



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월02일

(11) 등록번호 10-2620833

(24) 등록일자 2023년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B28B 11/24 (2006.01) *B28B 11/04* (2006.01)

B28B 11/08 (2006.01) *B28B 23/04* (2006.01)

C04B 40/02 (2006.01) *C04B 103/00* (2006.01)

(52) CPC특허분류

B28B 11/245 (2013.01)

B28B 11/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0164419

(22) 출원일자 2021년11월25일

심사청구일자 2021년11월25일

(65) 공개번호 10-2023-0077293

(43) 공개일자 2023년06월01일

(56) 선행기술조사문헌

JP2020049793 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 이수재

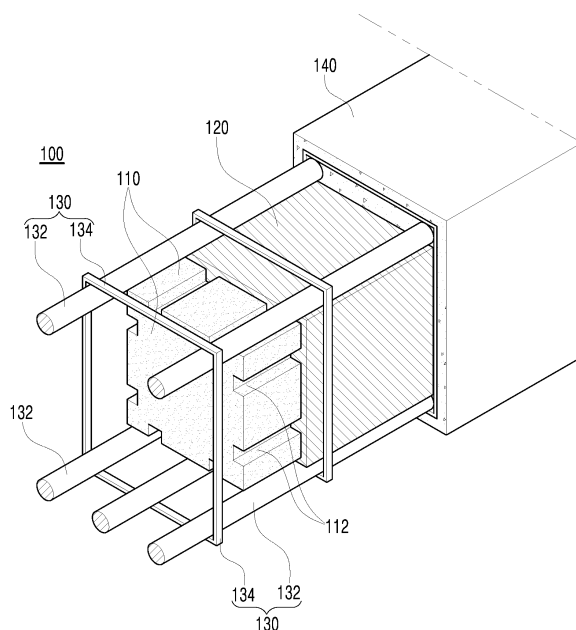
(54) 발명의 명칭 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물

(57) 요약

이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물이 개시된다. 본 발명에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물은, 이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 제작되어 중심부를 구성하는 코어콘크리트; 일반 양생법에 의해 상기 코어콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되는 코팅콘크리트; 상기 코팅콘크리트의 둘레에 철근으로 배근되어

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



이루어지는 보강부; 및 상기 보강부가 내측에 매설되도록 일반 양생법에 의해 상기 코팅콘크리트의 둘레에 소정 두께로 형성되어 외관을 형성하는 외측콘크리트를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 코어콘크리트와 철근 간의 접촉이 전면적으로 차단될 수 있어 탄산화 양생법에서 문제된 철근의 급격한 부식이 근본적으로 방지될 수 있고, 물의 침투로 인한 동결과 해동, 염분으로 인한 산성화, 물과 탄산가스에 의한 중성화 등을 원인으로 하는 콘크리트의 내구성 약화가 저감될 수 있으며, 지구온난화 해소에 도움이 되는 이산화탄소의 포집, 활용 내지 저장이 건설분야에서도 이루어질 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 종래와 같은 프리캐스트나 시공 현장 등에서도 특별한 제약없이 폭넓게 활용될 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

B28B 11/0863 (2013.01)

B28B 23/04 (2013.01)

C04B 40/0231 (2013.01)

C04B 40/0286 (2013.01)

C04B 41/52 (2013.01)

C04B 2103/0071 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP5613386 B2*

KR101620038 B1

JP2007246375 A

KR101863671 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615012052

과제번호 163988

부처명 국토교통부

과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구(R&D)

연구과제명 CO2 순배출량 Zero(Net-Zero) 콘크리트 개발 및 DFT-열역학-기계학습 시뮬레이션 기반 해석적 기술 검증

기 여 율 1/1

과제수행기관명 인천대학교 산학협력단

연구기간 2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 제작되어 중심부를 구성하는 코어콘크리트; 일반 양생법에 의해 상기 코어콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되는 코팅콘크리트; 상기 코팅콘크리트의 둘레에 철근으로 배근되어 이루어지는 보강부; 및 상기 보강부가 내측에 매설되도록 일반 양생법에 의해 상기 코팅콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되어 외관을 형성하는 외측콘크리트를 포함하고,

상기 코어콘크리트의 표면에는,

상기 코어콘크리트의 둘레방향을 따라 이격되며 상기 코어콘크리트의 길이방향으로 오목하게 형성되어 상기 코팅콘크리트와의 접촉면적을 증대하는 복수의 제1 그루브가 구비되며,

상기 코어콘크리트의 길이방향을 따라 이격되며 상기 제1 그루브와 교차되도록 상기 코어콘크리트의 둘레방향으로 오목하게 형성되는 복수의 제2 그루브가 더 구비되며,

상기 제1 그루브 및 상기 제2 그루브 중 일부에는,

상기 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물의 온도 저항성을 증대하기 위해, 상변이물질이 충전되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물은,

이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 상기 외측콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되어 외부 이물질에 의한 침투를 방지하는 보호콘크리트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 존재하는 이산화탄소를 포집, 활용 내지 저장하는 탄산화 양생법에 의해 제작된 콘크리트를 구조적으로 활용하여 강성과 내구성을 향상시킨 복합콘크리트 구조물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 세계적으로 철강 및 시멘트의 지속적인 생산과 화석 발전의 지속적인 운용에 따라 이산화탄소 등과 같은 온실가스와 산업 부산물이 점차 누적되어 지구온난화에 지대한 영향을 미치고 있다.

