

II - 5

ワンド型植生帯の運動量輸送機構に関する考察

東北工業大学 正 員 ○ 相原昭洋
 東北工業大学 正 員 阿部至雄
 東北工業大学 学生員 朱 朝利

1. はじめに

河道側岸部に存在するワンドは水棲動物等の生息環境を提供している。これら生態環境を考慮した河川空間の在り方が指向され、その保全と創出が行われている。しかし、ワンド内の水質や土砂堆積による埋没など、維持管理する上での問題が生じる。本研究では、ワンド型の植生帯を高水敷上に局所的に設置した場合を対象とした実験を行い、ワンド部と主流域との間に生じる運動量輸送機構について考察を行う。

2. 実験の概要

水路勾配を1/1000に調整した水路上に、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、プラスチックの多孔質体(空隙率95%)を用いたワンド型の植生帯を水路中央部の左岸高水敷上に設置した。植生帯の長さを $L=90\text{cm}$ 、ワンドの形状を $L2:b2=3:1$ とし、植生帯幅 b/B を3通りに変化させて実験を実施した。実験条件と流れ場の模式図及び座標系を表1と図1に示した。流速の測定は、計測断面を植生帯中央のワンド部と植生帯の上流端及び下流端とし、 $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ の水平面内でPTV可視化計測により実施した。

表1 実験条件

Case	Q cm ³ /s	H cm	H/K	B/H	b/B	Re	Fr
B2	3760	3.3	2.2	18.2	0.4	5800	0.33
B4	3700	3.2	2.1	18.4	0.6	5710	0.34
B6	4840	3.3	2.2	18.2	0.8	7410	0.43

3. 実験結果とその考察

図2にワンド内の平均流速 U_1 と主流域の平均流速 U_0 の比を b/B の関係で示した。透過性ワンドであるため、植生帯の幅が広いほど植生帯内を通過してワンド内に侵入する流れが多くなり、逆に、植生帯の幅が狭い方がワンド内の流速はむしろ低減している。ワンド内の流速は主流域流速の概ね30~60%程度であった。

図3にワンド開口部に生じるせん断流れの平均速度勾配を示した。添字の ∞ は植生帯の影響が及ばない上流模擬複断面上の平均速度勾配である。上述のワンド内外の流速差の傾向を反映した速度勾配と b/B の関係を示し、植生帯の幅が狭くなるほど強いせん断流が開口部に沿って形成される。なお、凹型植生帯が速度勾配の増加に及ぼす影響は2~3倍程度に達するが、ワンド開口部に沿うせん断流の規模はほぼ同程度である。

次に、図4にレイノルズ応力の横断分布を示した。各実験ケース共、ワンド内に生じる運動量の移送が外側の主流域に比べて顕著である。また、その運動量輸送が生じる範囲や規模は、植生帯幅が広がるほど大きいことが分かる。ワンド内のレイノルズ応力の符号は、全体的傾向

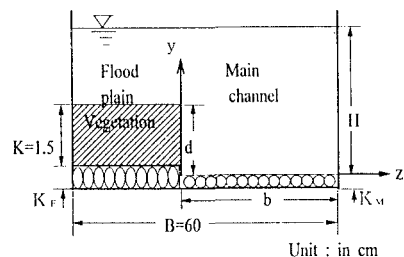
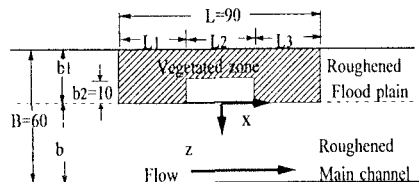


