이중관 엘보를 이용한 배관 낙수음 저감장치 개발

Drainage noise reduction system using a vacuum double pipe elbow

정호연*·성승훈**·정형조†

Hoyeon Jung, Seung-Hun Sung and Hyung-Jo Jung

1. 서 론

공동주택이 차지하는 비율이 매우 높다. 공동주택이라는 주거환경 특성에서 많은 문제들이 발생하게 되는데 그 중 하나가 바로 소음문제이다. 특히 층간에서 발생하는 소음은 심각 할 경우 세대 간의 분쟁으로 번질 수 있기 때문에 근본적인 대책이 필요한 문제이다. 화장실이나 주방 등에서 발생하는 급, 배수 소음은 층간소음의 주된 원인 중 하나이다. 건물 내에서 발생하는 급, 배수 소음은 배관방식, 배관재의 종류, 배관 내 급수압력, 배수량, 유속변화 등 여러 요인들에 의해 복합적으로 발생한다.[1] 이 중 배수소음의 경우 생활 소음 실태조사 결과 욕실 배수소음이 거주자에게 가장 인지도가 높은 것으로 나타났다.[2] 따라서 본 연구에서는 배수 시 발생하는 배수 소음 중에서 낙수의 충격으로 인해 발생하는 소음에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다.

소음 저감대책으로 진공상태를 이용하여 소리의 전파를 차단하는 진공 이중관 엘보를 제안하였다. 제안된 시스템은 기존의 제품들과 외관상 차이가 없기 때문에 부가적이 장치 부착으로 인한 시공성 저하가 없을 뿐만 아니라 제품제작에 있어서도 제작과정이 단순하기 때문에 대량 생산에도 장점이 있다.

2. 시스템 설계 및 성능 검증

2.1 시스템 설계

소음을 저감하는 방법으로는 에너지 저감, 전달함수 특성변경, 방사특성 변경이 있다. 본 연구에서는 소음저감 방안으로 방사특성을 변경하는 방법을 선택하였다. 이중으로 이루어진 엘보 사이의 매질을 공기 대신 진공상태로 만들어 주어 일차적으로 소음을 차단하고자 한다. Fig. 1과 같이 제안된 시스템은 파장을 전파시키는 매질을 진공 상태로 만들어 주어 파장의 전파를 차단한다. 진공상태에서는 음이 전파되지 않기 때문에 파장의 이동속도가 아음속 이상일 경우에도 소음이 전파될 수 없다.

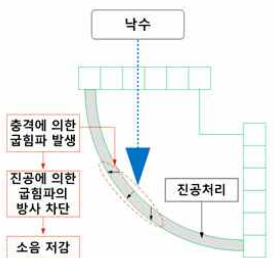

Fig. 1 이중관 엘보 시스템

2.2 시스템 성능 검증

실험은 카이스트 기계공학과에 위치한 간이무향실에서 진행되었다. 일반적으로 세면대, 욕조 변기 등과 같은 구조물에 대해 입상관의 길이가 모두 다르다. 따라서 각각의 경우를 모두 고려하기 위해 입상관의 높이를 300mm, 600mm, 900mm로 바꿔 가면서 성능 검증을 수행하였다. 또한 인간이 가장 민감하게 느끼는 주파수 영역인 2~5kHz를 관심 주파수 대역으로 설정하였고,[3] 이 범위에서 주파수 영역 분석을 통해 제안된 시스템의 성능을 기존의 이중관 엘보와 비교 분석하였다. 실험장치 구성은 Fig. 2와 같다.

† ; 정회원, KAIST 건설 및 환경공학과 부교수
E-mail : hjung@kaist.ac.kr
Tel : 042-350-3626 , Fax : 042-350-3610
* KAIST 건설 및 환경공학과 석사과정
** KAIST 건설 및 환경공학과 박사과정

Fig. 2 Experimental Setup

2.3 결과

묘사한 실험 모형세트로 실험이 진행되었으며, 3개의 마이크로폰을 바닥에 설치하여 각 지점에서 계측된 음압 신호에 대한 평균값을 통해 최종적인 소음 레벨을 평가했다. 5회씩 실험을 반복했으며 sampling frequency는 25.6kHz이며 5초간 데이터 계측을 수행했다.

