

발코니 배수소음 저감용 드레인 덮개의 기존주택 실증 적용

An Application of Drain Cover for Reducing Balcony Drainage Noise in the Existing House

송민정* · 강민우** · 오양기†

Min-Jeong Song*, Min-Woo Kang** and Yang-Ki Oh†

(Received September 4, 2020 ; Revised October 12, 2020 ; Accepted November 30, 2020)

Key Words : Apartment House(공동주택), Drainage Noise(배수소음), Empirical Application(실증 적용)

ABSTRACT

The site conditions around the drainpipe in the existing apartment houses were very different from the original construction conditions, and each house was in poor condition due to repair and damage. If the conditions around the drain pipe are good, the reduction in the application of the drain cover is up to 16.8 dBA. The characteristics of drainage noise in the lower and upper floors showed that the peak level of the noise in lower floors was lower than that of the upper floors; however, the duration of drainage noise was longer than that of the upper floors, indicating that the lower floors were significantly affected by balcony drainage noise compared to the upper floors. As most residents positively judge the performance and effect of the balcony drain cover and their willingness to purchase the drain cover is very positive, they believe that the promotion and distribution of the drain cover will significantly help in reducing the balcony drainage noise in existing apartments.

1. 서 론

기존 공동주택의 발코니 배수소음에 대한 민원이 크게 발생하고 있음을 알 수 있었으며⁽¹⁾ 발코니 배수소음 저감을 위한 기초단계로서 기존 공동주택을 대상으로 발코니 배수소음의 주요 발생부분을 파악한 결과, 배수관 하부 드레인 부분에서 발생소음이 매우 크게 나타남을 알 수 있었다⁽²⁾. 이러한 결과를 바탕으로 기존 공동주택의 발코니 배수소음을 줄이기 위한 실제적인 방안으로서 차음시트가 부가된 플라스틱 재질의 드레인 커버를 제작하여 그 저감성능을 파악하

였다⁽³⁾. 그간의 연구를 통해 최대 배수소음이 12 dB 감소함을 확인하였고 드레인 커버의 배수관에 대한 탈착이 용이하게 적용될 수 있음을 파악하는 등, 발코니 배수소음 저감에 대한 드레인 커버의 적용가능성을 확인하였다⁽⁴⁻⁶⁾. 이 연구는 이와 같은 발코니 드레인 커버 연구의 최종단계로서, 실제 기존공동주택에 이를 적용하는 것에 대한 것이다. 즉, 드레인 커버의 실증에 관한 것이다.

첫머리에서 밝혔듯이 기존 공동주택의 발코니 배수소음에 대한 민원이 있으며 이에 대한 대응방안의 요구가 있는 것이 현실이다. 이의 해결을 위해서는 발코니 배수소음이 주로 발생하고 있는 드레인 부분

† Corresponding Authors; Member, Department of Architecture Mokpo National University, Professor
E-mail : oh@mokpo.ac.kr

* Member, Chonnam National University, Senior Researcher

** Member, Mokpo National University, Student

A part of this paper was presented at the KSNVE 2020 Annual Autumn Conference

‡ Recommended by Editor Hong Seok Yang

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

에 대한 대안을 마련하는 것은 필수적이라고 할 수 있다. 따라서 기존 공동주택에 차음성능을 담보하는 드레인 커버를 실증하여 배수관 소음 차단효과를 파악하고 실제 거주민의 배수소음에 대한 저감효과를 검증 및 파악하는 것이 이 연구의 주요한 연구내용이라고 할 수 있다.

이 실증에 적용된 드레인 커버는 이전의 커버를 기초로 차음재 부착 등의 저감성능을 보완하여 제작되었다. 기존 공동주택 발코니 배수관의 주변 상태, 이에 따른 드레인 커버 적용상의 문제점, 실제 현장에서의 드레인 커버 저감효과, 그리고 거주민의 드레인 커버 설치의 효과와 저감량에 따른 인식 변화 정도 등을 파악해보았다. 이러한 기존공동주택 발코니 배수관에 대한 드레인 커버 실증 연구결과는 기존 공동주택의 발코니 배수소음 저감을 위한 드레인 커버의 실제 현장적용에 활용될 수 있을 것으로 판단한다.

이 연구의 진행을 살펴보면, 먼저 목업실험(mock-up test) 등을 통해 기존공동주택에 용이하게 적용할 수 있는 드레인 커버를 설계 및 제작하였다. 동시에 실증 대상 주택을 섭외하여 발코니 배수관 주변상황을 파악하였다. 기존 공동주택에서의 실증실험은 20개호에 대하여 실시하였으며 드레인 커버 적용에 따른 저감량과 그 효과에 대한 거주민이 반응을 조사분석하였다. 그리고 실증에 적용된 드레인 커버의 발코니 배수소음 저감효과와 드레인 커버 적용시 발생하는 문제점, 거주민의 저감효과에 대한 반응 및 드레인 커버 가격의 적정성 등에 대한 파악을 도모하고자 하였다.

2. 기존 공동주택 발코니 배수관 주위 상태

드레인 커버 실증 적용 기존 공동주택은 G시의 주택공사 아파트 20세대이다. 15층 편복도식 구조이며 1990년 7월 입주한 공동주택으로서, 발코니 배수관은 역시 2006년 이전 설치된 구형의 상태이다. 발코니 배수관은 2006년부터 국내 공동주택에 신형 발코니 배수드레인이 설치되었기에 이시점을 기준으로 신형과 구형으로 구분된다³⁾. 이 공동주택의 발코니 배수관은 상층의 발코니 배수와 옥상층의 빗물 수직배수관의 역할을 겸하고 있다.

