



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월15일
(11) 등록번호 10-1938823
(24) 등록일자 2019년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 38/10 (2006.01) C04B 18/08 (2006.01)
C04B 20/00 (2006.01) C04B 28/06 (2006.01)
C04B 103/00 (2006.01) C04B 111/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 38/10 (2013.01)
C04B 18/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0079689

(22) 출원일자 2017년06월23일

심사청구일자 2017년06월23일

(65) 공개번호 10-2019-0000551

(43) 공개일자 2019년01월03일

(56) 선행기술조사문헌

KR101246407 B1*
KR1020130136599 A*
KR1020160046951 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한경대학교 산학협력단

경기도 안성시 중앙로 327(석정동)

(72) 발명자

최동욱

경기도 성남시 분당구 중앙공원로 20, 408동 140
4호 (서현동, 시범단지현대아파트)

김영호

서울특별시 광진구 광장로1가길 49, 101호 (광장
동, 위커텔빌리지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박은주

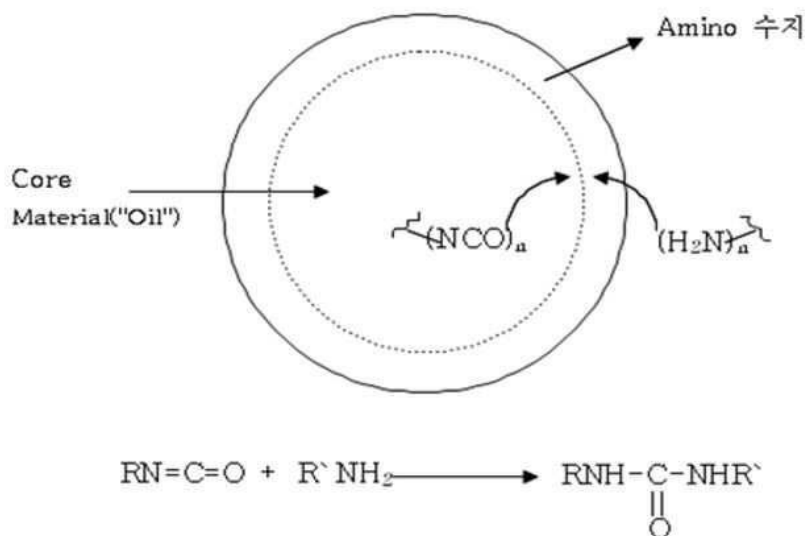
(54) 발명의 명칭 저온 상변화 물질(PCM) 혼입을 위한 경량콘크리트 조성물 및 이를 이용한 경량 콘크리트 패널

(57) 요약

본 발명은 저온 상변화 물질(PCM) 혼입을 위한 경량콘크리트 조성물 및 이를 이용한 경량 콘크리트 패널에 관한 것으로, 보다 상세하게는 저온 상변화 물질(phase change material, PCM) 적용을 위한 최적의 배합설계를 갖는 경량 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 경량 콘크리트 패널을 제공하고자 하는 것이다.

본 발명에 따른 경량 콘크리트 조성물은 저온 상변화 물질을 이용하여 압축강도, 휨강도 및 열전도율의 물성을 향상시키는데 효과적인 배합비율을 나타내며, 상기 경량 콘크리트 조성물을 이용하여 패널을 제조 시, 기존의 유기계 패널을 대체할 수 있어 친환경적인 건축계 소재를 제공하는데 현저한 효과를 나타낸다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 20/0004 (2013.01)

C04B 20/008 (2013.01)

C04B 28/06 (2013.01)

C04B 2103/0071 (2013.01)

C04B 2111/40 (2013.01)

(72) 발명자

임명관

광주광역시 광산구 수완로33번길 22, 105동 1203호
(수완동, 수완1차우미린아파트)

임희섭

서울특별시 송파구 오금로32길 10, 5동 1403호 (송파동, 미성맨션)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GRRC 2011-B05

부처명 경기도 지역협력연구센터(GRRC)

연구관리전문기관 경기도

연구사업명 경기도 지역협력연구센터(GRRC)

연구과제명 열 제어 기능을 갖는 물류센터의 차세대 경량콘크리트 벽체개발

기 여 율 1/1

주관기관 환경대학교

연구기간 2014.07.01 ~ 2017.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

시멘트, 결합재, 기포제 및 잠열 축열재를 포함하는 경량 콘크리트 조성물로,

상기 결합재는 플라이애시 및 급결제를 포함하고,

상기 잠열 축열재는 2 내지 6 °C의 저온에서 녹는점을 갖는 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 셸로 하는 마이크로캡슐 형태이며,

상기 경량 콘크리트 조성물은 시멘트 100 중량부에 대하여, 플라이애시 1 내지 30 중량부, 급결제 0.01 내지 0.5 중량부, 기포제 0.1 내지 10 중량부 및 잠열 축열재 0.1 내지 20 중량부를 포함하고,

상기 상변화 물질은 파라핀이며,

상기 고분자 수지는 멜라민 수지와 포름알데히드가 축중합된 고분자 수지로서 불규칙적인 3차원 공간 구조를 가지는 공간망상중합체이고,

상기 급결제는 칼슘알루미네이트계인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 조성물.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 마이크로캡슐 형태의 잠열 축열재는 크기가 20 내지 500 μm 인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 조성물.

청구항 6

(a) 시멘트 슬러리를 제조하는 단계; 및

(b) 상기 시멘트 슬러리에 기포제를 첨가하여 혼합하여 발포시키는 단계;를 포함하며,

상기 시멘트 슬러리는 시멘트, 플라이애시, 급결제 및 잠열 축열재를 포함하고,

상기 잠열 축열재는 2 내지 6 °C의 저온에서 녹는점을 갖는 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 셸로 하는 마이크로캡슐 형태이며,

상기 시멘트 슬러리는 시멘트 100 중량부에 대하여, 플라이애시 1 내지 30 중량부, 급결제 0.01 내지 0.5 중량부 및 잠열 축열재 0.1 내지 20 중량부를 포함하고,

상기 상변화 물질은 파라핀이며,

상기 고분자 수지는 멜라민 수지와 포름알데히드가 축중합된 고분자 수지로서 불규칙적인 3차원 공간 구조를 가지는 공간망상중합체이고,

상기 급결제는 칼슘알루미늄에이트계인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 패널의 제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 시멘트 100 중량부에 대하여 기포제 0.1 내지 10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 패널의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 잠열 축열제는 (i) 저온 상변화 물질을 수용액에 에멀전화하는 단계;

(ii) 멜라민 모노머 및 포름알데히드를 포함하는 고분자 수지 전중합 용액을 제조하는 단계; 및

(iii) 상기 (i) 단계를 통해 제조된 에멀전 용액에 상기 고분자 수지 전중합 용액과 아세트산을 첨가하고 교반하여 계면 중합하는 단계;를 포함하는 잠열 축열제의 제조방법을 통해 제조되는 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 패널의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저온 상변화 물질(PCM) 혼입을 위한 경량콘크리트 조성물 및 이를 이용한 경량 콘크리트 패널에 관한 것으로, 보다 상세하게는 저온 상변화 물질(phase change material, PCM) 적용을 위한 최적의 배합설계를 갖는 경량 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 경량 콘크리트 패널을 제공하고자 하는 것이다.

