

BA原型炉における先進ダイバータ配位実現のための インターリンク超伝導コイルの概念設計

Conceptual design of inter-linked superconducting coils for advanced divertor configuration of BA DEMO reactor

宇藤裕康、朝倉伸幸、飛田健次、染谷洋二、坂本宜照、星野一生、中村誠、徳永晋介
Hiroyasu UTOH, Nobuyuki ASAKURA, Kenji TOBITA, Youji SOMEYA,
Yoshiteru SAKAMOTO, Kazuo HOSHINO, Makoto NAKAMURA, Shinsuke TOKUNAGA

日本原子力研究開発機構
Japan Atomic Energy Agency

近年、非常に大きな熱流の低減が求められる原型炉のダイバータ設計において、トロイダル磁場(PF)コイルの配置と電流値の配分を工夫してダイバータ板への磁力線の連結長を増加する磁場形状「先進ダイバータ配位」の検討が注目され、その代表例であるSuper-X divertor (SXD)等の配位が形成可能なコイル配置及び電流の検討が行われている^[1]。その結果、図1(a)に示すようにPFコイルをトロイダル磁場(TF)コイルの外側においた場合、ダイバータ配位を形成するPFコイルに180MATものコイル電流を要し、超伝導コイルの観点から図1(b)に示すようにダイバータ近傍、すなわちTFコイル内側に設置することにより電流値を減らすことができる。そのため、インターリンク超伝導コイル概念をダイバータ用PFコイルに適用し、その概念検討を行った。

インターリンク超伝導コイル概念は、中心ソレノイド(CS)やPFコイルをTFコイルに鎖交するようにTFコイルと真空容器の間に巻く概念で、超伝導コイルをよりプラズマ近傍に配置することが可能となる。本研究では、図2に示す

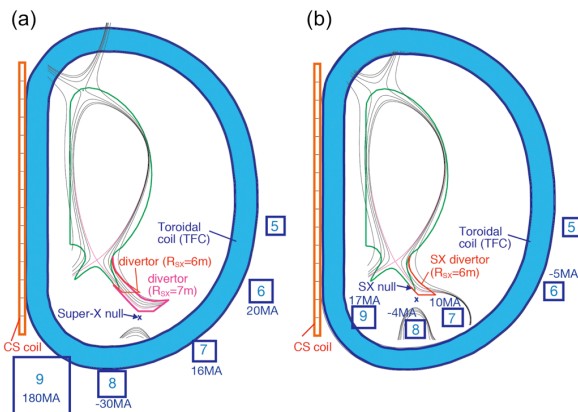


図1. ダイバータコイルを(a) TFコイル外側と(b) TFコイル内側に設置した場合のSuper-X divertor配位形成のためのPFコイル配置とコイル電流分布^[1]

ように真空容器下部とTFコイルの間にインターリンクPFコイル用の空間を作り、トロイダル磁場10T程度の位置に設置する際のPFコイルの設計概略値を検討した。コイル導体は現場巻線の容易さを考慮して1バンドル分をケーブルインコンジット(CIC)に納めた導体(断面: 21mm×21mm)を積層して巻くものと仮定し、トロイダル磁場と自己磁場との合成磁場で導体電流を評価した。その結果、Nb₃Al線材を用いた場合、設計応力500MPa、コイル断面寸法1.4m×1.4m程度のインターリンク巻きでSXD配位形成に必要なコイル電流値20MATを生成できることがわかった。本発表では、インターリンクPFコイルの交流損失を考慮した冷却構造を含むコイル概念に加え、電磁力などの設計概略値の検討結果について報告する。

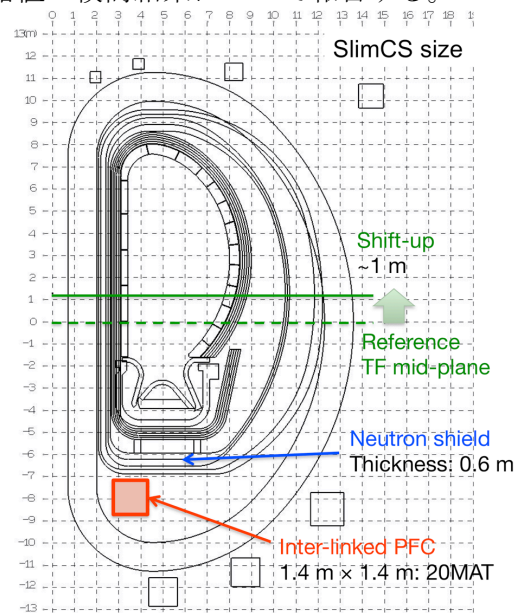


図2. Super-X divertor配位用インターリンクPFコイルのコイル寸法と設置例

[1] N. Asakura, et al., Transaction Fusion Sci. Tech., 63 70 (2013).