



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월22일

(11) 등록번호 10-2811821

(24) 등록일자 2025년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 5/06 (2006.01) C04B 14/02 (2006.01)

C04B 20/00 (2006.01) C04B 28/02 (2006.01)

C04B 103/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C09K 5/063 (2013.01)

C04B 14/026 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0174133

(22) 출원일자 2023년12월05일

심사청구일자 2023년12월05일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020230070670 A*

KSCE Journal of Civil and Environmental
Engineering Research Vol. 43, No. 5,
p.555-566*

US20130298991 A1*

US20160168439 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)

(72) 발명자

허종완

인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28 송도글로벌캠퍼스푸르지오 110동 2202호

나크비 시에드 나야르 라자

인천광역시 연수구 아카데미로 119 인천대학교 기숙사 18-1 A1204

(74) 대리인

수안특허법인

전체 청구항 수 : 총 2 항

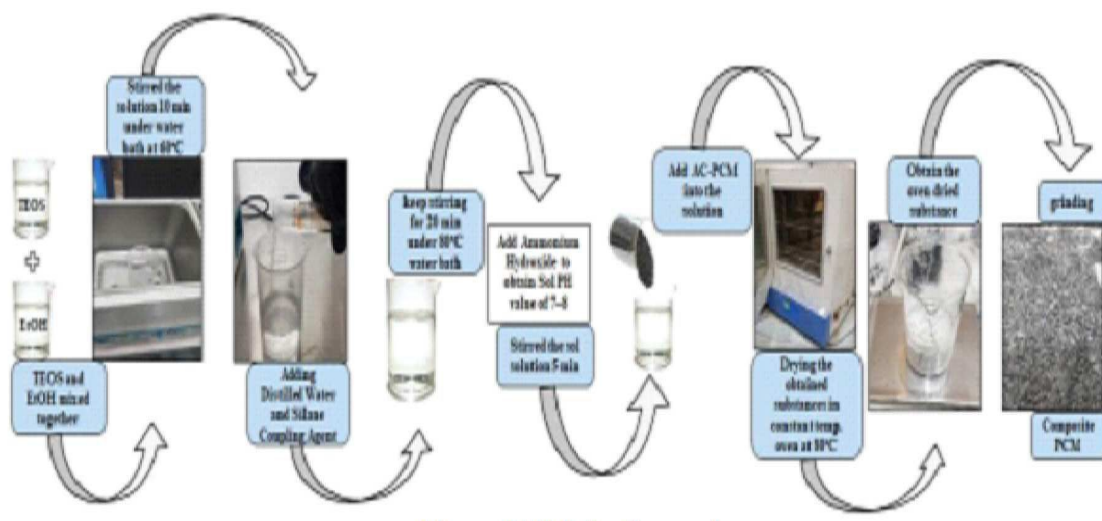
심사관 : 유선근

(54) 발명의 명칭 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질, 이의 제조방법 및 이의 용도

(57) 요약

본 발명은 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질, 이의 제조방법 및 이의 용도에 관한 것으로, 구체적으로 본 발명은 (1) 상변화물질에 활성탄을 첨가하고 함침하여 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하는 단계; 및 (2) 졸-겔 공법을 이용하여 활성탄이 함침된 상기 복합 상변화물질에 실리카 셸(silica shell)을 코팅시키는 단계를 포함하는 실리카 셸이 코팅된 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)의 제조방법, 상기 방법으로 제조된 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질, 이를 포함하는 시멘트 모르타르 조성물 및 콘크리트 조성물에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

C04B 20/0004 (2013.01)

C04B 28/02 (2013.01)

C04B 2103/0071 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415185601

과제번호 20015240

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술기획평가원

연구사업명 소재부품기술개발

연구과제명 마이크로 상변화물질(PCM) 제조기술 및 이를 이용한 난방에너지 절감용 발열 콘크리트 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)대하맨텍

연구기간 2023.01.01 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

모래 및 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)이 1:1~3:1의 중량비로 함유되며,

다중벽 탄소나노튜브(Multi Walled Carbon Nanotubes)가 시멘트 중량 기준 0.1~0.2중량%로 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 시멘트 모르타르 조성물.

