

# 화장실 양변기 소음저감 방안

현재 공동주택에서 문제시되고 있는 소음원인 화장실 급배수 설비소음에 대하여 현장측정 결과를 바탕으로 보다 적절한 소음저감 방안을 연구하기 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

정갑철

(주)대우건설 기술연구소(jkc@dwconst.co.kr)

## 평가 기준

국내의 급배수 설비소음 실내허용치에 대해서 건교부에서 1993년에 제정한 공업화 주택 성능인정 세부규정 중 음향성능과 1991년에 대한주택공사에서 제안한 설계 목표치는 표 1 및 표 2와 같다. 그러나 2000년 12월 16일자 C일보에 따르면 서울지법 민사합의 24부는 홍모씨 등 서울 방화동 B 아파트 760세대 주민들이 서울시 도시개발공사를 상대로 낸 손해배상 청구소송에서 피고는 숙면기준 35 dB(A)를 초과하였기에 2억 5천만원을 배상하라는 판결을 내렸다.

일본건축학회에서 제안하고 있는 집합주택의 급배수소음에 대한 기준은 소음원이 되는 각 실(음원세대)에서 발생하는 음이 소음의 영향을 받는 각 실(수

음세대)에서 급배수음이 35 dB(A), N-30 이하가 되도록 제안하고 있다.

## 화장실 배수음 현황

국내 배수 소음레벨 현황 조사를 위해 <VG2 + DRF>이 시공된 서울 S아파트 10개 세대와 <VG2 + 이중곡관>이 시공된 군포 D아파트 3개 세대를 대상으로 화장실 내에서 가장 문제시되는 양변기 소음레벨을 측정하였다. 측정은 배경소음에 대한 영향을 최소화하기 위해 야간시간대(21:00 - 04:00)에 하였으며, 주변 배경소음의 영향이 있을 시에는 배경소음 보정을 실시하였다. 직상세대에서 소음을 발생시켰을 경우 공용 욕실에서 들리는 소음레벨은 S아파트의 경우 기본형 변기에서 51 ~ 52

<표 1> 공업화주택 성능인정 세부기준 중 음향성능

구분	평가 기준	측정방법
급배수설비의 소음방지 성능	급배수설비의 소음이 주택 각 실에 미치는 소음도가 40 dB(A) 이하이어야 한다.	KS A 0701 "소음도 측정방법"에 의한 현장성능 평가

<표 2> 급배수 설비소음 설계목표치(대한주택공사 제안)

음원실	수음실	주피수별 실내허용 소음레벨						평가값
		125	250	500	1 k	2 k	4 k	
인접세대 (상부층)	자기세대 (침실)	53	46	40	38	36	36	N-40 이하 또는 40 dB(A) 이하

dB(A) 정도로 환기팬을 작동하면 이보다 약 3 ~ 5 dB 가량 상승하는 것으로 나타났다. 동시에 거실과 침실에서는 각각 최대 41, 39 dB(A)의 소음레벨을 보여 법원의 판결뿐만 아니라 국내 기준치를 약간 초과하고 있음을 알 수 있다. 또 D아파트의 경우 욕실에서는 47 ~ 49 dB(A) 정도이고 환기팬을 작동하면 약 1 ~ 2 dB 정도 상승하였다. 이를 국내 기준치에 따라 평가하기 위해 거실 및 안방에서 각각 측정해 보면, 거실과 침실에서 최대 39, 34 dB(A)의 소음레벨을 보이는 것으로 나타났다. 결국 배수소음에서 횡지관에 비해 소음에 대한 기여도가 높은 곡관에 이중곡관을 사용함으로써 D아파트의 경우가 S아파트에 비해 상대적으로 소음레벨이 낮게 나타났다. 그림 1은 배수소음에 대한 측정사진이다.



[그림 1] 배수소음 측정



[그림 2] 음원실 음원기

### 실험실 실험

실험실 실험은 (주)대우건설 기술연구소 설비실험동 내에 위치한 화장실 Mock-up room에서 실시하였다. 실험실은 2200×2500×2500<sup>mm</sup> 크기의 상하 2개층으로 이루어져 있고 실내의 배경소음 수준은 30 dB(A)로서 실제 아파트 화장실 内の 배경소음 수준과 대등하다.

