



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0076265
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 14/02 (2006.01) C04B 24/00 (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01) C09K 5/02 (2006.01)
C04B 103/00 (2006.01) C04B 103/30 (2006.01)
C04B 111/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 14/026 (2013.01)
C04B 24/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0163043

(22) 출원일자 2021년11월24일

심사청구일자 2021년11월24일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

허종완

인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28 송도글로벌
별캠퍼스푸르지오 110동 2202호

김성한

인천광역시 연수구 송도과학로 27번길 55, 롯데캐
슬 캠퍼스타운 201동 626호

(74) 대리인

수안특허법인

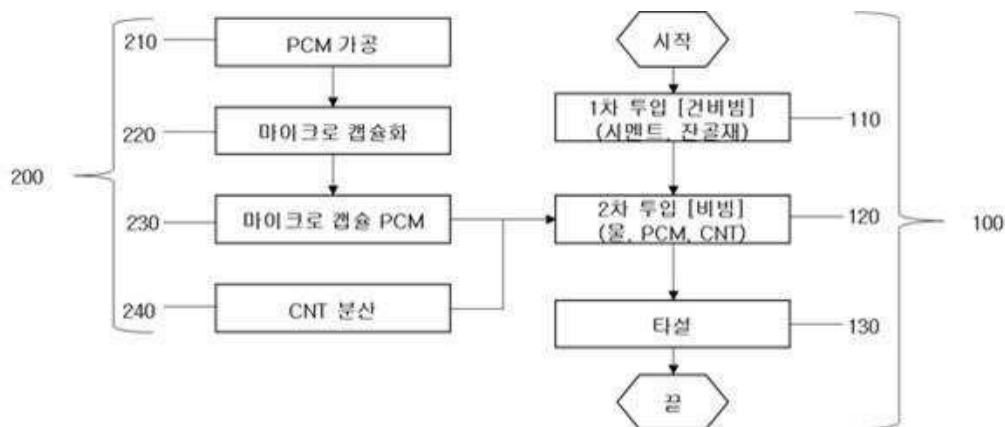
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 마이크로캡슐화된 상변화물질 적용 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 마이크로캡슐화시킨 상변화물질, 및 전도성 나노소재를 포함하는 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트 질 모르타르 접착제 조성물 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따르면 마이크로캡슐화시킨 PCM 물질과 CNT를 활용한 모르타르 접착제는 상변화 물질의 축열 및 발열 성능을 통해 구조 내부의 온도차를 줄임으로써 구조 에너지 효율을 최대화할 수 있으며 또한 구조 에너지 소비를 최소화할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 28/02 (2013.01)

C09K 5/02 (2013.01)

C04B 2103/0071 (2013.01)

C04B 2103/34 (2013.01)

C04B 2111/00637 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415173604

과제번호 20015240

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 소재부품기술개발(R&D)

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

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)대하맨텍

연구기간 2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

마이크로캡슐화시킨 상변화물질, 및 전도성 나노소재를 포함하는 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 상변화물질은 트리데칸, 테트라데칸, 펜타데칸, n-헥사데칸, 옥타데칸 및 에이코산으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 파라핀 알칸 계열의 물질인 것인 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 마이크로캡슐화시킨 상변화물질은 조성물에 포함되는 바인더 중량 대비 0.1~15%로 포함되는 것인 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전도성 나노소재는 카본 나노 튜브인 것인 조성물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전도성 나노소재는 극성 용매인 물에 분산시킨 전도성 나노소재 수분산액 형태로 포함되는 것인 조성물.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전도성 나노소재 수분산액의 농도는 0.5~1중량%인 것인 조성물.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전도성 나노소재는 조성물에 포함되는 바인더 중량 대비 0.01~0.05%로 포함되는 것인 조성물.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 조성물은 시멘트 바인더 40.0~45.0중량%, 잔골재 32.0~36.0중량%, 유동화제(SP) 0.1~0.3중량% 및 잔량의 물을 더 포함하는 것인 조성물.

청구항 9

제1항에 따른 조성물로부터 제조된 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제.