청구항 10

제9항에 있어서,

실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)은:

(1) 테트라메칸 상변화물질에 활성탄을 첨가하고 진공함침시켜 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하는 단계; 및

(2) 졸-겔 공법을 이용하여 활성탄이 함침된 상기 복합 상변화물질에 실리카 셸(silica shell)을 코팅시키는 단계를 포함하며;

상기 실리카 셸(silica shell) 코팅은 (A) TEOS(에틸 실리케이트) 및 에탄올을 1:4의 부피비로 비이커에 첨가하고 60℃의 온도에서 10분 동안 교반하는 단계,

(B) 상기 (A) 단계의 교반이 완료되면, 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM) 중량 기준 실란 커플링제 10중량%, 및 TEOS(에틸 실리케이트) 중량 기준 8배의 증류수를 첨가하고 80℃의 온도에서 20분 동안 교반한 다음, 염

산을 첨가하여 pH를 2~5로 조정한 후, 다시 NH_4OH 를 첨가하여 pH를 9~10으로 조정하는 단계, 및

(C) 상기 (B) 단계에서 겔화가 시작되면 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 첨가하는 단계를 통해 이루어지는 것인 시멘트 모르타르 조성물.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질, 이의 제조방법 및 이의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 인구의 급속한 증가는 에너지 소비 수요를 증가시키고 있고, 수요가 있는 에너지를 공급하기 위해 화석연료의 소비도 증가하고 있다. 이산화탄소 배출을 줄이는 것을 목표로, 온실가스 배출을 감소시키고자 하는 기술의 현저한 발전으로 인해 재생 에너지에 대한 연구가 각광을 받고 있으며, 열에너지 저장(TES)을 위한 많은 대체 에너지 자원이 개발되고 있다. 열에너지 저장(TES)은 에너지 저장의 개념으로 대량의 에너지를 열로 저장하는 것으로, SHS(sensitive heat storage), TCS(thermochemical heat storage), LHS(latent heat storage)의 3가지로 분류될 수 있다.

[0004] 한편, 상변화물질(PCM; Phase Change Materials)은 상전이 중에 잠열 에너지를 흡수하거나 방출하는데 사용된다. 잠열 저장(LHS)은 고체에서 액체로, 또는 그 반대로 온도를 올리거나 낮추고 상변화 동안 많은 양의 에너지를 흡수하거나 방출하는 데 사용된다.

[0005] 또한 상변화물질은 건축분야에도 주목을 받고 있는데, 크게 유기계, 무기계 및 혼합계의 3가지로 구분되며, 실내 온도 변화를 완화하기 위해 사용되고, 콘크리트 혼합물의 열저장 용량을 향상시킨다.

[0006] 특히 유기계 상변화물질은 우수한 상변화 성능, 화학적 호환성, 열 특성 및 비용 효율성으로 인해 활용도가 높으며, 이러한 유기계 상변화물질은 파라핀(n-alkanes) 계열과 비파라핀 왁스 계열로 구분된다. 파라핀 왁스의 용해 및 결정화 온도는 사슬의 탄소 원자수에 따라 달라진다. 따라서 건축분야에서 에너지 용량의 개선을 위해 상변화물질을 벽돌, 벽판, 석고 보드 및 콘크리트 슬래브와 같은 건물 재료들과 함침시킨다. 그러나 이 경우, 유기계 상변화물질은 열전도율이 낮고, 체적 잠열 저장량이 낮으며, 완화된 가연성을 갖는다는 단점이 있다.

[0007] 보통 상변화물질을 건축 재료에 혼입하는 방법으로는 직접 혼입, 침지 및 진공 함침 방법이 있는데, 직접 혼입하는 방법은 분말 형태의 상변화물질을 콘크리트, 모르타르 및 석고 또는 기타의 건축 재료에 직접 혼합한다. 그러나 이러한 직접 혼입 방법은 상변화물질의 누출을 야기하여 수화 과정에 악영향을 미치고 시멘트 내 C-S-H 구조의 형성을 완화시키며 시멘트의 기계적 특성에 유해한 영향을 초래한다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2023-0076265

