

가동철심형 왕복운동용 리니어 모터의 정추력 및 정자계 여자방식에 따른 특성

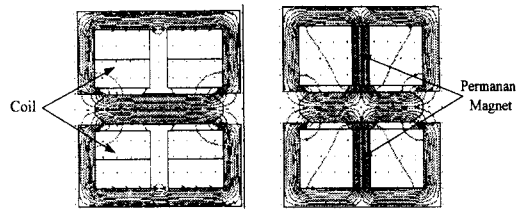
장석명, 정종민, 이성래, 양현섭
충남대학교 전기공학과

Characteristics of a Flat Moving Core Type LOA
due to Static Field Excitation Method

S.M.Jang, J.M.Jeong, S.L.Lee
Chungnam Nat'l Univ.

Abstract - This paper presents results of FEA and tests on the characteristics of moving coil type LOA due to the static field excitation method. In case the static field is generated by NdFeB permanent magnet, the static thrust is almost 6 times than that by electromagnet. Therefore under the same power, the volume becomes small according to using permanent magnet for the generation of static field.

그림 2는 그림 1의 각 해석모델에 대한 정자계 여자에 의한 자속분포를 나타낸 것이다.



(a) DC 코일에 의한 여자 (b) 영구자석에 의한 여자

그림 2. 여자방식에 따른 자속분포

1. 서론
리니어 액츄에이터의 시스템 간결성, 효율성, 유지보수 등의 특징적 이점으로 인해 유압식 액츄에이터를 전기 시스템으로 구성되는 리니어 액츄에이터로 대체하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 적용되는 시스템에 따라 사이즈 면에서 대용량, 또는 소형의 액츄에이터 개발이 진행되고 있다. 소형의 액츄에이터는 고밀도의 영구자석에 의한 전자석의 대체에 의해 이루어질 수 있다.

그림 3은 그림 1의 각 해석모델에 대한 공극에서의 자속밀도 분포를 나타낸 것이다. DC 코일에 의한 정자계 여자의 경우는, 중앙의 치에서의 자속이 AC 코일 여자에 따른 자속과 서로 상쇄되며, 영구자석에 의한 정자계 여자의 경우는 0.54[T]의 일정한 자속밀도를 갖는다.

본 논문에서는 정자계와 AC코일에 의해 발생되는 자속이 합성되어, 자계에너지의 밀도 차에 의해 철심이 왕복운동을 하는 평판 철심 가동형 LOA의 정자계 여자방식에 따른 특성해석 및 시험에 대한 결과를 제시한다. 즉, 정자계를 발생시키는 여자방식에 의해 DC전원에 의한 경우와 NdFeB 영구자석에 의한 경우로 나누어 각각의 모델에 대한 특성해석 및 시험을 통한 비교검토를 하고자 하였다. 이를 통해 동일한 출력하에서 정자계 발생원으로 전자석을 사용하였을 경우보다, NdFeB 영구자석을 사용한 경우, 체적이 작아지는 이점을 갖음을 도출할 수 있었다.

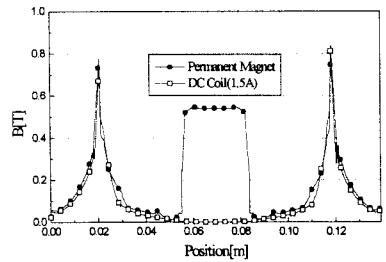


그림 3. 여자방식에 따른 공극에서의 자속밀도분포

2. 특성해석

2.1 DC 여자방식에 따른 특성모델

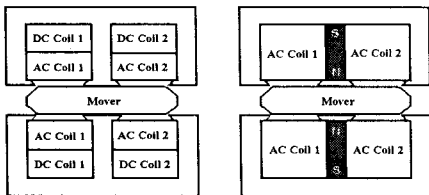
(1) 해석모델

정자계를 발생시키는 여자방식에 의해 DC전원에 의한 경우와 NdFeB 영구자석에 의한 경우로 나누어 그림 1과 같은 두 가지 모델에 대하여 특성을 해석하고자 하였다.