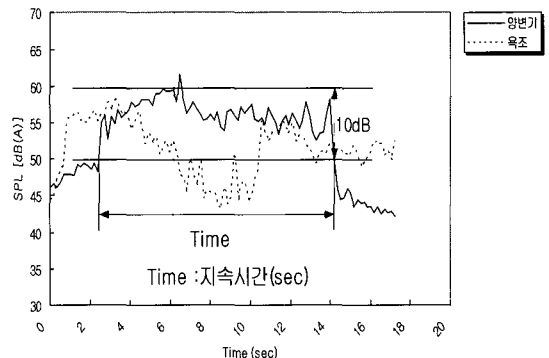
측정에 사용된 측정기기는 다음과 같다.

- Microphone ; Modal Shop Inc., U.S.A
- Signal Conditioner Amplifier ; PCB, U.S.A
- Level Recorder ; LR-06 (RION, JAPAN)
- FFT Analyzer ; SA-27 (RION, JAPAN)
- Calibrator ; NC-73 (RION, JAPAN)

실험대상구조로는 가장 일반적으로 사용되고 있는 일반 배관시스템(VG2 + DRF) 구조와 플라스틱 저소음 배관시스템(A社, B社) 2개구조, 주철 배관시스템(C社)구조의 4가지 구조를 대상으로 실험을 실시하였다. 그림 2는 측정에 사용된 음원실 음원기이다.

### 측정 및 평가방법

측정은 확산음장에서의 직접법으로 하고 확산음장으로 보여지는 장소에 측정대상을 설치하고 실내에 균등하게 분포된 소정의 각 점에서 측정대상음의 각 밴드레벨을 측정한다. 배수량은 양변기의 경우 탱크 내에 표시된 수위선에 맞추고, 세면기는 overflow가



[그림 3] 배수소음 측정시간

생기기 전까지 물을 만수시키며, 욕조는 60 L 정도 되는 지점에 일정량을 맞추어 반복 시험하였다. 측정은 배수관이 설치된 1층에 마이크로폰을 설치하고, 배수와 동시에 소음값을 Level Recorder에 plotting하는 동시에 주파수분석기를 이용하여 배수 지속 시간동안의 에너지 평균값(Power average)을 기록한다. 배수지속시간은 그림 3과 같이 배수소음 시 측정된 최대값보다 10 dB 낮은 값을 유지하는 시간을 말한다.

측정점은 그림 4와 같이 실 중앙을 포함한 대각선 방향으로 3지점에 설치하고 마이크로폰 사이는 500 mm 이격하였다. 또한 마이크로폰 높이는 각각 1100, 900, 700 mm로 설정하고 배수소음을 측정할 수 있도록 설치하였다. 측정은 각 마이크로폰마다 3회 시험을 수행하고 9개의 측정된 값의 에너지 평균값을 취해 그 값을 측정값으로 하였다. 각각의 측정된 값에 대한 에너지 평균값의 계산방법은 다음과 같다.

$$\overline{L_A} = 10 \log \frac{P_{A1}^2 + P_{A2}^2 + \dots + P_{An}^2}{nP_0^2}$$

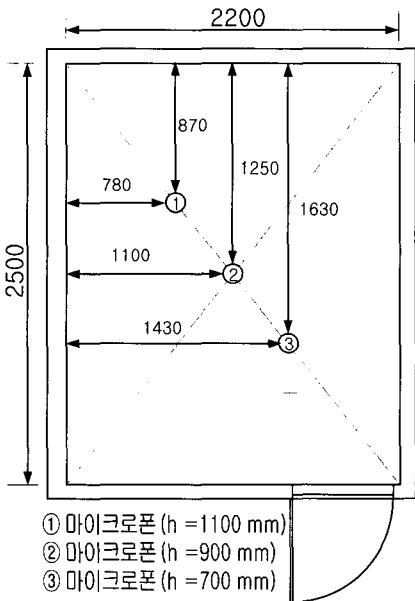
각 점에서 측정된 소음레벨 또는 밴드레벨의 최대치와 최소치의 차가 5 dB 이내인 경우는 다음 식에

따를 수 있다.

