

# 배수 파이프의 구조진동과 소음 측정 연구

## Measurement Study of Structural Vibration and Noise of Drainage Pipes

류봉조†\*윤지환\*\*·윤영식\*\*\*·김효준\*\*\*\*

B. J. Ryu, J. H. Yoon, Y. S. Yoon and H. J. Kim

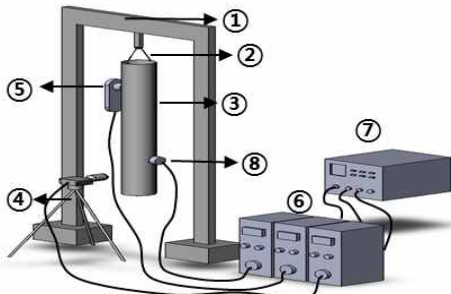
### 1. 서 론

새로운 파이프 소재들이 개발됨으로 인하여 기존의 주철관이나 PVC 파이프와는 다른 재료특성과 구조특성을 갖게 되는 것은 자명한 일이고, 이로 인하여 파이프 소음저감 효과에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 파이프 소재의 재질과 강성, 가공 상태 등 기하학적 특성들이 차음효과에 미치는 영향을 검토하기 위하여, 파이프 종류에 따른 진동특성과 그에 따른 투과손실 특성의 변화를 실험적 방법으로 고찰하였다.

### 2. 실 험

#### 2.1 구조진동 및 소음의 연관성

Fig. 1은 구조진동 실험을 위한 실험장치의 개략도를 제시하고 있다.



- ①Frame ②String ③Pipe ④Sound level meter
- ⑤Impact hammer ⑥Amp. ⑦Signal analyzer
- ⑧Accelerometer

Fig. 1 Schematic diagram of an experimental setup.

† 교신저자; 정회원, 한밭대학교 기계공학과  
E-mail : bjryu701@hanbat.ac.kr  
Tel : 042-821-1159, Fax :042-821-1587

\* 한밭대학교 기계설계공학과 대학원

\*\* 건양대학교 기계공학과

\*\*\*강원대학교 기계공학과

PVC 파이프를 기준으로 강성  $k$ 는 Table 1과 같이 상대적인 값으로 평가할 수 있다.

Table 1 Relative stiffness of various pipes.

Test pipes	A	B	D	E	PVC
Weight(kg)	1.805	1.870	1.640	1.690	1.650
Stiffness ratios	1.335	1.569	1.181	1.059	1.000

충격력의 크기와 발생하는 가속도 및 소음의 크기의 상호관계를 알기 위해서는 전달함수를 구하는 것이 편리하다. 전달함수는 입력인 충격력과 출력인 가속도 혹은 소음 비로써 표현할 수 있다. Fig. 2~6까지는 전달함수를 나타낸다. 공진주파수와 가속도 크기를 비교하면 Table 2와 같다.

Table 2 Magnitude of acceleration at resonance points.

		PipeA	PipeB	PipeD	PipeE	PVC
1	Frequency Hz	256	271	241	219	212
	Magnitude dB	23.3	26.5	28.8	25.8	32.7
2	Frequency Hz	<b>295</b>	297	<b>264</b>	<b>250</b>	223
	Magnitude dB	<b>29.6</b>	27.3	<b>34.2</b>	<b>31.9</b>	33.8
3	Frequency Hz	313	<b>322</b>	347	286	<b>241</b>
	Magnitude dB	25.9	<b>30.0</b>	17.6	24.6	<b>35.8</b>

파이프는 쉘 구조로 여러 모드가 복합적으로 나타난다. 1차 고유진동수 부근에 3개 모드가 복합적으로 나타나고 있고, 주 모드는 굵게 나타내었다. 파이프 시편 A와 B의 강성이 상대적으로 커서 공진 주파수가 높으며 가속도 레벨이 작은 값으로 나타나며, PVC의 강성이 가장 낮아 가속도 레벨이 높은 것으로 나타나고 있다. 이것은 구조 소음의 영역에서는 시편 파이프들이 PVC 파이프보다 비교적 우수한 특성을 가지고 있다는 것을 의미한다.

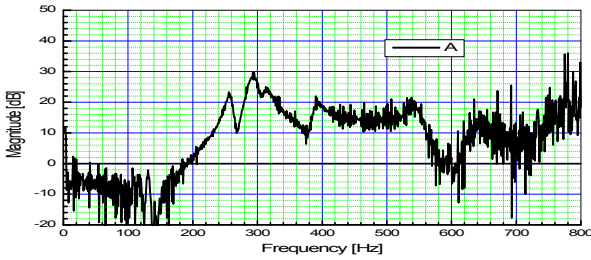


Fig. 2 Transfer function of a pipe A.

