



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0090150  
(43) 공개일자 2017년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E04F 15/20 (2006.01) E04B 1/84 (2006.01)  
E04B 5/02 (2006.01) E04C 2/288 (2006.01)  
E04C 2/52 (2006.01)

(52) CPC특허분류

E04F 15/206 (2013.01)  
E04B 1/86 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0010657

(22) 출원일자 2016년01월28일

심사청구일자 2016년01월28일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(주)반석인더스트리즈

경상남도 김해시 장유면 장유로373번길 50

(72) 발명자

김진국

경상남도 사천시 정동면 여옥길 36 송보파인빌아  
파트 203동 1201호

서재찬

경상남도 김해시 율하3로 76, 802동 1002호 (율하  
동, 신리마을 중앙하이츠8단지)

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 8 항

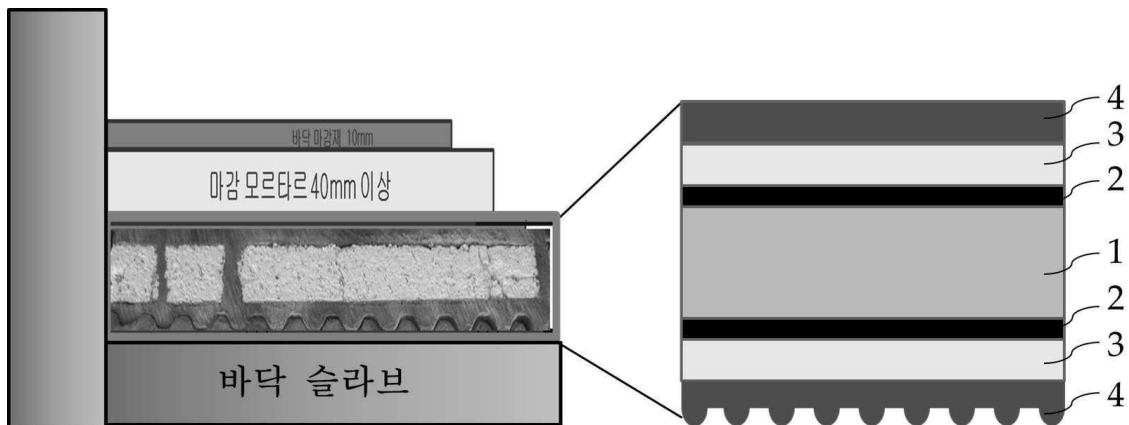
(54) 발명의 명칭 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템

(57) 요약

본 발명은 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템에 관한 것으로, 상세하게는 경량기포 콘크리트층; 상기 경량기포 콘크리트층 양면에 위치한 콜로이드층; 상기 양면에 위치하는 콜로이드층 각각의 외측에 위치하는 제1 고무층; 및 상기 양면에 위치하는 제1 고무층 각각의 외측에 위치하는 제2 고무층;을 포함하되, 상기 제1 고무층

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



은 페타이어 고무(waste tire rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하며, 상기 제2 고무층은 재활용 고무(returned rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템에 관한 것이다.

상기 소음방지 판넬 시스템은 4가지 이상의 이중소재로 구성되어 소음 및 진동을 효과적으로 차단할 수 있어 바닥구조의 두께를 얇게 형성시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 재활용 고무(returned rubber) 및 페타이어 고무(waste tire rubber)를 사용함으로써 저가로 제조할 수 있어, 가격경쟁력을 높일 수 있다는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

**E04C 2/288** (2013.01)

**E04C 2/50** (2013.01)

**E04C 2/52** (2013.01)

**E04B 2001/8466** (2013.01)

**E04F 2290/041** (2013.01)

**E04F 2290/044** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016002240002

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 글로벌탄환경기술개발사업

연구과제명 No-binding을 위한 최적 분쇄설비 및 폐고무 물질재활용 시스템 개발

기 여 율 70/100

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2016.08.01 ~ 2019.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N0001593

부처명 산업통상자원부 한국산업기술진흥원

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 기업연계형 연구개발 인력양성사업

연구과제명 미래형 고무제품개발과 고급인력양성사업

기 여 율 30/100

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2020.02.29

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

경량기포 콘크리트층;

상기 경량기포 콘크리트층 양면에 위치한 콜로이드층;

상기 양면에 위치하는 콜로이드층 각각의 외측에 위치하는 제1 고무층; 및

상기 양면에 위치하는 제1 고무층 각각의 외측에 위치하는 제2 고무층;을 포함하되,

상기 제1 고무층은 폐타이어 고무(waste tire rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하며, 상기 제2 고무층은 재활용 고무(returned rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 고무층은 폐타이어 고무(waste tire rubber) 및 재활용 고무(returned rubber)를 혼합하여 사용되는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 재활용 고무(returned rubber)는 폐 에틸렌 프로필렌 고무(Ethylene Propylene Rubber, EPDM)를 포함하는 것을 특징으로 하는 소음방지 판넬 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 고무층 및 제2 고무층은 내부에 기공(hollow) 또는 발포(foam) 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2 고무층은 표면에 돌기 형태로 갖는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 콜로이드층은 겔 상태의 콜로이드 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템은 58 내지 70 mm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템.

