

樹木に作用する突風の流体力評価について

防衛大学校 学生会員 ○伊沢貴史
防衛大学校 正会員 林建二郎

1. はじめに

風の乱れによって樹木には変動空気力が作用する。地盤に弾性支持されている樹木は、この変動流体力によって強制振動しているものと考えられる。本研究は、振動時の樹木に作用している流体力特性を明らかにすることを目的として、室内模型実験により弾性支持された実松の小枝に作用する、抗力特性を調べたものである。

2. 実験装置及び方法

実験装置の概略を図-1に示す。写真-1に示すように、木箱内に弾性指示された実松の小枝（高さ=86cm, 最大幅=44cm, 最大幹径=1.5cm, 写真-1参照）を、送風機の前方に置かれた6分力計（日章電機（株）、容量=5Kgf）に設置し、風方向に作用する抗力 F_x を計測した。風速の計測には、代表風速 U の計測には3次元超音波流速計（METEK社製）を使用した。

まず、持続風による流体力 F_x の計測を行なった。次に、大きな時間変動風（突風）による流体力 F_x を計測した。風洞の吹出し口前に置かれた遮蔽板を急激に開放させ、静止風速か短時間で持続風の風速まで達する大きな時間変動風（突風）を発生させた。持続風の時間平均風速 U_m は3~23m/sとした。

実験に先立ち、6分力計に設置された実松小枝の自由振動減衰実験を行なった。本実松小枝の静止空気中における、固有振動数は $f_n=1.35\text{Hz}$ 、減衰定数は $\zeta=0.06$ であった。

風速 U と抗力 F_x のサンプリング周波数は100Hz、サンプリング時間は30秒とした。

3. 実験結果および考察

図-2に、持続流および大きな時間変動風（突風）における抗力の時間変動記録例の一例を示す。持続流の平均風速が $U_m=22\text{m/s}$ の場合である。持続風の乱れにより、実松小枝には不規則な振動を有する風力 F_x が作用していることが分かる。 F_x の時間平均値は $F_{xm}=2200\text{gf}$ である。

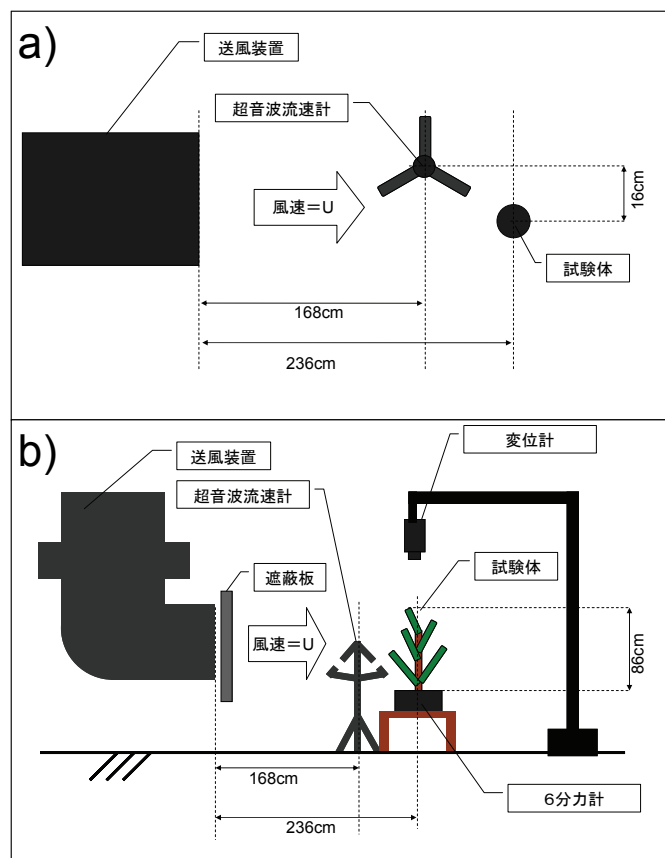


図-1 実験装置の概略図



写真-1 実験装置

キーワード 樹木, 変動流体力, 時間変動風, 持続風,

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 046-841-3810

突風の場合、 $t=23.36\text{s}$ から $t=23.5\text{s}$ の短時間に、風速は $U=0\text{m/s}$ から $U=22\text{m/s}$ までほぼ一様に変化し、その後は $U=22\text{m/s}$ を有する持続風となっている。一方、実松小枝に作用する抗力 F_x は、 $t=23.42\text{s}$ から急激に増加し、 $t=23.58\text{s}$ で最大値 $F_x=910\text{gf}$ を示し、その後は、持続流の場合の時間平均値 $F_{xm}=2200\text{gf}$ と一致している。

図-3 に、大きな変動風（突風）時に作用する抗力 F_x の最大値 $F_{xm\max}$ と、持続風時に作用する抗力 F_x の最大値 $F_{xm\max}$ 、時間平均値 F_{xm} 、最小値 $F_{xm\min}$ の、持続風の平均流速 U_m に対する変化特性を示す。突風時には、持続風時の時間平均値 F_{xm} の約 1.5～2 倍となる大きな抗力 F_x が作用することが分かる。

