

BA原型炉設計における超伝導コイル設計概要 Outline of Super Conducting Coil on BA DEMO Design

日渡 良爾
Ryoji HIWATARI

量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

1. はじめに

BA原型炉設計活動における原型炉概念の紹介と超伝導コイルの設計検討状況を報告する。はじめに、BA原型炉の設計基本方針を説明した後、超伝導コイル概念構築の手順概要を説明し、TFコイル概念ならびに、CS・PFコイル概念の検討現状について報告する。

2. BA原型炉の設計基本方針

BA原型炉設計での基本方針としては[1]、定格運転においては定常運転を基本とするが、それに至るまでのコミッショニング運転を考慮し、パルス運転も可能な運転の柔軟性を確保する事を基本方針の一つとしている。もう一つ大きな方針としては、ダイバータ熱負荷の観点から現状の炉心プラズマ・ダイバータ実験・シミュレーションに基づき核融合出力を1.5～2.0GWの範囲で想定している点である。前者の基本方針から、パルス運転への磁束供給のために装置サイズが主半径8m級となり、超伝導コイル概念構築においては実験炉ITERよりからの大型化が課題となっている。

3. 超伝導コイル設計の基本方針と設計パラメータ

超伝導コイルの設計の基本方針としては、ITERからの技術的飛躍を最小とすることを念頭に、現状、ケーブルインコンジット (CIC) 型導体、ダブルパンケーキ型巻線方式、支持方式としてウェッジ方式を採用した。原型炉超伝導コイル概念構築においては、超伝導コイル設計コードSCONEを用いている[2]。これは、超伝導コイルの寸法を設定した上で、導体の電流密度のスケーリング則、耐クエンチ熱バランス、コイル構造強度、以上の3つの制約条件から生成可能な最大磁場を評価するコードである。この設計コードを用いて原型炉における超伝導コイルの概念を構築している。

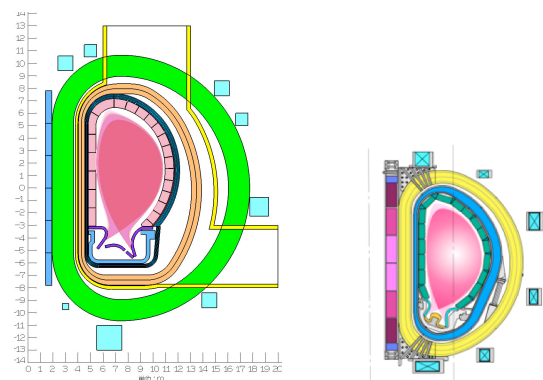
ITERからの設計パラメータの向上としては、低温構造材JJ1の開発現状から、設計応力を

ITERでの667MPaを800MPaへ向上を期待している点である。

原型炉のTFコイルの主要諸元とITERとの比較を表1に、TFコイル断面との比較を図1に示す。

表1. TFコイル主要諸元と原型炉とITERの比較

	BA-DEMO	ITER
超伝導線材	Nb ₃ Sn	Nb ₃ Sn
TFコイル数	16	18
最大磁場強度	13.7T	11.8T
全TFコイル起磁力	230MAT	164MAT
TF巻き線数	228	134
導体電流	63kA	68kA
インダクタンス	3.75H	0.98
全TF磁気エネルギー	149GJ	41GJ
全TFコイル重量	11800ton	5400ton



(a) BA-DEMO 断面

(b) ITER 断面

図1. TFコイル断面の原型炉とITERの比較

発表では、これらBA原型炉の超伝導コイルの概念検討の概要ならびに、文科省原型炉開発総合戦略タスクフォースで議論されているアクションプランにおける超伝導コイルの開発計画の概要も含めて説明する予定である。

[1] Y.Sakamoto et al., DEMO Concept Development and Assessment of Relevant Technologies, FIP/3-4Rb, IAEA Fusion Energy Conf. St.Petersburg, 2014

[2] H.Utoh, Design the superconducting magnet of Fusion J. Plasma Fusion Res. 92 (2016) 593-396