## 청구항 8

바닥 슬라브 상부로 제1항에 따른 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 적층하는 단계(단계 1); 및

상기 소음방지 판넬 시스템 상부에 바닥 몰타르(mortar)를 시공한 후 장판을 설치하는 단계(단계 2);를 포함하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 포함한 바닥 시스템 시공방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템에 관한 것이다. 상세하게는, 경량기포 콘크리트층; 상기 경량기포 콘크리트층 양면에 위치한 콜로이드층; 상기 양면에 위치하는 콜로이드층 각각의 외측에 위치하는 제1 고무층; 및 상기 양면에 위치하는 제1 고무층 각각의 외측에 위치하는 제2 고무층;을 포함하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 우리의 주거문화에서 고층 아파트를 중심으로 한 공동주택의 비중은 절대적이다. 본격적인 산업화와 도시화 이후, 주택 부족 문제를 해결하는 가장 효율적 수단은 고밀도 개발을 전제로 한 공동주택의 공급이었다. 실제로 공동주택의 공급은 2002년 주택보급률 100% 달성으로 이어졌으며, 이후에도 지속적으로 증가하여 2010년에는 공동주택이 전체 주택의 70% 이상을 차지하기도 하였다. 이와 같이 공동주택의 공급에 의해 주택의 양적 문제는 어느 정도 해결되었으나, 쾌적한 주거환경과 삶의 질에 대한 욕구가 증대됨에 따라 공동주택 관련 분쟁이 증가하고 있다.

[0004] 과거 공동주택과 관련한 분쟁은 주로 일조권, 조망, 재개발 등 재산권의 침해가 주원인이었지만, 최근 들어서는 층간소음이 사회문제화되고 있으며, 이는 공동주택에서의 주거환경과 삶의 질에 대한 관심이 증가하고 있음을 의미한다. 더욱이 층간소음에 따른 이웃 사이의 분쟁은 일상적인 이웃 간의 갈등을 넘어 폭력, 방화, 살인으로까지 확대되는 등 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다. 이에 따라 정부에서는 층간소음 관련 분쟁을 예방 및 해결하기 위한 다양한 시책을 마련하고 있다. 이러한 사회적 분위기를 반영하여 층간소음을 줄이기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

[0006] 층간소음은 문언적으로 복층 건축물에 있어서 상·하층간에 발생할 수 있는 모든 소음을 의미하나 법적 개념으로는 공동주택의 슬라브를 통하여 각 단위 세대로 전달되는 소음과 진동을 총칭한다고 할 수 있다. 상기 층간소음의 발생원인으로는 원가절약을 위한 건설업체의 슬라브 두께 감소와 고분자 차음재료의 미개발을 대표적으로 꼽을 수 있다. 최근 국토교통부와 환경부가 마련한 ‘공동주택 층간소음 기준에 관한 규칙(2014.4 입법예고)’에서는 상·하 인접세대뿐 아니라 좌·우 인접세대에서 발생하는 소음도 층간소음의 정의로 포함되어 있다. 그러나 이는 분쟁조정을 위한 법적기준을 제시한 것이고, 실제로 공동주택 건설 단계에서는 ‘주택건설기준 등에 관한 규정’을 통하여 「바닥충격음」만이 구체적인 기준으로 사용되고 있어 층간소음 저감을 위한 기술개발 또한 슬라브 상에 설치되는 바닥구조 개선에 집중되고 있다.

[0008] 상기 층간소음을 줄이기 위한 바닥구조는 크게 방진체의 적층을 통한 ‘다층완충구조’와 소리 이동통로 형성을 통한 ‘뚝바닥 구조’가 있다.

[0009] 그 중 다층완충구조는 슬라브 상부에 완충재를 순차적으로 적층하여 마감재에 가해진 충격을 수직방향으로 감쇄하는 구조로, 현재 공동주택 건설에 있어 가장 일반적으로 사용되고 있으며 그 완충재로는 발포성 재료, 탄성 재료, 유동성 재료 등이 선택적으로 사용되고 있으며, EPS, EVA, EPP, ALC등이 시트, 패널, 양생, 입자체 등의 형태로 활용되고 있다. 이와 관련된 종래의 기술로 대한민국 공개특허 제10-2013-0131518호에서는 다층완충구조의 바닥 구조를 개시하고 있으며, 상세하게는, 차음재층, 경량기포 콘크리트층을 포함하는 바닥구조를 개시하고 있다.

