

西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社 樹木の引っ張り作業だけで樹木の耐風速により健全性を推定する技術

【テーマ】 戦略的なインフラマネジメントを担う自治体の体制の確保 / スモールコンセッションの推進 / グリーン社会の実現 / その他（ ）
 【対象施設】 道路 / 橋梁 / 公園 / 上下水道 / 河川 / 港湾 / 遊休施設 / その他（ ）
 【事業方式】 コンセッション / その他のPFI / 包括的民間委託 / その他（実証実験）

樹木の引張作業から倒木リスクを定量的に推定する技術を提案する。ロープホイストを用いて樹木を引っ張り、最大引張力を計測。また、専用アプリを用いて所定の高さに取り付けたマーカーを録画し、画像上のマーカー座標変化から樹木の最大変位量を取得して、片持ち梁の構造計算モデルで樹木の健全度を耐風速で評価する。

①提案によって解決することができる課題のイメージ

- ・樹木の引張作業のみで倒木リスクを定量的に推定することができるため、樹木に関する専門的知識が無くても調査可能。また、すべての樹木に対して適用可能。
- ・樹木1本あたりの作業時間は10分程度。作業人数は、人力による引張作業と専用アプリ操作（録画）で最小2名の人員で実施可能。大径木の場合は、機械による引張で（電動ウィンチなど）対応可能。
- ・当技術により倒木リスクが疑われる樹木についてのみ詳細調査（樹木医による調査）を実施することで、調査コストおよび調査時間の縮減が期待できる。
- ・計測機材は、専用アプリ除きすべて汎用機器で対応可能。また、一人でも運搬可能。（導入コスト低／汎用性高）
- ・将来的にはスマートフォンアプリ化により測定結果をデータベース化して樹木管理システムと連携することで、台帳管理、カルテ作成等の支援が可能となる予定。

②提案内容(1/2)

1) 評価モデルによる耐風速の推定

耐風速の推定では、片持ち梁の構造計算モデル（下図）を仮定し、引張試験の引張荷重と変位から求めた見かけのヤング率と構造材のヤング率の比率に構造材の強度をかけて樹木の許容強度を推定する。次に樹冠形状から風荷重を推定し、風荷重と樹木の強度のつり合いにより、耐風速を推定する。樹木の構造材としてのヤング率が不明な場合は、固有振動数と耐風速の関係式から耐風速を推定する。よって、すべての樹木に対して適用可能となっている。

STEP1 風荷重モデルを仮定（右図）

STEP2 樹木の許容強度の推定

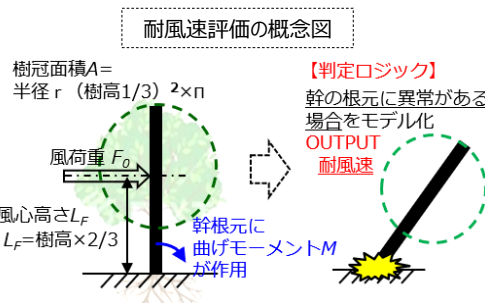
変位から求めた見かけのヤング率
 $\frac{\text{変位から求めた見かけのヤング率}}{\text{構造材のヤング率}} \times \text{構造材の強度}$

STEP3 耐荷重を求める

樹高と根本断面係数から耐荷重を求める

STEP4 耐風速を求める

耐荷重と釣り合う風荷重になる耐風速を求める



【固有振動数による耐風速推定】

STEP1 重量と重心の計算

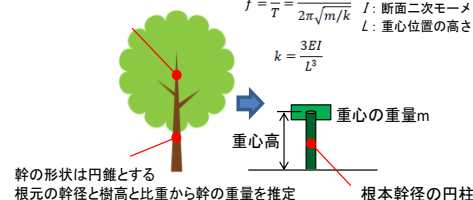
樹高と根元の幹径から幹の重量を推定
 幹の重量から葉の重量を推定
 幹と葉の重量の重心位置を求める

葉は幹の重量に20年生以下の拡大係数乗じて算出
 固有振動数計算式

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{m/k}}$$

$$k = \frac{3EI}{L^3}$$

E: 見掛けのヤング率
 I: 断面二次モーメント
 L: 重心位置の高さ



STEP2 固有振動の算出

根元の断面係数とヤング率から
 上記の条件で固有振動を求める

2) 計測機材について

ロープホイスト、引張荷重計、ロープ、撮影用Webカメラ、ノートPC（専用アプリ起動）、カメラ固定用の三脚など、一人で扱える重量（大きめのトートバックに収まる程度）

