

読者の広場

Q&A

Q:「交流超電導ケーブルを導入すると、従来の電力ケーブルに比較して、総合的な電力損失がどの程度減らせるのでしょうか？」

A: 超電導ケーブルを導入すると、既存の電力ケーブルに比較して、送電損失を 1/2～1/3 程度に低減することが可能です。



古河電工と電中研が冷却を含めて検証した 500 m 長超電導ケーブルの試験状況

ある種の物質が極低温に冷却して抵抗ゼロになる現象は、超電導現象として広く知られているところです。これはあくまで直流電流を超電導導体に流したときに抵抗がゼロになるのであって、交流電流を流した場合には交流損失と呼ばれる損失が発生します。交流損失とは、ある磁界強度以上になると徐々に超電導体内部に磁界が侵入する物質（第二種超電導体）に交流電流を流したとき、内部に閉じ込められた磁束（磁束のピン止め）が、電流の増減反転によって力を受けて反転移動する際に、ピンの抗力との間でエネルギーを失うことによる損失です。超電導ケーブルの損失は、交流損失だけではなく、ケーブルに交流電圧を加えることにより絶縁体中に発生する誘電損失、導体が発生する磁界の変動により導体自身や周辺金属で生ずる渦電流損失があります。現在、進捗中の「Y系超電導電力機器技術開発プロジェクト」において、大電流ケーブル（66 kV, 5 kA）の損失は 2.1 W/m-相以下、高電圧ケーブル（275 kV, 3 kA）の損失は 0.8 W/m-相以下をそれぞれの目標として開発を進めています。

一般に、超電導ケーブルは、断熱管内部に液体窒素を循環させて、発生する熱を取り去り、低温を維持しています。断熱管を通してケーブルへ侵入する熱についてはこれまでの研究成果によって 1～2 W/m 程度が得られています。この液体窒素で除去した熱を冷凍機で冷やしながら循環冷却しますが、これら冷凍機の冷凍電力や循環のための電力が必要になります。こうした冷却に必要なエネルギーについては、成績係数^{*}を 0.1 として開発を進めています。これらの合計が超電導ケーブルの電力損失となります。

一方、現用の銅やアルミを導体に用いた常電導ケーブルの場合、導体の抵抗と電流とによるジュール損失による導体損失、絶縁体内に発生する誘電損失、シースに発生するシース損失等があります。

超電導ケーブルと既存の電力ケーブルの送電損失の比較ですが、厳密には、従来ケーブルの種類、電圧階級、送電容量、回線数の考え方により大幅に変わるところではあります。また、これまで述べてきた超電導ケーブルの開発が目標を達成することが必要になりますが、例えば、現在、超電導ケーブルの導入が適していると考えられている都市内導入の大容量地中送電線の場合、送電損失が1/3に低減できると、1 kmあたり50 kWの電力損失を低減できることになります。

*) 成績係数：ケーブルの冷却効率を示す値であり、ここでは（ケーブル冷却能力）÷（消費エネルギー）とする。

回答者：古河電気工業株式会社 環境・エネルギー研究所 環境技術開発部マネージャー 向山晋一様

[超電導 Web21 トップページ](#)