

자기변형재료의 재료특성 시험장치 개발 및 재료의 특성연구

Development of Test Equipment and Characteristic Research of Magnetostrictive Materials

*박혜정¹, #박영우¹, 송희욱¹

*H. J. Park¹, #Y. W. Park(ywpark@cnu.ac.kr)¹, H. W. Song¹

¹충남대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Magnetostrictive material, Test equipment for magnetostrictive materials

1. 서론

자기변형재료를 구동함에 있어서, 영향을 끼치는 중요한 요소는 다음과 같이 크게 세 가지로 구분될 수 있다. 첫째로는 자기변형재료에 가해지는 자기장의 세기이며, 두 번째는 자기변형재료에 가해지는 예압이고, 마지막으로 온도를 들 수 있다 [1]. 이와 같은 모든 조건들이 명확히 규명되어야만 자기변형재료 구동의 최적 조건을 도출해 낼 수 있다. 따라서 본 논문은 위와 같은 자기변형재료에 영향을 끼칠 수 있는 물리량을 측정할 수 있는 시험장치 설계 및 개발에 대하여 기술하고, 개발된 시험 장치를 이용하여 측정된 자기변형재료의 특성에 대하여 논하고자 한다.

2. 자기변형재료의 특성 시험장치 개발

(1) 측정 장치 설계

측정 장치는 자기변형재료에 영향을 주는 요인을 물리적으로 측정할 수 있는 구조로 설계해야 하며, 영향을 주는 요인은 크게 온도, 자기장의 세기, 예압을 들 수 있다. Fig. 1 과 같이, 온도 센서 (AD590/ANALOG DEVICE \bar{m})는 코일을 감는 보빈 안쪽에 삽입되어 있으며, 1차 코일과 2차 코일부근에 가해지는 온도를 측정할 수 있다. 자기변형재료에 가해지는 자기장의 세기는 2차 코일을 이용하여 플럭스 미터를 통하여 자기장을 측정한다. 마지막으로 예압은, 예압 핸들을 회전시키면 수직방향으로 선형적인 변위를 만들 수 있으며, 이 변위는 내부 하우징을 이동시켜 스프링과 로드 예압을 생성하게 된다. 내부에는 로드셀 (NMNC-100L/CAS \bar{m})이 장착되어 있어 자기변형재료에 가해지는 예압을 측정할 수 있는 구조로 이루어져 있다.

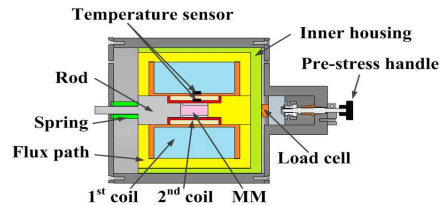


Fig. 1 Schematic view of magnetostrictive material test equipment

(2) 자기 회로 설계

자기변형 재료를 구동하기 위한 기본적인 자기 회로를 구성하여, 자기변형재료에 1000 Oe(약 79.5k A/m)의 값을 인가 할 수 있는 1차 코일 턴수와 입력전류를 예측하고자, 자기회로를 구성하여 계산하였다.

Fig. 2의 (a)는 인가되는 자기장의 통로가 되는 flux path의 구조를 나타낸 것이고, Fig. 2의 (b)는 이러한 구조의 자기등가회로를 나타내고 있다. 자기등가회로에서 흐르는 전체 flux path Φ 는 양단에 흐르는 flux path의 합으로 나타낼 수 있으며,

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = 2\Phi_1 \quad (1)$$

MMF(Magneto motive force)와의 관계는 식 (2)와 같이 표현될 수 있다.

