

II-23

植生を有する模擬複断面上の流れ場の可視化計測

東北工業大学 正員 ○ 相原 昭洋

東北工業大学 正員 阿部 至雄

1. はじめに

河川の環境形成機能を考慮した多自然型河道に於いては、例えば、植生群等により粗度が横断方向に変化するため、洪水時に平面切断流場が形成される。これらの現象に対する水理学的特性は各方面で検討されており、その基本特性も次第に明らかにされつつある。本研究では、粗度係数の配列だけで複断面河道を単一水路上に模擬し、その高水敷左岸に植生を局所的に配置した場合の平面切断流れ場の特性について流速の点計測と可視化計測結果に基づいて定性的な考察を試みた。

2. 実験方法

実験水路は長さ10m、幅0.4mの可変勾配型開水路を用い、その水路床に粗度が横断方向に変化する抵抗板を全面に敷設して模擬複断面を作成した。その高水敷左岸に長さ3m、幅0.1m、高さ0.15mの多孔質体（ニトフルエス）の植生モデルを局所的に設置した。図-1にその配置の概要を示した。ここに、図中の ks は粗度高さである。実験は、流量 $Q=7960\text{cm}^3/\text{sec}$ の条件の基で水路勾配 s を変化させて常流状態に対して実施した。

流速の測定には、PIVによる可視化計測と小型 π 管流速計による点計測を併用した。可視化計測はトレーサ粒子を水路上流端から投入し、レーザーライトを植生領域の上流端、中央部および下流端の水路床から $Z=1.0, 3.0\text{cm}$ の高さに照射して実施した。トレーサ粒子の挙動をCCDカメラで撮影し画像の蓄積を行った後、Current Systemによって瞬間流速ベクトル、瞬間流速横断分布を得た。

図-2は、模擬複断面上の主流部の流速 u_m と左岸及び右岸領域の流速 u_L, u_R の比を河床勾配との関係で示したものである。図中の $\langle \rangle$ は一定流速部分の平均値を、 $[\]$ は高水敷、低水敷の各領域の平均値を表している。図によれば、河床勾配 $s=1/500$ 以下では河床勾配に関係なくほぼ一定の値を示し、 $s=1/300$ に比べて弱い平面切断流場が形成される。本実験では、PIV可視化計測によるトレーサ粒子の追従性を考慮して主に、河床勾配 $s=1/1000$ に対して実験を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 瞬間流速ベクトル

図-3にPIVで得られた植生中央部での瞬間流速ベクトルを示した。図より、 $Z=3.0\text{cm}$ の流況について見ると、ほぼ様な植生領域の流れに植生境界($Y=10.0\text{cm}$)から発生した平面渦によって、主流部の流れが入り込んでいる様子が観察される。さらに、粗度境界($Y=-10.0\text{cm}$)から発生する渦が相互に作用し複雑な流れ場を形成している。

図-4に示した様に $Z=1.0\text{cm}$ での粗度境界付近の流況と $Z=3.0\text{cm}$ での流況との差異は殆ど見られない。しかし、植生領域側では

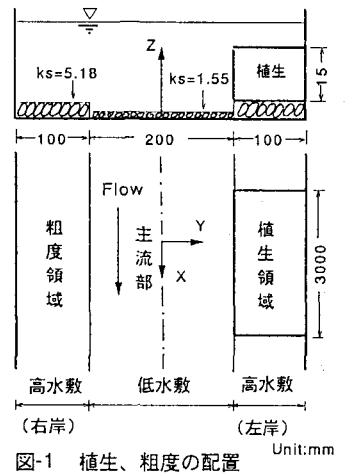


図-1 植生、粗度の配置

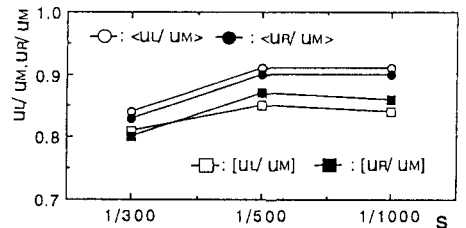
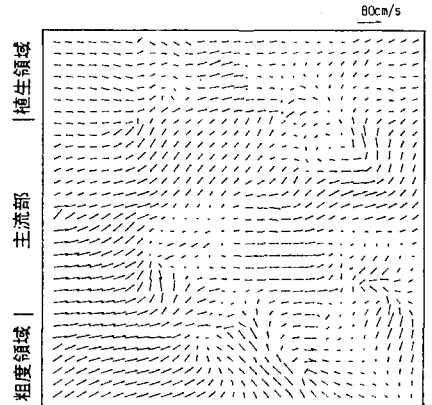


図-2 流速比と河床勾配の関係

図-3 瞬間流速ベクトル ($Z=3.0\text{cm}$)

