

현장실험을 통한 바닥충격음 저감공법의 성능평가 및 중량충격음 저감 방안

A Evaluation Study on Reduction Method of Floor Impact Noise through Field Test and the Effective Method for Heavy Impact Noise

이병권*·배상환**·홍천화***

Lee Byung Kwon, Bae Sang Hwan and Hong Cheon Hwa

Key Words : Floor Impact Noise(바닥충격음), Heavy Impact Noise(중량충격음)

ABSTRACT

In this study, evaluation was carried out for reduction method of floor impact noise through field test and the effective methods for heavy impact noise were proposed. As a field test, impact noise reduction materials such as EPP, EEPS, EVA, PE and so on, did not satisfied the recommendation value at the condition of 150mm thickness concrete slab. The evaluation results for those materials by 'inverse A curve' showed 53~55dB at heavy impact noise and 53~58dB at light impact noise. But, two methods proposed by authors were evaluated 47~50dB at heavy impact noise and 54~58dB at light impact noise on the similar concrete slab thickness.

기호설명

EPP : Expanded Poly Propylene

EVA : Ethylene Vinyl Acetate

PE : Polyethylene

1. 서론

공동주택의 거주형태는 그 형태상 인접세대간의 소음 문제는 불가피하다. 특히 아이들의 뛰는 소리, 물건의 낙하 소리 등에 의한 상하세대간의 바닥충격소음은 매우 중대한 생활방해 요인으로 지적되고 있으며 이를 방지하고자 주택 건설촉진법에 의거 이러한 소음을 규제하고자 하고 있다.

특히, 최근 들어 "생활 환경의 질", 즉 '웰빙'에 대한 관심이 높아지면서 환경 분쟁에 대한 정부 조정신청이 늘어남에 따라 층간 소음 저감 재료와 설계 및 시공의 개선 등이 연구되었으나 아직까지 경제적이고, 효율적인 바닥 충격음(특히, 중량충격음) 저감대책은 부족한 실정이다.

보편적으로 알려진 바닥충격음 저감대책은 완충재의 삽입 구조를 통한 뜬 바닥 구조, 하부 층 차음벽체를 이용한 방사음 저감 공법, 하부층 천장의 흡음구조, 슬라브의 두께를 늘리는 방법, 기존의 구조형태에서 벗어난 라멘구조 공법 등을 들 수 있다.

이때, 특히 최근 대부분의 바닥충격음 저감 방법에 쓰이는 방법이 뜬 바닥 구조이다. 그러나 기본적으로 일반적인 완충재를 이용한 기존의 뜬바닥 구조에서는 KS F 2810-2에 의한 시험과 KS F 2863-2에 의한 평가시 150mm 슬라브 기준으로 역 A값 53~55dB의 수준을 보이고 있는 것이 현실이다. 180mm 슬라브에서도 역 A값 51~53dB을 보여 중량충격음 저감에는 한계가 있는 것으로 판단되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 20여종의 각종 재료 및 공법에 대하여 현장실험을 통해 이러한 중량충격음 저감에 대한 연구를 진행 하였으며, 이를 위해 기존에 알려진 뜬 바닥 구조용 완충재인, EPP, EEPS, EVA, PE 뿐만 아니라, 특수한 완충재 및 완충시스템을 당사의 2개현장 40여개 세대에 적용하여 중량충격음을 보다 효과적으로 저감하고자 하였다. 또한 기존의 바닥구조 시스템의 한계를 알아보고, 대부분의 바닥충격음 저감 방법인 뜬 바닥 구조 시스템과 새로 개발된 몇몇의 저감 공법에 대한 분석에 목적을 두고 있다.

* 대림산업(주) 기술연구소
E-mail : lbk@dic.co.kr
Tel : (02) 2011-8297, Fax : (02) 2011-8068

** 대림산업(주) 기술연구소, 연세대 건축공학과 박사과정

*** 대림산업(주) 기술연구소

2. 기존의 완충재를 이용한 뜬바닥 구조

2.1 실험 방법

당사 현장에 완충재 12개 제품에 대하여 시험 시공 후 입주 직전 바닥충격음에 대하여 측정하였다. 시험시공은 재료 당 2세대를 시공하여 그 성능의 값을 평균하여 사용하였다.

