

## 審査の結果の要旨

氏 名 宮 崎 悟

雷害対策の研究の歴史は長いが、その原因となる雷電流、発生電磁界の様相の解明と結びつけた研究は、まだ緒についた段階である。本論文は「Model of Lightning Stroke and Associated Electromagnetic Impulse (雷放電に伴う電磁界インパルスと雷放電路モデル)」と題し、自然雷の電流の空間的、時間的分布にもとづいて、地上の工作物に侵入する雷サージ、電磁界インパルスの特性を、数値電磁界解析によって評価する手法を新規に提案したもので、11章より構成される。

第1章は Introduction (緒言) で、雷害対策において評価することが必須の、雷放電に起因して生じる電磁界インパルスについて説明し、落雷の分類と典型的な落雷最終過程、本論文の構成について述べている。

第2章は Method for Calculation of Lightning Current and Associated Field (雷電流とそれに伴う電磁界の計算法) と題し、雷放電路上の電流の空間、時間分布を記述する種々のモデルと、それらを用いて発生電磁界を計算する原理を解説している。

第3章は Engineering Models of Subsequent Lightning Return Strokes (後続雷撃の工学モデル) と題し、これまで多くの研究がなされてきた負極性後続雷撃の放電路上の電流分布を記述するモデルを、観測結果の見直しも行いつつ新たに考案し、それが既知の観測された電磁界のすべての特徴を満足することを示した。このような成功を収めたモデルは従来になく、雷放電路上の電流波形の減衰、変歪の状況も帰納されることを述べている。

第4章は Model of Lightning First Return Strokes (第一雷撃のモデル) と題し、雷害対策の上で極めて重要度が高いにもかかわらず、これまでほとんど研究されていなかった負極性第一雷撃の電流分布のモデルを、前章の成果を大幅に取り入れつつ新規に提案した。このモデルは既知の電磁界の特徴を満足するばかりか、雷電流波高値と遠方の電磁界の波高値の関係が、後続雷撃とは異なることを予言しており、注目に値する。

第5章は Engineering Model of Return Stroke in Submicrosecond Range (サブマイクロ秒領域での帰還雷撃の工学モデル)と題し、雷撃点から10~15mという至近距離での電磁界観測データを再現できる、負極性後続雷撃リーダと大地との最終結合過程のモデルを新たに提案している。

第6章は Model of Upward-Leader-Initiated Lightning Strokes (上向きリーダで開始する雷撃のモデル)と題し、上向きリーダで開始するタイプの雷撃の史上初のモデルを提案している。これは観測された負極性上向き雷撃に伴う両極性電磁界パルス波形をよく再現するため、遠隔観測によるこの種の雷撃の電流波高値推定に途を拓いたと言ってよい。

第7章は Comparison of Method of Moments and FDTD Method in Application to LEMP Analysis (モーメント法とFDTD法のLEMP解析への適用性の比較)と題し、数値電磁界解析の代表的な2つの方法であるモーメント法とFDTD法の、雷放電に伴う電磁界インパルス(LEMP)解析への適用性を比較し、どちらも有用であることを結論している。

第8章は Influence of Elevated Object on Lightning Current and Associated Fields (雷電流とそれに伴う電磁界への高構造物の影響)と題し、高構造物が雷撃を受けたときの雷電流、電磁界が平地への雷撃時とどのように異なるかという、工学的に重要な問題について、従来の多くの研究の問題点を指摘し、数値電磁界解析を使用して新たな結論を導いている。

第9章は Surge Voltage and Current at Building Directly Hit by Lightning (雷の直撃を受けた建物におけるサージ電圧電流)と題し、建物が雷の直撃を受けたときの、複雑な構造物、電気配線各部への雷電流の分流状況を、初めてモーメント法による数値電磁界解析を使って正確に評価している。この成果により、各部にサージ防護素子を取り付ける場合のそれらのエネルギー耐量について、日本で広く使われていた誤った指針を正すことができた。

第10章は Induced Magnetic Field Inside of Directly Hit Building by Lightning (雷の直撃を受けた建物内の誘導磁界)と題し、雷の直撃を受けた建物内での誘導磁界を数値電磁界解析で正確に計算し、実測やモデル実験に頼らない解析法の実用性を示している。

第11章は Conclusion (結言)で、本論文の成果を総括している。

以上これを要するに本論文は、自然雷の電流の空間的、時間的分布に関する蓋然性の高いモデルを構築し、それに基づいて、雷害対策上きわめて重要な知見となる、地上の工作物に侵入し、影響する雷サージ、電磁界インパルスの特性を、数値電磁界解析によって評価する手法を新規に提案したもので、電気工学、特に電磁環境工学上、貢献するところが大きい。

よって本論文は、博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。