

VI-53

ジャイロコンパスによる
TBMの自動位置・姿勢計測システムについて

佐藤工業㈱ ○ 正会員 古川 哲男
同 上 正会員 大西 豊
開発工事㈱ 吉岡 久

1. はじめに

トンネル施工の合理化・急速施工を目的としてTBMの導入が進められている。トンネルの施工管理のうちで最も重要なものの一つに、線形管理がある。TBMによる施工の場合、掘進速度が早いいため、線形管理測量を迅速かつ高精度で実施する必要がある。

このほど、シールド用に開発したジャイロコンパスを用いた自動位置・姿勢計測システムをTBM用に改造して実施工に用いたところ、良好な結果が得られたので以下に報告する。

2. 線形管理測量の現状

一般に、トンネルの線形管理測量は、作業の交代時、すなわち2回/日程度行われている。TBMの場合、掘進速度が早いいため、この測量と測量の間の線形管理は、むずかしく蛇行発生の大きな要因となっている。このような状況に対応し、測量と測量の間もTBMの位置情報を得る目的で、レーザーが用いられる例がある。しかし、TBMではトンネル断面一杯にTBM駆動装置・トレンローダー等、各種設備が設置されているため、レーザーを通す空間を確保することが困難になる場合がある。とくに、カーブ区間では、レーザーをTBMに照射できる距離が短くなり、レーザー盛り替えの頻度が多くなる。さらに、レーザーでは線形管理を行う上で重要な情報であるTBMの姿勢を高精度で計測できないという問題を有している。

3. ジャイロコンパスによる

TBMの自動位置・姿勢計測システムの概要

TBMに真北からの方位を検出するジャイロコンパスと、水平からの角度を検出する重力加速度計を登載し、TBMの姿勢(ヨーイング・ピッチング・ローリングの三成分)を計測する。ジャッキストロークからの信号とともに、地下信号処理装置を経て地上のパソコンに伝送され、TBMの位置・姿勢を演算するとともに、計画線との離れおよび計画方向とのずれを算出し、地上・地下のモニター画面にリアルタイム表示する。さらに、これまでのTBMのセット角と実際の進行方向との関係を演算処理することにより、TBMが計画線上に沿って掘進するための最適セット角が表示されるようになっている。このようなシステムを採用しているため、狭隘な作業空間や曲線施工などの制約を受けることなく、TBMの姿勢を高精度でかつリアルタイムに計測することが可能である。

なお、TBM掘進時の振動や高温・高湿の坑内環境に対しては、事前に振動実験等を行い、システムの対環境性の確認を行った。

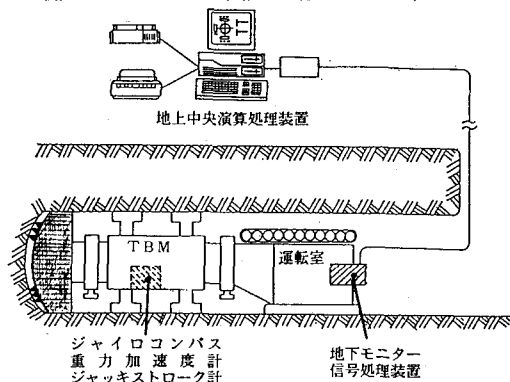


図-1 システム概要図

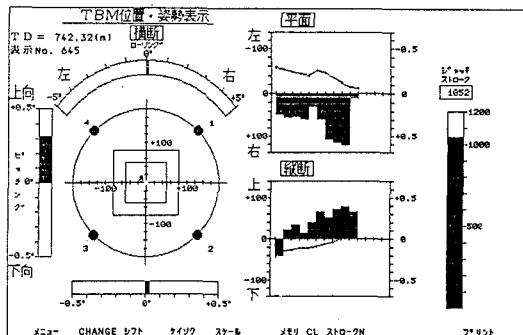


図-2 モニター画面

4. 工事概要

本工事は出力46,900Kwのダム水路式発電所の放水路トンネルを建設するものである。放水路は、内径 ϕ 7.1 m、延長3.6kmであり、このうち3,350 mをTBMによって ϕ 3.3 mのパイロット導坑を掘削し、さらにリーミングにより拡幅を行う。

