

# VAM을 위한 자왜형 구동기의 특성 고찰

## Investigation of Magnetostrictive Actuator for Vibration-Assisted Machining

이호철† · 김기대\*

Ho-Cheol Lee and Gidae Kim

### 1. 서 론

부품의 소형화 및 초정밀화 추세로 미세가공의 정밀도를 높이기 위한 다양한 가공 방식이 시도되고 있으며 그 중 하나가 절삭공정에 고주파 진동 변위를 첨가하여 절삭저항을 줄이고 가공형상 정밀도를 향상시키는 진동절삭방식이다.(Fig.1) 현재는 한 방향으로만 진동시키는 1축 가진 방식과 2축 방향으로 가진시키는 진동절삭 혹은 타원궤적진동절삭 방식이 널리 연구되고 있다.[1,2,3] 현재까지는 진동절삭을 위한 변위를 생성하기 위해 대부분 압전소자 (piezoelectric materials) 액추에이터를 이용하였다. 그러나 2차원 타원궤적 진동절삭의 효과를 극대화하기 위해서는 가진 주파수 및 진동의 진폭을 모두 증가시켜야 하지만, 압전소자 전기용량(capacitance)의 특성으로 인해 주파수 및 진폭을 증가시키는 데 한계가 있었다. 이에 본 연구에서는 기존의 압전소자가 아닌 자왜소자를 이용하여 진동절삭을 수행하기

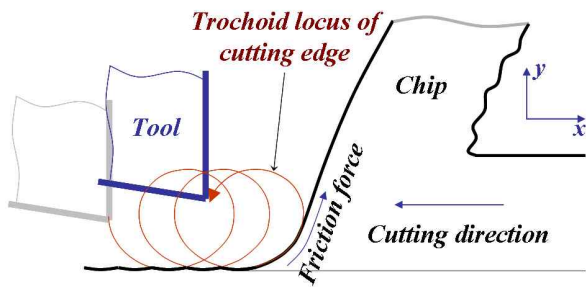


Fig. 1 Trajectory of cutting tool in elliptical vibration cutting

### 2. 본 론

#### 2.1 자왜형 초음파 구동기의 제작

자왜형 구동기가 기존의 피에조 구동기와 구별되는 우수성 중 하나는 매우 큰 변형량이다. 이런 특성을 이용하기 위하여 VAM용 구동기를 제작하였고 Fig.2에 제작된 자왜형 구동기의 외관을 보였다. 그림에서 'Actuating Coil'로 표현된 코일 2개는 2차원 VAM에 필요한 2차원 운동을 구현하기 위한 교번 자기장을 생성하는 역할을 담당하며 'Permanent Magnet'으로 표시된 영구자석은 바이어스 자기장을 생성하는 역할을 담당한다. 이미 알려진 바와 같이 자왜물질은 바이어스 자기장뿐 아니라 예압에 의해서도 영향을 받는데 이를 확인하기 위하여 제작된 구동기는 예압을 주고 이를 측정할 수 있는 장치를 포함하고 있다.(Knob for Prestress)

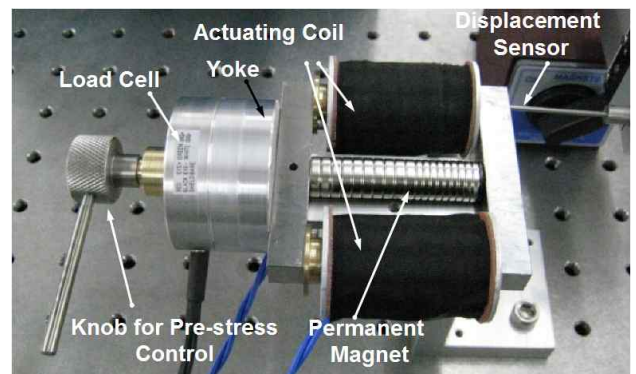


Fig. 2 Appearance of a manufactured magnetostrictive actuator

#### 2.2 자왜형 구동기의 동특성

본 연구에서는 2차원 운동을 확인하기 전에 1축 운동에 영향을 주는 주요 인자들을 선정하고 이 인자들이 출력 특성에 미치는 영향을 평가하였다. 가

