

# 급배수 설비소음 평가방법 선정을 위한 실험적 연구

## An study on the Noise rating of water supply and drain installations in apartment bathroom

이 태 강\*      고 광 필\*\*      최 은 석\*\*\*      김 항\*\*\*\*      김 선 우\*\*\*\*\*  
 Lee, Tai-Kang      Ko, Kwang-Pil      Choi, Eun-Seok      Kim, Hang      Kim, Sun-Woo

### Abstract

This study aims to propose appropriate evaluating method of noise emission from water supply and drain installations in apartment bathroom. The measurement procedure of water installations noise in apartment bathroom were established, so it is necessary to provide the evaluating method and criteria to improve the sound insulation performance of the apartment and to reduce the apartment dweller's dissatisfaction with the noise. Thus, this study reviewed the standards and evaluating methods about the water supply and drain installations noise of many other country. After measuring the noise emission from the installations in many apartment bathroom, The noise were evaluated dB(A), N, NC index, To induce the appropriate method, the coefficient of the correlation among the evaluated numbers were analyzed. As a result, the dB(A) method is most easy to evaluating and very high correlated with N and N index, So the dB(A) method is suitable to be adopted KS evaluating procedure of noise emission from water installations in apartment bathroom.

키워드 : 공동주택, 한국산업규격, 급배수설비소음, 소음평가

Keywords : Apartment house, Korean Standard, Noise emission from water supply and drain installations, Noise Rating

### 1. 서 론

생활의 질 향상에 따라 쾌적한 음 환경에 대한 거주민의 요구는 날로 증가하고 있는 상황이다. 특히 벽과 바닥을 인접세대와 공유해야하는 공동주택에서는 이웃으로부터 들리는 생활 소음 중 바닥충격음 다음으로 급배수 계통의 설비소음에 대한 지적율이 높은 비중을 차지하고 있다. 이러한 공동주택의 설비소음은 설비 계통 진동의 구조체 전달과 직하층 욕실 전달특성 등의 요인에 의해 수음자의 심리를 자극 불쾌감을 가중시키는 요소를 지니고 있어 단순한 소음의 량으로 판단하기 어려운 측면이 있다.

이러한 소음에 대한 문제를 해결하기 위해서는 소음피해에 대한 실태의 파악 및 소음 평가와 더불어 소음원 및 경로대책 등에서 대책을 세우는 것이 일반적인 소음 저감 대책이라 할 수 있다.

그러나 국내에서는 아직 공동주택 급배수 소음에 대한

측정방법이라 할 수 있는 KS F 2870(공동주택 욕실 급수 설비소음 측정방법)과 KS F 2871(공동주택 욕실 배수음 측정방법)만이 제정되어 운영되고 있을 뿐 이에 대한 평가방법과 기준이 제정되어 있지 않아, 소음 대책 및 민원 분쟁 해결에 어려움이 많은 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내 공동주택 욕실 급배수 설비소음 평가방법과 그 기준을 제정하기 위한 기초적인 연구로서 국내외 급배수 설비소음 평가방법과 기준을 고찰하고, 국내 공동주택의 욕실 급배수 설비소음 실태 파악한 후, 급배수 설비소음 평가척도의 상관성 비교를 통해 국내 실정에 적합한 평가척도를 도출하여 국내 공동주택 욕실 급배수음의 평가방법 설정 방안을 위한 기초적 자료를 제공하고자 한다.

### 2. 이론적 고찰

#### 2.1 국내 급배수 설비 소음 관련 기준

##### (1) 측정방법

KS F 2870(공동주택 욕실 급수 설비소음 측정방법)과 KS F 2871(공동주택 욕실 배수음 측정방법)이 2006년도에 제정되어 공동주택 욕실에서의 각종 급배수 기기로부터 발

\* 주저자, 교신저자, 정회원, 전남대 건축과학기술연구소 선임연구원 공학박사 (leetaigang@hanmail.net)  
 \*\* 정회원, 조선이공대 교수  
 \*\*\* 정회원, 전남대학교 대학원 석사과정  
 \*\*\*\* 정회원, 전남대학교 대학원 박사과정  
 \*\*\*\*\* 정회원, 전남대학교 건축학부 교수, 공학박사  
 이 논문은 2006도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업(바이오후유정연구사업단)의 지원에 의한 연구결과임

생하는 소음이 실내에 전달되는 정도를 현장에서 측정하는 방법을 규정하고 있다.

또한 급수 기기 자체에서 발생하는 소음을 측정하기 위한 규격으로 실험실 시험 측정방법이 KS F ISO 38222-1 ~ KS F ISO 3822-4(급수기기 발생소음 실험실 시험 측정방법)가 제정되어 운용되고 있다.

(2) 국내 급배수소음에 관한 차음성능 기준

주택건설등에관한규정 제 13조의 “공업화주택 성능 및 생산기준”에 “바. 음환경 성능”의 급·배수설비의 소음방지 성능에 “한국산업규격이 정하는 소음도 측정방법(KS A0701)에 의하여 측정하되, 급·배수설비의 소음이 주택 각실에 미치는 소음도가 40dB(A)이하이어야 한다.”고 규정하고 있다.

그러나 관련 측정규격이 폐지되었고 이 규격의 기준을 공업화주택 이외의 주택에 적용하는 것은 불합리할 것으로 보인다. 따라서 우리나라에는 아직 급배수 설비소음에 대한 관련 규정이 거의 미비한 상태라고 할 수 있다.

