



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0070669
(43) 공개일자 2023년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 20/10 (2006.01) B28B 23/02 (2006.01)
C04B 20/00 (2006.01) C04B 22/06 (2006.01)
C04B 22/14 (2006.01) C04B 28/02 (2006.01)
C04B 38/10 (2006.01) C09K 5/02 (2006.01)
E04C 2/04 (2017.01) C04B 103/00 (2006.01)
C04B 111/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 20/1066 (2013.01)
B28B 23/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0156492

(22) 출원일자 2021년11월15일

심사청구일자 2021년11월15일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

허종완

인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28 송도글로벌
별캠퍼스푸르지오 110동 2202호

경주현

인천광역시 연수구 아카데미로 119 인천대학교
제1기숙사 A동 901호

(74) 대리인

수안특허법인

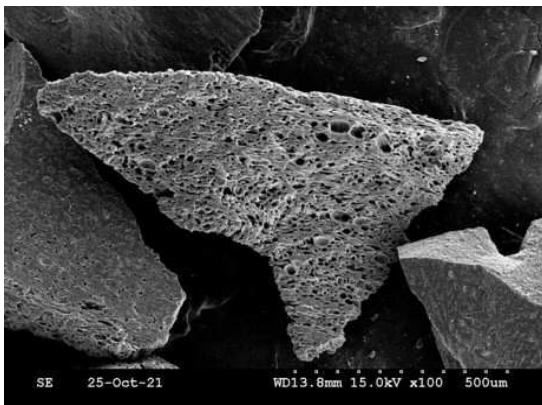
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 줄-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재 적용 고축열 경량발포콘크리트 패널 및 이의 제조방법

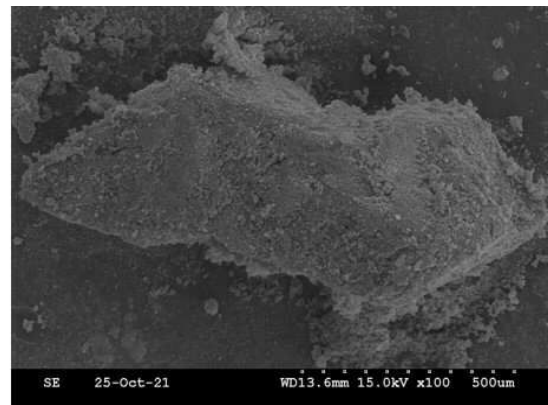
(57) 요약

본 발명은 경량기포콘크리트에 줄-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재가 분산된 형태로 포함되는 것을 특징으로 하는 고축열 경량기포콘크리트 패널과 이의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 물리적/기계적 강도 및 열/전기 전도성이 우수하고 내구성이 뛰어난 탄소재료인 입상의 활성탄에 상변화물질을 함침시키고, 이를 다시 줄-겔 코팅시킴으로써 PCM이 함침된 활성탄의 공극 및 미세균열을 코팅하여 PCM의 누출 및 유실 문제를 해결하고 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, PCM 함침된 활성탄은 경량기포콘크리트 내부에 포함되어 있는 70%의 미세한 기포를 침범하지 않아 일반 콘크리트 구조체보다 10배 이상의 단열효과를 보여 쾌적한 생활환경을 창출할 수 있다.

대표도 - 도5



PCM 함침전 미세골재(다공성 활성탄)



줄-겔 코팅된 PCM 함침된 미세골재
(다공성 활성탄)

(52) CPC특허분류

C04B 20/0076 (2013.01)
C04B 22/064 (2013.01)
C04B 22/143 (2013.01)
C04B 28/02 (2013.01)
C04B 38/10 (2013.01)
C09K 5/02 (2013.01)
E04C 2/04 (2013.01)
C04B 2103/0071 (2013.01)
C04B 2111/40 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012384
과제번호	158350
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	나노기술을활용한다기능·경량하이퍼콘크리트기술개발(R&D)
연구과제명	나노 콘크리트 안전성 및 성능평가 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(재)한국건설생활환경시험연구원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

경량기포콘크리트에 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재가 분산된 형태로 포함되는 것을 특징으로 하는 고축열 경량기포콘크리트 패널.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재는:

