



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월10일
 (11) 등록번호 10-1856642
 (24) 등록일자 2018년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B28B 1/00 (2006.01) B28B 23/00 (2006.01)
 B28B 23/02 (2006.01) B29C 67/00 (2017.01)
 B33Y 30/00 (2015.01) B33Y 50/02 (2015.01)

(52) CPC특허분류
 B28B 1/001 (2013.01)
 B28B 23/0006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0100078
 (22) 출원일자 2016년08월05일
 심사청구일자 2016년08월05일

(65) 공개번호 10-2018-0016100
 (43) 공개일자 2018년02월14일

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020160068565 A*
 KR1020160002135 A*
 JP2015217682 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국해양대학교 산학협력단
 부산광역시 영도구 태종로 727 (동삼동, 한국해양대학교)

(72) 발명자
 이재하
 부산광역시 영도구 절영로 429, 1동 102호(동삼동, 해양대학교 교직원관사)

(74) 대리인
 오세국

전체 청구항 수 : 총 7 항

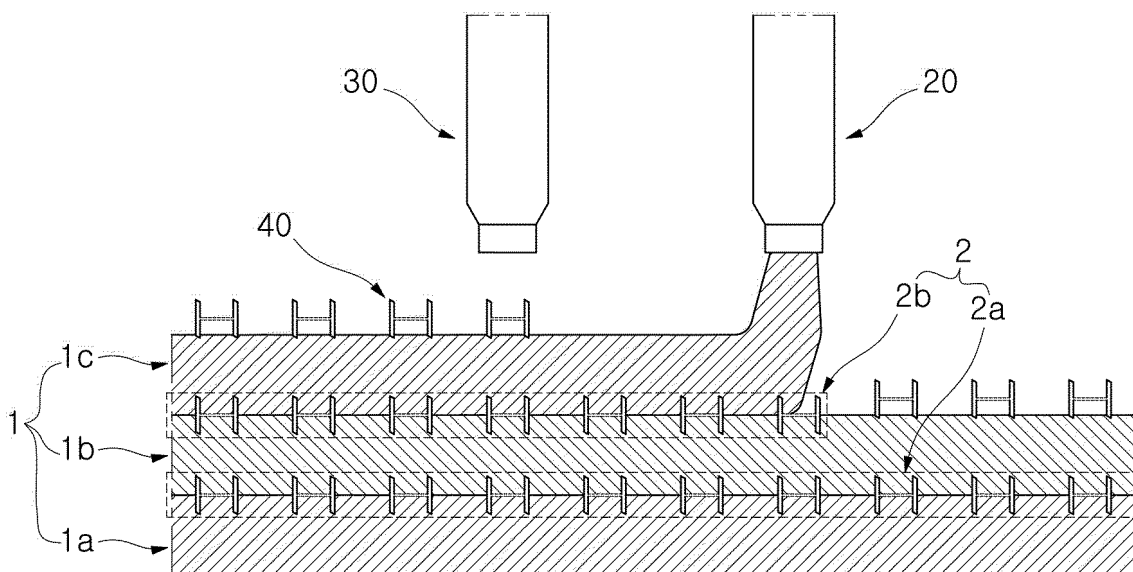
심사관 : 조성호

(54) 발명의 명칭 3차원 콘크리트 프린트 시스템 및 그를 이용한 콘크리트 구조물 제조방법

(57) 요약

콘크리트 구조물의 강도가 개선되도록, 본 발명은 3차원 콘크리트 구조물의 각 단면에 대응되는 콘크리트 레이어가 순차 형성되도록 각 단면별로 설정된 레이어 경로를 따라 이동되며 콘크리트 혼합물을 토출하는 콘크리트노즐부; 상기 콘크리트노즐부와 중복되는 경로를 따라 이동되는 브릿징장치공급부; 및 상기 콘크리트 레이어 사이에 브릿징 레이어가 형성되도록 상기 브릿징장치공급부의 이동시 순차 토출되어 상기 콘크리트 혼합물의 상부를 따라 배열되되, 상기 콘크리트 레이어의 상면에 안착되는 매쉬형 보강판과, 각각의 상부 및 하부가 상기 보강판의 표면으로부터 상하방향으로 돌출되도록 상기 보강판의 테두리에 결합되는 복수개의 삽입핀이 포함된 복수의 브릿징장치를 포함하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B28B 23/02 (2013.01)

B29C 64/00 (2017.08)

B33Y 30/00 (2013.01)

B33Y 50/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 16CTAP-C114626-01

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 3D 프린팅 기술로 축조된 콘크리트구조물 접합면 파괴에너지 평가 및 일체성 50% 개선을 위한 브릿징(Bridging) 재료의 활용방안 연구

기여율 1/1

주관기관 한국해양대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.24 ~ 2018.06.23

명세서

청구범위

청구항 1

3차원 콘크리트 구조물의 각 단면에 대응되는 콘크리트 레이어가 순차 형성되도록 각 단면별로 설정된 레이어 경로를 따라 이동되며 콘크리트 혼합물을 토출하는 콘크리트노즐부;

상기 콘크리트노즐부와 중복되는 경로를 따라 이동되는 브릿징장치공급부; 및

상기 콘크리트 레이어 사이에 브릿징 레이어가 형성되도록 상기 브릿징장치공급부의 이동시 순차 토출되어 상기 콘크리트 혼합물의 상부를 따라 배열되되, 상기 콘크리트 레이어의 상면에 안착되는 매쉬형 보강판과, 각각의 상부 및 하부가 상기 보강판의 표면으로부터 상하방향으로 돌출되도록 상기 보강판의 테두리에 결합되는 복수개의 삽입핀이 포함된 복수의 브릿징장치를 포함하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 보강판은 유리강화섬유플라스틱 재질로 구비되되, 표면이 거칠기 가공됨을 특징으로 하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 삽입핀의 단부는 쉘기형으로 구비됨을 특징으로 하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 삽입핀의 표면에는 상기 콘크리트 레이어의 적층 방향을 따라 요철부가 다단으로 구비됨을 특징으로 하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 브릿징장치공급부는

내부에 상기 브릿징장치가 상하 방향으로 복수 적층되도록 수납되는 수용공간이 형성되되 하단부에 상기 브릿징 장치의 단면적에 대응되도록 개구된 배출부가 형성되는 가이드관부와,

상기 각 브릿징장치가 기설정된 간격으로 순차 배출되도록 상기 배출부를 개폐하는 개폐수단을 포함함을 특징으로 하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 브릿징장치공급부가 상기 콘크리트노즐부와 기설정된 제1시간간격으로 이격되어 상기 콘크리트노즐부의 레이어 경로를 따라 후속 이동되도록 제어하는 경로이동제어부를 더 포함함을 특징으로 하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템.

