

# 有限要素法による電磁力平衡コイルの応力解析

Stress Analysis of the Force-Balanced Coil by Finite Element Method

東工大原子炉研 ° 梶田真也、野村新一、渡辺成章、鈴木千里、大畑嘉洋、筒井広明、飯尾俊二、嶋田隆一

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology

° Shinya Kajita ,Shinichi Nomura ,Naruaki Watanabe ,Chisato Suzuki ,Yoshihiro Ohata ,

Hiroaki Tsutsui ,Shunji Tsuji-Iio ,Ryuichi Shimada

2-12-1 O-okayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550 Japan E-mail: 01m19070@nr.titech.ac.jp

## 1. はじめに

超電導電力貯蔵装置に用いる超電導コイルには巨大な電磁力が発生する為、この装置の大容量化を妨げる大きな課題となっている。そこで、電磁力平衡コイルの概念を用いて電磁力支持材量及び超電導導体量を低減できる超電導コイルを製作し、応力分布測定試験を行ってきた。この結果、コイル巻枠に生じる応力分布を平滑化することのできるビリアル限界コイル (VLC) の有効性が実証された。この超電導コイルの形状を Fig.1 に示す。このような超電導コイルではコイル軌道付近に応力が集中していることが考えられるため、超電導コイル全体としての応力分布を把握する必要がある。さらに、応力分布に依存する様々なパラメータを考慮して、コイル形状の最適化に向けて、有限要素法を用いた応力分布の解析を行っている。

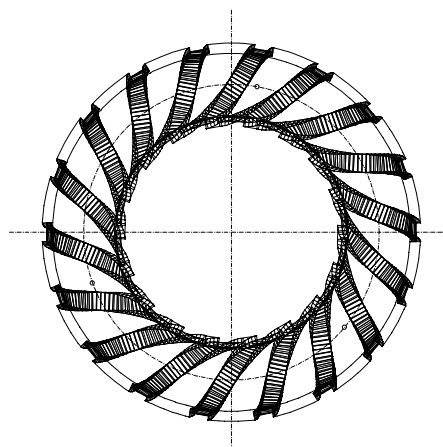


図1 . 超電導コイル (ビリアル限界コイル)

Fig.1 Superconducting coil (Virial-limited coil)

## 2. 解析手法

解析モデルの構築にあたり、汎用の FEM 解析モデル構築ソフト PATRAN を用いて、コイル・巻枠を一体化したドーナツ状の構造を作成し、直方体の固体要素として有限要素に分割した。このときの有限要素数では精度やメモリー容量の限界を考慮して 30000 ~ 50000 個とした。このようにして作成したモデリング形状を Fig.2 に示す。この解析では実験で用いた超電導コイルを想定して行っていくが、手始めとしてコイルと巻枠の接触や自重を無視したモデリング構築を行った。モデリングにおける材料特性には、アルミニウム合金 (巻枠) のヤング率: 72GPa とポアソン比: 0.33 を用いた。設計に用いた計算パラメータを Table.1 に示す。



図2. コイル巻枠のメッシュ分割図

Fig.2 Partitioned model of the coil support

## 3. 解析結果

超電導コイルの応力分布に影響を及ぼすと考えられるコイル設計上のパラメータとして、コイルの厚み・導体軌道領域・自重・材料特性などがある。これらのパラメータを変化させたときの応力分布について比較検討を行った結果について報告する。

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

「産業技術研究助成事業」の支援を受けて行われた。

Table.1 Calculation parameters

Coil	Major/Minor radius	200mm/50mm
	Pole number	3
	Total poloidal turns	1764
	Coil pitch	$N_p/N_t = 6/1$
	Superconductor	NbTi
	Cross sectional area of conductor	$25.0\text{mm}(w) \times 6.0\text{mm}(h) = 150\text{mm}^2$
Winding frame	Inside/Outside diameter (Poloidal cross section) form	112mm/84mm aluminum alloy