실증 20세대는 실증을 원하는 세대를 무작위로 선택하였다. 따라서 이 세대가 기존 공동주택 전체의 상황을 대변한다고는 할 수 없으며 케이스별로 배수

관 및 주변의 상태가 다르다는 것을 미리 밝혀둔다.

Fig. 2는 해당주거 발코니 배수관 주위 상태의 하나의 예이다. Fig. 2의 왼쪽 사진을 보면, 드레인 부분을 파란색 비닐로 감싸놓은 것을 알 수 있다. 이는 현재 상황에 대한 불만의 방증이다. 비닐로 감싸놓은 이유를 거주민에게 물으니, 배수관에서의 냄새와 벌레 그리고 상층부에서 물이 내려올 때의 시끄러움 때문이라고 한다. 드레인 커버의 필요성이 현실적으로 부각되는 부분이다. 오른쪽 사진은 비닐을 제거한 후의 상태로서 바닥부분의 타일이 훼손되어 있음을 볼 수 있다. 일단 바닥이 편평하지가 않다. 드레인 커버를 그대로 적용하기에는 문제가 있는 바닥의 상태이다.

Fig. 3은 배수관 주위 바닥상태의 다른 예이다. 입주한지 만 30년이 되어가는 주택이어서 발코니 부분에 대한 수선과 변경으로 다종다양한 상태임을 알 수 있다. 사진과 같이 타일을 깬 경우도 있고, 목재 바닥을 시공한 경우, 시멘트로 마무리한 경우, 발코니 바닥을 2단으로 구성한 경우도 다종다양하였다. 거주민

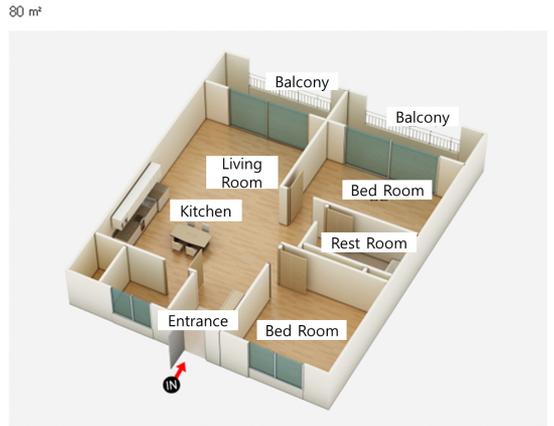


Fig. 1 Apartment plan subject to empirical application



Fig. 2 Status around the balcony drainpipe 1

의 필요에 따라 바닥상태가 애초의 시공상태에서 달라져 있는 경우가 대부분이었으며, 앞서 보았듯이 배수관 드레인 부근의 바닥도 편평하지 않은 경우가 많았다. 따라서 드레인 커버를 기존 배수관에 그대로 적용할 경우, 드레인 커버와 바닥간의 매꾸어지지 않은 틈으로 인해 소음 및 냄새 저감효과가 떨어질 개연성이 충분하다고 할 수 있다.

또 다른 문제는 외벽과 배수관 드레인의 사이 폭이 일정하지 않은 것이다. 각 호별로 애초 시공상의 차이 때문으로 외벽과 배수관 사이의 간격에 넓고 좁음이 있었다. Fig. 4의 왼쪽 사진은 드레인 덮개의 내부 및

외부 부재를 모두 적용하여 시공한 예이다.

이것은 외벽과 배수관 사이의 공간이 2가지 부재를 모두 적용할 수 있는 공간이 있는 예이다. 그런데 오른쪽 사진은 외벽과 드레인 사이의 간격이 좁아 2중 드레인 커버 중 외부 부재를 설치하지 못하고 내부 부재만 설치한 상태이다. 이와 같이 실제 기존공동주택 현장은 드레인 커버를 설치할 수 있는 공간의 폭도 제각각인 경우가 많았다. 따라서 실제 현장에서는 2중으로 제작된 드레인 커버를 모두 설치할 수 없는 경우도 있다. 기존 공동주택은 설치현장의 조건이 개개호별로 큰 차이가 있음을 감안하여 드레인 커버를 적용하여야 한다는 것을 의미한다.

3. 기존 공동주택 배수관 적용 드레인 커버

지난 연구과정을 통해, 실제 기존 공동주택 발코니 드레인 부분에 실증할 커버를 최종 설계 및 제작하였다. 드레인 커버의 재질은 물이 사용되는 배수공간이기 때문에 녹방지, 경량성 및 사용 용이성 등을 고려하여 플라스틱 재질을 사용하여 제작하였으며, 최종 적용모델은 차음성능의 보안을 위해 차음재 1mm를 목과 외부부재의 안쪽면에 설치하였다. 플라스틱 부재의 두께는 5mm이다.

Fig. 5의 (a), (b) 사진은 실증에 적용된 드레인 커버의 내부 부재이다. (a)는 차음재가 설치되지 않은 상태이고 (b)는 부재의 목부분에 차음재를 부착한 상태이다. 이는 배수관과 밀착할 수 있게 하며 해당부분의 소음 누출을 방지하는 효과를 도모한다. (c)는 외부 부재이며 역시 차음재가 부착된 상태이다. (d)가 내부 및 외부 부재가 조립된 상태이다. (d)의 사진에서, 목부분에는 발코니 배수관의 고정을 위한 패키징이 있으며 바닥부분은 고무부재로 가장자리를 두르게 하여 드레인 커버가 바닥면에 잘 밀착될 수 있도록 고안하였다.



