

河岸浸食に及ぼす交互砂州の影響に関する水理実験

Hydraulic Experiments on Influence of Alternate Bars to Bank Erosion

北見工業大学 工学部 社会環境工学科 学生員 河上 将尊
北見工業大学 工学部 社会環境工学科 正会員 ○渡邊 康玄

1. はじめに

2011 年 9 月に十勝川支川音更川において、低水流路満杯規模程度の出水時に、低水河岸の浸食により高水敷のみならず、堤防の一部も流失する現象が生じた。この出水は、継続時間が非常に長く交互砂州が十分に発達したことによる流れの横断方向への偏倚によるものと推察された¹⁾。河岸浸食の既往の研究は、河岸近傍の河床洗掘に伴う斜面崩落モデルが開発されているものの、偏向等による流れの直接的な作用については十分に解明されていない。ここでは、河岸浸食における流水の直接的な作用を解明する第一歩として、交互砂州の発生に伴う流れの偏向の河岸浸食に与える影響を明確化することを目的とし、水理模型実験を実施した結果を報告する。

2. 水理模型実験の概要

(1)実験水路

水理実験は、長さ 8m、幅 20cm の直線部に上流から 4m~6m の位置の左岸側に、幅 20cm の拡幅部を持つ直線水路が用いられた。実験水路の模式図を図-1 に示す。水路勾配は、1/100 に設定されている。直線水路床に珪砂 4 号（平均粒径 0.765mm）を 10cm の高さで敷き詰めて移動床としている。拡幅部には浸食域として直線水路部の移動床面の高さから 2cm の厚さで珪砂 4 号が敷き詰められている。

(2)実験条件

実験は 4 ケース行われた。Case1, Case2 は、水深を 7mm, Case3, Case4 の水深は 10mm とし、4 ケースとも直線水路に交互砂州が形成される水理条件である流量を流通している。各実験の岸黒木の中規模河床形態区分図²⁾にプロットしたものが図-2 である。通水中に水路上方に設置したビデオカメラにより直線水路部を含めて拡幅部区間の流水の状況および交互砂州の形状等の河床の状況と河岸浸食の状況を記録した。また、河床高の測定は、流通停止後、レーザー砂面計により、縦断方向に 10cm 間隔、横断方向に 5mm 間隔で計測を行った。なお、Case1, Case3 では、次の 2 段階で実験を行っている。第一段階は、図-1 において点線で示す位置に仕切りを設けて、直線水路に交互砂州を形成させている。その交互砂州が十分に発達したことを確認するとともに拡幅部の上流部に交互砂州による洗掘部が形成される時点で一旦流通を停止し、河床高の計測を行った。第二段階とし

て、第一段階で形成した河床に、仕切りを取り去った後に拡幅部の河岸が浸食する状態で再流通している。一方、Case 2 および Case4 では、拡幅部における仕切りは設けず、平坦河床の状態から拡幅部の河岸が浸食される状態で流通した。すなわち、Case1 と Case2 および Case3 と Case4 における河岸浸食速度および浸食位置を比較することにより、直線水路部に形成される交互砂州の発達状況の違いが河岸浸食現象に及ぼす影響を把握することが可能となる。各ケースの水理諸元を、表-1、に示す。なお、Case1 および Case3 を仕切りありのケース、Case2 および Case4 を仕切りなしのケースとよぶこととする。

3. 実験結果の概要

(1)流通時の交互砂州の形成過程と流通後の流路形状

Case1~Case4 における、上流 3m 地点から 7m 地点までの区間の流通停止後の河床形状をコンター図に示したものが図-3 である。水深 7mm で仕切りありの Case1 では、流通開始から 12 分程で交互砂州が形成され、35 分程で十分に交互砂州が形成されたのが確認された。一旦