- [0010] 하지만, 상기 다층완충구조의 경우, 층간소음 저감 성능이 상대적으로 낮다는 문제점을 가지고 있다.
- [0012] 한편, 뜬바닥 구조를 갖는 바닥 시스템은 기존 사무실, 공장 등에서 사용되는 액세스 플로어를 층간소음 방지 목적으로 공동주택의 슬라브 상부에 적용하여 공기층을 통해 마감재에의 충격을 수평방향으로 분산하는 구조로, 기존 액세스 플로어의 구성에 생활 소음에 대응하는 방진, 방음, 차음 기능을 수행하도록 공기층뿐 아니라 탄성체를 이용한 방진재, 방음, 차음재가 조합되는 형태로 적용되어 왔다. 이와 관련된 종래의 기술로 대한민국 등록특허 제20-0350960호에서는 뜬바닥 구조로 설치되는 방음 방진재를 기재하고 있으며, 상세하게는 재질은 고무계이며, 소음을 차단하기 위한 공기층을 형성시킴과 동시에 슬라브 상면에 지지되어 슬라브에 발생하는 진동을 완충시키기 위하여 일정간격을 유지한 채 종횡으로 다수열 돌출 형성된 다수의 방진돌기와, 상기 기포콘크리트층이나 시멘트 몰탈층을 평면상으로 지지하기 위한 판상의 완충받침부로 이루어져 상기 슬라브 위에 일정 높이로 떠있는 상태로 설치되는 뜬바닥 구조층을 형성하도록 구성된 것을 특징으로 방음 방진재를 개시하고 있다. 하지만, 상기 뜬바닥 구조의 경우, 층간 소음 저감 성능은 우수하나, 가격이 비싸다는 점과 바닥구조가 두꺼워져 세대간의 실내높이를 낮추는 문제점을 가지고 있다.
- [0013] 즉, 노후화된 공동주택의 재건축 및 리모델링 시 고체 전달음의 개선을 위해서는 현재의 층간소음 방지 방식으로는 효과적인 개선이 구조적으로 불가능하다. 그 이유는 공동주택 층간소음기준을 만족하는 구조는 두터운 평균 약 180 mm이상의 콘크리트 슬라브 위에 차음재와 단열재가 다층으로 구성되어야 하나, 2002년 이전에 지어진 공동주택은 슬라브 두께가 약 160 mm 이하이고 단일층의 층고가 높지 않기 때문에 표준바닥구조를 적용할 경우 바닥구조가 두터워져서 세대의 실내높이가 낮아지게 된다.
- [0014] 또한, 현재 공동주택을 포함한 국내의 모든 복합빌딩의 층간소음을 제어하기 위하여 사용되고 있는 방식은 슬라브의 두께를 두껍게 하거나 이중바닥구조를 적용하여 차음재를 사용하는 것이며, 국내 바닥충격음 저감에 대한 연구방향도 이에 맞추어져 있다.
- [0015] 그러나 이와 같은 방식은 현장 시공 시 공정이 복잡하여 공사비와 공사기간이 대체로 증가하는 요인이 될뿐 아니라, 경량충격소음 제어에는 효과적일 수 있으나, 중량충격음 제어에는 여전히 부족한 현실이다.
- [0017] 이에 본 발명자들은 층간 소음 저감 성능 및 진동 차단성이 우수하여 얇은 바닥구조를 형성할 수 있고, 폐고무를 이용하여 가격 경쟁력 또한 우수한 바닥 구조를 형성하기 위해, 재활용 및 폐타이어 고무층, 경량기포 콘크리트층 및 콜로이드층을 포함하는 소음방지 판넬 시스템을 개발하고 본 발명을 완성하였다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0019] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2013-0131518호  
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제20-0350960호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0020] 본 발명의 목적은 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템에 관한 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0022] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은  
[0023] 경량기포 콘크리트층;

- [0024] 상기 경량기포 콘크리트층 양면에 위치한 콜로이드층;
- [0025] 상기 양면에 위치하는 콜로이드층 각각의 외측에 위치하는 제1 고무층; 및
- [0026] 상기 양면에 위치하는 제1 고무층 각각의 외측에 위치하는 제2 고무층;을 포함하되,
- [0027] 상기 제1 고무층은 폐타이어 고무(waste tire rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하며, 상기 제2 고무층은 재활용 고무(returned rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 제공한다.
- [0029] 또한, 본 발명은
- [0030] 바닥 슬라브 상부로 상기 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 적층하는 단계(단계 1); 및
- [0031] 상기 소음방지 판넬 시스템 상부에 바닥 몰타르(mortar)를 시공한 후 장판을 설치하는 단계(단계 2);를 포함하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 포함한 바닥 시스템 시공방법을 제공한다.

### 발명의 효과

- [0033] 본 발명의 소음방지 판넬 시스템은 4가지 이상의 이종소재로 구성되어 소음 및 진동을 효과적으로 차단할 수 있어 바닥구조의 두께를 얇게 형성시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 재활용 고무(returned rubber) 및 폐타이어 고무(waste tire rubber)를 사용함으로써 저가로 제조할 수 있어, 상기 소음방지 판넬 제조시 가격경쟁력을 높일 수 있다는 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명에 따른 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 나타낸 모식도이고,
- 도 2a는 콜로이드 물질의 솔(sol) 상태와 겔(gel) 상태를 비교하여 나타낸 모식도이고,
- 도 2b는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조되는 비투민(bitumen)으로 구성된 콜로이드층의 제조 과정을 나타낸 사진이고,
- 도 3은 본 발명의 실시예 1 및 비교예 1에 따라 제조된 소음방지 판넬 시스템의 동탄성 계수를 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 경량기포 콘크리트층;
- [0037] 상기 경량기포 콘크리트층 양면에 위치한 콜로이드층;
- [0038] 상기 양면에 위치하는 콜로이드층 각각의 외측에 위치하는 제1 고무층; 및
- [0039] 상기 양면에 위치하는 제1 고무층 각각의 외측에 위치하는 제2 고무층;을 포함하되,
- [0040] 상기 제1 고무층은 폐타이어 고무(waste tire rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하며, 상기 제2 고무층은 재활용 고무(returned rubber)를 20 내지 30 중량%로 함유하는 것을 특징으로 하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 제공한다.
- [0042] 이하, 본 발명에 따른 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 도면을 참고하여 상세히 설명한다.
- [0044] 본 발명에 따른 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템은 고층복합빌딩 또는 고층공동주택의 층간소음을 차단하기 위한 것으로, 바닥 슬라브와 바닥 마감재 사이에 놓일 수 있다.

