

## IV-61

## 慣性測量の開発に関する基礎的研究

|           |      |     |    |
|-----------|------|-----|----|
| 千葉工業大学大学院 | 学生会員 | ○杉田 | 明弘 |
| 千葉工業大学    | 正会員  | 小泉  | 俊雄 |
| 千葉工業大学    |      | 白井  | 靖幸 |
| 千葉工業大学    | 正会員  | 竹本  | 篤郎 |

## 1. はじめに

本研究は先の論文<sup>1) 2)</sup>の継続であり、慣性センサとして用いる振動ジャイロと加速度計についての特性を実験的に調べ、その結果をもとに土木測量への適用について研究したものである。

## 2. 振動ジャイロの特性（温度ドリフト）

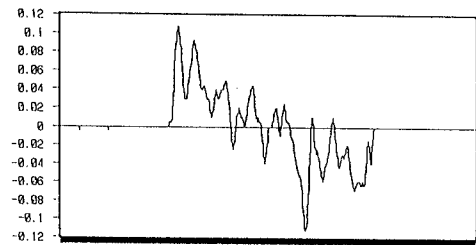
本装置を用いる際に考えられる温度を想定し、実験する温度を約0℃～約35℃で行った。実験は発砲スチロールの箱の中に氷水を入れ、水温が0℃に一定してから出力の一定した振動ジャイロをビニール袋に包んで氷水中に入れ、しばらくしてから振動ジャイロの表面温度を計測した。同様にして高温時は発砲スチロールの中に温水を入れて行った。振動ジャイロを氷水中に入れた時は、常温時（26.0℃）の出力（2.572V）に比べ0.019V～0.029V上昇し、変化率は0.73%～1.13%であった。また、温水中に入れた時も、常温時に対して0.004V～0.010V上昇し、変化率は0.15%～0.39%であった。どちらの温度でも1%程度の誤差であった。

温度変化が±8℃程度では最大で0.005V変化する。この電圧変化は角度に換算して約40"の誤差である。このことより、本研究の実験では測定中に±8℃以上の温度変化のない所で実験を行い、温度ドリフトができる限り影響しないようにした。

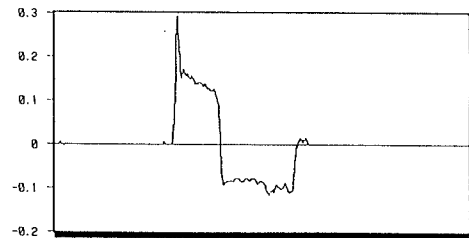
## 3. 加速度計の特性（移動方法の違いによる出力特性）

水平に設置したプロッター上に、加速度計を検知軸方向のみに移動するように設置し、手で移動させた場合と、紐および重りを用いて自由落下を利用してスムーズに移動させた場合についての出力特性の違いを実験的に確かめた。移動距離は手動の場合は41.76cm、スムーズの場合は49.21cmである。図1（a）は手動で、図1（b）は重りによる移動をさせた時の加速度のグラフである。この加速度より距離を算出した結果、手動の場合精度1/100に対してスムーズの場合は精度は1/1700であった。

このように両者に差が出た原因として、図1（a）のように手動の場合は凹凸が激しくかつ不規則に出ているのに対して、図1（b）のスムーズの方は滑らかに変化しており、このことが積分に影響するものと考えられる。



(a) 手動で移動



(b) スムーズに移動

図1 移動方法別の加速度電圧

## 4. 測量への応用（トラバース測量の実験）

実験は千葉工業大学内の割合平坦なアスファルト道路上に約60m×約40mの四辺形になるように4点のトラバース点を設けて、アルミ製の一輪車の後輪に補助輪を設置して慣性センサがほぼ水平になるようにして行った。

3軸に取り付けた慣性センサは一輪車の前部に設置し、進行方向にx軸が向くようにした場合とx軸、y軸

を進行方向に対してほぼ45°傾けた場合の2通りで行った。致心は一輪車のタイヤ脇に下げ振りを取り付けることで行ったが、致心を正確に行うことは一輪車の構造上困難で、致心誤差は1点につき約1～2cmは生じたと考えられる。

実験結果を表1の実験1～実験3に示す。

表1 実験結果（一輪車で移動）

| 実験番号 | 移動方向       | 使用データ             | 閉合比  |
|------|------------|-------------------|------|
| 1    | x軸方向に直進    | x acc、y acc、z gya | 1/5  |
| 2    | x軸方向に直進    | x acc、z gya       | 1/20 |
| 3    | x、y軸45°傾けて | x acc、y acc、z gya | 1/80 |

acc：加速度計 gya：振動ジャイロ

次に、計測中に地面から受ける振動がかなり大きいため、防振効果を得るために慣性装置を自動車に設置して実験を行った。致心は慣性センサの約20cm後方の自動車の後部バンパーに下げ振りを取り付け、測点に半径10cmの円を描き下げ振りがその中にくるように、測点の手前約2mで減速しできるだけ測点上にくるよう心掛けた。その結果を表2の実験4と実験5に示す。

表2 実験結果（自動車で移動）

| 実験番号 | 移動方向       | 使用データ             | 閉合比   |
|------|------------|-------------------|-------|
| 4    | x軸方向に直進    | x acc、z gya       | 1/30  |
| 5    | x、y軸45°傾けて | x acc、y gya、z gya | 1/100 |

本実験結果より、平面上を移動する場合には2軸（x、y）の加速度計で移動時の加速度を均等に分担して測定出来るように設置し移動することで、A/D変換の分解能の影響が相対的に小さくなることが分かった。また、測定中の振動による影響については防振することで精度が向上する傾向がみられた。

## 5. まとめ

本実験の結果をもとに、現在使用している装置で測定誤差を小さくするために考えられる項目を以下に挙げる。

- ①移動は出来る限りスムーズにし、急発進、急停止しない。
- ②移動方向に対して1軸のみで測定するのではなく、2軸で行うように加速度計を設置する。
- ③慣性センサに振動等が影響しないように防振材を使用する。
- ④測定時間は出来る限り短時間で行う。

1) 青木隆幸、小泉俊雄、白井靖幸：慣性測定の機器の特性に関する基礎的研究 平成6年度 第22回関東支部技術研究発表会講演概要集 pp. 404～405

2) 青木隆幸、小泉俊雄、白井靖幸：慣性測定の機器の精度に関する基礎的研究 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集 第4部 平成7年9月 pp. 878～879

## 謝辞

本研究を行うに際して、（株）パスコの青木隆幸氏、ヤマヨ測定機（株）開発部の山本朗氏、中野達夫氏をはじめ千葉工業大学土木工学科測量研究室の皆様から多大なる御協力を戴きました。ここに厚く御礼申し上げます。