

II-181

平面セン断流れに及ぼす植生帯の影響に関する一考察

東北工業大学 正員○相原昭洋

東北工業大学 正員 阿部至雄

東北工業大学大学院 朱 朝利

1. はじめに

粗度が河道横断方向に変化する流れ場は複断面の流れと類似の様相を呈し、水位が減少すると平面セン断流れが卓越してくることが知られている。本研究では、先ず、水路床に粗度のことなる抵抗板を配列して複断面河道を模擬する。次に、模擬高水敷上に植生モデルを局所的に配置した場合、この植生帯が平面セン断流れに及ぼす影響について、植生河道部に生じる乱流構造の観点から考察する。

2. 実験概要

実験に使用した水路は長さ12m、高さ0.4m、幅0.6mの勾配可変型開水路である。粒径の異なる砂礫を用いて横断方向に粗度の異なる抵抗板($n_F=0.025$, $n_M=0.013$)を試作し、図1に示すように、勾配1/1000の水路床上に配列して複断面河道を模擬することにした。更に、この模擬高水敷上の水路中央部に、高水敷と同じ幅を有する高さ15mm、長さ2mのプラスチック製多孔質体（空隙率95%）の植生モデルを設置し、植生河道部とした。表1に実験条件を示した。実験B1及びB2は、各々、不規則或いは規則的な平面渦が生じるセン断流れに対応している。流速の測定には、小型7mm²流速計による点計測とPTV(Particle Tracking Velocimetry)による可視化計測を併用し、植生上流端直面5cm、中央部及び下流端直後5cmにおける各断面の自由水面下5mmの点で計測した。

3. 実験結果とその考察

図2は点計測に基づく主流方向の平均流速の横断分布を示したものである。実験A1は植生がない場合、実験B1は植生が有る場合の結果であり、平均化時間は2分間である。図によれば、植生が存在すると高低水敷間の速度差は増大し、混合層の幅も拡大する。更に、セン断層内流速分布の変曲点が低水路側へシフトすることが分かる。

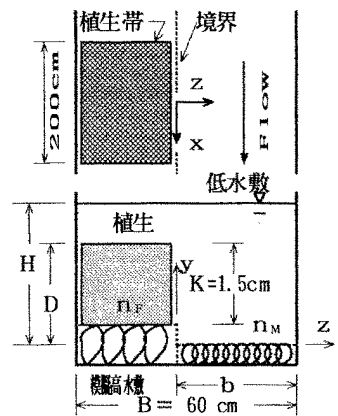


図1 植生河道部の模式図

表1 実験条件

実験 No	流速 $\times 10^3$ (cm^3/s)	水深 (cm)	植生 高さ H/K	植生 幅 b/B	流速 係数 $\times 10^3$	流速 係数
A1	1.23	1.8	-	0.4	1.92	0.27
B1	2.10	2.1	1.4	0.4	3.27	0.37
B2	3.65	2.1	1.4	0.8	5.68	0.64

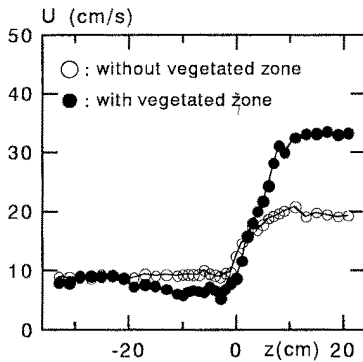


図2 平均流速の横断分布

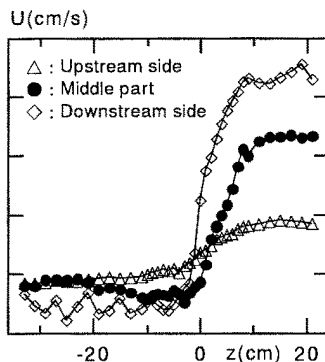
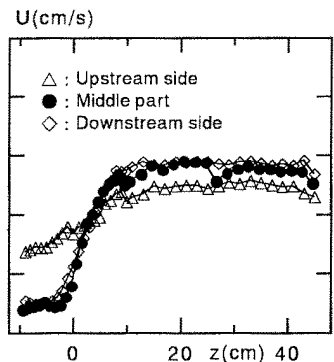
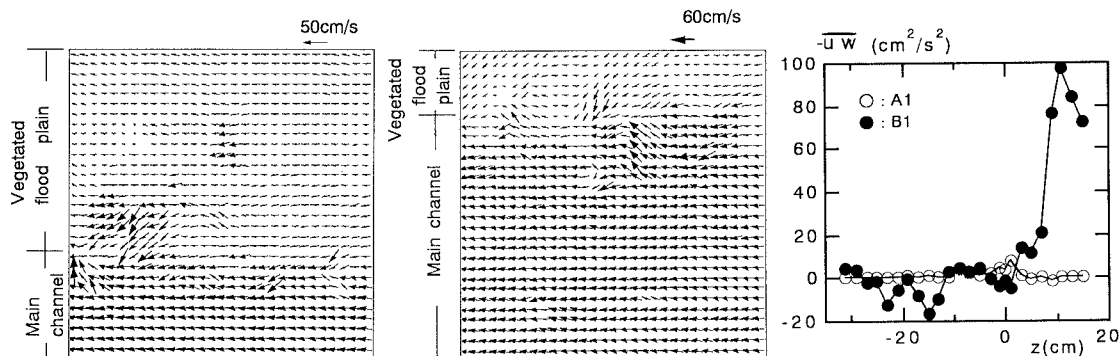
(1) $b/B=0.4$ (Case B1)(2) $b/B=0.8$ (Case B2)