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 이에 본 발명에서는 졸-겔 기술을 사용하여 실리카 셸이 코팅된 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하였고, 제조된 물질을 건축재료에 적용할 경우, 상변화물질의 누출 문제를 개선할 수 있고 열조절, 열효율 및 열저장능을 향상시킬 수 있음을 확인함으로써 본 발명을 완성하였다.
- [0010] 따라서 본 발명의 목적은, (1) 상변화물질에 활성탄을 첨가하고 함침하여 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하는 단계; 및 (2) 졸-겔 공법을 이용하여 활성탄이 함침된 상기 복합 상변화물질에 실리카 셸(silica shell)을 코팅시키는 단계를 포함하는, 실리카 셸이 코팅된 활성탄이 함침된 복합 상변화물질의 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은, 본 발명의 방법으로 제조된 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 포함하는, 시멘트 모르타르 조성물을 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 포함하는, 콘크리트 조성물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은, (1) 상변화물질에 활성탄을 첨가하고 함침하여 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하는 단계; 및 (2) 졸-겔 공법을 이용하여 활성탄이 함침된 상기 복합 상변화물질에 실리카 셸(silica shell)을 코팅시키는 단계를 포함하는, 실리카 셸이 코팅된 활성탄이 함침된 복합 상변화물질의 제조방법을 제공한다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 상변화물질은 액상의 파라핀계 상변화물질일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 파라핀계 상변화물질은 옥탄, 노난, 데칸, 테트라데칸, 운데칸, 도데칸, 펜타데칸, 헥사데칸, 이코산, 도코산, 트리아콘탄, 테트라콘탄, 펜타콘탄 또는 헥사콘탄일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 함침은 진공함침으로 수행하는 것일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 실리카 셸 코팅은, (A) TEOS(에틸 실리케이트) 및 에탄올을 1:4~1:6의 부피비로 비이커에 첨가하고 60℃의 온도에서 10분 동안 교반하는 단계; (B) 상기 (A) 단계의 교반이 완료되면, 실란 커플링제 및 증류수를 첨가하고 80℃의 온도에서 20분 동안 교반한 다음, 염산을 첨가하여 pH를 2~5로 조정 한 후, 다시 NH₄OH를 첨가하여 pH를 9~10으로 조정하는 단계; 및 (C) 상기 (B) 단계에서 겔화가 시작되면 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 첨가하는 단계를 통해 수행하는 것일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 실란 커플링제는 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM) 중량 기준 8~10 중량%의 양으로 첨가하고, 상기 증류수는 TEOS(에틸 실리케이트) 중량 기준 8~10배의 양으로 첨가하는 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 (C) 단계의 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)은 상기 TEOS(에틸 실리케이트)와 동량으로 첨가하는 것일 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은 본 발명의 방법으로 제조된, 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 제공한다.
- [0023] 또한 본 발명은 본 발명의 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 포함하는, 시멘트 모르타르 조성물을 제공한다.
- [0024] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 시멘트 모르타르 조성물에는 모래 및 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합

상변화물질(ACPCM)이 1:1~3:1의 중량비로 함유되어 있는 것일 수 있다.

- [0025] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 시멘트 모르타르 조성물에는 다중벽 탄소나노튜브(Multi Walled Carbon Nanotubes)가 시멘트 중량 기준 0.1~0.2중량%로 함유되어 있는 것일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 시멘트 모르타르 조성물은 상변화물질의 누설을 방지하고, 열조절, 열효율 및 열저장능을 향상시키는 효과를 갖는 것일 수 있다.
- [0027] 나아가 본 발명은 본 발명의 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 포함하는, 콘크리트 조성물을 제공한다.
- [0028] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 콘크리트 조성물은 상변화물질의 누설을 방지하고, 열조절, 열효율 및 열저장능을 향상시키는 효과를 갖는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 따른 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질은 시멘트 모르타르 등에 첨가하여 건축 또는 토목 구조물에 적용할 수 있으며, 이 경우 우수한 열저장 및 열조절 특성으로 인해 별도의 비용 없이 냉난방의 효율을 극대화할 수 있고, 에너지 사용을 최소화하여 에너지 저장 및 에너지 효율을 증진시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에서 진공함침을 통해 ACPCM을 제조하는 과정을 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에서 사용한 프로브 초음파기를 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에서 졸-겔 공정을 이용한 실리카 셸이 코팅된 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)의 제조공정을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명은 상변화물질을 건축분야에 활용함에 있어서 문제가 되고 있는 상변화물질의 누출 및 낮은 열전도율과 낮은 잠열 저장능을 해결할 수 있는 기술로서, (1) 상변화물질에 활성탄을 첨가하고 함침하여 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하는 단계; 및 (2) 졸-겔 공법을 이용하여 활성탄이 함침된 상기 복합 상변화물질에 실리카 셸(silica shell)을 코팅시키는 단계를 포함하는, 실리카 셸이 코팅된 활성탄이 함침된 복합 상변화물질의 제조방법을 제공함에 특징이 있다.
- [0034] 본 발명의 방법으로 제조된 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 건축분야에 적용할 경우, 종래 문제가 되었던 상변화물질의 누출을 개선할 수 있을 뿐만아니라 건축재료의 열전도율, 열저장능 등 열조절 및 열효율을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.
- [0035] 본 발명에서 ‘상변화물질(phase change material, PCM)’이라 함은, 상변화과정을 통하여 많은 양의 열에너지를 축적하거나 저장된 열에너지를 방출하는 물질로서 잠열재, 축열재, 축냉재, 열조절성 물질 등을 의미한다.
- [0036] 또한 본 발명에서 ‘졸-겔 공법’은 졸(Sol)이라는 콜로이드나 무기물 단분자 고체 분자들이 분산되어 있는 현탁액 상태에서 반응이 지속됨에 따라 분산된 고체 분자들이 고분자화 되어 연속적인 고체 망목구조(Network structure)를 이루어 유동성을 잃은 겔(Gel) 상태가 되는 것을 공정을 의미한다.
- [0037] 본 발명에서 제공하는 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질의 제조방법을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0038] 먼저, (1) 상변화물질에 활성탄을 첨가하고 함침하여 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조한다.
- [0039] 이때 본 발명에서 사용할 수 있는 상기 상변화물질은 액상의 파라핀계 상변화물질일 수 있으며, 파라핀계 상변화물질은 이에 제한되지는 않으나, 옥탄, 노난, 데칸, 테트라데칸, 운데칸, 도데칸, 펜타데칸, 헥사데칸, 이코산, 도코산, 트리아콘탄, 테트라콘탄, 펜타콘탄 또는 헥사콘탄으로 이루어진 군 중에서 선택될 수 있으며, 본 발명의 일실시예에서는 테트라데칸을 사용하였다.
- [0040] 또한, 상기 상변화물질에 골재인 입상의 활성탄을 첨가하여 상변화물질이 활성탄의 기공을 채우도록 함침하였는데, 함침 과정은 활성탄화된 활성탄을 액상의 파라핀계 상변화물질에 첨가하고, 진공함침기를 이용하여 진공 상태에서 함침시켰다. 이때 상기 활성탄은 입자 내의 수분을 제거하기 위해 110℃에서 24시간 동안 오븐 건조한 것

