

드럼 세탁기 소음원 분석을 위한 TPA 해석

Transfer Path Analysis for analyzing noise source of a front loading washer

김지만* · 정의봉† · 안세진** · 김태형*

Ji-Man Kim, Weui-Bong Jeong, Se-Jin Ahn and Tae-Hyung Kim

분석 결과 다음과 같이 분류 할 수 있다.

1. 서 론

최근 산업사회의 발전으로 사람들의 삶의 질의 향상됨에 따라 모든 기계시스템은 성능의 극대화 및 안락한 생활환경을 보장해야 한다. 하지만 각종 가전제품에서 발생하는 소음으로 인한 소비자의 불만이 증가됨에 따라 소음 저감에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있다. 특히 드럼 세탁기 소음은 주거지역에서의 주요 민원의 대상이 되고 있으며, 이러한 문제를 개선하기 위해서는 소음원의 주요 전달경로를 파악하고 기여도를 정량화, 가시화 하는 것이 중요하다. 기여도 분석을 위해서는 기존 TPA(transfer path analysis) 기법의 경우 전달함수를 직접적으로 구해야 한다. 전달함수를 구하기 위해서는 실제 가진원을 분리한 다음 가진기나 충격해머를 사용하여 관심점(target point)에 대한 전달함수를 구해야 한다. 하지만 실제 구조물의 경우 가진원 분리가 어려울 수 있고 가진기나 충격해머로 가진 하기 위한 공간적 제약이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 작동 중 전달경로 분석법을 이용하였다. 본 연구에서는 작동 중 전달경로 분석법을 드럼세탁기에 적용하여 기여도가 높은 소음원을 분석함으로써 저소음 설계를 위한 개선안을 제시하고자 한다.

- 캐비넷 진동에 의한 소음
- 터브 소음 / 진동에 의한 소음
- 펌프 소음 / 진동에 의한 소음
- 모터 소음 / 진동에 의한 소음
- 드럼 소음 / 진동에 의한 소음

주요 소음원이라고 판단되는 입력(input) 위치에 서 가속도 및 음압의 시간응답을 계측했다. 실험조건은 세탁기의 작동 RPM을 변경시키며 실험했다. 세탁기 정면에서 1m 떨어진 위치에서의 소음을 출력(output) 위치로 측정했다.

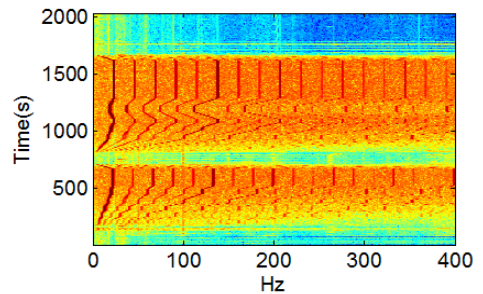


Fig.1 Input Spectrogram of tub mic

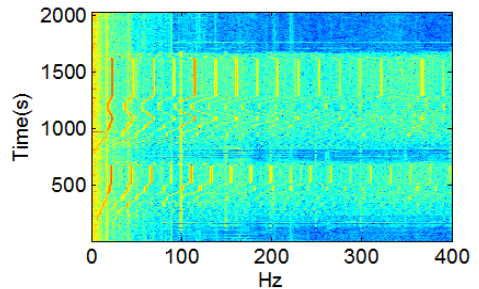


Fig2. Output Spectrogram

2. 작동 중 전달경로 분석법 실험 및 검증

드럼 세탁기의 주요 소음 발생원인은 스펙트럼

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

Fig.1은 여러 입력(input) 신호들 중 터브 소음의 스펙트로그램이다. Fig.2에서 보면, RPM 변화와 상관없이 지속적으로 100Hz에서 신호가 발생한다. 개별 입력(input)에 대한 스펙트럼 분석을 통하여 100Hz의 소음 성분은 펌프소음이라고 판단 할 수 있었다.

vector contribution plot을 통해 total 소음과 각 입력(input) 신호 사이의 내적(inner product) 시켰을 때 크기를 비교함으로써, 기여도를 쉽게 판단 할 수 있다. 100Hz에서의 작동 중 전달경로 분석법 이용한 기여도 분석 해보았으며 펌프 소음이 가장 큰 기여도를 나타내는 것으로 보아 작동 중 전달경로 분석법의 타당성을 검증 할 수 있었다.

