

複断面河道における砂州挙動に関する基礎実験

名城大学大学院 学生会員 ○青木 一展
名城大学 正会員 溝口 敦子

1. はじめに

都市河川に多くみられる複断面河道を有する河川では、治水を目的として低水護岸が整備されている。庄内川の支川である矢田川では、河床の安定を目的としてコンクリート低水護岸が整備され、高水敷は都市公園などとして利用されている。しかし、近年では都市部を流れる河川だからこそ、自然と触れ合う場としてのニーズもあり、環境機能を有する河川としての整備も必要となっている。そこで、著者らは環境機能を有する砂州河道の創出を目指し研究を行っている。本稿では、その研究の一環として低水路内に形成する砂州の特性を決める要因を探るため、これまでに実施した現地観測結果をまとめるとともに、複断面水路における砂州挙動を調べた水路実験について報告する。

2. 複断面河道である矢田川における砂州変動状況

著者らは、これまで、矢田川の低水路内に形成されている砂州を対象として、その特徴と変動特性を調べるとともに、魚類等に提供する場としての機能も調べてきた。そのなかで、砂州形状は平水時に創出される水温環境を通じて魚類生息環境を支配する可能性が示された¹⁾。また、矢田川の天神橋区間および宮前橋区間の交互砂州について調べた結果、出水により多少変化するものの、図-1に示す砂州波高のように、砂州形状は低水路満杯流量時の平衡形状におおよそ一致することがわかった。

福岡ら²⁾によって、砂州の形成時における両側壁の反射の重要性が指摘されているが、これを踏まえると、複断面となった水路においては両側壁の反射が単断面時と異なる状況となり、低水路内の砂州が維持されるとは限らない。しかし、矢田川においては、2008年からの調査期間中、図-2のような交互砂州が常に確認され、2011年の既往最大水位を記録した出水など複断面流れとなった後にも交互砂州が存在していた。

3. 複断面水路における砂州挙動の把握

3.1 実験概要

2章に示した現地調査結果をうけ、複断面時の砂州挙動を調べるため、以下のように水路実験を実施した。実験には、全長16mで図-3のような複断面河床を設置した可変勾配水路を用いた。実験では、まず、水位が高水敷高さ以下となる流量90l/minで通水し基盤砂州を形成させた後、低水路満杯流量以上の通水を行い、砂州挙動および消失の有無を調べる。なお、今回の実験断面における流量と低水路平均水深の関係は図-4のようになる。

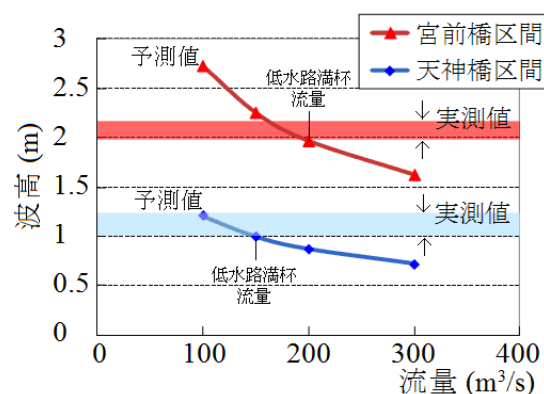
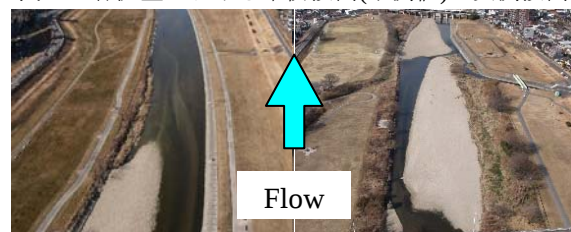


図-1 各流量における平衡波高(予測値)と実測波高



(天神橋区間) (宮前橋区間)
図-2 対象区間の砂州の様子(2011年1月)

