

완충재 구성방법에 따른 동탄성계수 및 중량바닥충격음 저감특성 평가[#]

Evaluation of the Dynamic Stiffness
and Heavy-weight Floor Impact Sound Reduction by Composition
of Resilient Materials

김 경 우[†] · 정 갑 철^{*} · 손 장 열^{**}

Kyoung-Woo Kim, Gab-Cheol Jeong and Jang-yeul Sohn

(2007년 12월 6일 접수 ; 2008년 1월 22일 심사완료)

Key Words : Dynamic Stiffness(동탄성계수), Resilient Material(완충재), Multi-layered Resilient Material(다층 구조 완충재), Floor Impact Sound Reduction Characteristic(바닥충격음 저감특성)

ABSTRACT

Resilient materials are generally used for the floating floors to reduce the floor impact sound. Dynamic stiffness of resilient material, which has the most to do with the floor impact sound reduction. The resilient materials available in Korea include EPS(styrofoam), recycled urethane types, EVA(ethylene vinylacetate) foam rubber, foam PE(polyethylene), glass fiber & rock wool, recycled tire, foam polypropylene, compressed polyester, and other synthetic materials. In this study, we tested dynamic stiffness of resilient material and floor impact sound reduction characteristic to a lot of kinds of resilient materials. It was found that dynamic stiffness of multi-layered damping material could be estimated if know value of each layer that compose whole structure. And the test showed that the amount of the heavy-weight impact sound reduction appeared by being influenced from this dynamic stiffness of resilient material. The dynamic stiffness looked like between other resilient materials, a similar to the amount of the heavy-weight impact sound reduction was shown.

1. 서 론

공동주택 바닥충격음 문제 대두에 따라 건설교통부는 바닥충격음 법기준을 설정(경량충격음: 58 dB 이하, 중량충격음: 50 dB이하)하고 2005년 7월1일

부터 중량충격음 기준을 시행 중에 있다. 바닥충격음저감을 위하여 슬래브 상부에 완충 재료를 설치하는 방법이 일반적이다. 슬래브 상부에 사용되는 완충재는 온돌 층 상부에서 발생하는 진동을 감쇠시키는 역할과 함께 법적인 열성능을 만족하기 위하여 단열성능 또한 중요한 항목이 되었다. 공동주택에 사용되는 완충재의 최소한의 기본물성에 대한 연구⁽¹⁾가 있은 후에 건설교통부에서는 공동주택 바닥에 사용되는 완충재의 물리적인 성능에 대한 기준을 제시하고 있는데, 바닥충격음과 관련된 중요한 요소로서 동탄성계수의 기준을 40 MN/m^3 이하로 규정하고 있다⁽²⁾.

[†] 교신저자: 정희원, 한양대학교 대학원 건축공학과
E-mail : kwmj@kict.re.kr

Tel : (031)910-0356, Fax : (031)910-0361

^{*} 정희원, (주)비아엔지니어링

^{**} 정희원, 한양대학교 건축대학 건축공학부

[#] 이 논문은 2007 추계 소음진동 학술대회에서 우수논문으로 추천되었음.

국내에서 사용되는 완충재는 EPS(발포폴리스티렌), 폐 우레탄계열, EVA(에틸렌 비닐아세테이트), 발포 PE(폴리에틸렌), EPP(발포폴리프로필렌), 유리섬유 및 락울, 폐타이어, 압축 폴리에스테르, 기타 복합소재 등으로 구성되며, 완충재를 적용한 다양한 구조가 검토되고 있다.

완충재의 동탄성계수는 일반적으로 경량충격음에 밀접한 관계를 가지고 있어, 동탄성계수가 증가함에 따라 경량충격음 저감량도 감소하는 것으로 알려져 있으며⁽³⁾, 경량충격음에 대한 예측방법에 대한 검토도 연구되었다⁽⁴⁾. 그러나 국내에서는 경량충격음과 함께 중량충격음도 중요한 평가항목임에도 불구하고 완충재의 동탄성계수와 중량충격음 저감량과의 관계에 대한 연구는 부족한 실정이나 완충재의 동탄성계수가 낮을수록 중량충격음 저감효과도 증가하는 것으로 인식하고 있다. 또한 여러 소재의 완충재를 조합하여 적층한 복합구조를 개발하고 있으나 특별한 기준 없이 주로 완충재의 구성을 임의로 변경해가면서 바닥충격음 저감성능이 최대인 조합을 찾는 방식으로 제품개발이 진행되고 있는 실정이다.

