



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0000210
(43) 공개일자 2022년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 20/12 (2006.01) C04B 16/12 (2006.01)
C04B 20/00 (2006.01) C04B 20/10 (2006.01)
C09K 5/02 (2006.01) E04C 5/00 (2006.01)
C04B 103/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 20/123 (2013.01)
C04B 16/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0077880

(22) 출원일자 2020년06월25일

심사청구일자 2020년06월25일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

허종완

인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28, 110동
2202호 (송도동, 송도글로벌캠퍼스푸르지오)

이강수

서울특별시 서대문구 수색로 154, 102동 605호 (북가좌동, 월드킵현대아파트)

(74) 대리인

특허법인 남앤남

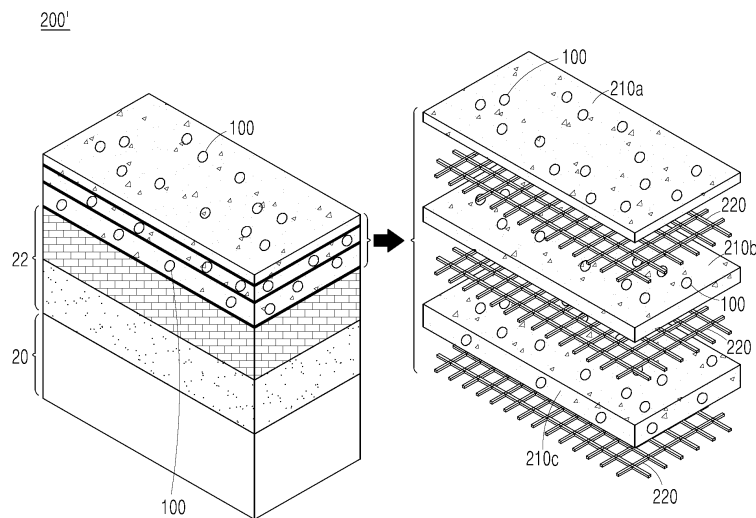
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물

(57) 요약

열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물이 개시된다. 본 발명에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물은, 소정 두께로 형성된 자기충전 콘크리트물; 다공성의 경량골재에 형성된 미세기공에 상변이물질이 고함침율로 충전되고, 외부에는 이중코팅이 이루어져 골재의 배합비율로 상기 콘크리트물에 포함되는 열저장모듈; 및 합성수지로 제작되어, 상기 콘크리트물의 두께방향을 따라 이격배치되는 복수의 지오그리드를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 콘크리트 구조물에 필요한 구조적 안정과 보강은 물론, 열저장 능력이 향상된 콘크리트 구조물의 구축이 용이하게 이루어질 수 있고, 필요한 경우 콘크리트에 투입되는 열저장모듈의 배합비율에 대한 조절만으로 콘크리트 구조물의 열저장 능력이 다양하게 증감될 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C04B 20/002 (2013.01)
C04B 20/1037 (2013.01)
C04B 20/1055 (2013.01)
C09K 5/02 (2013.01)
E04C 5/00 (2013.01)
C04B 2103/0071 (2013.01)
C04B 2111/00103 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011561
과제번호	158350
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	나노기술을활용한다기능 · 경량하이퍼콘크리트기술개발(R&D)
연구과제명	나노 콘크리트 안전성 및 성능평가 기술 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	한국산업기술시험원
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011560
과제번호	158351
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	나노기술을활용한다기능 · 경량하이퍼콘크리트기술개발(R&D)
연구과제명	나노소재 활용 시멘트 복합체 제조 기술 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	한국건설기술연구원
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011559
과제번호	158352
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	나노기술을활용한다기능 · 경량하이퍼콘크리트기술개발(R&D)
연구과제명	경량 · 고강도 나노 콘크리트 기술 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	(재단)한국건설생활환경시험연구원
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

소정 두께로 형성된 자기충전 콘크리트물;

다공성의 경량골재에 형성된 미세기공에 상변이물질이 고함침율로 충전되고, 외부에는 이중코팅이 이루어져 골재의 배합비율로 상기 콘크리트물에 포함되는 열저장모듈; 및

합성수지로 제작되어, 상기 콘크리트물의 두께방향을 따라 이격배치되는 복수의 지오그리드를 포함하는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지오그리드는,

상기 콘크리트물의 표면으로 갈수록 배치간격이 좁아지는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

청구항 3

소정 두께로 형성된 자기충전 콘크리트물;

다공성의 경량골재에 형성된 미세기공에 상변이물질이 고함침율로 충전되고, 외부에는 이중코팅이 이루어져 골재의 배합비율로 상기 콘크리트물에 포함되는 열저장모듈; 및

상변이물질이 중공 내에 충전되고, 상기 콘크리트물의 길이방향 및 두께방향 중 적어도 어느 하나를 따라 열을 이루며 이격배치된 상태로 상기 콘크리트물 내에 매설되는 복수의 탄소강파이프를 포함하는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 콘크리트물의 두께방향으로 열을 이루는 상기 탄소강파이프는,

상기 콘크리트물의 표면으로 갈수록 배치간격이 좁아지며 지그재그 형태로 배치되는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 열저장모듈은,

미세기공이 형성된 다공성의 경량골재;

진공함침법에 의해 상기 미세기공에 충전되는 상변이물질;

상기 미세기공 외부로 상기 상변이물질의 유출을 막기 위해, 상기 경량골재의 외부에 코팅되는 제1 코팅부; 및

상기 경량골재의 손상을 막기 위해, 상기 제1 코팅부의 외부에 코팅되는 제2 코팅부를 포함하는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 코팅부는,

에폭시 수지에 흑연분말을 혼합한 코팅액을 상기 경량골재의 외부에 막형태로 덮어씌워 경화시킴으로써 형성되고,

상기 제2 코팅부는,

물에 실리카흙 및 탄소나노튜브를 혼합한 코팅액을 상기 제1 코팅부의 외부에 막형태로 덮어씌워 경화시킴으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

청구항 7

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 미세기공에 대한 상기 상변이물질의 충전은,

상기 경량골재가 수용된 밀폐공간을 진공상태로 만들어 상기 미세기공에 포함된 기체나 수분을 강제로 흡출하는 제1 공정;

상기 밀폐공간에 내로 상기 상변이물질을 투입하고, 기체나 수분이 흡출된 상기 미세기공에 상기 상변이물질이 충전되도록 상기 밀폐공간에 압력을 가하는 제2공정; 및

상기 미세기공에 충전된 상기 상변이물질에 대한 경화가 이루어지도록, 상기 경량골재를 냉각시키는 제3 공정을 포함하는 일련의 과정에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 골재 형태의 열저장모듈이 콘크리트물에 소정의 배합으로 투입되어 콘크리트 구조물의 온도 상승과 하강을 완충 내지 저감할 수 있는 복합콘크리트물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 콘크리트는 물, 골재, 시멘트 등의 결합제를 이용하여 일정한 형태를 만들어 경화시킴으로써 구조물을 형성하는 건축부재로서, 이러한 콘크리트 재료들을 구조물의 특성에 따라 다양하게 변경하고, 특수한 혼화제를 첨가하여 더욱 세분화된 특성의 콘크리트 구조물로 구현될 수 있다.