- [0003] 이러한 산업 부산물은 대부분이 매립 처분되고 있으나, 매립 처분에 따른 막대한 비용과 매립장소의 제약 등과 같은 문제에 직면하게 되면서 산업 부산물 등을 친환경적으로 재활용 또는 자원화하거나, 발생된 이산화탄소(CO_2) 등을 포집, 활용 내지 저장하는 기술(carbon capture & storage, CCS)이 새로운 해결책으로서 대두되고 있다.
- [0004] 특히, 온난화의 주범으로 인식되고 있는 이산화탄소와 관련된 CCS 기술 중 본 발명과 관련된 대한민국등록특허 제10-1863671호(등록일: 2018년05월28일)와 같은 기술은, 촉진 광물탄산화(accelerated mineral carbonation) 반응 과정을 이용한 탄소포집 기술로서, 기존의 수화반응 이외에 특정 압력하에서 시멘트의 성분과 이산화탄소를 촉진 반응시켜 콘크리트를 양생하는 기술이다.
- [0005] 일례로 약 23°C , 압력 0.1bar, 습도 약 50% 내지 70%의 조건에서 2시간 동안 이산화탄소를 투입하는 탄산화 양생을 통해 제작된 콘크리트는, 공극을 줄이는 화학반응에 의해 치밀한 구조를 형성함에 따라, 표면 투과성, 동결융해, 황산염 침투 등에 대한 저항성의 증대로 내구성이 향상되는 한편, 28일 습윤 양생한 콘크리트에 근사한 기계적 강성이 구현된 것으로 보고된 바 있다.
- [0006] 이러한 콘크리트 구조물의 물성 향상과 더불어 이산화탄소가 콘크리트에 포집(저감)되는 기술적 장점으로 인해, 최근에는 이산화탄소를 투입하는 탄산화 양생을 수행하거나 이용하는 기술들이 다양하게 제안되고 있다.
- [0007] 그러나 탄산화 양생법으로 제작된 콘크리트는, 일반적인 양생법의 콘크리트(대략 pH:12)보다 pH가 급격히 낮아지기(대략 pH:9~10) 때문에 탄산화 양생 콘크리트에 보강재로 철근 등을 사용하게 되면, 철근의 급격한 부식이 초래되는 문제가 있다.
- [0008] 따라서 종래와 같이 철근을 이용하여 탄산화 양생법의 콘크리트를 보강하는 기술은, 위와 같은 문제로 인해 아직까지 프리캐스트나 타설 현장 등에 폭넓게 적용되지 못하고 있고, 단지 벽돌, 블록, 파사드 등과 같은 무근 콘크리트 제품에 탄산화 양생법이 제한적으로 활용되고 있는 실정이다.
- [0009] 이에 철근 콘크리트 구조물에 탄산화 양생법을 적용할 때 발생하는 문제나 한계점을 구체적으로 해소할 수 있는 다양한 방안에 대한 연구와 개발이 필요하다 할 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1863671호(등록일: 2018년05월28일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 목적은, 이산화탄소를 콘크리트에 포집, 활용 내지 저장하는 방식으로 지구온난화 해소에 기여하며 콘크리트의 물성을 향상시키는 탄산화 양생법의 콘크리트에 철근을 이용한 보강이 가능하도록 구성하여 프리캐스트나 시공현장 등에 폭넓게 적용할 수 있는 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적은, 이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 제작되어 중심부를 구성하는 코어콘크리트; 일반 양생법에 의해 상기 코어콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되는 코팅콘크리트; 상기 코팅콘크리트의 둘레에 철근으로 배근되어 이루어지는 보강부; 및 상기 보강부가 내측에 매설되도록 일반 양생법에 의해 상기 코팅콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되어 외관을 형성하는 외측콘크리트를 포함하는 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물에 의해 달성된다.
- [0013] 상기 코어콘크리트의 표면에는, 상기 코어콘크리트의 둘레방향을 따라 이격되며 상기 코어콘크리트의 길이방향으로 오목하게 형성되어 상기 코팅콘크리트와의 접촉면적을 증대하는 복수의 제1 그루브가 구비될 수 있다.
- [0014] 상기 코어콘크리트의 표면에는, 상기 코어콘크리트의 길이방향을 따라 이격되며 상기 제1 그루브와 교차되도록 상기 코어콘크리트의 둘레방향으로 오목하게 형성되는 복수의 제2 그루브가 더 구비될 수 있다.

[0015] 상기 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물은, 이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 상기 외측콘크리트의 둘레에 소정두께로 형성되어 외부 이물질에 의한 침투를 방지하는 보호콘크리트를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제1 그루브 및 상기 제2 그루브 중 일부에는, 상기 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물의 온도 저항성을 증대하기 위해, 상변이물질이 충전되어 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 의하면, 이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 제작되어 중심부를 구성하는 코어콘크리트의 둘레에 일반 양생법의 코팅콘크리트가 소정두께로 형성되고, 그 둘레에 철근으로 배근된 보강부가 배치됨으로 인해, 코어콘크리트와 철근 간의 접촉이 전면적으로 차단될 수 있어 탄산화 양생법에서 문제된 철근의 급격한 부식이 근본적으로 방지될 수 있고, 물의 침투로 인한 동결과 해동, 염분으로 인한 산성화, 물과 탄산가스에 의한 중성화 등을 원인으로 하는 콘크리트의 내구성 약화가 저감될 수 있으며, 지구온난화 해소에 도움이 되는 이산화탄소의 포집, 활용 내지 저장이 건설분야에서도 이루어질 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한, 상술한 보강부가 내측에 매설되도록 일반 양생법에 의한 외측콘크리트가 코팅콘크리트의 둘레에 소정두께로 타설되어 복합콘크리트의 일반적인 구조를 형성함에 따라, 본 발명은 종래와 같은 프리캐스트나 시공현장 등에서도 특별한 제약없이 폭넓게 활용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물의 사시도이다.

