

TOKASTAR-2 における 3 次元渦電流を考慮した磁場解析

Magnetic field analysis with 3D eddy current in TOKASTAR-2

角田圭志 1)、藤田隆明 1)、岡本敦 1)、有本英樹 1)、門啓太郎 1)、森澤隼介 1)、
中川翔 2)、村瀬尊則 2)、岡村昇一 2)、磯部光孝 3)、清水昭博 3)TSUNODA Keishi1), FUJITA Takaaki1), OKAMOTO Atsushi1), ARIMOTO Hideki1),
NAKAGAWA Sho2), MURASE Takanori2), *et al.*

1)名古屋大学、2)核融合科学研究所、3)総合研究大学院大学

1)Nagoya Univ., 2)NIFS, 3)SOKENDAI

TOKASTAR-2 では、真空容器を流れる渦電流が大きく、渦電流磁場の正確な評価が課題となっている。真空容器を取り外した状態で行ったコイル通電試験により高い精度でコイル磁場の測定を行った。その結果からコイル磁場の校正をすることでポロイダル磁気プローブアレイ (MPA) における真空磁場の計測値と計算値の誤差を低減させることができた (図 1)。しかし、依然として渦電流磁場の誤差は存在している。その要因として真空容器の計算モデルは軸対称を仮定しているが、実際には 90° 毎にポートが存在しており、これによって発生する 3 次元性を考慮できていないことが考えられた。そこで、本研究では磁気プローブによる計測や 3 次元解析を行うことができる ANSYS による有限要素法解析において磁場に 3 次元性が存在することを確認し、3 次元性を考慮した渦電流計算により実測を再現することを目指す。

渦電流磁場の 3 次元性の確認のため、先行研究 [1] でトロイダル方向に 8 か所設置されたトロイダル磁気プローブ (TMP) を用いた計測を行った。図 2 に結果を示す。軸対称モデルを用いた計算ではトロイダル方向において磁場は一定の値となるが、実験値は 3 次元性を持っていることが分かった。しかし、前述した真空容器の 90° 毎に存在するポートによる 3 次元性なのであれば実験値も 90° 毎に周期性が存在するはずだが、実験値にはそのような周期性は見られなかった。この点について、ANSYS による解析の結果との比較を行い、さらなる検討が必要である。

ANSYS による 3 次元解析によって真空容器内の渦電流分布の取得を行った。想定した通りポート付近とそれ以外の場所で分布が大きく異なり、3 次元性を確認することができた。また、渦電流分布の 3 次元性はポート付近で大きく出ておりトロイダル方向に周期性を持っていることが確認できた。しかし、これは図 2 に示した TMP における磁気計測の結果と矛盾していた。そのため、ANSYS での 3 次元渦電流磁場計算によってより詳細な解析を行う必要があることが分かった。発表では、この 3 次元解析によって得られた計算結果を用いて、MPA での実測値との誤差が軸対称計算を行っている従来モデルや新モデルと比べどの程度低減したかや、TMP でのトロイダル分布の実測値を再現しているかについて詳しく議論する。

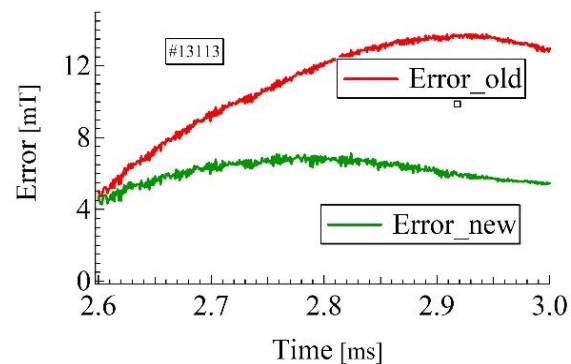


図 1 真空磁場の誤差 (MPA 全 16ch の誤差の総和) の時間変化 (Old: 従来モデル、New: 新モデル)。トカマク放電と同等の条件での通電試験。

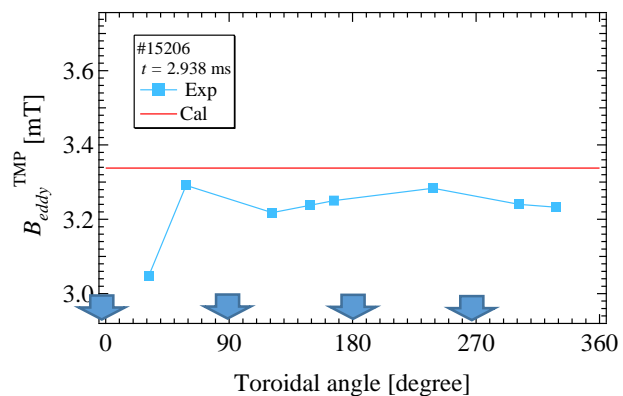


図 2 PVF 上側コイル単独通電時のトロイダル磁気プローブにおける渦電流磁場 (Exp: 実験値、Cal: 計算値、矢印: ポート位置)