

II - 182

側岸に植生帯を有する流れの遷移過程に関する実験

日水コン 正会員 辻亜紀子
 金沢大学大学院 学生員 泉倫光 日水コン 正会員 岡田敏治
 日水コン 正会員 本橋健 金沢大学工学部 正会員 辻本哲郎

1. まえがき

側岸部に存在する植生帯は増水時にその内部領域の流れを減じるとともに、主流部の速い流れとの相互作用により運動量、物質の横断混合を促進することが知られている。前報¹⁾では、これを積極的に利用した溪流での濁質除去の可能性を検討したが、活発な横断混合が生じるのは流れが十分に発達した平衡領域で、植生帯へ流入する流れの遷移領域では、むしろ植生帯内から主流部への流量シフトが卓越する²⁾。実際に濁質除去を行っていこうとする場合、平衡領域の特性だけでなく遷移領域の特性を知ることが必要となるにも関わらず、平衡領域の特性に比べて遷移領域の特性は十分に把握されていない。本報では、透過係数の異なる数種類の植生モデルを配置した水路実験から、遷移領域の特性量に及ぼす植生帯の透過係数、水理条件の効果について検討した。

2. 実験方法

実験は長さ12m、幅40cmの変勾配式直線水路で行った。植生モデルには塩ビ製の円柱(直径2mm、高さ8cm)を採用し、幅16.8cmの植生帯を流下方向に7m区間設置した。路床勾配を $i_b=1/1000\sim4/1000$ の4通り、水深 H を約4cmと6cmの2通り、植生密度を3通りに変化させた計24通りの実験を行った。図1はポイントゲージで測定された水深の流下方向変化の例であるが、図に示されるように植生流入部から4.0m～6.0mの区間でほぼ等流となるように下流端の堰を調節して実験を行っている。流速は小型電磁流速計を用いて約半水深の位置において1測線横断方向に11点、これを流下方向に13測線にわたって測定した(20Hz, 1024個サンプリング)。それぞれの植生モデルについて透水試験を行ったところ透過係数は、植生密度の密なものから $123, 290, 486\text{cm/s}$ (植生の単位体積あたりの遮蔽面積 λ はそれぞれ、 $0.011\text{cm}^{-1}, 0.026\text{cm}^{-1}, 0.102\text{cm}^{-1}$)であった。

3. 実験結果

実測された主流速の等値線の例を図2に示す。図より植生帯を有する流れの遷移過程の概略が知られる。主流速、Reynolds応力、横断方向流速の横断方向分布の流下方向変化を図3に示す(横断方向流速は主流速に比べて極めて小さいので実測値を用いず主流速分布から流量一定という条件で連続式を用いて求めている)。主流速分布は流下方向距離が進むにつれて植生帯と非植生帯との流速差が顕著となり、この領域での植生域から非植生域への流量シフト現象を示している。主流速分布より判断される流量シフト区間はほぼ2mである。Reynolds応力分布は植生帯境界で極大値を持つ分布となるが、主流の流量シフトが行われている区間では極めて小さい値である。主流速分布はほぼ2mで平衡に達しているがReynolds応力分布では5mにおいても発達している傾向が認められ、流量シフトが終了した後も横断混合が徐々に発達していることが伺える。横断方向流速分布は流入部にピークがあり流下距離が進むにつれReynolds応力分布と同様に植生境界で極大値を持つ傾向がある。これらの結果から、遷移領域の特性をまとめると図4のようである。また、図3には清水ら³⁾による平面2次元流れの枠組みでの計算結果を併示したが、計算結果と実測値の対応は概ね良好である。

