



EPS 완충재의 동탄성계수 및 두께에 따른 중량 바닥충격음 레벨 분석

Analysis of Heavyweight Floor Impact Sound Level with Dynamic Stiffness and Thickness of EPS Type Resilient Materials

송국곤* · 김용희* · 류종관† · 김명준**

Guk-Gon Song*, Yong-Hee Kim*, Jong-Kwan Ryu† and Myung-Jun Kim**

(Received August 21, 2018 ; Revised September 30, 2018 ; Accepted September 30, 2018)

Key Words : Floor Impact Sound(바닥충격음), Resilient Material(완충재), Dynamic Stiffness(동탄성계수), Thickness(두께)

ABSTRACT

This study investigated the relationship between dynamic stiffness, thickness, and heavy-weight floor-impact sound level for EPS resilient materials with 10 MN/m³ ~ 30 MN/m³ dynamic stiffness and 10 mm ~ 30 mm thickness. As a result, the single-number quantity (SNQ) with a bang machine was 52 dB ~ 57 dB, SNQ with rubber ball at 1.0 m height was 48 dB ~ 52 dB, and SNQ with rubber ball at 0.3 m was 43 dB ~ 48 dB. The relationship between dynamic stiffness and SNQ with bang machine was a negative correlation, and that with a rubber ball was a positive correlation. The floor impact sound level at 63 Hz showed a negative correlation with dynamic stiffness, and those at 125 Hz and 250 Hz showed positive correlations for all impact sources. The thickness of EPS resilient materials was negatively correlated with floor-impact sound level over 125 Hz for all impact sources. In addition, a design method of EPS resilient materials is discussed using a contour map of floor-impact sound level in terms of thickness and dynamic stiffness.

1. 서론

국내 주거형태의 약 60%를 차지하고 있는 공동주택⁽¹⁾은 인접 세대간에 바닥과 벽을 공유함으로 인해 세대간 소음에 취약한 특성을 갖고 있다. 특히 상하층 사이의 층간소음은 이웃간 분쟁뿐만 아니라 사회적 문제로 대두되고 있다. 환경부 이웃사이센터의 통계에 따르면 층간소음의 70% 이상이 보행에 의한 소음 및 아이들이 뛰는 소리 등 바닥충격음으로 조사되었다⁽²⁾.

바닥충격음을 저감시키기 위한 연구가 다방면으로 진행중에 있고, 대표적인 저감 방안으로 충격원의 특성을 변화시키는 표면완충공법, 바닥슬래브를 충격으로부터 진동하기 어렵게 만드는 중량·고강성 바닥공법, 진동 및 충격 에너지를 바닥 슬래브에 전달되지 않도록 하는 뜬바닥공법, 충격에 의해 슬래브로부터 방사되는 소리를 차단하는 2중천장공법 등이 있다⁽³⁾.

가격대비 성능 측면에서 가장 효율적인 방법인 뜬바닥 공법은 완충재의 동탄성계수와 바닥충격음 저감 성능 간의 상관관계가 높은 것으로 알려져 있다.

† Corresponding Author ; Member, School of Architecture, Chonnam National University

E-mail : jkryu@jnu.ac.kr

* Member, Korea Conformity Laboratories

** Member, Department of Architectural Engineering, University of Seoul

‡ Recommended by Editor Gi-Woo Kim

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

기존 연구에서 완충재의 동탄성계수를 측정하고 실험실에서 누름판(4,5)을 이용해 맨바닥 대비 바닥충격음 레벨 저감량을 측정한 결과, 동탄성계수가 낮을수록 완충재에 영향을 받는 경량 바닥충격음에 효과적인 것으로 나타났으며(4), 중량 바닥충격음에도 어느 정도 효과가 있는 것으로 나타났(5). 일부 주파수에서 결정계수가 낮지만 동탄성계수는 경량 바닥충격음뿐만 아니라 중량 바닥충격음 레벨 저감량과 상관성이 있고, 동탄성계수가 증가할수록 중량 바닥충격음 레벨도 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 해당 연구에서는 다양한 재료와 두께, 복합 구성의 완충재를 대상으로 하여 전체 시료의 동탄성계수와 바닥충격음 레벨 저감량의 상관관계를 확인하였고, 연구 범위로 사용된 완충재는 10 MN/m³ 이하의 동탄성계수가 낮은 시료가 대부분이었다. 따라서 동일한 재료와 동일한 조건에서 생산된 완충재로 변수를 최소화하여 동탄성계수와 바닥충격음과의 상관관계를 확인할 필요가 있다.

