

공동주택 욕실의 변기 배수소음 저감에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Noise Reduction for Toilet Stool Plumbings in Apartment Bathroom

백 은 선*
Baek, Eun - Sun

Abstract

Recently Among indoor noises plumbing noise from supply and drain water pipe is being pointed out as a annoying noise following to floor impact noise, and it is increasing the rate to point the noise due to the following several reasons: water pressure, vibration by fabricated structures and direct noise propagation from upper floor through ceiling

This study aims to analyse the characteristics of toilet stool plumbing noise in apartment bathroom which are generated by crossing plumbings and elbows. And it analyse the effect of noise reduction by soundproofing and insulations which are covered at crossing plumbings. And also analyse the characteristics of noise about a type of elbows, crossing plumbing and result of dB(A). At last it provide a fundamental data for the purpose of reduction of plumbing noise in apartment.

Keywords : Toilet stool plumbing noise, Crossing plumbing, Elbow, Soundproofing & Insulation

1. 서론

우리나라의 대표적인 주거형태라고 할 수 있는 공동주택은 구조적으로 각 세대가 벽과 바닥을 공유하고 있기 때문에 필연적으로 여기에 수반되는 여러 가지 문제가 나타나게 되는데, 그 대표적인 것이 세대 간 소음과 진동의 문제라고 할 수 있다.

그러나 국내에서는 이와 같이 주거의 쾌적성을 악화시키는 요인 중의 하나인 욕실 급·배수소음에 대한 체계적인 연구와 그를 토대로 한 효과적인 대책마련이 이루어지지 못하고 있는 실정이며 이는 급·배수 계통 설비소음의 전파가 공기전송과 구조체 진동전달이 복합적으로 이루어지기 때문에 그 정확한 경로의 파악이 어렵고 차단대책을 수립하는 것도 어려움이 있기 때문으로 사료된다.

결국, 국내 공동주택에 적합한 급·배수설비 계통 소음의 저감대책 마련을 위해서는 우선 현행 국내 공동주택 욕실의 구조와 설비계통의 특성에 따른 급·배수소음의 발생양태 및 전파경로에 있어서의 문제요소들에 관한 파악이 선행되어야 할 것이다. 특히 활동시간대의 다변화로 인하여 심야에도 빈번히 발생하는 욕실 양변기에서 발생하는 배수소음은 인접세대의 수면 방해등을 초래하는 주된 요인으로 대두되게 됨에 따라 이에 대한 적절한 대책수립이 필요하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 공동주택 욕실 양변기 배수배관

중 매립관과 횡지관을 연결하는 엘보의 소음전달특성을 파악하고 횡지관의 재질에 따른 배수소음도를 측정하며 횡지관에 시공되는 방음보온재의 재질에 따른 소음차단 효과를 파악하는 실험을 통하여 문제요소들과 영향요인들을 파악함으로써 국내 공동주택 실정에 맞는 욕실 양변기 배수설비 소음저감 대책마련 및 공동주택 리모델링 시 구조 및 방수설비의 변화가 없는 상태에서 간단한 시공으로 욕실 배수설비소음 저감대책을 수립하기 위한 자료를 제공하고자 한다.

2. 욕실 양변기 배수계통 및 특성

국내 공동주택 욕실 양변기의 배수방식은 변기가 욕실 내에 위치하고 배수관을 비롯한 각 설비들은 그림 1.과 같이 바닥슬래브를 통과하여 직하층 욕실의 천장에 배관되고 있다.

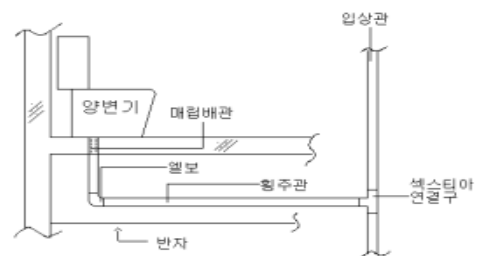


그림 1. 공동주택 욕실 양변기 배수 계통도

* 정회원, (주)대신엔지니어링 이사, 공학석사

이러한 배관계통에서 발생하는 소음발생특성은 ① 양변기배수음 및 세정음, ② 엘보에 가해지는 직하배수충격음, ③ 배수횡지관의 유속음, ④ 배수입상관의 유속음 등으로 대별되며 이중 엘보충격음과 횡지관 유속음이 소음발생의 주된 요인이다. 한편 일반적으로 공동주택에 시공되는 엘보와 횡지관 및 횡지관에 시공되는 방음·보온재는 아래의 그림. 2와 같다.

