

## 구간 분할된 형상기억합금 와이어의 동특성에 관한 연구

정상화(조선대학교 기계공학과), 김주환\*(조선대 대학원), 김광호(조선대 대학원),  
이상희(조선대 대학원), 신상문(조선대 대학원)

### A Study of Dynamic Characteristics of Segmented Shape Memory Alloy Wire

S. H. Jeong(Mech. Eng. Dept., CSU), J. H. Kim\*(Grad., CSU), G. H. Kim(Grad., CSU),  
S. H. Lee(Grad., CSU), S. M. Shin(Grad., CSU)

#### ABSTRACT

The research and development of an actuator are accelerating in the robotics industry. The electricity polymer and SMA actuator are designed simply and are produced a lot of forces per unit volume. Their motions are similar to human's motion, But the repeatability of the electricity polymer actuator is lower. The reaction velocity of the SMA actuator is slow and the travel is short. In this paper, the dynamic characteristic of the segmented SMA is studied. The SMA wire is divided by using the Thermo-electric module(TEM) to control each of segments independently. The MOSFET circuit is used to supply constant currents for the Thermo-electric module(TEM). The hysteresis and displacement of the SMA wire according to load are measured.

**Key Words :** Shape Memory Alloy(형상기억합금), Segment Binary Control(구간분할제어), Electricity Polymer (전기작동형 폴리머), MOSFET Circuit(모스펫 회로), Thermo-Electric Module(열전소자)

#### 1. 서론

로봇 산업이 발전함에 따라 인간 생활이 점차 편리하게 되었다. 집안 청소를 도와주거나 세차하는 로봇, 환자를 진료하거나 치료하는 로봇, 노약자를 돋거나 아이의 교육을 지원하는 로봇 등 인간이 필요로 하고 목적에 맞는 로봇이 개발되고 있다.<sup>1</sup> 이러한 유용한 기능과 목적에 맞는 로봇을 개발하기 위해서는 로봇을 형태에 맞게 가공할 수 있는 정밀가공기술과 로봇이 작동할 수 있도록 하는 전기, 전자적 기술, 로봇의 기능을 유용한 형태로 제어하는 기술 등이 필요하다. 로봇을 구동하기 위한 핵심적인 기술 중 인간의 움직임과 유사한 구동을 할 수 있는 액츄에이터로는 1982년 일본에서 '생체엔진'을 성공함으로써 연구가 더 활발히 진행되고 있는 인공근육(Artificial Muscle)과 형상기억합금(Shape Memory Alloy), 전기 폴리머(Electricity Polymer)가 있다. 현재 많이 이용하고 있는 액츄에이터는 1960년대 미군 해군연구소에서 만들어진 형상기억효과를 이용하여 안테나선이나 인공관절 등에 사용할 수 있는 형상기억합금 액츄에이터와 전기적인 힘에 의해 인간의 근육과 같이 기계적 변화를 일으켜 비교적 빠른 응답 속도를 나타내는 안면근육이나 로봇 손가락에 이용할 수 있는 전기 폴리머 액츄에이터가 있다.<sup>2</sup> 액츄에이터들의 발전이 가능하게 됨으로써 로봇 기술이 더욱

가속화 되고 있다. 그러나 이러한 액츄에이터들의 개발은 많은 문제점을 가지고 있다. 형상기억합금의 경우에는 동적특성의 저하를 가져오고 전기 폴리머의 경우 반복 사용에 따른 성능저하의 문제점이 나타나고 있다.<sup>3</sup> 액츄에이터의 성능저하나 동적특성 등 여러 문제점을 보완하고 개선할 수 있는 방향으로 인공근육 액츄에이터의 연구가 진행 중이며 이러한 인공 근육 액츄에이터의 연구에 맞춰 로봇 기술의 연구 또한 활발히 진행 중이다.<sup>4</sup>

본 연구에서는 형상기억합금을 구간 분할하여 제어함으로써 디지털 스텝모터로서의 사용 가능성을 검토하였다. 형상기억합금 와이어의 전 구간에 열 또는 전기를 가해주는 기존의 방식과는 달리 열전소자에 의해 와이어를 분할하고 각 구간에 일정량의 전압과 전류를 인가하였다. 하중에 따른 온도와 변형률의 관계를 측정하여 히스테리시스 특성을 파악하였고, 하중에 따른 각 구간별 변위 발생량 관계를 파악하였다.

#### 2. 실험장치 구성

Fig. 1은 형상기억합금을 구간별 제어하기 위한 장치 기구도이다. 형상기억합금의 변위를 측정하기 위해서 레이저 변위 센서(Laser Displacement Sensor)를 이용하였고 예압(Preload)을 측정하기 위해 힘 측

정 장치(Force gage)를 이용하였다. 형상기억합금을 구간 분할하기 위해 열전소자를 사용하였고 하중에 따른 변위를 측정하기 위해서 추를 선택하여 무게별 측정하였다.