배경 기술

[0002] 현대사회는 고도의 경제성장과 급속한 사회발전으로 도시가 대형화·고층화·고밀화되면서 도시의 기능을 유지하기 위한 물류의 중요성이 부각되고 있다. 경제성장과 소비자의 식생활 수준 향상으로 다양한 식품소비와 함께 품질 좋고 신선한 식품을 찾는 소비 형태로 많은 수입 농축수산물들이 국내에 반입되고 있으며, 국제 무역 협정으로 시장개방이 가속화되어짐에 따라 향만 물류창고 및 농수산물 냉동 창고의 형태가 다양해지고 그 중요성 또한 커지고 있다.

[0003] 또한, 보관물품이 다양화되고 변화됨에 따라 이러한 물류창고 및 냉동 창고의 대형화, 다양화, 집중화는 재난발생의 위험성을 증가시켰고, 창고시설 중에서도 냉동 창고의 경우 비교적 고 위험성을 가지고 있음에도 불구하고 영하의 온도에서 착화현상이 일어나기 어렵다는 구시대적인 생각으로 인하여 대형 인명피해와 재산피해로 이어졌다.

[0004] 물류창고 등은 대부분 샌드위치 패널을 사용하며, 저온유지와 보온 효과를 높이기 위해 가연성 우레탄폼 등의 단열재를 사용하고 있다. 하지만, 이와 같은 재료들은 높은 화재 확산의 위험으로 화재가 발생하면 짧은 시간에 열과 유독성 가스 등에 의하여 화재 확산을 가속화 시켜 인명과 재산피해를 키우는 주원인이 되었으며, 향만물류창고 등의 경우, 해안가에 근접되어 비래염분 등 염소이온에 따른 부식 등에 대한 문제가 제기되고 있는 실정이다.

[0005] 특히, 우리나라의 녹색건축정책은 2020년까지 그린 홈 200만 가구 공급을 우선 목표로 하고, 2025년부터 제로에너지 건축물을 지향하고 있다. 건물의 계획, 시공, 사용 및 유지관리, 해체 및 재활용에 이르는 건물의 생애주기에 대한 전과정(life cycle) 개념을 도입한 녹색건축물을 지향하고 있다. 이러한 개념은 이미 건축공사에 반

영되어 2013 건축공사표준시방서 총칙은 환경관리 및 친환경 시공이라는 ISO 14000 시리즈 환경경영 개념에 입각한 환경관리 및 친환경 시공 계획서를 요구하고 있다.

[0006] 이에, 본 발명에서는 기존의 유기계 패널의 대체할 수 있는 제품을 제공하는 것을 목표로 하여, 내화성 및 염해 부식 등의 내구성이 강한 건축용 경량 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 경량 콘크리트 패널을 제공하고자 하는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2013-0136599호

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제0284192호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 저온 상변화 물질을 적용하여 압축강도, 휨강도 및 열전도율의 물성을 향상시켜 내구성이 강한 건축용 경량 콘크리트 조성물을 제공하고자 하는 것이다.

[0009] 또한, 상기 경량 콘크리트 조성물을 이용하여 기존의 유기계 패널을 대체할 수 있는 경량 콘크리트 패널을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 대표적인 일 측면에 따르면, 시멘트, 결합재, 기포제 및 잠열 축열재를 포함하는 경량 콘크리트 조성물로,

[0011] 상기 결합재는 플라이애시 및 급결제를 포함하고,

[0012] 상기 잠열 축열재는 저온 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 쉘로 하는 마이크로캡슐 형태인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 조성물에 관한 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 대표적인 일 측면에 따르면, (a) 시멘트 슬러리를 제조하는 단계; 및

[0014] (b) 상기 시멘트 슬러리에 기포제를 첨가하여 혼합하여 발포시키는 단계;를 포함하며,

[0015] 상기 시멘트 슬러리는 시멘트, 플라이애시, 급결제 및 잠열 축열재를 포함하고,

[0016] 상기 잠열 축열재는 저온 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 쉘로 하는 마이크로캡슐 형태인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 패널의 제조방법에 관한 것이다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 경량 콘크리트 조성물은 저온 상변화 물질을 이용하여 압축강도, 휨강도 및 열전도율의 물성을 향상시키는데 효과적인 배합비율을 나타내며, 상기 경량 콘크리트 조성물을 이용하여 패널을 제조 시, 기존의 유기계 패널을 대체할 수 있어 친환경적인 건축계 소재를 제공하는데 현저한 효과를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 잠열 축열재의 제조하는 공정 중에서 발생하는 마이크로캡슐 반응을 도시화한 것이다.

도 2는 잠열 축열재를 제조하는 반응장치를 도시화한 것이다.

도 3은 저온 상변화물질을 열측정법(Differential Scanning Calorimetry, DSC)으로 분석한 결과를 나타낸 그래프이다.

도 4는 경량 콘크리트 패널의 제조방법을 도시화한 것이다.

도 5의 (a)는 경량 콘크리트 패널의 물성 중에서 압축강도를 측정하기 위하여 사용한 기기를 나타낸 사진이고, (b)는 휨강도를 측정하기 위하여 사용된 기기를 나타낸 사진이다.

도 6은 경량 콘크리트 패널의 열전도율을 측정하기 위한 원리를 도시화한 것이다.

도 7은 열전도율 측정기기를 나타낸 사진이다.

도 8은 제조에 1-1 내지 1-6의 경량 콘크리트 패널에 대한 압축강도를 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.

도 9는 제조에 1-1 내지 1-6의 경량 콘크리트 패널에 대한 휨강도를 측정한 결과를 나타낸다.