이 연구에서는 현재 국내에서 많이 사용되고 있는 완충재를 대상으로 완충재가 다층으로 구성될 때의 동탄성계수 변화를 살펴보고 완충재 구성에 따른 중량바닥충격음레벨 저감특성을 분석하여 완충재 동탄성계수와 바닥충격음 저감량과의 관계를 살펴보기자 한다.

2. 측정 방법 및 대상

2.1 동탄성계수 측정방법

동탄성계수 측정방법은 국제규격(ISO 9052-1 : 1989)과 일본규격(JIS A 6321:2000)을 바탕으로 제정되었으며, 측정방법이 국내 실정에 적합한지 여부를 여러 연구자에 의해서 확인되었다^(5,6).

동탄성계수(s')는 동적 하중에 대한 동적 변위의 비로 정의하며 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$s' = \frac{F/S}{\Delta d} \quad (\text{N/m}^3) \quad (1)$$

여기에서 S 는 시험편의 면적(m^2), F 는 시험편에 수직으로 가한 동적 하중(N), Δd 는 시험편 두께의 동적 변화값(m)을 의미한다.

동탄성계수의 측정방법은 정현파가진법과 펄스가진법으로 구분된다. Fig. 1과 같이 펄스가진법은 하중판과 시험편으로 구성된 진동계의 고유 진동수에서 하중판의 진동 가속도 진폭이 5 cm/s^2 정도가 되게 하중판 중앙을 충격 주파수 80 Hz 정도의 가진원에 의해 단발로 충격 가진하고, 가진점 부근의 1점에 대한 진동 속도 응답파형을 측정한다. 단위면적당 동탄성계수의 산출은 Fig. 2의 감쇠진동파형에서 자유 진동 부분의 파형으로부터 스펙트럼해석법과 시계열 해석법 두 가지 방법 중 하나의 방법으로 산출이 가능하다. 이 연구에서는 펄스가진법을 사용하였다.

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \quad (2)$$

T_0 : 고유주기의 평균치 [sec]

$$S_t = (2\pi f_0)^2 \cdot m \quad (3)$$

S_t : 단위면적당의 겉보기 동탄성 계수 [MN/m^3]

f_0 : 진동계의 기본 고유 주파수 [Hz]

m : 하중판의 단위면적당 질량 [kg/m^2]

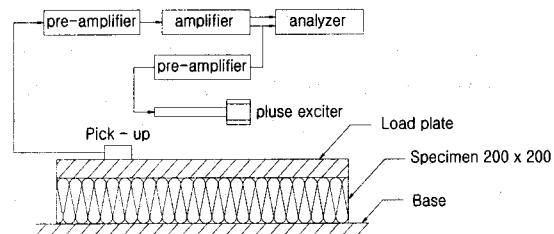


Fig. 1 Pulse excitation measurement configuration

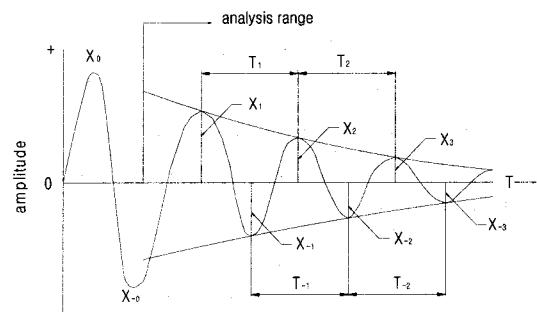


Fig. 2 Damped vibration waveform

2.2 중량바닥충격음 저감량 측정방법

이 연구에서는 국내에서 많이 사용되는 완충재를 재질별로 선정하여 완충재 종류와 두께변화, 완충재 적층에 따른 중량충격음 저감특성을 살펴보았다.

실험은 ISO형식의 차음실험실로서 실험실 상부에 여러 종류의 완충재를 설치하고 완충재 상부에 설치되는 마감모르터를 가정하여 콘크리트로 누름판(두께: 50 mm)을 제작하였다. 누름판은 실험실 바닥면 적보다 약 10 cm 정도 작게 제작하여 완충재 상부에 올려놓은 상태로 벽체부분과 접합되지 않고 완전히 분리되어 있는 상태로 측정하였다. 일반적으로 국내 온돌구조에서는 완충재 상부에 기포콘크리트와 마감모르터가 시공되나 이 연구에서는 기포콘크리트가 삭제되고 마감모르터만 설치된 것을 가정하여 완충재 상부에 미리 제작된 콘크리트 누름판을 호이스트를 사용하여 올려놓은 상태에서 측정을 실시하였다. 실험실은 철근콘크리트 벽식구조로 실험실 크기는 4.54 m×3.78 m×3.0 m(h)이며, 상부 슬래브 두께는 180 mm로 이루어져 있다. 실험실 벽체는 300 mm로 시공되어 있다. 중량충격음레벨 저감량 측정을 위한 실험은 실험실 맨 슬래브에 대한 중량충격음레벨을 측정한 다음, 완충재와 누름판이 설치된 상태에서 중량충격음레벨을 측정하여 충격음레벨차이(저감량, ΔL)를 평가하였다(식 (4)).

