

II-340

植生によって主流域幅が変化する河道の流れと縦断水位

建設省 正 員 吉岡大蔵

京都大学工学部 正 員 北村忠紀

京都大学大学院 学生員 川崎和俊

1. まえがき 河川においては、植生が様々に平面的に分布している状況が観察される。植生域を伴う流れでは、植生域の遅い流れと主流域の速い流れの干渉により運動量の横断混合が活発となることが特徴で、この特徴を把握する目的で、これまでに縦断方向に植生域幅が一定である流れの特性について実験的・解析的検討が進められてる。一方、植生域の平面分布形態によっては、1) みお筋幅が変化することにより主流域の流れが縦断方向に加速・減速されること、2) みお筋が曲率を持つことにより流線が曲率を持つことも植生域により流れが影響される特徴であるといえる。本研究では、このうち1) の特徴に着目し、矩形断面直線水路の側岸に植生模型を水路縦断方向に周期的に幅を変化させて配置した実験により、植生域の平面分布によってみお筋幅が縦断方向に変化する流れ場の特性を抽出しようと考えた。さらに、こうした場での縦断水面形解析手法についての考察を行った。

2. 実験概要 実験は、長さ9m、幅98cmの矩形断面直線水路の両側岸に水路上流端から下流端まで、植生模型としてプラスチックの糸の絡み合った超多孔体(透過係数 $K_t=70\text{cm/s}$)を周期的に幅を変化させて配置することにより行った。これにより、主流域の幅が縦断方向に、 $B_m=50-20\cos(2\pi/200)$ (単位: cm)のように正弦関数的に変化するものとした。河床勾配は $i_b=1/500$ であり、河床は滑面とした。この水路に水流を導き、縦断水面形が主流域幅の変化に応じてほぼ周期的に変化するように、下流端の堰を調整した。流量は、 $Q=5\text{l/s}$ (RUN DV01), 10l/s (RUN DV02)の2ケースとし、いずれのケースでも水深は植生高さを超えない条件であり、平均水深はそれぞれ $h_0=3.73\text{cm}$, 8.44cm である。2成分x型ホットフィルム流速計により、縦断方向に数断面にわたり、水深方向に約5点、横断方向に約10測線で、縦横断方向2成分の流速の計測を行った。なお、1測点でのサンプリング周波数100Hz、サンプリング個数4096個である。図1は、水路中心線に沿った水位の縦断方向変化を示したものである。図より、水位は主流域幅の広がりつつある断面で最も低く、狭まりつつある断面で最も高くなることから分かる。側壁が透水性を許さないrigidな壁である流路幅の周期的に変化する流れでは、1次元漸変流解析から、常流では、流路幅の最も狭い断面で、水位が最も低く、流速が最も速くなることが知られている。しかしながら、植生域の存在によって主流路幅が変化する場合には、側壁がrigidな場合と比べて位相差のあることが特徴となっている(今の実験ケースでは、位相差は約 $\pi/2$)。なお、このことは河床が移動床である場合に、洗掘、堆積の生じる縦断位置がずれてくることをも示唆している。図2は、測定された縦断方向平均流速 U 、Reynolds応力 $-uw$ の水深平均量の横断方向分布を縦断位置ごとに比較したものである。図より、本実験では、主流路幅の最も狭い断面での植生境界付近に水平せん断層が形成されること、同じ主流路幅の断面であっても、幅が広がりつつある断面か狭まりつつある断面かにより、横断流速分布形が異なることが分かる。図には、植生による形状抵抗を考慮した水深平均 $k-\epsilon$ モデル¹⁾による計算結果を併示したが、計算結果は上述した流れの特性をほぼ再現できている。

