

소음원의 영향을 고려한 드럼 세탁기 세탁 행정의 음질 평가

Sound Quality Evaluation for Laundry Noise of a Drum Washing Machine by Considering Various Noise Sources

김태환* · 정재은* · 정운창* · 이정윤** · 오재웅†

Tae-Hwan Kim, Jae-Eun Jeong, Un-Chang Jeong, Jung-Yun Lee and Jae-Eung Oh

1. 서 론

최근 생활수준이 향상됨에 따라 가전제품이 주거 환경의 음향환경에 크게 영향을 미치는 주요 요인이 되고 있다. 특히 가전제품 중에서 세탁기는 높은 소음을 발생시키는 제품 중 하나로 최근 저소음·저진동에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다^(1,2). 이를 통해 세탁기의 소음이 기준 이하의 낮은 소음 레벨을 만족시키에도 불구하고 사용자들은 소음에 대해 불만을 제기하고 있다. 그에 따라 세탁기 소음에 대하여 단순히 소음 크기만이 아닌 사람의 감성을 고려한 음질 평가 및 분석이 필요하게 되었다.

세탁 행정의 경우 다양한 소음원들에 의해 소음이 발생한다. 이 중 어느 소음원이 가장 음질에 영향을 많이 미치는지에 대해 확인이 필요하다. 이러한 각 소음원들에 의한 음질에 대한 영향을 확인하기 위해선 각 소음원의 영향이 다른 경우의 세탁 음원이 필요하다. 그러나 실제 실험을 통해서 각각의 소음원만의 영향이 부각된 세탁음을 측정하기엔 시간적, 방법적 어려움이 존재한다.

따라서 이번 연구에서는 드럼세탁기를 대상으로 하여 각각의 소음원들을 따로 측정하고 각 소음원들의 소음 레벨을 여러 수준으로 증폭시킨 후 합성하여 각 소음원의 영향을 고려한 가상 세탁음을 제작하였다. 이렇게 제작된 세탁 가상음에 대해 주관적 음질 평가를 실시하고 음질에 대한 각 소음원의 영향을 확인해 보았다.

2. 소음원의 영향을 고려한 세탁 행정 가상음 제작

2.1 소음원 측정 실험

국내에서 판매중인 드럼세탁기 대상으로 실험을 수행하였다. 무향실 조건에서 Microphone은 사용자의 귀 위치를 고려하여 세탁기 정면에서 거리 1m, 높이 1.5m 위치에서 선정된 4 가지 소음원에 대해 측정하였으며 각 소음원별 실험 방법은 Table 1과 같다. 측정 장비는 필러비비엠의 PAK장비를 사용하였으며 뒷면 세탁조 부분에 광센서를 부착하여 Tachometer 신호로 동기화하였다.

측정 결과, 선정된 소음원 중 모터 소음은 overall SPL값이 17.1~19 dBA 정도로 다른 소음원인 낙차음 33.4~36.6 dBA나 물소리 35.6~48 dBA, 순환펌프 소음 31.3~32.9 dBA에 비해 그 크기가 작기 때문에 모터 소음에 의한 음질에 대한 영향은 작다고 가정하여 이번 연구에서는 낙차음, 물소리, 순환펌프 영향에 대해서만 고려하여 가상음을 제작하였다.

2.2 소음원 합성을 통한 세탁 행정 가상음 제작

실험을 통해 얻은 각 소음원들을 실제 세탁시 발생 소음 레벨을 기준으로 하여 3 dBA씩 증폭시켜 소음원별 4 수준으로 가상음을 제작하였다. 낙차음의

Table 1 Methods of measuring sources

소음원	작동 모드	실험 방법
낙차음	시험모드	젓은 타월 5/10/15/20/25 개 세탁
	세탁 rpm 작동	조에 투입 후 세탁 50 rpm 작동
물소리	시험모드	세탁조에 물을 받은 상태(수위 3수준)
	세탁 rpm 작동	에서 세탁 50 rpm 작동
모터소음	시험모드	빈 세탁조에 ub 0/200/400/600 g
	세탁 rpm 작동	부착 후 세탁 50 rpm 작동
순환펌프 소음	시험모드	세탁조에 물이 있는 경우와 없는
	순환펌프 작동	경우 순환펌프 작동

† 교신저자; 정희원, 한양대학교 기계공학부

E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

Tel : (02)2294-8294, Fax : (02)2299-3153

* 한양대학교 대학원 기계공학과

** 경기대학교, 기계시스템공학과

경우 35 dBA를 기준으로 하여 38, 41, 44 dBA의 음을 제작하였고, 물소리의 경우 31 dBA의 음을 기준으로 34, 37, 40 dBA의 음을, 순환펌프 소음의 경우 33 dBA를 기준으로 36, 39, 42 dBA의 가상음을 제작하였다. 그 후, Table 2와 같이 각 소음원 가상음에 실제음을 합성시켜 가상 세탁음을 제작하였다.

