

1. 緒言

本研究では、動磁場解析ソフト「ELF/MAGIC」を用い、コア付片側式リニアモータの固定子に使用される永久磁石形状の改良を試みる。従来の形状と配置方法を本研究で提案する形状と比較し、検討を行う。それと同時に磁束密度の可視化を行い、リニアモータの技術的課題の解決策を思案する。

リニアサーボモータの技術的課題には、コギングトルクの問題がある。コギングトルクとは、モータ可動時に磁極とコイル位置の関係により発生する保持力のことを言う。コギングトルクによりモータ効率の低下や騒音の増大、機体振動数の上昇の問題が発生する。リニアモータの場合、コアを持つ形態に高く発生し、コア付片側式には特に高くなる。

2. 解析実験の概要

磁場解析ソフト「ELF/MAGIC」は「積分要素法 (IEM)」を用いた 3 次元非線形磁場解析プログラムである。有限要素法 (FEM) などに必要な空間メッシュ、境界条件、ゲージ条件などを必要としないため、データ作成が簡単であり短時間で計算を行うことができる。

従来の片側式リニアモータは、マグネットレールに配置される永久磁石の形状は下記のように長方形であり、それを等間隔で配置する方法である。

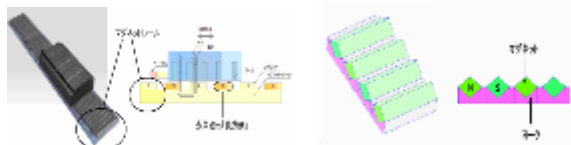


図 1. 従来型と考案型永久磁石の配置図

3. 永久磁石単体の磁束密度比較と考察

従来型と考案型の永久磁石単体の磁束密度の分布状態を等高線による比較、検討する。永久磁石の種類、面積は同じである。等高線の間隔は磁束密度の変化の度合いを表し狭い箇所ほど磁束密度の変化が大きい状態である。等高線の色は赤い箇所ほど磁束密度の値が大きく、青い箇所ほど値が小さい事を示す。

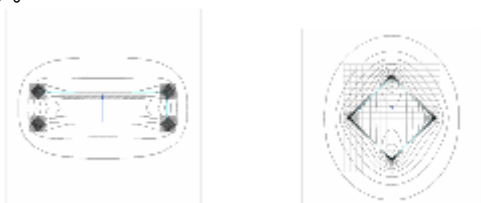


図 2. 等高線による可視化 (右: A 形状 左: B 形状)

[考察結果]

永久磁石単体の磁束密度による従来型と考案型を比較した。B 形状において空間上 (赤線の外側) に他の形状より広範囲に等高線が広がりを見せた。その結果より磁束が他の形状に比べて広範囲に広がり、かつ密度も高い状態であると言える。

4. コア付片側式リニアモータのモデル化と解析

コア付片側式リニアモータの内部構造をモデル化し、要素磁束の動きを可視化した。

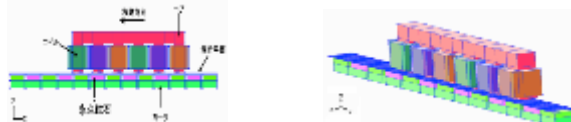


図 3. コア付片側式リニアモータモデル図

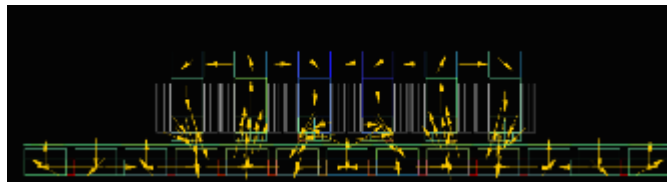


図 4. 要素磁束のベクトル表示

[コギングトルクと最大推力の算出]

単体で比較した磁石形状を用いたリニアモータの応力仮想面におけるコギングトルク、最大推力を解析する。

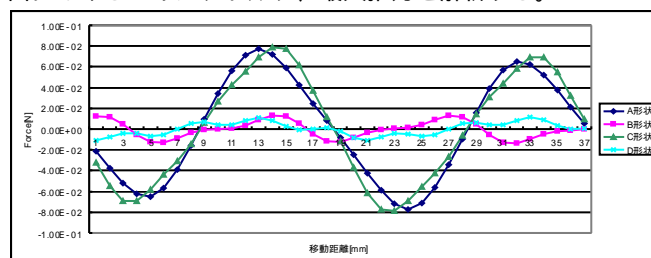


図 5. コギングトルク解析結果

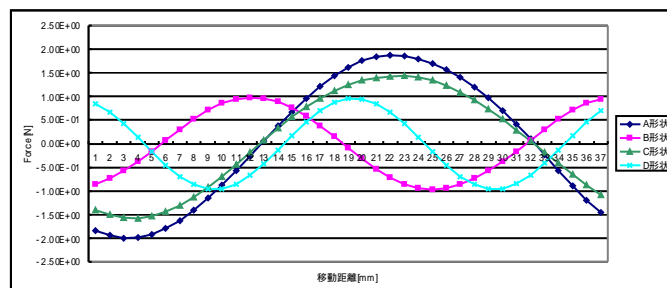


図 6. 最大推力解析結果

[考察結果]

図 5 より C 形状において移動距離 14mm のとき、コギングトルクの振幅が最も高く  $7.89E-02$  [N] を示した。また、コギングトルクが最も低かったのは、縦方向対角線を 16mm とする D 形状である。結果、コギングトルクの発生を抑えるには、D 形状の永久磁石が有効であると考えられる。

図 6 より、推力が最も高いのが、縦 4mm、横 16mm の A 形状である。それに対して、最大推力が最も低いのは D 形状である。よって、磁石形状のみで推力を得るには、従来の直方体形状の永久磁石が有効であると考えられる。

5. 結言

現段階のコア付片側式リニアモータにおける提案型磁石形状により、リニアモータの技術的課題を解決するには、不十分な点がある。しかし、今後は磁石形状の提案を続けると共に永久磁石から発生する磁力の影響するリニアモータのコア部とヨーク部の研究を行うことで課題を解決し、リニアモータの性能向上を行うことは可能であると考えられる。

文献

1) 内田隆裕 著「モータがわかる本」 オーム社出版 (2000)  
 2) 大川光吉 著「永久磁石磁気回路の設計と応用」 総合電子出版社 (1992)