

森林中の樹木に作用する風荷重の風洞実験による測定

九州工業大学 学生員○原田英輔 大古智士

九州工業大学 正会員 木村吉郎 久保喜延 加藤九州男

1. はじめに

風速が 40m/s を超えるような風が作用すると、樹木の幹が折れたり、根元から薙ぎ倒されたりする風倒木被害が発生する。風倒木の発生には、複雑地形中において実際に作用する風速、樹木に作用する風荷重、樹木の持つ強度、さらにこれらの動的作用など種々の要因が関わる。その中で本研究では、森林中の樹木に作用する風荷重を定量的に把握することを目的とし、樹木の間隔、配置を変えて測定した。

2. 実験概要

実験は、1991 年の台風 19 号で被害を受けた平均的な杉の木を対象¹⁾とし、縮尺 1/10 の単純化した模型を製作して行った。模型は林縁木(森林の最も外側に位置する、林内木に比べて葉の広がり大きな木)と林内木の 2 種類で、模型寸法を図 1 に示す。模型は直径 3mm のアルミ棒に、メッシュサイズ 1mm 強、線径 0.4mm のプラスチックの網を取り付けることにより、樹の形状を模擬することとした。実験には回流式空力弾性試験用風洞(測定断面: 1780mm×910mm)を使用した。模型は、ひずみゲージを表裏 2ヶ所ずつ取り付け板ばねを介して片持ち支持し、2ヶ所におけるモーメントの値から抗力を求めた。

実験のケースは、1 列目だけ林縁木としたケース、全部林内木としたケース、図 2、図 3 に示した格子配置と千鳥配置のケース、樹木間隔 d が 4, 5, 6cm のケースとし、測定風速は風洞風速 4, 6, 8, 10m/s で行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 木模型単体に作用する抗力

林縁木、林内木各 1 体のみにおける単独測定結果を図 4 に示す。模型の投影面積の取り方が、網を用いていることから明らかではないため、抗力を係数の形に変換せずそのまま表示している。なお、抗力の測定値は、4m/s においては他と違う傾向となる場合もあったが、6~10m/s においては風速の二乗にほぼ比例していた。

図 4 をみると林縁木の方が抗力は大きい。これは林縁木の方が投影面積が大きいためと考えられる。また、以下に示す模型を多数並べたケースと比べて、単体で測定した抗力はほぼ等しいが、若干大きい傾向を示した。

3.2 林縁木の有無の影響

以下、模型を多数並べた森林に対応する状態の結果について述べる。空気力の測定は図 2、3 の左側の図で

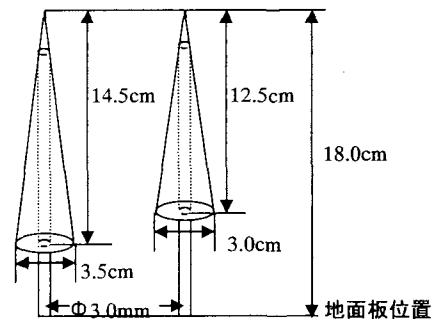


図 1 模型寸法図(左に林縁木, 右に林内木)

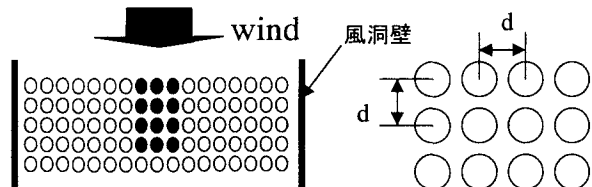


図 2 格子配置における模型位置の平面図

(左は全体, 右は拡大図)

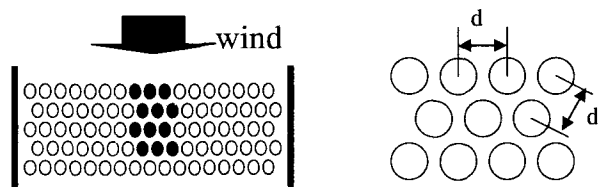


図 3 千鳥配置における模型位置の平面図

(左は全体, 右は拡大図)

示した模型について行ったが、同じ列にある模型でも多少異なる値をとった。そこで、同じ列にある3体の測定値を基本的には平均した値に対して考察することとした。

風上側から1列目については、1体の模型に作用する抗力と同様の値をとった。2列目については1列目が林縁木の方が抗力は低減した。しかし、3列目以降は林縁木の有無による抗力の違いはほとんど見られなかった。