도 2는 도 1의 코어콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이다.

도 3은 도 1의 코팅콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이다.

도 4는 도 1의 보강부 및 외측콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이다.

도 5는 본 발명의 변형예에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물의 사시도이다.

도 6은 도 5의 보호콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물의 사시도이고, 도 2는 도 1의 코어콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이고, 도 3은 도 1의 코팅콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이고, 도 4는 도 1의 보강부 및 외측콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이고, 도 5는 본 발명의 변형예에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물의 사시도이고, 도 6은 도 5의 보호콘크리트의 제작과정을 단계별로 보여주는 공정도이다.

[0023] 발명의 설명 및 청구범위 등에서 방향을 지칭하는 상(위쪽), 하(아래쪽), 좌우(옆쪽 또는 측방), 전(정,앞쪽), 후(배,뒤쪽) 등은 권리의 한정의 용도가 아닌 설명의 편의를 위해서 도면 및 구성 간의 상대적 위치를 기준으로 정한 것으로, 3개의 축은 서로 대응되게 회전하여 바뀔 수 있으며, 특별히 다르게 한정하는 경우 외에는 이에 따른다.

[0025] 본 발명에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물(100)은, 콘크리트 내구성 및 강성의 강화와 같은 장점을 취하면서도 탄산화 양생법에서 문제된 철근의 급격한 부식을 근본적으로 방지하여 철근 등을 이용한 콘크리트의 보강이 종래와 같이 이루어지도록 하기 위해 안출된 발명이다.

[0026] 상술한 바와 같은 작용 내지 기능을 구체적으로 구현하기 위해, 본 발명에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물(100)은, 도 1에 도시된 바와 같이 코어콘크리트(110), 코팅콘크리트(120), 보강부(130) 및 외측콘크리트(140) 등을 포함하는 실시예와, 도 5에 도시된 바와 같이 실시예의 구성에 보호콘크리트(150) 및 상변이물질(PM) 등을 더 포함하는 변형예로 구성될 수 있다.

[0027] 여기서 복합콘크리트 구조물(100)은, 바닥 또는 지붕을 구성하는 슬래브, 슬래브를 지지하기 위한 보, 위아래

슬래브 사이를 지지하는 기둥이나 벽체 등과 같이 건물이나 토목 구조물(100)의 구조 요소 중 어느 하나일 수 있다.

[0028] 다만, 본 발명에서는, 설명의 편의상 도 1에 도시된 바와 같은 직육면체 형상의 보를 기초로 상술한 각 구성들에 대하여 설명하나, 판형상, 다각기둥 형상, 원 또는 타원기둥 형상 등의 구조 요소에도 쉽게 전용되어 이해될 수 있다.

[0029] 코어콘크리트(110)는, 본 발명에 따른 복합콘크리트 구조물(100)의 내구성과 기계적 강성을 중심부를 기준으로 강화하기 위해 마련된 구성요소로서, 일반적인 양생법이 아니라 이산화탄소를 포집하여 내구성과 기계적 강성을 향상시키는 탄산화 양생법으로 제작되는 것을 기술적 특징으로 한다.

[0030] 이러한 코어콘크리트(110)의 구체적인 제작과정(S100)은, 먼저, 모래와 자갈 등의 골재, 시멘트풀, 다양한 혼화제와 탄산화를 촉진하는 첨가제 등을 일정 비율로 혼합한 배합물을 도 2의 (a)에 도시된 거푸집(10)에 투입하여 직육면체 형상으로 타설하는 공정을 수행하게 된다.

[0031] 다음으로, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 스페이서(12) 등이 구비된 밀폐구조의 탄산화 양생 챔버(30)에 형상이 유지된 상태의 코어콘크리트(110)를 안착시킨 후, 코어콘크리트(110)를 소정 시간 탄산화 양생법으로 경화시키는 공정을 수행하게 된다.

[0032] 이때, 탄산화 양생 챔버(30)에서 코어콘크리트(110)에 대하여 수행되는 탄산화 양생 내지 경화과정은, 탄산화 양생 챔버(30) 내의 이산화탄소의 농도를 5% 내지 10%로 일정하게 유지하며 7일 내지 14일 동안 이루어질 수 있다.

[0033] 위와 같은 일련의 공정으로 탄산화 양생된 코어콘크리트(110)는, 배합물 내부의 공극을 매우는 화학반응을 통해 표층의 치밀화 즉, 밀도가 높은 미세 구조를 형성하며 화학적으로 안정화될 수 있다.

[0034] 이로 인해 물의 침투로 인한 동결과 해동, 염분으로 인한 산성화, 물과 탄산가스에 의한 중성화 등을 원인으로 하는 콘크리트의 약화가 효과적으로 저감됨에 따라 내구성이 증대되는 것은 물론이고, 이산화탄소 포집의 반응 생성물인 탄산칼슘 등의 형성으로 기계적 강성이 향상될 수 있게 된다.

[0035] 한편, 코어콘크리트(110)의 표면에는, 도 1 및 도 5에 도시된 바와 같이 복수의 제1 그루브(112) 및 제2 그루브(114)가 형성될 수 있는데, 이는 후술할 코팅콘크리트(120)와의 접촉면적을 증대하여 코팅콘크리트(120)와의 접합력을 향상시키기 위함이다.