바닥충격음 측정에 사용된 슬라브 구조 및 평면도는 다음과 같다.(Fig.1, 2 참조)

평면의 형태는 38평형의 3Bay구조를 갖고 있으며 슬라브 두께는 150mm에 완충재 삽입, 경량기포콘크리트 40mm, 마감몰탈 50mm, 마루마감의 구조를 갖고 있다.

일부 세대의 경우 180mm 슬라브로 시공하여 같은 재료에 대한 슬라브 두께 증가의 효과를 보고자 하였다.

측정에 사용된 Sound Level Meter는 Rion NA-27을 사용하였으며 Peak detection 방법은 Band pass peak detection 방법을 사용하였다. 중량충격원의 타이어 공기압은 측정 직전 2.4kg/cm²를 유지하도록 하였다. 측정은 대부분 저녁 8시~새벽 3시 사이에 이루어졌으며 배경소음에 대한 영향은 차호가 모두 완료되어 거의 없는 상황이었다.

2.2 기존 완충재에 의한 바닥충격음 성능

이번 연구에 사용된 재료는 일반적으로 잘 알려지고 최근 활발히 사용되는 재료인 EPP, EEPS, EVA, PE등이 포함되었다.

EPP의 경우 150mm 슬라브 기준으로 중량충격음 역 A값 54 dB, 경량충격음 역 A값 53dB로 나타나 일반적인 완충재의 성능범위안에 들어오는 것으로 나타났다.(Fig. 3 참조)

EEPS(Fig. 4 참조)는 150mm 슬라브 기준으로 중량충격음 역 A값 53 dB, 경량충격음 역 A값 53dB로 나타났으며 EVA(Fig. 5 참조)의 경우 중량충격음 역 A값 53~54 dB, 경량충격음 역 A값 53~54dB의 값을 보였고, 마지막으로 PE(Fig. 6 참조)의 경우 중량충격음 역 A값 54 dB, 경량충격음 역 A값 54dB의 성능을 보였다.

