

新聞発表記事

掲載紙紹介 ([日経産業新聞](#)、[電気新聞](#)、[日刊工業新聞](#)、[化学工業日報](#))

世界初 超電導コイルの交流損失低減技術を開発・実証 — イットリウム系超電導コイルを用いた電力機器の開発に道 —

平成18年10月27日

財団法人国際超電導産業技術研究センター

九州大学

九州電力 株式会社

株式会社 フジクラ

富士電機システムズ 株式会社

このたび、(財)国際超電導産業技術研究センター(理事長 荒木浩)^{*1}、九州大学(総長 梶山千里)、九州電力(株)(社長 松尾新吾)^{*2}、(株)フジクラ(社長 大橋一彦)^{*3}、富士電機システムズ(株)(社長 矢内銀次郎)^{*4}は、高温超電導線材を用いたコイルにおける交流損失を低減する技術を世界に先駆けて開発し、イットリウム系超電導^{*5}モデルコイルにおいて交流損失を設計通りに低減出来ることを確認いたしましたのでお知らせいたします。

この成果は、(財)国際超電導産業技術研究センター及び(株)フジクラが(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)^{*6}より受託している、「超電導応用基盤技術研究開発プロジェクト」(プロジェクトリーダー:塩原融 超電導工学研究所副所長)において達成したものです。

今回の実証モデルでは、交流損失低減効果を1/3に設計しましたが、将来的には1/10~1/100となる設計も可能です。交流損失はこれまで超電導機器の開発にとって一つの大きな壁となっていました。今回の成果である交流損失低減技術は「特殊な巻線方法」を適用するというシンプルかつ低コストなものであり、高効率・小型・軽量の超電導電力機器を実現する上で必要不可欠な技術を、世界に先駆けて、具体的な手法として編み出したこととなります。

今回開発・評価した低交流損失超電導モデルコイルの概要は、以下の通りです。

<コイル> ((財)国際超電導産業技術研究センター作製、九州大学、九州電力評価)

- ・ コイル巻線型:ソレノイド型

- ・ 構造： 6ターン16層
- ・ 大きさ： 外径=98mmΦ、内径=60mmΦ、高さ=72mm
- ・ 定格電流： 100A at 77K

＜コイルに使用した超電導線材＞（超電導工学研究所名古屋高温超電導線材開発センター*7作製）

- ・ 線材種： イットリウム系超電導線材 * 5
- ・ 線材長さ： 23. 6m
- ・ 線材幅： 1cm
- ・ 臨界電流値： 150A at77K

平成18年10月30日(月)から11月1日(水)の3日間、名古屋国際会議場で開催される「国際超電導シンポジウム(ISS2006)」においても、本成果の発表を行う予定です。

「電気抵抗がゼロ」を特長とする超電導材料は電気が流れる段階で発生する(電力)損失を大きく低減できることから地球温暖化防止のためのCO2削減、飛躍的な性能向上・軽量化・コンパクト化等を実現するキーテクノロジーとして多くの分野で実用化が期待されています。経済産業省が作成した「技術戦略マップ2006」においても、超電導技術の発展により、2015年頃に20MVA級の高効率変圧器と数百～数MW級の高効率・小型超電導モータの実現が見込まれています。

超電導機器としては、MRI[磁気共鳴画像診断装置]等が既に実用化されていることに加え、リニアモーターカー等が実証試験レベルにあります。これらはいずれも直流の電流を用いた機器でした。

超電導体に交流電流を流すと、超電導体の内部に存在する磁束が電流の周期変動に連れて移動を繰り返すことから、エネルギーロス(交流損失)が発生してしまいます。超電導の交流応用は、変圧器や限流器、発電機、モータ等電力機器への大規模で広い範囲に亘る応用でありながら、この「交流損失」の低減が開発への大きな壁となっていました。

交流損失低減のための方策として、超電導線材をフィラメント化(細線化)することにより磁束が移動可能な距離を小さくする手法が提案され、実際にフィラメント化に適した構造の超電導線材を用いてその効果が確認されています。しかし、フィラメント化した線材を用いても、これをコイル化した場合には線材を横切る磁束を遮蔽するための電流が誘起され、やはり損失が発生してしまうことから、フィラメント化手法だけでは機器開発に向けた交流損失低減の解決策とはなり得ませんでした。

