

無電柱化工事における 3 次元可視化データを活用した ICT 施工技術

大成ロテック（株） ○正会員 瀧口 高
大成ロテック（株） 若狭 昇太
大成ロテック（株） 草薙 博明

1. はじめに

我が国は、昭和 60 年代初頭から電線類を地下に埋設するなど、無電柱化に取り組んできたが、欧米やアジアの主要都市と比較して無電柱化率は低く、全国には約 3,600 万本の電柱が存在し、更に毎年約 7 万本ずつ増加している。この現状に対し、国土交通省では、2016 年 12 月に施行された無電柱化の推進に関する法律に基づき、「無電柱化推進計画」を 2018 年 4 月に策定し、2020 年度までの 3 年間で約 1,400km の無電柱化の着手を目標に掲げている。しかし、従来より主流である電線共同溝方式は、埋設管管理台帳を基に試掘を行い既設埋設管位置を確認しながらの作業であるため、次の様な問題点がある。①既設埋設物の場所を特定するための試掘に手間がかかる。②埋設管管理台帳のデータと実際の埋設位置のずれなどから施工開始後に計画埋設位置の変更などの手戻りが発生する。③埋設管管理台帳の不確かさや平面図が複雑なことにより地下埋設物の破損事故が発生する。④上記①、②、③のような理由から、日施工量が少なく、施工効率が悪い。

そこで今回、国土交通省近畿地方整備局和歌山河川国道事務所発注の国道 42 号秋葉町管路敷設他工事において、ICT 施工技術の適用を試みた。具体的には、既存の地下埋設物を非破壊で探査し、その 3 次元 CAD データと、3 次元設計データと組み合わせた CIM モデルを可視化し、効率的に設計照査を行った。さらにそのデータをゴーグル型ウェアラブル端末および ICT 施工機械に取り込み、施工現場で作業員が地下埋設物を可視化した状態で安全確認し、掘削深さを制御したバックホウで施工することで、既設埋設管の破損防止と施工効率の向上を図った。

本報では、実工事を通じて得られた電線共同溝工事における ICT 施工技術の適用効果と今後の課題について報告する。

2. 施工概要

本工事での ICT 施工技術の取組みを従来技術と比較し図-1 に示す。

3. 実工事での取組み

① 3次元起工測量

地上型レーザースキャナ（FARO社製：FARO Focus3D X330）により地上部の点群データを取得し、手押し型アンテナレーダ（ジオサーチ社製：スケルカート）により地下埋設物探査を行った。手押し型アンテナレーダは、多配列マイクロ波レーダにより、面的なデータが取得できるタイプを用いた。なお、手押し型アンテナレーダの測定精度は水平および深度方向での探査誤差が±10cm程度あるが、マンホールなど目視により管の深さや水平方向の位置が確認できる箇所を実測値との整合性を図ることで探査精度を向上させた。

また、地上型レーザースキャナによる点群データと地下埋設探査結果を組み合わせることで埋設物の位置関係が容易に把握でき、計画埋設位置の変更などの手戻りを防ぐことができた。

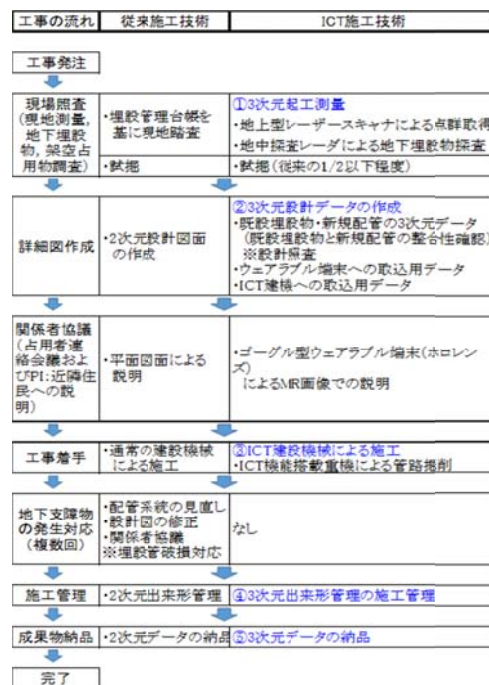


図-1 ICT 施工技術と従来技術の比較

キーワード 電線共同溝、無電柱化、ICT 施工、施工効率化、CIM モデル

連絡先 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場1-14-10 大成ロテック株式会社 関西支社 TEL 06-6262-1882

