

# 반응표면법을 이용한 압축기 배관형상의 저진동 최적설계

## Optimum Design for Low Vibration of Compressor Pipe using Response Surface Method(RSM)

유상모\*. 정의봉†. 한형석\*\*. 안재우\*\*\*

Sang-Mo Ryu, Weui-Bong Jeong, Hyung-Suk Han, Jae-Woo Ahn

### 1. 서 론

에어컨 실외기에 부착되어있는 공조용 압축기는 에어컨 운전 시 배관진동의 원인이 된다. 압축기에 연결된 배관형상에 따라 배관진동의 크기가 달라지게 되며 잘못된 배관형상의 설계는 배관의 파손을 야기시킨다. 배관의 진동은 실험적으로 구해진 가진력을 통해 전산해석으로 예측이 가능하며 이를 통해 배관의 진동을 고려한 배관형상의 설계가 가능하다.

본 논문에서는 진동 예측을 위한 압축기 시스템 전산 모델링 및 해석을 하였다. 해석을 통한 예측값과 실험값을 비교하여 전산 모델리의 타당성을 확인 하였다. 또한 반응표면법을 이용하여 저진동 배관형상을 설계하고 이를 실험을 통해 확인 하였다.

### 2. 압축기 시스템 모델 및 해석

#### 2.1 압축기 시스템

압축기는 압축기 내부 모터의 회전 주파수와 그 하모닉 성분에서 가장 큰 진동을 일으킨다. 모터 회전 주파수는 50~60Hz의 낮은 주파수 이 영역에서의 압축기 운동은 강제운동이다. 따라서 압축기를 마운트가 부착된 강체로 가정 할 수 있으며 Fig. 1 과 같이 간략하게 모델링 할 수 있다.

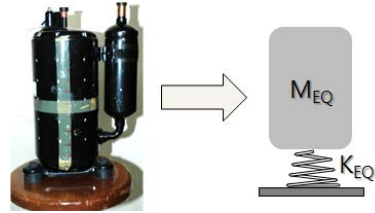


Fig. 1 Simplification of compressor model

#### 2.2 전산 모델링

압축기-배관 시스템의 진동을 예측을 위해 범용 모델링 소프트웨어 patran을 이용하여 Fig 2.와 같이 파이프 모델을 만든 후 압축기 질량중심위치에 압축기 질량 및 질량관성모멘트 정보를 입력 하였다. 압축기 질량중심위치와 연결되는 파이프 위치 및 마운트 위치를 MPC(Multi Point Constraint)기법 중 하나인 RBE2로 구속 시키고 마운트 부위에는 병진 3방향으로 스프링 효과를 준 후 그 끝을 고정 시켜 실제 마운트와 유사한 효과를 재현하였다.

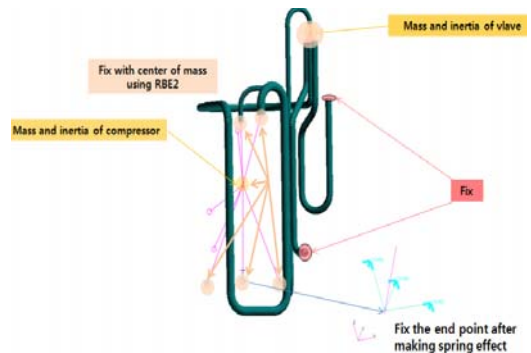


Fig. 2 Define the numerical model

#### 2.3 해석결과

Fig. 3에 나타난 최대 진동이 일어나는 토출부 근처의 배관위치에서의 가속도를 실험을 통해 측정하

† 교신저자, 부산대학교 기계공학부  
E-mail : wbjeong@pusan.ac.kr  
Tel : (051) 510-2337, Fax : (051) 517-3805

\* 부산대학교 대학원 기계공학부

\*\* 국방기술품질원

\*\*\* (주) LG 전자

였다.