상변화물질(PCM)이 미세골재에 함침되고, 이를 졸-겔 용액으로 코팅시켜 이루어진 것인 고축열 경량기포콘크리트 패널.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 상변화물질(PCM)은 트리데칸, 테트라데칸, 펜타데칸, n-헥사데칸, 옥타데칸 및 에이코산으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 파라핀 알칸 계열의 물질인 것인 고축열 경량기포콘크리트 패널.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 상변화물질(PCM)은 융점은 16.7° 융해열 236.5 kJ/kg 인 n-헥사데칸인 것인 고축열 경량기포콘크리트 패널.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 미세골재는 20x40mesh를 통과한 것으로 크기 1mm 이하의 입상의 활성탄을 포함하는 것인 고축열 경량기포콘크리트 패널.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 졸-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재는 PCM이 함침된 미세골재를 졸 상태의 액체를 겔 상태의 고체로 변이하여 만들어진 실리카겔 박막을 이용하여 이루어진 것인 고축열 경량기포콘크리트 패널.

청구항 7

잔골재 중 졸-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재를 20~60중량%로 치환시켜 포함하는 것을 특징으로 하는 고축열 경량기포콘크리트 패널 조성물.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 조성물은 상기 졸-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재를 포함하는 잔골재 50~60중량%, 생석회 10~20중량%, 시멘트 20~30중량%, 무수 석고 2~5중량%, 및 발포제 0.05~1중량%를 포함하는 것인 고축열 경량기포콘크리트 패널 조성물.

청구항 9

상변화물질(PCM)을 미세골재인 입상의 활성탄에 함침시켜 PCM 함침 미세골재 제조하는 단계,

상기 PCM 함침 미세골재를 졸-겔 공법을 이용하여 코팅시켜 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재 제조하는 단계,

경량발포콘크리트 조성과 상기 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재를 배합시켜 배합 슬러리를 제조하는 단계,

상기 배합 슬러리에 보강철근을 사용하여 강도를 보강시키고 몰드에 세팅한 후 배합 슬러리를 타설하는 단계, 및

상기 배합 슬러리를 경화 및 양생시키는 단계를 포함하는 제1항에 따른 고축열 경량기포콘크리트 패널의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 PCM 함침 미세골재 제조시, PCM 100부피비에 대하여 미세골재는 60~90부피비로 포함되는 것인 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 졸-겔 코팅시, 졸 용액의 pH는 3~4이고, 겔화시 상기 용액의 pH는 7~8로 유지시키는 것인 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재 적용 고축열 경량발포콘크리트 패널 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 상세하게는 PCM을 미세골재에 함침시키고, 이를 추가 졸-겔 코팅시킴으로써 상기 PCM의 열 저장으로 인해 에너지를 절감할 수 있으며 성능유지가 가능한 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재 적용 고축열 경량발포콘크리트 패널 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지난 2020년 7월 탄소 배출 저감을 위해 한국판 뉴딜(그린뉴딜)을 발표하였고 2020년 9월 국회에서 '기후위기 대응 비상결의안'을 의결하였으며, 2020년 10월 문재인대통령이 2050 탄소중립 목표 선언을 하여 2020년 12월 NDC 국제사회에 제출하였다. 이로 인하여 2030 탄소 배출량 감축목표를 2017년 대비 24.4%, 약 1억 7천만 톤으로 설정함에 따라 국내 에너지 배출량 중 30%를 차지하는 건축 및 건설 분야에서의 온실가스 저감이 필수화 되었고 주거용 에너지 절감 기술개발에 대한 중요성 또한 높아지게 되었다.

[0003] 조적 패널 중에는 고온·고압을 이용해 시멘트, 콘크리트 경화를 촉진시켜 단시간 내에 제품화할 수 있는 경량 기포콘크리트(ALC)가 있다. 약 70%의 미세한 독립기포로 형성된 경량기포콘크리트 패널은 단열성과 차음성이 뛰어나며, 콘크리트의 1/4 정도의 가벼운 경량성을 가지고 있어 시공효율이 향상되고 건물의 자중감소와 구조하중

의 경감으로 기초에 들어가는 구조비용이 저렴해 경제성이 높다. 또한, 무기질을 주원료로 하여 만든 건축자재로 내화성이 뛰어난 건설재료이다.

[0004] 한국등록특허 10-1706512에서는 세라믹 분말, 활성 탄소 및 커피박을 포함하는 분말상 혼합물을 준비하는 단계; 상기 분말상 혼합물에 액상규산칼륨, 라텍스, 및 물을 포함하는 액상 혼합물을 혼합하여 슬러리를 제조하는 단계; 상기 슬러리에 과산화수소를 첨가하여 발포시키는 단계; 및 상기 발포된 슬러리를 건조시키는 단계를 포함하는 균일한 기공의 크기 및 분포를 갖는 건축자재용 세라믹 발포체의 제조 방법을 제시하였다.