地質は、おもに黒色片岩から成っており、一軸圧縮強度は約 400kgf/cm²である。

工 事 件 名	秋葉第三発電所新設工事
発 注 者	電 源 開 発 株 式 会 社
工 事 場 所	静岡県天竜市横山町
TBM仕様	パイロット、リーミング方式 パイロット外径 3,300mm リーミング外径 7,100mm
TBM掘進延長	3,350m

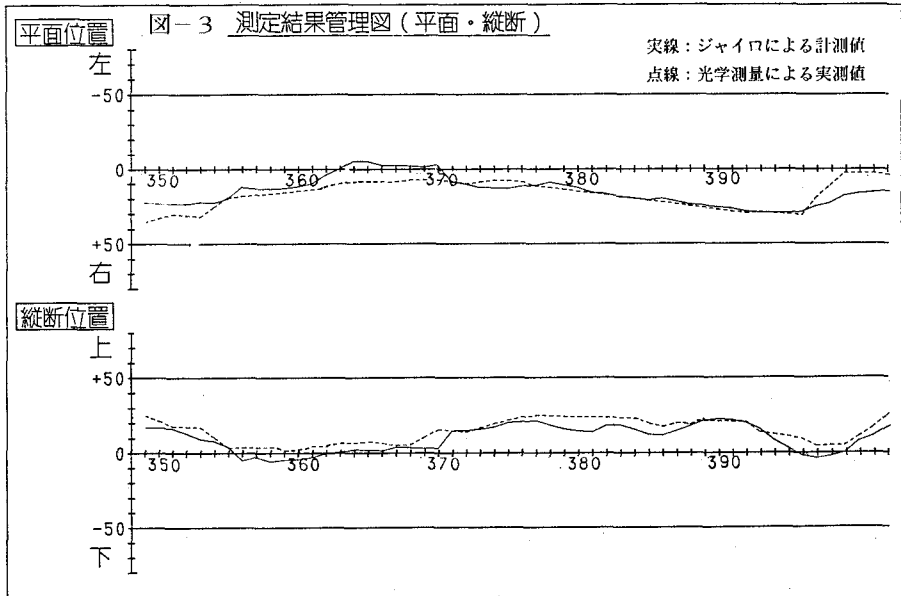
5. 施工結果

TBMは、トンネル壁面に張ったグリッパーに反力を取り、メインブームの方向を設定した後、1ストローク1.1 mを掘進する。1ストロークの掘進中は方向の変更ができないため、線形管理を実施する上で、メインブームの方向設定が非常に重要となる。本システムの採用により、TBMの位置・姿勢をリアルタイムに知ることができ、さらに計画線に沿って掘進させるための実績に基づく目標方向が指示されるため、オペレータは図-2に示すようなモニター画面に表示されるTBMの姿勢を見ながら容易にメインブームの方向を設定できるようになった。

本工事における線形管理実績を図-3に示す。実線は、本システムによる計測結果を、破線はチェックとして実施した光学測量の結果をそれぞれ示している。

6. おわりに

TBMの蛇行はある程度仕方の無いものとされていた。すなわち、線形管理を入念に実施しようとするれば、測量頻度を多くしなければならず、TBM本来の施工速度を阻害することになるからである。今回の実績から、TBMの特長を生かしつつ高精度の線形管理を行うことができるという、本システムの有効性を確認することができた。今後は、本システムをベースに、TBMの自動方向制御システムへ向けて開発を進める計画である。本報告が類似工事の参考になれば幸いである。



《参考文献》

- 桐谷 他 「ジャイロコンパスによるシールドの自動位置・姿勢管理システム」
土木学会・土木施工研究委員会「最新の施工技術・3」