

準軸対称ステラレータCFQSのモジュラーコイル製作手法の確立 Establishment of the Manufacturing Method of Modular Coils for Quasi-axisymmetric Stellarator CFQS

田上裕之¹、中川翔¹、村瀬尊則¹、林浩己¹、木下茂美¹、清水昭博^{1,2}、岡村昇一¹、
磯部光孝^{1,2}、長壁正樹^{1,2}、Haifeng LIU³、Yuhong XU³、Dapeng YIN⁴
Hiroyuki TANOUE¹, Sho NAKAGAWA¹, Takanori MURASE¹, Hiromi HAYASHI¹,
Shigeyoshi KINOSHITA¹, *et al.*

核融合研¹、総研大²、中国西南交通大³、中国合肥Keye⁴
NIFS¹, SOKENDAI², SWJTU China³, Keye China⁴

核融合科学研究所は、中国・西南交通大学と共同で大半径 1 m、アスペクト比 4、磁場強度 1 T の準軸対称ステラレータ CFQS の建設を進めている[1]。準軸対称磁場配位を実現するために、図 1 に示す通り本装置は 4 種類 16 個のモジュラーコイル(MC)を備える。CFQS の MC は複雑な 3 次元形状を有することに加え、他の構成機器との干渉も考慮し、3 mm 以下の寸法精度にて製作する必要がある。本報告では、CFQS の MC の製作手法と製作状況を中心に述べる。

MC の実機製作に先立ち、製作性確認を行うべく製作者にて過去の実績を踏襲してモックアップを製作した。モックアップでは導体間絶縁及び対地絶縁の空隙に樹脂を含浸させるための真空含浸(VPI)を 1 回でまとめて行った。この場合、対地絶縁テーピング時に巻き枠から MC を外すと MC が想定以上にスプリングバックし、形状修復作業が容易ではなく、かつ修復に時間も要した。そのため、登壇者は実機では対地絶縁処理前後に VPI を実施する工程に改善するよう、製作者に提案した。

改善後の MC 本体の主な製作工程を図 2 に示す。1)巻き枠製造、2)巻き線、3)1 回目の VPI、4)対地絶縁、5)2 回目の VPI となる。さらに、2 回目の VPI 後に CNC 工作機を活用し、MC の現地据付作業時に必須となるコイルの位置参照用の基準点を MC 表面に高精度で設ける手法を考案した。これらの取り組みにより MC の製作を着実に進める手法、工程を確立することができた。

現在までに、MC 実機の 16 個中 14 個について、第 1 回目の VPI が終了しており、全て成功裏に終わっている。製作精度は、第 1 回目の VPI 後のレーザートラッカーによる計測から、我々が定めた許容寸法精度である 3 mm 以下に抑えられていることを確認した。MC の支持構造物

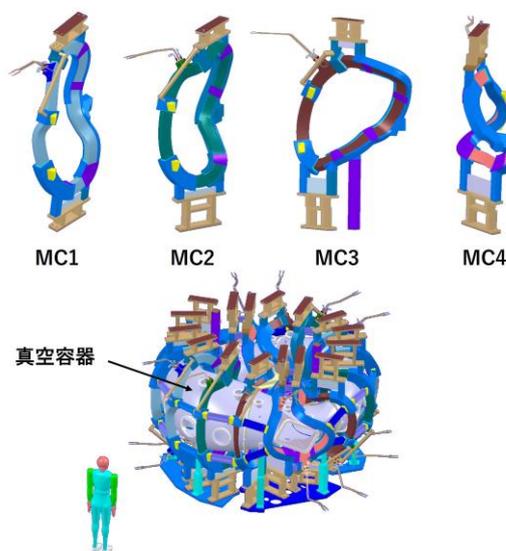


図 1 CFQS のモジュラーコイル構成



1)巻き枠製造 2)巻き線作業



3)1回目VPI後 4)対地絶縁処理 5)2回目VPI(準備時)

図 2 モジュラーコイル MC1 の主な製作工程についても製作が進行中である。

[1] A. Shimizu *et al.*, Nuclear Fusion, **62**, 016010 (2022).