

유한요소해석을 이용한 소형 터보압축기 시스템의 진동 저감 Vibration Attenuation of a Small Turbo Compressor System Using the Finite Element Analysis

신 승 훈† · 선 광 영*
Seung-Hoon Shin and Guang-Young Sun

1. 서 론

터보압축기는 모터로부터 동력이 발생하여 샤프트를 통해 로터를 회전시키는 회전기계이다. 그렇기 때문에 모터로부터의 가진이 압축기 전체에 미치는 영향은 상당하다. 이 진동으로 인해 전체 구조의 불안정성 제기와 압축기 성능의 저하를 발생시킬 수 있다.

본 논문에서는 이런 압축기 구조 동특성의 중요성을 파악하여 유한요소 해석방법을 이용한 동특성 연구 및 진동 개선방법을 제시할 것이다. 그 중에서도 저용량의 소형 압축기 시스템으로 제한하여 구조 동특성을 알아보겠다.

2. 본 론

2.1 소형 압축기 시스템의 구조

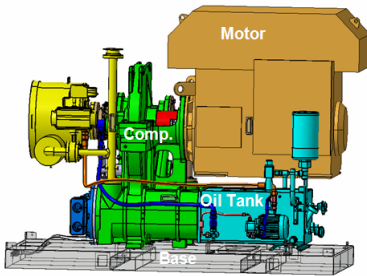


Fig. 1 Structure of Small Turbo Compressor System

Fig. 1에 나타난 소형 터보압축기 시스템은 모터가 압축기로 연결되는 외팔보(Cantilever Beam) 유형의 지지구조를 가진다. 그리고 압축기와 오일탱크는 베이스 위에 부착되어 베이스의 강성과 감쇠의 영향을 받는다.

2.2 해석 방법

Fig. 2에 나타낸 해석 방법은 가장 먼저 3D 모델링을 수행하여 전체 구조의 설계를 한다. 그리고 설계 후 제작 완성된 압축기의 모달 테스트를 통해 모드 정보를 추출하고, 얻어진 모드정보를 유한 요소 모델링의 경계조건에 반영하여 실제 조건과 유사하도록 튜닝 한다. 마지막으로 로터 동특성 해석을 수행하여 얻은 결과인 동하중을 유한요소 모델링에 인가하여 구조 동특성 해석을 수행하도록 한다.

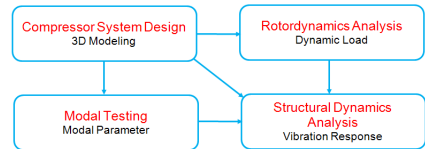


Fig. 2 Scheme of System Dynamic Analysis

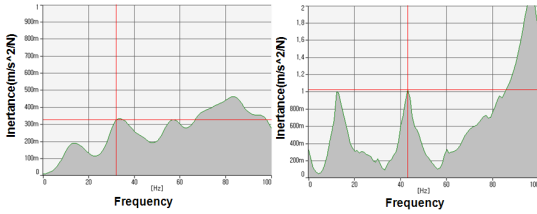
2.3 고유진동수와 모드 형상 분석

Table 1은 시험 결과와 해석 결과를 비교한 결과이다. Fig. 3은 Modal Testing 결과를 나타낸 FRF 선도이고, Fig. 4는 저차모드에서 나타나는 방향별 모드 형상을 나타내었다.

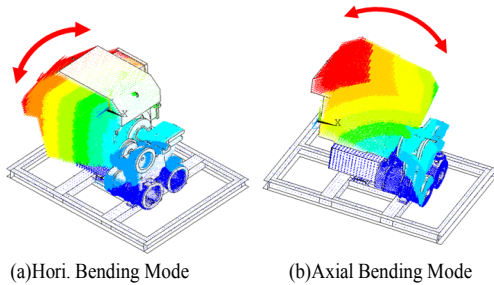
Table 1 Modal Testing and Analysis Result

	Mode	Hori. Dir.	Axial Dir.
Test	1 st	13.1 Hz	13.1 Hz
	2 nd	33 Hz	43 Hz
Analysis	1 st	13 Hz	15.2 Hz

† 교신저자; 신승훈, 삼성테크윈 파워시스템연구소
E-mail : sh23.shin@samsung.com
Tel : 070-7147-4286, Fax : 031-8018-3732
* 삼성테크윈 파워시스템연구소



(a)Hori. Direction
Fig. 3 Modal Testing Result



(a)Hori. Bending Mode
 (b)Axial Bending Mode
Fig. 4 Mode Shape

2.4 진동 응답 해석

모터와 압축기가 가동될 때의 압축기의 구조 동특성 파악을 위해 강제 가진 해석을 수행하였다. 이때, 모터와 압축기의 동하중은 아래와 같은 방법으로 인가하였다.