$$\Delta L = L_{\text{slab}} - L_{\text{resilient}} \quad (4)$$

L_{slab} : 맨 슬래브의 중량충격음레벨(dB)

$L_{\text{resilient}}$: 완충재가 설치된 구조의 중량충격음레벨(dB)

Table 1 Test equipments and view of measurement

| Equipment | Model & maker | View of measurement |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Heavy-weight impact source | Bang Machine, satsuki | |
| Frequency analyzer | Symphonie, 01dB and SA-01, RION | |
| Microphone | G.R.A.S. (Type 40AE) | |
| Microphone pre-amplifier | G.R.A.S. (Type 26CA) | |
| Accelerometer | PV-41, RION | |

실험은 완충재 종류에 따른 공진주파수를 파악하기 위하여 주파수분석기의 옥타브밴드를 1/12옥타브와 1/3옥타브밴드로 설정하여 각각 측정하였다. 실험실 내부에는 마이크로폰을 중앙부와 3개의 모서리 부분에 마이크로폰을 1.2 m 높이에 고정하여 설치하였으며, 충격원은 중앙부를 포함하여 4개소에서 가진하였다. 중량충격원의 공기압은 2.4 kgf/cm²로 맞춘 후 동일한 공기압 조건에서 측정하였다. 실험에 사용된 장비와 실험장면은 Table 1과 같다.

2.3 실험대상

사용된 완충재는 단일구성으로 재질이 EPP, EVA, PE, EPS, Polyester, Neopor로 20 mm ~ 30 mm 두께를 가진 9종류로 하였으며, 9종류의 완충재를 다층으로 적층한 추가 9종에 대하여 각각 동탄성계수와 중량충격음레벨 저감량을 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 동탄성계수

단일 구성 완충재의 동탄성계수는 Table 2와 같으며, 다층구성의 완충재의 동탄성계수는 Table 3과 같다. 단일구성 완충재의 동탄성계수를 비탕으로 완충재가 적층될 때의 동탄성계수를 Fig. 3과 같이 연속된 스프링의 직렬구조로 가정하면 적층구조의 동탄성계수 s'_s 는 식 (5)와 같이 구할 수 있다. Table 3에서 단일구성 완충재의 동탄성계수로부터 적층구조의 동탄성계수를 계산한 결과와 측정한 결과를 상호 비교하였다.

$$s'_s = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2} + \frac{1}{s'_3}} \quad (5)$$

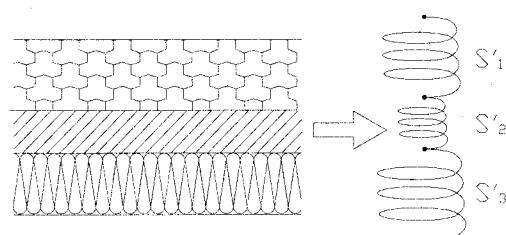


Fig. 3 Dynamic stiffness of multi-layered structure synthesis model

Table 2 Dynamic stiffness by resilient materials (one layer)

| No | Resilient material | Thickness (mm) | Dynamic stiffness (MN/m ³) |
|----|--------------------|----------------|--|
| 1 | EPP | 20 | 28.6 |
| 2 | EVA(uneven) | 20 | 6.3 |
| 3 | Neopor | 20 | 8.8 |
| 4 | PE | 20 | 23.0 |
| 5 | Soft EPS | 20 | 18.8 |
| 6 | EPS No.1 | 30 | 57.0 |
| 7 | EPS No.4 | 20 | 49.0 |
| 8 | EPS No.1 | 20 | 63.0 |
| 9 | Polyester | 20 | 1.9 |