Fig. 3 Status around the balcony drainpipe 2



Fig. 4 Status around the balcony drainpipe 3

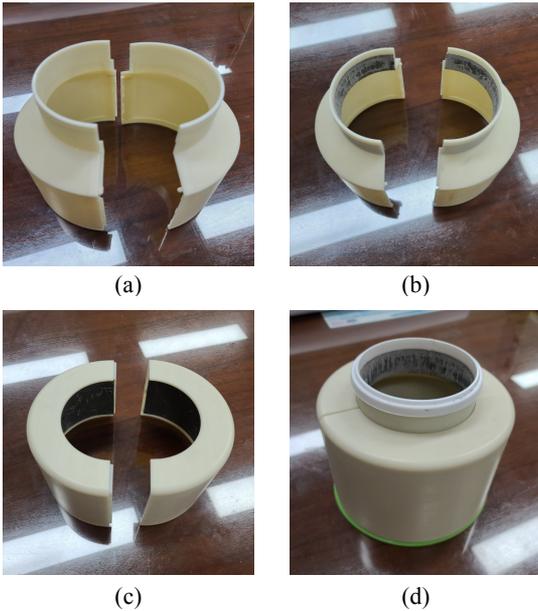


Fig. 5 Drain cover applied to existing apartment house

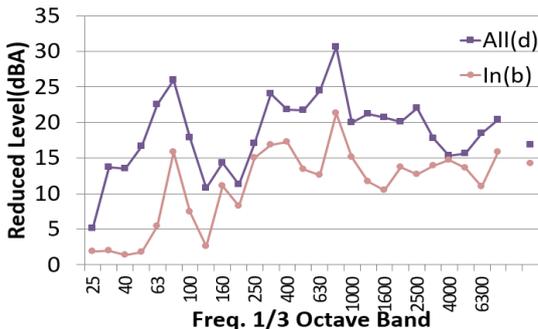


Fig. 6 Reduction characteristics due to drain cover compositions

이 드레인 커버는 조립식으로 고안되어, 커버설치에는 나사 및 본드 등의 부착재는 전혀 필요없으며 다른 공구없이 맨손으로 기본 배수관에 쉽게 적용이 가능하다. 실제로 현장에 적용해보니, 조립상의 문제는 발견되지 않았다. 다만, 앞서도 살펴보았듯이 설치현장의 바닥부분이 편평하지 않은 경우 등에는 이에 대한 보완이 작업 등이 선행되어야 한다.

Fig. 6는 Fig. 5의 (d)와 (b)의 부재가 현장의 배수구 공간에 밀착된 상태에서 측정된 저감 특성이다. 단일 평가 저감량은 양 조합간 4 dBA의 차이가 발생하며, 내부 및 외부 부재가 조합된 (d)의 성능이 진주파수 대역에서 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 외부부재

가 보강됨으로서, 그림에서와 같이 저음역대와 중음역대에서 차음성능이 향상하고 있음을 알 수 있다.

4. 조사, 실험 개요 및 결과

이 연구의 조사 및 실험은 크게 3가지 부분으로 구분된다.

첫 번째는 설문조사이다. 거주자 일반사항과 발코니 배수소음에 대한 인식정도 그리고 드레인 커버의 소음개선효과 등에 대한 조사이다. 이를 통해 배수관 드레인 커버에 실증 전후에 대한 거주민의 반응을 살펴보고자 하였다.

두 번째는 층별 발코니 배수소음 특성조사이다. 최상층 등에서 발코니 배수가 발생할 경우, 층별로 배수소음 특성을 파악해보고자 하였다. 상층부와 하층부의 배수소음 지속시간 등의 특성 파악을 통해 어느 층이 상대적으로 더 문제가 되는지 등을 살펴보고자 하였다.

세 번째는 발코니 배수관 드레인 커버 적용 실험이다. 20개호를 대상으로 실증 드레인 커버를 배수관에 적용하여 소음 저감효과를 파악하였다. 실제 적용시 어느 정도의 저감효과를 보이는지 파악하고자 하였다.

4.1 설문조사

설문 항목은 크게 4부분으로 구성되어 있다. 먼저 ‘1. 거주민 일반사항 및 주거소음 인식’에서는 거주민 정보와 외부 및 내부소음 발생정도에 대한 인식정도를 조사하였다. ‘2. 발코니 소음 인식 정도’에서는 평소 발코니 소음이 어느정도 신경쓰이는지, 방해받는 활동은 무엇인지, 자주 들리는 공간 등에 대한 조사이다. ‘3. 배수관 덮개에 대한 인식조사’에서는 발코니 드레인 커버에 대해 알고 있는지의 여부와 이의 구매 의사 등을 조사하였다. ‘4. 배수관 덮개 소음 개선 인식조사’에서는 배수관 덮개의 적용 전후 소음 인식 변화정도를 5점 척도로 조사하였으며, 드레인 덮개의 소음저감효과를 알게된 후 다시 구매의사 변화정도를 파악하였다. 설문조사는 드레인 커버를 실증 적용한 20개호의 주민 20명에 대하여 면대면으로 실시되었다.

