

迅速復旧に向けた UAV-LiDAR による被災した集水井の非接触形状検出

Non-contact Shape Detection of an Earthquake-damaged Drainage Well using UAV-LiDAR for Rapid Restoration

○藤本雄充*, 大高範寛*, 柴野一真**, 田中 熙**, 稲葉一成***, 鈴木哲也***

○Yuji FUJIMOTO*, Norihiro OTAKA*, Kazuma SHIBANO**, Hiromu TANAKA**, Kazunari INABA*** and Tetsuya SUZUKI***

1. はじめに

集水井は大雨時に地下水位を低下させ、間隙水圧を抑制するために重要な役割を果たす。機能を喪失した集水井の集水域では、地震後の降雨や融雪により土壤の有効応力が低下し、地すべり発生を促すと考えられる¹⁾。地震や地すべり発生後には迅速な点検の実施が課題であると考えられる。そこで本研究では、UAV-LiDAR 点群を用いた集水井の非接触形状検出による点検法を提案する。本手法の利点は、作業者が現地に近づかなくとも、高精度な集水井の点検が可能になる点である。方法では井筒内の点群取得、結果では Structural from Motion (SfM) と LiDAR の比較、天蓋や障害物による点群取得特性について言及する。

2. 計測および解析方法

令和 6 年能登半島地震により被災した石川県内縄又町 2 基の集水井を対象に、UAV-LiDAR (Matrice 350 RTK, DJI 社および Zenmuse L1, Livox 社) による点群取得を実施した。UAV-LiDAR 計測時に 3 秒に 1 度の間隔で RGB 画像を取得した。2 基の集水井について、天蓋の種類は N-1 がエキスパンドメタル (網目構造の鋼板), N-2 がコルゲートアイロン (波形の鋼板) である。変形は、N-1 集水井において土砂移動に伴う井筒のせん断破壊やバーティカルスティフナーの変形が確認された。N-2 においては、目視による変形は確認されなかった。UAV-LiDAR による集水井の点群取得の模式図を図 1 に示す。集

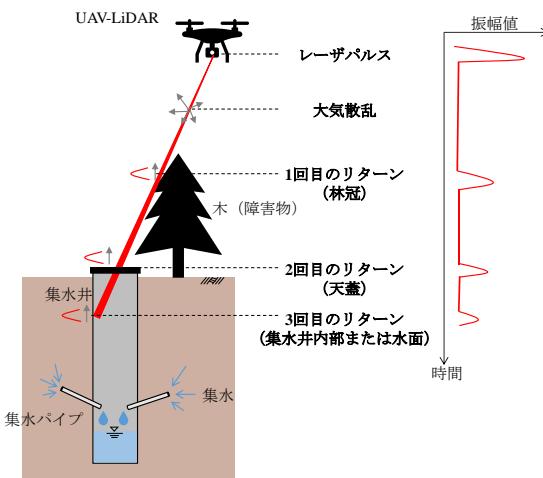


図 1 UAV-LiDAR による集水井の点群取得

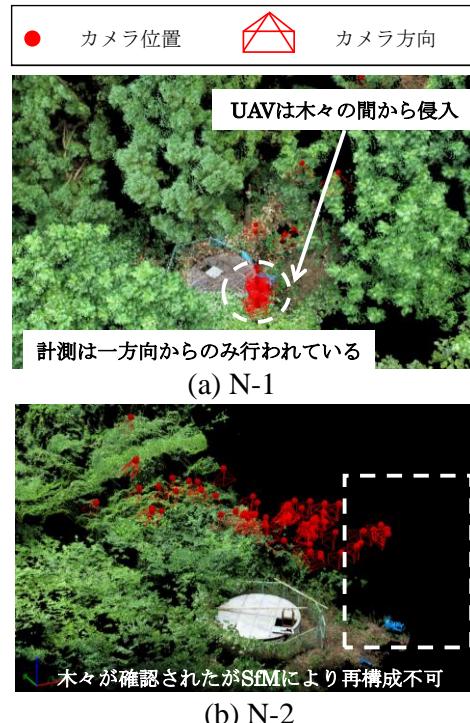


図 2 UAV の飛行経路とカメラ位置

* 日鉄建材株式会社 Nippon Steel Metal CO., LTD.

