특집
공동주택 바닥충격음 차음성능 현황과 대책

경량충격음에 대한 실태와 대책

장 길 수*
(동신대 건축공학부)

1. 머리말

국내 공동주택의 주요 소음원은 거주자의 보행이나 어린이의 뜀에 의한 중량충격음으로 알려져 있다. 또한 경량충격음의 차단성능 확보는 그리 어렵지 않는다는 인식도 일반화되어 있다. 따라서 대부분의 바닥충격음 연구나 관심은 중량충격음의 저감에 집중되어 있는 게 사실이다.

그런데, 일본과 국내를 제외한 대부분 국가에서는 태핑머신 즉 경량충격음만을 표준충격원으로 채택하고 있으며, 이에 대한 차단성능만으로 바닥의 차단성능을 평가, 규제하고 있다. 생활방식과 건축구조의 차이 등에 의한 차이라고 할 수 있으나, 국제규격을 위시한 선진국의 규격이 대부분 경량충격원을 중심으로 하고 있으며, 차음공법 및 차음재료의 개발이 이를 토대로 이뤄지고 있다는 점에 유의할 필요가 있다.

볼 타입의 충격원(impact ball)이 새로운 국제규격(ISO 140-11)의 충격원으로서 채택될 예정이긴 하지만, 부속서에 속한 충격원의 한 종류에 불과하고 경량구조체(목조, 경량철골조)에 국한 되어있으며, 오히려 변형된 태핑머신을 이용하여 태핑머신의 문제점을 보완하려는 경향도 엿볼 수 있다.

따라서, 바닥충격음 문제를 다루는데 있어서 경량충격음에 대한 올바른 이해가 선행되어야 한다고 생각되며, 중량충격음의 문제와 동시에 경량충경음의 문제를 균형있는 시각으로 바라보는 자세가 필요하다고 생각된다. 아울러 경량충격음 규제기준으로서 제시된 58 dB(역A특성 가중 규준화 바닥충격음레벨)은 최저 기준에 불과하다는 인식도 필요하다고 하겠다. 그 기준을 만족하는 일은 현실적으로 그리 큰 문제는 아니라고 볼 수 있으나, 등급기준의 시행(1등급은 43 dB)에 따라 경량충격음의 차단성능을 향상시킬 수 있는 대책과 방안을 다각적으로 모색하여야 할 것이다.

이 글에서는 경량충격음에 대한 감쇠 매커니즘과 바닥구조의 국내의 차단성능 실태를 알아보고, 개선을 위한 대책의 일부를 소개하고자 한다.

2. 경량충격음의 감쇠 매커니즘

2.1 태핑머신의 개요

경량충격음은 하이힐 소리, 물건 낙하시의 가볍고 딱딱한 충격에 대응하여 충격조건을 일정하게 하기 위해 고안된 장치로서 ISO(국제표준화기구), DIN(독일), ASTM(미국), JIS(일본), KS(한국) 등 대부분의 나라에서 채택된 표준충격원이다. 이것은 1932년 독일의 Reiher에 의해 처음 개발되었는데 그 당시 성인이 구두를 신고 보행할 경우의 발생소음을 모방하려는 의도에서 280 g의 해머(hammer)를 이용, 보행주기로 3 cm 높이에서 낙하시켰으나 점차 충격주기 및 충격력을 보완하여 실생활의 충격력과 추종성이 좋은 충격원으로 개발되어 왔다.

현재의 태핑머신은 길이 0.4 m의 일직선상에 배치된 5개의 강철제 해머로 구성되며, 각 해머의 무게는 0.5 kg, 낙하높이 0.04 m이고 1초에 10회 낙하하게 되어있다. 따라서 정상음이라고 여겨질 정도의 짧은 충격주기

* E-mail : gsjang@dsu.ac.kr / 061) 330-3123

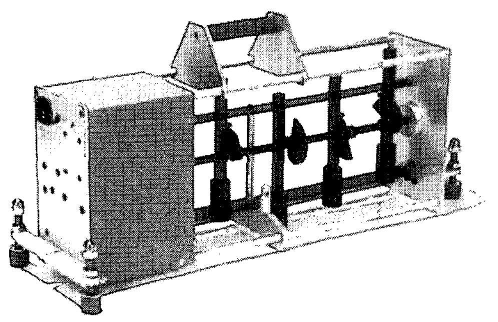


그림 1 표준경량충격원

와 성능이 좋은 바닥에서 충분한 S/N비가 확보될 수 있게 되었다.

