

拡縮工法の一般化に向けた基礎的研究

新潟大学大学院自然科学研究科
新潟大学災害・復興科学研究所
新潟大学災害・復興科学研究所

学生会員 ○齋藤潤一
正会員 五十嵐拓実
正会員 安田浩保

1. はじめに

平面形状が直線型の河川では、流下方向に堆積と洗掘を繰り返す周期的な幾何学形状が形成される。このような河川では、交互砂州を起因とした流れの偏心と水衝部の形成、同一断面内における標高差の拡大を起因とした非冠水部の形成と樹林化の進行が問題である。洪水流を安全に流下させるためには、上述の2つの課題に対する根源的な対策と交互砂州の発達の抑制が必要である。

阿部ら¹⁾、Tonegawa et.al²⁾は交互砂州の発達を抑制するため、平坦床の直線流路に複数の構造物を組織的に配置した模型実験を行っている。彼らの知見によると、構造物の配置間隔が交互砂州の波長に対して同等以下であれば、交互砂州の発達を抑制する効果が確認されている。しかし、一方、実河川において平坦床の底面は無いことから、既に底面に交互砂州が存在する状態での構造物の組織的配置による交互砂州の発達の抑制効果の検証が必要である。また、構造物周辺の局所洗掘が進行すると、構造物の転倒や構造物の効果の低下が予想されるため、構造物の平面形状についての検証も重要である。

本研究では、実河川への適用を考慮し、1) 構造物配置時における河床状態の寄与度及び、2) 構造物の平面形状が構造物周辺の局所洗掘や水底面に及ぼす影響を模型実験により検証した。

2. 移動床模型実験の概要

(1) 実験条件と実験手順

模型水路は全長 12m、水路幅 45cm の矩形断面の直線水路である。初期河床勾配は 1/200、流量は 1.7L/s を定常で与えた。水理条件は交互砂州の発生を狙い、黒木・岸の領域区分図で川幅水深比 11、無次元掃流力 0.08 とした。河床材料は代表粒径 0.76mm の東北硅砂 4 号を用いて厚さ 5cm で均一に敷き詰めた。水底面の計測には、動的光切断法により水底面の同時かつ高解像度な計測³⁾を行った。なお、通水時間は 3 時間である。

(2) 構造物の配置条件

はじめに、構造物配置時における河床状態の寄与度を把握するため、河床を平坦床、流下が活発な交互砂州と流下が緩慢な交互砂州の3種類に分類した。交互砂州の発達段階を、石原ら⁴⁾を参考に波高の時間変化率で、配置時刻を判断した。砂州の移動状態に着目して構造物の配置のタイミングを交互砂州の流下が活発な状態である通水開始 90 分後と、緩慢である通水開始 270 分後の2通り行った。

次に、構造物の平面形状が水底面に及ぼす影響につい

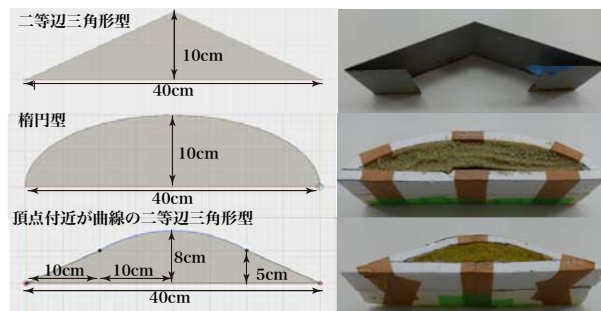


図-1 構造物平面図、上図:二等辺三角形型、中図:楕円型、下図:頂点付近が曲線の二等辺三角形型

て調べるために、図-1に示すように、二等辺三角形、楕円、頂点付近が曲線の二等辺三角形の3種類の構造物を流下方向に組織的に配置した。

構造物の配置間隔は、両実験ともに、予備実験において直線水路に形成された交互砂州の波長(約 200cm)を基準とし、それよりも短い 150cm に設定した。

(3) 交互砂州の発達抑制の判断指標

交互砂州が発達すると、そうでない場合と比べ同一横断面内の標高差が増大する。そこで交互砂州の発達抑制の判断指標として同一横断面内の標高差を用いた。標高差は同一横断面内における水底位の最大値と最小値の差分から求めた。