[0036] 여기서 제1 그루브(112)는, 도 1에 도시된 바와 같이 코어콘크리트(110)의 둘레방향을 따라 이격되며 코어콘크리트(110)의 길이방향으로 오목하게 형성되는 구성요소이다.

[0037] 이러한 제1 그루브(112)는, 도 2의 (c)에 도시된 바와 같이 탄산화 양생이 완료된 코어콘크리트(110)에 대한 절삭커터(20)의 절삭가공을 통해 형성될 수 있다.

[0038] 또한, 제2 그루브(114)는, 도 5에 도시된 바와 같이 코어콘크리트(110)의 길이방향을 따라 이격되며 상술한 제1 그루브(112)와 교차되도록 코어콘크리트(110)의 둘레방향을 따라 오목하게 형성되는 구성요소로서, 구체적으로 도시하지 않았지만, 제1 그루브(112)와 마찬가지로 절삭커터(20)의 절삭가공을 통해 형성될 수 있다.

[0039] 이때, 제1 그루브(112)는, 도시된 바와 같이 10mm 내지 15mm의 폭(너비)과 깊이로, 표면에 각각 2개씩 형성되는 것으로 도시하였으나, 제1 그루브(112)와 제2 그루브(114)의 개수, 홈의 폭 및 깊이, 형성 간격 등은, 코어콘크리트(110)의 배합과, 코어콘크리트(110)의 길이 및 표면적 등을 두루 고려하여 적절하게 증감 내지 변경될 수 있음은 물론이다.

[0040] 코팅콘크리트(120)는, 낮은 pH로 인해 급격한 철근의 부식을 초래하는 상술한 코어콘크리트(110)와 철근 등에 의한 보강이 함께 적용될 수 있도록 하기 위해 마련된 구성요소로서, 상술한 코어콘크리트(110)와 달리 일반 양생법에 의해 코어콘크리트(110)의 둘레에 소정두께로 형성되는 것을 기술적 특징으로 한다.

[0041] 이러한 코팅콘크리트(120)의 구체적인 제작과정(S200)은 먼저, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 스페이서(12) 등이 구비된 거푸집(10)에 상술한 코어콘크리트(110)를 안착시키고, 모래와 자갈 등의 골재, 시멘트풀, 다양한 혼화제 등을 일정 비율로 혼합한 배합물을 거푸집(10)에 투입하여 대략 10mm 내지 20mm 두께의 코팅층이 코어콘크리트(110)의 외표면에 형성되도록 타설하는 공정을 수행하게 된다.

[0042] 이때, 코팅콘크리트(120)를 형성하게 되는 배합물은, 타설시 별도의 다짐작업 없이 자중만으로 상술한 제1 그루

브(112) 및 제2 그루브(114)에 빈틈없이 균일하게 채워질 수 있는 점성의 자기충전성 콘크리트일 수 있다.

- [0043] 다음으로, 위와 같이 타설되어 형상이 유지된 상태의 코팅콘크리트(120)는, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 물이 채워진 양생 수조(40)에 안착된 후, 대략 7일 동안 일반 양생법(수중 양생)에 따라 경화되는 공정을 수행하게 된다.
- [0044] 이때, 일반 양생법 중 습윤 양생의 한 종류인 수중 양생을 선택한 이유는, 콘크리트 자체의 지속적인 수화 과정을 통해 추가적인 수화 생성물의 형성을 촉진하기 위함이다.
- [0045] 위와 같은 일반 양생법에 의해 형성된 높은 pH의 코팅콘크리트(120)는, 상술한 바와 같은 낮은 pH의 코어콘크리트(110)와 후술할 보강부(130)가 서로 접하지 않도록 코어콘크리트(110)에 소정두께의 코팅층을 형성함에 따라, 보강부(130)를 이루는 철근 등의 부식이 근본적으로 방지될 수 있고, 철근에 의한 보강과 코어콘크리트(110)의 적용이 함께 이루어질 수 있게 된다.
- [0046] 보강부(130)는, 콘크리트의 단점인 부족한 인장강도 등을 보완하기 위해, 상술한 바와 같은 높은 pH의 코팅콘크리트(120) 둘레에 철근 등으로 배근(S300)되어 이루어지는 구성요소로서, 주철근(132) 및 늑근(134) 등으로 구성될 수 있다.
- [0047] 여기서 주철근(132)은, 직육면체 형상의 구조 요소인 보에 가해지는 인장력과 압축력에 저항하기 위해, 도 1 및 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 보의 길이방향을 따라 위아래에 복수 개로 배치되어 설치되는 철근이다.
- [0048] 그리고 늑근(134)(또는 스테럽)은, 상술한 주철근(132)을 고정하는 한편, 보에 가해지는 전단력에 저항하기 위해 보의 길이방향을 따라 이격되며 굽힌 L형, U형 또는 직사각형 형태로 주철근(132)을 감싸도록 설치되는 철근이다.
- [0049] 위와 같이 코팅콘크리트(120) 둘레에 접촉하도록 배근되는 주철근(132)과 늑근(134)의 배치 간격, 개수, 굽기 등은 본 발명에 따른 복합콘크리트 구조물(100)의 크기나 형태, 콘크리트의 배합 등을 두루 고려하여 적절하게 증감 내지 변경될 수 있음은 물론이다.
- [0050] 외측콘크리트(140)는, 본 발명에 따른 복합콘크리트 구조물(100)의 외관을 형성하는 구성요소로서, 상술한 보강부(130)가 내측에 매설되도록 일반 양생법에 의해 코팅콘크리트(120)의 둘레에 소정두께로 형성되어 이루어질 수 있다.
- [0051] 이러한 외측콘크리트(140)의 구체적인 제작과정(S400)은, 먼저, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 상술한 보강부(130) 및 코팅된 코어콘크리트(110)를 스페이서(12) 등이 구비된 거푸집(10)에 안착시키는 공정을 수행하게 된다.
- [0052] 그리고 모래와 자갈 등의 골재, 시멘트풀, 다양한 혼화제 등을 일정 비율로 혼합한 배합물을 거푸집(10)에 투입하여 코팅콘크리트(120)의 외표면에 외측콘크리트(140)가 형성되도록 타설하는 공정을 수행하게 된다.
- [0053] 이때의 배합물은, 상술한 코팅콘크리트(120)의 배합물과 같은 조성일 수 있고, 본 발명에 따른 복합콘크리트 구조물(100)의 설치 환경에 따라 변경된 조성의 배합물일 수 있으며, 타설시 별도의 다짐작업 없이 자중만으로 상술한 보강부(130) 사이에 빈틈없이 균일하게 채워질 수 있는 점성의 자기충전성 콘크리트일 수 있다.
- [0054] 한편, 배합물을 타설하기 전에, 코팅콘크리트(120)의 표면에는 얇은 에폭시층이 도포될 수 있는데, 이는 타설되는 외측콘크리트(140)와 보강부(130)에 의해 보강된 코팅콘크리트(120) 사이의 결합력이 견고하고 치밀하게 형성되도록 하기 위함이다.
- [0055] 다음으로, 위와 같이 타설된 후 대략 24시간 경화되어 형상이 유지된 상태의 외측콘크리트(140)는, 도 4의 (c)에 도시된 바와 같이 물이 채워진 양생 수조(40)에 안착된 후, 대략 24일 내지 28일 동안 일반 양생법(수중 양생)에 따라 경화되는 공정을 수행하게 된다.
- [0056] 이때, 일반 양생법 중 습윤 양생의 한 종류인 수중 양생을 선택한 이유는, 콘크리트 자체의 지속적인 수화 과정을 통해 추가적인 수화 생성물의 형성을 촉진하기 위함이다.
- [0057] 위와 같은 일반 양생법에 의해 높은 pH의 외측콘크리트(140)가 형성됨으로 인해 본 발명에 따른 복합콘크리트는 종래와 동일하게 철근과 같은 보강부(130)를 통해 구조적으로 강화될 수 있고, 심재로 기능하는 낮은 pH의 코어콘크리트(110)를 통해 종래에 비해 우수한 내구성과 기계적 강성을 내부에서부터 도모할 수 있게 되는 것이다.
- [0059] 본 발명의 변형예에 따른 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물(100)은, 도 5에 도시된 바와 같이, 상술한 실

