소규모 공간에서의 잔향시간 영향요인 분석

Analysis of the Factors affecting Reverberation Time in Small Room

이병기†· 김명준*
Lee Byoung-ki, Kim Myung-jun

Key Words : Reverberation Time(잔향시간), Influential Factor(영향요인), Sound Source(음원), Sound Insulation(차음)

ABSTRACT

This study gives the results of the measurements and analysises of the reverberation times in a small room such as apartment houses. We measured the RT by changing measurement conditions, which were sound sources, sound source's positions, receiving point & height, sampling time and so on. The critical factor affecting reverberation time was sound source in unoccupied houses and the reverberation time differences between result of RT using impulsive and interrupted sound source was 0.3sec at 500Hz frequency. And the difference of RT due to sound sources affected the sound insulation such as apparent sound reduction index and sound level difference about 1dB at each frequency in unoccupied houses.

1. 서 론

잔향시간은 실내공간의 음향적 특성을 평가하거나 음성의 명료도를 측정하는데 매우 중요하게 사용되는 지표이다. 특히 차음 성능을 평가할 때 수음실의 흡음력에 대한 보정을 위하여 잔향시간이 사용되며, 500Hz와 1000Hz 잔향시간에서 발생한 0.2초의 편차에 의해 규준화 바닥충격음레벨 편차가 1.5dB 생기게 된다.(이주원, 2004)

이러한 잔향시간에 대한 측정은 KS F 2864 [실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법]을 따르고 있는데, M. Mijie(1992)에 의하면 신호용 화약총과 스피커 음원을 사용하여 측정한 잔향시간이 ±10%의 차이가 발생한다고 제시하였고, J.L. Davy(1988)에 따르면 라우드스피커의 위치에 따라 저주파수 대역의 잔향시간 편차가 발생한다고 한다. 즉 이는 측정조건에 따라 잔향시간의 측정결과가 차이가 있을 수 있음을 의미한다.

이에 본 연구에서는 공동주택과 같이 체적이 작은 공간을 위주로 KS 규격에서 제시하고 있는 여러 측정 조건을 변화시켜 잔향시간을 측정·분석하고 최종적으로 차음 성능 평가에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다.

† 책임저자, 서울시립대학교 대학원 건축공학과
E-mail : sound@home.uos.ac.kr
Tel : (02) 2210-5326.

* 서울시립대학교 건축학부

2. 측정 개요

2.1 측정 대상

잔향시간 측정은 총 22개 공간(18개 공동주택, 4개의 강의실)에서 수행하였으며, 측정공간의 개요는 표 1과 같다.

측정대상은 체적이 100㎥ 이하인 공동주택의 거실과 침실을 선정하였고, 체적이 100㎥~300㎥이 되는 강의실 및 회의실 공간은 잔향시간에 대한 체적의 영향을 알아보기 위한 대조군으로 선정하였다.

또한 공동주택의 경우 입주 전·후 세대로 구분하여 측정을 실시하였고, 책상과 의자가 비치된 강의실과 흡음재료로 마감된 회의실, 실험용 책상과 장비가 있는 실험실을 각각 선정하여 잔향시간을 측정하였다.

2.2 측정 방법

한국산업규격(KS F 2864 실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법)에 따라 충격응답적분법과 음원 중단법을 이용하여 최대 5초 동안 1/3 옥타브밴드로 잔향시간을 측정하였다. 측정공간의 여건에 따라 풍선, 신호용 화약총, 무지향성 스피커의 화이트 노이즈를 음원으로 사용하였다. 측정위치는 KS에 명시되어 있는 것과 같이 실내공간을 적절하게 포괄할 수 있는 3곳 이상의 수음점을 선정하여 3회 이상 측정하였다. 그림 1은 측정점의 예를 나타낸 것이다. 측정에는 동특성을 100ms로 설정한 정밀적분 소음계(Solo, 01dB)와 다채널신호분석기(Harmonie-4ch, 01dB), dBBATI(잔향시간분석소프트웨어-01dB), 백색잡음을 사용한 무지향성 스피커(BP012, Cesva), 신호용 화약총, 풍선등이 사용되었다.

위의 기본적인 측정 외에 다음의 표 2와 같이 KS 규격에 명시되어 있는 측정 조건들을 변화시키며 잔향시간을 측정·비교 하였다.

