

공동주택 월풀욕조의 소음진동 특성 및 저감 방안

이 병 권[†], 배 상 환

대림산업(주) 기술연구소

The properties of noise and vibration
in Whirlpool bath and plan for its reduction

Byung-Kwon Lee[†], Sang-Hwan Bae

Technology Research Institute, Daelim Industrial CO.,LTD., Seoul 110-732, Korea

ABSTRACT: This study shows work on the properties of noise and vibration in Whirlpool bath and plan for its reduction.. Totally through 3 steps, we found out the properties of noise and vibration, various anti-vibration design for an efficiency test is conducted. By Anti-vibration for the pump causing vibration, about 4dB(A) was reduced. Moreover, by anti-vibration construction fixing the bathtub frame, about 3db(A) could be reduced. In the case of anti-vibration construction about the wall around the bathtub, and spreading damping paint on the bathtub, the noise was reduced.

Key words: Whirlpool bath(월풀욕조), Vibration(진동), Noise(소음)

1. 서 론

고급화되는 아파트 추세에 따라 최근 몇 년 사이에 화장실 관련 제품의 발전은 다른 어떤 부분의 그것과 견주어 볼 때 결코 뒤지지 않는다고 할 수 있다.

위와 같은 발전과 거주자들의 새로운 욕구가 맞물려 화장실에는 스팀샤워기, 비데, 사우나 시설 등이 들어서게 되었으며 월풀 욕조 또한 그 한자리를 차지하고 있다.

특히, 이중 월풀욕조의 경우 다른 설비들과는 달리 펌프라는 기계장치가 설치되는 구조를 가지게 되며 이로인해 세대내에 진동원으로서의 역할을 하게 된다. 그러나 아직까지 기계설비가 포함되는 월풀 욕조에 대한 국내 제조 및 설계에 대한 기술적 기준이 없기 때문에 시공 후 많은 소음 민원이 발생하고 있는 것이 현실이다.

특히 자가세대에서 월풀욕조 사용에는 큰 문제점이 없으나 인접세대, 특히 하부층 세대까지

소음이 전달되고 있으며 40dB(A)이하의 소음도에서도 지속적인 민원이 발생하고 있다.

이러한 배경에서, 이 연구에서는 좀더 쾌적한 환경을 거주자에게 만들어주기 위하여 공동주택의 월풀욕조에 대한 소음 및 전달 특성에 대하여 실험적 방법을 통해 제시하고자 하였으며 적절한 월풀욕조의 방진시공법 및 하부세대에서의 소음 기준을 제시하고자 하였다.

2. 급배수설비소음 기준

급배수설비소음의 경우 그 기준이 명확하게 있는 것이 아니라 권고 수준의 제안값이 있는 정도이다. 이는 일본의 경우도 학회차원에서의 제안값으로 대부분 40dB(A)의 소음 성능수준에서 그 권고를 하고 있다. 국내는 40dB(A) 이하로 대한주택공사에서 권고하고 있으며 일본은 30dB(A)에서 40dB(A)까지 5dB(A)간격으로 등급을 정해 놓고 있다. 다음은 급배수설비소음의 권고값이다.

Table 1 Recommended Standard of the noise

기관	구분	소음레벨	비고
대한주택공사	실내소음	40dB(A)	설계목표
	급배수설비소음	40dB(A)	
일본건축학회	실내소음	특급	우수
		1급	바람직
		2급	대개만족
	급배수설비소음	35dB(A)	
미국ASHRAE		35~45dB(A)	

3. 실험 방법 및 결과

실험은 총 4차에 걸쳐 이루어졌으며 방진 방법 및 욕조고정 방법 등을 다양하게 하여 실험하였다.

1차 실험은 방진 시공에 되지 않은 월풀욕조에 대한 성능을 알아보기 위하여 실시하였으며 2차 실험은 벽체 및 바닥의 방진 방법을 여러형태로 바꾸며 실시하였다. 3차 실험은 욕조의 고정 방법을 바꾸며 실시하는 방법으로 실험을 진행하였으며 4차 실험은 욕조틀과 고정부분을 변경하여 실험하였다.

측정은 B&K Pulse system으로 측정하였으며 5회측정하여 산술평균하였다. 측정시 월풀은 물을 상부 넘침방지용 배수구까지 채웠으며 가동은 최대가동하였다.