3. 정추력에 관한 특성해석 및 실험 결과

3.1 실험 장치의 구성

그림 4는 가동자의 위치를 1mm 간격으로 이동시켰을 경우, 가동자 위치에 따른 추력특성 실험을 위한 구성도이다.



(a) DC 코일에 의한 여자 (b) 영구자석에 의한 여자

그림 1. 해석모델

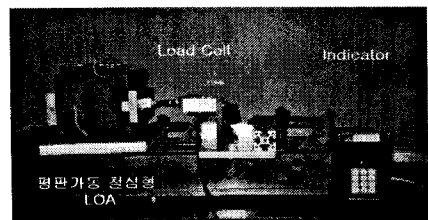


그림 4. 정특성 시험을 위한 장치 구성

3.2 가동자 위치에 따른 정추력 특성

(1) 정자계 여자 방식에 따라 한쪽 코일에만 전류를 인가한 경우

그림 4는 DC 코일과 AC 코일에 1.5[A]의 DC 전원을 인가하여 정자계 여자를 한 경우에, 가동자 위치에 따른 정추력 특성의 FEA 결과와 실험치를 비교한 것과, 영구자석에 의한 정자계 여자의 경우에 대한 가동자 위치에 따른 정추력 특성을 각각 비교하여 나타낸 것이다. 그림 5를 통해 알 수 있듯이 중앙 치 크기의 NdFeB 영구자석에 의해 정자계를 발생시킬 경우, DC 코일 여자에 의한 전자석의 경우보다 동일 제적에 대한 추력의 발생이 거의 6배 정도임을 알 수 있다.

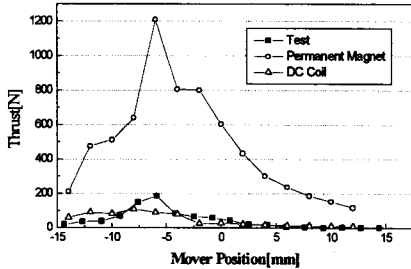


그림 5. 가동자 위치에 따른 정추력 특성

(2) 한쪽 DC 코일 여자에 의한 경우

선형성을 알아보기 위하여 한 쪽 코일에만 전류를 인가하여 추력특성을 알아보았다. 한 쪽 코일에만 전류를 인가하여, 가동자의 위치에 따른 추력값을 측정 한 결과 인가되는 전류의 크기에 따른 추력이 상호 대칭적이고 전류가 커질수록 대칭특성이 좋음을 알 수 있다. 또한 FEM 해석치와는 약간의 오차는 보이나 설계최대치 부분에서 최대값을 이루고 있다.

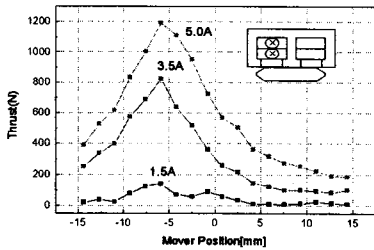
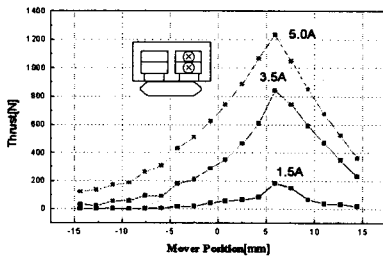


그림 6. 실험에 의한 추력특성

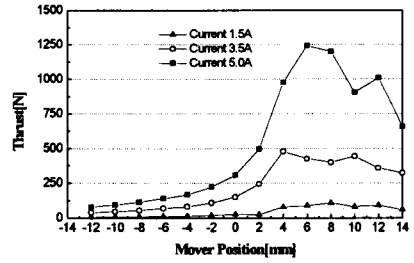


그림 7. FEM해석에 의한 정추력 특성

(3) 병렬로 연결하여 한방향으로 전류인가한 경우
코일 전체를 병렬로 연결하여 한 방향으로 전류를 인가할 때 가동자 위치에 따른 추력특성으로 가동자의 중심으로부터 -5mm에서 +5mm사이에서는 선형적으로 커진다.