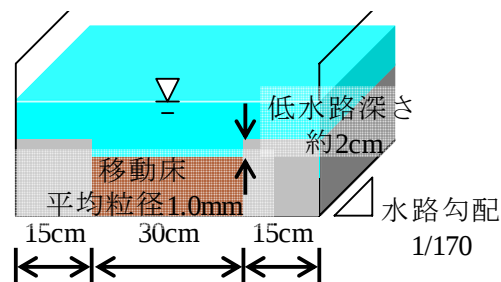


図-3 実験で用いた河床の横断面

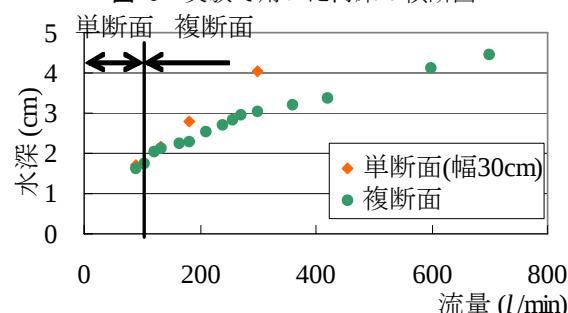


図-4 流量-水深関係

3.2 実験結果および考察

ここで、幅 30cm の単断面水路における砂州の発生状況を事前に調べた結果を表-2 に示す。低水路水深が 2.18cm の単断面では砂州が形成される結果となっている。

次に、実験の結果を表-3 に示す。実験では、どの流量も砂州の進行とともに砂州波高は小さくなっていった。また、各流量での水深は表-3 に示すようであったが、高水敷における水深が小さな 150l/min では砂州が残ったものの、水深が大きくなると砂州が消失した。このとき、砂州は半波長程度流下したところで消失しており、そのため、下流への進行が速いほど、つまり流量が大きいほど早く砂州が消失することがわかった。

砂州の消失したケースでは、砂州前縁直上流側に堆積している砂が下流の深掘れ部に流れ込み、河床の凹凸が小さくなっていった。そのため、図-5 の例に示すように砂州の下流への進行にともない砂州前縁が不明確となり砂州が消失する。砂州が消失した要因としては、複断面時では砂州前縁と水面波が一致しないことがあげられる。単断面時には、砂州前縁と水面波が一致することで、砂州前縁で水深が増大し掃流力の低下が生じ、砂が砂州前縁直上流側に堆積することで砂州が発達するとされる²⁾。しかし、複断面時には水面波が高水敷まで達するため砂州前縁と一致せず、砂州前縁での掃流力の低下が生じないため、前縁直上流に堆積している砂が下流の深掘れ部に流れる。そのため、下流への進行とともに砂州が消失したといえる。また、流量 150l/min のケースでは高水敷水深が極端に小さいため、高水敷領域の影響が水面波や流れの反射にほとんどなく、かつ、表-2 との比較で低水路内だけで考えれば砂州発生条件下のため、砂州が維持された可能性がある。

表-2 単断面における砂州発生状況

流量 (l/min)	90	132	180	300
平均水深 (cm)	1.68	2.18	2.78	4.04
砂州発生の有無	有	有	無	無
波高 (cm)	3.15	2.56		
波長 (cm)	430	250		
波速 (cm/min)	4.6	5.6		

表-3 各流量通水時の砂州挙動

流量 (l/min)	150	180	250
平均水深 (cm)	2.12	2.43	2.87
消失前の平均波速 (cm/min)	4.8	6.4	7.4
通水時間 (min)	34	32	26
砂州の状態	維持	消失	消失
波高 (cm)	2.57		



図-5 180l/min における通水前後の水路の様子 (下流から臨む)

4. 結論

複断面河道である矢田川で砂州挙動を調べた結果、形成されている砂州は、低水路満杯流量程度の平衡形状とおおよそ一致した特徴をもつ。また、高水敷まで水位が上昇する出水でも、現地における砂州は消失しない。次に、この現象について実験で調べた結果、低水路内に形成された砂州は、複断面時、特に高水敷水深が大きいほど消失していくが、砂州の進行とともに消失していくため、消失には時間を必要とすることがわかった。このことから、現地では複断面となる出水時間が短いため、砂州は消失せず残っているといえる。

謝辞

本研究の一部は、河川技術研究開発制度地域課題研究の一環として行われ、国土交通省中部地方整備局庄内川河川事務所に情報提供などご協力いただいた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 溝口敦子ほか：複断面河道における低水路幅の違いが砂州物理環境および魚類生息環境へ及ぼす影響，河川技術論文集，第 17 巻，土木学会，pp.125-130，2011.
- 2) 福岡捷二ほか：移動床流れにおける側岸の水理的役割—特に，交互砂州の発生・伝播との関連について—，第 27 回水理講演会論文集，pp.681-688，1983.