

# 樹木模型の樹形形状と風荷重の関係

東海大学大学院 学生会員 ○福田 耕司  
 (株)京葉ガス 正会員 大塚 泰洋  
 東海大学 正会員 杉山 太宏・赤石 勝

## 1. まえがき

建設業における環境問題への取り組みが年々盛んになる中、CO<sub>2</sub>の吸収や景観を目的としてのり面の樹林化や屋上緑化など緑化事業が注目されている。防災的視点から、台風などの強風に対して樹木がどの程度まで抵抗するのかを知ることは、設計・施工・維持管理上重要な要素であるが、風と樹木振動および樹木による地盤振動に関する研究はほとんど見当たらないのが現状である。著者らはこれまでに、風速、地盤材料、根鉢形状をパラメーターとした樹木模型による風洞試験により、樹木振動による地盤応答を調べてきた<sup>1),2)</sup>。本研究は、樹木が受ける風荷重を評価するために、樹形の違いと風圧係数(風力係数)の関係を、根元を固定した樹木模型による風洞試験と静的曲げ試験によって検討した。

## 2. 実験方法

表-1のように形状の異なる13枚のベニヤ板(t=5mm)を用意し、これを樹木の枝葉部に見立てた。枝葉部は三角形形状を基本として、断面積が同じで底辺bと高さhを変化させたもの((a)~(e)と(f)~(h))を作成した。また四角形((i)~(k))と円形((l),(m))も用意して枝葉部模型の縦横比h/b、面積、形状を変化させたときの影響を調べた。

表-1 試験に使用した枝葉部模型の形状

|                           |                           |                         |                                                                                                                                     |                       |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| (a)                       | (b)                       | (c)                     | (d)                                                                                                                                 | (e)                   |
| b15 × h26.6<br>h/b=1.77   | b17.5 × h22.8<br>h/b=1.30 | b20 × h20<br>h/b=1.00   | b22.5 × h17.7<br>h/b=0.79                                                                                                           | b25 × h16<br>h/b=0.64 |
| (f)                       | (g)                       | (h)                     | b: 底辺<br>h: 高さ<br>d: 円の直径<br>面積 A<br>(a)~(e): 200cm <sup>2</sup><br>(f)~(h), (m): 450cm <sup>2</sup><br>(i)~(l): 200cm <sup>2</sup> |                       |
| b22.5 × h40<br>h/b=1.77   | b30 × h30<br>h/b=1.00     | b37.5 × h24<br>h/b=0.64 |                                                                                                                                     |                       |
| (i)                       | (j)                       | (k)                     |                                                                                                                                     |                       |
| b14.1 × h14.1<br>h/b=1.00 | b10 × h20<br>h/b=2.00     | b20 × h10<br>h/b=0.5    | (l)                                                                                                                                 | (m)                   |
|                           |                           |                         | d=16<br>h/b=1.00                                                                                                                    | d=24<br>h/b=1.00      |

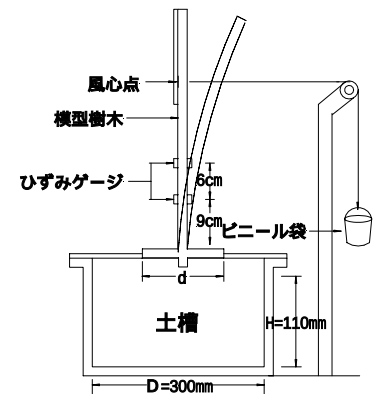


図-1 静的曲げ試験装置模式図

### 2.1 静的曲げ試験

実験装置の模式図が図-1である。塩ビの角材(10mm×12mm)を幹部として土槽の蓋に樹木模型の根元を固定し、根元から9cmと15cmの位置にひずみゲージを貼り付けた。各枝葉部の重心点に釣糸でつり下げたビニール袋を結び、鉛球を50gずつ増加させて幹部のひずみを計測した。