도 10은 실시예 1-1 내지 1-8의 경량 콘크리트 조성물의 기포제 희석비를 5%로 고정한 후, 급결제를 0.1%와 0.3%로 구분하여 배합을 실시하고, 또한, 각 배합에 PCM을 0%, 10%, 20%, 30%로 추가하여 배합을 실시하여 제조된 경량 콘크리트 패널에 대한 압축강도 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도 11은 실시예 1-1 내지 1-8의 경량 콘크리트 조성물의 기포제 희석비를 5%로 고정한 후, 급결제를 0.1%와 0.3%로 구분하여 배합을 실시하고, 또한, 각 배합에 PCM을 0%, 10%, 20%, 30%로 추가하여 배합을 실시하여 제조된 경량 콘크리트 패널에 대한 휨강도 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서, 본 발명의 여러 측면 및 다양한 구현예에 대해 더욱 구체적으로 살펴보도록 한다.
- [0020] 본 발명의 일 측면에 따르면, 시멘트, 결합재, 기포제 및 잠열 축열재를 포함하는 경량 콘크리트 조성물로, 상기 결합재는 플라이애시 및 급결제를 포함하고, 상기 잠열 축열재는 저온 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 셸로 하는 마이크로캡슐 형태인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 조성물을 제공한다.
- [0021] 본 발명에 있어서 "경량 콘크리트란" 비중이 2.0 이하인 콘크리트를 의미하는 것으로 바람직하게는 비중이 0.8 내지 1.0인 콘크리트를 의미한다.
- [0022] 본 발명에 있어서, "경량 콘크리트"란 경량 콘크리트용 조성물 및 물로 이루어진 시멘트 슬러리가 25 내지 35 부피% 및 기포가 65 내지 75 부피%로 형성되는 것일 수 있으며, 바람직하게는 시멘트 슬러리가 30 부피% 및 기포가 70 부피%로 형성되는 것일 수 있다. 또한, 상기 시멘트 슬러리는 물이 40 내지 50 중량% 및 경량 콘크리트용 조성물이 50 내지 60 중량%로 함유될 수 있으며, 바람직하게는 물이 45 중량% 및 경량 콘크리트용 조성물이 55 중량%로 함유되는 것일 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 기포제는 유기계 기포제를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 시멘트는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0025] 상기 플라이애시(fly-ash)란, 석탄 화력발전소 등에서 미분탄을 1500℃로 연소시켜 생성되는 미세분말을 집진기로 모은 것을 가리키는 것으로, 본 발명에서는 시멘트와 함께 골격을 형성하는 역할을 하였다. 상기 플라이애시는 시멘트 100 중량부에 대하여 1 내지 30 중량부를 포함하는 것이 바람직한데, 상기 범위를 벗어나는 경우에는 휨강도 물성을 저하시킬 수 있어 바람직하지 않다.
- [0026] 상기 급결제는 시멘트의 응결축진을 위한 것으로서, 칼슘알루미네이트계를 사용하는 것이 바람직하다. 상기 시멘트 100 중량부에 대하여 0.01 내지 0.5 중량부를 포함하는 것이 바람직한데, 상기 범위를 벗어나는 경우에는 시멘트 슬러리의 응결 축진이 저하되거나 또는 지나치게 응결되어 물성이 저하될 우려가 있어 바람직하지 않다.
- [0027] 상기 기포제는 시멘트 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부로 포함하는 것이 바람직한데, 상기 범위를 벗어나는 경우에는 시멘트 슬러리의 발포가 미미하거나, 또는 지나치게 발포되어 패널의 전체적인 물성을 저하시킬 우려가 있어 바람직하지 않다.
- [0028] 상기 잠열 축열재는 저온 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 셸로 하는 마이크로캡슐 형태인 것이 바람직하다. 상기 잠열 축열재는 저온(2 ~ 6℃)에서 녹는점을 갖는 코어 물질인 상변화 물질을 캡슐화하여 이를 건

축소재에 적용함으로써, 실내 및 외기의 온도에 따라서 코어 물질이 녹거나 어는 과정에서 축열 및 방열로 인한 에너지 절감 및 차단효과를 갖는다. 즉, 상기 상변화 물질은 극심한 과열이나 냉열을 차단하여 열손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 실내온도를 일정하게 유지하는 역할을 할 수 있다. 특히, 본 발명에서는 저온($2 \sim 6^{\circ}\text{C}$)에서 녹는점을 갖는 코어 물질인 상변화 물질을 캡슐화하여 내화성을 확보하였다.

- [0029] 구체적으로, 상기 저온 상변화 물질은 멜라민 수지로 캡슐 된 파라핀 오일을 사용하여 용해점이 6°C 를 갖는 것이 바람직하다. 상기 파라핀은 단위 체적 당 축열기능이 낮아 단열효과가 떨어지는 단점을 갖고 있어, 본 발명에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 경량 콘크리트 조성물의 각 물질에 대한 배합비율이 매우 중요하며, 각 물질의 배합비율을 벗어나는 경우 전체 물성이 저하되는 문제점이 발생하므로 바람직하지 않다.
- [0030] 상기 저온 상변화 물질은 시멘트 100 중량부에 대하여, 0.1 내지 20 중량부를 포함하는 것이 바람직한데, 상기 범위를 벗어나는 경우에는 패널의 압축강도 물성을 저하시키는 문제점이 발생할 수 있어 바람직하지 않다.
- [0031] 상기 고분자 수지는 벽재 모노머인 멜라민 수지와 포름알데히드가 축중합된 고분자 수지로서 불규칙적인 3차원 공간 구조를 가지는 공간망상중합체(spacenetwork polymer)인 것이 바람직하다.
- [0032] 한편, 상기 코어 물질의 에멀전이나 벽재 모노머의 코팅 성능을 좋게 하기 위해서는 계면 에너지의 조절이 필요한데, 이를 위해서는 필요에 따라 계면활성제가 이용될 수 있다.
- [0033] 즉, 상기 저온 상변화 물질을 코어로 하고, 고분자 수지를 셸로 하는 마이크로캡슐 형태의 잠열 축열제는 크기가 20 내지 $500\ \mu\text{m}$ 일 수 있는데, 상기 코어의 직경 대 셸의 두께비는 $1:0.2$ 내지 5일 수 있다. 만일, 상기 셸층의 두께비가 상기 범위 미만이면 코어 물질이 어는 과정에서 방출하는 열량이 많아져 단열성능이 저하될 수 있으며, 상기 고분자 수지가 가지는 3차원 공간구조가 너무 적어 공극률이 낮은 마이크로캡슐 형태의 잠열 축열제가 제조될 수 있고, 상기 셸층의 두께가 상기 범위를 초과하면, 단위 부피당 상변화 물질의 함량이 너무 적으므로 단열성능이 저하될 수 있다.
- [0034] 본 발명에 의한 저온 상변화 물질을 코어로 하고, 고분자 수지를 셸로 한 마이크로캡슐 형태의 잠열 축열제의 제조방법을 간략히 설명하자면 다음과 같다. 먼저, 코어 물질인 파라핀 왁스(저온 상변화 물질)를 수용액에서 에멀전화한 후, 멜라민 모노머 및 포름알데히드를 포함하는 고분자 수지 전중합 용액을 제조하여 상기 에멀전 용액에 첨가하고, 여기에 아세트산을 추가 투입하여 계면 중합함으로써 마이크로캡슐 반응을 진행하여 제조할 수 있다.
- [0035] 본 발명에 의하면, 상기 경량 콘크리트 조성물은 플라이애시 15 내지 25 중량부, 급결제 0.05 내지 0.15 중량부, 기포제 0.3 내지 0.6 중량부 및 잠열 축열제는 7 내지 12 중량부를 포함하고, 상기 잠열 축열제는 반드시 2 내지 6°C 인 저온의 상변화 물질을 사용하는 것이 더욱 바람직한데, 상기 조성물과 함량 범위를 만족하는 경우에는 압축강도, 휨강도 및 열전도율의 물성이 가장 뛰어난 값을 나타낼 뿐만 아니라, 우수한 내화성을 갖는 것을 확인하였다. 만일 상기 조성물과 함량 범위를 하나라도 충족시키지 못하는 경우에는 물성이 저하될 뿐만 아니라 내화성을 확보할 수 없다.
- [0036] 본 발명에 의하면, 상기 경량 콘크리트 조성물은 필요에 따라 점도를 감소시키거나 증가시키기 위한 viscosity agent(V.A.)를 추가로 포함할 수도 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0037] 본 발명의 다른 측면에 따르면, (a) 시멘트 슬러리를 제조하는 단계; 및 (b) 상기 시멘트 슬러리에 기포제를 첨가하여 혼합하여 발포시키는 단계;를 포함하며, 상기 시멘트 슬러리는 시멘트, 플라이애시, 급결제 및 잠열 축열제를 포함하고, 상기 잠열 축열제는 저온 상변화 물질을 코어로 하고 고분자 수지를 셸로 하는 마이크로캡슐 형태인 것을 특징으로 하는 경량 콘크리트 패널의 제조방법을 제공한다.
- [0038] 상기 (a) 단계는 시멘트 슬러리를 제조하는 단계로, 상기 시멘트 슬러리는 시멘트 중량부에 대하여, 플라이애시 1 내지 30 중량부, 급결제 0.01 내지 0.5 중량부 및 잠열 축열제 0.1 내지 20 중량부를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 각 조성에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명한 내용과 동일하므로 생략하기로 한다.
- [0039] 상기 잠열 축열제는 (i) 저온 상변화 물질을 수용액에 에멀전화하는 단계, (ii) 멜라민 모노머 및 포름알데히드를 포함하는 고분자 수지 전중합 용액을 제조하는 단계, 및 (iii) 상기 (i) 단계를 통해 제조된 에멀전 용액에 상기 고분자 수지 전중합 용액과 아세트산을 첨가하고 교반하여 계면 중합하는 단계를 포함하는 제조방법을 통해 제조될 수 있다.