- [0045] 상기 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템은 경량기포 콘크리트층을 중심부로 하여 양면에 대칭적으로 콜로이드층이 있으며, 상기 콜로이드 층 일면으로 제1 고무층이 적층되어 있으며, 상기 제1고무층 일면으로 제2 고무층이 적층된 구조를 하고 있다.
- [0046] 상기 적층구조를 갖는 소음방지 판넬 시스템은 도 1에 나타난 바와 같이, 고층복합빌딩 또는 고층공동주택의 바닥 슬리브 위로 제2 고무층(4), 제1 고무층(3), 콜로이드층(2), 경량기포 콘크리트층(1), 콜로이드층(2), 제1 고무층(3) 및 제2 고무층(4)이 순차적으로 적층될 수 있다.
- [0048] 상기 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템은 서로 다른 재료가 다층 적층된 형태를 하고 있으며, 이를 통해 층간에 발생하는 소음 및 진동을 효과적으로 차단할 수 있다.
- [0049] 즉, 흡음 성능이 우수한 고분자 물질인 제1 고무층 및 제2 고무층이 1차적으로 층간에 발생하는 소리 및 진동을 흡수하고, 콜로이드층 및 경량기포 콘크리트층을 통과하면서 각기 다른 재료의 다른 주파수를 통과로 인해 간섭을 일으켜 소음을 감쇠시킴으로써 소음 및 진동을 효과적으로 차단할 수 있다.
- [0051] 또한, 상기 경량기포 콘크리트가 무기재료이고 콜로이드층, 제1 고무층 및 제2 고무층이 유기재료로 구성되어 상기 무기 및 유기재료의 조합을 통해 종래의 고분자 재료로만 구성된 소음방지 판넬이 가진 문제점인 연성이 높아 동탄성계수 및 손실계수가 충분하지 못한 점을 해결할 수 있으며, 이를 통해 상기 소음방지 판넬 시스템에 발생하는 소음 및 진동을 보다 효과적으로 차단할 수 있다.
- [0052] 이때, 상기 동탄성 계수는 불완전 탄성재료의 탄성지수를 나타내는 것으로, 고무와 같은 불완전 탄성재료의 경우, 공명진동수 혹은 파동의 전파 속도를 이용하여 동역학 이론에 기초한 탄성계수를 구할 수 있는데, 이를 동탄성 계수라고 한다.
- [0053] 상기 동탄성 계수를 이용하면 불완전 탄성재료의 동탄성계수 측정시의 강도를 계산할 수 있기 때문에 동탄성 계수는 불완전 탄성재료인 바닥완충재의 구조성능을 평가하는 기준이라고 할 수 있다.
- [0054] 이에, 상기 동탄성 계수가 높은 재료일수록 상대적으로 높은 강도를 갖는 경질의 완충재이지만 흡음성능과 진동 저감 성능이 떨어지는 재료일 수 있고, 동탄성 계수가 낮은 재료일수록 상대적으로 낮은 강도를 갖는 연질의 완충재이지만 우수한 흡음성능과 진동 저감 성능을 갖춘 완충재라고 할 수 있다.
- [0055] 또한, 손실계수는 하중이 가려진 완충재가 흡수하여 발산하는 에너지에 대한 성능을 의미하는 값으로, 상기 손실계수가 높을수록 바닥완충재가 많은 에너지를 흡수할 수 있어, 손실계수가 높은 재료일수록 충격에 대한 흡수 성능이 우수한 완충재라고 볼 수 있다.
- [0057] 본 발명의 소음방지 판넬 시스템은 폐고무를 이용하여 층간소음을 차단하는 친환경적이고, 가격경쟁력이 우수한 소음방지 판넬 시스템이다.
- [0058] 특히, 본 발명의 소음방지 판넬 시스템은 서로 다른 재료를 포함하는 고무층을 2겹 사용하여 소음 및 진동을 더욱 효과적으로 차단하였다.
- [0060] 이때, 상기 제1 고무층은 페타이어 고무(waste tire rubber)를 포함하며, 상기 페타이어 고무(waste tire rubber)에는 천연고무, 스타이렌 뷰타다이엔 고무(styrene butadiene rubber, SBR)가 포함될 수 있다.
- [0061] 특히, 제1 고무층은 상기 페타이어 고무(waste tire rubber)를 20 내지 30 중량% 포함하는 것이 바람직하며, 또한, 상기 페타이어 고무(waste tire rubber)와 재활용 고무(retured rubber)를 혼합하여 제조하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0062] 이는 흡음 특성 및 상기 고무의 물성을 보다 우수하게 하기 위한 것으로, 만약, 상기 제1 고무층에 페타이어 고무(waste tire rubber)를 20 중량% 미만 첨가할 경우, 제조 원가가 올라가는 문제와 상기 제1 고무층에서 흡음 특성을 향상시키기 위한 기공(hollow) 또는 발포(foam) 구조를 형성하기 어려운 문제가 발생할 수 있고, 상기 제1 고무층에 페타이어 고무(waste tire rubber)가 30 중량%를 초과하여 첨가될 경우, 페타이어 고무 배합시 혼



합이 잘되지 않는 문제가 발생하여 층간 소음방지 기능이 저하되는 문제가 발생할 수도 있다.