3. 세탁 행정 음원의 주관적 음질 평가

3.1 주관적 음질 평가 방법 선정

평가는 청음평가실에서 청력이 이상이 없고 세탁기를 주로 사용하는 30~50대 주부 총 30명 대상으로 한 번에 3명씩 10 그룹으로 나누어 실시하였다. 스피커를 사용할 시 피실험자와의 거리에 의해 기계적 진동 감소와 에너지 왜곡이 생기기 때문에 동일한 조건에서 실험을 진행하기 위해 헤드폰을 사용하여 실험을 진행하였다.

평가 방법은 하나의 음원당 ‘거슬린다’라는 형용사에 대해 7점 척도법으로 평가하도록 한 후, ‘전혀 거슬리지 않다’를 10점, ‘매우 거슬린다’를 1점으로 환산하여 결과를 정리하였다. 평정척도법의 경우 제시되는 처음 음을 기준으로 척도값들을 결정하는 계류효과와 제시된 음원의 레벨 범위안에서 척도값들을 결정하는 문맥효과와 문제가 있기 때문에 이를 방지하여 평가의 신뢰도를 높이기 위해 실제 발생할 수 있는 레벨 범위 안에서의 음원들에 대해 무질서하게 제시하였고 총 2회 반복 시험하였다.

Table 2 Description of virtual laundry noises

음원	설명
1	실제음 (기준음)
2	실제음 + 낙차음 38 dBA (3 dBA 증가)
3	실제음 + 낙차음 41 dBA (6 dBA 증가)
4	실제음 + 낙차음 44 dBA (9 dBA 증가)
5	실제음 + 물소리 34 dBA (3 dBA 증가)
6	실제음 + 물소리 37 dBA (6 dBA 증가)
7	실제음 + 물소리 40 dBA (9 dBA 증가)
8	실제음 + 순환펌프 소음 36 dBA (3 dBA 증가)
9	실제음 + 순환펌프 소음 39 dBA (6 dBA 증가)
10	실제음 + 순환펌프 소음 42 dBA (9 dBA 증가)

3.2 주관적 음질 평가 결과를 통한 세탁 행정 소음원의 음질 영향 확인

주관적 음질 평가를 수행한 결과는 Table 3과 같다. 대부분의 소음원의 레벨이 증가할수록 음질 점수는 나빠지는 것으로 확인된다. 그러나 순환펌프의 경우 일정한 경향이 나타내지 않았다. Fig. 1의 그래프에서 보면 음질평가 점수에는 낙차음에 의한 영향이 가장 크며 물소리는 음질 점수에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 확인된다.

4. 결론

이 연구에서 소음원 영향에 따른 세탁 행정의 음질에 대한 영향을 확인하기 위해 소음원 합성을 통한 세탁 행정 가상음 제작을 이용하여 음질평가를 수행하여 음질 인덱스를 구축하였다.

이 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 소음원을 각각 측정된 후 실제 세탁음에 합성시켜 각 소음원의 영향을 고려한 가상 세탁음을 제작하였다.

둘째, 음질 분석 결과 세탁 행정 소음의 음질에 낙차음이 소비자에게 가장 영향을 미치는 소음원인 것으로 나타났고 물소리는 음질 점수에 거의 영향이 없는 것으로 확인되었다.

Table 3 Result of subjective evaluation

	낙차음	물소리	순환펌프	
Amplify	0 dBA	7.91		
	+3 dBA	7.5	7.96	7.42
	+6 dBA	7.02	7.91	7.86
	+9 dBA	6.94	7.78	7.47

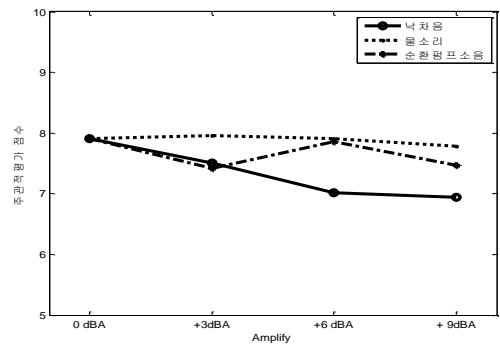


Fig. 1 Result of subjective evaluation according to noise sources