

수음실 잔향시간 변화에 따른 중량 충격음 레벨 특성 - 실험실 환경을 중심으로 -

Floor Impact Sound Pressure Level Characteristics by the Change of Reverberation Time in Mock-up Test Rooms

정 정 호[†] · 이 병 권^{*} · 연 준 오^{**} · 전 진 용^{***}

Jeong Ho Jeong, Byung Kwon Lee, Jun Oh Yeon and Jin Yong Jeon

(Received February 17, 2014 ; Revised April 3, 2014 ; Accepted April 3, 2014)

Key Words : Sound Field(음장), Floor Impact Sound(바닥충격음), Reverberation Time(잔향 시간), Room Volume(실용적), Correction Method(보정방법), Heavy/soft Impact Source(중량 충격원)

ABSTRACT

Floor impact sound in high-rise apartment building became one of social problems. A lot of civil complaints on floor impact sound occur continuously and the number of disputes between neighbors in small and aged apartment buildings is increasing. Interests on heavy-weight impact sound pressure level measurement and evaluation method is increased. Previous study reported that heavy-weight impact sound level was changed by the sound field condition of receiving reverberation chamber. In this study, heavy-weight impact sound pressure level change by the receiving sound field condition was measured in standard test facility and mock-up test room. These two experimental conditions were designed to simulate averaged living room of common apartment units. By the change of sound absorption power in receiving room, heavy-weight impact sound pressure level in most of frequency bands were changed in standard test facility and mock-up room. Normalized maximum sound pressure level regulated in ISO 16032 showed wider range of heavy/soft impact sound pressure level. Heavy/soft impact sound pressure level change was became smaller by the application of standardized maximum sound pressure level and ISO/CD 10140-3 Amd 2 method. In the case of standardized maximum sound pressure level, absolute sound pressure level changed. From these results, receiving sound field correction method regulated in ISO/CD 10140-3 Amd 2 is needed for the precision measurement and evaluation of heavy-weight impact sound.

1. 서 론

공동주택 층간소음 문제는 최근의 이웃간의 사건,

사고 발생으로 인해 사회적 이슈화되고 있다. 기존 공동주택 및 소형 주택에서의 층간소음 문제 해결을 위한 다양한 바닥 충격음 저감구조^(1,2), 바닥 마감재 및 천장구조^(3,4)가 개발되고 있다. 이와 함께 제도적

[†] Corresponding Author ; Member, Fire Safety & Building Environment System Research Team, Fire Insurers Laboratories of Korea
E-mail : jhjeong@kfpa.or.kr
Tel : +82-31-887-6737, Fax : +82-31-887-6739

^{*} Member, Technology Research & Development Institute, DAELIM and Architectural Engineering, Hanyang University

^{**} Member, Korea Institute of Construction Technology

^{***} Member, Architectural Engineering, Hanyang University

[‡] Recommended by Editor Myung Jum Kim

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

개선으로 2005년부터 시행되고 있는 바닥 충격음 차단구조 인정제도가 2013년 개정되었으며, 주요 내용으로는 표준 바닥구조 폐지, 현장 또는 현장과 유사한 조건에서의 성능인정 및 고무공 충격원에 대한 성능 규정 등이 있다⁽⁵⁾. 고무공 충격원의 경우 2012년 KS F 2810-2⁽⁶⁾에 추가로 규정되었으며, KS 뿐만 아니라 ISO 국제표준⁽⁷⁾에도 표준 중량 충격원으로 규정되어 있다. ISO 표준에 고무공 충격원이 규정됨에 따라 유럽지역의 연구자들도 고무공 충격원 및 중량 충격음 측정, 평가에 대한 관심이 증가하고 있다⁽⁸⁾.

바닥 충격음 측정 방법 및 조건에 대한 연구에 있어 손철봉 등⁽⁹⁾은 공동주택에서의 바닥 충격음 레벨 분포에 대하여 연구하였으며, 박현구 등⁽¹⁰⁾은 공동주택 현장 측정시 수음실의 발코니확장에 따른 바닥 충격음 차단 성능 변화 및 측정 방법에 대하여 연구하였다. 이상우⁽¹¹⁾는 수음실의 바닥면적 변화에 의한 바닥 충격음 레벨 변화를 연구하였다. 또한 주문기 등⁽¹²⁾은 수음실의 저주파수 대역 충격음 레벨 분포 및 수음 방법에 대하여 연구하였다. 이신영 등⁽¹³⁾은 표준 시험동에서의 바닥 충격음 측정위치에

대하여 조사한 결과 마이크로폰 높이에 대한 검토를 제안하였다. 오양기 등⁽¹⁴⁾의 연구에서도 바닥 충격음 차단 구조의 성능 측정시 경량 충격음에 대한 음장 보정 방법과 마이크로폰 위치에 대한 세부적인 검토가 필요함을 제안하였다.

