

# 新構造の高温超電導コイルによる遮蔽電流磁界低減の実証

本田 智和 岡部 祐麻 柁川 一弘  
(九大 シス情)

## 1 はじめに

MRI や NMR 用の超電導マグネットには高い磁界均一度が必要であり、現在低温超電導 (LTS) 多芯線が用いられている。一方、高温超電導 (HTS) 線はテープ形状であるために幅広面内に遮蔽電流が誘起されて垂直方向に大きく磁化し、それを巻いたコイルは遮蔽電流が作る磁界 (遮蔽電流磁界) により磁界均一度が低くなる。そこで、異常横磁界効果により HTS テープ線の遮蔽電流を低減する方法が提案されている [1,2]。また、消磁用の銅コイルを同軸配置、あるいはトロイダル配置し、微小な交流磁界を HTS コイルに印加することにより、遮蔽電流磁界を低減可能なことも実証されている [1-3]。今回は、銅コイルを別途使用せずに、消磁コイルの同軸配置を簡略化した新構造の HTS コイルを提案し、その遮蔽電流磁界低減の有効性を実験的に検証した。

## 2 新構造の HTS コイルの提案および製作

今回提案する HTS コイルの構成法は、HTS 層巻きコイルのうち内側および外側の一部を消磁コイルとして兼用するものである。Fig. 1 に示すように、HTS 層巻きコイル全体に直流電流  $I_{DC}$  を流しながら、内側および外側の数層にそれぞれ互いに逆向きの交流電流  $I_{AC}$  を流すことで、銅コイルを同軸配置した場合と同様に、遮蔽電流磁界を低減できることが期待される。この構成法によって銅コイルが別途不要となり、従来のもより小型化が期待できる。一方、消磁コイルと兼用しているため、HTS コイルの一部が消磁できないという欠点もある。この提案に基づいて製作した HTS コイルの諸元を Table 1 に示す。HTS コイルは全 20 層のうち内側と外側の 6 層ずつを消磁コイルとして兼用した。コイル製作に使用した HTS テープ線は、幅 5.02 mm、厚さ 0.159 mm であり、77 K・自己磁界下の臨界電流  $I_c$  は 256 A である。製作した HTS コイルは、内径 63.0 mm、外径 72.1 mm、平均高さ 88.3 mm、巻数 346 + 1/4 ターンである。これらのコイル諸元を基に見積った中心磁界は 3.91 mT/A である。

## 3 実験結果

製作した HTS コイルを液体窒素中に浸漬冷却し、その中心磁界をホール素子で計測した。HTS コイルへの通電電流を 60 A → -60 A → 60 A と単調に変化させ、10 A ごとに中心磁界を測定した結果を、Fig. 2 に示す。Fig. 2 (a) に示すように、交流電流を印加しない場合、中心磁界の測定結果は大きなヒステリシス曲線を描く。一方、Fig. 2 (b) に示すように、交流電流 (29.5 A, 100 Hz, 60 s) を印加した場合、ヒステリシスの大きさが半分程度となることがわかった。これにより、完全に消磁できないが、遮蔽電流磁界の低減効果を確認した。

## 参考文献

- [1] K. Kajikawa, et al.: Supercond. Sci. Technol. 24 (2011) 125005  
[2] K. Kajikawa, et al.: IEEE Trans. Appl. Supercond. 22

(2012) 4400404

- [3] K. Kajikawa, et al.: IEEE Trans. Appl. Supercond. 26 (2016) 4400504

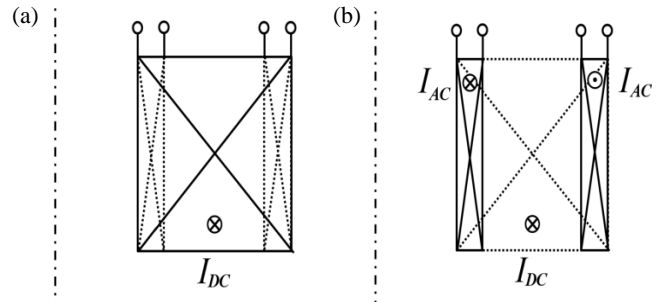


Fig. 1 Schematic illustration of HTS coil operation for (a) energization/holding and (b) degaussing.

Table 1 Specifications of HTS coil.

Tape width	5.02 mm
Tape thickness	0.159 mm
Tape $I_c$ at 77 K in self-field	256 A
Inner diameter of coil	63.0 mm
Outer diameter of coil	72.1 mm
Average height of coil	88.3 mm
Number of layers of coil	20 (= 6 + 8 + 6)
Total number of turns	346 + 1/4

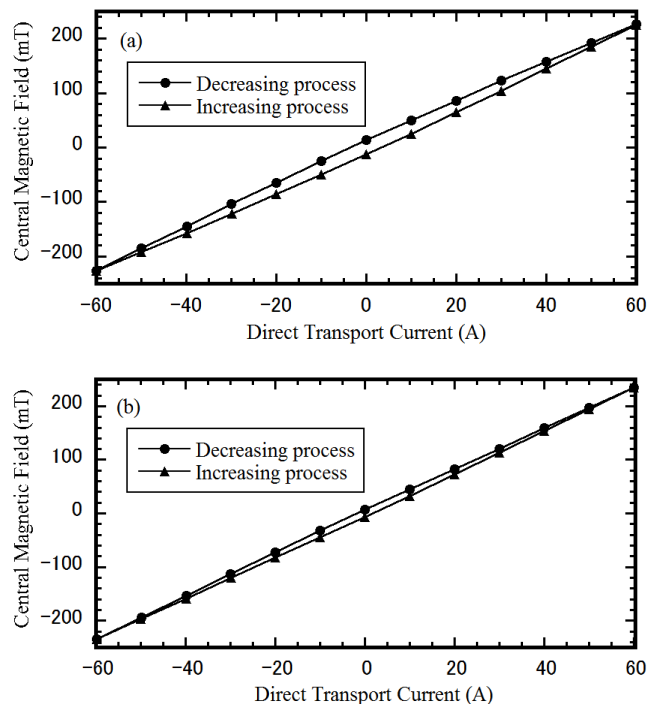


Fig. 2 Experimental results of central magnetic field during decreasing and increasing process of direct transport currents in the case (a) without applying AC current and (b) with applying AC current at each step.