

4. ICTを活用したAR技術「埋設物可視化システム」

－ 掘削工事における“地下の見える化”を実現 －

清水建設株式会社 ○三木 浩
茨城工業高等専門学校 岡本 修
株式会社菱友システムズ 西原 邦治

1. はじめに

都市部における地下埋設物は、都市の近代化や人口集中に伴って多様化し、上下水道管やガス管、送電線、通信ケーブルなどが複雑に入り組んでいる。このため、開削工事や立坑工事などでは、それらの位置を関係者全員が事前に共有する必要がある。

そこで、ICT および衛星測位技術に着目し、タブレット端末を利用して誰でも簡単に地下埋設物を精度よく可視化できるシステムの開発を行い、その実用性を現場で確認したので紹介する。

2. 地下埋設物可視化システム

地下埋設物可視化システム（以下、本システムと称す）は、タブレット端末のカメラで写している風景画像に埋設物の図面を投影することで埋設物を可視化するシステムであり、AR関連技術の一種に位置づけられる。ARとは「拡張現実感(Augmented Reality)」の略で、実際の景色、地形、感覚などにコンピュータを使ってさらに情報を加える技術を指す。

本システムは、基準局のアンテナ・受信機とPC、移動局のアンテナと受信機、クラウドサーバで構成される。現場事務所に設けた基準局のPCと、移動局のタブレット端末はインターネットで接続され、常に最新の観測データが端末に送られる。（図-1 参照）



図-1 機器構成と通信イメージ

近年では、米国が中心に管理運営するGPSに加えてロシアのGLONASS、日本の準天頂衛星QZSS、中国のBeiDouなど、複数の衛星を複合的に利用するマルチGNSS(Global Navigation Satellite System)の時代が到来している。マルチGNSSで増加する衛星を有効に活用することで、安価な1周波受信機によるRTK法が実用的に利用できるようになった。

RTK法は、座標値が既知である基準局と観測点である移動局の2局を用いて、衛星から送信される搬送波を観測して相対位置を計測する方法である。基準局で観測したデータは、無線などの通信手段を用いて移動局に送信し、移動局で観測したデータとともに測位計算して座標値を求める。

本システムでは、マルチGNSSに対応した1周波受信機を採用することにより、小型軽量省電力を実現するとともに、RTK法による数cmの測位精度と安価なシステムを実現した。

3. 現場での適用

アンテナと受信機は超小型タイプを採用した。アンテナを写真-1に、受信機を写真-2に示す。また、写真-3に移動局（操作者）の装備例を示す。



写真-1 アンテナ



写真-2 受信機



写真-3 装備例

受信機とタブレット端末は無線通信であり、アンテナはヘルメットに取り付けるため、使用者は負担を感じることなくシステムを使うことができる。

本格運用に先立ち、当社で施工中の東京外環自動車道大和田工事において試行を行った。当現場は多数の地下埋設物が存在することから、本システムの実用性確認を行うのに最適と判断した

現場での操作手順ならびに試行の結果を以下に説明する。まず、移動局の使用者がタブレット端末とGNSSアンテナ・受信機を携行して現場に向かい、地下埋設物の近傍に近づくと、周辺に存在する埋設物の対象図面リストが画面に自動表示される。次に、使用者が確認したい図面を選択すると当該図面及び使用者がいる位置が表示される(図-2参照)。この際、埋設管が見えている箇所と画面表示と比較したところ、その誤差は数cm以下であることを確認した。



図-2 タブレット端末の表示画面

続いて、タブレット端末の内蔵カメラで掘削工事を行う地表面を眺めると、直下に敷設された埋設物のラインが地表面の映像上に投影される。写真-4にタブレット端末による使用時のイメージを示す。



写真-4 タブレット端末による使用イメージ

端末を使用する位置や保持する角度等に応じて、地表面のライブ画像に埋設物の敷設ラインが自動的に追

随して表示されるため使い勝手が良く、誰にでも手軽に操作できることを確認した。

なお、通信状況によるが、基準局では半径10km範囲にある複数の端末(移動局)を同時に利用することが可能である。

現場への適用に当たっては、事前に埋設物の図面データの登録が必要である。当社の現場では、まず電子化されていない紙ベースの図面をCADデータに変換する。次に登録する図面の四隅の緯度経度情報をクラウドサーバのデータベースに登録する。試掘調査等で埋設物の位置情報が更新された場合は、サーバ内のデータを更新すればよい。

なお、施設の管理者や事業者の方々など、当社の現場以外で本システムを採用する場合においても、この埋設図面の事前登録作業は必要となる。

4. おわりに

本システムの最大のメリットは、直接見ることができない地中の埋設物の種類や位置を、高精度の位置検知性能を確保しつつ、誰でも簡単・手軽に“見る”ことができる点である。本システムにより自分のいる位置と埋設物の存在と位置が「即座に一目でわかる」「正確に把握できる」ため、安心して効率よく地下掘削工事を行うことができる。紙ベースの図書を持つことなく図面の施工情報を現地で参照できるため、現場での作業性の向上も図れる。今回の試行によって、本システムの精度、手軽な操作性など実用性を確認できた。今後は一層確実で効率的な現場管理の技術として、掘削を行う現場に順次展開していく予定である。また、将来は、官庁や事業者の方々の方々の要望に応じて、そのニーズに対応できるものに本システムをカスタマイズして、採用を働きかけていくことも検討している。

参考文献

- 1) 岡本修:センチ・メートル測位RTK法の基礎と実力, トランジスタ技術2016年2月号, pp.66-79, 2016.
- 2) 埜和広・岡本修他:衛星測位受信機の比較に関する実験的研究, 日本測量協会応用測量論文集, vol.26, pp.21-32, 2015