

複断面直線水路の河床変動・流砂量・抵抗特性

広島大学工学部 学生会員 ○松井俊樹
 広島大学大学院 学生会員 岡田将治

広島大学工学部 学生会員 福岡捷二
 広島大学大学院 学生会員 Bahar S.H. Habibullah

1. 序論

複断面直線水路における研究はこれまでに数多く行われてきているが、そのほとんどは固定床水路で行われたものであり、移動床複断面流れの水理を扱った研究は少ない。本研究では実河川の条件に近い移動床複断面水路を用い、相対水深、横断面形状を変化させたときの河床形状、流れの抵抗、流砂量の特性を明らかにする。また複断面蛇行流れの河床変動特性と比較する。

2. 実験方法

実験に用いた複断面直線水路の平面形状を図-1、横断面形状を図-2に、実験条件を表-1に示す。実験は相対水深、横断面形状を変化させた5ケースについて、それぞれ等流状態において実験を行っている。測定項目は水位、河床形状、流速、流砂量であり、通水2時間後、4時間後、8時間後、12時間後の平衡状態について測定を行う。

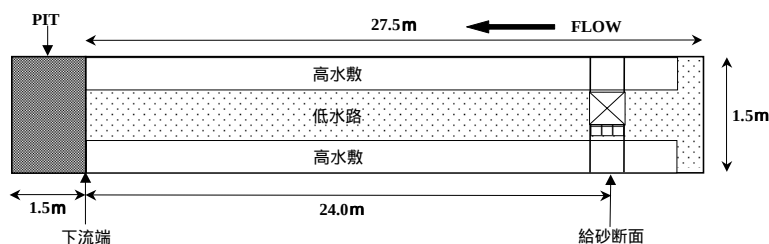


図-1 水路平面形状

シリーズ	A			B	
ケース番号	1	2	3	4	5
全長 (m)	27.5				
全幅:B (m)	1.5				
低水路幅:b (m)	0.9				
高水敷幅:(B-b)/2 (m)	0.3				
高水敷高さ:h (m)	0.06			0.03	
低水路水深:D (m)	0.06	0.09	0.11	0.03	0.05
高水敷水深:D-h (m)	0.00	0.03	0.05	0.00	0.02
相対水深:Dr	0.00	0.33	0.45	0.00	0.40
流量:Q (l/s)	27.5	42.5	58.4	8.3	23.8
給砂量 (l/hour)	40	60	80	0	30
平衡河床勾配	1/386	1/323	1/295	1/386	1/416
$T = u_*^2 / \text{sgd}$	0.122	0.165	0.275	0.053	0.110
平衡流砂量:Q _b (l/hour)	34	49	94	4	31

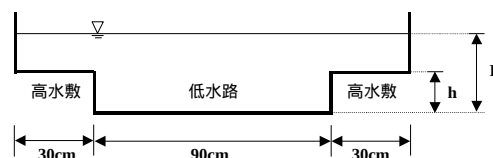


図-2 水路横断面形状

3. 実験結果及び考察

(1) 河床形状

図-3は各ケースの平衡状態時における低水路の河床高を初期河床からの変動コンターで示す。ケース1、4は低水路満杯時の単断面流れで、低水路両岸側は堆積、低水路中央部は洗掘が起きている。ケース2、3、5は高水敷上にも流れが及ぶ複断面流れである。ケース2、3の高水敷高さは高いため、低水路内の流れと高水敷上の流れの流速差が大きく、境界部に大きな水平渦が発生する¹⁾。これにより低水路に大きな振幅の河床波がほぼ等間隔に形成されている。ケース5はケース3と同程度の相対水深であるにもかかわらず、ケース2、3とは異なった河床形状をしている。ケース5は水路の高水敷高さが相対的に小さく流速差が小さくなるため、境界部で発生する渦による混合の影響は小さい。このように複断面流れの河床形状は、水路の横断面形状が作り出す低水路と高水敷の境界部での大規模平面渦と密接に関連していることがわかる。

