

数値計算による多層スパイラルケーブル内の磁界解析

Numerical Calculations on Magnetic Field for Multi-layer Superconductor Cables

岐阜工業高等専門学校

田中昭裕, 福永哲也

Akihiro Tanaka, Tetsuya Fukunaga

Gifu National College of Technology

E-mail: fukunaga@gifu-nct.ac.jp

1. 緒言

高温超伝導の応用例として電力輸送線があげられる。電力線は実用化にあたって多層スパイラルケーブルとして利用されるが、スパイラルピッチの変化に伴い通電損失が変化することが確認されている。¹⁾本研究ではこの損失を数値計算によって磁束を見積もることで検討した。

2. 計算

対象モデルとして層の厚さを無視することのできる2層の薄層スパイラルケーブルを考える。各層は薄帯テープによって構成されるものとする。

超伝導体を各層内のスパイラル形状に沿って微小超伝導体に分割する。この微小超伝導体をfiberとよぶことにする。fiber上を流れる電流からBiot-Savartの法則を用いて磁場分布を計算し、fiber間(閉曲面)を通過する単位長あたりの磁束量を算出する。

本研究ではこの任意のfiber間を通過する磁束を計算するためのプログラムを作成した。このプログラムを用いて、内層径 $\phi_{in} = 19.0\text{mm}$ 、外層径 $\phi_{out} = 21.0\text{mm}$ および内層ピッチ長 $p_{in} = 200.0\text{mm}$ を固定して、外層のピッチ長 p_{out} と固定テープ幅 $w_t = 3.8\text{mm}$ 中の超伝導コア幅 w_{sc} を変化させるときの、内層のテープ中心を基本(base fiber)として任意の層間・テープ内位置を通り抜ける磁束を計算した。

3. 結果と考察

はじめに、作成したプログラムの動作を確認することを目的として、各層を隙間なく電流が流れる状態を考え、理論値と計算値を比較して一致することを確認した。

Fig.1 は外層のピッチ長 p_{out} を変化させたときに層間を通過する磁束の変化を示す。テープに対する超伝導コア比 w_{sc}/w_t を変化させても絶対値の大きさこそ異なるものの、磁束が 0 Wb/m になる最適な外層のピッチ長は $p_{out} \approx 124\text{mm}$ であり、ほぼ同じであることがわかる。

Fig.2 は $p_{out} = 124\text{mm}$ における外層テープ内の磁束分布を示す。超伝導コア間に隙間がある場合、テープの端部に近づくにつれ磁束は急激に増加している。これは直線テープ線材と同様の振る舞いであり、通電損失に影響するものだと考えられる。

4. 結言

多層スパイラル導体の磁束計算プログラムを作成し、このプログラムにより正確に磁束が計算されることを確認した。また、ピッチ長、テープ内超伝導コア比の変化に伴う磁束の変化を確認した。

参考文献

- 1) J. Fujikami et al., Adv. in Supercond. XI(1999)903-906

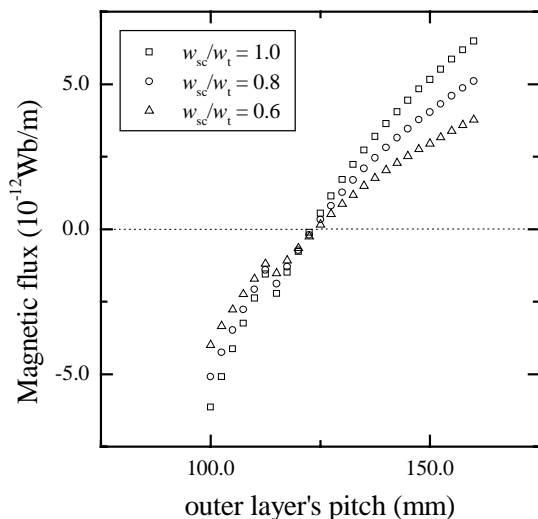


Fig.1 Magnetic flux between the fiber at the center of outer layer tape and the base fiber

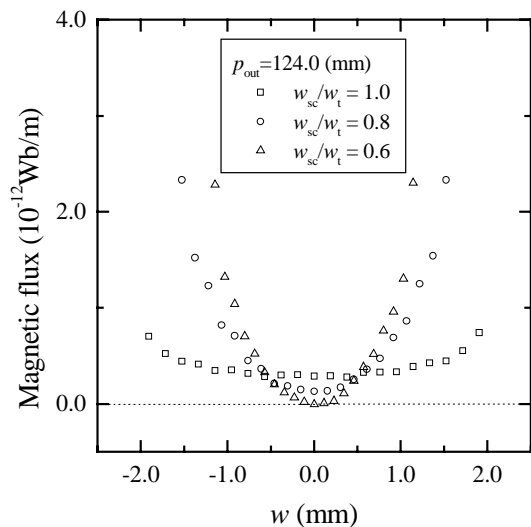


Fig.2 Magnetic flux distributions in outer layer tape