

경량충격음 평가시 잔향시간 영향에 대한 고려

Analysis of the Reverberation Time in the Normalized Impact Sound Pressure Level

○박철용*, 홍구표*, 김상훈*, 장동운*
C.Y. Park, G.P. Hong, S.H. Kim, D.W. Jang

Key Words : Reverberation Time(잔향시간), Normalized Impact Sound Pressure Level(규준화 바닥충격음레벨), Standardized Impact Sound Pressure Level(표준화 바닥충격음레벨)

Abstract

경량충격음레벨을 평가하기 위해서는 수음실의 잔향시간을 측정하여 규준화 바닥충격음레벨을 구하여야 한다. 본 논문에서는 규준화 바닥충격음레벨과 표준화 바닥충격음레벨을 구할 때 고려하는 보정레벨을 중심으로 등가 흡음력을 결정하는 잔향시간과 수음실의 체적을 변수요인으로 분석하였다. 그 결과 측정된 잔향시간은 공간에 관계없이 기준보다 2배 이상 길게 나타났고, 등가 흡음력은 기준보다 침실의 경우 1/2 정도 작지만 거실의 경우 기준과 거의 유사하게 나타나 침실의 경우 두 보정레벨이 유사하지만 거실의 경우 전자가 후자보다 낮게 보정되는 것으로 나타났다.

1. 서론

차음성과 관련된 한국산업규격(KS)을 ISO 규격에 부합하여 새롭게 제정하거나 개정하는 작업이 진행되고 있으며, 가장 차이가 두드러진 부분은 수음실의 잔향시간을 측정하여 차음성 평가시 보정하도록 규정하고 있는 것이다.

그러나 국내의 경우 공동주택 각 실의 잔향시간 실태와 특성에 대한 세부적인 연구 검토는 아직 부족한 실정이며, 특히 잔향시간과 흡음력과의 관계에 대한 구체적인 연구가 없는 상태에서 바닥충격음 중 경량충격음을 평가함에 있어 측정된 잔향시간을 이용하여 공간의 체적을 고려한 등가 흡음력으로 평가하도록 규정하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 입주 전 공동주택의 거실과 침실을 대상으로 바닥충격음과 잔향시간을 측정한 후 수음실의 흡음력을 고려한 규준화 바닥충격음레벨로 환산하였을 경우와 측정된 잔향시간을 이용한 표준화 바닥충격음레벨로 환산하였을 경우를 비교하여 잔향시간 고려방법이 바닥충격음레벨에 미치는 영향을 분석해 보았다.

2. 규준화 바닥충격음레벨과 표준화 바닥충격음레벨

2.1 흡음력을 고려한 규준화 바닥충격음레벨

규준화 바닥충격음레벨은 KS F 2810-1 에 다음 식(1)과 같이 표준 경량충격원으로 가진하여 수음실에서 측정한 실내 평균 음압레벨에 수음실의 흡음력을 보정하여 구하도록 되어 있다.

$$L'_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad (1)$$

여기에서 기준 등가 흡음력 A_0 는 일반적인 주택 거실의 잔향시간을 0.5초로 가정하고 실제적이거나 주파수에 관계없이 일괄적으로 $10m^2$ 를 적용한다. 그리고 수음실의 등가 흡음력 A 는 수음실 내 3개 지점 이상의 측정점에서 3회 이상 측정(음원 중단법)한 잔향시간의 평균값과 다음 식(2)의 세빈의 공식을 통해 구할 수 있다.

$$A = 0.16 \frac{V}{T} \quad (2)$$

여기에서 V 는 수음실의 체적이며, T 는 측정된 잔향시간의 평균값이다.

2.1 잔향시간을 고려한 표준화 바닥충격음레벨

표준화 바닥충격음레벨은 동 KS 규정에서 다음 식

* 쌍용건설(주) 기술연구소
Email : cypark@ssyenc.com
Tel:(02)3433-7731, Fsx:(02)3433-7759

(3)과 같이 측정된 잔향시간에 기준 잔향시간을 보정하여 구하도록 되어 있다.

