

# 慣性センサによる携帯型位置標定装置の開発

慣性航法装置を担いで、送電線現場を歩く

## Development of Portable Position Finding System with Inertia Sensor

Walking through Overhead Transmission Line Sites with Inertia Navigation System

(工務部 技術開発G)

直交する3軸方向に、ジャイロと加速度計を配置した慣性航法装置を応用し、基準点を中心に、水平および垂直方向に移動した場合の、3次元相対位置座標をリアルタイムで標定できる、携帯型の装置を開発した。本装置を用いることにより、樹木等で見通しの効かない山岳地における目標地点へのナビゲートや、樹木伐採なしに地形図作成のための測量が可能となった。

(Engineering Section, Electric Engineering Department)

Using an inertia navigation system having a gyroscope and an accelerometer in each direction of the three orthogonal axes, a portable device has been developed that provides the three-dimensional relative coordinates of the surveyor's location with the moving in the horizontal and vertical directions, from the reference point. This unit enables an effective navigation in mountainous areas to a target point screened by forest, and a survey to make a topographical map without felling any trees and bushes.

### 1

#### 研究の背景・目的

山岳地における送電線の保守や建設地点の調査の際には、地形図等を頼りに目標地点へ移動するが、複雑な地形箇所や、地形図に正確な等高線が描かれていない場合に、目標地点への移動は非常に困難である。

また、このような場所では、上空が樹木で覆われていることが多く、GPSも使用できない状況にある。

そこで、今回、このような状況においても使用可能な、携帯型の位置標定装置の開発を行った。

### 2

#### 装置の概要

##### (1) 全体

今回開発した装置には、慣性航法装置を用いており、その内部には、3軸の角速度を検出するモノリシックリングレーザージャイロ (MRLG: Monolithic Ring Laser Gyroscope) と、3軸方向の直線加速度を検出するサーボ加速度計が組み込まれている。

装置の外観を第1図に、使用時のイメージを第2図にそれぞれ示す。



第1図 装置外観

第2図 使用時イメージ

全体重量は7kg、全体寸法は全長290mm × 幅125mm × 高さ200mmである。制御表示部には、携帯用パソコンを使用し、すべてのソフトは、Windows95上で動作させた。また、本体用バッテリーとしては、リチウム電池を使用し、連続2時間の動作を可能とした。

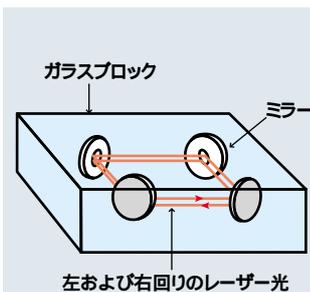
##### (2) モノリシックリングレーザージャイロ (MRLG)

リングレーザージャイロ (RLG) とは、第3図に示すとおり、ガラスブロック内に、左および右回りのレーザー光がクローズループを形成し、かつ共振状態となるようにミラーを配置したものである。このブロックに対し回転力が作用したとき、サニャック効果によって、2つのレーザー光の光路長に差が生じ、干渉波が発生し、これを検出することで角速度を得ることができる。

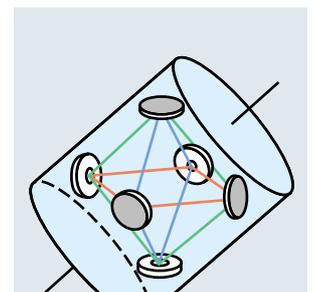
MRLGは、この原理を持つRLGを、第4図に示すとおり、3個直交させて配置し、各対角ミラーを共用することにより、コンパクト化を実現させたものである。

##### (3) サーボ加速度計

この加速度計は、一方向に振動する振子の変位を検出器で電気的に変え、サーボアンプで増幅して、振子の偏位が0となるように、加速度と逆方向のトルクを与えるものであり、このトルクを与えるための電流値から、直線加速度を得ることができる。



第3図 RLGの構造



第4図 MRLGの構造

### 3 システムの概要

#### (1) 動作

本装置を始動させた後、最初にアライメント処理（水平、真北方向の検出）を行う。アライメント処理終了後、計測が開始され、装置と共に移動すると、ジャイロと加速度計から出力される各軸の角速度と加速度をもとに、起点（基準点）に対しての、3軸相対位置座標がリアルタイムで表示される。

