

京都大学工学部 学生員 ○南部 泰範
 京都大学防災研究所 正会員 中川 一
 京都大学防災研究所 正会員 武藤 裕則
 京都大学防災研究所 正会員 張 浩

1. はじめに

淀川の支川である木津川の三川合流地点から 6.0k の地点には、流れ橋として有名な上津屋橋が存在しているが、その周辺には、かつて左岸沿いに砂州が存在し、多くの住民に親しまれていた。ところがこの砂州では高水敷化が進行していたため、平成 15 年に高水敷化した砂州を切り下げ、水制工を用いて砂州を形成・保全する試みがなされた。けれども現在のところ、左岸沿いには砂州が形成されずに、流路が存在している。そこで本研究では、1/65 縮尺の移動床模型を用いて、上津屋橋周辺の左岸沿いに望ましい砂州を形成しうる水制工配置の検討を目的として、模型の現地再現性、および現況水制工の砂州形成に対する効果について検討するための実験を行った。

2. 実験概要

実験には、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー内にある 1/65 縮尺の移動床模型水路を用いた。図 1 に示したように、実験水路の区間は木津川の 7.6k から 4.4k で、低水路と高水敷からなる複断面構造となっている。低水路部は移動床として石炭粉(平均粒径 $d_m=0.835\text{mm}$ 、密度 $\sigma=1.41\text{g/cm}^3$)を敷き詰め、高水敷および上下流端の砂州は固定床とした。河床勾配は 1/1370 であり、河道内構造物は、6.19k 地点の 4 号透過型水制、6.14k 地点の 5 号不透過型水制のほかに、6.05k 付近に鉄塔跡の基礎、6.0k 地点に上津屋橋の橋脚群、5.5k 付近に第二京阪道路の橋脚群が設置されている。現地の流況を忠実に再現することは困難であるため、再現性を損なわない範囲で流況のモデル化を行った。また、芦田・道上式を用いた準 2 次元不等流解析によって流砂量を計算し、それに相当する量の石炭粉を上流より供給した。表 1 に本実験で用いる河道の流量と、それに対応する流砂量を示す。ただし、本実験装置を用いて当内ら¹⁾が行った実験では、流量 $2000\text{m}^3/\text{s}$ として平衡河床の

形成を行った場合、流砂量は計算値の 70%であったため、今回の実験においても流量 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 時の流砂量は計算される値の 70%としている。以下、模型の諸元は原型スケールに換算した値で記述する。

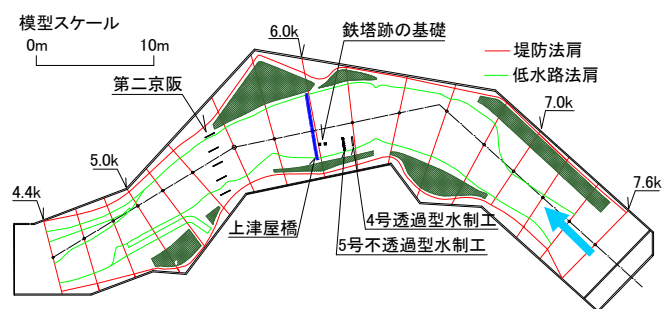


図 1 実験水路図

表 1 流量と流砂量の関係

原型流量	模型流量	模型流砂量	原型流砂量
2000(m^3/s)	58.71(l/s)	20.16(l/h)	5536(m^3/h)
1000(m^3/s)	29.36(l/s)	14.4(l/h)	3955(m^3/h)
500(m^3/s)	14.68(l/s)	5.76(l/h)	1582(m^3/h)
100(m^3/s)	2.94(l/s)	0.36(l/h)	99(m^3/h)

(1) 模型の再現性に関する実験

模型の再現性を確かめる実験として、水制工周辺の河床変動の再現と上津屋橋付近の右岸側に存在する砂州の移動の再現の二つを行った。実験では、低水路が満杯となる $100\text{m}^3/\text{s}$ 、砂州が冠水する $500\text{m}^3/\text{s}$ 、各年の年最大流量の 3 種を用いることとし、現地の流況をそれら 3 つの流量に対応するように 20～ $250\text{m}^3/\text{s}$ 、 $250\sim 1000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1000\text{m}^3/\text{s}\sim$ の 3 つに区分した。そして実験の流量とそれに対応する流量の区分において、生じる流砂量が一致するように通水時間を決定した。初期河床形状には、定期横断測量結果を用いる。

(a) 水制工周辺の河床変動の再現

平成 16 年の河床形状を初期河床とし、平成 17 年のモデル化した流況を用いて通水と給砂を行った (Case1)。実験のモデル流況を図 2 に示す。

(b) 砂州の移動の再現

平成3年の河床形状を初期河床とし、平成4年から平成10年のモデル化された流況を1年ごとに与えた。なお、Case1と同様のモデル流況ではうまく再現できなかったため、Case2では $100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $500\text{m}^3/\text{s}$ を用いず、年最大流量のみで表した。Case2のモデル流況を図3に示す。

