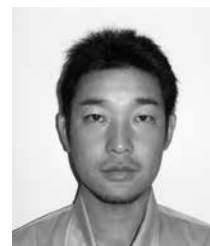


解説 自動化への挑戦

自動化技術で負担低減 安全と品質確保



よしだ けいそう
吉田 桂三

機動建設工業(株)
関西支店
工事部課長補佐

1 はじめに

当社が、大中口径管の長距離・急曲線（多曲線）推進工事の施工を本格化させたのは約15年前頃からです。私はこの時期から主に大中口径管の推進工事に携わってきましたので、今回の「自動化施工への挑戦」のテーマでは、大中口径管推進の自動化について執筆させていただきます。

当時の長距離・急曲線（多曲線）推進工事の施工に際しては、「如何に低い推進力を保ち、管列を乱さず曲線軌道を形成し、所定の日進量を確保しつつ施工を行うか」ということが課題でした。そのため、自動化施工への取り組みは、おのずとして重要なファクタとなりました。

長距離推進工事に適した工法として、当社は主に泥水式推進工法を採用しました。泥水式工法は、基本的に掘進中は掘進機内や推進管内での作業を必要としないこと、また、連続排土が可能であることから、自動化施工に最も適した工法であると思われたからです。

2 管理技術の自動化への挑戦

自動化施工に関してまず初めに取り組んだことは、「管理技術の自動化」です。管理上のロス無くし省力化を図り、安定した推進精度を確保することで、より円滑に推進工事を施工する

ことを目的としました。

当時の推進工事では、掘進サイクル完了後に光学測量で掘進機の位置を確認し、次回の掘進サイクルに対しての修正量を計算していました。しかしながら急曲線推進の場合は、1サイクル毎の変位量が大きいため、修正が遅

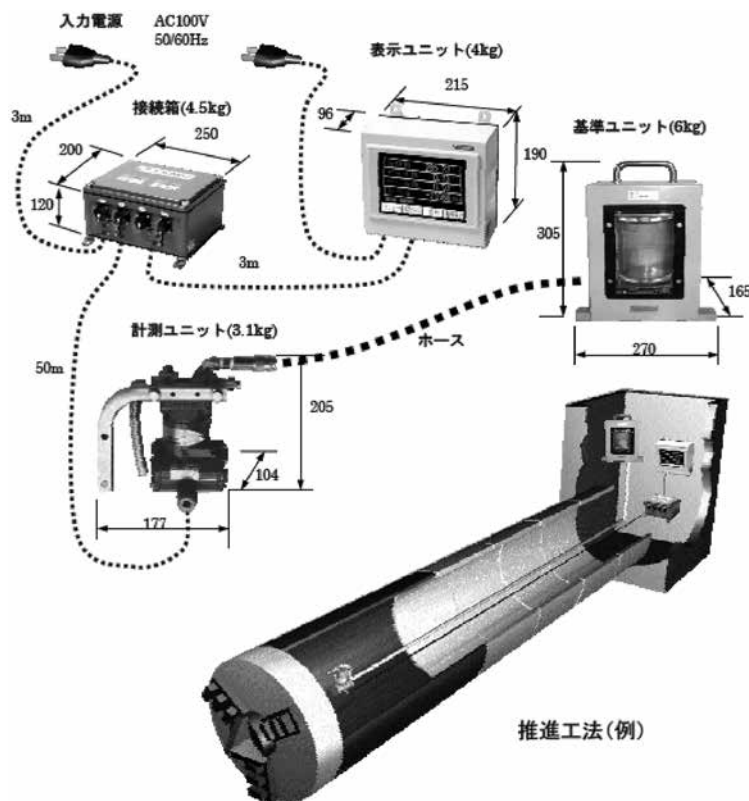


図-1 液圧差測定式レベル管理システム概要図

れたり（早すぎたり）することで推進精度を損なう恐れがありました。そこで、掘進中にリアルタイムに掘進機の位置と姿勢を把握することが必要とされました。

平面方向の掘進機の姿勢を把握するために、掘進機内にジャイロコンパスを搭載しました。基線方位に対しての掘進機の方位と立坑内の元押ジャッキスピード（ストローク）を同時に計測することで、掘進機の管理座標値を積算により求めるためです。これを、パーソナルコンピュータ（パソコン）を用いてシステム化したものがジャイロコンパスナビゲーションシステムです。しかしながら、ジャイロコンパスナビゲーションシステムでの演算結果が、必ずしも、掘進機の方位に対して進むとは限りませんでした。特に長距離推進の場合は、元押ジャッキストロークがある程度推進力伝達材（クッション材）に吸収されてから初めて推進力が掘進機に伝達されて動き出すため、タイムラグによる誤差の発生がありました。その他にも土質条件、追従する推進管列、掘進機の形状、推進管径等様々な施工条件により誤差が発生するために、掘進サイクル毎に光学測量で掘進機の位置を計測して修正しなければならないという問題がありました。

