

급수압에 따른 대변기 설비소음에 관한 연구

A study on the Plumbing system noise of closet bowl by water supply pressure

김항* · 최은석** · 고광필*** · 기노갑**** · 이태강**** · 김선우†

Hang Kim, Eun-Suk Choi, Kwang-Pil Ko, No-Gab Gi, Tai-Gang Lee and Sun-Woo Kim

Key Words : Apartment house(공동주택), Korean Standard(한국산업규격), Closet bowl(대변기) Noise Rating(소음평가)

ABSTRACT

It appraises that use an indoor noise standard, a NC value which is a noise appraisal, a dB(A) value, a N value in foreign country because it doesn't yet ready an appraisal standard in domestic.

Also, It appraises that the supply and drainage noise which could change water supply pressure, 4kg/cm², 3kg/cm², 2kg/cm², 1.5kg/cm², 1kg/cm², bring about a noise and inquires how does noise level indicates according to each instruments.

In case of a water supply pressure standard, 3kg/cm², a C-605 is 3~5dB(A) lower than another instruments in directly overhead stories. It appears that all of them is similar to level in directly under level except c-407

(2) Analyzed the NC value, c-605 is the lowest level, NC-50, of a water supply pressure, 4.0kg/cm², c-407 is the highest level, NC-55.

(3) In case of N value, which is one of water supply methods in Japan, it is the lowest level, N-55, of a water supply pressure, 4.0kg/cm² same as NC value and C-407 is the highest level, N-60.

(4) In case of water supply that is likely to noise level, It appears 6dB(A) level gap each instruments, and C-605 is the lowest level, 63.9dB(A).

1. 서 론

일상생활에서 접하는 소음의 종류로는 건물 외부에서 발생하는 도로교통소음, 철도소음, 항공기소음 등과 같은 교통소음과 건물 내부에서는 윗 세대로부터의 바닥충격음, 옆 세대로부터의 소음, 기계설비소음 등이 있으며 거주자들은 다양한 소음에 노출되어 살고 있다. 이러한 소음들은 거주자의 질에 관련된 문제로서 이에 대한 실태 및 평가 방법, 평가 기준에 대해서는 연구가 활발하게 이루어지고 있지만, 설비소음에 대한 규제나 평가는 없는

실정이다. 공동주택은 건설 붐이 시작했을 때부터 급배수 소음의 문제가 있었지만, 크레임을 일으킬만한 문제가 되지는 않았다. 생활수준이 향상 되고 고층화 될수록 건축 설비에 대한 중요성은 높아져 갈 것이고 그중에서 급배수 소음에 대한 문제점도 늘어날 것이다.

실내소음을 평가하는 기준으로는 미국의 NC(Noise Criteria)과 ISO에서 제안하고 있는 NR(Noise Rating)값이 있다. NC값은 소음을 1/1 옥타브밴드로 분석한 결과에 의해 실내소음을 평가하는 방법으로서 건물의 용도별로 어느 정도 소음의 크기가 그 실의 기능에 지장을 주지 않는가에 대해 기준을 제시하는 방법이고, NR값은 소음을 청력장애, 회화장애, 시끄러움의 3가지 관점으로부터 평가하는 방법으로서 NC값과 유사하다. 또한 일본의 경우 일본건축학회의 권장기준인 N곡선과 dB(A)에 의해 평가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에 아직 평가기준이 마련되어 있지 않기에 외국에서 사용되고 있는

* 정회원, 전남대학교 건축공학과 박사과정

E-mail : hihang@crimail.net

Tel : (062)530-0789, Fax : (062) 530-0780

** 정회원, 전남대학교 건축공학과 석사과정

*** 정회원, 조선이공대 건축설비 소방과, 정교수

**** 정회원, 전남대 공업기술연구소 선임연구원, 공학박사

† 정회원, 전남대학교 건축학부 교수, 공학박사

실내소음기준, 급배수 소음평가인 NC값, dB(A)값, N값으로 평가를 해보고 소음의 원인이 되는 급수압력을 조정하여 각각의 평가지수로 급배수소음을 분석하고 실태를 파악하고자 하며 변기 세정 방식에 따른 소음레벨의 변화를 평가하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 내용