† 교신저자; 정회원, 대구가톨릭대학교 기계자동차공학부  
E-mail : hclee21@cu.ac.kr

Tel : 053-850-2712, Fax : 053-850-2710

\* 대구가톨릭대학교 기계자동차공학부

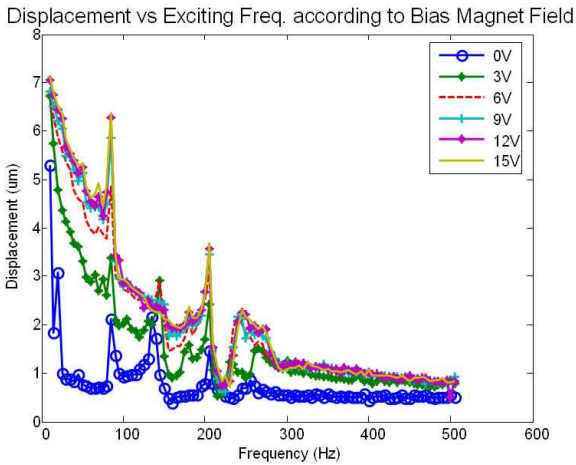


Fig. 3 Frequency response according to bias magnetic field variation

장 영향을 많이 주는 인자로 바이어스 자기장을 들 수 있는데 Fig.3은 바이어스 자기장을 변화 시키면서 출력의 주파수 특성의 변화를 관찰한 결과를 보여주고 있다. 실험은 Fig.2에서 사용된 영구자석을 제거한 뒤에 한 쪽 'Actuating Coil'을 바이어스 자기장으로 사용하고 다른 한 쪽을 교번자기장을 걸어주는 구동용으로 사용하는 방식으로 진행되었다.

Fig. 3은 Fig.2에 보인 코일 중에서 아래쪽에 위치한 코일에 걸어주는 전압에 따라서 구동기의 주파수 특성이 어떻게 하는지를 보여주고 있다. 주파수가 상승함에 따라서 공통적으로 변위의 양이 줄어들고 있음을 알 수 있는데 이는 코일의 리액턴스(reactance)가 주파수에 비례해서 커지기 때문으로 추측된다. 또한 바이어스 자기장의 세기가 커지면 커질수록 변위도 커짐을 확인할 수 있다.

자왜물질을 이용한 구동기에 가하는 예압은 취성이 강한 자왜물질을 보호하기 위한 목적도 있으나 출력의 주파수 특성에도 영향을 주기 때문에 이를 알아보기 위한 실험을 수행하였다. Fig.4는 예압을 변화시켜가면서 출력의 변화를 살펴본 것이다. 예압은 Fig.2에 보인 손잡이를 수동으로 직접 돌려가면서 로드 셀(Load Cell)의 값을 읽는 방법으로 조절하였다. 그림에서 알 수 있듯이 가해주는 예압의 양이 커지면서 점차로 출력의 양이 커짐을 알 수 있지만 그 변화량은 바이어스 자기장의 변화량에 미치지 못함을 알 수 있다. 또 한 가지 주목할 것은 중간중간(예를 들어 90Hz, 200Hz... 근방)에 보이는 공진점의 위치가 예압의 양에 따라서 변화하는 것도 있고 변화하지 않는 것도 있다는 것이다. 이는 현재

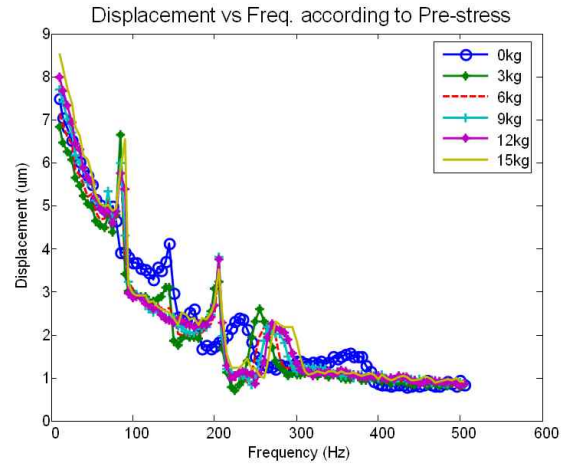


Fig. 4 Frequency response according to pre-stress variation

만들어진 구동기의 구조가 기계적으로 지나치게 유연한 부분을 가지고 있다는 것을 의미한다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 자왜소자를 VAM에 적용하기 위한 기본 연구로 주파수에 따른 구동특성을 실험적으로 조사하였고 바이어스 자기장과 예압이 영향을 미치며 바이어스 자기장이 영향이 보다 지배적임을 확인하였다.

### 4. 참고 문헌

1. Park, G., M.T. Bement, D.A. Hartman, R.E. Smith, C.R. Farrar, 2007, "The use active materials for machining processes: A review," *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol.47, No.15, pp.2189~2206
2. D.E. Brehl and T.A. Dow, 2008, "Review of vibration-assisted machining," *Precision Engineering*, Vol.32, pp.153~172
3. Kim, G. D., Loh, B. G., 2008, "Characteristics of Elliptical Vibration Cutting in Micro V-grooving with Variations of Elliptical Cutting Locus and Excitation Frequency." *Journal of Micromechanics and Microengineering*, doi:10.1088/0960-1317/18/2 /025002