청구항 8

3차원 콘크리트 구조물의 단면에 대응되도록 설정된 레이어 경로를 따라 콘크리트 혼합물을 토출하는 콘크리트 노즐부가 이동되어 콘크리트 레이어가 형성되는 제1단계;

매쉬형 보강판과 상기 보강판의 테두리에 결합된 복수개의 삽입핀을 포함하는 복수의 브릿징장치가 상기 콘크리트노즐부와 중복되는 경로를 따라 후속 이동되는 브릿징장치공급부에 의해 순차 토출되어 상기 각 삽입핀의 하단부가 기토출된 콘크리트 혼합물에 가삽입되며 상기 형성된 콘크리트 레이어의 상면부를 따라 배열되는 제2단계; 및

상기 3차원 콘크리트 구조물의 후속 단면에 대응되도록 재설정된 레이어 경로를 따라 이동되는 상기 콘크리트노즐부로부터 상기 배열된 브릿징장치로 토출된 콘크리트 혼합물의 자중을 통해 상기 보강판이 상기 콘크리트 레이어의 상면부에 안착되도록 가압되어 브릿징 레이어가 형성되는 제3단계가 상기 3차원 콘크리트 구조물의 전체 단면에 대응하여 반복되는 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 이용한 콘크리트 구조물 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3차원 콘크리트 프린트 시스템 및 그를 이용한 콘크리트 구조물 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 콘크리트 구조물의 강도가 개선되는 3차원 콘크리트 프린트 시스템 및 그를 이용한 콘크리트 구조물 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3D 프린팅(3D printing)은 최근 각광받고 있는 제조기술로서, 3차원 설계도면에 따라 입체적인 물체를 적분하는 것처럼 잘라 분석하고, 얇은 층을 플라스틱 액체 혹은 기타 원료 등으로 사출 내는 응고시키며 순차적으로 적층함으로써 3차원 형태의 고체 물체를 제작하는 기술을 말하며, 전통적인 재료 가공 기술에 비해 속도, 가격, 사용 편의성 등 다양한 측면에서 우위를 나타내고 있다.

[0003] 한편, 3D 프린팅은 액체, 파우더, 고체 등 원료나, 레이저, 열, 빛 등의 경화 소스 등에 따라 다양한 방식이 존재하며, 크게 FDM(Fused Deposition Modelling), DLP(Digital Light Processing), SLA(Stereolithography), SLS(Selective Laser Sintering), PolyJet(Photopolymer Jetting Technology), DMT(Direct Metal Tooling), PBP(Powder Bed & inkjet head 3d printing), LOM(Laminated Object Manufacturing) 등의 방식으로 구분될 수 있다.

[0004] 일반적으로는, 열가소성 플라스틱으로 형성된 와이어, 필라멘트 등의 응고성 모델링 재료를 공급필과 이송필을 통해 공급하고, 공급된 모델링 재료를 작업대에 대하여 3차원 이동되는 이송기구에 장착된 히터노즐에서 용융시켜 배출함으로써 2차원 평면형태를 만들며 한층씩 적층하여 3차원으로 성형하는 용융 수지 압출 조형 방법(FDM)이 널리 사용되고 있다.

[0005] 최근에는, 콘크리트 혼합물을 응고성 모델링 재료로 이용하여 건축물이나 건축물의 일부를 제조하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템이 개발되고 있다.

[0006] 그러나, 종래의 3차원 콘크리트 프린트 시스템은 대상 구조물의 단면에 대응되는 복수의 레이어를 상하 방향으로 순차 적층 형성하여 대상 구조물을 완성하는 방식으로 레이어 및 레이어 사이에 접합면이 형성됨에 따라 구조물의 전체적인 강성이 저하되는 심각한 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-1479900호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 콘크리트 구조물의 강도가 개선되는 3차원 콘크리트 프린트 시스템 및 그를 이용한 콘크리트 구조물 제조방법을 제공하는 것을 해결과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기의 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 3차원 콘크리트 구조물의 각 단면에 대응되는 콘크리트 레이어가 순차 형성되도록 각 단면별로 설정된 레이어 경로를 따라 이동되며 콘크리트 혼합물을 토출하는 콘크리트노즐부; 상기 콘크리트노즐부와 중복되는 경로를 따라 이동되는 브릿징장치공급부; 및 상기 콘크리트 레이어 사이에 브릿징 레이어가 형성되도록 상기 브릿징장치공급부의 이동시 순차 토출되어 상기 콘크리트 혼합물의 상부를 따라 배열되되, 상기 콘크리트 레이어의 상면에 안착되는 매쉬형 보강판과, 각각의 상부 및 하부가 상기 보강판의 표면으로부터 상하방향으로 돌출되도록 상기 보강판의 테두리에 결합되는 복수개의 삽입핀이 포함된 복수의 브릿징장치를 포함하는 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 3차원 콘크리트 구조물의 단면에 대응되도록 설정된 레이어 경로를 따라 콘크리트 혼합물을 토출하는 콘크리트노즐부가 이동되어 콘크리트 레이어가 형성되는 제1단계; 매쉬형 보강판과 상기 보강판의 테두리에 결합된 복수개의 삽입핀을 포함하는 복수의 브릿징장치가 상기 콘크리트노즐부와 중복되는 경로를 따라 후속 이동되는 브릿징장치공급부에 의해 순차 토출되어 상기 각 삽입핀의 하단부가 기토출된 콘크리트 혼합물에 가삽입되며 상기 형성된 콘크리트 레이어의 상면부를 따라 배열되는 제2단계; 및 상기 3차원 콘크리트 구조물의 후속 단면에 대응되도록 재설정된 레이어 경로를 따라 이동되는 상기 콘크리트노즐부로부터 상기 배열된 브릿징장치로 토출된 콘크리트 혼합물의 자중을 통해 상기 보강판이 상기 콘크리트 레이어의 상면부에 안착되도록 가압되어 브릿징 레이어가 형성되는 제3단계가 상기 3차원 콘크리트 구조물의 전체 단면에 대응하여 반복되는 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 이용한 콘크리트 구조물 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0011] 상기의 해결 수단을 통해서, 본 발명은 다음과 같은 효과를 제공한다.