[0005] 한국등록특허 10-2300808에서는 성 상전이물질(110a) 또는 유성 상전이물질(110b)로서, 주변 온도에 따라 온도가 높아지는 온열 과정에서 열을 흡수하고(축열), 주변 온도보다 온도가 낮아지는 냉열 과정에서 열을 방출하는(방열) 특성을 갖는 상전이물질(110); 상기 상전이물질(110)을 흡수하는 물질 흡수체로서, 상기 상전이물질(110)이 함침되어 흡수되는 셀룰로스 섬유(120); 상기 상전이물질(110)과 균일한 접촉을 위하여 혼합되는 계면활성제(130); 및 표면코팅 및 결합재(Binder)로서, 슬러리(Slurry) 형태의 페이스트(Paste)를 형성하도록 혼합되는 페이스트 형성 혼합재(140)를 포함하되, 상기 상전이물질(110)이 함침된 셀룰로스 섬유(120), 계면활성제(130) 및 페이스트 형성 혼합재(140)를 혼합한 슬러리 형태의 페이스트(Paste)를 형성하며; 그리고 상기 셀룰로스 섬유(120)는 축열방열 소재 형성시 상기 상전이물질(110)의 소실이나 화학적 변형을 최소화하며, 상기 셀룰로스 섬유(120)는 다나무 한지셀룰로스 또는 버도정 후 발생하는 왕겨를 포함하여 상전이물질과 화학적으로 결합하지 않으면서 상전이물질을 대량으로 흡수할 수 있는 천연셀룰로스 물질로 선택되는 것을 특징으로 하는 상전이물질이 함침된 셀룰로스 섬유를 이용한 축열방열 소재를 제시하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-1706512
(특허문헌 0002) 한국등록특허 10-2300808

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명에서는 상변화물질의 열 저장으로 인해 에너지를 절감할 수 있으며 성능유지가 가능한 줄-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재 적용 고축열 경량기포콘크리트 패널을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0008] 또한, 본 발명은 상기 줄-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재 적용 고축열 경량기포콘크리트 패널의 제조방법을 제공하는 데도 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명에 따른 고축열 경량기포콘크리트 패널은 경량기포콘크리트에 줄-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재가 분산된 형태로 포함되는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 상기 줄-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재는 상변화물질(PCM)이 미세골재에 함침되고, 이를 줄-겔 용액으로 코팅시켜 이루어진 것이 바람직하다.
- [0011] 상기 상변화물질(PCM)은 트리데칸, 테트라데칸, 펜타데칸, n-헥사데칸, 옥타데칸 및 에이코산으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 파라핀 알칸 계열의 물질이 바람직하다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 상변화물질(PCM)은 융점은 16.7℃, 융해열 236.5 kJ/kg인 n-헥사데칸인 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 미세골재는 20x40mesh를 통과한 것으로 크기 1mm 이하의 입상의 활성탄이 바람직하다.
- [0014] 상기 줄-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재는 전체 잔골재 중 20~60중량%로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 줄-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재는 PCM이 함침된 미세골재를 줄 상태의 액체를 겔 상태의 고체로 변이하여 만들어진 실리카겔 박막을 이용하여 코팅시켜 이루어진 것일 수 있다.

[0016] 상기 조성물은 상기 졸-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재를 포함하는 잔골재 50~60중량%, 생석회 10~20중량%, 시멘트 20~30중량%, 무수석고 2~5중량%, 및 발포제 0.05~1중량%를 포함하는 것일 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명은 상변화물질(PCM)을 미세골재인 입상의 활성탄에 함침시켜 PCM 함침 미세골재 제조하는 단계, 상기 PCM 함침 미세골재를 졸-겔 공법을 이용하여 코팅시켜 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재 제조하는 단계, 경량발포콘크리트 조성물과 상기 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재를 배합시켜 배합 슬러리를 제조하는 단계, 상기 배합 슬러리에 보강철근을 사용하여 강도를 보강시키고 몰드에 세팅한 후 배합 슬러리를 타설하는 단계, 및 상기 배합 슬러리를 경화 및 양생시키는 단계를 포함하는 고축열 경량기포콘크리트 패널의 제조방법을 제공할 수 있다.

[0019] 상기 PCM 함침 미세골재 제조시, PCM 100부피비에 대하여 미세골재는 60~90부피비로 포함되는 것이 바람직하다.