이 연구에서는 국내 인정바닥구조 완충재 재료의 40% 이상을 차지하고 있는 expanded poly-styrene(EPS) 완충재(3)를 신축 및 리모델링 등 실제 현장에서 많이 사용하는 물성 범위를 선정하여, 동탄성계수 및 두께와 중량 바닥충격음 레벨 간의 상관관계에 대해 확인하고자 하였다. EPS 완충재를 동일 생산 설비에서 생산하고, 동탄성계수를 10 MN/m³ ~ 30 MN/m³의 범위로 조절하고 두께를 10 mm, 20 mm, 30 mm로 다르게 제작하여 중량 바닥충격음 레벨과의 상관관계를 확인하였다.

2. 완충재 물성

2.1 동탄성계수 측정개요

공동주택의 바닥충격음 저감율을 위한 뜬바닥용 완충재의 동탄성계수는 KS F 2868(거주공간 뜬바닥용 완충재의 동탄성계수 측정방법)에 따라 측정한다.

이 연구에서는 EPS 완충재의 동탄성계수에 따른 바닥충격음 저감성능을 확인하기 위해 동일 생산 설비에서 생산된 시료에서 200 mm × 200 mm 크기의 총 12종 시료를 채취하여 각 시료의 동탄성계수와 두께를 측정하였다.

Fig. 1과 같이 실험실에서 펄스 가진법으로 진동계의 진동 전달률 주파수 특성으로부터 공진주파수를 측정하고 다음 식을 통해 단위면적당 겉보기 동탄성계수(s'_t)를 산출하였다.

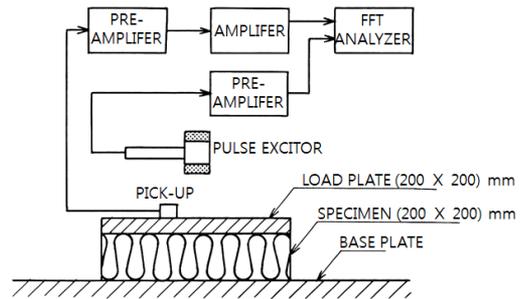


Fig. 1 Pulse exciting method diagram

$$s'_t = (2\pi f_r)^2 \cdot m'_t \tag{1}$$

여기에서 f_r : 진동계의 고유진동수 (Hz)

m'_t : 하중판의 단위 면적당 질량 (kg/m²)

완충재의 동탄성계수는 일반적으로 측정 시 하중판을 완충재 상부에 재하하는 시간에 따라 증가한다(6). 따라서 하중판 재하 후 측정 시점이 측정결과에 중요한 영향 요인이 될 수 있다. 국토교통부 고시에서는 하중판 재하 후 48시간 후 측정하도록 하고 있다(7). 그러나, 측정 시점에 의한 영향을 줄이고, 48시간 하중 재하에 따른 측정 시간을 줄이기 위해 이 연구에서는 초기 하중 재하부터 30분 간격으로 2시간까지의 동탄성계수 변화 추이를 파악하고 동일 조건에서의 동탄성계수를 비교대상으로 하였다. 또한 각 조건별 시험편 수를 3개씩 샘플링하여 반복 측정하여 그 평균값을 이용하였다.

2.2 동탄성계수 측정결과

대상 시험편 12종에 대한 동탄성계수 측정 결과는 Table 1과 같다. 동탄성계수는 하중 재하시간이 길어질수록 지속적으로 증가되는 경향을 나타내고 있다. 12개 대상 시험편의 동탄성계수 평균과 각 측정 시점별 재하시간과의 상관관계를 확인한 결과, Fig. 2와 같이 재하시간의 로그스케일과 동탄성계수는 0.99의 결정계수($p < 0.01$)를 갖는 것으로 나타났다.

3. 바닥충격음

3.1 바닥충격음 측정개요

EPS 시료 12종의 동탄성계수와 두께에 따른 바닥충격음 레벨을 비교하기 위해 동일 조건에서 측정을 진행할 수 있도록, Fig. 3과 같이 상·하부 간향실이 수직으로 연결되고 개구부에 150 mm 두께의 슬래브가 고

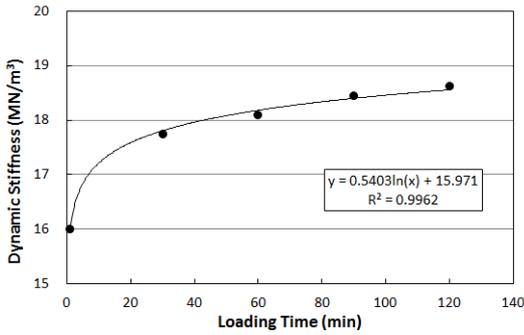


Fig. 2 Averaged dynamic stiffness for 12 EPS materials according to loading times

