

VI-112 「ジャイロランナー」の開発

榑青木建設 研究所 正会員 野沢 有
 同 同 佐藤 房雄
 同 同 西野 憲明

1. はじめに

本報告は、小断面・急曲線に対応したシールド機無人誘導システム(以下、「ジャイロランナー」という。)の開発について述べたものである。ジャイロランナーは、新たな計測方法による自動測量システムと自動誘導システムで構成されている。

2. ジャイロランナーの概要

自動測量システムは、シールド機の位置と姿勢を自動的に計測するシステムであり、自動誘導システムは自動測量システムによって得られたシールド機の位置と姿勢より計画路線とのずれを計算し、シールド機をどのような方向に誘導するかを決定し、シールドジャッキをコントロールするシステムである。各システムの計測制御動作は、シールド機の掘進状況データをもとに全て自動で行われる。

それぞれのシステムは、各種計測装置と自動計測・演算処理・自動制御の機能を持ったソフトウェア及びパソコンなどで構築されている。〔図-1参照〕

3. システムの構成

3-1 自動測量システム

新しい自動測量システムは、自動追尾式トータルステーション、ジャイロ走行部、画像処理装置を組み合わせて、毎回、後方の既知基準点からシールド機の位置と姿勢を計測するもので、

①後方位置計測部

②ジャイロ走行計測部

③シールド機位置姿勢計測部

の三つのサブシステムからなる。

①では、従来の光学式の問題点であった曲線施工におけるレーザートランシットの盛り替えやセグメント変動による測量精度への影響をなくす為、自動追尾式トータルステーションを後続台車の最後尾に設置した。この自動追尾式トータルステーションは、後方のセグメントに固定した基準点(反射プリズム)を自動追尾して距離と角度を計測し、後続台車上の測量器自身の位置(測点a)を逆算して求める。測量器械は、新たに開発した自動レベル装置で常時水平に保持される。

②では、特に見通し空間を確保しにくい後続台車区間の計測を行う為、ジャイロセンサーを搭載した計測車を自動走行させる。ジャイロ走行計測車は、シールド後続台車上の軌条に沿って(測点a～測点b)走行させ、方位角と距離の変化量を連続検出し走行軌跡を計測する。これにより、最後尾台車から先頭台車までの相対位置を求める。〔写真-1参照〕

③では、先頭台車に設置した画像処理装置を用いて、シールド機に取り付けた計測ターゲット(LED光源)の位置を計測し、先頭台車(測点b)から

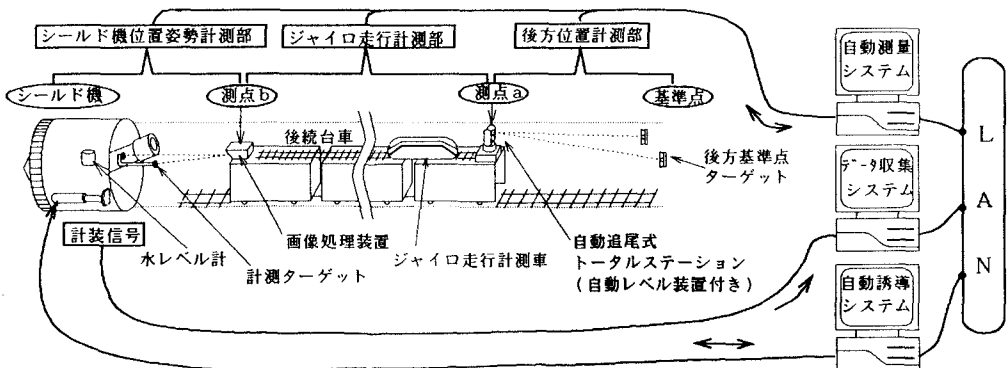


図-1 ジャイロランナー概要図

シールド機の位置と姿勢を計測する。

これら①～③の計測部を組み合わせる事によって、後方基準点に基づいた位置（ x 、 y ）と姿勢（ヨーイング方向角）を求める。〔図-2及び写真-2参照〕
また、レベル高（ z ）はシールド機に設置した水レベル計で計測する。自動測量は、シールド機を停止した状態で行われ、1回の測量に要する時間は5分弱である。