Table 1은 ‘1. 거주민 일반사항 및 주거소음 인식’에 대한 조사 결과이다. 조사 대상자의 연령은 60대 이상이 고령자가 70%로서 다수였다. 내부 및 외부 소음에 대한 인식은 ‘보통’을 중심으로 정규분포를 이루고 있

음을 알 수 있다. 따라서 기존 내/외부 발생소음에 대해 특이한 반응은 보이지 않는 것으로 판단된다.

Table 2는 ‘2. 발코니 소음 인식 정도’에 대한 설문 결과이다. 이 조사는 평소 생활과정에서 거주민이 느끼는 상황에 대한 것이다. 발코니 배수소음에 대하여 ‘매우 신경쓰인다’와 ‘신경쓰인다’의 비율이 65%로서 발코니 소음이 거주상 문제로 작용하고 있음을 알 수 있다. 방해받는 행동으로는 수면과 TV 시청이 높은 비율을 차지한다. 이는 발코니 인접실이 TV가 놓여있

Table 1 Residents' general aspects and recognition of residential noise

Category			Freq.	%	Category			Freq.	%
Age	10's	1	5	Sex	Male	6	30		
	20's	0	0		Female	14	70		
	30's	0	0		Sum	20	100		
	40's	2	10	House hold member	1	5	25		
	50's	3	15		2	9	45		
	60's	4	20		3	4	20		
	70's	5	25		4	2	10		
	80's	4	20		5	0	0		
	No reply	1	5		6	0	0		
Sum	20	100	Sum		20	100			
External noise	Extremely	2	10		Internal noise	Extremely	2	10	
		7	35			6	30		
	Moderate	3	15	Moderate		4	20		
		4	20			4	20		
	Never	4	20	Never		4	20		
	Sum	20	100	Sum		20	100		

Table 2 Balcony drain noise recognition

Category			Freq.	%	Category			Freq.	%
Drainage noise	Extremely	3	15	Bothered room	Living room	11	39.3		
		10	50		Main room	7	25		
	Moderate	7	35		Small room	1	3.6		
		0	0		Front door	0	0		
	Never	0	0		Bathroom	0	0		
	Sum	20	100		Kitchen	2	7.1		
Activities interrupted by noise (multiple choice)	Rest	2	8.7		Multi-purpose room	0	0		
	TV	5	21.7		Balcony	5	17.9		
	Reading	1	4.4		Etc.	0	0		
	Sleep	7	30.4		None	2	7.1		
	Etc.	0	0	Sum	28	100			
	None	8	34.8						
	Sum	23	100						

는 거실과 침실이기 때문으로 판단된다. 배수관 소음이 신경쓰이는 실 역시, 거실(39.3%)과 침실(25%)로서 나타났다. 역시 발코니 배수관과 가까이 위치한 실에 문제가 발생하고 있음을 알 수 있다.

‘3. 배수관 덮개에 대한 인식조사’ 결과인 Table 3을 보면, 배수관 덮개에 대하여 알고 있는 경우가 반에 못미치고 (40%) 있으나 이의 구매의사는 90%에 이르고 있다. 따라서 이에 대한 적절한 홍보가 이루어진다면, 기존 공동주택의 발코니 배수관 드레인 커버 수요는 매우 크다고 할 수 있다.

Table 4는 ‘4. 배수관 덮개 소음 개선 인식조사’ 결과이다. 이 설문은 설문대상자가 발코니 배수관 드레인이 보이는 거실에서 문이 열린 상태에서 실험과정을 보면서 설문에 응한 것이다. 배수관 드레인 덮개의 효과를 보면, ‘매우 시끄럽다’와 ‘시끄럽다’가 전

Table 3 Survey results of the perception on drain cover

Category			Freq.	%	Category			Freq.	%
Drain cover	Know	8	40	For purchase	Yes	18	90		
	Do not know	12	60		No	1	5		
	Sum	20	100		Do not know	1	5		
					Sum	20	100		

Table 4 Survey results the recognition of noise improvement in drain cover

Category			Freq.	%	Category			Freq.	%
Without a cover	Very Noisy	6	30	With a cover	Very Noisy	0	0		
	Noisy	12	60		Noisy	1	5		
	Ordinary	2	10		Ordinary	7	35		
	Quiet	0	0		Quiet	11	55		
	Very Quiet	0	0		Very Quiet	1	5		
Sum	20	100	Sum	20	100				
Purchase willing	Stronger	9	50	Amount that can be paid	0 ~ 10 000 won	3	15		
	Weaker	1	5.6		10 000 ~ 20 000	9	45		
	Same	8	44.4		20 000 ~ 30 000	7	35		
					30 000 won above	0	0		
	Sum	18	100		No answer	1	5		
			Sum	20	100				

채응답의 90%였는데 시공 후에는 5%로 극적으로 줄어들었다. ‘보통이다’와 ‘조용하다’는 응답이 90%로서 거주민의 청감상 효과가 매우 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과 등으로 드레인 커버의 저감효과를 확인한 후, 구매의사가 강해진 거주민이 50%였다. 구매의사가 동일한 40%까지 합하면, 거주민의 90%가 구매 의사가 있음을 알 수 있다. 이는 배수드레인 커버의 효과에 거주민이 대부분 만족하고 있다는 것을 보여준다.