この風力 F_x の増加は、松小枝の振動変位に伴い発生する慣性力が、松小枝に作用する真の流体力に加えられた結果と考えられる¹⁾。

図-3 の縦軸と横軸を対数表示したものを図-4 に示す。持続風の平均風速 U_m が大きくなると、これら F_x は U_m^2 に比例する関係から外れている。これは、風速 U_m の増加に伴い、樹木に作用する抗力が増加する結果、松小枝の流れ方向への傾倒や樹冠幅の減少が顕著となる結果と考えられる²⁾。

4. おわりに

大きな時間変動風（突風）時には、持続風時の松小枝に作用する抗力の時間平均値 F_{xm} の 1.5～2 倍もの大きな抗力が作用することが分かった。これら抗力から樹木の振動加速度による慣性力を取り除いた、樹木に作用する真の流体力評価を今後の課題とする。

参考文献

- 1) 林建二郎：分力計を用いた水理構造物に作用する衝撃的流体力評価，応用力学論文集，Vol. 12，pp. 851-858，2009.
- 2) 林建二郎：単独樹木に作用する風力計測，流体力の評価にとその応用に関する研究論文集，第2巻，pp. 96-103，2003.

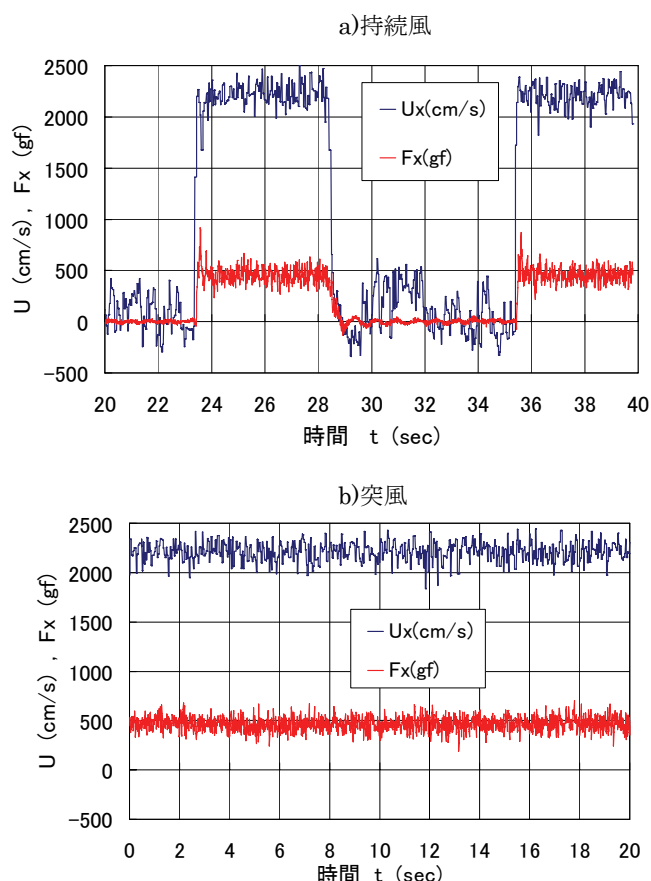


図-2 記録例

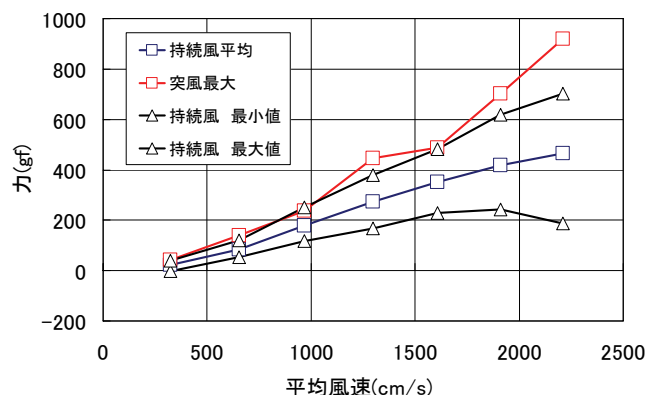


図-3 F_x と U_m の関係

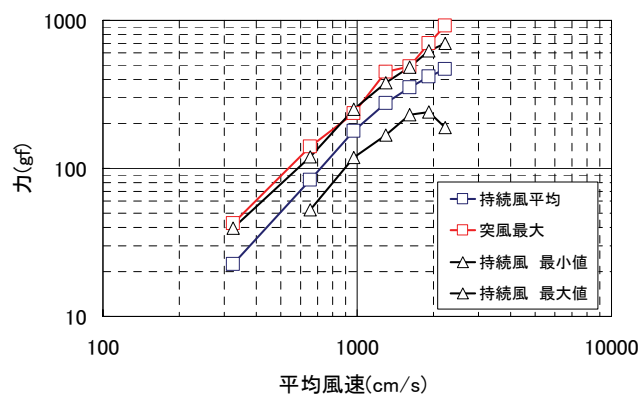


図-4 F_x と U_m の関係(対数表示)