

파이프 내부의 유동소음에 관한 연구

A study on the fluid noise in the pipe

황기수, 최명진
경희대학교

Ki-Soo Hwang, Myung-Jin Choi

ABSTRACT

Drainage noise with making think about what they do disturbs neighborhoods live under source of noise. elbow pipe built in the house. the general elbow pipe has a rectangular elbow because of easiness when the plan set up or executing. therefore, free falling fluid impacts on the wall of the elbow pipe almost at one point. in this paper, to disperse the potential energy, the shock decentralizes from tiny area to large area. And It is considered how the characteristics change according to the noise of transformed shape of pipe, then researched the effectiveness of transformed pipe configuration.

key words : drainage noise, transformed pipe configuration

1. 서론

도심지역 인구과밀화와 80년대 정부의 주택경기 활성화 정책에 따라 국내 공동주택의 공급은 급작스런 증가를 보였다. 이에 따라 과거 건설된 공동주택은 거주성에 관한한 질적인 향상보다는 고층화, 고밀도화, 경량화추세와 함께 양적팽창을 해왔다. 실제로 1997년 이후 전국의 주택공급량 중 아파트 등 공동주택의 비중은 80%를 넘어섰다. 다수의 세대가 한 겹의 벽만을 사이에 두고 생활하는 공동주택의 특성으로 인해 이웃간 소음으로 인한 분쟁이 종종 발생하고 있다. 2006년 한국방송에서 실시한 전국 공동주택에 거주하는 20대 성인 남녀 540명을 대상으로 층간소음에 대한 설문조사에서 94.3%의 응답자가 층간소음을 느끼며 생활한다고 답했고 불편을 겪는다는 응답자가

61.5%에 달했다. 최근 건설되는 공동주택의 경우에도 질적 향상이 이루어졌다고는 하나 편의시설의 증대에 집중되고 있을 뿐이다⁽¹⁾.

공동주택의 쾌적한 주거환경을 저하시키는 요인으로 내부 소음이 있으며, 이 중에는 바닥 충격음과 함께 급배수설비 소음이 중요한 부분을 차지한다. 공동주택에서 발생하는 내부소음중 바닥충격음 다음으로 높은 지적율을 보이고 있는 급배수소음은 공기전달과 구조체 진동 전달이 복합적으로 이루어지기 때문에 그 정확한 경로파악이 어렵고 그 때문에 차단대책수립에 어려움이 있다.

본 연구에서는 비어있는 관에 유체가 급작스럽게 흐를 때 발생하는 소음의 특성을 파악하고 문제요소를 수정하여 시뮬레이션하고 또한 직접 실험을 통하여 확인함으로써 보다 효과적인 배관계통의 소음저감방안에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 유속 및 압력 변화

유체가 흐르는 배관의 소음을 저감하는 방법으로는 벽체강화, 틈새처리 등 다양한 방법이 있을 수 있다. 하지만 배관의 형상이나 재질을 바꾸는 것이 경제적인 측면에서 가장 효율적이라고 사료된다. 배관소음은 배수 중 유체와 파이프 벽면의 충돌 및 마찰에 의한 소음과 기포의 생성·소멸에 의해 주로 발생하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 사용한 배관과 배수의 형태는 양변기의 배수형태를 이용했다. 양변기의 배수형태는 비어있는 관에 일정량의 액체와 기체가 통과하는 형태이며 양변기 자체에서 발생하는 소음과 양변기에서 배출된 유체가 입상관을 마찰하고 곡관부를 충격하여 발생된 소음이 있다. 양변기 자체에서 발생하는 소음은 양변기의 다양한 형태에 따른 소음으로 이미 고정된 양변기라면 그 소음의 발생을 조절할 수 없다.

재질에 의한 배관의 소음성능을 개선하고자하는 연구는 꾸준히 있어왔다. 하지만 이미 상용화된 배관들의 성능을 분석한 것이 전부이며 배관의 형태에 대한 논의는 없었다.

배관의 소음을 조절하기 위해서는 배관 내의 유속과 압력의 조절이 필수적이라고 사료되며 일반적인 배관의 경우 **fig.1** 과 같은 압력 분포를 나타낸다. 이로부터 일반적인 배관의 해석적으로 얻은 압력분포를 얻을 수 있다.