4.2 층별 발코니 배수소음 특성

층별 발코니 배수소음의 특성을 파악하기 위해 옥상에서 10L의 물을 배수하면서, 각 층에서의 배수 소음 특성을 조사해보았다. 해당실험은 배경소음이 37 dBA 정도로 확보된 상태에서 실시되었다. 이 실험은 동일 라인 전체 주거를 섭외할 수 없는 문제로 인하여 주거의 발코니가 아닌 공용 복도측에 조성된 배수관을 대상으로 측정하였다.

배수소음이 귀로 인지되는 시점부터 시간이력을 측정하였다. 이는 실험자가 임의로 정한 사항이다. 측정층은 1층, 4층, 7층, 10층, 13층, 15층(최상층)으로 6개층이다. Table 5 및 Fig. 7의 결과는 측정 시간중의 최대 레벨 값(L_{Amax})이다 따라서 배수중의 순시 레벨 및 주파수 특성은 이와는 차이가 있다. 측정장비

Table 5 Drain noise level by floor (max)

Fl.	BGN	1F	4F	7F	10F	13F	15F
dBA	37.3	79.6	78.5	85.2	89.0	79.2	85.4



Fig. 7 Drainage drain and microphone

는 SINUS(Apollo)를 활용하였으며, 마이크로폰은 배수에 따라 발생하는 물튀김으로부터 안전하고 배수소음이 최대로 측정될 수 있는 위치인 배수관 옆 20cm 정도에 위치시켜 측정하였다.

Table 5를 보면, 4층의 경우가 78.5 dBA로서 가장 낮으며 10층이 89 dBA로 측정되어 가장 높다. 일단 최대 최소의 차가 10.5 dBA로 나타나 층별로 배수소음 레벨에 차이가 크게 발생하고 있음을 알 수 있다. 최대레벨은 중간층(10층, 7층)에서 나타나고 있는데, 배수의 속도가 이 부분에 이르러 최대를 보이고 아래로 내려갈수록 관벽과의 마찰저항으로 인해 배수 낙하속도가 줄고 순간 최대배수량이 적어지게 되어 이와 같은 결과를 보인 것으로 사료된다. 즉, 배수가 이루어지면 관벽에 붙어있다가 아래로 내려가게 되는데, 이러한 배수의 시간지연효과 등으로 시간에 따른 순간 최대배수량에 층별로 차이가 발생하기 때문으로 이런 결과가 발생한 것으로 판단된다. 다만 15층은 옥상층의 배수위치와 가까운 관계로 레벨이 높은 것

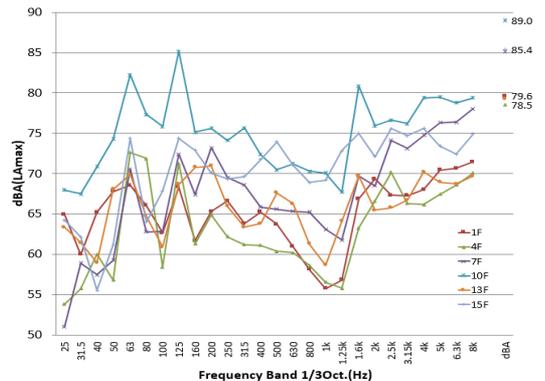


Fig. 8 Drain noise characteristics by floor (maximum hold)

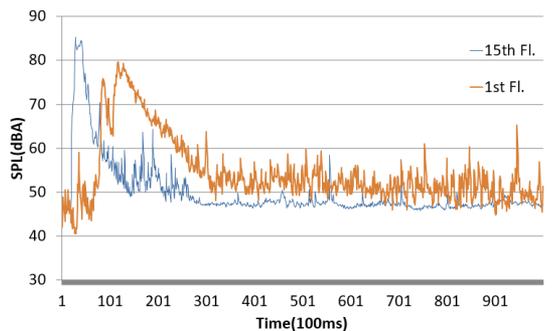


Fig. 9 Drainage noise time history characteristics by floor (15th, 1st floor)

으로 짐작할 수 있다.

Fig. 8은 각층별로 전체 측정시간 중의 최대레벨 주파수 특성이다. 저음역 및 고음역대역의 레벨이 중음역대에 비하여 상대적으로 높게 나타나고 있음을 알 수 있다 따라서 드레인 커버 설계시 저음역 및 고음역에 대한 대처가 중요하다고 하겠다. 다만, 이 데이터는 측정시간대의 최대 레벨 측정치로서 순시치와는 차이가 있음을 감안하여야 한다.

Fig. 9는 15층과 1층 배수음의 시간이력 그래프이다. 시간변화에 따라 배수소음 레벨이 어떻게 변화하는지 파악해보고자 한 것이다. 측정은 배수소음이 인지되는 시점부터 120초 동안 지속하였다. Fig. 9를 보면, 소음이 인지되는 시점으로부터 최대 피크가 발생하는 시간이 15층과 1층에 약 10초 정도차이가 있음을 알 수 있다. 그리고 1층의 최대 피크레벨이 15층에 비해 약 4.5 dBA 정도 줄어들었다. 이는 위층에서의 배수음이 배수관을 타고 내려오고 있으며 1층으로 배수가 내려오는 과정에서 배수관벽에 붙은 배수 때문에 1층에서는 15층에 비해 순간 최대 배수 통과량이

