

소프트모핑 구동기의 특성에 영향을 미치는 설계 변수: SMA/PEBAX 의 사례 연구

Design Parameters Affecting Characteristics of Soft Morphing Actuators: Case Study on SMA/PEBAX Material

*윤해성¹, 김지수¹, 김형중¹, #안성훈²

*Hae-Sung Yoon¹, Ji-Soo Kim¹, Hyung-Jung Kim¹, and #Sung-Hoon Ahn(ahnsh@snu.ac.kr)²

¹서울대학교 기계항공공학부, ²서울대학교 기계항공공학부, 정밀기계설계공동연구소

Key words : Layered manufacturing, Fiber specifications, Shape memory alloy, Soft morphing actuator

1. 서론

형상기억합금은 변형이 발생한 후 열을 가할 경우 원래의 형상으로 돌아가는 열탄성 마르텐사이트 변태에 의한 형상기억효과를 갖는 재료이다. 형상기억합금이 내장된 복합재는 1990 년, Roger 가 구조체 내부에 형상기억합금을 내장시켜 구조체 전체에 일정 응력을 가해줌으로써 진동을 감소시키기 위해 최초로 제작하였으며, 이에 대해 많은 연구가 진행된 바 있다[1].

한편 최근에는 복합재에 형상기억합금과 같은 지능 재료를 내장하여 소프트모핑 등 생체모방 구동을 구현하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 이와 관련하여, 섬유 체적비와 섬유 방향을 다양하게 설계하여 부분별로 강성을 다르게 함으로써 구동기의 구동 범위 변화를 살펴보는 예비 실험이 진행된 바 있다[2]. 그러나 이러한 설계 변수는 구동기의 물성을 전체적으로 약화시키는 것으로서 비교적 큰 변위는 얻을 수 있으나 구동기의 실제 응용에 있어서는 적절하지 않다.

본 연구에서는 기존의 실험에서 관찰된 섬유 체적비와 섬유 방향 설계 변수와 더불어 노즐의 형상을 바꾸어 줌으로써 향상된 구동기의 물성을 유도하고자 한다. 또한, 구동 변위에 더하여 힘을 측정함으로써 구동기의 응용 범위를 예상코자 한다.

2. Nano Composite Deposition System

아래의 Fig. 1 은 소프트모핑 구동기의

제작에 사용된 NCDS (Nano Composite Deposition System) 의 개략도를 나타낸 것이다. NCDS 는 2 차원 평면을 쌓아 올림으로써 3 차원 물체를 구성하는 개념의 적층 방식을 이용한다. 디스펜서와 노즐을 사용하여 다양한 재질의 복합재를 적층할 수 있으며 이때의 적층 경로는 컴퓨터에 의해 제어된다. 따라서 노즐의 형상과 적층 경로 등의 설계에 따라 의도된 특성을 갖는 소프트 모핑 구동기의 제작이 가능하다.

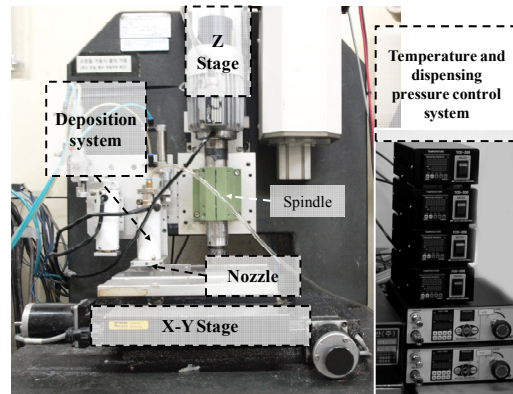


Fig. 1 Hardware configurations of nano composite deposition system

3. 재료 및 설계

본 연구의 소프트모핑 구동기는 유연한 폴리머 재료인 Pebax(Polyether block amide, Arkema, USA)에 지름 300 μm 의 니티놀(Ni: 55 wt%, Ti: 45 wt%, Dynalloy Inc. Ltd., USA) 와이어를 내장시켜 제작하였다.

