

Bi-2223 ダブルパンケーキコイルの線材内の非線形電磁現象に起因する磁界の時間変化

Temporal evolution of magnetic field originated from non-linear electromagnetic behavior of superconducting tapes in a Bi-2223 double-pancake coil

盛重 彰仁, 中村 武恒, 雨宮 尚之(京大); 赤地 健(横浜国大); 尾山 仁(住友電工)

MORISHIGE Akihito, NAKAMURA Taketsune, AMEMIYA Naoyuki (Kyoto University);

AKACHI Ken (Yokohama National University); OYAMA Hitoshi (Sumitomo Electronic Industries, Ltd.)

E-mail: akihito@asl.kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

冷却コストの低減及び高磁界発生等の観点から、高温超伝導コイルのNMRマグネットやMRIマグネット等への応用が考えられている。しかし、高温超伝導コイルの1ターンの線材に着目すると、Fig. 1に示すように自身と他の線材に流れる電流によって発生する磁界に晒され、それに対する遮蔽電流(磁化電流)が誘起される。この遮蔽電流によって付加的磁界が発生する。したがって、遮蔽電流の時間的な変化に伴い、コイルの発生磁界は変化することになる。さらに、コイル内の磁界分布とBi-2223線材の複雑な電流輸送特性に起因して、その振る舞いを定量的に示すのは容易でない。

本研究では、Bi-2223ダブルパンケーキコイルを対象とし、その線材内の非線形電磁現象に伴う磁界の時間変化を実験的に検討した。

2. 実験方法

実験に使用したBi-2223ダブルパンケーキコイルの諸元をTable 1に示す。本研究では、液体窒素中(77 K)において、Fig. 1に示すようにホールセンサを用いて、三点でコイルが発生させる磁界を測定した。通電電流の励消磁に伴う発生磁界の時間変化に着目し、以下の二通りの方法で実験を行った。測定はいずれも10000 sに亘って行い、励磁電流値を変化させて複数回行った。

(1) コイルを一定の電流値まで励磁し、300 s間その電流値を保持する。その後、電流を瞬時に遮断し、電流が0になった時点を測定の開始時刻とした。

(2) コイルを一定の電流値まで瞬時に励磁し、通電した状態を保持する。励磁直後を測定の開始時刻とした。

3. 結果及び考察

Fig. 2 (a) に電流を遮断した場合の実験結果とそれに対応するパーコレーション遷移モデルによる解析結果を示す[1]。解析では、実験に用いたコイルと異なる線材のパラメータを使用したにもかかわらず、残留磁界の絶対値はよく一致している。また、Fig. 2 (b) には、実験結果を対数減衰式でフィッティングした結果を示すが、特性は良く一致している。上記結果より、対数減衰式は、一般に磁束クリープ理論によって説明されるが、本コイルについてはパーコレーション遷移モデルによっても記述可能であることが明らかとなった。

測定位置による変化の相違は、線材面に垂直な垂直磁界成分の大きさによって議論することができる。また、励磁電流値によっても時間変化の様子は複雑に変化するが、それらはパーコレーション遷移モデルによって説明できる。電流を保持した場合も同様である。

4. まとめ

Bi-2223 ダブルパンケーキコイルにおける通電電流の励消磁に伴う磁界の時間変化は、パーコレーション遷移モデルによって説明できることが明らかとなった。今後は上記の影響を考慮して、その補償法について検討する予定である。

Table 1. Specifications of superconducting coil

Number of turns	1500
Number of double-pancakes	15
Coil height	147.3 mm
Inner diameter	66 mm
Outer diameter	96 mm
Critical current	49.4 A
<i>n</i> value	12

参考文献

[1]木須隆暢他: 低温工学, vol. 34, no. 7 (1999) pp. 322-331

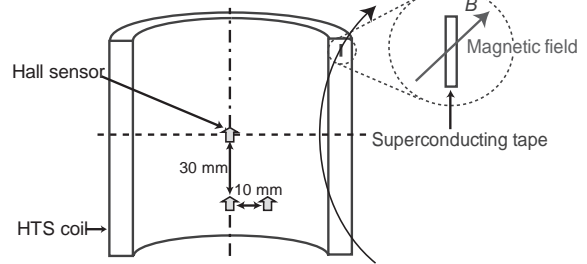


Fig. 1 Cross section of HTS coil and magnetic fields

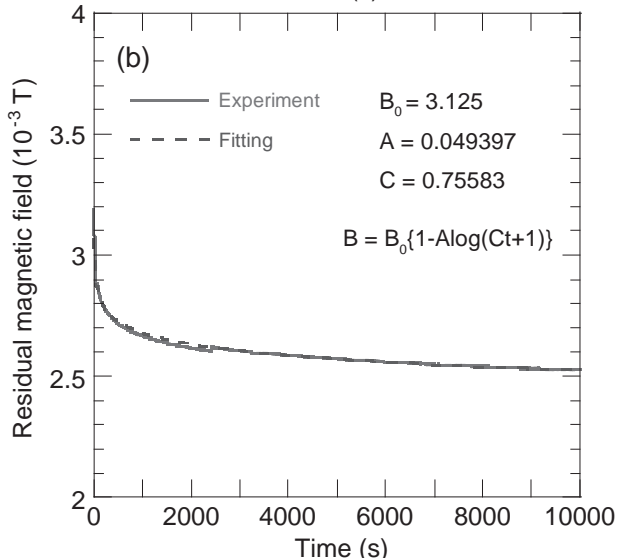
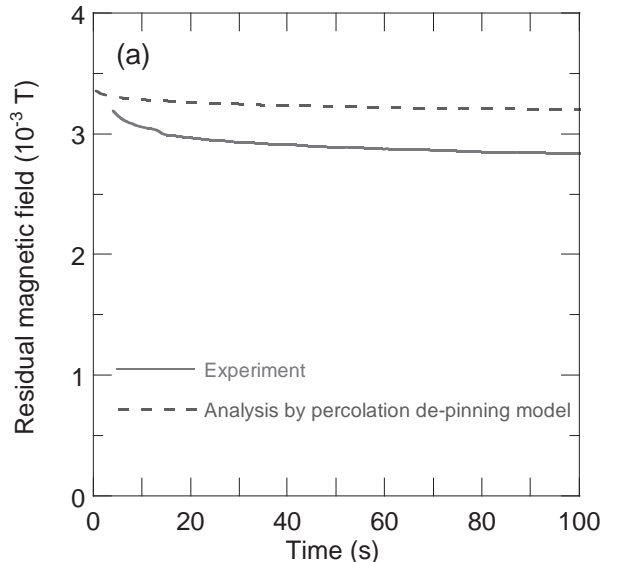


Fig. 2 Temporal evolution of measured field: (a) comparison to analysis, (b) fitting by logarithmic decay expression