

동탄성 계수와 재하시간과의 상관성 연구

A Study of Correlation Between Dynamic Stiffness and Loading Time

박종영† · 정갑철* · 임정빈**

Jong-Young Park, Gab-Cheol Jeong and Jeong-Bin Im

1. 서 론

우리나라 주거형식의 절반을 넘게 차지하는 공동주택의 특성상 빈번히 발생하는 소음민원의 상당수를 차지하는 바닥충격음 저감을 위하여 국토해양부는 바닥충격음 성능의 법 기준을 설정⁽¹⁾하고 시행중에 있다. 고시 내용에 따르면 바닥충격음의 측정방법, 등급기준, 표준바닥구조, 완충재의 물성 기준 등을 규정 하고 있다. 현재 바닥충격음 저감을 위하여 슬래브 상부에 완충재를 설치하는 방법이 일반적이며 완충재의 동탄성 계수와 바닥충격음의 상관관계가 많은 선행연구를 통해 밝혀졌다. 이러한 완충재의 동탄성 계수는 바닥충격음 저감 성능 판단의 중요한 요소이다. 고시에 따른 동탄성 계수 측정방법인 KS F 2868⁽²⁾에 의하면 시험방법중 무게 8±0.5kg(1m² 당 재하질량 200kg)의 하중판을 사용하도록 규정하고 있다. 하지만 하중판의 재하시간에 대한 특별한 규정이 없는 실정이다.

본 연구에서는 현재 국내에서 많이 사용되고 있는 완충재를 대상으로 하중판의 초기 재하시간과 동탄성 계수와의 관계를 살펴보고자 한다.

2. 측정 방법 및 대상

2.1 측정 방법

바닥충격음 완충재의 재하시간에 따른 동적 특성 연구⁽³⁾에서는 재하시간의 증가에 따라 동탄성 계수가 증가함이 나타났다. 그러나 측정 시간 간격이 길어서 초기 재하시간의 변화에 대한 충분한 자료가 되지 못하였다. 본 연구는 선행 연구 결과를 바탕으로 급격한 증가를 보이는 초기 2시간 이내의 하중판의 재하시간에 따른 변화율을 30분 동안 1분 간격 30회 측정 후 10분 간격으로 3회, 30분후 1회의 총 90분의 동탄성 계수를 측정하였다.

동탄성 계수 측정방법은 KS F 2868:2003에 따라 실시하였으며 펄스가진법으로 측정하였다. 펄스가진법은 그림.1과 같이 하중판과 시험편으로 구성된 진동계의 고유진동수에서 하중판의 진동 가속도 진폭이 5cm/s² 정도가 되게 하중판의 중앙을 충격주파수 80Hz 정도의 가진원에 의해 단발로 충격 가진하고, 가진점 부근의 1점에 대한 진동 속도 응답 파형을 측정한다. 주파수 분석을 통한 고유진동수를 측정하는 스펙트럼 해석법을 통하여 고유진동수(f_0)를 측정 후 식 (1)과 같이 동탄성 계수를 산출할 수 있다. 본 연구에서는 펄스가진을 통한 스펙트럼 해석법으로 동탄성계수를 산출하였다. 실험에 사용된 장비는 표.1과 같다.

$$St = (2\pi f_0)^2 \cdot m \quad (1)$$

St : 단위면적당 겉보기 동탄성계수 [MN/m³]

f_0 : 진동계의 고유진동수 [Hz]

m : 하중판의 단위면적당 질량 [kg/m²]

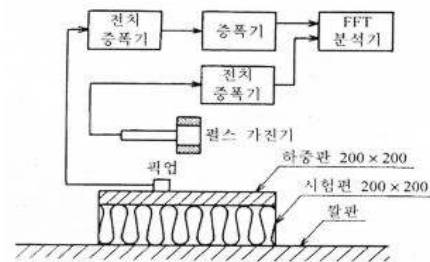


그림 1. 측정기기의 구성도

표 1. 측정장비

Equipment	Model & Maker
FFT Analyzer	SA-01, RION
Accelerometer	KD37, RION
Impact Hammer	086C02, PCB

2.2 측정 대상

본 연구의 측정대상은 국토해양부의 고시에 따라 동탄성계수 40MN/m³이하인 완충재를 대상으로 하였다. 사용된 완충재의 재질은 발포폴리스티렌(EPS)계, 폴리에틸렌계(PE),

† 교신저자; (주)에스이판 소음진동기술연구소
E-mail : pop200@gmail.com
Tel : (02) 586-3682, Fax : (02) 598-8759

* 정회원 (주)에이스패널

** 정회원 대우건설기술연구원

발포폴리프로필렌계(EPP), 에틸렌비닐아세테이트계(EVA)이며 표 2.와 같다.