[0012] 첫째, 상하 방향으로 적층된 한쌍의 콘크리트 레이어 사이가 콘크리트 혼합물의 경화에 따라 화학적으로 결합됨과 더불어 브릿징장치의 가교역할로 물리적으로 보강되므로 레이어 간의 계면 강도가 현저히 개선될 수 있다.

[0013] 둘째, 상기 브릿징장치의 보강판이 콘크리트 혼합물의 하중에 의해 가압되어 하부측 콘크리트 레이어에 안착됨에 따라 브릿징 레이어에 인접한 상/하측 콘크리트 레이어에 대한 삽입핀의 삽입깊이가 정확하게 조절될 수 있으므로 물리적인 보강 구조가 안정적으로 형성될 수 있다.

[0014] 셋째, 상기 보강판의 공간목을 통해 상하 방향으로 적층된 콘크리트 레이어가 연결되어 경화됨에 따라 보강판 및 그에 인접한 콘크리트 레이어가 견고하게 결합될 수 있으며, 상기 보강판을 통해 인접한 콘크리트 레이어 간의 전단강도가 보강되므로 층간 슬립 분리 등의 결함이 최소화되어 콘크리트 구조물의 구조 강도가 더욱 개선될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 나타낸 개요도.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 통한 콘크리트 레이어 및 브릿징 레이어의 형성과정을 나타낸 예시도.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템에서 레이어 경로를 나타낸 예시도.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 나타낸 블록도.
- 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템의 브릿징장치를 나타낸 예시도.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 시스템의 브릿징장치공급부를 나타낸 예시도.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 시스템을 이용한 콘크리트 구조물 제조방법을 나타낸 흐름도.
- 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 3차원 콘크리트 시스템을 이용한 콘크리트 레이어 및 브릿징 레이어의 형

성과정을 나타낸 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템 및 그를 이용한 콘크리트 구조물 제조방법을 상세히 설명한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 나타낸 개요도이며, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 통한 콘크리트 레이어 및 브릿징 레이어의 형성과정을 나타낸 예시도이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템에서 레이어 경로를 나타낸 예시도이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템을 나타낸 블록도이며, 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 프린트 시스템의 브릿징장치를 나타낸 예시도이며, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 시스템의 브릿징장치공급부를 나타낸 예시도이다.
- [0018] 도 1 내지 도 6에서 보는 바와 같이, 상기 3차원 콘크리트 프린트 시스템(100)은 콘크리트노즐부(20), 브릿징장치공급부(30), 브릿징장치(40)를 포함한다.
- [0019] 한편, 도 1을 참조하면, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿징장치공급부(30)는 베이스 프레임(10)에 설치되어 3차원 이동될 수 있다. 여기서, 상기 베이스 프레임(10)은 3차원 콘크리트 구조물이 시공되는 작업 현장에 설치되며, 내부에 3차원 콘크리트 구조물의 설계공간(k)이 형성된다.
- [0020] 이때, 상기 3차원 콘크리트 구조물은 완성된 건축물 내지 건축물의 구성요소가 되는 조립벽체 등을 포괄하는 의미로 이해함이 바람직하며, 상기 설계공간(k)은 작업 대상이 되는 3차원 콘크리트 구조물을 감싸는 크기로 설정됨이 바람직하다.
- [0021] 상세히, 상기 베이스 프레임(10)은 레일부(11), 수직프레임(12), 승강프레임(13), 이송프레임(14), 회전프레임(15)을 포함하여 구비될 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 레일부(11)는 상기 작업 현장의 바닥에 설치되며, 상기 설계공간(k)의 양측을 커버하도록 한쌍으로 구비된다. 그리고, 상기 수직프레임(12)은 한쌍으로 구비되어 상기 각 레일부(11)에 결합된 상태에서 전후 이동되며, 상기 승강프레임(13)은 상기 수직프레임(12) 사이를 연결하도록 배치되어 상하로 승강된다.
- [0023] 이때, 상기 이송프레임(14)은 상기 승강프레임(13)에 결합되어 좌우로 이동되도록 구비되며, 상기 이송프레임(14)은 상기 수직프레임(12)의 전후 이동, 승강프레임(13)의 승강 및 자신의 좌우 이동에 따라 3차원으로 이동될 수 있다.
- [0024] 그리고, 상기 이송프레임(14)의 하부에는 수평 방향으로 회전 가능한 회전프레임(15)이 구비되며, 상기 회전프레임(15)의 회전 중심으로부터 이격된 일측 및 타측에 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿징장치공급부(30)가 배치될 수 있다.
- [0025] 이에 따라, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿징장치공급부(30)는 상호 이격 배치된 상태로 상기 설계공간(k)의 범위 내에서 상하, 좌우, 전후로 3차원 이동될 수 있다.
- [0026] 즉, 상기 콘크리트노즐부(20)는 하나의 콘크리트 레이어를 형성하기 위해 2차원으로 수평이동 될 수 있으며, 형성된 콘크리트 레이어의 상부에 다른 콘크리트 레이어를 적층 형성하기 위해 높이방향으로 이동된 후 2차원으로 수평이동 될 수 있다.
- [0027] 또한, 각 콘크리트 레이어가 곡면 형태인 경우에는 하나의 콘크리트 레이어를 형성하는 과정 내에서도 수평방향 이동과 높이방향 이동이 동시에 가능하도록 구비됨이 바람직하다.
- [0028] 그리고, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿징장치공급부(30)가 상호 상이한 속도 및 방향으로 이동되되 상호 간의 이격간격이 변화될 수 있도록 상기 이송프레임은 상기 승강프레임 내에 복수로 구비될 수 있으며, 하나의 이송프레임에 상기 콘크리트노즐부(20)가 설치되고 다른 이송프레임에 상기 브릿징장치공급부(30)가 설치될 수 있다.
- [0029] 물론, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿징장치공급부(30)의 3차원 이동을 위한 이동수단은 베이스 프레임(10)으로 한정되는 것은 아니며 로봇암, 드론, 크레인 등 다양하게 구비될 수 있다.
- [0030] 한편, 도 1 내지 도 2를 참조하면, 상기 콘크리트노즐부(20)는 콘크리트 혼합물이 저장된 콘크리트저장부(21)와 연결되며, 상기 3차원 콘크리트 구조물의 각 단면에 대응되는 콘크리트 레이어(1)가 순차 형성되도록 각 단면별

로 설정된 레이어 경로를 따라 콘크리트 혼합물을 토출한다.

