

縦磁界効果を用いた DC-HTS ケーブルの臨界電流の計算

Calculation of critical current in DC HTS cable using longitudinal magnetic field effect

九工大¹, フォトン², °小松 伸二郎¹, 江藤 航介¹, ビャトキン ウラジミール¹,小田部 莊司¹, 木内 勝¹, 大嵩 智裕²Kyushu Inst. of Tech.¹, Photon Co.,Ltd.², °Shinjiro Komatsu¹, Kosuke Etou¹, Vladimir S. Vyatkin¹,Edmund Soji Otake¹, Masaru Kiuchi¹, Tomohiro Ohtake²

E-mail: komatsu@aquarius10.cse.kyutech.ac.jp

1 目的

PLD 法による REBCO(RE:希土類)コート線材は磁界中の臨界電流密度(J_c)が高いことから、電力機器を中心としてその応用研究が精力的に行われている。

超伝導線材に縦磁界を印加して通電すると、局所的に電流と磁界が平行な force-free 状態になることが知られており、大幅な J_c の増加が報告されている。この特性は、超伝導ケーブルについても同様であり、銅酸化物高温超伝導体による直流電力ケーブルが開発されてきており、長距離エネルギー伝送に適しているということが知られている。しかし、その具体的な設計のために force-free 状態におけるコート線材の配置が重要な問題点となっている。

本研究では、有限要素法(FEM)に基づく電磁場解析が可能な株式会社フォトン製のソフトウェアである PHOTO-Series を使用し、超伝導ケーブルの中心に作られる縦磁界の大きさが最大になるときの各層の最適な角度の調査を行った。

2 実験

解析モデルを Fig. 1 に示す。縦磁界を作る層を内側に三層、外側に三層とする。中心に縦磁界を作り出すために各層に流す電流に角度 θ_i ($i = 0, \dots, N$) をつける。シールド層である外側の層には内側の層と反対方向の向きに電流を流す。寸法の詳細を Fig. 2 に示す。各層の導体は銅とし、厚さを $40 \mu\text{m}$ とする。また、 $\theta_0 = 0^\circ$: $\theta_i = \theta_{\max} \times i/N$ という関係がある。最も内側の導体までの内径は 10 mm とする。各層に流す電流の角度を変え計算を行った。また、外部に印加する磁界の大きさは 0 とする。

3 結果および考察

Fig. 3 にそれぞれの角度 θ に対する中心の縦磁界の大きさを示す。外部磁界が 0 の下で、 $\theta = 40^\circ, 70^\circ, 85^\circ$ のとき磁束密度 B はそれぞれ $4.046 \times 10^{-3} \text{ T}$, $4.213 \times 10^{-3} \text{ T}$, $4.478 \times 10^{-3} \text{ T}$ の値が得られ、中心の縦磁界が強くなっているこ

とが分かる。

今回は、三層ずつで計算を行っているが、さらに多層にしたときの結果、また材質を銅から超伝導体にしたときの計算も行う必要がある。また、実際にどの程度 J_c が増加するか調べる必要がある。

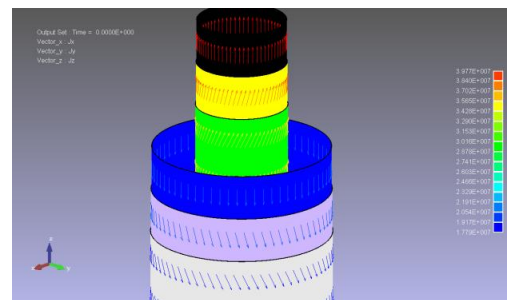


Fig. 1 Analysis model in FEM.

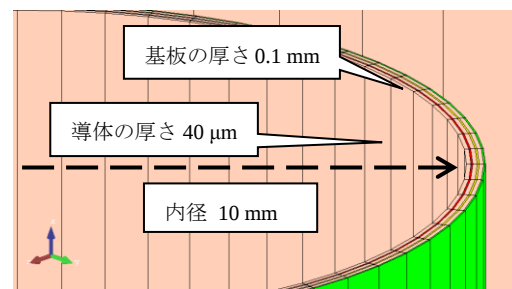
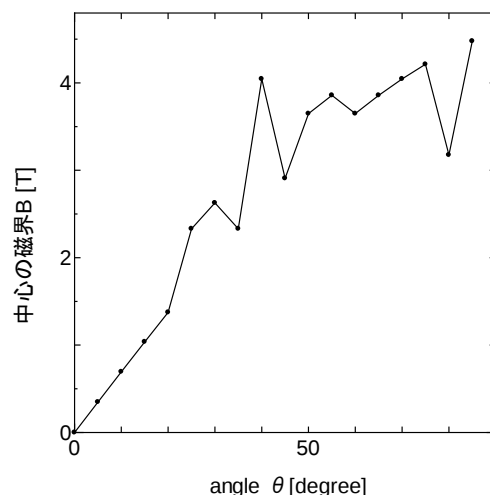


Fig. 2 Dimension of analysis model.

Fig. 3 Magnetic flux density of center in each θ .