Table 3 Dynamic stiffness by resilient materials (multi-layered)

| No | Resilient material | Thickness (mm) | Dynamic stiffness (MN/m ³) | |
|----|---|----------------|--|---------|
| | | | Estimate | Measure |
| A | Neopor (20 mm)×2 + EPS No.1 (20 mm) | 60 | 4.1 | 4.2 |
| B | EPS No.1 (20 mm) + Neopor (20 mm)×2 | 60 | 4.1 | 4.1 |
| C | PE (20 mm) + PE (20 mm) | 40 | 11.5 | 11.3 |
| D | EPS No.1 (20 mm) + EPS No.1 (30 mm) | 50 | 29.9 | 28.7 |
| E | EPS No.1 (20 mm) + EVA (20 mm) + EPS No.1 (30 mm) | 70 | 5.2 | 6.1 |
| F | EVA (20 mm) + Polyester (20 mm) | 40 | 1.8 | 1.8 |
| G | EVA (20 mm) + Polyester (20 mm) + EPP (20 mm) | 60 | 1.4 | 1.6 |
| H | Polyester (20 mm) + EPS No.1 (20 mm) | 40 | 1.8 | 1.9 |
| I | Neopor (20 mm) + 고무 (1 mm) + Neopor (20 mm) | 41 | 4.4 | 4.5 |

동탄성계수 측정결과 단일 구성의 완충재는 폴리에스터가 가장 낮은 1.9 MN/m^3 로 나타났으며, 탄성계수가 가장 높은 재료는 EPS 1호 20 mm로 63.0 MN/m^3 으로 측정되었다.

다층구조에 대한 동탄성계수 측정결과와 계산치를 비교한 경우 계산치와 실측치가 잘 일치하는 것으로 나타나 단일구조에 대한 동탄성계수를 알면 다층구조의 동탄성계수를 손쉽게 유추할 수 있을 것으로 판단된다. 동일재질의 완충재 두께가 두꺼워질수록 동탄성계수가 낮아졌으며, 구조A와 구조B와 같이 완충재의 적층순서를 변경할 경우 동탄성계수는 적층되는 순서와 관계없이 거의 동일한 수치를 보이고 있었다. 구조F와 H와 같이 동탄성계수 차이가 큰 재료가 조합될 경우의 동탄성계수는 동탄성계수가 낮은 재료의 동탄성계수와 유사한 값을 보였다.

3.2 중량충격음레벨 저감량

(1) 재질에 의한 영향

Fig. 4와 Fig. 5는 완충재 재질이 다르고 두께는 20 mm, 30 mm 단일구성 시료에 대한 중량충격음레벨 저감량을 나타낸 것으로 Fig. 4의 측정대상 시료는 저주파수 대역의 저감특성은 거의 유사한 형태를 보이고 있었으며, 고주파수로 갈수록 저감량의 차이를 보이고 있었다. Fig. 5는 EPS 4종과 폴리에스터에 대한 결과로 연질 EPS의 저감량이 다른 EPS 재료보다 높은 것으로 나타났으며, 다른 EPS 재료보다 동탄성계수가 낮았다. 동탄성계수가 가장 낮은 (1.9 MN/m^3) 폴리에스터의 저감량이 다른 재료의 비하여 가장 큰 것으로 나타났으며, 1/3옥타브밴드 측정결과의 80 Hz에서 다른 구조에 비하여 10 dB 이상 저감량에 차이가 나타났다. 폴리에스터 완충재는 공진이 약 30 Hz 부근에서 발생하고 있으나 다른 재질의 완충재는 약 40 Hz 부근에서 공진이 발생하여 저감량이 저하되는 현상을 보이고 있었다.

Fig. 4와 Fig. 5의 1/3옥타브 측정결과와 같이 구조 1~8에서 공진의 영향을 받아 63 Hz에서 중량충격음레벨이 증폭되는 현상을 보였으나 동탄성계수가 가장 낮은 구조 9에서 63 Hz의 저감량이 2 dB로 나타나 63 Hz의 충격음 증폭현상이 나타나지 않았다. 동탄성계수를 조절하게 되면 63 Hz에서 중량충격음레벨이 증폭되는 현상을 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

중량충격음 저감량은 완충재 재질변화에 따른 경향성을 파악하기 어려웠으며, 재질변화 보다는 동탄성계수 변화에 의해 차이가 발생한 것으로 판단된다. 완충재를 제조하는 원료의 차이보다는 동일한