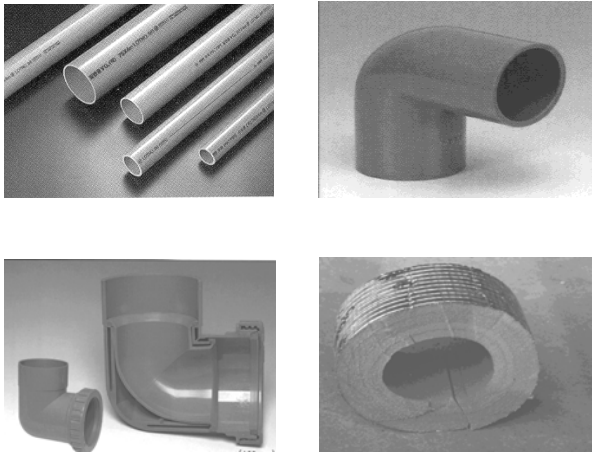


그림 2. 횡지관, 엘보 및 방음보온재

3. 실험 방법 및 내용

3-1. 실험 대상 구조

실험대상구조는 K건설이 전라남도 M시에 건설중인 공동주택 신축공사 현장에 직접 시공하였으며 실험구조중 배관(횡지관)의 특성을 파악하기 위하여 VG-1, VG-2 및 2중배관을 선정하였고, 엘보의 특성파악을 위하여 일반엘보와 3중엘보를 선정하였다.

횡지관에 시공되는 방음·보온재의 종류 및 두께에 의한 특성을 비교 분석하기 위하여 폴리에틸렌을 화학가고 발포한 시트상태의 반경질 발포체인 P.E 방음·보온재와 유리섬유 재질의 방음·보온재를 선정하였으며 각 재질별로 두께를 달리하여 시공하였다.

이러한 구성재의 선정배경은, 배관과 엘보의 경우 내압이 발생하는 급수배관과 달리 압력과 무관하게 단순배수, 하수 및 Vent용으로 많이 사용되고 있으며 경제적이고 구입이 용이하여 국내 공동주택에서 가장 많이 시공되고 있으며, 방음·보온재의 경우 공동주택 욕실의 배수소음 차단과 결로 및 동절기 보온용으로 현장 시공실적이 많은 점을 고려하여 선정하였다.

현장실험대상 구조는 횡지관 3중, 엘보 2중, 방음·보온재 5종을 각각 조합하여 구성하였으며 자세한 실험구조 내역은 아래의 표 1.과 같다.

3-2. 측정방법

실험은 『KS A 0701-1987(소음도측정방법)』에 준하여 실시하였으며, 측정은 침실에 부착된 욕실에서 실시하였

고 실험대상 구조가 시공된 수음실의 출입문 및 인접실의 창호는 입주상태와 동일한 상태를 유지할 수 있도록 시공하였다.

측정방법은, 실험이 실시된 욕실의 상층에 설치된 사이펀식 양변기의 Low Tank로부터 세정수를 배수하고 배출된 세정수(15L)가 매립배수관 및 엘보를 지나 입상관의 직전인 횡지관의 끝단까지 이동하는 과정에서 발생하는 소음을 직하실의 중앙에서 지시소음계로 수음하고 Cool Edit Program을 이용하여 녹음하였다.



그림 3. 실험구조시공 및 측정장면

표 1. 현장실험대상 구조내역

구조번호	구조내역	비고
1	일반엘보 + VG-1	엘보 및 횡지관의 특성 비교
2	일반엘보 + VG-2	
3	3중엘보 + VG-2	
4	일반엘보 + 2중배관	
5	3중엘보 + 2중배관	
6	일반엘보+ VG-2 + P.E방음·보온재10T	방음·보온재 종류 및 두께에 의한 특성 비교
7	일반엘보 + VG-2 +P.E방음·보온재20T	
8	일반엘보 + VG-2 +P.E방음·보온재40T	
9	일반엘보 + VG-2 + 유리섬유25T	
10	일반엘보 + VG-2 + 유리섬유40T	
11	3중엘보 + VG-2 +P.E방음·보온재10T	엘보에 의한 특성 비교
12	3중엘보 + VG-2 +P.E방음·보온재20T	
13	3중엘보 + VG-2 +P.E방음·보온재40T	
14	3중엘보 + VG-2 + 유리섬유25T	
15	3중엘보 + VG-2 + 유리섬유40T	
16	3중엘보+2중배관 +P.E방음·보온재10T	2중배관의 특성 비교
17	3중엘보+2중배관 +P.E방음·보온재20T	
18	3중엘보 + 2중배관 + 유리섬유25T	

