

FG5 絶対重力計による自動連続観測の研究（第2年次）

実施期間 平成 15 年度～
測地部物理測地課 平岡 喜文 檜山 洋平

1. はじめに

国土地理院が所有する FG5 絶対重力計（以下 FG5）は $10^{-8} m/s^2$ の精度を有しており、地殻変動、地下水位変化、海洋潮汐、海水位変動などに伴う微小な重力変化を検出することができ、地震・火山活動調査や地球内部ダイナミクスなどの解明に貢献できると期待される。

詳細な重力の時間変化の検出には連続観測が不可欠である。しかし、現在、国土地理院が所有する FG5 のシステムでは遠隔操作ができないため、観測スケジュールの入力やデータの回収を作業員が現地へ赴き行っている。そのため重力の時間変化の検出は、つくば以外では長期間にわたる連続観測を行うことができず、一回が数日間にわたる観測を一定期間空けて繰り返す、いわゆる繰り返し観測で行っている。本研究は FG5 に改造を加え、つくば及び御前崎において遠隔操作による自動運転とデータの回収実験を行い、リアルタイムで重力の時間変化を監視するものである。

2. 研究内容

遠隔操作ができるよう FG5 に改造を加えるとともに、リアルタイム監視システムを構築する。平成 16 年度は、国土地理院が所有する 3 台の FG5 のうち、遠隔操作ができるよう改造を行った FG5（104 号機）を使用して、御前崎において試験観測を行う計画であった。しかし、年度当初から落下槽とスーパースプリングに問題が発生してしまい、またその他の 2 台の FG5 にもレーザーやコントロールユニットに致命的な問題が発生したことから、FG5（104 号機）の修理費までを確保することができず、試験観測は断念した。その代わりとして、遠隔操作による連続観測を行った場合の FG5 のハード的な問題点の調査を行った。

3. 得られた成果

FG5 は真空中で試験落体を自由落下させ、落下した距離と、落下に要した時間から重力値を求める。図-1 に示すように試験落体はカートの中に納められ、止まった状態では 3 個のタングステンボールを支点にしてカートに釣られている。このタングステンボールは落下時の衝撃で徐々に摩耗し、摩耗が進むと試験落体が釣られた状態で傾くようになる。傾いたまま試験落体を落下させると重力値に系統的な誤差を与えてしまうので、タングステンボールがある程度摩耗したら交換する必要がある。タングステンボールの交換には特殊な工具が必要で、交換するには落下槽をメーカーに送り返さなければならない。メーカーの話によると、タングステンボールはおよそ 20 万落下ごとに交換する必要がある、観測では 1 日に 2,400 回程度落下させるので、3 ヶ月ごとに交換しなければならないことになる。長期にわたる連続観測を行うには、複数台の FG5 を準備しておかなければならない。

FG5（104 号機）に導入した遠隔操作が可能なシステムは、基本的にはコントロールユニットに接続された制御用 PC を、AT&T ケンブリッジ研究所で開発された VNC ソフトウェアを使用して制御するもので、観測

の開始・停止、観測スケジュールの設定や観測データの転送は可能であるが、制御用 PC から制御することができないレーザーやスーパースプリングの調整までは不可能である。最近開発されたコントロールユニットでは、スーパースプリングの球位置の制御が完全に自動化されたので調整の必要は無くなったが、レーザーについては従来のままである。

FG5 に搭載されているヨウ素安定化ヘリウムネオンレーザーからは7つの波長の光が発せられ、発せられる光の識別は、あらかじめ読み取っておいたレーザー出力の一次微分の値をもとに制御用 PC で判断されている。レーザー出力の一次微分の値は時間的に大きく変わるものではないが、少なくとも1ヶ月に1度は点検が必要である。

長時間設置し続けると、その間に FG5 本体が傾斜することが予想される。FG5 本体が傾斜すると重力値に系統的な誤差を与えてしまうので、現在のシステムでは定期的に点検し調整しなければならない。最新のコントロールユニットでは、FG5 本体に取り付けられた傾斜センサーから傾斜量を読み取り、数値的に補正を加える仕組みになっており、今後導入について検討する必要があると思われる。

4. まとめ

平成 16 年度は、遠隔操作による連続観測を行った場合の FG5 のハード的な問題の調査を行った。その結果、現在の落下方式の FG5 では部品の摩耗が避けられず、一定期間ごとに消耗部品を交換しなければならないことから、連続観測を行う場合には、複数台の FG5 を準備して一定期間ごとに交代させていかなければならない。さらに、現在のシステムでは少なくとも1ヶ月に1回は、レーザーや FG5 本体の傾斜の点検のため現地に赴く必要がある。

最新のコントロールユニットでは、スーパースプリングの球位置の調整が完全に自動化され、また、FG5 本体の傾斜の影響を数値的に補正することが可能であることから、今後導入を検討する必要があると思われる。しかし、最新のコントロールユニットにおいても、レーザーの遠隔操作まではまだ不可能であり、今後この部分の問題の改善が自動連続観測を行う上での鍵になると思われる。

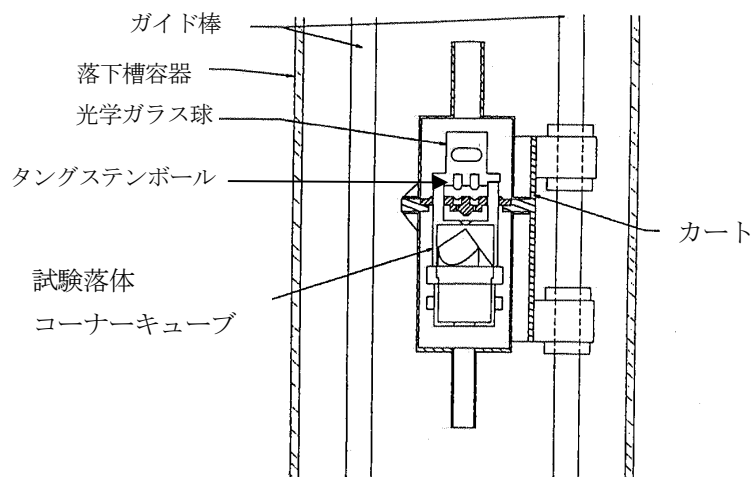


図-1 落下槽内部