[0040] 상기 (b) 단계는 시멘트 슬러리를 발포시켜 패넌을 제조하는 단계로서, 상기 기포제는 시멘트 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부를 포함하는 것이 바람직하다. 만일 상기 중량 범위를 벗어나는 경우에는 시멘트 슬러리의 발포가 미미하거나, 또는 지나치게 발포되어 패넌의 전체적인 물성을 저하시킬 우려가 있어 바람직하지 않다.

[0041] 이하에서 실시예 등을 통해 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 하며, 다만 이하에 실시예 등에 의해 본 발명의 범위와 내용이 축소되거나 제한되어 해석될 수 없다. 또한, 이하의 실시예를 포함한 본 발명의 개시 내용에 기초한다면, 구체적으로 실험 결과가 제시되지 않은 본 발명을 통상의 기술자가 용이하게 실시할 수 있음은 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연하다.

[0042] 또한 이하에서 제시되는 실험 결과는 상기 실시예 및 비교예의 대표적인 실험 결과만을 기재한 것이며, 아래에서 명시적으로 제시하지 않은 본 발명의 여러 구현예의 각각의 효과는 해당 부분에서 구체적으로 기재하도록 한다.

[0043] (실험 재료 및 측정방법)

[0044] 1. 실험재료

[0045] 1) 저온 상변화 물질

[0046] 저온 상변화 물질로 2 ~ 6 ℃에서 녹는점을 갖는 파라핀 왁스를 사용하였으며, 상기 파라핀 왁스를 사용하여 잠열 축열재로 제조한 후 경량 콘크리트 조성물에 적용하였다. 상기 잠열 축열재의 구체적인 제조방법은 다음과 같다.

[0047] 먼저, 상기 파라핀 왁스는 수용액에서 에멀전화한 후 벽재물질인 멜라민 수지를 투입하여 왁스의 계면에서 계면중합이 일어나도록 하여 마이크로캡슐 반응을 행하였다. 계면중합은 도 1에 나타난 모식도와 같이 심물질인 파라핀 왁스와 용매인 물 간의 계면에서 고분자반응이 일어나서 벽재가 형성되는 원리이며, 제조 반응장치는 도 2에 나타난 바와 같이, 자켓형 특수 반응장치 내부에 정량의 물과 파라핀 왁스를 온도를 70 ℃로 유지한 후 SDS를 정량 투입한 후 호모믹서에 의하여 격렬한 교반을 통하여 파라핀 에멀전을 생성하였다. 멜라민 모노머와 포름알데히드를 교반하여 고분자 수지 전중합 용액을 만든 후에, 이를 아세트산과 함께 상기 파라핀 에멀전에 투입하여 100분간 350 rpm의 속도로 교반한 후에 실온으로 냉각 후 건조하여 최종 제품을 얻었다. 도 3은 최종적으로 제조된 저온 상변화 물질(Phase Changing Material, PCM)의 DSC(Differential Scanning Calorimetry)분석 결과를 나타낸 것이다.

[0048] 2) 기포제(독립 기포형 기포제)

[0049] 기포제는 세럼유화사의 F-500KQ를 사용하였으며, 상기 기포제의 화학 조성 및 물리적 성질은 하기 표 1, 2에 나타내었다.

표 1

[0050]

Color	Viscosity(cps)	pH	Sulphate(%)	Freezing point(℃)	Specific gravity
Brown	20~50	7	0.01~0.1	-18	1.2~1.26

표 2

[0051]

Water	Protein	NaCl	NH ₄ Cl	CaCl	MgCl	FeSO ₄
36	32	10	1	6	5	10

[0052] (Unit: %)

[0053] 3) 시멘트 및 결합재

[0054] 시멘트는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 응결촉진을 위해 칼슘알루미네이트계(ACC(blended mixture of

calcium aluminate)) 급결제((세립유화)사의 SWS-330)를 사용하였으며, 하기 표 3 내지 5에 그 물성을 나타내었다. 하기 표 3는 시멘트의 물성을 나타내고, 하기 표 4는 사용한 시멘트의 종류와 viscosity agent (V.A.)의 물성을 나타내며, 하기 표 5는 플라이애시(Fly-ash)의 물성을 나타낸다.

표 3

Chemical composition	Chemical composition	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Lg. loss
	Content (%)	21.95	6.59	2.81	60.12	3.32	2.11	2.58
Physical Properties	Specific surface area(cm ² /g)	Weight		Setting time		Compressive Strength(kg/cm ²)		
				Start	Ending	3days	7days	28days
	3.112	3.12		4hours	6hours	198	272	389

표 4

test variables	contents	remarks
cement	OPC(ordinary cement)	-
viscosity agent(V.A)	MC(methyl cellulous)	solid=4.7%, pH=4.6

표 5

Chemical composition					Physical Properties		
Chemical composition	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Weight	Fineness (cm ² /g)	Grain size
Content (%)	92.5	1.68	2.51	0.56	2.21	263000	1.36

2. 실험 측정방법

1) 물리적 특성

겉보기 비중 실험 (KS F 2459)

플로우 테스트 (ASTM C 1437 for Flow Table, KS F 4039 for Free Flow Test)

2) 기계적 특성

압축강도와 휨강도 측정을 위해 500kN 용량의 UTM (Universal Testing Machine)를 사용했으며, 압축강도의 경우 50×50×50mm 입방체를 사용[압축강도 실험 (ASTM C 39)]했으며, 휨강도의 경우 40×40×160mm의 시험체[휨강도 실험 (ASTM C 293)]를 제작하여 3개 시험체의 평균 값을 적용하였다.