- 1) 모터 동하중: 모터의 부하(DE)위치에서 ISO 10816/3 기준의 진동을 만족하는 동하중.
- 2) 압축기 동하중: API 기준을 만족하는 베어링 동하중(Dynamic Load)과 정격 부하상태에서 기어를 통해 전달되는 베어링 하중(Static Load)의 최대 합산값.

Fig. 5는 진동응답 해석 결과로써, 모터 DE, NDE, 압축기, 오일탱크에서의 진동응답 선도이다. 해석 결과, 모터 NDE 위치에서 ISO 기준을 넘어서는 가장 큰 진동이 나타났고 압축기 위치에서도 과도한 진동이 나타날 것으로 예상된다.

압축기 위치에서의 과도 진동 현상은 압축기 내부에 있는 로터에 진동이 전달되는 부정적인 현상을 초래할 가능성이 높다. 따라서 본 연구에서는 압축기(위치)의 진동을 저감시키기 위해 모터의 연결 구조를 변경하여 진동저감 연구를 하였다. 기존의 외팔보 구조는 압축기 위치에서 진동에 취약한 구조이기 때문에 모터의 자중이 오일탱크로 전달되도록 연결하였다.

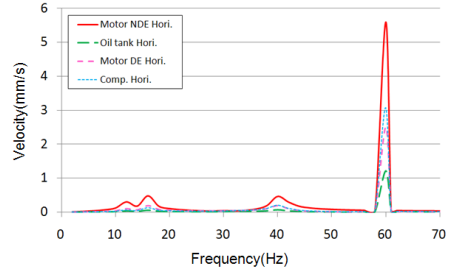


Fig. 5 Vibration Response Plot

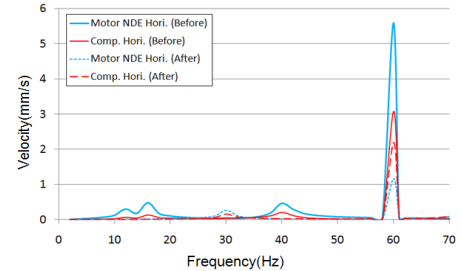


Fig. 6 Vibration Response Plot (Structure Modification before & after)

Fig. 6은 압축기 위치와 모터 NDE에서의 진동응답을 구조 변경 전과 후로 나누어 비교한 선도이다. 구조를 변경하므로써 ISO 기준 이내의 진동으로 감소하였다. 또한 저차 모드의 고유진동수가 증가된 것으로 미루어 전체 구조의 강성도 증가한 것으로 예상된다.

3. 결 론

지금까지 저용량의 소형 터보압축기의 구조 동특성을 알아보았고, 구조 변경법을 이용하여 압축기의 진동이 저감되는 것을 확인하였다.

본 연구결과는 유사한 구조의 동특성을 파악할 뿐만 아니라 로터의 과도 진동 현상을 해결하는 고장 탐구 방법으로도 사용이 가능하다. 또한 대형 압축기 시스템의 진동 저감 방법에도 적용이 가능하다.

참고문헌

- (1) Choi S. K., Kim Y. C. and Kweon B. S., 1997, "Rotordynamic Design and Analysis of Rotor-Bearing System of a 600HP Gear Driven Turbo-Compressor, Proceedings of the KSNVE 1997 Autumn Annual Meeting, pp.50 ~ 57.
- (2) Park C. J., Im H. B. and Chung J. T., 2007, "Vibration Structure of an Electronic Forklift by using the Finite Element Analysis, Proceedings of the KSNVE 2007 Autumn Annual Meeting, pp.693 ~ 696.