2.2 국외 급배수 소음 관련 기준

(1) 일본

측정방법에 관한 기준으로는 일본 건축학회 권장 규준인 “建築物の現場における室内騒音の測定方法”이 제정되어 건축물 부속된 설비기기류에서 실내에 발생하는 소음 및 교통소음과 공장소음 등의 외부로부터 실내로 투과하는 소음의 현장 측정방법에 대해 규정하고 있다.

또한 집합주택에서의 소음 및 실내 급배수 소음에 대한 평가와 등급별 소음레벨은 표 2과 같이 규정하고 있다.

표 2. 일본의 급배수 및 실내소음 기준

구 분		소 음 레 벨		비 고
일본 건축학회	실내소음	1급	35 dB(A), N-35	차음성능상 우수
		2급	40 dB(A), N-40	차음성능상 표준상태
		3급	45 dB(A), N-45	차음성능상 약간 열악
	급배수 설비소음	35 dB(A), N-35	집합주택 차음설계 기준	

(2) 미국과 구미

미국과 구미에서는 NC 및 RC값에 의한 평가가 널리 이용되고 있으며, ASHRAE(미국냉난방공기조화협회)의 권장 설계기준은 표 3과 같고, 실내 소음 평가척도간 등급을 비교한 결과는 표 4와 같다.

이상과 같이 일본을 비롯한 구미 여러 나라에서도 급배수 설비소음의 기준 및 평가방법은 대체로, dB(A)와 NC, RC 값이 주로 사용되고 있음을 알 수 있어 국내의 평가방법 제정을 위해서는 이에 대한 고려 및 검토가 필요한 것을 사료된다.

표 3. ASHRAE 권장 실내소음 설계 기준

실 용 도	dB(A)	NC값
<b>주택</b>		
단독주택(교외)	25-35	20-30
단독주택(도시)	30-40	25-35
아파트, 연립주택	35-45	30-40

표 4. 실내소음 평가 척도간 등급비교

dB(A)	평가량		비고
	NC	RC	
25-30	20	20	very quite
30-35	25	25	
35-40	30	30	quite
45-50	35	35	
45-50	40	40	moderately noisy
50-55	45	45	
55-60	50	50	noisy
60-65	55	-	
65-70	60	-	very noisy

(David A.Bies and Colin H.Hansen, Engineering Noise Control, Department of Mechanical Engineering, University of Adelaide, 1988, pp 88 ~ 89

2.3 실내 소음 평가방법에 관한 고찰

실내 소음의 평가 요구 항목은, 회화 방해, 시끄러움, 수면방해 등 다양하고, 대응하는 소음평가법은 L.L. Beranek에 의한 loudness와 회화 방해 레벨(SIL)을 기본으로 한 접선법의 NC(1957)에 의해서 일단의 완성을 보게 되었다. NC는 후에 PNC(1971)로 개선되어, 새로운 비접선법 NCB(1981)로 발전되었다. 한편에서는 W.E.Blazie에 의해서 NC와는 다른 자연스러운 음질로부터 RC(1981)이 제안되어 RCmarkII(1998)로 개정되었다.

일본에서는, 일본건축학회에 의해서 NC에 해당하는 접선법의 소음평가법으로서 N(1979)이 제안되어, 1999년에는 평가곡선이 개정되었다.

이러한 실내 소음 평가법은 공기조화(HVAC) 시스템의 정상소음을 대상으로 해서 연구되었던 역사가 있고, 옥타브 분석에 의해 접선법의 NC, PNC, N과 음질평가를 기본으로 하는 비접선법의 NCB, RC, RCmarkII로 대별할 수 있다.

이들 가운데 대표적인 실내소음 평가법을 비교한 것이 그림 1과 표 5이다.

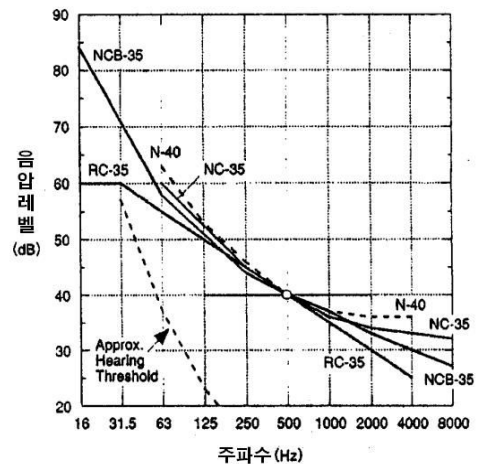


그림 1. 소음평가곡선의 비교(500Hz 대역 기준)

1) 中川 清, 音響技術(日本音響材料協會), 2002. 6. No.118

표 5. 실내평가법의 비교

소음평가법	제안연도	제안자	평가곡선의 base	평가 process의 기본	주파수 범위	음질평가	비고
dBA	-	-	Loudness	소음계에 의해 결정	31.5~8kHz (JIS C 1502)	불가	변동소음의 기본 평가량
NC	1968	L.L. Beranek	구 SIL	접선법	63~8kHz	가능 (Rumble, Hissy)	원안은 1957년
NCB	1981		SIL, Loudness	SIL(500, 1k, 2k, 4k의 산술평균치)	16~8kHz	가능 (Rumble, Hissy) 경량부위의有感진동 평가가능	NC의 개선 평가법
RC	1981	W.E. Blazie Jr.	자연적인 Balace 음질 -5 dB/Oct.	500, 1k, 2k의 산술평균치	16~4kHz	가능 (Rumble, Hissy) 경량부위의有感진동 평가가능	RC의 개선 평가법
RCmark II	1997						
N <sub>1999</sub>	1999	일본 건축학회	역 A특성	접선법	63~4kHz	불가	원안은 1971년