[0003] 여기서 콘크리트를 구성하게 되는 골재는, 입径의 크기에 따라 5mm 미만인 잔골재와, 5mm 이상인 굵은 골재로 분류되고, 종류에 따라서는 채석골재, 경량골재 및 순환골재로 구분될 수 있다.

[0004] 특히, 경량골재와 5mm 이하의 잔골재, 시멘트의 혼합물에 공기를 투입하여 콘크리트 구조물을 경량화하는 제조 방법 등은, 구조물 자체의 중량 감소 뿐만 아니라, 더욱 적은 원재료를 사용함에 따른 경제성과, 단열과 방음 성능이 우수한 장점으로 인해 최근 건설 업계에서 이슈가 되어 이에 대한 연구와 개발이 활발하게 이루어지고 있는 실정이다.

[0005] 그러나 경량 콘크리트에 사용되는 재료 중 가장 큰 부피를 차지하는 결합제와 골재의 열전도성은, 최근 사용되는 다양한 고효율 열에너지 소재에 비해 상대적으로 높은 수준이어서 구조물의 단열효과 증대에 일정한 제약으로 작용하고 있다.

[0006] 위와 같은 열효율 문제를 개선하기 위해, 수소화 탄소로 구성된 왁스 등과 같은 상변이물질을 경량 콘크리트에 적용하는 기술이 제안되고 있다.

[0007] 이러한 기술 중에서 최근 대한민국등록특허 제10-1090526호(등록일: 2011.11.30)는, 상변이물질을 포함하여 냉온 축열 성능이 향상된 모르타르 조성물에 대한 기술을 개시하고 있는데, 본 선행기술은 시멘트, 모래 및 물의 혼합물에 상변이물질인 파라핀계 왁스를 직접 투입하는 방법을 제시하고 있다.

[0008] 그러나 이러한 방법은, 콘크리트 배합시 직접 상변이물질을 첨가하는 것이어서 압축강도에 악영향을 줄 수

있고, 상변이물질이 용점에 도달할 경우 구조물의 표면으로 용출되어 열저장 능력을 상실하게 되는 문제가 있다.

[0009] 또한, 이러한 방법적 기술은, 작업자의 숙련도에 따라 콘크리트의 축열 성능이 달라질 수 있어서 콘크리트 자체의 열저장 능력을 범용적이고 일반적으로 향상시킬 수 있는 새로운 기술의 개발 또는 개선이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1090526호(등록일: 2011.11.30)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 목적은, 파라핀계 왁스와 같은 상변이물질을 콘크리트 배합에 직접 투입하는 것이 아니라 범용적이고 일반적으로 사용되는 골재에 함침시킨 후 표면을 코팅한 모듈의 형태로 투입하여 콘크리트 구조물에 요구되는 열저장 능력을 온전히 구현할 수 있는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적은, 소정 두께로 형성된 자기충전 콘크리트물; 다공성의 경량골재에 형성된 미세기공에 상변이물질이 고함침율로 충전되고, 외부에는 이중코팅이 이루어져 골재의 배합비율로 상기 콘크리트물에 포함되는 열저장모듈; 및 합성수지로 제작되어, 상기 콘크리트물의 두께방향을 따라 이격배치되는 복수의 지오그리드를 포함하는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물에 의해 달성된다.

[0013] 상기 지오그리드는, 상기 콘크리트물의 표면으로 갈수록 배치간격이 좁아질 수 있다.

[0014] 상기 목적은, 소정 두께로 형성된 자기충전 콘크리트물; 다공성의 경량골재에 형성된 미세기공에 상변이물질이 고함침율로 충전되고, 외부에는 이중코팅이 이루어져 골재의 배합비율로 상기 콘크리트물에 포함되는 열저장모듈; 및 상변이물질이 중공 내에 충전되고, 상기 콘크리트물의 길이방향 및 두께방향 중 적어도 어느 하나를 따라 열을 이루며 이격배치된 상태로 상기 콘크리트물 내에 매설되는 복수의 탄소강파이프를 포함하는 것을 특징으로 하는 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물에 의해 달성된다.

[0015] 상기 콘크리트물의 두께방향으로 열을 이루는 상기 탄소강파이프는, 상기 콘크리트물의 표면으로 갈수록 배치간격이 좁아지며 지그재그 형태로 배치될 수 있다.

[0016] 상기 열저장모듈은, 미세기공이 형성된 다공성의 경량골재; 진공함침법에 의해 상기 미세기공에 충전되는 상변이물질; 상기 미세기공 외부로 상기 상변이물질의 유출을 막기 위해, 상기 경량골재의 외부에 코팅되는 제1 코팅부; 및 상기 경량골재의 손상을 막기 위해, 상기 제1 코팅부의 외부에 코팅되는 제2 코팅부를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 제1 코팅부는, 에폭시 수지에 흑연분말을 혼합한 코팅액을 상기 경량골재의 외부에 막형태로 덮어씌워 경화시킴으로써 형성되고, 상기 제2 코팅부는, 물에 실리카흙 및 탄소나노튜브를 혼합한 코팅액을 상기 제1 코팅부의 외부에 막형태로 덮어씌워 경화시킴으로써 형성될 수 있다.

[0018] 상기 미세기공에 대한 상기 상변이물질의 충전은, 상기 경량골재가 수용된 밀폐공간을 진공상태로 만들어 상기 미세기공에 포함된 기체나 수분을 강제로 흡출하는 제1 공정; 상기 밀폐공간에 내로 상기 상변이물질을 투입하고, 기체나 수분이 흡출된 상기 미세기공에 상기 상변이물질이 충전되도록 상기 밀폐공간에 압력을 가하는 제2 공정; 및 상기 미세기공에 충전된 상기 상변이물질에 대한 경화가 이루어지도록, 상기 경량골재를 냉각시키는 제3 공정을 포함하는 일련의 과정에 의해 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면, 다공성의 경량골재에 형성된 미세기공에 상변이물질이 고함침율로 충전된 후 이중코팅되어 이루어진 열저장모듈이 소정 두께로 형성된 자기충전 콘크리트물에 골재의 배합비율로 포함되어 종래 골재와 같

이 충전재, 안정재, 내구재, 밀도조정재의 기능을 수행하면서도 콘크리트의 혼합과 타설시 경량골재의 파손이나 손상, 고온에서 상변이물질의 용출을 효과적으로 저감함에 따라 열저장 능력이 향상된 콘크리트 구조물의 구축이 용이하게 이루어질 수 있고, 필요한 경우 콘크리트에 투입되는 열저장모듈의 배합비율에 대한 조절만으로 콘크리트 구조물의 열저장 능력이 다양하게 증감될 수 있는 효과가 있다.