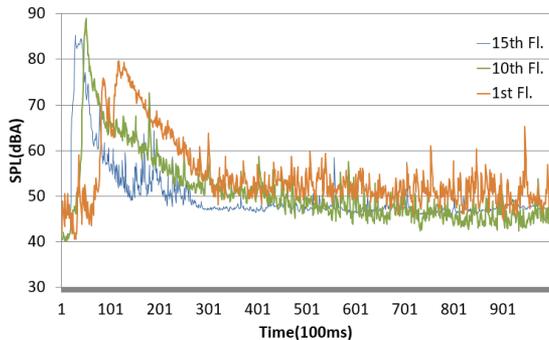


Fig. 10 Drainage noise time history characteristics by floor (15th, 10th, 1st floor)

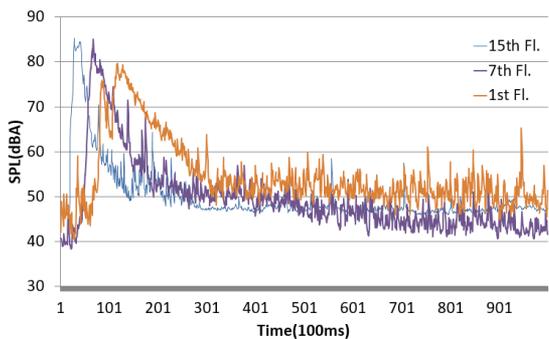


Fig. 11 Drainage noise time history characteristics by floor (15th, 7th, 1st floor)

적으므로 이와 같은 차이가 발생한 것으로 판단된다.

Fig. 9에서 주목할 것은 1층의 배수소음 레벨이 거의 100초 동안 50 dBA 이상을 유지하고 있다는 점이다. 15층은 25초 내외에서 50 dBA 이하로 배수소음이 내려가는데 비하여, 1층의 경우는 90초가 지난 경우에도 60 dBA를 넘어가는 경우가 있음을 볼 수 있다. 즉, 1층은 15층에 비해 최대 피크레벨은 낮으나 50 dBA를 넘는 배수소음 지속시간이 100초 정도를 유지하고 있음을 알 수 있다. 이는 상대적으로 1층에서의 배수소음이 거주민에게 큰 영향을 미치고 있음을 짐작할 수 있다. 또한 위층에서의 배수빈도를 참작해보면, 저층부는 위층 배수빈도가 상대적으로 클 수밖에 없으므로 드레인 커버 등의 대안마련이 저층부에 더욱 요구된다고 할 수 있다.

Fig. 10은 Fig. 9에 10층 데이터를 얹은 것이다. 10층의 피크 배수음 발생에 2초, 3초의 시간지연이 있으며 40초 정도까지는 15층에 비해 배수소음레벨이 높으나 그 이후부터는 15층과 대동소이한 양상을 보이고 있다.

Fig. 11의 그래프는 15층, 1층 및 7층의 시간이력 데이터이다. 역시 피크레벨의 시간지연 현상을 볼 수 있다. 7층의 양상은 10층의 경우와 비슷하게 나타나고 있다. 1층의 최대 피크레벨이 다른 층에 비해 낮은 것은 1층의 순간 최대 배수량이 다른 층에 비해 적기 때문에 나타난 것으로 판단된다.

Fig. 12는 30초 동안의 각층별 배수소음 데이터이다. 층이 내려갈수록 피크레벨도 점차 뒤로 이동하고 있음을 볼 수 있다. 배수소음 인지 후 최소 30초 이상은 50 dBA를 유지하는 것을 알 수 있다. 공동주택 실내소음 적정수준이 40 dBA 내외인 것을 감안하면, 모든 층에 대하여 발코니 배수소음이 신경쓰이게 할 수 있다는 것을 파악할 수 있다.

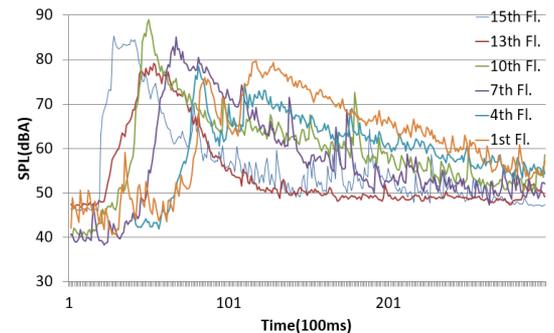


Fig. 12 Drain noise time history characteristics (30 seconds) of the entire floor

4.3 발코니 배수관 드레인 커버 실증

Table 6은 드레인 커버 설치 전후의 발코니 배수소음 레벨, 저감량과 거주민의 체감 효과 그리고 구매 의사 변화 및 드레인 커버 적정 구매비용을 정리한 것이다. 표는 드레인 커버 적용에 따른 저감량을 기준으로 내림차순으로 정리하였다. 저감량을 보면, 최대 16.8 dBA (No. 1)이고 최소 5.3 dBA (No. 20)로 나타난다. 그 편차가 무려 11.5 dBA에 이른다. 동일한

Table 6 Before and after installing the drain cover, the level of drain noise by case, etc.