- [0064] 또한, 상기 제2 고무층은 재활용 고무(returned rubber)를 포함하고 있다.
- [0065] 상기 재활용 고무(returned rubber)는 고무제품 생산시, 어떠한 품질문제 또는 다른 이유에 의해서 사용할 수 없게된 고무일 수 있으며, 또는 고무산업 생산현장에서 발생하는 폐고무일 수 있다. 예를 들어, 자동차 가죽시트, 호스, 세탁기 가스켓 등에 사용되었던 고무일 수도 있다. 특히, 상기 재활용 고무에는 폐 에틸렌 프로필렌 고무(waste EPDM)가 포함될 수 있는데, 상기 폐 에틸렌 프로필렌 고무(waste EPDM)의 경우, 폐타이어에 이어 발생량이 많지만 이를 활용한 연구가 부족한 상태이다. 이에, 상기 제2 고무층에 폐 에틸렌 프로필렌 고무(waste EPDM)와 같은 재활용 고무를 재사용함으로써, 지구의 온난화와 같은 환경문제를 줄일 수 있고, 폐기물 처리에 대한 부담도 줄일 수 있다.
- [0067] 이때 상기 제2 고무층은 내열성이 우수한 층을 형성하고, 제조단가도 낮추기 위해 재활용 고무(returned rubber)를 20 내지 30 중량% 포함하는 것이 바람직하다.
- [0068] 예를 들어, 상기 제1 고무층은 재활용 고무 중 에틸렌 프로필렌 고무(Ethylene Propylene Rubber, EPDM)가 약 25 중량% 포함되어 제조될 수 있다.
- [0069] 만약, 상기 제2 고무층에 재활용 고무(returned rubber)가 20 중량% 미만 첨가할 경우, 상기 고무층을 형성하는데 있어서 폐고무를 재활용하는 비율이 낮아져 제조비용을 높이는 문제가 발생할 수 있고, 상기 제2 고무층에 재활용 고무(returned rubber)가 30 중량%를 초과하여 첨가될 경우, 재활용 고무를 사용하기 위해 고무를 배합하는 과정에서 배합이 잘되지 않는 문제가 발생할 수 있다.
- [0071] 본 발명의 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템은 상기와 같이 제1 고무층 및 제2 고무층의 서로 특성이 상이한 고무층을 포함하고 있어, 내구성 및 흡음성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0072]
- [0073] 한편, 상기 소음 빔 진동을 더욱 차단하기 위해, 상기 제1 고무층 및 제2 고무층은 내부에 기공(hollow) 또는 발포(foam)구조를 갖는 것이 보다 바람직하다.
- [0074] 상기 제1 고무층 및 제2 고무층은 내부에 기공(hollow) 또는 발포(foam)구조를 가짐으로써, 상기 적층구조만으로는 차단되지 못한 소음 및 진동을 미세 차단하여 2차적으로 소음 및 진동을 차단할 수 있다.
- [0076] 또한, 상기 소음 빔 진동을 더욱 차단하기 위해, 바닥 슬라브와 닿는 부분에 놓이는 제2 고무층은 표면에 돌기 형태를 갖는 것이 보다 바람직하다.
- [0077] 도 1에 나타난 바와 같이, 상기 제2 고무층 중 바닥 슬라브와 닿는 부분에 놓인 제2 고무층이 표면에 돌기 형태를 가질 경우, 상기 돌기 형태에 의해 바닥 슬라브와 제2 고무층 사이에 공기층이 형성되고, 상기 공기층에 의해 소음 및 진동이 더욱 차단됨으로써, 3차적으로 소음 및 진동을 차단할 수 있다.
- [0079] 한편, 상기 소음방지 판넬 시스템의 경량기포 콘크리트층을 구성하는 경량기포 콘크리트는 시멘트의 슬러리 속에 기포제의 물리적 계면활성 작용에 의해 얻어진 기포를 혼합시켜 양생한 콘크리트로, 포트랜드 시멘트, 슈퍼플루 시멘트 및 모르타르 시멘트가 포함여 제조될 수 있으나 이에 제한된 것은 아니며, 종래에 사용되는 경량기포 콘크리트가 사용될 수도 있다.
- [0080]
- [0081] 한편, 본 발명의 경량기포 콘크리트층은 판상으로 제조되어 설치되는 것으로, 종래의 경량기포 콘크리트층을 형성시키는 방법과는 달리, 시공의 편리성과 경제성을 높일 수 있고, 보다 얇은 소음방지 판넬을 제조할 수 있다는 장점이 있다.