$$\overline{L_A} = \frac{P_{A1} + P_{A2} + \dots + P_{An}}{n}$$

### 관 종류에 따른 비교

표 3은 실험에 사용된 4가지 관의 종류에 따른 소음레벨을 나타낸 값이다. 그림 5에서 보는 것과 같이 주철관이 소음의 측면에서 가장 양호한 값을 나타내고 있고 플라스틱 저소음배관, 일반관의 순서로 소음에 효과적인 것을 알 수 있다. 이는 플라스틱 저소음배관이 엘보, 횡지관 등에 저소음 시스템을 도입하여 소음을 저감시켰고, 주철관은 상대적으로 플라스틱 재료의 관에 비해 자체 하중이 크기 때문에 소음의 전달을 억제하는 것으로 판단된다. 특히 공동주택의 화장실에서 가장 문제시 되는 양변기의 경우, 일반관에 비해 플라스틱 저소음배관은 약 7 ~ 10 dB, 주철관은 14 dB의 저감효과를 기대할 수 있다. 그림 5에서 보는 것과 같이 플라스틱 저소음배관은 배수소음의 관심 주파수대역인 중·고주파대역에서 소음저감 효과를 보이고 있고, 주철관은 전 주파수대역에서 소음저감효과를 보이고 있다.

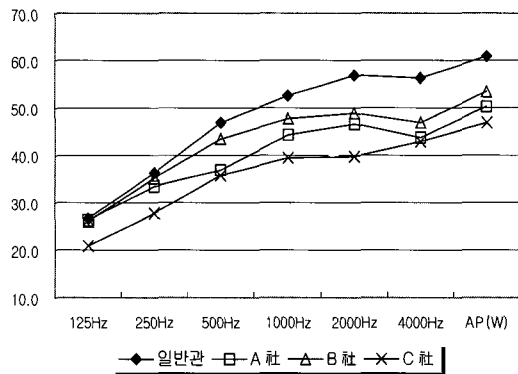


[그림 4] 측정점 위치

<표 3> 관 종류에 따른 소음레벨 [단위: dB(A)]

	일반관	A社	B社	C社
양변기	60.9	50.2	53.4	46.8

\* 일반관: VG2+DRF, A/B社: 플라스틱 저소음배관, C社: 주철관



[그림 5] 관 종류에 따른 주파수특성

결국 소음의 저감 측면에 있어서는 주철관이 가장 효과적이다. 하지만 주철관은 경제성, 시공의 용이성 등의 측면에서는 불리한 것으로 판단된다.

### 관 보온에 따른 비교

현재 공동주택에서 결로방지 및 소음저감의 목적으로 주로 시공되어지고 있는 유리 보온면에 대한 소음레벨을 측정하였다. 그림 6은 보온재의 설치 유무에 따른 주파수 특성을 나타내고 있다. 4000 Hz의 고주파 대역에서는 유리 보온면에 의한 소음 저감효과를 보여주고 있으나 500 ~ 1000 Hz 대역에서는 오히려 보온재에 의해 소음레벨이 증가되고 있

<표 4> 보온재의 시공에 따른 소음레벨 [단위: dB(A)]

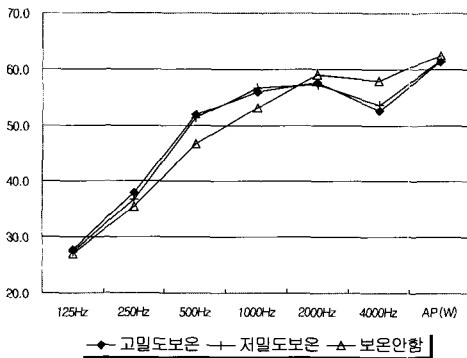
	일반관			A社	
	고밀도	저밀도	보온안함	고밀도	보온안함
양변기	61.3	61.5	62.6	47.6	50.2

<표 5> 입상관 길이에 따른 소음레벨

[단위: dB(A)]

입상관 길이	일반관			A社			C社		
	150	600	900	150	600	900	150	600	900
양변기	62.6	63.6	63.9	50.6	52.9	51.9	42.4	45.3	45.3

\* 일반관: VG2+DRF, A社: 플라스틱 저소음배관, C社: 주철관



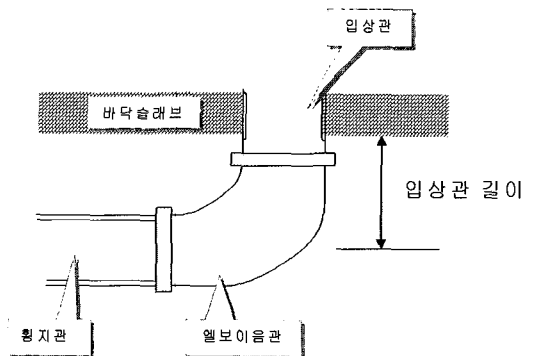
[그림 6] 관 보온에 따른 주파수특성

음을 알 수 있다. 즉, 보온재를 시공함으로써 문제가 되는 주파수대역은 낮아지고 있으나 전체적인 소음 저감 효과는 크지 않은 것으로 나타난다. 표 4에서와 같이 보온재의 설치에 따라 양변기의 경우 1.3 ~ 2.6 dB 정도의 개선효과를 보이고 있다.

