

공동주택 변기 배수소음 저감 방안에 관한 연구

김인수*, 고철수**,문재호**,한문성**,심경석**,이준서***

A Study on reduction of drainage noise for water closet

ABSTRACT

The study about a drainpipe of water closet was performed as reduction of drainage noise for water closet. The Drainage noise is composed two characteristics. One is Low frequency noise and the other is high frequency noise. Low frequency noise is dominant in the first stage and high frequency noise is dominant in the last stage. This is due to water splashing and that is caused by formation of chamber pot. In this experiment, for the purpose fo reducing the noise, we choose the hollow rubber pipe element. As a result, we redued drainage noise about 11dBA.

1. 서론

산업화 사회에서 가장 일반화된 주택양식으로 자리매김을 하고 있는 형식이 공동주택 형태의 아파트이다. 아파트는 경제성장과 더불어 문화적 수준이 향상됨에 따라 보다 안락하고 편리함을 추구하는 경향으로 흐르고 있으며, 더욱더 고급화 대형화하고 있는 추세이다. 그러나, 공동주택이다보니 음환경 부분에서 피할 수 없는 문제로 대두되는 것이 아파트 상하간의 충격소음과 생활에 없어서는 안되는 생활용수의 급배수 문제가 각 세대간의 미묘한 문제를 야기하고 있다. 지금까지의 이러한 소음에 관한 연구는 그 발생음의 경향이나 민원발생건수 등 현상을 파악하는데 치우쳐 있었으며, 그 소음의 감소에 관한 것은 미비한 상태이다.

본 연구에서는 앞서 기술한 공동주택의 음환경 문제중 화장실 양변기의 배수소음 저감에 한정하여 연구하였고, 실제 상황에 적용하여 보다 쾌적한 주택문화 발전에 기여하고자 한다.

우선 공동주택에 사용되는 양변기 배수 시스템은 Fig.1 과 같은 구조를 가지고 있다. 본 연구에서는 이 기본 구조와 사용 자재를 유지하고 시공 중 새로운 공정을 추가하는 방법으로 발생음을 저감하기 위해 가장 기여도가 큰 지점을 조사하였고 이를 개선하는 방법을 선택하였다.

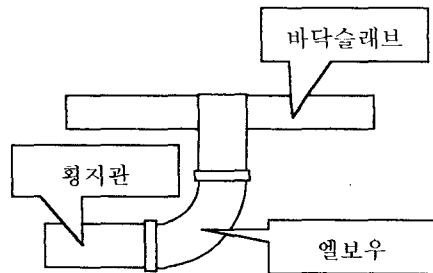


Fig. 1 The conventional drainpipe model

*정회원, (주)유일산업 기술연구소

**정회원, (주)유일산업 기술연구소

*** 롯데건설 기술연구소, 선임연구원

2. 발생음의 기여도 조사

본 연구에서는 배수관에서 발생하는 음의 기여도를 평가하기 위해 부위별 차음을 이용하는 방법을 사용하지 않고 인텐시티를 측정하는 방법을 사용하였다. 단, 인텐시티 측정은 일정기간을 평균하는 과정을 거치므로 시간별 피크레벨에 대한 평가는 하지 않는 것으로 한다. 배수소음은 초기에 변기특성에 따른 저주파음이 측정되며, 그후 고주파음이 측정되므로 이를 시간평균한 것을 기준으로 음원의 위치를 결정하기로 한다.

측정에 사용한 측정 시스템은 B&K의 사운드인텐시티 측정장비로 Sound Intensity Probe Kit for 2260 - Type 3595 을 사용하였다.

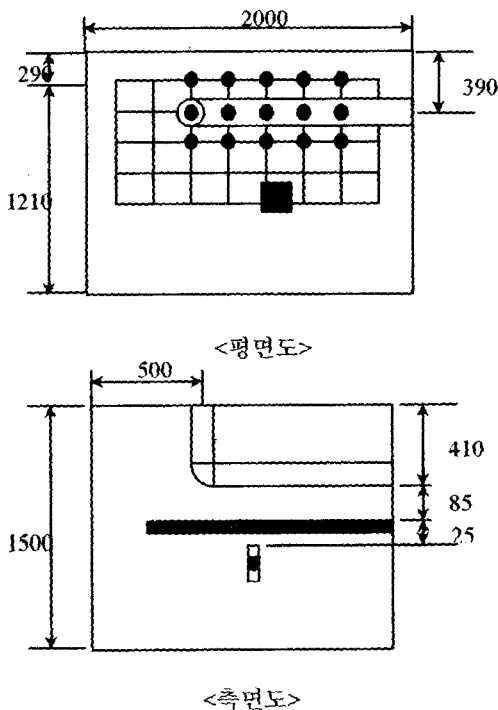


Fig.2 Layout of test system

실험을 위한 측정실 조건은 다음과 같다.