** 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

*** 新潟大学自然科学系（農学部） Institute of Agriculture, Niigata University

水井は一般に樹木に覆われていることも多く、天蓋上の物体を考慮すると、ビームスポットの一部は木（リターン数 1）、天蓋（リターン数 2）で反射し、残りのレーザパルスは井筒もしくは水面（リターン数 3）に到達する。リターン数は、一本のレーザパルスから得られる反射源の数を示す。図 2 に UAV の飛行経路とカメラ位置を示す。N-1 では、木々の隙間から UAV が侵入し、障害物による飛行制限によって計測は一方向のみから行われた。N-2 は、木々がない天蓋の開口部の方向で UAV の飛行が行われた。

3. 結果および考察

図 3 に SfM による点群の再構成結果を示す。どちらの集水井においても、井筒内の点群は取得されなかった。集水井内には十分な光が届かず、特徴点を得られなかつたため、形状を再構成することは困難であったと考えられる。

図 4 に UAV-LiDAR による井筒内の点群取得結果を示す。リターン数に着目すると、エキスパンドメタルの天蓋である N-1 では、特定の大きさを持つレーザパルスが天蓋で一つ目の点群が取得され、残りのレーザパルスが井筒まで到達し、二つ目の点群が取得されたことが確認された。対してコルゲートアイロン製の天蓋である N-2 では、井筒内部においてもリターン数 1 が確認された。これは、レーザパルスより大きな開口部（点検昇降口）からレーザパルスが井筒内に直接届いたことが考えられる。また、レーザパルスが天蓋を透過しないことから、天蓋下はレーザ入射の死角となり、点群が取得されていない箇所が確認された。以上より、天蓋がエキスパンドメタルであり、集水井上部に障害物がない場合、井筒内部の三次元形状を非接触で検出することが可能であることが示唆された。

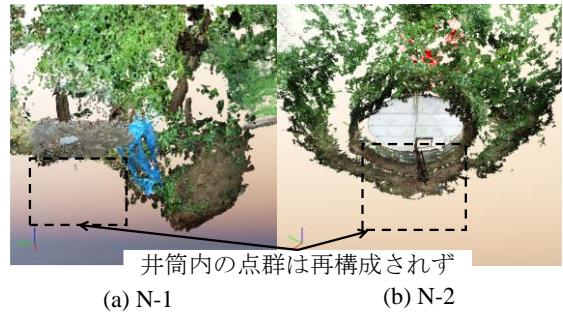


図 3 SfM による点群の再構成結果

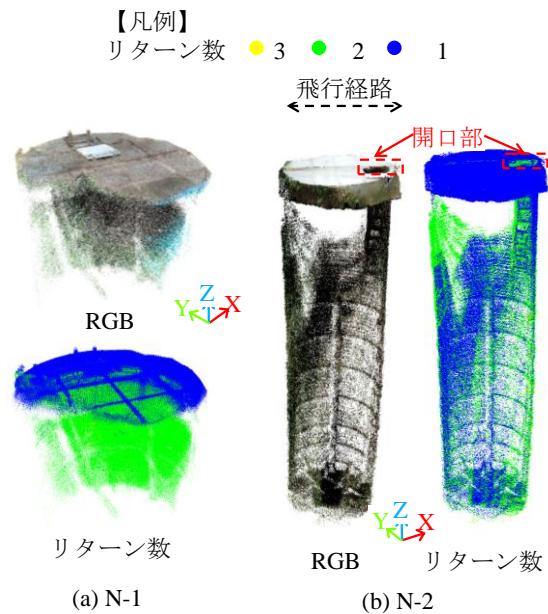


図 4 UAV-LiDAR による井筒内点群取得結果

4. おわりに

本研究では、被災した集水井を対象として、UAV-LiDAR 計測により井筒内部の三次元形状の取得を試み、非接触点検への応用を調査した。

謝辞 石川県での令和 6 年能登半島地震および奥能登豪雨後の調査では、石川県奥能登農林総合事務所の協力を得た。ここに記して感謝申し上げる。

参考文献

- Loi, D. H., Jayakody, S., Sassa, K., Konagai, K., Hirota, K., Ono, A., Takanaka, T., Oki, T., Minamitani, T.: Landslides triggered by the 2024 Noto Peninsula earthquake, *Landslide*, Vol. 21, pp. 2583–2590, 2024.