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (3)$$

여기에서 기준 잔향시간 T_0 는 일반적인 주택 거실의 잔향시간을 0.5초 정도로 고려한 것이다.

3. 잔향시간 측정 및 분석

3.1 측정 개요

측정 대상 공동주택은 실내 마감공사가 모두 끝난 입주 직전의 현장으로, 각 세대에는 창문 및 출입문이 모두 설치되어 있고 실내 마감까지 완료된 상태이지만 그 외 가구나 커튼 등은 없는 공실 조건의 거실과 침실을 대상으로 하였으며, 총 3개 세대 6개실에서 측정하였다.

3.2 측정 방법

잔향시간의 측정은 KS F 2864 에 따라 음원 중단법을 이용하여 1/1 옥타브밴드로 측정하였다.

측정에 사용된 장비로는 정밀 적분소음계(SC310, CESVA), 음원 발생기, 스피커 등이 있다.

측정 대상 세대의 자세한 내용은 Table 1과 같으며, 측정 대상 세대의 평면도와 측정점은 Fig. 1에 나타나 있다.

Table 1 측정대상 공동주택 개요

공동주택명	평형	거실체적 (m ³)	침실체적 (m ³)
서울 A 아파트	52	57.4	39.7
부산 B 아파트	42	63.1	37.7
서울 C 아파트	33	42.8	19.4

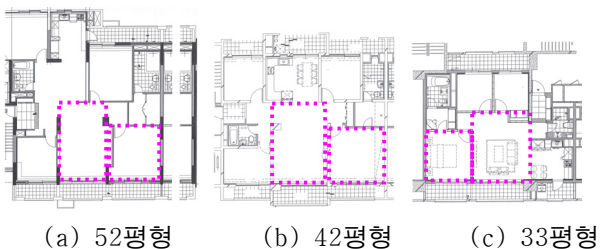


Fig. 1 측정대상 세대의 평면 및 측정점

음의 발생 및 잔향시간의 측정은 거실과 침실이라는 대상공간을 구분하지 않고 동일하게 1점에서 음원을 발생시키고 3점에서 각각 3회 측정하였다.

음원점과 수음점의 위치는 실내 고유모드 분포를 고려하여 모든 벽면에서 1.0m 이상 이격된 위치로 선정하였으며, 마이크로폰은 바닥에서 1.2m 높이로 설치하였다.

3.3 측정 결과

3개 현장에서 거실과 침실을 대상으로 잔향시간을 측정된 결과는 Table 2 및 Fig. 2와 같다. 500Hz 주파수 대역에서 1.02~1.23초의 범위를 나타내고 있다.

Table 2 잔향시간 측정결과

현장	실	체적 (m ³)	주파수별 잔향시간(sec.)				
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
A	거실	57.4	1.04	1.12	1.23	1.30	0.99
	침실1	39.7	1.09	1.19	1.18	1.19	0.95
B	거실	63.1	0.95	0.90	1.23	1.51	1.22
	침실1	37.7	1.05	0.79	1.02	1.20	1.04
C	거실	42.8	0.70	0.90	1.08	1.23	1.00
	침실1	19.4	0.69	0.90	1.04	1.09	0.77

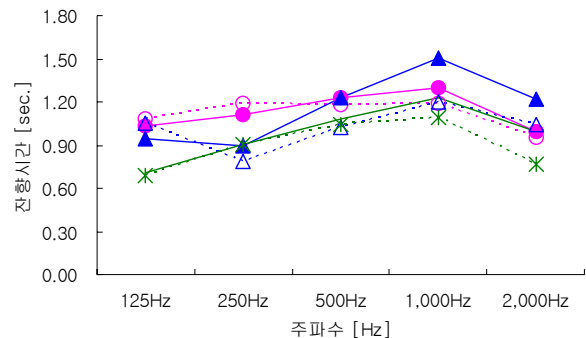


Fig. 2 잔향시간 측정결과

(1) 거실과 침실의 잔향시간 비교

거실과 침실은 공간의 체적이 다를 뿐만 아니라 침실이 장방형 형태의 폐쇄형 공간인 반면 거실은 한 면이 개방되어 있는 공간이라는 큰 차이가 있다.

