

光ジャイロによる通信管路内走行装置の開発

日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所	正会員	○山下 宏幸
日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所	正会員	山崎 泰司
アイレック技建（株）営業開発本部	正会員	澤口 明
日本電話施設（株）NTT事業本部		永田 秀和

1. はじめに

NTTの通信管路（以下、管路）は、日本全国約63万kmに及ぶが、近年、老朽化が進み、膨大な設備の維持管理・運用業務の効率化が求められている。そこで、これを実現するための新たな設備管理システムの絶対座標取得ツールとして、道路改良等の影響を受けず、連続かつ効率的に取得することができる「管路位置計測システム」を開発した。本システムは、あらかじめ始点・終点となるマンホール（以下、MH）位置をGPSで測量し、管路内へ直接光ジャイロを走行させることで、MH・管路線形を絶対座標（緯度・経度・標高）で取得することができる。本研究では主に、光ジャイロを管路内で走行させる際の誤差要因として想定される走行中のローリング（回転）及び管接続部での段差影響に着目し、それらの影響を受けにくい管路内走行装置について、開発・実験・評価を実施し、装置の基本仕様を確立できたため、その結果を報告する。

2. 実験内容

(1) 実験方法について

管路内走行装置の基本仕様確立のため、3軸光ジャイロ及び3軸加速度計を搭載した慣性計測装置（以下、IMU）を内蔵した管路内走行装置を実験用管路内にて牽引ワイヤで牽引し、IMUから算出された角度データと距離計からの距離データを電源複合通信ケーブルを介し、取得した。なお、牽引速度は0.20m/s～0.35m/sの間で3パターンを設定し、実施した。

(2) 実験用管路について

実験用管路線形は図-1に示すとおり、平面方向に交角22度、曲率半径10Rの曲線を2箇所設け、縦断方向は曲線がないものとし、管路長は48mとした。また、管径については、IMUの寸法に合わせ、Φ250mm FRP管（実際のNTT主線管路Φ75mmの3倍の相

似形）とした。

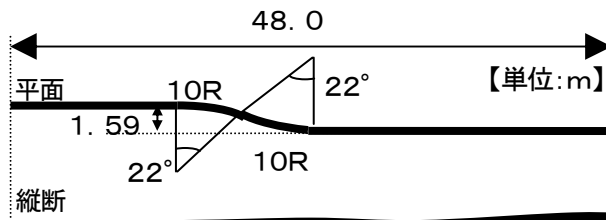


図-1 実験用管路線形

(3) 管路内走行装置の基本仕様について

管路内走行時においては、装置自体のローリングによる誤差、また管接続部の段差影響による誤差が想定されたため、図-2に示すとおり、①下部重心構造としたIMU搭載プローブの前後に、②滑材機能（ボールベアリング）のある誘導プローブを配置、③接続部をヒンジ構造で連結することで、IMU搭載プローブを直接管路内に接触させず、また10Rの曲線部も通過可能となる3連式構造とした。

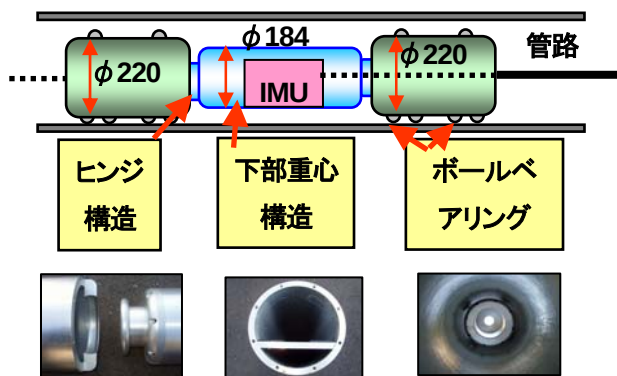


図-2 管路内走行装置の構造

(4) 測定について

IMUより取得した角度データ・距離データとあらかじめ実測した実験用管路の測量線形を比較・検証することで、ローリングの度合い及び影響、管接続部段差の度合い及び影響、測量線形の距離に対する測定精度について検証を実施した。なお測定精度については、取得データを両端補正した値に算出し、測量線形と比較・検証す

キーワード 光ジャイロ, GPS, 加速度計, 慣性計測装置 (IMU)

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 TEL 029-868-6220

ることとした。

3. 実験結果及び考察

(1) ローリングの度合い及び影響

図-3に計測速度0.22m/sで走行時のローリング変化量を示す。ローリングは不規則に連続して発生しているが、走行速度の違いや曲線部分で大きく変化することはなかった。また、今回の装置の計測範囲である $\pm 360^\circ$ に対し、約 $1/24$ にあたる $\pm 15^\circ$ 以内であることが確認できた。