청구항 10

상변화물질을 마이크로캡슐로 코팅시켜 마이크로캡슐화된 상변화물질을 준비하는 단계,

1차 건비빔에서 바인더, 잔골재를 혼합하는 단계,

여기에 2차 비빔에서 물, 상기 마이크로캡슐화시킨 상변화물질, CNT 나노 분산액, 및 유동화제를 첨가하여 혼합하는 단계, 및

이를 타설하는 단계를 포함하는 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로캡슐화된 상변화물질 적용 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 강도 및 내구성이 우수하고 축열 및 발열 성능을 향상시킬 수 있는 마이크로캡슐화된 상변화물질 적용 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대 주거 및 상업용 건물은 경량화 되고 있으며 사람들은 열저장 잠재력 실내 열 쾌적성에 대한 우려를 제기했다. 환경에 미치는 영향이 적은 보다 효율적인 구조를 만드는 구동력과 더 많은 품질을 증가시켜 축열을 진행하는 추세 사이에 강한 장력이 있다. 이러한 문제들은 더욱 전 세계의 기후 변화와 에너지 비용의 지속적인 상승의 영향을 받는다.

[0003] 상변화물질(Phase Change Material, PCM)의 건축에서의 사용은 1940년대 중반부터 시작되었으며, 이러한 축열 능력을 갖춘 수동 태양열 시스템은 당시 연구의 응용 중 하나이다. 건축 시공에 PCM을 적용하면 외부 태양광에서 나오는 열과 기계 가열 및 냉각 시스템에서 발생하는 열 부하를 이용할 수 있다. 그 다음에는 이러한 에너지를 효과적으로 저장하여 적절한 시간에 건축물의 에너지 수요를 충분히 맞출 수 있도록 해야 한다.

[0004] 수십 년 동안 건축 공사에 PCM이 물에 잠긴 벽돌이나 기타 건축자재를 사용해 열 관성을 높이고 이와 관련 없는 중품질의 구조에 응용해 왔다. 그러나 블록 재료에 PCM을 넣는 것은 복잡한 기술 과정이다. 일부 문제점에는 용해 및 냉동 과정의 체적 변화, 무기질 PCM 제품의 열 전달속도 지연, PCM 누출 문제, PCM 탑재체 재료의 물리적 성능에 대한 악영향이 포함된다.

[0005] 따라서 PCM을 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제 등의 건축 자재로 사용함에 따른 축열 성능을 유지할 수 있는 기술의 개발이 필요한 실정이다.

[0006] 한국 등록특허 10-2098039에서는 결합재, 규사, 보강재, 폴리머, 수축방지제, 실리카 흙, 클링커, 플라스터, 플라스틱 복합체, 재생 폴리프로필렌 수지, 하소포졸라나, 마이크로실리카, 소포제, 팽창제, 경화촉진제, 유동화제 및 증점제를 미리 설정된 중량 비율로 형성하는 것을 특징으로 하며, 상기 폴리머는 친환경 PLA 수지와 아크릴계 제유화 수지의 혼합물을 사용하는 것을 특징으로 하고, 상기 플라스틱 복합체는 보강섬유, PCM캡슐 파우더, 유기금속 폴리머 및 CNT나노 복합체로 이루어지되, 상기 보강섬유는 폴리프로필렌 섬유 20 내지 50 중량비율, 나일론 섬유 20 내지 50 중량비율 및 아르보셀 섬유 30 내지 60 중량비율로 포함하여 이루어진 것을 사용하는 것을 특징으로 하고, 상기 플라스틱 복합체는 보강섬유 90 내지 100 중량부를 기준으로 PCM캡슐 파우더 20 내지 30 중량부, 유기금속 폴리머 10 내지 20 중량부 및 CNT 나노 복합체 5 내지 7 중량부로 이루어진 것을

사용하여 복합 플라스틱 레진을 형성하여 사용하는 것을 특징으로 하는 수중 콘크리트 구조물 보수 보강용 친환경 모르타르 조성물을 제시하였다.

[0007] 한국공개특허 2018-0043102에서는 교량에 수직하게 삽입 형성되어 교량을 보강하기 위한 보강부; 상기 보강부의 노출면에 평행하게 도포되기 위한 도포부; 및 상기 도포부에 도포되어 교량을 방수하기 위한 방수부를 포함하는 교량 탄성 도막 방수 시공 구조를 제시하였으며, 상기 도포부로서 물 100중량부에 대하여, 시멘트 60~80중량부, 아크릴계 공중합체 수지 20~50중량부, 실리카 에어로젤 0.5~3중량부, 폴리에테르에테르케톤 공중합체 수지 1~10중량부, 평균직경 50~100nm와 평균길이 1~30 μ m를 갖는 탄소나노튜브 0.1~5중량부, 분산제 0.5~3중량부 및 소포제 0.3~1중량부를 포함하는 조성을 제시하였다.

