

小型 UAV を活用した駅構造物狭隘部の三次元化による維持管理の検討

東日本旅客鉄道株式会社仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 ○野池 耕平
 非会員 大沼 和彦
 JR 東日本コンサルタンツ株式会社東北支店 非会員 草薨 義美

1. 目的

近年土木構造物の維持管理において UAV を活用した事例は多く、カメラを搭載した UAV を橋りょう桁下部に接近させることにより mm 単位の変状を把握することができた事例¹⁾等がある。到達困難な落石斜面に対しても UAV を活用した例があり、UAV を活用することにより検査員が対象物に接近する必要がなく検査することが可能となる。

一方で、駅構造物等の天井部から漏水が確認された場合、当該箇所²⁾の修繕を迅速に実施するためには漏水発生要因や排水管等の分布を把握することは極めて重要である。特に空間が狭隘な場合は、敷設された配線等により作業員が直接侵入することが困難な場合も多く、UAV の活用が望まれる。ここでは小型 UAV を活用して駅構造物の天井裏狭隘部で飛行撮影を行い、漏水の要因となりえる排水管や樋などの分布把握し、維持管理への活用について検討した。

2. 調査地

JR 東日本管内にある鉄道駅設備の天井裏を調査対象とした。当該箇所は、検査口が最大 5~6m 間隔と離れて設置されており、たとえば漏水が発生した場合はその発生箇所次第では要因の特定が難しい状況である。

3. 調査方法

本検討では Liberaware 製の UAV (IBIS) を使用した。この UAV の寸法は 191×179×54mm (プロペラガード込み)、重量 185g であり、狭隘箇所に特化した小型の構造となっている。この UAV によって駅構造物天井裏狭隘部の飛行撮影を行い、写真画像から SfM (Structure From Motion) および MVS (Multi-View-Stereo) 処理により点群データを作成した。これは複数枚のステレオペアを成す写真画像から対応する特徴点により撮影時における画像の位置・姿勢を 3 次元的に再現する SfM、および再現された写真画像の位置・姿勢をもとに高密度のステレオマッチングによって 3 次元点群データを生成する MVS を組み合わせた処理技術である。

4. 調査結果

4.1 飛行撮影結果

1 回の飛行 (8 分弱程度) で 40 m² 程度の映像を取得し、1 日当たり約 800 m² 程度を対象に撮影を行うことができた。撮影した画像例を図 2、および点群データ例を図 3~4 に示す。このように、小型 UAV による狭隘部の撮影により排水管の分布および配線などの敷設物の状況を明瞭に捉えることができた。

4.2 点群データによる再現性

図 1 に実測値 φ100mm の铸铁管を対象とした点群データを示す。映像の映り具合に影響を受ける処理技術であることから、屋根裏という暗さと粉塵が舞いやすい環境特性上、処理結果には管の形状に揺らぎが見られた。この铸铁管に対し点群データから測定した管径は 93~108mm の範囲内にあることから、おおむね ±10mm 程度の誤差に収まっていることが確認でき、点群データの再現性、誤差の程度は、設備の維持管理上は十分なものと評価できる。

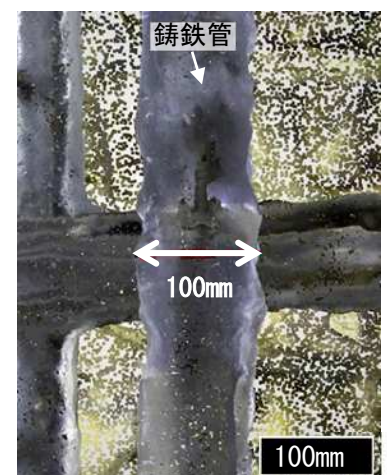


図 1 点群データとして抽出した铸铁管の状況



図2 UAVで捉えた排水管の状況

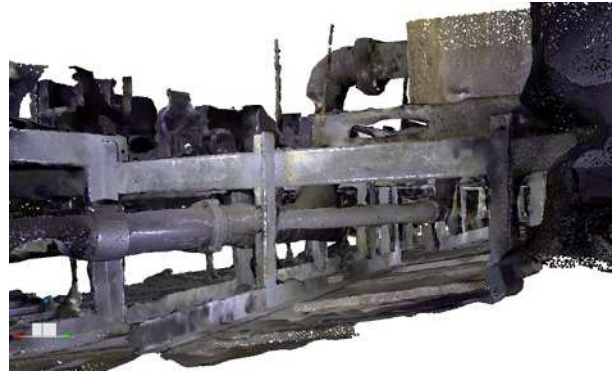


図3 点群データ作成例（図2の箇所）



図4 点群データ作成例



図5 排水管継手部の撮影確認例

4.3 今後の維持管理への活用

小型 UAV による撮影映像から取得した排水管（塩ビ管）継手部の撮影例を図5に示す。このように継手部や管全体の状況を近接することで明瞭に捉えることができ、検査員が接近して見ることができなかった変状の有無やその程度に対しても近接目視と同等の精度で早期に特定、修繕計画を策定することが可能である。

また、点群データによる再現性の高さから、排水管敷設状況や管径等の諸情報を再現することが可能となる。点群データを基に作成した排水管の分布系統図例を図6に示す。様々な事情で排水管の配置等が不明な構造物がある場合においても、点群データを基に排水管等の敷設状況を再現可能であると評価できる。

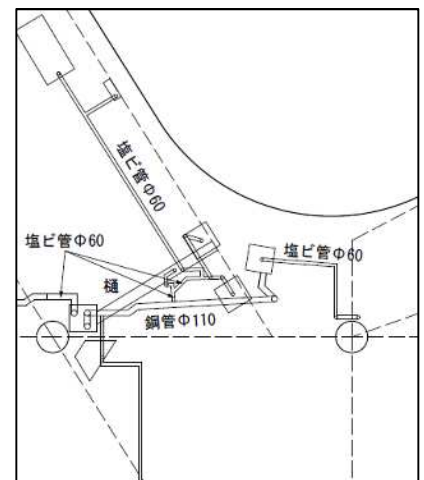


図6 排水管系統図面の作成例

5. まとめ

本検討では小型 UAV を用いた駅構造物狭隘部の撮影、点群データを作成した。検討結果を以下の通りまとめる。

- ・ 駅構造物で検査員が立ち入ることができない狭隘部の映像を取得し、SfM・MVS 解析により点群データを作成することで、排水管の敷設状況が不明瞭な構造物に対しても排水管系統図面を作成できた。
- ・ 狭隘部の映像や点群データを取得することにより、これまでの検査の精度を向上させるほか、早期に変状を特定し、修繕計画へ反映させることができると考えられる。

参考文献

- 1) 上半：鉄道橋検査を目的とした遠隔非接触測定技術の開発。鉄道総研報告，31巻，4号，p53-58，2017。

キーワード 駅構造物，狭隘部，UAV，点群データ

連絡先 〒983-0853 仙台市宮城野区東六番丁31番2号 東日本旅客鉄道(株)仙台土木技術センター TEL022-266-2397