3.3 木の間隔の違いの影響

林縁木有り、格子配置の場合の結果を図5～図7に示す。1列目は木の間隔が4, 5, 6cmいずれの場合においても抗力はほぼ同じ値となった。2, 3列目においては間隔が広くなるにつれて抗力が大きくなる傾向が見られたが、5cmと6cmにおける差は4cmと5cmの差に比べて小さい。千鳥配置の場合も格子配置に比べて抗力値は大きくなるものの、同様な傾向を示した。

3.3 配置の違いによる影響

林縁木有り、木の間隔 $d=4\text{cm}$ の場合の結果を図8～図10に示す。1列目は格子配置の方が千鳥配置に比べて、抗力が若干大きくなった。2, 3列目は千鳥配置の方が抗力が大きい。なお、 $d=5\text{cm}$, 6cm とした場合は、 4cm の場合に比べて抗力はやや大きくなるものの、配置の影響は同様な傾向を示した。

4. まとめ

実験した種々のパラメータの影響は、いずれも予測されるような傾向を示した。すなわち、2列目以降の木に作用する抗力は、林縁木の存在、 d が小さい、格子配置など、風上側の遮蔽効果が高いほど小さくなった。ただし配置については、風向が変わることの影響も考慮に入れていく必要がある。

今後は、実際の風倒木被害の調査結果の検討を進め、山間地においてどのような強風が作用したか等について現象を理解していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 大貫仁人他：台風19号等による森林災害の記録，台風19号等災害復旧対策委員会，1992。

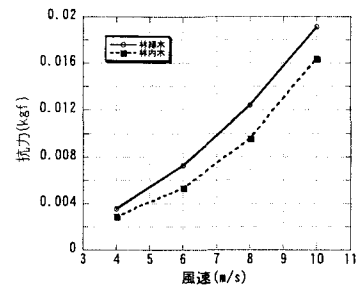


図4 抗力(単体)

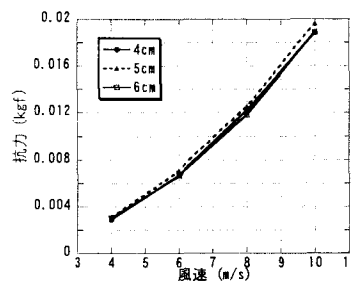


図5 抗力(1列目, 格子)

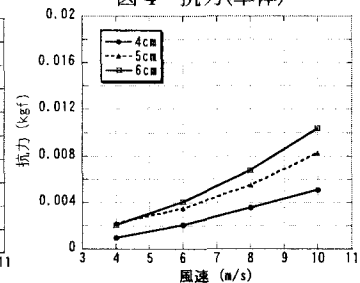


図6 抗力(2列目, 格子)

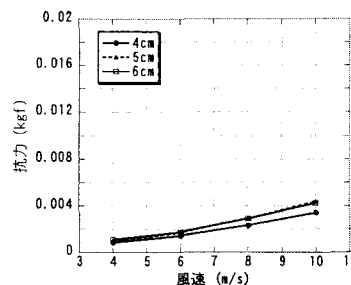


図7 抗力(3列目, 格子)

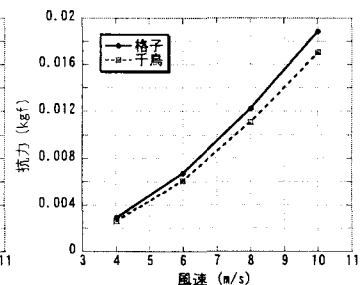


図8 抗力(1列目, $d=4\text{cm}$)

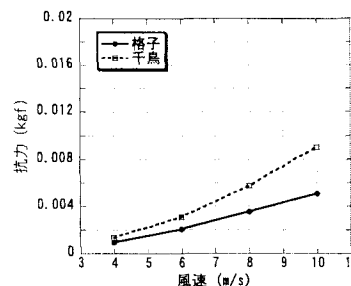


図9 抗力(2列目, $d=4\text{cm}$)

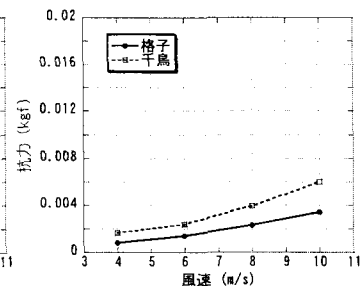


図10 抗力(3列目, $d=4\text{cm}$)