

GNSS を用いた通信管路の高精度三次元座標の取得方法の開発

日本電信電話株式会社 正会員 ○吉村 勇祐
 日本電信電話株式会社 正会員 日吉 健至
 日本電信電話株式会社 正会員 板坂 浩二
 株式会社ミライト 非会員 大西 正浩

1. はじめに

現在、日本電信電話株式会社（以下、NTT）グループが管理する通信管路は道路図面をベースとした相對座標管理となっており、道路形態が変更されると埋設位置の確認が困難となる。これを高精度な三次元座標管理にすることで、NTT のみならず、社会全体の最適化に寄与する。一例をあげると、ある企業が道路掘削工事をする際に通信管路がその付近にあるか確認するための立合申請等、埋設設備の管理方法を変えることで NTT の業務だけでなく、道路工事に付随するあらゆる業務が不要となる可能性がある。

そこで、これまで NTT では高精度三次元座標での設備管理に向けた中核技術として、安価な 1 周波 GNSS 装置を用いた座標取得技術の開発を実施してきた。

2. 課題

GNSS 装置を用いた RTK 法は基準局と移動局で構成されている。一般的に移動局は三脚とそれに付随する水準器を用いて水平設置し測量する。しかし、通信管路工事の際の掘削溝は、図-1 のような狭小部で、内部に三脚を設置できない。また、通信管路は 1 本約 5m の長さのものを連結して使用するため、線形変化点での測位を実施する際に各点で三脚を用いて測量しては多くの作業時間がかかるため、効率的な掘削溝内の測量方法が必要となる。本稿では、これまで実施例のない掘削溝内の測量方法の開発を目指す。

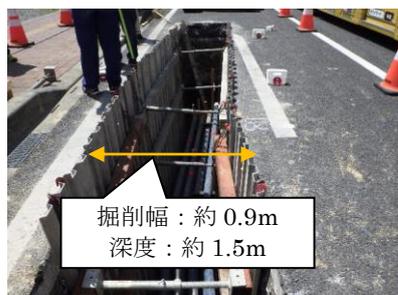


図-1：通信管路工事における掘削溝の例

3. 解決手法の検討

3.1. 測量方法の検討

効率的かつ掘削溝外から掘削溝内の管路を測位する方法として、図-2 に示す方法を考案した。この方法の要求条件として、「①：通信管路工事の掘削溝の大きさに合わせて測量可能なこと」、「②：より多くの人工衛星からの電波を捕捉するためにアンテナが常に天頂方向を向くこと」、「③：GNSS 装置で取得する位置座標と、管路の埋設深度を考慮した管路位置座標の補正ができること」がある。

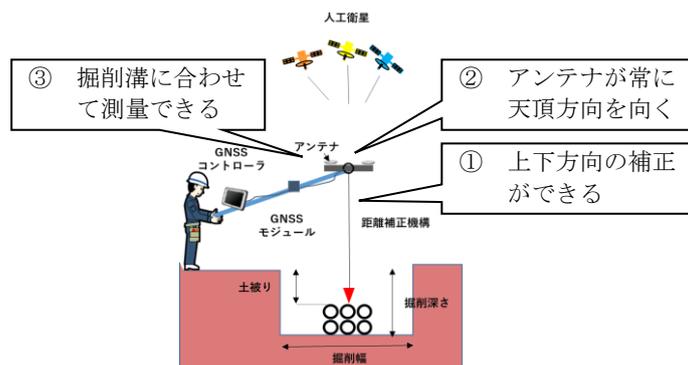


図-2：測量装置および方法

3.2. 測量方法を実現可能な装置の試作

前節の条件を満たす測量装置の試作を実施した。装置は、「GNSS 装置（アンテナ・モジュール・コントローラ）」と「測量棒（アンテナ台・伸縮棒・鉛直距離補正機構）」にて構成される。本装置を用いて管路の線形変化点ごとに複数の測点を測量し、これらを繋げて線にすることで三次元座標をもとにした高精度な管路線形が把握できる。次節から要求条件の実現方法を紹介する。

3.3. 掘削幅に合わせて伸縮可能な機構

通信管路工事の掘削幅に適用するため、伸縮可能な棒を用いた。これにより、工事ごとに異なる掘削溝の幅が網羅可能となるだけでなく、測量しないときは 0.3m 程度に縮めることができ、可搬性が向上した。