시예에의 구성에 부가적으로 보호콘크리트(150) 및 상변이물질(PM) 등을 더 포함하여 이루어질 수 있다.

- [0060] 여기서 보호콘크리트(150)는, 본 발명에 따른 복합콘크리트의 최외곽에 배치되어 외부 이물질의 침투를 방지하는 구성요소로서, 이산화탄소를 포집하는 탄산화 양생법에 의해 상술한 외측콘크리트(140)의 둘레에 소정두께로 형성되어 이루어지게 된다.
- [0061] 이러한 보호콘크리트(150)의 구체적인 제작과정(S500)은, 먼저, 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 상술한 외측콘크리트(140) 및 보강부(130) 등이 형성된 코팅된 코어콘크리트(110)를 스페이서(12) 등이 구비된 거푸집(10)에 안착시키는 공정을 수행하게 된다.
- [0062] 그리고 모래와 자갈 등의 골재, 시멘트풀, 다양한 혼화제와 탄산화를 촉진하는 첨가제 등을 일정 비율로 혼합한 배합물을 거푸집(10)에 투입하여 외측콘크리트(140)의 외표면에 보호콘크리트(150)가 형성되도록 타설하는 공정을 수행하게 된다.
- [0063] 이때의 배합물은, 상술한 코어콘크리트(110)의 배합물과 같은 조성일 수 있고, 본 발명에 따른 복합콘크리트 구조물(100)의 설치 환경에 따라 변경된 조성의 배합물일 수 있으며, 빈틈없이 균일하게 채워질 수 있는 점성의 자기충전성 콘크리트일 수 있다.
- [0064] 한편, 상술한 배합물을 타설하기 전에, 코팅콘크리트(120)의 표면에는 얇은 에폭시층이 도포될 수 있는데, 이는 타설되는 보호콘크리트(150)와 외측콘크리트(140) 사이의 결합력이 견고하고 치밀하게 형성되도록 하기 위함이다.
- [0065] 다음으로, 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 스페이서(12) 등이 구비된 밀폐구조의 탄산화 양생 챔버(30)에 형상이 유지될 정도로 보호콘크리트(150)가 경화된 복합콘크리트를 안착시킨 후, 보호콘크리트(150)를 소정 시간 탄산화 양생법으로 경화시키는 공정을 수행하게 된다.
- [0066] 이때, 탄산화 양생 챔버(30)에서 보호콘크리트(150)에 대하여 수행되는 탄산화 양생 내지 경화과정은, 탄산화 양생 챔버(30) 내의 이산화탄소의 농도를 5% 내지 10%로 일정하게 유지하며 20일 내지 25일 동안 이루어질 수 있다.
- [0067] 위와 같은 탄산화 양생법에 의해 낮은 pH의 보호콘크리트(150)가 최외곽에 형성됨으로 인해 본 발명에 따른 복합콘크리트는 종래와 동일하게 철근과 같은 보강부(130)를 통해 구조적으로 강화될 수 있음은 물론이고, 심재로 기능하는 낮은 pH의 코어콘크리트(110)와 최외곽의 낮은 pH의 보호콘크리트(150)를 통해 각각 내부와 외부에서 종래에 비해 우수한 내구성과 기계적 강성을 발휘할 수 있게 된다.
- [0068] 한편, 제1 그루브(112) 및 상기 제2 그루브(114) 중 일부에는, 이산화탄소 포집형 복합콘크리트 구조물(100)의 온도 저항성을 증대하기 위해, 상변이물질(PM)이 충전될 수 있다.
- [0069] 여기서 상변이물질(PM)은, 특정한 온도범위를 기준으로 고체에서 액체, 액체에서 고체로 상태 변화하며 각각 열을 저장(흡열)하거나 열을 방출(방열)하는 온도조절 물질로서, 유기물질, 무기물질 또는 자연계에서 얻을 수 있는 식물성의 다양한 물질 등을 이용하여 의도된 임의 온도범위에서 상변화되도록 제조될 수 있다.
- [0070] 위와 같이 제조되는 상변이물질(PM) 중 본 발명의 변형예에 따라 제1 그루브(112) 또는 제2 그루브(114)에 채워지는 상변이 물질은, 본 발명에 따른 복합콘크리트 구조물(100)의 설치 환경(냉대, 온대, 열대 지역 등)에 따라 상변화 온도 범위가 -6℃ 내지 6℃, 15℃ 내지 20℃ 또는 30℃ 내지 35℃로 설정된 유기계열의 파라핀계 왁스일 수 있다.
- [0071] 이러한 온도 범위의 상변이물질(PM)을 제1 그루브(112) 및 제2 그루브(114) 중 적어도 어느 하나에 부분적으로 충전하고 코팅콘크리트(120)를 형성하게 되면, 복합콘크리트 구조물(100) 주변의 온도가 변하더라도 일정한 수준에서 구조물(100)에 미치는 온도 변화가 완충됨에 따라 외부환경으로부터 가해지는 구조물(100)에 대한 피로가 저감될 수 있게 된다.
- [0073] 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.