- [0082] 즉, 종래의 경우, 바닥 슬라브 위에 20 내지 30 mm의 차음재를 설치한 다음 그위에 70 내지 80 mm의 경량기포 콘크리트를 습식공법으로 타설하는 반면 본 발명의 경우, 차음재를 설치하지 않고, 두께 약 28 내지 40 mm의 판상으로 제조된 경량기포콘크리트층을 상기 콜로이드층 사이에 형성시킴으로써, 두께 약 58 내지 70 mm인 상대적으로 얇은 소음방지 판넬을 형성할 수 있다는 장점이 있다.
- [0083]
- [0084] 또한, 상기 소음방지 판넬 시스템의 콜로이드층을 구성하는 콜로이드는 겔 상태인 콜로이드 물질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0085] 콜로이드액은 콜로이드 입자가 액체 중에 분산되어 있는 액, 즉 고체의 분산질이 액체의 분산매에 분산된 현탁액(emulsion)으로 이 상태가 바로 솔(sol)이다. 만약 상기 콜로이드층이 솔 상태에 가까울 경우, 콜로이드층이 너무 묽어 소리 및 진동을 차단하는 기능을 제대로 수행할 수가 없다. 하지만 상기 솔 상태에서 입자의 수를 증가시켜 입자끼리 접촉해서 실과 같이 연결되어 매우 복잡한 구조로 변화하게 되면, 도 2a에 나타난 바와 같이 입자들이 자유로운 브라운(Brown)운동을 할 수 없어 유동성을 잃은 고체에 가까운 성질로 바뀌게 되어 분산질이 분산매와 더불어 고화된 이런 상태인 겔(gel) 상태가 되는데, 만약 콜로이드 상태가 이보다 더 유동성이 없는 고체상태가 되면, 내부 분자들의 유동성이 극히 제한되어 소음과 진동에 잘 견디기가 힘든 구조가 될 수 있다. 따라서 상기 콜로이드층에 사용되는 콜로이드 물질은 겔 상태인 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0087] 이때, 상기 콜로이드층은 콜로이드 물질로 비투민(Bitumen)을 사용할 수 있다. 상기 비투민(Bitumen)은 분자 콜로이드에 속하며, 그 구조가 비정질 상태이기에 다른 여타의 미셀 콜로이드나 입자 콜로이드에 비해서 그 유동성의 제한된 구조이다. 이는 분산상이 가스이고 분산매는 고체상태인 콜로이드 구조로, 상기 콜로이드층에 사용되어 소리 및 진동을 차단을 효과적으로 차단할 수 있다.
- [0089] 또한, 본 발명은
- [0090] 바닥 슬라브 상부로 상기 제조된 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 적층하는 단계(단계 1); 및
- [0091] 상기 소음방지 판넬 시스템 상부에 바닥 몰타르(mortar)를 시공한 후 장판을 설치하는 단계(단계 2);를 포함하는 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 포함한 바닥 시스템 시공방법을 제공한다.
- [0093] 이하 본 발명의 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 포함한 바닥 시스템 시공방법을 상세히 설명한다.
- [0095] 본 발명의 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 포함한 바닥 시스템 시공방법은 상기 차음부를 설치하는 공정없이 바닥 슬라브 상부로 두께 약 58 내지 70 mm로 제조된 상기 소음방지 판넬 시스템을 적층하고, 그 위로 종래의 공법과 같이 난방 및 전선을 설치하기 위한 약 40 mm의 몰타르(mortar)를 다시 습식공법으로 시공한 후, 마지막으로 장판이나 강화마루판을 설치되어, 총 두께 약 108 내지 120 mm의 얇은 바닥 시스템을 설치할 수 있다는 장점이 있다.
- [0096] 종래의 경우, 바닥 슬라브 상부로 20 내지 30 mm의 차음재를 설치한 후, 그 위로 70 내지 80 mm의 기포 콘크리트를 습식공법으로 타설한 후, 난방 및 전선을 설치하기 위한 약 40 mm의 몰타르(mortar)를 다시 습식공법으로 시공한 후, 마지막으로 장판이나 강화마루판을 설치하여, 총 두께 약 140 내지 160 mm로 시공되었다.
- [0097] 이에 반면, 상기 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 포함한 바닥 시스템은 종래의 바닥 시스템보다 얇게 형성될 수 있으며, 본 발명의 시공방법은 시공과정에서 습식공정이 종래의 방법보다 줄어들어 좀더 편리하게 시공할 수 있다는 장점을 가지고 있다.
- [0099] 이하, 실시예 및 실험예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0100] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0102] <실시예 1> 소음방지 판넬 시스템 제조(1)

[0103] 본 발명의 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 제조하기 위하여, 다음과 같은 단계를 통해 소음방지 판넬 시스템을 제조하였다.

[0104] 단계 1: 하기 표 1에 나타난 성분을 배합하여 제1 고무층을 형성하였다. 이때, 제1 고무층을 형성하기 위해 폐타이어 고무(waste tire rubber)를 20 중량% 및 재활용 고무 50 중량%를 사용하였다.

표 1

[0106]

| 물질        | 함량(중량%) |
|-----------|---------|
| 폐타이어 고무   | 20      |
| 재활용 고무    | 50      |
| 중탄(S1000) | 20      |
| 고무가루      | 5       |
| ST/A      | 5       |

[0108] 상기 표 1의 재료를 혼합한 후 개방 롤(open roll)을 이용하여 30 내지 40 °C의 온도에서 10분간 혼련하여 약 890 mm x 890 mm 크기 및 10 mm의 두께를 갖는 판상으로 고무층을 만들어 제1 고무층 2개를 제조하였다.

[0109] 이때, 몰드 표면을 돌기를 주어 가공한 금형을 이용하여 상기 제조된 고무층 여러 곳에 기공(hollow)을 형성시켰다.

[0110] 단계 2: 하기 표 2에 나타난 성분을 배합하여 제2 고무층을 형성하였다. 이때, 제2 고무층을 형성하기 위해 재활용 고무(returned rubber)를 약 26 중량% 사용하였다.

표 2

[0112]

| 물질                        | 함량(중량%) |
|---------------------------|---------|
| 폐 에틸렌 프로필렌 고무 (EPDM)      | 26      |
| 카본블랙 고무(carbon black FEF) | 23      |
| 탄산칼슘(CaCO <sub>3</sub> )  | 20      |
| 산화아연(ZnO)                 | 2.75    |
| 레진                        | 1       |
| 스테아르 산                    | 0.5     |
| 프로세스 오일                   | 0.75    |
| GS LP600N                 | 26      |

[0114] 상기 표 2의 재료를 혼합한 후 개방 롤(open roll)을 이용하여 30 내지 40 °C에서 10분간 혼련시켜 약 890 mm x 890 mm 크기 및 10 mm의 두께 갖는 판상으로 1개의 고무층과, 약 10 mm 두께 및 한면의 표면에 돌기형태를 갖는 고무층 1개를 만들어 총 2개의 제2 고무층을 제조하였다.

