

超伝導ケーブルの臨界電流測定に及ぼす電流分流の影響

Effect of Current Transfer to I_c Measurement of Superconducting Cable

九工大情工 ○松下照男, 木内勝, 物材機構 西島元, 住友電工 増田孝人,
古河電工 向山晋一, 昭和ケーブル 青木裕治, 電線工業会 三村正直

Kyushu Inst. Technol., ○Teruo Matsushita, Masaru Kiuchi, N. I. M. S., Gen Nishijima,

Sumitomo Electric, Takato Masuda, Furukawa Electric, Shinichi Mukoyama,

Showa Cable S., Yuji Aoki, J. Electric Wire A., Masanao Mimura

E-mail: matsushita.teruo391@mail.kyutech.jp

はじめに

近年, 超伝導電力ケーブルの開発が盛んに行われており, 国際電気会議(IEC)から超伝導ケーブルに関する国際規格が発行された。その中で超伝導ケーブルの臨界電流の試験法の規格化が必要事項とされていることから, この試験法の問題点を明らかにするため, とくに問題となる電流分流の影響を調べた。

モデルによる解析

ここでは単純に超伝導層と金属層からなる二層の長い回路を取り扱い, 図1の等価分布乗数回路を仮定する。ただし, R'_A および R'_B はそれぞれ金属層と超伝導層の単位長さ当たりの抵抗で, g' は両層間の単位長さあたりのコンダクタンスである。電圧を測定する金属層の電位と電流を V_A および I_A , 超伝導層の電位と電流を V_B および I_B とすると, 全電流 I を流した場合の方程式は

$$d^2 I_A / dx^2 = g' [(R'_A + R'_B) I_A - R'_B I]$$

となる。超伝導層が超伝導状態の場合 ($R'_B = 0$), 上の式の解より, K を比例定数, x を電流端子からの位置として

$$V_A = K \exp(-x/\delta); \quad \delta = (g' R'_A)^{-1/2}$$

のオーミックな形を得る。

一方, 臨界電流 I_c を超えた磁束フロー状態における電圧は

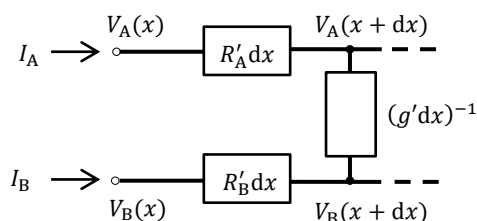


図1. 等価分布定数回路

$$V_A = K \exp(-x/\delta) + K'(I - I_c)$$

の形となる。ただし, K' はフロー抵抗と金属の抵抗とで決まる並列抵抗である。したがって, 第1項の抵抗成分を除去することによって臨界電流を決定することができる。

検討

図2はBi-2223テープの単層のケーブルについて, 電圧端子と電流端子の位置を変えて測定した電流-電圧特性である。両端子間の距離が小さいとき, 抵抗成分が大きい, 距離を十分とるとその影響は小さくなる。解析結果が示すように, 観測した電圧から線形な抵抗成分を除き, 通常の電界基準で求めた臨界電流の結果は全ての電圧端子でほとんど同じ値(3891 A)を示し, この補正法が有効であることを示している。発表では2層構造のケーブルの結果についても紹介する。

結論

一般に抵抗成分の除去により電流端子の位置にあまり依存せずに超伝導ケーブルの臨界電流を正しく測定できることが明らかとなった。しかしながら, できれば電圧端子の位置を電流端子から十分離すことが推奨される。

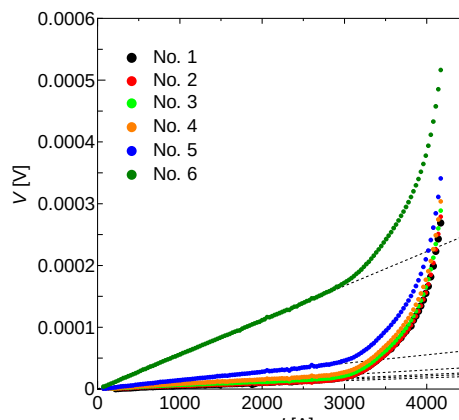


図2. 各電圧端子で観測した結果