

解説

推進測量システム

大口径管推進工事における 測量技術と今後の課題

よしだ けいぞう
吉田 桂三

機動建設工業(株)
土木本部技術課課長



1 はじめに

今回のテーマ「大口径管推進工事の最新測量技術」について執筆依頼を受けて真っ先に頭に浮かんだ事は率直に「困ったな。何について執筆しようかな?」という感想だった。これは推進工事における最新測量技術の「材料がない」ということではない。しかしながら、取り上げて紹介する程の画期的な新規技術というものがあるかと言われると特に思い当たる節がないことも事実である。見方を変えればこれは現状の推進工事の測量技術がある程度確立されたものであるとも言える。また大口径管の場合は管内作業が可能のためにコストパフォーマンスを考えれば人力作業のほうが優先されるため新たな測量技術がこれ以上求められていないととれる。

これまで推進工事の測量技術に求められていたものは、掘進機の位置や進行方向を「正確に(精度)」、「迅速に(時間短縮)」、「省力化して(作業負担の軽減、無人化)」、「安価に(コスト削減)」行うことが求められてきた。そのニーズに応えるために当社で取り入れたものが、ジャイロコンパス、自動測量システ

ム、液圧差レベル計である。その他に路上から非開削で掘進機の位置を探索する電磁誘導測量システムがある。これらは今から15～20年程前に長距離多曲線(急曲線)工事が施工され始めたことから需要に応じて技術開発されたものである。いずれも現場への導入当初はトラブルの連続で日中管内を重たい荷物を持って這いずり回った苦い思い出がある。また折角の計測機器をどのように活用したら良いか試行錯誤した記憶もある。しかし各社メーカの協力もあって少しずつマイナーチェンジを繰り返したことで現場で工夫することで今では欠かすことのできない確立された測量技術となった。そして現在でも推進工事における実用性、計測精度の向上を目的に確実により良いものへと進化している。しかし現在のシステムに課題が残されていない訳ではない。

私はメーカエンジニアではなく推進工事の現場作業を管理する立場である。本稿ではこういった測量技術を簡単に紹介するうえで、システムの利用方法やさらにより良い測量技術として進歩していくために課題も含めて記載したいと思う。

2 測量システムの紹介

2.1 ジャイロコンパス (東京計器(株)製)

ジャイロコンパスとは、「ジャイロの特性」と「地球の自転角速度・地球の重力」を利用して回転軸を常時真北に向けておくことで方位を測定する装置である。簡単にいうと真北からの絶対方位角度を測定する装置のことである。長年船舶用ジャイロコンパスとして使用されていたものをトンネル用掘進機方位計測として改良を加え高精度化したものである。当社は、東京計器(株)製のジャイロコンパスを使用している。ジャイロコンパスセンサユニットには、方位角度の他にピッチング・ローリング計測器も内蔵してある(写真-1)。

ジャイロコンパスは掘進機の水平方向角度をリアルタイムに監視することにより掘進中に修正をかけることができる。

管理水平座標の「進行方向をX軸」、「横方向をY軸」とすると推進架台据付時の角度が初期方位角度となる。表示計内でオフセットをかけて初期方位角を0°とすることもできる。従って掘進中の「ジャイロ指示角」－「初期方位角」＝「管理座標上の掘進機の機首角

度」となる。また光学測量により掘進機内の任意の点を1点測量すれば掘進機先端位置座標を算出することができる(図-1)。

曲線造成時は決して掘進機先端方位の方向に進むとは限らない。これは推

進工事によく耳にする横ズレ現象が発生するからである。横ズレ現象は地山の地耐力や掘進機の中折れ配置構造や後続の管列、曲線半径等様々な条件によって異なって影響を受ける。しかし曲線造成変移角度はトータル的には同じ

である。従って、ジャイロコンパスで変移量を追いかけることができれば熟練者にとって曲線管理は容易である。特に1本あたりの変移角度量の大きな急曲線では曲線進入時の修正の遅れや修正Jを出し過ぎた場合に設計法線に戻すことは容易ではない。また推進精度不良は「推進力の伝達」「推進管の追従性」を妨げる要因となる。以上のことよりジャイロコンパスは曲線造成管理を行う上で欠かせないものであると言える。

従来のジャイロコンパスは、精密機器であることで取り扱いには十分注意が必要であった。特に振動や無電源時であっても傾きに対しては機器の故障の原因となる。そのため現場で掘進機に取付ける際や現場への運搬方法にも注意が必要である。運搬用の収納木箱にはショックセンサとチルトウォッチ(転倒監視板)を取付けジャイロコンパス専用の運搬業者に依頼して現場への納入・搬出を行う。また振動に弱いため巨礫地盤や岩盤等を掘進する場合は計測不良となるためセンサユニットと台座との間に衝撃干渉材を取付ける等の工

