

宇都宮大学 学生会員 ○伊藤和典
 宇都宮大学 フェロー員 須賀堯三
 宇都宮大学 正会員 池田裕一

1. はじめに

栃木県北部を流れる余笹川では平成 10 年 8 月 26 日から降りつづいた集中豪雨によって 60 年ぶりの大洪水が発生した。これにより余笹川では不安定な非平衡河道が形成されていて、横侵食を受けやすい河道となっていることが判明した。¹⁾ 横侵食性が顕著な原因は山地部沖積地内の土砂が侵食されやすい火山灰性の堆積砂と大径の礫との混合であることが主要な原因であると考えられる。本研究では余笹川の横侵食に着目し、その実態を把握するために粘着性を与えた混合砂礫を用いて横侵食実験を行い、横侵食とその侵食過程について検討を行う。

2. 実験の概要

実験水路としては写真 - 1 に示すような幅 72cm 高さ 25cm 長さ 6m のアクリル製水路を用いた。流入口では水を通水した後の上流部の影響を少なくするために上流端の 1m 区間を固定床とし水の流入がスムーズに行われるようにしている。一般的に側岸侵食のサイクルは側岸の崩壊、崩壊した土砂の側岸部近傍への堆積、堆積した土砂の掃流、その後、次の崩壊が促進されるものと考えられる。しかし、昨年に行った相良の実験²⁾ では初期の通水後に側岸が崩壊すると、その後は側岸の角度が安息角や水中安息角以上の角度となることはなく、側岸の崩壊が見られることがなかった。そこでノリ（主成分デンプン）300g を 1 リットルの水に溶かし、長さ方向 1m 区間当たりの土砂に混ぜることにより、土砂に粘着性を与え側岸侵食のサイクルが生じやすいように配慮した。ノリを混ぜ合わせた土砂は 24 時間放置して実験を行った。実験は表 - 1 に示すように条件を変えて合計 4 ケースを行った。使用した土砂の粒度分布は細礫が 0.5~1.2cm、粗砂が 0.025~0.475cm であり、蛇行の場合には蛇行波長 2m、最大角 30 度とした。通水開始後は 5、15、30、60、120 分毎に通水を止め、上・下流部の影響を受けにくい水路中央部 2m 区間で横断面の測定を行った。なお、今回の実験では上流側からの土砂供給を行っていない。

3. 横侵食の進行過程

図 - 1~4 はそれぞれの RUN の水路中央部での横断面図である。全ての RUN に共通して、通水後は側岸の土砂の崩壊と共に河道が拡幅し、側岸で侵食された土砂が河床部に堆積し、河床が上昇した。共通して時間経過と共に河道の横侵食速度は減少するが、混合砂の場合では通水後 5 分経過以降はほとんど侵食を受けることがなかった。この原因はアーマー化の進行により粗砂は容易に掃流され、そのため細礫同士が噛み合うことにより耐侵食性が増大したということと、粗度が大きくなったことにより側岸付近で流速が減少しているということが考えられる。それに対し、一様砂では時間経過と共に横侵食速度こそ遅くなるものの 120 分経過後も徐々に横侵食が生じていた。河床変動に関しては、通水後に側岸部の土砂が堆積することで河床の上昇が生じている。その後は混合砂の場合では側岸部からの土砂供給が少なく、上流側からの土砂供給もしていないことから河床が低下しやすいのに対し、一様砂では側岸部からの土砂供給が長期に渡って継続されるた

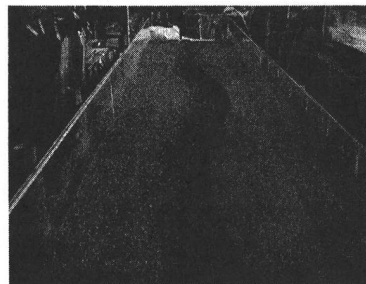


写真 - 1 実験水路（通水初期）

表 - 1 実験条件（初期状態でのフルード数 1.2）

RUN	河床勾配	水路形状	砂礫比（砂：礫）	流量 Q（cm ³ /s）	水深 h（cm）
1	1/100	直線流路	7：3	Q=1870	h=2.3
2		蛇行流路			
3		直線流路	10：0		
4		蛇行流路			

Key word : 横侵食、粘着性、混合砂礫

連絡先： 〒321-8585 宇都宮市陽東 7 丁目 宇都宮大学工学部

TEL 028-689-6230 fax 028-689-6230

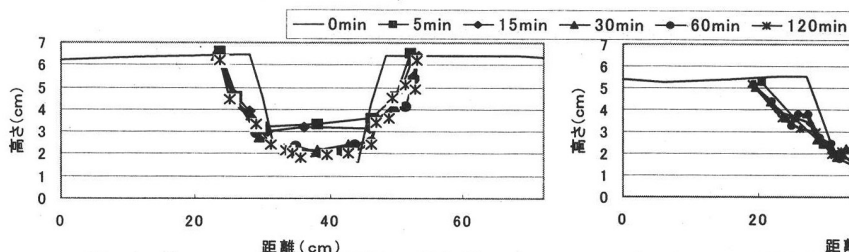


図-1 横断面図 (RUN1 直線流路 混合砂)