[0008] 최근 탄소 배출 저감을 목적으로 국내 에너지 배출량 중 30%를 차지하는 건축 및 건설분야에서의 온실가스 저감이 필수화됨에 있어서 주거용 에너지 절감 기술개발에 대한 중요성 또한 높아지게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 10-2098039
(특허문헌 0002) 한국공개특허 2018-0043102

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 PCM을 적용한 모르타르 접착제의 강도 저하를 탄소나노튜브로 해결하고, 마이크로캡슐화시킨 PCM을 사용하여 PCM의 축열 성능을 활용한 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제를 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제의 제조방법을 제공하는 데도 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제 조성물은 마이크로캡슐화시킨 상변화물질, 및 전도성 나노소재를 포함하는 것을 그 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 상변화물질은 트리데칸, 테트라데칸, 펜타데칸, n-헥사데칸, 옥타데칸 및 에이코산으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 파라핀 알칸 계열의 물질이 바람직하다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 마이크로캡슐화시킨 상변화물질은 조성물에 포함되는 바인더 중량 대비 0.1~15%로 포함되는 것이 바람직하다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전도성 나노소재는 카본 나노 튜브가 바람직하게 이용될 수 있다.

[0016] 상기 전도성 나노소재는 극성 용매인 물에 분산시킨 전도성 나노소재 수분산액 형태로 포함되는 것이 바람직하다.

[0017] 상기 전도성 나노소재 수분산액의 농도는 0.5~1중량%인 것이 바람직하다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전도성 나노소재는 조성물에 포함되는 바인더 중량 대비 0.01~0.1%로 포함되는 것이 바람직하다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 상기 조성물은 시멘트 바인더 40.0~45.0중량%, 잔골재 32.0~36.0중량%, 유동화재(SP) 0.1~0.3중량% 및 잔량의 물을 더 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명은 상기 나열된 조성물로부터 제조된 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제를 제공할 수 있다.

[0024] 또한 본 발명은 상변화물질을 마이크로캡슐로 코팅시켜 마이크로캡슐화된 상변화물질을 준비하는 단계, 1차 건비법에서 바인더, 잔골재를 혼합하는 단계, 여기에 2차 비법에서 물, 상기 마이크로캡슐화시킨 상변화물질, CNT 나노 분산액, 및 유동화제를 첨가하여 혼합하는 단계, 및 이를 타설하는 단계를 포함하는 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제의 제조방법을 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따르면, 마이크로캡슐화된 PCM 물질과 CNT를 활용한 모르타르 접착제는 상변화 물질의 축열 및 발열 성능을 통해 구조 내부의 온도차를 줄임으로써 구조 에너지 효율을 최대화할 수 있으며 또한 구조 에너지 소비를 최소화할 수 있으며, CNT의 혼합으로 물성 저하 문제를 해결할 수 있다.

[0026] 이러한 본 발명의 마이크로캡슐화된 PCM 적용 조적벽돌 쌓기용 모르타르 접착제는 2050년까지 탄소 순 배출량이 0이 되는 탄소중립정책에 맞추어 사회적 및 경제적 가치가 높다고 판단되며, 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

[0027] (a) 건축물에서 축열 및 방열하는 조적벽돌 쌓기용 모르타르 접착제 개발

[0028] (b) 고축열 특성 및 열방출 특성으로 인한 에너지 절감이 가능

[0029] (c) 에너지 절감으로 인한 건축물이 차지하는 온실가스 저감

[0030] (d) 에너지 절감으로 인한 에너지 소비 비용 최소화로 인한 경제성 향상

[0031] (e) 에너지 낭비를 최소화하여 탄소 배출 및 친환경적 기술로 활용 가능

[0032] (f) PCM 모르타르 접착제의 축열 및 고 내구성 특성으로 구조의 내장재 및 외장재로 활용 가능

[0033] (g) 마이크로캡슐 코팅 기술을 활용하여 가공한 PCM은 유실 및 누출을 방지하며 또한 직접적으로 시멘트와 접착하지 않아 강도저감을 최소화 할 수 있음

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 마이크로캡슐화된 PCM 적용 조적벽돌 쌓기용 모르타르 접착제 제조 공정을 나타낸 것이다.

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, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

[0039] 본 발명은 PCM 물질을 마이크로캡슐화하여 액상 형태의 PCM 물질의 유출을 방지하고 PCM을 적용한 모르타르 접착제의 강도 저하의 단점을 해결하기 위해 모르타르 배합 시 물리적 특성이 뛰어난 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)를 혼입하여 모르타르 접착제의 내구성 및 강도를 향상시킨 마이크로캡슐화된 상변화물질 적용 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0040] 본 발명에 따른 마이크로캡슐화된 상변화물질 적용 조적벽돌 쌓기용 고축열 시멘트질 모르타르 접착제는 바인더, 잔골재, 초가소제(유동화제), 마이크로캡슐화된 상변화물질, 및 탄소나노튜브를 포함하는 구성으로 이루어질 수 있으며, 구체적으로는 다음과 같다.