3-2 自動誘導システム

シールド機を計画線に沿って誘導するには、適切な使用ジャッキの選定による推進制御が重要である。

方向制御量は、自動測量で計測した位置姿勢から計画線との変位量が検出され、計画路線上に誘導する為の必要回転モーメントとして算出する。推進に使用するジャッキは、必要回転モーメントに応じてジャッキパターンデータベースから選定される。

このジャッキパターンデータベースは、シールド機固有の方向特性（シールド機のくせ）や地山状況の変化などに対応する為、データ収集システムの掘進データに基づいた学習機能によって随時更新される。

4. フィールド総合計測実験

本システムの現場導入に先立ち自動測量精度を実証する為、小断面・急曲線シールドを想定した実験設備を設け計測実験を行った。実験の結果、基準点に対するシールド機先端位置の測量精度は、目標精度（ $1/5,000$ ）を確保する良好な結果が得られた。

〈想定線形〉

シールド機外形： $\phi 2,000\text{mm}$ ，路線線形：30mR

後方基準点～シールド機の距離：約100m

5. おわりに

本システムは、シールド機の横滑りや掘進施工直後のセグメントの変位等の影響を受けることなく正確な位置姿勢の把握を行い、しかも、定期的に行われる光学測量によるチェックが1週間～1ヵ月間の期間は不要になるなど大幅な省力化を可能とした。

今後、道路交通渋滞など施工環境が厳しくなる中で、増加傾向にあると言われている小断面・急曲線における自動誘導方法として活用が期待される。

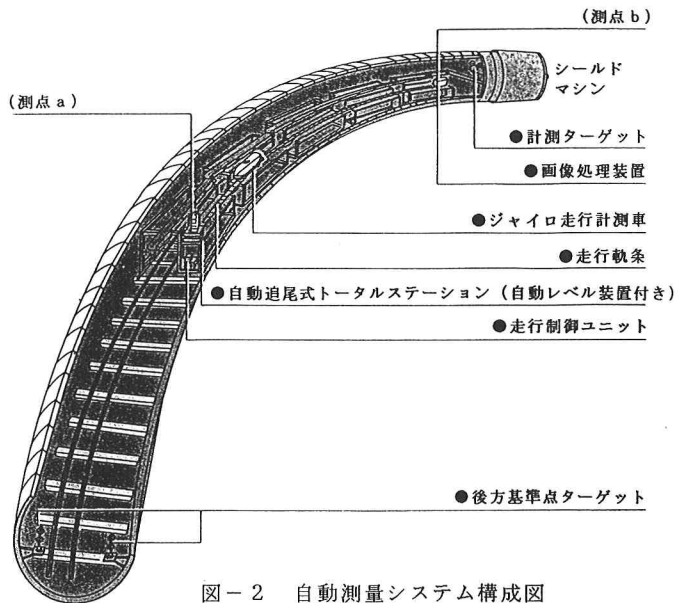


図-2 自動測量システム構成図

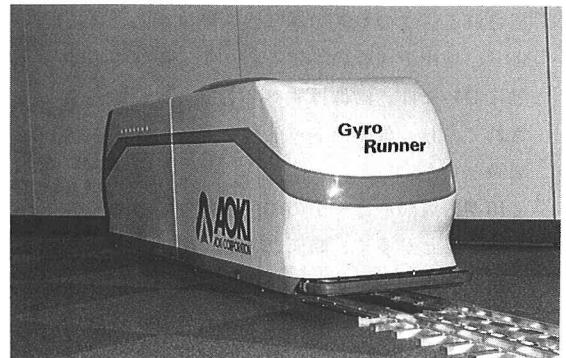


写真-1 ジャイロ走行計測車

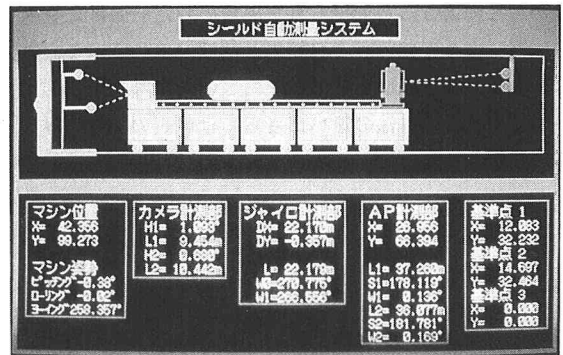


写真-2 ジャイロランナー計測モニター