コイル形状を持つ高温超電導線材を用いた機器開発としては、日本と米国において、ビスマス系超電導線材を用いたコイルの作製、変圧器の試作開発が行われてきました。変圧器の交流損失については、少なくとも1/10以下に低減することが求められていますが、ビスマス系超電導線材^{*5}の構造上の問題から交流損失を小さくすることが出来ず、開発が中断されている状況にあります。

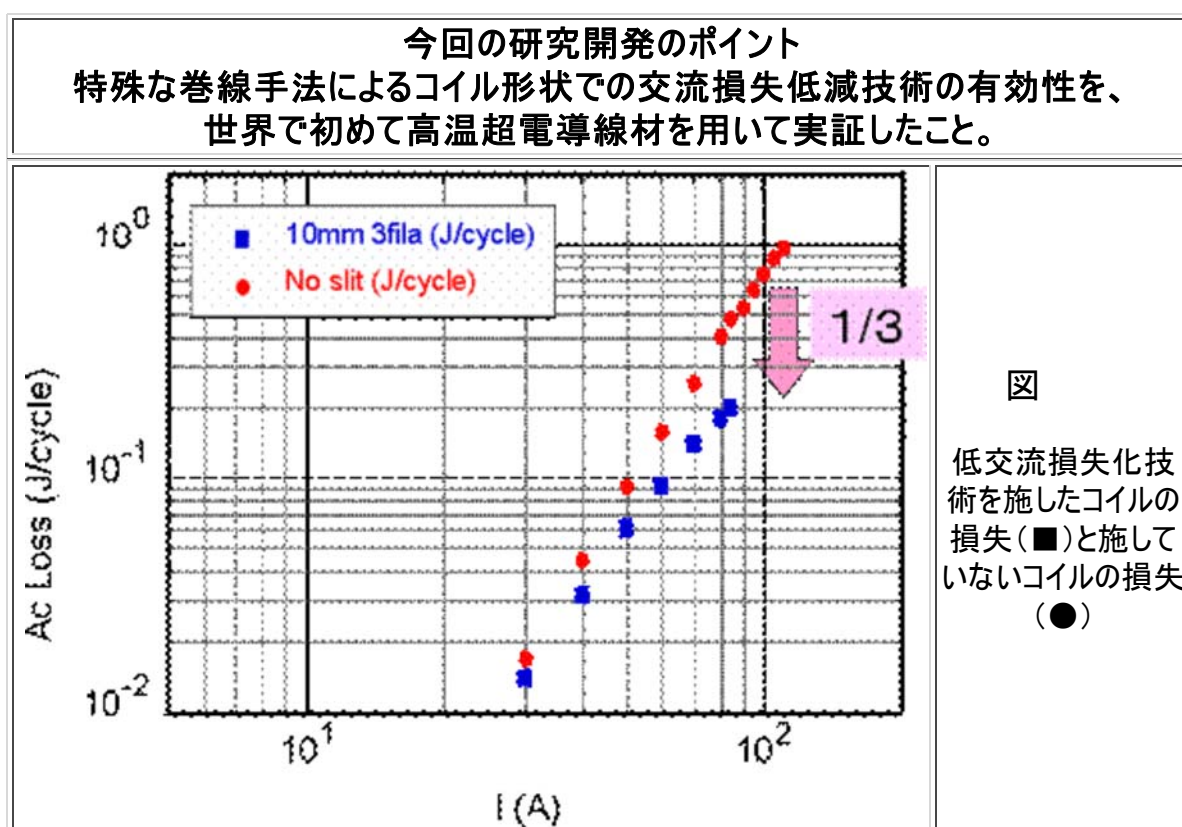
一方、イットリウム系線材^{*5}を用いたコイルとしては、2005年に米国のSuper Power社とRockwell社が作製した5.6kW(7.5馬力)モータや、今年6月に日本のグループ(超電導工学研究所、(株)フジクラ、ジャパンモータアンドジェネレータ(株)、九州大学)が作製した15kWモータの例がありますが、これらはいずれも超電導線材を界磁巻線に使用した直流仕様であり、交流応用を目的としたコイルの実績は報告例がありませんでした。

