

## 에어컨 실외기 받침대의 구조진동 특성

### Structural Vibration Characteristics for an Outdoor Units Support of an Air-conditioner

류봉조†·송선호\*·임채욱\*\*

Bong-Jo Ryu, Seon-Ho Song and Chae-Wook Lim

**Key Words** : Structural Vibration Characteristics(구조진동 특성), Outdoor Units Support of an Air-conditioner(에어컨 실외기 받침대), Modal Testing(모달 시험), Damping Ratio(감쇠율)

#### ABSTRACT

This paper deals with the structural vibration characteristics for an outdoor units support of an air-conditioner. Even though main noise sources are compressor noise and fluid noise which is caused by the fan, the structural modification of the outdoor units support may affect vibration and noise. In this paper, damping ratios for two kinds of an outdoor units support of an air-conditioner are measured through the modal testing. In order to reduce the structural borne noise due to an outdoor units support of an air-conditioner, four kinds of rubber materials are selected and tested.

#### 1. 서 론

가전제품 중의 하나인 에어컨은 실내기의 방사소음 뿐만 아니라 실외기로 인한 소음 및 진동으로 인하여, 고객들의 소음저감에 대한 요구 증대와 더불어 많은 민원의 대상이 되어져 왔다. 특히, 에어컨실외기의 소음이나 진동으로 인한 민원은 에어컨실외기의 소음특성은 크게 유체역학적 송풍소음과 구조 역학적 진동소음으로 나눌 수 있고, 이와 관련된 연구는 그동안 많이 이루어져 왔다.<sup>(1~2)</sup> 에어컨 실외기는 실외에 설치될 때, 받침대 구조물 위에 에어컨이 탑재되는 구조로 대부분 설치된다. 에어컨 자체의 가동에 의한 소음뿐만 아니라 경미한 영향일 수 있으나 받침대 구조에 의한 구조소음도 동반되는데, 에어컨 소음은 이러한 에어컨 가동과 받침대구조의 구조소음이 함께 어우러져 소음을 유발하게 된다.

오늘날 모든 기계구조물이나 장치들이 경량화 되는 추세에 있고, 이에 발맞추어 강성을 지니면서도 경량화된 소재의 사용을 통해 설치의 용이성과 견고성을 동시에 추구하고

자하는 경향이 있어 에어컨 실외기의 받침대도 현재의 강판재질에서 흑연(graphite)이 가미된 GMT판으로의 개발도 이루어지고 있다.

본 논문의 목적은 에어컨 실외기 받침대로서 기존 강판 받침대와 GMT 소재 받침대에 대해 모달시험을 통해 구조진동특성을 파악하고, 구조소음 레벨이 더 높은 수준으로 나타난 경우에 대하여, 구조소음 정도를 저감 개선시키기 위한 방안을 제시하고자 하는 것이다.

#### 2. 모달 시험

에어컨 실외기 배기소음의 소음원은 변동이 없을 때, 받침대의 재질과 구조변경으로부터 소음레벨의 변화가 발생한 경우에는 받침대 구조의 동강성(dynamic stiffness) 변화에 의한 구조소음의 증가가 그 주된 원인으로 볼 수 있다.

일반적으로 이러한 소음 및 진동원을 지닌 장비의 받침대는 동강성을 크게 하는 것이 구조소음을 줄일 수 있는 기본 방안이지만, 경제적인 측면에서 받침대의 구조를 경량화하기 위하여 고주파 대역의 진동은 방진 처리하여 제거함으로써 받침대 구조의 공진현상을 회피하는 구조로 사용하는 것이 일반적이다. 경량화 복합소재는 작은 밀도에 비하여 강성이 크기 때문에 자체 동강성에 있어서 유리하지만 시스템에어컨의 실외기와 같이 대단히 무거운 질량이 올려지는 경우 그 효과가 떨어질 수 있으며, 효율적인 방진처리가 이루어지지 않아 고주파 진동이 받침대 구조로 전달되어 공진현상

† 교신저자; 한밭대학교 기계공학부  
E-mail : bjryu701@hanbat.ac.kr  
Tel : (042) 821-1159 Fax: (042) 821-1587

\* 한국원자력안전기술원

\*\* 한밭대학교 기계공학부

이 크게 나타나는 경우 등 예측되는 경우가 다양하다.