Table 1 Dynamic stiffness and thickness of EPS materials with loading times

No.	Dynamic stiffness with loading times (MN/m³)					Thickness (mm)
	1 min	30 min	60 min	90 min	120 min	
1	9.05	10.40	10.51	10.68	10.68	10.7
2	10.91	11.61	11.73	11.79	11.90	20.1
3	9.63	10.34	10.46	10.46	10.57	29.4
4	14.29	16.11	16.46	16.46	16.53	10.1
5	12.45	13.19	13.45	13.51	13.83	21.5
6	18.34	20.09	20.24	20.17	20.56	30.6
7	21.03	23.57	24.42	25.11	25.28	10.2
8	20.24	22.24	22.24	23.57	22.90	21.0
9	15.42	16.46	16.74	17.10	17.03	30.0
10	20.79	24.67	25.63	26.34	27.33	10.8
11	19.09	21.19	21.59	21.83	22.32	21.4
12	20.71	23.15	23.74	24.42	24.50	29.6

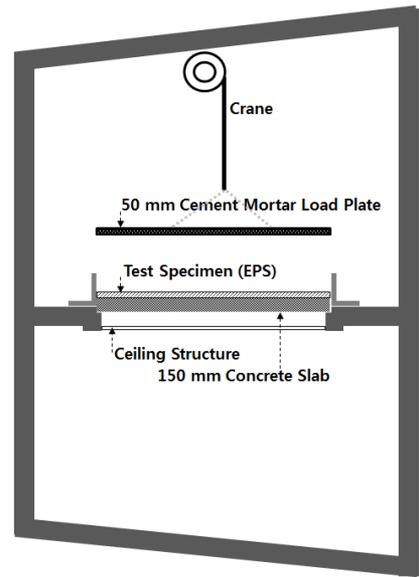


Fig. 3 Impact sound test set-up diagram

이에서 낙하시켜 충격을 발생시켰다. 수음점은 약 2.3 m 인 일반 주거 공간에서의 천장고를 고려하여, 앉은 자세에서 귀의 높이가 약 1.2 m 이기 때문에, 천장 석고보드 마감면 아래로 1.1 m 위치에서 측정하였다.

한편, 바닥충격을 측정 시 누름판을 완충재 상부에 거치 후 30분 이내에 측정이 이루어지므로 완충재의 동탄성계수 및 두께 측정결과 중 재하 시작 후 30분 시점에서 값과 바닥충격음 레벨의 상관관계를 확인하였다.

3.2 바닥충격을 측정결과

(1) 뱅머신에 의한 바닥충격음 저감성능

뱅크신 충격원에 의한 바닥충격음 측정결과, Table 2와 같이 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 동탄성계수가 낮은 1번, 2번, 3번 시료에서 높게 측정되었고, 16.46 MN/m³의 동탄성계수를 갖고 두께가 30 mm인 시료에서 가장 낮게 측정되었다.

63 Hz의 바닥충격음 레벨은 7번, 8번 시료가 가장 낮게 측정되었고, 125 Hz의 바닥충격음 레벨은 2번, 3번 시료가 가장 낮게 측정되었으나, 역A기중곡선을 이용한 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 9번이 가장 낮게 평가되었다. 보통 단일수치 평가시 63 Hz만 기준곡선을 초과하여 63 Hz의 바닥충격음 레벨이 낮을수록 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)도 낮게 평가된다. 그러나 7번, 8번 시료는 63 Hz에서 바닥충격음 레벨이 가장 낮

정된 실험실에서, 기존 공동주택 일반 천장구조(공기층 포함 목재 천장틀 40 mm + 석고보드 9.5 mm)⁽⁸⁾를 설치하였다. 슬래브 상부에 측정 대상 시료를 설치한 후 두께 50 mm 시멘트 몰탈 누름판을 얹어 바닥충격음 레벨을 측정하였다. 실험실은 대향벽(對向壁)이 없는 부정형 7면체 형상으로 룸 모드가 최소화된 체적 269 m³의 확산음장이며, 수음실 측벽과 바닥면에 밀도 32 kg/m³ 인 폴리에스터 50 mm를 설치하여 잔향시간이 실제 거주조건과 유사하게 2초가 넘지 않도록 했다.

측정 방법은 KS F 2810-2에 따라 표준 중량 충격원 특성 1(뱅크신)과 특성 2(고무공 충격원)을 이용하여 슬래브 중앙점 가진 시 수음실 5지점의 평균 최대음압 레벨을 측정하였다. 고무공 충격원의 경우 측정방법에서 제시하는 1.0 m 높이와 더불어 이전 연구결과⁽⁹⁾를 바탕으로 실생활의 낮은 충격력을 고려하여 0.3 m 높

지만 125 Hz에서 9번 시료에 비해 상대적으로 높게 측정되어 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)이 높게 평가된 것으로 사료된다.

시료 1번, 2번, 3번과 같이 동탄성계수가 10 MN/m^3 정도로 낮은 경우 63 Hz 대역에서 바닥충격을 레벨이 다른 시료에 비해 높아져 뱅머신에 의한 바닥충격을 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)이 커지는 경향이 있다. 이는 뜬바닥 구조의 특성이 될 수 있으며, 하부 천장에 의한 공진의 영향이 복합적으로 이루어진 것으로 추정된다.

