

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

需要地システム用次世代機器

背景・目的

電力流通設備の高経年化が進んでおり、至近年に大量のリプレース時代を迎える。一方、安全や環境への関心が高まっており、電力流通技術もこれらの情勢変化や新たなニーズに適切に対応する必要がある。このため、リプレース時に導入する次世代電力機器として、より高い防災性と環境調和性を

有する革新的な電力機器開発が望まれる。

本課題では、リプレース時の次世代技術メニューとして提案するため、短絡電流を抑制することで系統構成上の制約を低減できる超電導限流器、ならびに社会受容性の高い環境調和型変電所機器の基本技術を確立する。

主な成果

1 短絡電流を抑制する超電導限流器の開発

高電圧化に適し、基幹系統への導入も期待できる磁気遮へい型超電導限流器に用いるBi2223超電導厚膜について、製作時の焼結工程間で行う圧縮成形の圧力を高めることで、臨界電流密度(J_c)を向上できることを見出した(図1)。短冊形状の試料では、250MPaの圧力印加で、想定される実用レベルである6000A/cm²に近い J_c を達成した。6kVや60kV級の限流器に用いるφ450mm大型円筒体(図2)の試作では、現在

用いているCIP(冷間等方圧加工)装置の最大印加圧力150MPaにおいて2400A/cm²を得た。さらに、限流動作時の超電導体でのジュール発熱により超電導厚膜が破壊に至るエネルギー量を向上するため超電導厚膜を加圧する方式を提案し、短冊形状の試料で2MPaの加圧を行うと、加圧しない場合に比べて破壊に至るエネルギー量が2~3倍向上することを確認した(図3)[H11033]。

2 SF₆ガスを用いないハイブリッドガス絶縁母線の開発

ガス絶縁機器は、高い地球温暖化係数を有するSF₆ガスを使用するため、大気への漏洩を少なくするよう徹底した管理が行われている。当所では、SF₆ガスを用いず、CO₂やN₂などの自然ガスと固体絶縁物で被覆した導体を用いたハイブリッドガス絶縁方式を提案し、特に母線接続部構造(図4)の基本設計を行なっている。ハイブリッドガス絶縁では、被覆導体

の接続部が電気絶縁上の弱点になるため、電界シールドを有する接続部構造を提案し、実験および電界解析により、従来のSF₆ガス絶縁方式に比較し、1.1倍程度の断面寸法で母線接続を実現できる見通しを得た[H11001]。また、この知見に基づき、300kV級ハイブリッドガス絶縁母線プロトタイプモデルを設計・製作した(図5)。

3 防災性に優れコンパクトな全固体変圧器要素技術の開発

絶縁油を用いないことによる防災性の向上に加え、コンパクト化も期待できる全固体変圧器の要素技術開発に関し、これまでに、60kV級全固体変圧器の基礎設計に資する通電性能や絶

縁性能データを蓄積するための、機器間の接続に用いる着脱可能なハイパーコネクタ端子を採用した外層接地型の全固体変圧器モデルを試作した。

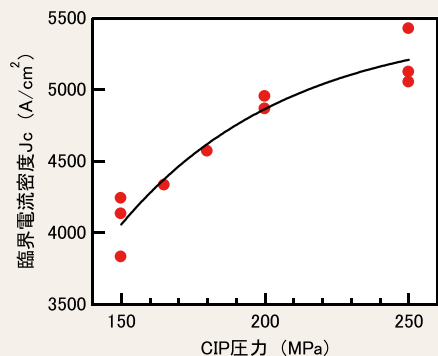


図1 超電導厚膜の臨界電流密度の圧縮圧力依存特性
短冊形状試料にて、厚膜の焼成温度・焼成回数は同じ条件で、成膜工程途中に加えるCIP(冷間等方圧加工)の印加圧力を変化させたときの臨界電流密度Jcの変化。



図2 試作した超電導限流器用のφ450mm大型円筒体

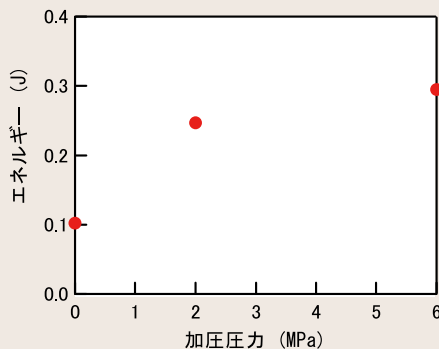


図3 加圧による超電導厚膜の破壊に至るエネルギー量の向上効果

短冊形状試料による実験で、超電導厚膜に臨界電流を超える電流を通し続けたときに、ジュール発熱により超電導厚膜が破壊に至るエネルギーを測定。

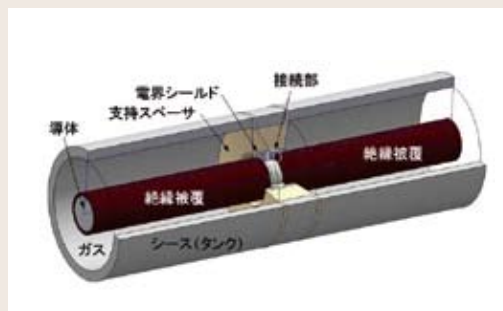


図4 ハイブリッドガス絶縁母線接続部の概念図

高電圧導体に厚みのある固体絶縁被覆(10mm程度)を施すことで、ガス中の最大電界を抑制し、CO₂など自然ガスを用いてもコンパクト化が期待できる。支持スペーサ内の電界シールドにより、被覆導体接続・支持部(絶縁上の弱点部)の絶縁性能低下を抑制。



図5 試作した300kV級ハイブリッドガス絶縁母線モデルを設置するタンク外観

被覆導体接続・支持モデルの絶縁破壊特性に基づく電界設計、被覆絶縁物およびガスの熱放散に基づく通電設計から所要寸法を評価。

300kV/4000A
相分離母線(単相分)モデル

- ・断面:φ140/400mm同軸(被覆厚10mm)
- ・全長:端部電極含め約3m
(導体接続支持スペーサ3区画と端部)