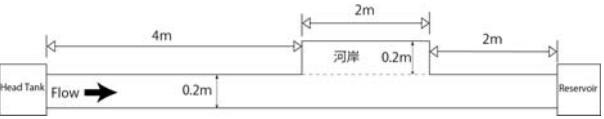


図 1 実験水路の平面図

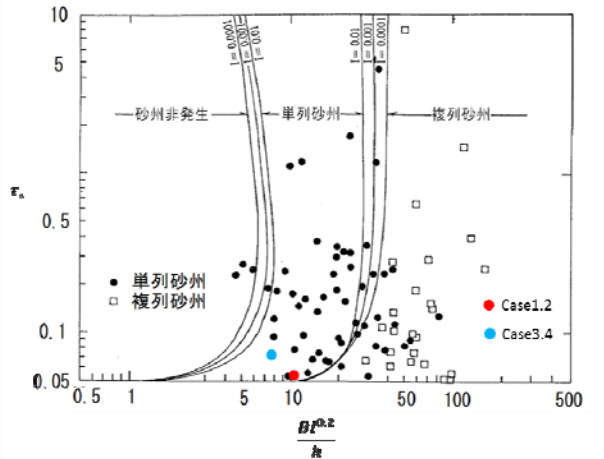


図-2 中規模河床形態の分類

Case	仕切り	水路幅 B (m)	流量 Q (L/s)	水深 h (mm)	平均粒径 d (mm)	河床勾配 i	無次元掃流力 τ	無次元限界掃流力 τ_{cr}	通水時間 t (min)	
1	有	0.2	0.384	7	0.765	1/100	0.055	0.034	95	
2	無			7					60	
3	有		0.714	10			0.079		90	
4	無								10	70

表 1 水理実験条件

通水を停止し、河床高を測定した後、仕切りを取り去り、再度通水を行った。通水を再開した直後から河岸浸食が確認され、浸食河岸曲頂部位置は、仕切りを取ってから約 25 分後から横断方向への浸食が進んだものの、縦断方向への移動はほとんど生じなかった。なお、交互砂州は、河岸浸食が発生すると、砂州が横断方向にも広がり始める。浸食河岸曲頂部位置が縦断方向への移動がほとんど生じなくなってからは、全体的な砂州の位置もほぼ停止したが、砂州の先端部分だけは細い帯状となって通

水終了まで下流に移動し続けた。

水深 7mm で仕切りなしの Case2 では、交互砂州は通水開始から 15 分程で形成され始めたが、すぐに河岸浸食は発生せず、通水開始から 20 分程で河岸浸食が始まった。通水開始から 40 分過ぎから Case1 と同様に浸食河岸曲頂部位置は、縦断方向へほぼ移動せずに横断方向へ移動していった。砂州の移動も Case1 と同様に、河岸浸食が発生すると、砂州が横断方向へ広がり始め、浸食河岸曲頂部位置が縦断方向への移動がほとんど生じなく