표1. 측정 대상 개요

측정 대상 공간	구분	체적(㎥)	측정실의 개수	
			침실	거실
입주 아파트 A	침실	38.6	1	1
	거실	90.2		
입주 아파트 B	거실	87.8	-	1
입주 아파트 C	거실	103.0	-	1
미입주 아파트 D	침실	27.3	1	1
	거실	58.6		
미입주 아파트 E	침실	24.9	2	2
	거실	63.8		
미입주 아파트 F	침실	24.4	1	1
	거실	78.6		
미입주 아파트 G	침실	32.7	2	2
	거실	81.6		
미입주 아파트 H	침실	30.6	1	1
	거실	91.7		
강의실 A		210.6	1	
강의실 B		250.0	1	
회의실		199.0	1	
실험실		110.7	1	
계			22	

표2. 측정 조건 및 세부 내용

변수	내용
음원 종류	무지향성 스피커의 백색잡음, 신호용화약총, 풍선
음원 위치	세변이 만나는 모서리(모든 반사면으로부터 1m 이상 이격), 두개의 변이 만나는 한쪽 벽, 실의 중앙
수음점위치	중앙점을 포함한 4개의 점
수음점높이	바닥으로부터 70, 100, 120, 150cm
기타	샘플링 주기(20ms, 100ms, 200ms), 1/3 옥타브 RT와 1/1옥타브 RT, 스피커 음원의 음압(90dB,100dB), $RT_{30}/RT_{20}/RT_{10}$

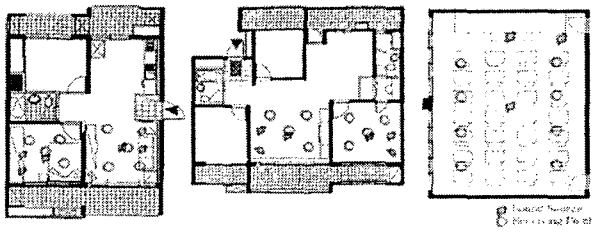


그림1. 수음점 및 음원점 예

3. 측정 결과 분석

3.1 음원 조건에 따른 잔향시간

(1)음원의 종류

KS F 2864 실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법에는 잔향시간 측정 시 사용할 수 있는 음원으로서 '무지향성의 라우드스피커, 총소리, 전기적 스파크, 폭발성 소음' 등을 예로 들고 있다.

표3. 음원 별 잔향시간

구분	측정공간	음원	주파수(잔향시간,sec)					
			125	250	500	1k	2k	4k
A APT	거실	스피커	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
		풍선	1.3	1.0	0.7	0.7	0.7	0.6
	침실	스피커	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
		풍선	1.1	1.0	1.0	0.6	0.8	0.6
B APT	거실	스피커	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4
		풍선	1.0	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
C APT	거실	스피커	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5
		풍선	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5
D APT	거실	스피커	1.0	1.2	1.4	1.2	0.9	0.6
		풍선	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	1.0
E APT	거실	신호용 화약총	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0
		스피커	1.0	1.0	1.2	1.0	0.7	0.5
		풍선	1.5	1.4	1.4	1.3	1.0	1.0
	침실	신호용 화약총	1.5	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0
		스피커	0.6	1.1	1.1	0.9	0.6	0.4
		풍선	1.4	1.6	1.5	1.2	1.1	1.0
E' APT	거실	신호용 화약총	1.3	1.4	1.2	1.2	1.0	0.8
		스피커	1.0	1.0	1.1	0.9	0.7	0.5
		풍선	1.3	1.3	1.3	1.1	0.9	0.8
	침실	신호용 화약총	1.7	1.7	1.6	1.3	1.1	0.9
		스피커	1.2	1.3	1.2	0.9	0.5	0.3
		풍선	1.7	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1
F APT	거실	스피커	1.1	1.1	1.3	1.4	1.2	1.0
		풍선	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.2
	침실	스피커	1.0	1.3	1.4	1.4	1.3	0.8
		풍선	1.3	1.8	1.8	1.9	1.7	1.0
G APT	거실	신호용 화약총	1.2	1.3	1.1	1.0	1.0	0.8
		스피커	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.5
	침실	신호용 화약총	1.5	1.7	1.5	1.4	1.3	1.0
		스피커	0.8	0.9	1.4	1.3	0.9	0.6
G' APT	거실	신호용 화약총	1.3	1.5	1.2	1.0	1.0	0.8
		스피커	0.9	0.8	0.9	0.8	0.6	0.4
	침실	신호용 화약총	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9
		스피커	1.8	0.9	1.0	0.9	0.6	0.4
H APT	거실	스피커	1.5	1.1	1.4	1.4	1.2	0.8
		풍선	1.9	1.8	1.6	1.6	1.4	0.9
	침실	스피커	1.2	1.3	1.6	1.6	1.2	0.8
		풍선	1.7	1.8	2.0	1.9	1.6	1.3
강의실 A		신호용 화약총	1.9	1.4	1.4	1.2	1.1	0.8
		스피커	1.5	1.2	1.2	1.1	1.0	0.7
		풍선	1.8	1.4	1.3	1.2	1.1	0.8
강의실 B		신호용 화약총	2.2	1.8	1.4	1.2	1.1	0.8
		스피커	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.8
		풍선	1.8	1.4	1.2	1.2	1.1	0.8
회의실		신호용 화약총	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3
		스피커	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3
		풍선	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3
실험실		신호용 화약총	2.6	2.1	1.8	1.7	1.7	1.0
		스피커	1.1	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7