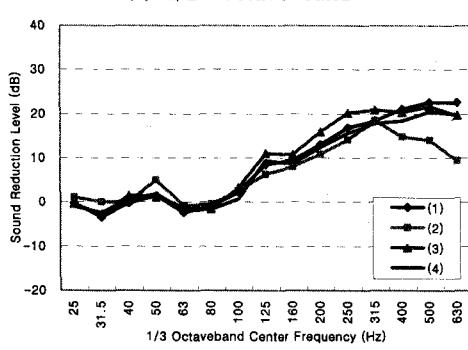
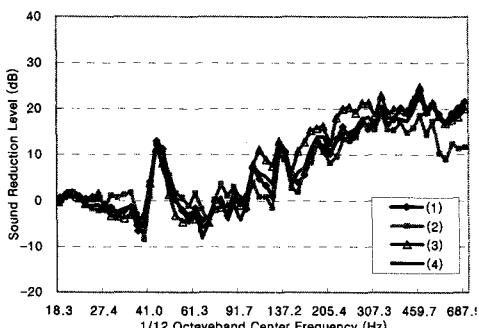


Fig. 4 Sound reduction level by material(1)

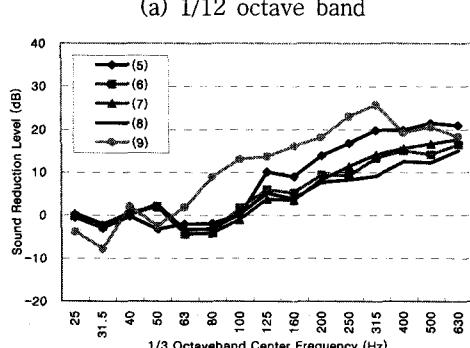
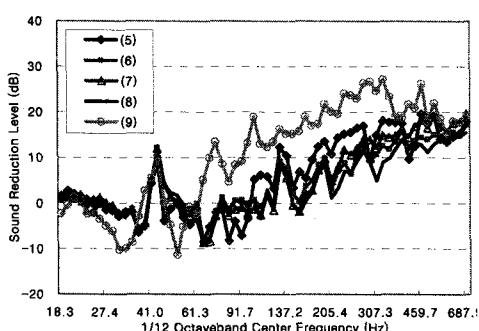


Fig. 5 Sound reduction level by material(2)

원료에서도 동탄성계수에 영향을 받는 것으로 사료된다.

(2) 두께에 의한 영향

Fig. 6 ~ Fig. 8은 완충재 두께변화에 따른 중량충격음을 나타낸 것으로, Fig. 6은 PE 20 mm(구조 4)와 PE 20 mm 2겹을 적층한 구조 C에 대한 측정결과이다. 상부에 적층된 PE재질의 완충재는 하부의 제품과는 다른 회사 제품으로 구성되었다. 두께가 2배로 증가됨에 따라 완충재의 동탄성계수는 약 50%정도 감소되었으며, 두께가 두꺼운 구조C에서 저감량이 더 큰 것으로 나타났다. 63 Hz 이하 대역에서 저감량특성이 유사한 것으로 나타났으나, 63 Hz ~ 400 Hz에서 구조C의 저감량이 높게 측정되었다.

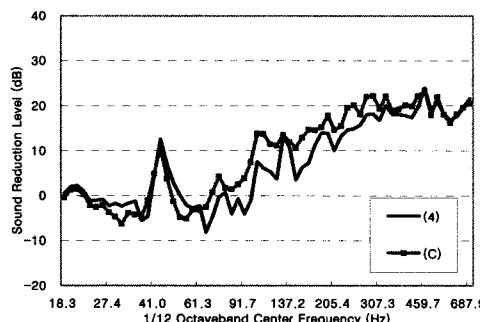
Fig. 7은 EPS 1호 20 mm와 EPS 1호 20 mm + EPS 1호 30 mm 적층한 구조를 비교한 것으로 Fig. 3의 결과와 같이 두께가 두꺼운 구조(D)에서 저감량이 더 큰 것으로 나타났으며, 1/3옥타브 측정결과에서 63 Hz ~ 500 Hz까지 2 dB ~ 7 dB 저감량이 증가하였다.

Fig. 8은 Neopor 20 mm와 40 mm(구조I)에 대한 측정결과로서 동탄성계수가 두께 증가에 의해 8.8 MN/m³에서 4.5 MN/m³로 낮아졌으며, 저감량도 증가한 것으로 측정되었다. 1/3옥타브밴드 측정결과에서 동탄성계수가 4.5 MN/m³로 낮아짐에 따라 63 Hz의 저감량이 -1 dB에서 3 dB로 증가되었다.