이러한 결과값에서도 알 수 있듯이 경량충격음의 경우 역 A값 58dB의 기준에서 1 등급가량 저감하는

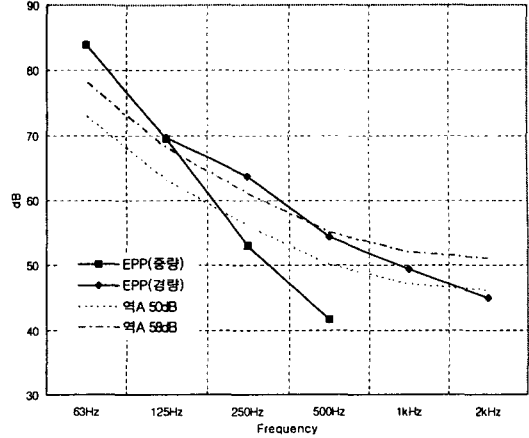


Fig. 1 EPP의 바닥충격음 성능

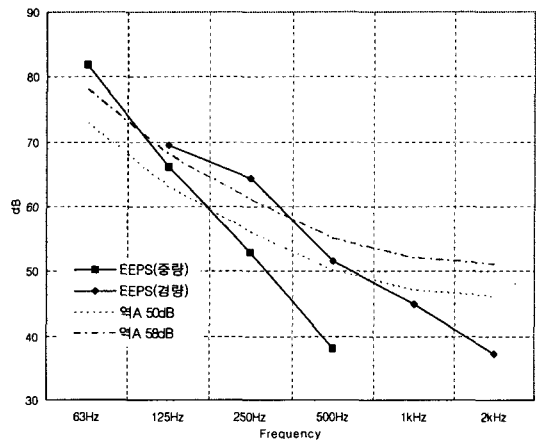


Fig. 2 EEPS의 바닥충격음 성능

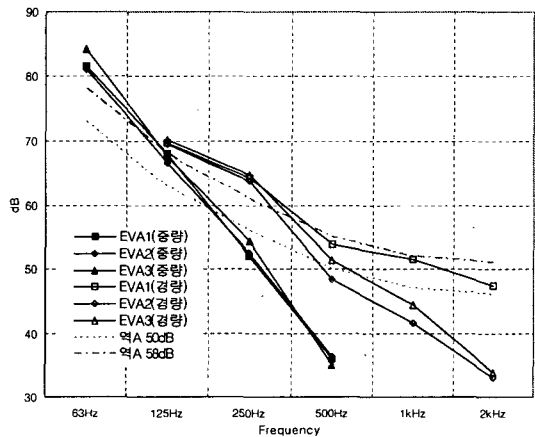


Fig. 3 EVA의 바닥충격음 성능

효과를 보였으며 중량충격음의 경우 기준인 역 A값 50dB을 3~4dB상회하여 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

따라서 기존의 뜬 바닥구조에 사용되는 단순한 패드형태로는 중량충격음을 저감시킬 수 없다고 판단된다.

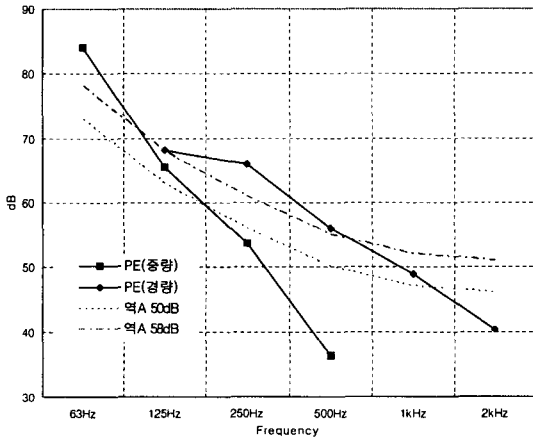


Fig. 4 PE의 바닥충격음 성능

2.3 바닥슬라브 두께 증가에 따른 바닥충격음 성능

위의 현장시험과 같은 평형의 같은 조건하에서 EVA와 EPP 1종에 대하여 150mm 슬라브와 180mm슬라브에 대하여 비교 실험을 해보았다.

EVA의 경우 150mm 슬라브에서 중량충격음 역 A값 53dB, 경량충격음 역 A값 54dB이던 바닥충격음 성능이 180mm 슬라브에서는 중량충격음 역 A값 51dB, 경량충격음 역 A값 53dB으로 성능이 개선되었으며 EPP의 경우 150mm 슬라브에서 중량충격음 역 A값 54dB, 경량충격음 역 A값 53dB이던 바닥충격음 성능이 180mm 슬라브에서는 중량충격음 역 A값 53dB, 경량충격음 역 A값 51dB으로 성능이 개선됨을 알 수 있었다.

실험의 양적 조건이 적기 때문에 일반화하기에는 다소 문제가 있을 수 있으나 중량충격음의 경우 슬라브 두께가 150mm에서 180mm로 증가 시 중량충격음은 역 A값으로 1~2dB, 경량충격음은 역 A값으로 1~2dB의 성능 개선을 보이는 것으로 판단된다.

따라서 슬라브의 두께 증가만으로는 기존의 완충재 사용시 새로운 기준인 중량충격음 역 A값 50dB이하의 성능을 만족시키기 어렵다고 판단된다.

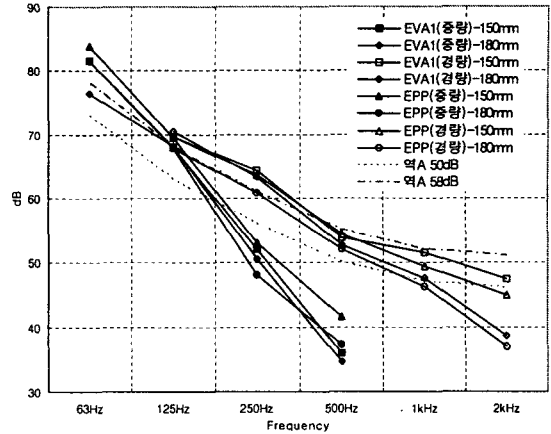


Fig. 5 슬라브 두께별 바닥충격음 성능

3. 중량충격음 특수구조 공법

3.1 중량충격음 저감용 특수구조 1

당사 현장 중 33평형에 시험 시공하였으며 벽체에 가까운 곳에는 고탄성계수의 EVA폼을 설치하며 중앙부분에는 저탄성계수의 폴리우레탄폼을 설치하는 1차 바닥구조를 갖는다. 이 위에 고화제로 둘러싸인 EPS패널을 설치하여 충격음에 대해 등분포 하중이 걸리도록 유도한다. (Fig. 6 참조)

