

대형 압축기 구조물 진동 저감에 관한 연구

The Study on the Reduction of Vibration for Compressor Structure

송준한† · 이흥기* · 백재호* · 김주영* · 전종균**

Jun-Han Song, Hong-Ki Lee, Jae-Ho Baek, Joo-Young Kim, Chong-Keun Chun

1. 서 론

압축기는 산업 현장에서 다양한 방향으로 사용되고 있으며 그 구조는 크게 오일 탱크, 모터, Compressor 등으로 분류할 수 있다. 압축기의 용량이 커질수록 운용 시 발생하는 소음과 진동 또한 비례적으로 증가한다. 압축기의 운용 시 발생하는 진동 저감을 위해 구조 강성 강화 및 다양한 방법의 진동 저감안이 적용되고 있다. 본 연구에서는 현재 운용 중인 압축기 하부 구조물 강성 보강을 통한 압축기 진동 저감안에 대한 연구를 수행하였다. 현재 운용 중인 압축기의 진동 상태 파악 및 저감 대책 수립을 위해 압축기 진동 측정을 실시하여 ISO 규제치와 비교 평가를 실시하였으며 그에 따른 진동 저감 대책안을 제시하였다. 일반적인 회전기기 사용성 평가 시 사용되는 ISO 10816 진동 허용 규제치는 아래 <표. 1>과 같으며 압축기 구조물의 경우 별도의 Isolation System이 없는 구조물이기 때문에 Rigid Support 구조물로 평가하였다.

<표. 1> 회전기기의 사용성 평가 ISO 10816

Support Class	Zone Boundary	r.m.s displacement um	r.m.s velocity mm/s
Rigid	A/B	29	2.3
	B/C	57	4.5
	C/D	90	7.1
Flexible	A/B	45	3.5
	B/C	90	7.1
	C/D	140	11.0

*평가 주파수 대역 : 10 Hz~1000 Hz

*Evaluation Zone

- A : 신규 설치 기기
- B : 장시간 운용 장비
- C : 제한된 시간 안에서의 운용, 개선 필요
- D : 장비 자체 손상

2. 압축기 진동 측정 및 분석

2.1 압축기 진동 측정 결과

현재 압축기는 오일펌프의 주위를 H-Beam 하부 구조물이 감싸고 있는 형태이며 하부 구조물 위에는 모터가 위치하며 모터의 상부에는 흡배기 배관이 있는 모터 쿨링 시스템 구조물이 있으며 모터 반대편에는 Compressor가 있는 구조이다. 현재 모터 하부 구조물의 구조는 모터의 용량이나 전체적인 구조물의 높이에 비해 취약한 상황이다. 압축기의 운용으로 발생하는 진동으로 인한 구조물의 진동 영향성 파악을 위하여 압축기 모터 및 하부 구조물, 모터의 쿨링 시스템 등 압축기의 진동 상태를 대표 할 수 있는 전체적인 지점에서 진동 측정을 실시하였다.

아래 <표. 2>는 압축기 구조물의 진동 측정 데이터 중 Peak 주파수, 즉 모터의 구동 주파수 30 Hz의 주요 지점 진동 응답값이다. 현장 진동 측정 결과 모터의 Load측 모터 구조물의 진동값은 ISO 진동 규제치 2.3 mm/s를 초과하는 2.47 mm/s이고 모터 상부의 모터 쿨링 시스템 또한 진동 허용 규제치를 초과하고 있다. Load 측의 진동값이 Unload측의 진동 값보다 크게 나타나고 있으며 구조물 상부로 올라 갈수록 진동 응답값이 커지고 있다.