4. 실험 결과

일부 층에서 섬유 방향이 변하는 구동기의 경우 그 방향이 45° 일 때 비대칭성이 가장 커진다. 이에 Table 1 과 같이 구동기의 변수를 설계하였다. 섬유 체적비와 섬유 방향이 구동력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 인자를 단계별로 배치하였다.

한편 적층하는 노즐의 형상은 섬유간 간격이 적을수록 공극이 줄어들므로써 향상된 물성이 기대된다. 이에 노즐의 형상을 기존의 원형에서 정사각형으로 가공하여 적층을 시도하고 구동력을 측정하였다. 구동력 측정은 질량과 레이저 변위 센서로써 이루어졌다.

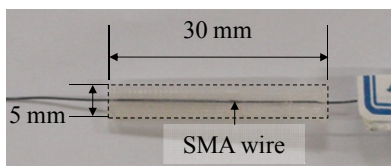


Fig. 2 Fabricated prototype sample

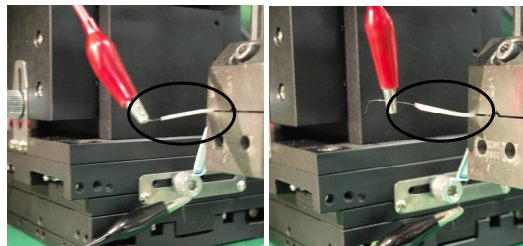


Fig. 3 Deflection of soft morphing actuator with electricity

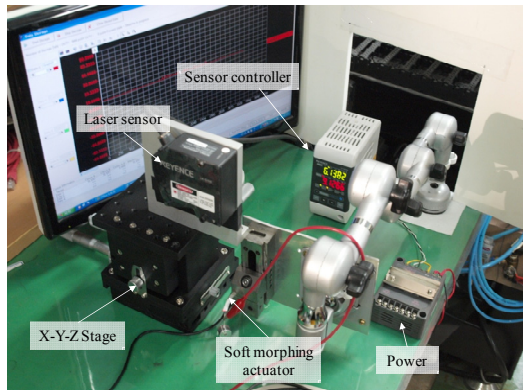


Fig. 4 Schematic of force measurement system for soft morphing actuator

Table 1 Design parameter specifications and measured displacement of soft morphing actuator

Prototype specifications	Displacement due to mass ($m=46.3$ g)	Maximum force while actuation
100 % air-gap, [0/45] ₃ , Cir. fiber	11.38 mm	0.032 N
0 % air-gap, [0/30] ₃ , Cir. fiber	10.39 mm	0.102 N
0 % air-gap, [0/45] ₃ , Cir. fiber	6.81 mm	0.106 N
0 % air-gap, [0/60] ₃ , Cir. fiber	9.00 mm	0.126 N
0 % air-gap, [0/45] ₃ , Sqr. fiber	6.32 mm	0.273 N

5. 결론

본 연구에서는 FDM 방식으로 소프트모핑 구동기를 제작하고 그에서 파생되는 여러 설계 변수들의 영향을 살펴보았다. 이러한 기초 연구를 바탕으로 의도된 특성을 갖는 구동기의 제작이 가능하다.

후기

본 연구는 서울대학교 2 단계 BK 21 사업과 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단과 신기술융합형 성장동력사업의 지원(No. 2009-0087640, 2009-0082824)으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Rogers, Craig A., "Active vibration and structural acoustic control of shape memory alloy hybrid composites: Experimental results," The Journal of the Acoustical Society of America, **Vol.88, No. 6**, 2803-2811, 1990.
2. Kim, H. J., Kim, J. S., Yoon, H. S., Lee, G. Y., Choi, J. O., and Ahn, S. H., "Design of Soft Morphing Structures Made of Flexible Polymers and Shape Memory Alloy Actuators," 2010 Asian Conference on Design & Digital Engineering, Society of CAD/CAM Engineers, Korea.