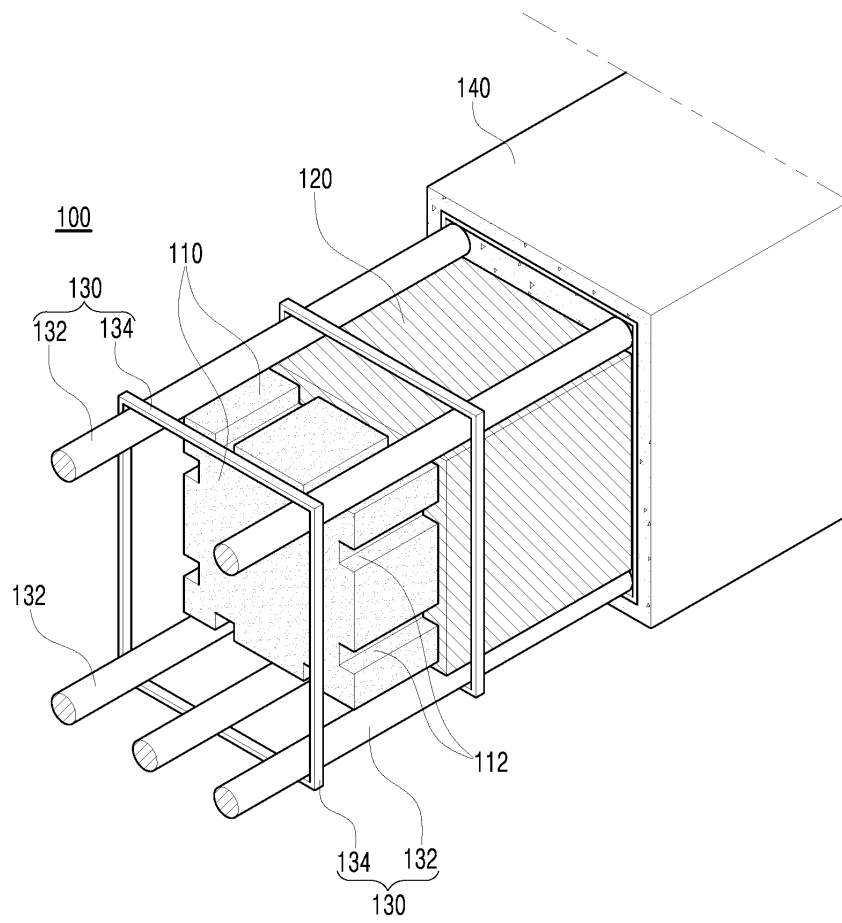
부호의 설명

[0074]

