

新幹線沿線における近接木の自動抽出手法について

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター
正会員 ○阿部 美保 阿部 嘉貴

1. はじめに

当社における新幹線の倒木対策として、定期的な列車巡回および現地踏査等をもとに近接木管理台帳を作成し、計画的に伐採を行うことで倒木を未然に防いでいる。しかしながら、距離の長大な新幹線は管理対象とすべき近接木が多い上に、台帳作成は人間系での現地踏査を基本としており、影響度判定基準が曖昧である、コストがかかる等の課題があった。

そこで本研究では、新幹線沿線の効果的な近接木管理の在り方と、既存の空撮等データ(点群データ・航空レーザー)等を活用した機械的な近接木スクリーニング手法等の提案を目的に基礎調査を行った。

今回はその調査結果について報告する。

2. 過去の事象と現在の近接木管理の現状

2017年10月23日に、北陸新幹線上田・佐久平間において営業線列車が倒木と接触し、約3時間の列車遅延が発生した。この事象を受け、新幹線における近接木管理の在り方が議論され、「新幹線近接木台帳」(図1)を全社的に整備することが決定した。

近接木台帳には近接木の場所(駅間、キロ程)や主な樹種、本数の他、用地内外・地権者情報、健全度ランク(S~A1)の判定も記載している。近接木台帳を作成するために、下記2つの調査を実施している。

①机上調査：事前準備・二次元画像上からの近接木箇所抽出・結果整理

②現地調査：踏み荒らし交渉・現場調査・結果整理

| 駅間 | キロ程 | 樹種 | 本数 | 健全度 | 用地内外 | 地権者 | 備考 |
|----|------|----|----|-----|------|-----|----|
| 上田 | 1.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 1.5 | スギ | 2 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 2.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 2.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 3.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 3.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 4.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 4.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 5.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 5.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 6.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 6.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 7.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 7.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 8.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 8.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 9.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 9.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 10.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 10.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 11.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 11.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 12.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 12.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 13.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 13.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 14.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 14.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 15.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 15.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 16.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 16.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 17.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 17.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 18.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 18.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 19.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 19.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 20.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 20.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 21.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 21.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 22.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 22.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 23.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 23.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 24.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 24.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 25.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 25.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 26.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 26.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 27.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 27.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 28.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 28.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 29.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 29.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 30.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 30.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 31.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 31.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 32.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 32.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 33.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 33.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 34.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 34.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 35.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 35.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 36.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 36.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 37.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 37.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 38.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 38.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 39.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 39.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 40.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 40.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 41.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 41.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 42.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 42.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 43.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 43.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 44.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 44.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 45.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 45.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 46.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 46.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 47.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 47.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 48.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 48.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 49.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 49.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 50.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 50.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 51.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 51.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 52.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 52.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 53.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 53.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 54.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 54.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 55.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 55.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 56.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 56.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 57.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 57.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 58.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 58.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 59.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 59.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 60.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 60.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 61.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 61.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 62.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 62.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 63.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 63.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 64.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 64.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 65.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 65.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 66.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 66.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 67.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 67.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 68.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 68.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 69.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 69.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 70.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 70.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 71.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 71.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 72.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 72.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 73.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 73.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 74.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 74.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 75.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 75.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 76.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 76.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 77.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 77.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 78.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 78.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 79.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 79.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 80.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 80.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 81.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 81.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 82.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 82.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 83.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 83.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 84.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 84.5 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 85.0 | スギ | 1 | A1 | 内 | 〇 | |
| 上田 | 85.5 | スギ | 1 | A1 | | | |

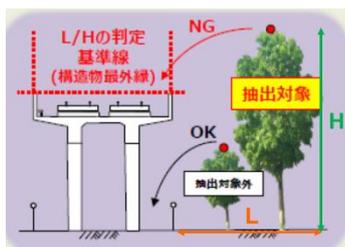
・機械抽出による『近接木マップ』の作成

標高差解析により樹高を算出し、樹高を H 、線路からの離れを L とし、 L/H にて線路へ影響する近接木を抽出した。判断基準は下記の通りとした。

$L/H > 1.0$ 線路を支障する恐れなし

$L/H < 1.0$ 線路を支障する近接木(抽出対象)