図3 平均流速の横断分布

図3は、植生帯の上流端直前、中央部及び下流端直後における平均流速の横断分布を水路幅比 b/B 別に示したものである。川幅に占める植生帯の割合が多い場合 ($b/B=0.4$)、植生河道部の低水敷上における主流は植生の影響を強く受けて加速されるのに反し、植生帯上での流速の低減は殆ど認められない。植生帯下流側背後における流速の低減とその変動は3次元的な遅い流れの存在を示すものである。川幅に占める植生帯の割合が少ない場合 ($b/B=0.8$)、低水敷上の流れの加速割合に比較し、植生を有する模擬高水敷上での流速の低減が特徴的であり、定常的な平面セン断流れが形成されていることが知れる。

図4に、PTV可視化計測で得られた植生帯中央部に於ける瞬間流速のベクトルを示した。高低水敷間境界付近に間欠的に発生する平面渦とそれに伴う運動量交換の様子が捕捉されている。これらの影響は境界付近で強く生じるが、 b/B が小さいと高水敷上の植生帯全般に及ぶことになる。しかし、 b/B が大きい場合、植生全域に影響を及ぼすまでには至っていない。そこで、運動量交換の程度をレイノルズ応力の分布から見るために示したものが図5である。ここに、 $-\overline{uw}$ は瞬間流速ベクトル図から求めた10秒間の時系列に対するものである。植生がない場合のレイノルズ応力は境界付近で増加しており、運動量の交換が境界から高水敷にかけて生じていることが知れる。また、同図から、植生が存在すると平面渦の発生が間欠的に生じるため、大き



(1) $H/K=1.4$, $b/B=0.4$ (Case B1) (2) $H/K=1.4$, $b/B=0.8$ (Case B2)

図4 瞬間流速ベクトル図

図5 レイノルズ応力の横断分布

な運動量の交換はむしろ低水敷の主流内で生じることが分かる。高低水敷間の境界に作用する見掛けのセン断力に関する渦動粘性係数を $\varepsilon = \gamma LU$ (山崎ら1984) と表わすとき、係数 γ の値を流速分布から評価して、池田ら (1992) が提示した図に加筆して示したのが図6である。係数 γ はオーダー的には 10^{-2} であるが、植生の有無に加えて植生が水没か非水没かによっても数値は変化する。

4. おわりに

植生モデルを模擬高水敷上に局所的に配置したとき、それが流れに及ぼす影響について、実験に基づく若干の考察を試みた結果、植生帯と平面セン断流れとの関係、植生河道部に生じる構造的乱流と境界に生じるセン断流に基づく混合現象等の一端を示すことが出来た。

最後に、本実験に際し、本学学生、石川康樹、猪股宏至、中曽根 聡、門脇聖一君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

山崎・石川・金丸 (1984) : 開水路平面セン断流れに関する実験的研究、土木学会、第39回年講

池田・太田・長谷川 (1992) : 側岸部植生部の周期渦の発生機構、土木学会論文集、No. 443.

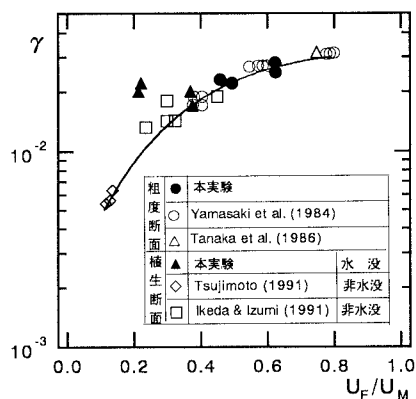


図6 γ と流速比との関係