

능동형 진동 절연을 위한 압전 구동기의 보상기 설계

문준희*(서울대 마이크로열시스템연구센터), 박희재(서울대 기계항공공학부)

주제어 : 압전구동기, 보상기, 진동 절연, 동적 성능

압전 구동기는 여러 가지 적용에 있어서 높은 응답 속도와 큰 힘, 작은 크기 등의 장점을 가지고 미세 구동에서 독보적인 위치를 차지하고 있다. 하지만, 히스테리시스, 크리프 등의 압전 소자 자체의 비선형성과 이의 구동을 위한 증폭기 등의 한계로 압전 소자의 동적인 특성은 비교적 열악한 것으로 알려져 있다. 특히, 구동 속도가 빨라질 수록 히스테리시스 곡선의 모양이 달라지게 되어 구동 궤적의 정확한 예측이 어려우며, 증폭기의 최대 발생 전류가 충분치 않을 경우 압전 구동기가 지령치를 따르지 못하게 된다. 이를 보상하기 위해 정전 용량형 센서 등으로 되먹임 신호를 받아 선형성을 보장하려고 하지만, 진동 절연과 같이 변위 되먹임을 받기 곤란한 시스템에서는 속도나 가속도 되먹임을 이용한 제어 가 필요하며, 제어에서 항상 발생하는 시간 지연 현상은 피할 수 없다. 따라서, 본 연구에서는 압전 구동기의 모델링을 통해 그 동특성을 잘 반영하는 모델을 만들고, 이 모델을 이용하여 압전 구동기의 동특성을 향상시켜 능동형 진동 절연에 적합한 보상기를 개발하였다.

그 중 히스테리시스 보상기는 압전 구동기가 구동의 초기에 인가된 전압 대 변위의 기울기가 작은 것을 보정하는 것으로, 동적인 구동에 있어서 이러한 특성은 변위의 시간적인 변화량인 진동을 신속히 상쇄하는 데에 크게 기여를 한다. 동적인 보상이므로 모델을 단순화하여 두 개의 1차식으로 보상하였다. 또한, 진동 절연을 위해서 사용하는 센서인 속도계나 가속도계에서 변위에 관한 정보를 얻기 위해서는 신호의 적분이 불가피한데, 신호에 DC성분이 남아 있는 경우에는 적분 값이 무한대가 되므로 저대역 필터의 특성을 가진 적분기를 사용한다. 또한, 센서의 위상을 보상함으로 되먹임되는 신호가 진동을 증폭시키지 않도록 한다. 본 연구에서는 보상기의 제작이 목적이므로 기본적인 PD제어로 제어를 수행하여 성능을 관찰하였다.

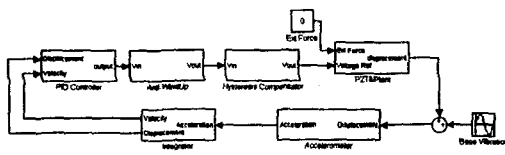


Fig. 1 Block Diagram for a PZT actuation module and the compensator

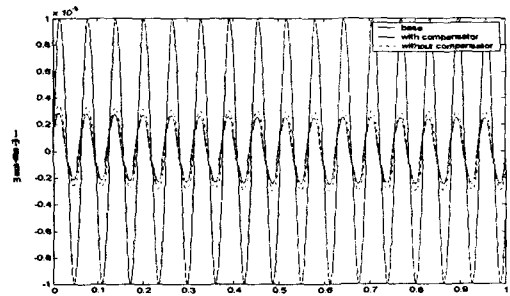


Fig. 2 Vibration reduction with/without the developed compensator