- [0031] 그리고, 상기 콘크리트 레이어는 일정한 두께로 분할된 상기 3차원 콘크리트 구조물의 각 단면 중 하나에 대응되는 층을 의미하며, 각 단면에 대응되는 복수개의 콘크리트 레이어(1a,1b,1c)가 최하부로부터 최상부를 향해 순차적으로 적층 형성됨에 따라 3차원 콘크리트 구조물이 완성될 수 있다.
- [0032] 이때, 도 3 내지 도 4를 참조하면, 상기 콘크리트노즐부(20)는 하나의 레이어 경로(3a)를 따라 이동됨에 따라 하나의 콘크리트 레이어를 형성할 수 있다.
- [0033] 여기서, 상기 레이어 경로(3a)는 경로설정부(60)에 의해 설정되고, 상기 경로설정부(60)는 각 공정단계에 대응되는 레이어 경로(3a)를 경로이동제어부(50)로 전송할 수 있다.
- [0034] 이때, 상기 공정단계는 상기 3차원 콘크리트 구조물에 대한 복수 단면 중 하나를 형성하는 과정을 의미하는 것으로 이해함이 바람직하며, 각 공정단계에 따라 상기 3차원 콘크리트 구조물의 최하측 단면에 대응되는 레이어 경로로부터 최상측 단면에 대응되는 레이어 경로가 순차적으로 설정되어 상기 경로이동제어부(50)로 전송될 수 있다.
- [0035] 상세히, 상기 경로설정부(60)는 상기 3차원 콘크리트 구조물의 설계정보를 기설정된 두께별로 분할하여 복수의 콘크리트 레이어를 산출한다.
- [0036] 이때, 설계정보의 분할 두께는 상기 토출된 콘크리트 혼합물이 미경화된 상태에서 각 콘크리트 레이어의 형상을 유지할 수 있도록 콘크리트 혼합물의 점성 및 밀도, 경화속도 등을 고려하여 설정됨이 바람직하다.
- [0037] 그리고, 상기 경로설정부(60)는 콘크리트노즐부(20)의 이동시 토출되는 콘크리트 혼합물이 하나의 콘크리트 레이어를 채워 형성할 수 있도록 콘크리트노즐부(20)의 직경을 고려하여 레이어 경로를 산출할 수 있다.
- [0038] 즉, 상기 레이어 경로(3a)는 상기 콘크리트노즐부(20)로부터 토출되는 콘크리트 혼합물의 폭(c)에 대응되는 폭으로 구비되며, 하나의 레이어 경로는 하나의 콘크리트 레이어에 대응되는 단면적이 한붓그리기 알고리즘 등을 통해 분할됨에 따라 설정될 수 있다.
- [0039] 이때, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿장치공급부(30)는 경로이동제어부(50)에 의해 제어되어 설정된 레이어 경로(3a)를 따라 이동될 수 있다.
- [0040] 즉, 상기 경로이동제어부(50)는 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿장치공급부(30)가 설정된 레이어 경로(3a)의 중앙선을 따라 이동되도록 제어할 수 있다.
- [0041] 이때, 하나의 설정된 레이어 경로(3a)에 대한 콘크리트노즐부(20)의 이동 및 콘크리트 혼합물의 토출이 완료되면 하나의 콘크리트 레이어(1a)가 형성될 수 있으며, 하나의 콘크리트 레이어(1a)가 형성되면 다음 콘크리트 레이어(1b)에 대해 설정된 다른 레이어 경로를 따라 콘크리트노즐부(20)가 이동되고 콘크리트 혼합물을 토출하는 과정을 반복하여 복수의 콘크리트 레이어가 순차 형성될 수 있다.
- [0042] 여기서, 상기 경로이동제어부(50)는 상기 레이어 경로(3a)에 대응되도록 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동 및 콘크리트혼합물의 토출을 제어한다. 즉, 상기 콘크리트노즐부(20)가 설정된 레이어 경로(3a)를 따라 이동되는 과정에서 상기 콘크리트노즐부(20)로부터 콘크리트혼합물이 토출되되, 레이어 경로(3a)에 대한 이동이 완료되면 콘크리트혼합물의 토출이 정지되도록 제어됨이 바람직하다.
- [0043] 한편, 상기 브릿장치공급부(30)는 상기 콘크리트노즐부(20)와 중복되는 경로를 따라 3차원 이동된다.
- [0044] 여기서, 상기 브릿장치공급부(30)는 상기 콘크리트노즐부(20)와 동일한 경로를 따라 이동되되, 상기 콘크리트노즐부(20)를 선행하여 이동되거나 상기 콘크리트노즐부(20)로부터 후행하여 이동될 수 있으며, 본 실시예에서는 브릿장치공급부(30)가 콘크리트노즐부(20)의 이동 경로를 따라 후속 이동되는 것을 예로써 설명한다.
- [0045] 이때, 상기 브릿장치공급부(30)는 상기 콘크리트노즐부(20)와 기설정된 제1시간간격(t1)으로 이격되어 상기 레이어 경로(3a)를 따라 후속 이동되도록 상기 경로이동제어부(50)에 의해 제어됨이 바람직하다.
- [0046] 여기서, 상기 제1시간간격(t1)은 콘크리트노즐부(20)의 이동과정에서 하나의 기준시점의 콘크리트노즐부(20) 위치로 브릿장치공급부(30)가 위치되는 시점까지의 경과시간을 의미한다. 이때, 상기 제1시간간격(t1)은 브릿장치공급부(30) 및 콘크리트노즐부(20) 간의 배치 간격과 이동속도에 따라 결정될 수 있다.
- [0047] 물론, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿장치공급부(30)가 하나의 이송프레임(14)에 의해 이동되는 경우에는, 상기 경로이동제어부(50)가 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동을 제어함과 동시에 상기 브릿장치공급부

(30)의 이동을 제어할 수 있다.

