

VI-353

トータルステーションを利用した計測装置に関する基本試験

J R東日本 東京工事事務所 ○正会員 古高 昇始 正会員 桑原 清
大成建設株式会社 機械部 宮崎 裕道 近藤 高弘

1. はじめに

近接工事においては、工事の影響によって生ずる既設構造物の変位・変形、地盤変形等を監視するため変状計測を行う。しかし、現在使用されている計測装置は、鉄道施設の計測に使用する場合、精度、経済性や作業に与える影響等に関して改善する余地がある。

そこで今回は、光波測距儀と経緯儀の機能を併せ持つため3次元計測が可能で、パソコンによる外部からの制御コマンド機能と自動追尾機能を備えたトータルステーション(以下、TSと呼ぶ)を利用した計測装置を開発し、既存の計測装置の課題克服を目指した。

2. 計測装置概要

計測装置は図1のように、TS本体、TSを遠隔操作するパソコン、基準点となる4個のプリズム、測点用プリズムが必要である。この計測装置には、スペック上十分な精度を有したTSを使用する。更に、測点に比較的安価で、配線が不要なプリズムを使用するため経済的にも有利で、作業に与える影響等も少ない。

計測の原理は、初めにTSでプリズムを視準し、TSに自身の位置及び測点の3次元座標上の位置を認識させた上で、TSに対する測点の相対位置を計測する。

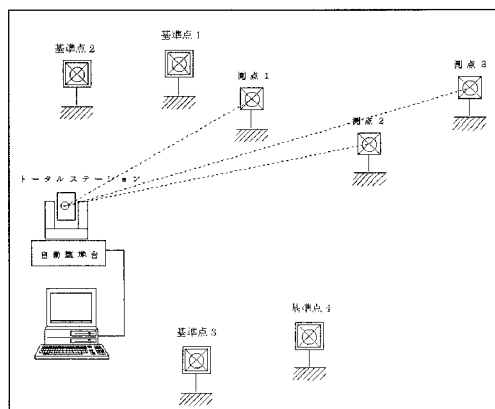


図1 計測装置

3. 現場適応性基本試験

この計測装置を実際に現場で使用する際、期待する精度を得るために必要な計測装置の基本的機能・性能を検証したので報告する。尚、期待する精度とは、細長い鉄道施設と軌道整備基準等を鑑み、効率的な計測を実現するために、「100m先で1mmの計測が可能である」ことであり、これを目標とした。

(1) TSの制御方法の確認

TSの外部コマンド機能はメーカーや機種により異なるので、今回使用するTSについて、電源のON-OFF、プリズムのサーチやロック、計測の実行と計測データの取得等、計測に必要な機能や制御コマンドを確認し、実際にパソコンで制御してみた。その結果、信号ラインに変化があると突然ONになったり、意味不明のエラーコードが出たりと、予期できないトラブルが発生したが、そういったトラブルに対して、電源との接続の改良や制御方法を工夫することでトラブルを回避することが可能となった。

(2) ターゲットの捕捉方法

TSの可動機構となる歯車の遊び量を相殺するため、正反制御による方法やターゲットを左右の2方向あるいは、上下左右の4方向から捕捉させ、誤差を平均化させる方法について効果の確認を行った。しかし、TS自体の測定精度が高いため、ターゲット捕捉方法による測定精度の向上は確認できなかった。

(3) 気象補正

各種測量機器や測定装置は、気象条件により結果に影響を受ける。通常は、気圧、気温についての補正を行うが、今回は特に、湿度補正を追加して検討を行った。その結果から、気象補正の有無により100m測距すると数mmの差が生じること等、湿度を加えた気象補正の有効性が確認できた。

キーワード：変状計測、計測装置、近接施工

連絡先： 東京都渋谷区代々木2-2-6 TEL: 03-3379-4353 FAX: 03-3372-7980

(4) 整準方法及びマトリックス演算による TS の変位補正

長期間に亘り変状計測を行うと、計測機器を取り付けた架台等が温度その他の自然要因により微妙に傾斜・変化し、計測装置自体が変位してしまう。その結果、計測結果にその影響が加わることになるので、高精度な計測になればなるほどその影響を無視することができなくなる。

