

磁気シールドを加えた場合における酸化物超伝導テープの自己磁界の評価

柏木 啓*, Vyatkin Vladimir**, 小田部 荘司*, 平松 佑太*, 木内 勝*, 山口 作太郎**

(*九工大) (**中部大)

1. はじめに

高温酸化物超伝導体(HTS)は、臨界温度が窒素の沸点(約 77 K)よりも高いことから、ケーブルなどへの工学的応用が期待されている。近年の HTS ケーブルは円筒状の他に、よりコンパクトなテープ状のものも検討されている。その際には、HTS の c 軸方向の磁界成分が大きくなるのが問題となる。つまり、Fig. 1 の z 軸方向の磁界(以下、 B_z と表記する)により臨界電流密度が決定されることが知られている。例えば Bi-2223 では、 z 軸方向に 4.0×10^{-2} T の磁界がかかっている場合の臨界電流密度は、磁界の無い場合の臨界電流密度の約 1/3 倍になることが知られている。そこで、テープを覆うように磁気シールドを置く(Fig. 1 参照)と、テープ内における c 軸方向の自己磁界の減少が期待できるのではないかと考えた。本研究では、銅テープの輸送電流による z 軸方向の自己磁界の影響を減少させる磁気シールドの置き方を、有限要素法を使って調べた。

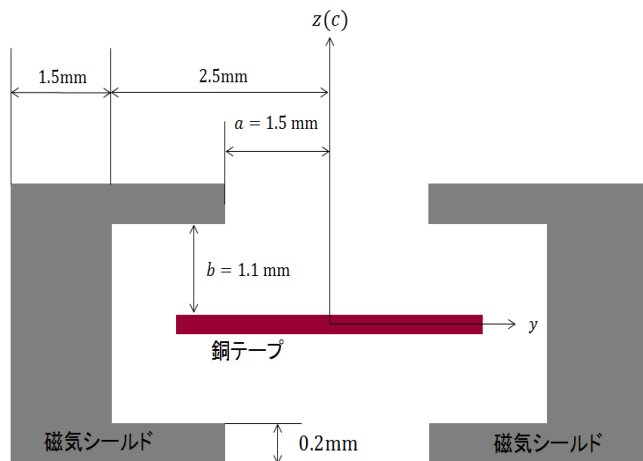


Fig. 1: Ferromagnetic coating around tape (2D)

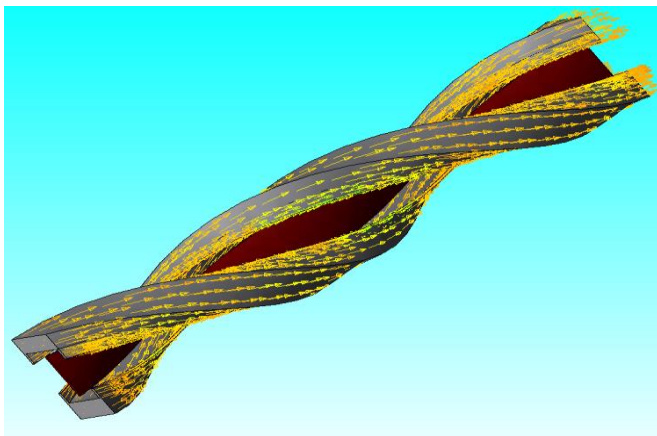


Fig. 2: Ferromagnetic coating with twist (3D)

2. 解析方法

最初に、幅 4 mm、厚さ 0.2 mm の捻りの無い長い銅テープに輸送電流 200 A を一様に流した場合における、銅テープ表面の B_z を、Fig. 1 に示す a , b の長さをパラメー

タとして変化させて求めた。続いて、銅テープに捻り(捻り方は Fig. 2 参照)を加えた場合における B_z を、有限要素法(FEM)を用いて求めた。FEM による磁界解析には、JSOL 社の JMAG-Designer を使用した。また、この捻りピッチは 200 mm としている。

3. 結果・考察

FEM によるシミュレーション結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 の実線と破線はそれぞれ、テープの中央($y = 0$ mm)から端部($y = 2$ mm)までの、捻り無しの垂直磁界 B_z の分布と、Fig. 2 のような捻り有りのテープの B_z の分布を示している。Fig. 3 から、銅テープ表面に発生する B_z が最も 0 に近いものが、 $b = 1.0 \sim 1.2$ mm であることがわかる。そのため、電流分布が一樣である時、HTS テープに及ぼす B_z の影響はこの領域で 0 に近くなるので、臨界電流密度はこの領域で最も大きくなると考えられる。捻りを施すことによる、 $y = 2$ mm における B_z の増加はあまり大きくないことを確かめることができた。また、捻りを入れることにより、磁界は電流と同じ方向を向くので、いわゆる縦磁界状態となり、臨界電流密度の向上を期待することができる。

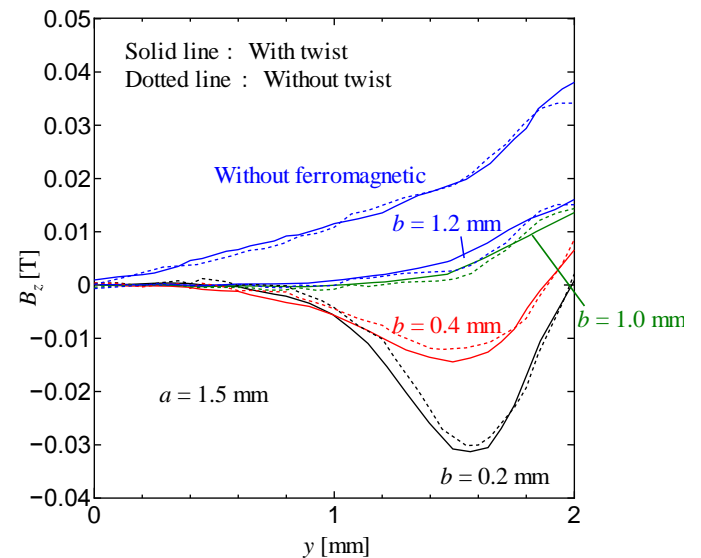


Fig. 3: The variation of parameter b for finding of optimal ratio of $a:b$.

4. まとめ

本研究では、銅テープに対して一様な電流を流した場合における、銅テープに及ぼされる c 軸方向の自己磁界の分布を求めた。その結果、磁気シールドがない場合に比べて、磁気シールドがある場合は c 軸方向の自己磁界の減少が確認された。今後の研究では、実際の磁気シールドが有る場合における HTS テープの臨界電流密度の確認および検討を行いたい。