- [0048] 또한, 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿징장치공급부(30)가 각각의 이송프레임에 의해 이동되는 경우에는, 상기 경로이동제어부(50)가 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동 및 상기 브릿징장치공급부(30)의 이동을 독립적으로 제어할 수 있다.
- [0049] 여기서, 상기 경로이동제어부(50)는 상기 레이어 경로(3a)에 대응되도록 상기 브릿징장치공급부(30)의 이동 및 브릿징장치(40)의 토출을 제어한다. 즉, 상기 브릿징장치공급부(30)가 설정된 레이어 경로(3a)를 따라 이동되는 과정에서 상기 브릿징장치공급부(30)로부터 브릿징장치(40)가 토출되되, 레이어 경로(3a)에 대한 이동이 완료되면 브릿징장치(40)의 토출이 정지되도록 제어됨이 바람직하다.
- [0050] 한편, 도 2 내지 도 6을 참조하면, 상기 브릿징장치공급부(30)의 이동시 복수의 브릿징장치(40)가 순차 토출되어 기토출된 콘크리트 혼합물의 상부를 따라 배열된다.
- [0051] 여기서, 상기 브릿징장치공급부(30)는 복수의 브릿징장치(bridging device)가 수용된 브릿징장치저장부(31)와 연결되며, 상기 브릿징장치저장부(31)에 수용된 브릿징장치는 상기 브릿징장치공급부(30)를 통해 하나씩 순차 토출될 수 있다.
- [0052] 이때, 상기 브릿징장치공급부(30)는 상기 콘크리트노즐부(20)를 따라 이동되는 상태이므로, 선행 이동되는 콘크리트노즐부(20)를 통해 형성된 콘크리트 레이어의 상부를 따라 복수의 브릿징장치(40)가 배열될 수 있다.
- [0053] 즉, 콘크리트노즐부(20)로부터 콘크리트 혼합물이 토출됨과 함께 후속 이동되는 브릿징장치공급부(30)를 통해 미경화된 콘크리트 혼합물의 표면에 브릿징장치가 배열된다.
- [0054] 이때, 브릿징 레이어는 콘크리트 혼합물의 표면을 따라 배열된 복수의 브릿징장치에 의해 콘크리트 레이어 간의 계면에 형성된 층을 의미하는 것으로 이해함이 바람직하다.
- [0055] 한편, 상기 브릿징장치공급부(30)는 가이드관부(32)와 개폐수단(33)을 포함함이 바람직하다.
- [0056] 상세히, 상기 가이드관부(32)는 내부에 상기 브릿징장치(40)가 상하 방향으로 복수 적층되도록 수납되는 수용공간(32a)이 형성되되, 하단부에 상기 브릿징장치(40)의 단면적에 대응되도록 개구된 배출부(32b)가 형성된다.
- [0057] 여기서, 상기 브릿징장치저장부(31) 및 상기 수용공간(32a)의 상단부 사이에는 복수의 브릿징장치(40)를 정렬하여 상기 수용공간(32a)의 상단부로 순차 공급하기 위한 정렬공급장치가 구비됨이 바람직하다.
- [0058] 이때, 브릿징장치(40)는 상기 정렬공급장치를 통해 상기 수용공간(32a)의 상단부로 공급되며, 각 브릿징장치(40)의 테두리가 상기 가이드관부(32)의 내면을 따라 안내되어 상하 방향으로 적층될 수 있다.
- [0059] 여기서, 상기 개폐수단(33)은 상기 수용공간(32a)에 수용된 복수의 브릿징장치가 기설정된 간격으로 하나씩 순차 배출되도록 상기 배출부(32b)를 개폐한다.
- [0060] 예를 들어, 상기 개폐수단(33)은 상기 브릿징장치(40)가 걸림되도록 상기 배출부(32b)에 구비되는 스톱퍼와, 상기 경로이동제어부(50)에 의해 제어되어 상기 스톱퍼를 이동시키는 구동부 등으로 구비될 수 있다.
- [0061] 즉, 상기 수용공간(32a)의 최하측에 배치된 브릿징장치가 상기 스톱퍼에 의해 걸림된 상태에서 상기 브릿징장치공급부(30)의 이동시 스톱퍼가 후퇴 및 전진을 반복하여 배출부(32b)가 개폐됨에 따라 수용공간(32a)에 수용된 브릿징장치가 하나씩 배출될 수 있다.
- [0062] 이에 따라, 상기 콘크리트 레이어의 상면부를 따라 배열된 브릿징장치 간의 간격이 일정하게 유지될 수 있으므로 브릿징장치 및 브릿징 레이어에 의해 보강된 콘크리트 레이어 사이의 계면 강도가 균일화되어 콘크리트 구조물의 구조 안전성이 더욱 개선될 수 있다.
- [0063] 한편, 하나의 콘크리트 레이어(1a) 및 브릿징 레이어(2a)의 형성 후, 상기 브릿징 레이어(2a)의 상부를 따라 다음의 콘크리트 레이어(1b)가 형성되면, 상기 각 콘크리트 레이어(1a, 1b) 사이에 브릿징 레이어(2a)가 배치되며 상하 방향으로 적층된 한쌍의 콘크리트 레이어 사이에 브릿징 레이어가 형성될 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 제1콘크리트 레이어(1a), 제2콘크리트 레이어(1b), 제3콘크리트 레이어(1c)가 순차 형성되는 과정에서, 콘크리트노즐부(20)가 제1콘크리트 레이어(1a)의 형성을 위한 레이어 경로로 이동됨과 함께 브릿징장치공급부(30)가 콘크리트노즐부(20)를 뒤따라 이동되며 브릿징장치를 순차 토출하여 제1콘크리트 레이어(1a)의 상부에 제1브릿징 레이어(2a)가 형성될 수 있다.