중량 충격음 측정시 흡음력과 같은 수음실의 음장 특성 변화에 의해 중량 충격음도 변화되는 것으로 나타났다^(15,16). 이전의 연구는 잔향실과 같은 실험실 조건에서 수행되었다. 이 연구에서는 Fig. 1과 같은 평면으로 실제 공동주택과 유사한 조건을 갖는 표준 시험실 및 주거 시험동에서 수음실의 흡음력 변화에 따른 중량 충격음 레벨 변화를 조사하였다.

중량 충격음 측정시 수음실 음장 변화에 의한 중량 충격음 레벨 변화를 보정하기 위한 방법으로는 ISO/CD Amd 2 국제 표준⁽¹⁷⁾이 제안되어 있다. 식 (1)~(4)는 ISO/CD 10140-3 Amd 2에 제안되어 있는 음장 보정 방법의 절차를 나타낸 것이다.

$$L_{i,Fmax,V,T} = L_{i,Fmax} + 10\log\frac{V}{V_0} - 10\log(Coor_T) \tag{1}$$

$$Coor_T = \frac{1 - C_0^{-1}}{1 - C^{-1}} \cdot \left(\frac{C^{(1-C)^{-1}} - C^{-(1-C)^{-1}}}{C^{(1-C_0)^{-1}} - C_0^{-(1-C)^{-1}}} \right) \tag{2}$$

$$C_0 = \frac{T_0}{13.82 \cdot RC} \tag{3}$$

$$C = \frac{T}{13.82 \cdot RC} \tag{4}$$

- 여기서, T : 잔향시간(s)
- T_0 : 기준 잔향시간(0.5 s)
- V : 수음실 용적(m³)
- V_0 : 수음실 기준 용적(50 m³)
- RC : 시정수(0.125 s)

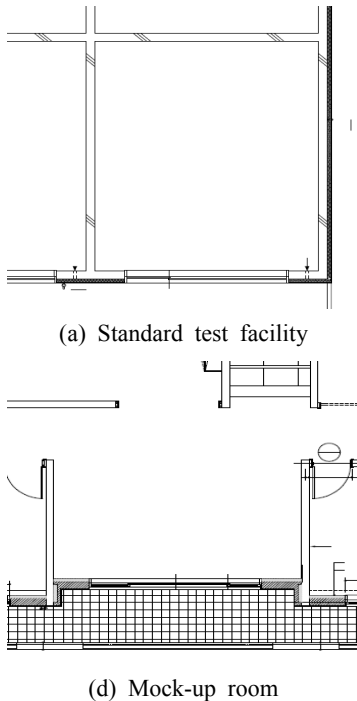


Fig. 1 Floor plan of test rooms

2. 표준 시험실 음장 변화

2.1 개요

중량 충격음 측정시 수음실의 흡음력 등 음장 변화에 따른 중량 충격음 레벨 변화를 측정하였다. 음장 변화는 일반적인 국내 공동주택의 거실 크기를 기준으로 설계 시공되어 바닥 충격음 차단구조 인정

에 활용된 표준 시험실을 대상으로 실시하였다. 하부 수음실의 음장 변화는 흡음력을 증가시키기 위해 Fig. 2에서와 같이 벽체 및 바닥에 흡음재를



(a) 3 walls & floor



(b) 2 walls & floor



(c) Floor



(d) Without absorption

Fig. 2 Installation of sound absorbers in receiving room

설치하였다. 벽면의 흡음은 폴리에스테르 흡음재(두께 약 10 mm)를 벽면에서 300 mm 이격하여 수음실 3면벽에 단계적으로 적용하였다. 벽면 흡음재의 설치는 배후 공기층을 형성할 수 있는 철재 프레임 을 설치한 후 커튼 형식으로 설치하였다.

수음실 바닥 흡음을 위해 두께 100 mm의 흡음판을 약 6 m²를 바닥에 배치하였다. 수음실의 음장 변화를 위해 3단계로 흡음재를 제거하며 잔향시간과 중량 충격음 레벨을 측정하였다. 수음실 음장 변화를 위한 흡음재 구성은 3 벽면과 바닥에 흡음재를 설치한 조건(3 walls & floor 이하 3WF)에서 1면벽의 흡음재를 제거한 경우(2 walls & floor 이하 2WF), 바닥에만 흡음재를 설치한 경우(floor 이하 F) 및 흡음재를 적용하지 않은 경우로 구성하였다. 흡음재를 설치하지 않은 조건(이하 N)은 바닥 충격음 차단구조 성능 측정에 사용되고 있는 조건이다.

