

## 複断面流路の平面形状および相対水深が流砂量に及ぼす影響

広島大学大学院 正会員 岡田 将治  
 広島大学大学院 フェロー 福岡 捷二

## 1. 序論

複断面蛇行流路では、相対水深が大きくなると、低水路と高水敷間で流れの混合による抵抗増加によって、掃流力が減少し、流砂量は低水路満杯流量程度で最大になることが示された<sup>1)</sup>。土砂輸送量の見積もりは、実河川において河床の変動量や下流部への影響を知るうえで重要である。本研究では、複断面流路の平面形状および相対水深を変化させた実験を行うことにより、それらが流砂量に及ぼす影響を検討した。

## 2. 実験方法

図-1 に実験水路を示す。表-1 に水路諸元および実験条件を示す。実験に用いた水路は、堤防法線が直線で、その中に Sine-generated curve の低水路がある。蛇行度は 1.028(水路 A および水路 B) と 1.10(水路 C) の 2 種類を用いており、水路 B の低水路幅は、水路 A の 2 倍にしている。水理条件は、相対水深  $Dr$  (= 高水敷水深/低水路全水深) を低水路満杯流れ ( $Dr=0$ ) から洪水のピーク時に相当する  $Dr=0.4$  まで変化させている。実験は、高水敷高さを 5.5cm になるように平坦に整形した河床を初期状態として、水位、河床形状、水路の下流端における流砂量の経時変化を測定し、平衡状態に達したと考えられる 9 時間程度まで通水を行っている。

## 3. 実験結果および考察

表-2 に各実験ケースの平衡流砂量を示す。複断面蛇行流路では縦断的に掃流力は異なるため、下流端で測定される流砂量は時間的に変化するが、通水 1 時間の平均量をとることにより、各水理条件下にお

いて、その蛇行水路 1 波長分がもつ掃流力としている。また、本実験結果と比較するために、低水路の横断形状がほぼ同じである複断面直線流路(低水路幅 90cm, 初期高水敷高さ 6cm)における平衡流砂量<sup>3)</sup>を併せて示す。図-2 に無次元掃流力に対する無次元流砂量の関係をプロットし、比較のために単断面蛇行流路の芦田・道上式を示す。このとき、摩擦速度は等流に近似した  $u_* = \sqrt{ghI}$  ( $I$ : 低水路に沿った水面勾配)を用いている。複断面直線流路では、相対水深が大きくなるほど、流砂量は大きくなる。一方、複断面蛇行流路の水路 A および水路 C では、共に低水路満杯流の  $Dr=0$  の場合で最大となり、相対水深の増大とともに高水敷流れの流入による流れの混合によって、流砂量が減少する傾向が見られる。両者の無次元流砂量を比較すると、同程度の相対水深に対して、水路 C の方が大きくなっている。両者の差は、相対水深が小さい場合で、遠心力に起因する二次流が卓越する単断面的な蛇行流れ特性を示す条件で顕著に見られることから、蛇行度の大きい水路 C ( $S=1.10$ ) では二次流強度が大きくなり、流砂量も多くなったと考えられる。このことは、相対水深が大きくなると、低水路線形の影響が小さくなるため、流砂量が蛇行度に関わらず同程度となっていること

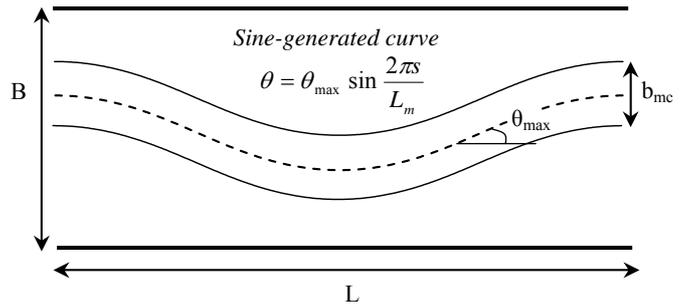


図-1 実験水路の平面図

表-1 実験水路諸元および実験条件

	蛇行度 $S(=L_m/L)$	最大偏角 $\theta_{max} (^{\circ})$	蛇行長 $L_m(\text{cm})$	低水路幅 $b_{mc}(\text{cm})$
水路 A	1.028	19.0	473	40
水路 B				80
水路 C	1.10	35.0	750	80

	水路幅 $B(\text{cm})$	初期河床 勾配 $I$	相対水深 $Dr$
水路 A	400	1/600	0, 0.27, 0.40
水路 B			0, 0.10, 0.17, 0.41
水路 C			0, 0.26, 0.31, 0.44, 0.49

