

路床に沿ってたなびく疑似植生上の流れ

金沢大学工学部 正 員 辻本 哲郎
 金沢大学大学院 学生員 岡田 敏治
 金沢大学工学部 ○長崎 敏範

1. まえがき

最近になって河川に治水・利水に加えて親水機能が求められるようになり河川的环境として河道内の植生などをなるべく残した自然に近いものが志向されている。しかし河道内に植生があることは、洪水疎通の面からは好ましいものではない。またその水理特性についての知識は十分なものとは言えず疎通能力の評価が難しい。とくに流れにたなびく藻や水草のような柔軟な植生上の流れについては、これまでの研究も少なく（日野ら¹⁾の研究がある）乱流特性の把握が待たれる。そこで本研究では路床近くに繁茂している状態を想定した疑似植生を用い、そこでの乱流測定を行って乱れの構造的特性を実験的にあきらかにしようとするものである。

2. 実験の概要

実験は長さ12m、幅0.4mの水路で、上流端より5mの位置から9.5mまで4.5m区間にわたって水路床に植生モデルを全幅にわたって設置し、モデルの区間では疑似的に等流になるように下流端堰を調節して行った。水深と路床勾配はいくつか変えて実験した。流れにたなびく植生には自由度が二つあるが基礎研究として、Z方向にしか揺れないモデルとY方向にしか揺れないモデルに分けて実験を行った（図1）いずれも 幅1cm 長さ10cm 厚さ0.08mm のポリエステルフィルムを上流端で支持したものである。これらはモデルの振動モードを少なくして解析が容易になるよう選ばれている。Z方向のものは横断方向に2cm間隔で路床からモデル上端までの高さ1.8cm、Y方向のものは横断方向に1cm間隔で路床から高さ0.5cmと1.3cmに配置したもので、いずれも縦断方向に12cm間隔で配置した。さらに比較のためにモデルの揺れを固定した実験も行った。

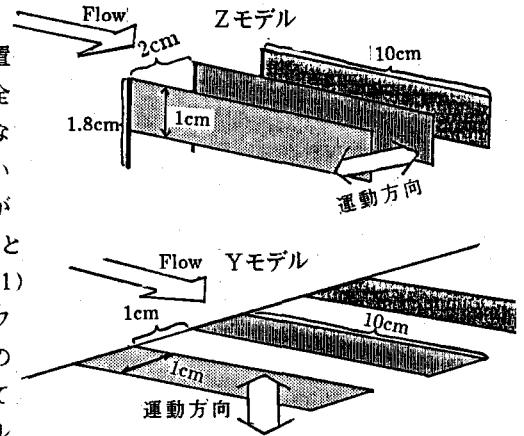


図1 モデル概略図

流速測定には超小型プロベラ流速計と小型電磁流速計を用いモデルの1cm下流で1測点につきデジタルレコーダに20Hzで1024個のサンプリングをした。これらはパーソナルコンピュータで統計処理された。また、VTRで流速変動とモデルの揺動の同時記録も行った。

3. 実験の結果

実験によって得られた流速分布、乱れ強度の分布、レイノルズ応力の代表的な分布を図2~4に示す。y=0は設置された植生モデルの高さに一致させてとった。

Z方向モデルで、ゆれるものと固定したものとでは流速分布に大きな違いはない。しかし、乱れ強度の分布は滑面上の乱流で知られているような指数関数型とはなっておらず植生モデルより上方でピークがあらわれている。レイノルズ応力も通常の三角形分布からはずれて植生モデルの上で欠損が認められるようである。Z方向の揺れは物理的に鉛直方向の水の運動を駆動しないから鉛直方向の流速分布に影響を及ぼさないように思えるのに反し、実験結果ではこのように有為な差が認められた。

Yモデルでは モデルを固定した方が流れやすくなっている。ゆれているときは乱れ強度、レイノルズ応力ともに植生モデルの平均位置よりもっと上のほうでこれらの極大値をもち、さらに植生モデルが揺動によ

って存在する最高位置よりもさらに上でピークを持つ場合さえある。植生モデル上の流速分布を対数則と比較したのが図5である。仮想壁面を植生頂部より下方ヘシフトさせるべきこと及びレイノルズ応力分布の歪みの影響で植生近傍では、ずれているが上の方ではだいたい対数則にしたがっている。このグラフでは摩擦速度は植生の平均位置からの水深から推定したもので、レイノルズ応力の外挿値とは必ずしも一致していないので、どこを路床とみなすかは難しい問題である。