이러한 조건을 감안하여 잔향시간 측정값의 평균을 거실과 침실을 구분하여 나타내면 Fig. 3과 같이 주파수가 커질수록 거실의 잔향시간이 침실의 잔향시간보다 길어진다는 것과 1000Hz 까지는 증가하다가 2000Hz 에서는 감소하는 것을 알 수 있다.

특히 500Hz 주파수 대역에서의 잔향시간 측정값은 1.0초 내외로 KS 규정에서 기준 잔향시간으로 고려하고 있는 0.5초보다 2개 이상 길게 나타났다.

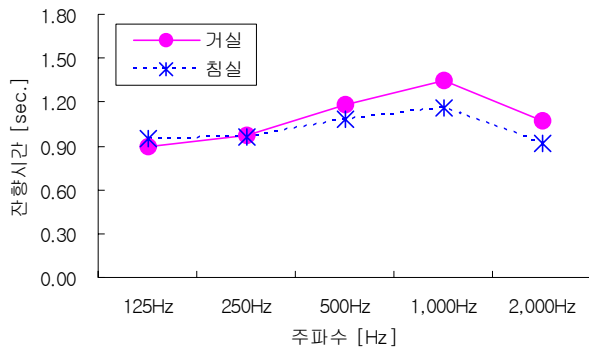


Fig. 3 공간별 잔향시간 비교

(2) 체적별 잔향시간 비교

3개 현장의 3개 평형에서 거실 및 침실 각 6개 공간에서 측정된 잔향시간 측정결과 중 500Hz 주파수 대역의 값을 기준으로 체적과 비교하여 나타내면 Fig. 4와 같다.

체적이 증가함에 따라 잔향시간이 길어지는 경향을 보이고 있지만 상관계수가 0.64 정도로 높지 않은 것으로 나타났다. 그러나 5개 주파수 대역별 잔향시간과 체적을 변수로 하는 상관식을 모두 검토해 보면 Table 3과 같이 주파수가 증가할수록 상관성이 높아짐을 알 수 있다.

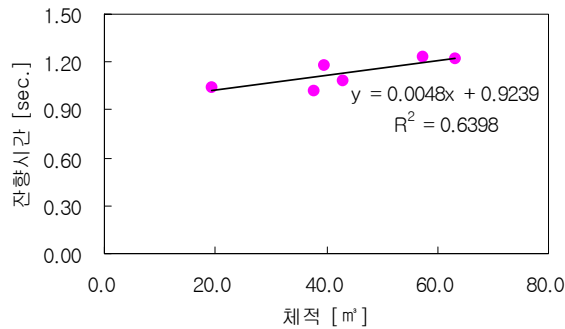


Fig. 3 체적에 따른 잔향시간 비교

Table 3 주파수 대역별 체적과 잔향시간과의 상관식

주파수(Hz)	선형추세식	R ²
125	$y = 0.0053x + 0.6909$	0.2125
250	$y = 0.0021x + 0.8766$	0.0433
500	$y = 0.0048x + 0.9239$	0.6398
1000	$y = 0.0083x + 0.8951$	0.8361
2000	$y = 0.0080x + 0.6496$	0.7306

(3) 등가 흡음력 비교

앞에서도 언급했듯이 장방형 형태의 폐쇄형 공간인 침실과 달리 거실은 한 면이 개방되어 있는 공간이기 때문에 등가 흡음력을 산정하기 위해서는 건설교통부 고시 제2005-189호 제24조(측정위치)의 규정에 따라 경계를 설정해야 한다.