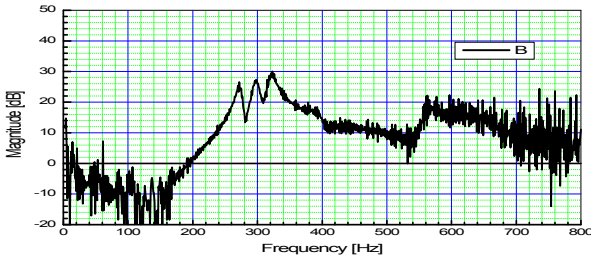


Fig. 3 Transfer function of a pipe B.

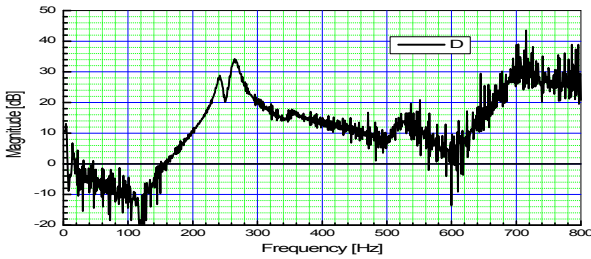


Fig. 4 Transfer function of a pipe D.

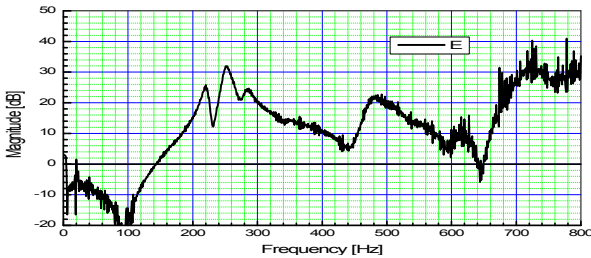


Fig. 5 Transfer function of a pipe E.

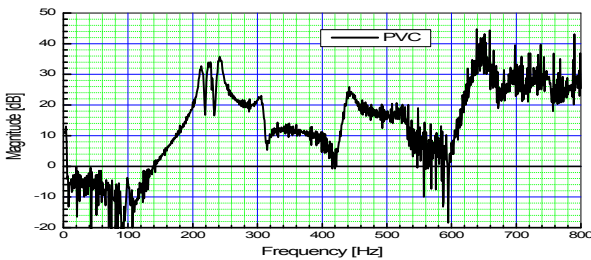


Fig. 6 Transfer function of PVC pipe.

## 2.2 투과손실 실험

Fig. 7은 파이프의 투과손실을 측정하기 위한 실험 장치이다.

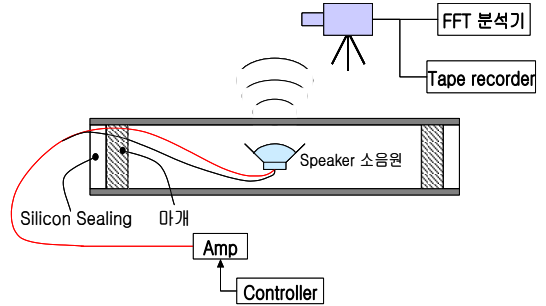


Fig. 7 Experimental setup of a test pipe.

환경소음에서는 63Hz에서 8kHz까지의 중심주파수만을 취급하고, 저주파 신호의 경우 의미가 없으므로, 63Hz부터 표현한 투과손실이 Fig. 8에 제시되어 있다.

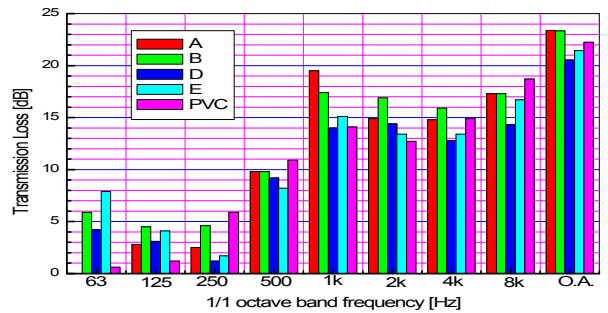


Fig. 8 Transmission loss of pipes.

## 3. 결론

첫째, 기존의 PVC 배관과 비교할 때, 시험용 배관은 면밀도에 비하여 강성이 큰 재료로써 공진주파수를 높임으로써 구조소음 제거에 효과가 있는 재료로 판단된다. 둘째, 투과손실 실험 결과, 파이프 시편 A, B는 파이프 시편 D, E에 비해 2~3 dB의 높은 차음특성을 가지고 있으며, PVC 파이프에 대해서는 1dB 수준의 높은 차음특성을 가지고 있다. 셋째, 실험에 사용된 파이프 시편의 내부 가공이 불균일하여 차음특성에 좋지 않은 영향을 미쳤을 것으로 예상되며, 이의 개선과 구조감쇠 개선으로 더 나은 소음 저감 파이프 소재로 적용이 가능할 것으로 판단된다.