

선형 자기 액츄에이터의 수치해석적 성능 해석

Numerical Study on the Performance of the Linear Magnetic Actuator

이행우* · 곽문규† · 김기영** · 이한동*** · 양동호****
 Haeng Woo Lee, Moon K. Kwak, Ki Young Kim, Han Dong Lee, Dong Ho Yang

1. 서론

이전 연구에서 구조물의 능동진동제어를 위한 액츄에이터로서 영구자석과 코일을 이용한 선형 자기 액츄에이터(Linear Magnetic Actuator)를 개발하였다. 선형 자기 액츄에이터는 기존의 Voice Coil Actuator 와 달리 전자기기를 이용한 액츄에이터로서 구조가 간단하고 큰 힘을 발휘 할 수 있는 구조로 되어 있다. 본 연구에서는 자속 밀도 계산을 수행 할 수 있는 상용프로그램을 이용하여 자속 밀도와 블록력을 계산하였다. 계산 결과를 통해 본 연구에서 개발한 선형 자기 액츄에이터의 작동 원리를 보다 쉽게 이해 할 수 있었다. 계산 결과를 바탕으로 보다 강력한 자기 액츄에이터를 개발하고자 한다.

2. LMA 의 자속 밀도

선형자기액츄에이터(LMA)는 그림 1 에 보이는 바와 같이 서로 같은 극을 보이고 있는 세 개의 자석과 원통을 둘러싸고 있는 코일로 구성되어 있다. 가운데 자석은 구동 축에 연결되어 있고, 코일로 인해 발생하는 자장과 자석의 상호 작용에 의해 구동 축이 움직이게 된다.

그림 1 과 같은 LMA 의 구조에 대해 먼저 상용 해석 프로그램인 ANSYS 를 이용해 자속 밀도 해석을 수행하였다. 본 모델에서는 해석에 필요하지 않은 외형은 제거하고 이방성 자석과 코일 그리고 Flux 를 표현할 수 있는 Enclosure 만을 모델링 하였다. 이방성 자석의 물성치는 보자력 90,000A/m, 잔여 유도 0.39Tesla 이다. 코일은 250turn 이며, Enclosure 는 외형의 재질을 고려하여 알루미늄으로 설정하였다.

† 교신저자; 동국대 기계로봇에너지공학과
 E-mail : kwakm@dongguk.edu
 Tel : (02) 2260-3705, Fax : (02) 2263-9379
 * 동국대학교 기계로봇에너지공학과 대학원
 ** 동국대학교 기계로봇에너지공학과 대학원

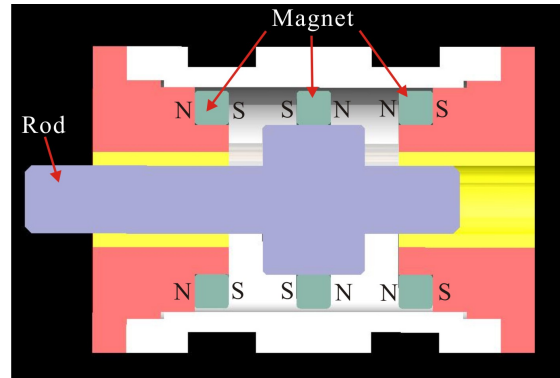


Fig. 1 Schematics of LMA

자석의 배열이 그림 1 과 같으므로 코일에 전류가 흐르지 않는 경우 물리적으로 평형상태를 이루는 것을 알 수 있다. 이것은 자석의 척력을 이용한다. 다음 그림 2 는 코일을 무시하고, 영구 자석으로 인해 발생하는 자속 밀도 결과를 보여준다.

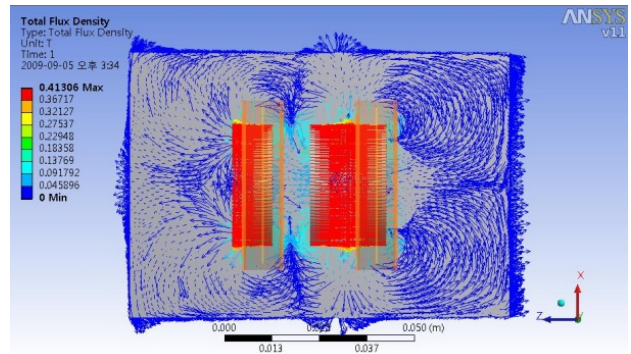


Fig. 2 Flux density distribution for no current

그림 3 은 액츄에이터의 축이 왼쪽 방향으로 작동 할 때의 자속 밀도를 보여주고 있다. 이것은 플레밍의 왼손 법칙과 관련이 있다. 자석에서 나온 자력선이 코일에서 나온 자력선과 만나 밀도가 높아져 자력이 보강되면서 가운데 자석에 왼쪽 방향의 힘이 작용 하는 것을 알 수 있다. 그림 4 는 액츄에이터 축이 오른쪽 방향으로 작동 할 때의 자속 밀도이다. 그림 3 의 내용과 마찬가지로 코일에 주어진 전류를 반대로 가하였을 때 오른쪽의 자석의 자력이 보강 되면서 가운데 자석에 오른쪽 방향의 힘이 작용

하는 것을 보여준다.