3. 構造物配置時における河床状態の寄与度の把握

実験結果を図-2に示す。同図の左に水底面、右に同一横断面内の標高差の縦断分布の計測結果を示している。この図では構造物周辺の計測値は取り除いてある。

構造物で囲まれた範囲を1区間と定義すると、a)の初期河床が平坦床に配置した場合の水底面は、上流から1区間目と2区間目では中州と岸州の形成が確認された。標高差は構造物が配置された区間では、構造物を配置せず交互砂州が形成された場合に比べて、標高差が緩和された。

b)の流下が活発な交互砂州に配置した場合の水底面は、上流から1区間目で両岸に堆積した岸州が形成されたが、それよりも下流の2区間は片岸に寄った砂州が形成された。標高差は上流から2区間目において交互砂州が形成された時と同程度の大きさであった。

最後に、c)の流下が緩慢な状態の交互砂州の水底面は、上流から1区間目は片岸に寄った砂州が形成されたが、下流の2区間では中州や岸州の形成が確認された。標高差は流下が活発な交互砂州に配置した場合に比べて緩和された。

Key Words: 交互砂州, 構造物, 組織的配置

〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050 TEL 025-262-7053

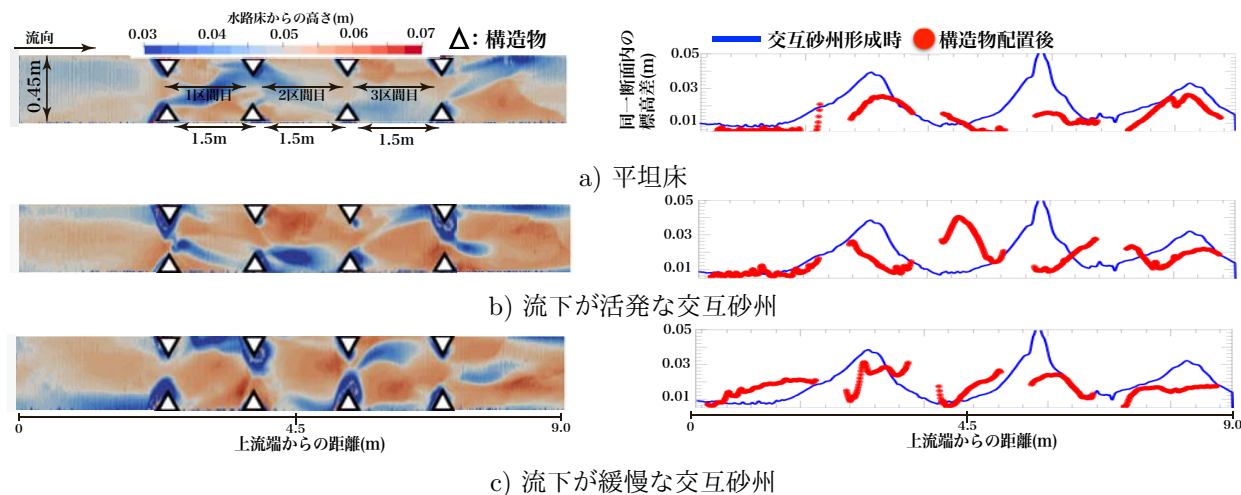


図-2 構造物配置時における河床状態の寄与度 (配置間隔 150cm), 左図:水路床からの高さ, 右図:同一横断面内の標高差

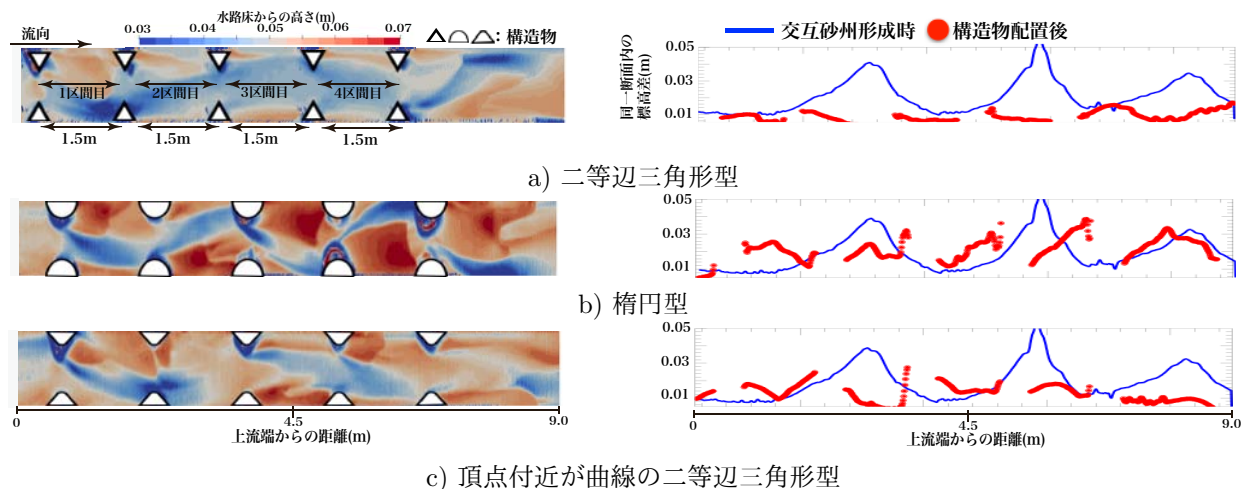


図-3 通水開始 3 時間後の計測結果 (配置間隔 150cm), 左図:水路床からの高さ, 右図:同一横断面内の標高差

以上の結果を踏まえると、構造物配置時の河床状態が、その後に形成される水底面に及ぼす影響が小さいことが示唆された。

4. 構造物の平面形状が水底面に及ぼす影響

構造物の平面形状が水底面に及ぼす影響を把握するための模型実験を実施した。その実験結果を図-3に示す。

a) の二等辺三角形型の条件の水底面は、上流から 1 区間目では片岸に寄った砂州が形成されたが、2 区間目以降では岸州の形成が確認された。この条件は標高差を最も緩和した形状であった。

