

新型環境調和型配電用変圧器の開発

坂本 進 (さかもと すずむ) 北芝電機株式会社 電力システム事業部 変圧器事業推進部

1. はじめに

東北電力ネットワーク(株) (開発当時：東北電力(株)) と北芝電機(株) は、2009年にCO₂排出削減など環境負荷の低減を目的に、絶縁油に従来の鉱油からナタネ油を採用した「環境調和型変圧器」を開発している。

しかしながら、ナタネ油入変圧器は油のコストが割高であることから、東日本大震災以降の市場背景において、環境負荷低減という当時のコンセプトだけでは普及が進まないという課題を抱えていた。

このため、鉱油に対するナタネ油のメリットを最大限活用することで、①ナタネ油の高吸水性を活用した長寿命化、②機能設計最適化に伴う低損失化、③全装可搬化および現地での設置期間の短縮による電力の仮供給工事の不要化を図り、製造から据付、撤去までのライフサイクルコスト削減を実現した、新型ナタネ油入配電用負荷時タップ切換変圧器を共同で開発し、新型配電用変圧器として実用化を図った。ここでは、その概要を紹介する。

2. ナタネ油入変圧器の評価

2.1 ナタネ油の性状評価

ナタネ油を絶縁油として変圧器に採用するにあたり、ナタネ油と鉱油の得失を評価した。

ナタネ油と鉱油の性状比較を表1に示す。ナタネ油は酸化安定性に優れ、動粘度は鉱油と比較して高いものの熱伝導率が高いため、その特性を考慮した設計により変圧器の冷却性を確保できる。

また、植物油は、引火点、燃焼点が高く、防火・防災性に富み、安全性の高い絶縁油である。北米では、この防災性の特質が評価され、植物油を使用した変圧器(油種は大豆油)が普及し始め、その後、植物油のその他の特性も評価されたことで普及が進み、現在で

表1 ナタネ油と鉱油の性状比較

| 項目 | | ナタネ油 | 鉱油 | |
|-----------------|--------------|----------------------|--------|-------|
| 動粘度 | 40℃ | mm ² /s | 34.81 | 8.31 |
| | 100℃ | mm ² /s | 8.06 | 2.21 |
| 引火点 | | ℃ | 330 | 140 |
| 流動点 | | ℃ | -30 | -32.5 |
| 酸化安定度 | スラッジ | % | 0 | 0.1 |
| | 120℃×75hr 酸価 | mgKOH/g | 0.15 | 0.2 |
| 比誘電率 | | — | 2.9 | 2.1 |
| 絶縁破壊電圧 | | kV/2.5mm | 72 | 76 |
| ガス吸収特性 | | mm ³ /min | -24 | -2 |
| 飽和水分量 | | PPM | 約1000 | 100以下 |
| 硫黄分 | | % | 0.01未満 | 0.04 |
| 熱伝導率 | | W/m・K | 0.176 | 0.13 |
| 生分解性(QECD 301C) | | % | 89 | 17 |

は、全世界で約200万台、かつ定格電圧420kVの超高压変圧器にも植物油が使用されている。

植物油の中で、ナタネ油は基油としての流動点が低く(-30℃)、安定性、流動性を兼ね備えたオレイン酸が多いことから、変圧器の電気絶縁油として、良好な特性を有している。

また、水素ガス吸収性が良く、変圧器内部の微小な部分放電で発生した水素ガスによる放電の進展を抑制する効果がある。

飽和水分量は鉱油の10倍以上と高く、変圧器に使用される絶縁紙やプレスボードの劣化の要因である紙中水分を吸収しやすい特性を有している。

硫黄分が殆ど含まれていないため、鉱油で顕在化した硫化銅問題は発生しない。

さらに、ナタネ油は鉱油に比べ生分解性に優れており、生分解性試験(OECD 301C等)においてエコマーク認定基準(60%以上)をクリアしている。

2.2 ナタネ油入変圧器の長期安定性

図1に、水分含有量と絶縁破壊電圧のナタネ油と鉱油の比較を示す⁽¹⁾。先述のとおり、水分を吸収しやすい特徴を有しているが、油中水分量による絶縁破壊電圧への影響が小さく、油中水分量が500ppmになっ