

近接掘削に用いる軌道監視装置の開発

JR 東日本	東京工事事務所	正会員	○佐野 健泰
JR 東日本	東京工事事務所	正会員	杉崎 向秀
JR 東日本	東京工事事務所	正会員	平尾隆太郎

1. はじめに

営業線に近接する箇所において掘削等を行う場合、軌道への影響度を考慮し、軌道監視をしながら施工を進めている。軌道監視の方法として、定置式計測装置の活用や糸張りによる人力計測があるが、それぞれ費用や労力等について課題がある。これら課題の解決を目的に、容易に軌道監視を行う方法の試みとして、新たにジャイロセンサを用いた軌道監視装置を開発したため、本稿にて開発の概要と試験結果について報告する。

2. 開発の概要

ジャイロセンサとは物体が回転した際の角速度を検知でき、CPU による演算処理により角度を算出することができるセンサである。近年はデジタルカメラの手振れ補正や、カーナビゲーションの位置情報の精度向上などに活用されている。

今回開発したジャイロセンサによる軌道監視装置（以下、ジャイロセンサ装置とよぶ）を図-1、2 に示す。開発した専用台車の上面には軌道変位を計測するためのジャイロセンサと加速度計を搭載した。台車下面にはレール頭頂部の左右を挟んで回転する二対の動輪を設置し、中央部には移動距離を計測するためのエンコーダを搭載している。本開発で使用したジャイロセンサの検出範囲は 100deg/sec であり、これはデジタルカメラやカーナビに一般に使用されるセンサと同程度の精度である。台車側面には自立用のスタンドを設置した。

本ジャイロセンサ装置による軌道監視の方法は、図-3 のように、装置本体を計測者が押しながら、掘削側に近いレール上を走行させることで、その軌跡を記録する。そして、施工前から施工後までの間に何度か繰り返し、データを比較することで、軌道変位状況を把握できるものである。掘削側に近いレールだけの変位測定を行う理由は、掘削による軌道変状は付近の枕木が沈み、レールの高低に変化が現れるためである。また、従来製品化されている手押し式軌道変位測定器と比較すると、軌道に両レールに載線する

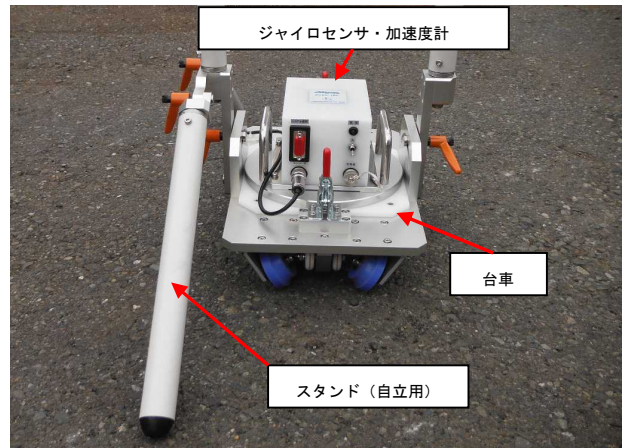


図-1 開発したジャイロセンサ装置（台車上面）

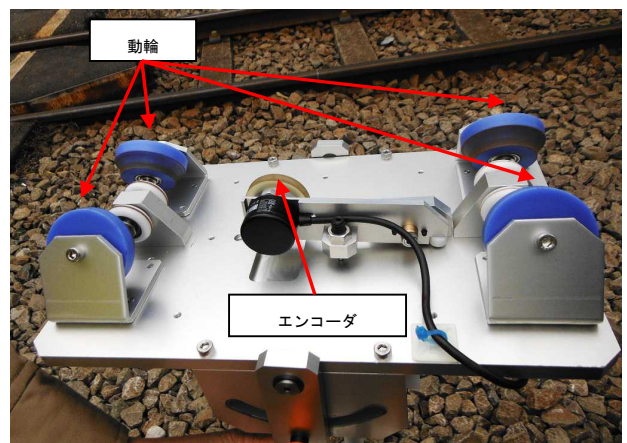


図-2 開発したジャイロセンサ装置（台車下面）



図-3 ジャイロセンサ装置を用いた軌道計測状況

キーワード 軌道監視, 近接掘削, ジャイロセンサ

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-11-5 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 東京工事区 TEL03-3214-4671

必要が無いこと、台車の重量を軽くできる等の特長を有する。

3. ジャイロセンサ装置のフィールド試験

3.1 試験概要

保守基地内のレールを使用し、完成したジャイロセンサ装置のフィールド試験を実施した。延長 20m の試験区間において、ジャイロセンサ装置を複数回走行させて再現性を確認した。またレベル測量で勾配の現況を確認し、ジャイロセンサ装置の計測結果と比較して有効性を評価した。

