

VI-104

ジャイロコンパスを用いた自動位置姿勢計測システムによる急曲線施工管理

佐藤工業株式会社 正会員 ○鈴木 光男 森山 光雄
佐藤工業株式会社 正会員 桐谷 祥治 大西 豊

1. はじめに

過密した都市において、公有地の地下空間を有効に利用するため、シールドトンネルを急曲線で施工する必要が高まっている。種々の技術開発が進められ、急曲線施工が可能となってきたが、施工時の線形管理が繁雑であり、リアルタイムに効率的にシールドの位置・姿勢を計測できるシステムに対するニーズが高まっている。

本文は、ジャイロコンパスをシールド機に搭載することにより、狭いシールド坑内はもとより急曲線による制約を受けることなく、シールドの位置・姿勢を計測できるシステムを用いて、R-20mの急曲線を施工した結果について報告するものである。

2. 急曲線線形管理の現状

従来から急曲線部においては、測量頻度の増加およびジャッキストローク差の計測等によって線形管理が行われている。線形管理精度を上げるためには測量頻度を増加させる必要があるが、一方では施工能率の低下を招くこととなる。また、施工能率を優先させた場合には、管理精度面での問題が発生することとなる。

これらに対処するため、施工性に影響を与えることなくリアルタイムにシールドの位置・姿勢を計測できるシステムの開発が進められている。シールドの自動位置・姿勢計測システムとしてレーザーを用いる方式の実施例が数多く報告されている。しかし、この方式を急曲線部に適用した場合、レーザー発振部の盛り替え頻度が多くなる、レーザー光線を通すスペースを確保することが困難となる、さらにシールドの推進反力を受けてレーザー発振部を固定しているセグメントが移動するといった、解決すべき多くの課題が残されているのが現状である。

3. 計測システムの概要

本工事で採用した自動位置・姿勢計測システムは、ジャイロコンパスをシールド機に搭載し、シールドの姿勢と掘進距離とからシールドの位置を演算するものである。本システムでは、ジャイロコンパスとピッチ・ロール角を検出する加速度計を収納した、縦・横・高さが各々約40cmの装置をシールド機械の任意の位置に設置すればよいので、狭いシールド坑内はもとより急曲線による制約を受けることなく、シールドの位置・姿勢を

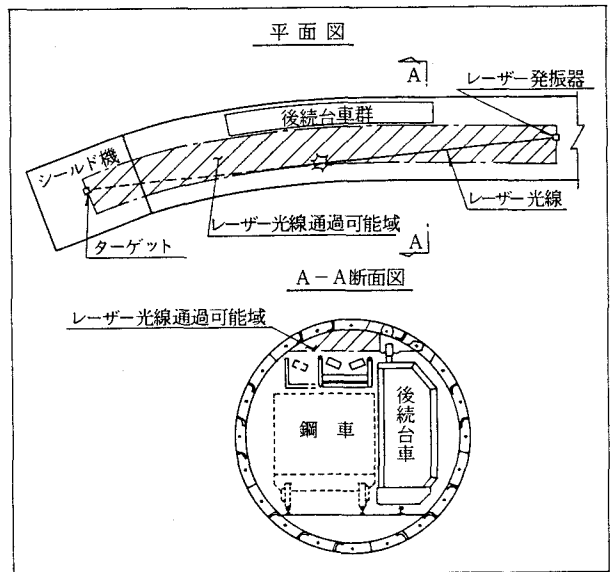


図-1 レーザーシステムの急曲線部での制約

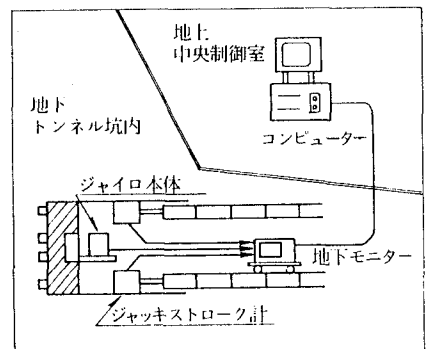


図-2 自動位置・姿勢計測システム

リアルタイムに計測することができる。さらに本システムではシールドの姿勢角が高精度で計測できるため、従来のストローク差による間接的な管理に対して、シールド姿勢角による直接的な管理が可能となり、線形管理精度の向上が図れる。