측정값은 A-weighting한 수치이며 15초동안의 등가소음도로 하였다.

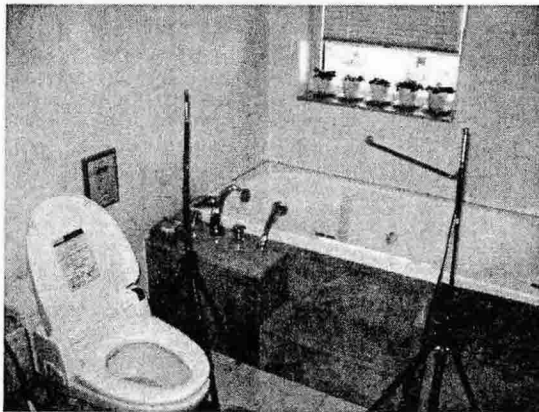


Fig. 1 Sound pressure level measurement

3.1 일반적인 월풀욕조의 소음도

일반적인 월풀욕조의 소음도는 하부세대 화장실에서 상부세대와 측세대의 경우 약 34, 31dB(A)로 나타났으며 하부세대에서는 약 37dB(A)의 성능을 보였다.

하부세대의 소음도가 37dB(A)라는 것은 일반적인 설비소음도 기준인 40dB(A)를 하회하는 것으로 기준은 만족했다고 볼 수 있으나 이렇게 낮은 소음도에서도 소음에 관한 민원은 지속적으로 발생하였다.

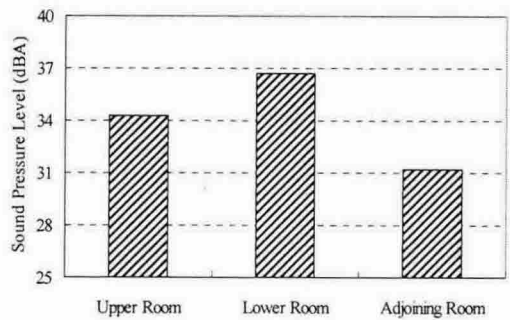


Fig. 2 Sound pressure level of normal whirlpool bath

주파수 특성으로 살펴보면 40~160Hz사이의 저주파의 소음으로 이루어져 있는 것을 알 수 있다.

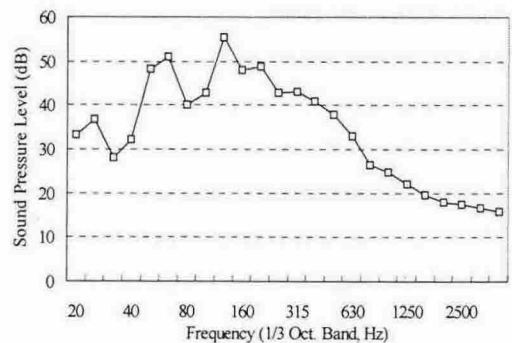


Fig. 3 Frequency Character of normal whirlpool bath

3.2 방진방법별 소음도

40dB(A)를 하회하는 소음도에서도 소음 민원이 발생하는 상황에 대처하기 위하여 최적의 방진방법을 찾기 위하여 2차에 걸쳐 욕조 자체 방진을 변화시키고, 펌프자체 방진 방법을 변화시키며 실험을 진행하였다.

욕조자체의 방진은 욕조를 둘러싸고 있는 바닥, 벽체의 방진을 실시하였으며 욕조지지대의 방진, 욕조와 욕조 고정틀 간의 방진을 변화시키며 소음 성능 변화에 대하여 실험하였다.

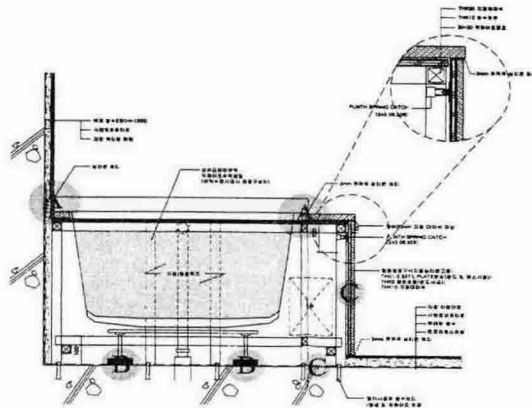


Fig. 4 Example of anti-vibration system for whirlpool bath

A부분은 욕조와 고정틀이 만나는 부분으로 기존은 방진 없이 설치후 실리콘 마감의 시공법을 택하고 있었다.