[0115] 단계 3: 비투민(Bitumen)을 사용하여 도 2b에 나타난 바와 같이, 약 890 mm x 890 mm 크기 및 5 mm두께를 갖는 콜로이드 판을 만들어 콜로이드층 2개를 제조하였다.

[0116] 단계 4: 목형으로 간단히 금형을 제작하여서 하기 표 3과 같은 배합비로 배합하여 경량기포 콘크리트를 제조하고, 약 약 890 mm x 890 mm 크기 및 28 mm두께를 갖는 경량기포 콘크리트층 2개를 제조하였다.

표 3

| 물질       | 합량(중량%) |
|----------|---------|
| 포트랜드 시멘트 | 40      |
| 슈퍼플루 시멘트 | 40      |
| 모르타르 시멘트 | 20      |

[0118]

[0120]

단계 5: 상기 제작된 표면에 돌기구조가 있는 제2 고무층, 제1 고무층, 콜로이드 판 및 경량기포 콘크리트를 적층하고, 다시 콜로이드 판, 제1 고무층 및 제2 고무층을 순서대로 적층하여 총 두께 약 58 mm를 갖는 본 발명의 폐고무를 이용한 소음방지 판넬 시스템을 제조하였다.

[0122]

<비교예 1>

[0123]

고분자만을 포함하는 소음방지 판넬 시스템을 제조하기 위해, 상기 실시예 1의 단계 4에서 경량기포 콘크리트를 제조하는 대신, 상기 단계 1의 제조방법으로 약 28 mm의 두께를 갖는 고무층을 제조하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 수행하여 소음방지 판넬 시스템을 제조하였다.

[0125]

<비교예 2>

[0126]

단일종류의 고무만을 포함하는 소음방지 판넬 시스템을 제조하기 위해, 상기 실시예 1의 단계 2에서 상기 제2 고무층을 제1 고무층과 동일하게 제조하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 수행하여 소음방지 판넬 시스템을 제조하였다.

[0128]

<실험예 1> 제1 고무층의 물성 측정

[0129]

본 발명에 따라 제조된 제1 고무층의 물성을 확인하기 위하여, 실시예 1에서 제조된 제1 고무층에 대하여, 이하와 같은 실험을 수행하였다.

[0131]

실시예 1에 의해 제조된 제1 고무층의 쇼어(Shore) 경도, 인장강도 및 연신율을 측정하기 위해 쇼어경도기 및 UTM(Universal Testing Machine)를 이용하여 이를 측정하였으며, 그 결과를 하기에 나타내었다.

[0133]

실시예 1에서 제조된 제1 고무층의 쇼어(Shore) 경도, 인장강도 및 연신율 측정 결과, 쇼어 경도 A 50, 인장강도 약  $66 \text{ kg/cm}^2$  및 연신율 약 307 %로 나타났다. 그 중, 상기 제1 고무층의 인장 강도는 일반고무의 약 63 %에 해당하는 값으로, 상기 제 1고무층에서 사용된 폐고무의 재료비가 일반고무의 약 13% 밖에 들지 않는다는 점을 감안했을 때, 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 제1 고무층은 물성 대비 가격 경쟁력이 매우 우수한 것을 알 수 있다.

[0134]

이를 통해 제1 고무층에 페타이어 고무를 20 중량% 사용할 경우, 우수한 물성을 가지면서 저가로 제조될 수 있음을 알 수 있다.

[0136]

<실험예 2> 제2 고무층의 물성 측정

[0137]

본 발명에 따라 제조된 제2 고무층의 물성을 확인하기 위하여, 실시예 1에서 제조된 제2 고무층에 대하여, 이하와 같은 실험을 수행하였다.

[0139]

실시예 1에 의해 제조된 제2 고무층의 쇼어(Shore) 경도, 인장강도 및 연신율을 측정하기 위해 쇼어경도기 및

UTM(Universal Testing Machine)를 이용하여 이를 측정하였으며, 그 결과를 하기에 나타내었다.