(2) 고무공 충격원에 의한 바닥충격을 저감성능

고무공 충격원을 1.0 m에서 낙하시켜 바닥충격을 측정한 결과, Table 3과 같이 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 2번 시료가 가장 낮게 평가되었다. 각 주파수별로 63 Hz에서는 10번, 8번, 7번순으로 낮았고, 125 Hz에서는 2번, 3번이 가장 낮았다. 250 Hz는 2번, 3번 시료가 가장 낮았으며, 500 Hz에서는 3번 시료가 가장 낮게 측정되었다. 125 Hz와 250 Hz에서의 바닥충격음 레벨이 낮은 2번 시료가 고무공 충격원을 1.0 m에서 낙하시켜 바닥충격을 측정한 결과, Table 3과 같이 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 2번 시료가 가장 낮게 평가되었다. 각 주파수별로 63 Hz에서는 10번, 8번, 7번순으로 낮았고, 125 Hz에서는 2, 3번이 가장 낮았다. 250 Hz는 2번, 3번 시료가 가장 낮았으며, 500 Hz에서는 3번 시료가 가장 낮게 측정되었다. 125 Hz와 250 Hz에서의 바닥충격음 레벨이 낮은 2번 시료가 바닥충격음 단일수치 평가량

($L_{i,Fmax,AW}$)도 가장 낮은 것으로 평가되었다. 고무공 충격원은 뱅머신에 비해 63 Hz 이하의 충격력이 낮은 충격원으로 단일수치 평가시 125 Hz, 250 Hz에 의한 영향이 크다. 따라서 125 Hz, 250 Hz에서 바닥충격음 레벨이 낮은 2번 시료가 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)도 가장 낮게 평가된 것으로 사료된다.

Table 4는 고무공을 0.3 m 높이에서 낙하시켜 거주 공간 보행 등의 낮은 생활황 충격력에 대한 영향을 평가한 결과이다. 1.0 m 높이에서 낙하시킨 Table 3에 비해 단일수치 평가 값으로 4 dB~7 dB 낮게 평가되었으며, 주파수 스펙트럼은 유사한 형태를 나타내고 있다. 고무공 충격원의 높이에 의한 바닥충격음 주파수

Table 3 Floor impact sound test results with rubber ball at 1.0 m height

No.	Dynamic stiffness at 30 min (MN/m^3)	Thickness (mm)	Floor impact sound level (dB)				$L_{i,Fmax,AW}$ (dB)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	
1	10.40	10.7	76.5	63.9	57.7	31.9	50
2	11.61	20.1	78.4	60.6	53.9	29.0	48
3	10.34	29.4	78.6	60.6	54.8	26.2	49
4	16.11	10.1	74.4	67.1	59.5	32.2	51
5	13.19	21.5	75.5	64.7	56.5	29.0	49
6	20.09	30.6	75.5	63.0	56.4	28.2	49
7	23.57	10.2	72.9	68.8	60.5	34.6	52
8	22.24	21.0	72.7	67.7	60.0	32.4	51
9	16.46	30.0	73.3	65.3	58.3	29.0	49
10	24.67	10.8	72.5	69.7	60.4	33.7	52
11	21.19	21.4	73.0	67.4	58.7	32.7	50
12	23.15	29.6	73.4	66.8	59.6	31.7	50

Table 2 Floor impact sound test results with bang machine

No.	Dynamic stiffness at 30 min (MN/m^3)	Thickness (mm)	Floor impact sound level (dB)				$L_{i,Fmax,AW}$ (dB)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	
1	10.40	10.7	87.4	67.1	57.6	34.3	57
2	11.61	20.1	88.5	61.4	51.3	28.8	58
3	10.34	29.4	88.5	61.0	48.1	28.8	58
4	16.11	10.1	83.7	66.5	52.9	31.7	54
5	13.19	21.5	85.3	64.3	50.2	28.5	55
6	20.09	30.6	84.1	62.5	49.5	28.4	54
7	23.57	10.2	81.7	68.4	53.2	27.3	54
8	22.24	21.0	81.8	67.4	52.2	25.9	54
9	16.46	30.0	82.3	65.4	51.1	26.5	52
10	24.67	10.8	82.2	69.1	54.8	26.8	54
11	21.19	21.4	82.2	68.2	53.0	26.3	54
12	23.15	29.6	82.4	67.8	53.4	27.2	54

Table 4 Floor impact sound test results with rubber ball at 0.3 m height

No.	Dynamic stiffness at 30 min (MN/m^3)	Thickness (mm)	Floor impact sound level (dB)				$L_{i,Fmax,AW}$ (dB)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	
1	10.40	10.7	72.7	59.6	53.2	26.0	46
2	11.61	20.1	73.5	55.7	48.5	31.8	43
3	10.34	29.4	74.0	55.5	49.5	31.6	44
4	16.11	10.1	69.7	61.9	53.7	24.1	46
5	13.19	21.5	70.7	59.5	50.6	31.5	44
6	20.09	30.6	70.7	57.7	50.4	31.5	43
7	23.57	10.2	67.9	63.1	53.9	26.8	45
8	22.24	21.0	68.2	62.2	53.7	25.1	45
9	16.46	30.0	69.4	60.6	53.4	24.0	45
10	24.67	10.8	68.8	65.6	55.8	27.5	48
11	21.19	21.4	68.7	62.8	53.7	25.9	46
12	23.15	29.6	69.4	62.3	54.1	24.9	46

특성에 영향은 크지 않은 것으로 사료된다.