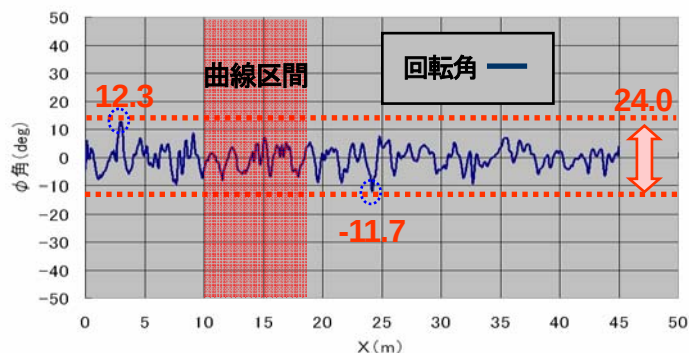


図-3 走行時のローリング変化量 (速度0.22m/s)

(2) 管接続部段差の度合い及び影響

図-4に計測速度0.22m/sで走行時の角度変化、また図-5に計測速度0.22m/sで走行時の位置変化を示す。段差による角度変化は見られるものの、線形に変換し、誤差について補正した結果、ほぼ測量線形をなし、大きな変化はなかった。これは装置の構造により、段差影響をある程度抑えられたことと、段差での角度変化や管路線形をIMUが確実に計測できていたためと考えられる。

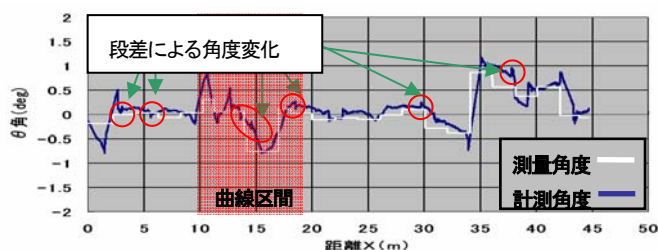


図-4 走行時の角度変化 (速度0.22m/s)

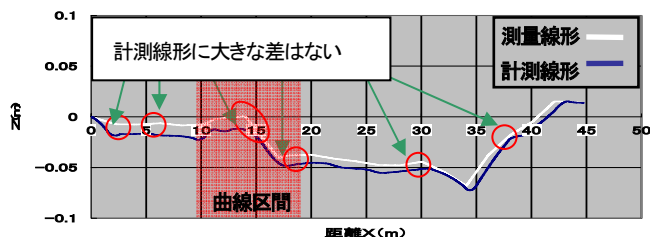


図-5 走行時の位置変化 (速度0.22m/s)

(3) 測定精度について

速度ごとに各数回ずつ計測を実施したが、測量線形と

計測線形(補正後)との位置誤差($\mu + 3\sigma$)が各速度において最大を示した時の平面方向データを図-6に、縦断方向データを図-7に示す。これらの図より平面方向の最大位置誤差は、計測速度0.35m/sの時で0.032m(距離に対する精度0.067%)、縦断方向の最大位置誤差は、計測速度0.32m/sの時で0.025m(距離に対する精度0.052%)という結果が得られた。これは、装置の構造により、ローリング、段差の影響をある程度抑えられたため、また計測線形の誤差補正が正確に行われたためと考えられる。

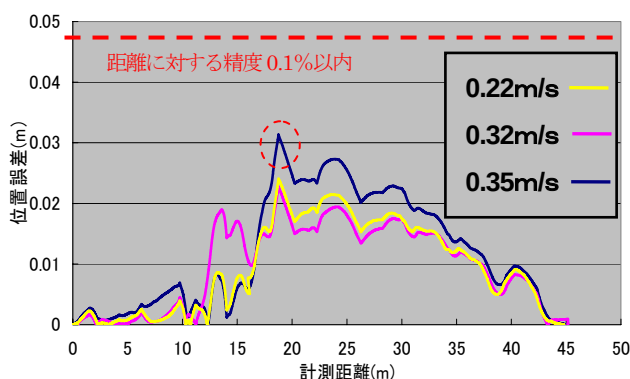


図-6 平面方向における位置誤差 ($\mu + 3\sigma$)

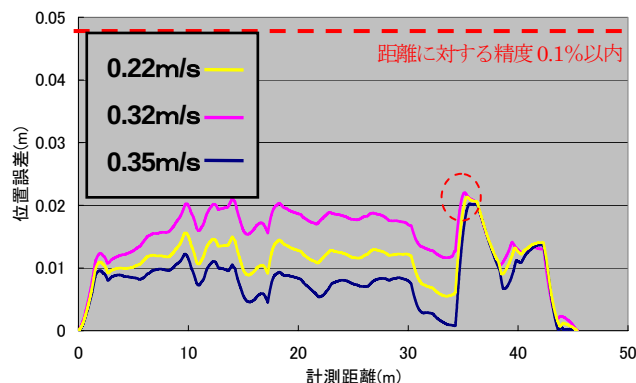


図-7 縦断方向における位置誤差 ($\mu + 3\sigma$)

4. まとめ

今回の実験結果より装置自体のローリング、管接続部の段差影響を受けにくい管路内走行装置の基本仕様を確立でき、補正後の精度についても平面・縦断ともに $\mu + 3\sigma$ で0.1%以内という結果が得られた。

今後は現場計測データを蓄積し、装置の小型化等の課題に取り組み、設備管理システム等への絶対座標取得ツールとして実用化を目指し、今後、技術者不足が懸念されるであろうライフラインの設備維持管理業務の効率化に、本研究開発が貢献できるよう検証を継続していく予定である。