min. が1.6cm/min. に変化し約1/5 程度になる。砂礫堆の原形はほとんど残り、蛇行は上流部 1/3のみ美しく形成された。RUN2では、上流から下流にかけてかなり明確な流路が形成された。通水後 0.5時間から 1.5時間ぐらいの流路が一番明確である。それ以後は流水の侵食作用によって流路が乱れてくる。そして、水表部の侵食作用が強く水際線の水路横断方向の河床勾配は急である。反対に水裏部の勾配は緩やかになっている。水表部の侵食は水際線を削り、流路幅を広げながら下流に移動し、側岸に当たる角度が大きくなり、側岸に沿った流れが長くなる。そして、砂礫堆の少し低くなった所より水が流れ出すと、水が2つに分派し、徐々に水面上の砂礫堆を消す場合が生じる。この実験においても下流端2個の砂礫堆は水面下になった。この侵食過程において、もし分派した流れが強ければ、主流部がそちらに移り、砂礫堆2個に対して蛇行1

表1 実験の水理諸元

記号	Q	V	H	τ_c	H/d	B/H	F_r
	1100	34.5	1.06	0.09	17.7	28.3	1.07
RUN1	550	27.4	0.67	0.06	11.2	45.0	1.07
RUN2	275	24.1	0.38	0.03	6.3	79.0	1.25
RUN3	220	21.6	0.34	0.03	5.7	88.0	1.18

波長が、砂礫堆2個に対し蛇行半波長に変わる。また部分的には複列化の現象も現れた。

RUN3は3ケースのうち低水路が一番明確に現れた。通水初期における蛇行の形状とそれ以後の形状が明らかに異なっていた。通水初期の蛇行形状と比較して、1時間後と2時間後の蛇行形状は滑らかになる。さらに、2時間後までは大流量時の砂礫堆の面影をある程度とどめている。しかし、それ以後では砂礫堆の面影は徐々になくなり、最終的には全然分からなくなった。目視によっても、2時間までは滑らかな蛇行と低水路の形成に対する発達時間、2.5時間以後は減衰時間という感じがした。2.5時間以後は砂礫堆が削られて水面下になり、全体が浅くなり均一化の方向に進む。また元の砂礫堆と低水路の蛇行波長が異なってくる。図1に元の砂礫堆形状と蛇行形状をオーバーラップさせてその変遷のようすを示した。2時間後までは元の砂礫堆と対応しているが、4時間後より徐々に変化を始める。最初の蛇行波長は約3m(砂礫堆2個分)であったのに、8時間後には約4.5mとなり5割程長くなった。そして、基本的には単列蛇行であるが、その中に複列化の現象が混在した。また最深部が低水路とは必ずしも一致していない。なぜなら、大流量時の最深部がそのまま残り、死水域となっている所が存在した。

図2に砂礫堆高さの時系列値を示す。全体の傾向として、大流量時に形成された砂礫堆が2時間位までその高さを増し、その後均一化されて低くなる。高さが増す時間(2時間)は前述の蛇行の発達時間にはほぼ対応している。砂礫堆高さを無次元化して、藤田¹⁾の区分図にプロットした。図3において大流量時のプロットは区分線の近くであるが、実際にはこの

付近にも多くのプロット群があり、一般的な単列砂礫堆である。水位低下時の結果は右側に移動し、区分線から大きく離れる傾向になった。つまり水位低下時の実験では、もはや単列砂礫堆の性質を有していないことが分かる。事実、深見²⁾の領域区分図においても単列砂礫堆の領域から離れていた。

今後の方針として、今回の実験でかなりのデータが得られたので、数値シミュレーションで現象がうまく再現できるようプログラミングの開発を進めたい。

参考文献

- 1) 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，1980，11
- 2) 深見 親雄：砂礫堆と砂漣，砂堆の共存，土木技術資料，21-10，1979

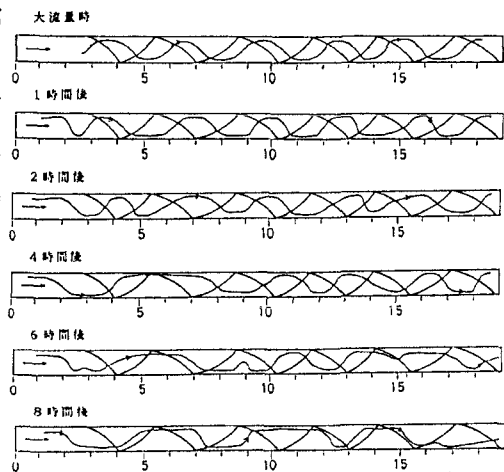


図1 低水路の蛇行変遷 (RUN3)

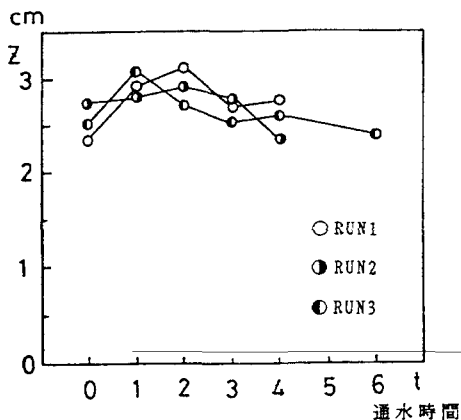


図2 砂礫堆高さの変化

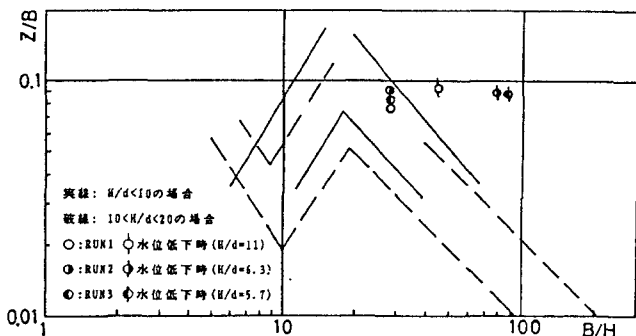


図3 $Z/B \sim B/H$ の関係