표준 시험실에서의 각 음장 변화 조건별 중량 충격음 레벨 변화 측정은 KS F 2810-2: 2012⁽⁶⁾를 기준으로 표준 충격원 1(이하 뱀머신) 및 표준 충격원 2(이하 고무공 충격원)으로 실시하였다. 측정대상 바닥 구조는 완충재 및 상부 구조가 없는 콘크리트 슬래브 180 mm를 대상으로 하였다. 뱀머신의 경우 측정 타이어의 공기압의 변화는 표준에서 정하고 있는 공기압 규정에 맞추어 확인하였다. 중량 충격음의 단일 수치 평가량은 KS F 2863-2⁽¹⁸⁾에 규정된 역A 특성 가중 바닥충격음 레벨을 평가하였다.

2.2 표준 시험실 측정 결과

Fig. 3은 표준 시험실 음장 변화 조건별 잔향시간 측정 결과이다. 잔향시간 측정결과 3WF 조건의 경우 250 Hz 이상 대역에서 0.5 s 이하로 나타났으며, 100 Hz 이하 대역에서는 약 1.4 s 이하의 잔향시간을 갖는 것으로 나타났다. 실제 공동주택 거실의 잔향시간 측정결과⁽¹⁹⁾는 전주파수 대역에서 0.5s 수준으로 나타났다. 3WF 조건의 잔향시간 특성은 저주파수 대역에서 실제 거주 조건보다는 높은 것으로 나타났다. 단계적으로 벽면 흡음재를 제거함에 따라 잔향시간이 증가하는 것으로 나타났다. F 조건의 경우 일부 저주파수 대역에서 2WF 조건보다 낮은 잔향시간을 갖는 것으로 나타났는데, 이는 벽면에 적용한 흡음재에 의해 형성된 공기층에 의해 특정 주파수 대역의 잔향시간이 증가한 것으로 판단된다.

흡음재가 없는 N 조건의 경우 100 Hz 대역에서 최대 3.5 s의 잔향시간을 갖는 것으로 나타났으며, 대부분의 주파수 대역에서 1.5 s 이상의 잔향시간을 갖는 것으로 나타났다. 이는 입주 직전의 공동주택 거실의 잔향시간 특성보다 다소 긴 것으로 판단되며, 표준 시험실의 형상이 직방체로 실의 크기에 의해 특정 주파수 대역의 잔향시간이 길게 나타난 것으로 판단된다.

Fig. 4는 표준 시험실 음장 변화에 의한 뱅머신 충격음 측정 결과를 나타낸 것이다. 수음실의 흡음력 변화에 의해 뱅머신 충격음 레벨이 변화되는 것으로 나타났다. 모든 주파수 대역에서 수음실 흡음력 증가에 의해 뱅머신 충격음 레벨이 낮아진 것으로 나타났다. 50 Hz 대역의 경우 수음실 흡음력 변화에 의해 약 2 dB 정도 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 80 Hz 대역의 경우 3.7 dB 차이가 나타났다. 50 Hz ~ 80 Hz 대역의 경우 뱅머신 충격음의 단일수치 평가량 결정에 가장 큰 영향을 미치는 대역으로 수음실의 음장 변화에 의한 충격음 레벨 차이

를 보정하는 절차가 있어야 합리적인 단일 수치 평가가 가능할 것으로 판단된다.

Table 1은 수음실 흡음력 변화에 의한 뱅머신 충격음 단일 수치 평가량 평가 결과를 나타낸 것이다. 수음실 흡음력 변화에 의해 단일수치 평가량 ($L_{i,Fmax,AW}$)은 57 dB에서 55 dB로 2 dB 변화되는 것으로 나타났다. 잔향실에서의 음장 변화에 의한 이전연구⁽¹⁵⁾에서는 최대 7 dB 차이가 발생되었으나, 표준 시험실의 경우 상대적으로 용적 및 흡음력 변화가 적어 단일수치 평가량 차이도 적게 나타났다.