을 사용하였다. 이후 건조시킨 활성탄에 액상의 파라핀계 상변화물질을 상기 활성탄이 완전히 잠길 때까지 첨가하여 혼합하고 진공압력이 -0.1MPa에 도달할 때까지 4시간 동안 진공 함침시켰다.

- [0041] 파라핀 기반의 상변화물질은 열전도율이 낮아 열효율이 좋지 않다는 문제점이 있다. 한편, 활성탄은 열전도를 향상시켜 빠른 열응답을 유도할 수 있고 표면적을 증가시켜 활성탄의 표면에 더 많은 상변화물질을 포함할 수 있어, 에너지 저장능을 향상시킬 수 있다. 따라서 본 발명에서는 활성탄을 액상의 상변화물질에 함침시켜 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 제조하였다. 여기서 상기 "활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)"은 동일한 의미로 "상변화물질이 함침된 활성탄(ACPCM)"으로도 표현할 수 있다.
- [0042] 상기 기술된 바와 같이, 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)의 제조가 완료되면, 다음으로 졸-겔 공법을 이용하여 활성탄이 함침된 상기 복합 상변화물질에 실리카 셸(silica shell)을 코팅시키는 단계를 수행한다.
- [0043] 상기 실리카 셸을 코팅하는 단계는, (A) TEOS(에틸 실리케이트) 및 에탄올을 1:4~1:6의 부피비로 비이커에 첨가하고 60℃의 온도에서 10분 동안 교반하는 단계; (B) 상기 (A) 단계의 교반이 완료되면, 실란 커플링제 및 증류수를 첨가하고 80℃의 온도에서 20분 동안 교반한 다음, 염산을 첨가하여 pH를 2~5로 조정한 후, 다시 NH₄OH를 첨가하여 pH를 9~10으로 조정하는 단계; 및 (C) 상기 (B) 단계에서 겔화가 시작되면 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 첨가하는 단계를 통해 수행한다.
- [0044] 구체적으로 상기 실리카 셸을 코팅 단계는, 먼저 (A) TEOS(에틸 실리케이트) 및 에탄올을 1:4~1:6의 부피비로 비이커에 첨가하고 60℃의 온도에서 10분 동안 교반하는 단계를 수행한다. 본 발명의 일실시예에서는 상기 TEOS(에틸 실리케이트) 및 에탄올을 1:4의 부피비로 사용하였다.
- [0045] 상기 과정이 완료되면 (B) 단계로서, 실란 커플링제 및 증류수를 첨가하고 80℃의 온도에서 20분 동안 교반한 다음, 염산을 첨가하여 pH를 2~5로 조정한 후, 다시 NH₄OH를 첨가하여 pH를 9~10으로 조정한다.
- [0046] 이때 상기 실란 커플링제는 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM) 중량 기준 8~10중량%의 양으로 첨가할 수 있고, 상기 증류수는 TEOS(에틸 실리케이트) 중량 기준 8~10배의 양으로 첨가할 수 있다.
- [0047] 바람직하게, 실란 커플링제는 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM) 중량 기준 10중량%로 첨가할 수 있고, 상기 증류수는 TEOS(에틸 실리케이트) 중량 기준 8배의 양으로 첨가할 수 있다.
- [0048] 만일 실란 커플링제를 상기 기재한 양의 범위를 벗어난 양으로 첨가하는 경우, 목적하는 효과를 발휘하지 못하는 문제점이 생기며 특히 실리카 셸이 제대로 코팅되지 못하는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 실란 커플링제는 상기 기재된 바와 같이 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM) 중량 기준 8~10중량%의 양으로 첨가하는 것이 중요하다.
- [0049] 상기 염산의 처리는 가수분해 속도와 혼화성 향상을 위해 사용하는 것이며, 상기 NH₄OH의 첨가로 인해 겔화 시간을 단축시킬 수 있다.
- [0050] 다음으로, (C) 상기 (B) 단계에서 겔화가 시작되면 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)을 첨가하는 단계를 수행한다.
- [0051] 여기서 상기 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)은 상기 TEOS(에틸 실리케이트)와 동량으로 첨가한다.
- [0052] 만일 복합 상변화물질(ACPCM)을 TEOS(에틸 실리케이트) 보다 많은 양으로 사용하게 되면, 실리카 셸이 상기 복합 상변화물질을 모두 코팅하지 못하거나 너무 얇게 코팅되어 셸이 너무 얇아지므로 쉽게 파괴될 수 있어 시멘트와 같은 건축재료의 기계적 특성과 내구성에 악영향을 줄 수 있는 문제점이 있으며, 반면 만일 복합 상변화물질을 TEOS(에틸 실리케이트) 보다 적은 양으로 사용하게 되면, 실리카 셸이 너무 두껍게 형성되어 오히려 복합 상변화물질의 열적 특성 및 누수 방지 효과가 감소되는 문제점이 발생할 수 있다. 즉, 상변화물질 이용에 따른 목적 효과가 미비할 수 있다.
- [0053] 따라서 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)과 TEOS(에틸 실리케이트)은 같은 양으로 사용하는 것이 바람직하다.
- [0054] 상기 실리카는 무기계 실리카를 사용할 수 있다.
- [0055] 또한, 본 발명은 상기 본 발명의 방법으로 제조된 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 제공할 수 있다.