(1) NC(Noise Criteria)

NC는 L.L. Beranek(1957)에 의해 Loudness(S.S.Stevens의 Mark 1)과 구 회화방해 레벨을 고려해서 제안하여, 널리 보급되었다. 평가 프로세스는 접선법(Tangency rating method)이고, 옥타브 음압레벨을 평가곡선에 적용해서 최대치에 일치하는 평가곡선으로 결정된다. NC곡선은 1968년에 63 Hz ~ 8 kHz 대역으로 분할하는 새로운 규격으로 변경되었다. 그 후 Beranek에 의해서 NC곡선을 63 Hz와 8 kHz 밴드로 확장하고, 청감실험에 의해 주파수 발란스를 개선한 PNC곡선(1977)이 제안되었지만, 곡선의 불규칙성과 스펙트럼의 불만으로 널리 보급되지 못하였다.

(2) NCB(Noise Criteria Balanced)

NCB는 L.L.Beranek(1989)에 의해서 ANSI의 SIL(500, 1k, 2k, 4k의 산출평균)과 Loudness를 기본으로 제안되었다. NCB곡선(그림 3)은 음질(rumbly, hissy)을 고려하여, NC곡선과 비교해서 저음역(16 Hz와 31.5 Hz)까지 확장함과 더불어 고주파수 (8 kHz)의 허용레벨을 낮게 설정하였다. 평가 process는 SIL을 구하는 것을 기본으로, NCB 곡선으로부터 주파수 Balance가 벌어진 음질(저음역의 rumble, 고음역의 hissy)과 함께 경량벽과 천정구조에 생긴 저음역의有感振動을 평가한다.

(3) RC(Room Criteria)

RC는 W.E.Blazie(1981)에 의해서 공조시스템의 소음평가 방법으로서 제안되었다.

RC 곡선은 자연스럽게 들리는 스펙트럼으로서 -5dB/Oct.를 이용하였고, NC곡선과 차이는 저음역(16 Hz와 32 Hz)에 확장한 것과 고음역의 허용 레벨이 낮게 설정되었다는 것이다. 평가 process는 500Hz, 1 kHz, 2 kHz의 3개 대역 산술평균치를 구해서, 1 kHz가 그 값을 지나는 -5 dB/Oct.의 RC 곡선을 그린다. 설계목표로서 음질상의 최적 조건을 만족하는데는 RC곡선으로부터의 편차를 ±2 dB 범위에 있을 필요가 있고, 저음역에서는

+5 dB를 초과하는 경우는 Rumble, 고음역에서 +5 dB를 초과하는 경우에 Hissy로 한다.

RCmark II(1981)은 RC의 개정 평가법으로, ASHRAE 위원회의 활동결과로부터 Blazie에 의해서 제안되었다.

(4) N

N(1979)는 NC에 상응하는 접선법의 소음평가법으로서 건축학회에 의해 제안되었다. N 곡선은 63 ~ 4 kHz 범위에서 설정되어 N-35 이상은 역 A 특성, N-35 이하는 역 A특성과 비교해서 저음역에서는 높고, 고음역에서는 낮게 설정되었다.

N 곡선은 1997년에 완전히 역 A 특성곡선에 맞도록 개정되어 실 용도별 적용등급이 N과 소음레벨(dBA)로 표시되었다. NCB, RC 등의 평가곡선과의 비교로부터(그림 1), 저음역과 고음역의 허용레벨은 N이 가장 높은 특징을 지니고 있다.

3. 공동주택 옥실 급배수 설비소음 실험

3.1 실험방법

공동주택 급배수 설비소음 측정방법은 KS F 2870 및 KS F 2871에 준하여 통상 사용 상태 하에서의 입주 직전 아파트 옥실을 대상으로 측정하였다.

측정시 마이크로폰은 옥실공간의 크기로 인해 벽 또는 주요 반사면으로부터 0.75m 이상 이격시키고, 바닥 위 1.2m 높이에서 3번 이상 측정하는 것을 원칙으로 하고, 당해 층 옥실과 아래층 옥실에서 발생소음을 측정하였다.

측정에 사용된 기기는 Realtime Frequency Analyzer (01dB-Symphone Software)와 2ch 1/3 Octave Band Real Time Analyser (RION SA - 30)를 이용, 음원실과 수음실에서 동시에 하였으며, 측정주파수 범위는 1/3 옥타브 밴드의 50~5000 Hz 주파수 대역의 음압레벨을 측정하였다.

한편 실험대상 아파트는 19평형으로 평면은 그림2와 같고, 욕실 배수는 섹스티아 방식을 택하고 있었다.

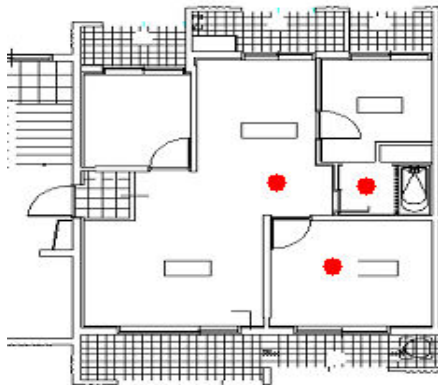


그림 2. 실험 대상 아파트의 평면도

### 3.2 실험내용

급배수 설비소음에 영향을 미치는 요인 중에서 가장 크게 영향을 미치는 것은 급수압으로 대부분의 공동주택의 급수압은 과도한 급수압력을 제한하기 위한 방안의 하나로 감압밸브를 사용하여 각 세대별 급수 압력이 2.5 ~ 3.0kg/cm<sup>2</sup> 정도가 되도록 조정하고 있다.