キーワード：複断面直線流路，複断面蛇行流路，流砂量，蛇行度，相対水深

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.0824-24-7847

表-2 各実験水路における平衡流砂量

実験 A (S=1.028, b <sub>mc</sub> =40cm)		実験 B (S=1.028, b <sub>mc</sub> =80cm)		実験 C (S=1.10, b <sub>mc</sub> =80cm)		複断面直線流路 <sup>3)</sup> (S=1.00, b <sub>mc</sub> =90cm)	
相対水深 Dr	平衡流砂量 × 10 <sup>-2</sup> (cm <sup>2</sup> /sec)	相対水深 Dr	平衡流砂量 × 10 <sup>-2</sup> (cm <sup>2</sup> /sec)	相対水深 Dr	平衡流砂量 × 10 <sup>-2</sup> (cm <sup>2</sup> /sec)	相対水深 Dr	平衡流砂量 × 10 <sup>-2</sup> (cm <sup>2</sup> /sec)
0	1.4	0	2.2	0	2.4	0	10.5
0.27	1.2	0.1	2.2	0.26	2.4	0.33	15.0
0.40	1.0	0.17	5.3	0.31	1.4	0.45	28.9
		0.41	6.8	0.44	1.0		
				0.49	1.1		

からもわかる．一方，水路 B の実験結果は，水路 A および水路 C の傾向と異なり，相対水深の増加とともに流砂量も大きくなり，むしろ複断面直線流路の傾向を示している．この理由は以下のように考えられる．水路 C の平面形状を見ると，低水路幅と蛇行帯幅の比  $b_{mc}/B_m$  が 0.62 となっている．文献 2) において指摘されているように，この比が 0.5 を超える場合には蛇行帯の中心軸が低水路内に現れ，蛇行流路でありながらも流れはその中心軸付近に集中し，二次流は発達できずに直線的に流れる．したがって，流砂量特性も複断面直線流路と同様な傾向を示したものと考えられる．

すべての実験結果を芦田・道上の流砂量式と比較すると，相対水深が 0 の単断面流れでは流砂量式を用いて概ね説明することができるが，高水敷にも冠水する複断面流れでは同じ無次元掃流力に対して無次元流砂量は小さ

くなっている．これは次のように理由づけられる．複断面直線流路では，低水路と高水敷の境界部に生じる大規模平面渦の影響によって低水路河岸際の河床波の波高が大きくなることによって，水路全体の抵抗が増加したことが原因と考えられる<sup>3)</sup>．複断面蛇行流路の流れでは，高水敷流れの流入による付加的な抵抗増加が生じる．これを考慮に入れた河床に働くせん断力を用いていないことが大きな原因である．

複断面蛇行流れにおける河床に働くせん断力は小さく，縦断的にも横断的にも大きく変化する．低水路底面に働くせん断力の評価方法を確立することが今後の課題<sup>4)</sup>である．

参考文献

- 1) 福岡捷二他：複断面蛇行流路における流砂量，河床変動の実験的研究，水工学論文集第 41 巻，pp.883-888, 1997.
- 2) 岡田将治他：複断面蛇行河道の平面形状特性と蛇行度，相対水深を用いた洪水流の領域区分，水工学論文集第 46 巻，pp.761-766, 2002.
- 3) 福岡捷二他：複断面直線水路の河床変動・流砂量・抵抗特性，土木学会第 55 回年次講演会論文集，II-260, 2000.
- 4) 坂本博紀他：複断面蛇行水路における底面せん断応力分布，土木学会第 57 回年次講演会論文集，2002.

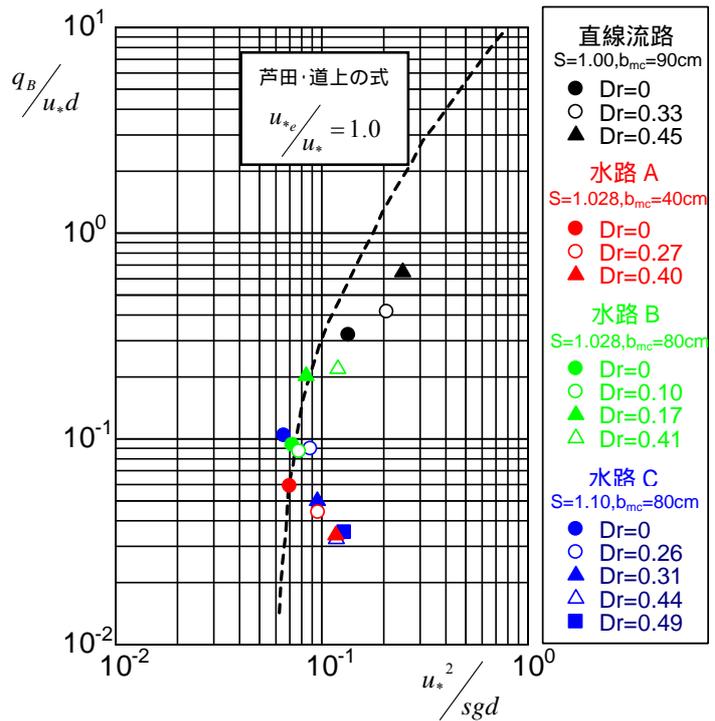


図-2 無次元せん断力と無次元流砂量の関係