[0020] 또한, 합성수지로 제작되어 콘크리트물의 두께방향을 따라 이격배치되는 복수의 지오그리드와, 내측에 상변이물질이 충전된 상태로 콘크리트물 내에 열을 이루며 이격배치되는 복수의 탄소강파이프가 선택적으로 구비됨으로 인해 콘크리트 구조물에 필요한 구조적 안정과 보강이 용이하게 이루어지게 되고, 아울러 콘크리트 구조물에 대한 열저장 능력의 향상과 효율적인 열전달이 이루어질 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물의 사시도 및 일부확대 단면도이다.

도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물의 사시도 및 일부 분해도이다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물의 사시도 및 일부확대 단면도이다.

도 4는 도 1 등에 도시된 열저장모듈을 제조하기 위한 과정 중 진공함침법을 단계별로 도시한 공정도이다.

도 5는 도 1 등에 도시된 열저장모듈을 제조하기 위한 과정 중 제1,2 코팅부를 연이어 형성하기 위한 과정을 단계별로 도시한 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물의 사시도 및 일부확대 단면도이고, 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물의 사시도 및 일부 분해도이고, 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물의 사시도 및 일부확대 단면도이고, 도 4는 도 1 등에 도시된 열저장모듈을 제조하기 위한 과정 중 진공함침법을 단계별로 도시한 공정도이고, 도 5는 도 1 등에 도시된 열저장모듈을 제조하기 위한 과정 중 제1,2 코팅부를 연이어 형성하기 위한 과정을 단계별로 도시한 공정도이다.

[0025] 발명의 설명 및 청구범위 등에서 방향을 지칭하는 상(위쪽), 하(아래쪽), 좌우(옆쪽 또는 측방), 전(정,앞쪽), 후(배,뒤쪽) 등은 권리의 한정 의도가 아닌 설명의 편의를 위해서 도면 및 구성 간의 상대적 위치를 기준으로 정한 것으로, 특별히 다르게 한정하는 경우 외에는 이에 따른다.

[0027] 본 발명에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물(200)은, 상변이물질(120)이 경량골재(110)에 안전하게 충전된 열저장모듈(100)을 통해 콘크리트 구조물에 대한 열저장 능력의 향상을 도모하는 한편, 열저장모듈(100)에 대한 배합비율의 조절로 콘크리트 구조물의 열저장 능력이 다양하게 가변될 수 있도록 하기 위해 안출된 발명이다.

[0028] 상술한 바와 같은 기능 내지 작용을 구체적으로 구현하기 위해, 본 발명에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물(200)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 단순히 콘크리트물(210)과 콘크리트물(210)에 투입되는 열저장모듈(100)을 포함하는 제1 실시예와, 도 2에 도시된 바와 같이 콘크리트물(210), 열저장모듈(100) 및 지오그리드(220)를 포함하는 제2 실시예와, 도 3에 도시된 바와 같이 콘크리트물(210), 열저장모듈(100) 및 탄소강파이프(230)를 포함하는 제3 실시예로 구성될 수 있다.

[0029] 여기서 본 발명에 따른 제1,2,3 실시예의 기본 구성인 콘크리트물(210)은, 기본적으로 부피물인 종래 골재를 제외한 물, 시멘트, 각종 첨가제 및 혼화제 등으로 구성되는 고유동의 자기충전이 가능한 콘크리트로서, 소정의

배합비율로 투입되는 후술할 열저장모듈(100)과 혼합되어 소정의 형태로 타설된 후 경화됨으로써 본 발명에 따른 복합콘크리트물(200)을 형성하게 된다.

[0030] 이때, 고유동의 자기충전 콘크리트(Self-Compacting Concrete, SCC)는, 거푸집 등에 타설된 후 다짐 작업을 하지 않아도 거푸집 속을 스스로 유동하여 내부공간에 빈틈없이 충전되는 특징을 갖는 고품질의 콘크리트를 말한다. 이러한 고유동의 자기충전 콘크리트는, 높은 유동성으로 인해 적은 인력으로 다량의 콘크리트를 단기간에 타설할 수 있어 공사비 절감이 가능하고, 콘크리트 믹서를 이용한 열저장모듈(100)과의 혼합시 열저장모듈(100)의 파손이나 손상을 최소화할 수 있어 본 발명에 따른 복합콘크리트물(200)의 열저장 능력이 손실되는 것을 저감하게 된다.

[0031] 구체적으로, 본 발명의 제1,2,3 실시예에 따른 자기충전 콘크리트물(210)은, 시멘트 10% 내지 15%, 물 15% 내지 20%, 실리카흙(S) 2% 내지 5%, 유동화제, 점도 조절제 등을 포함하는 바인더 5% 내지 10%의 배합으로 제조될 수 있다.

[0032] 위와 같이 형성되는 본 발명에 따른 복합콘크리트물(200,200',200")은, 도 1 내지 도 3에 도시된 도로 등의 포장면과 같이 소정 두께를 갖는 판형상으로 제작되거나, 이와 달리 콘크리트 구조물을 형성하는 슬래브, 이를 지지하기 위한 보, 위아래에 배치된 슬래브 사이를 지지하는 기둥이나 외벽 등과 같은 다양한 형상으로 제작될 수도 있다.

[0033] 본 발명에 따른 제1,2,3 실시예의 기본 구성인 열저장모듈(100)은, 콘크리트물(210)에 대한 물리, 화학적 안정을 위해 콘크리트 배합에 사용되는 종래의 일반 골재를 대체(대략 60%)하면서도, 콘크리트물(210)에 대한 강성저하 없이 열저장 능력을 향상시키고, 콘크리트물(210)과의 혼합이나 타설시 파손 등을 방지하기 위해 특별히 안출된 구성요소이다.

[0034] 이러한 열저장모듈(100)은, 다공성의 경량골재(110)에 형성된 미세기공(112)에 상변이물질(120)을 고함침율로 충전하고, 상변이물질(120)의 유실을 막는 이중 코팅을 외표면에 형성함으로써 모듈화될 수 있는데, 구체적인 내용이나 제조 과정은 후술하기로 한다.

[0035] 위와 같이 모듈화된 열저장모듈(100)은, 복합콘크리트물(200,200',200")의 체적 대비 종래의 일반 골재와 비슷하게 50% 내지 70%의 배합비로 콘크리트물(210)에 투입될 수 있는데, 구체적인 배합비는, 콘크리트 구조물로서 요구되는 열저장 능력과 범위, 콘크리트물(210) 자체의 유동성, 요구되는 강도와 내구성 및 경제성 등을 두루 고려하여 적절하게 선택 내지 증감될 수 있다.

