

# EVA와 경질우레탄폼을 이용한 표준바닥구조 벽식-5용 단열완충재 개발

## The Development of Damping Material for Standard Floating Floor Type-5 Using Ethylene Vinyl Acetate co-polymer(EVA) & Urethane Form

°박철용\*, 김상훈\*, 장동운\*, 장철호\*\*

Cheol-Yong Park, Sang-Hoon Kim, Dong-Woon Jang, Cheol-Ho Jang

Key Words : Floor Impact Noise(바닥충격음), Damping material(완충재), Standard Floating Floor(표준바닥구조)

### Abstract

The reduction effect of floor impact noise depends on the various factors such as stiffness and thickness of the concrete slab, finishing & ceiling materials and the composition method. Among the rest it is well known that floating floor system is more effective.

Standard floating floor(SFF) type-2 consisted of 50mm lightweight aerated concrete(LAC) and 20mm damping material has been widely used. But LAC construction problem on dry damping material occurred and the reduction effect of floor impact noise has bare minimum qualifications. Thus the aim of this study is to develop 40mm composite damping material(Soundzero Plus) for SFF type-5 which substitute LAC and damping material.

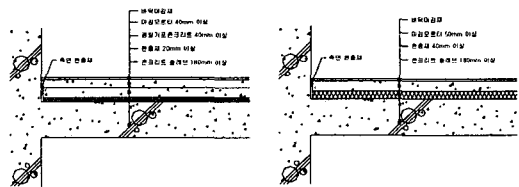
"Soundzero Plus" is satisfied with quality requirement for damping material for SFF. The heat transition rate,  $0.45W/m^2 \cdot K$  is more effective 55% about than the regulation. The test results of floor impact noise by using "Soundzero Plus" are showed good improvement about 12dB (tested by tapping machine) and 4dB (tested by bang machine) between before and after.

### 1. 서론

공동주택의 바닥구조는 천장구조, 철근콘크리트 슬래브, 단열완충층, 축열층, 바닥마감재로 구성된다. 지금까지 연구결과 진동특성을 개선하기 위한 가장 효과적인 방법은 슬래브를 두껍게 하거나 강성을 높이는 것으로 알려져 있으며, 충격에 의한 진동량을 개선하고 차음효과까지 얻을 수 있는 뜬바닥구조를 구현하는 방법이 차선의 방법으로 독일이나 프랑스, 일본 등에서 오래전부터 사용되고 있다.

이러한 원리에 근거하여 최근 고시된 표준바닥구조는 Fig.1과 같이 우선적으로 슬래브 두께를 180mm로 기존보다 30mm 이상 두껍게 하고, 뜬

바닥구조를 구현하기 위해 완충재를 의무적으로 사용하도록 규정하고 있다.



(a) Wall Type-2 (b) Wall Type-5

Fig.1. Standard Floating Floor System

본 개발 제품은 표준바닥구조 벽식-5에 사용되는 40mm 단열완충재로서 표준바닥구조용 완충재로서의 품질기준을 만족하는지 여부에 대한 성능시험과 단열성능 시험 및 바닥충격음 차단성능 시험을 실시하였고, 샘플시공을 통한 현장 적용성 여부를 확인하였다.

\* 쌍용건설(주) 기술연구소  
Email : cypark@ssyenc.com  
Tel:(02)3433-7731, Fsx:(02)3433-7759  
\*\* (주)청도백반석

## 2. 단열완충재 개발

### 2.1 개발 배경

현재 대부분의 건설사에서는 Fig.1(a)과 같은 표준바닥구조 벽식-2에 해당하는 20mm 두께의 완충재와 50mm 두께의 경량기포콘크리트로 구성된 단열완충층을 주로 사용하고 있다. 그러나 단열성능이 있는 완충재를 사용하게 됨으로써 단열재로 사용되는 경량기포콘크리트의 역할이 모호해졌으며, 공정상 완충재 시공이 추가되어 경량기포콘크리트의 두께가 얇아짐에 따라 경량기포콘크리트의 결합이 많이 발생하여 재시공 비율이 늘어나는 등 기존 공법에 대한 개선이 필요한 것으로 조사되어 Fig.1(b)과 같이 경량기포콘크리트가 필요없는 표준바닥구조 벽식-5를 고려하게 되었으며, 이 때 사용되는 40mm 이상의 단열완충재를 개발하게 되었다.