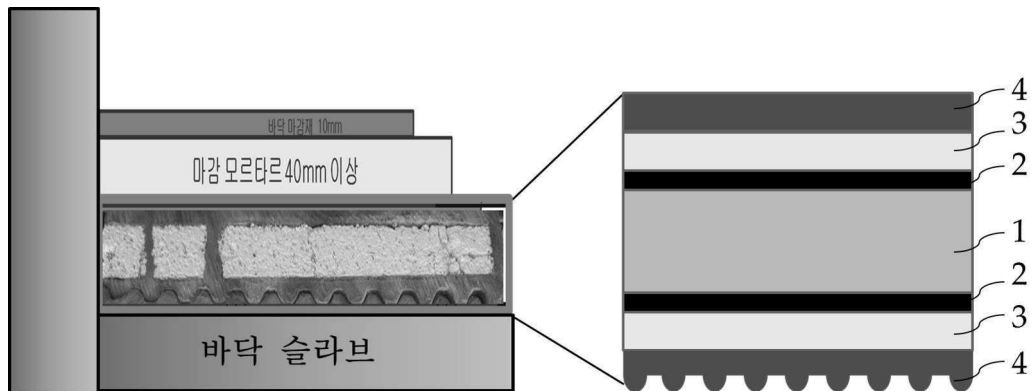
- [0140] 실시예 1에서 제조된 제2 고무층의 쇼어(Shore) 경도, 인장강도 및 연신율 측정 결과, 쇼어 경도 A 43, 인장강도 약 10.5 Mpa 및 연신율 약 577 %로 나타났다. 그 중 상기 제2 고무층에 사용된 페 에틸렌 프로필렌 고무(virgin-EPDM)의 인장강도 값은 일반 에틸렌 프로필렌 고무(virgin-EPDM)의 약 64 %에 해당하는 값으로, 상기 제2 고무층에 사용된 페 에틸렌 프로필렌 고무(virgin-EPDM)의 재료비가 일반 에틸렌 프로필렌 고무(virgin-EPDM) 재료비의 약 4 % 밖에 들지 않는다는 점을 감안했을 때, 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 제2 고무층은 물성 대비 가격 경쟁력이 매우 우수한 것을 알 수 있다.
- [0141] 이를 통해 제2 고무층에 재활용 고무를 26 중량% 사용할 경우, 재활용 고무를 사용하지 않은 경우와 유사한 물성을 갖으면서 더욱 저가로 제조될 수 있음을 알 수 있다.
- [0143] <실험예 3> 동탄성계수 비교
- [0144] 본 발명에 따라 제조된 소음방지 판넬 시스템의 흡음 특성을 확인하기 위하여, 실시예 1, 비교예 1 및 2에서 제조된 소음방지 판넬 시스템에 대하여, 이하와 같은 실험을 수행하였다.
- [0146] 실시예 1, 비교예 1 및 2에 의해 제조된 소음방지 판넬 시스템의 동탄성 치수의 측정은 동탄성계수(KS F 2868) 방법으로 측정하였으며, 그 결과를 도 3에 나타내었다.
- [0147] 상기 동탄성 계수란 공명진동수 혹은 파동의 전파 속도를 이용하여 동역학 이론에 기초하여 구한 불완전 탄성재료의 탄성계수로,  $MN/m^3$  단위를 사용한다. 상기 동탄성계수를 이용하여 불완전탄성재료의 강도를 계산할 수 있기 때문에 상기 동탄성계수는 불완전 탄성재료인 바닥완충재의 대표적인 구조성능 기준이라고 할 수 있다.
- [0148] 이때, 상기 동탄성 계수가 높을수록 상대적으로 높은 강도를 갖는 경질의 완충재이지만 흡음성능과 진동 저감 성능이 떨어질 수 있고, 상기 동탄성 계수 값이 낮을수록 상대적으로 낮은 강도를 갖는 연질의 완충재이지만 우수한 흡음성능과 진동 저감 성능을 갖춘 완충재라고 볼 수 있다. 따라서 경질과 연질의 특성을 참고하며 소음차단 판넬의 설계가 중요하다고 할 수 있다. 또한, 상기 동탄성 계수는 가열후에도 약  $\pm 20$  이내에 들어야 한다.
- [0150] 도 3에서 나타난 바와 같이, 경량기포 콘크리트층을 포함하고 있는 실시예 1의 경우가 그렇지 않은 비교예 1보다 동탄성 치수가 낮게 나타남을 알 수 있으며, 서로 특성이 상이한 고무층을 포함하고 있는 실시예 1의 경우가 단일고무층을 사용한 비교예 1보다 동탄성 치수가 낮게 나타남을 알 수 있다.
- [0151] 상기 동탄성 계수는 불완전 탄성재료의 탄성지수를 나타내는 것으로, 동탄성계수가 낮을수록 상대적으로 낮은 강도를 갖는 연질의 완충재이지만 우수한 흡음성능과 진동 저감 성능을 갖춘 완충재라고 할 수 있으므로, 이를 통해 경량기포 콘크리트층을 포함하고, 서로 특성이 상이한 고무층을 포함하는 본 발명의 소음방지 판넬 시스템이 소음 및 진동 저감 성능이 매우 우수함을 알 수 있다.

## 부호의 설명

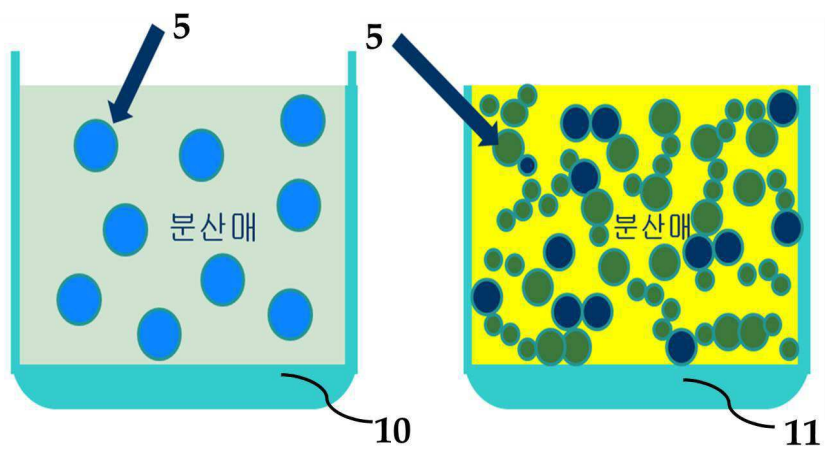
- [0153] 1: 경량기포 콘크리트층  
2: 콜로이드층  
3: 제1 고무층  
4: 제2 고무층  
5: 콜로이드 입자  
10: 솔(sol) 상태의 콜로이드  
11: 겔(gel) 상태의 콜로이드  
12: 비투민(bitumen)

도면

도면1



도면2a



도면2b



도면3