녹음된 음원은 실시간주파수 분석기(SA-30)에 입력되어 실험구조별 발생 소음레벨 및 주파수를 분석함으로써

각각의 특성을 비교 분석하였다.

또한, 측정시 배경소음에 영향을 받기 쉬운 저주파수 대역(63Hz, 125Hz)의 측정에 유의하며 각 실험구조별로 3회씩 녹음을 실시하였고 녹음전에 반드시 주위의 배경소음레벨을 측정하였으며 신호음과 배경소음의 차가 10dB를 초과하지 않을 경우에는 녹음을 중지하였다.

녹음시간은 배경소음의 영향이 가장 적은 22:00부터 익일 04:00까지 실시하였다.

실험에 사용된 측정기기의 내역은 다음과 같으며 실험이 실시된 현장평면도는 그림 4와 같다.

- (1) Sound Level Meter(B&K Type2236)
- (2) 2ch 1/3 Octave Band Real Time Analyzer (Rion SA30)
- (3) Cool Edit Pro. 3.0
- (4) Personal Computer(IBM compatible)
- (5) Tripod 의

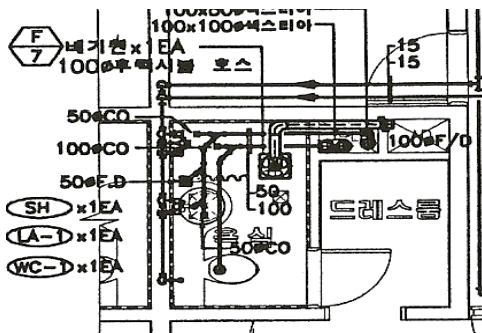


그림 4. 현장평면도

3. 실험결과 분석

3-1. 횡지관의 종류에 의한 배수소음 특성

공동주택 욕실의 양변기 배수배관 구성재중 횡지관에 의한 배수소음 특성을 파악하기 위하여, 일반엘보를 사용하고 방음·보온재를 시공하지 않은 상태에서 VG-1, VG-2 및 2중배관을 교체 시공하여 각각의 소음 전달정도를 비교하였다.

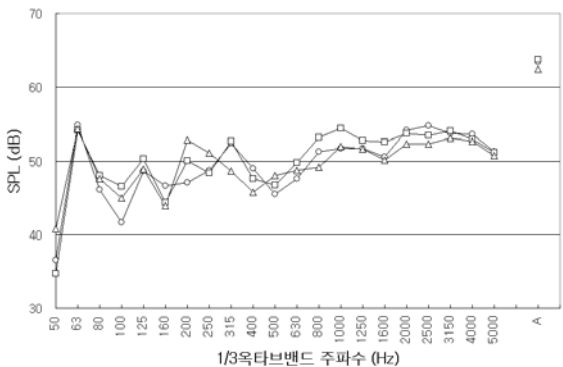


그림 5. 횡지관에 의한 배수소음 특성

공동주택 욕실의 양변기 배수배관 시공시 가장 일반적으로 사용되는 1번(VG-1)과 2번(VG-2) 배관에서 발생하

는 배수소음 특성을 비교해 본 결과, 그림에서도 알 수 있듯이 전 주파수 대역에서 매우 유사한 특성을 보이고 있으며 단일지수인 dB(A)로 평가한 결과도 63.5(VG-1)와 63.8(VG-2)로 배관간 발생하는 배수소음 특성이 대단히 유사한 것으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

또한 방음·보온재를 사용하지 않고 단독으로 시공되는 3번(2중배관)의 배수소음특성을 비교하더라도 VG-1, VG-2와 유사한 결과를 보이고 있어 배수배관의 구성재중 횡지관의 종류에 의한 배수소음도 차이는 없는 것으로 나타났다.

