

有限要素法を用いた MgB_2 超伝導バルク磁石における捕捉磁場の評価Evaluation of trapped field properties in MgB_2 superconducting bulk magnets
by finite element method九工大¹, 吉富 邦和¹, [○]小田部 莊司¹, 木内 勝¹, 松下 照男¹Kyushu Inst. of Tech.¹Kunikazu Yoshitomi¹, [○]Edmund Soji Otabe¹, Masaru Kiuchi¹, Teruo Matsushita¹

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

1. はじめに

現在、超伝導バルク磁石の研究が盛んに行われている[1]。二ホウ化マグネシウム(MgB_2)の臨界温度 T_c は約 39 K であり、この値は金属系超伝導体の中で最高となる。また、安価で加工も容易であるため応用が期待されている超伝導材料である[2]。超伝導バルク磁石はリニアモーターカーなどの輸送機器への応用や磁気共鳴画像(MRI)などの医療機器への応用や水質浄化に用いられる磁気分離装置などへの応用が知られている[3], [4]。

今回、 MgB_2 超伝導バルク磁石の捕捉磁場の着磁現象を、シミュレーションソフトを用いて解析し、捕捉磁場の評価を行った。

2. 解析方法

シミュレーションには有限要素法に基づく解析を行う JSOL 社製 JMAG を使用した。磁場中冷却時の補足磁場を計算するにあたり、温度を変化させるのは困難である。そのため、本研究では等温下において中心到達磁場の 2 倍よりも十分大きい磁場をかけたのちにゼロ磁場にする方法を用いた。

印加磁場のためのソレノイドコイルは内半径 70 mm、外半径 100 mm、長さ 100 mm のブロックモデルとする。直径 10~100 mm、厚さ 10 mm の円盤状超伝導体をソレノイドコイル内に置き、ソレノイドコイルに振幅 200 A の正弦波状電流を半周期印加する。ソレノイドコイルの中心磁場の最大値は 8.7 T となる。超伝導体としては MgB_2 を考えた。JMAG の設定では、 $I-V$ モデルを使用し、臨界電流密度の磁場依存性(J_c-B 特性)は 20 K における 1 mm 角の MgB_2 超伝導バルクの薄片試料での実験値を与えた。

3. 結果

図 1 に直径 30 mm の超伝導体の捕捉磁場を示す。この際、バルク表面直上 0.5 mm の値を取得した。捕捉磁場の最大値は 2.1 T である。バルク直径を変化させた際の捕捉磁場を図 2 に示す。バルク直径の増加に伴い、捕捉磁場が増加することがシミュレーションにより確認できた。また、直径が大きくなるにつれ、捕捉磁場の増加率が緩和することが確認できた。

4. 謝辞

有益な議論をさせていただいた、東京大学大学院の岸尾光二先生と山本明保先生に感謝申し上げます。

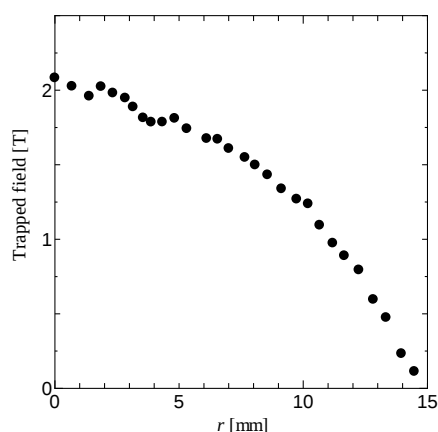
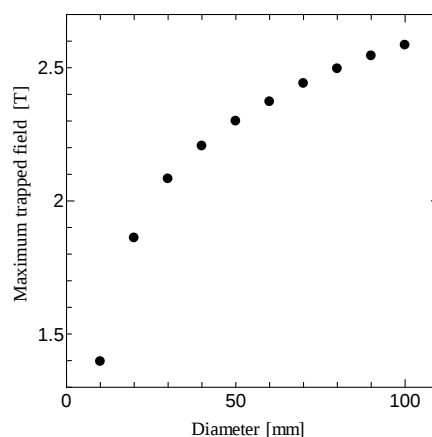
Figure 1 : Trapped field distribution for Superconducting bulk of diameter $d = 30$ mm

Figure 2 : Diameter dependence of maximum trapped field

参考文献

- [1] 山本明保ほか, MgB_2 超伝導バルク磁石における捕捉磁場のバルク径依存性, 第 87 回 2013 年度春季低温工学・超電導学会, 3C-a08, (2013), p 182.
- [2] 松本明善, 熊倉浩明, MgB_2 超伝導線材の開発と将来展望, J. Japan Inst. Metals, Vol. 71, No. 11 (2007), pp.928-933.
- [3] 藤代博之, バルク超電導体の着磁現象, 低温工学 46 巻 3 号, (2011), pp 81-88.
- [4] 森雅佳ほか, 超電導磁気分離装置による水質浄化実験, 平成 16 年度 日本水環境学会年会, (2004).