2.1 이론적 고찰

급배수소음은 급배수설비를 음원·진동원으로 해서 소음을 일으키지만, 펌프나, 급수전, 밸브등에서 발생한음, 진동을 일으키는 급수·급수계의 소음, 유수, 화장실을 사용할 때 배수시의 발생음·진동이 대표적이다. 급배수소음의 대부분은 이처럼 관로에서 발생하는 것이다. 쉽게 말해서 급배수 관로계에서 발생하는 소음은 건물 구조체의 접속부위를 통해 전달되어 벽체, 바닥 등으로부터 실내에 공기음으로 방사되는 음을 말한다. 그리고 공기전달음은 급수압력으로 인하여 기구의 토수구에서 발생하여 공기 중으로 전파되는 소음이 있다.

2.2 급배수 및 실내소음규제에 대한 고찰

급배수 및 실내소음규제에 대해 살펴보면 다음과 같다. 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 설비 기기류에서 실내에 발생하는 소음의 기준을 제시하고 있다. Table. 2는 일본의 급배수 및 실내소음 기준을 규정한 것이다.

Table. 2. 일본의 급배수 및 실내소음 기준

구분		소음레벨	비고
일본 건축학회	실내 소음	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

Table. 3. ASHRAE 권장 실내소음 설계 기준

실용도	dB(A)	NC값
주택		
단독주택(교외)	25-35	20-30
단독주택(도시)	30-40	25-35
아파트, 연립주택	35-45	30-40

미국 NC 및 dB(A)값에 의한 평가로 사용되고 있으며, Table. 3은 ASHRAE(미국냉난방공기조화협회)의 권장 설계기준을 표시한 것이다.

2.3 실험방법

순창 C아파트 현장에 대변기를 설치하여 급수압력을 변화시키면서 상하층의 소음레벨을 측정하였다. 건물 내의 각종 위생기구는 그 기능과 사용목적에 따라서 항상 일정한 압력을 필요로 한다. 급수압력이 필요 이상 높은 경우 워터 해머링과 같은 소음·진동이 발생되고, 그 결과 수전의 패킹이나 와셔 등의 손상이 커지고, 누수가 우려된다. 따라서 주거건물에서의 급수압력은 3~4kg/cm², 기타 건축물에서는 4~5kg/cm²로 한정하고 있다. 현장실험에서는 급수압력 3kg/cm²를 기준으로 급수압력을 1~4kg/cm²까지 1kg/cm²씩 변화를 주어 대변기의 종류에 따른 소음레벨을 측정하였다.

실험방법은 대변기 급수소음 측정은 물탱크에 물이 없는 상태에서 balltab에 의해 물의 공급이 중단될때까지의 시간을 측정하였고, 배수소음은 급수 밸브를 완전히 폐쇄시킨후, 레버를 작동 물탱크의 물이 완전히 빠져나갈 때까지 측정하는 것으로 하였다.

실험은 『KS A ISO 1996-1~3』 의거하여 측정하였고, 입주전이어서 암소음을 고려할 만한 소음은 없었다. 마이크로폰은 벽이나 그 외의 주요 반사면으로부터 1m이상 떨어져지고, 바닥에서 1.2m 높이에서 3번이상 측정하였다.

급배수 소음에 실험에 사용된 기기내역은 다음과 같다.

- 1) Realtime Frequency Analyzer (01dB-Symphonic Software)
- 2) Microphone 및 Preamplifier
- 3) Tripod 및 WindScreen

2.4 대변기의 종류 선정

일반적인 공동주택에서 사용되고 있는 대변기 종류를 선정하여 급수압에 따른 상하층에서의 급배수 설비소음을 측정하였다. 실험에 사용된 대변기의 종류는 Table. 1과 같다.