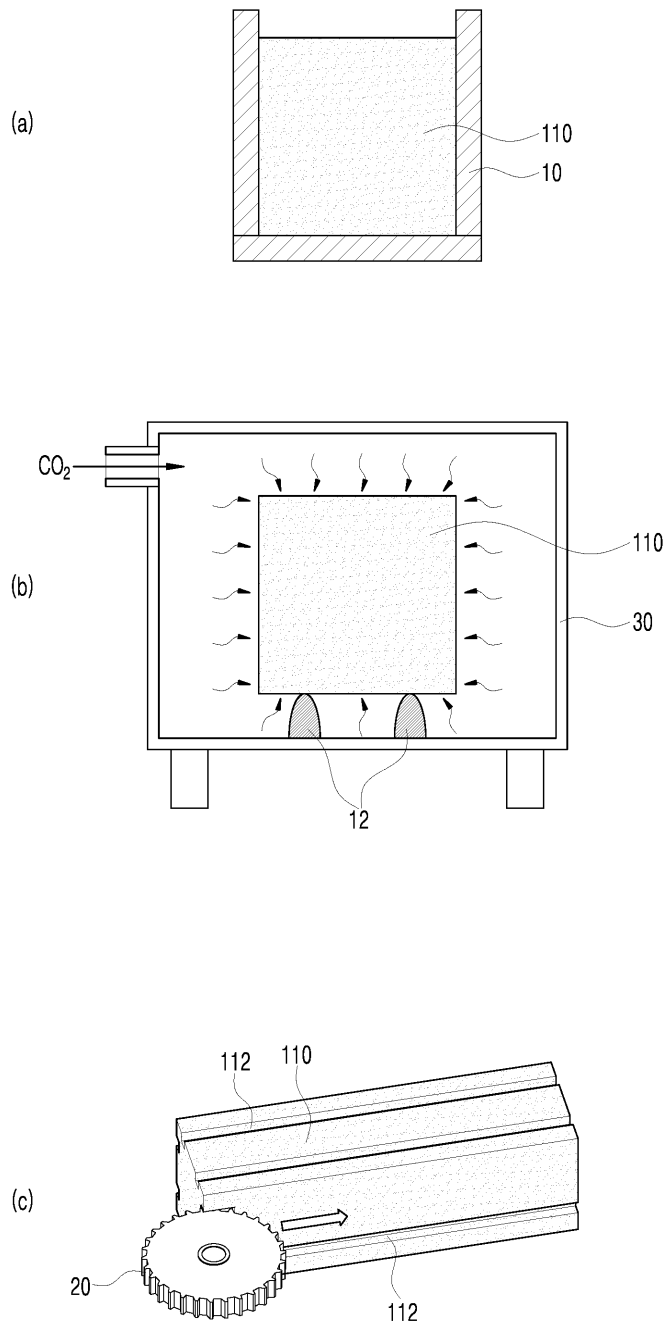
10: 거푸집
 12: 스페이서
 20: 절삭커터
 30: 탄산화 양생 챔버
 40: 양생 수조
 100: 이산화탄소 저감형 복합콘크리트 구조물
 110: 코어콘크리트
 112: 제1 그루브
 114: 제2 그루브
 120: 코팅콘크리트
 130: 보강부
 132: 주철근
 134: 늑근
 140: 외측콘크리트
 150: 보호콘크리트
 PM: 상변이물질