#### (2) ZUPT（Zero Velocity Updates）処理

ジャイロには、地球の自転、周囲温度等の変化、そしてジャイロ自体の誤差によって引き起こされるランダムドリフトがある。このため、時間経過とともに位置誤差が増大する。この誤差を補正するため、一定時間毎にZUPT処理を行う必要がある。

ZUPT処理とは数十秒～数分毎に装置を静止させ、このときセンサで感知される値は、ランダムドリフトによるものであると装置に認識させることにより、補正する方法である。

#### (3) CUPT（Coordinate Updates）処理

CUPT処理とは、一般の測量でいうクローズ・トラバースに相当する処理で、閉ループを描くように移動し起点に戻り、再び起点座標を測定し、前に測定した起点座標との差異から、その間に移動した径路の標定データを按分し、補正する方法である。

第1表 位置標定精度試験結果

ZUPT 間隔	位置誤差 (m)	
	水平方向	垂直方向
処理なし	122.1	0.792
120秒	8.8	0.696
90秒	4.5	0.305
60秒	2.2	0.145
30秒	1.5	0.305

### 4 位置標定精度

位置標定精度の検証試験は、1周425mのコースに、あらかじめ三角測量によって10点の位置座標を求めておき、本装置を用いて測定した座標と比較することにより実施した。この結果を第1表に示す。

30秒から1分の間隔でZUPT処理をしながら移動すれば、約2mの精度で位置標定が可能であった。

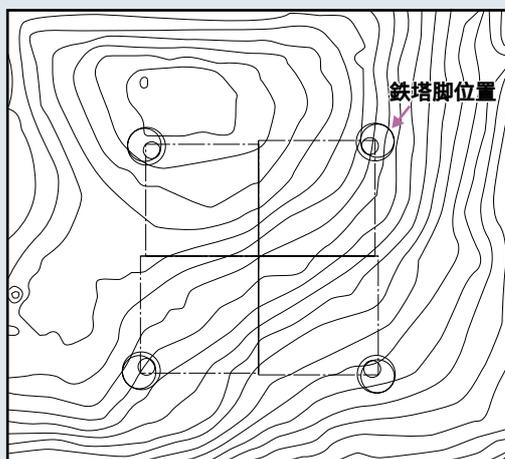
### 5 地形図作成機能

また、本装置は、連続的に3次元座標を取得しているため、このデータを処理することで、移動範囲の地形図を作成する機能を有している。既に地形図が得られている広さ40m×40m、高低差約8mの鉄塔敷地において、検証試験を行った。

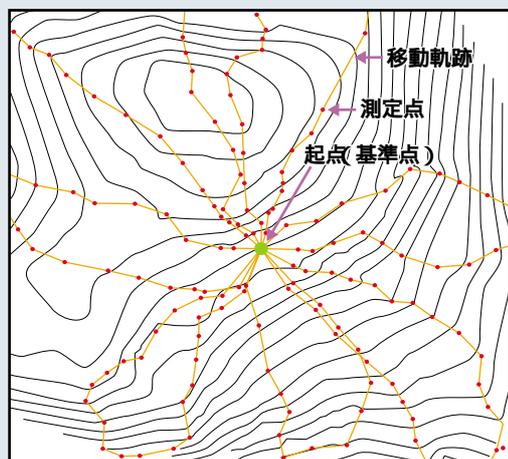
計測間隔を約2m、ZUPT処理間隔を約30秒、CUPT処理間隔を6分で実施した結果、既知データとの差は、水平方向で50cm、垂直方向で5cm以下であり、実用レベルにあることを確認した。現行測量方法（三角測量）と、本装置による測量データから得られた地形図を比較して第5図に示す。

### 6 今後の展開

今回開発した試作品が、当初目標とした機能を有することを確認できた。また、地形図作成についても広く利用できることが確認できた。今後は、実用化に向け、運用方法等について検討する予定である。



現行測量方法による地形図



本装置による地形図

第5図 地形図比較結果