[식 1]

$$f_r = \frac{3PL}{2bd^2}$$

여기서, f_r 은 휨강도, P는 적용하중, L은 자간거리(100 mm), b는 보의 폭, d는 보의 높이이다.

3) 열전도율 측정

PCM 혼입 및 미혼입 경량콘크리트의 열적 성능 평가를 위하여 열전도율 측정을 진행하였다. 열전도율 측정은 시험실 제조 단열 콘크리트 실험에서의 열전도율 측정방법인 정상 평판 열류계법 방법으로 진행하였다. Fig 7에 열전도율 측정 개념도를 나타낸 것과 같이 두께 d(m)의 균질한 재료에 양단의 온도가 T₁, T₂(K)의 고온과 저온이라고 각각 하면, 고온의 표면의 온도 T_H와 저온측의 온도 T_L의 상태를 만드는 재료의 열전도율 λP는 하기 식 2로 나타낼 수 있다.

$$\lambda_p = \frac{Q \cdot d}{T_H - T_L} (W/m \cdot K)$$

여기서, Q : 재료를 통과해서 흐르는 열류(W/m²), d : 재료 두께 (m), T_H : 고온, T_L : 저온을 나타낸다.

(단, 본 실험예에서 물성 분석은 KS F 4736법을 토대로 압출성형 경량콘크리트 패널 기준으로 실험을 실시하였다.)

본 실시예에서는 KS F 4736 압출성형 경량콘크리트 패널 기준에 부합하기 위해 각 배합에 따른 기포콘크리트의 기본적인 물성을 확인하였으며, 각 실험 방법은 KS기준 및 ASTM기준에 의거하여 실험을 실시하였다. 배합 방법은 도 4에 모식도로 나타내었다.

(제조예 1-1 내지 1-6: 경량 콘크리트 조성물 패널 제조)

단위 시멘트량 및 물·결합재 비를 고정시켜 실시를 하였고, 기포량은 단위용적에 대하여 시멘트 페이스트의 용적을 제외한 용적만큼 투입되도록 조정하였다. 플라이애시(Fly-ash) 혼입에 따른 강도성상을 파악하기 위하여 플라이애시 20%치환 배합과 0% 배합 수준을 두어 비교 검토를 진행하였다. 또한 경시변화에 따른 체적변화에 대한 대응으로 급결제를 첨가하여 검토를 실시하였으며, 하기 표 6에 배합비를 나타내었다.

표 6

구분	C (Kg/m ³)	W/C (%)	W (kg/m ³)	Weight(kg/m ³)									
				1m ³		20L							
				C.P	Foam	C(kg)	F.A. (kg)	W(kg)	V.A. (kg)	Foam (L)	Foaming agent		
											(%)	(kg)	W(kg)
제조예1-1	500	50	250	409.24	590.76	7	3	5	0	23.63	3	0.24	7.76
제조예1-2						7	3		0		4	0.32	7.68
제조예1-3						7	3		0		5	0.40	7.60
제조예1-4						10	0		0		5	0.40	7.60
제조예1-5						7	3		5+0.1ad		5	0.40	7.60
제조예1-6						10	0		5+0.1ad		5	0.40	7.60

(실시예 1-1 내지 1-8: 경량 콘크리트 조성물 패널 제조)

상기 실시예 1의 배합된 물성을 검토하여 도출되어진 제조예 1-5 배합을 기준으로 급결제의 치환율을 변화시켜 실험을 실시하였다. 급결제에 따른 변화를 확인하기 위해 단위결합재와 기포제 용적을 고정하였으며, 기포제에 혼입되는 기포제 혼입량을 변화시켜 배합을 실시하였고, 하기 표 7에 배합비를 나타내었다.

표 7

구분	C (Kg/m ³)	W/C (%)	W (kg/m ³)	Weight(kg/m ³)										
				1m ³		20L								
				C.P	Foam	C(kg)	F.A. (kg)	W(kg)	V.A. (kg)	Foam (L)	Foaming agent			PCM(kg)
											(%)	(kg)	W(kg)	

실시예1-1	500	50	250	409.24	590.76	7	3	5	5_0.1ad	23.63	5	0.40	7.76	0.00
실시예1-2									5_0.1ad				7.68	1.00
실시예1-3									5_0.1ad				7.60	2.00
실시예1-4									5_0.1ad				7.60	3.00
실시예1-5									5_0.3ad				7.60	0.00
실시예1-6									5_0.3ad				7.60	1.00
실시예1-7									5_0.3ad				7.60	2.00
실시예1-8									5_0.3ad				7.60	3.00

[0079] (실험예 1: 제조예 1-1 내지 1-6의 경량 콘크리트 패널 물성 분석)

[0080] 제조예 1-1 내지 1-6의 경량 콘크리트 패널을 혼합기포 방식(Mixed-foaming type)에서 내부 젤라틴 성분의 양을 변경시켜 플라이애시의 미연탄소분이 유기체 기포의 흡착을 방지하도록 조정하였으며, 변경 되어진 기포의 회석비 조정을 통해 기포제의 회석비를 3.0%에서 5%까지의 범위 내로 조정하여 실험을 진행하였다(단, 회석 용매로는 물을 사용하였다).

[0081] 재령 7일에서의 압축강도와 28일에서의 압축강도 및 휨강도를 측정된 결과를 도 8에 나타내었으며, 도 8을 참조하면, 압축강도 실험결과 기포제 회석비가 증가할수록 7일에서의 압축강도가 증가되는 경향을 나타냈으며, 28일 압축강도는 회석비 5%가 가장 높은 것으로 확인되었다. 3~4%까지의 회석비를 적용한 결과에서는 재령 28일 강도에서는 큰 차이를 나타내지 않았다.

[0082] 또한, 급결제를 혼입한 경우, 같은 5%의 회석비율에서 플라이애시(Fly-ash)가 치환되지 않은 시험체가 급결제의 영향을 크게 받아 강도가 크게 증가되는 경향을 나타냈다. 같은 5% 회석 비율에서도 플라이애시가 치환되지 않은 경우에서 강도가 더욱 높게 발현 되는 것이 확인되었다. 하지만 28일 재령에서 플라이애시가 치환되지 않은 시험체와 급결제가 추가되어진 플라이애시 20% 치환 배합에서의 압축강도 차이는 1MPa 이하로 큰 차이를 나타내지 않았다.

