

解説 測量技術の挑戦

小口径長距離曲線測量・ジャット工法から 障害物前方探査技術・ミリングモール工法への発展

はまだ じゅうろう
濱田 十郎

ヤスタエンジニアリング(株)
技術開発部長



1 はじめに

弊社の過去から現在までの測量技術を振り返りますと、現場での掘進機位置を迅速に算出するため、ポケットコンピュータに自社開発の曲線測量ソフトを組み込んだことから始まり、小口径曲線測量のためのCCDカメラセンサを開発。次に、推進とシールド工事にGPS電磁波誘導測量装置（ネオジャストシステム）を開発。一昨年から掘進機前方探査装置と順次開発を進めてきました。

CCDカメラセンサ（ジャット工法に搭載）は小口径管推進で曲線、長距離、しかも坑内での測量というニーズに答

えるためのものでした。

次に、発進・到達の立坑が小型化されるなか、到達精度を確実にするという要望からGPS電磁波誘導測量装置（ジャット工法、ミリングモール工法に搭載）を考案いたしました。

また、都市圏の地下は、高度成長と共にインフラ整備された、上下水道のほかに電力、通信、ガスおよび地下交通システム等の地下構造物が輻輳して埋設され、これらを構築するために設けられたH型鋼や鋼矢板が多数残置されており、推進工法やシールド工法での施工にこれらが大きな障害となっております。この問題を解決するために、

掘進機前方探査装置（ミリングモール工法に搭載）による障害物の探査を行い、掘進機カッタで残置されたH型鋼や鋼矢板撤去を行う工法の開発を行なってまいりました。

今回、上記3方法の測量方法等を紹介させていただきます。

2 ジャット工法・小口径長距離曲線測量方法

ジャット工法は小口径管推進工法の高耐荷力方式泥水一工式に分類されます。

特長となる曲線測量方法は掘進機の後続となる推進管路にCCDカメラセンサを複数個セットしそのセンサによって、トランシットと同等の角度測定を行います。トランシットとの相違点は、CCDカメラセンサはトラン

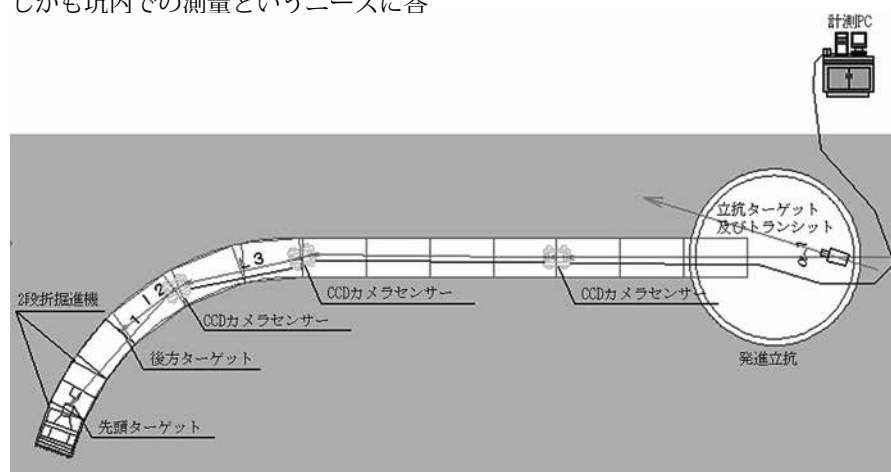


図-1 ジャット工法測量概念図

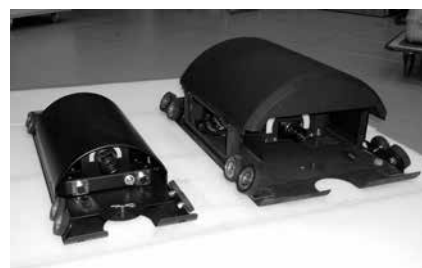


写真-1 CCDカメラセンサ

シットの入らない断面φ350mmまで挿入可能であること、トランシットは回転をして角度を計測するが、CCDカメラセンサは回転を伴わず角度が計測できるので、遠隔操作が簡単であるなどの特長があります。

本工法の掘進機内の先頭部と後方部にLEDで光るターゲットが付いており、CCDカメラセンサがそのLEDターゲットの位置を測定し、PCにより掘進機の位置、方向を算出いたします（図-1、写真-1）。