(2) 現状水制工の機能評価に関する実験

水制工の機能を評価する目的で、 $100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $500\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2000\text{m}^3/\text{s}$ の3種類の流量について、現状の4号・5号水制工のある場合とない場合の実験をそれぞれ行った。通水時間はそれぞれ589h、81h、16hで行った。

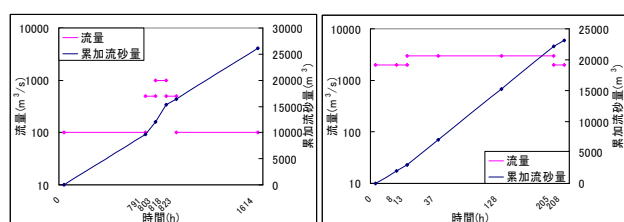


図2 Case1 モデル流況

図3 Case2 モデル流況

3. 実験結果および考察

(1) 模型の再現性に関する実験

実験(a)で再現する現地の河床変動には、水制工先端から下流へと伸びる滞筋の形成と、水制工付近への土砂の堆積が挙げられるが、これらは図4の実験結果から模型においてもうまく再現できている。

実験(b)で再現する砂州の移動は、上津屋橋付近の右岸側に存在する砂州が、7年間に $100\text{m}\sim 200\text{m}$ 下流へと進んだものである。Case1と同様の流況では、通水中に砂州を分断する流路が形成され、うまく再現することができなかった。この原因としては、現地の砂州上に存在する植生を、模型では考慮に入れておらず、それによる侵食抵抗が表せていないことが考えられる。年最大流量のみで行ったCase2では、図5のように上流端・下流端ともに下流側へ $100\text{m}\sim 200\text{m}$ の砂州の移動が見られ、概ね再現できている。

(2) 現状水制工の機能評価に関する実験

流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 時の水制工の有無による河床変動の違いを図6に示す。図6のように水制工が設置された場合には、4号水制工の下流に土砂の堆積が観察された。5号水制工の背後では両者に明確な違いは確認することはできなかったが、これには模型の累加流砂量が平年の $20\sim 250\text{m}^3/\text{s}$ で生じる流砂量の約14%と少なかったことや、実験の初期河床として用いた

平成18年の時点で水制工設置による河床への影響が収まりつつあることなどが考えられる。また、 $500\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2000\text{m}^3/\text{s}$ においては、水制工が設置されている場合に不透水制上流の河岸付近に洗掘がみられたこと以外には、水制工の有無による河床変動の違いはほとんど観察されず、 $500\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流量ではあまり機能していないと考えられる。以上より、現況の水制工は土砂堆積の効果を有するものの、その影響範囲は狭く、目的とする砂州形成には不十分であると考えられる。

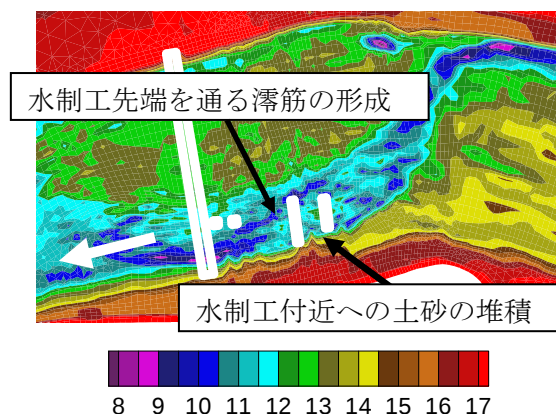


図4 Case1 最終河床

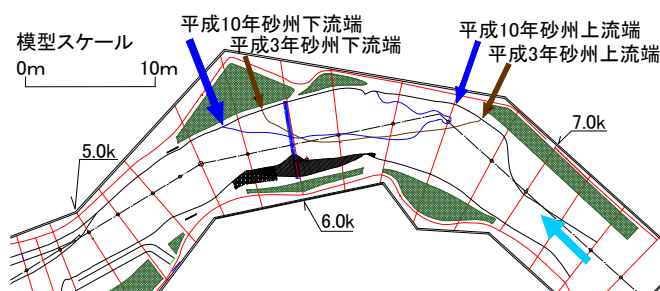


図5 Case2 初期河床と最終河床の砂州形状の比較

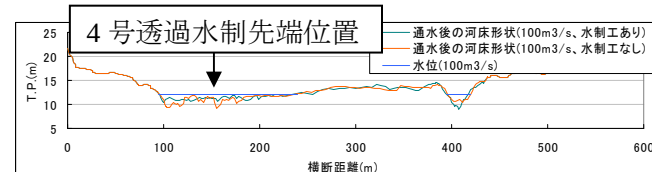


図6 6.183k 通水後の横断河床形状の比較

4. まとめ

本研究では、模型の再現性が確認され、現状水制工の砂州形成に対する効果が明らかとなった。これらの結果を基に、今後適切な水制工配置について検討していく予定である。

参考文献 1) 當内ら：大規模水理模型を用いた流量変化が水制周辺の河床変動特性に与える影響に関する研究、平成18年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集、II-33、2006。