뱅머신에 의한 결과와 같이 1번, 2번, 3번 시료의 63 Hz 바닥충격음 레벨이 다른 시료에 비해 높으나 고무공 충격원의 바닥충격음 단일수치 평가 시에는 그 영향이 반영되지 않아 더 낮은 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)을 나타냈다.

4. 토 의

4.1 완충재 동탄성계수와 바닥충격음 레벨

Figs. 4~6과 같이 뱅머신, 고무공 충격원 모두 63 Hz의 바닥충격음 레벨은 동탄성계수 $10 \text{ MN/m}^3 \sim 30 \text{ MN/m}^3$ 범위에서 음의 상관관계를 나타낸 반면, 125 Hz 및 250 Hz의 바닥충격음 레벨은 양의 상관관계를 나타내고 있다.

일반적으로 뱅머신에 의한 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 1/1 옥타브밴드 63 Hz 바닥충격음 레벨에 의해 대부분 결정되므로, 63 Hz 이하의 바닥충격

음 레벨을 저감시키는 것이 중요하다. Fig. 7과 같이 뱅머신에 의한 바닥충격음 레벨과 동탄성계수는 63 Hz 이하에서 음의 상관관계를 갖고 있으므로 동탄성계수가 높을수록 뱅머신에 의한 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)을 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

고무공 충격원에 의한 바닥충격음 단일수치 평가 시 1/1 옥타브밴드 125 Hz, 250 Hz에서 기준곡선을 상회하는 경우가 대부분이다. Fig. 7과 같이 고무공 충격원의 경우 1.0 m와 0.3 m 모두 125 Hz부터 250 Hz까지의 바닥충격음 레벨은 동탄성계수와 양의 상관관계를 갖고 있으므로, 동탄성계수를 낮게 할수록 고무공 충격원에 의한 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)을 낮출 수 있다.

500 Hz에서의 바닥충격음 레벨은 뱅머신과 고무공 충격원 모두 배경소음에 의한 영향이 크고 그 레벨이 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)에 영향을 주기에 너무 낮아서 동탄성계수와와의 상관관계는 무시할 수준으로 판단된다.

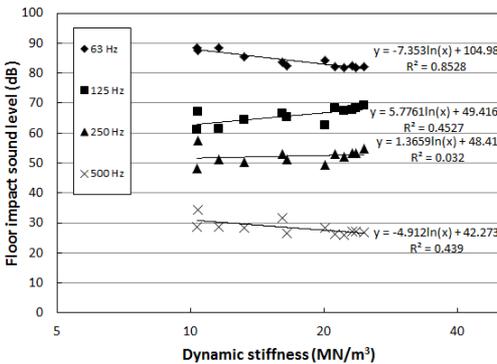


Fig. 4 Floor impact sound level with bang machine as dynamic stiffness

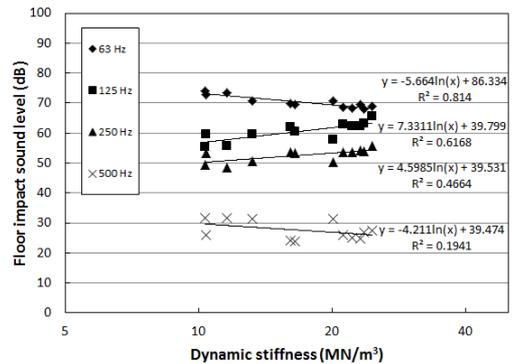


Fig. 6 Floor impact sound level with rubber ball (0.3 m) as dynamic stiffness

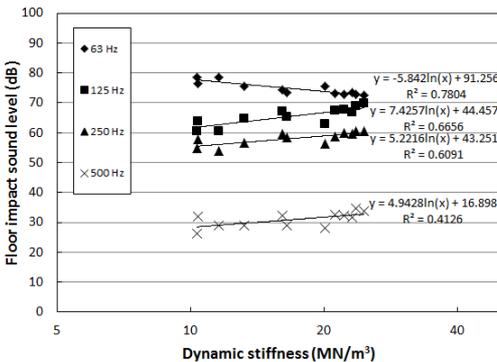


Fig. 5 Floor impact sound level with rubber ball (1.0 m) as dynamic stiffness

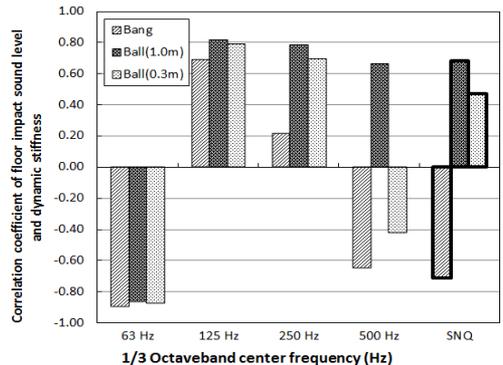


Fig. 7 Correlation coefficient between floor impact sound level and dynamic stiffness