4. 施工結果

$R=20\text{m}$ 、 $I.A. 90^\circ 28'$ 、 $CL=31.6\text{m}$ の急曲線に対して、本システムを適用した結果を図-3に示す。本工事の線形管理は、一日2回の作業交替時における光学測量と本システムのリアルタイム計測とを併用することによって行った。図中の実線は本システムによる計測結果を、破線は光学測量によるセグメントの計測結果を示している。図より、計画線に対して非常に高精度の線形管理を行うことができたこと、および光学測量結果とジャイロシステムの計測結果とが良く一致しており、本計測システムの有効性が確認された。

なお、本急曲線部には重要構造物が近接して埋設されており、これらへの影響を防止し、かつ安全性を確保するため、防護工を実施するとともに周辺地盤の挙動の計測を行った。計測された地盤変位は非常に小さく、近接構造物へも影響を与えることなく無事に施工を完了することができた。

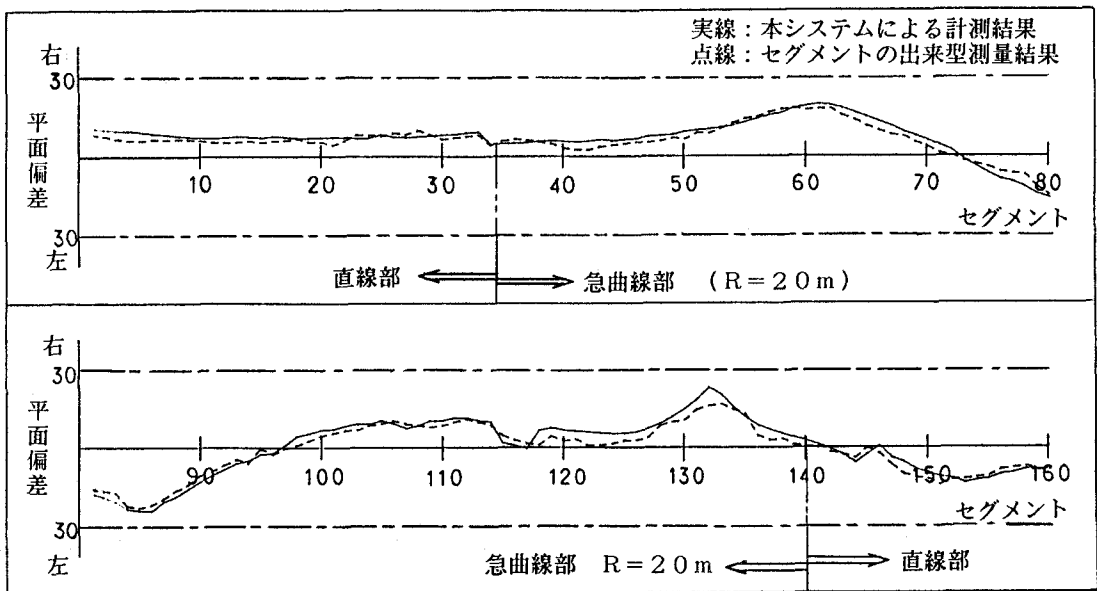


図-3 ジャイロコンパスを用いた自動位置計測システムによる急曲線計測結果

5. 考察

シールド掘進時において蛇行を増大させることは、トンネルの仕上り精度が確保できないばかりか、シールドの無理な姿勢変更を余儀無くされるため、周辺地盤への影響増大を招くことにもなる。本工事は、 $R=20\text{m}$ の急曲線にくわえて重要構造物が近接するという、非常に厳しい制約の中での施工であったが、新しいシールドの自動位置・姿勢計測システムを採用することにより、好結果を得ることができた。とくに、本システムによればリアルタイムにシールドの位置・姿勢を計測できるため、シールドが計画線から大きく外れる前に対応することが可能となり、線形管理精度の向上が図れたものと考えている。

参考資料

- 1) 桐谷、大西、田方：「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、最新の施工技术・3、1987.5
- 1) 大西、桐谷、田方：「ジャイロコンパスによるシールドの測量・姿勢制御の自動化について」：土木学会第42回年次学術講演会、1987.9