### 2.2 표준바닥구조 벽식-5용 단열완충재 개발

현재 사용 중인 완충재는 대부분 20mm 두께로 경량기포콘크리트와 함께 사용되는 것으로 조사되었으며, 표준바닥구조 벽식-5에 나타나 있는 40mm 두께의 단열완충재는 2개 제품 정도가 있으나 모두 발포 폴리스티렌을 이용한 제품으로 단열성능은 우수하나 바닥충격음 차단성능에 대해서는 만족할만한 결과를 얻지 못하는 것으로 파악되었다. 이에 제조공정과 성능, 가격 등에서 가장 적합하다고 판단된 EVA와 경질우레탄폼을 이용하여 Fig.2와 같은 제품을 개발하게 되었다.



Fig.2. Soundzero Plus

### 2.3 개발 제품의 특성

#### (1) 표준바닥구조용 완충재의 품질기준

표준바닥구조용 완충재의 품질기준에 대한 개발 제품의 시험결과는 Table-1과 같이 우수한 성능을 나타내고 있다.

Table-1. Test Result of Soundzero Plus

평가항목	평가기준	시험결과	
밀도	-	108.0 kg/m <sup>3</sup>	
동탄성계수	40 MN/m <sup>3</sup> 이하	20.6 MN/m <sup>3</sup>	
손실계수	0.1~0.3	0.14	
흡수량	4%(v/v)	1.3%(v/v)	
가열 후	치수안정성	5% 이내	
	동탄성계수	가열전 20% 이내	17.2 MN/m <sup>3</sup> (16.5%)
	손실계수	0.1~0.3	0.16

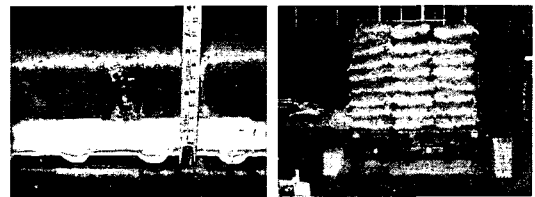
#### (2) 바닥구조 열관류율

본 개발 제품을 이용하여 바닥구조에 대한 열관류율 시험(한국건설기술연구원)을 실시한 결과 0.50W/m<sup>2</sup>·K 로 나타났으며, 기준 0.81W/m<sup>2</sup>·K와 비교할 때 40% 정도의 열손실 방지효과가 있음을 의미하는 것으로서 난방에너지를 획기적으로 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

#### (3) 온돌구성층의 구조안정성

본 개발 제품은 경량기포콘크리트 없이 개발 제품 상부에 모르타르가 바로 시공되므로 구조적 안정성에 대한 검토가 전제되어야 한다.

본 연구에서는 개발 제품과 40mm 모르타르로 구성된 두께 80mm 시험체를 0.1m×0.1m 크기로 제작하여 만능재료시험기로 압축하는 시험(한국화학시험연구원)과 Fig.3처럼 1.5m×0.9m의 시험체에 2.0ton(하중판 무게 포함)을 적재하는 재하시험을 병행하여 실시하였다.