[0037] 제2 실시예의 구성인 지오그리드(220)는, 토목 재료 중 흙 구조물의 안정성과 흙과의 마찰력을 증대하는 한편 이중 소재 간의 분리방지, 배수, 여과 및 열전달 기능 등을 수행하기 위해 사용되는 섬유구조와 같은 격자형태의 보강재일 수 있다.

[0038] 이러한 지오그리드(220)는, PVC(Polyvinyl Chloride), PE(Polyethylene), HDPE(High-density Polyethylene), PET(Polyethylene Terephthalate)등의 합성수지에 캡슐형 상변이물질(미도시)을 첨가하여 제작하게 된다.

[0039] 여기서 첨가되는 캡슐형 상변이물질(미도시)은, 계면중합법을 이용하여 1mm 내지 3mm 직경의 구슬 형태로 가공된 상변이물질(120)에 젤라틴 또는 우레탄 등의 소재를 코팅함으로써 형성될 수 있다.

[0040] 이때, 구슬형 상변이물질(120)에 대한 젤라틴 또는 우레탄 소재의 코팅은, 상술한 PVC 등의 합성수지에 첨가되어 지오그리드(220)로 성형되는 과정에서 상변이물질(120)을 온전히 보호하기 위한 보호막의 역할을 수행하게 된다.

[0041] 위와 같이 제조되는 지오그리드(220)는, 본 발명의 제2 실시예에 따른 복합콘크리트물(200')인 콘크리트 포장도로를 구성하기 위해, 도 2에 도시된 바와 같이 도로의 기본 설계에 따라 흙다짐된 노상(20) 위의 보조기층(22)과 콘크리트물(210) 사이에 배치되고, 콘크리트물(210) 내측에도 복수 개가 이격배치될 수 있다.

[0042] 이때, 보조기층(22)과 콘크리트물(210) 사이에 배치된 지오그리드(220)는, 이중 소재 간의 보강과 분리방지, 배수, 여과 기능은 물론, 상술한 캡슐형 상변이물질(미도시)에 의해 열전달 기능도 함께 수행하게 된다.

[0043] 그리고 콘크리트물(210) 내측에서 콘크리트물(210)의 두께방향(도 2 기준 상하방향)을 따라 이격배치된 복수 개의 지오그리드(220)는, 콘크리트물(210)의 표면과 보조기층(22) 간의 온도 차이를 배합된 열저장모듈(100)을 통해 중첩적으로 완충하기 위한 것으로, 콘크리트물(210)의 표면으로 갈수록 배치간격을 좁게 함으로써, 더욱 효

올적인 열적 완충이 이루어질 수 있게 된다.

- [0044] 도 2에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 복합콘크리트물(200')의 형성은, 우선 보조기층(22) 위에 지오그리드(220)를 설치한 후 열저장모듈(100)이 배합된 자기충전 콘크리트물(210)을 대략 25cm의 두께로 타설하되, 보조기층(22) 위로 10cm, 20cm에 대응한 위치에 각각 상술한 지오그리드(220)가 배치되도록 함으로써 이루어질 수 있다.
- [0045] 이러한 복수의 지오그리드(220)와 콘크리트물(210)에 배합된 열저장모듈(100)을 통해 최상층의 콘크리트물(210a)에 전달된 외부 열은 중간층의 콘크리트물(210b)을 거쳐 최하층의 콘크리트물(210c)로 전달되며 점진적 중첩적으로 완충됨에 따라 제2 실시예에 따른 복합콘크리트물(200)은, 상온 이상에서 효율적인 열흡수가 가능하고 저온에서 발열이 가능한 열관리 능력은 물론이고, 이와 함께 구조적인 안정성 또한 향상될 수 있게 된다.
- [0046] 제3 실시예의 구성인 탄소강파이프(230)는, 복수 개로 이루어져 이중 소재인 상술한 콘크리트물(210)과의 결합을 통해 콘크리트물(210)을 보강하는 한편, 콘크리트물(210)과의 원활한 열전달을 촉진하기 위해 마련된 보강재로서, 중앙부의 중공 내에 상변이물질(120)이 충전된 탄소강 소재의 관체로 형성될 수 있다.
- [0047] 이때, 충전되는 상변이물질(120)은, 콘크리트 구조물에 대하여 열적으로 완충이 요구되는 온도 범위가 대략 상온(常溫)인 경우, 상변화 온도 범위가 20℃ 내지 30℃인 파라핀계 왁스일 수 있고, 또는 열적으로 완충이 요구되는 온도 범위가 대략 0℃인 경우, 상변화 온도 범위가 -6℃ 내지 6℃인 유기계열의 고순도 알케인(Alkane)일 수 있다.
- [0048] 위와 같은 상변이물질(120)이 충전된 탄소강파이프(230)는, 본 발명의 제3 실시예에 따른 복합콘크리트물(200")인 콘크리트 포장 도로를 구성하기 위해, 도 3에 도시된 바와 같이 콘크리트물(210)의 길이방향 및 두께방향 중 적어도 어느 하나를 따라 열을 이루며 이격배치된 상태로 콘크리트물(210) 내에 매설될 수 있다.
- [0049] 이렇게 탄소강파이프(230)가 콘크리트물(210) 내에 열을 이루며 배치됨으로써, 콘크리트물(210)에 요구되는 구조적 안정과 보강이 이루어질 수 있게 되고, 아울러 탄소강파이프(230)로 인해 상변이물질(120)의 유실이 방지됨에 따라 콘크리트 포장도로에 대한 열저장 능력 내지 열적 완충 능력의 향상과 효율적인 열전달이 함께 이루어질 수 있게 된다.
- [0050] 도 3에 도시된 본 발명의 제3 실시예에 따른 복합콘크리트물(200")의 형성은, 우선 탄소강파이프(230)에 상술한 상변이물질(120) 중 선택된 하나를 충전한 후, 열저장모듈(120)이 배합된 상태로 25cm의 두께로 거꾸집에 타설된 콘크리트물(210)의 표면으로부터 두께방향을 따라 4cm, 4.5cm, 5cm, 5cm 간격 즉, 콘크리트물(210)의 표면으로 갈수록 배치간격을 좁게 하며 지그재그 형태로 매설하면서 길이방향으로는 각각 등간격의 일렬 배치가 이루어지도록 복수의 탄소강파이프(230)를 매설하고, 콘크리트물(210)을 경화시킴으로써 이루어지게 된다.
- [0051] 이때, 탄소강파이프(230)는, 0.5% 탄소함유량을 가지고 있는 경강 소재로써 인장강도 65kg/mm², 연신율 11%, 경도 18HB의 기계적 특성과 지름 20mm와 두께 2mm의 규격의 탄소강 관일 수 있다.
- [0052] 위와 같이 콘크리트물(210)의 표면에 집중되며 지그재그로 매설되는 탄소강파이프(230)의 배열은, 콘크리트물(210)에 대한 보강은 물론이고, 콘크리트물(210)의 표면과 보조기층(22) 간의 온도 차이를 중첩적이고 균일하게 완충하며 콘크리트물(210)의 표면에 대한 열전달 효율을 보다 증대하기 위한 것이다.
- [0054] 상술한 본 발명의 제1,2,3 실시예들에 따른 복합콘크리트물(200,200',200")에 공통적으로 적용되는 열저장모듈(100)은, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 경량골재(110), 상변이물질(120), 제1 코팅부(130) 및 제2 코팅부(140) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0055] 여기서 경량골재(110)는, 미세기공(112)이 형성된 다공성의 구성요소로서, 지름이 대략 5mm 내지 25mm인 굵은 골재 규격으로 이루어진 다공성의 팽창점토 등일 수 있다.
- [0056] 이때, 경량골재(110)를 굵은 골재 규격으로 한정하는 이유는, 후술하는 바와 같이 열저장 능력의 증대를 위해 경량골재(110)당 많은 양의 상변이물질(120)이 함침될 수 있도록 하기 위함이다.
- [0057] 이러한 경량골재(110)는, 비중이 2.0 이하로 체적 대비 미세기공(112)의 비율이 높고 열저장 능력이 7J/g 이상의 소재로 이루어진 것이라면 특별히 제한되지 않지만, 콘크리트 골재로서 필요한 압축강도를 확보하기 위해서는, 적어도 미세기공(112)의 체적이 골재의 체적 대비 5% 내지 10%인 것이 바람직하다.

