

複断面直線水路の河床変動機構

広島大学 学生会員 ○松井俊樹
広島大学 フェロー会員 福岡捷二
広島大学 学生会員 岡田将治

1. 序論

複断面直線流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、移動床を用いた研究の数は少ない。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流砂量、河床形状、抵抗などの特性を明らかにし、複断面蛇行流れと比較検討する。

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 時間後と平衡状態について測定を行う。

表 - 1 実験条件

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
平衡流砂量: Q _s (l/hour)	34	49	94	4	31
初期河床勾配	1/350				

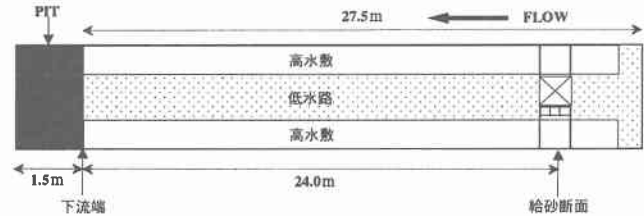


図 - 1 水路平面形状

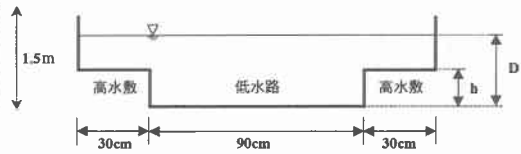


図 - 2 横断面形状

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。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、境界部で発生する混合の影響は大きくない。このように複断面流れでは、低水路と高水敷の境界部で発生する大規模平面渦の河床形状に及ぼす影響は水路の横断面形状と大きく関連している。

(2) 流砂量

図 - 4 は平衡状態時における無次元単位幅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全く異なる流砂量特性を示すことが明らかである。

(3) 抵抗

図-5 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。まずシリーズ 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、河床抵抗が増大する。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のの、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。

4. 結論

複断面直線水路において、相対水深の増加に伴い低水路と高水敷の流速差による大規模平面渦が発達し、低水路の河床波は規則正しく発達する。この場合、河床波の波高が高くなり抵抗が増大する。また複断面直線水路の相対水深に対する流砂量特性は複断面蛇行流路のそれと大きく異なり、相対水深の増大に伴い流砂量が増加していくことが明らかになった。

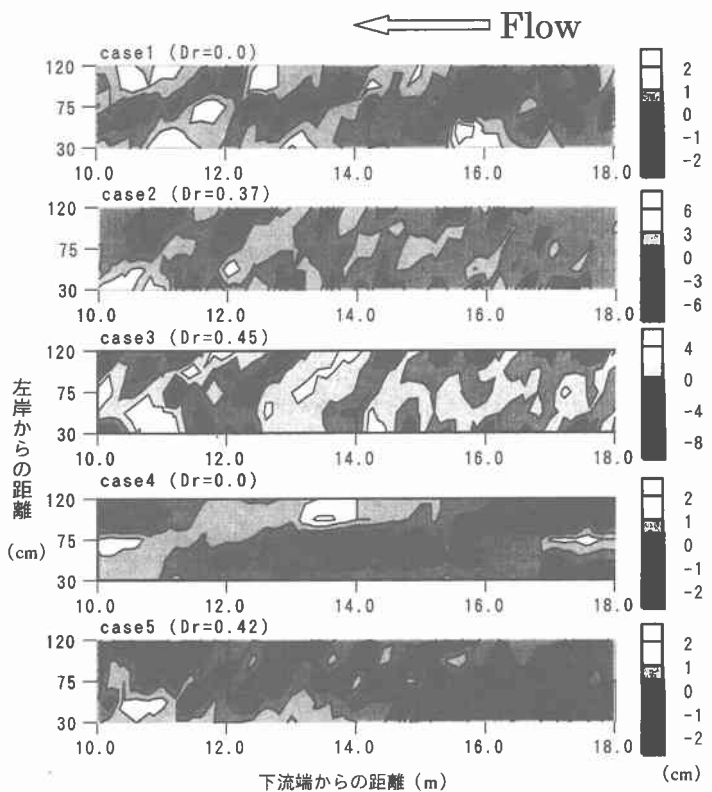


図-3 各ケースの平衡状態時における河床変動コンター

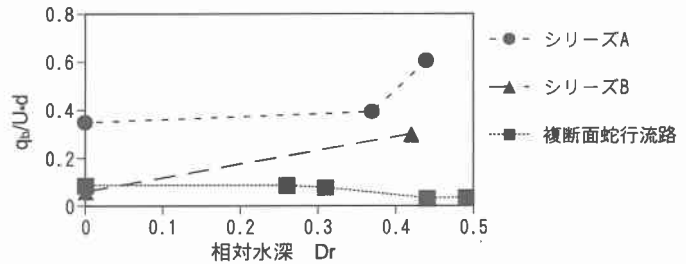


図-4 相対水深と無次元流砂量

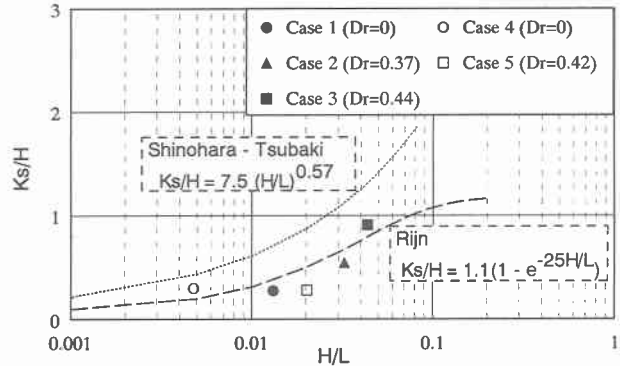


図-5 複断面流路の河床波形状と相当粗度の関係