

異なる平面形が連なる複断面流路の流砂量に関する研究

中央コンサルタンツ株式会社 正会員 ○柴田 高
 広島大学大学院 学生会員 田端幸輔
 国土交通省中国技術事務所 正会員 山形勝巳

中央大学大学院 フェロー会員 福岡捷二
 広島大学大学院 学生会員 盧 庚範

1. 序論

複断面蛇行流路の流れの構造は複雑であるために、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、流砂量式には一次元的な流れに対して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式の適用性は十分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、流れや河床変動の数値解析の再現性を検討するには、流砂量式の適用性を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の持つ意義、従来の流砂量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¹⁾ことから、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。流砂量の測定は、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、上流端断面において行っている。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、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。

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を実測し、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、流砂の連続式から算出している。この計算を下流端から上流端に向けて順番に行ない、流砂量を求めている。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判断される。

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力学関係は正しいものと仮定する。運動方程式の三次元数値解析では、平面形、横断面形に起因する流れの非平衡性を考慮しているため、三次元数値解析で求められた掃流力分布を芦田・道上式に用いる。この方法によって、複断面的蛇行流れにおいては流砂量式の係数を変えることで、河床変動と流砂量を精度良く再現可能であるかを検討する。

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

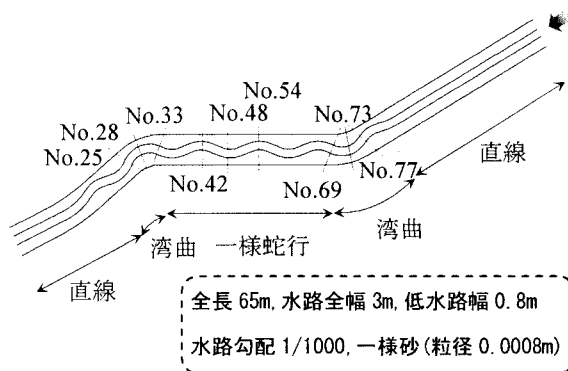


図-1 水路平面図

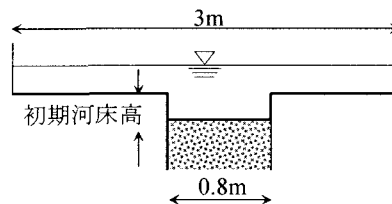


図-2 水路横断面図

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

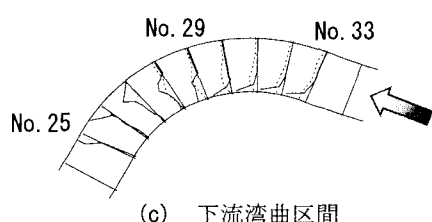
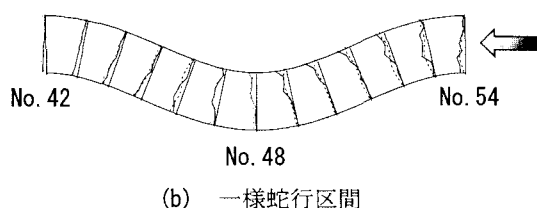
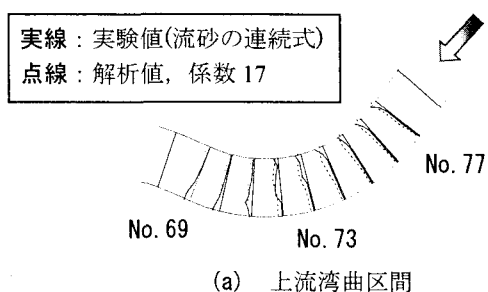


図-3 単断面流れの流砂量の縦横断分布(実験値，解析値)

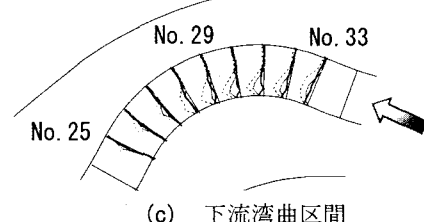
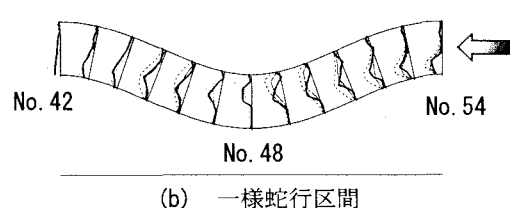
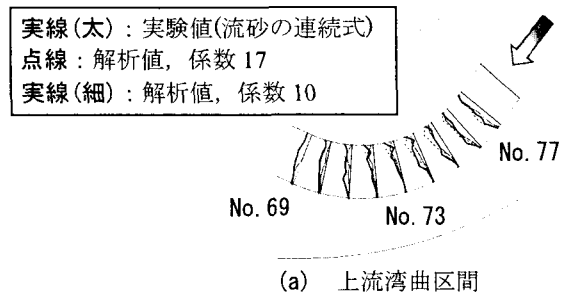


図-4 複断面流れの流砂量の縦横断分布(実験値，解析値)

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，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，低水路全体で流砂量が生じている。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¹⁾。

4. 結論

- ①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。
- ②単断面流れの場合，芦田・道上式の係数17を用いて，数値解析から求まる掃流力分布を流砂量式に与えることによって，流砂量と河床変動を精度良く再現可能であることを明らかにした。
- ③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，芦田・道上式から求められた流砂量式の係数17を用いて，数値解析から求まる有効掃流力を流砂量式に与えることによって，河床変動と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，流砂量式の係数を適切な値に変えることによって(この場合係数10)，河床変動と流砂量を再現可能である。

参考文献

- 1) 福岡捷二：洪水の水理と河道の設計法，森北出版，2005。