- [0058] 이때, 경량골재(110)의 미세기공(112) 체적비가 5% 미만인 경우 열저장 능력이 작아 효율성이 떨어지고, 10% 이상인 경우 열저장 능력은 우수하나 강성이 떨어져 요구되는 압축강도의 확보가 어려질 수 있어 바람직하지 못하다.
- [0059] 경량골재(110)는 화산력, 경석, 현무암 등과 같은 천연골재, 점토, 혈암 등을 고온으로 소성할 때 균질하게 팽창 발포시킨 팽창점토, 팽창혈암 등과 같은 인공골재 및 공업부산물로는 석탄재나 슬래그를 급랭하여 만든 팽창 슬래그 중 어느 하나일 수 있다. 물론, 필요한 압축강도의 구현을 위해, 경량골재(110)는 천연골재, 인공골재 및 팽창 슬래그 중 2가지 이상을 배합한 것으로 구성될 수도 있다.
- [0060] 상변이물질(120)은, 고체에서 액체로 용해되거나 액체에서 고체로 응고될 때 각각 열에너지를 흡수하거나 열에너지를 방출하는 상태변화가 이루어지는 구성요소로서, 외부 온도가 상승하게 되면 용해되면서 외부 온도의 상승을 억제하게 하게 되고, 반대로 외부 온도가 하강하게 되면 응고되면서 온도의 하강을 억제하게 된다.
- [0061] 이러한 상변이물질(120)은, 도 4에 도시된 바와 같은 진공함침법을 통해 상술한 경량골재(110)의 미세기공(112)에 고함침율로 충전됨으로써 본래 경량골재(110)의 열저장 능력을 뛰어넘는 향상된 열저장 능력을 부여받게 된다.
- [0062] 이때, 상변이물질(120)은, 콘크리트 구조물의 용도, 설치장소 또는 기후적 특성 등에 따라 다양한 종류의 상변이물질(120)이 사용될 수 있다.
- [0063] 일례로, 콘크리트 구조물에 대하여 열적으로 완충이 요구되는 온도 범위가 대략 상온(常溫)인 경우, 상변이물질(120)은 상변화 온도 범위가 20℃ 내지 30℃인 파라핀계 왁스로 이루어질 수 있고, 위와 달리 열적으로 완충이 요구되는 온도 범위가 대략 0℃인 경우, 상변이물질(120)은 상변화 온도 범위가 -6℃ 내지 6℃인 유기계열의 고순도 알케인(Alkane)으로 이루어질 수 있다.
- [0064] 여기서 유기계열의 고순도 알케인(Alkane)은, 분자를 이루는 탄소의 개수의 조절을 통해 융점이 다양하게 변경될 수 있는 소재로서, 위와 같이 열적으로 완충이 요구되는 콘크리트 구조물의 온도 범위에 따라 아래에 언급된 하부 개념의 소재 중 적어도 어느 하나를 선택하여 본 발명에 적용될 수 있다.
- [0065] 즉, 유기계열의 고순도 알케인(Alkane)의 하부 개념의 소재 중 테트라데케인(tetradecane)은 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$ 의 분자식으로 이루어져 198g/mol 분자량과 236kJ/kg의 높은 잠열량을 보유하며 대략 4℃ 내지 6℃의 상변화 온도 범위를 갖는 물질이고, 트라이데케인(tridecane)은 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$ 의 분자식으로 이루어져 대략 -6℃ 내지 -4℃의 상변화 온도 범위를 갖는 물질이고, 펜타데케인(pentadecane)은, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$ 의 분자식으로 이루어져 대략 10.0℃ 내지 16.8℃의 상변화 온도 범위를 갖는 물질이다.
- [0066] 상술한 3가지의 고순도 알케인(Alkane)이 각각 함침된 경량골재(110)가, 서로 다른 비율로 조합되어 혼합 사용되면, 더욱 넓은 단계적인 상변화 온도 범위를 갖는 콘크리트 구조물을 구축할 수 있게 된다.
- [0067] 이상에서 살펴본 상변이물질(120)이 경량골재(110)의 미세기공(112)에 고함침율로 충전되는 일련의 과정은, 도 4에 도시된 바와 같은 진공함침장치(10)를 이용한 제1 공정 내지 제3 공정으로 이루어질 수 있다.
- [0068] 먼저, 제1 공정은, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 경량골재(110)가 수용된 진공함침장치(10)의 밀폐공간(12)을 진공상태로 만드는 공정으로서, 이는 진공함침장치(10)의 컨트롤러(14)를 통해 작동 제어되는 진공함침장치(10)의 진공펌프 등에 의해 이루어지게 된다.
- [0069] 이로 인해 경량골재(110)의 미세기공(112)에 포함된 기체나 수분, 이물질 등은, 밀폐공간(12)으로 강제로 흡출되어 진공함침장치(10)에 별도 구비된 처리탱크로 배출됨에 따라 이후 상변이물질(120)로 채워질 미세기공(112)의 부피가 원래대로 확장될 수 있게 된다.(S10)
- [0070] 다음으로, 제2 공정은, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 가열하여 용융된 상변이물질(120)을 경량골재(110)가 잠기도록 밀폐공간(12) 내로 투입한 후, 도 4의 (c)에 도시된 바와 같이 밀폐공간(12) 내의 압력이 증대되도록 가압하는 공정으로, 진공함침장치(10)의 컨트롤러(14)를 통해 작동 제어되는 진공함침장치(10)의 콤프레서 또는 진공펌프 등에 의해 이루어지게 된다.
- [0071] 이렇게 제2 공정에 따른 가압과정은, 종래 대기압 하에서 단순히 물체를 액체에 담가 스며들게 하는 함침법과 비교할 때, 상변이물질(120)을 높은 함침비율로 부피가 확장된 미세기공(112)에 더욱 치밀하게 충전시키게 된다.(S20)