결과는 table.1 에 표시하였다. 이로부터 각 관에 대한 최고,최저압의 차이를 알 수 있으며 이 차가 작을수록 소음의 발생이 적음을 실험을 통해 확인하려한다.

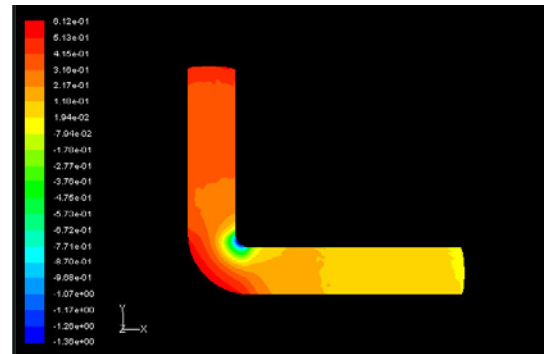


fig.1 general elbow pipe

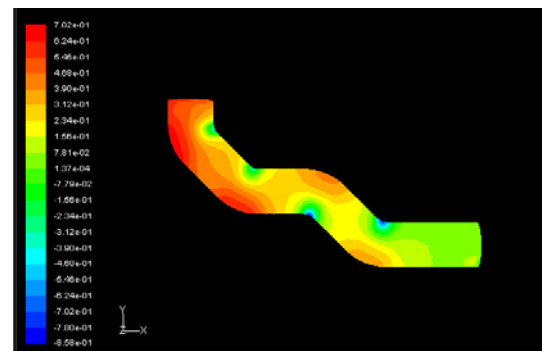


fig.2 Wtype pipe

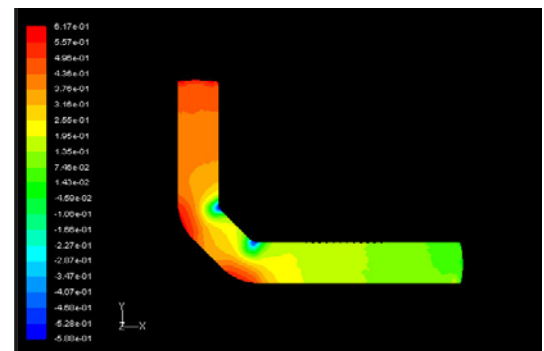


fig.3 Long elbow

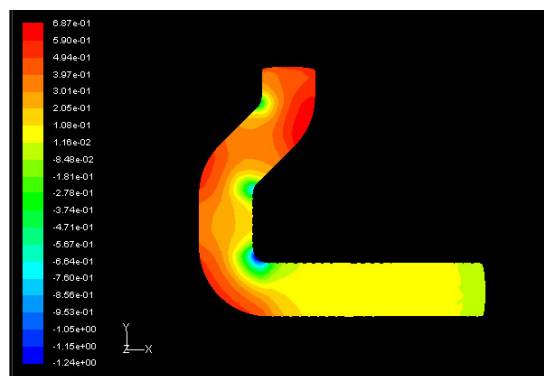


fig.4 Angular J pipe

type	Pressure(pa)		difference
	max	min	
L pipe	0.679	-1.39	2.069
Angular J pipe	0.612	-1.36	1.972
Long elbow	0.617	-0.588	1.205
W pipe	0.702	-0.858	1.56

table.1 Pressure difference

3. 실험장치구성 및 소음측정

소음 측정은 실험을 위해 반사음의 영향을 최소화하여 자유음장을 최대한 구현한 무향실(anechoic chamber)에서 행하여졌다. 양변기의 입상관과 횡지관의 연결부위는 탈 부착이 쉽도록 설계되었으며, 양변기는 외부에서 소음을 유발하고 무향실내부로 관이 유입되어 유체가 토출되는 부분은 다시 무향실 밖이 되는 구조로 설치하였다. 배수관의 일반적인 소음을 파악하기 위해 가장 일반적으로 시공되는 종류의 파이프인 VG2 직경 100mm를 사용하였다. 또한 양변기는 현재 가장 빈번하게 시공된 siphon type의 배수형태를 갖는 양변기를 선택하여 설치하였다. 무향실내의 마이크(AVM MI17 7553)는 배수관으로부터 1.5m, 지상으로부터 1.3m의 높이에 설치되었다. 측정 및 분석은 Labview Express를 이용하였다. 마이크로부터 얻어진 음향신호는 20~20000Hz의 대역에서 약 10초간 측정하여 A특성 가중치에 의해 평균값을 구하여 0.1초 간격으로 기록하였다.