今回の成果は、フィラメント化に適した構造のイットリウム系超電導線材^{*5}に用いてYAGレーザーによるフィラメント加工(10mm幅線材を3分割)を施し、更にコイル化した際に損失が大きくなる「特殊な巻線方法」を適用する事で、線材のポテンシャル(3分割フィラメントで1/3の損失)を維持したコイルの作製に成功したものです。この「特殊な巻線方法」は、フィラメント化された線材を単純に巻くと、フィラメント間の電磁気的なバランスが取れずに各フィラメントに均等に電流が流れないことが交流損失が発生する原因であることに着目し、この大きな課題を解決したものです。こ

の方法は、(財)国際超電導産業技術研究センター、九州大学、九州電力、フジクラ、富士電機システムズが開発し、現在特許申請を行っております。

今回用いた線材はフィラメント数が3本ですが、フィラメント数が増えても原理的に今回の巻線方法の効果は変わらないため、フィラメント数の増加に伴って交流損失を更に低減することが出来ます。一方、線材の加工技術としては、数十cmの長さの線材に対し10分割フィラメント化の実績があり、このフィラメントでの電流の均一通電が確認できております。今回の巻線技術とフィラメント化技術を合わせることで、変圧器での開発目標として考えていた1/10の損失低減までは既に視野に入った技術といえます。

変圧器、モータの小型・軽量化、高効率化が可能との試算結果^{*7}(20MVA変圧器で、現状の常電導器と比べて体格・重量は2/3、損失は1/5に。30MW級モータで、体格・重量は1/3に、損失は1/2に。)もあり、今回フィラメントを用いたコイル化技術が開発出来たことにより、近い将来に高温超電導線材が実用化・導入されるにつれて、超電導変圧器や超電導モータの導入が促進されるものと考えます。



* 2 九州電力(株) : <http://www.kyuden.co.jp/>

* 3 (株)フジクラ : <http://www.fjikkura.co.jp/>

* 4 富士電機システムズ(株) : <http://www.fesys.co.jp/>

* 5 イットリウム(Y)系超電導体、ビスマス(Bi)系超電導体:高温超電導体の一種。高温超電導体とは、77ケルビン(-196°C)以上の温度でも超電導状態となる物質のこと。ビスマス系超電導体は、ビスマス(Bi)・ストロンチウム(Sr)・カルシウム(Ca)、銅(Cu)、酸素(O)から構成される酸化物であり、イットリウム系超電導体は、イットリウム(Y)・バリウム

(Ba)・銅(Cu)・酸素(O)から構成される酸化物。

* 6 (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 : <http://www.nedo.go.jp/>

* 7 超電導工学研究所名古屋高温超電導線材開発センター : 超電導工学研究所の名古屋分室。長尺の超電導線材を中心に開発を担当。名古屋市熱田区六ツ野2-4-1。
TEL: 052-871-4002

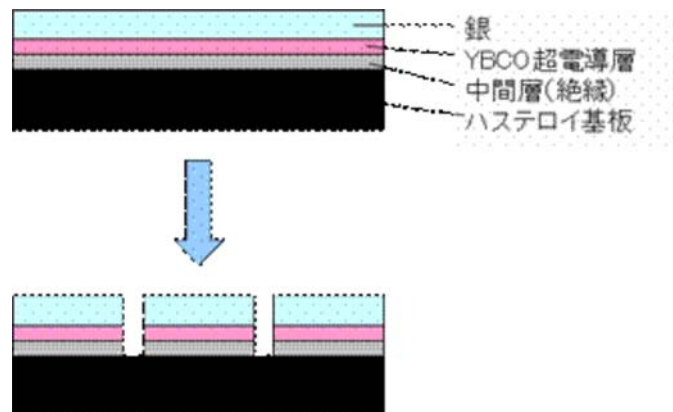
お問合せ先:

(財)国際超電導産業技術研究センター 超電導工学研究所	
東京都江東区東雲1-10-13	電話: 03-3536-5710
副所長	塩原 融(しおはら ゆう)

(参考図面)

■線材のスリット加工(超電導層の電气的分離)

イットリウム系超電導線材は層状構造なのでスリット加工が容易である。



■スリット線材の交流損失への効果

・線材単体ではスリット化で遮蔽電流が
小さくなり交流損失が低減できる

・コイルにして電極をつけると
スリット効果は消えてしまう