[0083] 이러한 결과는 플라이애시 상의 미연탄소분이 기포콘크리트 내부의 기포를 흡착하여 사이즈가 큰 공극을 만들어 강도가 저하되는 것으로 판단되며, 기포제의 경우 미연탄소분에 대한 저항성이 향상되도록 조정하였지만, 미연탄소분이 없는 일반 보통의 포틀랜드 시멘트를 사용했을 경우와 비교하는 경우, 강도차이가 생기는 것으로 판단된다. 하지만 급결제를 소량 사용하는 경우 압축강도의 차이를 감소시키는 것이 가능한 것으로 보인다.

[0084] 도 9는 휨강도를 측정된 결과를 나타낸 것으로, 도 9를 참조하면, 모든 시험체에서 재령 7일에 KS F 4736 압출 성형 경량기포콘크리트 기준에서 제시하는 1.5MPa를 모두 상회하는 결과를 나타내었으며, 재령 28일에서는 모든 시험체가 2MPa를 상회하는 결과를 나타내었다. 휨강도의 경우에서도 압축강도와 유사하게 플라이애시가 치환되지 않은 시험체에서 휨강도가 다소 증가하는 결과를 나타냈으며, 이 또한 플라이애시의 미연탄소가 영향을 미친 것으로 판단된다.

[0085] (실험예 2: 실시예 1-1 내지 1-8의 경량 콘크리트 패널의 물성 분석)

[0086] 상기 실험예 1의 결과에서 급결제를 치환하는 경우 일반보통포틀랜드 시멘트를 사용한 배합과 가장 유사한 강도 결과를 나타내었으므로, 이를 2단계 배합에 적용하여 급결제의 치환율을 증가시켜 배합을 설계했으며, 그 양을 점차 증가 시켜 실험을 실시하였다. 또한 저온 상변화 물질(PCM)을 10~30% 범위에서 시멘트 질량에 따른 비율로 조정하여 실험을 실시하였다.

[0087] 압축강도의 경우 기포제의 회석비는 5%로 고정하였으며, 급결제를 0.1%와 0.3%로 구분하여 배합을 실시하였다. 또한 각 배합에 PCM을 0%, 10%, 20%, 30%로 추가하여 배합을 실시하였으며 그 결과를 도 10에 나타내었다.

[0088] PCM을 추가하지 않고 급결제만을 사용한 경우 0.1% 사용에서 0.3%보다 높은 강도성상을 나타내어 0.1%의 사용량

이 가장 적절한 것으로 판단된다.

[0089] PCM을 추가하는 경우 급결제 0.1% 시험체에서는 PCM 0%와 10%의 차이는 큰 차이가 없는 것으로 확인 되었다. 하지만 PCM이 20% 이상으로 추가되는 경우 강도가 감소되는 것으로 확인 되었다. 또한 급결제 0.3%에서는 PCM이 추가될수록 강도가 감소하는 결과를 나타내었다. 이는 PCM이 기포콘크리트에 잔골재와 같이 적용되어 천이대영역이 형성이 되고 하중을 받는 경우 PCM 계면에서 균열이 시작되어 파괴되므로, 이로 인해 강도가 감소되는 것으로 판단된다. 또한 PCM이 배합 시 분산성이 감소되어 뭉침 현상이 발생되어 치환율이 증가함에 따라 강도 감소 폭이 커지는 것으로 보인다.

[0090] 하지만 재령 28일 이후의 장기 강도의 경우, Fly-Ash의 수화반응으로 인해 강도가 증가되면서 급결제 0.1%혼입된 PCM 10% 배합은 PCM 0%의 강도를 다소 상회하는 결과를 나타냈으며, KS F 4736에서 기준하는 10MPa를 상회하는 결과를 나타내어 최적 배합으로 사용이 가능한 것으로 보인다.

[0091] 도 11에 나타난 것과 같이 휨강도의 경우, 실험에 1에 따른 결과와 같이 대부분의 시험체에서 재령 7일에 KS F 4736 압축성형 경량기포콘크리트 기준에서 제시하는 1.5MPa를 모두 상회하는 결과를 나타내었으나, PCM 치환율이 30%의 경우 강도에 미치지 못하는 결과를 나타내었다. 하지만, 재령 28일에서는 모든 시험체가 기준인 1.5MPa를 상회하는 결과를 나타내었다.

[0092] 압축강도의 결과와 유사하게 급결제 0.1%의 배합에서는 PCM 0%와 10% 추가에 따른 강도 차이는 크지 않은 것으로 나타났으며, 오히려 PCM이 치환된 경우 강도가 다소 증가된 결과를 나타내었다. 또한 실험에 1의 결과와 큰 차이를 나타내지 않았다. 급결제 0.3%의 배합에서는 압축강도와 유사한 강도발현 성향을 나타내었다. 이는 PCM이 치환되는 경우 천이대 영역이 생겨 압축에 대한 강도가 감소되나 PCM의 심재를 멜라민으로 코팅하면서 생긴 표면은 마찰계수의 증가에 따라 적정 범위 내에서의 휨강도에는 강도 감소에 미치는 영향이 다소 감소되는 것으로 판단된다.

[0093] 실시예 1-1 내지 1-8의 경량 콘크리트 패널의 압축강도 및 휨강도 결과를 비교하여 최적배합을 선정하여 열전도율 측정을 진행하였다. 측정조건은 저온 PCM의 상변위온도 조건(2~7 ℃)을 적용하기 위하여 2~22 ℃(평균 12 ℃)로 측정을 진행하였다. 하기 표 8은 PCM 미혼입 경량 콘크리트 #5와 PCM(20%) 혼입 경량 콘크리트 #7의 열전도율 측정 결과를 나타낸 것이다.

표 8

Measuring temperature 2~22℃	
Sample	Thermal conductivity(W/mK)
#5	0.31
#7	0.34

[0095] 상기 표 8을 참조하면, PCM 혼입 경량콘크리트 #7은 PCM 미 혼입 경량콘크리트 #5에 비해 PCM의 입자가 내부의 공극을 차지함으로 상대적으로 내부의 공극량이 줄어 상대적으로 열전도율이 증가되는 경향을 나타냈다. 이는 상변위 온도 범위 내에서 내부 심물질의 액상화로 인한 영향 또한 큰 것으로 판단된다.

[0096] (실험예 3: 경량 콘크리트 패널의 내화성 분석)

[0097] 실시예와 동일한 조건으로 환경을 조성하되, 하기 표 9에 나타난 바와 같이, 시멘트의 질량은 고정된 후, 상기 시멘트의 100 중량부(질량)에 대한 플라이애시, 급결제, 기포제 및 PCM의 함량만을 조절한 조성물을 제조한 후 발포시켜 패널을 제조하여 내화성을 KS F 2257-8(건축부재의 내화시험방법 - 수직 비내력구획부재의 성능조건)의 시험방법에 따라 내화시험(2시간 가열)을 실시하여 내화성능을 측정하였다.