3. 소음 기여도 분석

Fig.2에서 실험 대상으로 선택한 드럼 세탁기는 가장 높은 RPM에서 소음이 가장 크게 발생하는 것을 확인 하였다. 그래서 측정된 실험데이터에서 소음이 가장 큰 1382초일 때 기여도를 분석해 보았다. 기여도가 가장 높은 소음원을 분석함으로써 향후 저소음 설계를 위한 개선안을 도출 할 수 있을 것으로 판단된다.

Fig.3은 1382초에서 total 출력(output) 음압에 대한 입력(input) 신호들의 기여도를 그래프로 나타낸 것이다. total 출력(output) 음압을 줄이게 된다면 세탁기의 소음을 크게 줄일 수 있다. 가장 큰 소음은 23Hz와 115Hz에서 발생 하였으며, 두 주파수에 대한 기여도를 vector contribution plot으로 Fig.4와 Fig.5에 나타내었다.

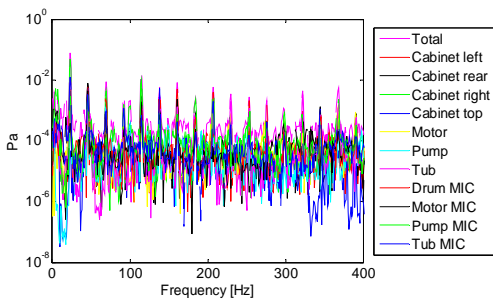


Fig.3 Output Narrowband (at 1382sec)

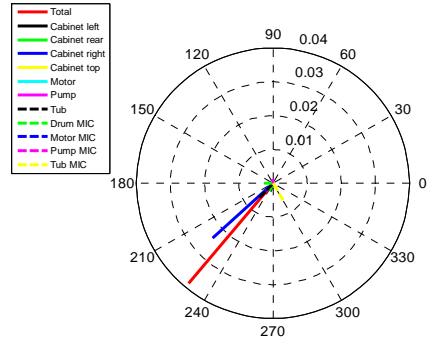


Fig.4 Contribution rate analysis (at 23Hz)

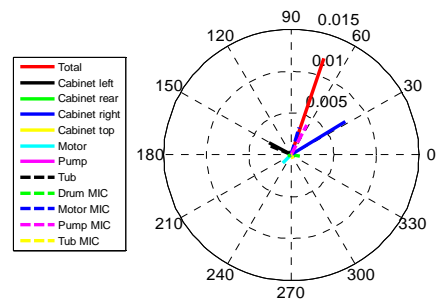


Fig.5 Contribution rate analysis (at 115Hz)

기여도 분석결과 23Hz, 115Hz에서의 캐비넷 오른쪽 면의 진동에 의한 소음이 가장 높은 기여도를 보였다. 세탁기 소음을 줄이기 위해서는 캐비넷 오른쪽 면에 대한 설계 변경이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

1) 작동 중 전달경로 분석법을 이용하여 소음원에 해당하는 입력(input)과 관심 위치에서의 출력(output) 소음을 측정하여 기여도 분석을 하였다.

2) 세탁기 소음은 23Hz와 115Hz에서 가장 큰 소음이 발생하였다. 소음의 기여도 분석 결과를 통하여, 소음 저감을 위해서는 캐비넷 오른쪽 면에 대한 설계 변경이 필요한 것으로 판단된다.

3) 추후 기존의 TPA기법과 작동 중 전달경로 분석법을 비교 분석하고자 한다.