

電力会社向け油入全装輸送型 窒素密封式 20 MVA 配電用変圧器

■ 土屋 龍平
Ryohei Tsuchiya

■ 本庄 智也
Tomoya Honjo

1 はじめに

窒素密封式変圧器は、絶縁油の温度変化による膨張・収縮をタンク内部に設けた窒素空間にて吸収する変圧器である。無圧密封式と比較して低コストであることから、従来、無圧密封式が採用されてきた電力会社向け変圧器に対しても、10 MVA および 15 MVA 配電用変圧器を中心に窒素密封式の採用が進み、多数の納入実績を得てきている。

一方、電力会社向けの 20 MVA 配電用変圧器では、従来、輸送質量の制約から無圧密封式にて油入全装輸送とすることで、工場試験後、部品を取り外すことなく現地へ発送することにより、コスト削減を実現してきた。

このたび、10 MVA および 15 MVA 器の窒素密封化施策と、20 MVA 器の全装輸送化施策を組み合わせ、さらなる仕様・構造の合理化を進めた。これにより電力会社の仕様を満たしつつ、20 MVA 器に対しても油入全装輸送が可能な窒素密封式配電用変圧器（以下、N₂LRT）を開発した。その初号器を東京電力パワーグリッド（株）に納入したので紹介する。

2 機器仕様

現行器と開発器の基本仕様を表 1、外観を図 1 に示す。

表 1 20 MVA 配電用変圧器基本仕様

		現行器	開発器
油劣化防止方式		無圧密封式	窒素密封式
一次引出方法		気中形、ケーブルヘッド形	
容量		20 MVA	
電圧		64.5/6.9 kV	
タップ切換方式		負荷時タップ切換	
結線		Y-Y- (Δ)	
インピーダンス		15 %	
騒音		50 dB	
輸送条件	寸法	長さ 6,000 mm 以下（トレーラ接触面） 幅 3,000 mm 以下 高さ 3,700 mm 以下	
	総質量	37 トン以下	



図 1 20 MVA 配電用変圧器外観（窒素密封式）

3 製品の特長

一般的に窒素密封式は無圧密封式と比べて絶縁油量が増加し、総質量が増大する。そこで中身構造、外装構造ともに軽量化を実施し、総質量 37 トン以下に抑えることで油入全装輸送を可能とした。図 2 に N₂LRT のトレーラ積載状態の写真を示す。また、電力会社特有のニーズとして過負荷運転性能の要求があるが、過負荷仕様に応じた圧力設計とすることで、現行器と同等の性能を維持した。以降にそれらの施策を紹介する。

3.1 中身構造の合理化

軽量化を目的に、鉄心と巻線のバランスを見直すと



図 2 トレーラ積載状態

もに、電位振動計算を精緻化し、巻線内の電位分布をより正確に把握することで、巻線絶縁設計を合理化した。加えて、鉄心の締め付け構造見直しによる高磁束密度化および耐熱紙採用による高電流密度化によっても、中身構造のコンパクト化を実現した。

3.2 外装構造の合理化

解析により変圧器タンクの補強構造を最適化することで、タンクの板厚を25%削減した。さらに、負荷時タップ切替器下部の油空間にタンク切り欠き部を設け、絶縁油量を削減することでさらなる軽量化を実施した。切り欠き部部位については、搬入および据付工事時も含めた強度解析を実施し、最適な構造とした。図3にタンク切り欠き部の強度解析結果の一例を示す。そのほか、放圧装置の取り付け位置変更による排油タンクのコンパクト化、温度上昇限度の格上げによる放熱器の削減、コンパクトブッシングなどの新技術採用などの施策を適用することで、軽量化とコスト削減を両立させた。

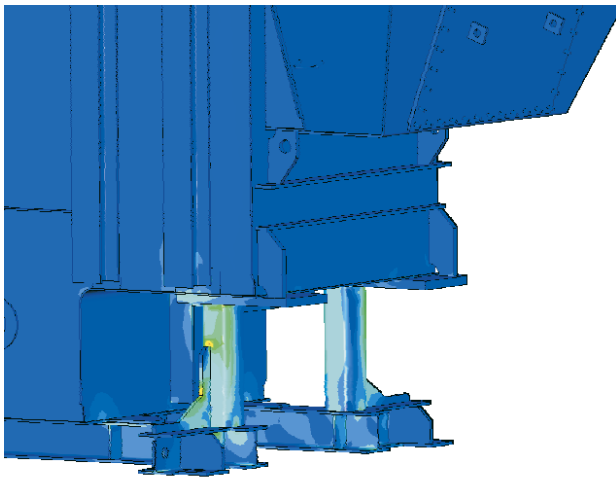


図3 タンク切り欠き部の強度解析結果

3.3 過負荷運転性能

油入変圧器の過負荷運転性能は、絶縁紙中の水分が気泡となり絶縁性能が低下する温度（バブル発生温度）に大きく影響される。窒素密封式は、窒素ガスが飽和した絶縁油を用いているためバブル発生温度が低下する一方で、過負荷運転に伴い変圧器内部の窒素空間圧力が高くなることでバブル発生温度が上昇する⁽¹⁾。また、絶縁紙の紙中水分量によってもバブル発生温度が変化する⁽¹⁾ため、これら各要素とバブル発生温度の複雑な関係について把握し設計する必要がある。上記に加え、窒素空間の圧力を内部事故時の圧力上昇と協調を図り最適化するとともに、乾燥管理を見直し、紙中水分量をより

適正にコントロールすることで、所要の過負荷運転性能を有した機器の製作が可能となった。

4 おわりに

これまで各電力会社に多数納入してきた10 MVA、15 MVAに加え、今回、油入全装輸送20 MVA器を開発し、新たに窒素密封式配電用変圧器のラインアップに加えた。表2にN₂LRTの製品ラインアップを示す。

また、電力会社向け変圧器で培った技術を一般産業向け変圧器にフィードバックすることで、今後もさらに高品質かつ低廉な製品の開発を推進していく。

なお、本製品は2021年度に納入し、すでに運用を開始している。

表2 N₂LRTの製品ラインアップ

容量	10 MVA	15 MVA	20 MVA
引出方式	一次側：気中形、ケーブルヘッド形 二次側：気中形		
周波数	50, 60 Hz		
公称電圧	一次側：66, 77 kV 二次側：6.6 kV		
切替方式	負荷時タップ切替		
結線	Y-Y- (Δ)		
インピーダンス	7.5 %	11.25 %	15 %
騒音	50 dB		
機器寸法	長さ 5,600 mm 幅 3,000 mm 高さ 3,500 mm	長さ 6,000 mm 幅 3,000 mm 高さ 3,500 mm	長さ 6,300 mm 幅 3,000 mm 高さ 3,600 mm
総質量	27 トン	33 トン	37 トン

※東光高岳標準レイアウトの場合

■参考文献

(1) 本庄智也・湯浅禎之・下麥光二郎・小林隆幸・岩井良・大山修司：「窒素密封式変圧器のバブル発生温度検証に基づく過負荷特性評価について」, 平成28年電気学会電力・エネルギー部門大会, No.395 (2016)

土屋 龍平

電力プラント事業本部
大型変圧器製造部 大型変圧器設計グループ 所属

本庄 智也

電力プラント事業本部
大型変圧器製造部 大型変圧器設計グループ 所属