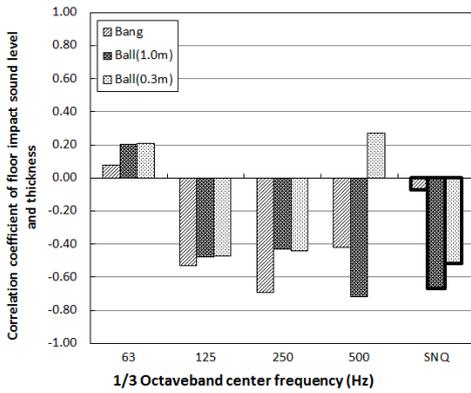


Fig. 8 Correlation coefficient between floor impact sound level and thickness

4.2 완충재 두께와 바닥충격음 레벨

두께에 의한 바닥충격음은 Fig. 8과 같이 63 Hz 이하는 음의 상관관계를 나타내고 125 Hz 이상에서 양의 상관관계를 나타내므로, 두께가 두꺼울수록 125 Hz 이상에서는 바닥충격음 레벨이 낮아지지만, 63 Hz 이하에서는 바닥충격음 레벨이 높아질 수 있다. 따라서 63 Hz 이하 바닥충격음에 의해 바닥충격음 단일수치 평가량 ($L_{i,Fmax,AW}$)이 결정되는 뱅머신의 경우 두께가 얇을수록 유리하며, 125 Hz, 250 Hz의 바닥충격음의 영향을 많이 받는 고무공 충격원의 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 두께가 두꺼울수록 유리하다.

4.3 완충재 물성 설계

뱅머신에 의한 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)은 Fig. 9(a)와 같이 동탄성계수가 높을수록 낮아지며 두께에 의한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 단일수치 평가 시 63 Hz에서 기준곡선을 상회하여 기여율이 가장 높으므로 Fig. 9(b)의 63 Hz에서 동탄성계수 및 두께와의 관계 그래프와 유사한 결과를 나타내고 있다.

고무공 충격원에 의한 바닥충격음 단일수치 평가량 ($L_{i,Fmax,AW}$)은 Fig. 10과 같이 125 Hz, 250 Hz와 같이 완충재의 동탄성계수가 낮을수록 낮아지며, 완충재의 두께가 두꺼울수록 바닥충격음 레벨이 낮아지지만 상관성은 높지 않음을 확인할 수 있다.

따라서 뱅머신에 의한 바닥충격음 평가 시에는 완충재의 동탄성계수가 높을수록 유리하며, 고무공 충격원에 의한 바닥충격음 레벨은 동탄성계수가 낮을수록 유리하다.

