

船体磁気補正係数の最適化

Improved method of the correction for the magnetic field produced by vehicle body

本庄 千枝^{1*}, 玉木 賢策², 浦 環³

HONSHO, Chie^{1*}, TAMAKI Kensaku², URA Tamaki³

¹ 東京大学大気海洋研究所 海洋地球システム研究系海洋底科学部門, ² 東京大学大学院工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター, ³ 東京大学生産技術研究所 海中工学国際研究センター

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ² Frontier Research Center for Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo, ³ Underwater Technology Research Center, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

地磁気三成分観測データを処理する上で多くの研究者の頭を悩ませるのが船体磁気補正 (Isezaki, 1986) の問題である。補正後もなお、船体の姿勢変化に同期した変動が無視できぬレベルで残ったり、あるいは補正係数計算に使うデータによって結果が変わってしまうというような事態がしばしば起こる。そのような結果の信頼性は決して高いとは言えないだろう。

良い補正係数が得られない場合にまず考えられる原因は、(a) データと船体位データとの間にタイムラグがある (0.5秒程度でも十分に影響する)、(b) データが不十分で数値的に安定な解を得られていない、などである。(a) は、実際にデータを互いにずらしながら試行計算することでタイムラグを推定し補正することができる。(b) は、船上観測であれば緯度の異なる数力所でデータを収集する、潜水艇や AUV を用いた深海観測であれば可能な範囲でピッチ角やロール角に変化をつけながらデータを収集するなど、解を安定させるに十分なデータを得るよう留意すれば良い。

しかし、上記の条件をクリアしてもなお良好なプロファイルが得られない場合も多い。その理由として、線形の観測方程式では表現できない粘性磁化の影響等が考えられてきたが、むしろ問題は最適な補正係数にたどり着いていないことにあるらしい。補正係数に誤差が生じる主な原因は、補正係数計算において周辺磁場に標準磁場を仮定していることである。本研究では、AUV で得られた深海地磁気観測データを例にとり、補正係数を最適化することで格段に良好な結果が得られる場合があることを示す。

1. 地磁気異常を考慮した補正係数の計算方法

従来の方では、補正係数を計算する際周辺磁場に標準磁場を仮定している。もし地磁気異常があったとしても結果のプロファイルにはレベル変化以上の影響を与えないとされてきたが、それは地磁気異常が標準磁場に平行する特別な場合のみであり、標準磁場に垂直な成分を持つ場合は、補正係数に影響し結果のプロファイルの形を変えてしまう。

この問題は、観測方程式 (Isezaki, 1986) において地磁気異常も変数とし補正係数と同時に求めることで十分に解決可能である。この際、

(1) 誘導磁場係数は 1 に比べ非常に小さく、地磁気異常は標準磁場に比べ非常に小さいことを考慮し微小項を無視すると式は線形化できる。

(2) 変数の数は一見すると 12 個の補正係数に地磁気異常 3 成分を加えた 15 個であるが、地磁気異常のうち標準磁場に平行な成分は、誘導磁場係数の対角成分と相互補完の関係にあるため求めることができない (この不定成分が結果のプロファイルに与える影響はレベルシフトのみであるので求められなくとも問題はない)。依って、地磁気異常のうち標準磁場に垂直な 2 成分が独立な変数として加えられ、変数の数は 14 個となる。具体的には、(a) 地磁気異常ベクトルと標準磁場ベクトルが垂直 (内積がゼロ) である条件を使う、または、(b) 地球に固定の直交座標系を通常の「北・東・鉛直下方」から「標準磁場の向き・それに垂直な 2 つの向き」に変換し第一の成分をゼロとする、などして変数を一つ減らして計算を行う。

解は最小二乗法的に求めるが、正規方程式による解法では、非現実的な解に飛んでいってしまうことがある (方程式を線形化した際の仮定にあてはまらない領域に行ってしまうことがあるため)。従って、従来通り周辺磁場に標準磁場の値を用いて算出した 12 の補正係数とゼロの磁気異常を初期値としたうえで、ガウス・サイデル法等の反復法を用いて求めるのが良い。ある程度の地磁気異常があるという結果になると、それに伴い若干値の異なる補正係数が得られる。我々のデータに適用した限りでは、この方法で算出された補正係数を用いると、ピッチ角に同期した変動が減少しプロファイルは大幅に改善された。

2. 平行する測線間の船方位によるレベル差

例として東西方向の平行な測線が複数ある場合、東行きの測線と西行きの測線との間に明らかにレベルの差があり、地磁気異常をグリッド化してみると等深線が波打っているような場合がある。このような変動は、補正係数の一部 (具体的には、永久磁化による磁場ベクトルの水平成分 H_{p1} , H_{p2} と、誘導磁気マトリクスの 3 行 1・2 列成分 a_{31} , a_{32} の 4 つ) の僅かな誤差修正で消える場合がある。本発表ではそれらの補正值の簡単な計算式を紹介する。

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG66-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 15:30-17:00

Isezaki, N. (1986), A new shipboard three-component magnetometer, *Geophysics*, 51, 1992-1998.

キーワード: 地磁気三成分観測, 船体磁気補正

Keywords: three-component magnetic field measurement, vehicle magnetization correction