표 9

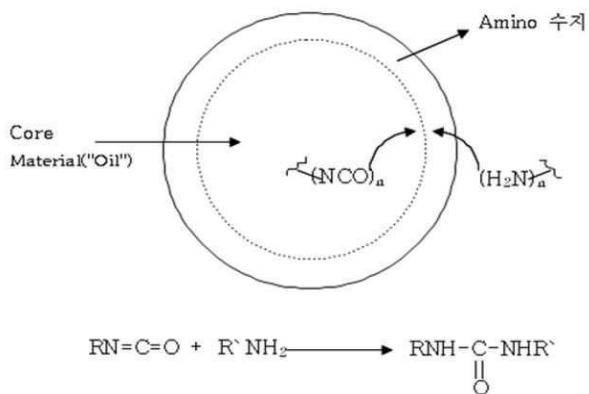
구분	플라이애시	급결제	기포제	PCM
#11	15	0.05	0.3	7
#12	25	0.15	0.6	12
#13	10	0.05	0.3	7
#14	15	0.03	0.3	7
#15	15	0.05	0.7	7

#16	15	0.05	0.3	5
-----	----	------	-----	---

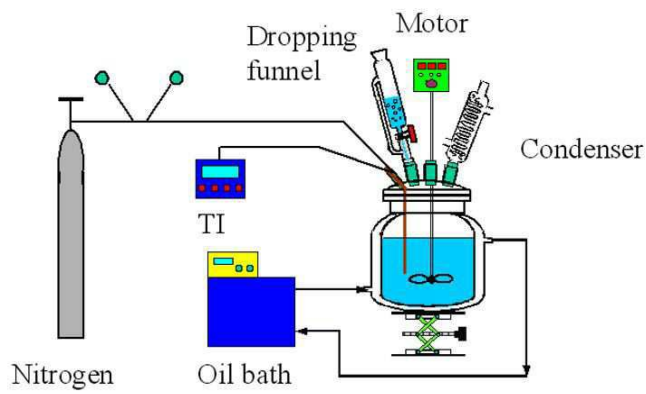
- [0099] 실험결과, 차염성에 대한 실험결과는 80mm패널에 면패드를 적용했을 경우 #11 및 #12의 경우 개구부 및 화염발생이 없었으며, 균열게이지를 적용하여 시험체의 균열여부를 측정한 결과 개구부의 발생은 없었다. 반면에, #13 내지 #16의 경우 개구부에서 그을음이 발생과 균열이 발생하여 내화성이 급격히 저하된 것을 확인하였다.
- [0100] 따라서, 본 발명에 의하면 플라이애시가 치환되는 경우 압축강도 있어서 강도가 다소 감소되는 경향을 나타낸다. 하지만 급결제를 시멘트 질량 대비 0.1%범위로 첨가하는 경우 플라이애시 치환에 따른 강도 감소의 보완이 가능하다.
- [0101] 또한, 플라이애시가 치환되는 경우 휨강도에 있어서 강도가 다소 감소되나 그 차이는 크지 않으며, 급결제 치환에 따라 보완이 가능하며, Fly-ash의 미연탄소에 좀 더 효과적인 기포제를 적용하는 경우, 강도차의 범위를 줄일 수 있다.
- [0102] 반면, PCM을 적용하는 경우, 급결제 치환량과 관계없이 10% 범위 내에서는 적용이 가능하며, 급결제의 경우 0.1% 이내 범위가 가장 적절한 것으로 판단되며, 0.1%를 초과하면 강도 저감에 영향을 크게 미치게 되므로 바람직하지 않다.
- [0103] 휨강도에 있어서 PCM을 적용하는 경우 시멘트 질량 대비 20%까지는 KS F 4736에서 기준하는 강도에 문제가 없는 것으로 확인하였다. 하지만 20%를 초과하는 경우에는 강도 물성을 저하시킬 수 있어 바람직하지 않다.
- [0104] PCM 혼입 경량콘크리트와 PCM 미혼입 경량콘크리트의 열전도율 측정 비교 결과 PCM(20%) 혼입 경량콘크리트에서 열전도율이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 PCM이 콘크리트 내부의 공극을 충전하고 상변위 온도 범위에서 심물질의 액상화로 인한 열적 성능 변화에 기인하는 것으로 확인하였다.
- [0105] 즉, 본 발명에 따른 경량 콘크리트 조성물은 저온 상변화 물질을 이용하여 압축강도, 휨강도 및 열전도율의 물성을 향상시키는데 효과적인 배합비율을 나타내며, 상기 경량 콘크리트 조성물을 이용하여 패널을 제조 시, 기존의 유기계 패널을 대체할 수 있어 친환경적인 건축계 소재를 제공하는데 현저한 효과를 나타낸다.