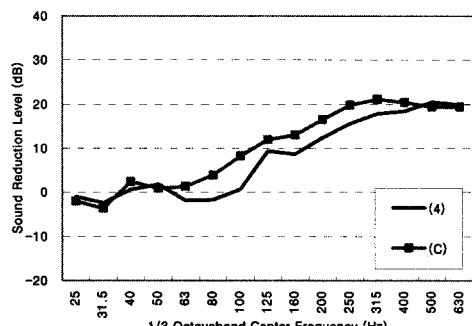
위의 결과에서 알 수 있듯이 완충재를 적층한 구조의 경우 적층하지 않은 구조에 비하여 동탄성계수가 낮아져 중량충격음 저감량이 더 높은 것을 알 수 있었다. 동일한 재질의 완충재의 경우 두께를 증가시키는 것도 중량충격음 저감에 다소 효과가 있을 것으로 판단된다. 두께가 증가하게 되면 동탄성계수가 낮아지게 되고 Fig. 6과 Fig. 7과 같이 공진이 발생하는 주파수 영역이 낮아지는 것으로 나타났다.

(3) 적층 위치에 의한 영향

측정대상 A, B는 Neopor과 EPS를 적층한 구조로 완충재를 적층하는 순서를 변경하였을 때의 중량충격음 저감특성을 살펴보았다. Fig. 9와 같이 각각의 재료의 적층 순서를 바꿨을 때 저감량 특성은 완충재의 적층 순서는 관계없이 거의 전 주파수 대역에서 일치하는 것으로 나타났다. 30 Hz 부근에서 공진이 발생하여 저감량이 낮아지는 동일한 현상도 보이고 있었다. 측정대상 구조는 동탄성계수가 4.2

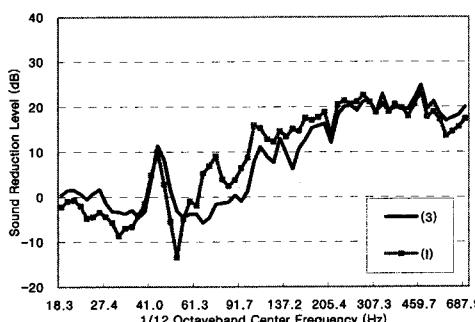


(a) 1/12 octave band

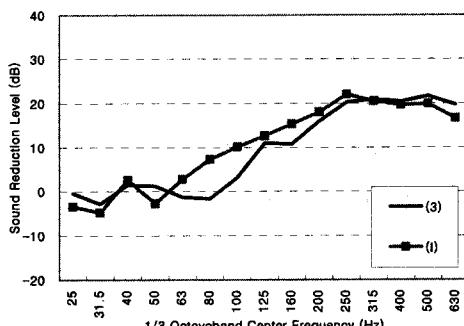


(b) 1/3 octave band

Fig. 6 Sound reduction level by thickness(1)

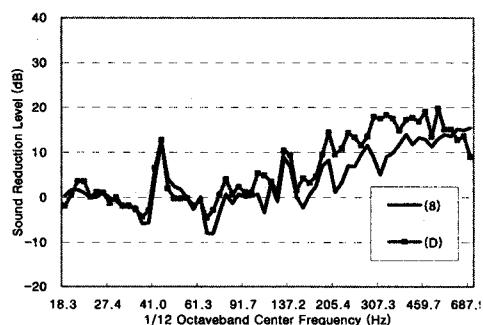


(a) 1/12 octave band

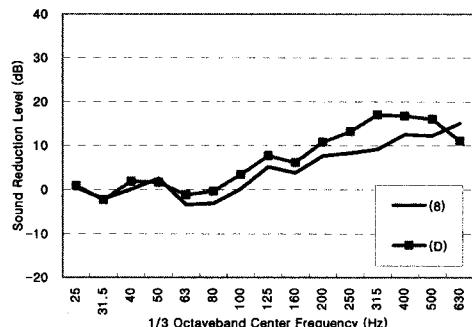


(b) 1/3 octave band

Fig. 8 Sound reduction level by thickness(3)

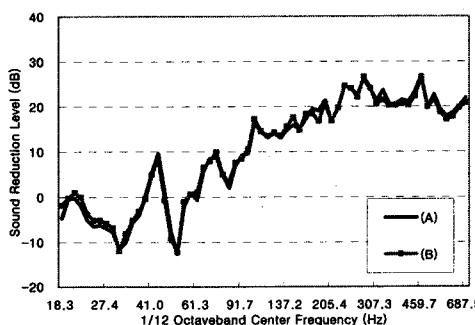


(a) 1/12 octave band

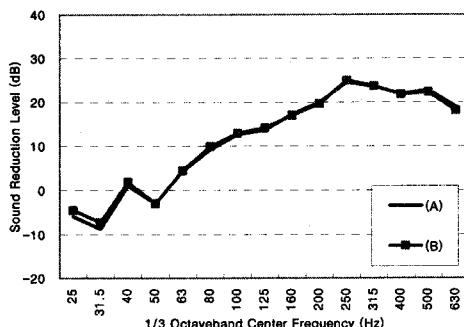


(b) 1/3 octave band

Fig. 7 Sound reduction level by thickness(2)

