

100kW급 터보 블로워용 자기베어링 축의 능동 제어 시뮬레이션에 관한 연구

A study on the Simulation of Active Vibration Control for a 100kW Turbo-blower Magnetic Bearing Shaft

#신민재¹, 정훈형¹, *김재실², 조수용³

#M. J. Shin(starian7367@nate.com)¹, H. H. Jung¹, *C. S. Kim², S. Y. Cho³

¹창원대학교 기계공학전공, ²창원대학교 기계공학과, ³경상대학교 기계항공 공학부

Key words : Magnetic bearing, Active control simulation, Turbo-blower, Modal analysis

1. 서론

현대의 고도로 효율화된 산업시스템의 근간을 지지하는 회전기계에 대한 요구는 점점 고도화/복잡화되고 있다. 특히 기존의 저널베어링을 사용하여 터보 블로워를 작동하는 경우에는 베어링의 진동 및 발열에 의한 문제가 발생된다. 이를 해결하기 위하여 자기베어링을 사용하면 시스템의 효율은 향상되고 수명도 늘어나고, 관리를 위한 유지보수의 시간이 줄어드는 등 여러 가지 장점이 있다. 하지만 자기베어링을 사용하기 위해서는 능동 제어 기법을 이용하여 터보 블로워 축의 정밀 제어가 요구된다.

본 논문에서는 100kW급 터보 블로워의 자기베어링과 축 시스템의 정밀한 모델을 구성하기 위해 유한 요소법과 다물체 동역학 해석 프로그램을 이용하여 유연 회전체를 구성하고 예측 제어 알고리즘을 이용하여 제어기를 구성한 후 시뮬레이션을 통해 회전체의 제어 가능성을 확인하고자 한다.

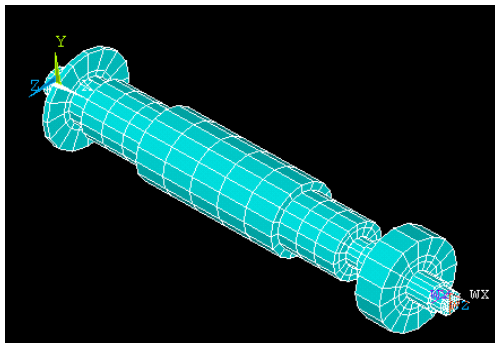


Fig. 1 Finite element rotor model in ANSYS

Table 1 Natural frequency from both ANSYS and ARMD

Mode	ANSYS	ARMD
1	554.82 Hz	563.89 Hz
2	1914.4 Hz	1478.6 Hz
3	2522.7 Hz	2478 Hz

2. 터보 블로워용 축의 모델 구성 및 해석 검증

100kW급 터보 블로워에 사용되는 축을 Fig. 1과 같이 유한요소 모델을 구축하여 모달 해석을 통한 모드별 고유진동수를 구하였다. 축은 3차원 8-노드 솔리드 요소(Solid 185)를 사용하였다. ANSYS를 이용한 모델이 동역학 프로그램에서 유연 주축으로 사용되기 때문에 정확한 검증을 위해 회전체 전용 해석 프로그램인 ARMD를 이용하여 해석을 수행하여 모드별 고유진동수를 비교하였다.

ANSYS와 ARMD에서 추출된 모드를 확인한 결과는 Table 1에 나타내었다. 해석 결과 2차 모드에서 오차가 발생하였는데 이는 두 프로그램 상의 자유도 차이로 인해 발생한 것이라 판단되며 2차 모드를 제외한 나머지 모드에서는 비교적 정확하다는 것을 알 수 있다.

3. 터보 블로워용 축의 플랜트 모델 구성 및 능동 제어 시뮬레이션

유한요소 프로그램을 이용하여 만들어진 MNF 파일을 적용하여 Fig. 2와 같이 다물체 동역학 해석 프로그램을 이용, 유연 회전체로 구성하였다. 자기베어링이 지지되는 지점에 구속조건을 설정하고 회전체에 25,000rpm의 회전조건을 적용하였고, 자기베어링은 Bushing을 사용하여 제어기에서 강성을 설정할 수 있도록 구성하였다.