- [0056] 본 발명의 방법으로 제조된 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)은 실리카 셸이 코팅되어 있어 상변화물질의 유출을 효과적으로 감소 또는 방지할 수 있고, 이를 건축분야에 활용할 경우, 열효율을 향상시킬 수 있고 동시에 열조절, 잠열 및 에너지 저장용량을 효과적으로 증진시킬 수 있다.
- [0057] 그러므로 본 발명의 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 건축분야에도 적용할 수 있는바, 본 발명은 상기 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 포함하는, 시멘트 모르타르 조성물을 제공할 수 있다.
- [0058] 상기 본 발명에 따른 시멘트 모르타르 조성물은 종래 시멘트 모르타르 조성물에 함유되는 주요 성분들을 포함할 수 있으며, 기본적으로 시멘트, 물, 잔골재를 포함할 수 있고, 필요에 따라 공기연행제, 초유동화제 등 기타 첨가물이 추가로 첨가될 수 있다.
- [0059] 특히 본 발명에 따른 시멘트 모르타르 조성물에는 모래 및 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)이 1:1~3:1의 중량비로 혼합되어 있는 특징이 있다.
- [0060] 본 발명의 일실시예에서는, 본 발명의 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 시멘트 모르타르 제조 과정에서, 모래의 일부를 대체하도록 첨가하였는데, 일반 시멘트 모르타르에 첨가되는 모래의 양을 기준으로, 50%의 모래를 상기 복합 상변화물질로 대체하고(1:1), 또한 일반 시멘트 모르타르에 첨가되는 모래의 양을 기준으로 25%의 모래를 상기 복합 상변화물질로 대체하여(3:1=모래(75%): 복합 상변화물질(25%)) 시멘트 모르타르 시편을 각각 제조하였다.
- [0061] 제조된 각 시멘트 모르타르 시편에 대한 특성 분석 결과, 본 발명의 활성탄 함침 복합 상변화물질을 첨가한 시멘트 모르타르는 활성탄 함침 복합 상변화물질을 첨가하지 않은 일반 시멘트 모르타르에 비해 상변화물질 누설 감소, 열조절, 열효율 및 열저장이 더 우수한 것으로 나타났다.
- [0062] 또한, 본 발명에 따른 상기 시멘트 모르타르 조성물에는 다중벽 탄소나노튜브(Multi Walled Carbon Nanotubes)가 시멘트 중량 기준 0.1~0.2중량%로 포함할 수 있다.
- [0063] 상기 다중벽 탄소나노튜브의 첨가로 인해 강도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0064] 한편, 다중벽 탄소나노튜브의 첨가는 시멘트 중량 기준 0.1~0.2중량%로 첨가할 수 있고, 바람직하게는 시멘트 중량 기준 0.1중량%로 첨가할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 일실시예에서, 다중벽 탄소나노튜브를 첨가한 시멘트 모르타르와 첨가하지 않은 시멘트 모르타르에 대한 특성 분석 결과, 다중벽 탄소나노튜브를 첨가한 경우, 압축강도가 더 증가하는 것으로 나타났다.
- [0066] 나아가 본 발명은 본 발명의 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질을 포함하는, 콘크리트 조성물을 제공할 수 있으며, 상기 조성물은 콘크리트 제조 시 골재, 시멘트 등 콘크리트 제조를 위한 재료들에 투입하여 사용할 수 있다.
- [0067] 상기 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질을 함유한 조성물을 사용할 경우, 상변화물질의 누설이 감소되고, 열조절, 열효율 및 열저장능이 향상될 수 있다.
- [0068] 그러므로 본 발명에 따른 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질을 함유한 조성물은 건축 또는 토목 구조물에 적용할 수 있으며, 이 경우 우수한 열저장 및 열조절 특성으로 인해 별도의 비용 없이 냉난방의 효율을 극대화할 수 있고, 에너지 사용을 최소화하여 에너지 저장 및 에너지 효율을 증진시킬 수 있다.
- [0070] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0072] <실시예 1>
- [0073] **줄-겔 공정을 이용한 실리카 셸이 코팅된 본 발명의 복합 PCM 제조**
- [0074] 본 발명자들은 다음과 같이 줄-겔 방법을 사용하여 복합 PCM을 제조하였고, 이의 특성을 평가한 후, 이를 모르타르에 혼합하여 모르타르의 특성을 분석하였다.
- [0075] 먼저, 액상의 상변화물질인 Tetradecane PCM 및 활성탄(AC)을 진공 함침기에 혼입하고 2시간 동안 함침시켰다. 진공 함침기에서 활성탄과 PCM을 함침시켜 활성탄이 함침된 복합 상변화물질(ACPCM)의 제조공정은 도 1에 나타내었다.

