

倒木が懸念される樹木のスクリーニングに関する基礎的研究について

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) ○正会員 高畑東志明, 橋本和明, 松田靖博

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 非会員 鈴木寛

東京大学大学院農学生命科学研究科 非会員 山田利博

1. はじめに

高速道路ではのり面や休憩施設などの場所に樹木が植樹されており、その本数は膨大で樹種は様々である。この膨大な樹木を管理するため定期的に植栽点検を実施しており、枯損、衰弱、腐敗、害虫による損傷などの理由で倒木の恐れがある樹木については剪定や伐採を行っている。しかし見た目は健全であるのに、内部からの腐朽や根の生育不良、根腐れなどにより、台風などの強風時に突然倒れるといったケースもある。これらの樹木は見た目が健全であるため、植栽点検時にを見つけ出すことが難しい。



写真-1 根廻りによる倒木事例

そこで本研究では、樹木の水平方向にかかる荷重とその時の変位量に着目し、この関係について分析を行うことで転倒に対する抵抗力の傾向を明確にし、倒木事象に対するスクリーニング技術を開発するための基礎的な知見として役立てることを目的とした。

2. 引き倒し調査

樹木が横方向に荷重を受ける際にどのような挙動を示すのか確認するため、樹木の引き倒し調査を行った。調査方法を図-1に示す。樹木の地表から2m地点にワイヤースリングを巻きつけてバックホウで引っ張り、間に設置したロードセルにて荷重を計測するとともに、引っ張る方向の反対側に3Dカメラレーザーを設置し、樹木がどれだけ変位したかを測定した。試験を行った樹木はスギ11本で、樹高は8~17m、胸高直径は11~37cmであった。また、根の張り出しによる抵抗力の違いを確認するために、一部の樹木についてはチェンソーにて根切りを行った。図-2のように樹木を中心として1辺80cmの正方形で区切り、最初に根切りをしていない状態である程度変位するまで荷重をかけ、その後荷重を緩める。続いて1辺ずつ根切りを行っていき、同様にある程度変位するまで荷重をかけてから緩める。4辺とも根切りを行った後はある程度変位するまで荷重をかけた後、さらに荷重をかけて引き倒し、その際の最大荷重を計測した。

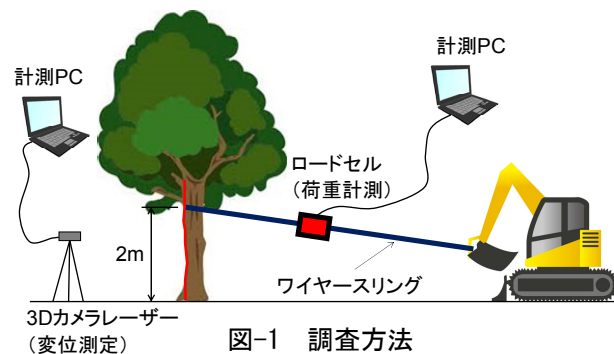


図-1 調査方法

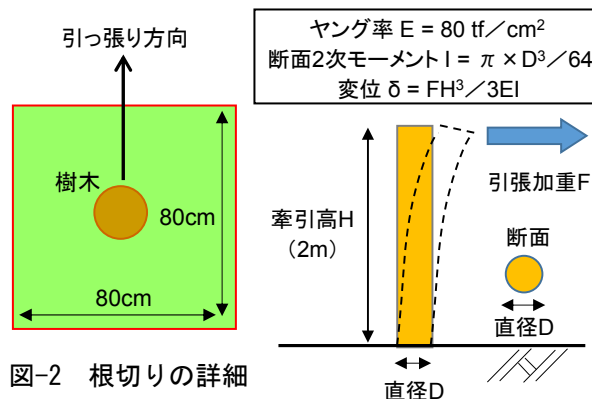


図-2 根切りの詳細

図-3 構造計算モデル

3. 構造力学による変位量の計算

計測を行った樹木を図-3のようなモデルに当てはめ、構造計算上でどれだけの変位量となるか計算を行った。モデルは2mの円柱を想定し、樹木の断面を円形として幹の周囲長から直径を算出した。幹の周囲長は地上0mのところから2mのところまで50cm区切りで計測し、その平均値を用いた。ヤング率についてはスギの乾燥材に対して一般的に用いられている80 tf/cm²を用いた。

