

変圧器の音場解析

1. はじめに

近年、変電所では付近の宅地化が進み、変電機器の更なる低騒音化が望まれている。当社ではこの要望に応えるため、変圧器の低騒音化の研究に取り組んでいる。

変圧器は多くの部品で構成されており、構造が複雑であるため、変圧器から外部へ放射される音を予測することは非常に難しい。そこで、低騒音化の取り組みの一つとして、有限要素法を用いた音場解析を行い、変圧器から発生する音の様相(以下、音場)を分析している。本稿では、その概要を紹介する。

2. 変圧器の構造

解析を行う変圧器の構造例を図1に示す。変圧器は、巻線、鉄心とそれを収納するタンクで構成されている。タンクの中には絶縁油が入っており、タンクの周りには、冷却のための放熱器や、付属品が取り付けられている。

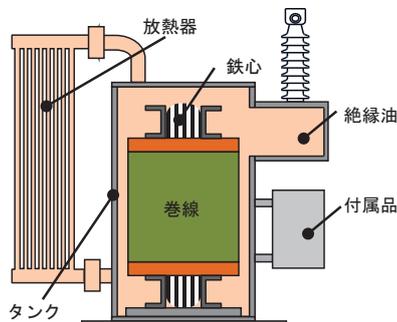


図1 変圧器の構造例

3. 解析方法

3.1 解析の流れ

解析の流れを、以下に示す。

(1) 解析モデルの作成

解析する変圧器のモデルを作成する。

(2) 条件設定

音の発生源となる変圧器の振動を入力する。境界条件を設定する。

(3) 音場の計算

入力条件をもとに数値計算を実行し、音場を求める。

(4) 結果の表示

計算した音場を表示する。

3.2 変圧器の振動の入力方法

変圧器の音の伝播経路を図2に示す。変圧器の騒音は、鉄心と巻線の振動がタンクや付属品に伝播し、音として放射される。

音場解析を行う場合の入力方法は2つあり、鉄心や巻線(一次的要因)の振動を入力する方法と、タンクや付属物(二次的要因)の振動を入力する方法がある。本解析では、空気伝播による音の放射を正確に把握するため、タンクや付属物の振動を測定して音源として解析モデルへ入力した。解析モデル例を図3に示す。

今回の解析例では、タンクや付属品の加速度波形を多点同時測定し、各波形を周波数分析して周波数別に解析プログラムへ入力した。

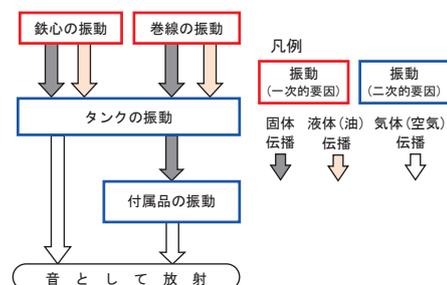


図2 変圧器の音の伝播経路

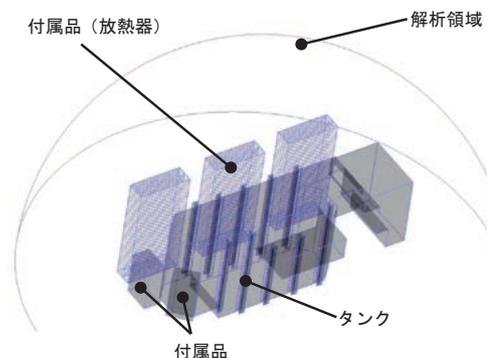


図3 解析モデル例

4. 解析結果

音場解析の結果の一例を図4に示す。図では、音圧レベルの分布を断面表示している。

図より、タンクや付属品から放射された音の分布は、音の回折や干渉により、単純な距離減衰とならないことがわかる。このような音場を把握することができれば、音の発生源である鉄心や巻線に対する単純な騒音対策ではなく、音の弱め合いを利用した騒音低減の構造、例えば、付属品の配置やタンク形状、補強構造を設計に取り入れることができる。

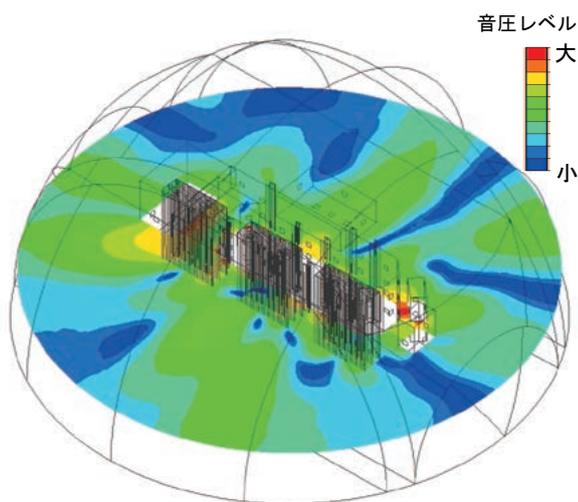


図4 解析結果例

5. 今後の展望

本解析により、変圧器から放射される音場を、視覚的に理解することが可能となる。今後は、本解析を活用し、音の干渉や回折を考慮して合理的な騒音設計を行い、更なる低騒音変圧器を開発していく予定である。