- [0072] 마지막으로, 제3 공정은, 도 4의 (d)에 도시된 바와 같이 상변이물질(120)이 치밀하게 충전된 경량골재(110)를 냉각시키는 공정으로, 이는 밀폐공간(12)에 설치되어 진공함침장치(10)의 컨트롤러(14)를 통해 작동 제어되는 냉각장치 또는 진공장치에 내설된 냉각장치 등에 의해 이루어질 수 있다.
- [0073] 이러한 제3 공정으로 인해, 미세기공(112)에 치밀하게 충전된 상변이물질(120)에 대한 경화가 이루어짐에 따라 상변이물질(120)은 미세공간으로부터 유출되지 않은 상태로 연이어 수행되는 이하의 코팅과정에 온전히 전달될 수 있게 된다.(S30)
- [0074] 이렇게 온전히 전달된 상변이물질(120)은, 도 5에 도시된 바와 같이, 경량골재(110)에 함침된 상태 그대로 제 1,2 차 코팅에 의해 보호될 수 있게 된다.
- [0075] 제1 코팅부(130)는, 기공 외부로 상변이물질(120)의 유출을 막기 위해 경량골재(110)의 외부에 코팅되는 구성요소로서, 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 에폭시 수지 및 흑연분말을 혼합한 코팅액(E+G CS)을 경량골재(110)의 외부에 막형태로 덮어씌우고 경화시킴으로써 형성될 수 있다.(S40)
- [0076] 여기서 에폭시 수지(E)는, 액상의 상태에서 고체로 경화되고 수지 중 비교적 열전도율($0.3[W/m \cdot K]$)이 우수한 합성수지로서, 경량골재(110)의 외피에 얇게 피막을 형성함으로써 경화상태인 상변이물질(120)의 유출을 원천적으로 차단하게 된다.
- [0077] 그리고 흑연분말(G)은, 외부에서 전달된 열이 에폭시 수지(E)에 의해 일부 손실되는 것을 최소화 내지 보완하기 위해 첨가되는 성분(열전도율 $119 \sim 165[W/m \cdot K]$)으로, 에폭시 수지(E)의 피막두께, 요구되는 열전도율의 정도 등을 고려하여 첨가되는 양과 종류(초전도 흑연)를 조절할 수 있다.
- [0078] 다만, 흑연분말(G)은, 이하의 2차 코팅에 의한 보호가 추가로 이루어지므로, 에폭시 수지(E)가 상술한 기능을 수행하는 한도 내에서 최대한 많이 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0079] 상술한 제1 코팅부(130)의 피막두께는, 경량골재(110)의 크기, 미세공의 비율, 열적으로 완충이 요구되는 온도 범위의 고저(高低) 등을 다양하게 고려하여 0.1mm 내지 1.0mm의 범위에서 결정될 수 있다.
- [0080] 제2 코팅부(140)는, 위와 같이 상변이물질(120)이 함침된 상태로 콘크리트의 혼합과 타설시 투입되는 경량골재(110)의 손상을 막고 경량에 따른 압축강도의 손실을 보완하기 위해 제1 코팅부(130)의 외부에 코팅되는 구성요소이다.
- [0081] 이러한 제2 코팅부(140)는, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 제1 코팅부(130)가 형성된 이후에 실리카흙(S), 탄소나노튜브(C) 및 물을 혼합한 코팅액(S+C CS)을 제1 코팅부(130)의 외부에 막형태로 덮어씌우고 경화시킴으로써 형성될 수 있다.(S50)
- [0082] 여기서 실리카흙(S)은, 주로 내화와 고강성의 콘크리트를 구축하기 위해 일반적으로 콘크리트에 미세분말의 형태로 첨가되는 혼화제로서, 후술할 탄소나노튜브(C)와 물과의 혼합으로 유동성 있는 소성(성형가능) 상태가 되어 제1 코팅부(130)의 외표면에 피막을 형성하게 된다.
- [0083] 이렇게 피막을 구성하는 실리카흙(S)으로 인해, 콘크리트의 혼합과 타설시 투입되는 경량골재(110)의 손상이나 콘크리트 압축강도의 손실이 방지될 수 있고, 제1 코팅부(130)가 피막된 경량골재(110)와 이러한 경량골재(110)가 투입되는 콘크리트 간의 접착력 내지 결합력이 향상될 수 있게 된다.
- [0084] 그리고 탄소나노튜브(C, Carbon nanotube, CNT)는, 구리와 비슷한 전기전도도와 길이에 비례하는 우수한 열전도율, 기계적 강성과 탄성을 두루 갖춘 원기둥 모양의 나노 소재로서, 외부에서 전달된 열이 제2 코팅부(140)에 의해 흡수되어 일부 손실되는 것을 최소화 내지 보완하고, 코팅되는 경량골재(110)를 더욱 견고히 보호하기 위한 기계적 물성을 확보하기 위해 첨가될 수 있다.
- [0085] 이때, 제2 코팅부(140)를 구성하는 실리카흙(S)과 탄소나노튜브(C)의 함량은, 요구되는 열전도율의 정도, 경량골재(110)가 투입되는 콘크리트의 유동성 등을 다각적으로 고려하여 결정될 수 있고, 제2 코팅부(140)의 두께도, 경량골재(110)의 크기, 미세공의 비율, 열적으로 완충이 요구되는 온도 범위의 고저(高低) 등을 고려하여 0.1mm 내지 1mm의 범위에서 결정될 수 있다.
- [0087] 이상에서 살펴본 본 발명의 제1,2,3 실시예에 따른 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물(200, 200', 200")은, 앞에서 언급한 3가지 종류의 고순도 알케인(Alkane)을 경량골재(110)에 각각 고품침율로 충전한 후 이중으로 제

1,2 코팅부(130,140)를 형성함으로써 구성되는 서로 다른 온도 특성의 열저장모듈(100)을 다양하게 조합하여 콘크리트물(210)에 배합함으로써 제작될 수도 있음은 물론이다.