따라서 본 연구에서는 급수압과 기기의 종류에 따른 소음도를 분석하고자 세정밸브의 최소 압력기준인 0.7kg/cm<sup>2</sup> 을 기준으로 1kg/cm<sup>2</sup> ~ 4kg/cm<sup>2</sup>의 범위에서 계량기 함에 감압밸브를 설치조정하면서 세면기 및 대변기를 교체하면서 그 수압 변동에 따른 급배수 소음도를 측정 하였다.

표 6는 본 연구에서 사용한 세면기 수전, 변기의 종류를 정리한 것이다.

표 6. 실험 대상 대변기 및 수전

종류	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
대변기	사이폰식 분리형 (C-407)	사이폰식 일반형 (C-551)	사이폰 보텍스식 (C-605)	사이폰식 일체형 (C-950)
수 전	원터치형	가로꼭지형 (재래식)	지팡이형	

또한 실제 입주를 직전의 아파트를 대상으로 급배수 설비소음의 실태조사를 위해 고층(13층), 중층(6층), 저층(3층)의 욕실 급배수음과 직하층 수음실의 소음 뿐만 아니라, 배수관 재료 및 보온관의 종류에 따른 소음을 측정 하였다.

## 4. 급배수 소음 측정 분석 및 평가

### 4.1 대변기 급배수 소음특성

4종류의 대변기를 대상으로 급배수시 발생하는 소음을 음원실에서 측정한 결과는 그림 3과 같다.

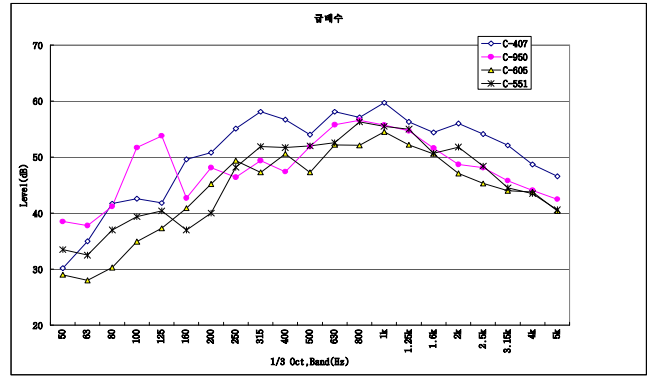


그림 3. 대변기 급배수 소음특성

4가지 종류의 변기 급배수 소음은 급수와 배수가 동시에 이루어지는 특성으로 인해, 저음역의 배수소음과 중고음역의 급수소음으로 인한 레벨이 크게 반영되고 있음을 알 수 있다. 특히 500Hz 이하 저음역대의 소음레벨이 상대적으로 높은 이유는 주로 배수시 배수 시작과 더불어 와류가 형성되는 대변기 자체의 진동에 기인한 것이라 사료된다.

또한 4가지 변기 중에서는 사이펀 보텍스식 C-605 변기가 낮은 값을 보이고 있는 반면에 사이펀식 분리형 C-407의 급배수 소음이 높은 값을 보이고 있어 소음조절 측면에서 사이펀 보텍스식 변기가 유리하다는 것을 확인할 수 있다.

### 4.2 세면기 소음특성

세면기는 대변기와 달리 급수 및 배수가 명확히 구분되어 이루어진다. 이 급수와 배수에 따른 소음특성을 파악하기 위해 원터치식 수전이 설치된 세면기의 급수 및 배수 소음을 측정하여 분석한 결과는 그림 4와 같다.

세면기 급수소음은 수전으로 분사되면서 발생하는 소음과 세면대와 충돌하면서 나는 소음 그리고 수면에 부딪히는 소음 등으로 중고음역에서 40 dB 이상의 높은 소음레벨을 보이고 있다. 이에 반해 세면기 배수 소음은 배수 말기의 와류음으로 인해 저음역의 소음이 60dB 정도의 높은 레벨을 보이고 있으며, 고주파수에서는 낮은 레벨 분포를 보여 급수소음과는 다른 소음특성을 지니고 있음을 알 수 있다.

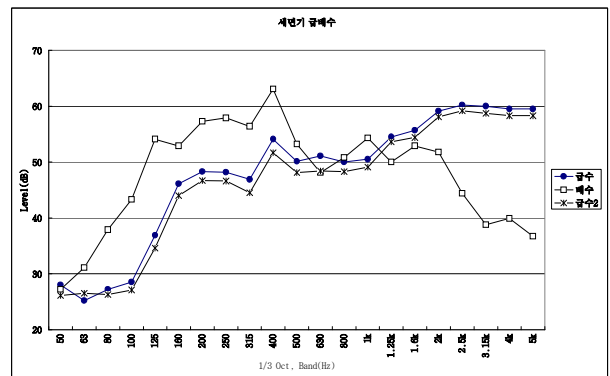


그림 4. 세면기의 급수 및 배수소음

**4.3 급배수 설비소음 평가**

국내의 실내소음 기준 및 평가방법으로서는 인간의 청감을 고려한 dB(A)와 N, NC 등의 평가방법이 주로 사용하고 있음을 알 수 있었다.

본 장에서는 급수압 변화 및 기기의 종류에 따른 급배수 설비소음을 각 평가방법에 의해 평가하여 그 소음수준을 비교 분석하고자 한다.