3-2. 방음·보온재의 종류에 의한 배수소음 특성

매립배수관에 일반엘보를 연결하고 VG-2 배관을 횡지관으로 하여 5종의 방음·보온재를 교체 시공한 구조에 대한 배수소음특성은 그림 6과 같다.

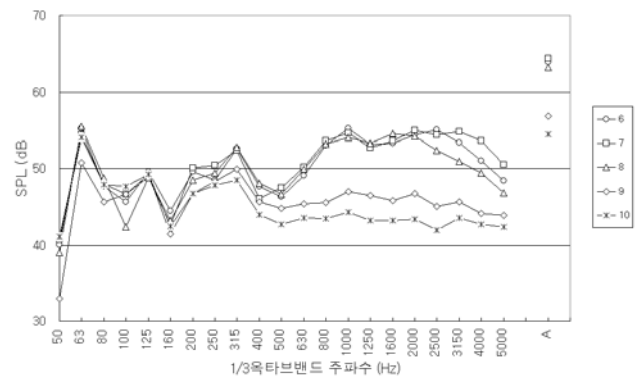


그림 6. 방음보온재에 의한 배수소음 차단 특성 (일반엘보에 VG-2 횡지관시공시)

그림에서 나타나듯이 P.E 방음·보온재를 사용한 경우(6, 7, 8번)와 유리섬유 방음·보온재를 사용한 구조(9,10번)간의 특성이 크게 구분됨을 알 수 있다. 이러한 결과를 주파수 대역별로 특성을 살펴보면 500Hz 미만의 저주파수 대역에서는 방음·보온재간 차이를 보이지 않고 있으나 중고주파수 이상의 대역에서는 유리섬유 방음·보온재를 시공한 구조가 소음차단 효과가 우수해 특성차이가 크게 나타나고 있는데 이는 유리섬유 재질이 갖는 다공질 흡음특성으로 인하여 횡지관으로부터 전파되는 소음을 흡음하여 배수소음 발생을 억제함으로 나타나는 효과라고 판단된다.

이러한 결과는 엘보와 횡지관의 종류를 다양하게 변화시켜 실시된 실험구조에서도 동일한 결과를 나타내고 있는바 결국 유리섬유 방음·보온재를 시공한 구조가 P.E 방음·보온재를 시공한 구조보다 배수소음정도가 매우 낮아 저소음 배관설계에 효과적일 것으로 사료된다.

3-3. 방음·보온재의 두께에 의한 배수소음 특성

횡지관에 시공되는 동일재질의 방음·보온재 시공시 두께에 의한 차이를 파악하기 위하여 매립배수관으로부터 연결되는 엘보와 횡지관을 동일하게 시공한 상태에서

횡지관에 시공되는 방음·보온재의 두께를 변화시켰을 경우 각 실험구조에 대한 배수소음 발생정도를 파악하는 실험을 실시하였다.

3-3-1. 유리섬유 방음·보온재의 두께에 의한 배수소음 특성

횡지관에 시공된 25T, 40T의 유리섬유 방음·보온재의 두께별 배수소음 특성을 확인하는 실험을 실시하였다. 매립배수관에 일반엘보를 연결하고 VG-2배관을 횡지관으로 사용한 실험구조(2번 구조)를 기준으로 하여 동일 구조에 방음·보온재로 유리섬유 25T, 40T를 시공한 구조(9, 10번 구조)에서 방음·보온재의 두께에 의한 배수소음 차단효과를 비교한 결과는 아래의 그림 7.과 같다.

그림에서도 알 수 있듯이 저주파수 대역에서는 실험구조간 배수소음 주파수 특성이 유사하게 나타나고 있으나 500Hz이상의 중고주파수 이상의 대역에서는 방음·보온재를 시공하지 않은 구조와 시공한 구조간 소음전달 차이가 현저하게 나타나고 있다. 또한 방음·보온재의 두께 차이도 40T(10번)가 25T(9번)보다 소음차단 효과가 높아 전 주파수 대역에서 우수한 효과를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 횡지관을 지나면서 발생하는 고주파수 성분의 배수 소음이 다공질 흡음성을 갖는 유리섬유 방음·보온재에 의하여 흡음, 차단됨으로서 나타나는 효과라고 사료된다.

