

# 電磁界解析の高精度化技術調査専門委員会 設置趣意書案

静止器技術委員会

## 1. 目的

電子計算機の著しい性能の向上と電磁界解析技術の進歩により、電気機器などの設計に電磁界解析は不可欠なものとなりつつある。最近産業界においてはますますエネルギーの効率化が求められ、これらの電気機器の小型化や高周波化が進み電磁界解析もそれに伴い更なる高精度化が要求されるようになった。高精度な解析を行うには電磁界方程式を正確に解くばかりではなく現実の製品に使われている磁性材料の特性を正確にモデル化することが必要である。また3次元過渡解析においては解析時間が大きくなり現実の設計に使うことが難しい。このため、2013年度に設立された「先進電磁界解析による設計高度化技術調査専門委員会」においてこれらの課題を解決するための調査検討が行われ、設計最適化に活用するための解析技術の確立を目指してきた。その中で磁性体のヒステリシスモデルに関してはいくつかの調査検討がなされたが引き続き検討が必要であることが分かった。また磁気特性の応力依存性や磁壁の移動に伴う異常渦電流のモデル化、ますます大規模化する電磁界解析の高速化や並列計算技術の調査を続ける必要があることも認識された。

本委員会ではこれらの上記委員会の成果を踏まえ、これらの課題を解決して高精度な解析技術を確立するための調査検討を実施する。

## 2. 背景および内外機関における調査活動

電磁界解析は高性能が要求される電気製品などの開発に不可欠なものとなってきたがそれに伴い現在の数値解析技術では困難な問題も顕在化してきた。例えば、これらの製品の多くには渦電流の損失を防ぐため積層された電磁鋼板が使われているが鋼板が薄く枚数も多いためそのまま数値解析を行うには現在の電子計算機の資源では難しい。このような問題を解決するために国内外の多くの機関において積層のモデル化である均質化法などが研究され計算法が確立されつつある。しかしこの方法は近似法であり端の効果を考慮できず1次元的なアプローチであり、厳密に計算するアプローチも検討する必要がある。そこで上記困難はあるが近似を行わず極めて微細な計算格子を用いて積層構造を直接模擬する並列計算による大規模解析の研究も行われている。

また電磁鋼板の磁化は変動する磁界の影響でヒステリシスをもちこれによる損失が発生する。この影響を磁界解析に反映させるために様々なモデルが検討されているが、交番磁界だけでなく回転磁界下における現象を取り扱うためにはベクトルモデルが不可欠となる。さらに磁性体内部の磁壁の移動に伴う異常渦電流も損失を評価するために取り入れる必要があるが、これを数値解析で扱うためのモデル化が必要でありこのような問題を解決するための研究が進められている。

我が国においては1980年における「電磁界数値解析法の電力機器への応用調査専門

委員会」発足以来現在まで電磁界の解析技術やその応用技術が研究されてきた。これにより電磁界解析技術は国際的にも高く評価されるようになり、1989年には当該分野においては最大級の国際会議である COMPUMAG が東京で開催され、1996年には IEEE の電磁界解析の国際会議である CEFC が岡山で開催され、1999年には COMPUMAG が札幌で、2012年には CEFC が大分で開催された。このような活発な研究活動により我が国の電磁界解析技術は飛躍的發展を遂げ現在に至っている。

### 3. 調査検討事項

- (1) 磁性材料の磁化特性の磁界及び応力依存性、磁歪などのモデル化及び局所電磁力の調査
- (2) ベクトルヒステリシスを考慮したヒステリシス損および古典及び異常渦電流損の高精度計算法の調査
- (3) Litz 線や高周波インダクタなど空間的なマルチスケール性を持つ構造の3次元解析や、数億以上の未知数をもつ大規模電磁界の高速計算・並列計算手法開発のための調査
- (4) 高精度計算を用いた電力機器の3次元設計最適化手法

さらに、高精度化に向けた解析技術の普及活動として「電力・エネルギーフォーラム電磁界解析セミナー」などの開催も合わせて実施する。

### 4. 予想される効果

今回の調査検討により、電磁界解析に対するより精度の高い要求にこたえることができ、産業界における電気機器などの精度の高い設計や製造に寄与することが期待できる。

### 5. 調査期間

平成28年(2016年)4月～平成31年(2019年)3月(3年間)

広範囲におよぶ調査内容を整理し、有意義なものにまとめるためには、3年間の調査期間を要する。

### 6. 活動予定

委員会：8回/年、幹事会：3回/年

### 7. 報告形態

調査終了後には、調査結果を技術報告書として発行する。