

IT 活用による落石落下経路特定手法

(株)藤井基礎設計事務所

○永海飛鳥 杉谷優一

1. はじめに

2018年4月9日に発生した島根県西部地震により、出雲市佐田町の道路沿いで落石災害が発生した。しかし、現場道路の損傷が落石径に対して軽微であり、斜面上に損傷の激しい樹木が複数確認されたことから、樹木への衝突によって落石エネルギーが軽減されていると推測した。そこで、森林3次元計測システムを用いて斜面上の木の位置を3D化し、落石経路と木の位置関係を調べた。



写真-1 被災状況

2. 観測機器について

3D化にあたり、森林3次元計測システム機器を用いて、検討を行った。この観測機器は主に森林調査用の小型レーザースキャナーであり、スキャナーで点群データを取得し、樹木のデータを3次元データとして解析できる。レーザースキャナー製品は多々あるが、今回、この機器を採用した理由として、以下の2点を挙げる。

- ・基準マーカの設置が不要なため、急傾斜地でも手間なく使用できる。
- ・機器が軽量なため、現場での持ち運びが容易。

3. 落石経路特定の方法

(1) 現地計測

LPデータより概略の落石経路を想定した後、以下の手順で現地計測を斜面下部道路から落石源に向けて行った。

- ①観測機器を斜面垂直になるよう支える。
- ②観測機器で周囲のスキャンを行う。(約45秒)
- ③前回スキャンを行った地点から、見通しが効き且つ直線距離が10m以内の地点へ移動する。
- ④①～③を落石源の箇所まで繰り返す。



写真-2 現地計測状況

(2) 解析処理

- ①60箇所の点群データを計測順に連結し1つのデータとして結合する。
- ②点群データのフィルタリング
→地表面と落石、倒木の判別を行うため、地表面から高さが2m以上にある点群データをカットした。
- ③CADでの編集を可能にするため、点群データをオルソ画像化する。
- ④現地写真や動画と、点群データの形状を確認し、落石と木の位置を特定する(写真-3、図-1)。



写真-3 現地写真(落石源)の様子

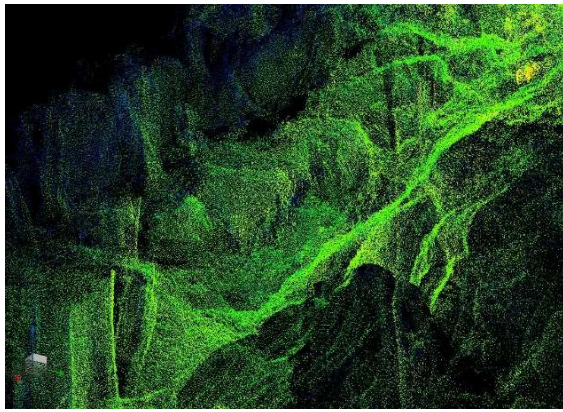


図-1 点群データの様子

4. 検討結果

検討結果を図-2に示す。損傷した木と折れた木の位置を特定し、位置関係から想定した落石経路を黄色の線で描いた。

今回の落石で損傷したと思われる木を見ると、落石源から離れる（標高が低くなる）ほど、木の損傷具合が激しいことが分かった。これは、石が斜面を転がるほど落石エネルギーが大きくなるからである。木によっては、φ50cmほどの大きな木がほぼ根本から折られており、折れた先が20mほど下部で見つかったことから、かなりの衝撃であったことが分かる。しかし今回の落石は、2m角の石が、高低差90m、斜面平均角度45°で落下したが、道路のセンターライン付近で停止し、アスファルトに大きな損傷は見られなかった。