No.	Existing	Drain cover	Reduced amount	Reduction effect	Purchase willing	Cost (10 000 won)
1	75.7	58.9(all)	16.8	1	Same	1-2
2	75.8	59 (all)	16.8	1	Same	1 below
3	86.6	70.4(all)	16.2	2	Stronger	1-2
4	73.7	57.8(all)	15.9	3	Stronger	2-3
5	78.3	63.2(all)	15.1	2	Same	2-3
6	82.4	68.2(in)	14.2	3	Stronger	1 below
7	74.8	60.7(all)	14.1	3	Stronger	1-2
8	78.1	64.7(all)	13.4	1	Same	2-3
9	78.5	65.7(in)	12.8	0	None	1 below
10	79.3	66.7(in)	12.6	1	Same	1-2
11	71.6	59.2(all)	12.4	3	Stronger	1-2
12	75.1	63.8(in)	11.3	1	Stronger	1-2
13	73.4	63.1(all)	10.3	2	Stronger	1-2
14	74.2	64.2(in)	10	2	Same	1-2
15	72	62 (all)	10	2	Stronger	2-3
16	77	67 (all)	10	4	Stronger	2-3
17	76.9	67.3(all)	9.6	2	None	None
18	77.8	69.9(in)	7.9	1	Same	2-3
19	73.8	68 (in)	5.8	0	No answer	1-2
20	71.3	66 (all)	5.3	2	Same	2-3
Avg.	76.3	64.3	12	1.8		

드레인 커버를 현장에 적용했음에도 불구하고 적용 호별로 매우 큰 차이를 보이고 있는 것이다. 이는 앞서 ‘2. 기존 공동주택 발코니 배수관 주위상태’에서 살펴보았듯이, 호별 현장조건에 따른 차이에 기인한 것이다. 실제로 차음성능이 크게 개선된 No. 1 및 No. 2 주택의 경우는 바닥부분이 편평하여 설치된 드레인 커버가 잘 밀착될 수 있는 조건의 상태였다. 반면에 예상되듯이 개선의 정도가 다른 주택의 경우에 비해 낮게 측정된 No. 19 및 No. 20 주택의 배수관 주위는 바닥이 패어있거나 굴곡이 심하여 드레인 커버를 적용하는데 상당한 문제가 있었다. 바닥과 드레인 커버를 최대한 밀착시키고 수건 등을 사용하여 틈을 보완하려고 하였으나 바닥과 드레인 커버의 틈을 완벽하게 막을 수는 없었다. 이러한 상황이 배수관 드레인 커버를 적용하게 될 기존 공동주택 발코니 배수관 주위의 현실이다. 따라서 보다 양호한 드레인 커버의 효과를 얻고자 한다면 바닥의 편평화 작업 등이 선행되어야 함을 알 수 있다.

Fig. 13은 드레인 커버의 효과가 제대로 구현된

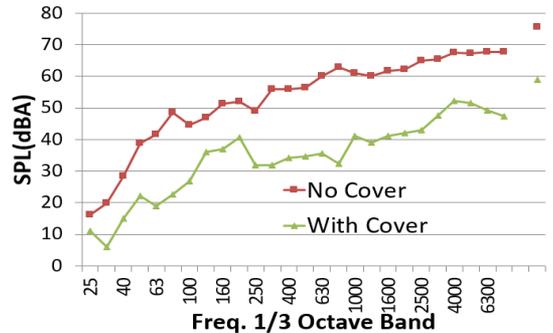


Fig. 13 Drain noise characteristics Before and after installation of drain cover (No. 1)

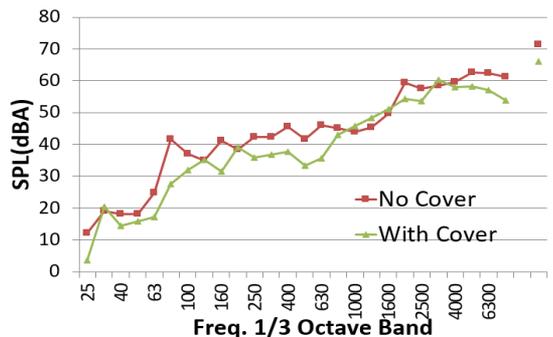


Fig. 14 Drain noise characteristics before and after installation of drain cover (No. 20)

No. 1 주택의 배수소음 특성 그래프이다. 드레인 커버 설치 전후의 음압레벨을 살펴보면, 전주파수 대역에서 배수소음의 개선이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 상대적으로 중고음역의 저감효과가 저음역에 비해 크게 나타나고 있다. 드레인 커버의 효과가 여실히 반영된 경우이다.

반면에 Fig. 14는 드레인 커버를 적용했음에도 불구하고 그 효과가 미미한 것을 볼 수 있는데, 역시 드레인 커버와 바닥사이의 틈이 문제로 작용한 것이라고 할 수 있다. 1000 Hz 대역 부근에서는 드레인 커버가 있는 경우의 레벨이 약간 크게 측정되었는데, 이는 옥상층에서 물을 배수할 때의 배수형태가 드레인 커버 설치전후에 전적으로 동일할 수 없기에 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 즉, 배수관 내에서 배수가 물리느냐 흘러지느냐 그리고 배수가 배수드레인의 어느 부분에 튀느냐에 따라서 배수 건별로 측정된 레벨이 약간은 다르게 나타날 수 있기 때문이다.

Table 6에서 저감량을 기준으로 보면, 16개 세대가 10 dBA 이상의 저감효과를 보이고 있다. 배수관 주변 상황이 양호한 7개 세대는 14 dBA 이상의 성능을 보이고 있어 배수관 주위조건이 드레인 커버의 성능에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

드레인 커버 내부 및 외부 부재를 모두 적용한 경우가 저감량 상위를 차지하고 있고, 여건상 내부 부재만 적용한 경우는 최고 14.2 dBA (No. 6)의 저감량을 보이고 있다. 전체 저감량 평균이 12 dBA로 나타나 드레인 커버 적용에 따른 발코니 배수소음 저감효과를 기대할 수 있겠다.

