

磁界・構造併用解析を用いたバルブ型可飽和リアクトルの騒音の低減

草野 大輔 高 炎輝 堂 蘭 浩 村松 和弘
(佐賀大学)

1 はじめに

電力系統の無効電力補償用などに用いられる可飽和リアクトルとして、脚に断面積が小さい磁気バルブを設けるバルブ型可飽和リアクトル[1]が提案されている。本リアクトルは、小さい制御電流でインダクタンスを高速に変可でき、さらにバルブの断面積を調節することにより、高調波を抑制できる特長を有する。しかしながら、バルブにより脚中の磁束が偏り、損失と騒音が大きくなる問題点があった。これまで我々は、無方向性電磁鋼板を用いた積層鉄芯について、脚の磁束の偏りを緩和する改良型バルブ形状を提案し、磁界解析により鉄損が低減できることを示した[2]。

今回、改良型バルブによる騒音の低減効果を磁界・構造併用解析により評価したので報告する。

2 解析モデル及び解析方法

図 1 に、脚とバルブのみの解析モデルを示す。但し、対称性を考慮して 1/8 領域のみ解析した。脚とバルブの鉄芯は、無方向性電磁鋼板(35A270)が z 方向に積層されている。今回、制御電流は無視し、脚の平均磁束密度が $0.8T$ となるように y 方向に磁界を印加した。図(a), (b)は、それぞれ、従来型、改良型バルブで、後述するように、従来型バルブでは、バルブに集中した磁束が層間ギャップの磁気抵抗により脚全体に広がらず、脚中の磁束分布に偏りが生じる。そこで、脚中の磁束分布を均一にするため、バルブ形状を、同じ断面積で積層方向に伸ばした図(b)に示す改良型バルブが提案され、解析により鉄損の低減効果が確認された。

今回は、改良型バルブ形状が騒音低減に及ぼす効果を磁界・構造併用解析により検討した。本解析では、まず、非線形静磁界解析を行い、得られた電磁応力と磁歪応力を用いて、騒音評価の指標となる鉄芯表面の変位分布を、静的な弾性解析により求める。磁界及び弾性解析ともに、積層鉄芯は塊状鉄芯で近似され、その積層構造は、均質化手法により塊状鉄芯に等価的な異方性の材料定数を与えることにより考慮した[3]。磁界解析において、印加磁界は境界条件により与え、弾性解析では、 $x=0, y=0, z=0$ のそれぞれの対称面に、面に垂直な成分の変位を零とする境界条件を与えた。

3 結果および検討

図 2 に、 $x=0$ 面の磁束分布を示す。上記の理由により、従来型では、脚中の磁束が偏っているのに対し、改良型ではほぼ一様に分布する。図 3 に、鉄芯の側面 $x=100$ 及び面 $y=150$ の変位分布を示す。但し、騒音の原因になる表面に垂直な成分のみ示している。また、電磁応力による変位は磁歪応力のそれに比べて無視できるほど小さかったため、磁歪応力による変位分布のみを示す。従来型では磁束が偏っていると変位が大きくなるのに対し、改良型の変位分布は全体的に小さくなっており、脚中の磁束分布を均一にする改良型磁気バルブは、騒音の観点からも優れていることがわかる。

今後は、方向性電磁鋼板を用いた場合について同様な検討を行うとともに、検証実験を行う予定である。

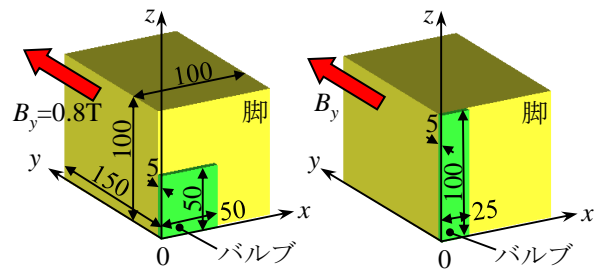
参考文献

[1] X. Chen, et al., *IEEE Trans. on Ind. Electron.*, 59, 7,

2824, 2012.

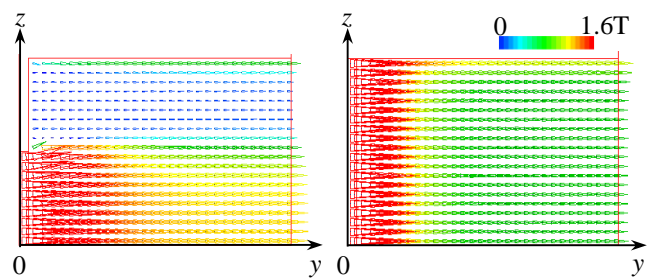
[2] 倉重, 他, 第 65 回電気関係学会九州支部連大, 04-2A-13, 2012.

[3] Y. Gao, et al., *IEEE Trans. on Magn.*, 47, 5, 1358, 2011.



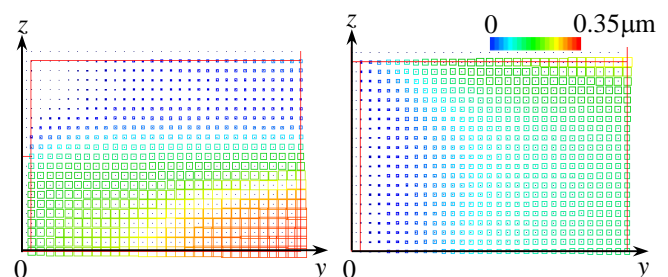
(a) 従来型バルブ (b) 改良型バルブ

図1 解析モデル(脚と磁気バルブのみ, 1/8 領域)

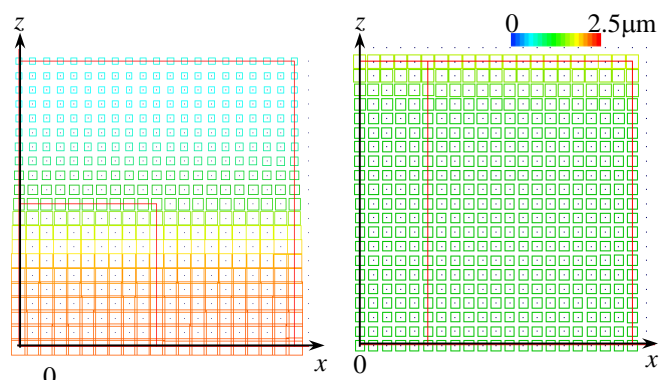


(a) 従来型バルブ (b) 改良型バルブ

図2 磁束分布($x=0$ 面)



(i) $x=100$ 面



(ii) $y=150$ 面

(a) 従来型バルブ (b) 改良型バルブ

図3 磁歪応力による変位分布(垂直成分のみ)