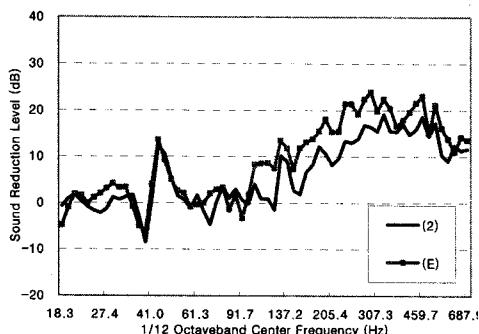


(a) 1/12 octave band

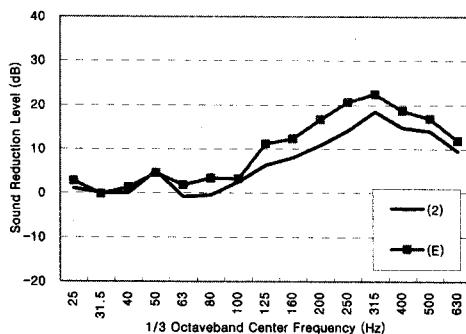


(b) 1/3 octave band

Fig. 9 Sound reduction level by laminate location

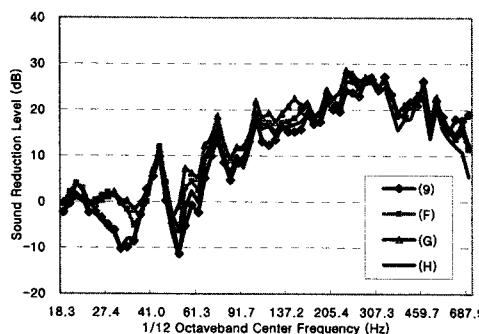


(a) 1/12 octave band

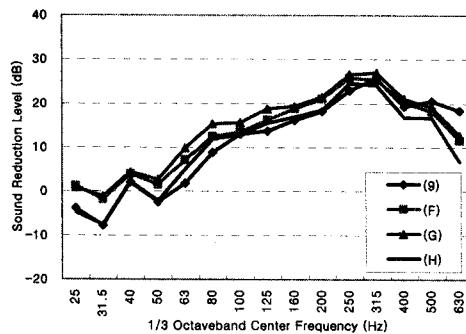


(b) 1/3 octave band

Fig. 10 Sound reduction level by dynamic stiffness(1)



(a) 1/12 octave band



(b) 1/3 octave band

Fig. 11 Sound reduction level by dynamic stiffness(2)

MN/m^3 와 $4.1 MN/m^3$ 로 거의 동일한 구조로 동탄성 계수가 동일할 경우 중량충격음 저감량도 거의 유사한 결과를 보일 것으로 판단된다.

(4) 동탄성계수에 의한 영향

Fig. 10은 동탄성계수가 $6.1 MN/m^3$ 과 $6.3 MN/m^3$ 으로 유사한 구조2와 구조E에 대한 측정결과이다. 동탄성계수가 유사함에도 불구하고 측정결과 구조E의 저감량이 더 큰 것으로 나타났는데, 이는 유사한 동탄성 계수를 가지고 있지만 구조E의 두께가 70 mm로 구조2의 20 mm보다 두껍기 때문에 저감량이 더 큰 것으로 사료된다. 또한 구조2의 완충재는 하부에 요철이 있는 것으로 요철에 의해 발생하는 공기충에 의한 영향으로 정확한 동탄성계수가 측정되지 못하여 발생한 것으로 판단된다. 하부에 요철로 공기충이 형성된 완충재에 대한 동탄성계수 파악에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