거주민이 드레인 커버를 적용함으로써 느끼는 개선효과는 평균 1.8로 나타나 5단계 척도 활용시 약 2단계의 심리적 개선효과를 보이고 있는 것으로 판단된다. 다만, 실제 저감량과 거주민의 개선효과의 상관성은 크게 나타나고 있지 않았다.

드레인 커버의 소음 저감효과를 체험한 거주민의 구매의사 변화를 살펴보면 20명 중 9명의 의사가 강해져 드레인 커버의 배수관 적용에 대해 거주민은 긍정적으로 판단하고 있음을 알 수 있다. 저감효과를 3단계 이상으로 답한 세대의 구매의사가 강해지는 경향이 있음을 알 수 있다. 구매비용은 1만 원~2만 원대가 9명이고 3만 원까지도 지불할 용의가 있는 주민은 7명으로 파악되었다.

5. 결 론

지난 연구과정을 통하여 기존 공동주택의 발코니 배수소음을 줄이기 위하여 배수관 소음 주요 발생부위 파악하였고 드레인 커버를 제작하였다. 이 연구에서는 최종적으로 개발된 드레인 커버를 기존 공동주택에 실증하여 적용한 과정과 결과에 대하여 밝혔다.

그 결과 기존 공동주택의 배수관 주위 현장 조건은 애초의 시공 상황과는 많은 차이가 있었으며 개개호별로 수선 및 훼손 등으로 배수관 주위의 상태가 양호하지 않은 경우가 많음을 알 수 있었다. 따라서 제대로 된 드레인 커버의 효과를 기대하기 위해서는 선행적으로 배수관 주위에 대한 편평화 작업 등의 보완이 필수적임을 알 수 있다. 이와같은 작업이 담보되지 않는다면 기존 공동주택에 적용되는 드레인 커버의 성능이 제대로 구현될 수 없음을 알 수 있다.

배수관 주변 상황이 양호한 경우, 드레인 커버의 적용에 따른 저감량이 최대 16.8 dBA로 나타나 그 효과가 매우 기대된다고 할 수 있다.

저층부와 상층부의 배수소음 특성을 파악해본 결과, 저층부의 피크레벨이 상층부에 비해 낮으나 배수소음 지속시간이 상층부에 비해 길게 나타나 저층부가 상대적으로 상층부에 비해 발코니 배수소음에 큰 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 배수의 발생빈도까지 감안한다면, 저층부의 발코니 배수소음에 대한 대처방안 요구는 더욱 크다고 할 수 있다.

대부분의 거주민은 발코니 배수소음 드레인 커버의 성능 및 효과에 대해 긍정적으로 판단하고 있으며 드레인 커버 구매의사도 강하므로 드레인 커버에 대한 홍보 및 보급이 뒤따른다면 기존 공동주택의 발코니 배수소음 저감에 크게 기여할 것으로 판단한다.

후 기

이 연구는 국토교통부 주거환경연구사업의 연구비 지원(20RERP-B082204-07)에 의해 수행되었습니다.

References

- (1) Lee, N. S., Song, M. J., Kang, M. W. and Oh, Y. K., 2015, A Study on the Degree of Satisfaction on

the Facility Noise of Apartment Houses, Journal of KIAEBS, Vol. 9, No. 1, pp. 65~72.

(2) Noh, T. H. and Oh, Y. K., 2016, Problems of the Water Drain Noise in the Balcony of Old Apartment Houses and a Proposal for the Improvement, Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea, Vol. 18, No. 3, pp. 123~128.

(3) Song, M. J., Kang, M. W. and Oh, Y. K., 2019, Study on the Drain Cover Prototype Application for Balcony Drainage Noise Reduction of Existing Apartment House, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 29, No. 5, pp. 663~670.

(4) Kang, M. W., Lee, N. S., Song, M. J. and Oh, Y. K., 2016, Performance Evaluation and Application of Drain Cover for Drainage Noise Reduction of Existing Apartment, The Korean Society of Living Environmental System, Vol. 23, No. 6, pp. 878~886.

(5) Song, M. J., Kang, M. W., Lee, N. S. and Oh, Y. K., 2015, The Present Condition and Considerations on Apartment Balcony Draining Noise in Korea, Proceedings of INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Vol. 250, No. 5, pp. 2188~2194.

(6) Song, M. J., 2015, Water Drain Noise in the Balcony of Apartment Houses and a Proposal for the Improvement, Journal of KSNVE, Vol. 25, No. 4, pp. 24~28.



Min-Jeong Song received his Ph.D. in Architectural Engineering from Chonnam National University and worked as a research professor at Mokpo National University's Eco-friendly Architecture Research Center. Currently, he is working as a lecturer at the School of Architecture at Chonnam National University and has been conducting various researches on noise and floor impact sound.



Min-Woo Kang is received the M.S. Degree in Department of Architecture from Mok-po National University in 2016. His Research interests are Floor impact sound, Vibration, Environmental noise.



Yang-Ki Oh is received Ph.D. in Architectural Acoustics Engineering from Seoul National University and has been working as a professor at Department of Architecture in Mok-po National University.