

## Ⅱ-23 樹木状植生帯を通過する流れの水力特性

建設省四国地方建設局大渡ダム管理所 正会員 ○濱井 宣明  
徳島大学工学部 正会員 岡部 健士  
阿南工業高等専門学校 正会員 湯城 豊勝

1. はじめに 従来、簡単な形状の植生モデルを用いた水力実験は数多く行われているが、これだけでは dispersive flux および乱流混合の抑制といった問題点が考慮されていないため不十分である。そこで、本研究では樹冠部と樹幹部を持つ複雑な形状の植生モデルを用いた実験および数値計算を行い、この種の流れの内部構造特性を把握した。

2. 実験内容 本実験では、長さ7m、幅0.4mの実験水路に図-1のような直立した樹幹部と流れによって撓んだ枝の樹冠部を持つ樹木状の植生モデルを配置した。植生モデルは、直径0.4cmのアルミ管に外径0.16cmのゴムチューブを先端に着けた直径0.09cmの銅線を5本差し込んだのち、下流に60°折り曲げている。このような植生モデルを疎、密2種の千鳥状に配列した。

実験では水路床勾配： $i=1/510$ に固定し、水深： $H=6\text{cm}$ の等流として通水を行い、図-2の”・”に示す位置の鉛直測線上において時間変動している流下・鉛直方向の流速成分をLDVにより詳細に計測した。

3. 実験結果 配列格子内において空間平均化されたレイノルズ応力および dispersive flux を図-3に示す。ここで、図中の曲線は見かけの河床せん断応力で無次元化されたレイノルズ応力であり、描点群はレイノルズ応力に dispersive flux を加えたものである。また、図中に示す直線は、形状抵抗力、レイノルズ応力および dispersive flux の3項からなる理論線を表す。両配列とも河床の底面付近において dispersive flux の存在が確認された。また、植生密度が密に比べて疎の方が dispersive flux の割合が大きくなっている。この原因として、植生密度が密の場合では植生による拘束力が大きいことにより、上下方向の運動量交換が小さくなると考えられる。

次に、代表例として疎配列の縦渦構造を下流方向に並べたものを図-4に示す。図中の等高線は渦度 $\omega_x$ を表し、 $z=0\text{cm}$ を中心に右側では右回転の渦を正、左側では左回転の渦を正としている。全断面において、 $z=0\text{cm}$ の軸を中心に左右対称な渦が形成され、右または左側の半断面では対になっている渦が確認される。ここで、右回転の渦に注目すると、①断面

では植生モデルの幹部分により渦の中心が上へ押し上げられている様子が分かる。そして、②断面に入ると渦は植生モデルの枝部分によって若干弱められる。続いて、植生モデル内を通過した③断面から下流に向か