본 연구 내용은 충격이 발생하면 이 충격력이 패널을 따라 흐르고 고탄성계수의 EVA폼으로 전달되게 된다. 이때 EVA폼의 위치는 강성이 강한 벽체 근처이므로 슬라브의 진동을 최소화 할 수 있다는 원리를 갖고 있다.

바닥충격음의 성능개선 이외에 경량기포콘크리트를 타설하지 않아도 되기 때문에 전체공정에서 습식공정을 하나 삭제할 수 있으며 이에 따르는 유무형적인 공사비 절감효과를 가져올 수 있다.

또한 일반적인 난방코일의 설치 방법인 U편 및 클립바의 설치도 기존 방법과 동일하며 재료의 마감 색상도 기존 경량기포콘크리트와 동일하기 때문에 기존의 작업자를 별다른 추가 교육없이 사용할 수 있다.

그러나 방의 규모가 커질 경우 패널의 크기도 동시에 커지기 때문에 제품양중에 문제점이 발생한다.

중량충격음 특수구조 1의 바닥충격음 성능은 150mm 슬라브 기준으로 중량충격음은 역 A값 47dB, 경량충격음은 역 A값 58dB로서 주로 중량충격음에 적합하도록 튜닝되었다. (Fig. 11 참조)

따라서 경량충격음에서도 양호한 성능을 발휘하도록 추가 연구 중이다.

Fig.7 ~10은 특수구조1의 시공순서에 대한 사진이다.

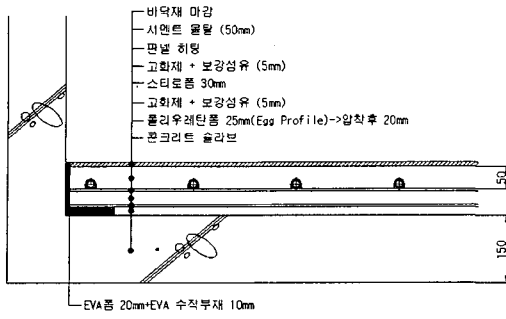


Fig. 6 특수구조1의 설치 단면도

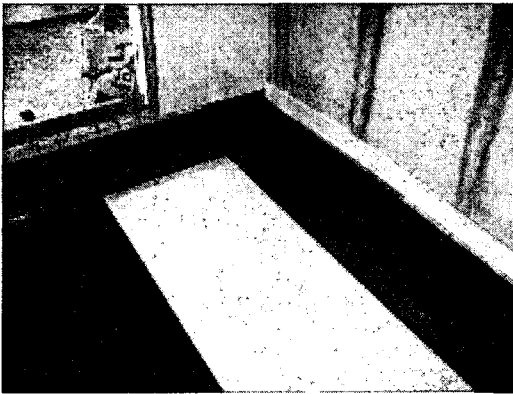


Fig. 7 고탄성 및 저탄성재 설치

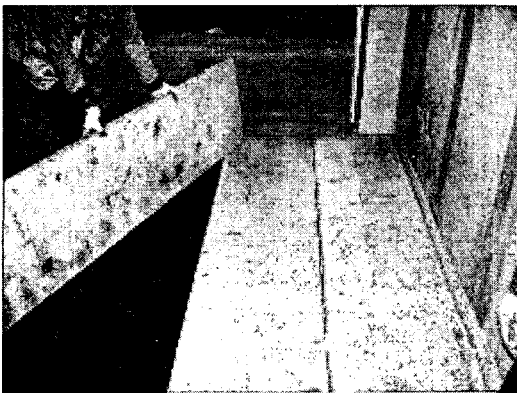


Fig. 8 패널 설치

3.2 중량충격음 저감용 특수구조2

당사 현장 중 38평형에 시험 시공하였으며 EVA폼을 150mm슬라브 위에 시공하였으며 본 재료 상부 위에 마감 몰탈의 강성 증대 및 난방코일을 고정하기 위한 플라스틱