2.2 경량충격음의 해석

바닥충격에 의한 발생음의 물리적 현상은 주기적 충격에 의한 판 진동의 식으로 표현된다. 이를 진폭 F_n의 이산주파수 성분의 무한수를 갖는 푸리에 급수로 표현하면 다음과 같다.

$$F_n = \frac{2}{T_r}\int_0^{T_r} F(t)cos\frac{2\pi n}{T_r}tdt \quad [\mathrm{N}] \qquad (1)$$

여기서, $T_r = 1/f_r = 0.1$ 이며, 해머간의 타격시간을 의미한다.

그림 2(a)는 충격력 $F(t)$의 시간함수이며, (b)는 푸리에 성분의 진폭을 나타낸다.

해머가 단단한 콘크리트 슬래브를 타격하면 충격력 펄스의 기간은 바닥충격음 관심 최대주파수에 비해 상대적으로 짧다. 반면에 보다 유연한 목재바닥과 같은 재료를 타격하면 이러한 현상은 불분명해지며 $F(t)$의 형태는 수식에 따라 결정된다. 두꺼운 콘크리트 슬래브의 경우, 충격력 임펄스의 유효길이는 충분히 짧아져 $cos[(2\pi n/T_r)t] \approx 1$ 이 되어, 모든 요소가 동일한 진폭을 갖게 된다. 식 (1)의 적분은 1개 해머의 운동량이 mv_o와 같으므로, 반복 주파수 f_r에 대한 충격력의 크기는 다음과 같다.

$$F_n = 2f_r m v_o \quad [\mathrm{N}] \qquad (2)$$

충격 순간의 해머 속도는 식 (3)과 같다.

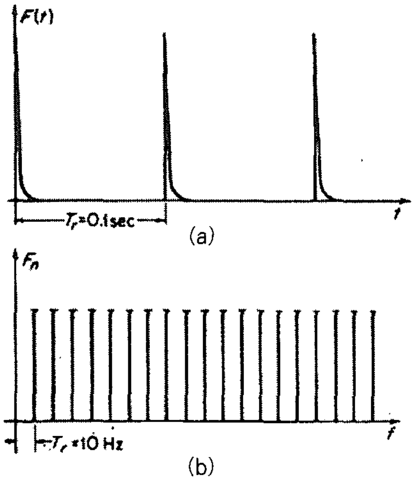


그림 2 태핑머신의 타격에 의한 시간함수 및 충격력의 푸리에 성분

$$v_o = \sqrt{2gh} \quad [\mathrm{m/s}] \qquad (3)$$

여기서, h = 해머의 낙하높이 [m]
g = 중력가속도 (9.8 ㎨)

충격력 스펙트럼밀도를 Sf_o 라 하면

$$Sf_o = \frac{1}{2}T_r F_n^2 = 4 f_r m^2 gh \quad [\mathrm{N^2/Hz}] \qquad (4)$$

이를 표준태핑머신에 적용하면 $Sf_o = 4$ $\mathrm{N^2/Hz}$가 된다.

1개 옥타브 밴드 $(\Delta f_{oct} = f\sqrt{2})$ 에서의 평균충격력은 식 (5)와 같다.

$$F_{rms}^2(oct) = \frac{4}{\sqrt{2}}f \quad [\mathrm{N^2}] \qquad (5)$$

따라서, 가진되는 슬래브에서 수음실로 방사되는 주파수대역별 파워레벨은 다음과 같다.

$$L_w(oct) \approx 10\log\left(\frac{\rho c \sigma_{rad}}{5.1\rho_P c_L \eta_P t^3}\right) + 120 \quad [\mathrm{dB}] \qquad (6)$$

단, ρ = 공기밀도 [kg/m³] c = 공기속도 [m/s]
σ_{rad} = 슬래브 방사계수
ρ_P = 슬래브 재료의 밀도 [kg/m³]
c_L = 슬래브 재료내의 종파 전달속도 [m/s]

η_p = 슬래브의 결합손실계수
t = 슬래브 두께 [m]

위의 식에서 알 수 있듯이 파워레벨은 주파수는 무관하며, 슬래브 두께를 2배로 늘릴 경우 하부 수음실에 전달되는 파워레벨은 9 dB 감쇠하게 된다. 또한 손실계수를 증가시키는 것이 파워레벨을 감쇠시킬 수 있는 것으로 나타났다.

