

トカマク型装置におけるブランケット位置に配置した磁性材の磁気計測への影響を補正するモデル解析

小林孝行, 筒井広明, 飯尾俊二

東京工業大学 環境・社会理工学院 原子核工学コース

トカマク型装置において、磁気計測に基づく炉心プラズマの位置・断面形状計測は炉心プラズマの制御や平衡解析を行う上で不可欠である。他方、現在検討されている原型炉で設置される炉内構造物は磁性材を含み、磁気計測器は放射線からの保護の理由でプラズマとの間に構造材を挟む位置に設置しなくてはならず、磁気計測は困難になる[1]。このため、磁性材料による磁場の歪みの評価及び、その補正方法の開発・評価が必要となる。

本研究では位置・値ともに時間変化のないプラズマ電流が作る磁場への磁性体の影響評価を有限要素法汎用コード COMSOL Multiphysics により行い、その出力をフィラメント電流近似法の入力としてプラズマ電流位置の再現を行うことで、磁性材料の影響として評価した。そしてこの影響を補正する方法を考案し、補正を用いた場合の電流重心の再現性を評価した。

計算に用いたモデルは、磁性材料を飽和させるトロイダル磁場 B_t を作るトロイダル磁場コイルと、ポロイダル磁場 B_p を作るフィラメントで模擬したプラズマ電流 I_p を基本として設置し、これに加えて磁性を持つ構造物を図1の青い部分のように離散的に配置することで計算を行った。磁性材料のモデルは、現在検討されている低放射化フェライト鋼 F82H の物性値[2]を参考に数式で近似した。渦電流の影響を考慮しない定常モデルのため真空容器は設置していない。

原型炉に用いられる炉内構造物はブランケットの支持構造として用いられるため、離散的な設置ではあるが非常に近接したものとなる。このためこれらの磁性体に流れる磁化電流が図2のように周回方向に連続して流れるとみなすことにより、フィラメント電流近似法における模擬フィラメントで表現できると考えられる。このとき、実際の磁化電流は離散的に設置された各々の磁性体の内部に流れるため、フィラメントで模擬した周回方向の磁化電流の和はゼロとなる。このため本研究では、フィラメント電流近似法において磁性体内部にフィラメントを設置し、それらの電流の和をゼロとするような条件を課すことでの影響の補正を行い、その効果を評価した。本講演ではその結果について報告する。

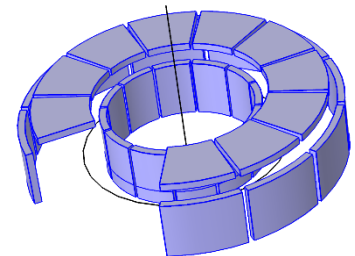


図1 使用した磁性体を含む簡易モデルの形状

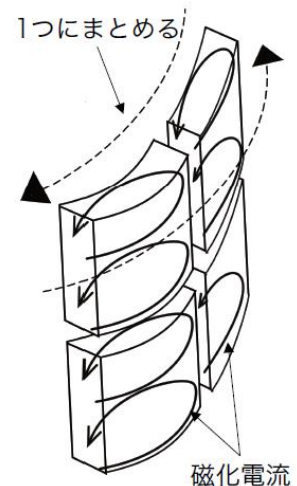


図2 磁化電流を和がゼロの周回電流とみなす

[1] Program Committee of Technical Study on the Diagnostics for Control of the Fusion DEMO reactors: NIFS-MEMO-68 (2014)

[2] 芝 清之, 菱沼 章道, 遠山 晃, 正村 克身: 「低放射化フェライト鋼 F82H IEA ヒート材の特性 -IEA ラウンドロビン試験中間報告(1)-」, 日本原子力研究所 (1997)