한국소음진동공학회 2002년도 춘계학술대회논문집, pp. 1116~1119

동탄성계수 결정의 KS 규격화에 관한 연구

°정 갑 철*, 오 양 기**, 김 선 우***

Determination of dynamic stiffness

°Gab-Cheol Jeong, Yang-Gi Oh, Sun-Woo Kim

1. 서 론

최근의 국제화 추세에 따라 국내의 산업규격을 국제규격인 ISO와 부합시키는 방향으로 나아가고 있다.

공동주택의 바닥충격음 문제가 사회적인 관심이 되면서 탄성재료(완충재)를 이용한 뜬 바닥 구조가 많이 사용되고 있다. 탄성재료의 동탄성계수와 바닥충격음의 경량충격음과는 밀접한 관계가 있다. 따라서 뜬 바닥 구조의 탄성 재료에 대한 동탄성계수를 미리 확인하는 것은 매우 중요한 일이다.

그동안 국내에서는 JIS A 6321에서 규정한 동탄성계수의 측정방법을 이용하여 탄성재료를 시험하여 왔으나 국제규격(ISO 9052-1)에서 사용하는 가진기를 이용한 방법과는 차이가 있다.

이에 본 논문에서는 동탄성계수 시험에 관한 국제 규격을 고찰하고 설명하여 새로이 제정되는 규정에 방향을 제안하고자 한다.

2. ISO 9052-1의 주요 내용

1) 범위

ISO 9052-1은 거주공간에 사용되는 탄성재료의 동탄성계수를 결정하는 시험법에 대한 규정이다. 동탄성계수는 거주공간에서 바닥에 대한 소음차단을 결정하는 요소중 하나이다. 거주공간의 뜬바닥 구조에 사용되는 부드러운 탄성재료의 단위면적당 동탄성계수의 결정에 적용된다. 그러나 이 규정은 0.4kPa보다 작거나, 기계기초의 재질인 4kpa을 넘는 경우에는 적용되지 않는다.(주 2참조)

탄성재질의 공기유동 저항성에 대한 구속하에서 실험하여야 한다.

(주)

1. 미리 하중을 가한 동탄성계수의 종속성은 폴리스티렌이나 광섬유의 예와 같이 벽면 부착에 이용되는 재질에서는 그리 중요하지가 않다. ISO 9052의 이 분야에 의거하여 2kPa의 정하중을 가하고 측정한 동탄성계수값과 아주 낮은 정하중 상태에서 측정한 값 사이의 차이는 (10-20)% 정도이다.

2. ISO 9052의 다음장은 기술적인 뜬바닥 구조(높은 정하중)에 사용되는 재질의 동탄성계수의 결정법에 관한 것이다.

2) 관련규격

ISO 7626-2 : -진동 및 충격- 기계적 동특성의 실험적인 결정법 - Part 2 : 부착된 진동 가진기로 1점의 일시 가진을 가한 측정

ISO 9053 : -음향- 음향적용 재료- 공기 흐름저항의 결정

3) 정의

3.1) 동탄성계수 : 동적하중에 대한 동적변위의 비

ISO 9052의 이 부분의 목적인 동탄성계수, s′,는 다음식으로 구한다.

$$s' = \frac{F/S}{\Delta d} \qquad (1)$$

여기서

S는 시편의 면적

F는 시편에 수직으로 가한 동적 하중

△d는 탄성재료 두께의 동적변화 값

ISO 9052에서는 다음량이 사용된다.

- 재료 구조의 단위 면적당 동탄성계수, s'_s
- 밀폐가스의 단위면적당 동탄성계수, s'_a
- 시편의 단위면적당 명목 동탄성계수, s'_t
- 설치된 탄성재료의 단위면적당 동탄성계수, s'

3.2) 고유진동수, f_o : 시스템의 고유진동 주파수

탄성적으로 지지된 바닥의 고유진동수는 다음식

으로 주어진다.

$$f_o = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{s'}{m'}} \qquad (2)$$

여기서

s'는 설치된 탄성 재질의 단위면적당 동탄성계수

m'는 지지된 바닥의 단위면적당 질량

3.3) 공진주파수, f_r 계획된 실험에서 공진이 발생하는 주파수

공진주파수는 다음식으로 주어진다.

$$f_r = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{s'_t}{m'_t}} \qquad (3)$$

여기서

s'_t는 시편의 단위면적당 명목 동탄성계수

m'_t는 시험동안 사용된 단위 면적당 질량

4) 원리

스프링 매스계의 수직진동에 따른 공진주파수 f_r의 공진법에 의해 시편의 단위면적당 명목 동탄성계수 s'_t의 결정은 하중판의 질량과 시험대상인 탄성재질의 시편에 스프링에 의해 결정된다.