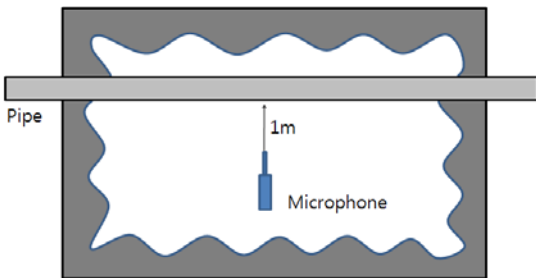


fig.5 실험 개요도

후반부의 소음측정치는 유체가 배수관밖으로 배출되기 시작하여 또 다른 소음을 유발하므로 후반부에 대한 측정치는 제거하였다.

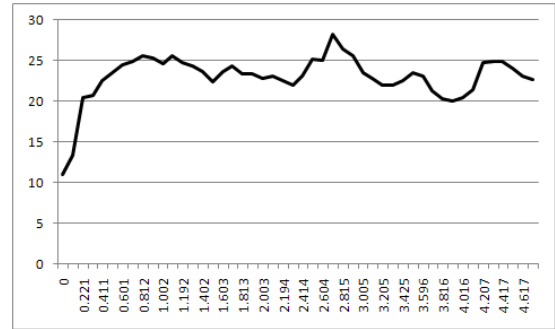


fig.6 General elbow Pipe

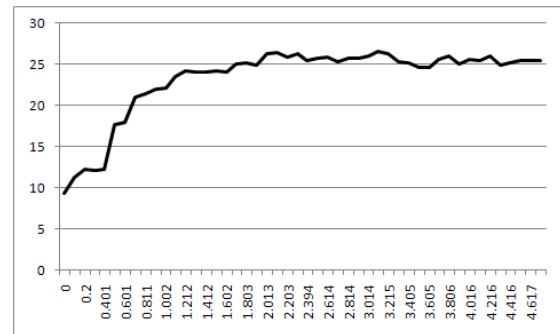


fig.7 W pipe

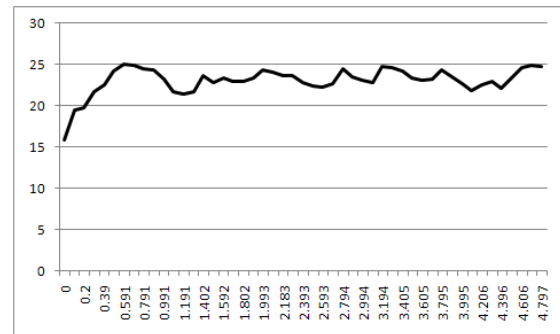


fig.8 45x2 Long elbow pipe

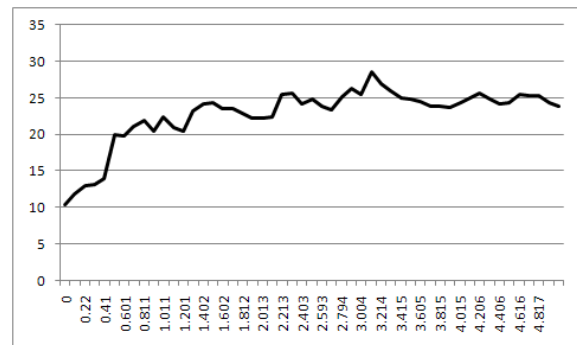


fig.9 Angular J pipe

또한 유체가 낙하를 시작하는 지점부터 횡지관 직전까지 수직길이를 일정하게 하여 위치에너지 차를 일정하게 하여 실험하였다.