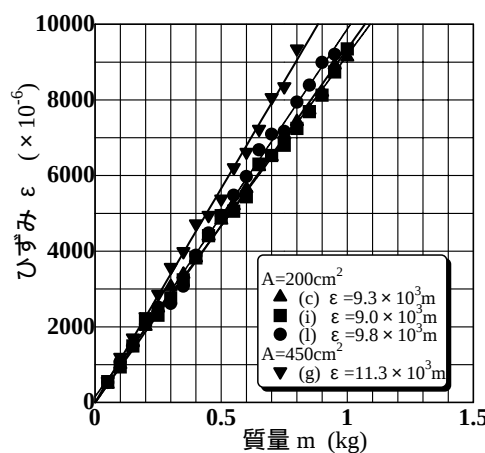


図-2 ひずみと質量の関係

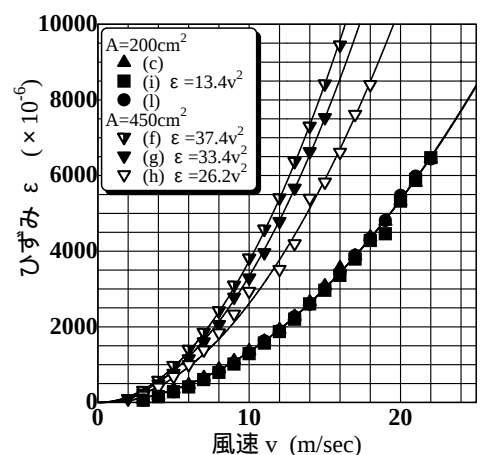


図-3 ひずみと風速の関係

### 2.2 風洞実験

静的曲げ試験と同様に設置した樹木模型に風洞装置によって定常風を与え、ひずみを測定して次式から風圧係数C<sub>D</sub>を求めた。また、風を乱して、風心点の加速度を測定した。

キーワード：緑化、樹木模型、樹形、風荷重、風圧係数

連絡先：〒259-1207 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

$$W = C_D \left( \rho_s \times \frac{v^2}{2} \right) \times A \dots (1)$$

W: 鉛球の質量(kg)  
 $C_D$ : 風圧係数  
 $\rho_s$ : 空気密度 1.205(kg・s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)  
v: 風速(m/sec)  
A: 風を受ける面積(m<sup>2</sup>)

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 静的曲げ試験と風洞実験

による  $C_D$  の評価

同一面積で枝葉部形状の異なる静的曲げ試験のひずみと

質量の関係が図-2, 定常風による風洞実験のひずみと風速の関係が図

-3 である. 図-2 は重心点が違うため当然の結果であるが, 風力によって生じる図-3 のひずみ量は, 面積が大きい場合に枝葉部形状による顕著な違いが生じている. これらの結果から式(1)によって各樹木模型の風圧係数  $C_D$  を計算し, 風速との関係を調べたのが図-4 である. 図は三角形形状で比較したものであるが, 全ての  $C_D$  は 0.10 ~ 0.15 の間に分布し, いずれも風速による  $C_D$  の変動量は小さかった. そこで風圧係数  $C_D$  の平均値と枝葉部模型の縦横比  $h/b$  について調べたのが図-5 である.  $C_D$  は, 枝葉部面積ごとに縦横比と正比例の関係が認められ, これは三角, 四角, 円形など形状の違いによらない. また,  $C_D$  の増加率は面積に比例し, これを直線近似して図中に示した.

#### 3.2 卓越周波数と $C_D$

図-6 は風を乱した風洞実験の加速度応答波形による FFT 解析結果の一例である. 3 ~ 22m/sec の風速で得られた卓越周波数は, 形状(c)で 6.84Hz, (g)では 4.80Hz である. 面積が大きくなると卓越周波数は低下し, 同面積では四角形の値が若干大きくなった. 図-7 はこの卓越周波数と縦横比の関係を面積毎に示している. 図-5 と同様, 卓越周波数は縦横比と高い相関性を示す. 枝葉部の縦横比は,  $C_D$  や卓越周波数を推定する指標になる可能性を示唆している. 風圧係数  $C_D$  と卓越周波数の関係を調べたのが図-8 である. 卓越周波数の増加によって  $C_D$  は低下することがわかる.

### 4. まとめ

樹木が受ける風荷重を評価するために, 枝葉部模型の形状と風圧係数  $C_D$  の関係を調べた.  $C_D$  の大きさは, 枝葉部の縦横比と面積に依存することがわかった. また, 卓越周波数と  $C_D$  にも高い相関性が存在するようである. この結果をもとに樹木振動と地盤応答の関係を検討していきたい. なお, 本研究は平成 14 年度文部科学省科研費補助金(若手研究(B)13750478)を受けて行った. ここに記して謝意を表します.