- [0042] (1) 시멘트 (Cement)
- [0043] 일반 목적 1종 표준 시멘트를 사용하며, 접착제 조성에서 바인더로 사용된다.
- [0044] 상기 바인더로 사용되는 시멘트는 전체 모르타르 접착제 조성에서 40.0~45.0중량%로 포함되는 것이 내구성 및 강도 측면에서 바람직하다
- [0046] (2) 잔골재
- [0047] KS F 2527의 표준에 적합한 골재로서 최대 사이즈는 4mm를 초과하지 않는 것이 바람직하다. 상기 잔골재는 규사 등이 있으나, 이에 한정되지 않으며 전체 모르타르 접착제 조성에서 32.0~36.0중량%로 포함되는 것이 내구성 및 강도 측면에서 바람직하다.
- [0049] (3) 유동화제 (Superplasticizers, SP)
- [0050] 상기 유동화제(SP)는 모르타르 접착제를 작업 시 작업성(Workability)을 개선시키고 배합 시 물의 함량을 효과적으로 감소시켜 모르타르 접착제의 유동성을 유지하면서 재료 분리현상을 방지하기 위해 포함된다. 이러한 초가소제는 전체 모르타르 접착제 조성에서 0.1~0.3중량%로 포함되는 것이 모르타르 워커빌리티(작업성) 면에서 바람직하다.
- [0052] (4) 마이크로캡슐화시킨 상변화물질 (Microcapsulated PCM)
- [0053] 본 발명에서는 모르타르 접착제에 축열 성능을 부여하기 위하여 일정 온도 범위 내에서 상변화 반응이 발생하여 열에너지를 흡수 및 방출할 수 있는 유기 파라핀계 상변화물질(PCM)을 활용할 수 있다. 상변화 반응이 발생하는 온도 범위는 PCM 제조 공정에서 조정할 수 있으며, 적용 범위에 맞는 상변화 온도를 선택하여 사용한다.
- [0054] 상기 유기 파라핀계 상변화물질(PCM)은 트리데칸, 테트라데칸, 펜타데칸, n-헥사데칸, 옥타데칸 및 에이코산으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 파라핀 알칸 계열의 물질이 바람직하다.
- [0055] 본 발명에서는 특별히 상기 PCM을 얇은 고체 껍질(마이크로캡슐)로 코팅하여 상변화 동안 PCM의 유실을 방지하고, 단위 부피당 더 큰 표면적을 통해 높은 열전달률을 제공할 수 있다. 마이크로캡슐은 일반적으로 1 μ m 내지 1000 μ m 범위의 크기를 갖는 천연 및 합성 중합체가 바람직하다.
- [0056] 이러한 마이크로캡슐화시킨 PCM은 상기 바인더 중량 대비 0.1~15%로 포함되는 것이 모르타르 축열 및 발열성 면에서 바람직하다.
- [0058] (5) 탄소나노튜브 (Carbon Nano Tube)
- [0059] 본 발명에서 사용되는 전도성 나노재료인 CNT는 하나의 탄소원자가 3개의 다른 탄소 원자와 결합되어 육각형 벌집무늬로 원통형 모양을 이루고 있는 탄소 동소체이며, 철강보다 100배 뛰어난 강도, 구리와 비슷한 전기전도도, 다이아몬드와 같은 열전도율의 우수한 물리적 특성을 가진 첨단 신소재이다.
- [0060] 본 발명에 따른 CNT는 직경 5~7nm, 길이 50~150 μ m, BET 비표면적 500~700m²/g, 비중(Bulk Density) 0.07~0.09g/ml인 것이 바람직하다.
- [0061] 본 발명에서는 상기 상변화물질을 적용한 모르타르 접착제에서 강도가 저하되는 문제를 해결하기 위해 상기 CNT를 첨가하여 물리적 강도를 보완하고자 한 것이다.
- [0062] 본 발명에서는 상기 무극성인 CNT를 극성 용매인 물 안에서 초음파 분산(Sonication)을 통해 분산시킨 전도성 나노소재 분산액으로 사용하는 것이 바람직하다. 상기 전도성 나노소재 분산액은 0.5~1중량%의 농도로 포함되는 것이 바람직하며, CNT 농도가 0.5중량% 미만에서는 CNT 넣은 효과가 없고, 1중량% 초과시에는 상대적인 물의 양이 줄어들기 때문에 분산이 어려워 작업성에 문제가 있을 수 있다.