(1) 급수압 변화에 따른 대변기 소음 평가

급수압의 변화에 따른 4 종류의 대변기에 대한 소음을 측정하여 dB(A)로 평가한 결과는 다음과 같다.

표 7. 대변기 소음의 dB(A) 평가

측정 장소	급수압 kg/cm <sup>2</sup>	종류			
		C-407	C-551	C-605	C-950
음원실	4.0	60.9	59.4	55.9	60.0
	3.0	58.6	55.2	51.8	55.0
	2.0	57.3	52.9	47.8	50.5
	1.5	55.9	48.6	43.7	46.9
	1.0	47.2	46.1	42.0	45.2
수음실	4.0	32.8	26.6	28.9	26.1
	3.0	29.4	25.7	25.9	26.9
	2.0	28.6	20.2	22.1	20.5
	1.5	27.6	24.5	23.5	24.5
	1.0	25.7	20.7	22.4	23.3

음원실의 변기 급수음의 경우, 음원실에서는 42 dB(A) ~ 61dB(A)로 높게 나타나고 있으나 수음실에서는 20.7 ~ 32.8dB(A) 범위의 정온한 소음도로 평가할 수 있으며, 수음실에서는 사이폰식 분리형(C-407)을 제외하고는 기기별 차이가 크게 나타나지 않고 있음을 알 수 있다.

급수압에 따른 소음도 차이는 급수압 1.0kg/cm<sup>2</sup>에 인 경우와 4.0 kg/cm<sup>2</sup> 비교시 음원실에서는 13 ~ 15 dB(A), 수음실의 경우에는 약 6 ~ 7dB(A) 차이를 보이고 있고, 급수압 증가와 더불어 소음이 증가됨을 알 수 있어, 대변기 소음 저감을 위해서는 기구 최저 수압을 고려한 적절한 급수압 조절이 있어야 할 것으로 판단된다.

표 8. 대변기 소음의 NC 평가

측정 장소	급수압	종류			
		C-407	C-551	C-605	C-950
음원실	4.0	NC-55	NC-55	NC-50	NC-55
	3.0	NC-55	NC-50	NC-45	NC-50
	2.0	NC-50	NC-45	NC-40	NC-45
	1.5	NC-40	NC-45	NC-40	NC-45
	1.0	NC-45	NC-40	NC-35	NC-40
수음실	4.0	NC-30	NC-20	NC-25	NC-20
	3.0	NC-20	NC-20	NC-20	NC-25
	2.0	NC-20	NC-15	NC-15	NC-15
	1.5	NC-20	NC-20	NC-15	NC-20
	1.0	NC-20	NC-15	NC-15	NC-15

한편 변기 종류의 차이는 사이폰식 분리형(C-407)의 경우에 음원실과 수음실 모두 가장 높은 값을 보이고 있는데 반해, 사이펀 보텍식(C-605)의 소음도는 음원실에서, 사이폰식 일반형(C-551)이 수음실에서 가장 낮은 값을 지닌 것으로 평가할 수 있다.

대변기 소음을 측정하여 NC로 평가한 결과는 표 8과 같다. 평가결과 음원실에서는 NC-35 ~ NC-50, 수음실에서는 NC-15 ~ NC-30 범위로 평가되었다.

급수압에 따른 NC지수의 차이는 음원실에서 10 ~ 15, 수음실의 경우에는 약 5 ~ 10 차이를 보이고 있으며, dB(A) 평가결과와 유사하게, 수음실에서는 사이폰식 분리형(C-407)을 제외하고는 기기별 차이가 크게 나타나지 않고 있음을 알 수 있다.

대변기 소음에 대한 N곡선 평가 결과는 표 9와 같다.

표 9. 대변기 소음의 N 평가

측정 장소	급수압	종류			
		C-407	C-551	C-605	C-950
음원실	4.0	N-60	N-60	N-55	N-60
	3.0	N-55	N-55	N-50	N-55
	2.0	N-55	N-50	N-45	N-50
	1.5	N-55	N-45	N-40	N-45
	1.0	N-45	N-45	N-40	N-45
수음실	4.0	N-30	N-25	N-25	N-20
	3.0	N-25	N-25	N-20	N-25
	2.0	N-25	N-20	N-20	N-20
	1.5	N-25	N-20	N-20	N-20
	1.0	N-20	N-20	N-20	N-20

대변기 소음을 N 값으로 평가한 결과, 음원실의 변기 급수음의 경우, 음원실에서는 N-40 ~ N-60으로 나타나고 있으나 수음실에서는 N-20 ~ N-35로 평가할 수 있다. 또한 앞의 두 평가방법에 의한 평가결과와 유사하게 수음실에서도 사이폰식 분리형(C-407)을 제외하고는 기기별 차이가 크게 나타나지 않고 있음을 알 수 있다.

(2) 급수압에 따른 세면기 소음평가

대변기와 같이 세면기는 원터치식 수전을 비롯한 3가지 종류의 수전을 선정 그 급수 압력 변화에 대한 세면기 소음을 측정하고 평가하였으며, dB(A)로 평가한 결과는 표. 10과 같다.

소음이 발생하는 음원실에서는 세가지 수전의 소음은 59.5 ~ 72.4dB(A)로, 수음실에서는 25.1 ~ 33.5dB(A)로 나타나 세면기가 대변기보다 높은 소음을 발생시키고 있음을 알 수 있다. 또한 대변기와 유사하게 수압의 상승으로 인해 기기 및 수면 층 돌음이 증가되어 소음도가 높아져서 급수압 1.0kg/cm<sup>2</sup>에 인 경우에 비해 4.0 kg/cm<sup>2</sup> 시 12dB(A) 차이를 보이고 있다.