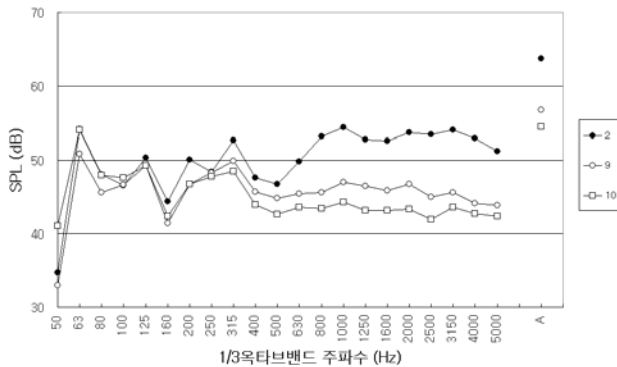


그림 7. 유리섬유 방음·보온재의 두께에 의한 배수소음 차단특성

이상과 같이 방음·보온재의 종류 및 두께에 의한 배수소음 차단특성은 방음·보온재가 시공되는 엘보와 횡지관의 종류를 다양하게 변화시키면서 실시된 실험에서도 동일한 결과를 나타내고 있음을 확인할 수 있었다.

3-4. 엘보의 종류에 의한 배수소음 특성

엘보의 종류에 따른 배수소음 전달 특성을 파악하기 위하여 횡지관 및 횡지관에 시공되는 방음·보온재의 조건을 동일하게 한 후 매립배수관에 연결되는 엘보를 교체시공하면서 실험을 실시하였다. 먼저 VG-2 횡지관에 P.E 방음·보온재 40T를 시공한 경우를 기본조건으로 하여 일반엘보 시공구조(8번)와 3중엘보 시공구조(13번)의 소음전달 차단특성은 아래의 그림 VG-2 횡지관에 유리

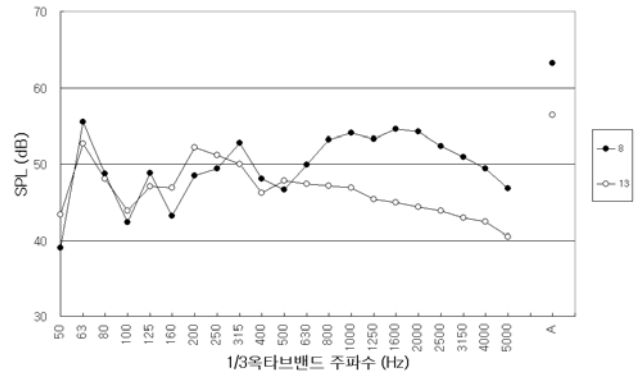


그림 8. P.E 방음·보온재 40T 시공시 엘보의 차이에 의한 특성

섬유 방음·보온재 40T를 시공한 경우를 기본조건으로 하여 일반엘보 시공구조(10번)와 3중엘보 시공구조(15번)의 소음전달 차단특성은 아래의 그림 9.와 같다.

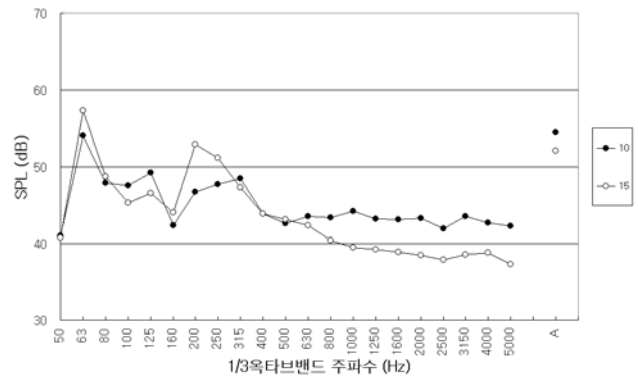


그림 9. 유리섬유 방음·보온재 40T 시공시 엘보의 차이에 의한 특성

그림 8.과 그림 9.에서 알 수 있듯이 3중엘보를 사용한 13번, 15번 구조가 일반엘보를 사용한 8번, 10번 구조보다 주파수대역별 음압레벨 및 dB(A)평가에서 소음차단효과가 우수하게 나타나고 있다.