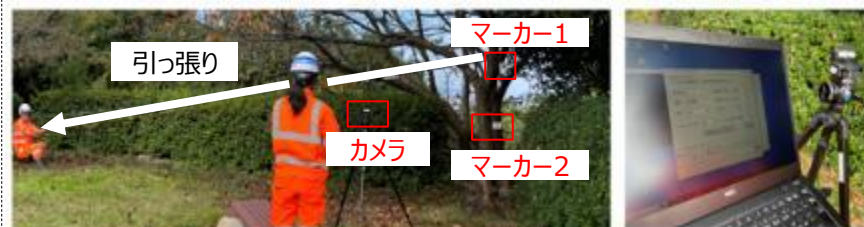
※専用アプリ以外の機材はすべて汎用品



PC: Windows10以上
 Webカメラ: 200万画素程度

3) 引っ張り作業

少人数で大きな張力が得られるよう、ロープホイストを用いて地面から約2.0mの位置を約20～300kg程度で引っ張り、最大引張荷重を計測する。1～2名程度で引っ張り可能。大径木の場合は、電動ウィンチなどにより計測が可能。引張作業を録画し、録画した動画から樹木の変位量を計算して、耐風速を算出する。（アプリ操作については次頁4）で詳しく説明）



西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社 樹木の引っ張り作業だけで樹木の耐風速により健全性を推定 する技術

【テーマ】 戦略的なインフラマネジメントを担う自治体の体制の確保 / スモールコンセッションの推進 / グリーン社会の実現 / その他（ ）
 【対象施設】 道路 / 橋梁 / 公園 / 上下水道 / 河川 / 港湾 / 遊休施設 / その他（ ）
 【事業方式】 コンセッション / その他のPFI / 包括的民間委託 / その他（実証実験）

②提案内容(2/2)

4) 専用アプリ操作

Windows OS上で稼働するアプリ(exe形式)で、直観的な操作ができる画面設計。アプリ起動後、樹木情報の入力⇒撮影⇒耐風速推定（画面上に結果を表示する）まで簡単に操作することができる。また、測定したデータ（計測値、動画）の保存機能を有しており、後から確認することも可能。



耐風速をその場で表示

5) 当技術の活用実績

✓西日本高速道路 四国支社 高知（道） 南国SA（上り・下り）において、2024年11月より試験導入実施。従来の目視および触診点検に加え、定量的な評価指標が加わったことで、点検結果の精度向上が期待できる。また、専用アプリで引張試験時の録画動画から安全な耐風速となる樹高を試算することができるため、伐採計画に有益である。（アプリの再生モードを利用）



現場導入事例の写真

✓R6年度 関東地方整備局「現場ニーズに対応する新たな技術（シーズ）」へ応募
 現場ニーズ「根元を掘削しないで街路樹の不可視部分の健全性が可視化出来る技術」（相武国道事務所）とのヘマッティング成立（R7.02）
 相武道路事務所管内の国道にて、現場試験を実施予定（R7.04以降）

6) 当技術の発展性（今後の取り組みについて）

- ✓撮影時の手振れ補正機能を組み込んだスマホアプリ化を進めており、これによって、狭い現場での撮影も可能となる。（三脚、PC不要）
- ✓スマートフォンで測定したデータを、DB化して台帳化し、リスク木の可視化（MAP化）やカルテ作成支援スキームを検討中。
- ✓樹木医のアドバイスを受け、評価値の精度向上を検討中。樹木の倒木リスクが、根返り、倒伏、あるいは幹折れによるものなのかを評価できるよう、アプリの改良を行う予定。

7) 評価結果活用イメージ（今後の取り組み）



【先進性】

- ・樹木構造計算モデルによる耐風速の推定（倒木リスクの定量評価）

【有効性】

- ・倒木事象の削減（地域の安全性向上）
- ・作業時間短縮、コスト縮減（人手不足解消）
- ・台帳化の促進、情報の共有

【汎用性】

- ・汎用機器で対応可能（導入コスト低）
- ・樹木の専門知識が不要
- ・簡単な引っ張り作業とアプリ操作