

II-122

直立性植生層の遷移領域流れに関する基礎的研究

東京工業大学 学生員 宮田正史

東京工業大学 正員 池田駿介

1. はじめに

植生のある場の流れに関する従来の研究は、流れが植生に入り十分安定した領域が主に扱われてきた。しかし植生入口付近の遷移領域の流れは、今まで余り扱われていない。遷移領域流れは防風林入口などで見られ、飛砂問題などを説明する上で重要である。本研究では植生のある場の遷移領域の流れに着目し、その特性に関する基礎的な情報(流速分布、乱れ強度、レイノルズ応力、底面せん断力、圧力)を直立性植生模型を用いた風洞実験により明らかにした。

2. 実験装置及び測定方法

図-1に実験に用いた風洞を示す。風洞は長さ9m、高さ43cm、幅15cmである。植生模型は風洞内の後端に配置した。座標軸は図-1に示す通り植生入口端から流下方向にx軸、鉛直方向にy軸をとり、それぞれの流速成分をu、vとした。植生模型は高さ7cm、直径5mmの円柱木材を図-2に示す配置で流下方向に3mにわたり底面に設置した。定温度型方式X型プロブの熱線風速計で流速を測定した。得られた流速より、乱れ強度、レイノルズ応力を算出した。またピトー管とマンメーターを用いて風洞内静圧の測定を行った。底面せん断力はプレストンの方法で算出した。なお圧力の測定は高さ3cmと30cmの2点で行った。流速と圧力の計測位置は図-2に示すように、杭と杭の間で行った。

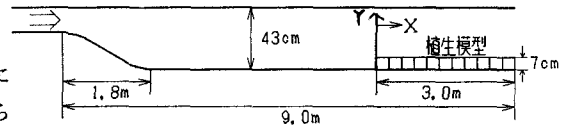


図-1 風洞立面図

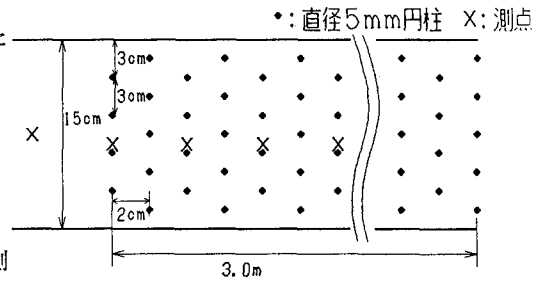


図-2 植生配置図

3. 実験結果及び考察

(1) u成分平均流速、乱れ強度、レイノルズ応力

図-3に各測定点でのu成分平均流速、u成分乱れ強度、レイノルズ応力の鉛直分布を描いた図を示す。まず植生入口付近の断面では、植生の抵抗のため植生内の流速が急激に小さくなる。植生内の流体は植生の外部に排除され、植生外は加速されている。このために植生内と植生外との速度差が大きくなり、植生の境界面付近で速度勾配が大きくなる。速度勾配は流下方向に行くにしたがって小さくなるが、これは境界付近での乱れによる拡散作用により運動量の交換がなされるからである。乱れ強度の図では植生境界面の付近で乱れが生じ、それが植生の内外に伝わる過程がわかる。植生内に限って見ると、入口付近では流速が大きいので大きな乱れが生じるが、流下すると流速の減少に従い小さくなる。レイノルズ応力は流下方向に行くに従って植生内外で大きくなっており、境界境界面付近の運動量交換が激しく行われていることがわかる。植生入口付近の植生内で $-\rho \overline{u'v'}$ は負の値をとるが、下流側では次第に正の値になって行き、乱れによる運動量輸送の方向が逆転する。 u' 、 v' はそれぞれの平均 $\overline{u}$ 、 $\overline{v}$ からのずれである。図-4に $x=12\text{cm}$ の断面での、平均流速より求めた $-\overline{u'v'}$ と乱れより求めた $-\overline{u'v'}$ の分布図を示す。図のように植生内では $d(-\overline{u'v'})/dy$ の勾配が非常に大きく、なおかつ勾配が正となることがわかる。よって植生内での流速減少は、植生による抵抗($\rho/2 \cdot C_d \cdot u^2 \cdot a \cdot d$ 、但しa:植生密度、 C_d :抗力係数、d:直径)と植生があることにより生じる上向き平均流による運動量輸送の2つが原因である。植生内の流速が安定する $X=84\text{cm}$ 付近の断面より後ろで、各分布は既往の研究で計測された分布形と同じ傾向を示した⁽¹⁾。