본 논문에서는 모달시험 방법을 이용하여, 기존 강제 받침대와 복합소재를 사용한 GMT 받침대의 주파수 대역별 구조소음 특성을 측정 비교하고, 발생된 문제점에 대한 원인을 파악하고, 그 저감 방안을 제시하고자 한다.

## 2.1 실외기 받침대의 주파수 함수



Fig. 1 FRF of a GMT support at free boundary conditions.



Fig. 2 FRF of a GMT support at fixed boundary conditions.



Fig. 3 FRF of a steel support at free boundary conditions.



Fig. 4 FRF of a steel support at fixed boundary conditions.

Fig. 1에서 Fig. 4는 에어컨 실외기의 GMT소재의 받침대와 강제 받침대의 주파수 응답함수를 보여주며, Photo. 1은 시험장경의 하나이다. 그림에서 알 수 있듯이 고유진동수 차이는 크지 않고, 진동형(vibration mode)은 유사하다고 판단되었으며, 진폭의 크기는 자유경계 조건에서는 20-80dB이나 고정 경계조건에서는 30-90dB이었다. Fig. 1에서 Fig. 4까지 살펴본바와 같이 진동형은 강제판과 GMT가 유사하고, GMT가 강철판에 비해 경량이므로 상대적으로 GMT의 동강성(dynamic stiffness)이 강철판에 비해 작다고 판단된다. 그러므로, GMT 소재가재질적인 측면에서는 진동감쇠 능력이 우수할 수 있지만, 동강성이 작은 재질위에 상당히 무거운 에어컨 실외기가 부착될 때, 에어컨 가동에 따른 가진력의 주파수와 GMT의 어떤 고유진동수에서의 공진현상으로 인해 소음도가 다소 높게 나올 수도 있다고 보여진다.



Photo. 1 Photograph of modal testing for a GMT support with fixed boundary conditions.

## 2.2 실외기 받침대의 감쇠율( $\eta$ ) 비교

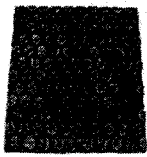
Table 1 Comparison steel plate with GMT plate for damping ratios,  $\eta$

Vibration, Velocity							
GMT_Free		夢 訣 米?		Steel_Free		Steel_Fix	
Freq [Hz]	Damping ratio $\eta$	Freq [Hz]	Damping ratio $\eta$	Freq [Hz]	Damping ratio $\eta$	Freq [Hz]	Damping ratio $\eta$
						60.000	0.0468
						120.000	0.0330
				60.0	0.0128	240.000	0.0105
				120.0	0.0817	322.500	0.0175
60.25	0.1357			240.0	0.0020	362.500	0.0171
119.75	0.0329			262.5	0.0222	445.000	0.0306
240.125	0.0205	60.000	0.0357	382.5	0.0325	502.500	0.0332
360.25	0.0377	100.000	0.1606	397.5	0.0580	570.000	0.0090
600.875	0.008	120.000	0.0818	430.0	0.0829	632.500	0.0038
780.75	0.0071	240.000	0.0886	497.5	0.0115	675.000	0.0413
837.5	0.0091	410.000	0.0100	522.5	0.0206	712.500	0.0297
900	0.0708	430.000	0.0057	570.0	0.0727	732.500	0.0270
957.5	0.0154			680.0	0.0435	780.000	0.0041
				777.5	0.0006	805.000	0.0080
				867.500	0.0281	835.000	0.0172
						925.000	0.0157
						957.500	0.0094

Fig. 1에서 Fig. 4의 측정결과를 fitting한 후, 4가지 경우에 대해 진동 감쇠율을 나타내면 Table 1과 같다. Table 1에서 볼 수 있듯이 GMT와 강재판의 자유 경계조건에서는 각각 최대 약 13%와 8%의 감쇠율을 보이고 있으며, 고정 경계조건에서는 각각 최대 약 16%와 5%의 감쇠율을 보이고 있다. 따라서, 전반적으로 GMT가 강재판보다 감쇠율이 크므로 동일 질량과 강성을 갖는 하중이 받침대에 가해진다면, GMT가 진동감쇠 능력이 더 있을 것으로 사료되었으며, 구조소음 측면에서도 저감효과가 더 있을 것으로 판단되었다.