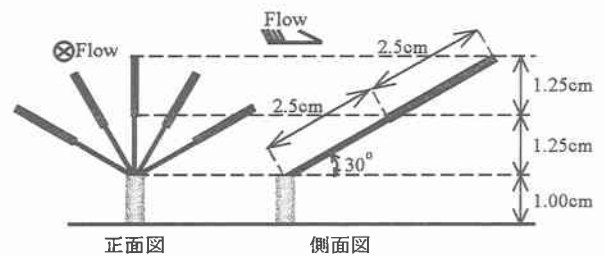


図-1 樹体モデルの概要図

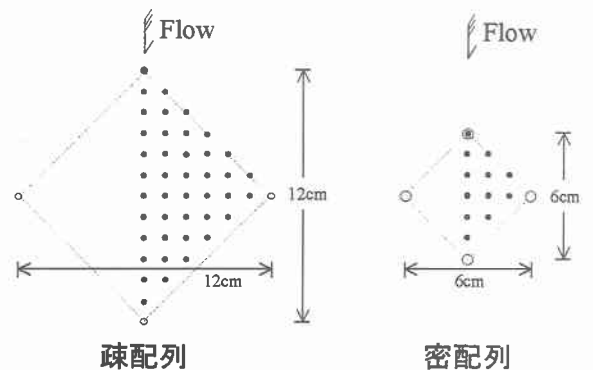


図-2 配列格子内の計測位置

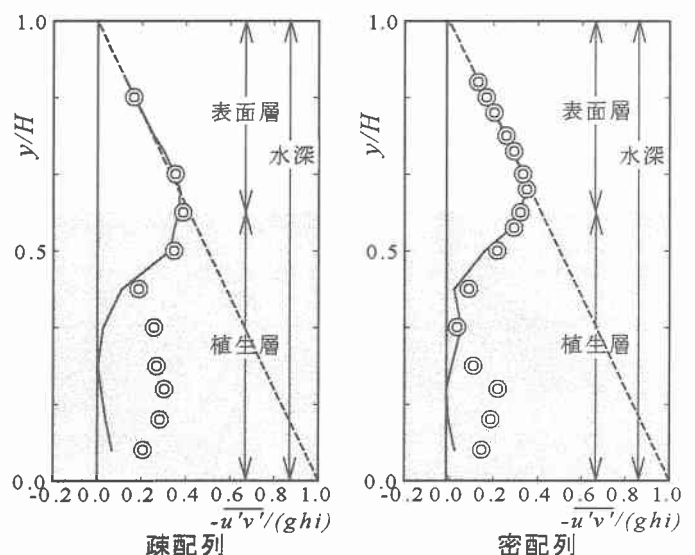


図-3 レイノルズ応力および dispersive flux

って渦の強度、スケールともに大きくなっていく。しかし、④断面では植生の枝部分により若干渦の強度が弱められる。以上が本研究で用いた樹木状植生モデルの縦渦構造であり、これは浮遊砂および河床の洗屈に影響を及ぼすものと思われ、今後、そのような関連について検討を行う必要がある。

**4. 数値計算の結果** 数値計算では、清水<sup>1)</sup>らの基礎式を基に1次元 $k$ - $\epsilon$ 乱流モデルを構築した。境界条件として、河床では水路直上の流れが平行壁面乱流になるものと仮定し、水面では、瀬津・中川<sup>2)</sup>と同様に乱れの減衰を考慮した。そして、数値計算法はPatankar<sup>3)</sup>のSIMPLEアルゴリズムと同様な収束手法を用いた。基礎式中の各パラメータは、既存の標準値あるいは推奨値を用いた。また、植生モデルによる乱流混合の抑制を考慮するため、渦動粘性係数に補正関数を導入し修正を行った。

以上により、得られたレイノルズ応力および流下方向流速の計算値と実験による実測値を図-5に示す。ここで、実測値は適当な重みで空間平均化されている。また、両配列においてdispersive fluxを無視した計算結果も示す。図より、dispersive fluxを無視した計算結果では植生層内においてレイノルズ応力が過大評価され、河床付近での流速の再現性が悪いといった問題が生じたが、dispersive fluxを考慮することでこのような問題が改善された。以上より、樹木状の植生帯を通過する流れではdispersive fluxを考慮する必要があることが分かった。

