

側岸部植生境界における三次元周期渦の発生要因に関する実験的検討

○宇都宮大学 学生員 金成 修一
宇都宮大学 正員 池田 裕一
宇都宮大学 フェロー員 須賀 堯三

1. はじめに

河川の側岸に沿い植生が繁茂すると、植生境界近傍において植生部と主流部との流速差に起因する自由せん断層が形成され、そこでは横断方向の流速分布の変曲点不安定により、水平方向に広がりを持つ組織的・周期的な渦が発生し、またその際に、主流部からの高速水塊が植生境界部の低速水塊の下に潜り込み、上昇流が発生するという顕著な三次元性を有することが明らかになった¹⁾。さらに池田らは²⁾この周期渦自身の存在が上昇流の発生要因であることを明らかにした。しかし、根本的な発生要因は特定できたものの、発生機構に強く依存した知見は得られていない。そこで本研究は比較実験で対照することにより、この三次元周期渦の発生スケールを特定したものである。

2. 実験方法

三次元周期渦の発生スケールを特定する際に、比較する要因を 底面付近の乱れの作用 水深スケールに及ぶ流れのメカニズムとし、両者について比較検討した。そのために、粘性が高いグリセリン水溶液を用い、さらに水路上流部にハニカム状の整流装置を設置することにより底面付近の乱れを抑え、可視化・流速測定を行った。実験水路及び可視化・流速測定に関する詳細は参考文献2)を参照して頂き、ここでは省略する。次に行った実験ケースの説明をする。

- ・ CaseB1：水路の右岸側に疑似植生帯を設置したケース（図-1-1）
 - ・ CaseB3：植生帯を取り除き、ガイド板を設置することで流れに流速差をつけ、渦を発生させたケース(図-1-2)
- 各ケースの平均横断流速分布・実験条件を図-2 及び表-1 に示す。

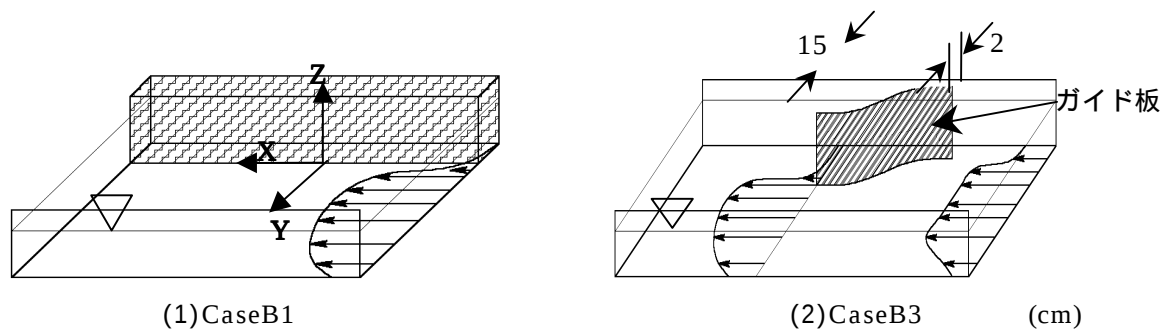


図-1 実験ケースの模式図

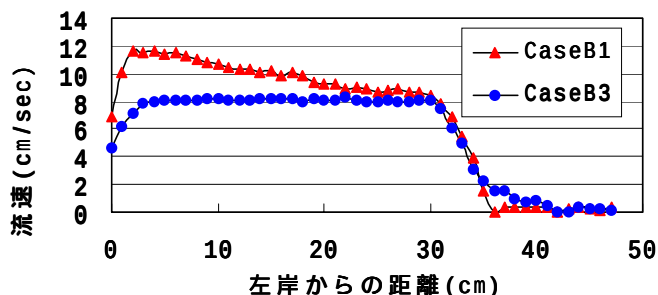


図-2 上流端から 4.5m 点・水深 2.0cm 点の平均横断流速分布

表-1 実験条件

ケース名	B1	B3
植生幅 B_v (cm)	12	-
流量 Q (cm^3/sec)	1800	1550
水深 H (cm)	4.2	4.2
代表流速 U (cm/sec)	12.0	8.5
動粘性係数 ν (cSt)	5.4	5.5
レイノルズ数 UH/ν	933	650

キーワード：自由せん断層、組織乱流、三次元構造、植生帯

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東東 7-1-2 宇都宮大学工学部水工学研究室 TEL028-689-6214 FAX028-689-6230

3. 結果及び考察

疑似植生帯内及びガイド板下流端に染料を注入し、全体的な流れを観察すると、両ケースとも写真-1 のような横断方向に張り出す渦が周期的に発生していることが確認できた。

