

断面変化を伴う複断面河道の流れの構造

広島大学工学部 学生会員 ○中平 浩正

広島大学大学院 学生会員 Bahar S.M.Habibullah

広島大学大学院 学生会員 坂本 博紀

広島大学 7ED-会員 福岡 捷二

1. 背景と目的

我が国における河川は単断面形や複断面形をなしており、これら個々の断面形状の流れの構造は、かなりの程度明らかになっている。しかし、単断面から複断面、逆に複断面から単断面へと断面形状が変化する河道区間もあり、ここでは複雑な流況を呈することも予想され、これに関する詳細な検討が求められている。そこで本研究は、断面形状が変化する複断面河道の流れ構造を明らかにすることを目的としている。

2. 方法

断面形状が変化する流れ場として一つは図 1 に示すような高水敷幅が漸拡する複断面の流れ場がある。二つめは図 2 に示すような河岸侵食が進行した状態を高水敷幅の漸拡から急縮する複断面流れ場と見なせる物がある。ここでは、実験によって二つの流れ場の検討を行う。二つの流れ場の違いの大きな点は複断面下流端での急縮部の存在である。前者では主流速、二次流、レイノルズ応力分布より流れ場を検討している。後者では水深変化、平面流速ベクトルより、侵食内部の流況の検討を行っている。

3. 結果と考察

高水敷幅が漸拡する複断面の流れ場における実験条件と各 Case の水面形をそれぞれ表 1、図 3 に示す。両 Case ともに高水敷幅の漸拡が始まる変化点近傍で水位が低下している。これは単断面区間では側壁の抵抗が作用していたが、遷移区間では高水敷幅が拡大するため、側壁の抵抗が小さくなり流れが加速するためである。CaseA では全区間で常流であることから、遷移区間初期での流れの加速が上流の単断面区間の流れに影響を及ぼし、変化点近傍で流れが加速している。そのため、この区間で最大流速となり水位が低下する。一方、CaseB では変化点近傍で射流となっている。このために下流の影響が上流には伝わらない。また、漸拡角度が CaseA と比較して大きく、遷移区間初期では高水敷の壁面の抵抗を受けにくいため、最大流速となり、水位が低下している。

図 4 に各 Case のレイノルズ応力分布を示す。レイノルズ応力 ($-\overline{u'v'}$) は横断方向の運動量輸送を表しており、混合の大きさを見積もる指標となる。またその横断的な広がりは大規模平面渦のスケールと対応している。図において高水敷高さを境界に上層部、下層部にわけて分布を示している。両 Case ともに境界付近でのレイノルズ応力は大きく、激しい混合が起こっている。CaseB では遷移区間内でのレイノルズ応力の横断的な広がりが CaseA の同じ座標のそれに比べて大きい。これは流量の違いだけでなく、高水敷幅が広いことで粗度の影響が増大し低水路と高水敷の流速差が大きくなり、激しい運動量交換が起こっているためである。ま

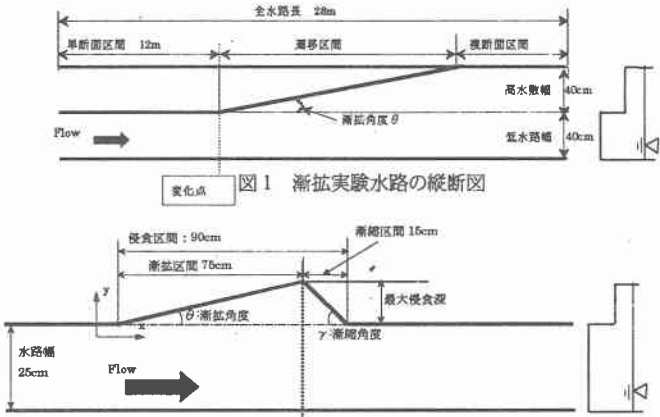


図 2 河岸侵食模型を設置した水路の縦断面図

表 1 漸拡水路を用いた実験条件

Case	漸拡角度	流量(l/s)	相対水深
A	3°	19.6	0.3
B	5°	22.6	0.3

表 2 河岸侵食模型を用いた実験

Case	漸拡角度	流量(l/s)	最大侵食深
1	4°	27.6	5.2cm
2	6°	27.6	7.8cm

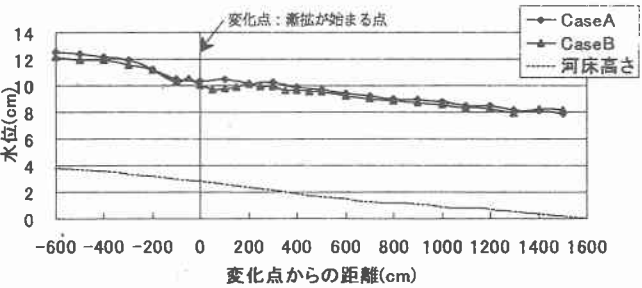


図 3 漸拡角度の違いによる水面形の変化

た、大規模平面渦の横断スケールも変化点からの距離が等しい断面において大きくなっていることが流れの可視化から明らかである。

次に河岸侵食部における複断面の流れ場での実験条件と平面流速ベクトルをそれぞれ表2、図5に示す。両Case共に急縮部の影響で侵食内部での流れが減速する。そのため高水敷壁面に沿って逆圧力勾配となり流れは剥離し、逆流域が発生している。この逆流域の存在が二つの流れ場の大きな違いである。また漸拡角度の違いによる逆流域の大きさに注目すると、Case2では逆流域が大きい。これはCase1と比較して漸拡、急縮角度が大きく、また最大侵食深が長くなったことで侵食内部での流れがより上流側で減速することに起因している。