2.3 표면재에 의한 바닥충격음의 개선

경험을 통해, 콘크리트 두께를 200~250 mm로 늘리더라도 바닥충격음레벨이 너무 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 이를 저감하기 위한 방안을 고려하게 되는데, 단순히 두께를 늘리는 것은 매우 비경제적일 것이다. 그 대안으로서 슬래브 보다 부드러운 표면 마감재를 두면 바닥충격음을 효과적으로 저감할 수 있다. 완충재는 충격 펄스의 형태와 충격력을 변화시키기 때문이다.

그림에서 알 수 있듯이, 만일 마감재가 선형이고, 비소산적이라면 충격 순간 t=0에서의 충격속도는 최대(v_o)가 될 것이다. 이후 해머의 2차 반발이 없다고 가정하면, 충격속도는 0으로 감소하고, 충격력은 최대가 된다. 부드러운 표면층을 부가할 경우, 바닥충격음 차단성능은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\Delta L_n = 20\log\frac{F}{F'} = 20\log\left(\frac{1-nf_r/f_o}{\cos\left(\frac{\pi}{2}n\frac{f_r}{f_o}\right)}\right)\ \text{[dB]} \qquad (7)$$

단, $n=1,2,3,\ldots$

$$f_o = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{A_h}{m}\sqrt{\frac{E}{h}}}\quad \text{[dB]}$$

F', F = 표면 마감재의 유무에 따른 슬래브 충격력
A_h = 해머의 타격면적 [m²]
m = 해머의 중량 [kg]
E = 재료의 동탄성계수 [N/m]
h = 표면 마감재의 두께 [m]

위의 식에서 표현된 f_o는 표준 경량충격원에 대한 표면재의 특성주파수로서 그림 4와 같이 E/h의 함수로서 나타낼 수 있다.

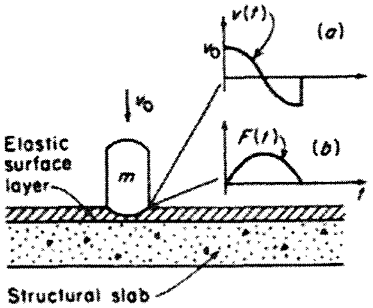


그림 3 해머 타격에 의한 표면재의 속도와 충격력 펄스

식 (7)은 그림 5와 같이 f/f_o의 함수로서 표시할 수 있다. $f/f_o=1$을 중심으로 이보다 작으면 개선량은 0이고, 그 이상이면 40 dB/decade의 증가를 보인다.

따라서, 그림 4의 도표를 이용하면 표면마감재에 의한 경량충격음의 저감량 목표를 설계할 수 있을 것이다.

2.4 뜬바닥 구조에 의한 개선[4]

뜬바닥구조는 공기전달음과 바닥충격음을 동시에 개선시킬 수 있다는 점과 보행표면이 단단하다는 점에서 표면마감재에 의한 바닥충격음 저감방법보다 실용적일 경우가 많다. 이 경우, 뜬 바닥구조는 크게 두 가지 즉 국부작용(locally reacting)뜬 바닥과 공명작용(resonantly reacting) 뜬 바닥으로 분류할 수 있다.

국부적으로 작용하는 뜬 바닥은 상부 슬래브위의 해머 충격력이 하부 슬래브로 즉시 전달됨으로써 상부슬래브에 균질의 여진이 발생하지 않는 경우이다. 이 경우, 뜬 바닥 슬래브의 곡파는 크게 감쇠하게 되는데 이를 수식화하면 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\Delta L_n = 20\log\left(1+\left(\frac{f}{f_o}\right)^2\right) \approx 40\log\frac{f}{f_o} \qquad (8)$$

여기서 $f_o = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{s'}{\rho_{s1}}}$

ρ_{s1} = 뜬바닥 슬래브의 단위질량 [kg/m²]
s' = 완충재의 단위면적당 동적 강성 [N/m]

