樹木群周りの流れ計測

防衛大学校　　学生会員　○安部　康洋
防衛大学校　　正会員　　林　建二郎
防衛大学校　　正会員　　重村　利幸

１．目的

環境問題の高まりとともに，河道内樹林の保護・育成やその積極的な利用が重要視されている．しかし，河道内樹木は大きな粗度であり，その流れに対する抵抗則を精度良く把握することは，洪水対策面から重要である[1)]．本研究は，河道内樹林の抵抗則および流速低減機能に関する研究として，開水路中に鉛直設置された樹木模型に作用する流体力と樹木模型周りの流速計測を行ったものである．

２．実験装置及び方法

実験には，長さ 40m，幅 0.8m，高さ 1m の還流水槽を使用した．実験装置の概略を**図-1** に示す．樹木模型として直径 D= 約 8cm，長さ l = 75cm の暗渠集排水材（品名：ヘチマロン，空隙率=約 76%，構成線状材の径=1～2mm，比重=約 0. 93）を使用した(以後，間隙円柱)．

本間隙円柱を，水路中央線上の水表面上に設置した 3 分力計に片持ち梁形式に取り付け，流れ方向 X，路横断方向 Y，鉛直方向 z，に作用する流体力 Fx, Fy, Fz を計測した．

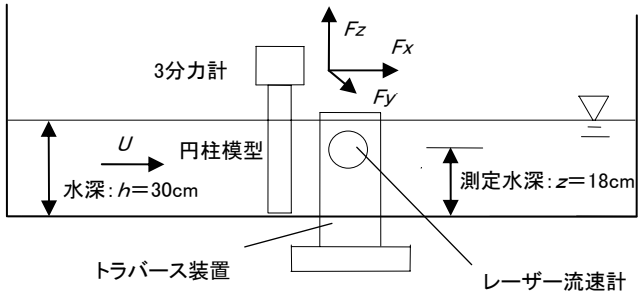

図-1　実験装置概要図

比較として，間隙のない直径 D=8.86cm，長さ l=75cm のアクリル円柱(以後，円柱)を用いて，同様に流体力と流速の計測を行った．間隙円柱およびアクリル円柱の写真を**図-2** に示す．

これら円柱の設置点における水深は h=30cm とした．流れ方向流速成分 u の計測には 2 成分レーザー流速計を使用した．流速分布の計測には自動トラバース装置を使用した．円柱前方 100cm の位置での水路底面より上方 z=18cm の点における u の時間平均流速を主流速度 U_0 とした．主流速度は U_0= 31.4cm/s の 1 種類のみとした．データのサンプリング周波数および個数は 40Hz, 2400 個とした．

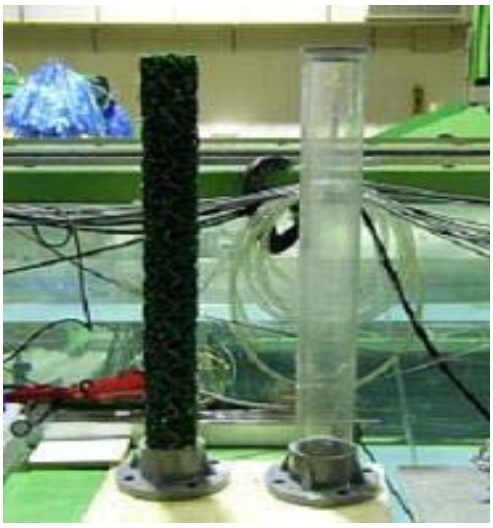

図-2　間隙円柱（左）と円柱（右）

３．結果及び考察

(1)，(2)式を用いて抗力係数 C_D と変動揚力係数 C_L を算定した．

$$C_D = F_{Xmean} / (0.5\rho D h U^2) \quad \text{---(1)}$$

$$C_{Lrms} = F_{Yrms} / (0.5\rho D h U^2) \quad \text{---(2)}$$

式中，ρ ：水の密度，F_{Xmean}：F_Xの時間平均値，F_{Yrms} ：F_Yの rms 値（=標準偏差）

抗力係数 C_D と変動揚力係数 C_{Lrms} のレイノルズ数 Re (=UD/ν)に対する変化特性を**図-3** に示す．円柱と間隙円柱の C_D は 0.85<C_D<1 の範囲で概ね一致している．一方，変動揚力係数 C_{Lrms} においては，大きな差が見られる．円柱の C_{Lrms} に比べ間隙円柱の C_{Lrms} は大きく減少している．Re＝25000 付近における円柱の C_D と

キーワード　　河道内樹木　樹木群　後流　流速計測
連絡先　　〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20　防衛大学校建設環境工学科　Tel 0468-41-3810

C_{Lrms}に見られる顕著な増加は，水路横断方向に生じる水面変動に起因している．この水面変動の出現は，水路横断方向の自由振動周期[2]と円柱からのカルマン渦列の発生周期との共振現象によるものと考えられる．

水路方向流速成分 uの時間平均値を U，その乱れ強度を u'とする．円柱および間隙円柱の後方 X=8, 16, 32, 64cm の位置における Uおよび u'の 水路床上 z=18cm の位置での水路横断方向分布を図-4，図-5 にそれぞれ示す．円柱後方 X=8m において，円柱の場合には U=－5cm/s の逆流速が生じているが，間隙円柱の場合に U=0cm/s となり逆流速は生じていない．円柱後方 X=32m における流速は，円柱の場合 U=16cm/s となりかなり回復しているが，間隙円柱の場合には U=8cm/s と回復は遅れている．円柱後方 X=16m における乱れ強度 u'は，円柱の場合 u'= 13cm/s っているが，間隙円柱の場合には u'= 8cm/s と小さくなっている．