[0020] 상기 졸-겔 코팅시, 졸 용액의 pH는 3~4이고, 겔화시 상기 용액의 pH는 7~8로 유지시키는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따르면, 물리적/기계적 강도 및 열/전기 전도성이 우수하고 내구성이 뛰어난 탄소재료인 입상의 활성탄에 상변화물질을 함침시키고, 이를 다시 졸-겔 코팅시킴으로써 PCM이 함침된 활성탄의 공극 및 미세균열을 코팅하여 PCM의 누출 및 유실 문제를 해결하고 특성을 향상시킬 수 있다.

[0022] 또한, PCM 함침된 활성탄은 경량기포콘크리트 내부에 포함되어 있는 70%의 미세한 기포를 침범하지 않아 일반 콘크리트 구조체보다 10배 이상의 단열효과를 보여 쾌적한 생활환경을 창출할 수 있다.

[0023] 뿐만 아니라 간단한 메커니즘으로 제작과 시공이 편리하므로 공기단축 및 공사비용을 대폭 감소시킬 수 있다. 또한, 본 발명에 사용되는 재료는 규석, 생석회 등의 천연재료로 구성되어 인체에 무해하며 자체 원적외선을 방출한다. 본 발명에 사용되는 재료들은 무기광 물질로서 오랜 세월이 지나도 성능이 변하지 않은 내구성을 지니고 있다.

[0024] 이러한 본 발명에 따른 패널은 건축과 토목 구조물에서 스스로 축열 및 방열하는 성질을 이용하여 내벽재에 적용이 가능하며, 내벽재 패널의 열저장 특성을 이용하여 별도의 비용 없이 냉난방의 효율을 극대화시킬 수 있어 에너지의 사용을 최소화하며 실내의 쾌적한 온도를 유지할 수 있다. 또한, 상기 내벽재에 한정되지 않고 PCM의 화학결합식에 따라 상변화 물질의 상변화 온도가 변화함에 따라 바닥재와 천장재 등 여러 건축물에서 다양한 용도로 사용될 수도 있다.

[0025] 이외에도 다음과 같은 효과를 예상할 수 있다.

[0026] (a) 건축물에서 축열 및 방열하는 내장재 경량기포콘크리트 패널 개발

[0027] (b) 자발적인 온도 조절로 인한 에너지 절감이 가능

[0028] (c) 에너지 절감으로 인한 건축물이 차지하는 온실가스 저감

[0029] (d) 에너지 절감으로 인한 에너지 소비 비용 최소화로 인한 경제성 향상

[0030] (e) 에너지 낭비를 최소화하여 탄소 배출 및 친환경적 기술로 활용 가능

[0031] (f) 경량기포콘크리트 패널의 장점에 따라 많은 부분의 대체재로 활용 가능

[0032] (g) 무기광물질 자체로 만들어지는 경량기포콘크리트는 유해물질을 방출하지 않고 투습성이 뛰어나 스스로 실내 습도를 조절함으로써 건강하고 쾌적한 환경을 만들 것으로 기대

[0033] (h) 기존 경량기포콘크리트의 미세한 독립기포를 가져 단열성을 유지하고 상변화물질의 축열 및 방열을 가진 경량기포콘크리트 패널 개발

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명에서 제안하는 고축열 조직 패널 제조 과정의 순서도이다.

도 2는 본 발명에서 제안하는 PCM을 이용한 고축열 조절 패널을 보여주는 2차원 구성도이다.

도 3은 본 발명에서 제안하는 PCM을 이용한 3차원 고축열 조적 패넌을 보여주는 구성도이다.

도 4는 본 발명에서 제안하는 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재의 형상을 보여주는 그림이다.

도 5는 PCM 함침 전 미세골재와 졸-겔 코팅된 PCM 함침된 후 미세골재의 주사전자현미경으로 표면 구조를 관찰한 사진이다.