공명적으로 작용하는 뜬 바닥은 상부 슬래브가 두껍고 강하며 약간의 감쇠가 있을 때, 해머의 충격력이 다

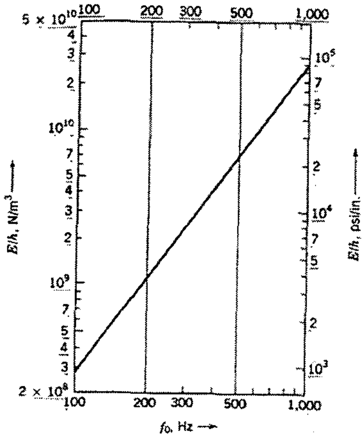


그림 4 표면 마감재의 선택을 위한 도표

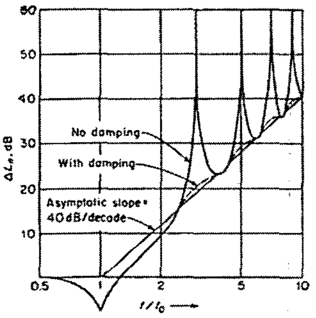


그림 5 표면 마감재의 주파수에 따른 바닥충격음 개선량

소 균질의 여진 곡파를 발생시키는 경우이다. 이 경우, 고주파수 대역의 감쇠량은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\Delta L_n \approx 10\log\frac{2.3\rho_{s1}^2 w^3 \eta_1 c_{L1} h_1}{n' s^2} \quad (9)$$

여기서, h_1 = 뜬바닥 슬래브 두께 [m]
c_{L1} = 뜬바닥의 종파 전달속도 [m/s]
ρ_{s1} = 뜬바닥 슬래브의 단위질량 [kg/m²]
η_1 = 뜬바닥 슬래브의 손실계수
n' = 슬래브 단위면적당 완충 mount의 수
s = mount의 강성 [N/m]

이 식을 통해 알 수 있듯이 국부작용하는 뜬바닥에 비해, 뜬바닥 슬래브의 손실계수 η_1 이 주파수와 무관하다면, 30 dB/decade의 감쇠를 나타낸다. 또한 손실계수

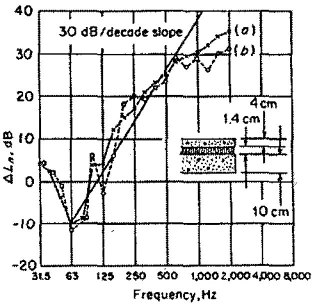


그림 6 공명 작용 뜬바닥의 바닥충격음 개선량

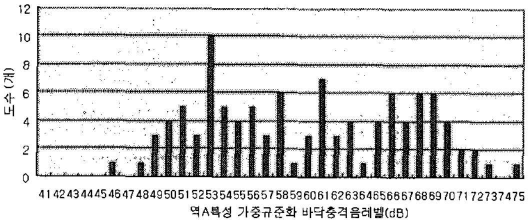


그림 7 국내 바닥구조의 경량충격음 차단성능 분포

에 크게 의존한다는 점이 다르다. 손실계수는 슬래브 재료 자체에서 방사되는 에너지와 완충재에서 방사되는 에너지에 의해 결정된다.

그림 6은 태핑머신과 하이힐 보행 충격에 의한 뜬바닥 구조의 개선량을 나타낸 것이다. 63 Hz를 중심으로 한 공진주파수 f_o 근처에서의 마이너스 개선량도 있음을 알 수 있다.

3. 국내 바닥구조의 경량충격음 차단성능 실태

국내 바닥구조에 대한 바닥충격음 차단성능의 현주소는 얼마나 될까? 이를 파악하는 일은 차음성능의 목표를 수립하거나 완충재의 개발, 차음공법의 수립 등에 유익한 일이 될 것이다. 그동안 국내의 공동주택을 대상으로 현장에서 측정한 100여개(경량 105개, 중량 96개)의 바닥구조를 대상으로 분석한 결과는 다음과 같다.

이때 실내의 기준 흡음력은 10 m²로 가정하였으며, 마감재가 설치되지 않은 경우도 포함하여 평가하였다.

측정결과를 보면 역A특성 가중 규준화 바닥충격음 레벨이 46~75 dB로서 대단히 넓은 범위에 걸쳐 분포하고 있으며, 법적 기준인 58 dB과 비교할 때 개략적으로

50 %정도가 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 분석대상 바닥구조가 마감재를 깔지 않거나, 종이 장판지가 포함된 것임을 감안하고, 적절한 바닥마감재를 사용할 경우 5~25 dB의 저감효과가 있음을 고려하면, 경량충격원에 대한 차음기준 58 dB은 대부분 만족할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 경량충격음 저감기술과 대책

바닥충격음 발생에 관계되는 요인은 크게 충격원, 바닥구조, 수음실의 3가지 영향요소로 대별할 수 있다. 이러한 요소들은 상호 복잡한 연성관계를 가지면서 바닥충격음의 전달 메커니즘과 관련되어 있다. 그런데 이러한 영향요소가운데 충격원은 표준화된 충격원을 사용하고 있기 때문에 그 충격력이 일정할 뿐만 아니라 바닥구조에 전달되는 충격음의 전달 메커니즘도 모든 대상구조에 동일하게 적용시킬 수 있으므로 바닥충격음 차단성능에 특정변수로 작용하지 않는다고 할 수 있다. 또한 가진된 바닥구조의 곡면진동에 의해 수음실로 방사되는 바닥충격음은 유사한 상태의 수음실의 흡음력에 별다른 영향을 받지 않는다고 본다면, 결국 바닥충