- [0065] 그리고, 제1콘크리트 레이어(1a)의 형성완료 후, 콘크리트노즐부(20)가 제2콘크리트 레이어(1b)의 형성을 위한 레이어 경로로 이동됨과 함께 브릿징장치공급부(30)가 콘크리트노즐부(20)를 뒤따라 이동되며 브릿징장치를 토출하면, 제1브릿징 레이어(2a)의 상부를 따라 제2콘크리트 레이어(1b)가 형성되며 제2콘크리트 레이어(1b)의 상부를 따라 제2브릿징 레이어(2b)가 형성될 수 있다.
- [0066] 이러한 과정을 반복하여, 콘크리트 레이어 간의 계면에 브릿징 레이어가 형성됨과 함께 3차원 콘크리트 구조물이 형성될 수 있다.
- [0067] 한편, 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 상기 브릿징장치(40)는 상기 토출된 콘크리트 혼합물의 상면에 안착되는 매쉬형 보강판(41)과, 각각의 상부 및 하부가 상기 보강판(41)의 표면으로부터 상하방향으로 돌출되도록 상기 보강판(41)의 테두리에 결합되는 복수개의 삽입핀(42)을 포함함이 바람직하다.
- [0068] 여기서, 상기 보강판(41)은 상기 레이어 경로의 폭 미만의 폭을 갖되 상기 브릿징장치공급부(30)의 이동속도 및 브릿징장치(40)의 토출간격을 고려하여 상호 중첩되지 않는 길이를 갖는 사각판 형상으로 구비됨이 바람직하다.
- [0069] 이때, 상기 브릿징 레이어(2a)의 표면적은 그의 하부에 배치된 콘크리트 레이어(1a)의 표면적 이하로 구비됨이 바람직하며, 상기 브릿징 레이어(2a)의 표면적은 대상 브릿징 레이어(2a)를 형성하는 각 보강판(41)의 단면적 합계로 이해할 수 있다.
- [0070] 그리고, 상기 각 삽입핀(42)은 상기 보강판(41)의 둘레를 따라 동일한 하중이 부하되도록 상호 등간격으로 이격되어 배치될 수 있으며, 상기 보강판(41)의 네 꼭지점측에 결합됨이 바람직하다.
- [0071] 이에 따라, 상기 브릿징장치공급부(30)로부터 토출된 브릿징장치(40)의 낙하시 보강판(41)이 콘크리트 레이어의 표면과 평행한 상태를 유지할 수 있으며, 하나의 보강판(41)에 결합된 모든 삽입핀(42)이 콘크리트 레이어의 표면에 상하 방향으로 배열되도록 접촉될 수 있다.
- [0072] 상세히, 상기 콘크리트 혼합물은 시멘트, 물, 기타 보강재료가 혼합되어 형성되며, 콘크리트 혼합물을 통해 형성된 콘크리트 레이어는 일정한 강도로 경화된 후 그의 상부에 다른 콘크리트 레이어가 형성될 때 하부측 콘크리트 레이어의 무게집 없이 적층될 수 있다.
- [0073] 이때, 상기 콘크리트노즐부(20)를 통해 하나의 콘크리트 레이어(1a)가 형성되는 과정에서 브릿징장치공급부(30)는 콘크리트노즐부(20)를 뒤따라 이동되며 미경화된 콘크리트 혼합물의 표면으로 브릿징장치(40)를 토출한다.
- [0074] 여기서, 상기 브릿징장치(40)는 자중에 의해 상기 콘크리트 레이어(1a)의 표면으로 낙하되며, 각 삽입핀(42)의 하단부가 기형성된 콘크리트 레이어(1a)의 내부에 소정 깊이로 가삽입될 수 있다.
- [0075] 그리고, 하나의 콘크리트 레이어(1a)가 형성된 후, 후속 콘크리트 레이어(1b)의 형성을 위해 상기 콘크리트노즐부(20)가 이동되며 콘크리트 혼합물을 토출한다.
- [0076] 이때, 콘크리트 혼합물이 상기 브릿징장치(40)의 상부로 토출되면, 상기 보강판(41)의 상면부에 부하된 콘크리트 혼합물의 자중에 의해 상기 삽입핀(42) 단부가 하부측 콘크리트 레이어(1a)의 내부로 압입되며, 상기 보강판(41)의 하면부가 하부측 콘크리트 레이어(1a)의 상면부에 안착될 수 있다.
- [0077] 여기서, 상기 보강판(41)의 상면부는 상부측 콘크리트 레이어(1b)의 하면부에 밀착되며, 상기 보강판(41)의 하면부는 하부측 콘크리트 레이어(1a)의 상면부에 밀착된다.
- [0078] 그리고, 상기 삽입핀(42)은 상기 보강판(41)의 상면부로부터 상부로 돌출된 부분이 상부측 콘크리트 레이어(1b)의 내부로 삽입되고, 상기 보강판(41)의 하면부로부터 하부로 돌출된 부분이 하부측 콘크리트 레이어(1a)의 내부로 삽입된다.
- [0079] 이에 따라, 상기 삽입핀(42)이 하나의 콘크리트 레이어(1a) 및 다른 콘크리트 레이어(1b) 사이를 연결하는 가교 역할을 수행하게 된다.
- [0080] 이때, 상기 보강판(41)이 콘크리트 혼합물의 하중에 의해 가압되며 삽입핀(42)이 하부측 콘크리트 레이어(1a)에 삽입되되, 상기 보강판(41)이 콘크리트 레이어(1a)의 표면에 안착되면 삽입핀(42)의 삽입이 정지되므로 상기 삽입핀(42)의 상부 및 하부가 인접한 콘크리트 레이어(1a, 1b) 각각에 균일한 깊이로 정확하게 삽입될 수 있다.
- [0081] 즉, 상기 보강판(41)이 상하 방향으로 적층된 콘크리트 레이어(1a, 1b) 간 계면에 정확하게 위치되며 상기 콘크리트 레이어의 표면 내부로 삽입되고 표면 외부로 돌출된 삽입핀(42)의 비율이 일정하게 유지될 수 있다.

