

非定常洪水流に伴う砂州移動と浸透流に着目した河岸侵食の研究

国土技術政策総合研究所 川口 広司

国土技術政策総合研究所 福留 康智

国土技術政策総合研究所 末次 忠司

1. まえがき

近年、流域に市街地を有する河川の下流域では河川整備も進み、洪水に対する安全度が高くなっている。一方、上流域は未整備の区域も多く、洪水流の河岸侵食による被災が多く見られる。洪水氾濫による浸水だけでなく、河岸侵食なども含めて流域全体での減災が重要となる。河岸侵食に関しては、粘性土河岸、浸透流と堤体の安定性、砂州の変遷と侵食発生、河岸近傍の流速と侵食過程、洪水流中の流れと河岸侵食を含めた河道の変化との相互作用¹⁾をはじめ様々な着目による研究が行われている。本研究では、河岸侵食を引き起こす外力を浸透流水位より評価することを目的として、非定常洪水流下時における砂州及び河岸浸透流の挙動と河岸侵食の測定実験をもとに、その相互作用について検討を行った。

2. 実験の概要

写真 1、表 1 に示すように、直線水路にて砂州上の反砂堆に伴う水面波形がみられる Fr1.25~1.45 の非定常流による実験を行った。実験は1時間程度の定常流の予備通水を行い河岸侵食に関連する物理量を計測する区間を決定した。浸透流水位は写真 1 の侵食部に見られるように、試験管に小穴を空け管内の浮子付きのストローの挙動で簡単に計測した。予備通水後、上流端で非定常洪水ハイドロ(図 1)を与え、砂州の形成状況、河岸侵食量、流速等を測定した。比較的急流な河川を想定し、非定常流はピーク流量の大小による2ケースと、ピーク流量の大きいハイドロの時間を2倍に引き延ばした合計3ケースを流した。



写真 1 実験状況

表-1 実験条件

水路	延長(m)	60
	幅(m)	4.0
	勾配	1/80
河岸	幅(m)	1.2
	法面勾配	1:2
粒径(mm)		3~4
洪水波形		図-1
フルード数		1.25~1.45

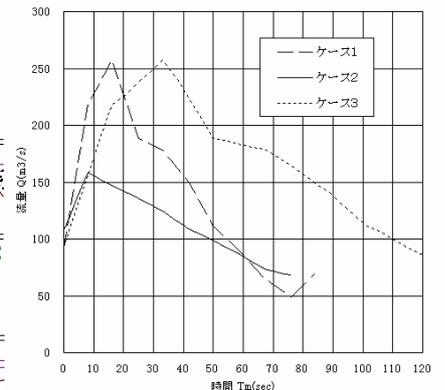


図 1 実験流量

予備通水後、上流端で非定常洪水ハイドロ(図 1)を与え、砂州の形成状況、河岸侵食量、流速等を測定した。比較的急流な河川を想定し、非定常流はピーク流量の大小による2ケースと、ピーク流量の大きいハイドロの時間を2倍に引き延ばした合計3ケースを流した。

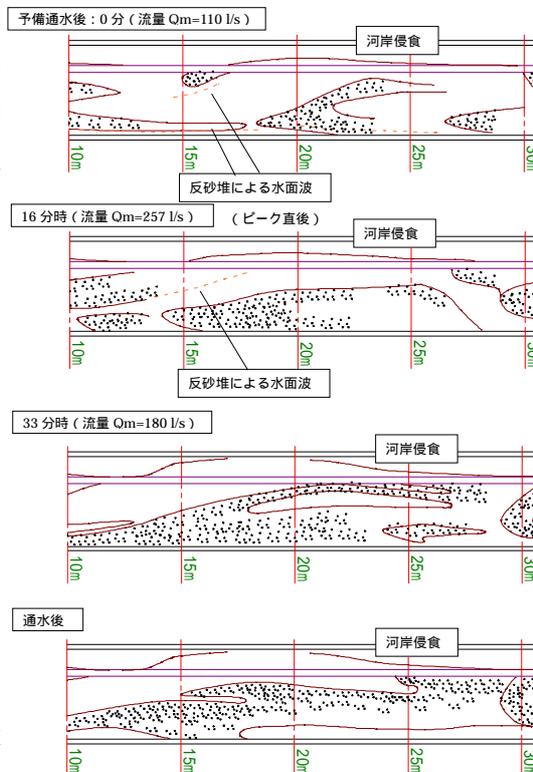


図 2 河床状況図

(ケース1)