대변기의 종류에 따른 특징을 살펴보면 C-407(사이폰식 분리형)은 변기의 가장자리에 세정수를 적게 내뿜고 분수 구멍에서 분수압으로 오물을 불어내어 배출하는 방식이고, C-551(사이폰식일반형) 구조는 세라식과 비슷하며, 트랩배수로가 다소 좁고 굴곡이 많아 유속이 둔화되기 때문에 배수로를 만수 상태로 유지하여 사이펀 작용을 일으켜 오물을 흡입해서 제거하는 방식이다. 그리고, C-605(사이폰 보텍스식)은 사이펀 작용에 의한 와전 작용하기에 강력한 흡입력이 작용으로 배유능력이 우수한

Table. 1 대변기의 종류

번호	1	2	3	4
종류	C-407 (사이폰식 분리형)	C-551 (사이폰식 일반형)	C-605 (사이폰 보텍스식)	C-950 (사이폰식 일체형)
사진				

것으로 알려있다. 마지막으로 C-950 (사이폰식 일체형)으로 리버스 트랩형의 사이폰식 변기의 트랩배수로 입구에 분수구를 만들어 그 분수에 의해 빠르고 강력한 사이펀 작용을 일으키게 하여 그 흡입 작용으로 세정하는 방식이다.

3. 실험 결과

3.1 압력변화에 따른 대변기 소음특성

기기류의 특성을 살펴보기 위해 압력에 따른 주파수 분석을 실시하였다. Fig. 1은 C-407(사이폰식 분리형)의 음원실에 대해 주파수 분석을 하였는데, 63Hz-250Hz에서는 비슷한 레벨을 보이지만, 500Hz이상에서는 높은 레벨을 보이고 있다. 또한 고주파수 대역인 1kHz-4kHz에서는 급수압력에 따라서 급수압력이 올라가면 레벨이 올라갔다. 이는 높은 급수압력에 따라서 고주파수는 레벨이 올라가지만, 저주파수에서는 급수압력과 무관하게 다양한 레벨을 보이고 있음을 알 수 있다.

Fig. 2은 수음실에서 주파수 분석을 하였다. 급수압력 4 kg/cm²는 전주파수대에서 높은 레벨을 보이지만, 다른 급수압력에서는 비슷한 레벨분포를 나타내었다. 이는 음원실의 저급수압에서는 수음실에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

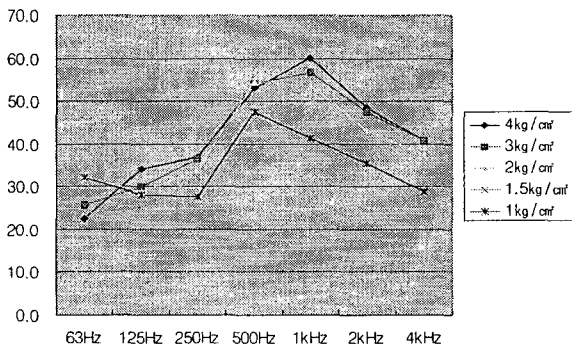


Fig. 1 C-407(음원실)에서의 주파수 특성

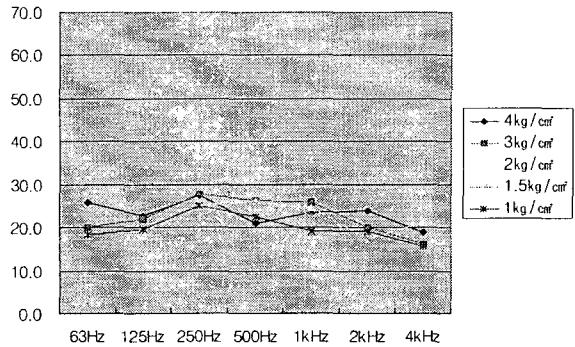


Fig. 2 C-407(수음실)에서의 주파수 특성

Fig. 3은 C-551(사이폰식 일반형)의 음원실에 대해 주파수 분석을 하였는데, 63Hz대역에 급수압력 1-1.5kg/cm²에서는 다른 급수압력보다 상대적으로 높은 레벨을 나타냈다. 그리고, C-407과 마찬가지로 고주파수 대역인 1kHz-4kHz에서 급수압력에 따라 레벨이 높아지는 것을 알 수 있었다.