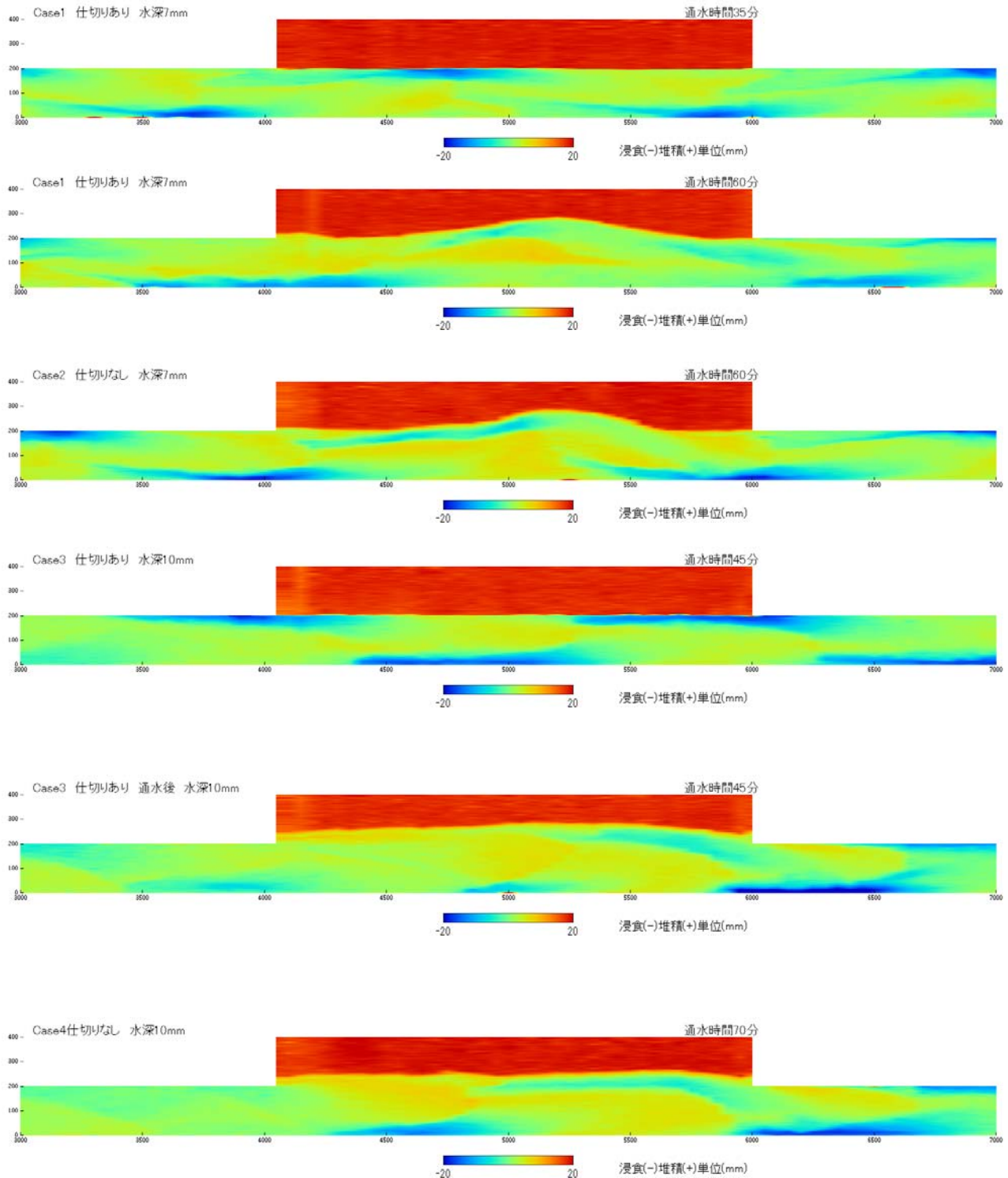


図 3 各ケースの通水終了後の河床コンター図

なってからは、全体的な砂州の位置もほぼ停止したが、砂州の先端部分は通水終了まで移動が確認された。

水深 10mm で仕切りありの Case3 では、通水開始から 10 分程で交互砂州が形成され始め、45 分で十分に交互砂州が発達したと判断し、通水を停止し河床高の測定を実施した後仕切りを取り去り、再び通水を開始した。Case1 と Case2 では、河岸浸食が進むにつれ、浸食河岸曲頂部位置の横断方向のピークが明確に現れている。しかし、Case3 では、通水を再開して 25 分から 35 分の 10 分間には、浸食河岸曲頂部位置の横断方向のピークが確認できたが、それ以後では、浸食河岸曲頂部位置の横断方向への明確なピークを持たずに、縦断方向へ浸食域を広げていった。交互砂州は、河岸浸食が縦断方向へ浸食域を広げる速度と同程度の速度で、砂州も移動をしていた。縦断方向だけでなく、横断方向にも少しずつ広がりながら、砂州は停滞することなく、移動していた。

水深 10mm で仕切りなしの Case4 では、Case2 と同様に、砂州が発達するまでの間に、河岸浸食が生じることはなかった。通水開始から 15 分程で交互砂州が形成され始め、その直後から河岸浸食が発生した。Case4 も Case3 と同様に、浸食河岸曲頂部位置の横断方向への明確なピークを待たず、通水終了まで縦断方向へ浸食域を広げていった。砂州の移動は Case3 と同様な移動の仕方であったが、Case3 ほど砂州が横断方向へは広がらずに移動していた。

(2)浸食河岸曲頂部位置の時間変化

水路上方に設置したビデオカメラにより、Case1~Case4 の浸食河岸曲頂部位置の時間変化を測定し時系列で整理したものが、図-4、図-5 である。また、曲頂部の平面的な位置の変化を、図-6 に示す。Case1 および Case2 では、浸食河岸曲頂部位置の縦断方向への移動は時間とともに小さくなっていくが、横断方向への移動は留まることなく進んでいくため、浸食範囲が縦断方向には広がらずに、横断方向へと広がった。対して Case3 および Case4 では、横断方向への浸食も発生するが、縦断方向への移動の影響が大きいいため、横断方向への浸食河岸曲頂部位置に明確なピークを待つことなく、縦断方向へと浸食が広がっている。

