

# 전달함수를 이용한 에어컨 실외기 압축기의 가진력 추정과 전달경로 해석에 관한 연구

## Estimation of operational force of the compressor by TPA method

김바름\* · 오일권†  
Ba-Leum Kim, Il-Kwon Oh

### 1. 서 론

에어컨 실외기의 구조진동은 주로 실외기 내부에 부착되어 있는 압축기에 의해 야기된다. 이러한 구조진동은 압축기 자체의 진동뿐 아니라 압축기와 연결되어 있는 배관 그리고 실외기의 바닥판을 통해 진동이 전달된다. 따라서 본 연구에서는 압축기에 연결된 배관의 전달함수를 구하고 이를 통해 압축기의 가진력을 추정하여 에어컨 실외기 압축기의 진동 현상을 분석하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 관련 이론

##### (1) 전달경로분석법(Transfer Path Analysis)

전달경로분석법(TPA)에는 matrix inverse 기법과 mount stiffness 기법이 사용될 수 있다. 본 연구에서는 matrix inverse 기법을 사용하여 압축기 작동시의 가진력을 추정한다.

Matrix inverse 기법은 측정하려는 모든 진동전달 경로에서 시스템이 작동할 때의 진동응답과 시스템 미작동 시의 FRF를 측정하여 식(1)을 통해 압축기 작동시의 가진력을 추정한다.

$$\{F^{oper}\} = [H]^{-1} \{\ddot{x}^{oper}\} \quad (1)$$

$\{\ddot{x}^{oper}\}$  : 시스템 작동 시 측정된 가속도

[H] : 진동전달 경로와 압축기 가진력 사이의 전달함수

$\{F^{oper}\}$  : 추정 압축기 가진력

전달함수 H는  $m \times n$  행렬이며 측정된 진동 응답 수 (m)과 압축기의 가진력 (n)이 서로 같다면 전달함수는 정방행렬이 되어 역행렬을 구할 수 있다. 만약  $m > n$ 인 경우 pseudo inverse method를 이용하여 역행렬을 계산하며 계산에서 필요한 정보보다 많은 정보를 이용하게 되어 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있다.

#### 2.2 실험측정 결과

##### (1) 진동측정 및 FRF 측정

냉방 표준 온도 조건(실내 : 27°C, 실외 : 35°C), 정상 운전 상태에서 압축기 운동주파수가 40rpm일 때, 진동응답을 측정하였다. 자세한 측정위치는 Fig. 1과 같으며 그림과 같이 15개 지점에서 가속도(5개 지점, 3개 방향)를 측정하였다. 또한 impact hammer 기법으로 15개 측정위치 중 7개의 위치(dx, dy, sx, sy, lz, fz, bz)에서 충격 하중을 주어 전달함수 H를 구하였다.