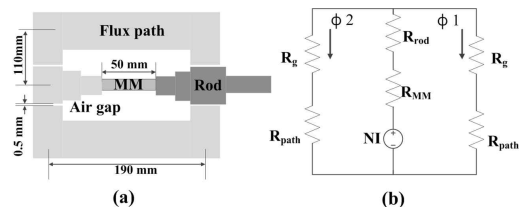


Fig. 2 Structure of magnetic flux path (a) and magnetic equivalent circuit (b)

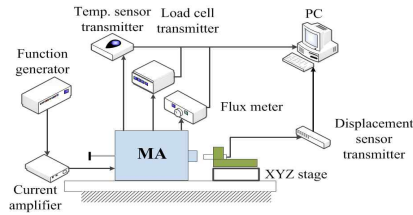


Fig. 3 Diagram of experimental setup

$$\Phi_1 = \frac{MMF}{R_{sum}} = \frac{NI}{R_{sum}} \quad (2)$$

여기서, N 은 코일의 턴수, I 는 전류, reluctance의 합 R_{sum} 은 flux path의 reluctance R_{path} , rod의 reluctance R_{rod} , air gap의 reluctance R_g 의 합으로 표현된다. 따라서 자기변형재료(MM)에 가해지는 magnetic field intensity H_{MM} 은 다음과 같이 구해진다.

$$H_{MM} = \frac{\Phi}{u_{MM}A_{MM}} = \frac{2\Phi_1 NI}{u_{MM}A_{MM}R_{sum}} \quad (3)$$

여기서, u_{MM} 은 자기변형재료의 상대 투자율이며, A_{MM} 은 자기변형재료의 단면적을 의미한다.

식 (3)에서 자기변형재료에 가해지는 H_{MM} 의 크기가 79.5 kA/m일 때 필요한 MMF는 약 2000 Turn·A가 되며, 이때 1차 코일의 턴 수를 500턴, 전류를 4A로 선정하여 사용하였다.

3. 자기변형재료의 특성 시험

(1) 자기변형 재료의 실험 장치의 구성

자기변형재료의 특성을 측정하기 위하여, 변위를 측정할 수 있는 할 수 있는 커패시턴스 변위센서(NCDT 620/Micro epsilon 社)와 플럭스를 측정할 수 있는 플럭스 미터(MF-10D/Walker LDJ 社)를 추가로 구성하여, DAQ를 이용하여 PC에서 데이터를 수집하였다.

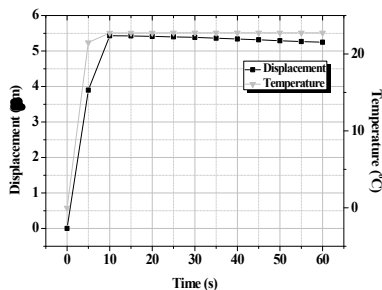


Fig. 4 Displacement with temperature experimental results

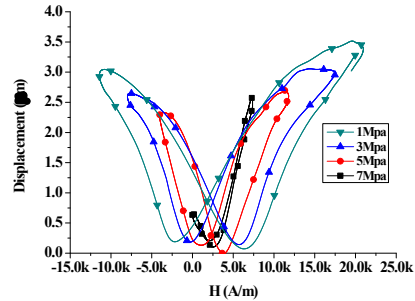


Fig. 5 Displacement with prestress experimental results

(2) 자기변형 재료의 특성 시험 결과

Fig. 4 는 온도에 대한 자기변형재료의 특성을 알아보기 위한 실험결과를 보여준다. 초기에 DC전압을 인가하여, 코일의 발열을 유도하여 자기변형재료의 변형을 알아보았다. 위의 실험결과를 볼 때 자기변형재료는 온도에 따라 같이 변형하는 것을 알 수 있었으며, 자기변형재료의 변형에도 온도가 큰 영향을 끼치는 것을 확인 할 수 있었다.

Fig. 5는 1 ~ 7 Mpa 사이의 예압을 이용하여 변위를 확인한 실험결과이다. 실험이 수행된 구간에서는 예압이 높으면 변위가 낮아지는 현상을 확인 할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 자기변형재료의 특성을 측정할 수 있는 구조를 갖는 시험 장치를 개발하였으며, 이를 통하여 자기변형재료의 특성을 확인 할 수 있었다. 자기변형재료를 제어하는데 있어서 고려되어야 하는 요소들을 측정할 수 있었고, 이러한 결과들을 이용하여 자기변형 구동기를 설계한다면, 구동기의 성능개선에 크게 도움이 될 수 있을 것으로 본다.

후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2010-0013453).

참고문헌

1. Choi, H. W. and Park, Y. W. , "Optimal Design of Magnetostrictive Actuator using Finite Element Analysis and Design of Experiment", Asian Symposium for Precision Engineering and Nanotechnology, 2009.