도 6은 PCM 물질이 함침된 미세골재 활성탄의 시차주사열량계(DSC)를 이용하여 냉각과 가열 과정을 거치면서 열 에너지를 측정하여 축열 및 방열 특성을 가지는지를 확인한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하에서 본 발명을 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0036] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0037] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 단계, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [0039] 본 발명은 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재를 경량기포콘크리트 패넌과 결합한 형태로서, 상변화물질(PCM)이 함침된 미세골재를 졸-겔 코팅시킨 PCM 함침 미세골재를 적용한 고축열 경량기포콘크리트 패넌에 관한 것이다.
- [0040] 통상 경량기포콘크리트의 비중이 0.5로 일반 콘크리트 구조체 무게의 1/4 정도의 경량성을 보이는데, 본 발명에 따른 PCM의 비중은 0.76 정도로 큰 차이를 보이지 않아 경량기포콘크리트에 포함시켜도 경량성에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 보인다.
- [0041] 이러한 본 발명에 따른 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재 적용 고축열 경량기포 콘크리트 패넌의 제조 과정은 다음 도 1에 나타낸 바와 같다.
- [0042] 전체 공정은 PCM 전처리 공정(200)과 경량기포 콘크리트 제조 공정(100)으로 구분된다.
- [0043] 상기 PCM 전처리 공정(200)은 PCM을 미세골재인 입상의 활성탄에 함침시켜 PCM 함침 미세골재 제조 공정(210), 상기 PCM 함침 미세골재를 졸-겔 공법을 이용하여 코팅시키는 졸-겔 코팅공정(220), 및 상기 졸-겔 코팅시켜 PCM 함침 미세골재 제조 공정(230)으로 이루어진다.
- [0044] 상기 PCM을 미세골재인 입상의 활성탄에 함침시키는 공정은 상변화물질을 야자계열의 입상 활성탄을 진공함침기에서 진공 상태에서 함침시킨 다음, 이를 상기 상변화물질의 상변화온도보다 낮은 저온에서 방치하여 상기 PCM 함침 활성탄 미세골재를 고체화시키는 과정으로 진행될 수 있다.
- [0045] 상기 PCM을 미세골재인 입상의 활성탄에 함침시키는 공정에서는 상기 상변화물질 100부피비에 대하여 미세골재 활성탄을 60~90부피비로 혼합해서 약 1~2시간 동안 함침시키는 것이 바람직하다.
- [0046] 이러한 본 발명에서 사용되는 상변화물질(PCM)은 트리데칸, 테트라데칸, 펜타데칸, n-헥사데칸, 옥타데칸 및 에이코산으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 파라핀 알칸 계열의 물질이 바람직하게 사용될 수 있으며, 이 중에서 상변화 온도가 16.7℃이며 열 저장용량이 236.5kJ/kg인 n-헥사데칸(n-Hexadecane)이 특히 바람직하다.
- [0047] 또한 본 발명에서는 상기 PCM을 함침시키기 위한 미세골재로서 20x40mesh를 통과한 것으로 크기 1mm 이하의 입상의 활성탄을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0049] 상기 공정으로 제조된 PCM 함침 활성탄 미세골재는 에틸 실리케이트(TEOS)와 에탄올(Etoh)를 이용하여 만들어진 졸 형태의 용액에 넣어준 뒤 겔 형태가 될 때까지 저어준 후 말려서 나온 뭉쳐진 코팅 미세골재를 갈아주면 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 활성탄 미세골재가 완성된다. 즉, 본 발명에 따른 졸-겔 코팅은 졸 상태의 액체를 겔 상태의 고체로 변이하여 만들어진 실리카겔 박막을 이용하여 PCM 함침 활성탄 미세골재를 코팅하는 방법

이다.