5) 결과의 표현

시편은 두 개의 수평면 사이에 위치해야 한다. 즉, 하부(또는 하부판)과 누름판이다. 하중판은 크기가 (200±3)mm×(200±3)mm의 사각형 철제로 되어야 한다. 하부(또는 하부판)과 누름판은 0.5mm이내의 표면 오차이여야 하고, 관심되는 주파수 범위에서 굴곡파를 피할 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다.

가력은 그림 1, 2, 3에 보여준 방법 중 하나를 택한다. 측정장치와 가력장치를 포함해서 시편에 가해지는 총하중은 8kg±0.5kg이어야 한다. 그림 2, 3과 같이 계획되는 실험에서는 하부판의 질량이 최소 100kg은 되어야 한다.

6) 시편

크기가 200mm×200mm인 사각형 시편이 최소 3개는 준비되어야 한다. 시편의 표면이 3mm이내의 편차를 가지고 있다면 평탄한 것으로 여겨야 한다.

시편은 울퉁불퉁한 것을 덮고자 최소 5mml 두께의 물석고로 얇게 바른 대략 0.02mm의 방수 플래스틱 포일로 쒸어야 한다. 회반죽을 하기전에 누름판을 그림 1a), 2a) 3a)와 같이 배치시킨다.

밀폐조직을 가진 재질의 경우 시편과 하부(또는 하부판) 사이의 연결면에 파라핀 필렛을 경계 주변으로 밀실하게 한다. 그림 1b), 2b), 3b)를 보라.

7) 과정

7.1) 일반사항

시편과 누름판에 수직진동의 공진주파수, f_n은 사인파, 백색잡음 및 펄스신호 중 하나를 사용하여 결정할 수 있다. 이들 모두 동등하다. 논쟁이 있는 경우는 사인파를 사용하는 방법이 기준이 될 것이다.

7.2) 사인파

가진 주파수를 변화시키면서 공진주파수를 얻기 위해서는 일정한 가진력을 유지하여야 한다. 공진주파수가 가진력의 크기에 연관된다면 이 연관성은 가능한 한 낮은 값으로 결정될 것이며 공진주파수는 0의 힘 크기에 외삽에 의해 찾게 될 것이다.

원하는 탄성값에 따라 외삽을 위한 근거로 사용되는 측정 간격은 아래와 같다.

0.2 N ≤ F ≤ 0.8 N 여기서 s′ > 50 MN/m³

0.1 N ≤ F ≤ 0.4 N 여기서 s′ ≤ 50 MN/m³

위의 조건으로 측정은 최소 3개 지점에서 측정되어야 한다.

7.3) 백색잡음 또는 펄스신호

공진주파수는 ISO 7626-2 또는 충격가진에 의해 시스템의 주파수 응답을 분석하여 얻는다.

8) 결과의 표시

8.1) 테스트 시편의 단위 면적당 겉보기 동탄성, s'_t

테스트 시편의 단위 면적당 겉보기 동탄성(N/

㎡) s_t'은 아래의 식에 의해 구한다.

$$s_t' = 4\pi^2 m_t' f_r^2 \quad (4)$$

여기서 m_t'은 테스트에 사용되는 단위면적당 총 질량(kg/㎡)

f_r은 추정된 공진주파수(Hz)

8.2) 탄성 재료의 단위 면적당 동탄성, s'

측면방향에서의 흐름저항에 따라 탄력성 재료의 단위 면적당 동탄성, s'은 아래의 a), b) 및 c)에서 보는바와 같다. 흐름저항, r,은 ISO 9053에 따라 결정되어 진다.

a) 높은 흐름저항, r > 100 kPa · s/㎡

$$s' = s_t' \quad (5)$$

b) 중간정도의 흐름저항, 100 kPa · s/㎡ > r > 10 kPa · s/㎡

$$s' = s_t' + s_a' \quad (6)$$

밀폐된 가스의 단위면적당 동탄성, s_a',은 탄력성 재료에서의 음 전파가 등온선이라는 가정을 근거로 한 식 (7)에 의해 계산되어 진다.