新幹線はほとんどが高架橋区間となっているため、 L/H の判定基準線を構造物最外縁の防音壁部に設定した。倒木が発生した場合に防音壁を支障する可能性の



ある樹高の樹木であれば抽出対象、防音壁を支障しない樹高の低い樹木は抽出対象外とした。(図3)

図3. 抽出対象の判断基準イメージ

6. 基礎調査結果 (現地検証)

機械抽出による『近接木マップ』と現地の実状との乖離を確認するため、トンネルと切土区間の2箇所現場検証を実施した。

①トンネル坑口

②切土区間

①トンネル坑口

図4より、トンネル入口上部にある黄緑のプロットが人間系による従来方式による抽出では「支障なし」という判定になっている箇所であった。しかし、現地で実際に樹高を測定すると H =約 22m、 L =17m、 $L/H=0.8$ で倒れた際に線路を支障する可能性があるとして判定された。現地検証により、機械抽出を用いることによって人間系の調査による抜け漏れ箇所の補完が可能であることがわかった。

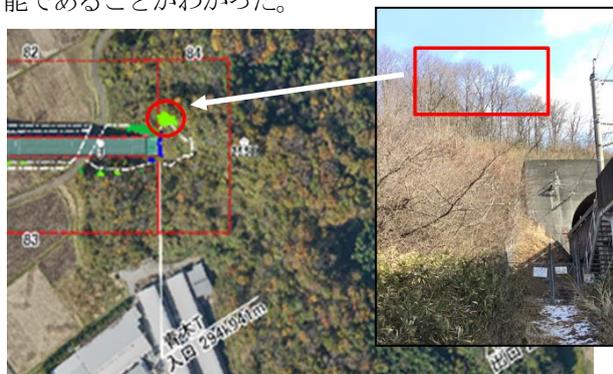


図4 自動抽出結果(トンネル坑口)

②切土区間

図5より、切取上部で倒木が発生し切土斜面上を滑り落ちた場合、線路を支障する可能性があることがわかる。しかし機械抽出の場合、 L/H の判定基準がスライドの写真上に示す箇所に設定されているため、仮に木が倒れただけでは基準位置まで到達しないため近接木マップ上にプロットされなかった。この例のように、機械抽出では線路を支障するのかが判定するのが苦手とする箇所もあり、人間の現地調査で補足確認が必要な箇所もあると判明した。

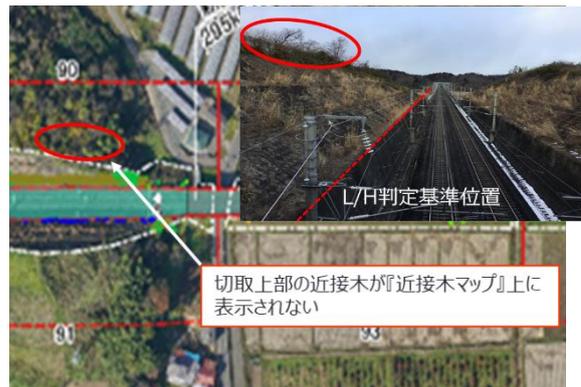


図5. 自動抽出結果(切土区間)

7. 考察・まとめ

今回近接木自動抽出による『近接木マップ』と現場検証を行った結果、自動抽出は人間系の机上調査に比べ、抽出精度が高い。特に人間系で見落としが多い近接木範囲から離れた位置にある近接木の抽出精度が高く、効果が大きかった。

8. 今後の展望

自動抽出の弱点として、「斜面を滑り落ちた場合は」支障するというような条件付きで支障する可能性のある樹木の抽出には向いていないことが挙げられた。機械抽出従来の人間系の調査で補完することによって、より精度の高い近接木マップを作成することが可能である。今後は、新しい近接木管理手法の一つとして自動抽出用いた近接木台帳の整備を進め、効果的な倒木対策の一つとして活用していく。