

ジャイロセンサを用いた管路位置測量装置の開発

スキルレスな測量装置の開発を目指して

Development of Duct Locating Device with Gyro Sensor

For Development of Skill-less Locating Device

(電力技術研究所 電気G)

地中に埋設された電力ケーブル用管路の位置を示す図面は、掘削工事での他企業との折衝等に用いられる。しかし、図面作成時から周囲の状況が変化するため、再度測量を実施し、整備する必要がある。そこで、取り扱い易いMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 方式のジャイロセンサを用いた非開削かつスキルレスで測量可能な装置を開発した。

(Electrical Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

Diagrams showing the locations of ducts for underground power cables are used in negotiations with other companies with regard to excavation work. However, because the landscape may have changed since an initial diagram was made, diagrams may need to be re-surveyed and maintained. So, we developed a locating device with gyro-sensor based on MEMS (Micro Electro Mechanical System), and that device does not require excavation work and skill.

1 背景・目的

地中送配電は地面に埋設された管路の中を通した電力ケーブルによって行われる。この管路の位置は掘削工事での他企業との折衝等や設計業務にとって重要であり、図面によって管理されている。しかし、周囲状況の変化等から再度測量を実施し、図面を整備する必要がある。従来、この測量には機械式のジャイロセンサを用いていたが、機械式ジャイロセンサは衝撃に弱く、取り扱いには熟練を要する。

一方、近年の技術の発展により、機械式ではなく、MEMS方式の小型なジャイロセンサが開発されている。これらの中には、比較的振動・衝撃に強く、パッケージ化され、出力をパソコンで取り込める等取り扱い易いものもある。このようなジャイロセンサを活用することにより、専門家でなくとも、管路位置の測量が可能になる。

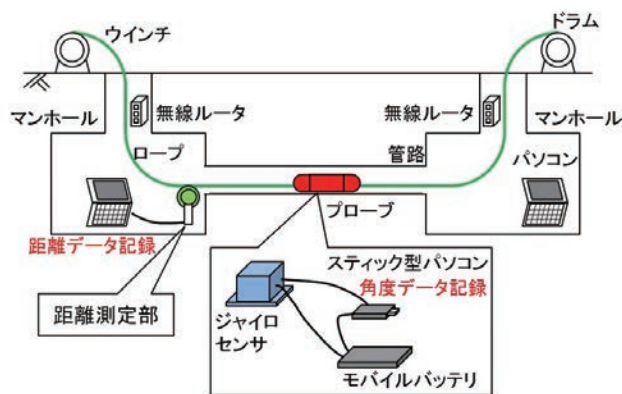
本研究では、MEMS方式のジャイロセンサを用いて電力ケーブル用管路の位置を非開削かつスキルレスで測定する装置を開発した。

2 測量装置の概要

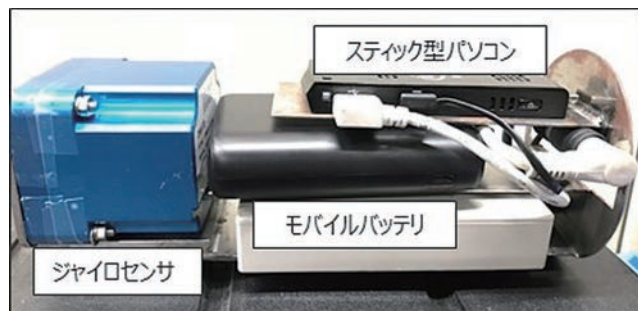
第1図に今回、開発した管路位置測量装置の概要を示す。ジャイロセンサを搭載したプローブとプローブを引くロープ、距離測定部により構成されている。プローブを管路内に引き通すことで、プローブ内のジャイロセンサが時々刻々の3軸の角速度、加速度を測定し、測定終了後そのデータは専用プログラムにより水平、垂直の角度へと変換される。また、距離測定部により同時刻にプローブが進んだ距離を測定し、これらのデータを合算して管路の形状を推定する。

(1) プローブ

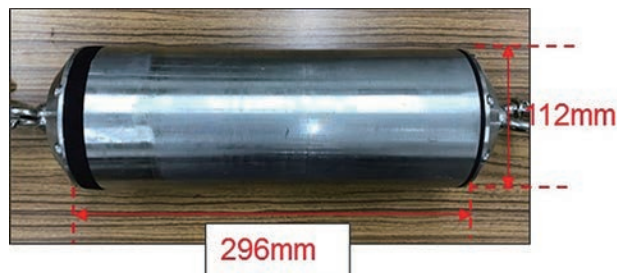
第2図にプローブの構造を示す。プローブはジャイロセンサ、データを記録するスティック型パソコン、それぞれ



