

TSUBAME 共同利用 平成 25 年度 学術利用 成果報告書

超電導電力ケーブルの交流損失解析  
AC loss analysis of superconducting power cable

野地英樹  
Hideki Noji

都城工業高等専門学校  
Miyakonojo National College of Technology  
<http://www.cc.miyakonojo-nct.ac.jp/>

本研究は、有限要素解析ソフト COMSOL を使って超電導電力ケーブルの交流損失を解析することを目的としている。利用期間が 3 ヶ月と非常に短かったため目的を達成することはできなかったが、本校のクライアント PC から TSUBAME にログインし、TSUBAME 上にある COMSOL を起動することに成功した。

The aim of this research is an AC loss analysis of superconducting power cable by using the finite elemental analysis software, COMSOL. Because of a short utilization period of TSUBAME (three months), the author could not achieve the aim. However, it was succeeded to login TSUBAME from a client PC in my college and boot COMSOL on TSUBAME.

*Keywords: AC loss, superconducting power cable, COMSOL*

#### 背景と目的

超電導電力ケーブルは、高温超電導体の応用中で最も実用化に近いものとして、世界各国で研究開発が進められている。超電導電力ケーブルの重要な開発課題の一つに、交流損失の低減があげられる。

本著者は、超電導電力ケーブルの交流損失解析法として回路解析法を開発してきており、螺旋ピッチの最適化により交流損失を低減できることを発表している。近年、超電導電力ケーブルを構成している複数の超電導テープのテープ幅やテープどうしの間隔等により交流損失が変化することが知られ、より詳細な電磁界解析が必要であることがわかってきた。今までの回路解析法では、各層の超電導テープの交流損失を Norris 式(超電導テープが単独にある場合の解析式)で近似していた。現在では、ケーブル断面の 2 次元電磁界解析を行うことにより超電導テープ間の近接効果を含めたより詳細な解析を行って、回路解析法と組み合わせることにより準 3 次元的な電磁界解析を可能にして正確な交流損失解析を行うことを目標としている。さらに将来的には準 3 次元電磁界解析により、最小交流損失を持つ超電導電力ケーブルの設計を行っていく。

本研究では、超電導テープの電磁界解析に有限要

素解析ソフト COMSOL を用いて、本校のクライアント PC から TSUBAME にログインし、TSUBAME 上にインストールされた COMSOL を遠隔から起動することに成功した。

#### 概要

当初の予定では、COMSOL を使って超電導電力ケーブルの電磁界解析を行うことにより、交流損失の最小化設計を行うこと、としていた。超電導電力ケーブルは、1:10~1:2000 と高い縦横比を持つ超電導テープから構成されており、電磁界解析のための要素数が非常に多くなる。また、この超電導テープは複数本フォーマ上に螺旋状に配置され、4 層の導電層と 2 層のシールド層からなる。各層の螺旋ピッチを変えることにより各層に流れる電流を制御できるため、準 3 次元電磁界解析により交流損失を最小化する螺旋ピッチの最適値を求めるといふ予定であった。

実際には、利用期間が 3 ヶ月と非常に短く、また初めての TSUBAME 利用だったため、本校のクライアント PC から TSUBAME 上にインストールされた COMSOL を遠隔起動するという、解析前の準備段階までに終わった。

### 結果および考察

利用期間は、平成 25 年 12 月 27 日から平成 26 年 3 月 31 日であった。この期間に本校のクライアント PC から cygwin/x によって TSUBAME にログインし、TSUBAME 上にインストールされた COMSOL を起動した。COMSOL のライセンスタイプはフローティング・ネットワーク・ライセンス (FNL) であり、ライセンスの発行に時間がかかったため、共同利用推進室のスタッフに評価版ライセンスで対応していただいた。

### まとめ、今後の課題

今年度の利用期間は 3 ヶ月と短かったため、COMSOL を使って交流損失を計算するところまで達成できなかった。次年度は、本著者が作成した COMSOL プログラム (交流損失計算プログラム) を TSUBAME に転送し、バッチ処理による計算を行なう作業を行う。次に、実際に超電導電力ケーブルの交流損失解析を行なえるようにしていく。