한편 방음·보온재를 시공하지 않고 단순히 2중배관의 횡지관만을 시공하였을 경우 매립배수관에 연결되는 일반엘보 구조(4번)와 3중엘보 구조(5번)의 배수소음 전달 특성을 파악한 결과는 아래의 그림 10.과 같다.

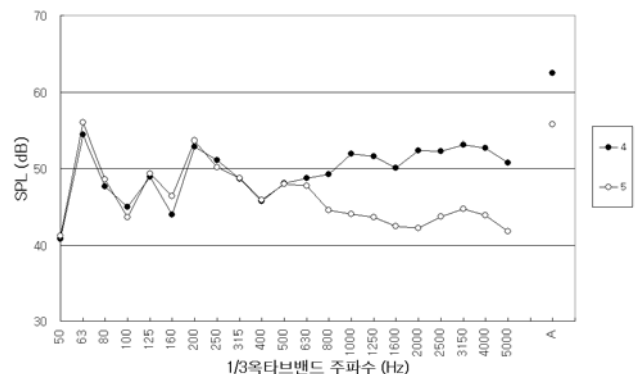


그림 10. 2중배관 시공시 엘보의 차이에 의한 특성

그림 10.에서도 다른 실험구조와 마찬가지로 방음·보온재의 시공유무와 관계없이 3중엘보를 사용한 5번 구조가 일반엘보를 사용한 4번 구조보다 주파수대역별 음압레벨 및 dB(A)평가에서 소음차단효과가 우수한 결과를 보이고 있다.

이상에서 실시한 엘보차이에 의한 특성비교 실험의 결과를 종합적으로 검토해 볼 때 양변기배수를 위하여 매립배수관에 연결되는 엘보의 종류에 의한 소음차단 효과는 일반엘보를 사용하는 것 보다 3중엘보를 사용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

이는 양변기의 구조상 Low-Tank에서 배출된 물이 양변기의 이물질과 혼합되어 이동하는 과정에서 매립배수관을 지나 1차적으로 3중엘보에 충돌하는 부분이 탄성재질을 형성하고 있어 완충작용에 의한 소음감쇠 효과를 일으키기 때문으로 사료된다.

그리고 엘보의 꺾임 부분의 형태가 90도에 가까운 일반엘보와는 달리 3중엘보는 내부가 다층으로 형성되었고 약65도의 라운드 구조를 형성함으로써 인하여 엘보에 가해지는 유체의 충격력이 약화되기 때문으로 판단된다.

또한 다층의 3중엘보 내부에 형성된 밀폐 공기층이 소리에너지 전달을 억제하는 작용을 함으로서 단층의 일반엘보보다 소음차단에 효과적인 것으로 사료된다.

3-5. 배수배관 구성재(엘보, 횡지관)의 배수소음 주파수 특성

공동주택 욕실 배수소음 저감대책을 수립하기 위하여 양변기의 Law-Tank로부터 방출된 배수가 변기의 이물질과 혼합되어 매립배수관을 지나 엘보와 횡지관을 거쳐 입상관에 도착하기 직전까지에서 발생하는 소음을 각 구간별로 측정하여 배수배관을 구성하는 각 구성재가 갖는 고유의 발생소음 주파수 특성을 분석하였다.

실험에 사용된 엘보는 일반엘보와 3중엘보이고 횡지관의 종류는 VG-1, VG-2 및 2중배관을 사용하였으며, 측정시간은 배출물이 엘보와 횡지관을 지나는 동안 소음이 발생하는 전체 시간중 엘보의 경우는 최초 2초 동안의 발생소음에 대하여 주파수 분석을 실시하였고 횡지관의 경우는 엘보 배수음 이후 2초 동안의 발생소음을 대상으로 하였다.

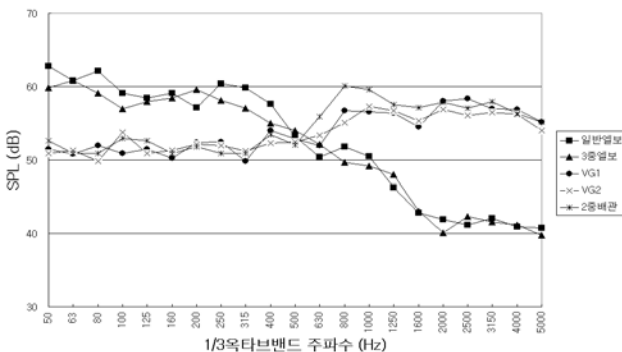


그림 11. 배수배관 구성재의 주파수 특성

그림 11.에 나타나듯이 배수배관에서 발생하는 전체소음의 주파수 성분 중 저주파수 성분은 엘보 부분에서 횡지관보다 최대 13dB 많이 발생되며 고주파수 성분의 소음은 엘보에 비해 횡지관에서 최대 18dB 더 많이 발생됨을 알 수 있다.