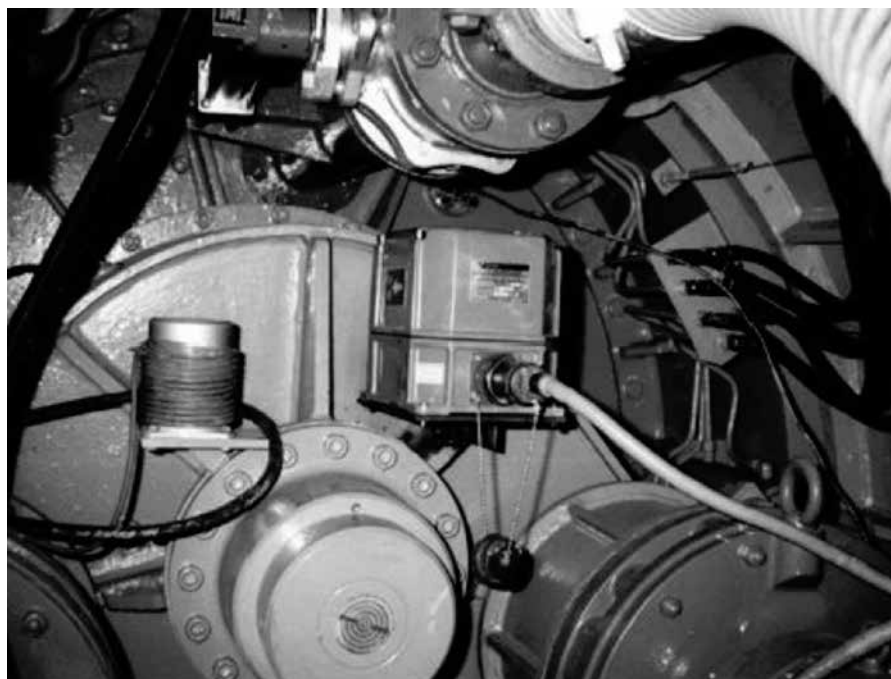


写真-1 掘進機に搭載したジャイロコンパスセンサユニット

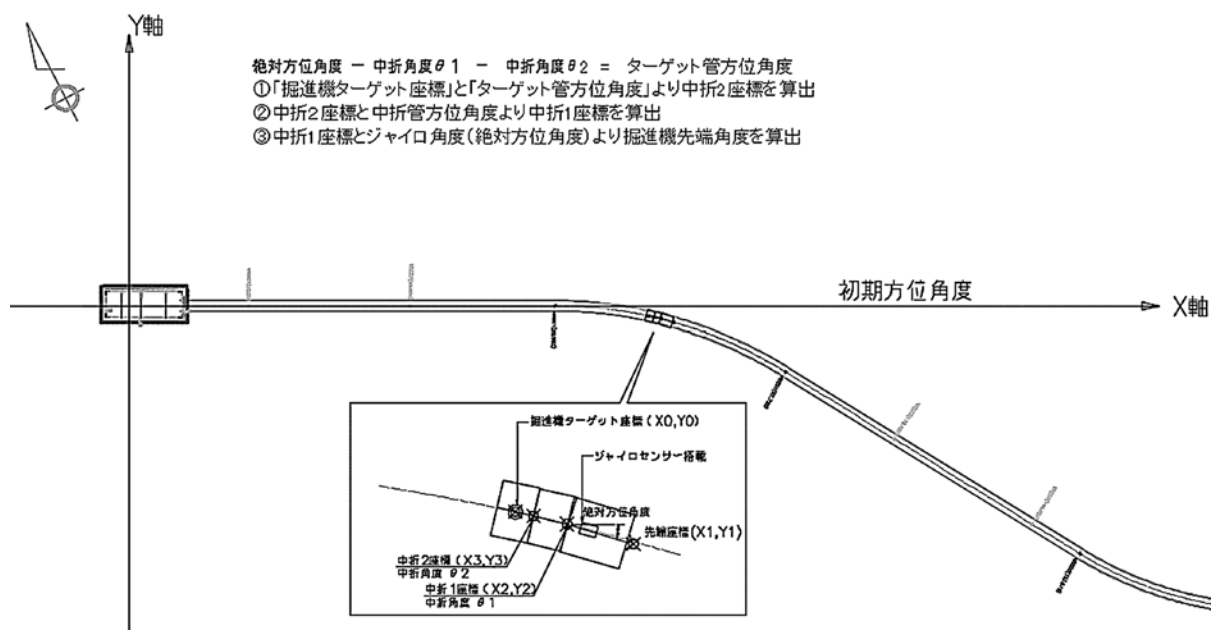


図-1 ジャイロコンパス曲線座標管理参考図