- [0050] 이때 사용되는 졸-겔 용액은 유기 실란계(silane) 화합물과 금속 알콕사이드(alkoxide) 화합물을 포함하는 통상의 것으로 상기 졸-겔 용액이 특별히 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 구체적으로는 TEOS(에틸 실리케이트)와 EtOH를 몰비 1:4의 비율로 60℃ 정도의 항온교반기에서 10분 정도 섞어준 후 증류수를 TEOS와 8:1로, TEOS 중량 대비 10%의 실란 커플링제를 섞어 80℃ 정도의 항온교반기에서 20분 정도 섞어준다.
- [0052] 이때 가수분해 속도와 혼화성 향상을 위해 HCl을 첨가하여 pH를 3~4 정도 맞추고 5분 정도 저어준다. 또한, 겔화 시간을 단축하기 위해 NH₄OH를 pH 7~8 정도 되도록 넣어준 후, 상기에서 제조된 PCM 함침 활성탄 미세골재를 위 용액에 넣어준 뒤 겔 형태가 될 때까지 저어주고 80℃ 상태의 항온기에서 건조시키는 것이 바람직하다.
- [0053] 본 발명에서는 이러한 졸-겔 코팅된 PCM 함침된 활성탄 미세골재를 전체 잔골재 중 20~60중량%로 포함시켜 PCM의 상 변화할 때, 축열 및 방열하는 효과를 가지도록 하는 것이 바람직하다.
- [0055] 다음으로는, 경량기포 콘크리트 제조 공정(100)을 들 수 있는데, 이는 원재료 배합 공정(110)에서 잔골재 중 일부를 상기 PCM 전처리 공정(200)에서 제조된 졸-겔 코팅 PCM 함침 미세골재로 치환하여 다른 구성 성분들과 배합을 진행하여 슬러리 형태로 만든다. 그 다음, 패널의 강도 유지를 위해 보강철근을 사용하고 이를 점용접하여 방청 처리되며 몰드에 세팅한 후 재료가 배합된 슬러리를 타설(120)한다. 그 후 몰드 속의 슬러리가 충분히 경화되면 몰드를 해체시킨 후 절단기기에 의해 필요규격으로 절단(130)하여 크기를 조절한다. 그 후 고온고압으로 증기 양생(140)해주고, 포장(150)을 하여 마무리한다.
- [0057] 다음 도 2는 본 발명에서 제안하는 PCM을 이용한 고축열 경량기포콘크리트 패널을 보여주는 2차원 구성도이다. 이를 참조하면, 본 발명에서는 경량기포콘크리트(1)에 졸-겔 코팅된 PCM 함침된 미세골재(2)를 분산이 잘 되게 배합한 뒤 타설하여 만든 패널이다. 배합할 때 졸-겔 코팅된 PCM 함침된 미세골재(2)는 잔골재를 대신하여 들어가게 되며 이는 경량기포콘크리트의 미세 기포를 그대로 유지하게 되어 경량기포콘크리트의 장점은 그대로 가지고 가게 되며 PCM의 상 변화할 때, 축열 및 방열하는 성질을 가지게 되는 패널이다.
- [0058] 또한, 상기 경량기포콘크리트(1)는 다음 도 3에 나타난 바와 같은 구조를 가지며, 규사를 포함하는 잔골재 50~60중량%, 생석회 10~20중량%, 시멘트 20~30중량%, 무수석고 2~5중량%, 발포제(알루미늄 또는 알루미늄페이트) 0.05~1중량%와 물이 포함된다.
- [0059] 본 발명의 경량기포콘크리트 패널 조성물에는 규석, 생석회 등의 천연재료로 구성되어 인체에 무해하며 자체 원적외선을 방출한다. 본 발명에 사용되는 재료들은 무기 광물질로서 오랜 세월이 지나도 성능이 변하지 않은 내구성을 지니고 있다.
- [0060] 본 발명에서는 상기 잔골재로 포함되는 규사의 일부를 대신하여 졸-겔 코팅된 PCM 함침 활성탄 미세골재로 20~60중량% 치환시켜 사용하는 것이 바람직하며, 상기 치환하는 함량이 20중량% 미만인 경우에는 그 효과가 미흡하고 60중량%를 초과하는 경우에는 기계적 강도가 저하될 수 있어 바람직하지 못하다.
- [0061] 또한, 상기 경량기포콘크리트(1)에 함침되는 PCM 함침된 미세골재(2)는 다음 도 4에 나타난 바와 같다.
- [0063] 이러한 본 발명에 따른 패널은 건축과 토목 구조물에서 스스로 축열 및 방열하는 성질을 이용하여 내벽재에 적용이 가능하며, 내벽재 패널의 열저장 특성을 이용하여 별도의 비용 없이 냉난방의 효율을 극대화시킬 수 있어 에너지의 사용을 최소화하며 실내의 쾌적한 온도를 유지할 수 있다. 또한, 상기 내벽재에 한정되지 않고 PCM의 화학결합식에 따라 상변화 물질의 상변화 온도가 변화함에 따라 바닥재와 천장재 등 여러 건축물에서 다양한 용도로 사용될 수도 있다.
- [0065] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이하의 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 또한, 이하의 실시예에서는 특정 화합물을 이용하여 예시하였으나, 이들의 균등물을 사용한 경우에 있어서도 동등 유사한 정도의 효과를

발휘할 수 있음은 당업자에게 자명하다.

실시예 1

1) PCM 함침 활성화탄 미세골재 제조

n-헥사데칸(융점 16.7℃, 융해열 236.5 kJ/kg) 100ml와 입자 크기 0.8mm인 야자계열의 입상 활성화탄 80ml를 진공함침기에 넣고, 진공 상태에서 120분 동안 함침시켜 PCM을 입상의 활성화탄에 함침시켰다. 그 다음, 이를 저온(15℃)에서 방치하여 상기 상변화물질의 상변화를 이용하여 상기 PCM 함침 활성화탄 미세골재를 고체화시켰다.