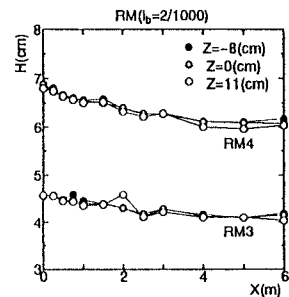


図1 縦断水面形

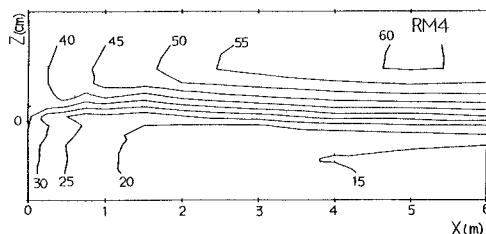


図2 主流速の等値線

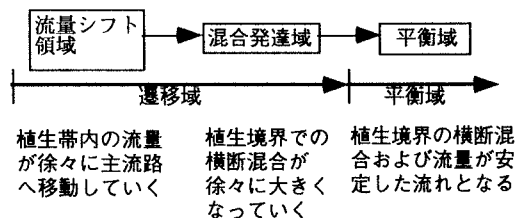


図4 遷移過程の特性

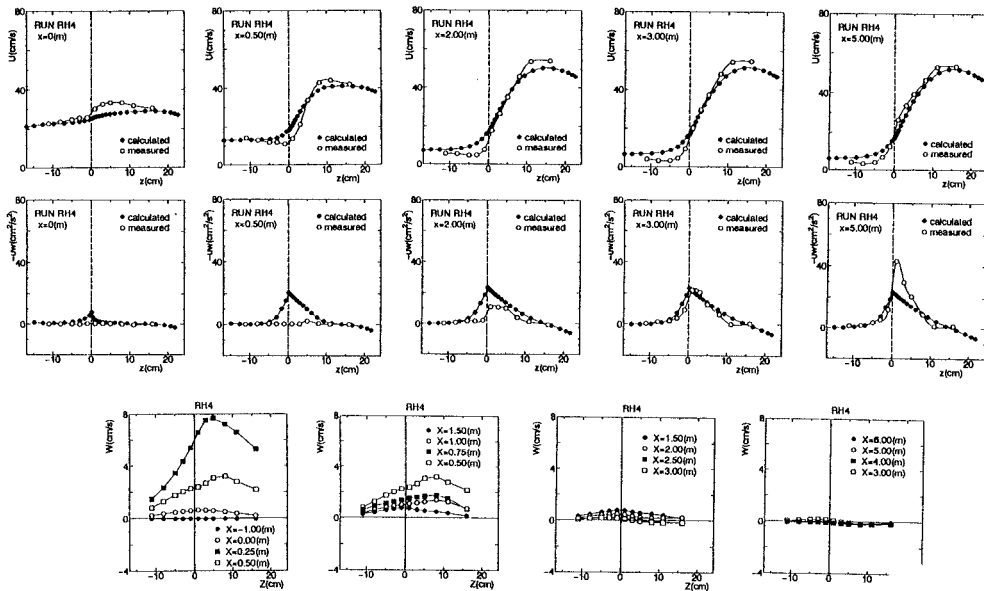


図3 主流速、Reynolds応力、横断方向流速の横断方向分布の流下方向変化

4. 流量シフト領域長

流量シフトを代表する量として植生帯内流量の変化に着目すると、その流下方向変化は図5に示されるように、指数関数近似（式(1)）が可能である

$$(Q_s - Q_{se}) / (Q_{s0} - Q_{se}) = \exp\{-(x/H) / \Lambda_{QS}\} \quad (1)$$

ここで、 Q_{s0} ：植生帯内流入直後の植生帯内流量、 Q_{se} ：平衡領域における植生帯内流量である。指数関数近似で得られる無次元パラメータ Λ_{QS} は図6に示すように植生密度を水深で無次元化した λH に対して一意的な関係にあり、その関係は最小二乗法による同定から次式が妥当である。

$$\Lambda_{QS} = 8.1(\lambda H)^{-3.5} \quad (2)$$

5. 遷移領域における横断混合の発達

植生境界での横断方向乱れ強度、Reynolds応力の流下方向変化を図7に示す。横断方向乱れ強度は植生密度が大きい場合の方が指数関数的に増加傾向を示しているのに対して、小さい場合には線形的に増加している。また、Reynolds応力はほぼ流量シフト終了後から増加するが、植生密度が大きい方がより早く発達する傾向にあるようである。

6. あとがき

本報では、遷移域は流量シフト過程と横断混合発達過程の2つの過程から構成されることを確認するとともに、植生密度、水理条件を変化させた実験から流量シフト領域長を評価する無次元パラメータを同定した。また、横断混合発達過程も植生密度により影響されることが示唆された。

参考文献 1) 岡田・本橋・蔵重・北村・辻本：年講49，II-180，pp.360-361，1994。2) 堀・中川・村上・島村：年講49，II-186，pp.372-373，1994。3) 清水・辻本：水講39，pp.513-518，1995。

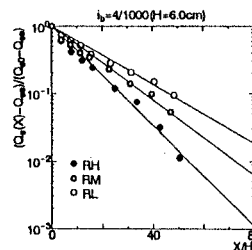


図5 流量シフト

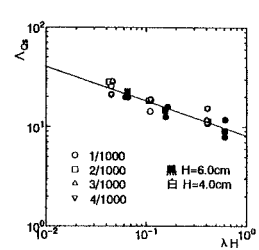


図6 流量シフト領域長

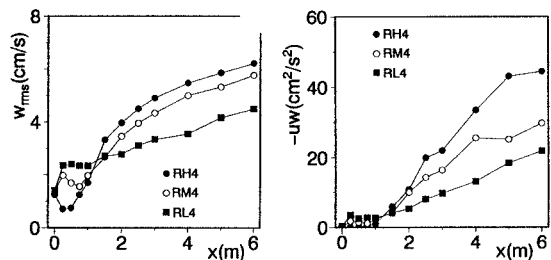


図7 横断混合の発達