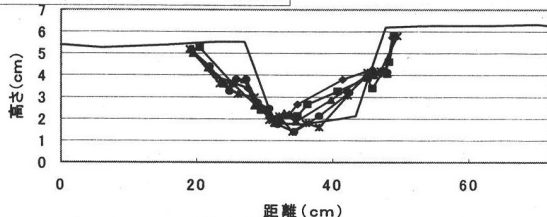


図-2 横断面図 (RUN2 蛇行流路 混合砂)

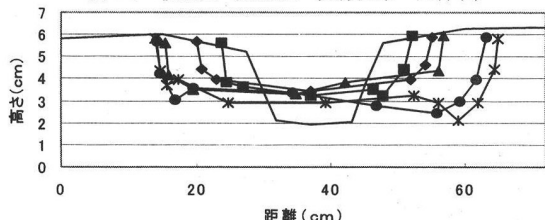


図-3 横断面図 (RUN3 直線流路 一様砂)

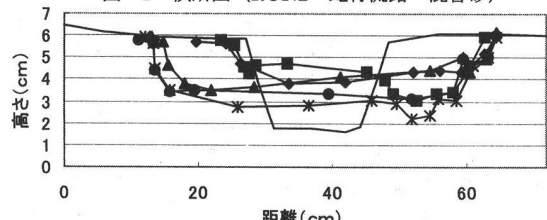


図-4 横断面図 (RUN4 蛇行流路 一様砂)

め河床が低下しにくいようである。側岸部土砂の崩壊の状況は混合砂では細礫の崩壊と共に、細礫付近の粗砂を同時に崩壊させる傾向が見られ、細礫の質量が大きいため粗砂に比べ容易に崩壊し、側岸の勾配が緩やかである。それに対し、一様砂の場合では側岸の勾配は安息角以上の角度（ほとんど直角）を有していることが多い。これはノリを加えたことによる粘着性の効果であると思われる。直線流路と蛇行流路の相違としては、直線流路では兩岸均等に侵食されるため河床部において土砂の堆積が平坦である。それに対し、蛇行流路では流水の衝突しやすい側岸において局所的に侵食されることから、側岸からの土砂の供給に偏りが見られるため土砂の堆積が平坦ではない。特に



写真-2 RUN4の侵食状況 (5min)

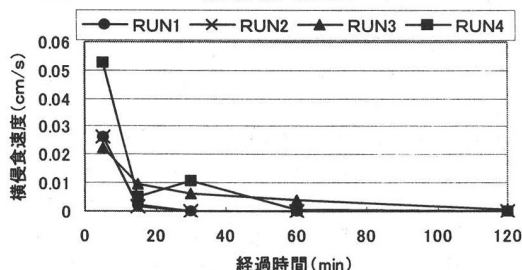


図-5 横侵食速度 (地点⑤)

RUN4（一様砂、蛇行流路）では通水開始後は右岸側が侵食されるが時間経過と共に、この地点より上流部の土砂が下流側へ掃流されることにより、30分経過後からは左岸側へと侵食が移動している（図-4参照）。図-5は図-1～4の横断面図をもとに横侵食速度を測定したものである。横侵食速度はRUN4（蛇行河道、一様砂）が最も速く、これは流水の直進性により水衝部において土砂が大量に侵食されるためと考えられる。それに対して混合砂では蛇行流路と直線流路での横侵食速度の相違はほとんど見られなかった。

今回の実験では与えた粘性が不足したため混合砂では直壁とならなかった。そのため横侵食速度は砂のみの場合に比べかなり小さくなった。余笹川では混合砂礫の直壁が維持され、河床ではアーマコートが形成されている状況であり、縦侵食より横侵食が顕著になったものと考えられるが、さらに実験的考察を継続する予定である。

4. 結論

- 1) 一様砂では側岸の角度が土砂の安息角以上の角度となり側岸の土砂の崩壊が長期にわたり継続するが、混合砂では細礫が存在するため側岸の角度は一様砂に比べ緩やかであり、側岸の侵食のサイクルが生じにくい。
- 2) 横侵食速度は一様砂で蛇行流路の場合が最も速く、これは射流で流水の直進性の効果が強いと考えられる。

(参考文献)1) 伊藤・須賀・茂木・池田:平成 10 年 8 月末の那須出水による余笹川の流路変化の特性、水工学論文集、第 44 巻、2000。

- 2) 相良・須賀・池田:混合砂礫を用いた横侵食に関する実験、第 27 回関東支部技術研究発表講演概要集、2000。