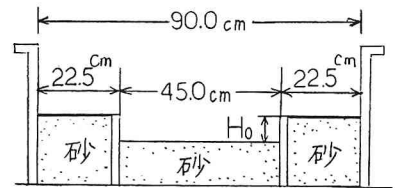


北大工学部 学生員 小野寺 勝
北大工学部 正 員 黒木 幹男
北大工学部 正 員 岸 力

1. はじめに 我国の河川の断面形状として、複断面が多数見られるが、その流れの性質、および河床形状に及ぼす影響など、十分な研究が為されているとは言い難い。これまでに、流量算定における径深の決定法、および2次流と乱れの計測、高水敷と低水路の接合部付近の大規模渦の存在に着目した研究が為されてきたが、いずれの場合も実験は平担固定床で行なわれている。ここでは、複断面流れにおいて低水路を移動床として、河床形態と流れの関係および、河床形態の領域区分について、実験的に検討を試みた。

2. 実験の概要 実験水路は図1に示すような複断面形状で、全長28mの直線水路である。勾配は自由に変えられる。高水敷は平担固定床、低水路は移動床とし、低水路部の河床形状と流れの関係を調べた。流況はポスターカラーをトレーサーとして用いた。実験は12例で実験条件を表1に示す。実験1～8では、高水敷と低水路の高さの差 H_0 を2cmとし、実験9～12では H_0 を1cmとした。12実験のうち、実験1と実験6は単断面で行なった。



H_0 : 高水敷と低水路の高さの差

図 1

3. 複断面水路の流れの特徴 高水敷と低水路の境界付近の流れの様子をトレーサー法により観察した結果、異なる2種類の渦様の流れの存在を確認した。1つは鉛直方向に軸をもち、流れとともに流下する小規模な渦運動である。写真1は、境界付近の水面上に染料を連続投入したものである。トレーサーは高水敷側でゆるいサインカーブを描いているのに対し、低水路側では写真1のA、Bの部分に見られるような、はり出しが顕著な複雑な流れが見られる。これと類似な現象は、昭和56年8月洪水時の石狩川の航空写真¹⁾でも、いろいろな地点で観測された。図2に、生振捷水路における1例を示す。

実験 NO.	流量 (l/s)	低水路水深 (cm)	勾配	河床形
1	0.93	0.85	1/253	砂動かず
2	3.01	2.09	1/295	単列砂州
3	8.40	3.23	1/275	dune
4	12.50	3.73	1/265	dune
5	5.88	2.86	1/290	dune
6	1.03	1.00	1/107	単列砂州
7	8.80	2.66	1/107	transition
8	6.73	2.27	1/110	単列砂州
9	9.84	3.25	1/263	dune
10	7.24	2.10	1/264	単列砂州
11	7.87	2.77	1/267	dune
12	7.48	2.56	1/259	単列砂州

表 1

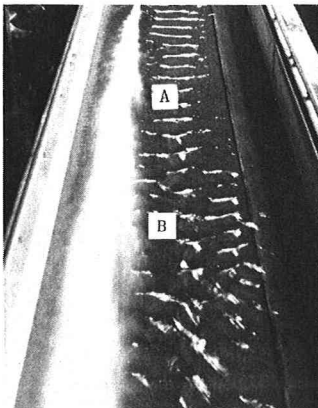
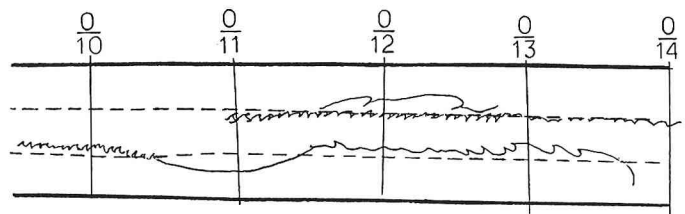


写真 1 (実験 3)