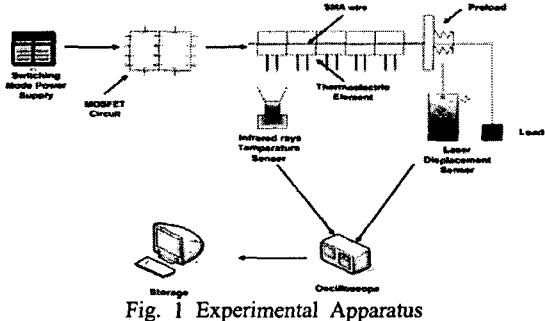


Fig. 1 Experimental Apparatus

### 3. 연구 내용

#### 3.1 예압측정

형상기억합금 와이어는 일방향성 변위를 발생하므로 변위 발생 후 초기상태로 돌아오기 위해서 복원력을 필요로 한다. Fig. 2는 적절한 복원력을 선정하기 위해 바이어스 스프링을 사용하여 3N, 5N, 5.5N, 7N, 10N을 주어 최대 변위의 변화량을 측정하였다. 복원될 때 음의 방향 변위가 발생하지 않고 가장 빠른 시간에 초기 변위로 복원되는 5.5N을 예압으로 설정하였다.

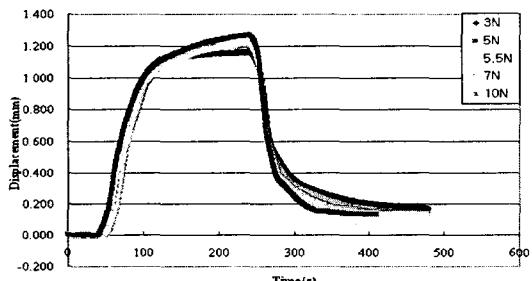


Fig. 2 Displacement according to Preload of Bias Spring

#### 3.2 구간별 변위 측정

하중의 변화에 따른 형상기억합금 와이어의 각 구간별 발생변위의 관계를 측정하였다. 0g, 100g, 200g의 하중을 걸어 주었을 때 Fig. 3과 같이 하중이 증가 할수록 변위가 점차 증가 되는 것을 확인하였다.

#### 3.3 히스테리시스 측정

히스테리시스 특성을 측정하기 위해 온도와 변위와의 관계를 하중에 따라 측정하였다. 측정결과 Fig. 4와 같이 하중이 0g일 때 최대 변위가 일어났으며 하중을 증가 시킬수록 변위가 작게 나타났다. 하중에 증가함에 따라 히스테리시스 곡선이 오른쪽 방향으로 이동되는 것을 확인하였다.

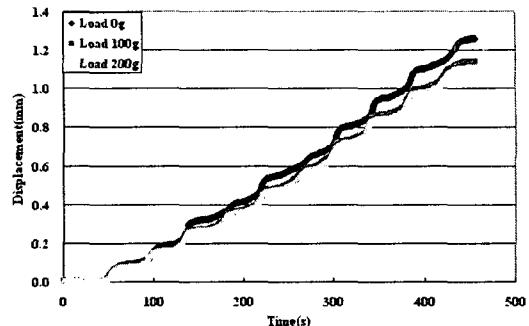


Fig. 3 Displacement according to Load

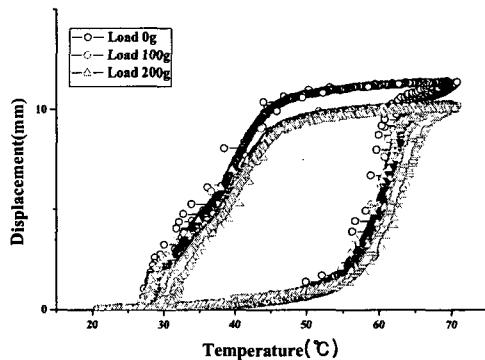


Fig. 4 Hysteresis according to Load

### 4. 결론

본 논문에서는 열전소자를 이용하여 형상기억합금 와이어를 구간 분할하여 하중에 따른 동특성을 측정하였다. 형상기억합금을 구간 분할하여 측정한 결과 각 구간별 변위 발생량과 반응 시간을 확인하였고 하중에 따른 변위 발생 변화량을 파악하였다. 온도와 변위의 관계를 측정하여 히스테리시스 특성을 파악하였다.

### 참고문헌

- Cho, D. I., "Intelligent robot sensor," A weekly, vol. 2283, 2005.
- Grant, D., "Accurate and Rapid Control of Shape Memory Alloy Actuator," Thesis of Degree of Ph.D. MacGill Univ, 1999.
- Chen, Y, "Electroactive Polymer Actuators as Artificial Muscles-Realit, Potential, and Challenges," SPIE, 2001.
- Kim, H. G., "Artificial muscle development," Donga Science, 2006.