

## 解説

# 完璧主義が道を閉ざす (推進自動測量システムの開発)



稲葉 富男

(株)ソーキ  
開発部部长

### 1. 概要

推進工事は構造体が動く特殊性、狭い空間での作業および立坑内の短い基準線という非常に過酷な条件での測量である。手動測量時代には、この測量を自動化し短時間で正確に計測する技術は、夢の自動測量技術として切望されていた。この推進自動測量システムを開発するにあたり、過大な夢を求めた完全自動化案では完成出来ず、現実を受け入れた半自動化案で完成したという経緯がある。またシステムの改善途中で、「このように改良すれば良くなる」と思った内容が思わぬトラブルを引き起こした事例が数多く存在する。ここではそれらについて述べる。

### 2. 完璧主義とその障壁の高さ

#### 2.1 夢の自動測量システム

自動化という言葉は非常に魅惑的な響きがある。スイッチを押すだけで勝手に計測し正しい結果が出る。推進の測量でこのような計測システムを作ることが自動測量システムの開発だという強い思いで、代表取締役の都志と筆者で開発を開始した。幸いなことに推進工事で自動追尾が可能な測量機は、ジオジメーター S600 だという判断はしていた。

#### 2.2 開発目標および対応策

当初計画で、精度確保、機器の簡素化および視通確保が大きな開発目標となった。精度確保については、短いバック点、厳しい管内環境等悪条件が揃っているが、ジオジメーター S600 で出来な

表-1 開発目標と対応策

	開発目標	基本方針	対応策
1	精度確保	トータルステーション方式	ジオジメーター S600 で可能
2	機器の簡素化	管内への配線を少なく	専用ユニットの開発
3	視通確保	定点に測量機を置く	管内の一定位置に留まる装置

ければ他のどの測量機でも出来ないという判断をしていた。次に機器の簡素化として、管内への配線は1本にするという目標をたてた。これは専用ユニットで十分対応できると考えていた。また自動化のためには管内の見通しの利く位置に測量機を固定する必要があると考えたのだが、特に名案は浮かばずこれが開発の肝と感じた。

### 2.3 測量機の定位置化とその大きな問題点

動く管内で測量機を一定の場所に留める仕組み、これこそ開発だ。開発する価値がある。と思ひ込み、様々なアイデアを考えた。

#### (1) 移動台車方式

そのころの自動測量システムとして、ロボサーチャやシールドナビゲータがあり、自走しながら定点に止まって測量を繰り返すシステムがあった。このアイデアが利用できるのではと考えたが、自走する台車作りが途方もなく難しく、計画だけで頓挫した（図-1）。

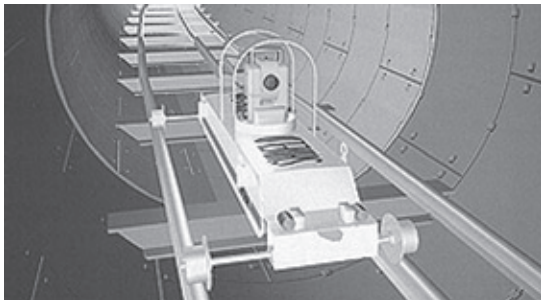


図-1 シールドナビゲータ（自動測量研究会）

#### (2) ワイヤ固定方式

切羽および立坑からワイヤで測量機の架台を繋ぎとめる方法も考えたが、これも複雑すぎて実現には程遠いアイデアであった（図-2）。

#### (3) レール方式

移動台車方式の移動にある程度制限を加え、制御しやすくする考えであるが、管内設備がたいそうになり実用的でないと判断した。

いずれの方式も仕組みが難しく、研究段階までは到達するが実用には程遠いと思われ、推進の自動測量システムの完成は遠のいたと感じた。

### 2.4 半自動化システムへ方向転換

自動測量システムへの様々な課題の中で暗中模索をしていたとき、ある業者さんとの会話の中で、推進の測量システムは「取り敢えず自動で計測が出来ただけで十分価値がある」という言葉を耳にした。今まで完璧主義で完全自動化を目指していたのが、半自動化でも十分価値がある。と判断した後は開発が加速した。つまり、測量機をある一定の位置にとめることはせず、推進管が動いた場合人力により元の位置に戻すのである。ここでの教訓は要求されているコアな部分が満足出来ればシステムとして十分に役立つということである。