이러한 이유는, 엘보의 경우 배출수의 충격력에 의한 저주파성분의 소음이 강하게 나타나고 있으나 횡지관의 경우는 물체가 이동하는 과정에서 횡지관과의 마찰력에 의하여 발생하는 고주파성분의 소음이 주를 이루고 있기 때문으로 사료된다.

따라서 욕실내 배수배관의 소음저감을 위해서는 완충형 저소음 3중엘보를 선택할 것이며 횡지관에는 고주파성분의 흡음력이 강한 방음·보온재를 시공하는 것이 타당하리라 사료된다.

3-6. dB(A)로 평가한 실험구조의 배수소음 특성비교

매립배수관에 일반엘보 및 3중엘보를 연결하고 VG-2와 2중배관을 횡지관으로 하여 방음·보온재의 시공유무 구조에 대하여 각각의 배수소음 특성을 dB(A)로 평가하여 비교한 결과는 아래의 표 2.와 같다.

표 2. dB(A)로 평가한 실험구조의 배수소음 특성비교

배수배관	방음·보온재 없음	방음·보온재를 시공하였을 경우				
		P.E 10T	P.E 20T	P.E 40T	유리섬유 25T	유리섬유 40T
일반엘보 VG-2배관	63.8	63.9	64.4	63.3	56.8	54.5
3중엘보 VG-2배관	56.7	56.7	56.9	56.4	53.5	52.1
3중엘보 2중배관	55.7	55.6	55.4	-	53.0	-

이상의 결과에서도 알 수 있듯이 방음·보온재를 시공하지 않으며 VG-2 배관을 횡지관으로 사용할 경우 일반엘보(63.8dB(A))보다 3중엘보(56.7dB(A))를 사용하는 것이 7.1dB(A)의 개선을 보여 대단히 우수한 것으로 나타나고 있으나, 3중엘보를 동일하게 사용할 경우 횡지관에서 VG-2배관(56.7dB(A))을 사용하는 경우와 2중배관(55.7dB(A))을 사용하는 경우는 그 차이가 1dB(A)의 개선을 보여 거의 유사한 것으로 나타나고 있다.

한편, 방음·보온재의 경우 P.E 방음·보온재를 시공하였을 때는 방음·보온재를 시공하지 않은 구조와 시공한 구조간 소음전달 정도에서는 거의 유사하게 나타나 차이가 없음을 알 수 있으며 방음·보온재의 두께에 의한 차이도 전혀 나타나지 않고 있다.

그러나 유리섬유 방음·보온재를 시공하였을 경우는 방음·보온재를 시공하지 않은 구조와 시공한 구조간 소음전달 차이가 2.7dB(A)~9.3dB(A)로 현저하게 나타나고 있으며 두께에 의한 차이도 최대 2.3dB(A) (일반엘보

/VG-2배관)로 40T가 25T보다 소음차단 효과가 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

따라서 변기배수 소음을 차단하기 위해서는 일반엘보보다 3중엘보를 사용할 것이며 횡지관의 경우 다층의 2중배관이 효과적이며 방음·보온재를 사용할 경우 P.E 방음·보온재를 사용하는 것 보다 유리섬유 재질을 사용하는 것이 바람직하며 이는 유리섬유가 갖는 다공성 흡음특성에 의하여 고주파수 성분의 배수 소음이 흡음 차단됨으로서 나타나는 효과로 판단되는바 향후 공동주택의 변기배수소음을 저감하기 위한 시공방법에 중요하게 고려될 수 있는 사항이라 사료된다.