(2) 流れの抵抗

図-4は河床波波高に対し対数則から求まる抵抗値 K_s を無次元化し、波形勾配に対し示したものである (H :河床波の波高, L :河床波の波長, K_s :底面粗度の代表長さ)。図に示す点線は現地観測や実験から得られた式である。シリーズAのケース1、2、3を比較してみると、ケース1よりケース2、3が右上に位置している。このことは、単断面流れに比べ複断面流れでは河床波の波高及び波形勾配が大きくなり、抵抗が増大していることを示す。大規模平面渦が河床形状に影響を与える複断面流れでは、抵抗が増大する。しかしシリーズBのケース4、5について比較してみると、複断面流れであるケース5は波形勾配こそ大きいも

キーワード：複断面直線水路，河床変動，抵抗，無次元流砂量，大規模平面渦

連絡先：広島大学工学部第四類（建設系） 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 Tel/Fax (0824)24-7821

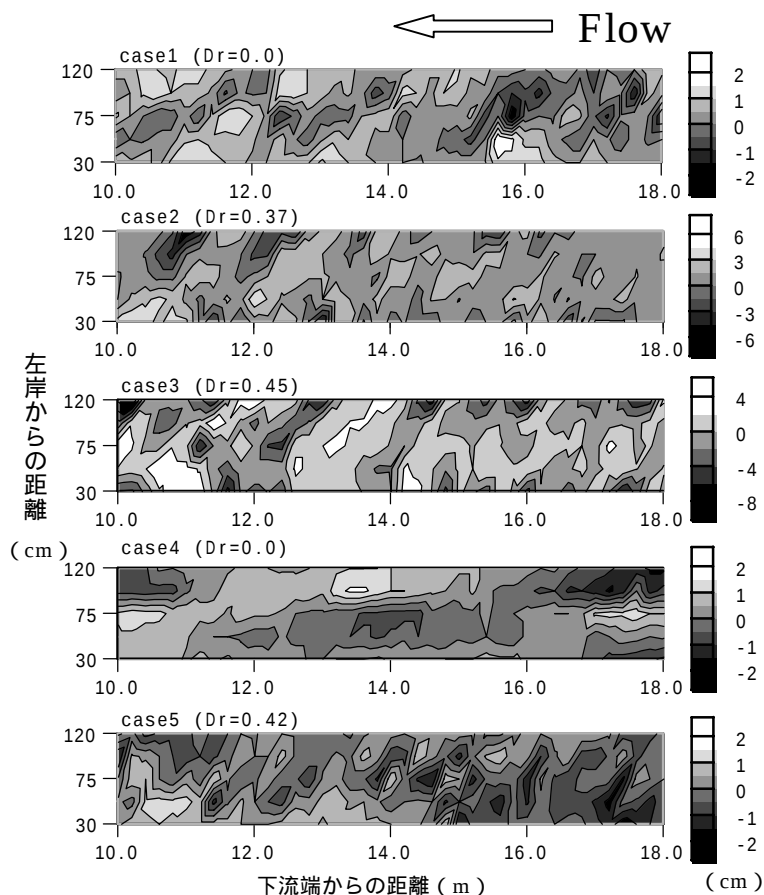


図 - 3 各ケースの平衡状態時における河床変動コンター

の、抵抗値については単断面流れのケース 4 とほぼ同程度である。これはケース 5 の高水敷高さが小さいため混合の影響が小さく、むしろ単断面的に流れていたためである。