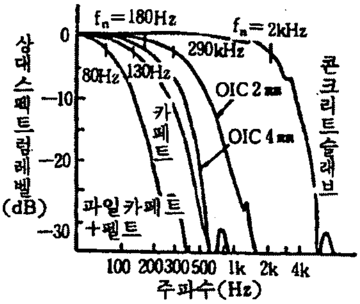


그림 8 경량충격에 대한 충격력 파형

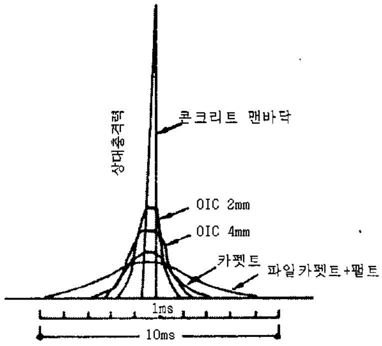


그림 9 경량충격에 대한 충격력

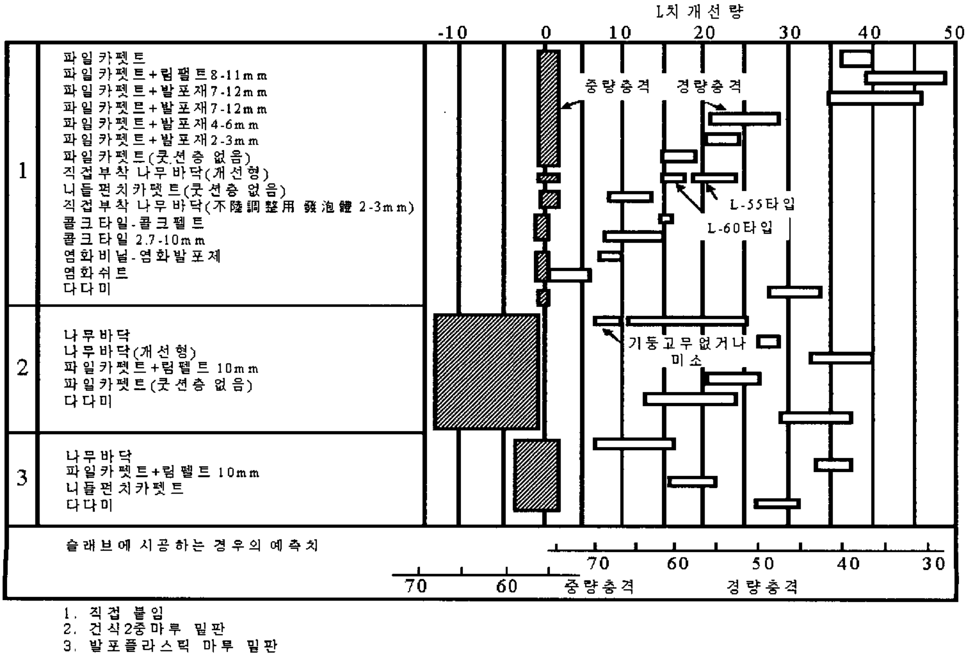


그림 10 바닥마감재에 의한 차음성능 개선효과

격음 레벨에 관계하는 요소는 다층의 복합층으로 구성된 바닥구조(슬래브, 완충층, 마감재)의 변화에 따라 변화할 것으로 본다. 이 가운데, 경량충격음의 차단성능에 유효한 수단으로 알려진 바닥마감재와 천장의 효과를 중심으로 기술하고자 한다.

4.1 바닥 마감재의 효과

카페트나 다다미 등 부드러운 바닥 마무리재를 사용하면 바닥충격음이 저감된다. 이러한 현상은 주로 바닥 마무리재의 스프링에 의해 충격시간이 길고 全力積은 거의 변하지 않더라도 피크 충격력이 작기 때문이다. 주파수 스펙트럼의 측면에서 보면, 유연한 바닥마무리가 될수록 피크를 나타내는 주파수의 레벨이 내려가며 그보다 고음역측의 레벨이 급격히 저하한다. 이와 같은 효과를 측정하는 데는 단단한 스틸재 해머를 갖는 경량충격원이 적당하며 중량충격원은 부적당하다. 경량충격원에 의한 바닥충격음에 대한 표면 마감재의 저감효과는 그림 10과 같다.

