

118 樹木の根返り抵抗力に関する研究

東京農工大学 ○正野 光範

中村 浩之

1. はじめに

1990年の台風19号、1991年の台風17、19号はそれぞれ東紀州地方、九州北部の森林に多大な被害をもたらしたが、特に目立ったのは強風による樹木の根返り・折損であった。これらの被害を受けて樹木の耐風性に関する研究が行われているが、特に根返りについては未知な点が多く、これに対する抵抗力を求める方法は確立されていない。

また、都市部でも自然景観保全の立場から急傾斜地の樹木を残すことが試みられるようになってきているが、樹木の耐風性を評価する方法が確立していないために、斜面設計での樹木の評価は経験的に行われているのが現状である。従ってここでも効果的な斜面設計のために樹木の風倒機構の解明が求められている。

樹木の根返り抵抗力を求める方法として樹木の引き倒し試験または抜根試験が考えられ、いままでに類似の実験を含めていくつかの研究が行われてきた。これらの研究は樹幹の直径と引き倒し荷重の関係式を樹種ごとに導くことで結論としていることが多いが、根返り抵抗力を発揮する根は土壌条件その他の影響を強く受けるため、求められた関係式は普遍性に疑問が残る。

そこで樹木の根返り抵抗力を理論的に求めるために、いくつかの根返り機構モデルが提案されているが、それらは根返りを根鉢と呼ばれる土塊が地盤との間にすべりを起こしながら回転運動することとし、地盤にまでのびた根が土のせん断強度を補強する形で抵抗力を発揮する¹⁾²⁾というものが多い。

しかし、筆者らによる風倒被害地の現地調査や樹木の引き倒し試験の観察によれば、根返りとは根鉢がその端部を回転の中心としながら軸回転運動することで、これに抵抗する力は地盤までのびた根系と地盤との摩擦抵抗により発揮されると考える。

本研究では根返り機構解明のために根系の発揮する抵抗力を力学的に求め、普遍性のある根返り機構モデルを提案し、樹木の根返りに対する抵抗力の計算方法を導き、その検証をすることを試みる。

2. 樹木の根返り機構モデル

調査・観察の結果をもとに根返り機構モデルを提案する(図-1)。

- ①根を曲がり・分岐のない円錐体とする。
- ②根の分根は3次元で扱い、樹幹の地際を中心より放射状にのびているとする。
- ③根返りを根鉢を含む樹体が地盤から引き剥がされる現象とする。
- ④根返りを樹体からある距離離れたところに回転軸をもつ軸回転運動をする。
- ⑤樹木の根返り抵抗力は根の根鉢より先の地盤まで到達した部位によって発揮される。
- ⑥各根の抵抗力は樹体の回転角ごとに求める。
- ⑦各根の根鉢表面の点の変位量からその根の発揮する抵抗力を力学的に求める。
- ⑧各根の抵抗力はのび・破断・引き抜けの3つのモードに分けて考える。
- ⑨根返りは回転軸まわりの回転モーメントにより判定する。
- ⑩風圧力による回転モーメントを根返りモーメントとする。
- ⑪樹体の根返り抵抗モーメントは根系による抵抗モーメントと自重による抵抗モーメントの和である。

3. 検証

以上の根返り機構モデルについて、風圧力を想定した樹木の抵抗力を知るために行われた立木引き倒し試験（試験木 7 本）の結果を用いて検証を行った。根返り機構モデル中に引き倒し試験で未知のパラメータ（摩擦抵抗 f ・変形係数 E ）が含まれるため、ここではこれらの値を現実的な範囲で任意で与え、試験によって求められた樹体回転角－引き倒し荷重モーメント曲線を、計算により求められる抵抗モーメント曲線が再現できるかを試みた。結果の一例を図-2 に示す。

これによると計算による抵抗モーメントは引き倒し荷重モーメントを再現できている。また、各根の抵抗力の発揮状況を見ると回転軸から遠い根ほど早い段階に効果を発揮していることも分かった。

他の試験木についても同様の解析をした結果、計算により求められた抵抗モーメント曲線は引き倒し荷重モーメント曲線を再現することができた。

4. まとめ

根系の抵抗力を樹体の回転角ごとに、3つのモードに分けて考えることにより、上に凸な樹体回転角－引き倒し荷重モーメント曲線を再現することができた。今後は曲がりや分岐のある複雑な根系に対応するように改良するとともに、根系の分布予測と組み合わせれば樹木の耐風性を推定することが可能になると考えられる。

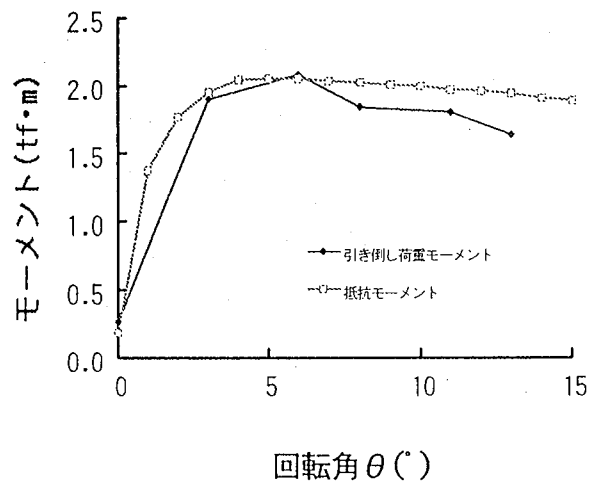


図-2 樹体に作用するモーメント

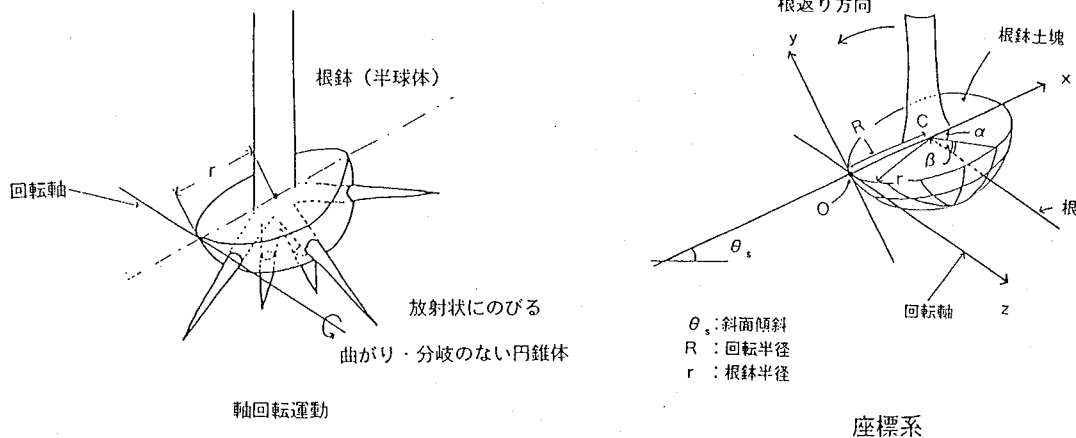


図-1 根返り機構モデル

(参考文献)

- 1) 陶山正憲, 加茂皓一, 吉岡二郎, 田端勝洋: 平成2年台風19号による東紀州地方の森林被害調査報告書, 51-81, 1991
- 2) 横田弘一, 杉原忠弘, 笹原克夫, 中村良光: 樹木根系の力学的評価. 平成4年砂防学会研究発表会概要集, 376-379, 1992
- 3) 林野庁: 平成3年台風19号等による森林被害の記録, 27-35, 1992