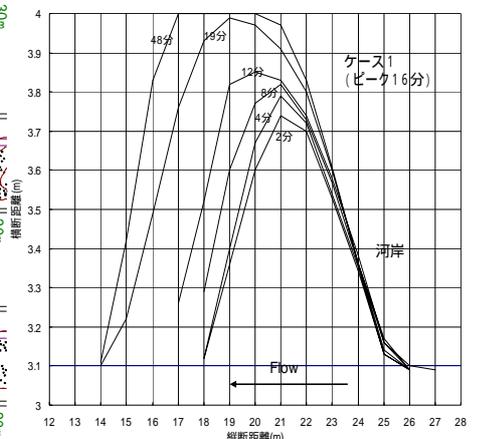


図 3 河岸侵食図

3. 実験結果及び考察

3.1 砂州の挙動と河岸侵食

図 2 に実験ケース1の河床状況図、図 3 に河岸侵食図を示す。

河床状況図は反砂堆による水面波と

キーワード：河岸侵食、非定常流、砂州、浸透流、浸潤面、反砂堆

連絡先：茨城県つくば市旭1 国土技術政策総合研究所 (電話)0298-64-2211 (FAX)0298-64-1168

河岸侵食箇所のスケッチを行った図、河岸侵食図はその侵食部を細かい時間で測定し形状を把握した図である。実験ケース1において砂州はピーク流量到達時間までは進行することが確認された。また、ケース1の河岸侵食はピーク流量到達時間（実験開始から16分後）までは主に縦断方向に進行し、ピーク後は縦断方向より横断方向に侵食が進むことが確認された。侵食途中の河岸においては安息角35度以上となっている箇所も多々見られた。実験ケース3においても同様の結果が確認されている。図4、5は実験ケース2における河床状況図、河岸侵食図である。

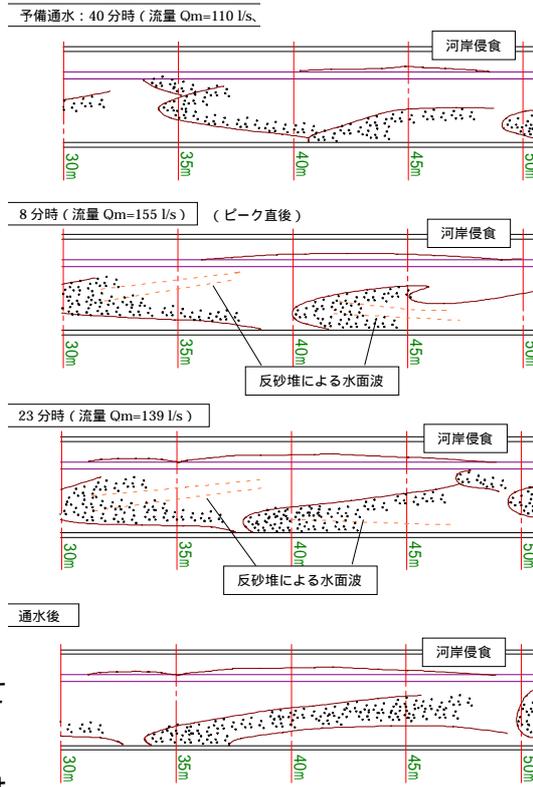


図4 河床状況図

(ケース2)