그러나 Mijie(1992)는 라우드스피커와 충격성 소음의 음원 차이에 의해 ±10% 정도의 잔향시간 차이가 생기는 것으로 제시하였다. 보다 구체적인 검토를 위하여 무지향성의 라우드스피커의 백색잡음(이하 스피커 음원)과 신호용 화약총, 풍선 등을 사용하여 잔향시간을 측정·비교 하였다.

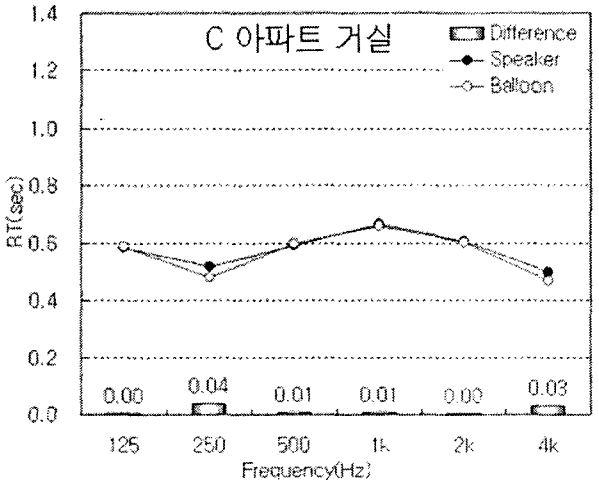
다음의 표 3에는 스피커 음원, 신호용 화약총, 풍선을 사용하여 측정한 잔향시간을 제시하였다. 각 실의 500Hz 잔향시간은 0.4~2.0초의 범위를 나타내고 있었다.

그림 2는 각각의 음원을 사용하여 측정한 잔향시간을 비교한 것이다. 입주세대인 C 아파트의 경우 전 주파수 대역에서 음원에 따른 잔향시간 편차는 0.1초 미만으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 미입주세대 중 G 아파트에서 측정한 잔향시간은 신호용화약총을 음원으로 사용하였을 경우 스피커음원의 경우보다 0.2~0.4초 정도 높게 나타나 뚜렷한 차이를 보였다.

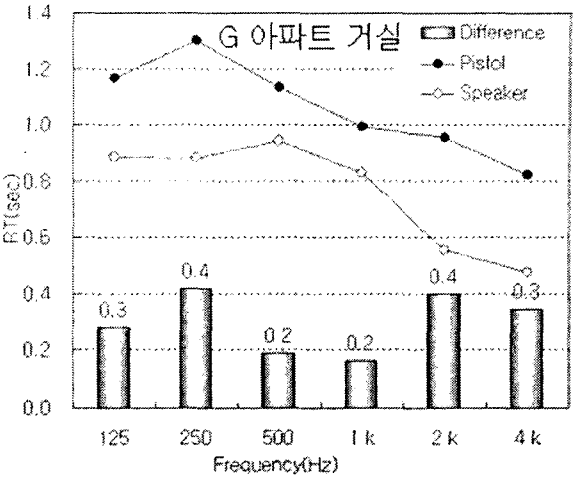
체적이 상대적으로 큰 강의실 A의 경우에서는 풍선을 음원으로 하여 측정한 경우와 신호용화약총을 사용한 경우의 잔향시간은 매우 유사하게 나타났고, 충격성 음원을 사용하여 측정한 잔향시간이 스피커 음원을 사용한 경우에 비하여 0.1~0.3초 정도 높게 나타났다. 또한 고주파수 대역으로 갈수록 편차가 줄어드는 경향을 확인 할 수 있었다.