円柱真後ろ Y=0, z =18cm における Uの Xに対する変化特性を図-6 に示す．風洞内に鉛直設置された円柱の場合における同様な測定結果を既存値として図中に×印で示す[3]．円柱の場合は極近い後方 0.5<X/D<2.5 の範囲で強い逆流速度が，間隙円柱の場合は少し離れた後方 1 < X/D < 3 の範囲で弱い逆流速度が生じている．これは，間隙円柱の透過性により逆流を形成するせん断層の発達が遅れるためである[3]．円柱の場合における流速の回復は，石川らの既存値[3]と同様に間隙円柱に比べて速やかに行われている．これは，円柱の場合には，乱流拡散による運動量の伝達が間隙円柱に比べて素早く行われるためである[4]．

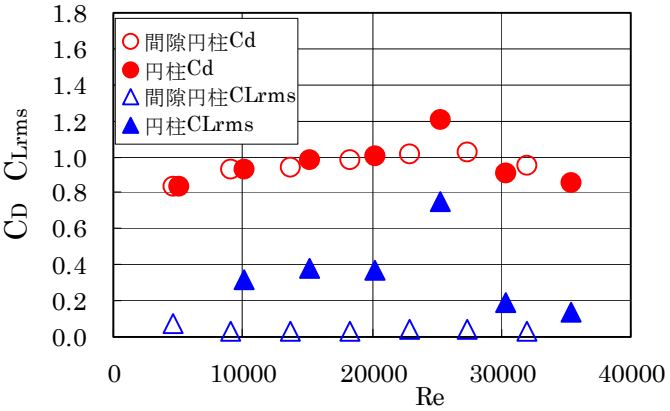

図-3 レイノルズ数と抗力係数、揚力係数の関係

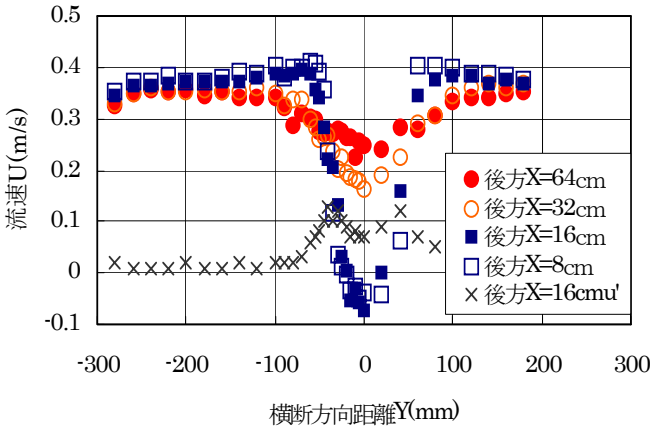

図-4 円柱後方横断方向流速分布

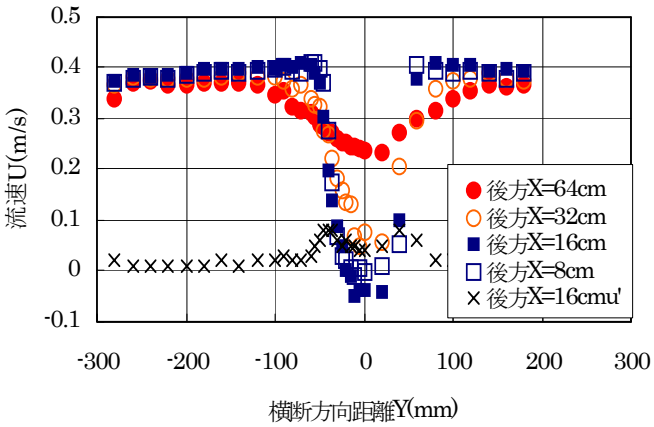

図-5 間隙円柱後方横断方向流速分布

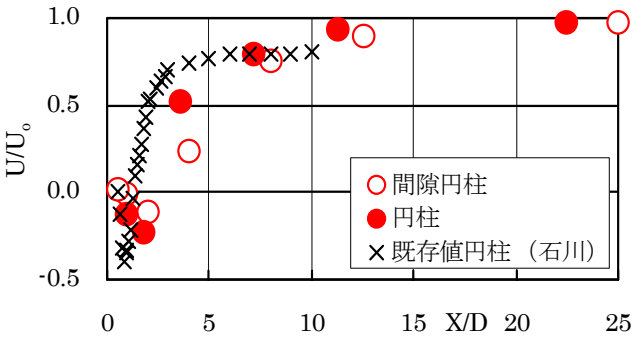

図-6 平均時間流速の主流方向分

4．参考文献

1) 林建二郎　他：単独樹木に作用する風力計測，流体力の評価とその応用に関する研究論文集，第２巻, pp.96-103, 2003.

2) 岩垣雄一・樹木　亨：海岸工学，共立出版，pp161-163, 1979.

3) 石川仁 他：樹木の後ろの流れ，日本流体力学会年会 2003 講演論文集, pp.402-403, 2003.

4) 村井宏他：日本の海岸林，ソフトサイエンス社，240-264, 1992.