Fig. 3 Measurement of acceleration at pipe

Fig. 4는 Fig. 3의 파이프 위치에서 실험으로 측정된 진동값과 주파수 해석을 통해 예측했던 가속도 스펙트럼의 비교 그래프이다. 압축기 모터 작동 주파수인 50Hz에서 가속도 예측값은  $10.59\text{m/s}^2$ 로 측정값인  $10.61\text{m/s}^2$ 과 비교하여 0.2%의 오차를 가졌으며 해석을 통한 진동 예측값이 실험값과 거의 일치하는 것을 알 수 있다.

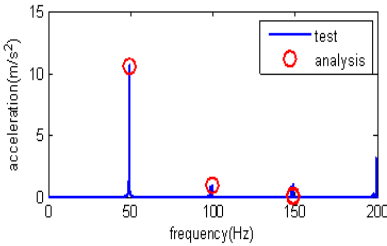


Fig. 4 Comparison of pipe acceleration

### 3. 저진동 설계

#### 3.1 반응표면법

저진동 설계를 위해 반응표면법에 사용할 설계변경인자를 Fig. 5와 같이 설정 하였다.

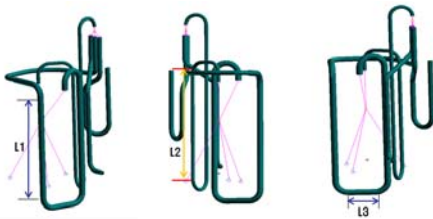


Fig. 5 Factor for design of low vibration

설계변경인자의 기본값은 각각 L1은 270mm, L2는 276.5mm, L3는 61mm이다. L1과 L2는  $\pm 20\text{mm}$ , L3는  $\pm 8\text{mm}$  범위 내에서 전산해석의 배관 최대 가속도값을 결과로 반응 표면법을 실행 하였다. Fig. 6은 반응표면법의 등고선 그래프 결과이다. 동그란

점은 기존 배관의 인자 위치이고 최적 인자값은 L1은 290mm, L2는 280mm, L3는 65mm로 예상된다.

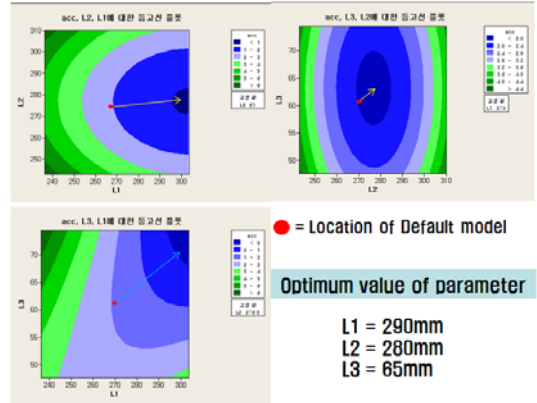


Fig. 6 Result of the response surface method

#### 3.2 적용 및 결과

구해진 최적 인자값을 이용해 압축기 시스템을 모델링 하고 해석을 하였다. 기존 배관 형상의 가속도 예측 최대값과 변경 배관 형상의 가속도 예측 최대값을 응력 최대값과 함께 Table. 1에 나타내었다. 기존의 배관 형상에 비해 변경된 배관형상의 가속도 및 응력값이 각각 24.6%, 25.7% 저감 되는 것을 알 수 있다.

Table. 1 Comparison of stress and acceleration

	acceleration	stress
default model	19.26 [m/s <sup>2</sup> ]	2.006 [Mpa]
changed model	14.52 [m/s <sup>2</sup> ]	1.49 [Mpa]
reduced ratio	24.6 [%]	25.7 [%]

### 4. 결 론

압축기 시스템의 전산 모델 및 해석을 통해 배관 진동을 예측 하고 실험을 통해 검증 하였다. 반응 표면법(RSM)을 이용하여 배관형상의 저진동 최적 설계를 하고 이를 해석을 통해 확인 하였다.