

# 고탄성 발포체와 Damping 발포체 조합배열에 따른 동적특성

## The Dynamic Characteristic by Matrix arrangement of Elastic Form and Damping Form

이장현† · 이효행\*, 오진우\*, 이규형\*

Lee Jang-Hyun, Lee Hyo-Haeng, Oh Jin-Woo, Lee Kyu-Hyeong

### 1. 서 론

최근 건축구조물이 대형화, 고층화되면서 입주자들의 편의를 위한 각종 Utility들도 고용량화되고 있다. 이러한 설비의 고용량화로 인해 회전수가 낮아지거나 가진력이 커지는 원인으로 인해 건물내의 진동과 이로 인한 구조소음이 발생하는 문제점들이 발생하여 건물완공 후 민원발생이 빈번하게 제기되고 있는 현실이다. 특히, 아파트 층간소음 중 중량충격음과 지하철운동에 따른 발생진동과 같이 가진력이 크고 충격력 성분이 존재할 경우 구조체 진동으로 인한 영향과 더불어 가진력에 의해 건물의 천장, 벽체, 슬라브등이 진동함에 따라 구조전달음(StructureBorneNoise)이 유발되어 실내환경에 악영향을 미치는 요인으로 작용할 수 있으며 이러한 설비진동 및 구조소음 발생을 저감하기위한 방법으로 현재 주요건축구조물에서 이중바닥(Floating Floor)시스템을 적용하는 방안이 점차 확대되고 있는 추세이다. 이러한 이중바닥시스템의 재료로 가장 많이 적용되고 있는 소재는 고무계열의 마운트를 이용하는 방법과 EPS, EVA, 발포고무, PU등의 고분자 발포체를 이용하여 적용하는 방법들이 적용되고 있다.

이중에서 고무마운트를 이용한 이중바닥시스템은 시공상의 어려움과 고무재질의 노화에 따른 방진효율의 저감으로 인해 적용이 감소되는 추세이고 또한, 저가의 EPS, EVA, 발포고무의 경우 내부감쇠가 작고 하중에 대한 영구압축변형의 발생으로 인해 내구수명이 현저하게 저하되는 문제점이 있다.

현재 사회적인 문제로 대두되고 있는 공동주택 층간소음완충재는 많은 종류의 공법들이 연구개발이 진행되고 있으나 실제 현장에 적용했을 경우 대부분의 소재가 저가의 EPS나 EVA소재로 충격가진력이 큰 중량충격음에 대해서는 그 효과가 미미하고 점탄성소재를 적용하는 방안이 효과적인

것으로 보고되고 있다.

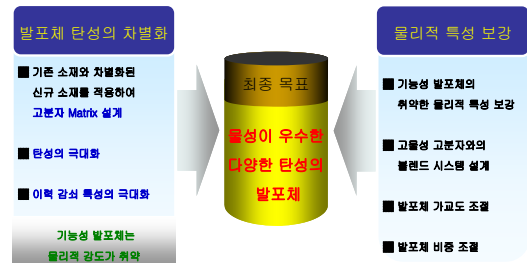
본 연구에서는 이러한 이중바닥시스템의 소재로 사용되고 있는 기존의 발포소재의 단점을 보완하고 Damping 기능이 우수한 신소재를 개발하여 기존의 탄성발포체와의 조합을 통해 조화진동 및 공진시 최대진폭을 효과적으로 저감할 수 방진모형을 개발하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 고분자 발포체 개발

##### (1) 소재개발 Process

탄성발포체는 Hard Segment로 Ethylene 계열을 Soft Segment는 Ethylene- $\alpha$ -olefin계열을 사용하였으며 Damping 발포체는 Styrene계열의 Hard Segment와 SBS계열의 Soft Segment를 사용하여 각각의 발포체를 구성하였다.



#### 3.1 고분자 소재 배열특성

##### (1) Damping 발포체 병렬배열에 따른 동특성

1차 실험을 통해 각 발포체별 물리적특성이 만족되도록 설계된 탄성 발포체와 Damping 발포체를 병렬조합시 Damping발포체 비율에 따라 [그림.2]와 같이 동특성을 측정하였고 결과는 [표.1]과 같다.

시험결과 Damping 발포체의 비율이 높아질수록 고유진동수와 Dampin Ratio가 증가하는 경향이 관찰되었으며 공진영역에서의 전달율(Tr)은 감소되는 것으로 평가되었다.

PU 발포체와의 비교결과는 50%로 조합비율이 구성된 경우 진동수가 약 1.8Hz 증가되었으나 Damping Ratio는 약 2배 가량 증가되고 전달율(Tr)은 1/2수준으로 감소되는 결과를 얻었다.