패널을 설치한다. 플라스틱 패널위에 난방코일을 설치한 후 마감몰탈로 마감하는 방법을 사용하였다.(Fig. 12~13 참조)



Fig. 9 패널 설치 완료

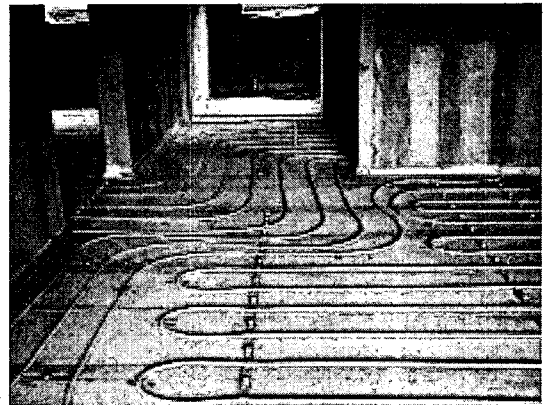


Fig. 10 난방코일 설치 후 마감몰탈 타설

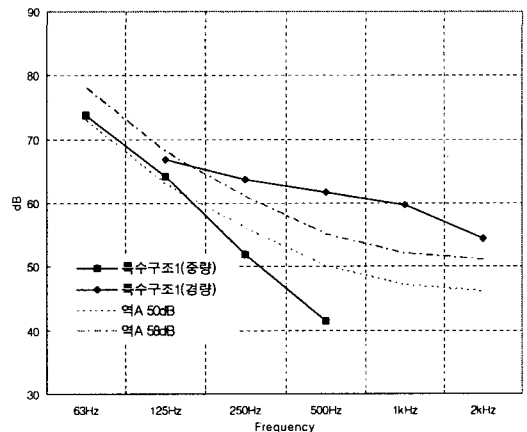


Fig. 11 특수구조1의 바닥충격음 성능

이는 기계의 방진에서 방진기대의 질량을 증대시켜 진동을 제어하는 방법에서 착안한 것으로 EVA를 제외한 상부층을 기존의 경량기포콘크리트에서 마감몰탈로 대체함으로써 중량충격을 저감할 수 있는 방법이다.

이 방법은 공동주택 전체의 질량을 3%정도 증가시키며 이에 따르는 구조체의 미세한 부분적 설계변경이 필요한 공법이다.

중간에 위치한 플라스틱 패널의 경우 기존 방법인 U편은 사용할 수 없으나 클립마 설치가 가능하도록 설계하였으며 변형 U편을 사용하여 기존의 방법과 대비하여 시공성을 확보할 수 있도록 하였다.(Fig. 14 참조)

중량충격음 특수구조 2의 바닥충격음 성능은 150mm 슬라브 기준으로 중량충격음은 역 A값 50dB, 경량충격음은 역 A값 54dB로서 양쪽 모두 만족한 결과를 보였다. (Fig. 15 참조)

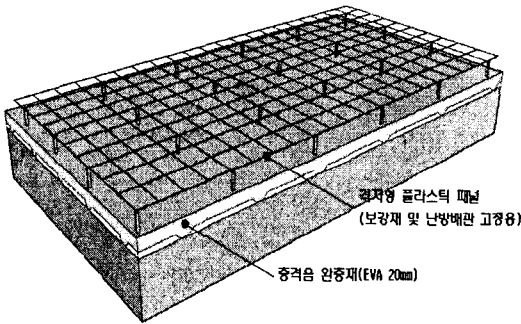


Fig. 12 특수구조2의 시공상태(마감몰탈 전)

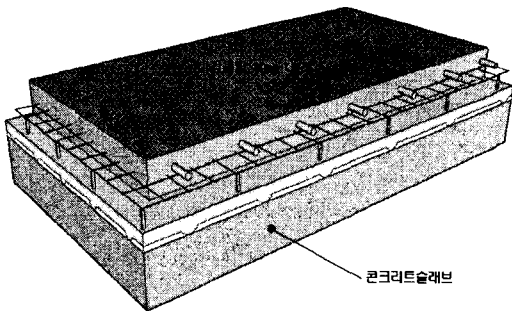


Fig. 13 특수구조2의 시공상태(마감몰탈 후)

