

# 전달성을 이용한 외란의 영향을 최소화한 가진력 추정

## Robust identification of vibration source in disturbance using transmissibility

김바름\* · 장대식\* · 오일권†

Ba-Leum Kim\*, Dae-Sic Jang\* and Il-Kwon Oh†

### 1. 서 론

과학기술의 발전으로 삶의 질이 중요시됨에 따라 기계시스템(선박, 해양플랜트, 자동차, 가전제품 등)의 자체 성능뿐만 아니라 시스템 내·외부의 사용자에게 영향을 주는 주변 환경이 점차 중요시 되고 있다. 특히 소음/진동 문제는 기계시스템 주변 환경에 악영향을 끼치고 기계시스템의 피로수명을 저하시키는 요인이 될 수 있기 때문에 소음 및 진동을 저감시키는 연구가 반드시 필요하고, 현재 활발히 연구되고 있다. 이러한 소음/진동 문제를 효율적으로 해결하기 위해서는 기계시스템의 가진원 또는 소음원의 전달경로를 파악하고 각각 전달경로의 기여도를 분석하는 것이 필요하다.

전달경로의 기여도를 분석하는 대표적인 방법에는 TPA<sup>(1)</sup>(Transfer Path Analysis)가 있는데, TPA 결과를 정확하게 도출 하기위해서 시스템의 가진원을 정확히 추정하는 것은 반드시 필요한 과정이다.

따라서 본 연구에서는 기존 TPA 방법에서 가진력을 추정하기 위해 주로 사용하는 inverse force identification에 transmissibility<sup>(2)</sup> concept을 적용하여 시스템에 외란이 존재하는 상황에서도 정확히

가진력을 추정하는 기법을 제안하였다. 또, 이를 상용해석 소프트웨어인 ANSYS를 이용해 간단한 빔모델에 대해서 증명하고, 실제 에어컨 실외기 시스템의 주요 가진원인 압축기의 가진력을 추정하는데 응용하여 기존 TPA 방법과 차이를 확인하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 수정된 TPA 모델설계

TPA 모델을 이용하여 마운트된 압축기의 가진력을 추정할 때 Fig.1 (a)와 같이 모델링하는 것이 일반적이다. 그러나 이와 같은 모델링은 바닥가진과 같은 외부에서 흘러들어오는 힘 또는 외란에 의한 영향을 고려하지 않아 압축기 고유의 가진력을 추정하기가 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 Fig.1 (b)와 같이 기존 TPA모델에 transmissibility를 이용하여 외란 때문에 발생하는 가속도 항( $[G]\{B_{op}\}$ )이 추가된 TPA모델을 제안하고, 이를 이용하여 외란의 영향을 최소화한 압축기의 가진력을 추정하였다.

#### 2.2 해석 및 결과

수정된 TPA 모델을 검증하기 위해 Fig. 2와 같은 빔(Beam) 모델을 ANSYS로 해석 하였다. F1은  $10\sin(5.6\text{Hz})$ , F2는  $5\sin(5.6\text{Hz})$ 로 가진하고 바닥가진은 10Hz와 화이트 노이즈를 가속도로 주어서 가진한 후 TPA 모델 및 본 연구에서 제안한 수정된 TPA 모델을 이용하여 힘을 추정하고 비교하였다. Fig. 3 및 Table 1의 결과를 보면 기존의 TPA 방

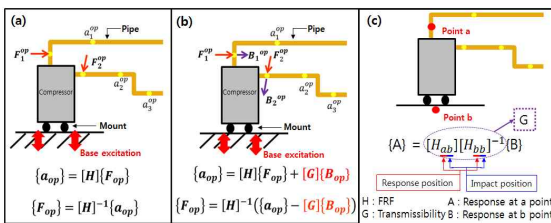


Fig. 1 (a)TPA (b)Modified TPA (c)Transmissibility

† 교신저자; 한국과학기술원 기계,항공 시스템 공학부  
E-mail : ikoh@kaist.ac.kr  
Tel : 042-350-1520, Fax : 042-350-1510

\* 한국과학기술원 기계,항공 시스템 공학부

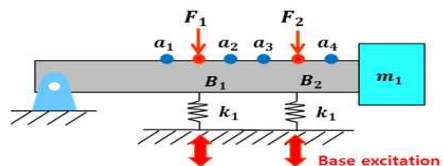
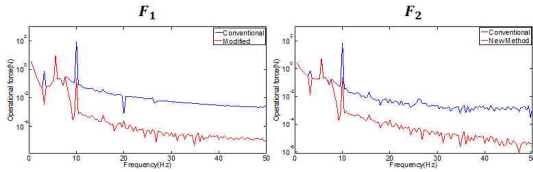