흡음재료로 마감이 된 회의실의 경우 각 음원을 사용하여 측정한 잔향시간이 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

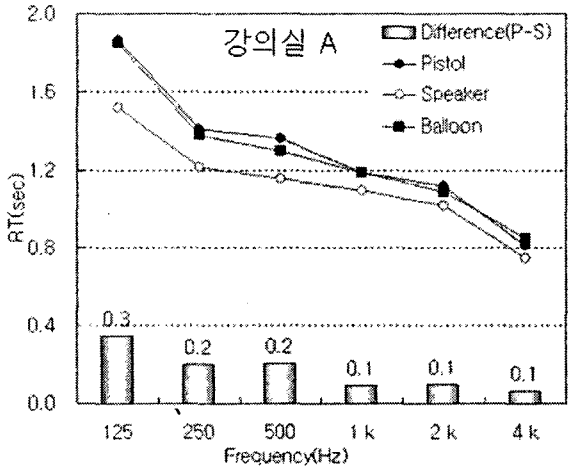
이 외의 다른 측정 공간에서의 음원에 따른 잔향시간 편차를 종합하여 볼 때, 흡음율이 상대적으로 높을 것으로 판단되는 입주세대와 회의실의 경우 미입주세대와 강의실, 실험실에 비하여 음원에 따른 잔향시간 편차가 비교적 적게 나타났다. 또한 체적이 100㎥이하인 미입주세대에 비해 체적이 200㎥ 이상인 강의실의 경우 잔향시간 편차가 적게 나타나는 것으로 나타났다.



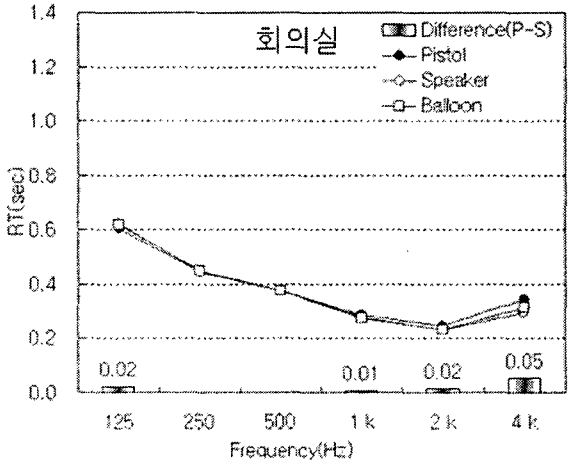
a) C 아파트 거실



b) G 아파트 거실



c) 강의실 A



d) 회의실

그림2. 음원에 따른 잔향시간 편차

각각의 대상 공간을 입주세대, 미입주세대, 강의실로 구분하여 음원 차에 의해 발생하는 잔향시간 편차를 평균한 결과 500Hz 대역에서 각각 0.1, 0.3, 0.1초로 나타나 일반적

으로 차음성능이나 바닥충격음 성능 측정이 이루어지는 마감직전의 미입주세대에서 음원에 따른 잔향시간 편차가 가장 크게 나타나는 것을 알 수 있었다.

(2)음원의 위치

KS F 2864 실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법에는 잔향시간 측정 시 음원의 위치에 대하여 연주자에 의해 점유되는 모든 공간을 포괄 할 수 있는 2군데 이상의 위치를 선정 할 것을 권장하고 있다. 한편, 바닥충격음 차단 성능 현장 측정 방법 중 표준경량충격원에 의한 방법(KS F 2810-1)과 공기 전달음 차단성능 현장 측정 방법(KS F 2809)에는 실내의 1점에 음원을 설치하도록 규정하고 있다.

그러나, J.L.Davy(1989)는 라우드 스피커의 위치 변화에 따라 잔향시간의 편차가 발생한다는 연구를 발표한 바 있는데, 세부적인 검토를 위해 각각의 공간을 대상으로 음원을 세변이 만나는 모서리, 두변이 만나는 벽, 실의 중앙에 위치시켜 잔향시간을 측정·비교 하였다.