植生境界から渦が発生し、この渦は植生境界に沿って流下していく。

(2) 時間平均流速の横断分布

図-5に植生中央部で点計測された時間平均流速の横断分布を示した。 $Z=3.0\text{ cm}$ の植生領域($Y=10\sim 20\text{ cm}$)では、植生の存在によって流水抵抗が増大し流速は遅くなっている。他方、植生の無い領域では流速が速く、植生境界付近($Y=10\sim 15\text{ cm}$)で変曲点を持つ流速分布となっている。

$Z=1.0\text{ cm}$ では、非植生領域でも底面粗度の影響が大きい粗度領域で流速が遅減している。この流速の遅減割合に比し、植生境界付近での流速の遅減は更に大きく、且つ、流速の程度は $Z=3.0\text{ cm}$ の場合と同程度の流速が捕捉されていることから、植生の存在が水深方向にも流速の一様化に寄与している。

(3) 瞬間流速横断分布

図-6、7に瞬間流速の主流方向流速成分 u と横断方向流速成分 v の一例を示した。

図-6の $Z=3.0\text{ cm}$ からも知れるように、主流方向の流速成分 u は主流部で遅く、植生領域と粗度領域で速くなる流況も瞬間的に生じている。この点は、前述した時間的に平均化された流速分布からは見い出せない特性であり、植生境界や粗度境界から発生する平面渦によって瞬間的に横断流れ場の特性が変化していることが分かる。

横断方向の流速成分 v は、水路中央から植生境界にかけてその値は増大し、植生領域では負の値を示す。従って、流れは水路中心付近から植生領域に向かって生じ、側壁付近に達した流れが主流方向へ流出すると考えられる。また、粗度境界付近で v の値は増大し、粗度領域から主流部へ流れが生じている。

次に、図-7の $Z=1.0\text{ cm}$ の流速成分 u より、粗度境界で渦の通過に伴う横断流の発生の様子が見られる。さらに、流速成分 v は負の値を示すことから、 $Z=3.0\text{ cm}$ と同様に主流部と粗度領域の間で流れの流出、流入の繰り返しがなされている。また、植生境界を移動する渦によって植生領域内から主流部へ流出が生じるため、植生境界で流速成分 v は負の値を示していることが分かる。

4. あとがき

模擬複断面上に植生を設置して実験を行った結果、植生境界や粗度境界に生じる平面渦と、その役割に関して従来の基本的な特性をPIV可視化計測によって把握することが出来た。

最後に、本実験を遂行するに当たり、本学学生 西島彦彦君、吉田和彦君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 藤田、福岡:洪水流における水平乱流混合, 土木学会論文集No. 429, 1991

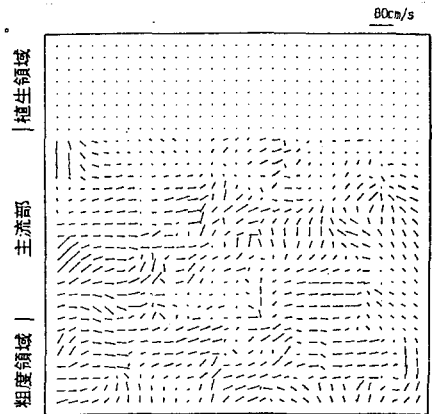


図-4 瞬間流速ベクトル ($Z=1.0\text{ cm}$)

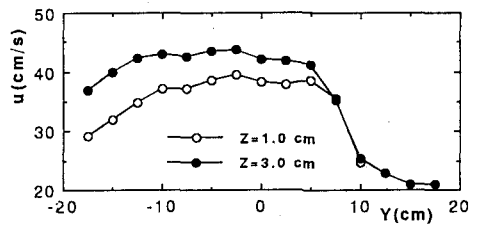


図-5 時間平均流速横断分布

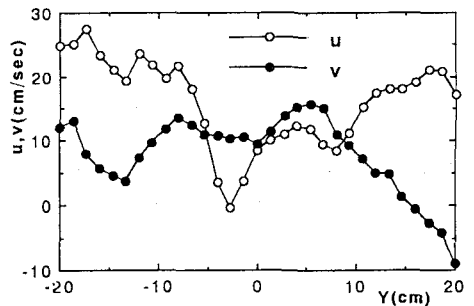


図-6 瞬間流速横断分布 ($Z=3.0\text{ cm}$)

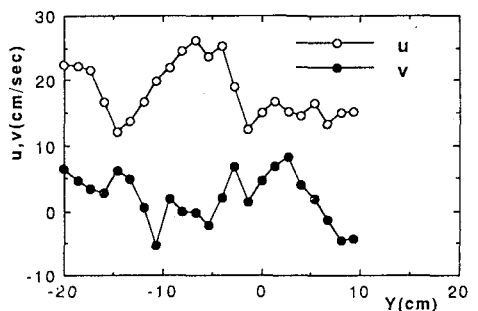


図-7 瞬間流速横断分布 ($Z=1.0\text{ cm}$)