

電子・情報工学専攻	学籍番号	973319	指導教官	太田昭男
申請者氏名	坂元 周作			井上光輝 中村雄一

論文要旨 (博士)

論文題目	銀シース Bi2223 超電導テープの交流電損失と均質性の評価に関する研究
------	---------------------------------------

送電ケーブル等への応用が期待されている銀シース(Bi,Pb)₂Sr₂Ca₂Cu₃O_x (Bi2223) 超電導テープについて、交流電流通電時に発生する交流電損失と、銀シース Bi2223 超電導テープを長尺化した場合に問題となる均質性について、評価・検討を行った。

測定は、銀シース Bi2223 超電導テープの一般的な作製方法である Powder-In-Tube(PIT)法と、Two-Axial-Rolling(TAR)法を用いて作製した試料を用いた。TAR 法は、二組のローラ対を組み合わせて構成された二軸方形圧延機を用いて加工を行う方法で、PIT 法と比較して複雑なフィラメント配置を有する銀シース Bi2223 超電導テープを作製可能である。

これらの試料について、交流電損失は通電法を用いて測定を行った。また、試料の均質性は、メートル級の試料が測定可能な走査型ホール素子顕微鏡を開発し、これを用いて試料表面の残留磁界分布の測定を行い、一般的な均質性評価法である臨界電流 I_c について試料長手方向にわたって測定し、評価を行った。これらの測定はすべて液体窒素中(77K)で行った。

PIT 法および TAR 法で作製した試料の交流電損失は、試料中の超電導体によるヒステリシス損失が支配的であり、PIT 法で作製した試料は楕円断面形状超電導体のヒステリシス損失の理論値と同様の傾向を示した。TAR 法でフィラメントを列状に配置した試料は、 I_c 以下の高電流振幅領域において、列数の少ない試料と、試料端部にフィラメントを多く配置した試料が低い値を示した。数値計算によって得られた磁束侵入分布から、試料断面における Field-Free-Core(FFC)の形状が変化することで説明される。TAR 法を用いて作製した試料は列ごとに分割された FFC が存在し、交流電損失の最も多く発生する試料端部においても FFC が存在する。FFC では損失が発生しないため、交流電損失が低減したと考えられる。

PIT 法および TAR 法で作製した試料の残留磁界分布と I_c 分布は TAR 法で作製した試料が長手方向わたる変化が小さい結果が得られた。これらの試料について、長手方向各点の残留磁界の値と I_c 分布の相関性について検討し、多芯試料において残留磁界と I_c 分布には残留磁界が小さい部分の I_c の値は低い傾向が得られ、定性的な相関性が認められた。TAR 法で作製した試料は PIT 法で作製した試料と比較してより強い相関性が確認できた。これらの違いを検討するため、幅方向にわたる残留磁界分布を数値計算によって求め、測定結果と比較を行った。これより、フィラメント間の結合が起きると残留磁界を形成する永久電流の経路が変化し、残留磁界の大きさおよび残留磁界と I_c 分布の相関性に強い影響を及ぼすことが判明した。

これらより、TAR 法は、試料断面のフィラメント配置の長手方向にわたる変化とフィラメント間の結合が比較的少ない傾向が得られ、均質性の高い銀シース Bi2223 超電導テープが作製可能であると考えられる。また、残留磁界分布を測定することで銀シース Bi2223 超電導テープの定性的な超電導特性が評価可能であることが判明し、残留磁界分布より非破壊的に均質性評価が可能であることを示唆している。