[0088] 위와 같이 서로 다른 열저장모듈(100)을 다양하게 조합하게 되면, 본 발명의 복합콘크리트물(200,200',200")은, 기본적으로 콘크리트물(210)의 강도 보강이 이루어지면서도 열저장 능력이 특정한 온도지점에서 더욱 향상될 수 있음은 물론이고, 고온에서의 열흡수와 저온에서의 발열이 더욱 넓은 온도 범위에서 이루어질 수 있어 콘크리트 구조물에 대한 효율적인 열관리가 가능해질 수 있게 된다.

[0090] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

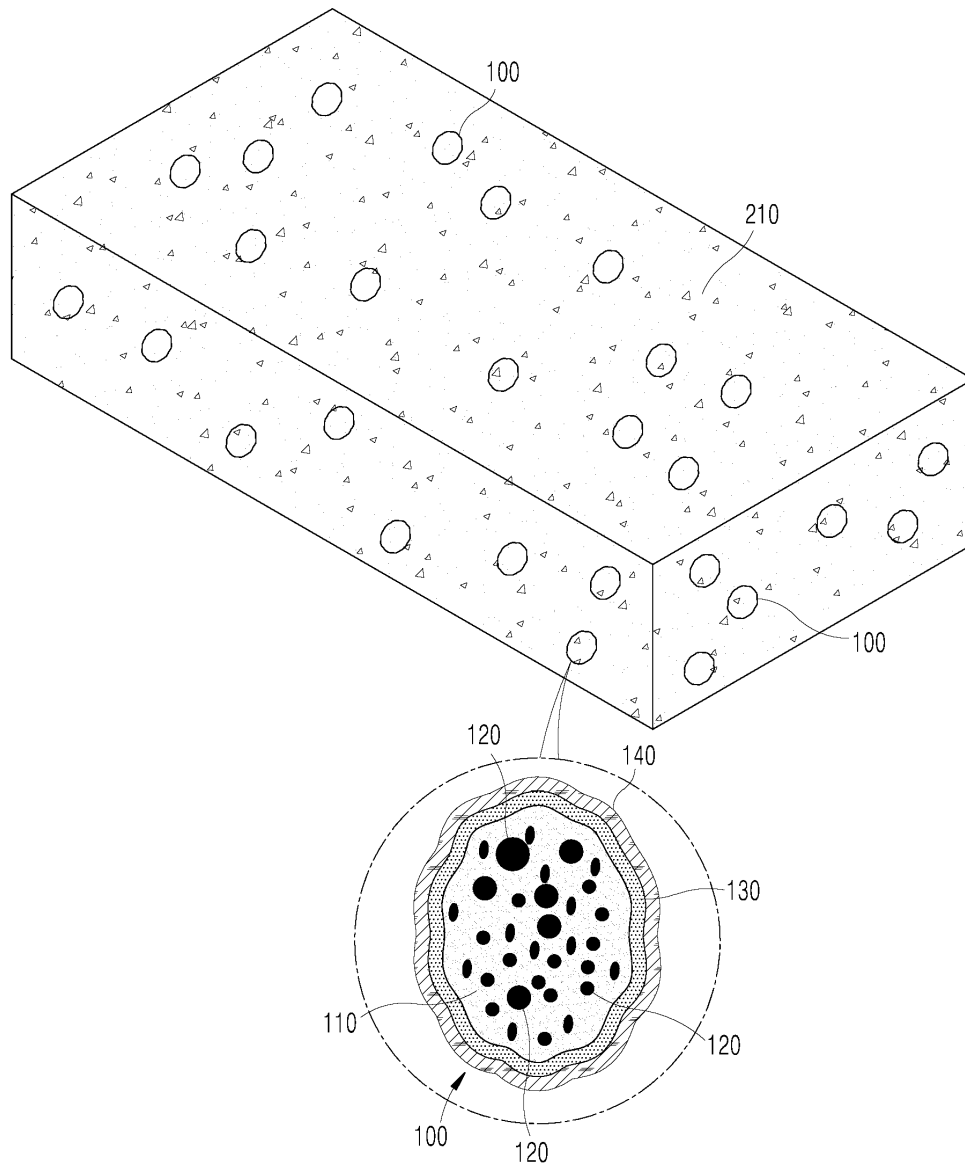
부호의 설명

[0091] 10: 진공함침장치 12: 밀폐공간
14: 컨트롤러 20: 노상
22: 보조기층
100: 열저장모듈 110: 경량골재
112: 미세기공 120: 상변이물질
130: 제1 코팅부 E+G CS: 에폭시 수지와 흑연분말 코팅액
140: 제2 코팅부 S+C CS: 실리카흙과 카본나노튜브 코팅액
S10: 제1 공정 S20: 제2 공정
S30: 제3 공정 S40: 제1 코팅처리
S50: 제2 코팅처리
200: 열에너지 저장이 가능한 복합콘크리트물
210: 콘크리트물 220: 지오그리드
230: 탄소강파이프