2.1 CCDカメラセンサ・

ジャット工法の測量原理

CCDカメラによるジャット工法の角度測定の基本原理は、CCDカメラで写した特定の画像（ターゲット・ジャット工法ではLED発行ターゲットを使用している）の移動量を角度に変換することです（図-2）。

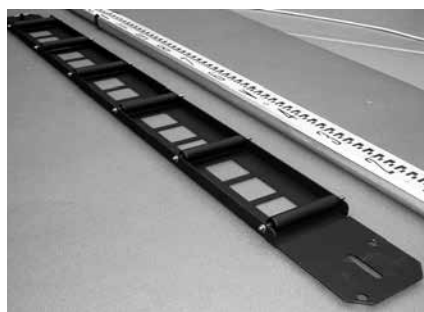


写真-2 ロールコンベアレール



写真-3 管内ロールコンベアレール上のCCDカメラセンサ

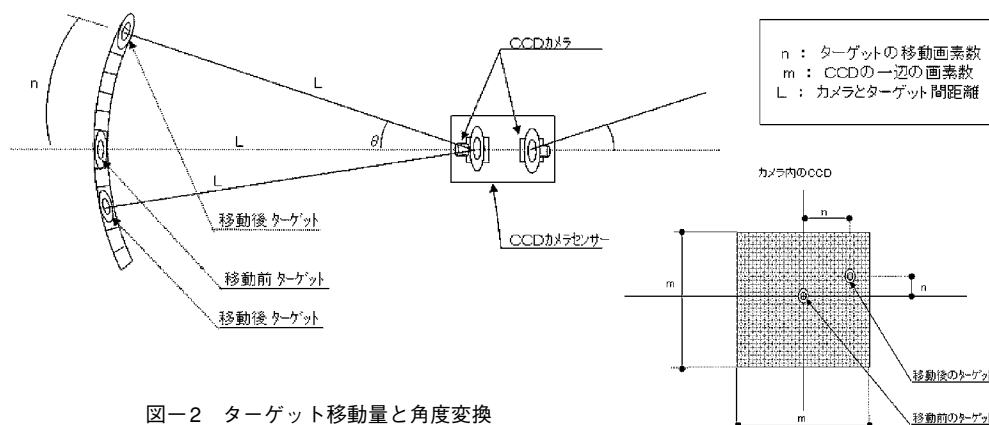


図-2 ターゲット移動量と角度変換

ターゲットの移動量はCCDカメラにおいては画素数で表すことができます。その移動画素数とレンズの焦点距離から角度θが算出され、カメラの中心からターゲットまでのベクトルを計算し、3次元のトラバース計算をすることによって掘進機の座標位置を算出します。ジャット工法では角度にして3秒と5秒単位の計測が可能です。

2.2 長距離測量を可能に・

ロールコンベアレールの開発

測量装置（CCDカメラセンサ）で、如何に掘進機先端近くまで計測できるようにするか、しかも管内測量装置すべてを人力で発進立坑から挿入し、また引き出せるようにすること。上記条件をクリアするために写真-2のロールコンベアレールを、開発しました。ロールコンベアレールはボールベアリングを組み込んだ幅11cm程度の

ローラを約20cmピッチに並べたものです。ジャット工法の測量中継ユニット（CCDカメラセンサ）写真-1がロールコンベアレール上を発進立坑から掘進機の後まで軽荷重で移動させることができるようになっています（写真-2、3）。

2.3 滑材注入管の開発

小口径管推進では推進管径の断面が小さいため、大きな推進力を負荷できません、このため特に推進力の低減が大切な要素になってきます。ジャット工法では、管内から滑材を管外周に注入できる滑材注入管を製作しております。推進中は滑材を注入し、推進終了後は滑材注入ホースを引き抜くとき、自動的に注入ホースが注入管から離脱するようになっております（写真-4）。

2.4 ポンプ筒

泥水方式を用いて長距離推進を可能にするためには、掘削した土砂を泥水にしてその泥水を排土しなければなりません。そのため長距離における泥水の還流を行うため、ジャット工法では掘進機の後にはポンプ設置用のポンプ筒を接続させ、その中に中継の排泥ポンプを設置しております。ポンプの高さが管内断面の中心以上になるので、CCDカメラ測量するためにミラーをポンプの前後に配置することによって、



写真-4 滑材注入管