

고속 터보 로터 시스템의 자유진동 특성 분석

전원석*(전북대), 최문창(주 엔틀) 유계형(주 KCR), 권대규(전북대), 이성철(전북대)

주제어 : 공기베어링(Air bearing), 굽힘모드(Bending mode), 자유진동(Free analysis), 충격햄머(Impact Hammer)

최근 고속 회전기에 사용되고 있는 공기호일 베어링은 동압형 기체 베어링으로 매우 안정적이고, 보통의 저널 베어링에서 발생할 수 있는 불안정한 진동을 최소화 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 높은 안정성 및 축 자체에 자동 조절 기능을 가지고 있어서 극저온 기계 및 고속 회전기에 널리 사용되고 있다. 이러한 고속 회전기에는 축의 기동 및 정지 시, 위험속도를 안전하게 통과하기 위해 위험속도에서의 진동을 억제하여야 하고, 운전 가능한 회전수를 증가시키기 위해서 로터 시스템의 동적 해석이 필요하다.

본 연구에서는 공기베어링 및 고속 모터 직 구동 방식을 채택한 터보 압축기에 적용되고 있는 공기베어링 로터 시스템의 동특성을 자유진동해석을 통해 분석하였다. 이를 위해 공기 포일 베어링을 지지 시스템으로 하는 로터 베어링 시스템을 구성하고, 동압으로 지지 되는 축의 회전수 증가에 따른 진동을 측정하여 회전수 변화에 대한 베어링의 안정성을 실험적으로 해석하였다.

실험은 Fig.1과 같이 구성된 실험장치를 이용하여 수행하였다. 실험장치는 입력 신호를 얻기 위한 충격 햄머와 출력 신호를 얻기 위한 가속도계로 구성된다. 충격 햄머를 이용하여 얻은 가진 신호와 충격 가진에 의한 고속 터보 압축기 로터의 응답신호를 신호분석Fig.2는 로터에 터 기의 데이터 획득 모듈을 통해 컴퓨터에 입력시켜 주파수 응답함수(FRF)를 구하고, 계측된 주파수 응답함수로부터 상용 모드해석 소프트웨어인 ME'scope VES를 이용하여 고유진동수와 모드형상, 감쇠비를 구하였다. 이러한 실험을 통하여 자유진동 상태에서의 터빈과 임펠러가 있을 경우와 있지 않을 경우의 Bending Mode 검출 및 모드형상을 구하고, 그에 따른 진동특성을 분석 고찰하였다. Fig. 2는 터빈과 임펠러가 부착된 경우의 주파수 응답함수로 1차모드부터 855, 1901, 2818, 3708의 굽힘 모드(bending mode)를 구하였고, 그에 따른 1, 2 차모드 형상을 도시하였다. 측정된 주파수 응답함수로부터 터보 압축기의 로터의 고유진동수와 굽힘모드 형상을 구하여 고속 로터 베어링 시스템의 동특성을 해석하기 위한 기초자료로 사용하였다.

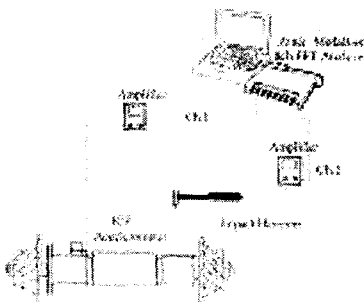


Fig. 1 Experimental setup for obtaining the free vibration of turbo-machinery

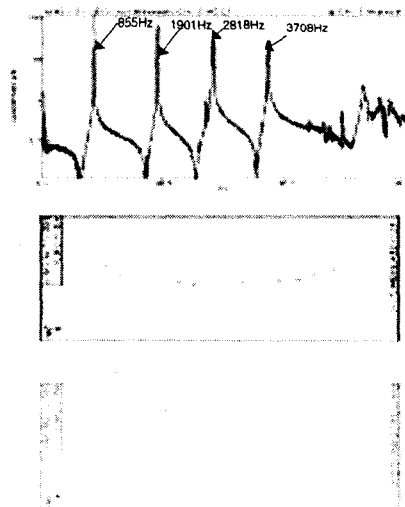


Fig. 2 Powerspectrum of rotor shaft and mode shape