또한 기기별 소음도를 분석한 결과 재래식 수전인 가로꼭지형이 가장 높은 소음을 발생하고 있어 원터치식과 지팡이형이 소음저감 측면에서 더 유리하다고 할 수 있다.

표 10. 세면기 수전 소음의 dB(A) 평가

측정장소	급수압 kg/cm <sup>2</sup>	종류		
		원터치형	지팡이형	가로꼭지형
음원실	4.0	71.7	70.5	72.4
	3.0	66.9	68.9	71.7
	2.0	64.1	65.5	69.2
	1.5	61.9	63.7	67.8
	1.0	59.5	60.7	70.6
수음실	4.0	32.1	31.7	33.5
	3.0	27.3	29.0	32.7
	2.0	26.2	26.4	31.4
	1.5	30.6	28.1	32.2
	1.0	26.8	25.1	31.8

한편 세면기 수전소음을 N값과 NC값으로 평가한 결과는 표 11, 표 12와 같다.

표 11. 세면기 수전 소음의 NC값 평가

측정장소	급수압 kg/cm <sup>2</sup>	종류		
		원터치형	지팡이형	가로꼭지형
음원실	4.0	NC-70	NC-70	NC-70
	3.0	NC-70	NC-70	NC-70
	2.0	NC-65	NC-65	NC-65
	1.5	NC-65	NC-60	NC-65
	1.0	NC-60	NC-60	NC-70
수음실	4.0	NC-30	NC-30	NC-30
	3.0	NC-20	NC-25	NC-30
	2.0	NC-25	NC-25	NC-25
	1.5	NC-30	NC-25	NC-30
	1.0	NC-25	NC-20	NC-25

표 12. 세면기 수전 소음의 N값 평가

측정장소	급수압 kg/cm <sup>2</sup>	종류		
		원터치형	지팡이형	가로꼭지형
음원실	4.0	N-75	N-75	N-70
	3.0	N-70	N-70	N-70
	2.0	N-70	N-65	N-70
	1.5	N-65	N-65	N-65
	1.0	N-65	N-60	N-70
수음실	4.0	N-35	N-35	N-35
	3.0	N-30	N-30	N-35
	2.0	N-25	N-30	N-35
	1.5	N-30	N-30	N-35
	1.0	N-30	N-30	N-35

세면기 수전 소음은 음원실에서 NC-60 ~ NC-70, N-60 ~ N-75으로 평가할 수 있으며, 급수압 변화에 대해서 지수상으로 각각 10과 15정도의 차이를 보이고 있다.

또한 급수압에 따른 수전별 소음평가는 dB(A) 평가와는 달리, 음원실에서는 그 현저한 차이를 보이지 않고 있으나, 수음실에서는 N값으로 평가한 경우에 원터치형과 지팡이형이 조금 낮게 나타나고 있다.

이는 똑 같은 소음이라도 평가척도에 따라서 소음의 변별성이

달라지기 때문에 적절한 소음 평가척도 선정에 대한 중요성을 시사한다고 하겠다.

#### 4.4 공동주택 급배수 설비소음 및 배관재료 및 보온재 종류에 따른 소음도 평가

본 절에서는 수압의 임의적인 조절이 아닌 실제 공동주택의 욕실에서 발생하는 급배수 설비소음 실태를 파악하고자 최근 준공된 아파트로서 부스터 펌프 급수방식을 채택하고 있는 아파트를 대상으로 13층, 6층, 3층을 음원실로 하고 그 직하층을 수음실로 하여 측정하고 평가한 결과는 표 13과 같다.

표 13. 공동주택 층별 욕실 급배수음 평가

층	소음원 종류	dB(A)	N	NC
1304호 (음원실)	대변기급배수	52.8	N-50	NC-45
	세면기급수	68.8	N-65	NC-65
	세면기배수	64.1	N-60	NC-55
	욕조 급수	60.8	N-55	NC-55
	욕조 배수	43.5	N-40	NC-35
1204호 (수음실)	대변기급배수	25.3	N-20	NC-20
	세면기급수	27.3	N-25	NC-20
	세면기배수	46.8	N-45	NC-40
	욕조 급수	36.2	N-35	NC-30
	욕조 배수	37.7	N-35	NC-35
603호 (음원실)	대변기급배수	64.9	N-65	NC-60
	세면기급수	67.9	N-65	NC-65
	세면기배수	63.1	N-60	NC-60
	욕조 급수	61.0	N-55	NC-55
	욕조 배수	52.3	N-50	NC-45
503호 (수음실)	대변기급배수	34.3	N-30	NC-25
	세면기급수	30.5	N-20	NC-20
	세면기배수	38.5	N-35	NC-30
	욕조 급수	37.0	N-35	NC-30
	욕조 배수	30.4	N-25	NC-25
304호 (음원실)	대변기급배수	59.9	N-60	NC-55
	세면기급수	69.1	N-65	NC-65
	세면기배수	65.7	N-60	NC-60
	욕조 급수	61.3	N-60	NC-55
	욕조 배수	49.3	N-45	NC-45
204호 (수음실)	대변기급배수	33.0	N-30	NC-30
	세면기급수	31.7	N-30	NC-25
	세면기배수	38.8	N-35	NC-30
	욕조 급수	36.2	N-35	NC-25
	욕조 배수	39.0	N-35	NC-35

대체로 일정한 급수압력의 조정으로 인해 층별 평가치 사이에는 큰 차이는 보이지 않고 있고, 수음실에서의 평가치도 낮아 매우 정온한 값을 보이고 있다.

