

効率的な地下埋設物の管理に向けた検討について

高田土木事務所 計画調整課 川端 聡一郎

1. はじめに

近年、ICT 技術の進展により、スマートフォン等のモバイルデバイスで 3 次元データを取得する技術が登場し、土木建設分野においてもこれらの技術を活用する動きがみられる。そこで、本稿では正確な位置情報の把握が必要となる地下埋設物に対して、前述している技術の活用を検討するものである。

2. 背景と課題

掘削を伴う道路工事を施工する際、設計図どおりに構造物が埋設されていないことがあり、試掘により既設の地下埋設物の位置・深さ・大きさ等の調査を都度実施している。これらの試掘で得られた地下埋設物の情報を蓄積し台帳等に整備できれば、効率的な地下埋設物の管理に繋がると考えられているが、現地の的確な位置情報把握などに手間がかかるため、データとしての蓄積及び整備が出来ていない現状がある。

このように、道路管理者として占用物件の台帳が整備されていないため、不明管が出てきた場合や、緊急工事の施工時において、その都度、関係機関との立会調整等に時間を要する可能性がある。

本県内でも図-1 に示すように、アスファルトカッター使用時に、埋設されていた水道管が露出する等の案件が発生している事例もあり、道路管理者は地下埋設物を含む道路占用物件の適正な管理がこれまで以上に求められている。

また、昨今の物価の高騰等により、事業費が上昇する一方で予算に制限があること、建設業界全体で働き手の減少に伴う働き方改革が求められていることから、安価で効率的かつ効果的な取り組みが求められている。



図-1 アスファルトカッター使用時に
水道管が露出した際の写真

3. 目的

本検討では、スマートフォン等のモバイルデバイスを活用した地下埋設物の効率的かつ効果的な管理に向けた検討、および今後の課題の整理を行うことを目的とする。

4. 手法

これまでの地下埋設物の維持管理は、図面等によって 2 次元で管理されていた。しかし、効率化・高度化を図るためには、まずは地下埋設物を 3 次元で管理することが求められる。従前の手法であれば、測量業務を工事現場で実施し、時間を要するため、

現場作業を中断してしまうこともあり、促進がされなかった。そこで、従来の測量に比べ精度は劣るが、安価で誰もが手軽に行え、かつ、3次元データを取得できる手法として、一部のスマートフォンに付属している LiDAR センサに着目した。この LiDAR とは、レーザ光を照射して、その反射光の情報をもとに対象物までの距離や形などを測量する技術である。

本検討では、現在、電線共同溝の整備を進めている一般国道 168 号 香芝王寺道路（起点：香芝市北今市、終点：北葛城郡王寺町畠田 4 丁目）をフィールドとし、以下の手順で地下埋設管の 3 次元点群データ（以下、点群データ）を取得した。

手順 1）掘削工事前にカメラやレーザースキャナを搭載した車両で道路を走行し測量するシステム（モバイルマッピングシステム（以下、MMS））を用いた車載写真レーザ測量を実施し、工事箇所の点群データと画像データを取得する。

手順 2）掘削工事時にスマートフォンによる点群データを取得する。点群データの取得は道路掘削後、地下埋設管が敷設され、埋め戻される前の状態で実施する。

なお、本検討ではデータ集約委託業者の立会及び助言の元、LiDAR センサ付きのスマートフォン（本検討では Apple iPhone 15 Pro）を用いて実施した。

手順 3）取得した点群データと MMS 点群データとの位置合わせを実施する。

手順 4）両方のデータを確認できるように、既製の管理システムにセットアップする。

これらの一連の流れを踏まえ、工事業者とデータ集約委託業者の役割分担等、効率的かつ効果的な地下埋設物の維持管理に向けた検討を実施した。

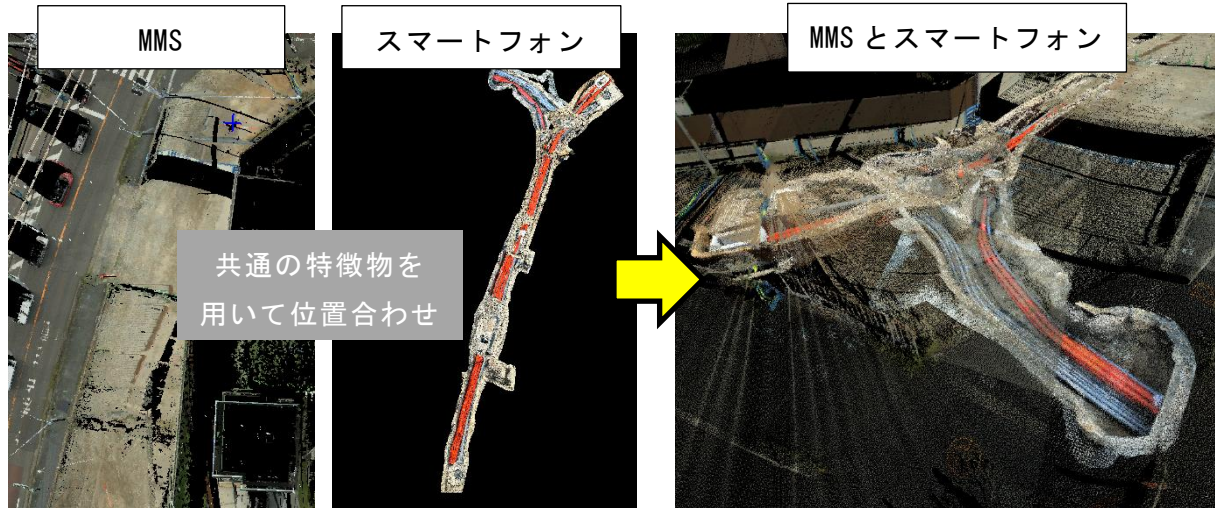


図-2 MMS 点群データとスマートフォン撮影点群データの重畳

5. 結果

スマートフォン撮影の点群データを MMS 点群データに位置合わせしたデータを図-2 に示す。地下埋設管工事中のスマートフォンによる点群データ取得にかかった時間は、延長約 50.7m の掘削区間でおおよそ 5 分、データ容量は 62.5MB であった。