CaseB1 は植生内から張り出した低速水塊が主流部からの高速水塊と自由せん断層で接触し大規模な渦を形成し、渦半径を拡大させながら流下していく。

CaseB3 は植生帯を配置したケースと比べ、渦の張り出し幅が若干狭くなっているものの渦の形成過程は植生帯を配置したケースと同じであった。

写真-2 は主流部の鉛直断面流況を左岸側方より撮影したものである。これを見ると流れはほぼ層流状態で底面付近の乱れがよく抑えられていることがわかる。

写真-3 及び写真-4 は、自由せん断層の鉛直断面流況を左岸側方より撮影したものである。両ケースとも、主流部からの高速水塊が自由せん断層付近の低速水塊の下に潜り込み、その際に上昇流が発生している。また、水を用いた場合²⁾に比べ、底面付近の乱れが抑えられ、より明確な流向が捉えられている。

CaseB1 はまず斜め下方に向かう複数の流線が、底面付近まで伸び(写真-3 上)そして、その先端部が斜め上方に流向を変化させている。またそれに従うようにその後方でも斜め上方に向かう複数の流線が捉えられている(写真-3 下)。

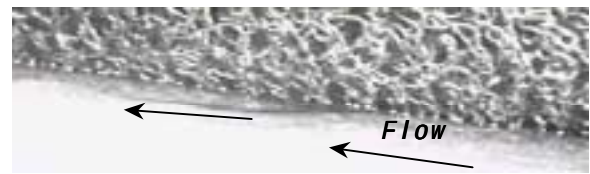
CaseB3 は、CaseB1 の上昇流と比べ、その形が異なり竜巻状の上昇流が発生し(写真-4 上)、そしてその形を徐々に崩しながら流下していく(写真-4 下)。また、CaseB1 の上昇流とその形状が異なる点に関しては、植生帯の様な空間的制約がないため、より自然な形で上昇流が発生しているものと考えられる。

4. おわりに

以上より、三次元周期渦の発生スケールとして、バースティングのような底面付近の乱れの作用ではなく、水深スケールに及ぶ流れ全体の作用によるものと推測される。今後は発生機構を検討するとともに、それに基づいて、三次元構造の定量的知見を整理していく必要がある。

<参考文献>

- 1)池田・本村・須賀：側岸部植生境界における組織的乱流運動の三次元構造に関する実験的研究、水工学論文集 Vol42 pp421-426
- 2)池田・金成・須賀：側岸部植生境界における水平渦の三次元構造の発生要因に関する基礎的研究、第54回年次講演会 -112 pp320-321

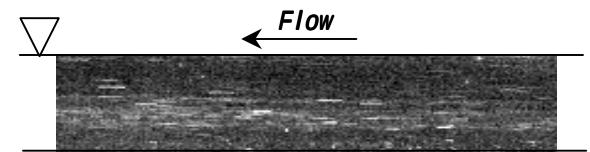


(1) CaseB1

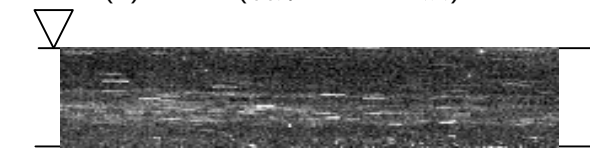


(2) CaseB3

写真-1 平面流況



(1) CaseB1(右岸から 43cm 点)



(2) CaseB3(右岸から 33cm 点)

写真-2 主流部鉛直断面流況

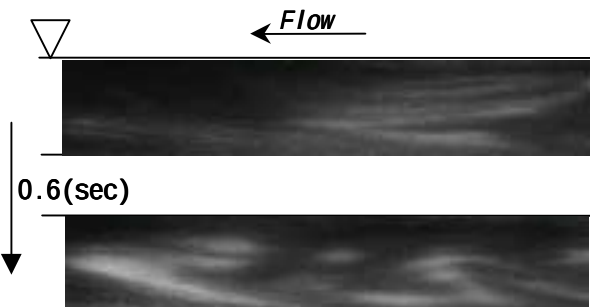


写真-3 CaseB1(植生境界部)

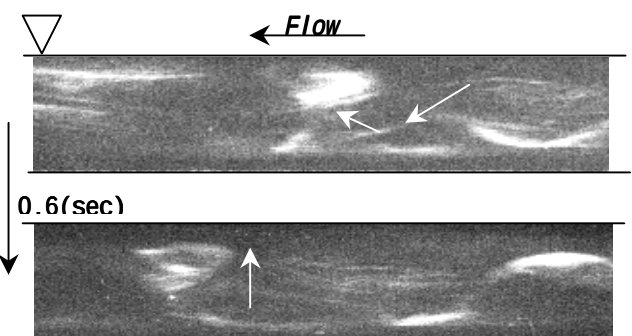


写真-4 CaseB3(右岸から 14cm 点)