

# 三次元動磁界計算に基づく 片側式リニア誘導モータの左右変位時の 発生力・インピーダンス変化の一検討

山元 雄太\* , Cuong Ninh Van , 古関 隆章 (東京大学)

A numerical study on variation of forces and impedance  
a single-sided linear induction motor to lateral displacement

Yuta Yamamoto, Cuong Ninh Van, Takafumi Koseki (The University of Tokyo)

## 1. まえがき

近年、リニア誘導モータ (LIM) を利用した小断面地下鉄が各地で導入されているが、実際の都市軌道交通における運用の中で二次導体に対して生じる一次側の横ずれやギャップ長がピッチングやローリングにより不均一になる場合など、従来の二次元解析では扱えない現象による特性の悪化が指摘されている。このような問題の解決には三次元解析が必要だが、計算負荷が膨大となるためこれまでその報告例は少なかった。本稿では、計算機負荷が比較的小さい積分方程式法に基づく磁界解析技術を援用し左右変位がインピーダンス及び発生力に及ぼす影響について検討する。

## 2. 対象とするモデルと考察

図1に今回検討した8極LIM解析モデルの一部(2極分)を示す。解析には三次元積分要素法を使用した。鉄心幅は300mm、二次導体オーバハング長は30mmである。一次側及び二次側幅方向の中心が一致する通常の場合と左右変位を生じた場合における発生力に関して動作点を  $s = 0.2$ 、定格周波数 21Hz、電流 170A、二次導体は銅で鉄心の比透磁率及び導電率を各々1000, 0として線形解析を行った。

図2にギャップ中央 [ $y=6.0\text{mm}$ ]での幅方向磁束密度分布を示す。15mm程度左右に変位しても二次導体オーバハング部があるため誘導電流が流れ、左右に変位したギャップ磁束密度分布が得られる。しかし、一次側の左右変位によりオーバハング幅が  $z$  軸正方向で縮小しギャップ磁束密度が端部で減少するため、結果的に表1に示すように推力の低下が見られる一方で、垂直力(吸引力)や左右力は増加した。左右変位がある状態で走行すると、所定の推力を得るための一次電流が増加し、等価的な二次抵抗も大きくなるため損失が増加する。幅方向の左右力は一次側を二次側中心に引き込むように働き案内力として作用するため、左右変位や急曲線においても安定に運行することができる。

## 3. まとめ

三次元動磁界解析の結果、すべり周波数が 4.2Hz の場合

15mmの左右変位により推力が10%弱低下する一方、吸引垂直力は増加し、左右方向の案内力が働くことを解析的に明らかにした。一般に、オーバハング部は縁効果低減のために設けられるが左右変位時にも渦電流路を確保し、案内力を生じさせるのに重要な部分であると確認できた。

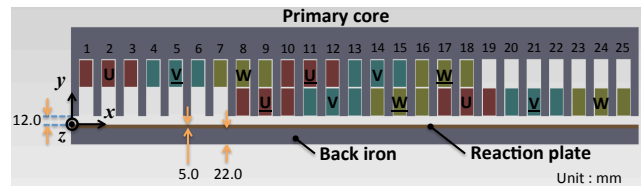


図1 リニアメトロ用LIMの解析モデル

Fig.1 Model of LIM for the linear metro

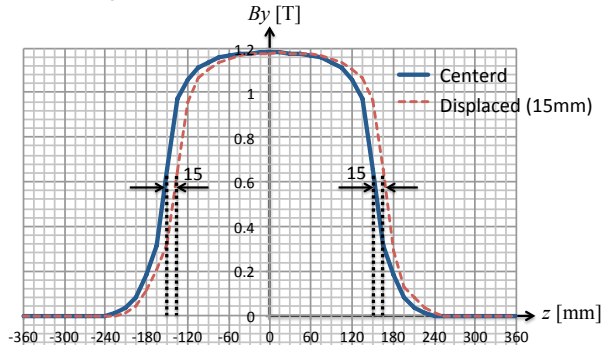


図2 ギャップ中央における幅方向磁束密度分布の比較

Fig.2 Lateral distribution of magnetic flux density at  $y=6\text{mm}$

表1. 左右変位時の発生力の比較

Table1. Three-dimensional forces without and with lateral displacement

Force [kN]	Longitude	Normal	Lateral
Centered	20.8	79.6	0.16
Displaced	19.2	89.7	0.48

文献

[1]野中・吉田：電学論 B, **93**, 89, 昭 48-3

[2]古関・正田：電学論 D, **108**, 10, 昭 63-1