실 크기는 $X \times Y \times Z : 1500 \times 2000 \times 1500$ 이며, 배수용 배관은 PVC Pipe로 직경 100mm의 일반 배관을 사용하였으며, 인텐시티 측정포인트를 정하기 위한 메시망은 100×100 mm 격자를 사용하였다. 측정 레이아웃은 Fig.2 과 같다.

측정 방법은 인텐시티 측정시 배수가 시작되는 시점으로부터 각 그리드 격자에서 25초간 측정하였다. 위 방법으로 측정된 인텐시티는 각 주파수별로 다른 특성을 나타내나 여기서는 지면상 Overall 값으로 평가하기로 한다. Fig.3 은 각 포인트별 Overall Intensity 레벨의 분포를 나타낸다.

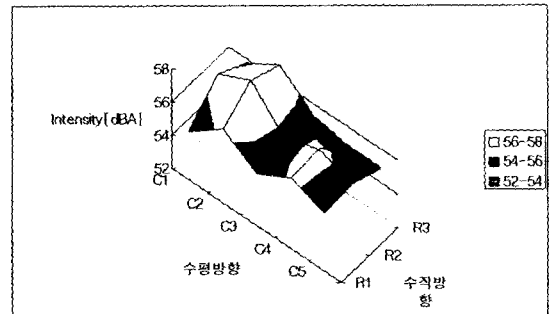


Fig.3 Distribution of intensity in Conventional system at each point

여기서, 물이 떨어지는 엘보우지점인 R2, C1 보다 R2, C2 에서 가장 높은 인텐시티 분포를 나타내고 있으며, 이로부터 물이 직접 낙하하는 지점보다 횡지관과 연결되는 지점을 지나는 부분에서 음이 더 크게 발생되고 있음을 알수있다. 따라서, 본 연구에서는 이 부분에서 발생하는 음을 줄이는 방향으로 포인트를 설정하였다.

3. 소음 저감재 특성

개선방안으로는 낙하수의 접촉을 원할히 유지하

여 물의 와류를 최소화 함으로 유동에 의한 음을 감소하는 방안과 2중구조를 취함으로 차음성능을 개선하는 방향으로 선정한다.

유동음을 최소화하기 위한 방법으로 엘보우에 낙하수가 접촉 할 때 구조체에 낙하수가 우선적으로 접촉하고, 차후 구조체가 10mm 처짐을 유발해 배수관에 접촉하므로 낙하시 발생하는 Splash 음을 최소화 하였으며, Rubber 타입의 삽입관 형태를 취함으로 배관의 2중구조를 유도해 레깅과 같이 차음체의 두께를 증가시키는 것보다 보다 효과적인 차음 성능을 가지도록 개선방향을 설정하였다.

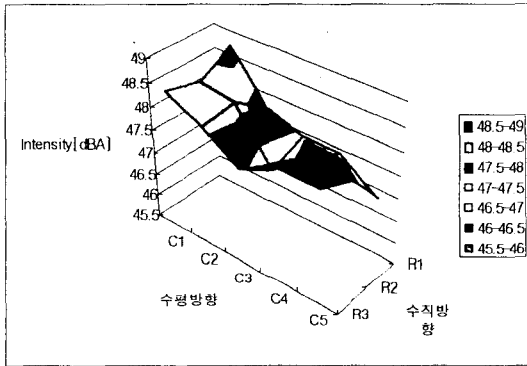


Fig.4 Distribution of intensity in 3 layer hollow elbow system

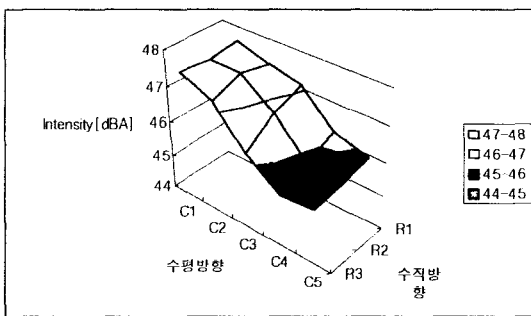


Fig.5 Distribution of intensity in 3 layer hollow elbow + 2 layer horizontal pipe system

개선 방향의 타당성을 검증하기 위하여 기존 배

수소음 저감재인 3중 엘보우와 2중 횡지관을 적용하여 각각의 영향을 검토하기로 한다. Fig. 4는 3중엘보우를 적용시 인텐시티 분포이며, Fig.5는 3중관과 2중횡지관을 적용하였을 때의 인텐시티 분포도이다.