また、縦断方向の掘進機位置の測定には、液圧センサを掘進機に固定し、液圧センサと立坑に設置した基準タンクを水管で連結して水頭差により掘進機の高さを計測する方法を用いました。これをシステム化したものが液圧差測定式レベル管理システムです（図-1）。

液圧差測定式レベル管理システムは、推進工事では、圧力センサと基準タンクを連結する水管を掘進サイクル毎（推進管の継ぎ足し時）に脱着する必要がありました。しかしながら、当

時の水管はジョイントの品質が悪く、脱着の際に頻繁にエアが侵入してしまい計測値に異常が見られ、水管内のエア溜りを探し出してエア抜きするのに走り回っていました。現在ではジョイント部の品質が改善され、作業手順も確立しているためにトラブルはなくなり、縦断曲線を含む施工や縦断勾配が大きい現場で広く使用されています。

これらのシステムを使用しリアルタイムに掘進機の位置と姿勢を把握することで掘進中の方向制御が可能にはなりましたが、やはり計測値の確認を行うために、管内測量（光学測量）は推進工事には欠かせないものでした。しかしながら、推進管径が小さい場合、長距離・多曲線（急曲線）推進の場合、縦断曲線が組み込まれている場合等では管内測量の盛替回数が極端に多くなるため、測量に要する時間が増え、また労力的な負担も大きくなります。このため、管内測量の自動化が望まれるようになりました。

そこで管内測量の自動化技術として、「自動測量システム」（図-2）が導入されました。導入当初は、地上と管内での測量条件の違い、インバータによるノイズ、その他システム上のトラブル等の問題が数多く発生していましたが、現場毎に改善を重ね続けた結果、実用可能となりました。自動測量の実用化に伴い、現在では、各現場の管理職員の負担が軽減され、また測量に要する人員を減らすことが可能になりました。そして、安定した掘進精度及び日進量の確保に役立つようになりました。

自動測量システム導入と同時期に、「自動ガス検知システム」も導入されました（図-3）。自動ガス検知システムは、推進管内の任意の位置及び立坑内において24時間連続で測定を続け測定記録を残せるため、安全管理に役立ち、管理作業の負担軽減に繋がりました。

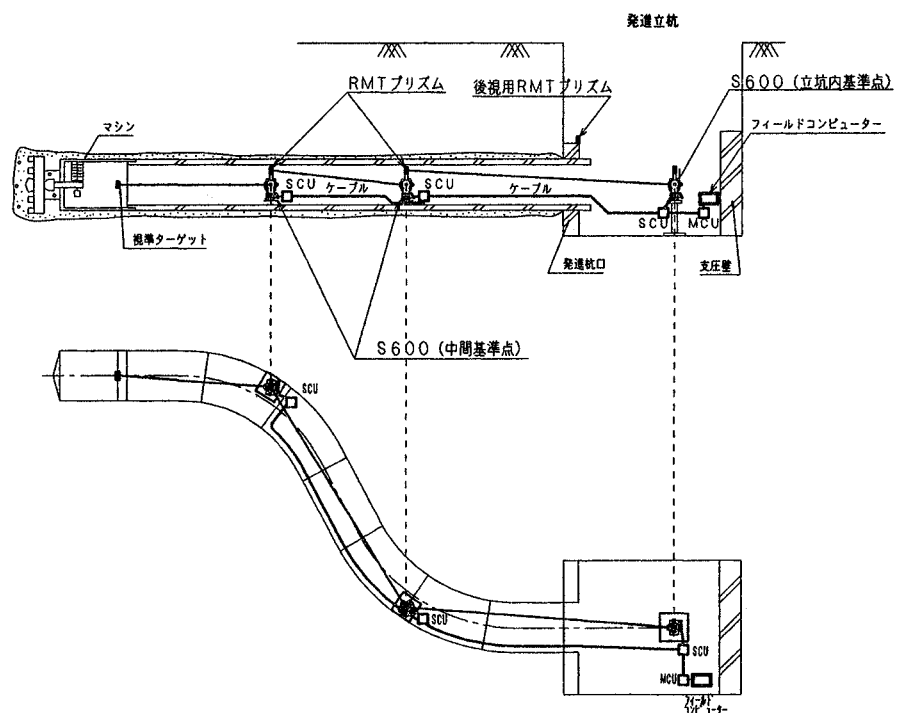


図-2 自動測量システム基本概念図