そして平成9年9月に、上部RMT方式、順次測量方式の推進自動測量システムを世に出すことが出来たのである。

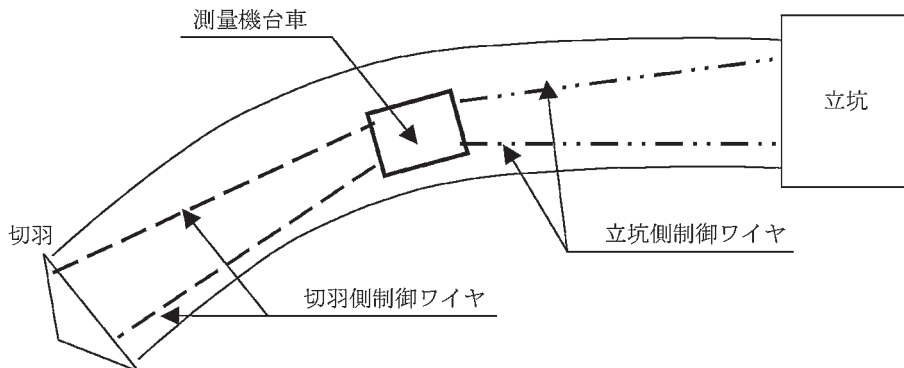


図-2

### 3. 改善は改悪の温床

#### 3.1 あたりまえが改善を要求

上部RMT方式は、立坑から管内にあるジオジメーターS600を順次開放トラバース測量を行なうことで、精度良い測量結果を安定して出すことが出来た。そして推進測量の苦渋作業からの開放を提供した。ところが自動測量が「あたりまえ」になるに従い、様々な要求が飛び出してきた。それらは、測量時間の短縮、自動整準台の追加、測量機の安定作動、使い勝手をよくするソフト改良等である。これらを改良するためにシステムの基本的な考え方を変更し、新しいユニットを製作して、内蔵RMT方式、分散計測方法の新しいシステムに移行した。この新しいシステムの製作にあたり、システムを良くしようとしたことが、システムを悪くすることが多々あったので、何例か紹介する。このシステムを良くする改良は、まさかそれが別の悪さの原因になっていると、通常は考えないので、発見するのが遅れる傾向がある（写真-1、表-1）。

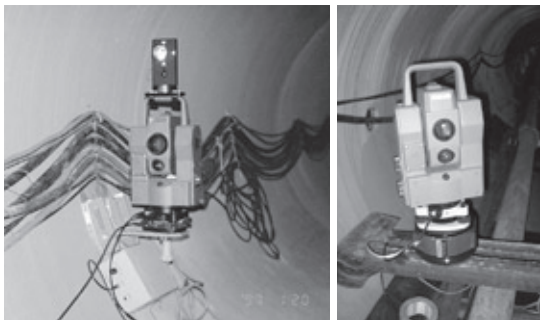


写真-1 上部RMT方式および内蔵RMT方式

表-2 改善が引き起こしたトラブル

	改善内容	内容	発生したトラブル
1	サーチ方法	より安定を求め、同時から交互へ	サーチエラー
2	コマンド追加	より便利にするための立坑へ向ける機能	動作不安定

#### 3.2 同時サーチから交互サーチへの変更

内蔵RMT方式は、お互いの測量機が見合っサーチを行なうことで、方向を決めていた。つまり、両方から同時にサーチをし、動いている相手の測量機を探す方法を採用していた。この方法でも十分に機能を果たしていたのだが、動いている対象物をサーチする動作が非常に不安定に感じられたので、サーチされる測量機は固定しておきサーチする側だけが動く方法に変更した方がより安定すると考え、交互サーチ方式を取り入れた。ところがこの交互サーチ方式を現場に導入すると、通常は正常に動作しているのであるが、何かの拍子にサーチエラーが増えるのである。不安定に見えた同時サーチの方がまだ安定しているのである。さっぱり原因がつかめずいろいろ試行錯誤をした結果、自ら出している誘導赤外線が、サーチされる側の測量機のレンズで反射し妨害をしているのが原因と判明した。それも条件が重なった場合に発生する。そこでサーチ時、自らは誘導赤外線を出さない処理を加え、動作を安定させたのである（図-3）。