그림 3은 G 아파트 거실에서 측정한 음원의 위치에 따른 잔향시간과 표준편차의 결과이다. 음원을 중앙에 위치시켰을 경우 가장 긴 잔향시간 결과를 보이고 있기는 하지만 모서리에 위치시켜 측정한 잔향시간에 비하여 그 차이가 0.1초 이하로 나타났다. 그 밖의 다른 측정 공간에서도 마찬가지로 음원의 위치에 따라 발생하는 잔향시간 편차는 500Hz 이상의 주파수 영역에서 0.1초 이하로 나타났다.

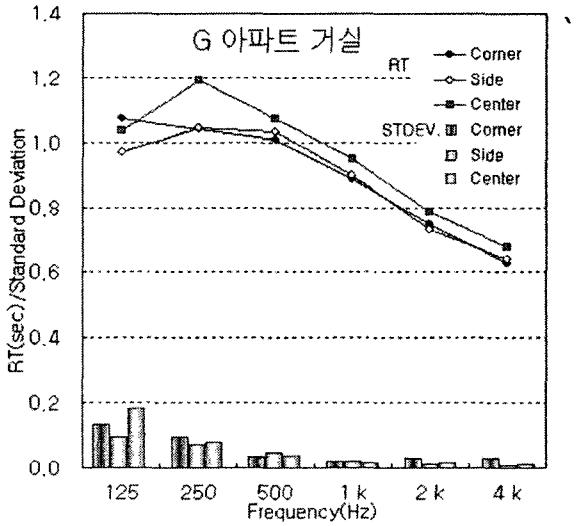


그림3. 음원위치에 따른 잔향시간과 표준편차(G 아파트)

3.2 수음 조건에 따른 잔향시간

(1)수음점의 위치

KS F 2864 실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법에는 잔향시간 측정 위치에 대하여 측정위치의 수는 각각의 목적에 따라 실내 공간을 적절하게 포괄 할 수 있도록 선택되어야 하며, 마이크로폰은 측정 주파수의 반파장 이상 떨어져 있어야 하고, 대개의 경우 2m 이상 떨어져 있어야 한다. 모든 마이크로폰은 바닥면을 비롯한 모든 반사면으로부터 측정 대상 주파수의 1/4파장(1m) 이상 떨어져야 한다고 명시되어 있다. 한편 경량충격음을 비롯한 차음성능측정 관련 규격에서는 실내에 균등한 분포가 되도록 3점 이상의 측정점을 설치하고 전체 측정점은 음원, 벽 등의 실 경계면에서 1.0m 이상 이격해야한다고 간략히 명시되어 있다.

다음 그림 4는 B아파트 거실에서 수음위치별로 측정한 잔향시간을 비교한 그래프이다. 수음점을 중앙에 위치했을 경우와 경계면으로부터 1m 이상 이격시켰을 경우의 잔향시간을 측정·비교하였다. 중앙점과 주변부의 수음점 사이에 눈에 띄는 차이점을 찾을 수 없었다. 그러나 각 주파수별 표준 편차가 각각 0.1~0.2초를 나타내는 것으로 보아 수음실내에 수음위치를 선정할 때 규격에 따라 3개소 이상을 선정하여 산술 평균하도록 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 그 외의 다른 측정 대상에서도 B아파트와 마찬가지로 수음위치에 따라 생기는 표준편차는 유사하게 나타났다.

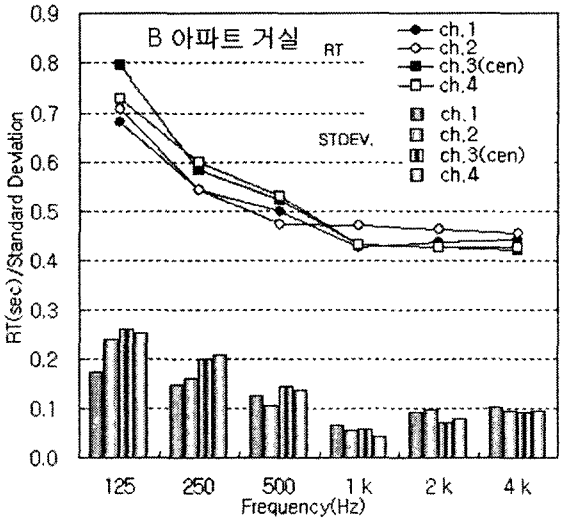


그림4. 수음위치에 따른 잔향시간과 표준편차(B 아파트)

(2)수음점의 높이

F 아파트와 H 아파트의 거실에서 수음 높이를 바닥 면으로부터 70, 100, 120, 150cm 이격시켜 잔향시간을 측정한 결과 그 차이는 전 주파수 영역에서 0.1초 이하로 나타났다. 그림 5는 F 아파트에서 측정한 잔향시간을 나타낸 것이다. 따라서 KS 규격에서 제시한 이격거리 1m 이상의 수음높이를 유지하였을 경우 차음성능에는 영향이 거의 없는 것으로 사료되며, 그 높이가 다소 낮아지더라도 크게 편차는 발생하지 않을 것으로 판단된다.