† 교신저자; (주)엔에스브이 기술연구소  
E-mail : jhlee@nsv.co.kr  
Tel : (032) 812-2015, Fax : (032) 812-2014

\* (주)엔에스브이 기술연구소

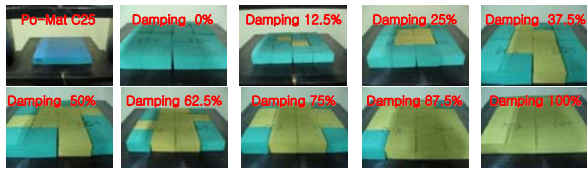


그림. 2 발포체 조합비율(병렬)

표.1 발포체 조합에 따른 동적특성(병렬)

Damping 발포체 비율	fn [Hz]	Tr	C (N-sec/mm)	$\xi$
Po-Mat C25	11	6.17	2.96	0.14
0%	9.5	12.18	2.02	0.06
12.5%	11	6.48	4.65	0.14
25%	11.9	4.77	6.79	0.20
37.5%	12.5	4.03	9.35	0.25
50%	12.8	3.51	11.68	0.30
62.5%	12.8	3.13	13.92	0.35
75%	12.8	2.86	16.30	0.38
87.5%	14.3	2.80	17.81	0.43
100%	14.6	2.73	19.39	0.46

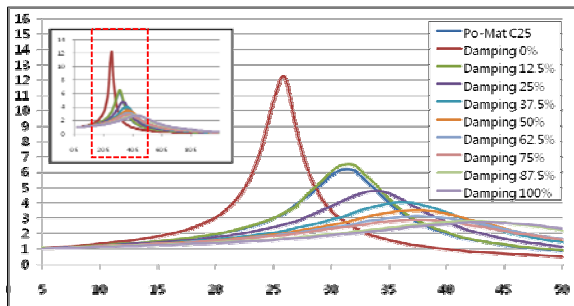


그림.3 발포체 조합에 따른 fn-Tr 관계

(1) Damping 발포체 직렬배열에 따른 동특성

탄성발포체와 Damping 발포체를 50%각각 [그림.4]와 같이 배열할 경우의 고유진동수와 전달율의 관계는 [그림.5]와 같으며 구성요소별 결과는 [표.2]와 같은 결과를 얻었다.

각각의 발포체를 직렬로 조합배열시 병렬조합에 비해 고유진동수는 큰 변화가 없으나 전달율이 약 2배가량 증가되는 경향을 관찰할 수 있었고 정적변위를 3mm에서 6mm로 변화시 고유진동수는 약4Hz 감소되었으나 전달율의 변화는 없는 것으로 측정되었다.

또한, 감쇠비의 경우 직렬조합할 경우 병렬조합의 경우에 비해 1/2수준으로 감소되는 결과가 나타났다.

따라서, 방진용 고분자발포체의 방진모델은 감쇠

비가 높은 Damping 발포체를 직렬조합으로 구성하여 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.



그림. 4 발포체 조합비율(직렬)

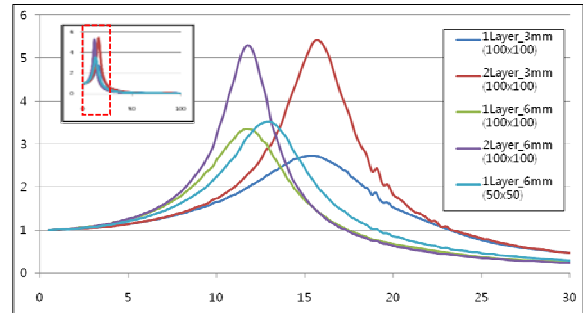


그림.5 발포체 조합에 따른 fn-Tr 관계

표.2 발포체 조합에 따른 동적특성(직렬)

발포체구성	fn (Hz)	Tr	C (N-sec/mm)	$\xi$
1Layer_3mm	15.4	2.72	12.00	0.338
2Layer_3mm	15.8	5.41	4.26	0.163
1Layer_6mm	11.8	3.35	11.45	0.289
2Layer6mm	11.9	5.27	6.76	0.174
1Layer_6mm	12.8	3.51	11.68	0.302

4. 결 론

새로운 고분자 소재의 개발을 통해 장비진동 및 지하 철구조진동을 차단하기 위한 발포체개발 및 조합배열에 따른 동특성을 평가하였다.

실험결과 Damping 발포체의 경우 일반적인 발포체와 비교시 감쇠비와 전달율특성이 2배가량 우수한 것으로 평가되었으며 탄성발포체와 1:1로 병렬조합시 정상진동 및 충격진동에 대한 감쇠특성이 우수한 것으로 평가되었다. 따라서 이러한 방진모델은 향후 건축구조물 내외부 진동원에 대한 방진시스템으로 적용이 증대될 것으로기대된다.

후 기

본 연구는 중소기업청에서 실시한 ‘2009년도 중소기업기술개발지원사업’의 연구개발 수행결과 임.