

計測機器を活用した倒木の危険性の高い樹木の抽出方法に関する検討

鉄道総合技術研究所 正 ○深野 雄三 正 布川 修

1. はじめに

鉄道沿線で発生する自然災害の中で倒木災害の件数は最も多い。災害件数を少なくするためには、倒木する可能性が高い樹木(以下、危険木という)を抽出して事前に対応することが必要となる。倒木の危険性を評価するひとつの方法として樹木医による樹木診断が挙げられるが、鉄道沿線全ての樹木に対する実施を想定した場合、多くの時間と費用が見込まれる。そこで、危険木を把握するための目視調査を補助することを目的として、3D レーザースキャナーにより取得した 3D 点群データを用いて、危険木に表れる幹断面の凹凸の有無を把握する方法とその適用性について検討した。

2. 3D 点群データの取得

現地調査箇所は、過去に倒木災害が発生した箇所周辺の延長約 4km 間と延長約 4.9km 間の 2 区間である。調査範囲は線路からの離隔 20m までを対象とした。測定は軌道内および軌道から約 10~20m 離れた斜面内からバックパック型 3D レーザースキャナー(株式会社竹谷商事社製 3DWalker) (以下、3D レーザーという)により 3D 点群データを取得し、取得した点群データから woodinfo 社のソフトウェアである Digital Forest for 3DWalker (以下、DF という)を用いて樹木ごとの点群データを抽出した。図 1 に 3D レーザーによる測定状況、図 2 に 3D レーザーの仕様と取得される樹木の点群データの例を示す。



図 1 3D レーザーによる測定状況

型番	PX-80
搭載レーザーセンサー数	約300,000点/秒
スキャン点数	16
最大到達距離	100m
距離精度	約3cm
スキャン範囲	全方位360°
カメラ	カラー、250°
サイズ	高さ280mm×直径170mm
重量	約3.2kg

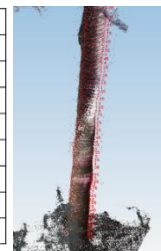


図 2 3D レーザーの仕様と点群データ例

3. 樹木診断による危険木の変状種別

上記 2 区間の調査では樹木医が同行して危険木を抽出した。樹木医により危険木と診断された樹木本数は、3D レーザーで取得した 2 区間の樹木本数全体の 3.8% (2,412 本中 91 本) であった。また、危険木のうち幹断面が凹凸を有する割合は、40.7% (91 本中 37 本) であった。

4. 幹断面における凹凸の有無の把握方法

幹断面における凹凸の有無の把握方法を図 3 に示す。まず、樹木を高さ方向に一定間隔(ここでは 0.25m)のブロックに区分し(①)、ブロック内の点群データを抽出する(②)。次に抽出したデータから DF で作成された円で近似した幹断面付近のデータのみを抽出する(以下、幹断面データという)(③)。そして、この幹断面データから幹の理想的な形状が楕円になると仮定して、最小二乗法により楕円方程式にフィッティングを行い(④)、その標準偏差を算出する(⑤)。この値が大きいほど幹断面に凹凸があるものと判断する(図 4)。

本方法を、危険木で凹凸の有る断面、危険木であるが凹凸の無い断面、およびその近傍の危険木以外の樹木の任意断面(以下、健全木とする)に適用した。なお、凹凸の有る断面の選定方法は、樹木医により危険木と判断された樹木のうち、図 2 に示す点群データにて凹凸位置を目視確認した。上記 3 ケースを 1 セットとし、計 10 セット(30 断面)を比較した。

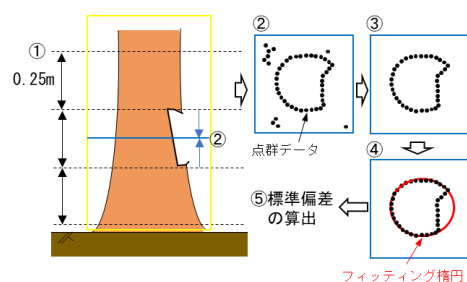


図 3 幹断面の凹凸有無の把握方法

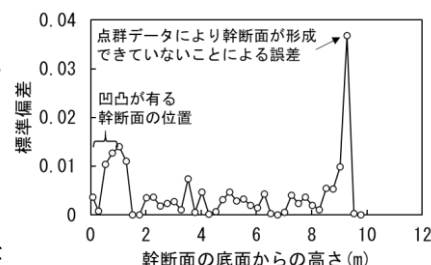


図 4 標準偏差算出例

キーワード 倒木, 3D 点群データ, 鉄道

連絡先 〒185-0034 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7263 FAX 042-573-7398

5. 適用結果

適用した結果の一例を図5に示す。図5(a)より、凹凸が有る断面は、楕円フィッティングに対して波打つようにデータがプロットされており、凹凸が有ることを確認できる。その一方で、図5(b)より、実際に凹凸は無いが、楕円フィッティングに対するデータのバラツキが確認された。

そこで、上記の差を明瞭にするために、楕円フィッティングに対してプロットされるデータの誤差の平均化を行った。図6に平均化の算出手順を示す。幹断面XYデータをフィッティングした楕円の中心が原点となるように各点の座標を変換する(①)。次に、幹断面XYデータの各点と原点を結ぶ直線がなす角度を計算する(②)。次に前記の直線とフィッティング楕円との交点の座標を求めこの座標と幹断面XYデータとの距離を誤差として求めた。このとき角度は第一象限から第二象限に0~180°、第四象限から第三象限に0~-180°とするパターンと、第一象限から反時計回りに第四象限に0~360°とするパターンを計算している。そして、各幹断面XYデータの $\pm 5^\circ$ の範囲の誤差の平均値を算出した(③)。平均化した結果の一例を図7に示す。同図より凹凸が有る場合は誤差の幅が大きくなり、凹凸が無い場合は誤差が0に近づくことが分かり、この標準偏差をとることで凹凸の有無を定量的に示すことができる。

この方法を10セット(30断面)に適用した結果、実際の凹凸の有無を本手法にて抽出出来たのは30断面中12断面(40%)であった。なお本稿では傾向把握を主眼としているため、凹凸の有無に関する明確な閾値の設定は今後の課題とする。これらの結果の詳細から本方法の適用範囲は、(a)幹断面データの数700以上、(b)楕円フィッティングの半分以上の範囲に幹断面データが分布、(c)胸高直径20cm以上、という条件となった。図8に上記条件で凹凸の有無を判断できなかった例を示す。なお、同図はいずれも実際には凹凸の無い幹断面である。(a)、(b)の場合、幹断面を形成できていないため凹凸の有無を判断できない。(c)の場合、胸高直径が20cm以下になると、フィッティング楕円に対して幹断面データが広範囲にばらつくことが確認された。以上より本方法は点群データの取得が不十分であることに加えて、幹断面データ形成の段階に課題があると考える。

6. まとめ

本稿では、計測機器として3Dレーザを活用して凹凸を有する危険木を抽出できる可能性を示唆した。しかしながら、凹凸有無別の複数樹木に適用した結果判定不可となった場合も確認されたため、幹断面の形状を正確に抽出できる新たなアルゴリズムを本方法に追加する予定である。

参考文献

- 1) 進藤勝義, 内藤直人, 馬目凌, 藤原将真, 布川修: 3D点群データを用いた幹断面凹凸を有する樹木の抽出, 全国大会年次学術講演会, 2020, VI-340