#### 参考文献

- 1) 大塚泰洋, 杉山太宏, 赤石 勝: 風洞による風荷重が樹木モデルの振動と地盤応答に及ぼす影響, 第 28 回関東支部技術研究発表会( ), pp816 ~ 817, 2001.
- 2) 大塚泰洋, 上杉聡, 杉山太宏, 赤石 勝: 風による模型樹木, 実樹木の振動と地盤振動特性に関する研究, 第 29 回関東支部技術研究発表会( ), pp1040 ~ 1041, 2002.

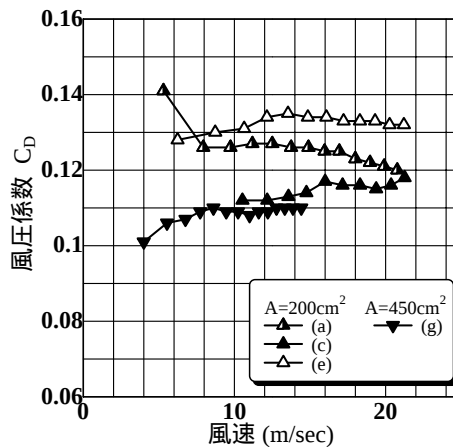


図-4 風圧係数と風速の関係

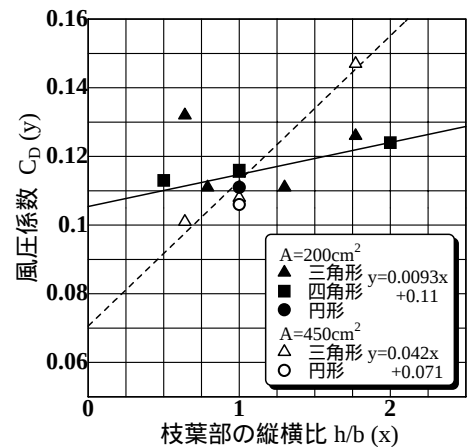


図-5 風圧係数と縦横比の関係

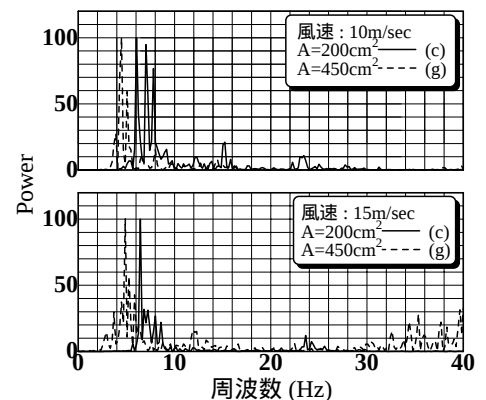


図-6 FFT 解析結果

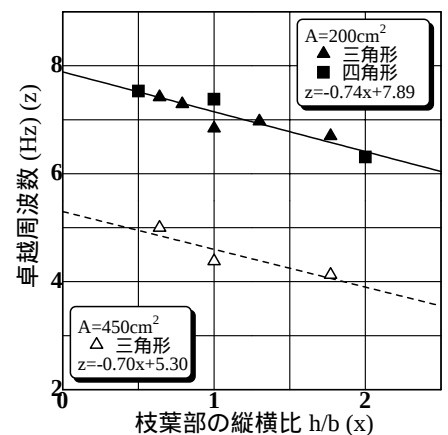


図-7 卓越周波数と縦横比の関係

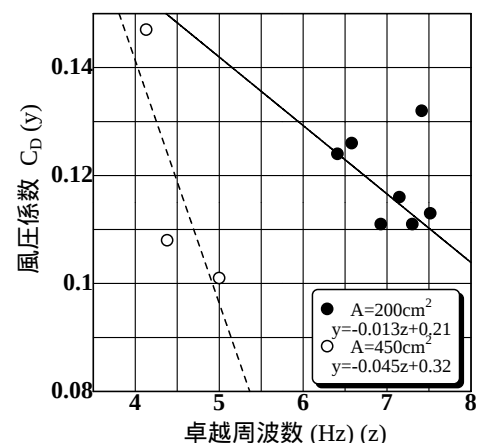


図-8 風圧係数と卓越周波数の関係