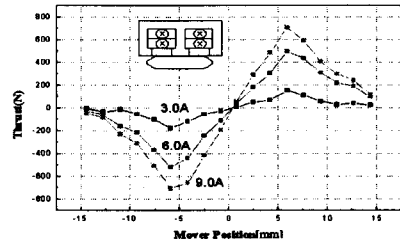


그림 8. 실험에 의한 추력특성

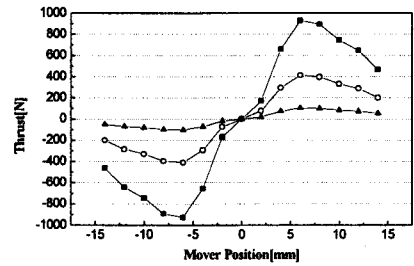
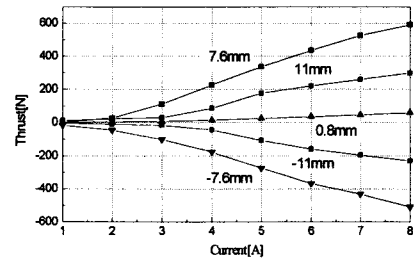


그림 9. FEM해석에 의한 추력특성

(4) 인가전류의 크기에 따른 추력특성

가동자의 변위는 일정하게 하고, 코일에 흐르는 전류를 가변하였을 경우의 추력특성으로 전류가 증가할수록 추력이 거의 선형적으로 변화한다.



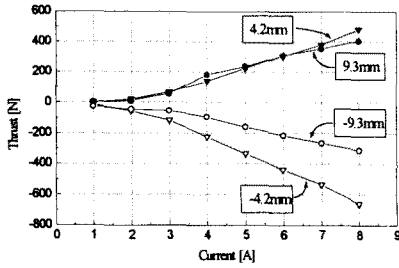


그림 10. 전류에 따른 추력특성

선형성을 검토한 결과 가동자가 중심에 있을 때는 신뢰도가 좋지만 추력이 커지는 곳에서는 신뢰도가 많이 떨어진다. 이유는 추력이 큰 경우에 실험시스템에 민감하게 작용하기 때문이다.

6. 결론

본 논문에서는 실제작된 평판 가동철심형 LOA에 대하여 가동자의 위치에 따른 FEA의 결과와 실험치를 제시하였다. 또한 정자계를 발생시키는 여자방식에 의해 DC 전원에 의한 경우와 NdFeB 영구자석에 의한 경우로 나누어 각각의 모델에 대한 특성해석 및 시험을 통한 비교검토를 하였다. 이를 통해 동일한 출력 하에서, 정자계 발생원으로 전자석을 사용하였을 경우보다, NdFeB 영구자석을 사용한 경우, 체적이 작아지는 이점을 갖음을 도출할 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] S.A. Nasar, I. Boldia, "Linear Electric Motors : Theory, Design and Practical Applications", Prentice-Hall, 1987
- [2] H. Yamada, et al. "Linear Motor Application Handbook", Kogyo Chosakai, 1986
- [3] Magnetic Actuator Technical Committee. "Linear Motor and there Application", IEE of Japan, 1984
- [4] H. Yamada, et al. "Performance Analysis of Cylindrical Moving Core Type Linear Oscillatory Actuator with a Long Stroke", T.IEE Japan, Vol. 108-D, No. 5, p.503-p.508, 1992.
- [5] N.L. Schmitz, D.W. Novotny, "Introductory Electromechanics", Jhon Wiley & Sons, 1965
- [6] D.Ebihara, M. Watada, "Development of A Single-Winding Linear Oscillatory Actuator", IEEE Transaction on Magnetics, Vol.28, No.5 p.3030-p.3032, 1992.
- [7] H. Yamada, et al. "Static Thrust Analysis of a Cylindrical Moving Core Type Linear Oscillatory Actuator", T.IEE Japan, Vol. 112-D, No. 7, p.657-p.662, 1992.