4. 결과 및 고찰

배수 시에 일시적으로 많은 양의 유체가 곡관부를 충격함으로써 발생하는 소음을 실험을 통해 측정하고 수치해석을 통해 압력분포를 분석했다. fig.1의 일반적인 곡관을가진 배관의 경우 압력의 최대치와 최저치의 차이가 가장 크고 소음 또한 가장 큰 것으로 관찰되었다. 또한 fig.2 의 최대한 곡관의 곡률을 늘여보고자 하여 설계한 곡관의 경우 압력의 최대, 최저치의 차이가 두 번째로 낮게 나타났으며 소음의 최대치는 낮게 나타났으나 어느정도 이상의 소음이 지속적으로 발생해 두 번의 충격지점의 영향이 작용한 것으로 사료된다.

fig.3 의 45도 곡관을 두 번 사용한 장곡관의 경우 압력의 차가 가장 작은 것으로 나타났으며 측정된 소음 또한 현저히 낮은 측정치를 보여 이는 이미 상용화된 장곡관의 실효성을 입증해주는 결과라 하겠다.

fig.4의 두 번의 45도 곡관과 한번의 90도곡관의 각을 가지는 물음표형태의 관은 압력차가 실험된 관들 중 두 번째로 높게 나타났다. 위치에너지의 분산을 통해 충격량을 분산시키고자 설계한 곡관이었으나 유체가 방향성을 가지게 되는 지점이 두 지점으로 증가해 오히려 곡관부의 벽면 뿐 아니라 수직한 관의 벽면부에도 충격을 하여 발생한 결과라 사료된다. 또한 측정된 소음치 또한 크게 나타나 이를 뒷받침하였다.

5. 결론

배수시스템의 소음의 원인은 크게 두가지로 양변기자체의 배수구조에서 발생하는 저주파소음과 양변기에서 배출된 유체가 입상관과 횡지관과의 결합부위의 곡관에서 발생하는 충격에 의한 중·고주파소음이 있다. 본 연구에서는 후자에 관하여 배관자체의 재질은 가장 빈번히 사용되는 재

료를 사용하고 입상관 형상의 변화에 따른 소음의 특성을 파악하였다.

일반적으로 사용되는 곡관부를 가진 배관의 경우 한 지점에 집중된 충격 때문에 압력의 최대치와 최저치의 차가 크게 나타나 곡관부에서 기포의 생성 및 소멸을 활발하게 하고 위치에너지가 한지점에서 소모되어 그 소모된 에너지가 진동과 음향으로 발생하는 결과를 가져온다. 이를 개선하고자 설계된 계단형 곡관부를 가진 입상관과 45도의 곡관을 두 번사용한 곡관, 그리고 각을 가지는 물음표형태의 관을 사용하여 압력해석 및 소음 측정 결과 45도 곡관을 두 번사용하여 만든 장곡관의 경우가 가장 적은 소음발생량을 나타내고 압력의 차 또한 적어 압력차가 적을수록 소음의 발생량이 줄어든다는 가설을 입증해 주었다.

또한 유연한 곡관부를 가진 물음표형태의 관을 제작할 수 없어 시뮬레이션만을 토대로 분석해 본 결과 압력의 최대, 최저치의 차가 가장 적게 나타나 향후 연구에는 물음표형태의 곡관의 곡률에 따른 압력변화에 대하여 분석한다면 소음 저감을 위한 중요한 대책마련에 중요한 자료를 제시할 것으로 사료된다.

6. 참고문헌

- (1) 유승훈, 이주석, 2008, 층간소음의 불편 비용 추정
- (2) 김재수, 2007, 소음진동학, pp171-178
- (3) 사종성, 강태원, 2007, 소음진동, pp58-62
- (4) 정광용, 이태강, 송용식, 김선우, 1992, 공동주택 욕실 급배수 설비소음의 저감방안에 관한 실험적 연구, 대한건축학회학술발표논문집
- (5) M.L.Mundal, 1989, Acoustics of ducts and mufflers
- (6) 김재영, 1999, 유체의 속도와 압력을 고려한 파이프계의 자유진동 해석
- (7) 김정훈, 심동혁, 김경훈, 2006, 곡관 종류에 따른 배수관내의 소음저감에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집
- (8) 김영수, 이재국, 김창열, 2008, 공동주택 화장

실 층간 소음 저감기 개발, 한국소음진동공학회
추계학술대회논문집

(9) 류봉조, 이규섭, 2009, 배수관의 구조소음과
소음저감에 관한 연구

(10) 설수환, 정철운, 김재수, 2007, 대변기 세정
시 발생하는 배수소음의 특성변화에 관한 연구