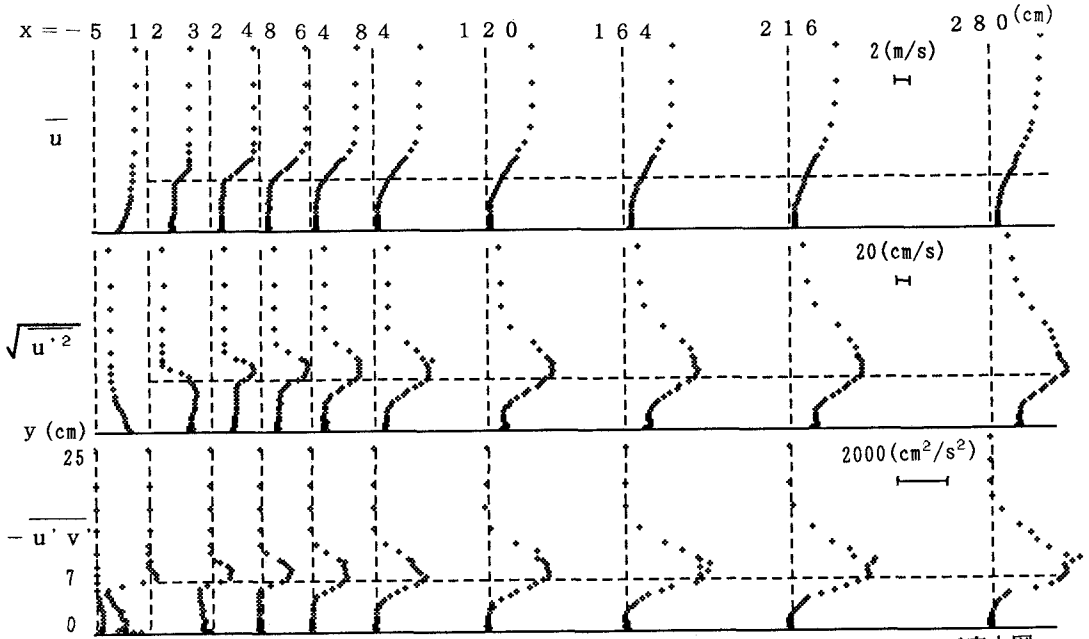


図-3 平均流速、乱れ強度、レイノルズ応力図

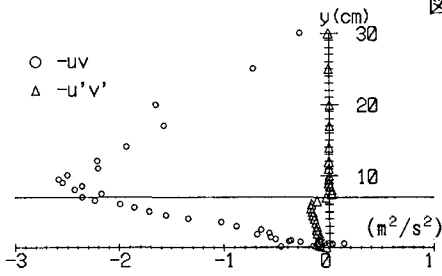


図-4 運動量図

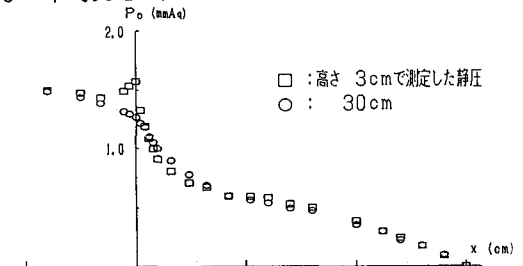


図-5 圧力分布図

(2) 風洞内の圧力分布

図-5に風洞内の静圧分布を示す。植生入口付近で、植生内の静圧は植生外より大きくなる。これは植生があるために流速が遅くなり、静圧が大きくなったためである。植生の入口付近では、植生内の圧力勾配は大きくなる。植生が入口付近で大きな抵抗となっているからである。その後、圧力勾配は一度小さくなる。その領域では植生内の速度が一定となっている。よってその領域では植生内の圧力勾配と植生の抵抗が釣り合っていると考えられる。その後圧力勾配は若干大きくなり植生内の流速は加速されている。圧力勾配が再度大きくなるのは風洞後端の影響であるか、本質的な現象であるかは、今のところ明らかではない。

(3) 底面せん断力

図-6に底面せん断力の結果を示す。図のように底面のせん断力は植生に入り一度大きくなり、植生内の流速の低下と共に減少する。その後、植生内流速がほぼ一定の値をとるところで、底面せん断力も一定となった。＜参考文献＞（1）清水、辻本、中川、北村：直立性植生層を伴う流れ場の構造に関する実験的研究、土木学会論文No. 438/Ⅱ-17, pp. 31～40, 1991. 11

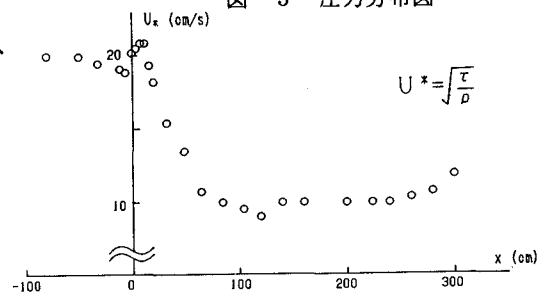


図-6 底面せん断力図