b) の楕円型の条件の水底面は、上流から 1, 2 区間目では岸州が形成されたが、3 区間目以降では片岸に寄った砂州の形成された。標高差は交互砂州が形成された時に比べて上流から 1, 2 区間目までは緩和されているが、3 区間目以降では交互砂州と同程度の標高差が生じた。

c) の頂点付近が曲線の二等辺三角形型の条件の水底面は、構造物配置区間において岸州が形成された。標高差は、交互砂州が形成された時に比べて緩和された。

以上を踏まえると、配置する構造物の平面形状が水底面に及ぼす影響が、大きいことが示唆された。

5. おわりに

本研究では、実河川への拡縮工法の適用を考え、1) 構造物配置時における河床状態の寄与度の把握と 2) 構造物の平面形状が水底面に及ぼす影響について、模型実験により検証した。模型実験の結果、構造物配置時の河床状態に関係なく、交互砂州による同一断面内の標高差を緩和できた。ただし、流下が緩慢な交互砂州に配置した場合は標高差の緩和効果が弱くなる。次に、構造物の平面形状については、平面形状の曲率が大きい場合に局所洗掘が顕著となることが分かった。

参考文献

- 1) 阿部宗平・渡辺正幸・泉岩男・池谷浩: 単列砂礫帯での横工の効果, 新砂防, 121, 1981
- 2) A. Tonegawa, H. Yoshitake, H. Yasuda and T. Hoshino :Effects of Arranging Dikes on that Formation of Central Sandbars. 12th International Conference on Hydro-Science Engineering for Environmental Resilience November 6-10, Tainan, Taiwan, 2016
- 3) 星野剛, 安田浩保, 倉橋将幸: 交互砂州の形成機構の解明に向けた水面と底面の同時計測手法の開発, 土木学会論文集 A2(応用力学), 2017
- 4) 石原道秀, 五十嵐拓実, 安田浩保: 交互砂州の流下速度の低下要因について, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.74, No.4, 2018