중량 충격음 측정결과에 대한 수음실 음장 보정 방법 비교를 위해 ISO 16032⁽¹⁷⁾에 규정된 표준화 및 표준화 최대 음압 레벨에 대하여 단일 수치 평가량을 적용하여 Table 1에 표시하였다. 표준화 최대 음압 레벨($L_{i,Fmax,nT,AW}$) 차이는 50 dB ~ 52 dB로 2 dB 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 표준화 최대 음압 레벨($L_{i,Fmax,n,AW}$)에 대한 단일 수치 평가량 계산 결과 53 dB ~ 55 dB로 변화되는 것으로 나타났다. 200 Hz 이하 대역의 잔향시간이 흡음재 적용 부위가 증가해도 길어지는 대역이 발생하여 오히려 표준화, 표준화 최대 음압 레벨이 증가되는 경우도 나타났다.

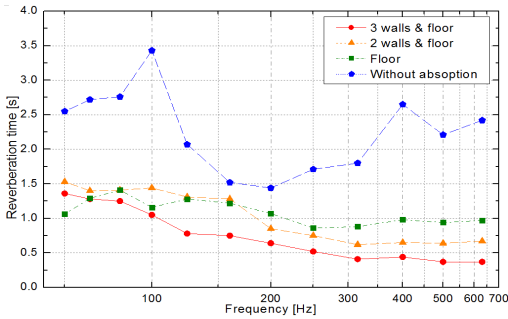


Fig. 3 Measurement results of reverberation time in standard test facility

Table 1 Single number evaluation results of bang machine impact sound pressure levels in standard test building

Bang machine	Sound field condition			
	3WF	2WF	F	N
$L_{i,Fmax,AW}$	55 dB	55 dB	55 dB	57 dB
$L_{i,Fmax,n,AW}$	55 dB	54 dB	54 dB	53 dB
$L_{i,Fmax,nT,AW}$	52 dB	51 dB	52 dB	50 dB

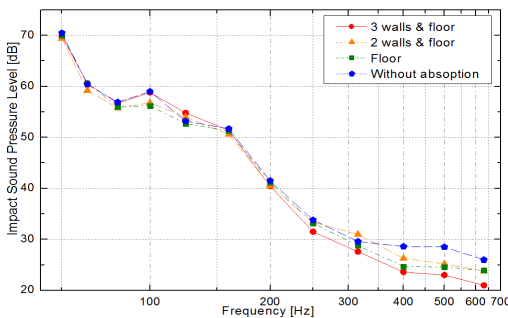


Fig. 4 Measurement results of bang machine impact sound pressure level in standard test facility

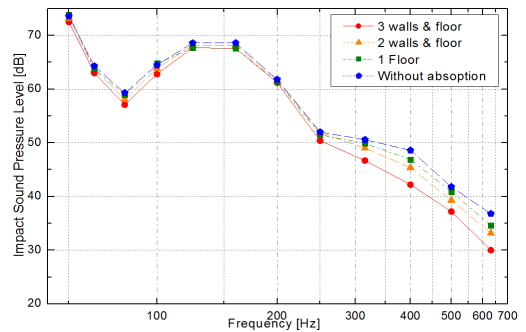


Fig. 5 Measurement results of rubber ball impact sound pressure level in standard test facility

Table 2 Single number evaluation results of rubber ball impact sound pressure levels in stand-ard test building

Rubber ball	Sound field condition			
	3WF	2WF	F	N
$L_{i,Fmax,AW}$	53 dB	54 dB	54 dB	54 dB
$L_{i,Fmax,n,AW}$	55 dB	54 dB	53 dB	52 dB
$L_{i,Fmax,nT,AW}$	52 dB	52 dB	50 dB	49 dB

Fig. 5는 표준 시험실 음장 변화에 의한 고무공 충격음 측정 결과를 나타낸 것이다. 고무공 충격음의 경우도 뱅머신 충격음의 경우와 같이 수음실 흡음력 변화에 의해 고무공 충격음 레벨이 변화되는 것으로 나타났다. 대부분의 주파수 대역에서 흡음력 증가에 의해 고무공 충격음 레벨이 감소되는 것으로 나타났다. 고무공 충격음의 단일 수치 평가량이 결정에 많은 영향을 미치는 80 Hz와 100 Hz 대역의 경우 흡음력 변화에 의해 최대 2.2 dB과 2.0 dB 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

Table 2는 각 측정 조건별 고무공 충격음의 단일 수치 평가량을 규준화 최대 음압 레벨과 표준화 최대 음압 레벨의 단일 수치 평가량과 함께 나타낸 것이다. 역A 특성 가중 바닥 충격음 레벨 변화는 54 dB에서 53 dB로 변화되어 1 dB 차이가 나타났다. 규준화 최대 음압 레벨에 대한 단일 수치 평가량은 55 dB에서 52 dB로 변화되어 증가되는 것으로 나타났다. 표준화 최대 음압 레벨에 대한 단일 수치 평가량도 49 dB에서 52 dB로 변화되어 3 dB 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 규준화 및 표준화 최대 음압 레벨의 증가는 흡음재 증가에도 저주파수 대역의 잔향시간이 길어졌기 때문으로 판단된다.

