

氏名	こにし なお とし 小西尚俊
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第3715号
学位授与の日付	平成15年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	空中電磁法の高精度化に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 芦田 讓 教授 松岡 俊文 教授 田村 武

### 論文内容の要旨

本論文は、空中電磁法（以下、HEMと呼ぶ）の高精度化に関して現状の問題点について考察し、測定誤差の伝播の仕方を明らかにすると共に、その補正方法を考案し、その有用性を検証すると同時に、土木地質分野におけるHEMの有用性について検証した結果をまとめたものであって9章からなっている。

第1章は序論であり、ここでは、空中電磁法の開発目的および技術の変遷について紹介し、HEMを日本に導入する経緯に触れ、本研究の背景と目的について述べると共に、その構成と内容を示している。また、地質調査における広域調査や3次元調査の必要性についても触れている。

第2章では、HEMの測定原理、装置、測定および解析について概説している。探査深度および感度領域（側方向のデータの取得範囲）については、いずれも測定条件と地下条件とが関係するために一般には一義的に論ずることはできない。しかしながら、本研究で用いたシステムに関して、既往資料および数値計算を用いて検討し、テスト測定によりその見解の妥当性を検証している。

第3章では、現状のHEMが内包する問題点として、測定時のキャリブレーション、解析時のレベリング（0レベルの設定）および対地高度測定の問題をあげ、これらについて概説すると共に、測定精度および分解能の向上を図るために、これらの問題点を解決することの重要性を指摘している。

第4章では、HEMの計測の原理に照らし合わせて測定およびキャリブレーションの内容を数式化して、測定における誤差の伝播構造を検討し、測定系全体における誤差の出現の仕方を明らかにしている。この結果、キャリブレーションによって補正される誤差とキャリブレーションによっても避けることができない誤差が存在することを明らかにすると共に、現状のレベリングの問題点を明確にしている。

第5章では、第4章で明らかになった測定系全体の誤差（ドリフト）の現れ方に対してその補正手法について検討し、垂直多点測定および垂直多点インバージョンによる新ドリフト補正手法を考案している。最小二乗法による垂直多点インバージョンの式を導出すると共に、数値計算結果例を用いてこの手法の有効性を確認している。

第6章では、測定高度を求める手法としてHEMの解析時に比抵抗値と同時に求まる見掛対地高度に注目して、測定周波数と見掛対地高度との関係について検討し、最高周波数137.5 kHzの場合の見掛対地高度  $h_{a138}$  が測定時の正確な対地高度と±5 m以内の精度で合っていることを指摘すると共に、実測データにより  $h_{a138}$  の有用性を確認している。

第7章では、実測データに対して従来のレベリング手法による解析結果と第5章で考案・開発した新レベリング手法による解析結果とを対比し、レベリングに要した時間および精度について検討して、いずれについても新レベリング手法が優れていることを確認し、この手法の有用性を検証している。この手法の確立により、HEMの精度の大幅な向上に加えてレベリングに要していた時間の大幅な短縮、ひいては調査期間の短縮、調査費用の低減が図られるとしている。

第8章では、6個の調査事例についてHEMの調査結果とボーリングやその他の既往調査資料の結果と比較・検討することにより、HEMの有用性について検証している。

第9章では、結論として本研究を総括し、各章における結果を取りまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、ヘリコプターによる空中電磁法（HEM）の高精度化を図るために、現状の問題について考察し、測定誤差の伝播の仕方を明らかにすると共に、それによって生ずるレベリング（0レベルの設定）の問題を補正する方法を考案し、その有用性を検証した結果をまとめたもので、その主な成果は以下のとおりである。

- (1) 現状のHEMが内包する問題として、測定時のキャリブレーションと高度測定、解析時のレベリング（0レベルの設定）について、測定精度および分解能の向上を図る上でこれらの問題点を克服することの重要性を指摘した。
- (2) 合理的なレベリング手法を考えるために、計測の原理に基づき測定およびキャリブレーションの内容を数式で表現し、測定における誤差の伝播構造を検討して、測定系全体における誤差の出現の仕方を明らかにした。その結果に基づいて、レベリングにおけるドリフトの補正方法を検討し、垂直多点測定および垂直多点インバージョンによる合理的なレベリング手法を考案した。また、数値計算モデルおよび実測データについて本手法を適用し、その有用性を検証した。
- (3) HEMの応答値は高度に非常に敏感であることから、解析精度を高める上で測定時の対地高度を正確に知ることが重要である。しかし、高度計の高い指向性、ヘリコプターの姿勢位置の不規則さ、地表の植生等の影響により対地高度を正確に測定する方法がないという問題に対し、HEMの解析時に比抵抗と同時に求まる見掛け対地高度に着目して、対地高度を正確に推定する方法を検討し、実データによりその方法の有用性を確認した。
- (4) 土木建設分野において実施されたHEM調査結果と、ボーリングや他の調査手法による調査結果とを比較・検討し、HEMの有用性について確認した。

以上、本論文は空中電磁法の高精度化を図るために、現状の問題を明らかにし、比抵抗解析の根幹に当たるレベリングについて合理的な新手法を考案したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年1月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。