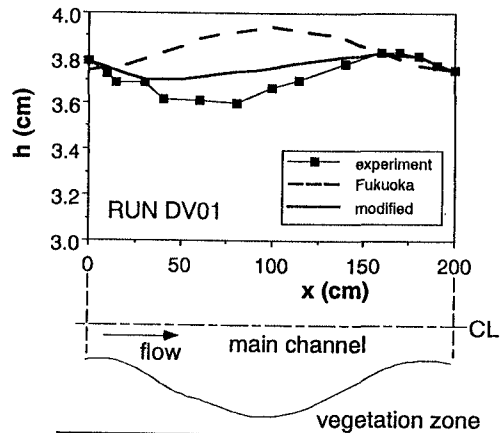


図1 縦断水位

キーワード: 植生, 主流域幅の変化, 流れの加速・減速, 縦断水面形, 水深平均流れの解析

〒606 京都市左京区吉田本町 京都大学工学部環境地球工学専攻 TEL 075-753-5082 FAX 075-761-0646

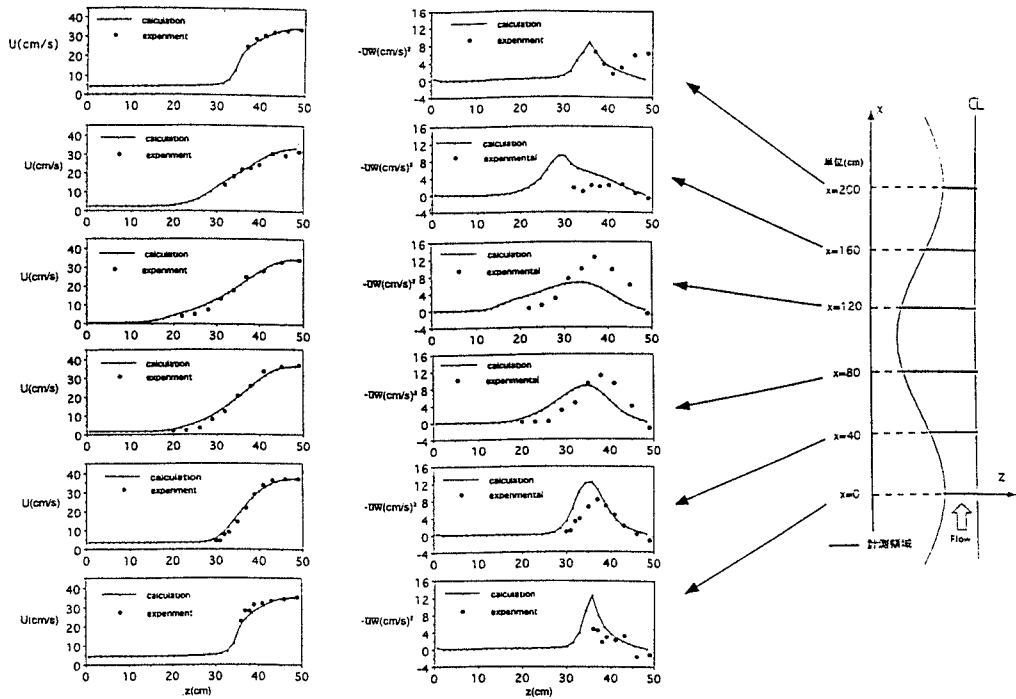


図2 平均流速、Reynolds 応力の水深平均値の横断方向分布

3. 縦断水面形解析について 植生を伴う河道の縦断水面形解析については、福岡ら²⁾がその一般的取り扱いを提案している。福岡らの手法の特徴は次のようである。1) 各断面において、植生域、非植生域を断面分割し、等流近似により、横断方向流速分布を求める。このとき、密な植生域については、死水域として取り扱うが、主流域と植生域間の干渉効果をこれらの境界部に作用する付加せん断応力として考慮する。これにより、各断面での断面分割された領域ごとの平均流速と境界に作用する付加せん断応力が評価される。2) 不等流計算により水位を求めるが、このとき、密な植生域は死水域として断面から除外し、各断面での速度水頭項や付加せん断応力、底面せん断応力項については、1) の等流近似によって得られた諸量を用いるというものである。福岡らの手法で、本実験の縦断水位の再現を試みた結果を図1に併示したが、明らかに位相のずれが生じている。なお、こうした位相のずれは境界混合係数を変化させても改善されない。この手法では、a) 2) の不等流計算時に、植生域を死水域として断面から除外しているために、主流域幅の変化の効果が強くでてしまうこと、b) さらに、不等流計算時に連続式が考慮されず、流量の連続性が満足されないことが、こうした不一致の理由であると推定される。そこで、1) の各断面での等流近似による横断方向流速分布の推定については、福岡らの手法をそのまま適用し、2) の不等流計算時に、1) で得られた横断方向流速分布から植生域まで含めた全断面での等価抵抗係数を求め、植生も流水断面として含める、さらに連続式も考慮することにより、不等流計算を行った。その結果を図1に併示したが、これにより位相のずれについては改善されている。このことから、1) の各断面での等流近似による横断方向流速分布を求める際には、植生域を死水域として取り扱ってもよいが、2) の不等流計算時には、植生域を死水域として断面から除外するのは水位予測を誤る可能性があり、避けるべきであると思われる。

4. あとがき 本研究では、植生域によって主流域幅が変化する流れについて、実験的・解析的検討から流れの特性を抽出するとともに、こうした場での縦断水面形解析手法について考察した。

参考文献 1) 辻本・北村：水講40, pp.199-204, 1996. 2) 福岡・藤田・新井田：土論No.447/II-19, pp.17-24, 1992.