이러한 방법으로 계산된 각 공간별 체적과 측정된 잔향시간을 이용하여 식(2) 세빈의 공식을 이용하여 각 공간별 등가 흡음력을 구하면 Table 4와 같다.

Table 4 각 공간별 등가 흡음력 계산결과

현장	실	체적	주파수별 등가 흡음력(m ²)				
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
A	거실	57.4	8.9	8.2	7.5	7.1	9.3
	침실1	39.7	5.8	5.3	5.4	5.3	6.7
B	거실	63.1	11.1	11.7	8.6	7.0	8.6
	침실1	37.7	5.7	7.7	5.9	5.0	5.8
C	거실	42.8	11.0	8.6	7.2	6.3	7.8
	침실1	19.4	7.2	5.5	4.8	4.5	6.5

Fig. 4와 같이 등가 흡음력과 체적 및 잔향시간의 상관성을 분석한 결과 체적과는 0.94 정도의 높은 상관성을 보여 체적이 증가할수록 등가 흡음력도 커지는 것으로 나타난 반면 잔향시간과는 0.38 정도로 매우 낮은 상관성을 보였다.

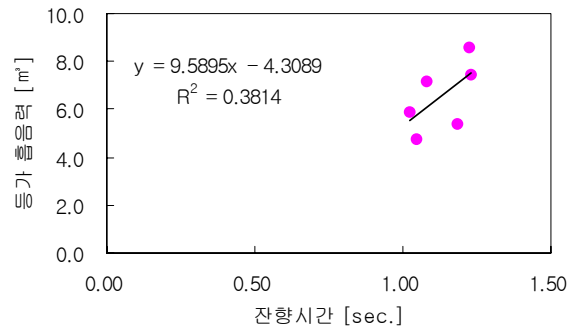
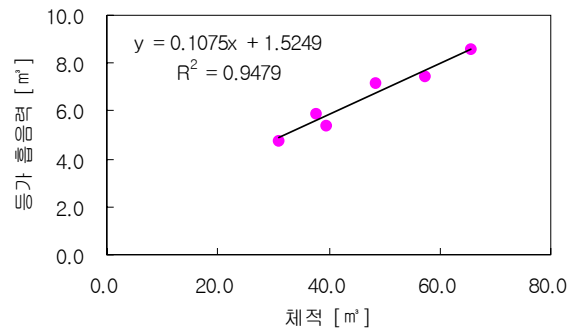
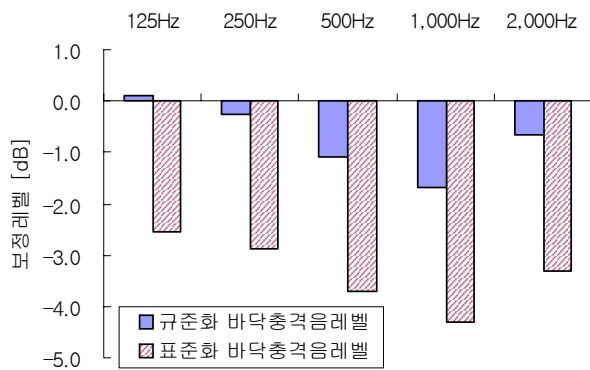


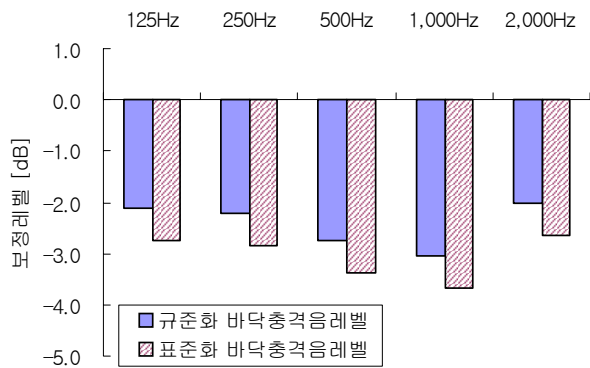
Fig. 4 체적 및 잔향시간과 등가 흡음력과의 관계

(4) 바닥충격음레벨 평가방법의 비교

경량충격음레벨은 건설교통부 고시 제2005-189호 제2조(용어의 정의) 제3항에서 역A특성 가중 표준화 바닥충격음레벨로 평가하도록 규정하고 있다. 그러나 경량충격음레벨을 평가하는 방법으로는 측정된 잔향시간을 그대로 이용하는 표준화 바닥충격음레벨이 KS규정에 명시되어 있으므로 이 두가지 평가방법을 상호 비교해 보았다.