3. 주거 시험동 음장 변화

3.1 개요

실제 공동주택에서 수음실의 음장 변화에 의한 중량 충격음 레벨 변화를 조사하기 위하여 대표적인 공동주택의 거실과 동일하게 건설된 주거 시험동의 거실에서 중량 충격음 레벨 변화를 측정하였다.

주거 시험동의 하부 수음실에서의 음장 변화를 위해 Fig. 6에서와 같이 벽면, 창호 부분 및 바닥에 흡음재를 단계적으로 적용하였다. 주거 시험동에 적

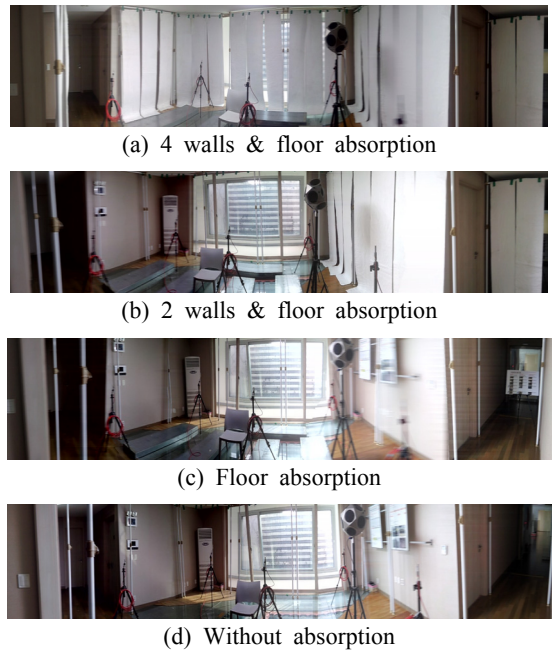


Fig. 6 Installation of sound absorbers in mock-up room

용한 흡음 구조는 표준 시험실 적용 구조와 유사하게 적용하였다. 벽면 및 창호 부위의 흡음은 폴리에스테르 흡음재(두께 약 10 mm)를 벽면 및 창호에서 100 mm ~ 300 mm 이격하여 단계적으로 적용하였다. 바닥 흡음은 두께 100 mm의 흡음판 6 m²를 바닥면에 배치하였다. 수음실의 음장 변화 단계는 표준 시험실의 경우와 유사하게 구성하였다. 4 벽면과 바닥에 흡음재를 설치한 조건(4 walls & floor 이하 4WF)에서 2면벽의 흡음재를 제거한 경우(2 walls & floor 이하 2WF), 바닥에만 흡음재를 설치한 경우(floor 이하 F) 및 흡음재를 적용하지 않은 경우로 구성하였다. 흡음재를 설치하지 않은 조건(이하 N)은 바닥 충격음 차단구조 성능 측정에 사용되고 있는 조건이다.

3.2 주거 시험동 측정 결과

Fig. 7은 주거 시험동 음장 변화 조건별 잔향시간 측정 결과이다. 잔향시간 측정결과 4WF 조건의 경우 100 Hz 이상 대역의 경우 0.6 s 이하 수준으로 나타났다. 이는 실제 공동주택의 거주 상태 잔향시간 특성⁽¹⁹⁾과 유사하게 나타났다. 벽면 및 바닥의 흡음재를 제거함에 따라 잔향시간이 증가되는 것으로

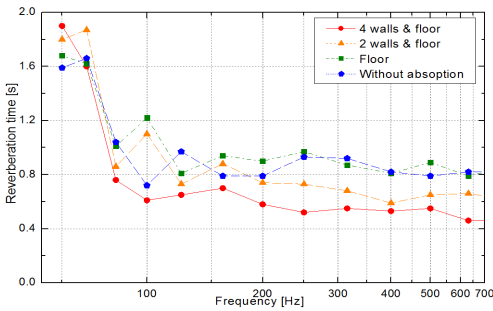


Fig. 7 Measurement results of reverberation time in mock-up room

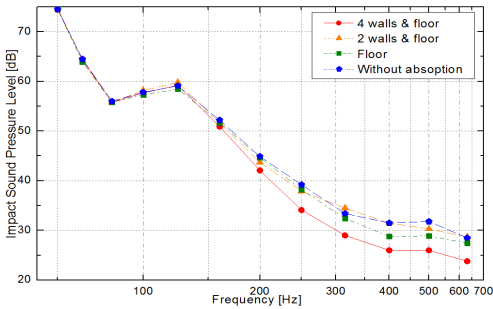


Fig. 8 Measurement results of bang machine impact sound pressure level in mock-up room