도면

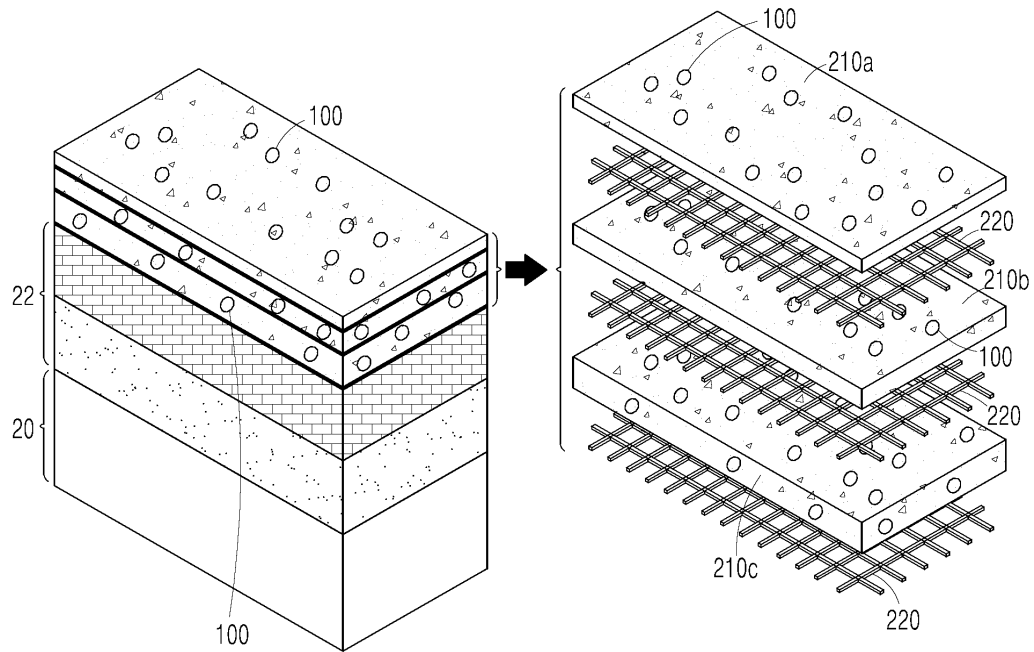
도면1

200



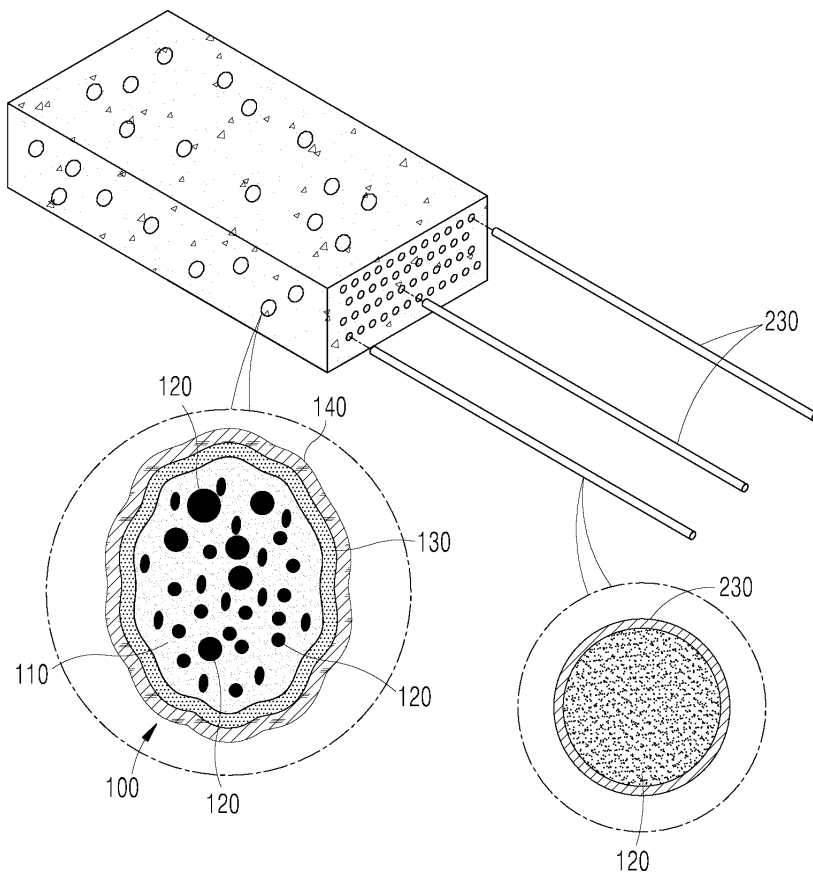
도면2

200'

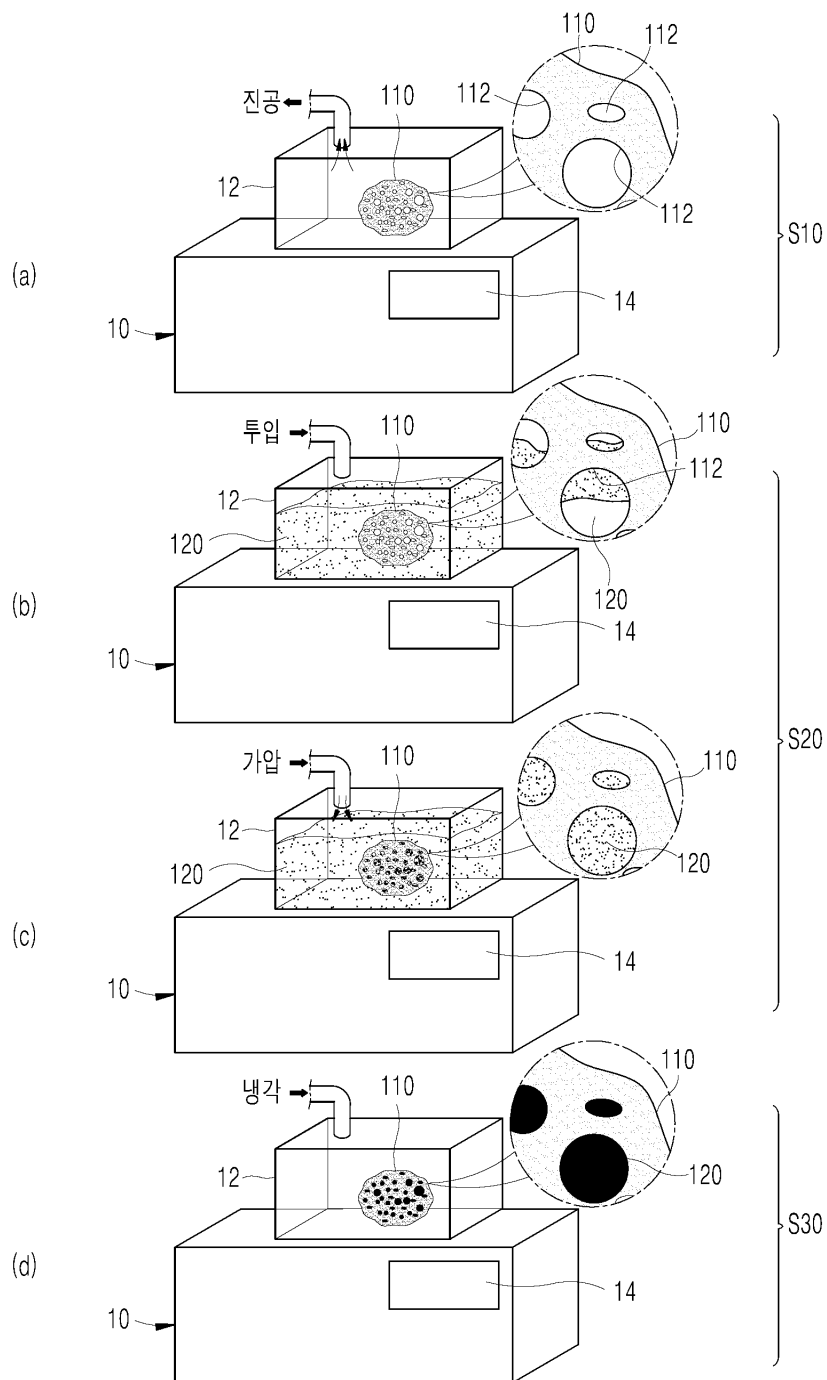


도면3

200¹¹



도면4



도면5

