

II - 359

凹型植生帯周辺に生じる流れの構造と運動量輸送に関する考察

東北工業大学 正員 相原昭洋・阿部至雄

東北工業大学 正員 高橋敏彦・沼田 淳

1. はじめに

近年、生態系に配慮した多自然型の河川整備や改修が社会的に要請され、河道側岸部に存在するワンド等の保全や創成が求められており、その研究成果も蓄積されてきているが、洪水時におけるワンド周辺の流れ場の特性など不明な点も多い。本研究では、模擬複断面河道部の高水敷上に凹型植生帯を局部的に設置してワンド部を模擬した実験を行い、主に、凹型植生帯周辺に生じる流れ場の特性、及び、主流域と凹部との間に生じる運動量輸送について考察を行う。

2. 実験の概要

水路勾配を $1/1000$ に調整した実験水路に、粒径の異なる砂礫を用いて試作した粗度板を配置して模擬複断面河道部を作成した後、水路中央部の右岸高水敷上に、プラスチック多孔質体(空隙率 95%)を用いた凹型植生帯を設置した(図 1)。実験は流量 $Q = 3700\text{cm}^3/\text{s}$ 、水深 $H = 3.2\text{cm}$ とし、常流を対象に実施した。水平方向(x - z 面)の流速(u, w)を得るため、凹型植生帯の $40 \times 40\text{cm}$ の水平面内で PTV 可視化計測を実施した。また、水深方向(x - y 面)の流速(u, v)を得るために LDA による点計測を行った。

3. 実験結果とその考察

図 2 に PTV 可視化計測で得られた凹型植生帯周辺の瞬間流速ベクトルを示した。図より植生帯上流端前面から植生帯内に進入した流れの一部が凹部内へ流出しているのが認められる。凹部内に流出した流れは、主流域の流れに合流するものと凹部内を流下して再び植生帯内に進入していく流れに分流している様子が分かる。このような流れが存在するため、凹部内には顕著な循環流の発生は認められない。

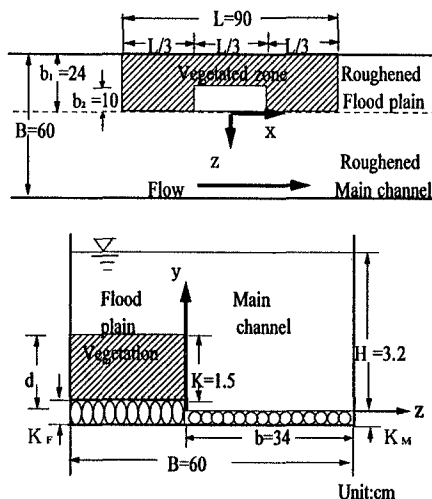
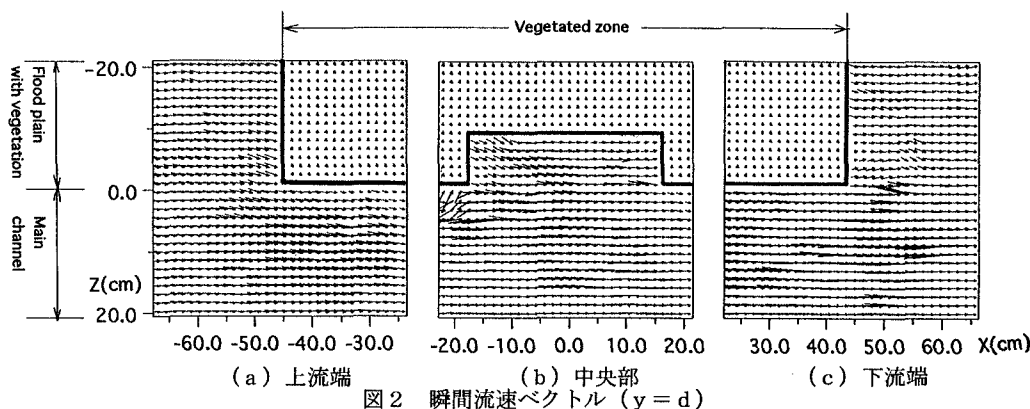


図1 河道部の模式図

図2 瞬間流速ベクトル ($y = d$)

次に、瞬間流速ベクトルの内部構造を明らかにするため時間平均流速の等値分布を図 3 に示した。同図(a),(b)は可視化計測で得られた主流方向と水平方向の流速成分 u, w 、同図(c)は LDV で計測された水深方向の流速成分 v 。図 3(a)は凹型植生帯、局所流、可視化計測、運動量輸送

分 v である。 u 分布から、凹部隅角部に強いせん断流の発生の様子や凹部開口部にせん断層が発達することが分かる。また、 w 分布には弱い剥離渦の発生を示唆する領域が開口部上流端に認められ、更に、 v 分布には、開口部上流端から開口部中央付近の主流側領域に定常的な上昇流の発生と、その背後の開口部側に下降流の発生が局所的に認められる。これらの流れと植生帯内から流出する流れが重複し、凹部内は複雑で三次元的な流れ場となっている事が分かる。