Fig. 4은 수음실에서 주파수 분석을 하였다. 수음실에서 대부분의 급수압력에서 23dB이하로 레벨이 낮았다.

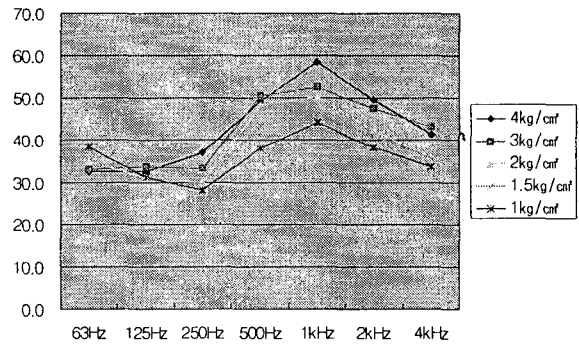


Fig. 3 C-551(음원실)에서의 주파수 특성

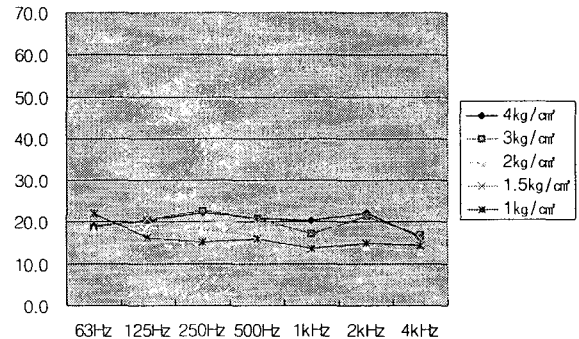


Fig. 4 C-551(수음실)에서의 주파수 특성

Fig. 5은 C-605(사이폰 보텍스식)의 음원실에 대해 주

파수 분석을 하였다. 63Hz대역에서는 32dB로 유사한 레벨 보이고 있다. 하지만, 125Hz-4k에서는 압력에 따라서 레벨이 높았다. 다른 C-407, C-551과 비교했을때 전체적으로 레벨이 낮았다.

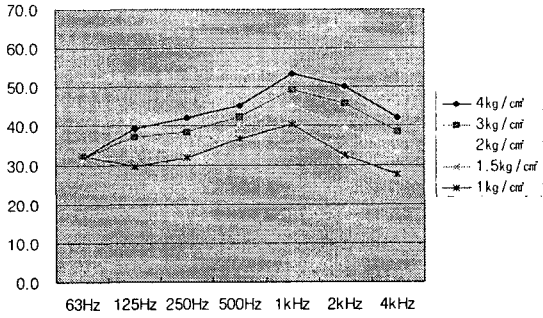


Fig. 5 C-605(음원실)에서의 주파수 특성

Fig. 6은 수음실에서 주파수 분석을 하였다. 급수압력 4kg/cm²를 제외한 전주파수 대역에서 낮은 레벨을 보이고 있다. C-605는 2500Hz에서 높았다.