표 1 바닥마감재의 종류와 구조내역

구분	구조명 (두께)	구 조 내 역(단위:mm)	비고
A1	비닐계 바닥재1 (2.3 mm)	표면층0.20+중간층0.58+발포 A-type1.60	
A2	비닐계 바닥재2 (2.7 mm)	표면층0.25+중간층0.78+발포 A-type1.67	
A3	비닐계 바닥재3 (3.5 mm)	표면층0.25+중간층0.60+발포 B-type2.62	저온 5℃
A4	비닐계 바닥재4 (3.5 mm)	표면층0.24+중간층1.96+발포 A-type1.30	
A5	비닐계 바닥재6 (4.2 mm)	표면층0.19+중간층1.40+발포 C-type2.44	
B1	비닐계 바닥재1 (2.3 mm)	표면층0.20+중간층0.58+발포 A-type1.60	
B2	비닐계 바닥재2 (2.7 mm)	표면층0.25+중간층0.78+발포 A-type1.67	
B3	비닐계 바닥재3 (3.5 mm)	표면층0.25+중간층0.63+발포 B-type2.62	상온 20℃
B4	비닐계 바닥재4 (3.5 mm)	표면층0.24+중간층1.96+발포 A-type1.30	
B5	비닐계 바닥재6 (4.2 mm)	표면층0.19+중간층1.40+발포 C-type2.44	
C1	비닐계 바닥재7 (2.2 mm)	표면층0.20+중간층1.12+콜크 시트층 0.9	
C2	비닐계 바닥재8 (3.5 mm)	표면층0.30+중간층0.50+발포 B-type2.70	
C3	비닐계 바닥재9 (3.8 mm)	표면층0.30+중간층0.50+발포 C-type3.0(20배율발포)	상온 20℃
C4	비닐계 바닥재10 (4.2 mm)	표면층0.30+중간층0.50+발포 C-type3.4(30배율발포)	
C5	천연목재바닥재 (8.5 mm)	천연목재제품8.5(플로링재)	

해머의 질량과 해머에서 본 마감재의 스프링정수로서 충격 고유주파수가 결정되는데, 그림에서 알 수 있듯이 저음역은 거의 저하하지 않고 고음측은 스프링의 비직선성 등으로 다소 변화는 있으나 대략 옥타브당 12 dB 전후의 경사로서 저하하는 특성을 나타낸다. 이러한 측정결과를 토대로 구조별 마감재의 차음량 개선량을 보고한 결과는 다음의 그림 9와 같다. 개선량이 L값으로 표현되긴 했으나, 마감재 설치 전후의 차이이므로 현재의 평가지수와 동일한 개념으로 간주할 수 있을 것이다.

중량충격음에 대한 효과는 거의 무시할 수 있으나, 경량충격음에 대해서는 마감재에 따라 매우 큰 효과를 거둘 수 음을 알 수 있다. 특히 카페트류의 마감재는 20 dB 이상의 높은 저감효과가 예상되며, 필요시 복합재에 의해 소정의 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

4.2 비닐계 바닥마감재의 온도변화 효과

국내 공동주택의 주요 마감재는 비닐계 륨이라고 할 수 있다. 륨의 설치조건(온도변화)에 따른 바닥충격음 차단성능의 차이와 변화를 측정한 결과를 소개하고자 한다.