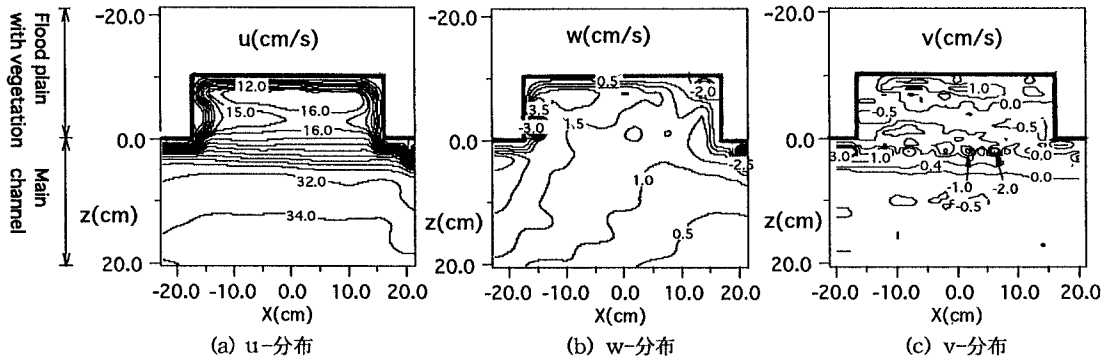


図3 時間平均流速の等値分布 ($y = d$)

凹部植生帯付近に生じる運動量輸送の様子を知るために、瞬間レイノルズ応力の四象限区分を行った。図4、5に水平方向と水深方向の一例を示した。図は運動量輸送に寄与するII象限($Rs2$)、IV象限($Rs4$)の比を凹部中央の横断分布と凹部開口部に沿う縦断分布で表した。図4から、水平方向の運動量は、主に凹部から主流域へ輸送されているが、凹部開口部と主流域の境界付近($Z/B=0$, $X/L=0$)では $Rs2$ と $Rs4$ の発生割合はほぼ等しく、凹部内と主流域の運動量の交換はこの付近で生じていることが知れる。しかし、開口部の上流端($X/L \approx 2$)と下流端($X/L \approx 1$)では主流域方向に向かう運動量の輸送が卓越しており、特に、下流端での運動量輸送が顕著である。次に、図5によれば、凹部開口部の主流域側から凹部内にかけて、 $Rs2$ と $Rs4$ の卓越する領域が交互に現れ、上昇流、下降流による水深方向の運動量の輸送が交互に生じていることが分かる。また、開口部では上昇流や下降流に加えて、植生帯内と主流域からの流れの連行が生じるため、鉛直混合の激しい領域の存在が縦断分布に認められる。

4. おわりに

凹部植生帯周辺に生じる局所流の構造と運動量輸送について、PTV可視化計測及びLDV点計測の測定結果に基づき若干の考察を試み、ワンド内の流れの構造は三次元性が強いこと、また、主流域とワンド内の運動量交換が主に凹部植生帯中央付近で生じることを示した。

最後に、本実験に際し、本学学生、伊藤 玄、菅野宏昭、菊地賢也、佐藤秀明君の協力を得た、ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) H.Tu, N.Tamai & Y.Kawahara (1994): Unsteady compound-channel flows with or without an embayment, 第49回年講, pp.358-359
- 2) H.Nakagawa & I.Nezu (1977): Prediction of the contributions to the Reynolds stress from bursting events in open-channel flows, J.F.M., vol.80, part1, pp99-128

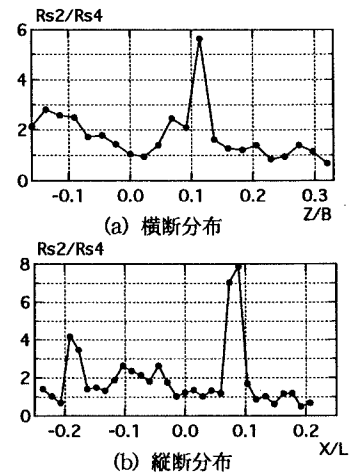


図4 水平方向の運動量輸送

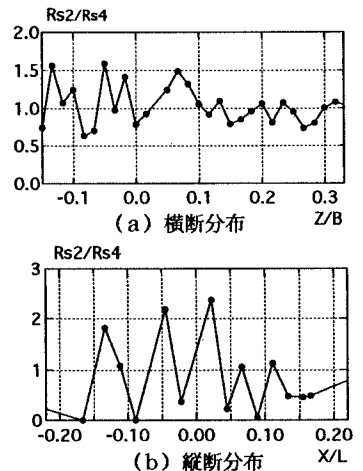


図5 水深方向の運動量輸送