B부분의 경우 욕조를 지지하는 다리로서 네오프렌 방진을 하였으며 C부분은 EVA제품을 본드로 밀착하여 다소의 제진 및 차음을 구현하도록 하였다.

방진을 달리한 첫 실험의 경우 구형의 펌프 방진시스템을 사용하였다.

바닥방진만 하였을 경우 하부세대에서 약 36dB(A), 지지대, 벽체 방진시에는 35dB(A), 지지대, 벽체, 바닥방진을 모두 하였을 경우에는 34dB(A)의 성능을 보였다.

34dB(A)의 성능하에서도 일부 세대의 경우에는 소음 민원을 요청하였다.

따라서 두 번째 실험에서는 펌프의 방진시스템을 기존 보다 강화하여 펌프의 변위량에 대응할 수 있도록 하여 재실험을 하였다.

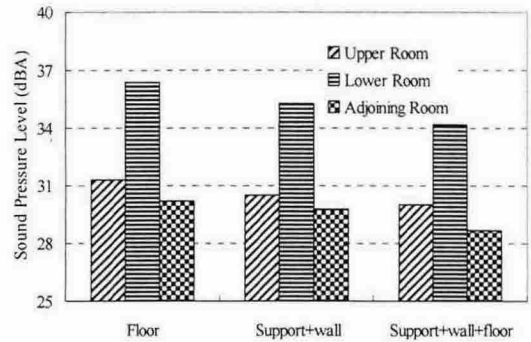


Fig. 5 Sound pressure level with anti-vibration system(1st)



Fig. 6 Installation of anti-vibration system

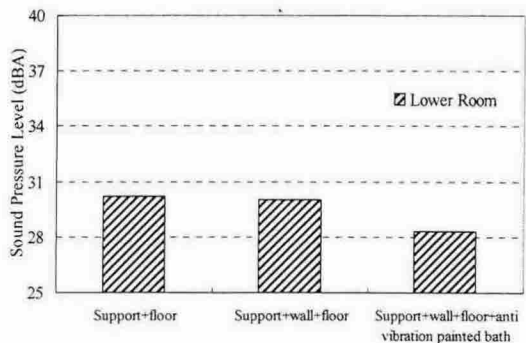


Fig. 7 Sound pressure level with anti-vibration system(2nd)

재실험은 하부세대 소음도만 측정하였으며 추가적으로 욕조에 방진도료를 도포한 경우도 포함하여 실험하였다.

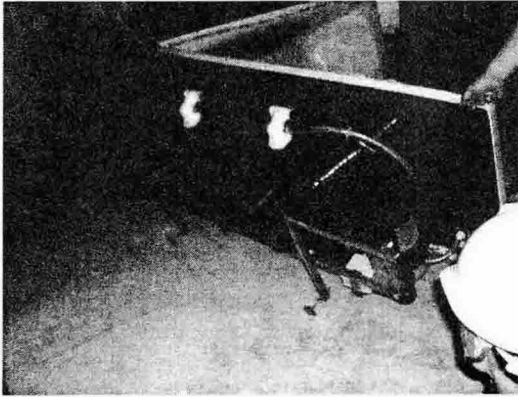


Fig. 8 Anti-vibration painted whirlpool bath

측정결과 펌프자체의 방진을 강화하였을 경우 기존 대비 최대 3~4dB(A)의 저감효과를 보였으며 추가적으로 욕조자체에 방진도료를 도포하였을 경우 약 26dB(A)의 낮은 소음도를 보였다. 새로운 펌프 방진 시스템을 적용하였을 경우 벽체, 바닥, 지지대 방진을 할 경우 약 30dB(A)로 측정되었다.

3.3 욕조틀 고정방법별 소음도

욕조틀을 고정하는 방법에는 크게 철제 프레임을 설치하여 욕조를 설치하는 방법과 벽돌을 쌓아 욕조를 설치하는 방법이 있다.

각각의 욕조틀 고정방법별 소음도를 비교실험하였다.