또한 기구 사용에 따른 소음도를 비교한 결과 음원실과 수음실에서의 세면기 급수음이 가장 높은 값을 보이고 있으며, 욕조의 배수음이 반대로 가장 낮은 음을 나타내고 있다.

한편 공동주택 욕실 기구의 사용된 물은 트랩과 직하층의 배관을 통해 배수되게 된다. 이때의 배수음은 배관재료와 배관 보온재에 따라 저감량이 달라지기 때문에 본 연구에서는 변기 배수관을 대상으로 배수관 재질과 배수관 보온재에 따른 배수시 직하층 소음도를 측정 분석한 결과는 표 14와 같다.

표 14. 배관재료 및 보온재 종류에 따른 배수음

구조내역	dB(A)	N	NC	비고
일반엘보+VG1	63.5	N-65	NC-60	엘보 및 횡지관의 비교
일반엘보+VG2	63.8	N-65	NC-65	
3중엘보+VG2	56.7	N-60	NC-55	
일반엘보+2중배관	62.6	N-65	NC-60	
3중엘보+2중배관	55.7	N-55	NC-55	
일반엘보+VG2 +P.E재10T	63.9	N-65	NC-65	방음·보 온재 종류 및 두께에 의한 비교
일반엘보+VG2 +P.E재20T	64.4	N-65	NC-65	
일반엘보+VG2 +P.E재40T	63.3	N-65	NC-65	
일반엘보+VG2 +유리섬유25T	56.8	N-60	NC-55	
일반엘보+VG2 +유리섬유40T	54.5	N-55	NC-55	
3중엘보+VG2 +P.E재10T	56.7	N-60	NC-55	
3중엘보+VG2 +P.E재20T	56.9	N-60	NC-55	
3중엘보+VG2 +P.E재40T	56.4	N-60	NC-55	
3중엘보+VG2 +유리섬유25T	53.5	N-60	NC-55	
3중엘보+VG2 +유리섬유40T	52.1	N-55	NC-55	

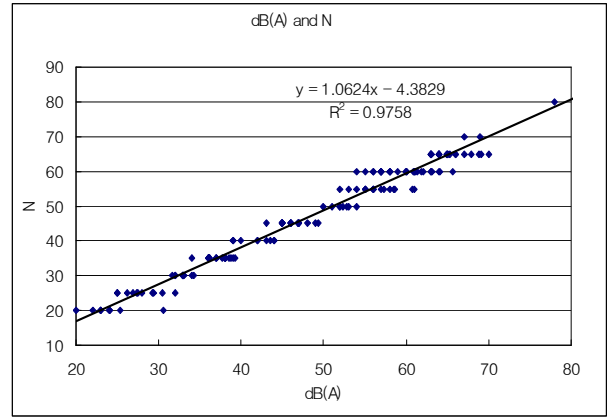
변기 배수 소음 저감을 위한 배관재료 및 보온재 종류에 따른 소음도를 분석한 결과, 일반 엘보 보다는 3중 엘보가, 횡지관의 경우는 다층의 2중배관이 효과적이며 보온재는 PE방음·보온재가 유리섬유보다 더 유리함을 알 수 있다.

5. 평가척도간 상관분석을 통한 적정 평가법 도출

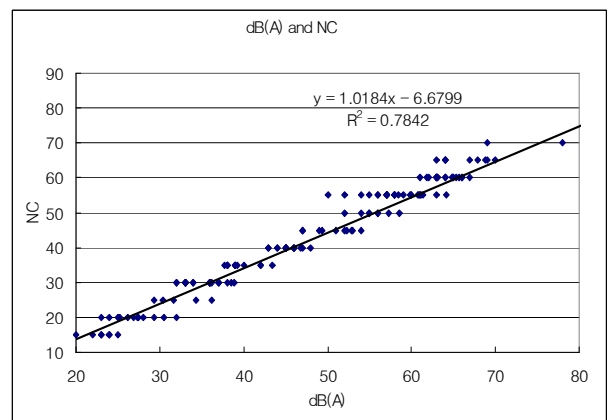
본 장에서는 국내 실정에 적합한 평가방법을 도출하기 위한 방안으로서 실태조사를 통해 분석된 소음도를 근간으로 공동주택 욕실 급배수 설비소음의 dB(A), N, NC 평가치 사이의 상관계수를 통해 평가척도사이의 상관성을 분석하여 적정 평가방법을 도출코저 한다.

이 상관성 분석에는 4장의 실태조사 구조를 포함 아래의 구조를 대상으로 분석하였다.