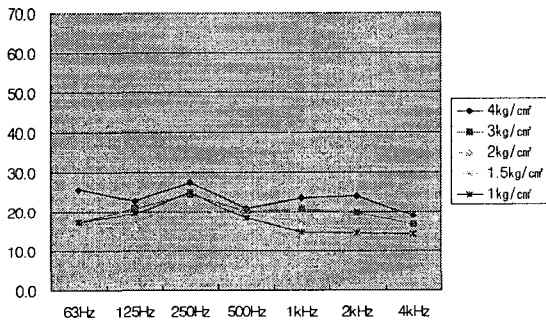


Fig. 6 C-605(수음실)에서의 주파수 특성

Fig. 7은 C-950(사이폰식 일체형)의 음원실에 대해 주파수 분석을 하였는데, 63Hz에서는 급수압에 따라 비슷한 레벨을 보이고 있다. 이는 상대적으로 다른 기기류에 비해 저주파수 대역에서 급수압력에 영향을 받지 않는 것으로 생각된다. 또한 250Hz-4k에서는 급수압력에 따라 레벨이 높아짐을 알 수 있었다.

Fig. 8은 수음실에서 주파수 분석을 하였다. 수음실에서는 저주파수 대역인 63Hz-125Hz에서 급수압력 1.0kg/cm²일 때 가장 높은 레벨을 보이고 있다.

이러한 결과는 음원실에서 실험한 모든 급수압력에 대해 수음실에 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

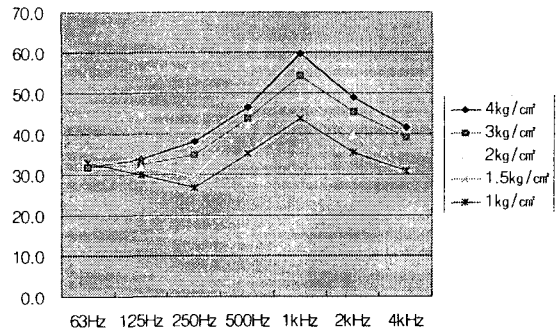


Fig. 7 C-950(음원실)에서의 주파수 특성

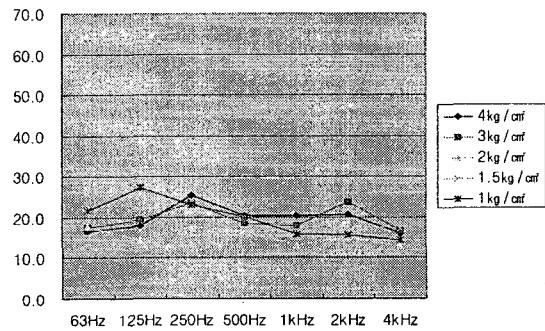


Fig. 8 C-950(수음실)에서의 주파수 특성

3.2 급배수 및 배수에 따른 소음특성

지금까지 급수압력에 따른 소음특성을 살펴보았다. 하지만, 실제 영향을 미칠 것으로 생각되는 급배수 및 배수에 대한 실험을 통해 음원실과 수음실에 대한 소음특성을 알아 보고자 한다.

Fig. 9는 급배수시 기기류에 따른 주파수 특성(음원실)을 분석한 것이다. 다른 기기류에 비해 C-407은 레벨이 높을 알 수 있었고, 특히 63Hz-125Hz에서는 C-950이 높았다.

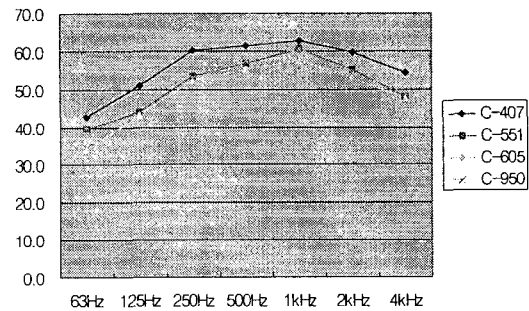


Fig. 9 급배수시 기기류에 따른 주파수 특성(음원실)

Fig. 10은 급배수시 수음실의 주파수 특성을 분석한 그림이다. 전대역에 걸쳐 C-407이 다른 기기류에 비해 높

있고, 전체적으로 소음레벨 36dB이하를 나타냈다.