2) 졸-겔 용액 준비 및 졸-겔 코팅

TEOS(에틸 실리케이트)와 EtOH를 몰비 1:4의 비율로 60℃의 항온교반기에서 10분 동안 섞어준 후 증류수를 TEOS와 8:1로, TEOS 중량 대비 10%의 실란 커플링제를 섞어 80℃ 정도의 항온교반기에서 20분간 섞어준다. 가수분해 속도와 혼화성 향상을 위해 HCl을 첨가하여 pH를 3~4 정도 맞추고 5분 정도 저어준다. 겔화 시간을 단축하기 위해 NH₄OH를 pH 7~8 정도 되도록 넣어준 후, 상기 1)에서 제조된 PCM 함침 활성화탄 미세골재를 위 용액에 넣어준 뒤 겔 형태가 될 때까지 저어주고 80℃ 상태의 항온기에서 건조시켰다. 상기 건조 후 몽쳐진 졸-겔 코팅 미세골재를 잘게 갈아주어 나온 골재를 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재를 제조하였다.

3) 경량기포콘크리트 패널 제조

잔골재로 규사 27.5중량%, 생석회 15중량%, 시멘트 25중량%, 무수석고 4중량%, 발포제(알루미늄) 1중량%와 물 225 kg/m^3 을 배합하고 여기에 상기 2)에서 제조된 졸-겔 공법을 활용한 PCM 함침 미세골재를 상기 규사 중량 중 50%에 해당되는 27.5중량%를 첨가하여 전체 잔골재 함량이 55중량%인 슬러리 형태로 배합시켰다.

상기 패널의 강도 유지를 위해 보강철근을 사용하고 이를 점용접하여 방청 처리되며 몰드에 세팅한 후 재료가 배합된 슬러리를 타설시켰다. 그 후 몰드 속의 슬러리가 충분히 경화되면 몰드를 해체시킨 후 절단기기에 의해 필요규격으로 절단하여 크기를 조절한 다음 고온고압으로 증기 양생하여 경량기포콘크리트 패널을 제조하였다.

실험예 1 : PCM 함침 전후 구조 확인

본 발명과 같이 PCM 물질이 활성화탄 내에 잘 함침되어 있는지를 함침 전후의 주사전자현미경(FE-SEM)으로 관찰하였으며, 그 결과를 다음 도 5에 나타내었다.

다음 도 5를 참조하면, PCM 함침 전 다공성 활성화탄 미세골재는 그 표면에 무수한 다공이 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 또한, 이러한 다공성 구조의 활성화탄에 PCM을 함침시킨 다음, PCM의 유실을 방지할 수 있도록 졸-겔 코팅을 진행하여 표면의 공극이 덮인 것을 확인할 수 있다. 따라서 PCM의 축열 및 방열 성능을 발휘하는 졸-겔 코팅된 PCM 함침 미세골재가 효과적으로 제조된 것을 확인할 수 있다.

실험예 2 : PCM 함침 미세골재의 축열 방열 특성 확인

본 발명과 같이 PCM 물질이 함침된 미세골재 활성화탄의 시차주사열량계(DSC)를 이용하여 냉각과 가열 과정을 거치면서 열에너지를 측정하여 축열 및 방열 특성을 가지는지를 확인하였으며, 그 결과를 다음 도 6에 나타내었다.

다음 도 6을 참조하면, PCM 함침 미세골재(다공성 활성화탄)을 냉각시키는 경우 이고 6.5℃보다 높은 온도에서부터 발열을 시작해서 6.5℃에서 피크온도를 나타내며 이보다 더 낮은 0℃ 이하의 온도까지 축열을 하는 것을 알