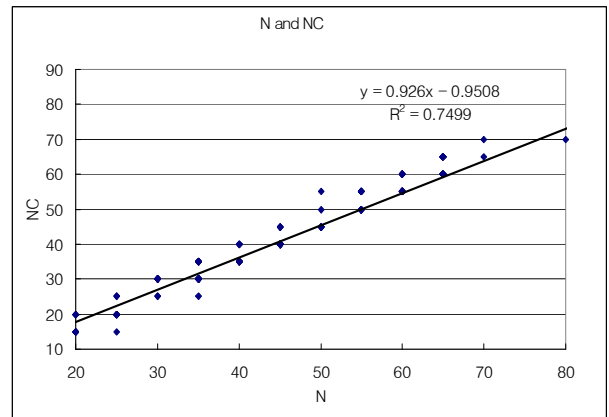
- 배관재료 및 배관 피복재료 실험구조 : 일반 엘보 VG1을 비롯한 18개 구조
  - 당해층 욕실의 변기 급배수음, 세면기 급배수음, 욕조 급배수음 : 42개 구조
  - 직하층 욕실의 변기 급배수음, 세면기 급배수음, 욕조 급배수음 : 30개
  - 당해층 거실 또는 침실로의 전달 소음 : 36개 구조
  - 직하층 거실 또는 침실로의 전달 소음 : 20개 구조
  - 급수압에 따른 소음특성 : 53개 구조
  - 욕실 천정구조 : 8개 구조
- 이상의 구조에 대한 물리적 평가치 dB(A)와 N, NC의 상관성을 분석한 결과는 그림 13과 같다.



(a) dB(A)와 N값의 상관성



(b) dB(A)와 NC값의 상관성



(c) N값과 NC값과의 상관성

그림 5. 평가척도간의 상관성 분석

4가지 평가척도중에서 dB(A)와 N값의 상관성은 설명력이 0.97 이상의 매우 높은 상관관계가 있음을 알 수 있으며, dB(A)와 N값의 사이에는 거의 같은 값을 보이고 있어 평가지수의 변환과 비교에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

한편 유럽 및 미국에서 사용하고 있는 NC 값과 dB(A), N값과의 상관성을 분석한 결과, dB(A)와 N값의 상관성에 비해서 조금 낮은 0.78과 0.74로 나타나지만 양호한 상관성을 지니고 있

는 것으로 평가할 수 있고, dB(A)와 NC 값의 차이는 약 5 정도의 차이를 보이고 있어 평가 지수 사이의 비교 및 변환에 용이하게 대처할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 실내의 소음 기준 뿐만 아니라, 자동차, 철도, 항공기 소음과 같은 교통소음, 환경소음에 대한 평가방법 및 기준이 dB(A)를 근간으로 하여 채택되고 있는 추세에 비추어 국내 공동주택 욕실의 설비소음 평가방법은 소음측정과 평가절차의 용이성에서 유리한 dB(A)를 근간으로 하는 평가법이 타당한 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 공동주택 욕실 급배수 설비소음 평가방법에 제정을 위해 국내외 급배수 설비소음 평가방법과 기준을 고찰하고, 공동주택 욕실의 대변기 4종류와 세면기 수전 3종류에 대해 급수압에 따른 이들 기기의 급배수 소음의 특성을 분석하였다. 또한 국내 공동주택의 욕실 급배수 설비소음 실태 파악한 후, 급배수 설비소음 평가척도의 상관성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 대변기 소음 평가결과, 급수소음은 42dB(A) ~ 60.9 dB(A), N-40 ~ N-60, 그리고 NC-40 ~ NC-55의 범위로서, 급수압 1kg/cm<sup>2</sup> 증가 시 약 5 정도의 평가 지수가 증가함을 알 수 있었다.

또한 4가지 변기중 사이펀 보텍스식 변기가 소음저감 측면에서 유리한 것으로 분석되었다.

(2) 세면기 급수 소음의 평가결과, 60dB(A) ~ 73dB(A), N-55 ~ N-65, 그리고 NC-50 ~ NC-65의 범위의 소음으로 평가할 수 있으며, 소음평가치도 대체로 원터치식과 지팡이형이 더 낮아 더 유리함을 알 수 있었다.

또한 급수압 변동에 따른 세면기 급수 소음 저감 효과는 가로형에 비해 원터치형과 지팡이형이 더 효과적임을 확인할 수 있었다.

(3) dB(A), N, NC의 평가방법에 의한 각 평가지수들간의 상관성을 분석한 결과, dB(A) 평가지수는 N값과의 상관성이 0.97 이상으로 매우 높은 상관관계가 있고, NC 값과 dB(A), N값과의 사이에는 0.78과 0.74의 양호한 상관관계를 나타내고 있었다. 또한 dB(A)와 N값 사이에는 거의 같은 값을 보이고 있고, dB(A)와 NC 값 사이에는 약 5정도의 차이를 보이고 있어 dB(A)와 다른 평가 지수 사이의 비교 및 변환에 용이하게 대처할 수 있는 것으로 분석되어 국내 공동주택 급배수 평가방법은 소음측정과 평가절차의 용이성이 유리한 dB(A)를 근간으로 하는 평가법이 타당한 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 이태강 외 3명, 공동주택 욕실 급배수음 평가방법 제정방안에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 추계학술발표대회

논문집, 2006년 11월  
 2. 김항 외 5명, 급수압에 따른 대변기 설비소음에 관한 연구, 한국소음진동공학회 추계학술발표대회논문집, 2006년 11월, 2006. 11.  
 3. 백은선, 공동주택 욕실 변기 배수 소음 저감에 관한 실험적 연구, 전남대 산업대학원 석사 논문, 2002.8  
 4. 정광용, 공동주택 욕실 급배수음 저감방안에 관한 실험적 연구, 전남대 석사학위논문, 1993.2  
 5. 대한 주택공사, 공동주택 내부소음 기준설정 연구(II), 주택연구자료, 건연 91-3, 1991.12  
 6. 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設契指針 第二版, 技報堂出版.  
 7. 建築技術, 住まいの音環境の實務的設計術, 建築技術, 2001.3  
 8. David A.Bies and Colin H.Hansen, "Engineering Noise Control", Department of Mechanical Engineering, University of Adelaide, 1988, pp 88 ~ 89