

## 2-자유도 전자기베어링계의 베이스 외란 보상기 설계

강민식\*(경원대학교), 정종수(경원대학교), 강윤식(ADD), 강태하(ADD)

주제어 : 전자기베어링, 베이스 외란, 보상기, 다중 Filtered-x LMS 알고리즘

전자기 베어링은 기계적 베어링과는 달리 전자기력으로 축을 부양하여 지지하므로 윤활이 필요 없어 유지보수성이 뛰어나며, 마찰이 없어 고속회전 및 정밀 제어가 가능한 등 많은 장점을 제공하므로 산업계에서의 적용이 증가하는 추세이다. 지금까지 전자기 베어링에 관한 연구들은 주로 베이스가 정적인 상태에서 축의 질량불균형에서 오는 축의 진동감쇠제어가 주를 이루고 있으며, 베이스가 움직이는 경우에 대한 연구는 미진한 편이다. 그러나 전자기베어링이 움직이는 운반체에 장착되는 경우 베이스 운동은 외란으로 작용하여 축의 진동을 야기하므로 이에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 움직이는 베이스 위에 설치된 전자기베어링에서 베이스의 가속도를 측정하여 베이스 움직임에 의한 축의 진동을 보상하는 외란보상 제어기 설계에 관한 연구로서 Fig. 1과 같은 2-자유도 전자기베어링계를 대상으로 하였다. 부양된 축의 회전속도가 낮은 경우 축의 수평면 상의 운동과 수직 평면상의 운동은 각각 독립적이므로 Fig. 1의 실험장치에서의 연구결과는 4-자유도 전자기베어링계에 직접 적용이 가능하다. 베이스 운동이 축의 진동에 미치는 영향은 베이스의 가속도와 각가속도와 관성의 곱에 해당하는 힘과 모멘트가 외란으로 작용한다. 따라서 베이스의 가속도를 측정하여 베이스 운동에 의한 영향을 보상하는 제어기를 설계할 수 있다. 가장 손쉬운 방법은 역동력학 모델을 보상기로 사용하는 것이나, 역동력학 모델을 바탕으로 한 보상기는 모델의 정확도에 민감하므로 정밀한 모델이 필요하며, 만일 계가 비최소위상계(non-minimum phase system)일 경우 보상기는 불안정하게 된다. 따라서 본 연구에서는 1-자유도 전자기베어링에서 제안한 FXLMS(filtered-x least mean square)알고리즘을 이용한 실험적 보상기 설계방법을 확장하여 보상기를 설계방법을 제안하였다. Fig. 1과 같은 2-자유도계는 다중 입력력계이므로 FXLMS 알고리즘 대신 다중 FXLMS(multiple FXLMS)알고리즘을 적용하였다. 이 보상기 설계방법은 2-단계로 구성된다. 1-단계에서는 단일 주파수 조화함수 형태로 계를 가진 상태에서 이 가진에 의한 공극의 변화를 제거하는 보상기 계수를 1-차 다항식 형태로 추정한다. 계수의 추정은 MFXLMS 알고리즘을 이용한다. 동일한 실험을 가진 주파수를 변경하면서 수행하면, 각 주파수 외란을 제거하는 보상기의 주파수 응답함수를 얻게된다. 2-단계에서는 1-단계에서 얻은 보상기 주파수 응답함수로부터 곡선맞춤(curve fitting) 방법을 이용하여 보상기 계수를 찾아낸다. 상기의 실험과정은 전자기베어링계가 불안정하므로 되먹임제어에 의해 안정화시킨 후 수행한다. 그림 2는 베이스를 랜덤하게 가진 상태에서 되먹임제어만을 수행한 경우와 되먹임제어+외란보상제어를 한 경우 공극을 보인다. 보상기를 추가함으로써 공극의 표준편차가 18.9% 수준으로 낮아짐을 확인 하였다.

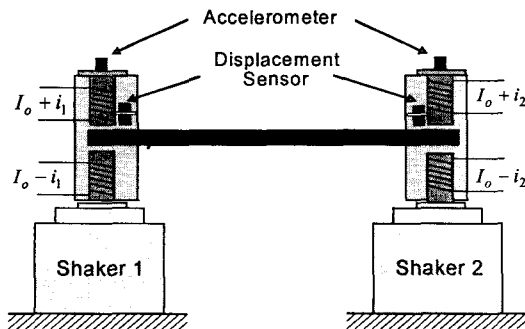


Fig. 1 Schematic diagram of experimental set-up

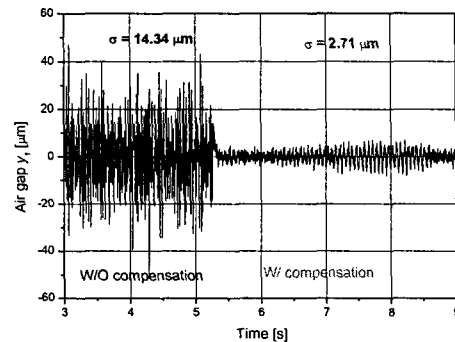


Fig. 2 Air gap w/o and w/ compensation