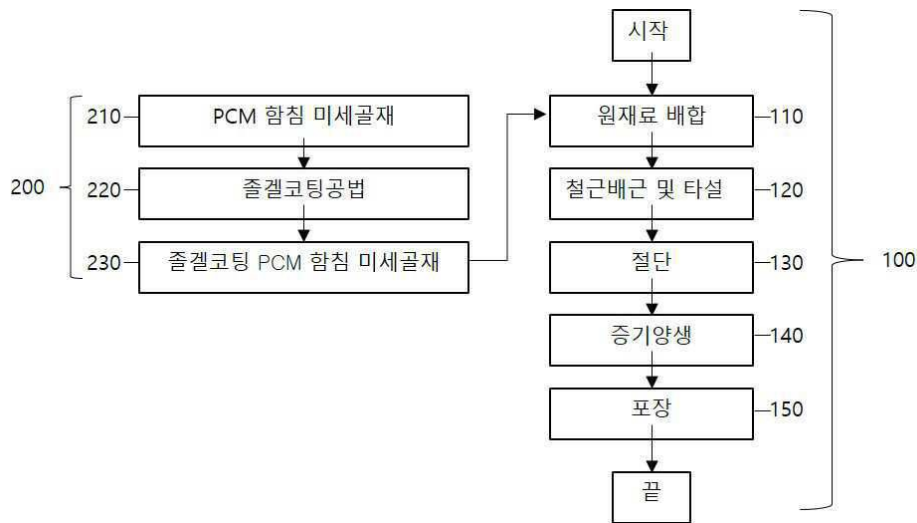
수 있으며, 이때 열에너지 면적은 73.6J/g로서 다공성 활성탄 미세골재에 함침된 PCM 물질이 효과적으로 축열 기능을 발휘함을 확인할 수 있다.

[0088]

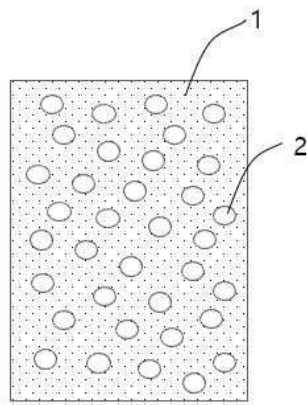
또한, PCM 함침 미세골재(다공성 활성탄)을 가열시키는 경우 약 -18°C 부터 발열을 시작하여 2.7°C 에서 피크 온도를 나타내고, 약 $8\sim 9^{\circ}\text{C}$ 까지 열을 방출하는 것으로 확인되었다. 이때 열에너지 면적은 71.16J/g로서 다공성 활성탄 미세골재에 함침된 PCM 물질이 효과적으로 방열 기능을 발휘함을 확인할 수 있다.

도면

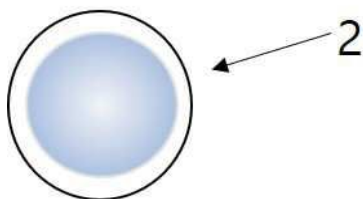
도면1



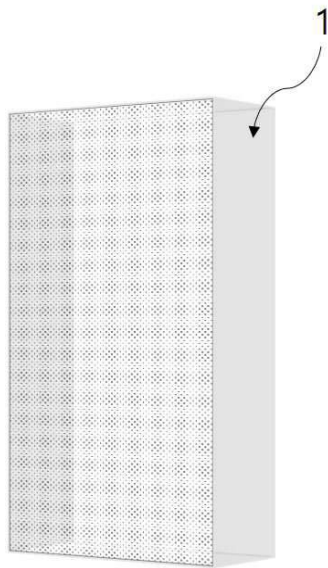
도면2



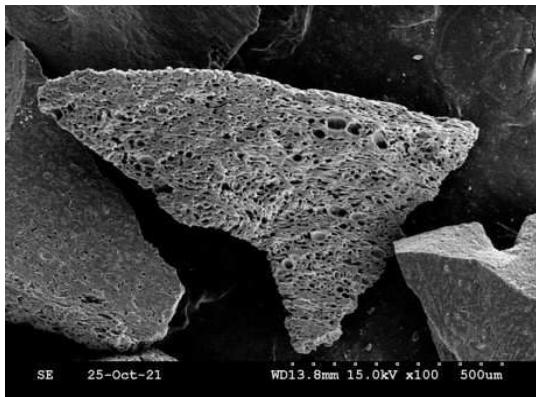
도면3



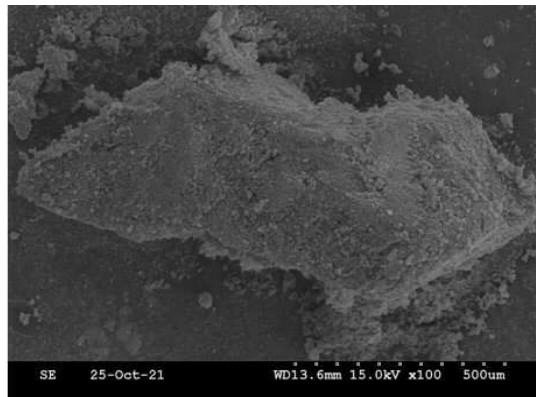
도면4



도면5



PCM 함침전 미세골재(다공성 활성탄)



줄-겔 코팅된 PCM 함침된 미세골재
(다공성 활성탄)

도면6

