

磁気シールドを加えた場合における酸化物超伝導体テープの自己磁界の評価 Evaluation of self-magnetic field of oxide superconducting tapes with ferromagnetic shielding

九工大¹, 中部大² ○柏木 啓¹, Vyatkin Vladimir², 小田部 荘司¹, 平松 佑太¹, 木内 勝¹,
山口 作太郎²

Kyushu Inst. of Tech.¹, Chubu Univ.² ○Kei Kashiwagi¹, Vladimir Vyatkin²,
Edmund Soji Otake¹, Yuta Hiramatsu¹, Masaru Kiuchi¹, Satarou Yamaguchi²

E-mail: kashiwagi@aquarius10.cse.kyutech.ac.jp

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テープ状のものも検討されている。HTS は c 軸方向の磁界成分、つまり、Fig. 1 の y 軸方向の磁界(以下、 B_y 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、 y 軸方向に 2.5×10^{-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 y 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。

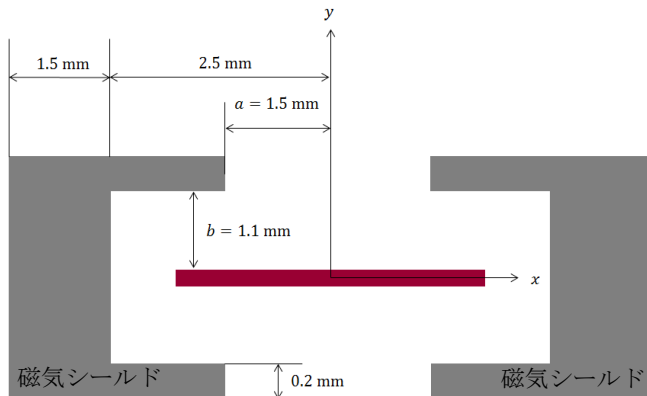


Fig. 1: Ferromagnetic model (2D)

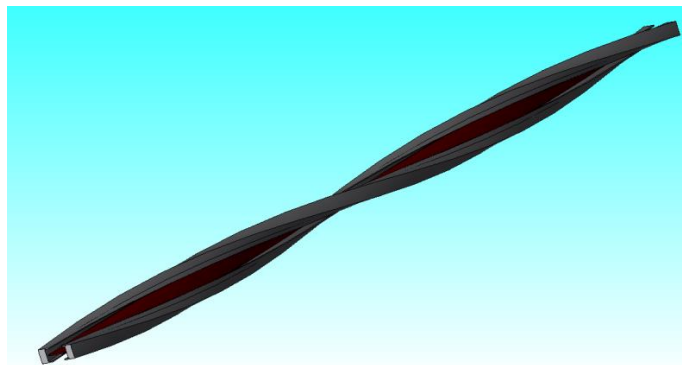


Fig. 2: Ferromagnetic model (3D)

2. 解析方法

有限要素法による磁界解析には、JSOL 社の JMAG を使用した。本研究では、幅 4 mm, 厚さ 0.2 mm, 捻りピッチ 200 mm(捻り方は Fig. 2 参照)の長い銅テープに輸送電流 200 A を一様に流した。この時、銅テープ表面における B_y を、磁気シールドの置き方を 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。

3. 結果・考察

JMAG によるシミュレーション結果を下の Fig. 3 に示す。Fig. 3 の破線と実線はそれぞれ、有限要素法による捻り無しのテープの中央($x = 0$ mm)から端部($x = 2$ mm)までの垂直磁界 B_y の分布と、Fig. 2 のような捻り有りのテープの B_y 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_y が最も 0 に近いものが、 $b = 1.0 \sim 1.1$ 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_y 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。また、磁気シールドを加えることによって、磁気シールドが無い状態に比べて、銅テープの B_y が 0 に近い値となっているのは、鉄シールドが、輸送電流によって発生する自己磁界を x 軸方向に向けているからだと考えられる。以降は、実際の磁気シールドが有る場合での HTS テープにおける臨界電流密度の確認および検討を行いたい。

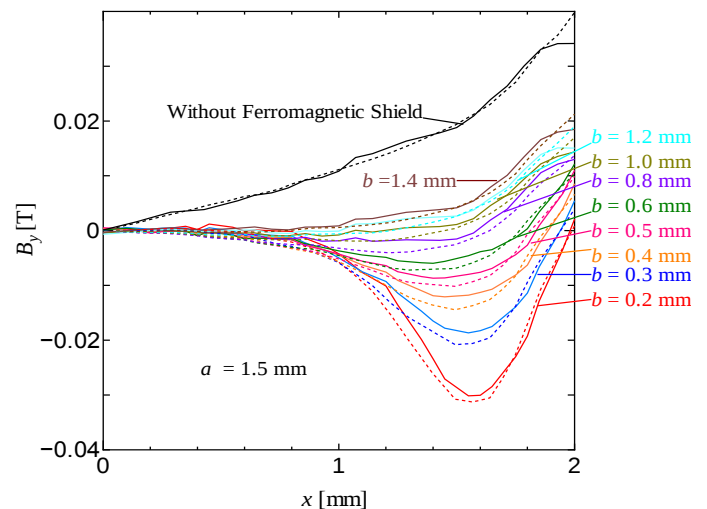


Fig. 3: The variation of parameter b for finding of optimal ratio of $a: b$.