도면

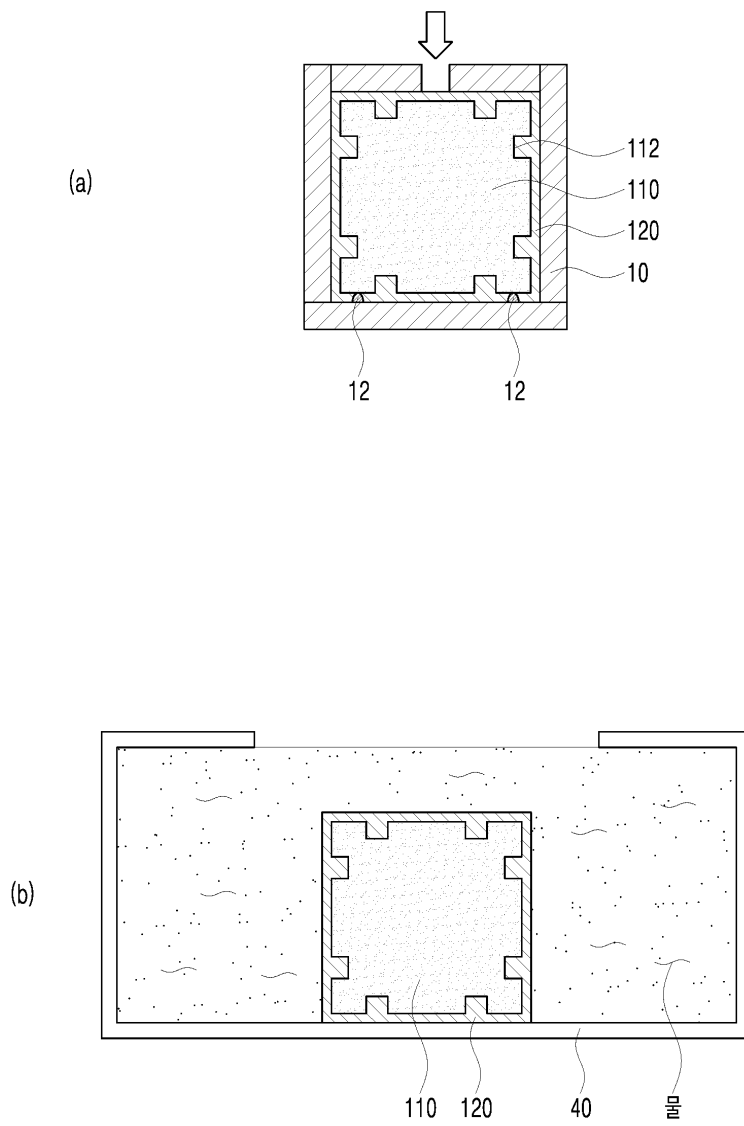
도면1



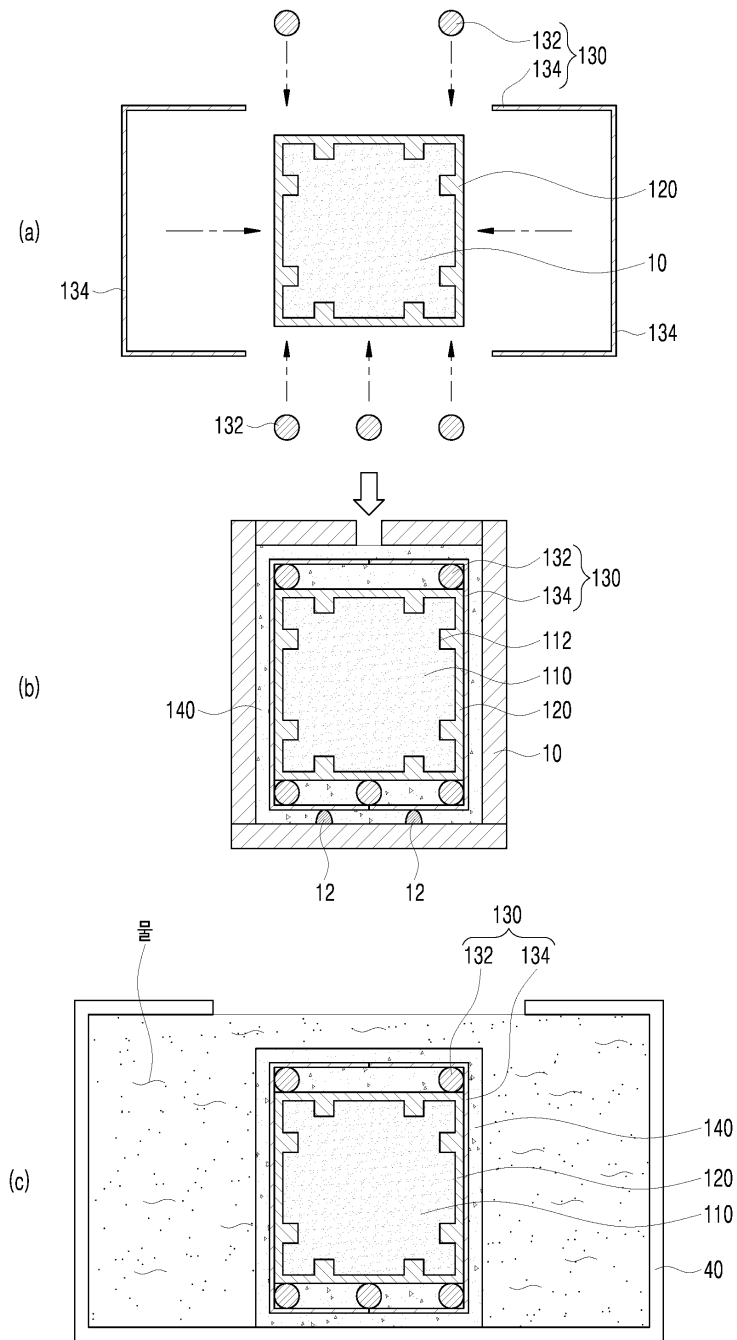
도면2



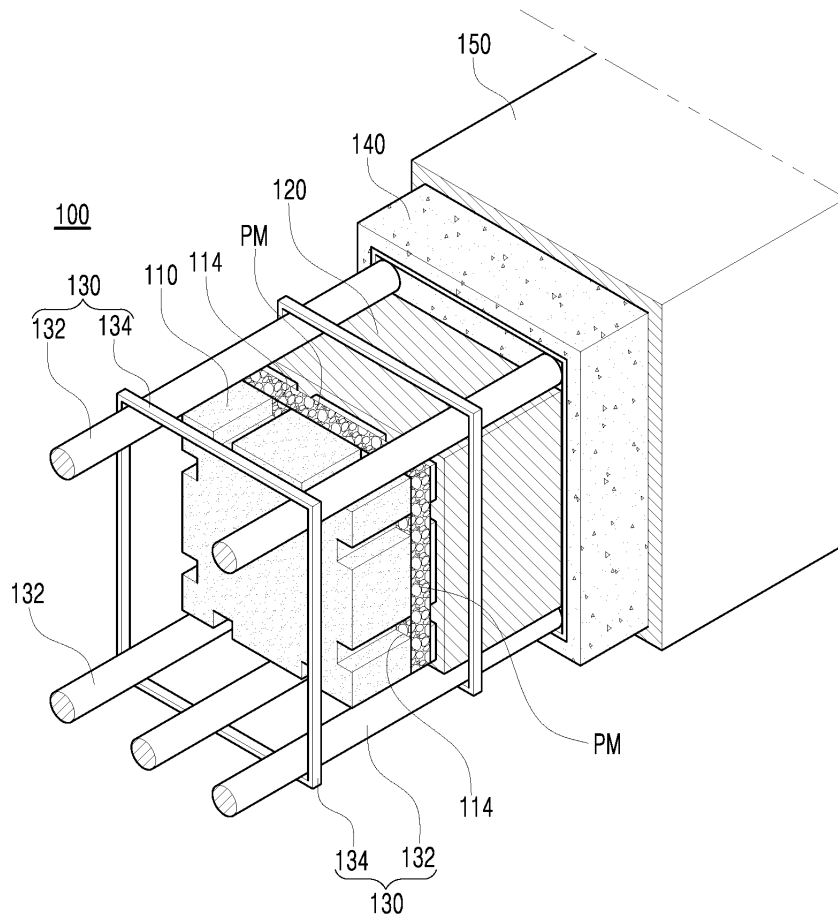
도면3



도면4



도면5



도면6