そこで、計測結果から計測装置自体が変位する影響を排除する方法を考案した。

計測装置が変位した場合、計測装置と基準点で新しく構成される座標系の各要素は、計測装置変位前の座標系における 3 軸の回転要素と平行移動分の要素に分解できる。そのことを利用して、計測装置が変位してしまった場合の計測結果についても、計測装置変位前の値に変換できるので、TS 自体の変位を無視することが可能となる。

実際には、4 つの基準点(既知値)から座標変換用のマトリックスを求め、計測結果に対してマトリックス演算を施すことで、計測装置変位前の座標系での結果に変換する。

マトリックス演算の効果を確認するため、固定点のある期間計測し、その計測結果に対して、マトリックス演算する場合としない場合について比較した。その結果、図 2 のように、明確にマトリックス演算による補正の十分な効果が確認できた。

またその他、TS 本体に備えられた整準機能や外付の整準台を使用することを試みたが、マトリックス演算ほどの十分な効果は得られなかった。

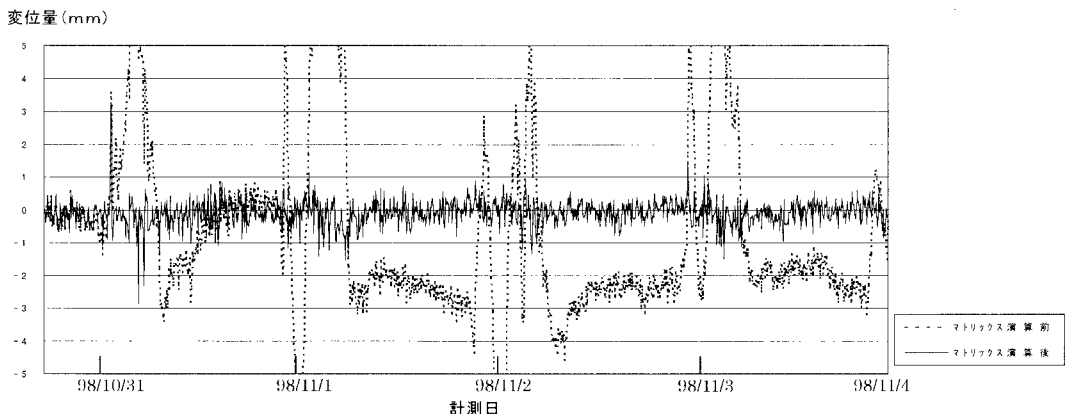


図 2 計測結果

(5) 最小検知量試験及び実用精度

3 軸方向に移動可能な可動テーブル上に測点を設け、テーブル移動量と計測結果を比較し、最小検知量を検証した。100m 先での最小検知量は、正規分布 2σ の確率検定において $(X, Y, Z) = (\pm 0.60\text{mm}, \pm 0.12\text{mm}, \pm 0.69\text{mm})$ と微小変位の検地が可能であるので、実用精度の評価に 2σ の確率密度を使用する。そして、120m 先に対して、 $(X, Y, Z) = (\pm 1.07\text{mm}, \pm 0.31\text{mm}, \pm 1.28\text{mm})$ という実用精度を得ることができる。実用精度が単純に距離に比例すると考えると $(X, Y, Z) = (\pm 0.89\text{mm}, \pm 0.26\text{mm}, \pm 1.07\text{mm})$ が得られ、目標の「100m 先で 1 mm の計測が可能である」は達成できたと考える。

4. おわりに

以上のように、今回研究の対象としたトータルステーションを利用した計測装置は、近接工事における鉄道構造物の変状計測に有効である。

また今年度は、本稿で報告した内容を基に、現場導入のための試作品を作成し、実際の建設現場において長期安定性試験を予定している。