キーワード 植栽管理, 倒木, 荷重, 変位, ヤング率

連絡先 〒760-0072 香川県高松市花園町三丁目1番1号 TEL 087-834-1121 FAX 087-834-1193

4. 調査結果

4. 1 測定結果と構造計算結果

図-4 に測定結果と構造計算結果を整理したグラフの一例を示す。この2つのグラフを比較すると、構造計算結果よりも測定結果の方が変位は大きい。図-3 の構造モデルが正しいと仮定すれば、载荷木のヤング率は計算で使用した値より小さいと思われる。実際、木のヤング率は乾燥材よりも生木の方が小さいことが知られており、Wood Handbook¹⁾に記載のある Cedar 類の場合は0.6～0.8 倍程度になっている。今回の測定結果では0.3～0.8 倍程度であり、Wood Handbook よりも値が小さかった。その原因は樹高や直径、樹齢などの違いによるものと思われる。

4. 2 荷重と変位量の関係

3本の樹木において根切りを行う前と、図-2の4辺を根切りした後の荷重と変位量を表したグラフを図-5に示す。破線はそれぞれの樹木の弾性領域、丸印は弾性領域から塑性領域へ変化する降伏点を表している。①と②の樹木は根切りを行っていない樹木であり、降伏時の荷重は6,000～8,000Nであった。③の樹木は根切りを行った樹木であり、①や②と比べると降伏時の荷重は2,500Nと小さく、またグラフの傾きが大きくなっていることがわかる。降伏点以下の荷重であれば弾性領域であれば倒木の恐れは無いが、降伏点以上の荷重がかかると塑性変形を起こして倒木の恐れがある。

また、図-3のモデルと今回の測定結果から、生木の見かけのヤング率を逆算して求めることができる。図-6は降伏点における見かけのヤング率が、構造計算で用いたヤング率の何倍であったかを表すヒストグラムである。先述したように、根切りをしていない状態だと見かけのヤング率は0.3～0.8倍となり、根切りをした状態だと0.1～0.4倍となった。これは幹のヤング率が低下しているのではなく、根系が樹木を固定する力が弱まって、幹が傾きやすくなったことで変位量が大きくなったためである。

このように、見かけのヤング率を求めることで根返りによる倒木リスクの評価を行うことができる。なお、今回は傾向を調べるためにバックホウを用いて倒伏するまで载荷したが、実際の現場では倒伏させずとも、人力で载荷できる範囲でデータを測定し、ヤング率を求める方法を考えている。

5. まとめ

- (1) 荷重と変位の関係から見かけのヤング率を逆算し、その樹木の一般的なヤング率と比較することによって樹木の健全度判定に活用できる可能性がある。
- (2) スギの場合、見かけのヤング率が一般的なヤング率と比べて0.4倍よりも小さいと、根返りによる倒木事象が発生する恐れがある。

参考文献

- 1) Forest Products Laboratory. 2010. *Wood Handbook - Wood as an Engineering Material*. FPL-GTR-190. Madison, WI: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory. 508 pp.

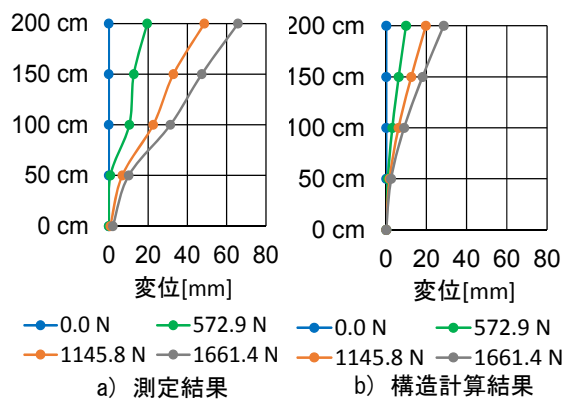


図-4 測定結果と構造計算結果

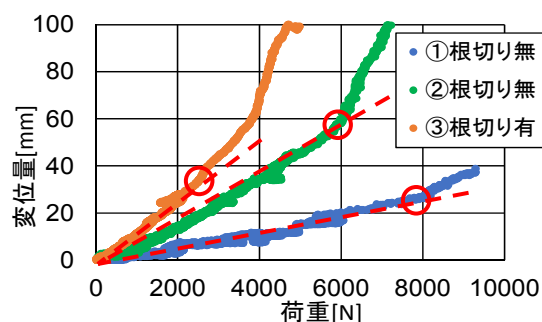


図-5 荷重と変位量の関係

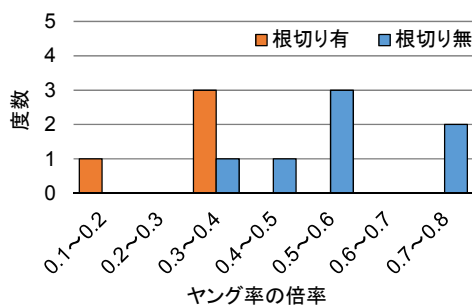


図-6 生木のヤング率の逆算結果