(3)河床波の移動速度

交互砂州が河岸浸食現象に及ぼす影響を把握するため、浸食河岸曲頂部位置の時間変化を測定するとともに、砂州の縦断方向への移動速度を水路上方に設置したビデオカメラより測定を行った。時系列で整理した結果を図に示す。結果より、水深が 10mm の Case3 および Case4 が砂州の移動速度が速いことが読み取れる。約 20 分のときに移動速度がピークになっているが、その後も砂州の移動は比較的速い移動速度を保っている。一方で、Case1 と Case2 では、砂州のピーク時の移動速度が、Case3 および Case4 の約 1/5 であり、通水の後半になると移動速度は 0cm/min 付近まで落ちる。Case1 では、70 分以降の砂州の移動は、砂州の先端部のみが移動を続けていたため、河岸への影響はほとんど無かったものと考ええる。Case2 も同様に、40 分以降は砂州の先端部のみが移動してしたため、この砂州移動による河岸への影響は

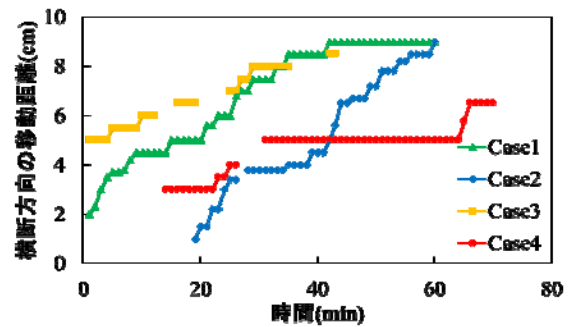


図 4 浸食河岸曲頂部位置の横断方向の時間変化

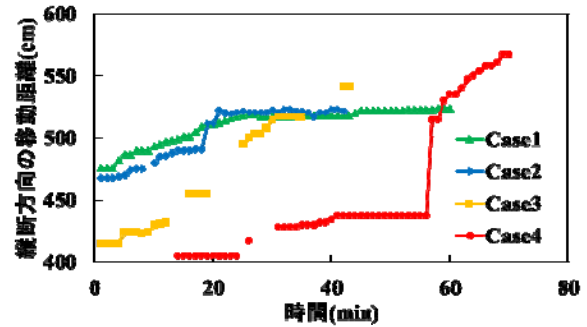


図 5 浸食河岸曲頂部位置の縦断方向の時間変化

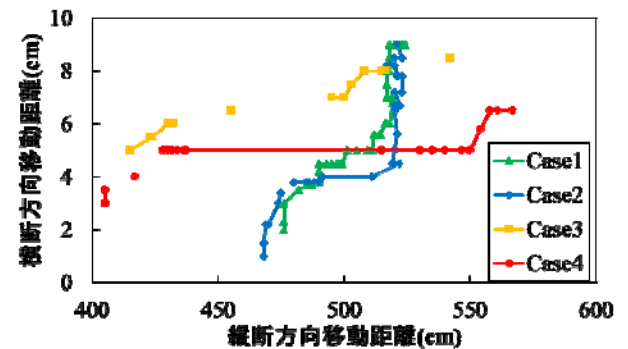


図 6 浸食河岸曲頂部の平面位置の変化

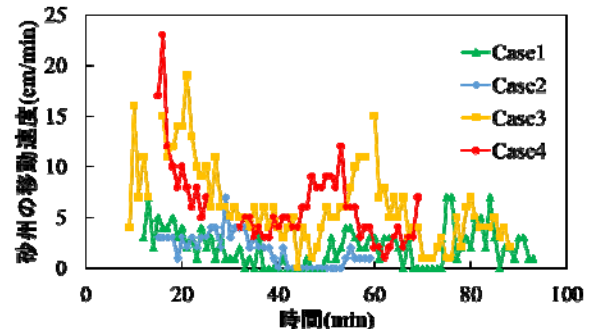


図 7 砂州の流下方向への移動速度

ほとんどないと考えられる。

4. おわりに

交互砂州による河岸浸食への影響を見るため水理実験を行った。砂州の発達の状況により、浸食の違いが出たケースと出なかったケースが存在した。今後、さらに詳細に検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 永多朋記, 渡邊康玄, 桑村貴志ら: 低水路河岸の平面形状に誘発された蛇行発達, 寒地土木研究所月報, No.721, 2013.
- 2) 黒木幹男. 岸力: 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究. 土木学会論文集, Vol.342, pp.87-96, 1984