

GIS用厚膜複合絶縁技術

井波 潔* 大塚卓弥*
吉村 学† 永尾栄一**
清水芳則* 羽馬洋之***

Hybrid Insulation Techniques Applying Thick Dielectric-Layered Electrode for Gas Insulated Switchgear

Kiyoshi Inami, Manabu Yoshimura, Yoshinori Shimizu, Takuya Otsuka, Eiichi Nagao, Hiroyuki Hama

要 旨

SF₆ガスは、GIS(Gas Insulated Switchgear)などの高電圧ガス絶縁開閉装置に適用され、機器の高信頼度化とコンパクト化を実現してきた。しかし、今後更なるコンパクト化とこれによるコスト低減を進めるには、絶縁方式の改良が必要である。また、SF₆は温暖化係数の高いガスであることから、環境対策として脱SF₆化を進めるためにCO₂やN₂などの環境低負荷ガスを適用する場合、絶縁性能がSF₆より低いことから、代替ガスのみでは電界基準を下げざるをえず、機器サイズが大きくなる。

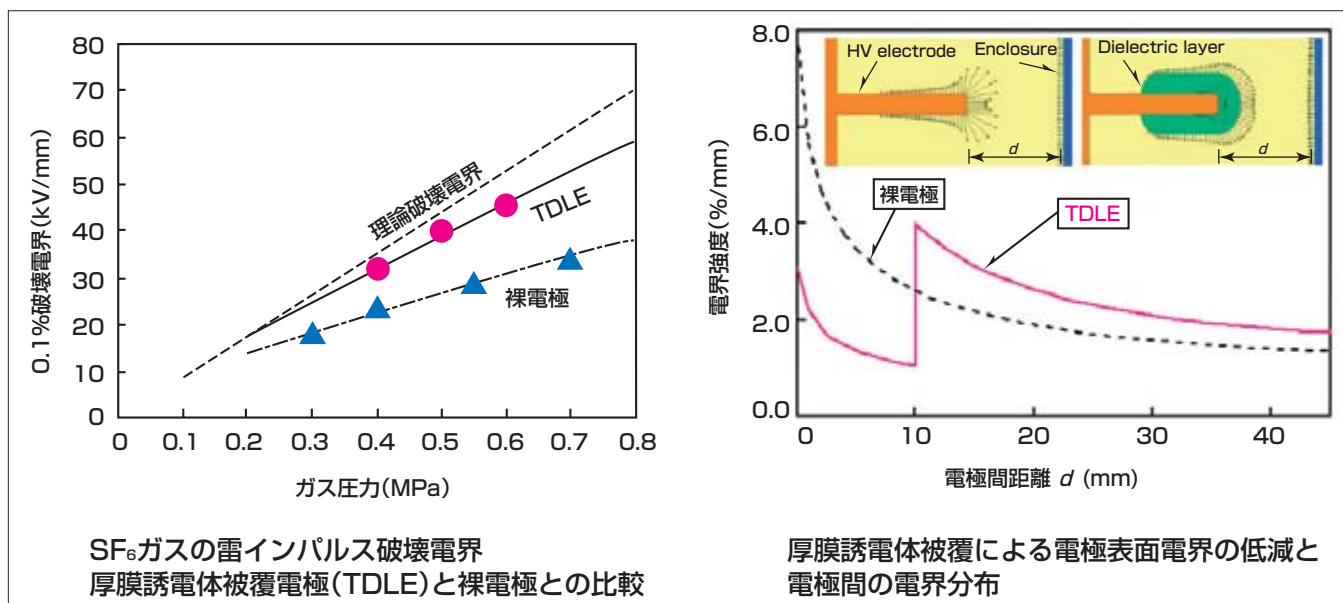
このように、今後GISの大幅なコンパクト化や脱SF₆化を進めるためには、固体との複合絶縁など新たな絶縁方式が必要となる。その一環として、三菱電機では、SF₆ガスと厚膜誘電体被覆電極(Thick Dielectric-Layered Electrode: TDLE)との複合絶縁システムを対象に、高ガス圧力領域までの絶縁特性を調査してきている。厚膜誘電体を被覆することにより、①金属電極の面積効果による破壊電界低下の抑制、②電極系ガス空間最大電界の低減が期待でき、機器のコンパクト化を図ることが可能となる。

絶縁設計の基準となるTDLEでのSF₆ガスの雷インパル

ス電圧破壊特性を実用規模の電極面積で求めた結果、破壊電界は理論値の90%にまで達し、ガス圧0.6MPa(絶対圧)では金属地肌電極(裸電極)の1.5倍程度に上昇することが明らかとなった(左下図)。TDLEは、高ガス圧領域ほど効果が大きく、高ガス圧のGISにより適していると言える。また、厚膜誘電体層を設けることにより高圧電極表面の電界が低下し、さらに、ガス側誘電体層表面の電界も裸電極に比べ大きく低減させる効果が得られる(右下図)。このように、TDLEは、ガス中電極表面電界の設計基準を大きく上昇させることが可能である。

一方、開閉機器の繰り返し放電が生じる部位への適用には、放電による誘電体層の絶縁劣化特性の把握が重要となる。今回、誘電体表面については、適切な充填(じゅうてん)材の選定により劣化を防ぐことが可能であり、誘電体層の貫通破壊については、放電回数と貫通破壊電界特性を得ることにより設計基準を設定できることが分かった。

以上のように、TDLEは、GISの様々な部位への適用が可能であり、大幅な機器のコンパクト化を達成できることが期待される。



厚膜複合絶縁方式による絶縁破壊電界向上と最大電界低減効果

電極に厚膜誘電体を被覆することにより雷インパルス破壊電界は理論値の90%にまで達し、ガス圧依存性が裸電極に比べて大きいため、高ガス圧ほど裸電極に対する破壊電界の向上が大きくなる(左図)。また、被覆誘電体を厚くすることで段絶縁効果による電極表面の電界を低減することができる(右図)。このような絶縁方式をGISに適用することにより、大幅なコンパクト化が可能となる。