

異なる平面形を持つ複断面流路の流砂量に関する研究

中央大学大学院 FII-会員 福岡捷二
 広島大学大学院 学生会員 田端幸輔

中央コンサルタンツ株式会社 正会員 ○柴田 高
 国土交通省中国技術事務所 正会員 山形勝巳

1. 序論

複断面蛇行流路において流れの構造が複雑であるために、複断面蛇行流路の流砂量に関する十分な知見は得られていない。従来から、流砂量公式には、一次元流れで導かれたものが準用されてきたが、複断面蛇行流路に対するこれら流砂量公式の適用性は明らかにされていない。複断面蛇行流路の流れは、低水路内の流れと高水敷上の流れとの混合が生じるため、掃流力や流砂量が縦横断的に変化する。このような流れ場において、流砂量特性や数値解析の再現性を検討する場合、縦横断的に検討する必要がある。本研究では、異なる平面形を持つ複断面流路（図-1、図-2）を用いて、上流湾曲区間、一様蛇行区間、下流湾曲区間において流砂量の縦横断分布を測定することにより、複断面蛇行流路における流砂量特性を検討する。さらに、複断面蛇行流路における数値解析法を持つ意義、流砂量公式の適用性及び課題を検討する。

2. 方法

実験条件を表-1 に示す。複断面蛇行流路における河床変動は、相対水深によって単断面的蛇行流れと複断面的蛇行流れに分類される。本実験ではこれら 2 つの流れに対応する流量について移動床実験を行なっている。流砂量の測定には、平衡状態の横断河床形状に合わせて作製した流砂量測定箱を用い、低水路内に設置している。横断方向に 4 分割した網を流砂量測定箱内に設置し、流砂量の横断分布を測定している。上流湾曲区間、下流湾曲区間、一様蛇行区間それぞれの下流端断面と中間断面、上流端断面に流砂量測定箱を設置している。

実験における流砂量の縦横断分布の算定方法を示す。検討対象区間の下流端の流砂量は下流端で実測されており、下流端の次の上流側断面の流砂量は、下流端の流砂量とその断面間の河床変動高、底面流速ベクトルの解析値を用いて流砂の二次元的な運動を捉え、流砂の連続式から算出している。この作業を下流端から上流端に向けて逆算している。なお、中間断面、上流端断面共に、流砂量の実測値と上記の方法の算定値は概ね一致したため、上記の流砂量の縦横断分布は実験で生じる流砂量を再現しているといえる。

数値解析における流砂量の縦横断分布の算定方法を示す。芦田・道上の流砂量式は流砂量と掃流力の基本的な関係を示しており、本研究ではこの基本的な関係は正しいものと仮定する。静水圧を仮定した三次元数値解析では、運動方程式に流れの非平衡性を考慮しているため、数値解析で求められた掃流力を認め、これを流砂量公式に用いることにする。ここでは、複断面的蛇行流れにおいて流砂量公式の係数を変えることによって、数値解析は流砂量を精度良く再現可能であるか検討する。

3. 検討結果

単断面流れにおける流砂量の縦横断分布の実験値と解析値を図-3、複断面流れにおける流砂量の縦横断分布の実験値と解析値を図-4 に示す。図-3 より、上流湾曲区間、一様蛇行区間では、

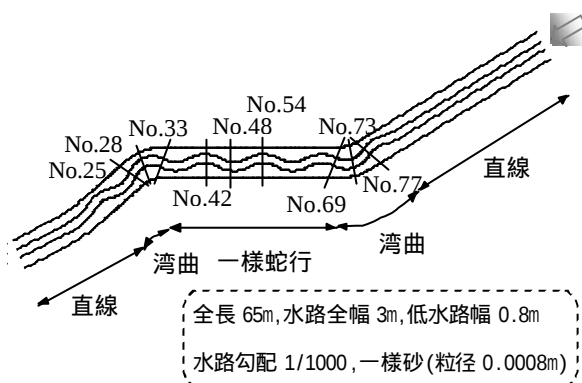


図-1 水路平面図

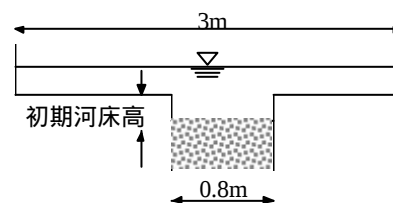


図-2 水路横断面図

表-1 実験条件

	ケース 1	ケース 2
相対水深 Dr	0(単断面流れ)	0.4(複断面流れ)
流量 (m^3/s)	0.0188	0.0512
初期河床高(m)	0.070	0.065