Fig.3에서 보면 C2, R2 지점에서 가장 큰 음이 방사됨을 보이고 있으나, 3중 엘보우를 적용한 Fig.4에서보면 C2, R2 지점에서의 Intensity 레벨이 감소하였음을 볼 수 있다. 이는 낙하수가 배수관과 직접 접촉하는 부위와 엘보우와 연결된 유로의 방향이 변하는 위치에서 음이 크게 발생한다는 것을 단적으로 보여주고 있다. 또한, 3중 엘보우와 2중 횡지관을 함께 적용한 Fig.5를 살펴보면 엘보우 부위의 Intensity 레벨 감소보다는 횡지관쪽의 Intensity 레벨이 감소함을 볼수있다. 그러나 기존 시스템에 3중 엘보우를 적용하였을 때 보다 월등한 감소를 보이지는 않음은 배수관 내의 가장 탁월한 음원은 엘보우에서 유로변동과 함께 발생하는 Splash 소음인 것을 확인 할 수 있다. 기존 제품의 평가로 음원의 발생지점을 재 확인 할수 있었으며, 배수관과 낙하수의 직접적인 접촉을 피하는 방법이 가장 효과적이란 것을 예측 할 수 있다.

4. 개선방안

개선방안으로는 앞서 언급한 바와 같이 엘보우 부위에서 낙하수의 직접적인 접촉을 피하는 방법으로 개선된 배수관 구조는 Fig.6과 같다.

Fig.6의 형태로 개발한 rubber 삽입 요소를 적용 후 인텐시티를 측정한 결과는 Fig.7과 같다. 이 그림으로부터 R2, C2 지점의 Intensity가 기존 시스템에 비해 약 14dB 정도 감소함을 보이고 있다. 따라서, 기존 시스템에서 발생하는 음원을 상당량 감소하는데 효과가 있음을 알수 있다. Fig.8은 측정점 각 위치에서 Intensity 측정 결과의 비교도이

다. 기존 시스템의 레벨이 가장 높고, 다음으로 3중 엘보우 적용, 다음으로 3중 엘보우와 2중 횡지관을 사용한 시스템의 경우가 Intensity 저감에 효과를 보이고 있으나 2중횡지관의 영향 보다는 3중 엘보우의 효과가 보다 우수함을 알수있다. 따라서, 가장 탁월한 음원의 위치는 엘보우 부근임을 재확인 할수 있었다. 다음으로 당사의 개발품의 경우가 가장 우수한 감음 효과를 보이고 있으며, 이는 음 발생 위치 예측과 저감방안으로 잡은 직접접촉 방지와 접촉시간 지연 등이 타당함을 보이며, 낙하수의 Splash를 줄이는 방향이 효과를 보이고 있음을 알수있다. 또한, 배수관 각 부위에서 방사하는 인텐시티의 감소는 음원을 저감한 것이며, 차음의 개념이 아니므로 보다 효과적인 방법이라 할수 있다.