図4に乱れのスペクトルを示す。スペクトルはMEM法で計算した。モデルの振動周期は3~5Hzであるが、そこでとくにピークのようなものはみられず-5/3則に従っているようにみえる。ただ揺れている場合はY、Zモデルともに1Hz以下に特徴的なピークを持つことがありそれはモデルの揺れと関係があるのかも知れない。

4. あとがき

揺動する植生の場合横揺れよりも縦揺れが予想どおり乱流構造に及ぼす影響が大きく特にレイノルズ応力を欠損させることが特徴的である。今後はモデルの揺動と流速変動との時間的な関係を調べるとともに、たなびく植生に特徴的なレイノルズ応力の欠損が起きる原因となる付加応力の発生機構を明らかにしていかななくてはならない。

参考文献: 1)日野・歌原(1977)水草のある流れの水理学的研究, 土木学会論文報告集。

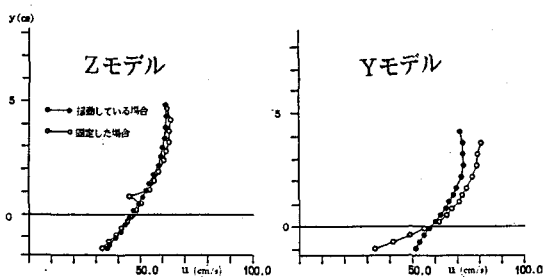


図2 流速分布図

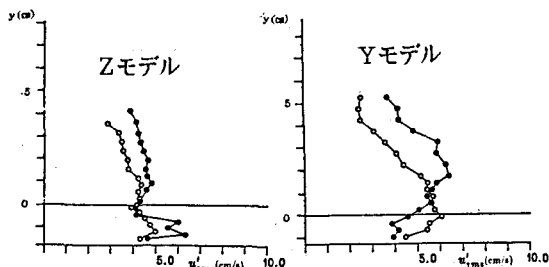


図3 乱れ強度分布図

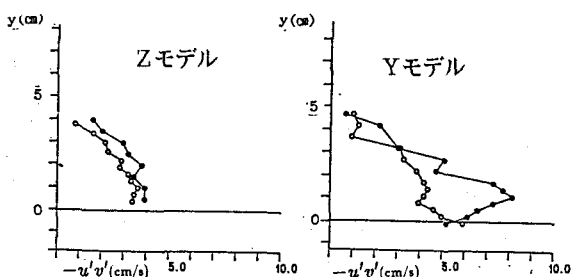


図4 レイノルズ応力分布図

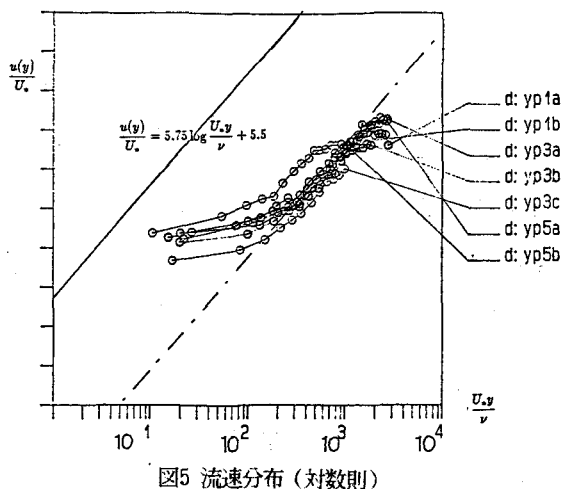


図5 流速分布 (対数則)

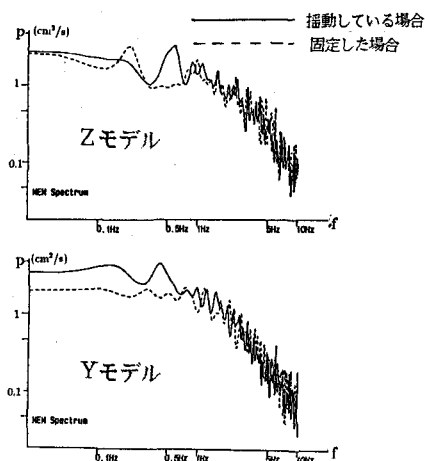


図6 乱れスペクトル