- [0082] 이에 따라, 인접한 콘크리트 레이어(1a,1b)에 대한 상기 삽입핀(42) 상부 및 하부의 삽입깊이가 정확하게 조절될 수 있으며, 삽입핀(42)을 통한 콘크리트 레이어 간의 물리적인 보강 구조가 안정적으로 형성될 수 있다.
- [0083] 이때, 상기 삽입핀(42)의 단부(42a,42b)는 쐐기형으로 구비됨이 바람직하다. 즉, 상기 삽입핀(42)의 상단부(42b)는 상측으로 갈수록 단면적이 협소화되도록 구비되며, 상기 삽입핀(42)의 하단부(42a)는 하측으로 갈수록 단면적이 협소화되도록 구비된다.
- [0084] 이에 따라, 상기 삽입핀(42)의 하부가 콘크리트 혼합물의 자중을 통한 보강판(41)의 가압시 기형성된 콘크리트 레이어의 내부로 원활하게 삽입될 수 있으며, 상기 삽입핀(42)의 상부가 상기 브릿징장치(40)의 상부로 토출되는 콘크리트 혼합물의 내부로 원활하게 삽입될 수 있다.
- [0085] 한편, 상기 삽입핀(42)은 도 5a와 같이 평탄한 표면을 갖도록 구비되는 것도 가능하며, 도 5b와 같이 표면에 요철부(42c)가 형성되는 것도 가능하다.
- [0086] 상세히, 도 5b를 참조하면, 상기 요철부(42c)는 상기 콘크리트 레이어의 적층 방향을 따라 다단으로 구비되며, 함몰부(42e) 및 돌출부(42d)가 상하 방향으로 순차 배치되어 구비될 수 있다.
- [0087] 여기서, 상기 요철부(42c)는 함몰부(42e) 및 돌출부(42d)가 수평 원주방향의 링형으로 구비되는 것도 가능하며, 나선형으로 구비되는 것도 가능하다.
- [0088] 이에 따라, 상하 방향으로 인접하도록 적층된 콘크리트 레이어 및 삽입핀(42) 간의 접촉면적이 증가될 수 있으며, 각 콘크리트 레이어의 경화시 삽입핀(42)이 더욱 견고하게 고정될 수 있다.
- [0089] 또한, 상기 보강판(41)은 그의 상부 및 하부가 상하방향으로 연통되도록 격자형 공간목이 형성된 매쉬형으로 구비되므로 콘크리트 혼합물의 자중으로 인한 가압시 하부측 콘크리트 레이어의 내부로 과도하게 삽입되지 않으면서도, 보강판(41)의 상부 및 하부에 밀착된 콘크리트 레이어가 상기 공간목을 통해 연결되어 화학적으로 결합될 수 있다.
- [0090] 이에 따라, 하나의 콘크리트 레이어(1a) 및 그의 상부에 적층된 다른 콘크리트 레이어(1b) 사이가 콘크리트 혼합물의 경화에 따라 화학적으로 결합됨과 더불어 브릿징장치의 가교역할로 물리적으로 보강될 수 있으므로, 레이어 간의 계면 강도가 현저히 증가될 수 있으며 층간 분리현상이 최소화되어 완성된 콘크리트 구조물의 구조적인 안전성이 개선될 수 있다.
- [0091] 여기서, 상기 보강판(41)은 유리강화섬유플라스틱(GFRP) 재질로 구비되며, 표면이 거칠기 가공됨이 바람직하다.
- [0092] 상세히, 유리강화섬유(Glass fiber) 집합체가 평직, 능직 등의 방식으로 직조되어 형성된 직물에 수지가 함침 및 경화됨에 따라 상기 유리강화섬유플라스틱이 제조될 수 있다.
- [0093] 이때, 상기 직물은 유리강화섬유 집합체 간의 간격, 즉 공간목을 통해 상기 콘크리트 혼합물이 유동 가능하도록 직조됨이 바람직하다.
- [0094] 이처럼, 상기 보강판(41)이 콘크리트 레이어 간의 계면에 배치된 상태에서 공간목을 따라 콘크리트 혼합물이 유동 및 충전되며, 상기 보강판(41)의 표면 거칠기로 인해 보강판(41) 및 콘크리트 레이어 간의 접촉면적이 극대화될 수 있다.
- [0095] 이에 따라, 상기 보강판(41)과 그에 인접한 콘크리트 레이어 간의 결합력이 증가될 수 있으며, 상기 보강판(41)을 통해 인접한 콘크리트 레이어 간의 전단강도가 보강되므로 층간 슬립 분리 등의 결합이 최소화되어 콘크리트 구조물의 구조 강도가 더욱 개선될 수 있다.
- [0096] 한편, 상기 3차원 콘크리트 구조물의 콘크리트 레이어가 상부로 갈수록 좁아지는 경우에는 상기 경로이동제어부(50)는 현재 공정 단계에서 레이어 경로(3a) 및 후속 공정 단계에서 레이어 경로 간의 중첩 경로에 대응하여 상기 브릿징장치공급부(30)의 브릿징장치(40) 토출을 제어함이 더욱 바람직하다.
- [0097] 상세히, 상기 경로설정부(60)는 현재 공정 단계의 레이어 경로와 함께 후속 공정 단계의 레이어 경로를 설정하고, 각 레이어 경로를 비교하여 중첩 경로를 산출할 수 있다.
- [0098] 이때, 상기 경로설정부(60)는 현재 공정 단계의 레이어 경로 및 산출된 중첩 경로를 상기 경로이동제어부(50)로 전송하며, 상기 경로이동제어부(50)는 상기 산출된 레이어 경로에 대응하여 상기 브릿징장치공급부(30) 및 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동을 제어할 수 있다.

