

粘着性付加の混合砂礫を用いた横侵食実験

東京建設コンサルタント 正会員 伊藤和典
河相工学研究庵 フェロー員 須賀如川
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 日から降り続いた集中豪雨によって洪水が発生し、顕著な横侵食現象が見られた。著者らは余笹川では低頻度大洪水により不安定な非平衡河道が形成されていて、2 粒径河道のため、横侵食を受けやすい河道となっていると指摘し、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述べている。¹⁾ 本研究は、粘着性を与えた混合砂礫を用いた横侵食実験を行うことにより、横侵食が顕著となる原因と考えられる側岸の角度が鉛直である条件、及び崩壊した土砂が掃流されやすい条件のメカニズムの検討を行う。

2. 実験の概要

一般的に横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。実験水路は、幅 72cm 高さ 25cm 長さ 6m のアクリル製水路を用い、ノリを混ぜ合わせた土砂を敷き詰めた後に、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 6 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。横断面の測定は上・下流部の影響を受けにくい水路中央部で行った。

3. 横侵食の進行過程

全ての Run に共通して、通水後は側岸の土砂の崩壊と共に流路が拡幅し、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。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（図 - 1～2）。それに対し、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。これは、側岸で崩壊した土砂の堆積部において、細礫がほとんど掃流されることがなく、側岸侵食のサイクルが繰り返されないことが原因であると考えられる（図 - 3～4、写真 - 2）。蛇行流路では水衝部において横侵食が顕著であり、混合砂の場合ではアーマー化が生じやすい（写真 - 1～2）。側岸部における土砂の崩壊の状況は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。それに対し、混合砂では細

表 - 1 実験条件（初期状態でのフルード数 1.2）

RUN	初期河床勾配	水路形状	砂礫比 (砂：礫)	流量 Q (cm³/s) 水深 h (cm)
1	1/100	直線流路	10：0	Q=1870 h =2.3
2		蛇行流路		
3		直線流路	7：3	
4		蛇行流路		
5		直線流路	河床部 10：0 側岸部 8：2	
6		蛇行流路		

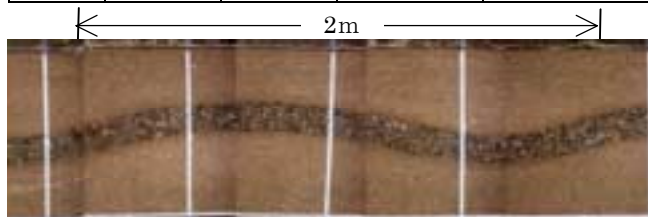


写真 - 1 Run6 の実験水路（通水前）



写真 - 2 Run6 の侵食状況（5min）

キーワード：横侵食、混合砂礫、粘着性河岸

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 fax028-689-6230

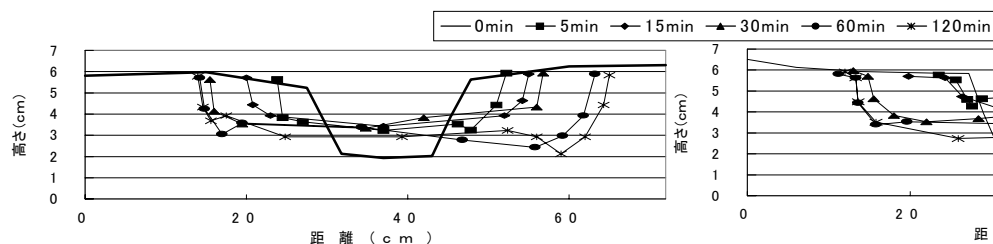


図 - 1 横断面図 (Run1 直線流路 一様砂)

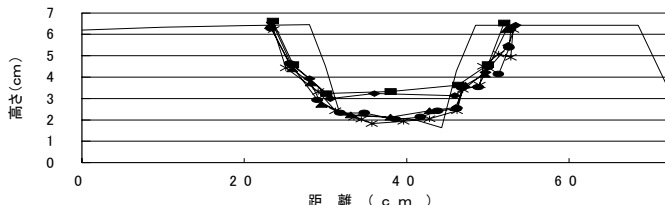


図 - 3 横断面図 (Run5 直線流路 混合砂)

