

京都大学工学部 正 員 楠津家久 京都大学工学部 正 員 北村忠紀
建設省 正 員 吉岡大蔵 京都大学大学院 学生員 ○中橋修一

1. まえがき

実河川においては、河道地形と流況に応じて、植生が様々に平面的に分布している。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が隣り合うために運動量の横断混合が活発となることが一つの特徴で、このような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、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・減速されることも植生域により流れが影響される特徴であるといえる。そこで本研究では、矩形断面直線水路の側岸に透水物体により模擬された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する。

2. 実験方法

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 $K_p=70\text{cm/s}$)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。通水流量は、 $Q=5\text{l/s}$ (RUN DV01)、 10l/s (RUN DV02) の2ケースとした。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。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。

3. 実験結果

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が分かる。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 $\pi/2$)。図2は、測定された縦断方向平均流速 U の横断面内での分布を縦断位置ごとに比較したものである。図より、水路中心軸での値に着目すれば、やはり主流域幅の広がりつつある断面で流速が最も速く、狭まりつつある断面で最も遅くなることが分かる。全体的な傾向としては、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ようである。また、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($x=40\text{cm}$)では、植生境界付近でコンターが鉛直に立っており、この領域での強い水平せん断が示唆されるのに対して、幅が狭まりつつある断面($x=160\text{cm}$)では、植生境界付近でもそういった特性が見られない。これは、それぞれの断面での上流からの流れの履歴が影響しているものと思われる。

4. 縦断水面形解析

植生を伴う河道の縦断水面形解析については、福岡ら¹⁾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、

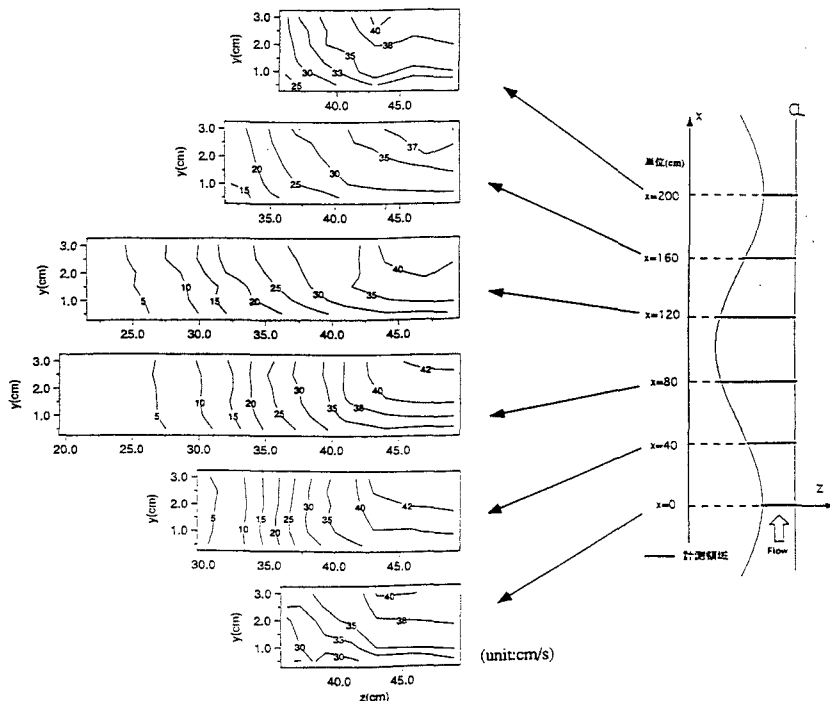


図2 平均流速の断面内分布

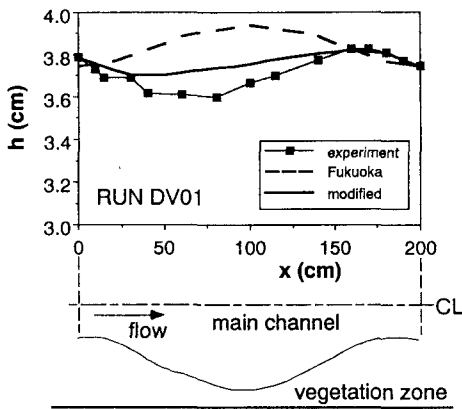


図1 縦断水位

との平均流速と境界に作用する付加せん断力が評価される。2) 不等流計算により水位を求めるが、このとき、各断面での速度水頭項や付加せん断力、河床の底面せん断力については、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合成粗度係数を求め、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取り扱うのは危険であると思われる。

5. 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、流れの特性を実験的に検討するとともに、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) 福岡・藤田・新井田：土論No.447/II-19, pp.17-24, 1992.