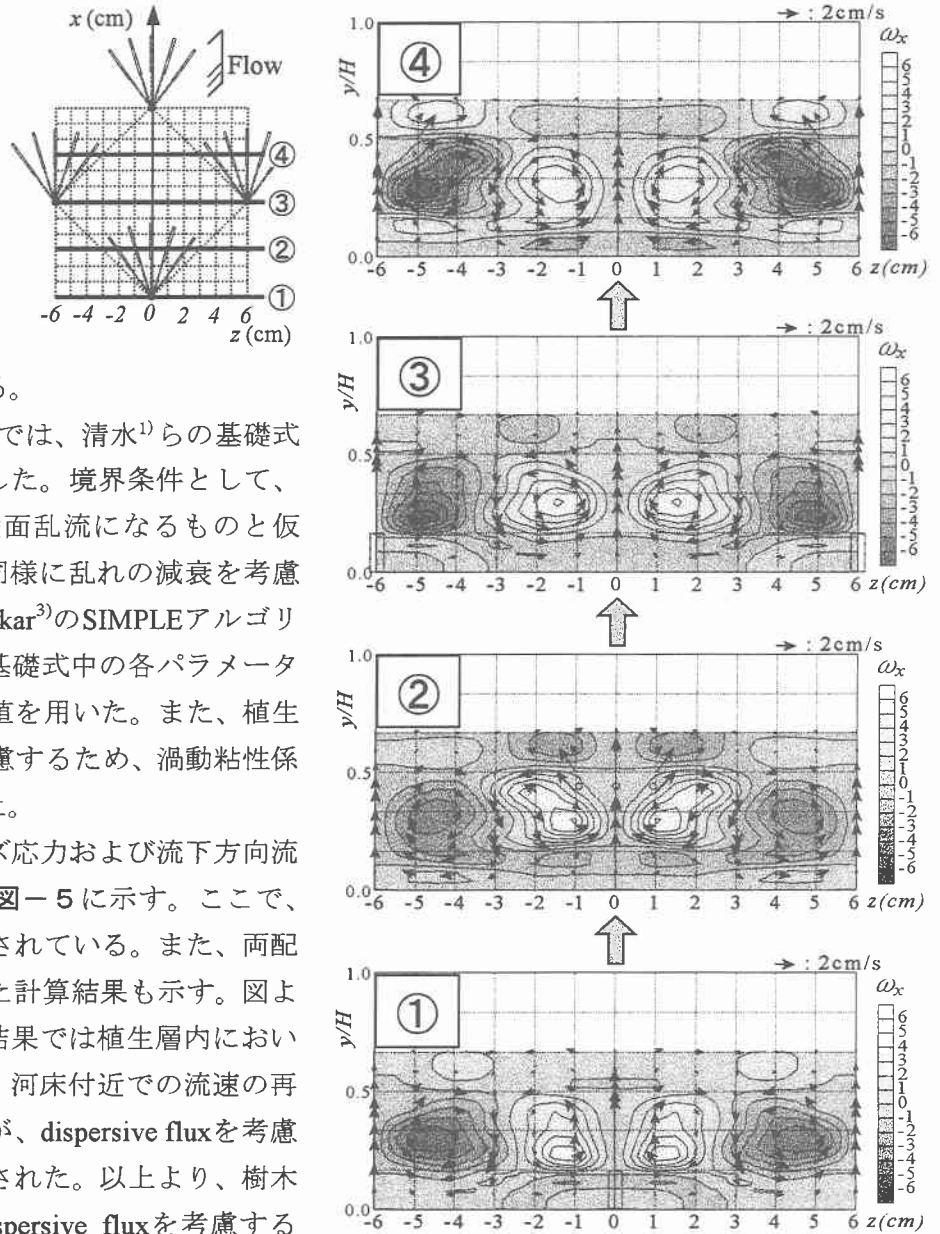


図-4 縦渦構造（疎配列の場合）

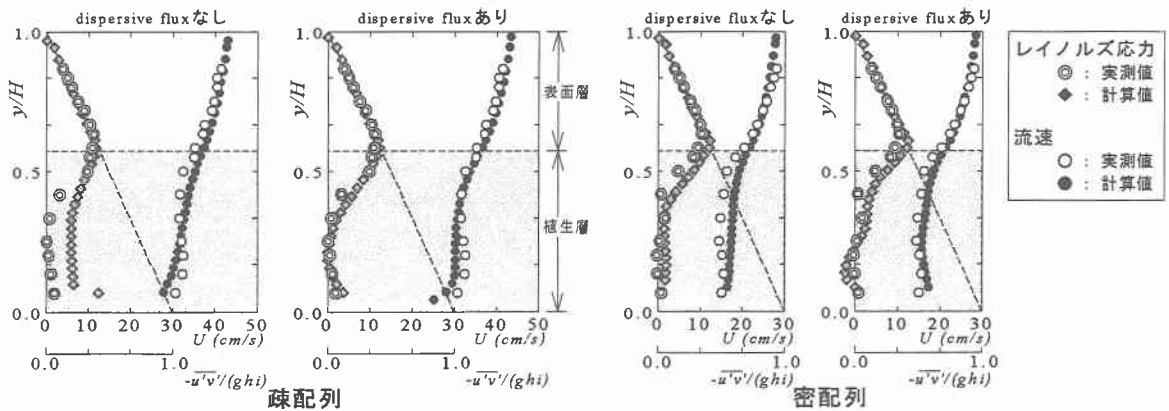


図-5 1次元 $k$ - $\epsilon$ 乱流モデルによる計算結果および実測値

**参考文献** 1)清水・辻本・中川：直立性植生層を伴う流れ場の数値計算に関する研究，土論集，No.447/Ⅱ 19, pp.35-44, 1992 2)瀬津・中川：修正 $k$ - $\epsilon$ 乱流モデルによる開水路乱流の数値計算法，土論集，第387号，pp.125-136, 1988. 3)S. V. Patankar（水谷幸夫・上月正司共訳）：コンピューターによる熱移動と流れの数値解析，森北出版，pp.24-48, 1995.