② ウェアラブル端末による埋設管の見える化

本技術で使用したゴーグル型ウェアラブル端末(マイクロソフト社製:ホロレンズ)は、環境認識カメラ、Depthカメラ、ジャイロから得た情報により空間を認識するもので、端末にパソコンが内蔵されている。このホロレンズにCIMモデルのデータを取り込み、現場内に設置した基準点とホロレンズ上に見えるマーカー位置を合わせることで、地下埋設管路が舗装面を透過しているかのように可視化できる。

測定精度はマーカーの合わせ方に左右され、最小数 cm 単位の誤差は発生するが、装着した作業者がハンズフリーの状態で見場の実像と埋設管路の3次元画像が重なったMR(Mixed Reality:複合現実)画像を見ることができ、掘削時の既設埋設物の破損事故防止に役立った。

なお、従来施工技術では埋設管の占有者や、地域住民に対する説明の際に複雑な平面図により説明を行っていたが、ICT施工技術を適用した場合、現地でMR画像で確認できるため、工事説明や合意形成がスムーズに行えるというメリットもある。



図-2 ホロレンズ装着状況



図-3 MR 画像イメージ

③ ICT 建設機械 (ICT バックホウ) による施工

本工事の管路掘削では「インテリジェントマシンコントロールバックホウ(コマツ社製:KOMATSU PC78US1-10)」を用いた。当該機は、衛星からの位置情報と複数センサーを組み合わせることで、バケットの刃先位置を検出し、オペレータの操作補助を行い、CIMモデルデータの目標面に沿った掘削が可能となる。当該機へCIMモデルデータを取り込むことによって短時間で計画深さ通りの掘削を行うことができ、検測作業を大幅に削減することができた。

4. 適用効果

① 埋設管の損傷防止

事前に3次元起工測量および3次元設計データの作成を行ったことで、施工着手後に不明管や、既設埋設物と新規埋設管の干渉箇所などは見られなかった。本現場において従来施工技術による現場照査では発見できなかったと考えられる不具合箇所が46箇所(既設埋設物と新規埋設管の干渉33箇所、既設埋設物と新設特殊部・分岐桝等との干渉13箇所)確認できており、ICT施工技術の適用により、埋設管の破損事故防止に効果を発揮したと考える。また、ホロレンズを用い、掘削前にバックホウのオペレータが管路のMR(複合現実)画像を確認することで、掘削箇所の意識付けができ、埋設管損傷を防止することができた。

② 施工効率化

掘削作業においてICTバックホウを用いることで、短時間で設定した深さ通りの掘削が可能となり、検測作業の省力化、作業の効率化に大きく役立った。また、重機周りでの検測作業の軽減により安全性の向上にも寄与したものとする。

5. まとめ

今回、電線共同溝工事において、埋設管の破損事故防止、作業効率の向上を目的にICT施工技術の適用を試みた。その結果、地上の点群データと既存の地下埋設物および新規設計埋設管の3次元データを統合したCIMデータの活用、およびウェアラブル端末の活用により事前の関係者間協議および地元住民に対する説明がスムーズとなった。また、従来施工の様な不明管の発生等による手戻りや管路の破損事故もなかった。施工面では、ウェアラブル端末とICT建設機械の導入により、無事故で施工が完了し、作業効率の向上も確認できた。

一方、3次元起工測量のデータ取得や3次元データ作成にかなりの時間を要することや、ウェアラブル端末自体の操作が難しい、視野角が狭いなどの課題についても明確にすることができた。これらの課題については、ソフト製作メーカーや機器の製作メーカー等との協力や今後の技術革新とともに解消されていき、本技術の実用性が高まっていくものとする。また、今回作成したような3次元データ(CIMモデル)が今後蓄積されていくことで、将来的には3次元データの作成までの手間が省け、維持修繕工事がより効率的に行えることが期待される。