平成28年に島根県邑南町で発生した落石事故を受けて、同災害時に設置された「落石事故再発防止検討委員会」は、「木の成長が落石発生の1つの原因となっている」と結論づけた¹⁾。しかし今回の事例では、「木が落石エネルギーを軽減させた」ことが確認された。従って、斜面下端の土のうで落石エネルギーが吸収されたこともあるが、落石中に木に衝突を繰り返したことで、落石エネルギーがある程度軽減されたため、木が被害軽減に役立った結果となった。

また今回の検討では、次のような課題が見つかった。

- ・下草があると点群データが取得しにくくなるため、下草の伐採が必要。
- ・地形が複雑な場合（勾配の急な変化点、倒木が密集している箇所）は、点群データの連結が難しくなる。今回の現地計測でも撮り直し箇所が多数あった。
- ・木の剥ぎ取り（フィルタリング）を今回2mで行ったが、露頭の大きさ、倒木の分布状況によりフィルタリングする高さを変更する必要がある。

空撮による点群データ計測とは違い、点群データを移動ししやすい形で計測可能である一方、現地状況、斜面の見通し具合が重要な要因となる。

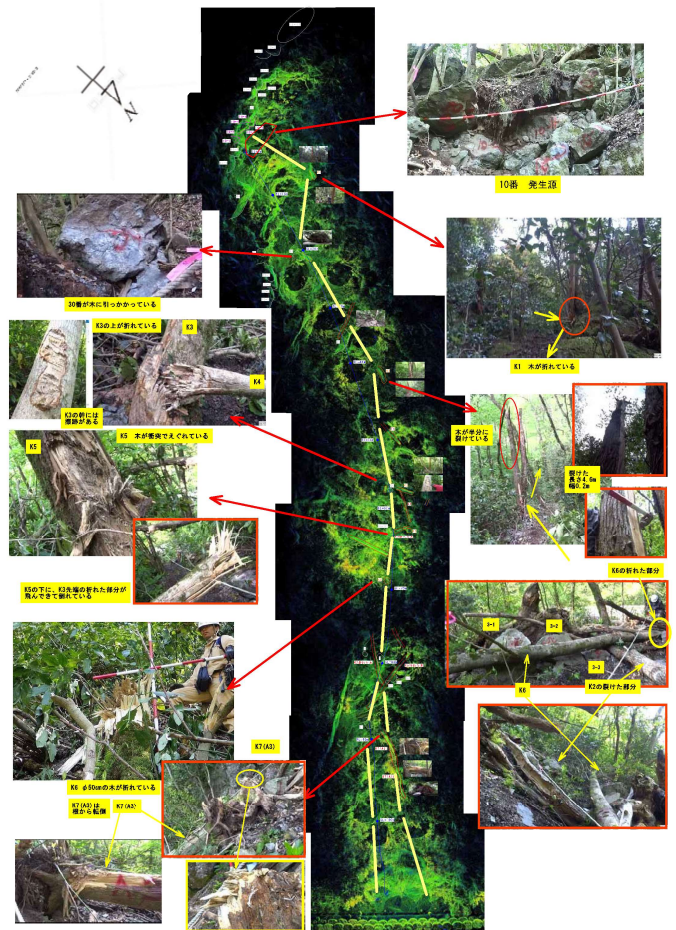


図-2 落石経路と倒木の調査結果

5. 終わりに

今回の被災現場は倒木などで斜面状況が非常に複雑であったため、実際に歩いて現地踏査するだけでは情報の整理が難しい箇所であった。今回の検討では森林観測機器を落石現場で応用した試みであったが、落石経路と樹木及び倒木位置を1つのデータ内で視覚化することで、落石が斜面環境に与える影響を把握することが出来た。樹木と落石は密接な関係であるが、創意工夫を凝らすことで、落石の危険性を新たな視点から再確認することが出来た貴重な経験となった。

《引用・参考文献》

- 1) 藤井俊逸・齊藤龍太(2016)：(主)浜田作木線(戸河内工区)県単緊急道路災害防除工事調査解析業務委託島根県で発生した落石事故に関する報告書.P. 15-17