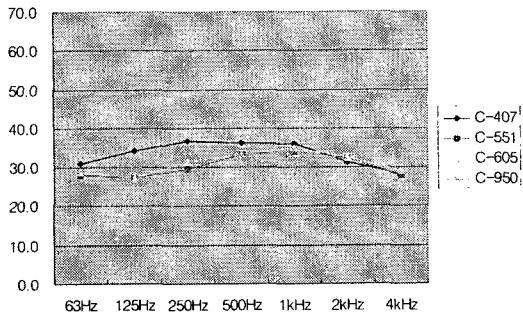


Fig. 10 급배수시 기기류에 따른 주파수 특성(수음실)

Fig. 11은 가장 영향을 크게 미칠것으로 생각되는 배수에 대해 살펴보았다. 급수와 비교하였을때 3~5dB(A)정도 높았고, 63Hz-125Hz에서는 C-950이 가장 낮은 레벨을 보였다.

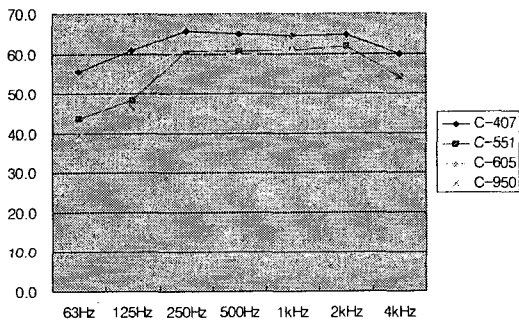


Fig. 11 배수시 기기류에 따른 주파수 특성(음원실)

Fig. 12는 배수시 수음실에서의 레벨을 분석하였는데, C-407이 약10dB정도 높은 레벨을 보였고, C-605가 가장 낮은 레벨을 보였다.

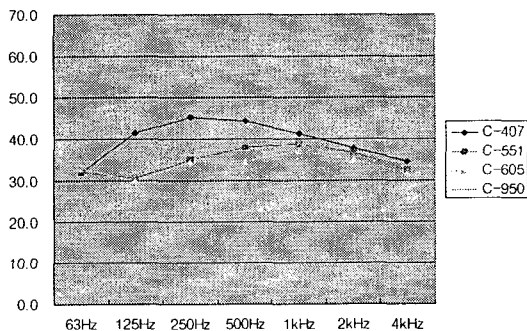


Fig. 12 배수시 기기류에 따른 주파수 특성(수음실)

3.3 dB(A)에 의한 평가

음원실,수음실 욕실에서 측정한 결과는 Table. 4와 같다. 기준 급수압력 3kg/cm²에서 대변기 C-605가 다른 기기류에 비해 음원실에서는 3~7dB(A)가 낮았고, 수음실에서는 C-407을 제외하고 레벨이 비슷하게 나타나는 경향이 있었다.

또한, 급수압에 따라 레벨이 음원실에서는 레벨변화폭이 Table. 4 dB(A)로 평가한 값

측정 장소	급수압	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
	급배수	66.3	62.7	60.5	62.8
수음실	변기배수	69.9	66.2	63.9	67.4
	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
수음실	급배수	39.7	38.2	38.9	38.5
	변기배수	46.3	43.0	41.2	43.3

크지만, 수음실에서는 변화폭이 작음을 알 수 있다. 마지막으로 음원실, 수음실 모두 급배수음보다 변기배수음이 더 높음을 알 수 있는데 이는 급수와 배수가 동시에 발생함으로써 소음이 상쇄되기 때문이라 생각된다.