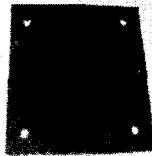
### 2.3 석재판과 실외기 받침대 사이에 방진패드를 설치한 경우 주파수 함수

GMT와 강재판 위에 에어콘 실외기와 같은 무거운 하중을 주는 석재 정반을 올려놓고 그 사이에 4종류의 방진패드(Pad 1, Pad 2, Pad 3, Pad 4)를 설치한 경우의 진동특성을 측정하였다. Photo. 2에서 Photo. 5는 Pad 1부터 Pad 4 소제에 대한 사진이다.

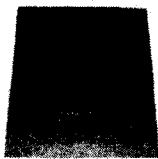


Pad 1

Photo.2 Photograph of a Pad 1. Photo.3 Photograph of a Pad 2.

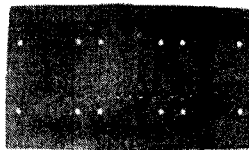


Pad 2



Pad 3

Photo.4 Photograph of a Pad 3. Photo.5 Photograph of a Pad 4.



Pad 4

Fig. 5는 GMT 받침대와 석재 정반 사이에 4종류의 방진패드를 설치했을 경우에 대한 GMT 받침대의 주파수 응답 함수를 보여준다.

그림에서 알 수 있듯이, Pad 1은 구조진동의 방진측면에서 어느 정도 방진 성능을 보일 것으로 예측되나, Pad 2, Pad 3, Pad 4는 방진 효과가 그다지 있을 것으로는 판단되지 않는다.

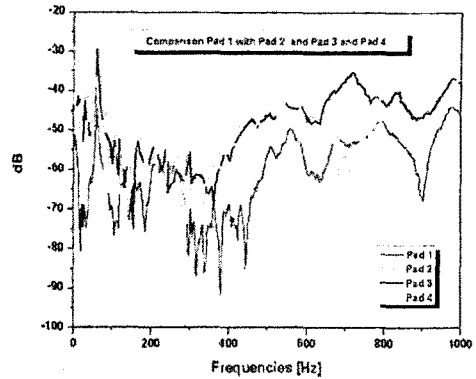


Fig. 5 FRF of a GMT support with various pads at fixed boundary conditions.

### 3. 결 론

냉난방용 에어컨 실외기 받침대용으로 사용되는 강재판과 GMT 받침대의 모달시험을 통해 얻은 결론은 다음과 같다. (1)구조소음 측면에서 볼 때, GMT는 구조물 진동수 대역에서 강철판보다 감쇠 특성이 높은 것으로 측정되었다. (2)진동형(vibration mode)은 강철판과 GMT가 유사하고, GMT가 강철판에 비해 경량이므로 상대적으로 GMT의 동강성이 강철판에 비해 작다고 판단된다. 따라서, 동강성이 작은 재질위에 상당히 무거운 에어컨 실외기가 부착될 때, 에어컨 가동에 따른 가진력의 주파수와 GMT의 어떤 고유진동수에서의 공진현상으로 인해 소음도가 다소 높게 나올 수도 있다고 보여진다. (3)네 종류의 Pad를 받침대와 석재사이에 넣고 진동특성을 비교한 결과 Pad 1의 경우가 타 Pad에 비해 방진성능이 좋을 것으로 사료되었다. (4)실외기 받침대가 설치되는 바닥과 받침대 사이의 공간을 줄일 수 있는 방안을 강구하거나 앵커 볼트와 받침대 사이에 방진링을 사용하여 고정시키는 방법도 권장된다.

### 참 고 문 헌

- (1) 박득용, 모진용, 이진교, 구형모, 최원석, 2000, "에어컨 실외기 프로펠러 휠계의 진동소음 평가 및 해석", 한국소음진동공학회 창립 10주년기념 소음진동학술대회는문집, pp. 1405~1409.
- (2) 장서일, 최진권, 손진희, 모진용, 구형모, 2003, "에어컨 실외기의 방사소음과 실외기의 투과소음에 의한 환경소음 예측", 한국소음진동공학회논문집 13권, 1호, pp. 40~47.