

高性能超伝導直流ケーブルの電流容量の検討

Current-carrying capacity of superconducting high-quality DC cable

九工大・情報工 ○松下照男, Vladimir S. Vyatkin, 木内 勝, 小田部荘司

Kyushu Inst. Technol. ○Teruo Matsushita, Vladimir S. Vyatkin, Masaru Kiuchi, Edmund S. Otabe

E-mail: matusita@cse.kyutech.ac.jp

1. はじめに

これまで縦磁界効果を利用して超伝導直流ケーブルの電流容量を増加させる方式を提案してきた。ここでは REBCO コート線材を用いた1層のケーブルの模擬実験を行って、こうした新しい方式の有効性を明らかにするとともに、実際にケーブルを建造したときに達成できる電流容量を計算してみた。

2. 予備実験

ここでは図1に示すように、REBCO コート線材を用いた1層ケーブルを作製し、縦磁界下の臨界電流を調べた。用いた線材の幅は4 mmで、14枚の線材を直径が18 mmの巻枠に配置した。図1(a)は軸に平行に配置し、(b)は軸から19°傾けて配置したものである。縦磁界は、実際のケーブルでは外側シールド層の帰りの電流によって与えるが、ここでは超伝導マグネットと与えている。

図2にこれらの1層ケーブルの臨界電流の実験結果を示す。平行に配置した試料では臨界電流は単調に減少しているのに対し、傾けて巻いた試料では38 mTの縦磁界下でピークを示し、高磁界下では逆に平行に配置した場合に比べて臨界電流が減少している。0磁界の状態では傾けた試料のほうが臨界電流が大きいのは、使用する線材量が増えていることもあるが、主な理由は電流により縦磁界が生じているからである。傾けた試料の臨界電流がピークとなる状態では全磁界の方向は超伝導層の厚みの中心部で20.5°となり、ほぼ電流方向と合致している。

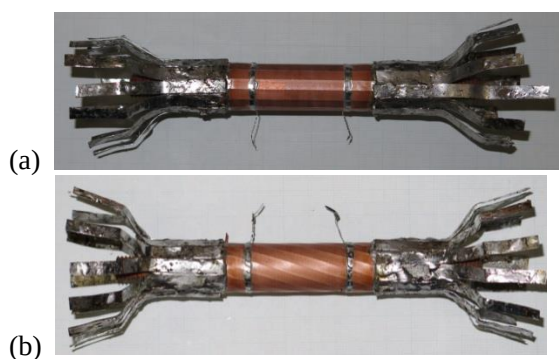


図1. REBCO 線材を用いた1層ケーブル

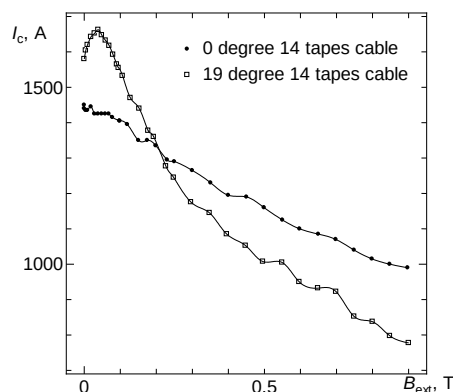


図2. 縦磁界下の1層ケーブル試料の臨界電流

また、交差する磁界より高磁界側では、縦磁界が主となり、真っ直ぐな試料の方が全磁界と電流の角度が小さくなる。以上より、REBCO 線材を用いたケーブルの特性は電磁気学的に正確に解析できると考えられる。

3. 電流容量の解析

ここでは巻枠の径を同様に18 mmとし、線材の層数を6から12まで変化させた場合のケーブルの電流容量を求めた。解析の詳細は、当日発表するが、図3に従来型ケーブル(縦磁界を加えず、真っ直ぐに配置したもの)に比した電流容量の増大比を示す。これから新しいケーブルでは特性を向上できることが示される。

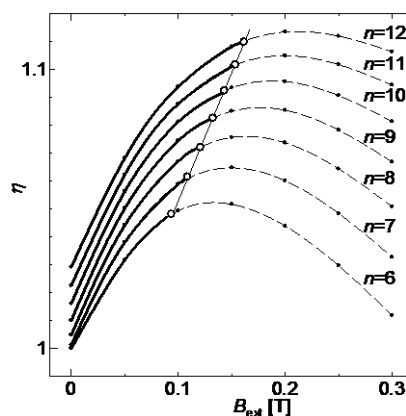


図3. 従来型に比した電流容量の増大比

謝辞 本研究は科学技術振興機構のALCAの支援のもとに実施されたものである