### 관 높이에 따른 비교

현재 주상복합 건물 등에서는 오피스텔의 재건축 등에 따라 천장공간이 높아지고 이에 따라 입상관의 길이 등도 늘어나는 경향을 보이고 있다. 따라서 본 절에서는 입상관의 길이를 조절함으로써 측정지점에서의 소음레벨 변화를 살펴보고자 한다. 그림 7은 배관시스템의 구조를 나타내고 있다.

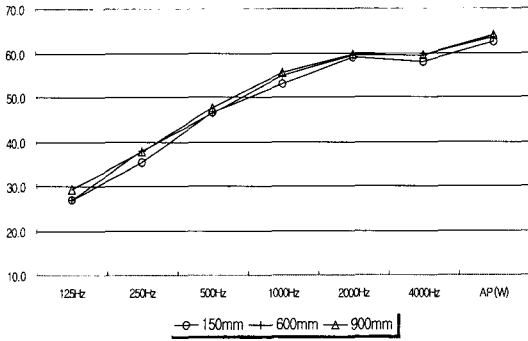
표 5는 입상관 길이에 따른 소음레벨을 나타내고 있다. 입상관의 길이가 길어짐에 따라 소음레벨이 커짐을 알 수 있다. 이는 입상관의 길이가 길어질수록 배관시스템이 측정지점에 근접하게 되고 엘보 이음관에 배수에 따른 충격력이 크게 작용하기 때문이다. 특히 슬래브에 가장 근접해 있는 150 mm의 경



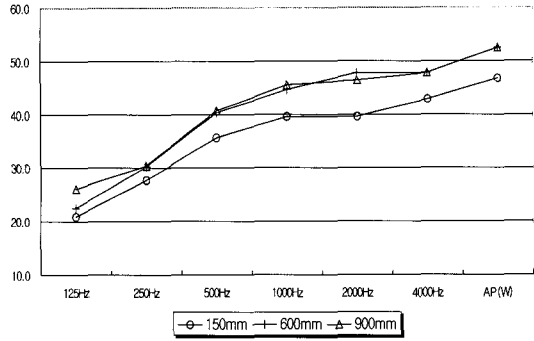
[그림 7] 측정 배관시스템



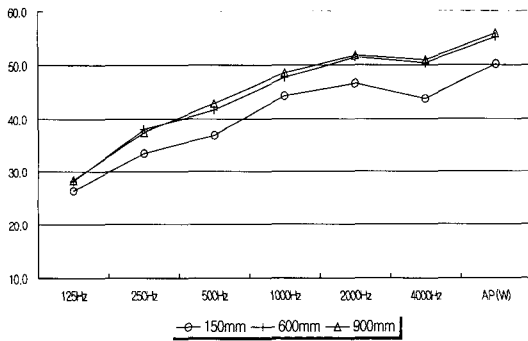
## 화장실 양변기 소음저감 방안



[그림 8] 입상관 길이에 따른 주파수특성(일반관)



[그림 10] 입상관 길이에 따른 주파수특성(C社)



[그림 9] 입상관 길이에 따른 주파수특성(A社)

우는 600, 900 mm에 비해 측정지점과 배관시스템이 상대적으로 많이 이격되어 있고 슬리브에 엘보가 직

접 연결되므로 소음레벨이 낮음을 알 수 있다. 그림 8~10은 각각 일반관, 플라스틱관, 주철관 양변기에서의 주파수특성을 나타내고 있다. 입상관의 길이가 달라지더라도 주파수 형태는 변하지 않고 전체적으로 비슷한 주파수특성을 보이면서 소음레벨이 달라짐을 알 수 있다. 특히 일반관에서는 높이차에 의한 소음레벨 변화량이 1 ~ 1.3 dB로 매우 작지만, 플라스틱관인 그림 9와 주철관인 그림 10에서는 5 ~ 6 dB의 소음레벨 변화를 보이고 있다. 결국 같은 층고에서 배관시스템이 거주공간에 근접할수록 소음측면에 있어서는 불리하기 때문에 천정공간이 높은 곳에서의 배관을 설치할 경우는 저소음배관 설치 등의 주의가 필요함을 알 수 있다. (●)