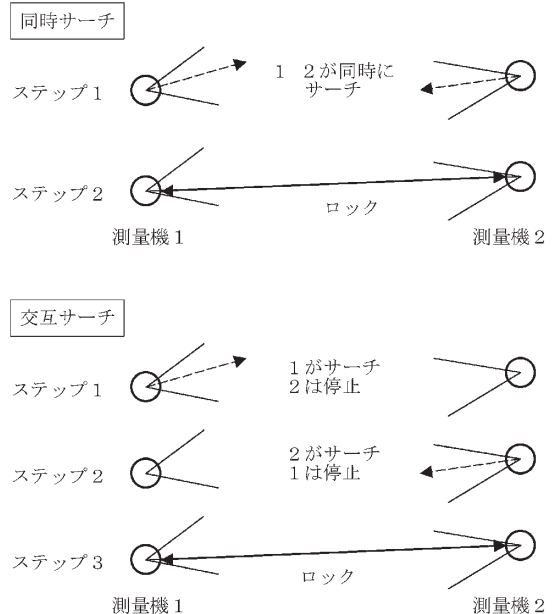


図-3 サーチの概念図

### 3.3 立坑方向を向けるコマンドの追加

自動測量システムで測量を開始する場合、その測量機がどちらを向いているかが非常に重要な要素になる。つまりにバックおよびフォアサイトを計測するとき、プリズムの方向を向く必要がある。人が測量機を扱う場合、自然と計測する方向へ向けるのが当たり前なのであるが、自動測量においてはこの部分をどのようにして自動化するかが非常に重要なのである。これが何らかの原因で決まった方向を向いていないと、動きがバラバラになり計測が出来ないのである。通常は測量の開始前に、人力により測量機を一定の方向へ向かす作業を行っていた。ここを自動化しようとした改良がとんでもないエラーの原因となったのである。

測量機をある方向を向ける方法として次のようなことを考えた。

- ①測量機の設置は測量機の外形に従い決まった方向へむける。具体的には、測量機の通信コネクターを立坑方向へ向けている。
- ②あるコマンドを送ると測量機がコネクターの方向をむく。

このコマンドを作成するにあたり、測量機の内部角度計を「ゼロ」にセットするという方法を採用した。ところがこの「ゼロ」が測量機のファームウェアにとって非常にデリケートな値であった。このコマンドがあれば、コネクターを立坑方向に向けて測量機を設置しておけば、このコマンドを送ることにより、測量機が「立坑方向に前に並え」をするのである。非常に便利なコマンドの1つである。ところがこのコマンドを送るとなんらかの原因で測量機が不安定になったのである。それもほとんどの場合通常に動き、ある日突然サーチエラー、ロックエラーが頻発し、計測不能に陥るのである。まったく訳もわからず、エラーを起こしている現場で試行錯誤の連続である。現場さんには非常に迷惑をかけるが、何日かすると全く無くなってしまう。これの原因が、ゼロセットであると解明したのは、ジオジメーターの

ウェーデン本社である。現象が出てから数ヶ月後にスウェーデンから事象の再現が出来たと連絡が入ったのである。現在のシステムは「ゼロ」を入れるのではなく「340」という数字を入れて決まった方向を向けている。

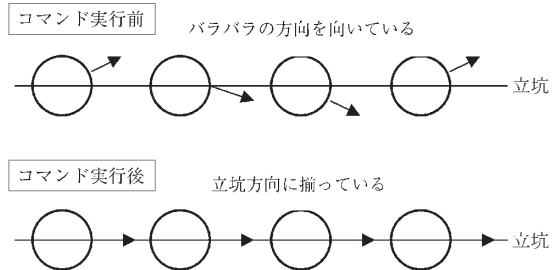


図-4 コマンド実行効果

## 4. まとめ

ユーザーニーズを反映させることが開発の基本である。開発者の思い込み、最新技術へのこだわり、かっこ良さが往々にして適切な開発の妨げとなる。ユーザーニーズを把握するには机上でものを考えていたのでは本当のところは解らないもので、実際の現場を肌で感じる必要がある。当社の自動測量システムも開発から12年の年月を経ており、周囲の状況、機器の発達は著しく、これらに対応すべく更なる改良が必要と感じている。また、改善が改悪にならないよう肝に銘じて推し進めるつもりである。

### ○お問い合わせ先

(株)ソーキ

東京支店

〒135-0043 東京都江東区塩浜2-2-10MKビル

Tel : 03-6743-1389 Fax : 03-5665-5602

システム事業部

〒550-0026 大阪市西区安治川2-1-8

Tel : 06-6586-1401 Fax : 06-6586-5431