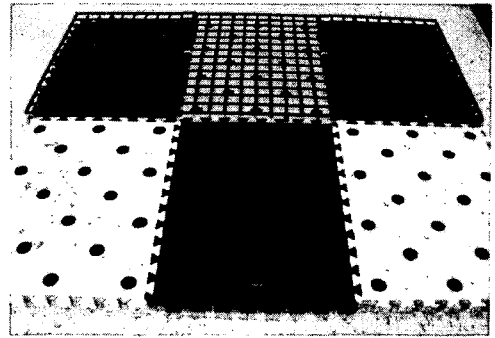


Fig 14 특수구조2의 바닥구조

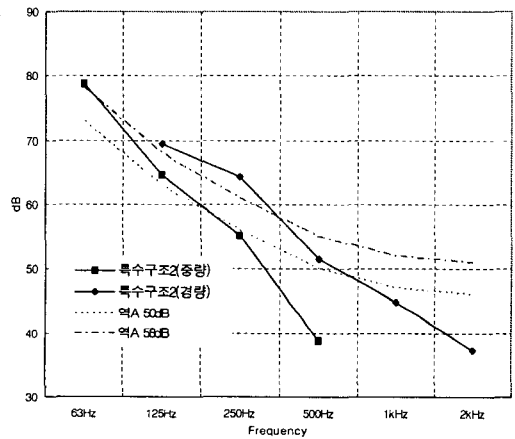


Fig. 15 특수구조2의 바닥충격음 성능

3.3 향후 연구계획

가장 오랜 기간 동안 알려지고 또 지금도 일부에서는 사용하고 있는 완충재는 글라스 파이버이다. 글라스 파이버는 완충의 효과 및 단열 효과가 있으며 그 성능 또한 완벽한 시공 시에는 효과가 큰 것으로 알려져 있다.

그러나 글라스 파이버의 경우 한번 압축되었을 경우 원상복원이 힘들고 수분에 약하기 때문에 수분이 흡착될 경우 성능에 이상이 발생할 수 있다.

따라서, 복원에 문제가 없으며 글라스 파이버만큼 완충의 효과가 있는 완충재를 개발하고자 한다. 그러나 완충이 소히 말하느 스펀지 정도로 변위가 발생할 경우 상부의 경량기포콘크리트 및 몰탈층에 크랙이 발생할 수 있기 때문에 이부분에서의 연구가 진행되어야 할 것이다.

4. 결론

기존의 바닥충격음 저감재에서부터 특수구조로 개발된 저감공법에 이르기까지 중량충격음을 저감할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였다.

보편적으로 알려졌던 바닥충격음 저감대책인 완충재의 삽입 구조를 통한 뜯 바닥 구조의 경우 150mm 슬라브 기준으로 중량충격음은 역 A값 53~55dB, 경량충격음은 역 A값 53~58dB의 범위를 보였다.

150mm 슬라브에서 180mm 슬라브로 두께를 증가시 중량충격음은 역 A값 1~2dB, 경량충격음은 역 A값 1~2dB의 성능 향상을 보였다.

본 연구를 통해 개발된 특수구조1과 2의 경우 150mm 슬라브 기준으로 중량충격음이 역 A값 47~50dB의 범위를 보여 향후 추가 연구진행시 범규를 만족하는 완충구조를 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 김경우 외 3인, 2004, “바닥충격음 저감방안에 따른 성능평가”, 한국소음진동공학회논문집, pp. 811~818
- (2) 김경우 외 3인, 2003, “바닥충격음레벨 영향요인 분석”, 소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 255~260
- (3) 한국표준협회, 2001, KS F 2810-1 바닥충격음 차단성능 현장측정방법 제 1부 : 표준 경량충격원에 의한 방법.
- (4) 한국표준협회, 2001, KS F 2810-2 바닥충격음 차단성능 현장측정방법 제 2부 : 표준 중량충격원에 의한 방법.
- (5) 이병권, 전진용, 2002, “바닥충격에 의한 공동주택의 바닥, 벽, 천장의 진동 및 소음방사특성, 대한건축학회 춘계학술대회 논문집.