

Transverse Edge Effect를 고려한 LIM 의 자속분포 특성 해석

The Analysis of Magnetic Characteristics in Linear Induction Motor with Transverse Edge Effect

임	담	호	한	양	대
장	석	명	한	양	대
김	규	탁*	한	양	대

1. 서론

고속 전철용으로 개발된 선형전동기는 최근에 이르러 그 효율도가 날로 증가함에 따라 이에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그 결과 현재에는 여러 분야에서 선형전동기를 응용하게 되었고 앞으로도 그 응용영역이 크게 확장될 것으로 기대된다. 그러나 이제까지 발표된 대부분의 LIM 연구에서는 Transverse Edge 효과를 무시하거나 또는 Corrected Factor로 대입하여 그 특성을 해석하고 있어서 그 효율, 그 에너지밀도의 LIM을 해석하는 경우에는 정밀도가 떨어지는 결함이 있었다. 따라서 본 연구에서는 이 효과를 좀 더 정확하게 고려하여 정도 높은 해석을 하고자 하였다. 즉 Stator 유효폭 내에서의 전류는 y축 방향으로 일정하다고 보고 양측 Overhang 부분에서의 전류는 y축, z축 방향성분으로 차동을 두어 계산하였다.

또한 Laithwaite 씨가 제안한 전기적 에너지를 역학적 에너지로 변환시키는 전동기의 능력을 나타내는 Goodness Factor 개념을 도입하므로써 LIM의 최적설계에 지표자료를 제시하였고 LIM의 횡방향 자속밀도에 관한 해를 구하기 위하여 Analytical Method 계속하는 Fourier 급수법과 Numerical Method에 속하는 FEM을 3절점 삼각요소와 4절점 사각요소를 사용하여 각각 적용하였으며 그 결과들을 비교, 검토하므로써 LIM을 해석하는 경우에 있어 사용되어야 하는 적합한 요소를 결정하였다.

2. 본론

양측식 유도형 선형전동기의 횡방향 해석은 단부 효과를 무시하면 2차원적으로 해석할 수 있다.

LIM의 정상분 전류에 의한 계의 특성을 해석하기 위한 Maxwell 전자기방정식은 일반 유도전동기와서와 같이

$$\begin{aligned} \nabla \times H &= J \\ \nabla \times E &= -\frac{\partial B}{\partial t} \\ \nabla \cdot B &= 0 \\ \nabla \cdot D &= 0 \end{aligned}$$

이다. 또한 2차축에서의 유도전류밀도 J_z 는

$$J_z = \sigma (E + \nabla \times B)$$

이다. 여기서 변위전류밀도는 무시한다.

이로부터 LIM의 각 해석영역에서 추력을 발생시키는 자속밀도 B의 z성분에 관한 미분방정식을 유도하면

1) I점자 slot에서

$$\nabla^2 B_z = -\mu \left(\frac{\partial J_y}{\partial x} - \frac{\partial J_x}{\partial y} \right)$$

2) I점자 철심과 공극에서

$$\nabla^2 B_z = 0$$

3) 이동자에서

$$\nabla^2 B_z = \mu \sigma \left(\frac{\partial B_x}{\partial t} + \frac{\partial B_y}{\partial x} v_x \right)$$

이다. 위 미분방정식의 해를 구하기 위하여 FEM을 적용하면

3절점 삼각요소에 대한 요소방정식은

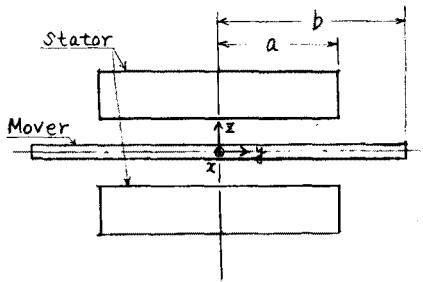
$$[K_1 + \alpha^2 K_2] \{B\} = \frac{\mu \Delta}{3} J$$

이며 4절점 사각요소에 대한 요소방정식은

$$[K_3 + \alpha^2 K_4] \{B\} = \frac{\mu \square}{4} J$$

이다. 단 여기서 K_1, K_2 는 (3 × 3) Matrix이며

\bar{K}_3, \bar{K}_4 는 (4×4) Matrix 이다.



해석 모델

※ 참고 문헌 ※

- 1) 임달호, 현동석, 이철직, " 유한요소법에 의한 변압기 자속분포 해석에 관한 연구 ", 대한전기학회지, Vol.29, No.4, pp.247-255, 1980
- 2) T.W.Preston, and A.B.J.Reece, " Transverse Edge Effects in Linear Induction Motors ", Proc.IEE, Vol.166, No.6, pp.975-979, 1969
- 3) H.Bolton, " Transverse Edge Effects in Sheet-Rotor Induction Motors ", Proc.IEE, Vol. 116, No.5, pp.725-731, 1969
- 4) P.Tong, and J.N.Rossettes, " Finite Element Method ", MIT Press, 1977 (Book)