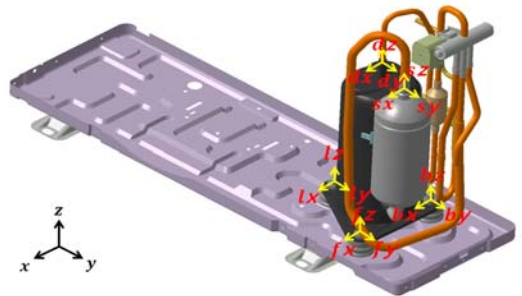


Fig. 1 Location of measured acceleration and impact load

† 교신저자; 정회원, 한국과학기술원 기계항공시스템공학부 해양시스템전공

E-mail : ikoh@kaist.ac.kr

Tel : (042) 350-1520, Fax : (042) 350-1510

\* 한국과학기술원 기계항공시스템공학부 해양시스템전공

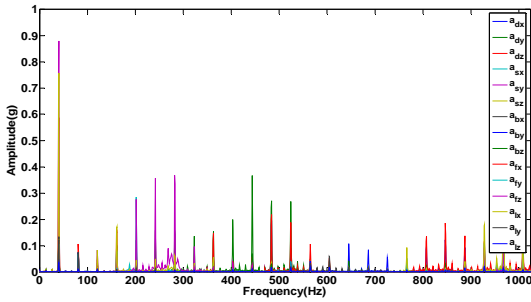


Fig. 2 Operation data : Acceleration of 15 measuring point

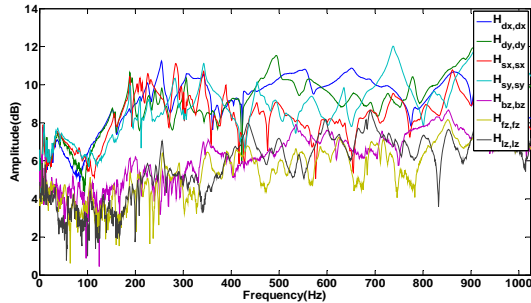


Fig. 3 Impact hammer testing results : FRF

Fig. 2는 15개 지점에서 측정된 가속도 측정 결과이다. FRF를 보다 정확하게 구하기 위해서 본 실험에서는 7개 지점에서 가진하였고 15개 지점에서 응답을 측정하여 15×7 행렬로 FRF를 구성하였다.

### (2) 압축기 가진력 추정

본 실험에서 구성한 FRF는 정방행렬이 아니기 때문에 pseudo inverse method를 사용하여 FRF의 역행렬을 구하였다.

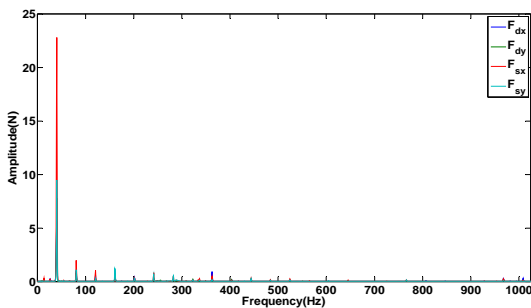


Fig. 4 Estimate force of compressor connected with pipe

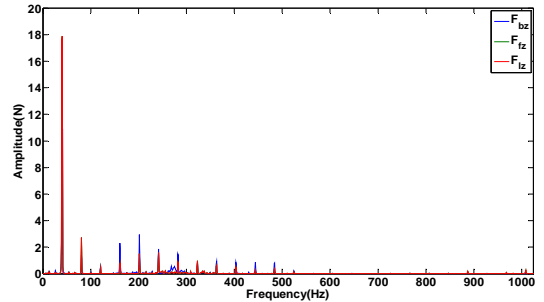


Fig. 5 Estimate force of compressor connected with base panel

FRF의 역행렬과 측정된 가속도를 식(1)에 대입하여 압축기 가진력을 계산하였다. 계산한 7개의 압축기 가진력은 impact hammer 기법에서 7개의 충격하중을 준 위치와 동일하다.

### (3) 결과

Fig. 2를 통해 s지점(압축기와 흡입배관이 연결되어 있는 지점 즉,  $s_x, s_y, s_z$ )에서 진동의 세기가 가장 크며 그 다음으로 d지점(압축기와 토출배관이 연결되어 있는 지점 즉,  $d_x, d_y, d_z$ ) 그리고 압축기와 바닥판이 연결되어 있는 지점( $b, f, l$  지점) 순으로 진동이 측정되었다. 또한 s, d지점 모두 y방향 진동 세기가 x방향보다 우세하게 측정되었다.

Fig. 4과 Fig. 5를 통해 압축기 가진력의 주요 성분은 압축기의 운전주파수와 하모닉 성분이란 것을 알 수 있으며 그 중 가진력의 세기는 s지점에서 가장 크게 나타났다. 또한 d지점 y방향의 가진력은 가속도 측정 결과와 같이 x방향보다 크다. 그러나 s지점 y방향의 가진력은 x방향보다 작다.

## 3. 결 론

에어컨 실외기의 주요 가진원인 압축기 진동은 흡입배관 쪽에서 가장 큰 힘이 작용한다. 또한 흡입배관에서 y방향 가속도는 x방향보다 크지만 가진력은 그와 반대로 작다. 따라서 실외기의 배관 구조가 x방향의 힘을 효과적으로 감쇠시킨다고 예상할 있다. 에어컨 실외기 압축기의 진동은 배관의 구조로 효과적으로 제어할 수 있고 s지점의 진동을 제어한다면 실외기의 진동을 크게 줄일 수 있다.