実線は 堤防法線、波線は低水路法線を示す

図 2. 生振捷水路における低水路河岸の渦

この染料雲のはり出しは、必ずしも同じ場所で発生しているわけではなく、時間的間隔や空間的な間隔も強い規則性は認められなかった。個々のはり出しは、写真1に見られるように、流れに小さな渦がのって流下している様に観察される。他の1つは、時・空間的に比較的安定した現象で、写真2、3に示す。これによると、一度高水敷上に広がった染料が低水路内にしずみ込み、河床近くに収斂し、その後再び高水敷へのり上げ拡散する現象が認められた。写真2に示した実験10では、河床に単列交互砂州が形成され、低水路の蛇行も上述の現象とに強い相関が認められた。すなわち、低水路の流れが高水敷の方に偏寄し始めるあたりから、蛇行の頂点あたりまでの間で、高水敷上の染料があたかも吸い出される様に、低水路内へもぐり込み、蛇行の頂点をすぎたあたりから再び高水敷へのり上げている。しかし、写真3に示した実験7では、低水路内の流れが巨視的には直流しているのにも拘らず、同様なしずみ込みと高水敷への再のり上げが確認された。したがって、この現象は、境界付近に形成される2次流(渦)との関係で規定されているのではないかと推定される。

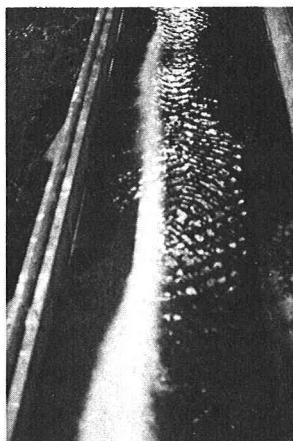


写真2 (実験10)

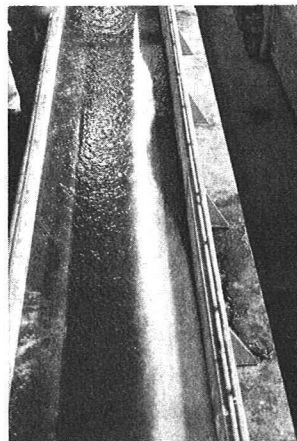


写真3 (実験7)

4. 低水路河床形態の領域区分図 従来研究されてきた河床形態の領域区分法は、単断面の場合であり、複断面における区分法は提案されていない様である。ここでは、複断面水路における低水路の河床形態の領域区分を、低水路水深、低水路幅、勾配などを用いて、単断面で黒木²⁾の区分図で検討した。(図3) これによると、実験の行なった範囲では、概ねの領域区分が可能であることを示している。ただし、実験5、11の実験値は(河床形態は小規模河床液)、区分図上で単列砂州領域にプロットされている。この理由を調べるため、図3に示した実用的領域区分とは別に、実験に使用した砂の限界掃流力 $\tau_{*c} = 0.034$ として計算した理論区分線による区分図(図4)にプロットして調べた。これでは、問題の実験5、11の点は非砂州発生領域にプロットされており、区分線は実験結果を合理的に区分している。以上の2つの検討から、少なくとも実験条件の範囲では、複断面水路の低水路の中規模河床形態の形式領域区分は、低水路の水深、水路幅、勾配などを用いることで、従来の単断面水路の区分がそのまま適用可能であることが確認された。

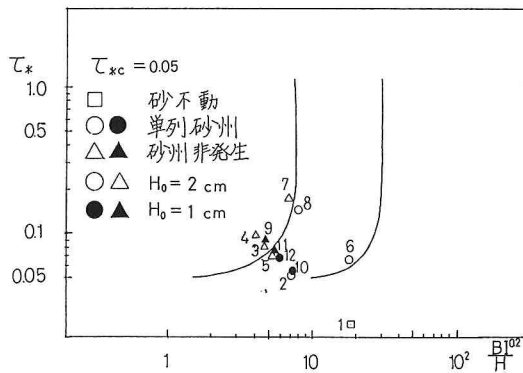


図3

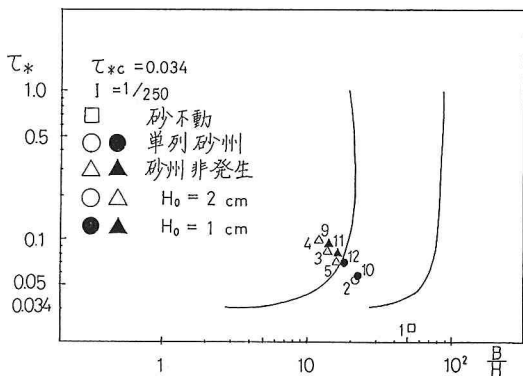


図4

【参考文献】: 1) 自然災害特別研究「昭和56年8月北海道豪雨災害に関する調査研究」報告書

2) 黒木幹男, 岸力: 土木学会論文報告集 No. 342 1984, 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究