

RELAX 装置におけるトカマクプラズマ形成への準備

Preparation for producing tokamak plasma in RELAX

井上孟流¹, 比村治彦¹, 三瓶明希夫¹,
村瀬尊則², 中川翔², 清水貴史², 林浩己², 小林策治², 清水昭博^{2,3}, 磯部光孝^{2,3}, 渡辺清政^{2,3},
石田裕¹, 森内大翔¹, 高岡亮太¹, 稲垣泰一郎¹, 小嶋夏葵¹
Takeru Inoue¹, Haruhiko Himura¹, Akio Sanpei¹, Takanori Murase², Sho Nakagawa², *et al.*

京都工芸繊維大学¹, 核融合研², 総研大³
Kyoto Inst. Tech.¹, NIFS², SOKENDAI³,

近年 Reversed-field pinch(RFP) 装置を用いた高温トラスプラズマ研究では、RFP だけでなくトカマクプラズマも形成し、将来のトカマク炉が内包している潜在的な問題を研究する傾向がある [1, 2]。RELAX 装置 [3] においても、流れ場を持つ磁化した高温トラスプラズマの構造変化に対する正準フラックスチューブの空間・時間変化を調べるために、RFP だけでなくトカマクを形成する準備を進めている。前者は太陽フレア等との関係があり、後者はトカマクのディスラプションやヘリカルコア形成と正準ヘリシティの保存性について調べることを目的とする。

RFP 装置でトカマクを形成するためには、トロイダル磁場を増強しなければならない。トカマクエッジでの q 値は 3 ~ 4 であり、RELAX 装置のエッジのトロイダル磁場は、現在数 mT である。したがって、トロイダル磁場 B_t を現在の 4 倍、つまり、0.2 T まで大きくする必要がある [4]。

このために、トロイダル磁場強度を上げるための回路変更を行う。Fig.1 は回路図である。この回路は Pulse Forming Network(PFN) と呼ばれており、ここでは段数を 10 段として、最終段の負荷がトロイダル磁場コイル (TFCs) になる。Fig.2 はシミュレーション結果の一例である。最大電流値 21 kA の時、TFCs を環状ソレノイドと近似する場合、 $B_t = 0.2$ T が達成される。電流のフラットトップ継続時間は、10 ms まで延長される。

RFP 配位とは異なり、トカマク配位では TFCs に生じる転倒力他が大きい。ここで、TFCs の材質は銅である。ソフトウェア"ANSYS"を用いた電磁解析より、TFCs の 1 ターンに働くフープ力は、コイルのインウォード部分に約 4500 N、コイルの上下部分に約 1800 N、捻じれ力は、装置のトロイダル方向にそれぞれ逆向きに約 1600 N が生じる。これらに対するコ

イル支持構造を新たに付加して構造解析を行った所、TFCs に加わる最大応力は 49.3 MPa まで低減される。この値は銅の許容応力 (50 MPa) 以下である。

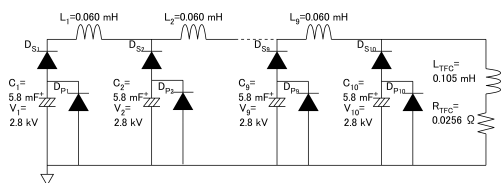


Fig. 1: A new PFN circuit for tokamak in RELAX.

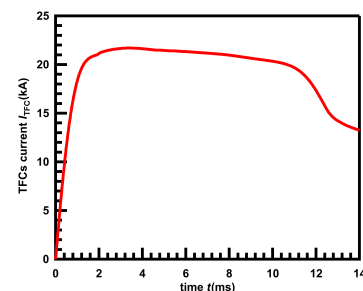


Fig. 2: The expected current flowing in TFCs.

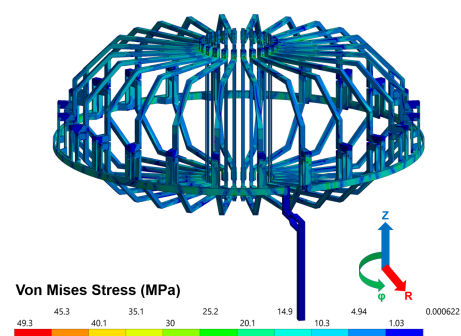


Fig. 3: A typical result of von Mises stress on TFCs.

- [1] G. Grenfell *et al.*, Nucl. Fusion **60**, 126006 (2020).
- [2] S. Munaretto *et al.*, Nucl. Fusion **60**, 046024 (2020).
- [3] S. Masamune *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **76** 123501 (2007).
- [4] A. Sanpei *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **78** 013501 (2009).