표 1과 같은 실험대상구조의 차단성능을 개선량으로

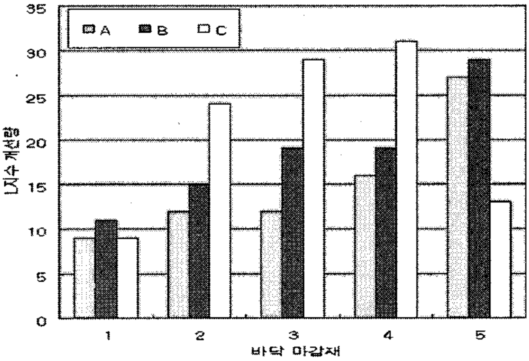


그림 11 바닥마감재 종류와 온도에 따른 개선량의 차이 비교

표 2 실험대상구조의 내역

유형	구조내역	비고
RAN-1N	콘크리트슬라브 120 ㎜ + 경량기포콘크리트 55 ㎜ + 마감 모르터 45 ㎜ (천장무)	※ 맨바닥 구조 ※ 개선량 비교 기준
RAW-1G	맨바닥 + 석고보드 9.5 ㎜	※ 목재반자틀 공법 ※ 바닥슬래브 직하면 4 ㎝ 하단에 시공.
RAW-2G	맨바닥 + 석고보드 12 ㎜	
RPW-2G	맨바닥 + 발포폴리스티렌 20 ㎜ + 석고보드 9.5 ㎜	
RSW-2G	맨바닥 + 흡음재 25 ㎜ + 석고보드 9.5 ㎜	
RSW-4G	맨바닥 + 흡음재 40 ㎜ + 석고보드 9.5 ㎜	
RAS-1G	맨바닥 + 석고보드 9.5 ㎜	※ 경량천장틀공법 (M-Bar) ※ 바닥슬래브 직하면 4 ㎝ 하단에 시공.
RAS-2G	맨바닥 + 석고보드 12 ㎜	
RPS-2G	맨바닥 + 발포폴리스티렌 20 ㎜ + 석고보드 9.5 ㎜	
RSS-2G	맨바닥 + 흡음재 25 ㎜ + 석고보드 9.5 ㎜	
RSS-4G	맨바닥 + 흡음재 40 ㎜ + 석고보드 9.5 ㎜	

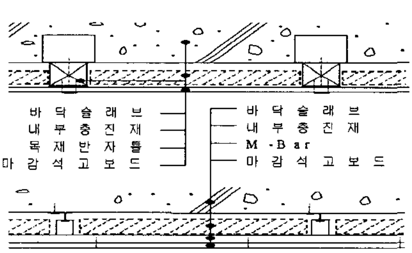


그림 12 실험대상 구조의 단면

서 나타낸 결과는 그림 11과 같다.

측정 결과를 통해, 경량충격원에 대한 차음성능 개선량은 개략적으로 10~30 dB에 이름을 알 수 있다. 마감재의 두께가 증가함에 따라 완충성능도 점차 증가하는 현상도 나타났으며, 또한 온도조건에 따른 차이도 확연하게 나타남을 알 수 있다. 상온조건(20℃)인 C1-C4의 구조가 저온상태에서 실험조건인 A1-A5의 구조에 비해 개선량이 크게 증가하였다. 각종 고분자 재료는 온도에 따라 그 물리적 성능이 달라지기 때문에 비닐계 바닥마감재는 온도에 따라 바닥충격음 차음성능에 변화가 있다고 보여진다. 온도가 상승하면서 바닥재가 유연하게 되고, 바닥충격음의 피크레벨을 감쇠시키는 성능이 우수해지기 때문인 것으로 판단된다.

4.3 천장구조의 효과

천장의 구조를 변화시킨다면 차단성능은 어느 정도의 효과가 있을까? 이를 알아보기 위해 현장에서의 천장구조변화에 따른 성능의 변화량을 살펴 보았다.

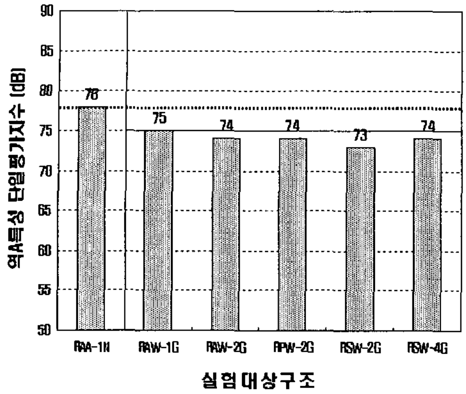
그 결과는 그림 13과 같다.

실험결과, 천장이 없는 구조 RAN-1N을 기준으로 할 때, 전반적으로 그 저감량은 매우 미미함을 알 수 있다. 가장 큰 효과를 보인 다공질계 흡음재를 25 mm두께로 삽입한 경우라 하더라도 그 개선의 정도가 5~8 dB 정도에 그치는 것으로 나타났다. 앞서 살펴보았던 바닥 마감재에 의한 효과에 비교해 볼 때, 천장의 효과는 크게 기대하기 어려우며, 부수적 방안으로 고려되어야 할 것이다.