3.2 試験結果・考察

複数回走行させた場合の試験結果を図-4 に示す。同一区間を走行しているものの測定結果は一致していない。これは、開始前に行うキャリブレーションが影響したと考える。キャリブレーションにおいて、センサ自身が絶対的な水平を正確に算出できず、計測時に一定の角度の誤差を累積してしまう結果によるものと思われる。そのため、計測区間の両端を不動点とし、測定距離に比例して測定角度の誤差が累積すると仮定して、測定角度の累積誤差の補正を行った(図-5)。補正後の試験結果を図-6 に示す。補正により、概ね合うことが分かる。また、図-6 には基準点からのレールの高低をレベル測量した結果もプロットした。ジャイロセンサ装置の測定結果(補正後)と比較して、最大で 3mm 程度の差がある。この誤差の原因として、台車機構の課題が考えられる。計測結果の精度を上げるためにはレールの線形(高低)をジャイロセンサが正確にトレースする必要があるが、現在の動輪はレールの頭頂面左右を押さえているだけであり、レールの摩耗や段差によって台車がガタつく場合がある。台車のガタつきが発生しないように、動輪構造を中心とする台車の見直しにより、レール線形を正確にとらえることが可能になると考えられる。

4. おわりに

本開発は近接根拠りに用いる軌道監視装置として、ジャイロセンサを使用し、線路閉鎖間合いの短時間で軌道監視が容易にできることを目指した。そのため、片レールだけを走行する専用の台車を開発し、ジャイロセンサ等を搭載し、施工前から施工後までの間に、影響範囲のレールを複数回走行させることで軌道変位状況を把握できるようにした。フィールド試験では、レールの高低状況の傾向を把握することはできたものの、キャリブレーションや台車構造において課題があることが分かった。今後はこれらの課題について検討を進めることで、レール線形をより精緻にジャイロセンサ装置が記録することができ、軌道監視装置として活用できるのではないかと考える。

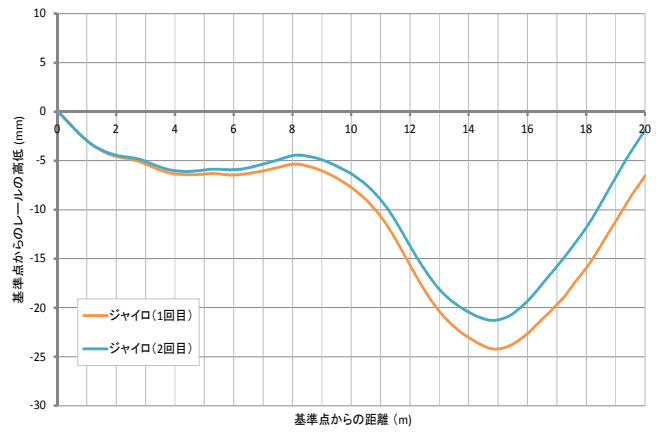


図-4 フィールド試験結果

$x-y$: 本来の正しい水平・鉛直軸
 $x'-y'$: キャリブレーション時に誤って算出された水平・鉛直軸

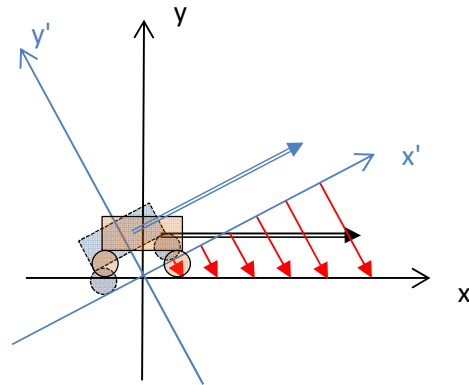


図-5 角度の累積誤差および補正のイメージ

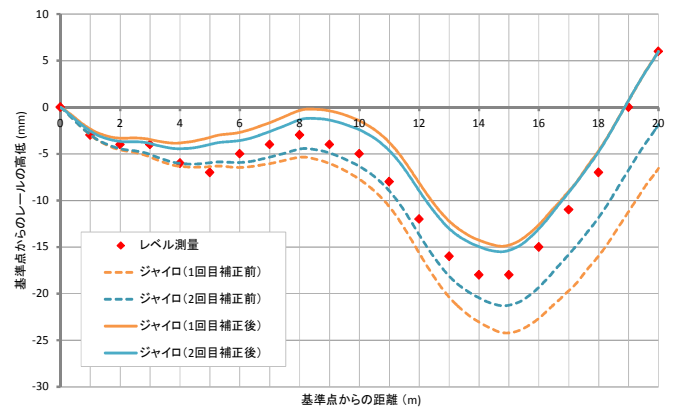


図-6 フィールド試験結果(補正後+レベル測量結果)