<표. 2> 압축기 진동 측정 결과

Point	Peak Value		
	Freq [Hz]	r.m.s Displacement [um]	r.m.s Velocity [mm/s]
Load 측 모터 구조물	29.75	8.62	1.61
Unload 측 모터 구조물	29.75	13.22	2.47
Compressor 측 구조물	29.75	2.19	0.41

2.2 압축기 거동 분석 결과

현장 진동 측정 데이터를 기초로 하여 압축기 구조물의 거동 특성을 파악하기 위하여 모터 구동 주파수 30 Hz에 대하여 ODS(Operating Deflection Shapes) 분석을 실시하였다. 분석 결과 모터의 구동으로 인하여 구조물 상부로 갈

† RMS technology(주)
E-mail : junhan@rmstech.co.kr
Tel:(041) 556-7600, Fax:(041) 556-7603

* RMS technology(주)

** 선문대학교 기계공학과

수축 진동의 크기가 커지고 있음을 확인할 수 있었고 모터 Load측과 Unload측이 반대 위상으로 거동하고 있음을 확인할 수 있다. 양단의 반대 위상 거동으로 양단의 상대 진동은 현장 진동치 보다 더 큰 수준임을 확인하였다.

3. 압축기 구조물 진동 저감 대책

구조물의 진동을 줄일 수 있는 방안으로 장비 자체의 진동을 줄이는 방안과 장비 자체의 진동을 보완할 수 있도록 장비 구조물 강성 보강 방안이 고려될 수 있다. 이 두 가지 방안 중 장비 자체의 진동을 줄이는 방안은 장비의 효율성 측면에서 비효율적이기 때문에 압축기를 지지하고 있는 구조물의 강성 보강을 통하여 모터의 작동으로 발생하는 과진동을 보완하는 진동 저감 대책안을 제시하였다. 보강 전 후 진동 값의 비교를 위하여 유한요소해석 프로그램을 사용하여 해석을 실시하였다. 유한 요소 모델은 실제 구조물 형상을 바탕으로 Shell, Plane, Beam 요소를 사용하였다.

현재 압축기 구조물은 상하 방향으로 불안정한 상태의 구조물로 판단되며 압축기를 지지하는 하부 System 프레임이 모터의 용량, 모터의 동하중에 비해 약한 구조로 판단된다. 압축기 하부 System 프레임의 강성 보강을 통한 압축기 구조물의 진동 저감을 위해 하부 프레임 전면, 후면, 상하부에 20mm철판을 보강하여 Load 측과 Unload 측의 비틀림 현상을 보완하고 압축기 기초와 압축기 구조물의 결속력을 강화하기 위하여 프레임 하부에 H-Beam 보강 후 장비 하부의 콘크리트 기초와 볼트 체결을 실시하여 하부강성을 보강하였다. 압축기 구조물의 보강 전, 후 유한 요소 해석 결과 압축기의 모터 Load 부에서 기존 진동 속도 대비 보강 후의 진동 속도가 약 19% 저감되며 회전기의 진동 허용 규제치를 만족하는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

대형 압축기의 구동 시 발생하는 과진동으로 사용자의 불편이 야기되어 압축기 구조물의 진동을 저감시키기 위한 대책안을 찾고자 압축기의 진동 값을 대표할 수 있는 지점에서 진동 측정을 실시하여 회전기기의 진동 허용 규제치와 비교평가를 실시하였다. 압축기 구조물 진동 측정/분석 결과 모터의 Load 측 진동이 회전기기의 진동 규제치 ISO 10816 기준인 2.3mm/s를 초과하는 2.47mm/s의 진동 속도를 나타내고 있다. 구조물의 진동 거동 파악을 위해 현장 측정 데이터를 바탕으로 ODS(Operating Deflection Shapes) 분석을 실시하였다. 분석 결과 압축기 구조물은 현재 Load측과 Unload측의 위상이 반대로 거동하고 있으며 모터 상부 측으로 갈수록 움직임이 커지고 있음을 확인하였다. 압축기 구조물의 진동 보강을 위하여 압축기 하부 프레임에 20mm 철판을 보강하고, 장비 기초와 프레임의

결속력 증대를 위해 압축기 프레임 하부에 H-Beam을 보강하고 장비 콘크리트 기초와의 볼트 체결을 통해 결속력을 증대시켰다. 보강 전, 후의 진동상태 비교를 위해 유한 요소해석 프로그램을 사용하였으며, 해석 결과 현재 구조물 대비 약 19%의 진동 저감이 이루어질 것으로 예상되며 이 진동치는 ISO 10816의 진동 허용 규제치를 만족하며 압축기의 사용에 문제가 없을 것으로 판단된다.