(a) Section of Specimen

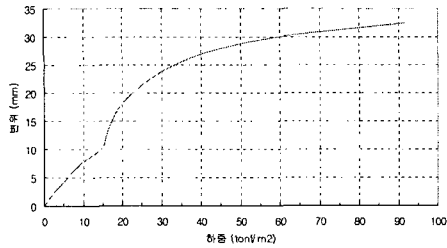
(b) Loading State

Fig.3. Loading Test

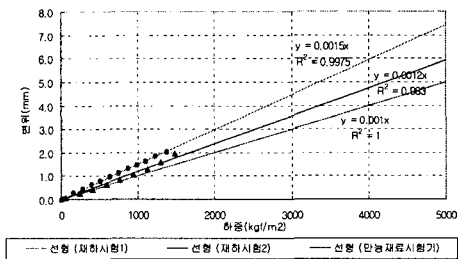
압축시험결과 Fig.4(a)와 같이 60tonf/m<sup>2</sup> 이상 가력하여 30mm 이상의 변위가 발생할 때까지도 시험체는 파괴되지 않았으며, 하중을 제거하자 4mm 정도 잔류변형이 발생하였다.

재하시험 결과에 대한 선형회귀분석을 하여 압축시험결과와 비교하면 Fig.4(b)와 같이 두 시험결과는 비슷한 경향을 보인다. 특히 250kgf/m<sup>2</sup>일

때 정적변형량은 0.25~0.40mm 정도로 일본 기준 2.0~3.0mm와 비교할 때 매우 안정적인 바닥 구조를 형성하는 것으로 확인되었다.



(a) 0.1m×0.1m Specimen



(b) Comparison with Two Specimens  
Fig.4. Load-Displacement Relationship

#### (4) 친환경성

본 개발 제품은 개발 초기부터 원적외선 방사 효과와 탈취효과가 뛰어난 맥반석을 첨가하여 EVA 자체의 초산냄새를 획기적으로 제거하였을 뿐만 아니라 오염물질 방출강도 시험(한국건설기술연구원) 결과 Table-2와 같이 양호등급(클로버 3개)에 해당하는 친환경 건축자재로 확인되었다.

Table-2. Environment Test

시험항목	시험결과	비고
HCHO	0.037 mg/m <sup>2</sup> ·h	3등급(양호) ♣♣♣
TVOC	0.388 mg/m <sup>2</sup> ·h	
원적외선 방사율	0.905	5~20nm
탈취효과	52%	120분

#### 2.3 시공성 검토

개발 제품은 기존 바닥구조시스템에서 경량기포콘크리트로 시공되는 부위를 대체하는 경량 반건식 공법으로 현장 적용시 기존 바닥구조시스템과의 차이로 인한 새로운 접근법이 요구된다.

시공성 확인을 위하여 샘플시공을 실시하였으며, 그 과정에서 나타난 주요 문제점과 대책을

Table-3에 정리하였으며, Fig.5는 시공전경이다.

Table-3. The point at issue & countermeasure

문제점	대책
슬래브의 평활도	- 골조공사 정밀도 확보 - 심할 경우 모래 포설
창호분합부분 등	- 미장마감 필요 - 제품 하부로 물유입 방지처리
제품설치 등	- 틈새없이 정밀 시공 - 이음부 견고한 테이핑 처리
온수배관 시공 등	- 제품 설치 후 바로 시공 - U형 고정철선 견고히 설치 - 작업 중 테이핑 탈락 방지
모르타르 타설 등	- 온수배관 설치 후 바로 타설 - 두께 40mm 이상 확보 - 팽창제 또는 와이어메쉬 사용

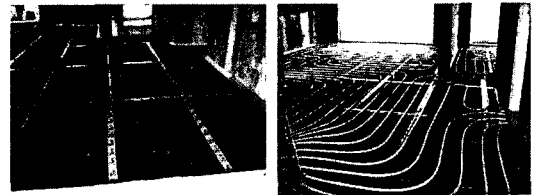


Fig.5. Photo of Construction Flow

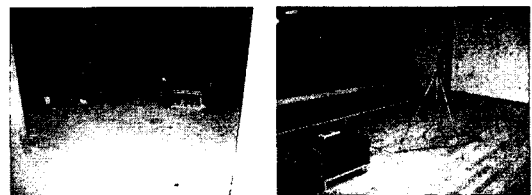
### 3. 차음성능 평가

#### 3.1 시험개요

개발 제품을 이용한 표준바닥구조 벽식-5로 구성된 바닥시스템의 바닥충격을 저감효과를 확인하기 위하여 콘크리트 슬래브만 시공된 상태의 결과와 상호 비교하여 개선효과를 구하는 방법을 이용하였다.