Fig. 11은 Fig. 10과 같이 동탄성계수가 $1.6 MN/m^3$

Table 4 Dynamic stiffness by resilient materials (multi-layered)

| Dynamic stiffness | Single-number quantity ($L_{1, F_{max}, AW}$) | ΔL | No. |
|-------------------|---|------------|-----------|
| - | 55 | - | Bare slab |
| 1.6 | 42 | 13 | G |
| 1.8 | 44 | 11 | F |
| 1.9 | 48 | 7 | 9 |
| 1.9 | 47 | 8 | H |
| 4.1 | 48 | 7 | B |
| 4.2 | 48 | 7 | A |
| 4.5 | 48 | 7 | I |
| 6.1 | 47 | 8 | E |
| 6.3 | 49 | 6 | 2 |
| 8.8 | 50 | 5 | 3 |
| 11.3 | 47 | 8 | C |
| 18.8 | 51 | 4 | 5 |
| 23.0 | 50 | 5 | 4 |
| 28.6 | 50 | 5 | 1 |
| 28.7 | 50 | 5 | D |
| 49.0 | 53 | 2 | 7 |
| 57.0 | 52 | 3 | 6 |
| 63.0 | 52 | 3 | 8 |

~1.9 MN/m³에 속하는 4개 구조에 대한 측정결과이다. 동탄성계수는 거의 유사하였으나 중량충격음 저감량은 다소 차이를 보이고 있었는데 Fig. 10의 결과와 같이 유사한 동탄성계수를 가지고 있다하더라도 구조의 두께에 의한 영향도 받는 것으로 판단된다.

두께가 20 mm로 다른 구조에 비하여 얇은 구조9의 저감량이 다른 구조에 비하여 낮으며, 동탄성계수가 낮고 두께가 두꺼운 구조G의 저감량이 가장 큰 것으로 나타났다. 구조9에 비하여 1/3옥타브 측정결과에서 63 Hz의 저감량이 8 dB 높은 것으로 나타났다.

Table 4는 구조별로 측정된 1/3옥타브밴드별 중량바닥충격음레벨을 1/1옥타브밴드로 환산하여 단일 수치평가량을 계산하여 맨 슬래브에 대한 각 구조별 단일수치저감량을 나타내었다. 맨 슬래브의 단일수치는 55 dB로 나타났으며, 측정대상 구조의 저감량을 동탄성계수가 낮은 구조별로 정리한 결과 동탄성계수가 낮아짐에 따라 중량충격음 저감량도 증가하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

국내에서 완충재로 사용하는 재료를 대상으로 완충재 종류별 동탄성계수 변화와 중량충격음 저감량을 측정한 결과는 다음과 같다.

(1) 완충재의 두께가 두꺼울수록 동탄성계수가 낮아지며, 동탄성계수 차이가 있는 완충재를 적층할 경우에는 적층된 완충재의 동탄성계수는 동탄성계수가 낮은 완충재의 동탄성계수와 유사한 값을 보였다.

(2) 완충재를 적층하여 설치하는 경우, 적층되는 순서와는 관계없이 거의 동일한 동탄성계수와 중량충격음레벨 저감량 특성을 보였다.

(3) 중량충격음 저감량은 완충재의 동탄성계수가 낮은 재료에서 더 큰 것으로 나타나 동탄성계수와 중량충격음저감량과 상관성이 있는 것으로 판단된다.

이 연구는 주로 독립기포(closed cell)를 가진 완충재를 대상으로 하였으나 향후 연속기포(open cell)

를 가진 재료와 표면에 요철이 있는 완충재에 대하여 공기층에 의한 동탄성계수를 고려하여 보다 많은 재료에 대한 저감량 측정을 통하여 동탄성계수와 중량충격음레벨 저감량과의 상관성 규명이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) Jeong, G. C. and Yang, G. S., 2001, "A Study on the Property of the Floor Impact Isolation Material in Apartment House", Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 59~64.
- (2) Ministry of Construction and Transportation Notification No. 2006-435, "Apartment Housing Floor Impact Sound Insulation Structure Confirmation and Management Standard".
- (3) Lee, J. W., Jeong, G. C. and Kwon, Y. P., 2003, "Correlation between Dynamic Characteristics of Isolation Material and Impact Noise Reduction of Light-weight Impact Source", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 191~195.
- (4) Song, M. J., Jang, G. S. and Kim, S., W., 2000, "An Experimental Study on the Prediction Method of Light Weight Floor Impact Sound Insulation Performance of Apartment Floor Structures through Mini-laboratory Tests", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 10, No. 1, pp. 82~98.
- (5) Kim, H. G., Kim, M. J. and Lee, B. K., 2005, "Study on Measuring the Dynamic Stiffness of Materials Used under Floating Floors in Dwellings", Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 21, No. 1, pp. 229~234.
- (6) Kim, H. S., Jin, P. H., Joo, S. W. and Jung, S. W., 2005, "A Study on the Dynamic Properties by Loading Time of Floor Impact Noise Insulation Materials", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 942~945.