나타났다. 흡음재를 설치하지 않은 경우(N)와 바닥에만 흡음재를 설치한 경우(F) 잔향시간의 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. 흡음재가 적용되지 않은 조건의 잔향시간은 일반적인 입주 전의 공동주택 잔향시간 보다 짧은 것으로 나타났다. 주거 시험동의 경우, 일부 홍보 게시물 및 가구류 등이 부가 공간에 배치되어 있었기 때문으로 판단된다.

주거 시험동의 경우 직방형 형태의 표준 시험실과 달리 부정형 형태의 거실로 부가된 공간에서 감소되는 음에너지로 인해 바닥 흡음재의 효과가 상대적으로 적게 나타났기 때문으로 판단된다.

Fig. 8은 주거 시험동에서 수음실 음장 변화시 뱅머신 충격음 측정 결과를 나타낸 것이다. 모든 주파수 대역에서 수음실의 음장 변화에 의해 뱅머신 충격음 레벨이 변화되는 것으로 나타났다. 80 Hz 이하 대역의 경우 1 dB 이하의 변화가 나타났으며, 이는 상대적으로 적은 잔향시간 변화에 의한 것으로 판단된다. 125 Hz 대역의 경우 수음실 흡음력 변화에 의해 약 1.3 dB의 레벨 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

Table 3 Single number evaluation results of bang machine impact sound pressure levels in mock-up room

Bang machine	Sound field condition			
	4WF	2WF	F	N
$L_{i,Fmax,AW}$	47 dB	47 dB	47 dB	47 dB
$L_{i,Fmax,n,AW}$	48 dB	47 dB	48 dB	48 dB
$L_{1,Fmax,nT,AW}$	43 dB	43 dB	43 dB	43 dB

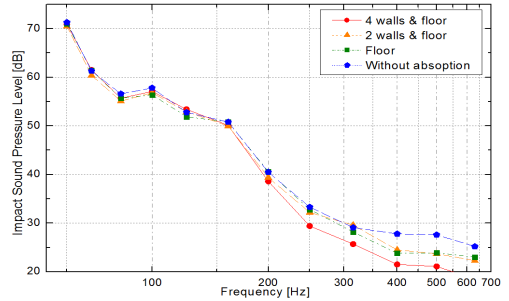


Fig. 9 Measurement results of rubber ball impact sound pressure level in mock-up room

측정 대상 바닥 구조의 주파수 특성이 63 Hz 대역이 가장 높은 특성이어서 단일수치 평가량의 변화는 Table 3에서와 같이 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 100 Hz 이상 대역의 경우 1 dB 이상 발생하고 있어, 주파수 특성이 다른 바닥 구조의 경우 단일 수치 평가량의 변화가 발생할 수도 있다. ISO 16032⁽¹⁷⁾에 규정된 규준화 및 표준화 최대 음압 레벨에 대한 단일 수치 평가량 평가 결과 규준화 최대 음압 레벨의 단일 수치 평가량은 1 dB 변화되는 것으로 나타났으며, 표준화 최대 음압 레벨의 경우 단일 수치 평가량의 변화는 없는 것으로 나타났다.

Fig. 9는 주거 시험동에서 수음실 음장 변화에 의한 고무공 충격음 레벨 변화 측정 결과를 나타낸 것이다. 고무공 충격음의 경우도 수음실 음장 변화에 의해 모든 주파수 대역에서 충격음 레벨이 변화되는 것으로 나타났다. 63 Hz 대역의 경우 1 dB 이상 변화되는 것으로 나타났다. 80 Hz 이상 대역의 경우 1.5 dB 이상 변화가 발생하는 것으로 나타났다. 뱅머신 측정결과에서와 같이 측정 대상 바닥구조는 63 Hz와 125 Hz 대역에서 역A 특성 가중 바닥 충격음 레벨이 결정되는 특성으로 Table 4에서와 같이

Table 4 Single number evaluation results of bang machine impact sound pressure levels in mock-up room

