

氏名	溝上 雅人
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第5150号
学位授与の日付	平成27年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	変圧器鉄心の騒音への影響因子に関する研究
論文審査委員	教授 船曳 繁之      教授 塚田 啓二      教授 鶴田 健二

### 学位論文内容の要旨

変圧器の騒音は環境劣化に繋がるため、その低減技術開発と目標騒音値の高精度実現技術が必要とされている。騒音原因には、鉄心材料である電磁鋼板の磁歪、鉄心接合部での電磁吸引力による振動、鉄心の機械的共振振動がある。本論文ではそれらの要因の騒音への影響を実測で定量化する。また、磁歪などの振動を騒音に換算する方法の精度検討も行う。

最初に実験手法の検討を行い、騒音評価に使用するモデル鉄心は縦置きが望ましい、騒音測定位置数は8点以上必要、鉄心と騒音測定位置の間の距離増加が評価精度を増すという結論を導き出した。また、鉄心の振動を高精度で効率良く測定できるレーザー振動計を応用した測定システムの開発も行った。

磁歪を変化させる電磁鋼板の圧延方向への圧縮は、鉄心の騒音レベルとその多くの周波数成分を上昇させることがわかった。また、素材の磁歪特性を圧縮下で測定して騒音に換算したが、実測に対して乖離があった。

鉄心の締め付け圧力を変化させた時に、共振振動によって振動増加が極めて大きくなる現象が見られた。この共振振動は100Hzの低い周波数で発生したため、聴感補正による減衰のために騒音への影響が見られなかった。また、100Hz振動は鉄心内で場所が異なると逆相になっており、そのため音は相互干渉によって打ち消される現象が発生していることがわかった。

鉄心接合部構造の検討では、ステップラップが従来ラップよりも低騒音で、同時積枚数の増加は騒音を増加させる場合があることがわかった。また鉄心局部で測定した磁歪を騒音に換算したところ、騒音と一定の相関を示したが、素材で測定した磁歪特性の換算に対しては相関は見られなかった。

鉄心接合部で端面が突合せとなるべき鋼板同士が先端で重なってしまう異常接合は、インパルス音による騒音増加を引き起こす。インパルス音は接合部の空隙内で鋼板同士が電磁吸引力によって衝突して発生すると考えられる。この騒音は接合部の締め付け強化で減少する。

## 論文審査結果の要旨

社会基盤として電気エネルギーの重要性が益々増加しており、電気エネルギーを安全かつ人に優しく伝送する技術の確立が求められている。電気エネルギー伝送である送配電に用いられる変圧器に対して要求される性能の一つに低騒音性がある。騒音は通電中の変圧器で常に発生し、人にとっては不快で住環境を劣化させるため、その低減技術の開発と共に、法規制に基づいた目標騒音値を精度良く実現できる変圧器の設計製造技術の確立が必要である。

本論文では、送配電に用いられる変圧器鉄心で発生する騒音へ影響を及ぼす因子を検討している。先ず、それら因子の騒音への影響を実測で定量化、磁歪などの振動を騒音に換算する方法の精度検討を行った。実験での検討により、騒音評価に使用するモデル鉄心は縦置きが望ましい、騒音測定位置数は8点以上必要、鉄心と騒音測定位置の間の距離増加が評価精度を増加するという結論を導出した。磁歪を変化させる電磁鋼板の圧延方向への圧縮は鉄心の騒音レベルとその多くの周波数成分を上昇させること、鉄心の締め付け圧力の変化は共振振動による振動増加を極めて大きくする現象が発生することを明らかにした。この共振振動は100Hzの低い周波数で発生したため、聴感補正による減衰によって騒音への影響はないこと、100Hz振動は鉄心内で場所が異なると逆相になり、音は相互干渉によって打ち消される現象が発生していることを明らかにした。鉄心接合部構造の検討では、ステップラップが従来ラップよりも低騒音であること、同時積枚数の増加は騒音を増加させる場合があることを示した。鉄心局部で測定した磁歪の騒音への換算値は騒音と一定の相関を示したが、素材で測定した磁歪特性の換算に対して相関は見られなかった。鉄心接合部で鋼板同士がその先端で重なる異常接合は、接合部で鋼板同士が電磁吸引力による衝突で発生するインパルス音の増加を引き起こし、この騒音は接合部の締め付け強化で減少することを明らかにした。

本研究での変圧器騒音要因の解明は、社会基盤である電気エネルギー伝送技術に不可欠な変圧器の環境に調和した設計を可能にするもので、極めて有効であり、学術上および工学上寄与するところが多い。よって、本論文は博士（工学）の学位を授与するに値するものと認められる。