

酸化物超伝導テープ線の全交流損失測定法の標準化に向けての比較試験

A Comparative Study on Pre-Standardization of Total AC Loss Measurements for Oxide-Superconducting Tapes

^A九州大学、^BISTEC、^C京都大学 船木和夫^A、田中靖三^B、長村光造^C

Kazuo Funaki^A, Yasuzo Tanaka^B, Kozo Osamura^C

^AKyushu University, ^BISTEC, ^CKyoto University

E-mail : funaki@sc.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

IEC/TC90 の国内委員会では、経産省の支援の下、酸化物超伝導テープ線に対して、将来の電力機器に利用される場合にその電磁気的環境に即した全交流損失の標準的な測定法について検討を進めている。講演では、本比較試験の背景、実施手順、各測定方法の結果比較と検討、標準化に向けた見通し、などについて経過/結果を報告する。

ここで検討対象としている測定法は、Poynting's vector method PVM(鹿児島大学、川越明史)、one-turn coil method with spiral loop OTSP(横浜国立大学、塚本修巳)、linked pickup coil method with spiral loop LPVT(横浜国立大学、雨宮尚之)、simple electromagnetic method SIM(九州大学、花川一弘)である。また、外部磁界損失についての比較のために、saddle-type pickup coil method SPC(九州大学、岩熊成卓)、standard concentric pickup coil method CPC(九州大学、船木和夫)も検討対象としている。(括弧内は、測定協力機関と担当者(敬称略))

2. 比較試験の背景

交流機器内の超伝導線の交流損失を定量化するには、実際の電磁気的環境下(交流磁界と交流電流の同時掃引、形状効果、等)での交流損失をデータベース化しこれに基づいた損失評価が必要になる。これまでの金属系超伝導線に対する損失評価では、電流負荷率 k (電流振幅/臨界電流)が比較的小さいため、外部磁界損失と動的抵抗損失からなる超伝導体の全損失をよい近似で外部磁界損失により評価できていた¹⁾。このような観点で、CPCによる外部損失測定法の標準化が進んでいる²⁾。(一般に、pickup coil method PCは、磁化曲線が直接測定でき電磁特性評価に有効という特長も兼ね備えている。)

図1に、超伝導平板(臨界電流密度 J_c)に平行磁界(振幅 B_m)とこれに垂直な電流(密度振幅 J_m)を同時掃引したときの全損失と平行磁界のみを印加した時の損失との比 p_{re} を k, k' の関数として示している³⁾。ただし、等価的に通電の効果を組み込むために、後者の磁界振幅として B_m に電流による自己磁界の振幅 B_{sm} を加えた表面磁界の振幅を用いている。また、 $k' = B_{sm}/B_m$ であり、実用的な領域である $k' < k$ (中心到達磁界 $< B_m$)の範囲のみを示している。金属系超伝導線の通常の使用領域を概略的に破線の四角形で示している。この領域では、上述のような外部磁界損失による評価で誤差が10-15%程度以下のよい近似となっていることが分る。しかしながら、安定性のよい酸化物超伝導線では、臨界電流近傍まで通電が可能となる

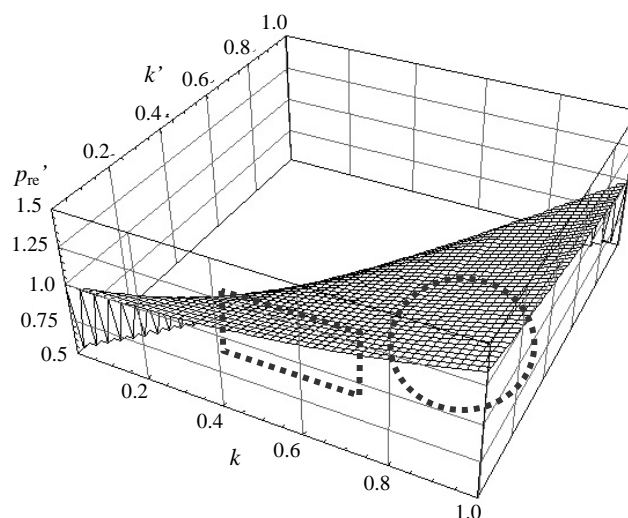


Fig. 1 Ratio of total AC loss to external magnetic field loss

と図1に破線の円で示すような領域で使用されることになるので、外部磁界損失で全損失を評価する際には誤差が30%程度を越すことにもなり注意が必要になる。

本比較試験は、このような酸化物超伝導線の使用条件下で簡便で正確に全交流損失を測定できる方法を検討するために、共通仕様の試料に対して1.にあげた交流損失測定法による測定結果を相互に比較し、これらの測定法について標準化の観点から評価するものである。

3. 測定試料と予備実験

共通仕様の試料として住友電工(株)製のBi-2223銀合金シース多心テープ線を採用した。断面寸法は、 4.1 ± 0.2 mm幅、 0.22 ± 0.02 mm厚であり、自己磁界中の臨界電流は86 A(条長50mにつきバラつき2%)である。

まず、ヒートサイクルによる影響を見るために60mmの短尺試料に対しSPCにより垂直磁界損失を測定している。その結果、3回までのヒートサイクルに対してはほとんど損失結果に変化(バラつきは1%以下)はなかった。また、配布した試料についても特性のバラつきは2-3%程度で、臨界電流のバラつきと同程度であることを確認した。

試験の結果や相互評価等について現在検討中である。

参考文献

- 1) 船木・住吉:「多芯線と導体」産業図書(1995)p.87
- 2) International Standard (IEC 61788 -8) Superconductivity - Part 8, First edition (2003)
- 3) 船木 他:「液体窒素冷却 500kVA 級酸化物超伝導変圧器の開発」低温工学 Vol.33, No.6 (1998) p.371