

学生番号	13232065	氏名	早瀬利伸
論文題目	同軸型に代わるテープ積層型超伝導電力ケーブルの開発		

1. はじめに

近年、超伝導送電ケーブルや航空機用超伝導モータなどの超伝導機器が注目されている。航空機の場合、モータに利用するケーブルは輸送電力の高いケーブルが好ましい。それに加え、航空機内の限られた空間では、現在の同軸型ケーブルの代わりとなる、小型化されたケーブルが必要になる。

高温酸化物超伝導体(HTS)はテープ状に加工されたものがある。テープ状の HTS は、臨界電流密度が磁界に依存し、特に c 軸方向に磁界がかかると臨界電流密度が大幅に減少する。従来同軸型ケーブルでは c 軸方向の磁界を小さくできるが、断面積が大きくなる。テープを積層すれば小型化できるが c 軸方向の磁界成分が残る。そこで、テープ端部での c 軸方向の磁界を減少させるため、HTS テープの周りに磁気シールドを加え、HTS テープ表面の c 軸方向の磁界を小さくする。

本研究では、磁気シールドを加えたテープ積層型超伝導電力ケーブルが従来の同軸型に比べ、ケーブルの断面積あたりの臨界電流密度である工学的臨界電流密度がどれほど向上したのか計算を行う。

2. 解析方法

有限要素法には、JSOL 社製 JMAG を使用した。本研究では、磁気シールドに覆われた長い銅テープに輸送電流 3000 A を一様に流したモデルでシミュレーションを行う。磁気シールドには M50 という鉄を主原料とした強靱な合金を使用し、テープには幅 12 mm、厚さ 1.0 mm の長い銅テープを使用した。本解析で超伝導平板ではなく銅テープを用いた理由は、ゼロ磁界下で HTS テープと銅テープに直流電流を流す場合、どちらも一様に電流が流れるため銅で同じ状況を作ることができるからである。磁気シールドの置き方を Fig. 1 に示す。 a, b の 2 つのパラメータを変化させ、 c 軸方向の磁界を計算する。その中で最も特性の良かったテープ積層型ケーブルと同軸型の工学的臨界電流密度を比較する。



Fig. 1: テープ積層型ケーブルのモデル

3. 結果及び考察

JMAG によるシミュレーション結果を Fig. 2, Fig. 3 に示す。グラフより磁気シールドを加えた場合、テープ端部での c 軸方向にかかる磁界が明らかに小さいことがわかる。また $a = 9.0$ mm, $b = 1.5$ mm のとき磁気シールドの効果が最大に得られることがわかる。その時の工学的臨界電流密度は 3.9 A/mm^2 となった。また同軸型ケーブルの工学的臨界電流密度は 2.3 A/mm^2 であり約 1.7 倍にまで工学的臨界電流密度を上昇させることができた。したがって、同軸型で同じ電流量を流す場合、テープ積層型であればケーブルのサイズを $1/1.7$ にできることがわかる。

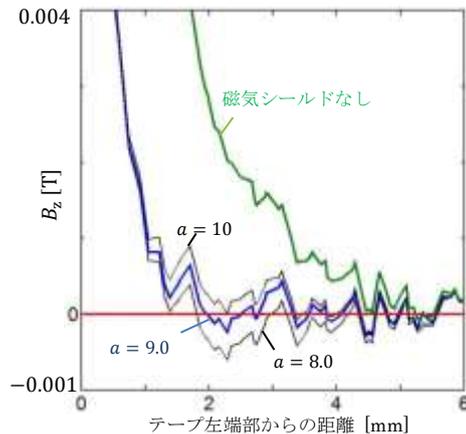


Fig. 2: a を変化させたときの c 軸方向の磁界の変化

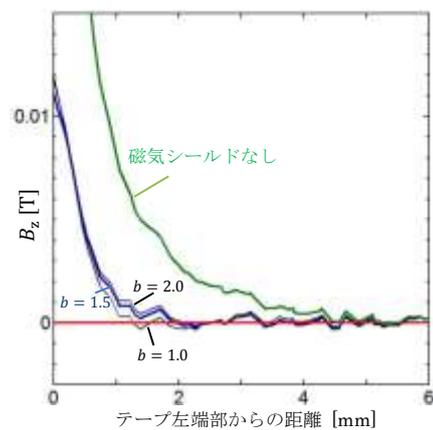


Fig. 3: b を変化させたときの c 軸方向の磁界の変化
参考文献

[1] T. Matsushita, World Scientific Series in Applications of Superconductivity and Related Phenomena. Edited by Kenichi Sato. Volume 1. Chapter 1.4, pp.39-48. Electro-Magnetic Properties of Bi-2223 Wires.