- [0063] 또한, 상기 전도성 나노소재인 CNT는 전체 모르타르 접착제 조성물 내에서는 바인더 중량 대비 0.01~0.1%로 포함되는 것이 강도증진 및 내구성 한 면에서 바람직하다.
- [0064] 또한, 본 발명에 따른 상기 CNT 분산액을 제조한 다음, 계면활성제인 유동화제(Superplasticizer)를 첨가하여 입자 간 반데르발스힘에 의한 재응집 현상(Aggolomeration)을 줄이는 것이 바람직하다.
- [0066] 상기 모르타르 접착제 조성을 이용한 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제의 제조 과정을 다음 도 1을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [0067] 상기 접착제 제조 과정은 모르타르 접착제 제조 공정(100)과 마이크로캡슐화된 PCM 제조 전처리 공정(200)로 구분된다.
- [0068] 마이크로캡슐화된 PCM 제조 전처리 공정(200)은 PCM을 준비(210)하여 마이크로캡슐(220)로 코팅하고 완성된 마이크로캡슐화된 PCM(230)을 준비한다. 또한, 모르타르 배합 전 CNT 분산액을 미리 준비한다.
- [0070] 또한, 모르타르 접착제 제조 공정(100)에서는 1차 건비빔(110)에서 잔골재와 시멘트를 투입하고 2차 투입(120)에서 상기 마이크로캡슐화된 PCM 제조 전처리 공정(200)에서 준비한 마이크로캡슐 PCM과 CNT 분산액, 물, 및 유동화제(SP)를 투입하여 슬러리 상태로 잘 배합시킨다. 마지막 타설 (130) 과정을 통해 모르타르 접착제 제작을 마친다.
- [0072] 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.

[0074] **실시예 1~2 : 모르타르 접착제 제조**

- [0075] 다음 실시 예는 PCM을 바인더 중량 대비 10%, 0.5중량%의 CNT 수분산액을 바인더 중량 대비 0.05, 0.1%로 포함된 배합표로서 조적벽돌 쌓기용 고축열 PCM 시멘트질 모르타르 접착제는 다음과 같이 제조할 수 있다.
- [0076] 다음 도 1과 같이, 1차 건비빔(110)에서 잔골재로서 모래와 바인더로서 시멘트를 투입하고 2차 투입(120)에서 마이크로캡슐화된 PCM과 CNT 분산액, 물, SP를 투입시켰다. 이를 타설 (130) 과정을 통해 모르타르 접착제를 제조하였다.

표 1

	시멘트	물	잔골재 ⁽¹⁾	SP	CNT 분산액 ⁽²⁾	마이크로캡슐화된 PCM ⁽³⁾
실시예1	933.1	419.9	746.5	2.5	46.7	93.3
실시예2	933.1	419.9	746.5	2.5	93.3	93.3
비교예1	933.1	419.9	746.5	2.5	-	93.3

(1) 잔골재: 입자크기 <4mm 인 모래

(2) CNT : 직경 5~7nm, 길이 50~150 μ m, BET 비표면적 500~700m²/g, 비중(Bulk Density) 0.07~0.09g/ml인 것으로 바인더인 시멘트 중량 대비 포함된 함량임

(3) 마이크로캡슐화된 PCM: 바인더인 시멘트 중량 대비 포함된 함량으로, PCM은 테트라데칸을 사용함

[0079] **실험예 : 기계적 강도 측정**

- [0080] 상기 실시예 1~2에서와 같이 카본 나노 튜브의 함량이 바인더 중량 대비 각각 0.05, 0.1%로 포함된 모르타르 접착제와 카본 나노 튜브를 첨가하지 않고 제조된 모르타르 접착제(비교예 1)의 기계적 압축강도를 ASTM C39/C39M-21에 준하여 변위 제어 방식으로 만능 재료 시험기(Universal Testing Machine, UTM)으로 측정하였으

며, 그 결과를 다음 표 2에 나타내었다.

표 2

	압축강도(MPa)
실시예1	40.27
실시예2	46.64
비교예1	33.59

상기 표 2의 결과를 참조하면, CNT가 포함되지 않은 비교예 1의 모르타르 접착제에 비해 CNT 가 포함된 실시예 1과 2의 모르타르 접착제의 압축강도가 현저히 증가함을 확인할 수 있다. 또한, CNT 함량이 증가할수록 모르타르 접착제의 압축강도 또한 증가되는 효과를 확인하였다.

이러한 결과로부터 PCM을 적용한 모르타르 접착제에서 강도가 저하되는 문제를 본 발명과 같이 탄소나노튜브를 첨가함으로써 해결할 수 있음을 확인하였다.

도면

도면1

