

変圧器設計への三次元流体解析の活用

1. はじめに

変圧器は、小型軽量化や低価格化、高信頼性、環境負荷低減などが幅広く求められている。お客様のニーズに合う最適な変圧器を提供するため、様々な解析技術を活用して設計している。

これらの一つとして、冷却性能の把握や構造の最適化を目的に、導油式変圧器の巻線冷却設計に流体解析を活用している。導油式変圧器は、ポンプで絶縁油を循環させて、巻線を冷却する。導油式変圧器の概略構造を図1に示す。

従来、導油式変圧器の巻線冷却設計には、二次元流体解析を活用してきた。近年、コンピュータや解析ソフトの性能向上によって、計算時間の短縮や容易なモデル作成が可能になり、三次元流体解析を設計に活用しやすくなった。

今回、変圧器設計への三次元流体解析の活用について紹介する。

2. 従来の流体解析の課題

巻線冷却設計では、巻線各部を冷却するのに十分な流速を確保するため、油道寸法や油流案内板の位置を決めている。そのためには、巻線内の流速分布の把握が必要で、二次元流体解析を活用している。変圧器巻線内の二次元流体解析の例を図2に示す。

従来、変圧器全体を三次元モデル化して解析することは、コンピュータの性能や時間的な制約から実用的ではなかった。そのため、巻線下部流入口から巻線上部まで、高压巻線と低压巻線の流路分岐や巻線内をモデル化して、二次元で流体解析していた⁽¹⁾。また、計算条件の巻線下部流入口の流速を、理論計算と試作機データを用いて設定していた。巻線冷却設計をさらに最適化するためには、巻線下部流入口の流速を精度良く求めることが課題であった。

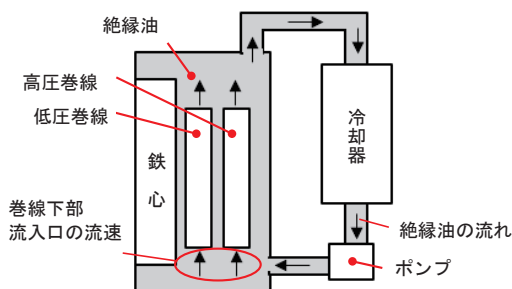


図1 導油式変圧器の概略構造

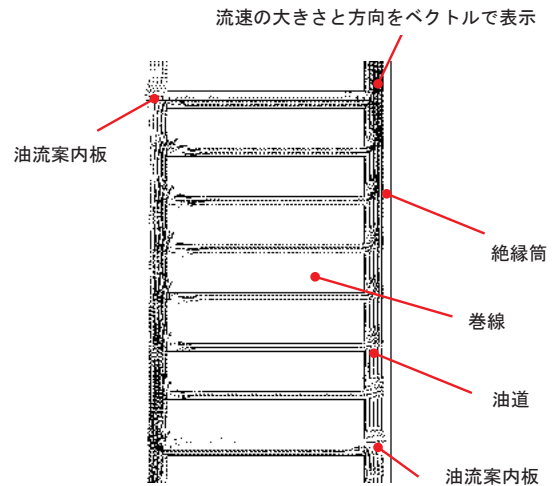


図2 変圧器巻線内の二次元流体解析

3. 三次元流体解析の活用

三次元流体解析では、三次元のモデルを用いるため、二次元解析よりも、実際の条件に近づけることができる。従来は、部分的な流速分布しか把握できなかったが、変圧器タンク内部全体の流速分布を把握できるようになった。巻線下部流入口の流速が実際の条件に近づくため、巻線内の流速分布も実際の条件に近い状態を把握できる。これにより、巻線冷却設計のさらなる最適化が可能になった。変圧器タンク内部の三次元流体解析の例を図3に示す。

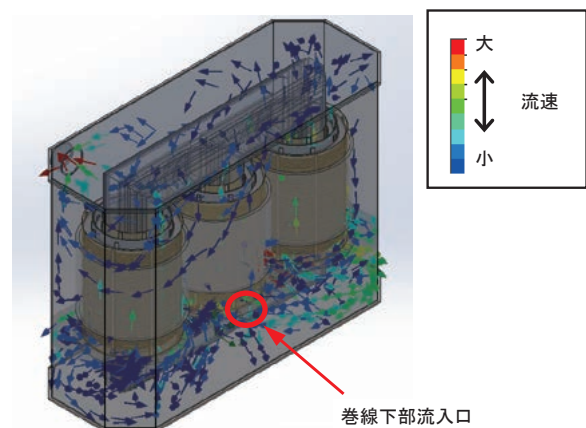


図3 変圧器タンク内部の三次元流体解析

巻線下部流入口(図3で示した箇所)の流速にて、測定と解析を比較した結果、測定に対し解析は1.04倍で、よく一致しており、三次元流体解析の妥当性を確認できた。測定と解析の比較を表1示す。

表1 流速の比較(測定値を1.0とする)

測 定	解 析
1.0	1.04

4. あとがき

変圧器の巻線冷却設計の最適化を目的に実施している流体解析の活用について紹介した。

昨今、地球温暖化防止の観点から、植物油を採用した変圧器が注目されており、当社でも開発を進めている。本技術は、植物油にも適用可能であり、植物油入変圧器開発の一助としていく。

今後も、解析技術活用による設計最適化に取り組み、お客様のニーズに応じていく。

参考文献

(1)中村、佐藤、内田、神谷、柴田：「送ガス式SF₆ガス絶縁変圧器における巻線内の流速分布」愛知電機技報 No.8(1989)