キーワード GNSS, 通信管路, 埋設物, ライフライン, 設備管理, 測量

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 TEL 029-868-6226

3.3. アンテナが天頂方向を向く機構

今回、図-3 に示す治具を作成し、測量棒のプロトタイプを作成した。本機構により、測量棒を斜めに向けても、アンテナが天頂方向を向くことで精度を落とすことなく短時間での連続測量が可能となった。

3.4. 高さ補正機構

GNSS 装置で求める座標と求めたい管路位置の座標の補正を実現するため、レーザ距離計等の機構を検討したが、重量が大きくなり安定性が悪くなった。よって、今回は図-4 に示す、吊下げ紐と重りを組み合わせ合わせた一定長の紐を用い、GNSS 装置で求めた座標 (X, Y, Z) に対して、一定長の紐 H を補正項とし、管路部分の座標 $(X, Y, Z-H)$ を求めることとした。

4. 検証実験

4.1. 検証概要

今回開発したプロトタイプを用いて、研究所敷地内のオープンスカイ環境（ビル等の遮蔽物が無い）である地上の測点にて従来の①「三脚を設置し、水準器で移動局を設置する方法」と②「今回開発した測量棒での計測」により誤差が発生するかを検証した。位置座標は同一の RTK-GNSS 測量可能な装置を用い取得し、国土地理院のマニュアル²⁾に倣い、Fix 解が得られてから 10 エポック（10 秒間）の平均値を用いている。①と②の誤差が 0.1m 以内であれば管路間の離隔距離の観点から実用に耐えうる精度とした。また、同一測点を別の作業者がそれぞれ測位し、結果にバラツキが発生するかについて検証を実施した。

4.2. 検証結果

「①三脚を設置し、水準器で移動局を設置する方法」と「②今回開発した測量棒での計測」の比較を実施したところ、表-1 の通り、全作業者の測量において三脚を利用した場合との誤差は絶対値で 0.1m 以内となった。これは、一般的な RTK-GNSS 方式の誤差（水平方向： $\pm 0.01 \sim 0.02\text{m}$ 、上下方向： $\pm 0.02\text{m} \sim 0.03\text{m}$ ）を考慮しても十分に実用可能なレベルである。

表-1：検証結果

作業者 No	XY 誤差 (m)	Z 誤差 (m)
1	0.023	0.061
2	0.009	0.071
3	0.033	0.064
4	0.018	0.064



図-3：アンテナが天頂を向く機構

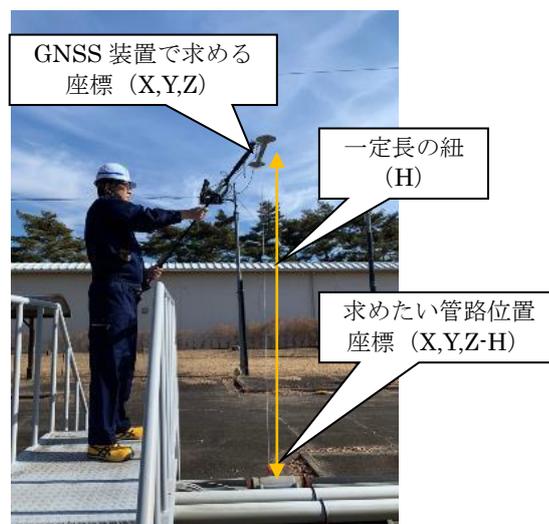


図-4：高さ補正機構

5. まとめ

本稿では、これまで実施例のない掘削溝内の管路の高精度三次元座標を GNSS 測量装置にて取得するための新たな方法の実現を目指した。測量装置のプロトタイプ開発を実施し、複数の作業者の測量にて本測量方法の測定誤差が実用に耐えうるレベルであることを確認した。今後は、装置の軽量化などの実用化開発に取り組むとともに、現場での座標取得トライアルを実施していく。また、取得した点座標から管路線形を構築し、高精度な設備管理をするためシステムに実装する方法を検討していく。

参考文献

- 1) 相澤ら, 1 周波 GNSS を用いた地下管路設備の位置計測に関する検証, 土木学会 第 73 回学術講演会, 2018
- 2) 国土地理院, マルチ GNSS 測量マニュアル(案) - 近代化 GPS, Galileo 等の活用 -, 国土地理院技術資料 G1-No. 18, 2015