図1 流れの模式図および座標系

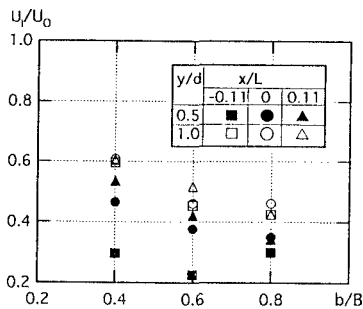


図2 ワンド内と主流域の流速比

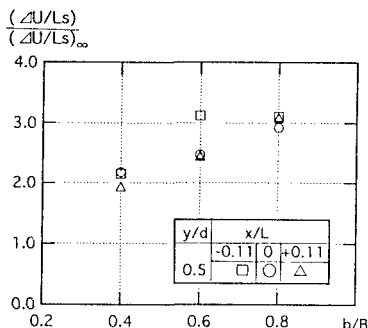


図3 平均流速勾配

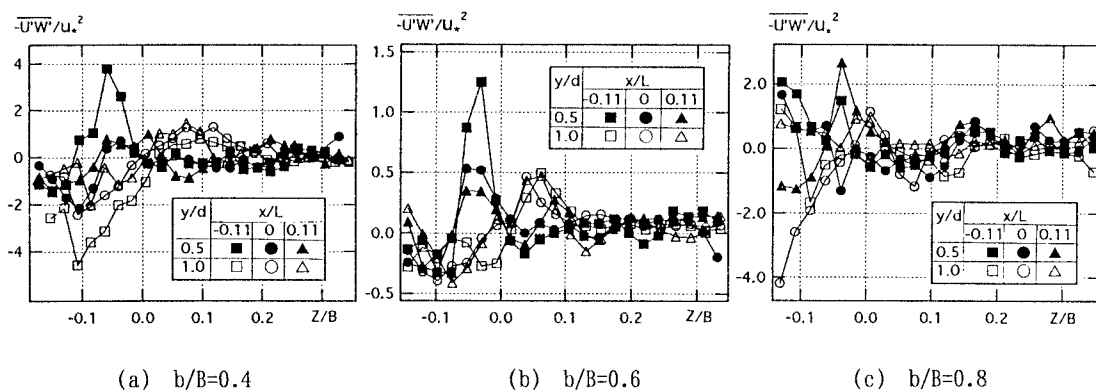


図4 レイルス応力の横断分布

として、植生帯の幅が広くなるほど負の値を示す。しかし、局所的には ワト° 上流端側の水深 $y/d=1$ で負、水深 $y/d=0.5$ で正となる傾向も認められる。特に、 $b/B=0.4$ の場合その傾向が顕著であり、 ワト° 上流端の植生天端付近で、 ワト° 内から主流側へ、植生の中間高さ付近では主流側から ワト° 内へ向かう運動量の移送が卓越する。

図5に ワト° 開口部に沿うレイルス応力の縦断分布を示した。植生帯が河道に占める割合が少ない場合 ($b/B=0.8$)、応力はほぼ正の分布を示し、運動量の輸送が主流域から ワト° 内へ向かう領域が、特に ワト° 開口部の中央より下流側に認められる。しかし、植生帯の割合が多くなると、レイルス応力は負の分布を示すようになり、且つ、大きな運動量輸送が生じる領域が ワト° 上流側へシフトする。

ワト° 内と主流域との間で生じる運動量輸送の構造を知るために、瞬間レイルス応力の条件付き四象限区分を行った。図6は開口部に沿う縦断分布の一例である。ここに、縦軸はII象限($Rs2$)とIV象限($Rs4$)の比である。植生帯の幅が広い場合、 $Rs2/Rs4 > 1$ 、即ち、運動量が ワト° 内から主流側へ向かう領域は、水深 $y/d=1$ の ワト° 開口部の上流端付近と水深 $y/d=0.5$ での上流端から中央にかけて認められるだけであり、主たる運動量の輸送は主流域から ワト° 内へ向かう。他方、植生帯の幅が狭い場合は、 ワト° 内から主流域へ向かう運動量輸送が支配的となり、 $Rs2/Rs4 < 1$ が認められるのは、水深 $y/d=1.0$ に対する開口部中央の下流側だけである。

4. あとがき

PTV可視化計測結果から、河道に占める植生帯の割合が ワト° 型植生帯の主流域と ワト° 間に生じる水平方向の運動量輸送機構に及ぼす影響について示す事が出来た。なお、 ワト° 型植生帯が透過性であるため、植生帯の幅が狭いほど、 ワト° 内の速度は逓減する。最後に、本実験に際し本学部学生、金子誠一、田村健太郎、佐藤圭、水沼亮君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1)相原,阿部他:第52回年講, p718-719, 2)H.Nakagawa& I.Nezu:J.F.F.M, vol180, part1, pp99-128.

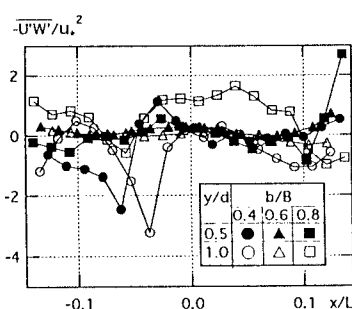
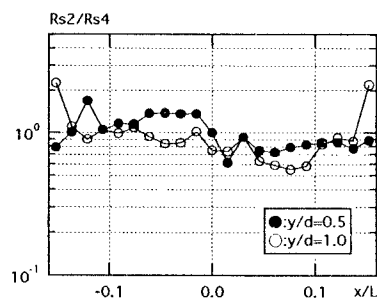
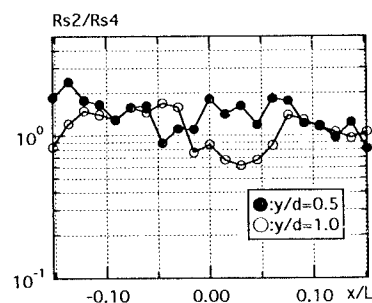


図5 レイルス応力の縦断分布



(a) $b/B=0.4$



(b) $b/B=0.8$

図6 $Rs2/Rs4$ の縦断分布($z/B=0$)