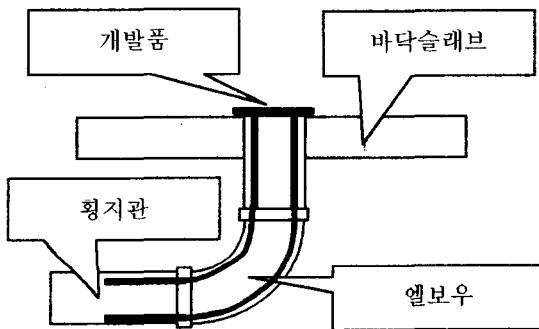


Fig.6 The improved drainpipe model for the experiment

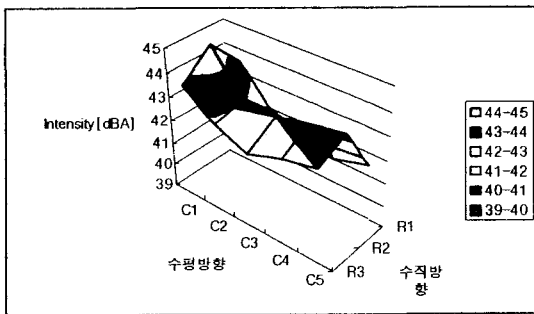


Fig.7 Distribution of intensity in improved drainpipe system

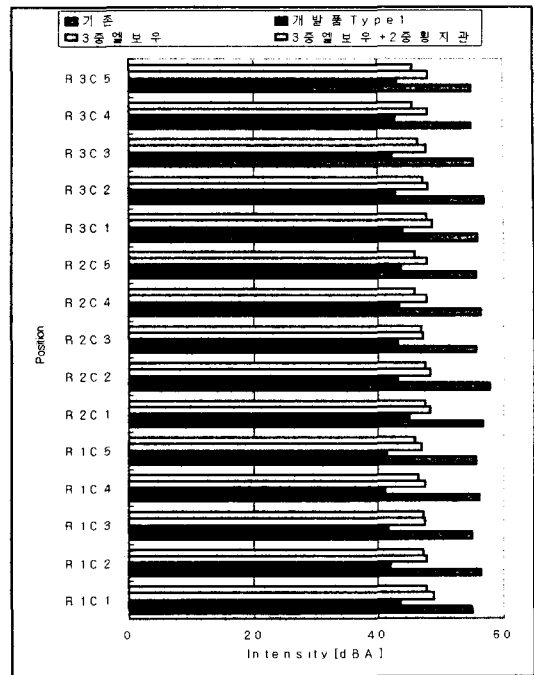


Fig.8 Measurement Result Sound Intensity

5. 결과

앞서의 결과를 바탕으로 음원의 감소를 확인할 수 있었으며, 음원 감소에 따른 실험실내 음압레벨의 변화를 살펴보기로 한다. 측정은 실험실 규모가 적으므로 KSA 0701에 준하여 측정하였다.

측정결과는 Fig.9와 같다. 음압의 주파수별 특성을 살펴보면 저주파수 영역보다는 고주파수 영역에서의 감음량이 모든 제품에서 우수하게 나타나고 있음을 보여주고 있으며, 본 연구에서 개발한 개발품은 약 300Hz 부터 음압을 저감시키고 있다. 이는 슬래브로부터 엘보우까지 연결된 고무부의 매스 증가량에 따른 저주파 차단 효과로 예상되며, 고주파 영역에서의 음압레벨 저감이 큰 원인은 낙하수가 배수관에 접촉하는 시간이 짧아 소음을 발생시키는 구조에서 접촉시간을 연장 할 수 있는

구조로 바뀔에 따라 음 발생원인을 줄인테 있다고 사료된다.

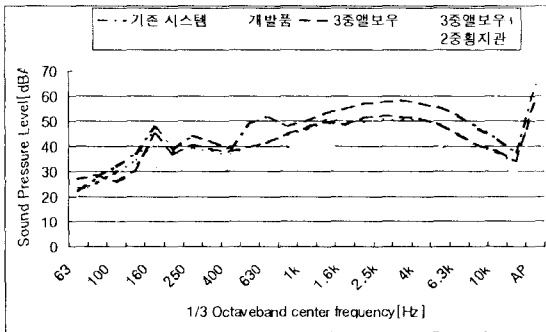


Fig.9 Comparison of the measurement result sound pressure level

6. 결론

현 공동주택 배수 시스템의 소음 원인은 두가지 주파수 특성을 가지고 있다. 배수 시점에 발생하는 소음은 저주파 특성으로 변기의 특성을 나타내는 소음이며, 배수 후기의 소음은 고주파 소음으로 낙하수가 배수관에서 발생시키는 유동소음으로 판단된다.

이 소음중 사람에게 민감한 소음인 고주파수 소음은 배수관내에서의 물의 유동에 의해 발생하는 소음으로 판단되며, 본 연구에서 개발한 개발품을 사용하여 기존 시스템에 비해 약 14dBA 감소라는 괄목할만한 결과를 얻었다.

7. 후기

본 연구는 (주)유일산업 기술연구소와 롯데건설 기술연구소의 공동 연구체대로 실험실 실험을 기초로 하였으며, 현재 건설중에있는 실건물에서의

평가를 진행중에 있으며, 시공적인 측면과 경제성을 고려하여 현장 적용성 확보를 위한 연구가 진행중에 있다.

8. 참고문헌

- 1) LEO L.BERANEK. Noise and vibration control, Institute of Noise Control Engineering, 1988.
- 2) 이주원, 정갑철, "화장실 배수소음 저감연구", 한국소음진동학술대회 논문집 I, 2000. 6. pp.165 - 171.
- 3) 반호용, "아파트먼트 하우스의 내부소음에 관한 연구", 대한건축학회지 2 권 99 호, 1981.4
- 4) 社團法人 空氣調和・衛生工學會, 給排水衛生設備における 騒音・振動低減設計・施工, 1995.