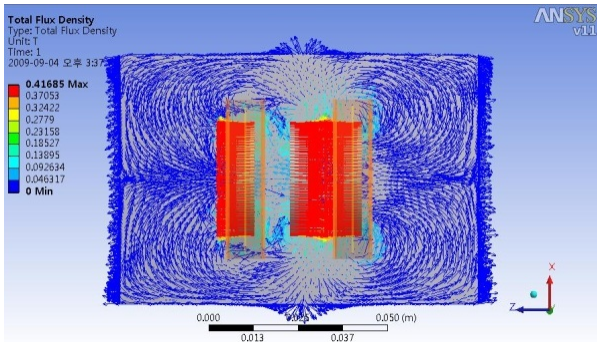


Fig. 3 Flux density distribution for +5A current

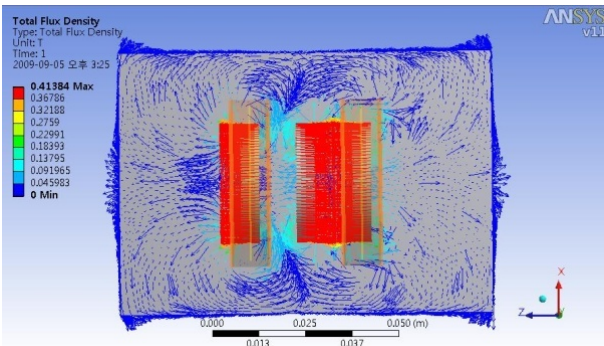


Fig. 4 Flux density distribution for -5A current

3. LMA의 전류대비 Block Force

LMA의 블록력을 계측하기 위해 전류 대비 정적인 힘을 계측할 수 있는 실험 장치를 그림 4와 같이 구성하였다.

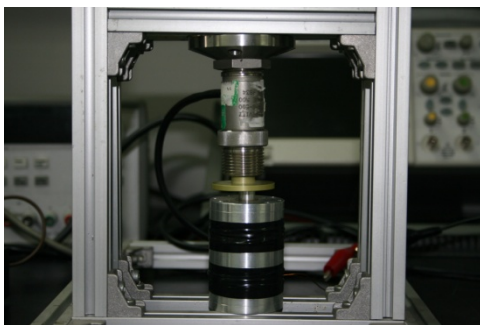


Fig. 5 Experimental setup for static block force measurement of current

그림 6은 그림 5의 실험 장치 구성과 연결을 보여준다. LMA에 전류를 공급하기 위해 Agilent사의 E3633A DC Power Supply를 LMA의 끝 단에서 발생한 정적인 힘을 계측하기 위해 Schaevitz사의

Load Cell(9834)를 사용하였다. Load Cell의 출력은 HP사의 34410A Multimeter로 측정된 후 힘으로 변환되었다.

그림 7은 전류가 증가함에 따른 정적인 블록력을 보여주는 그래프이다. 6A 부근에서 가장 큰 힘을 보여주고 점점 떨어지는 모습을 볼 수 있다. 아주 큰 힘을 보여주고 있지는 않지만, 5A까지는 선형적인 경향을 보여준다.

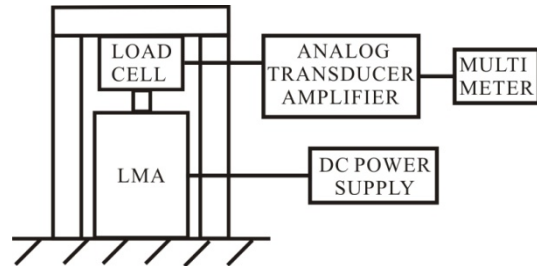


Fig. 6 Block Diagram for Experimental setup for static block force measurement of current

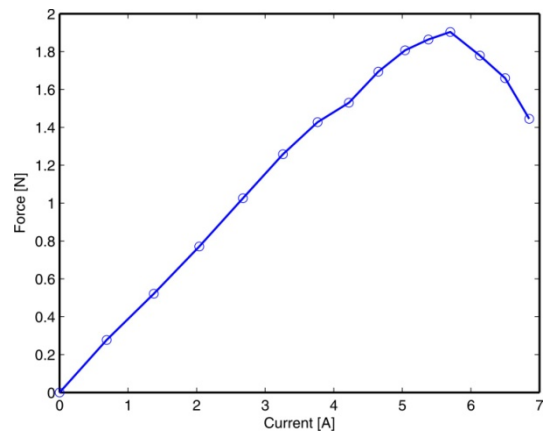


Fig. 7 Block-Force comparison Current of LMA

4. 결론

본 연구에서 능동진동 제어를 위해 개발된 선형 자기 액추에이터(LMA)에 대한 성능 검증을 위해 상용 소프트웨어를 이용해 자속 밀도 해석을 수행하였다. 자속 밀도 해석 결과는 예상했던 형태로 작동력이 발생함을 보여준다. 상용 소프트웨어를 이용해 자속 밀도 및 블록력 해석이 가능해 차후 LMA의 개선품 개발에 그 결과가 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

실험 결과는 이론적인 결과와 달리 공급 전류가 임계 전류 값을 넘을 경우 블록력이 오히려 감소하는 것을 보여준다. 차후 이에 대한 이론적인 연구가 수행 될 예정이다.