NbTi 超電導極細多芯線の不可逆磁界

松岡浩史, 小田部荘司, 松下照男　濱田次男
(九工大・情報工)　(都城高専)

はじめに　臨界電流密度がゼロとなる不可逆磁界はピンニングの強さに依存するが、一方で超電導体のサイズにも依存することが知られている。これは、一般に不可逆磁界を決定するピンポテンシャルが磁束バンドルの体積に比例し、小さい超電導体では磁束バンドルの大きさが超電導体のサイズで制限されるため、磁束クリープの影響を受けやすいことに起因している。実際に垂直磁界下での高温超電導薄膜において、膜厚 d が磁束線の弾性相関距離 l_{44} より薄い場合に不可逆磁界の値が小さくなることが観測されている。一方、金属系超電導体でも極細多芯線ではフィラメント径が小さいため、同様に磁束バンドルの大きさが制限されて磁束クリープの影響を受けやすいと考えられる。そこで、本研究ではフィラメント径の異なる NbTi 超電導極細多芯線について不可逆磁界を調べ、その結果を磁束クリープ理論 [1] と比較し、検討を行う。

測定　試料は異なるフィラメント径を持つ Cu マトリックス NbTi 極細多芯線である。線径 $D_{\rm w}$、フィラメント径 $d_{\rm f}$、フィラメント間隔 $d_{\rm n}$、フィラメント数 $N_{\rm f}$、ツイストピッチ $l_{\rm p}$ の諸元を表 1 に示す。試料は長さが 150mm と 71.6mm の 2 種類の多芯線を各々コイル状に巻いたものである。不可逆磁界と臨界電流密度は SQUID 磁力計を用いて評価した。

検討　2 つの試料 #1, #2 の臨界電流密度 $J_{\rm c}$ は $4.5{\rm K}, 0.01{\rm T}$ のときそれぞれ 2.9×10^{11} A/m^2, 2.7×10^{11} A/m^2 であった。2 つの試料の不可逆磁界 $B_{\rm i}$、上部臨界磁界 $B_{\rm c2}$ の温度依存性を図 1 に示す。低温において $B_{\rm i}$ と $B_{\rm c2}$ の差は小さいが、高温になるにしたがって両者の差は著しく広がる。これは l_{44} が低温では $d_{\rm f}$ に比べて小さいが、高温領域では $d_{\rm f}$ よりも大きくなり、ピンポテンシャルが $d_{\rm f}$ によって制限されることから説明される。これに対し厚さが l_{44} よりも大きいバルクな超電導体では、磁束バンドルの大きさは厚さに依存せず、$B_{\rm i}$ と $B_{\rm c2}$ の差が小さいことが観測されている [2]。磁束クリープ理論との比較の詳細については当日述べる。

表 1 : 各試料の諸元

sample	#1	#2
線径 $D_{\rm w}$(mm)	0.144	0.299
フィラメント径 $d_{\rm f}$(μm)	1.26	2.62
フィラメント間隔 $d_{\rm n}$(μm)	0.31	0.64
フィラメント数 $N_{\rm f}$	4152	4152
ツイストピッチ $l_{\rm p}$(mm)	1.46	5.35
臨界温度 $T_{\rm c}$(K)	9.05	9.05

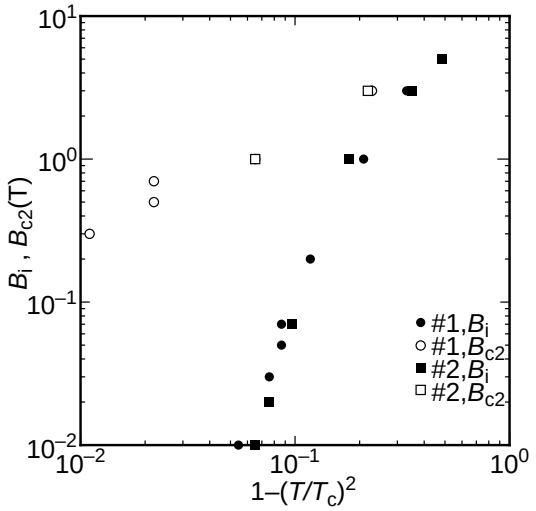

図 1　2 つの試料の不可逆磁界と上部臨界磁界の温度依存性

参考文献

1) T. Matsushita *et al.*: Appl. Phys. Lett. **56** (1990) 2039.
2) T. Hamada *et al.*: Proc. of 1994 Topical ICMC (1995) 245.