$$s_a' = \frac{p_0}{d\varepsilon} \quad (7)$$

여기서

p_0은 대기압

d는 정적하중에 있는 테스트 시편의 두께

ε는 테스트 시편의 공극율

c) 흐름저항이 r < 10 kPa · s/㎡ 이고, 식 (7)에 의해 계산된 밀폐된 가스의 단위면적당 동탄성 s_a'가 테스트 시편의 단위 면적당 겉보기 동탄성 (N/㎡) s_t'에 비해 작을 경우

$$s' = s_t' \quad (5)$$

9) 시험보고서

a) 측정규격

b) 재료설명, 생산날짜, 시편, 숫자, 크기, 적용하중에서의 두께, 단위 면적당 질량

c) 가진 시험장치(그림 1, 2 또는 3), 가진 신호(사인, 백색잡음, 펄스) 진동측정(가속도, 속도, 변위)

d) 시험날짜, 환경조건(온도, 상대습도)

e) 추정 주파수, f_r (Hz), 단위 면적당 겉보기 동탄성, s_t', 밀폐된 공기의 단위면적당 동탄성, s_a', 그리고 가능하면 탄력성 재료의 단위 면적당 동탄성, s'

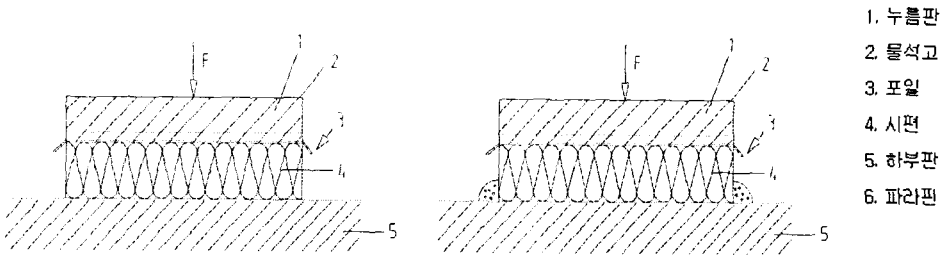
단위 면적당 동탄성에 대한 모든 값은 MN/㎡로 표현되어야 한다.

3. 결론

흐름저항을 고려하면서 가진기를 사용한 단위면적당 동탄성 계수의 측정은 현재까지 이루어진바가 없다. 따라서 본 연구기간 동안 여러 종류의 완충재를 대상으로 국내에서 많이 실험을 시행한 JIS A 6321와의 비교 작업이 수행이 필요하다.

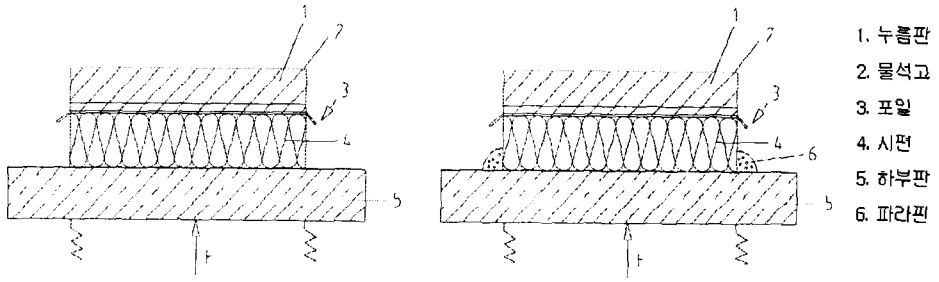
6. 참고문헌

1. ISO 9052-1 ; 1989, Acoustics-Determination of Dynamic stiffness - Part 1 : Materials used under floating floors in dwellings
2. ISO 7626-2 ; 1990, Vibration and shock-Experimental determination of mechanical mobility- Part 2 : Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter
3. ISO 9053 ; 1991, Acoustics - Materials for acoustical applications-Determination of airflow resistance



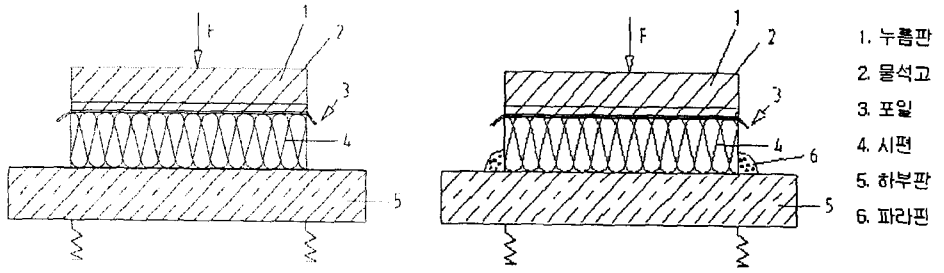
a) 오픈 셀 조직　　b) 크로우즈 셀

그림 1. 누름판의 가진 - 누름판만의 진동 측정



a) 오픈 셀 조직　　b) 크로우즈 셀 조직

그림 2. 하부판의 가진 - 누름판과 하부판의 양쪽에서 진동 측정



a) 오픈 셀 조직　　b) 크로우즈 셀 조직

그림 3. 누름판의 가진 - 누름판과 하부판의 양쪽에서 진동 측정