さらに既設管の点群データも取得できており、既存施設との位置関係を把握することも可能である。これらのデータ取得を測量業務として発注した場合と比較すると、

表-1 に示すように、おおよその項目が効果的であることが分かった。

表-1 測量業務とスマートフォン撮影との効果比較

項目	測量業務※	スマートフォン撮影
費用	81,000 円(1 日の工事範囲あたり・ 測量技師 1 名・測量補助員 1 名) 約 250,000 円(オートレベル、ス タッフ等)	52,300 円(1 日の工事範囲あたり・ 測量技師 1 名) →17,300 円(軽作業員 1 名) 約 160,000 円(スマートフォン)
作業時間	30 分	5 分
労力	器械手に測量技術が必要	器械手(スマートフォン)に測量技 術は不要
精度	mm 単位の計測	cm 単位の計測
取得情報	管の標高、掘削深さ	管の標高、掘削深さ 施設の位置関係、管の形状

※水準測量実施の場合

6. 考察

図-3 に示したように、MMS 点群データと地下埋設物の点群データの両方を取得し、管理システムにデータを重畳させてセットアップすることで、2 次元の図面では分かりづらかった地上地物と地下埋設物の 3 次元的な位置関係を、視覚的に分かりやすく把握することができる。加えて、スマートフォン撮影の点群データは、MMS 点群データに位置合わせをすることで、点群データの 1 点 1 点に座標値が付与されるため、管理システム上で埋設管の長さや深さ等の計測が可能である。なお、道路施工管理基準において、管路工の埋設深の規格値は $\pm 0 \sim +5\text{cm}$ であることから、測量精度が cm 単位であっても道路管理上、問題ない。

図-3 に示すように、スマートフォンを利用すれば手軽に点群データを取得することができ、工事箇所周辺の路面標示の白線の角と言った、MMS 点群データとの位置合わせに必要な共通の特徴物さえ取得すれば、誰でも簡単に地下埋設物の位置情報を取得することができる。さらに、スマートフォンによる撮影は、取得中の点群データをリアルタイムに画面上で確認できるため、データの取得漏れを防ぐことが可能である。



図-3 実際の点群データ取得風景

本検討では、データ集約委託業者による簡単な指導を受けた後、工事業者単独でのデータ取得を実施し、問題なく地下埋設物の点群データを取得することが確認できた。工事業者へのヒアリングでは、データ取得のための工事中断時間も短く、手軽に点群データを取得できる点が高評価であった。

そこで、点群データを活用した効率的かつ効果的な地下埋設物管理を、以下のとおりにまとめた。

まず、地下埋設工事時のモバイルデバイスによる点群データ取得は、工事業者自らが実施し、取得したデータをデータ集約委託業者へ送付する。次に、データ集約委託業者は、道路管理者の指示に従い、当該箇所の MMS 点群データを新規で取得、もしくは、道路台帳更新業務等で取得された既存の MMS データの有無を確認し整理する。

その後、工事業者より受領した地下埋設物の点群データと MMS 点群データとの位置合わせを実施し、各データを道路管理者の所有する管理システムへセットアップする。

このように、安価で誰もが手軽に地下埋設物の点群データを取得できる本手法は、地下埋設物の管理の効率化・高度化、さらに現場の効率化という観点からも効果的と考える。

7. おわりに

今回は新たな効率的な地下埋設物の管理に向けたモデル事業として、スモールスタートで、国道 168 号 香芝王寺道路の地下埋設工事区間 約 68m を対象に、地下埋設管のデータを取得した。

本検討では、管理システムに取得した点群データをセットアップしたが、さらにその地下埋設管の点群データを GIS データ化・3D モデル化することで、地下埋設管の種類や敷設日といった情報を、データの属性に付与することができ、工事資料等の紐づけによって、さらなる地下埋設物の高度管理を実現することが可能である。加えて、地下埋設物を 3 次元管理することで、道路以外の分野、例えば上下水道管の管理等、堆積土砂や植樹帯の情報の蓄積や監視に今後活用できる可能性がある。

また、管理システムをクラウド化することで、事務所内だけでなく、工事現場等の出張先でも、タブレット等を用いてデータを確認することが可能である。現場で撮影した写真等は、その場で管理システムにアップロードすることができ、一元的に地下埋設物関連の資料やデータを管理することができる。一方で、本検討で用いたスマートフォンの場合、点群データが取得できる距離がおおよそ 5m 以内に限られること、長時間計測を継続すると歪みが蓄積され、誤差が大きくなってしまう傾向があるなど、ハード面の制約が少なからずあるが、外付けの LiDAR センサを取り付けることで、データ取得範囲が広がり、精度面も向上することが見込まれる。

このように、スマートフォン等のモバイルデバイスを用いて、埋設工事時に点群データを取得・蓄積することで、地下埋設物の効率的かつ効果的な維持管理を実現できることが確認できた。今後、敷設される地下埋設物についても同様に、道路管理者・工事業者・データ集約委託業者の三者が分担・協業することで、地下埋設物の 3 次元管理を促進し、工事事務の削減、適正な維持管理に繋がることに期待したい。

謝辞：本稿作成にあたり、工事業者様、並びにデータ集約委託業者様には、多大な御協力をいただきましたことを、この場を借りて感謝の意を申し上げます。