

学位論文の要旨

フリガナ 氏名	ミズマ タケヒト 水間 健仁
専攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 (西暦) 2017 年度 (4月) 入学
学位論文 題目	領域分割型並列有限要素渦電流解析のSVD直接法による高性能化
<p>【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>数値解析手法の一つである有限要素法に基づく電磁界解析は、電気機器設計の現場において、その性能向上のために広く利用されている。近年の計算機の飛躍的な性能向上により、より複雑かつ大規模なモデルを扱うことが可能な解析手法の開発や、小規模モデルでも多数の解析を高速に実施可能な解析手法の開発が要求されている。そこで、より効率的な解析を実現するために、領域分割法を利用した並列有限要素法が提案されている。</p> <p>本手法では、解析領域全体を部分領域と呼ばれる小領域に分割し、問題を部分領域内部の有限要素解析である部分領域問題と、部分領域境界間のつり合い計算を行うインターフェース問題に分ける。インターフェース問題に適用する反復法が、領域分割法アルゴリズムのボトルネックとなっており、より小さな残差ノルムへ収束させる、もしくは、より少ない反復回数において収束判定値を満たすことが、解の精度向上・求解の安定化に繋がる。部分領域問題に対して任意の逆行列解法が適用可能であるが、その計算精度がインターフェース問題の収束性に影響することが知られている。部分領域問題は独立して計算することが可能であり、その線型方程式の解法として反復法または直接法を適用する。部分領域問題において扱う線形方程式の性質は、問題により異なる。電磁界問題のうちの一つである渦電流問題は、特異性を有することから、部分領域問題として共役勾配法をはじめとする反復法を適用することが一般的である。しかしながら、反復法の解には打ち切り誤差が含まれ、部分領域問題の精度向上は困難である。</p> <p>一方、Moore-Penrose の一般逆行列は、特異行列においては最小二乗解および最小ノルム解を持つ。一般逆行列を用いることにより、行列・ベクトル積を1回計算するのみで連立一次方程式の解が得られるようになる。一般逆行列を計算するためには、特異値と特異ベクトルからなる行列に分解する、特異値分解が広く使用されている。</p> <p>本研究ではこれらの背景のもと、新たに、特異値分解法に基づく領域分割型並列有限要素渦電流解析手法を開発した。本手法は、領域分割法における部分領域問題の解法として、特異値分解に基づく一般逆行列を用いた直接的解法を適用するものである。これによって部分領域問題の右辺問題化がなされ、ソルバ全体の高速化・高精度化が実現する。本学位論文では、部分領域に直接法を導入するにあたり必要となる数学的理論およびアルゴリズム構築とコード開発について詳細に述べた。更に、いくつかの数値モデルを用いて数値実験を行い、部分領域に反復法を適用する従来手法との精度と計算速度両面を比較した。その結果、従来手法と比較して2桁小さい誤差まで解を収束させることに成功した。また、計算時間も22.4%削減されることが確認でき、精度と計算速度の両面において優位であることが明らかになり、提案手法の有効性が示された。</p>	

(注1) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

(注2) フォントは和文の場合、10.5ポイントの明朝系、英文の場合12ポイントのtimes系とする。

(注3) 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

(注4) 和文又は英文とする。