표 2. 실험에 사용된 완충재

구분	두께 (mm)	밀도 (kg/m ³)	재질	초기 동탄성 계수(MN/m ³)
A	30	22.1	EPS	4.4
B	30	19.9	EPS	5.1
C	20	25.7	EPS	6.9
D	15	39.1	EPS	6.9
E	15	41.7	EPS	6.9
F	15	47.1	EPS	7.8
G	20	17.0	EPS	9.0
H	20	14.9	EPS	16.0
I	40	23.3	EPS	25.6
J	30	23.4	EPS	37.3
K	20	115.7	EPP	38.5
L	20	120.5	EPP	39.6
M	15	40.1	EVA	3.0
N	15	31.7	EVA	4.9
O	15	28.3	PE	25.3
P	11	23.2	PE	23.5

3. 실험결과 및 분석

3.1 완충재 재질에 따른 동탄성계수 변화

(1) 발포폴리스티렌(EPS) 완충재

발포폴리스티렌(EPS) 재질 완충재의 하중판 재하시간에 따른 동탄성 계수 변화율은 그림 2.와 같다. 5~13.3%의 동탄성 계수 증가를 보이고 있으며 30분 전후로 수렴되었다. 초기 동탄성 계수의 값이 37.3MN/m³ 이었던 J시편의 경우 하중판 재하 90분후 최종 측정 시 9.8% (41.3MN/m³)의 증가로 인하여 법적인 수준을 만족하지 못하고 있다.

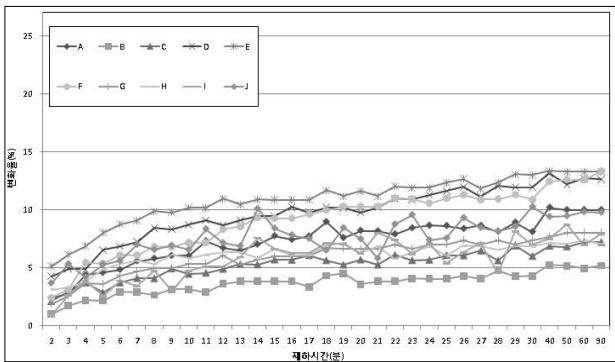


그림 2. 발포폴리스티렌(EPS) 완충재 동탄성 계수 변화율

(2) 기타(EPP, EVA, PE) 완충재

EPP, PE 재질의 완충재는 EPS 완충재와 같이 15% 미만의 변화율을 나타내며 초기 10분 후 수렴됨을 보이고 있다. 에틸렌비닐아세테이트계(EVA) 재질의 완충재는 20%가 넘는 큰 변화율을 나타냈으며 총 90분 하중판 재하시간동안 꾸준한 증가를 나타내었다. 또한 초기탄성계수의 값이 높았

던 EPP 재질의 K, L 완충재 역시 동탄성 계수의 증가로 인한 법적인 수준을 초과하였다.

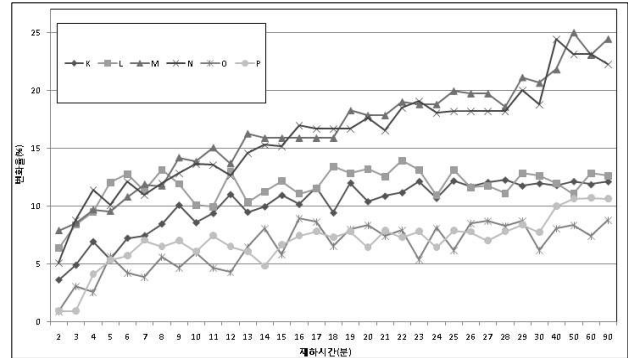


그림 3. 발포폴리스티렌(EPS) 완충재 동탄성 계수 변화율

4. 결 론

국토해양부의 고시에 따라 바닥충격음 완충재로 사용하기 위하여 동탄성 계수의 값이 40MN/m³을 만족하여야 하는 발포폴리스티렌(EPS)계, 폴리에틸렌계(PE), 발포폴리프로필렌계(EPP), 에틸렌비닐아세테이트계(EVA)의 하중판 초기 재하 시간 경과에 따라 5.2% ~ 24.4%의 동탄성 계수 증가가 나타났다. 연구에 사용된 모든 완충재의 동탄성 계수 초기 측정 값이 법적인 기준을 만족하였지만 동탄성 계수가 높은 완충재의 경우 하중 재하 시간의 경과에 따른 증가로 인하여 법적인 기준에 못 미치는 결과를 나타내었다.

후 기

현재 사용되고 있는 바닥충격음 완충재 동탄성계수 측정 표준규격에 따르면 하중판 재하 시간에 대한 규정은 없는 실정이다. 이로 인한 측정시 오차의 발생으로 바닥충격음 완충재의 품질 관리등의 문제점이 나타나고 있어 명확한 기준 설정이 필요하다.

참 고 문 헌

- (1) 국토해양부고시 제2008-538호 공동주택 바닥충격음 차단구조의 인정 및 관리기준
- (2) 한국산업규격, KS F 2868:2003 거주공간 뜬바닥용 재료의 동탄성계수 측정방법
- (3) 김홍식 외3명, 2005, “바닥충격음 완충재의 재하시간에 따른 동적 특성 연구” 한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집, pp.942~945