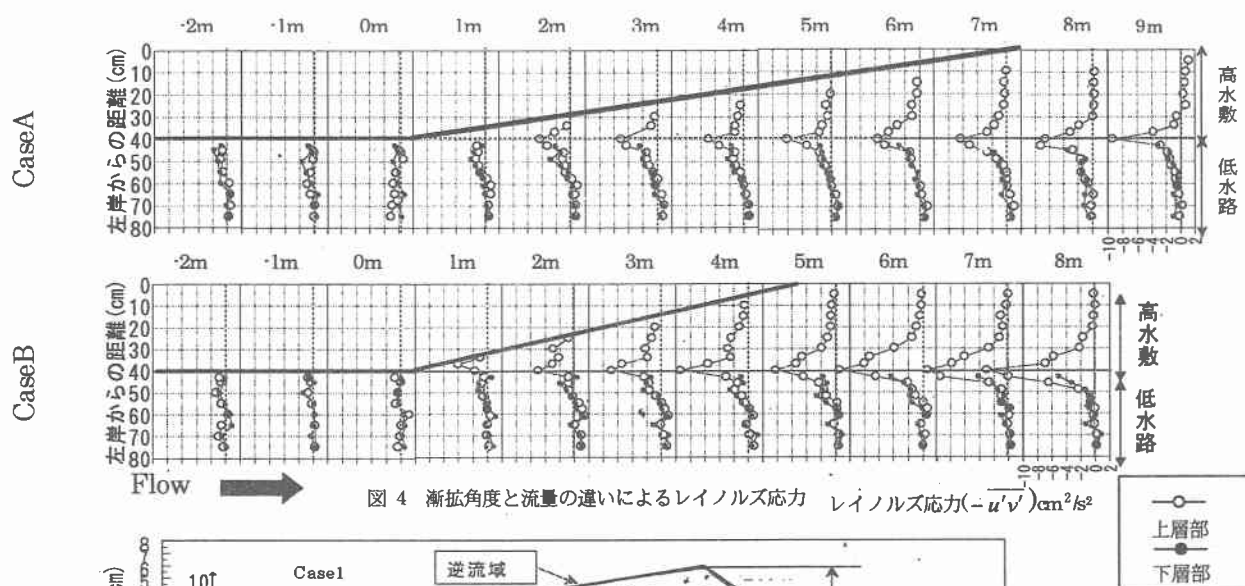


図4 漸拡角度と流量の違いによるレイノルズ応力 レイノルズ応力 $(-\overline{u'v'})$ cm²/s²

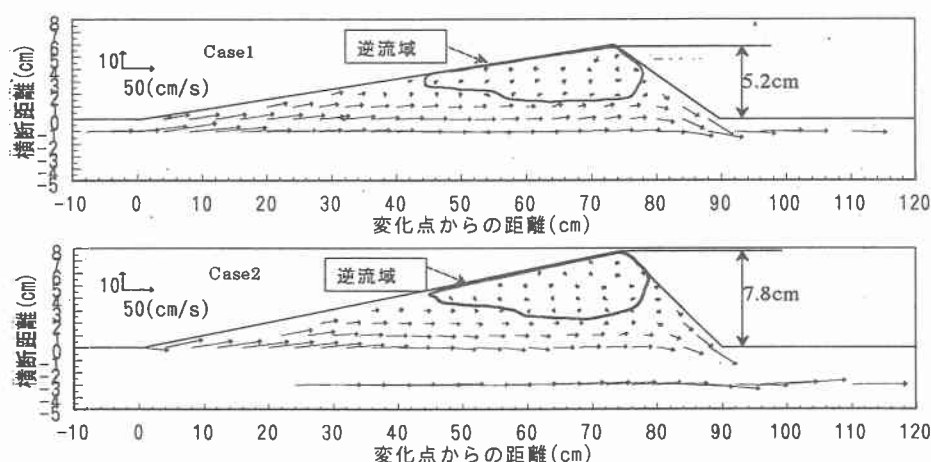


図5 漸拡角度の違いによる平面流速ベクトルの変化

4. 結論

本研究では断面形状が緩やかに変化する二つの複断面の流れ場に関して、その特徴を明らかにした。高水敷幅が漸拡する複断面の流れ場では漸拡角度の違いによる水面形、流速場の発達過程を明らかにした。河岸侵食部における複断面の流れ場では急縮部の存在によって侵食内部で流れが減速し、壁面では逆圧力勾配になることから逆流域が存在する。また、二つの流れ場の大きな違いは、下流における急縮部の存在による逆流域の有無であることが明らかとなった。

参考文献

- 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/II-12 1989年11月
- 2) 福岡捷二, 渡邊明英, 高次渉, 坂本博紀: 低水路沿い樹木部の密度変化による流れの混合と発達過程, 水工学論文集, 第45巻, pp859-864, 2001
- 3) 福岡捷二, 渡邊明英, 山縣聡, 柏木幸則: 河岸近傍の流速とヒサン状河岸形成の関係, 水工学論文集, 第44巻, pp759-764, 2000