Fig. 3과 4는 600mm 입상관에 대한 시간영역 및 주파수영역 응답그래프이다. (지면관계상 600mm 결과만 제시하였다. 다른 경우도 비슷한 결과를 보였다.) Blue line은 기존의 이중관 엘보에 대한 결과이며, Red line은 제안된 시스템에서의 응답이다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 계측 시간 범위에서 기존의 이중관 엘보에 비해 제안된 시스템이 우수한 성능을 보임을 확인할 수 있다. 또한, Fig. 4와 같이 관심주파수 대역에서도 소음저감 효과를 확인할 수 있다. 최종적으로 Fig. 5는 3개의 마이크로폰에서 계측된 관심주파수 대역에서의 소음저감 효과를 평균적으로 나타낸 그래프이다. 모든 마이크로폰에서 제안된 시스템의 성능 개선효과를 확인할 수 있으며, 평균 소음저감 효과는 대략 3.5dB 이상으로 확인됐다.

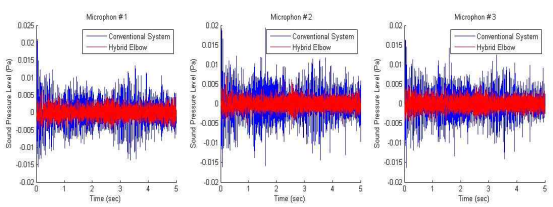

Fig. 3 영역 응답 (600mm 입상관의 경우)

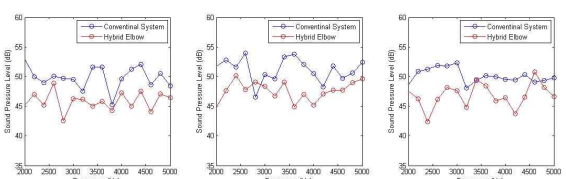

Fig. 4 주파수 영역 응답 (600mm 입상관의 경우)

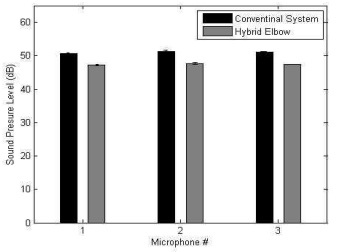

Fig. 5 마이크로폰 별 응답 비교(dB) (600mm 입상관의 경우)

3. 결 론

본 연구에서는 실제 시공되고 있는 PVC 배관을 대상으로 하여 엘보 부분에서 발생하는 낙수에 대한 충격소음을 소음 저감 목표로 설정하고, 이를 달성하기 위해 진공 이중관 엘보를 개발하였으며, 최종적으로 이에 대한 성능 테스트를 수행하였다.

실험 결과, 제안된 진공 이중관 엘보 시스템은 기존 이중관 시스템에 비해 평균적으로 3.5dB이상의 소음 저감 효과가 있음을 확인하였다.

후 기

이 논문은 국토해양부의 U-City 석·박사 지원 사업과 지식경제부의 지원(과제번호 2008-F-044-01)으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

(1) 안창환, 공성훈, “배수설비 시스템에서 PVC 관의 소음 특성”, 한국생활환경학회지, 14권, 3호, 2007, pp. 244-252

(2) 김정훈, 심동혁, 김경훈, “곡관 종류에 따른 배수관내의 소음 저감에 관한 실험적 연구”, 한국소음진동공학회, 추계학술대회논문집, 2006

(3) 류봉조, 임경빈, 이규섭, 송여봉, 공용식, 오부진, “파이프 구조물의 소음 및 진동특성 연구”, 한국정밀공학회, pp. 334-337, 2002