비교 실험 결과 철제 프레임과 벽돌간의 성능 차이는 발생하지 않았으며 월풀욕조의 정밀한 방진시공에 도움이 되는 고정 방법은 철제 프레임 방식이 방진시공에는 도움이 되는 것으로 나타났다.

3.4 욕조를 틀에 고정하는 방법별 소음도

욕조를 틀에 고정하는 방법은 기존의 경우 틀에 직접 욕조를 맞게 설치하여 실리콘 마감하였다.

그러나 진동의 주된 전달경로가 욕조를 고정하는 틀과 만나는 부분을 통해 이루어지므로 이부분을 방진할 필요가 있게된다.

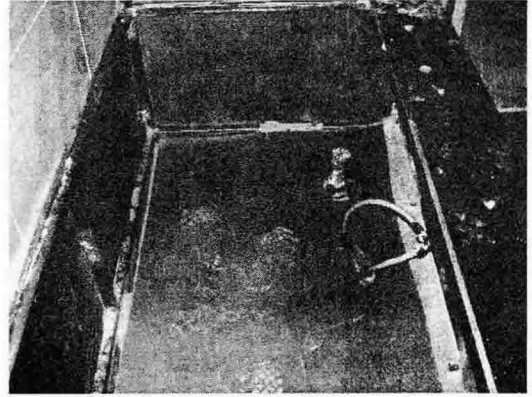


Fig. 9 Whirlpool bath with steel frame

따라서 다음과 같이 5mm의 EVA방진재를 욕조와 틀사이에 넣고 욕조의 하중으로 설치하게 되면 1~2mm 내외로 압축이 되며 이때 밖으로 나온 부분을 커팅후 실리콘 마감하여 시공하였다.

이때의 소음 진동 저감 효과를 살펴보면 약 3dB(A)의 성능 개선을 보였다.



Fig. 10 Concepts of construction

4. 결론

본 연구는 공동주택 화장실에 설치된 월풀욕조에 대한 작동 소음 및 소음 전달정도를 통해 향후 월풀욕조의 시공시 보다 쾌적한 환경을 만들 수 있는 방안을 제시하고자 하였으며 기초적인 사회반응(민원)을 통해 월풀욕조 소음의 기준설정에 기초자료를 제시하고자 하였다.

현장에서 실제 월풀 욕조를 방진시공 후 가동시 측정 및 체험한 결과 소음도가 최저 26에서 30 dB(A)로 나타났으며 가청하기 힘들 정도의 정숙한 소음도를 보였다.

30 dB(A) 내외에서도 정숙한 공간임을 확인할 수 있었으나 하부세대가 아주 정숙할 경우 하부세대 화장실에서는 감지할 수 있었다.

또한, 월플욕조 소음의 경우 30dB(A) 내외에서 민원발생의 지점을 보였다.

결과를 살펴보면 여러가지 타입의 방진 시공 중 지지대 방진, 바닥, 벽면 방진, 욕조 배면 방진도로 도포의 경우 가장 좋은 결과를 보였으며 26 dB(A) 내외의 성능으로서 대부분의 상황에서 만족스러운 소음도를 보일 것으로 사료된다.

단, 본 연구에서는 구체적인 수치로 확인할 수 없었으나 월플욕조의 경우 욕조가 설치된 벽면이 조적벽일 경우 콘크리트로 일체화된 벽보다 진동 발생이 증가하여 하부세대의 소음도가 청각적으로 크다고 판단되었으며 대부분의 민원 발생도 조적벽체에서 발생하였다.

따라서 향후 이러한 부분을 추가적으로 연구할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Park, S. G. and Baik, Y. J., 2005, A case study on the plumbing noise evaluation in apartment houses, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 34, No. 2, pp. 39-46.
2. Baek, E. S., 2004, An experimental study on the noise reduction for apartment bathroom plumbing. Proceedings of the SAREK, pp. 644-649.
3. Korea National Housing Cooperation, Indoor noise criteria of apartment house-sound insulation performance for floor impact noise, KNHC Research report, 90-25, 1990. 12.
4. Korea National Housing Cooperation, Indoor noise criteria of apartment house-water supply and plumbing system in apartment house, KNHC Research report, 91-23, 1991. 12.