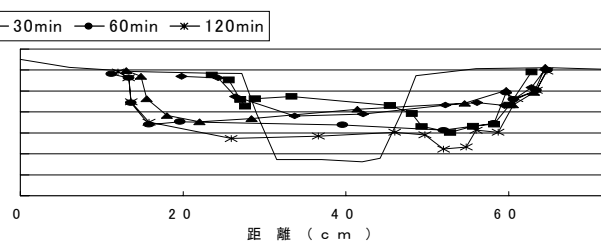


図 - 2 横断面図 (Run2 蛇行流路 一様砂)

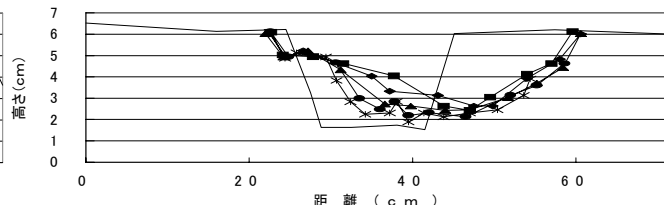


図 - 4 横断面図 (Run6 蛇行流路 混合砂)

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ことから粗砂に比べ容易に崩壊し、側岸の勾配が緩やかである。

図 - 5 は横断面図をもとに、水路中央部での横侵食速度を測定したものである。通水直後の横侵食速度は Run2 (蛇行流路、一様砂) と Run6 (蛇行流路、混合砂) が最も大きい。しかし、Run6 は混合砂であるため、5 分経過後は崩壊した細礫が掃流されにくいため側岸侵食のサイクルを繰り返すことがなく、侵食速度が小さい。Run6 で初期の横侵食速度が大きい原因は、河床部で礫のみを配置しているが、通水直後に側岸の土砂が河床部に堆積するため、河床の効果が原因であるとは考えられない。このことから、砂礫比の相違が Run6 において、横侵食速度が大きい原因であると考えられる。通水開始後 5 分経過後の横侵食速度を図 - 6 に示す。横侵食速度は直線流路では混合砂礫比の相違による横侵食速度の相違はほとんど見られないが、蛇行流路で砂 : 礫 = 8 : 2 と砂 : 礫 = 7 : 3 の間で急激に変化している。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、河床ではアーチャー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。

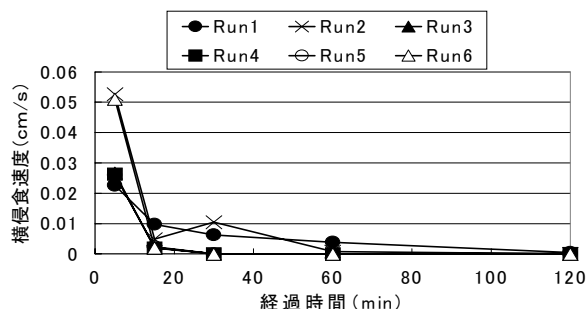


図 - 5 各 Run での横侵食速度

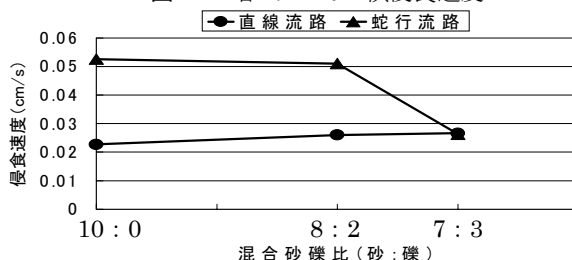


図 - 6 通水後 5 分経過後の横侵食速度

4. 考察

- 1) 一様砂のように側岸の角度が鉛直に近い角度であると、側岸の崩壊が容易に生じやすい。そのため、側岸侵食のサイクルが長期にわたって継続され、横侵食が生じやすい。
- 2) 混合砂の場合では、側岸の崩壊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、粘性が足りないためか、側岸の勾配が緩やかである。そのため、側岸侵食のサイクルが生じにくい。さらに、初期に崩壊した細礫が流水により掃流されにくいということも側岸侵食のサイクルを生じにくくさせているようである。
- 3) 横侵食速度は蛇行流路で大きい傾向がある。特に Run6 (蛇行流路、砂 : 礫 = 8 : 2) と Run4 (蛇行流路、砂 : 礫 = 7 : 3) の間で通水後 5 分経過後の横侵食速度が急激に変化している。この付近で混合砂礫比の変化による通水直後の横侵食速度の変化が著しいようである。

《参考文献》

- 1) 伊藤和典・須賀堯三・茂木信祥・池田裕一, 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, pp. 407~412, 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, pp. 240~241, 2000.