(3) 流砂量

図-5 は単断面直線流れと複断面直線流れの無次元流砂量を無次元掃流力に対し示し、芦田・道上式と比較している。図より無次元掃流力の増大とともに無次元流砂量は増加している。またケース 2, 3 は複断面性が高い流れのため、流砂量が芦田・道上式から右にずれ小さくなっている。複断面直線流れでは単断面流れに比べ、同じ無次元掃流力に対して流砂量が小さくなることわかる。図 - 6 は無次元流砂量と相対水深の関係を示したものである。複断面直線流路では両シリーズとも相対水深の増大に伴い掃流力が増大し流砂量が増加していく。同じ相対水深でもシリーズ B がシリーズ A より流砂量が小さいのは、低水路水深が相対的に小さく掃流力が小さいためである。一方、複断面蛇行流路では、相対水深の増加によって、高水敷上の遅い流れが低水路内へ流入し、混合が激しくなるため、低水路内の流速及び掃流力が減少する。このため、福岡ら²⁾が明らかにしたように、ある相対水深までは流砂量が減少していく。このことから、複断面直線流路と複断面蛇行流路では、相対水深に対し全く異なる流砂量特性を示すことがわかる。

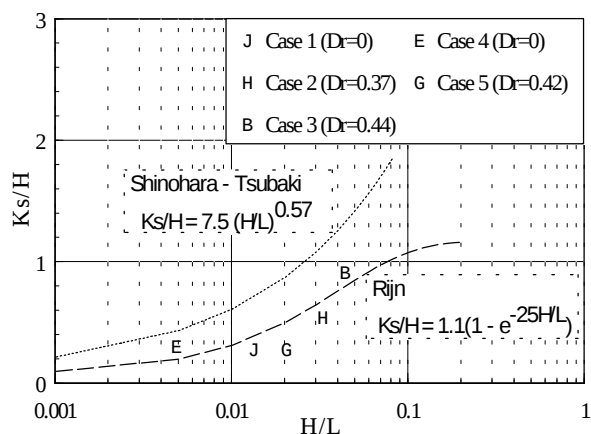


図 - 4 河床波の波形勾配と相対粗度の関係

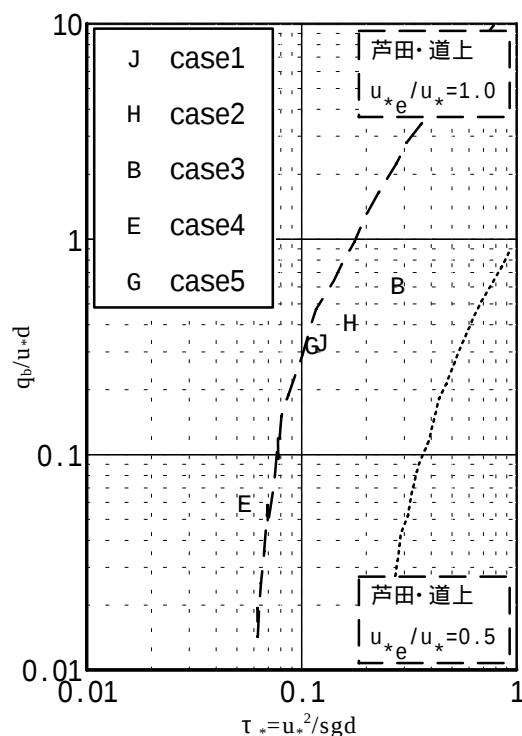


図 - 5 無次元掃流力と無次元流砂量の関係

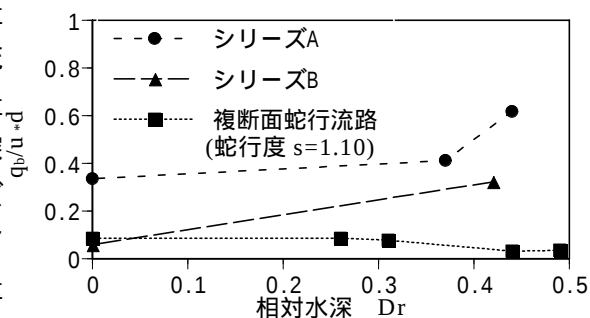


図 - 6 相対水深と無次元流砂量

1) 福岡捷二・藤田光一：複断面河道の抵抗予測と河道計画への応用 - 土木学会論文集 第 411 号/ - 12, 1989

2) 福岡捷二・渡邊明英・加村大輔・岡田将治：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 No.41, 1997