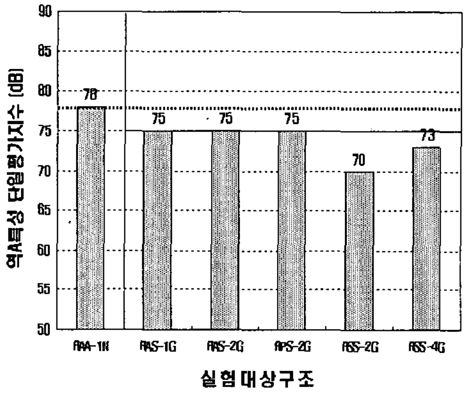
4.4. 벽체처리방법을 통한 성능향상 방안

벽체면을 처리하여 벽체로부터의 차단성능을 변화시킨다면 바닥충격음 저감에는 어떠한 효과를 거둘 수 있을까? 이를 위해 성능향상방안으로서 다음과 같은 구조 대안이 모색되었다.

. 기본구조(A): 천장 슬래브120+공기층60+석고보드9.5 t (벽면은 노출콘크리트상태)
. 벽1(B) : 벽면+흡음재(암면60 K, 50 t)+석고보드9.5 t (목재틀 사용)
. 벽2(C) : 벽면+흡음재(암면60 K, 50 t)+석고보드9.5 t (스터드 사용)
. 벽3(D) : 벽면+흡음재(암면60 K, 50 t)+석고보드9.5 t (스터드+리질리언트채널 사용)



(a) 목재반자틀 공법



(b) 경량천장틀 공법

그림 13 실험대상 구조별 경량충격원 역A특성 단일평가지수

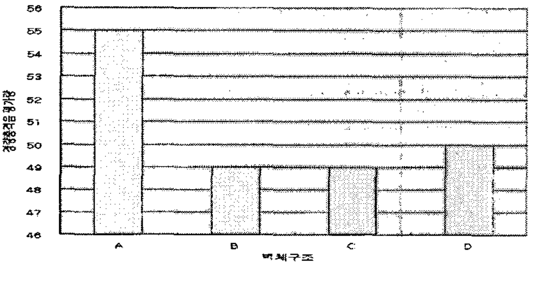


그림 14 벽체처리방법에 따른 바닥충격음 차단성능 평가결과

각각의 대안에 대한 측정 및 평가결과는 그림 14와 같이 나타났다.

평가결과를 보면, 벽체처리방법이 5~6 dB 정도의 저감효과가 있는 것으로 나타나 천장의 절연효과와 유사한 결과를 보였다.

5. 맺음말

최근 바닥충격음의 차단성능기준이 시행되었고 등급화 방안도 마련되기에 이르렀다. 오랜 동안 바닥충격음에 대해 고민해왔던 한 사람으로서 이 분야의 숙원이었던 기준이 마련되었다는 점에서 매우 환영할 만한 일이다.

그러나 그 기준과 대책이 충분한 준비없이 강제적 규정으로서 시행될 상황에 놓여 있다고 생각된다. 사회적 합의라는 시간에 쫓겨 다양한 가능성과 문제점을 여과시킬 수 있는 시간이 부족했기 때문이다. 필자는 이로 인해 야기될 사회적, 경제적 혼란과 예기치 못한 문제점이 드러나지는 않을까봐 못내 조바심을 감출 수 없다. 그러나 이미 주사위는 던져진 상태이다. 관련 연구자를 비롯한 소음진동 및 건축학계와 산업체의 모든 종사자들이 이제부터 기존의 연구결과를 검증하고 보완해 나가는 마음자세가 어느 때보다 절실하다고 생각된다.

다양한 측정결과나 연구결과를 상호 공유하고, 문제점을 함께 고민하는 열린 자세를 통해 모처럼 법제화된 바닥충격음 차음기준을 생산적이고 능률적인 방향으로 이끌어나가야 할 것이다.

참고문헌

(1) Leo L. Beranek, Istvan L. Ver, 1992, Noise and vibration control engineering-Principles and applications, John Wiley&Sons, New York.

(2) 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設計指針一 第2版, 技報堂出版,

(3) 정환욱, 2004, "공동주택 천정공법별 바닥충격음 저감효과에 관한 연구", 전남대학교 박사학위논문.

(4) 한국건설기술연구원, 2004, "공동주택의 바닥충격음 완화를 위한 표준바닥구조의 설계 · 시공기술 및 활용방안연구".

(5) 김선우, 1989, "共同住宅 바닥衝擊音 遮音性能 評價에 관한 硏究", 서울대 박사학위논문.

(6) 日本騷音制御工學會; 2001, "特集 コンクリト系建物の床衝擊音", 騷音制御, VOL.25 No.4.

(7) 장길수, 2002, "ISO 140-11(경량 바닥구조의 바닥충격음 저감량 실험실 측정방법)의 제정동향", 한국소음진동공학회 춘계학술발표대회논문집.