

論 文 要 旨

2020 年 8 月 28 日

※報告番号	甲 第 270 号	氏 名	加藤 雅道
主論文題名			
油中ガス分析と量子化学計算を適用したエステル系絶縁油入電力機器の異常診断技術			
内容の要旨			
<p>環境負荷低減を目的として生分解性が高いエステル系絶縁油(エステル油)の電力用変圧器への適用が拡大している。電力用変圧器は、電力システムの中で主要な機器であり、その安定稼働のためには、維持管理のための診断技術が重要な役割を担っている。従来の鉱油入変圧器に対しては、油中ガス分析による異常診断技術があるが、エステル油と鉱油では、化学構造が異なっているため、鉱油の診断技術をそのまま適用はできない。エステル油に適用するためには、まず実験によって異常時の現象と発生ガスの関係を把握する必要がある。本研究では、油中での局所加熱試験、部分放電試験、アーク放電試験を実施し、発生するガスを調査した。その結果を元にそれぞれの現象による発生ガスの違いや過熱温度や放電エネルギーによる違いを検討し、診断手法として以下の方法を提案した。</p> <p>過熱・放電の違いは、発生ガスのパターンや C_2H_2 と他の炭化水素ガスの比率で判定できる。過熱温度は、温度帯特有の特徴ガスの存在や不飽和/飽和炭化水素比を用いた温度推定式を用いて推定できる。</p> <p>放電エネルギーと C_2H_2 の比率は正の相関性があり、これにより、その大小関係を評価できる。</p> <p>エステルの熱分解時のガス発生メカニズムを、量子化学計算を用いて解析した。その結果、熱分解での H_2 や炭素数 1 または 2 の炭化水素ガスの生成は、主に C-C 結合の切断によるラジカル発生が起点となり、生成するラジカルが周囲の油分子と反応することでガスが生成すると考えられる。ただし高温における C_2H_4 の生成には、生成したラジカル同士による水素引き抜き反応がかなりの割合で関与すると予測される。</p> <p>テラヘルツ (THz) 分光法をエステル油の解析に適用した。THz 帯の吸収スペクトルは、分子の立体配座による影響が大きかったが、配座探索で求めた構造のボルツマン分布によりその存在比を計算することで、THz スペクトルを推定することが可能であった。この手法を応用し、エステル油中水分飽和度と THz 帯の吸光度変化の関係を解析したところ、油中水分飽和度の範囲によって油中水分の存在形態に差があることを示唆する結果が得られた。</p> <p>本研究で提案した実験による事実に基づく方法は、診断技術の方向性を示したという意味において、その意義は大きいと考える。今後さらに実器データによる最適化を行うことで高精度</p>			

化できる。また絶縁油の解析の新しい手法についても検討し、新たな知見を得ることができた。これらの知見は、今後エステル油の診断や絶縁油診断の高度化のために非常に有用である
と考える。