(a) 거실



(b) 침실

Fig. 5 평가방법 비교

앞의 Fig. 3을 참고하면 거실과 침실에서 잔향시간 측정결과는 큰 차이가 없지만 공간의 체적은 거실이 1.5~2.0배 정도로 크기 때문에 상기의 그림과 같이 침실의 경우에는 규준화 바닥충격음레벨과 표준화 바닥충격음레벨의 보정계수의 차이가 0.5dB 내외로 미미하지만 거실의 경우에는 2~3dB 정도의 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 한편, 김명준²⁾은 입주 전 잔향시간은 평형에 관계없이 침실 0.3초, 거실 0.5초 정도로 평탄한 특성을 나타낸다고 보고하고 있다.

이러한 사실로부터 규준화 바닥충격음레벨로 환산할 경우 잔향시간 특성은 평형에 관계없이 일정하기

때문에 수음실의 체적이 변수요인으로 작용하게 되며, 표준화 바닥충격음레벨로 환산할 경우 거실과 침실의 잔향시간 차이 정도의 보정레벨 차이가 발생하게 됨을 알 수 있다.

3. 결론

이상과 같이 입주 전 공동주택의 잔향시간을 측정하여 규준화 바닥충격음레벨과 표준화 바닥충격음레벨과의 상관성을 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 입주 전 공동주택의 잔향시간은 거실 1.2초, 침실 1.1초 정도로 평탄한 특성을 보이며, KS 에서 제시하는 기준 잔향시간인 0.5초보다 2배 이상 길게 나타났다.

(2) 수음실의 체적이 증가할수록 잔향시간은 다소 길어지는 것으로 나타났다. 낮은 주파수 대역에서는 상관성이 거의 없지만 높은 주파수 대역에서는 높은 상관성을 보이는 것으로 나타났다.

(3) 등가 흡음력과 체적 및 잔향시간과의 상관성을 분석한 결과 체적과는 높은 상관성을 보이는 반면 잔향시간과는 상관성이 거의 없는 것으로 나타났다. 이것은 평형에 따라 체적은 증가하지만 잔향시간 측정결과는 차이가 거의 없기 때문이다.

(4) 규준화 바닥충격음레벨과 표준화 바닥충격음레벨에 대한 보정레벨을 각각 구하여 비교한 결과 침실의 경우 등가 흡음력은 5.0~6.0m² 정도로 기준 등가 흡음력 10m² 의 1/2 정도로 기준 잔향시간이 2배 이상 길게 측정된 것과 비례하여 보정레벨이 거의 차이가 없지만 거실의 경우 등가 흡음력이 7.0~11.0 정도로 기준 등가 흡음력과 비슷하거나 30% 낮은 수준이지만 잔향시간은 2배 이상 길기 때문에 보정레벨에서 유의할만한 차이를 보이고 있다.

참고문헌

- (1) KS F 2864:2002, "실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법"
- (2) 이병기, 김명준, 2005, "공동주택 입주 전·후 세대에서의 잔향시간 측정 및 비교", 추계학술대회논문집, 한국소음진동공학회, pp.654~657
- (3) 이주원, 권영필, 2006, "임펄스응답적분법을 이용한 잔향시간의 측정방법이 규준화 바닥충격음레벨에 미치는 영향", 한국소음진동공학회논문집 제16권 제1호, pp.34~39
- (4) 건설교통부고시 제2005-189호, 2005, "공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 관리기준"