[0076] 이후 졸-겔(sol-gel) 공정을 수행하였는데, TEOS(에틸 실리케이트) 및 에탄올을 1:4의 부피비로 비이커에 첨가하고 10분 동안 워터 배스(water bath)에서 60℃의 온도로 교반하였다. 이후 여기에 실란 커플링제 및 증류수를 첨가하고 워터 배스에서 80℃의 온도로 20분 동안 교반하였다. 이때 상기 실란 커플링제는 상기 제조된 PCM 함침 활성탄(ACPCM) 중량의 10중량%의 양으로 첨가하였고, 증류수는 TEOS의 8배의 부피비의 양으로 첨가하였다. 그런 뒤, 겔화 속도의 향상을 위해 촉매제로 염산(HCl)을 첨가하여 pH가 2~3이 되도록 하였고 5분간 더 교반하였다. 이후 NH₄OH를 한 방울씩 첨가하여 pH가 8~9 사이가 되도록 조정함으로써 겔화 시간을 감소시켰으며, 겔화가 시작되면 빠르게 상기에서 제조한 PCM 함침 활성탄(ACPCM)을 첨가하였다. 첨가한 ACPCM은 TEOS와 같은 양으로 첨가하였다. 그런 뒤, 건조 오븐에서 80℃의 온도로 24시간 동안 건조시켜 최종 실리카 셸이 코팅된 본 발명의 ACPCM, 즉 복합 PCM(composite PCM)을 제조하였다. 상기 기술된 본 발명의 복합 PCM(composite PCM; CPCM)의 제조과정은 도 3에 나타내었다.