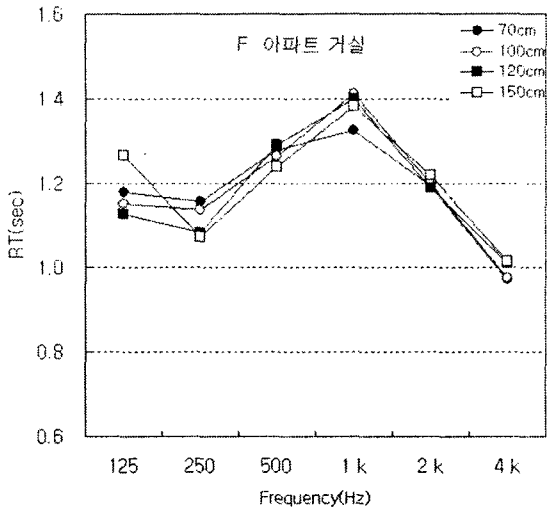


그림5. 수음높이에 따른 잔향시간(F 아파트)

3.3 기타 측정 조건에 따른 잔향시간

(1)샘플링 시간

잔향시간 측정 시 샘플링 시간을 20ms~200ms 까지 20ms 단위로 조절하여 잔향시간을 측정·비교 하였다. 다음 그림 6은 B 아파트 거실에서 측정한 잔향시간을 나타낸 것인데, 20ms와 100ms 주기로 측정한 잔향시간은 0.1초 이하의 차이를 보이는 반면 200ms의 주기로 측정한 잔향시간은 큰 편차를 나타내는 것을 알 수 있었다. 따라서 잔향시간의 측정 시 샘플링 시간조건에 대한 세부적인 규정의 검토가 필요하다고 판단된다.

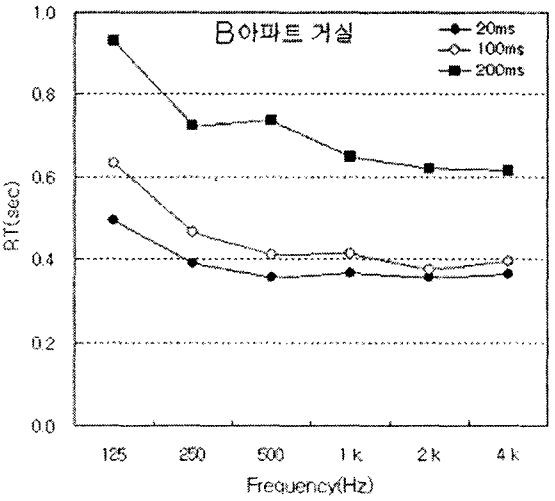


그림6. 샘플링 시간에 따른 잔향시간(B 아파트)

(2)1/1 옥타브와 1/3 옥타브

잔향시간 측정 규격에서는 잔향시간을 옥타브 밴드와 1/3 옥타브 밴드로 측정할 수 있다고 규정하고 있다. 차음 성능의 평가 시 사용되는 잔향시간은 옥타브밴드로 평가 할 경우, 125, 250, 500, 1kHz, 2kHz의 다섯 개 주파수대역의 잔향시간을 이용해야 하기 때문에, 1/3 옥타브밴드로 측정된 잔향시간을 옥타브밴드로 변환하여 사용하게 된다. 이때 중심주파수와 상한, 하한 세 개 주파수대역의 잔향시간을 산술평균하거나 또는 조화평균(로그평균)하여 변환하고 있다.

본 연구에서는 옥타브 밴드로 측정한 잔향시간의 결과와 1/3 옥타브 밴드로 측정된 중심주파수의 잔향시간, 산술평균/조화평균하여 변환한 잔향시간을 각각 비교하였다.