3.4 NC값에 의한 평가

음원실, 수음실 욕실에서 측정한 결과는 Table. 5와 같다. 기준 급수압력 3kg/cm²에서 대변기 C-605는 NC-45를

Table. 5 NC로 평가한 값

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-50	NC-45	NC-40	NC-45
	1.0	NC-40	NC-40	NC-35	NC-40
	급배수	NC-60	NC-55	NC-55	NC-60
수음실	변기배수	NC-65	NC-60	NC-60	NC-60
	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
수음실	급배수	NC-35	NC-30	NC-30	NC-30
	변기배수	NC-40	NC-35	NC-35	NC-35

보이고 있다. 또한, 급수압력 2kg/cm²이하에서는 다른 기기에 비해 NC-5정도의 차이를 보이는 것으로 보아 저수압에서는 가장 우수한 것으로 생각된다. 수음실에서는 C-950에서 가장 낮은 NC값을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 하지만, 수음실에서는 급수압에 따라 NC값이 낮아져야 하는데 C-950에서는 급수압력 3kg/cm²이 급수압력 4kg/cm²보다 NC-5정도 높게 나타나는 경향이 있다. 이는 저주파수의 dB값에 많이 좌우되는 NC값의 문제점이라고 생각된다.

3.5 N값에 의한 평가

음원실, 수음실 욕실에서 측정된 결과는 Table. 6와 같다. 기준 급수압력 3kg/cm²에서 대변기 C-605가 N-45로 낮은 값을 나타냈고, C-407이 다른 기기류에 비해 N-5정도 높았다. 하지만 수음실에서는 대부분 N-20을 보이고 있는 것을 알 수 있었다.

Table. 6 N으로 평가한 값

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
	급배수	N-65	N-60	N-60	N-60
	변기배수	N-65	N-65	N-60	N-65
	수음실	4.0	N-30	N-25	N-25
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
급배수		N-25	N-35	N-35	N-35
변기배수		N-40	N-40	N-40	N-40

각각의 평가치인 dB(A), NC값, N값으로 비교해 본 결과 dB(A)와 N값은 거의 유사한 값을 보이고 있는 반면 NC값은 이들 보다 5정도 낮게 평가 됨을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 공동주택 욕실 급배수 소음 중에서 변기를 대상으로 급수압력과 변기 종류에 따른 급배수 소음의 특성을 파악하고 추이를 분석하였다.

그 결과는 다음과 같다.

(1) 실내평가 방법인 하나인 dB(A)로 분석한 결과 기준

급수압력 3kg/cm²에서 대변기 C-605(사이폰 보테스식)가 다른 기기류에 비해 음원실에서는 3~5dB(A)가 낮았고, 수음실에서는 C-407(사이폰식 분리형)을 제외하고 레벨이 비슷하게 나타났다.

(2) NC값으로 평가한 결과, C-605(사이폰 보테스식)가 급수압력4.0kg/cm²에서 NC-50으로 가장 낮은 등급으로 나타났다고, C-407(사이폰식 분리형)은 NC-55로 가장 높았다.

(3) 일본급배수 평가 방법인 N값의 경우, C-605에 대해 NC값과 마찬가지로 급수압력4.0kg/cm²에서 N-55으로 가장 낮았고, C-407(사이폰식 분리형)은 N-60으로 가장 높았다.

(4) 가장 큰영향을 미칠것으로 생각되었던 배수의 경우, 기기류에 따라 최고 6dB(A)의 레벨차를 보이고 있으며, C-605가 63.9dB(A)로 가장 낮았다.

(5) 각각의 평가치인 dB(A), NC값, N값으로 비교해 본 결과 dB(A)와 N값은 거의 유사한 값을 보이고 있는 반면 NC값은 이들 보다 5정도 낮게 평가 됨을 알 수 있다.

후 기

이 논문은 2005년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

1. 백은선, 공동주택 욕실 변기 배수 소음 저감에 관한 실험적 연구, 전남대 산업대학원 석사 논문, 2002.8
2. 정광용, 공동주택 욕실 급배수음 저감방안에 관한 실험적 연구, 전남대 석사학위논문, 1993.2
3. 대한 주택공사, 공동주택 내부소음 기준설정 연구(II), 주택연구자료, 건연 91-3, 1991.12
4. 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.
5. 建築技術, 住まあいの音環境の實務的設計術, 建築技術, 2001.3
6. 김항 외, 병원건축물의 공조소음저감 대책 사례연구, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집 제5권 제1호, 2005.5, pp.79-82