Y 系超伝導線材の細線化による超伝導送電ケーブルの交流損失低減

Ac loss reduction of power transmission cables using narrow strips of coated conductors

竹内 活徳,雨宮 尚之,中村 武恒(京大・工); LI Quan (University of Cambridge)

八木 正史(古河電工);藤原 昇(SRL)

<u>TAKEUCHI Katsutoku</u>, AMEMIYA Naoyuki, NAKAMURA Taketsune (Graduate School of Engineering, Kyoto University) LI Quan (University of Cambridge) YAGI Masashi (Furukawa Electric Co., Ltd.) FUJIWARA Noboru (SRL)

E-mail: amemiya@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

超伝導ケーブルの交流損失を低減する方法のひとつとして、線材の細線化がある。一般に、現在利用可能なY系線材の幅方向の J_c 分布は均一ではなく、線材の両端付近において低下している。線材幅が大きい場合、これらの影響は小さいと考えられるが、線材を細線化した場合、端部での J_c の低下は交流損失に大きく影響する。

これらの影響を見積もるため、J。分布を反映した交流損失 解析を行い、一様な J。分布を仮定した場合の解析結果、及 び交流損失測定結果と比較した。また、レーザによって線材 端部を切り落とすことにより、端部の J。低下を抑えた場合を想 定した解析を行なった。

2. 解析対象

ケーブル断面内において、一次元有限要素法を用いて解 析を行なった。まず、実際の測定結果と比較した解析の諸元 を Table 1 に示す。この導体は狭いギャップ(0.04 mm)と広い ギャップ(0.391 / 0.309 mm)が交互に配置された構造をしてい る。磁気ナイフ法での測定結果より、Jc の低下している領域は 0.3 mm 程度であったので、解析では Fig. 1 に示すような台形 分布を仮定した。次に、線材幅と Jc 分布の肩幅の異なる 2 種 類の線材で構成されたケーブルを解析した。これまでの我々 の測定で、製造上のプロセスによって生じる Jc 分布の線材端 における低下は場合によって 1 mm 程度まで達するのに対し、 レーザ切断による切断面付近の Jc の低下は 0.3 mm 程度まで 抑えられる可能性があることがわかった。そこで、両端 0.8 mm の領域で Jc が低下している 5 mm 幅の線材で構成されたケー ブル(Model A)と、その線材の両端の Jc 低下領域 0.5 mm を 削って、低下領域が 0.3 mm である幅 4 mm の線材ができたと 仮定し、この線材で構成されたケーブル(Model B)を交流損 失解析した。これらのケーブルの諸元を Table 2 に示す。なお、 通電流はどちらのケーブルとも 50 Hz、3 kArmsとした。

3. 解析結果

Fig. 2 に解析と測定の比較をした。台形 J。分布を仮定した 場合の交流損失は、一様 J。分布を仮定した場合に比べ大き くなり、測定結果に近づいた。また Fig 3より、レーザ切断など でJ。が低下している線材端部の切り落とすことによって、交流 損失を効果的に低減できることがわかった。線材には端部か ら磁束が侵入するため、交流損失の多くは線材の端部で発 生している。そのため端部での J。の低下は、より広範囲に磁 束の侵入を招き、交流損失に大きく影響したと考えられる。 謝辞

本研究は、イットリウム系超電導電力機器技術開発の一環 として、新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託のもと、 国際超電導産業技術研究センターとの共同研究として実施さ れたものである。

Table 1 Specifications of 2 layer cable		
2.23 mm		
ver 36/38		
0.391 / 0.309 mm		
r 0.04 / 0.04 mm		
4547 A		
of 2 layer cables lel A Model B nm 4 mm / 15 17 / 18 / 0.494 0.462 / 0.559 m mm 2 A 222 A 18 A 7770 A mm 0.3 mm		



Fig. 1 Lateral J_c distributions supposed in analysis: Shoulder width of trapezoidal distribution is supposed 0.3 mm.



Fig. 2 Transport loss of 2 layer cables



Fig. 3 Calculated AC loss of 2 layer cables: Model A is a cable composed by 5 mm wide conductors with 0.8 mm shoulders and Model B is 4 mm wide conductors with 0.8 mm shoulders.