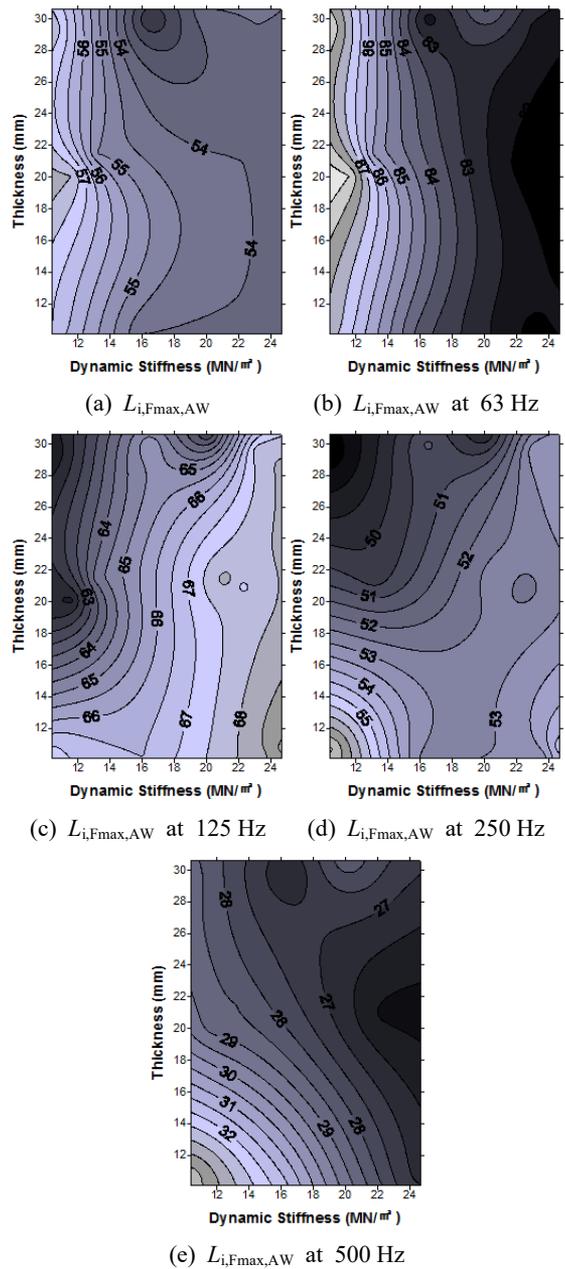


Fig. 9 Floor impact sound level with bang machine according to dynamic stiffness and thickness

현재 국내 중량 바닥충격음 평가 시 사용되는 뱅머신의 충격력이 과대하다는 의견이 제시되고 있고, 실생활 충격과 더 유사하다고 평가되고 있는 고무공 충격원⁽¹⁰⁾이 국제표준(ISO)에 표준 중량 충격원으로 제시되어 있는 점을 고려할 때, 동탄성계수가 낮은 완충

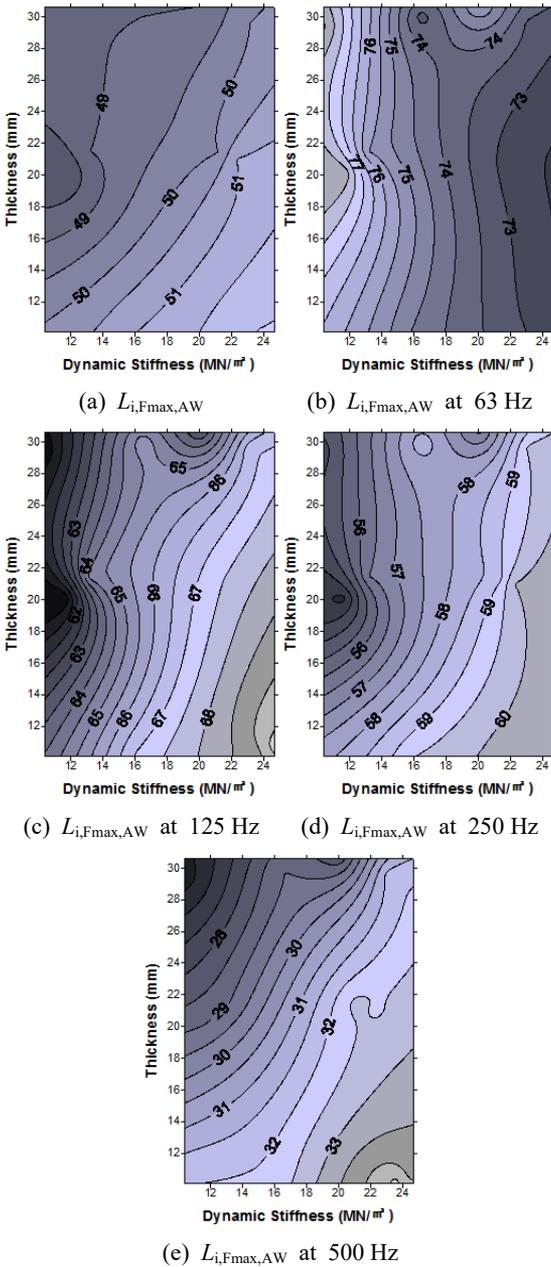


Fig. 10 Floor impact sound level with rubber ball at 1.0 m height according to dynamic stiffness and thickness

재의 개발이 바닥충격음 저감에 효과적이라 할 수 있으며, 두께에 의한 효과는 그리 크지 않으므로 얇은 두께를 갖고 동탄성계수가 낮은 완충재의 개발로 천장고가 낮은 기존 주택 리모델링에도 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

63 Hz에서의 바닥충격음 레벨과 동탄성계수와와 상관관계가 기존 연구 결과⁽⁵⁾와 다르게 나타난 이유는 바닥충격음 측정 시 실험실 슬래브 두께 차이에 따른 영향이 예상되며, 이 연구에서 특정 재질의 완충재와 특정 범위의 동탄성계수를 갖는 완충재를 대상으로 했기 때문이라 판단된다.

5. 결 론

이 연구는 국내에 가장 많이 사용되고 있는 뜬바닥용 완충재인 EPS에 대하여 물성편차 중 동탄성계수와 두께에 의한 바닥충격음 레벨을 분석하였다. EPS 시험체는 동일한 생산 라인을 통해 10 MN/m³ ~ 30 MN/m³ 범위의 동탄성계수와 10 mm ~ 30 mm의 두께를 갖도록 생산하였다.

