

TOKASTAR-2 におけるヘリカル磁場配位の改善 Improvement of the helical field configuration in TOKASTAR-2

安田幸平, 藤田隆明, 岡本敦, 有本英樹, 伊藤宏真,
杉岡諒一, 村岡賢治, 箕浦誠人, 横山亮磨, 山内崇弘

YASUDA Kouhei, FUJITA Takaaki, OKAMOTO Atsushi, ARIMOTO Hideki et al.

名大院工
Nagoya Univ.

TOKASTAR-2 はトカマク配位とヘリカル配位を各々独立あるいは同時に生成することができるプラズマ閉じ込め装置であり、トカマクプラズマへのヘリカル磁場重畳効果の研究を目的の一つとしている。TOKASTAR-2 では、ヘリカルコイル系により真空閉磁気面を形成できるように設計されているが、(1)プラズマ生成可能領域に対する断面積が小さい、(2)トカマクプラズマと比べて回転変換が小さいことが課題である。真空閉磁気面の断面の拡大を目的として、新しい軸対称コイルを設置した。また、回転変換の増大を目的として、ヘリカルコイル系の新パルス電源を製作し、ヘリカルコイル電流を増大することを計画している。本研究では、新コイルにより得られる真空閉磁気面の計算、ヘリカルコイル用新電源の検討を行う。

ヘリカルコイル系新パルス電源は、HF コイル(98 ターン)と AHF コイル(126 ターン)の 2 つのコイルに対して製作を予定している。現在、HF コイル、AHF コイルは定常電源により最大 30 A まで通電できるが、新パルス電源では、最低でも現在の倍程度の電流、プラズマ電流の駆動時間が約 0.5 ms であることを考慮してフラットトップ時間は、1 ms 以上を目標としている。例として、同程度の大きさの断面を有する、①現在の定常電源で生成される典型的な最外殻閉磁気面、②ヘリカルコイル電流を増大させた最外殻閉磁気面、の計算結果を図 1 に示す。回転変換は、① : $\langle t \rangle = 0.0141$ 、② : $\langle t \rangle = 0.0544$ である。このように、ヘリカルコイル電流を増大させることで回転変換を増大させることができる。

電源の設計は、電気回路シミュレータ LTspice(リニアテクノロジー社)を用いて行い、コンデンサの静電容量や充電電圧を決定する。LTspice は、コイルの自己インダクタンスや抵抗、相互インダクタンスを入力する必要があるため HF コイル、AHF コイルと他コイルとの相互インダクタンスを調べる必要がある。HF コイルまたは AHF コイルを既存のコンデンサにより通電し、他コイルに相互誘導によって誘起される電圧を測定し、相互インダクタンスを算出した。それぞれの相互インダクタンスを LTspice に入力し、HF コイルと AHF コイルの、相互インダクタンスを考慮した電流と考慮していない電流を比較することで、設計の際にどの相互インダクタンスを考慮すべきかを判断した。例として、HF コイルと AHF コイルの相互インダクタンス M_{HF-AHF} に対する HF コイル電流波形の計算結果を図 2 に示す。図 2 のように M_{HF-AHF} により電流波形が変化し、 M_{HF-AHF} は設計に考慮する必要がある。全ての相互インダクタンスについて調べた結果、HF コイルと AHF コイルの相互インダクタンス M_{HF-AHF} 、AHF コイルと OH コイルの相互インダクタンス M_{AHF-OH} を考慮するべきということがわかった。これらを考慮して、ヘリカルコイル系新パルス電源の製作を今後行う。

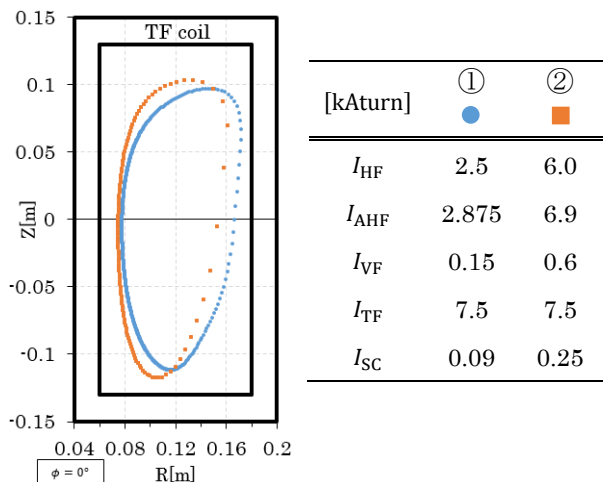


図 1 最外殻閉磁気面の計算結果とその電流値

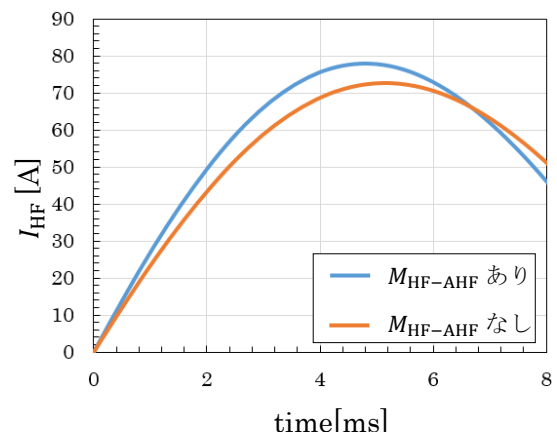


図 2 HF コイル電流 I_{HF} の時間変化

$C_{HF} = 1 \text{ mF}$, $V_{HF} = 300 \text{ V}$
 $C_{AHF} = 1 \text{ mF}$, $V_{AHF} = 300 \text{ V}$