5. 결 론

본 연구는 공동주택 욕실 양변기 배수배관중 매립관과 횡지관을 연결하는 엘보의 소음전달특성을 파악하고, 횡지관의 재질에 따른 배수소음도를 측정하며, 횡지관에 시공되는 방음보온재의 재질에 따른 소음차단효과를 파악하는 실험을 통하여 문제요소들과 영향요인들을 파악함으로써 국내 공동주택 실정에 맞는 욕실 양변기 배수설비 소음저감 대책마련 및 공동주택 리모델링시 구조및 배수설비의 변화가 없는 상태에서 간단한 시공으로 욕실 배수설비소음 저감대책을 수립하기 위한 자료를 제공하고자, K건설이 전라남도 M시에 건설중인 공동주택 신축 현장에 일반적인 욕실 양변기 배수배관을 다양하게 시공하고 구조별 소음전달특성을 파악하였다.

본 연구를 통하여 도출된 결론은 다음과 같다.

1) 방음·보온재를 사용하지 않고 단독으로 시공되는 횡지관의 경우 VG-1, VG-2 및 2중배관에서 발생하는 배수소음도는 63.5~63.8 dB(A)로 나타나 구조간 차이는 없는 것으로 나타났다.

2) 공동주택 욕실 변기 배수배관으로부터 전달되는 소음을 차단하기 위하여 횡지관에 방음·보온재를 시공할 경우 P.E 방음·보온재를 시공하는 것 보다, 500Hz 미만에서는 유사한 특성을 보이고 있으나 중고주파수에서 효과적으로 고주파성 소음을 흡음하는 유리섬유 재질을 시공하는 것이 욕실이나 욕실에 인접한 침실로의 배수소음 전달정도가 매우 낮아 저소음 배관설계에 효과적인 구조로 나타났다. (2500Hz에서 최대 14dB 차이 발생)

3) 횡지관에 시공되는 동일재질의 방음·보온재 시공시 두께에 의한 차이를 파악하기 위하여 매립배수관으로부터 연결되는 엘보와 횡지관을 동일하게 시공한 상태에서 횡지관에 시공되는 방음·보온재의 두께를 변화시켰을 경우 P.E 방음·보온재의 두께에 의한 차이는 전혀 나타나지 않았으나 유리섬유 방음·보온재를 시공할 경우 500Hz 이상에서 25T 보다 40T 의 재료가 소음차단성능이 3~5dB 향상되었다.

4) 양변기 배수를 위하여 매립배수관에 연결되는 엘보의 종류에 의한 소음차단 효과는 일반엘보를 사용하는

것 보다 3중엘보를 사용하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 이는 양변기의 구조상 Low-Tank에서 배출된 물이 양변기의 이물질과 혼합되어 이동하는 과정에서 매립배수관을 지나 1차적으로 엘보에 접촉하게 되는데 엘보의 격입형태가 90°에 가까운 일반엘보보다, 3중엘보는 내부가 고무재질의 다층으로 구성되어 65°의 라운드구조를 형성하고 있어 완충작용에 의한 소음저감효과를 일으키기 때문이다.

5) 욕실의 양변기 배수배관에서 발생하는 소음의 주파수 성분 중 저주파수 성분은 충격음이 발생하는 엘보에 의하여 발생되며, 횡지관에서는 우수마찰에 의한 고주파수 성분의 소음이 발생되는바 욕실내 배수배관의 소음저감을 위해서는 완충형 엘보를 선택할 것이며 횡지관에 고주파성분의 흡음력이 강한 방음·보온재를 시공하는 것이 효과적일 것이다.

참고문헌

1. 정광용, 공동주택 욕실 급배수설비소음 저감 방안에 관한 실험적연구, 전남대학교 석사학위논문, 1993.2
2. 『공동주택 내부소음 기준설정 연구(I)』, 주택연구자료 권연 90-25, 대한주택공사, 1990.12
3. 『공동주택 내부소음 기준설정 연구(II)』, 주택연구자료 권연 91-23, 대한주택공사, (1991.12)
4. 대한건축학회, 한국음향학회, 주거용건물의 소음실태 및 저감 대책에 관한 심포지움 발표집, 1991.2
5. 『기존건물의 바닥충격음 저감을 위한 보수·보강 기술』, 한국건설기술연구원, 건설교통부, 2000.11
6. 新井昭儀, 大川平一郎, 給水騒音測定時の室内吸音力の影響, 日本建築學會大會學術講演 概要集 4042 pp.83-84, 1980
7. 일본 음향재료협회, 소음진동대책 핸드북, 집문사, 1983.