キーワード：流砂量，複断面流路，三次元数値解析，流砂量式，平面形

連絡先：広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 Tel&Fax(0824)-24-7847

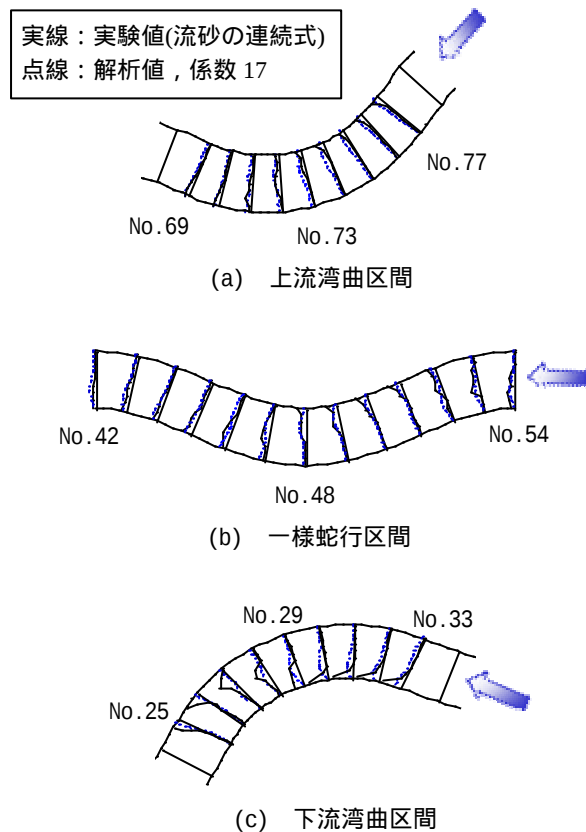


図-3 単断面流れの流砂量の縦横断分布(実験値, 解析値)

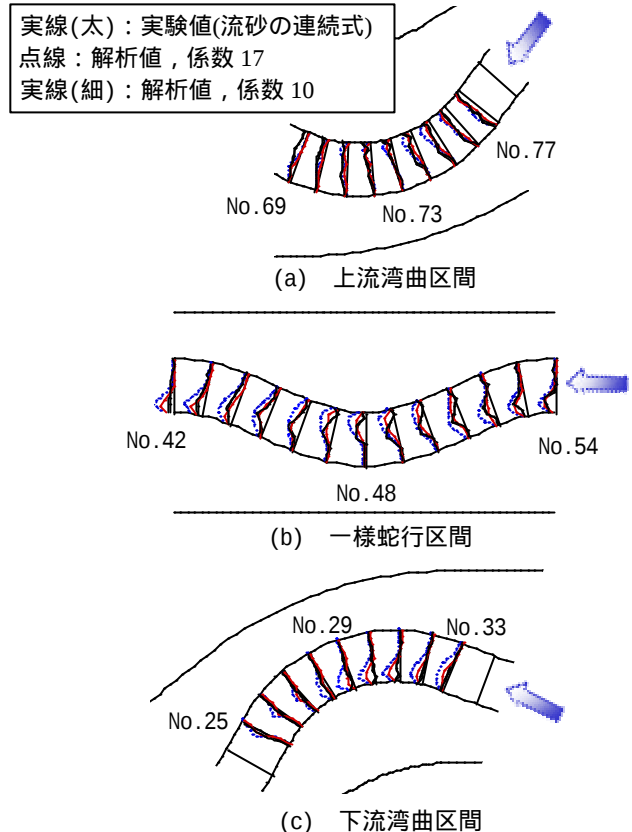


図-4 複断面流れの流砂量の縦横断分布(実験値, 解析値)

解析値は、実験値の流砂量の最大点、大きさを概ね再現している。下流湾曲区間では、解析値は、実験値の流砂量の最大点を概ね再現している。しかし、洗掘部の No.25-No.27 の右岸側、No.29-No.33 の左岸側では、解析値は実験値に比べ流砂量は小さい。

図-4 より、上流湾曲区間、下流湾曲区間では、各断面において流砂量の横断方向の変化は小さく、低水路全体に流砂量が現れている。一様蛇行区間では、流砂量の最大点は低水路中央付近に現れている。これは、高水敷上の流れが低水路内に流入し、流れ場が複断面的蛇行流れとなり、主流線が低水路中央付近に位置したためである。解析値と実験値を比較した結果、上流湾曲区間の No.77-No.71 では、解析値は共に、実験値の流砂量の最大点を概ね再現している。一方、No.69-No.70 では、解析値は共に、実験値の流砂量の最大点を再現できていない。流砂量の大きさは、流砂量式に係数 17 を用いた解析値は実験値を再現している。一様蛇行区間、下流湾曲区間では、解析値は共に、実験値の流砂量の最大点を概ね再現しており、流砂量の大きさは、流砂量式に係数 10 を用いた解析値は実験値を再現している。これは、上流湾曲区間は上流に直線区間を有しており、水位上昇に伴い掃流力も増加する流れ場になったため、また、一様蛇行区間、下流湾曲区間は上流に一様な蛇行低水路を有しており、流れ場が複断面的蛇行流れとなったためであると考えられる。

4. 結論

本研究で提案した流砂量の測定法及び縦横断分布の算定法により、異なる平面形を有する複断面流路における平面形と流量規模の違いによる、流砂量特性を明らかにした。

単断面流れの場合、一次元流れから求められた流砂量公式の係数 17 を用いて、数値解析の掃流力を流砂量公式に与えることによって、数値解析は流砂量を精度良く再現可能であることを明らかにした。

異なる平面形を有する複断面流路では、水位の上昇と共に掃流力も増加する流れ場となる区間では、一次元流れから求められた流砂量公式の係数 17 を用いて、数値解析の掃流力を流砂量公式に与えることによって、数値解析は流砂量を再現可能である。一方、流れ場が複断面的蛇行流れとなる区間では、流砂量公式の係数を適切な値に変えることによって、数値解析は流砂量を再現可能であることを明らかにした。