누름판을 이용하여 중량 바닥충격음 레벨을 측정할 결과, 뱅머신의 경우 동탄성계수가 높은 시료에서 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)이 낮게 나타났고, 고무공 충격원의 경우 동탄성계수가 낮은 시료에서 바닥충격음 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)이 낮게 나타났다.

완충재의 동탄성계수에 의한 바닥충격음 레벨을 확인한 결과, 동탄성계수가 높을수록 63 Hz에서는 바닥충격음 레벨이 낮아지고 125 Hz 및 250 Hz에서는 높아졌다. 이것은 동탄성계수가 낮은 경우에 공진주파수가 63 Hz에서 일치하기 때문에 오히려 증폭이 발생했던 것으로 사료된다. 뱅머신으로 바닥충격음 레벨을 측정할 경우 63 Hz의 바닥충격음 레벨이 중요하고 단일수치 평가량($L_{i,Fmax,AW}$)에 크게 기여하므로 완충재의 동탄성계수가 높을수록 유리하고, 고무공 충격원으로 측정 시에는 125 Hz와 250 Hz의 바닥충격음 레벨이 중요하므로 동탄성계수가 낮을수록 유리하다.

완충재의 두께는 63 Hz 이하에서는 바닥충격음에 영향이 거의 없으나, 125 Hz 이상에서는 음의 상관관계를 나타내므로, 완충재가 두꺼울수록 125 Hz 이상에서 바닥충격음 레벨이 낮아져, 고무공 충격원에 의한 바닥충격음 평가 시 유리하게 작용할 수 있다. 향후 다양한 재료와 실험 조건에서의 추가 실험이 필요할 것으로 사료된다.

후 기

이 연구는 2015년도 서울시 산학연 협력사업의 재

원으로 도시문제 해결형 기술개발 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. PS150001).

References

- (1) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2017, Final Report of 2017 Housing Survey, pp. 11~12.
- (2) Ministry of Environment, 2018, Management Report of the Floor Noise Management Center, p. 12.
- (3) Land & Housing Institute, 2013, A Study on the Development Direction of Technology for Reducing Heavy Floor Impact Sound in Apartment Housing, pp. 51~56, p. 101.
- (4) Kim, K. W., Jeong, G. C. and Sohn, J. Y., 2008, Correlation Between Dynamic Stiffness of Resilient Materials and Lightweight Floor Impact Sound Reduction Level, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 18, No. 8, pp. 886~895.
- (5) Kim, K. W., Jeong, G. C. and Sohn, J. Y., 2008, Evaluation of the Dynamic Stiffness and Heavy-weight Floor Impact Sound Reduction by Composition of Resilient Materials, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 18, No. 2, pp. 247~254.
- (6) Kim, K. W., Yeon, J. O., Yang, K. S. and Kim, M. J., 2015, Influence of Loading Time of a Load Plate and Sample Size on the Measurement of Properties of Resilient Materials, Journal of Archives of Acoustics, Vol. 40, No. 2, pp. 159~167.
- (7) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2016, Notification No. 2016-824, Apartment Housing Floor Impact Sound Insulation Structure Confirmation and Management Standard.
- (8) Kim, Y. H., 2018, Noise Trend Between Floors of Aged Apartment Houses, Journal of KSNVE, Vol. 28, No. 2, pp. 7~10.
- (9) Jeong, J. H. and Jeon, J. Y., 2005, Floor Impact Noise Measurement and Evaluation Method Using Impact Ball, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 15, No. 10, pp. 1160~1168.
- (10) Lee, S. B., Cho, H. M. and Kim, M. J., 2017, Consideration on Assessment Methods of Insulation

Performance for Floor Impact Sound in Aged Apartments, Proceedings of 2017 Joint Conference by KSNVE, ASK and KSME (DC), p. 335.



Guk-Gon Song received a B.S. and M.S. in Dept. of Architectural engineering from Chonnam National University in 2007 and 2009 respectively. He is currently a junior research engineer at Korea Conformity Laboratories (KCL).



Yong-Hee Kim received his Ph.D. degree from Hanyang University in 2011. He worked at the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) of Japan for two years as a postdoctoral researcher. He is currently a senior research engineer at Korea Conformity Laboratories (KCL). His research interest is room acoustics and public space acoustics.



Jong-Kwan Ryu received the Ph.D. in Dept. of architectural engineering from Hanyang University, Seoul, Korea in 2007. He is currently an associate professor in the School of architecture at Chonnam National University. His research interests are in the area of architectural acoustics, psycho-acoustics, and acoustic barrier-free.



Myung-Jun Kim received the B.S., M.S. and Ph.D. in Dept. of architectural engineering from Hanyang University, Seoul, Korea in 1987, 1989, and 1999, respectively. He is currently a professor in the Dept. of Architectural Engineering at University of Seoul. His research interests are in the area of architectural acoustics and sound insulation in buildings.