Fig. 2 Simulation model

**Table 1** Estimated forces in simulation model

Frequency (Hz)	Estimated F1(N)		Estimated F2(N)	
	TPA	Modified TPA	TPA	Modified TPA
3.2	0.769	0.003	0.717	0.011
5.6	9.769	9.755	5.211	4.948
10.0	97.610	0.211	68.900	0.218



**Fig. 3** Estimated forces in simulation model

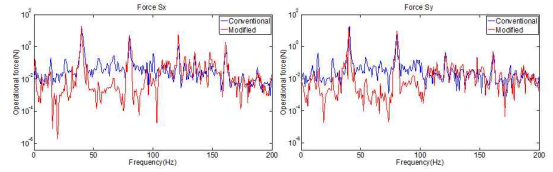
법으로 추정된 F1, F2는 가진 주파수인 5.6Hz에서 힘의 크기를 잘 추정하고 있지만 바닥가진 주파수인 10.0Hz에서 힘의 크기가 매우 크게 나타나며, 공진 주파수인 3.2Hz에서도 힘의 크기가 나타났다. 그러나 수정된 TPA 방법으로 추정된 F1, F2는 3.2Hz, 10Hz에서 거의 0에 가까운 값을 확인 할 수 있으며, 가진 주파수인 5.6Hz에서는 가진력의 크기와 오차가 매우 작아 외란의 영향이 최소화된 힘을 추정했다는 것을 확인 할 수 있었다.

**2.3 실험 및 결과**

수정된 TPA 모델을 에어컨 실외기내부의 압축기 가진력을 추정하는데 적용해 보았다. 압축기의 구동 주파수는 40Hz, 팬의 구동 주파수는 14.06Hz, 실외기의 공진주파수는 26.56Hz인 조건에서 Fig.5와 같이 압축기의 가진력이 Dx, Dy, Sx, Sy, Bz, Fz, Lz 등 7개의 포인트에서 배관 및 바닥판으로 전달된다고 가정하고, 팬의 구동력에 의해서 바닥판을 통해 압축기에 영향을 주는 가속도를 Base 포인트에서 발생한다고 가정하였다. Fig.4 및 Table2는 가진력 Sx, Sy를 TPA 및 수정된 TPA 방법으로 추정된 결과를 보여주고 있다. 결과를 보면 수정된 TPA 방법으로 추정된 Sx, Sy가 팬의 구동 주파수인 14.06Hz

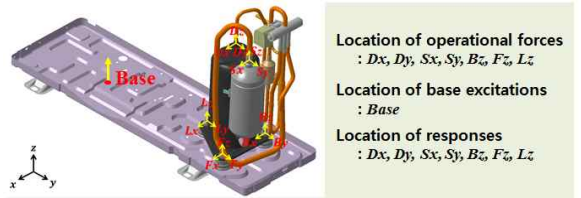
**Table 2** Estimated forces in aircon-outdoor unit

Frequency (Hz)	Estimated Sx(N)		Estimated Sy(N)	
	TPA	Modified TPA	TPA	Modified TPA
14.06	0.206	0.029	0.401	0.0430
26.56	0.174	0.024	0.194	0.013
40	16.530	20.090	19.760	16.880



**Fig. 4** Estimated forces in aircon-outdoor unit

그리고 공진주파수인 26.56Hz에서 기존 TPA 방법에 비해서 1/10배 작은 값을 나타내는 것으로 미루어보아 기존 TPA 방법에 비해서 외란에 의한 영향이 매우 작아진 것을 확인 할 수 있었다.



**Fig. 5** Experimental condition

**3. 결 론**

본 연구에서는 진동/소음 문제를 해결하기위한 필수과정인 가진력 추정을 수행하였다. 기존의 TPA 방법에 외란에 의해 발생하는 가속도항을 Transmissibility를 이용하여 추가함으로써 외란을 제거하지 않은 상태에서도 시스템의 가진력을 더욱더 정확하게 추정 가능함을 확인하였다.

**참 고 문 헌**

- (1) Plunt, J, Finding and Fixing Vehicle NVH Problems with Transfer Path Analysis, Sound and vibration 2005, 12-16
- (2) A.M.R. Ribeiro, J.M.M. Silva, N.M.M. Maia, The transmissibility concept in multi degree of freedom systems, Mechanical Systems and Signal Processing, 15(1), 129-137