그림7과 같이 각각의 경우 잔향시간은 125Hz 주파수 대역에서 0.1초 이하의 차이가 발생하였을 뿐 거의 편차가 없는 것으로 나타나 1/3 옥타브 밴드로 측정된 잔향시간을 어떤 방법으로 변환하여 써도 무방할 것으로 사료된다.

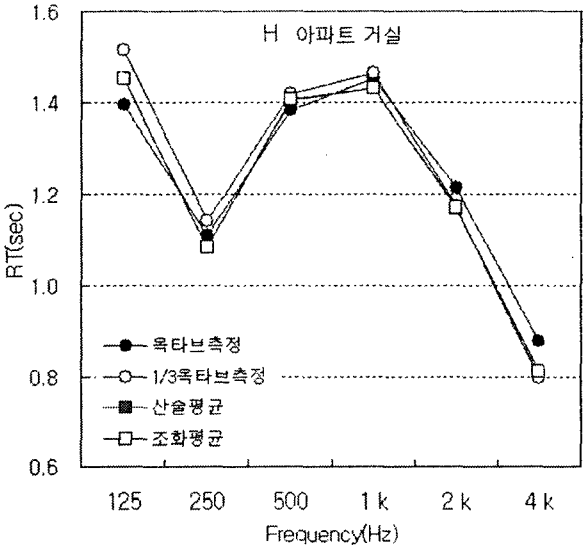


그림7. 옥타브와 1/3 옥타브 잔향시간 비교(H 아파트)

(3)스피커 음원의 음압/$RT_{30}/RT_{20}/RT_{10}$

잔향시간을 측정하기 위한 음원으로 사용하기 위해서는 배경소음에 비해 최소 45dB 이상 높아야 하며, RT_{20}을 측정하기 위해서는 최소 35dB 이상 높아야 한다. 본 연구에서는 배경소음이 약 45dB 이하인 실험실에서 스피커의 음압을 90dB, 100dB로 설정하여 $RT_{30}/RT_{20}/RT_{10}$을 측정 비교하였다. 그 결과 음원의 음압에 대해서는 잔향시간 편차가 발생하지 않았으며, $RT_{30}/RT_{20}/RT_{10}$ 또한 편차가 0.1초 이하로 나타났다. 하지만 EDT(초기감쇠시간)으로 정의될 수 있는 RT_{10}의 경우 초기 감쇠 패턴에 따라 잔향시간의 변동이 발생하는 것을 확인하였고, 실험실에서 측정한 $RT_{30}/RT_{20}/RT_{10}$은 500Hz에서 각각 0.86, 0.81, 0.86으로 나타났다. 향후 실험실보다 체적이 작은 공동주택에서의 편차를 확인하기 위한 측정이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3.4 잔향시간 편차에 의한 차음성능의 영향

지금까지 KS 규격을 바탕으로 여러 측정 조건을 변화시켜 잔향시간을 측정·비교하였다. 그 측정조건 중 음원 발생 방법에 의한 잔향시간 차이가 가장 크게 나타났으며, 그 편차는 주로 공동주택의 차음 성능 측정이 이루어지는 미입주 아파트에서 크게 나타났다. 총 7개 세대 13개실에서 나타난 스피커 음원과 임펄스음원(신호용화약총, 풍선)에 의해 측정된 잔향시간 차이는 125, 250, 500, 1k, 2kHz 주파수 대역에서 각각 0.5, 0.5, 0.3, 0.2, 0.4초로 임펄스 음원을 사용하여 측정한 잔향시간이 길게 나타났다.

한편 5개 세대의 거실에서 음원에 의해 발생되는 잔향시간 편차를 바탕으로 차음 성능 평가 시 잔향시간이 규준화레벨(규준화바닥충격음레벨(L_n'), 규준화음압레벨차(D_n))에 미치는 영향에 대해 고찰하였다. 잔향시간 편차에 의해 발생하는 규준화레벨의 차이는 규준화레벨 산정 시 보정하도록 규정된 10log(A/A_0)(이하 규준화량)의 차를 이용하여 구할 수 있다. 따라서 잔향시간을 이용하여 각 실의 평균흡음력을 구한 후 규준화량의 차이를 구하여 잔향시간 편차가 규준화레벨에 미치는 영향에 대해 알아보았다.