Rubber ball	Sound field condition			
	4WF	2WF	F	N
$L_{i,Fmax,AW}$	44 dB	43 dB	43 dB	44 dB
$L_{i,Fmax,n,AW}$	44 dB	43 dB	44 dB	45 dB
$L_{i,Fmax,nT,AW}$	41 dB	39 dB	39 dB	41 dB

1 dB 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

표준화 및 규준화 최대 음압 레벨을 적용한 경우의 단일 수치 평가량 산출 결과는 Table 2에 나타내었다. 규준화 최대 음압 레벨의 경우 단일 수치 평가량 차이가 2 dB로 나타났다. 표준화 최대 음압 레벨의 경우 수음실 음장 변화에 의해 단일 수치 평가량 차이가 2 dB로 오히려 증가되는 것으로 나타났다. 이는 250 Hz 이하 대역의 경우 일부 대역에서 흡음재를 적용해도 잔향시간이 증가하였기 때문으로 판단된다.

4. 결 론

실제 공동주택과 유사한 조건으로 설계된 표준 시험실 및 주거 시험동에서 수음실의 흡음력의 단계적 변화에 의한 중량 충격음 레벨 변화를 측정하여 비교하였다. 중량 충격음 레벨 측정은 KS F 2810-2: 2012⁽⁶⁾에 따라 뱁머신과 고무공 충격음을 측정하였다. 음장 보정 방법으로는 ISO 16032⁽¹⁷⁾에 규정된 규준화 및 표준화 최대 음압레벨을 대상으로 평가하였다.

뱁머신 및 고무공 충격음 모두 수음실의 흡음력 변화에 의해 모든 주파수 대역에서 변화되는 것으로 나타났다. 표준 시험실의 경우 크기는 실제 공동주택의 평균적인 거실 크기와 유사하지만 직방형 형태로 구성되어 수음실 음장 변화에 의한 중량 충격음 레벨 변화가 주거 시험동의 경우보다 크게 나타났다. 주거 시험동의 경우 실제 공동주택 거실과 유사하게 복도와 같은 부가 공간이 구성되어 있어 흡음력에 의한 중량 충격음 변화가 상대적으로 적게 나타났다.

표준 시험실의 잔향시간은 약 2 s 정도로 나타났으며, 흡음력 증가에 의해 0.5 s 수준으로 변화되었

다. 주거 시험동의 잔향시간은 0.8 s에서 흡음력 증가에 의해 실제 거주 조건의 잔향시간인 0.5 s로 변화되었다. 수음실 흡음력에 의한 단일 수치 평가량 변화는 1 dB ~ 2 dB 수준으로 나타났다. 주거 시험동에서 뱁머신 충격음의 단일 수치 평가량은 변화가 없는 것으로 나타났으나, 이는 63 Hz 보다 125 Hz의 충격음레벨이 높은 바닥구조의 경우로 125 Hz 대역에서 단일 수치 평가량이 결정되기 때문으로 판단된다. 125 Hz 대역의 충격음 레벨이 다른 바닥 구조의 경우 수음실의 음장 변화에 의한 단일 수치 평가량이 변화될 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같은 수음실 음장 변화에 의한 중량 충격음 레벨 변화를 보정하기 위한 방법으로 규준화, 표준화 최대 음압 레벨을 적용하였으나, 두 가지 평가량 모두 일관된 결과를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 수음실 음장 변화 보정을 위한 방법으로 국제표준화기구에 ISO 10140-3 Amd 2⁽²⁰⁾로 제안한 보정방법에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 산업통상자원부 국가표준기술력향상사업의 연구비 지원(과제번호 10040807)에 의해 수행되었습니다.

References

- (1) Yun, C. Y., Jeong, J. H. and Kim, M. J., 2013, The Effect of Aerated Concrete Containing Foam Glass Aggregate on the Floor Impact Sound Insulation, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 23, No. 5, pp. 414 ~ 422.
- (2) Choi, H. J., Kim, K. W., Yeon, J. O., Yang, K. S. and Kim, K. H., 2011, An Analysis on the Floor Impact Reduction of Dry Double-floor System, Proceedings of KSNVE Annual Spring Conference, pp. 246~247.
- (3) Choi, H. J., Kim, K. W., Yeon, J. O., Yang, K. S. and Kim, K. H., 2012, An Analysis on the Floor Impact Characteristics of Ceiling Aperture And Development OF Air Flow System, Proceedings of KSNVE Annual Spring Conference, pp. 791~792.