砂州は実験中において常に進行していることが確認された。ケース2の河岸侵食はケース1,3の河岸侵食と比べて主に縦断方向に進行していることが確認された。砂州の移動に関しては、砂州の形成領域区分図(図6)において、ケース1及びケース3では実験開始時は単列砂州発生領域にあるがピーク流量付近にて非発生領域に近いポイントまで進むこと、一方、ケース2では単列砂州発生領域にてループを描くことが確認できる。今回の条件では、砂州の移動に伴って河岸侵食は縦断方向に拡大し、砂州の移動が停止すると横断方向に拡大していくことが確認された。

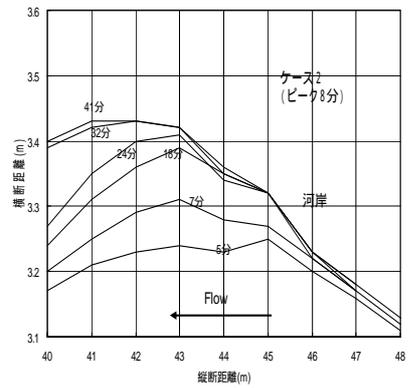


図5 河岸侵食図

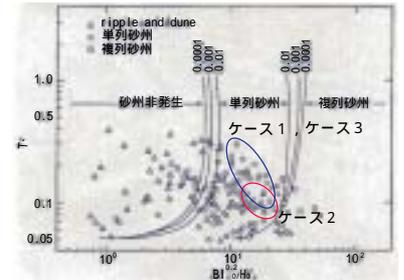


図6 砂州の形成領域区分図

3.2 浸透流の挙動と河岸侵食

図7に実験ケース2の非常流通過5分経過時の浸透流コンター図を示す。ピーク流量到達時間直前の河岸侵食の最深部近くの図であり、河岸に沿う流線の曲率の大きな水衝部で圧力が高くなり、そこから河岸内上下流に圧力が伝播している。ケース1,3では同様の分布を確認することができなかった。侵食が下流に進むケース2の侵食外力を評価するために侵食部上流の下流から45m地点と下流の43m地点について河岸内の浸潤面勾配から式(1)を用いて侵食外力の評価を試みた。

$$F_* = F / sgd \quad F = \gamma h \frac{\partial H}{\partial x} \quad (1)$$

ここで、 s は水中密度、 g は重力加速度、 d は粒径、 γ は単位体積重量、 h は水深、 H は浸透流水位である。図8に河床高を実験開始時及び実験終了時をもとに算定した各地点での掃流力の計算結果を示す。侵食部上流と比べて特に侵食速度が速い43m地点では上流部と比べて非常に大きな侵食外力が作用していることがわかる。4.まとめ 今後、侵食外力と侵食量の定量的な評価を行い平面2次元浅水モデルに組み込んだ数値計算による検討を行う。

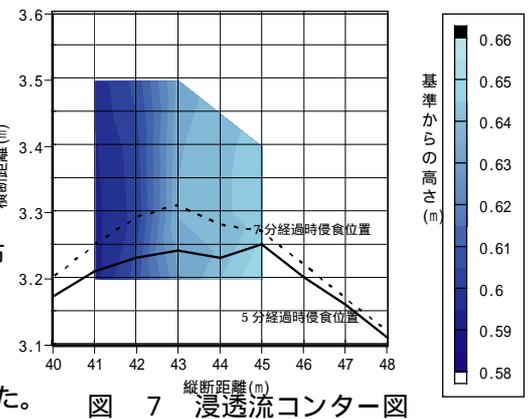


図7 浸透流コンター図

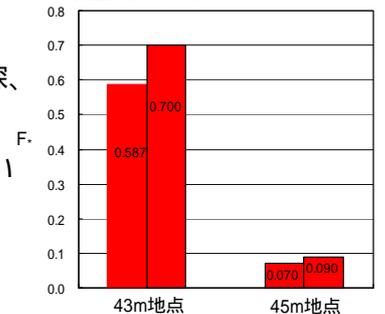


図8 侵食外力算定結果

参考文献：1) 栗山卓也, 川口広司, 末次忠司, 日下部隆昭, 最上谷吉則: 平成10年余笹川洪水による国道4号橋梁上下流の河床変動と河岸侵食, 水工学論文集, 第48巻, pp10 87-1092, 2004