[0078] <실시예 2>

[0079] 본 발명의 복합 PCM에 대한 특성분석

[0080] 상기 실시예 1의 방법으로 제조된 실리카 셸이 코팅된 본 발명의 복합 PCM(composite PCM; CPCM)의 특성 분석을 위해 DSC(Differential Scanning Calorimetry), TGA(Thermogravimetric Analysis), FT-IR(Fourier Transform Infrared spectroscopy) 및 Diffusion Oozing Circle 분석을 수행하였다. 상기 DSC는 시료의 상변화 거동과 엔탈피 특성을 확인할 수 있고, TGA는 특정 온도 범위에서 시료의 중량 감소 관찰을 통해 열안정성 여부를 분석할 수 있으며, FT-IR은 시료의 화학적 안정성 여부를 확인할 수 있으며, Diffusion Oozing Circle 분석은 실리카 셸에서 PCM의 누출 여부를 확인할 수 있는 방법이다.

[0082] 본 발명의 실리카 셸이 코팅된 본 발명의 복합 PCM에 대해 상기와 같은 분석 방법을 통해 특성 분석을 수행한 결과, 모든 분석에서 양호한 수준의 특성을 확인할 수 있었다. 구체적으로, DSC 분석 결과 본 발명의 복합 PCM이 건축 자재 분야에 유용하게 사용할 수 있음을 알 수 있었고, TGA 결과를 통해 활성탄이 상변화물질(테트라테칸)에 대한 우수한 지지 물질임을 알 수 있었으며, FT-IR 분석을 통해 새로 형성된 피크 및 이동이 관찰되지 않아 본 발명의 복합 PCM이 화학적으로 안정하다는 것을 알 수 있었다.

[0084] <실시예 3>

[0085] 본 발명의 복합 PCM을 이용한 모르타르의 제조 및 이의 특성분석

[0086] 상기 <실시예 1>의 방법으로 제조된 본 발명의 복합 PCM에 시멘트, 모래, 유동화제(Superplasticizer; SP), 다중벽 탄소나노튜브(Multi Walled Carbon Nanotubes (MWCNTs)) 및 물을 혼합하여 시멘트 모르타르 조성물을 제조하였고, 이는 ASTM 코드에 따라 수행하였으며, 각 모르타르 시편 제조군은 하기 [표 1] 및 [표 2]에 기재된 바와 같다. 각 성분들을 혼합 후 프로브 초음파 처리기를 사용하여 4시간 동안 초음파 분산 처리를 수행하였다(도 2 참조).

표 1

[0087] 시멘트 모르타르 시편 제조군

제조군	모르타르 시편
PM	일반 모르타르
MC-25	25% 모래를 본 발명의 복합 PCM으로 대체
MC-50	50% 모래를 본 발명의 복합 PCM으로 대체
MC-25C	25% 모래를 시멘트 중량 기준 0.1%의 CNT를 함유한 본 발명의 복합 PCM으로 대체
MC-50C	50% 모래를 시멘트 중량 기준 0.1%의 CNT를 함유한 본 발명의 복합 PCM으로 대체

표 2

[0088] 시멘트 모르타르 시편 조성

제조군	시멘트	물	모래	ACPCM	CNT	SP
(Kg/m ³)						

PM	648	190	1728	-	-	6.48
MC-25	648	190	1296	432	-	6.48
MC-50	648	190	864	864	-	6.48
MC-25C	648	190	1296	432	0.648	6.48
MC-50C	648	190	864	864	0.648	6.48

[0089] 이후, 상기 [표 2]의 각 시멘트 모르타르 제조군에 대한 특성 분석을 수행하였다. 분석은 압축 강도 테스트와 굴곡 강도 테스트를 수행하였다.

[0090] 압축 강도 테스트는 50x50x50mm 크기의 모든 모르타르 시편을 실온에서 7일 및 28일 동안 수중에서 경화시키고, 압축 시험은 0.5mm/min의 속도로 변위 접근 방식을 사용하여 수행하였다. 굴곡 강도 테스트를 위해 40x40x160mm의 빔 시편은 실온에서 7일 및 28일 동안 수중에서 경화시켰고, 접근 방식은 0.05mm/min의 속도로 변위 제어를 사용하는 3점 굽힘으로 분석하였다.

[0091] 또한, 본 발명자들은 형태학적 특성도 평가하였는데, 이를 위해 미세침입 다공성 측정법(MIP) 및 주사 전자 현미경(SEM) 분석을 수행하였다. MIP 분석을 통해 본 발명의 복합 PCM을 포함하는 시멘트 모르타르의 기공 구조를 확인하였고, SEM 분석을 통해 복합 PCM을 포함하는 시멘트 매트릭스의 표면 형태를 관찰하였다.