(4) Kim, H. C., Kim, Y. G., Kim, S. C., Lee, H. Y. and Cho, H. H., 2008, Evaluation of Floor Impact Sound by Floor Coverings in Standard Test Building, Proceedings of KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 439~440.

(5) Ministry of Land, 2013, Infrastructure and Transport, 'Apartment Housing Floor Impact Sound Insulation Structure Authorization and Management Standard (Notification No. 2003-889).

(6) KS F 2810-2: 2012, Field Measurements of Floor Impact Sound Insulation of Buildings – Part 2: Method Using Standard Heavy Impact Sources.

(7) ISO 10140-5: 2010, Acoustics - Laboratory Measurement of Sound Insulation of Building Elements - Part 5: Requirements for Test Facilities and Equipment.

(8) Crispin, C. and Ingelaere, B., 2013, Laboratory Measurements of New Quantities Necessary for the Flanking Transmission Prediction in Lightweight Constructions, Proceedings of Internoise 2013.

(9) Son, C. B., Kim, J. S. and Kim, S. W., 1991, A Study on the Sound Distribution of Floor Impact Sound for Apartment house, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 7, No. 4, pp. 135~147.

(10) Park, H. K. and Kim, S. W., 2009, Comparison and Analysis of Measurement of Floor Impact Sound in Apartment with Balcony Remodeling, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 25, No. 8, pp. 329~336.

(11) Lee, S. W., 2004, Impact Sound Characteristics of Floors according to the number of P'yang and Layers, Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol. 4, No. 3, pp. 71~78.

(12) Joo, M. K., Park, J. Y., Yang, K. S. and Oh, Y. K., 2008, A Study on the Measurement Method of Improvement of Reliability for Heavy-Weight Floor Impact Sound Measurement, Journal of the Acoustical Society of Korea, Vol. 27, No. 4, pp. 163~170.

(13) Lee, S. Y., Yoo, S. Y. and Jeon, J. Y., Investigation of Receiving Position in the Measurement Method for Floor Impact Sound in a Testing Building, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference.

(14) Oh, Y. K. and Joo, M. K., 2012, Problems in the Accreditation of Floor Impact Noise Insulation

Performance, Proceedings of KIAEBS Annual Autumn Conference, pp. 71~74.

(15) Jeong, J. H., Kim, J. U. and Jeong, J. G., 2013, Floor Impact Sound Pressure Level Characteristics by the Change of Reverberation Time in a Reverberation Chamber, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 23, No. 3, pp. 274~281.

(16) Stefan, S., Berndt, Z. and Trevor, N., 2010, Influence of Receive Room Properties on Impact Sound Pressure Level Measured with Heavy Impact Sources, 1st EAA – EuroRegio 2010.

(17) ISO 16032 Acoustics – Measurement of Sound Pressure Level from Service Equipment in Buildings – Engineering Method.

(18) KS F 2863-2: 2007, Rating of Floor Impact Sound Insulation for Impact Source in Buildings and Building Elements - Part 2: Floor Impact Sound Insulation Against Standard Heavy Impact Source.

(19) Jeong, J. H. and Yoon, C. Y. 2013, Sound Field Characteristics of Apartment Livingroom, Proceedings of KSNVE Annual Spring Conference, pp. 413~414.

(20) ISO, ISO/NP 10140-3 Amd 2, 2011, Acoustics – Laboratory Measurement of Sound Insulation of Building Elements – Part 3: Measurement of Impact Sound Insulation – Amendment 2.



Jeong Ho Jeong is currently a senior researcher at Fire Insurers Laboratories of Korea(FILK). He received his M.S. and Ph.D. degree in architectural engineering from Hanyang University, Korea. His research interests include standardization in building acoustics field. Also, he has interest on the sound localization research for AES(Acoustic Evacuation Signal).



Byung Kwon Lee received the B.S., M.S. degree in architectural engineering of Hanyang university in 2001, 2003, respectively. He is currently working as the senior researcher in Daelim Industrial Co., Ltd. His researches are main-

ly focused on the office acoustics and floor impact noise.



Jun Oh Yeon, received master degrees from Hanyang University in 2010 and he is currently majoring in floor impact sound and vibration in apartment. He especially is interested in sound characteristics due to insulation assembly.



Jin Yong Jeon is a professor of Architectural Engineering at the Architectural Acoustics Laboratory, Hanyang University. His main research interests are in the fields of architectural acoustics, noise, vibration and soundscape. He is also an Associate Editor of the international journal on acoustics, "Acta Acustica united with Acustica."