도면

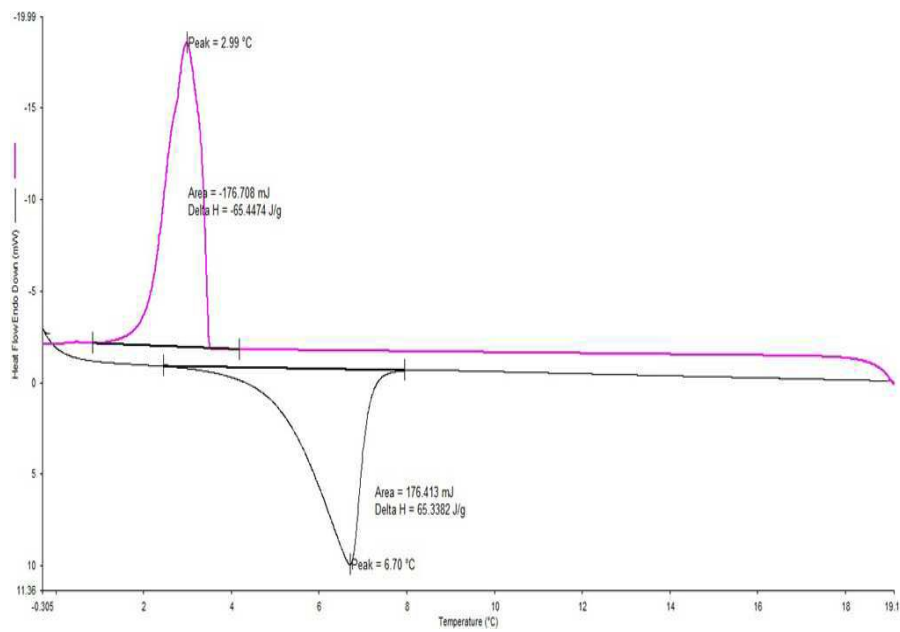
도면1



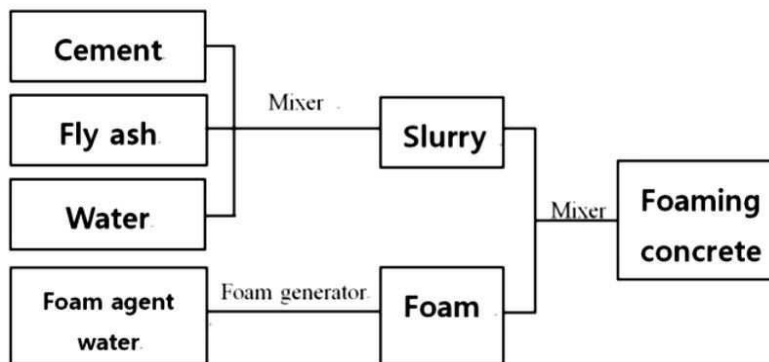
도면2



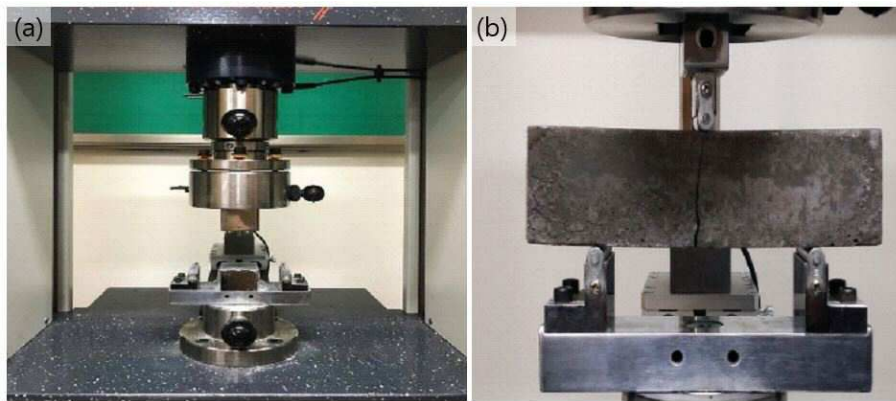
도면3



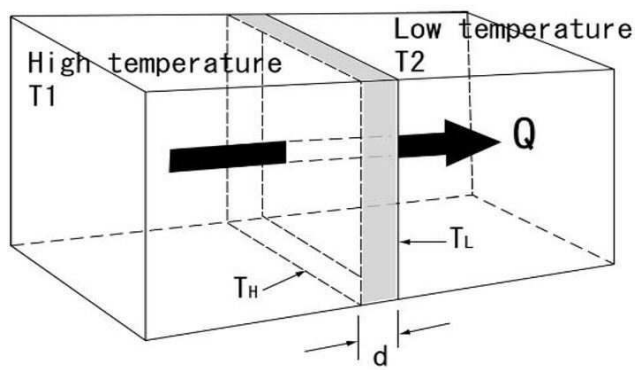
도면4



도면5



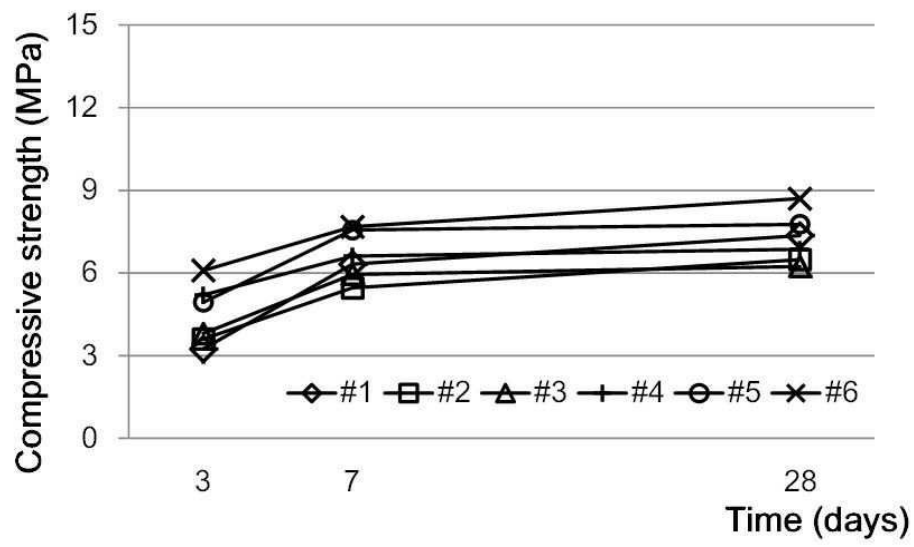
도면6



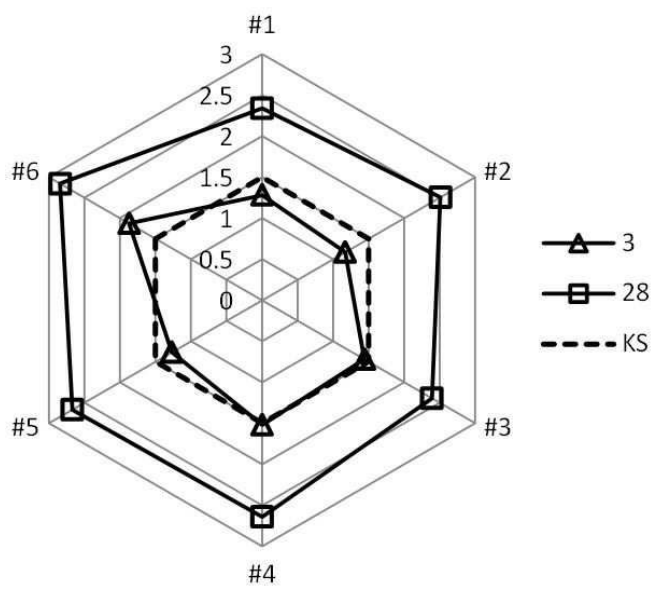
도면7



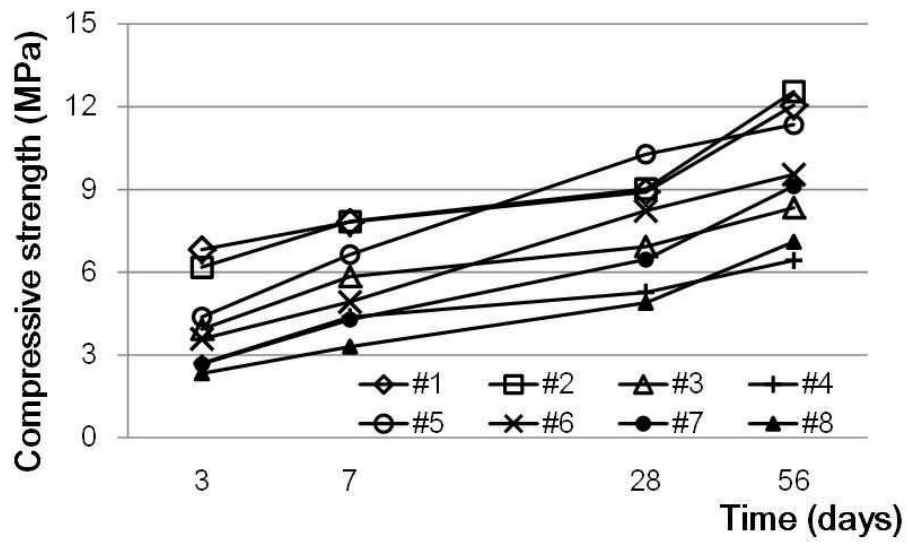
도면8



도면9



도면10



도면11