[0093] 그 결과, 본 발명의 복합 PCM이 첨가된 모르타르 시편이 본 발명의 복합 PCM이 첨가되지 않은 모르타르 시편에 비해 압축 강도가 더 우수한 것으로 나타났고, MC-25 모르타르 시편에 비해 MC-50 모르타르 시편의 압축 강도가 더 우수한 것으로 나타났으며, 가장 압축 강도가 우수한 것은 CNT가 첨가된 MC-50C인 것으로 나타났는데, 약 60~65MPa의 압축 강도를 나타내었다. CNT의 첨가가 압축 강도 증진에 효과적임을 알 수 있었다. 또한 굴곡 강도 분석의 결과도 압축 강도 결과와 동일하게 CNT가 첨가된 MC-50C인 것으로 나타났다.

[0095] <실시예 4>

[0096] 축열 방열 특성 및 누출여부 분석

[0097] 상기 실시예 3에서 제조된 시멘트 모르타르 시편들을 대상으로 시차주사열량계를 이용하여 냉각과 가열과정을 수행하면서 열에너지를 측정하였다.

[0098] 그 결과, 본 발명에서 제조한 복합 PCM(CPCM)을 첨가하지 않은 모르타르 시편(PM)에 비해 본 발명의 복합 PCM을 모래의 일부 첨가량을 대체하여 첨가한 모르타르 시편이 축열 방열 특성이 더 우수한 것으로 나타나 건축 자재로 활용 시 실내 온도 유지에 있어서 더 균일한 열흐름을 유지할 수 있음을 알 수 있었고, 기계적 강도도 더 높은 것으로 나타났다.

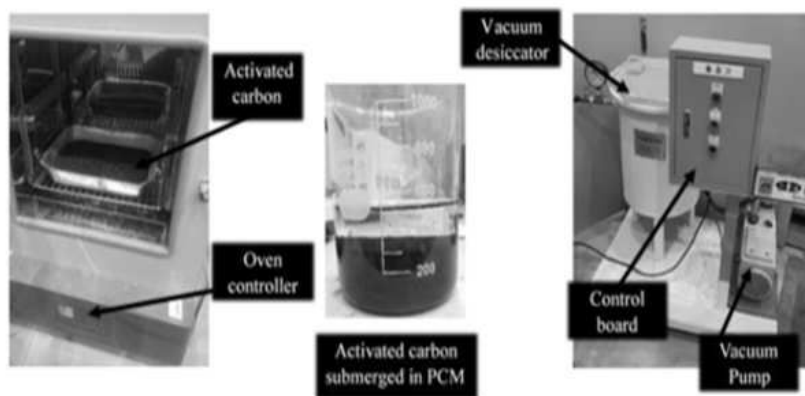
[0099] 뿐만 아니라, 본 발명의 무기 실리카 셸이 코팅된 복합 PCM(CPCM)을 첨가한 시멘트가 무기 실리카 셸을 코팅하지 않은 복합 PCM 첨가 시멘트에 비해 누설 수준도 현저하게 감소된 것으로 나타났다.

[0101] 그러므로 본 발명에서 제공하는 무기 실리카 셸이 코팅된 활성탄 함침 복합 상변화물질(ACPCM)을 건축재료에 도입하여 사용할 경우, 종래 상변화물질의 누설 문제점을 개선할 수 있을 뿐만 아니라 열효율을 향상시킬 수 있고 열에너지 저장능도 증진시킬 수 있음을 알 수 있었다.

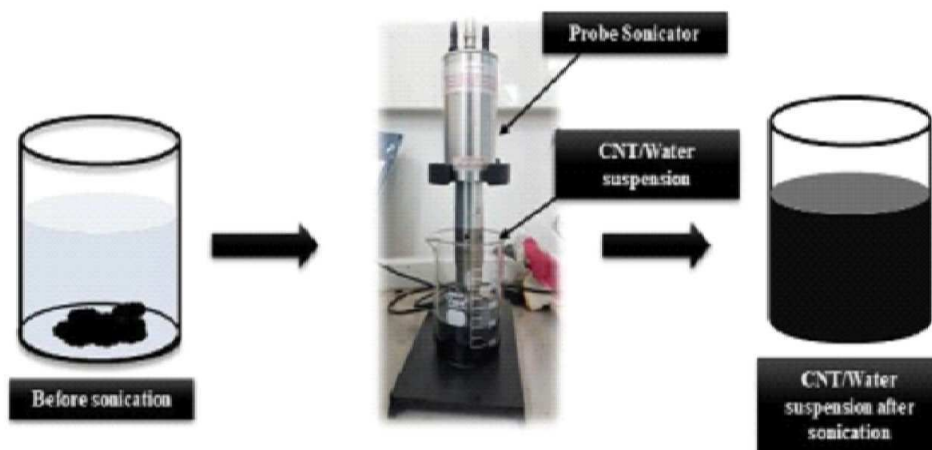
[0103] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