표 4는 스피커음원을 이용하여 산정한 규준화량과 임펄스음원에 의해 측정된 잔향시간을 이용하여 산정한 규준화량의 차이를 계산하여 나타낸 것이다. 음원차이에 의해 길게 평가된 잔향시간에 의해 규준화바닥충격음레벨은 125, 250, 500, 1k, 2kHz 주파수 대역에서 평균 1.4, 1.5, 0.6, 0.6, 1.2dB 증가하여 단일 수치 평가량($L_{n,AW}'$)이 1dB 상승하게 된다. 즉 스피커를 이용하여 측정된 잔향시간이 상대적으로 짧으면 규준화바닥충격음레벨은 높게 평가되고, 규준화음압레벨차는 작게 평가된다.

위에서 살펴본 바와 같이 체적이 작은 공동주택의 잔향시간은 음원에 따라 차이를 보이고 있어 차음성능평가 시 영향을 미치게 된다. 따라서 향후 차음성능 평가를 위한 잔향시간 측정규격에 대한 세부적인 검토가 필요하다고 사료된다.

표 4. 음원 차이에 따른 잔향시간 편차와 규준화레벨차

측정 세대	구분	주파수(Hz)				
		125	250	500	1 k	2 k
D	잔향시간차(sec)	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2
	규준화레벨차(dB)	1.7	1.1	0.6	0.6	0.9
E	잔향시간차(sec)	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3
	규준화레벨차(dB)	1.5	1.3	0.6	0.7	1.6
F	잔향시간차(sec)	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2
	규준화레벨차(dB)	1.4	1.1	0.3	0.3	0.6
G	잔향시간차(sec)	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4
	규준화레벨차(dB)	1.2	1.7	0.8	0.8	2.4
H	잔향시간차(sec)	0.4	0.7	0.2	0.1	0.2
	규준화레벨차(dB)	1.1	2.1	0.5	0.4	0.6

4. 결론

공동주택과 같은 소규모 공간을 위주로 KS 잔향시간 측정 규격에서 제시하고 있는 여러 측정 조건을 변화시켜 잔향시간을 측정하고 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 체적이 100㎥ 이하인 공동주택에서 임펄스 음원을 사용하여 측정한 잔향시간이 스피커 음원을 사용하여 측정한 경우에 비해 길게 나타났다. 그 차이는 입주세대, 미입주세대, 강의실 등에서 각각 500Hz 주파수 대역에서 평균 0.1초, 0.3초, 0.1초로 미입주세대에서 음원에 따른 잔향시간 편차가 가장 크게 나타났고, 상대적으로 체적이 큰 강의실, 흡음률이 높은 입주세대, 회의실에서 작게 나타났다.

2. 소규모 공간에서 잔향시간을 측정할 경우 음원의 위치, 수음점의 위치와 높이, 음원의 음압레벨, RT_{30},RT_{20},RT_{10}에 따른 잔향시간 편차는 0.1초 이하로 나타났으며, 샘플링 시간에 따른 잔향시간은 100ms 이하로 설정 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3. "바닥충격음 차단성능 현장 측정방법 - 제1부: 표준경량 충격원에 의한 방법"을 적용하여 잔향시간 편차를 토대로 규준화 바닥충격음 레벨(L_n')을 산정한 결과 스피커를 이용하여 측정된 잔향시간을 적용한 단일수치 평가량($L_{n,AW}'$)이 임펄스음원을 이용한 경우보다 1dB 상승하는 결과를 보였다. 따라서 소규모 공간에서 차음성능 평가를 위해 사용되는 잔향시간 측정조건에 대한 세부적인 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

(1) 이병기, 김명준, 2006, "주거공간의 잔향시간 측정 및 특성 고찰", 한국생활환경학회지 13(3)

(2) 이주원 등, 2004, "규준화 바닥충격음레벨 측정 시 잔향시간의 편차요인 분석", 추계학술발표회 논문집, 한국소음진동공학회, pp. 509~512

(3) KS F 2864(2002, ISO 3382), "실내공간의 잔향시간과 음향변수 측정방법"

(4) M.Mijie, 1994, "Gun-to-Noise differences in the dwelling rooms reverberation time measurement", Applied Acoustics 41, pp. 195~198

(5) J.L.Davy, 1989, "The variance of reverberation time measurements due to loudspeaker position variation", Journal of Sound and Vibration 132(3), pp. 403~409

(6) KS F 2810-1(2001, ISO 140-7), "바닥충격음 차단성능 현장 측정방법 - 제1부:표준경량충격원에 의한 방법"