第1図 管路位置測量装置の概要



(a) プローブ内部構造



(b) プローブの外観
第2図 プローブの構造

に電源を供給するモバイルバッテリーで構成されている。ジャイロセンサとしては、電力ケーブル用管路に挿入できるサイズで、振動に比較的強く、MEMS方式として最高精度のものを選定した。また、スティック型パソコンとバッテリーは汎用品を用いており、故障が発生しても容易に交換することが可能である。プローブの外寸は普段、管路内の導通を確認する点検で用いている治具と同等の大きさとなるようにした。

プローブの解体には時間を要するため、ジャイロセンサ測定用プログラムの開始、停止および測定したデータの取得がプローブを組み立てたままできるようにシステムおよび構造を検討した。また、バッテリーは昼間作業時間を考慮して8時間程度の連続測量が可能であるものを選定した。

(2) 距離測定部

距離測定部はプローブを引くロープを巻き付ける金車、金車の回転数を測定する検出器、これらを支える治具により構成し、プローブが管路を進む時々刻々の距離を測定した。

3 測量結果

前章の検討をもとに装置を試作し、実現場にて測量を実施した結果、円滑に作業ができることを確認した。

プローブの牽引速度を変化させながら、合計7回の測量を実施した時の図面の管路位置との最大誤差および管路長に対する最大誤差の割合を第1表に示す。対象としたのは全長が約370mと比較的長く、途中で平面の曲がりや上下の変動を持ちかつ比較的新しく図面の周囲状況の変化が少ない管路とした。

プローブの平均牽引速度が最大であった26.7m/minとしたときのみ、平面図で1.13mと大きな誤差が発生したものの、6回の測量結果は管路長に対して平面図で0.8m程度、縦断面図で0.2～0.7m程度と小さな誤差で測量をすることができた。また、誤差の積分値を管路長で割ることで計算した平均誤差は平面図で0.09%以下、縦断面図で0.08%以下であったことから、複数回試行しても管路全長を通して図面とよく一致しており、熟練者による操作でなくとも安定した測量結果を得ることができた。さらに、他の現場においても測量を実施したところ、図面との誤差が第1表と同程度であり、再現性を確認することができた。

管路を1往復して得られた測量結果（第1表の①②）を平均化した軌跡を第3図に示す。今回の測量結果を赤線で、図面の管路位置を黒線で示している。

第3図(a)は平面を示す図面の抜粋である。同図より曲がり角が90°の箇所であっても図面の線とよく一致しており、最大誤差は0.64mm、0.17%程度であった。ま

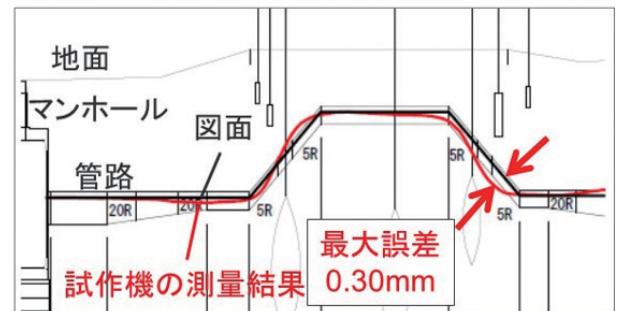
た、第3図(b)は縦横の比率を5:1とした縦断を示す図面の抜粋である。こちらも管路位置の上下の変動に対して図面とよく一致しており、最大誤差は0.30mm、0.08%程度であった。

第1表 測量結果と図面との最大誤差

試行	牽引速度 m/min	最大誤差			
		平面		縦断	
		m	%	m	%
①	14.4	0.81	0.22	0.75	0.19
②	15.6	0.58	0.16	0.19	0.05
③	15.6	0.87	0.23	0.24	0.06
④	17.0	0.84	0.23	0.41	0.10
⑤	17.8	0.90	0.24	0.27	0.07
⑥	20.8	0.78	0.21	0.44	0.11
⑦	26.7	1.13	0.30	0.76	0.20



(a) 平面図



(b) 縦断面図

第3図 測量結果

4 まとめ

MEMS方式のジャイロセンサを用いて地中に埋設された電力ケーブル用管路の位置を非開削かつスキルレスで測量する装置を開発した。その結果、管路長に対して最大誤差0.2%、平均誤差0.09%と小さな誤差でかつ安定的に測量することができた。



執筆者／川原 徹