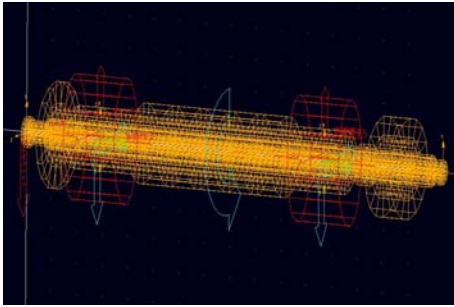


Fig. 2 Flexible body model in ADAMS

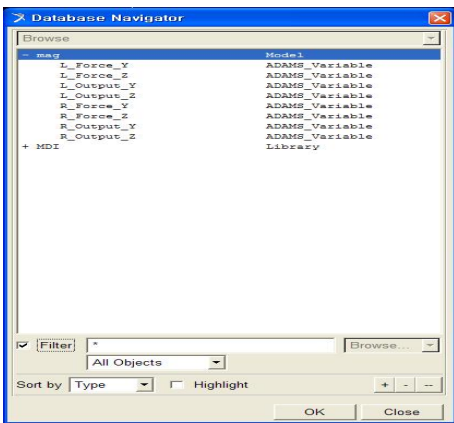


Fig. 3 Defining variable of model

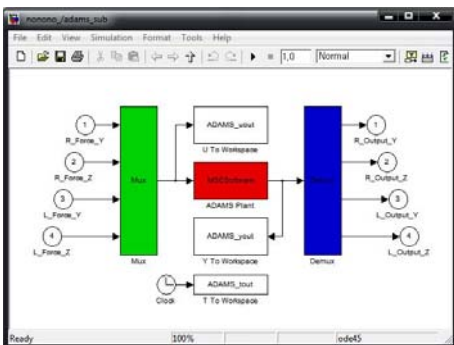


Fig. 4 Detail "Adams_sub" block in Simulink

제어 알고리즘을 이용하여 제어하기 위해 4개의 입력변수, 4개의 출력변수를 Fig. 3과 같이 설정하였다. 4개의 입력변수는 각 자기베어링에서 제어하는 횡방향 힘이며, 4개의 출력변수는 gap sensor를 이용하여 측정하는 각 자기베어링의 Y축과 Z축의 Gap 값이다. 설정한 변수들을 제어기에서 사용하

기 위해 입력 값과 출력 값으로 나누어 설정하고

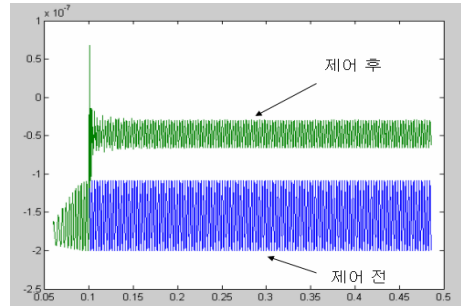


Fig. 5 Control and uncontrol

블록 파일로 추출하였다.

Fig. 4와 같이 추출된 블록 파일로 Adams_sub 블록을 생성한 후 제어기를 제작한 후 시뮬레이션을 실시하였다. Fig 5는 제어 변수를 적용하여 나온 결과를 그래프로 나타내었다. 제어 전에는 진동 중심이 아랫방향에서 제어 후에 진동 중심인 0의 위치로 접근한다는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 터보 블로워의 자기 베어링 축을 유한 요소 모델을 구축하여 모드 해석을 실시한 후 회전체 해석 프로그램을 이용하여 검증한 후 유연 회전체로 구성하여 구속조건 및 회전조건을 적용하여 제어기를 제작하여 시뮬레이션을 실시하여 회전체의 제어 가능성을 확인하였다. 이 연구를 토대로 향후 자기 베어링 시스템의 기초가 될 것을 예상된다.

후기

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 (RTI04-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 나재봉, 이원창, 정훈형, 김재실, 김성원, 김광영, “다물체 동역학 기법을 이용한 초고속 유연 회전체 제어”, 한국정밀공학회 추계학술대회 논문요약집, 265-266, 2006.
2. 김재실, 정훈형, “위상 조절법을 이용한 고속 유연 주축 로터의 다물체 동역학 모델링 및 진동 제어”, 한국기계가공학회지, 제 10권, 제 1호, 87-92, 2011.