RE-123 線材の磁気緩和特性に通電電流が与える影響の磁気顕微法計測

Magnetic Microscopy on the Influence of Transport Currents on

Magnetic Relaxation Characteristics in RE-123 Tape

九州大学¹ °(M1)久島 宏平¹, (B)沼田 尚大¹, 東川 甲平¹,

(D)小野寺 優太¹, 鈴木 匠¹, 井上 昌睦¹, 木須 隆暢¹

Kyushu Univ.¹, °Kohei Hisajima¹, Naohiro Numata¹, Kohei Higashikawa¹, Onodera Yuta¹, Takumi Suzuki¹, Masayoshi Inoue¹, Takanobu Kiss¹

E-mail: k.hisajima@super.ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

従来線材に比べ磁界中特性に優れる希土類系高温超伝 導(RE-123)線材は、高磁界マグネットへの適用が期待されて いる。一方、同線材はテープ形状をしているために、磁化の 影響が大きく、マグネット応用時の磁界の空間均一性や時間 安定性に大きな課題を抱えている。従って、同線材の磁化や その時間変化のメカニズムを解明した上で対策をとることが求 められるが、一般には線材全体として、あるいはコイルとしての マクロな現象しか評価されておらず、詳細な電磁現象の解明 が困難であった。また、マグネット応用時には線材には輸送電 流が印加されるが、一般的な磁気的測定ではその影響が明ら かとなっていない。そこで本研究では、マクロな磁気モーメント を評価する手法ではなく、空間分解能を有する磁気顕微法に よって RE-123 線材の磁化緩和特性を評価し、特に通電電流 が与える影響を評価した。

2. 実験方法

これまでに用いていた走査型ホール素子顕微鏡(SHPM)^[1] を発展させ、試料に外部磁界と通電電流の双方を同時に印 加できる実験システムを構築した。5 mm 幅の RE-123 線材を 79 K に冷却し、60 mT の外部磁界を印加した際の線材幅方 向の磁界分布をホールセンサの走査によって計測した。また、 その通電電流依存性を評価した。

3. 結果·考察

Fig.1 にその結果を示す。通電電流の印加に伴って磁界分 布が変化しており、そのそれぞれにおいて磁気緩和を起こし ている様子がわかる。このピーク磁界の値の時間変化をFig.2 にプロットしている。同じ外部磁界にも関わらず、通電電流に よって磁化の大きさやその時間変化が大きく異なることがわか る。具体的には、通電電流がない場合が最も磁化が大きく、そ の時間変化が小さい。通電に伴って、磁化は小さくなるが、そ の時間変化が少し大きくなっているように見える。ただし、最も 通電電流の大きな70 A 通電の際には、700 s 程度からほとん ど磁化が変化していないことがわかる。特にこの際の現象を明 らかとすべく、70A通電時のシート電流分布をFig.3に示す。 磁化直後は不均一な電流分布であったのが、663 s 程度で均 ーな電流分布になっていることがわかる。Fig. 4 に求めた電界 分布を見ると、時間がたつにつれて電界の値が小さくなってき ており、磁化直後の高い電界基準では臨界電流に達していな いために線材の磁化が見られるが、電界が小さくなるに従って、 その電界基準の臨界電流値に達し、それ以上の磁化緩和を 起こせない状態になったと理解できる。なお、本試料の通常の 電界基準 10-4 V/m における臨界電流値は 84 A であるが、70 A でもこのような状態になることが分かった。このように、マクロ な磁化のみではなく、空間分布の情報を有する評価を行った ことにより、そのメカニズムの解明とモデル化が進むことが期待 される。その他の条件の詳細な考察などは当日に報告する。

参考文献

[1] K. Higashikawa et al., Physica C 472 (2011) 1036.



Fig. 1. Time-dependent magnetic field distributions at different transport currents.



Fig. 2. Magnetic field relaxation obserced at the initial peak position, where external magnetic fields were substracted.



Fig. 3. Time-dependent sheet current density distributions at transport current of 70 A.



Fig. 4. Time-dependent electric field distributions at transport current of 70 A.