

STT054-03

会場:105

時間:5月24日 17:00-17:15

フォースバランス型加速度計を用いた移動体向け簡易重力計の基本特性に関する研究

A Basic for Gravity Measurement Performance of Simple Gravimeter Using a Force-Balanced-Type Accelerometer on a Carrier

松尾 寛子¹, 徳江 聡¹, 盛川 仁^{1*}, 松田 滋夫²

Hiroko Matsuo¹, Satoshi Tokue¹, Hitoshi Morikawa^{1*}, Shigeo Matsuda²

¹ 東工大総理工, ² クローパテック株式会社

¹Tokyo Institute of Technology, ²Clover tech. Inc.

地盤構造推定のために行われる重力探査では多くの場合、スプリング式の相対重力計が用いられる。この形式の重力計は、非常に高い精度を持つことが特徴であるが、取り扱いが難しいことや高価で測定に時間を要するといった問題がある。一方、近年の地震動予測などにおいては、種々の地域における詳細な地盤構造のモデル化が課題とされているが、物理探査を実施するには多大な時間と費用を必要とするために探査が十分に行われているとは言えないのが実情である。

そこで本研究では、小型かつ軽量、さらに移動しながらの測定が可能な簡易相対重力計の開発を目指している。地表面で一地点ずつ行っていく重力探査だけではなく自動車、航空機等の移動可能なキャリアへの搭載を可能とすることで、広範囲を稠密に探査できることが期待される。そのような背景から、安価で比較的高精度、高分解能のセンサーであるフォースバランス型加速度計(以下、FB 加速度計)をセンサーとして採用し、それが重力計としてどの程度の性能を有するか基礎的な検討を行う。検討にあたっては、移動しながらの重力測定によって妥当な値が得られるかに注目した。

観測により得られたデータからの重力成分の抽出には、バターワース型ローパスフィルターを用いた。また、LaCoste (1973) は重力成分を抽出するために、キャリアの水平成分の加速度などを同時に測定し、それらの相互相関を用いている。この手法を参考にして、信号成分間の無相関性を利用し独立な成分に分解する独立成分分析(ICA)によって観測データの解析を行い、重力成分の抽出を試みた。

FB 加速度計を用いた簡易相対重力計の試作機(EZ-GRAV)には、重力センサーのためのFB 加速度計として、新規に開発された東京測振製 VSE-156SG(以下、VSE)および日本航空電子工業社製 JA-40GA(以下、JA40)を試用した。これらの公称分解能は、それぞれ 0.001 mGal, 1 mGal 程度とされている。また、EZ-GRAV にはFB 加速度計の他に、2成分の傾斜計や、2成分または3成分の加速度計を搭載している。次に、EZ-GRAV を用いて移動しながら重力測定を行った結果を述べる。

2010年4月22日、東京都江東区のパレットタウン内にある大観覧車にEZ-GRAV を載せて観測を行った。フリーエア異常と遠心力から求めた理論値と観測記録を比較した結果、VSE の出力は、20秒のカットオフを持つバターワース型のローパスフィルターにより短周期成分を取り除くだけで、容易に理論値とよい整合を示した。

観覧車での測定では、キャリアの振動が少ない状態で行うことができたが、実際に重力測定を行う際に使用する自動車や船舶、航空機などでは、キャリアの振動による大きな振幅の波形に重力成分が埋もれてしまう。そのような場合、ローパスフィルターのみでのデータ処理では、フィルター処理の際に短周期成分の振幅の影響を受けてしまい、重力成分の抽出が困難である。そこで、FB 加速度計よりも感度の低い加速度計によって同時に記録をとることで重力成分が入っていないデータを測定し、重力成分が入っていると思われるデータと組み合わせることでICAによる重力成分の抽出ができるのではないかと考えた。2011年1月14日、茨城県涸沼周辺にてEZ-GRAV を平ボディのトラックに載せ、観測を行った。この時、FB 加速度計の他に、感度は低い測定レンジの広い加速度計も搭載した。

既に得られている絶対重力値の相対値にエトベス効果を加えて求められる期待される観測値(以下、リファレンス値と呼ぶ)とICAによる解析結果を比較すると位相が似ている場合も見られたが、観測状況によって分離した成分の一部にしかその傾向が見られないものもあった。

FB 加速度計を用いて移動状態で重力測定を行った結果、移動速度が一定かつ重力計を載せるキャリアの振動が少ない場合には、ローパスフィルターにより観測値から短周期成分を取り除くと、理論値とよい対応を示す結果を得ることができた。しかし、キャリアの振動が大きい場合、短周期の振幅の大きさがフィルター処理後も影響を与えてしまい、妥当な重力成分を抽出することができない。また、ICAによる解析の結果、重力成分の傾向を示す波形を抽出できる場合もあるが、振幅や選択する成分の決定方法などは不確定であり、用いるフィルターや解析の前処理についてより詳細な

検討の必要がある。

キーワード: 重力探査, フォースバランス型加速度計, 移動体, 独立成分分析

Keywords: gravity survey, force-balanced-type accelerometer, mobile carrier, Independent Component Analysis