#### 3.2 내용 및 방법

측정은 Fig.6과 같이 현장 내 실제 입주 후 상태처럼 구성된 샘플세대를 수음실로 하고, 그 직상층 세대를 음원실로 하여 이루어졌다.



(a) Sound Source Room (b) Sound Receive Room  
Fig.6. View of Test Room

본 측정에 사용된 측정장비는 다음과 같다.

Table-4. Type of Test Equipment

장 비 명	모델명	제작회사
실시간주파수분석기	NA-29E	Rion
경량충격원	Nor-211	Norsonic
중량충격원	T-type	Satsuki

### 3.3 결과 및 분석

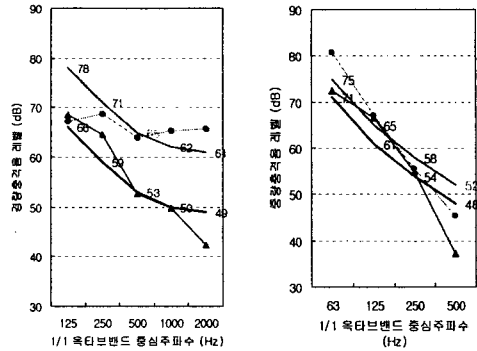
상기와 같은 측정방법에 의하여 두 측정결과를 비교하면 Fig.7과 같다.

흡음보정을 하지 않고 역A특성곡선을 이용하여 평가한 결과 180mm 콘크리트 슬래브에 대한 바닥충격음 레벨은 경량 65dB, 중량 52dB, 개발 제품을 콘크리트 슬래브와 모르타르 사이에 시공한 후 측정된 바닥충격음 레벨은 경량 53dB, 중량 48dB로 나타나 경량 12dB, 중량 4dB 정도의 저감효과가 있는 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

본 연구에서 40mm 단열완충재를 개발하여 성능시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

- (1) 표준바닥구조에서 요구하는 완충재의 품질 기준은 모두 충족하는 것으로 나타났다.
- (2) 열관류율 시험결과  $0.50W/m^2 \cdot K$ 로 기준 대비 40% 이상 단열성이 우수한 것으로 나타났다.
- (3) 40mm 모르타르와 조합한 시험체에 대하여 압축하중과 변위와의 관계를 시험한 결과 재하하중  $250kgf/m^2$ 에 대하여 0.2~0.3mm 정도의 아주 작은 변위를 보이는 것으로 나타났다.
- (4) 개발 제품에 대한 오염물질 방출강도 시험결과 친환경 건축자재 양호등급(♣♣♣)에 해당하는 것으로 나타났다.
- (5) 바닥충격음 레벨 측정결과 기존 슬래브 대비 경량 12dB, 중량 4dB 이상의 개선효과가 있는 것으로 나타났다.



- : Slab(180)
- ▲ : Slab(180)+Soundzero Plus(40)+Mortar(40)

Fig.7. Test Results of Floor Impact Noise

## 참고문헌

1. 대한주택공사, 공동주택 내부소음 기준설정 연구(I)-바닥충격음의 차음성능기준, 대한주택공사, 1990
2. 건설교통부, 공동주택 바닥난방시스템 개발에 관한 연구, 건설교통부, 1997
3. 건설분과위원회, 공동주택과 바닥충격음 강연회 자료, 한국소음진동공학회, 2001
4. 김하근, 공동주택의 바닥충격음 저감을 위한 단열차음재, 한국소음진동공학회 추계미니강습회, 2003
5. 건설교통부고시 제2004-71호, 공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 관리기준, 건설교통부, 2004
6. KS 2810-1,2 바닥충격음 차단성능 현장측정 방법, 한국표준협회, 2001
7. KS 2863-1,2 건물 및 건물 부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법, 한국표준협회, 2002