- [0099] 여기서, 상기 경로이동제어부(50)는 상기 브릿장치공급부(30)가 상기 중첩 경로에 도달되면 상기 브릿장치(40)를 토출하도록 제어하고, 상기 브릿장치공급부(30)가 상기 중첩경로로부터 이탈되면 상기 브릿장치(40)의 토출이 중단되도록 상기 브릿장치공급부(30)를 제어할 수 있다.
- [0100] 한편, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 콘크리트 시스템을 이용한 콘크리트 구조물 제조방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0101] 도 7에서 보는 바와 같이, 먼저, 3차원 콘크리트 구조물의 단면에 대응되도록 설정된 레이어 경로를 따라 콘크리트 혼합물을 토출하는 콘크리트노즐부(20)가 이동되어 콘크리트 레이어가 형성된다(s10).
- [0102] 이때, 상기 콘크리트 레이어는 상기 3차원 콘크리트 구조물의 설계정보가 기설정된 두께로 분할된 하나의 단면에 대응하여 설정될 수 있으며, 상기 레이어 경로는 콘크리트 레이어의 단면적이 상기 콘크리트노즐부로부터 토출되는 콘크리트 혼합물의 폭에 따라 분할되어 구비될 수 있다.
- [0103] 그리고, 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동과 함께, 브릿장치공급부(30)가 상기 콘크리트노즐부(20)와 중복되는 경로를 따라 후속 이동된다(s20).
- [0104] 즉, 상기 브릿장치공급부(30)는 상기 콘크리트노즐부(20)와 동일한 경로를 따라 이동되며, 상기 콘크리트노즐부(20)와 일정한 시간간격을 두고 뒤따라가는 형태로 이동된다.
- [0105] 이때, 상기 브릿장치공급부(30)로부터 복수의 브릿장치(40)가 순차 토출되며, 토출된 각 브릿장치(40)는 토출간격과 브릿장치공급부(30)의 이동속도에 따라 선행 이동되는 콘크리트노즐부(20)로부터 토출된 콘크리트 혼합물의 상면에 일정한 간격으로 배열된다.
- [0106] 여기서, 상기 각 브릿장치(40)는 낙하시 자중에 의해 삽입핀(42)의 하단부가 미경화된 콘크리트 혼합물의 내부로 가삽입될 수 있다.
- [0107] 그리고, 상기 3차원 콘크리트 구조물의 후속 단면에 대응되도록 재설정된 레이어 경로를 따라 이동되는 상기 콘크리트노즐부(20)로부터 상기 배열된 브릿장치(40)의 상부로 토출된 콘크리트 혼합물의 자중을 통해 상기 보강판이 상기 콘크리트 레이어의 상면부에 안착되도록 가압되어 브릿 레이어가 형성된다(s30).
- [0108] 이때, 상기 3차원 콘크리트 구조물의 전체 단면에 대응하여 레이어 경로의 설정, 콘크리트노즐부(20) 및 브릿장치공급부(30)의 이동이 완료될 때까지 상기의 과정(s10, s20, s30)이 반복된다.
- [0109] 즉, 하나의 레이어 경로에 대한 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿장치공급부(30)의 이동이 완료되면, 상기 3차원 콘크리트 구조물의 후속 단면에 대응되도록 레이어 경로가 재설정되어 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿장치공급부(30)가 이동되는 과정이 상기 3차원 콘크리트 구조물의 모든 단면에 대해 반복된다.
- [0110] 이때, 이전 공정단계에서 형성된 콘크리트 레이어의 상면부에 배열된 브릿장치(40)는 후속 공정단계에서 토출된 콘크리트 혼합물의 자중을 통해 각각의 보강판(41)이 가압되며, 각 보강판(41)의 하면부가 이전 공정단계에서 형성된 콘크리트 레이어의 상면부에 안착된다.
- [0111] 이와 함께, 각 보강판(41)에 결합된 삽입핀(42)의 하부가 이전 공정단계에서 형성된 콘크리트 레이어의 내부로 삽입될 수 있으며, 각 삽입핀(42)의 상부는 후속 공정단계에서 토출된 콘크리트 혼합물의 내부로 삽입된다.
- [0112] 이에 따라, 상기 브릿 레이어를 형성하는 각 보강판(41)이 콘크리트 레이어 간 계면에 정확하게 위치될 수 있으며, 인접한 한쌍의 콘크리트 레이어 내부에 삽입핀의 상부 및 하부가 안정적으로 삽입될 수 있다.
- [0113] 즉, 상기 콘크리트 레이어의 표면 내부로 삽입되고 표면 외부로 돌출된 삽입핀(42)의 비율이 일정하게 유지될 수 있으며, 삽입핀(42)을 통한 콘크리트 레이어 간의 물리적인 보강 구조가 안정적으로 형성될 수 있다.
- [0114] 이처럼, 상기 브릿장치공급부(30)가 상기 콘크리트노즐부(20)와 중복되는 경로로 이동되며 콘크리트 레이어(1) 사이의 물리적인 보강을 위한 브릿 레이어(2)를 형성하므로 각각의 이동경로를 별도로 설정하는 복잡한 과정이 제거되어 신속하고 효율적인 공정 설계가 가능하다.
- [0115] 한편, 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 3차원 콘크리트 시스템을 이용한 콘크리트 레이어 및 브릿 레이어의 형성과정을 나타낸 예시도이다.
- [0116] 본 다른 실시예에서는 상기 콘크리트노즐부(20) 및 상기 브릿장치공급부(30)의 이동 순서를 제외한 기본적인 구성은 상술한 실시예와 동일하므로 동일한 구성에 대한 구체적인 설명은 생략하며, 동일한 구성에 대해서는

동일한 도면번호로 도시한다.

- [0117] 도 8에서 보는 바와 같이, 먼저 3차원 콘크리트 구조물의 최하측 단면에 대응되는 베이스 레이어 경로가 설정된다.
- [0118] 그리고, 상기 콘크리트노즐부(20)는 상기 베이스 레이어 경로를 따라 이동되어 콘크리트 혼합물을 토출하고, 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동이 완료되면, 상기 콘크리트 구조물의 최하측 단면에 대응되는 베이스 콘크리트 레이어(b)가 형성될 수 있다.
- [0119] 즉, 3차원 콘크리트 구조물의 최하측 단면에 대응되는 베이스 콘크리트 레이어(b)의 형성 이후에서 브릿징 레이어 및 콘크리트 레이어의 순차 적층 형성 공정이 진행될 수 있다.
- [0120] 그리고, 상기 베이스 콘크리트 레이어(b)가 형성되면, 3차원 콘크리트 구조물의 단면별 적층 공정 단계에 따라, 후속 단면 즉 상기 베이스 콘크리트 레이어(b)의 상부에 대응되는 단면의 레이어 경로가 설정된다.
- [0121] 이때, 상기 설정된 레이어 경로를 따라 상기 브릿징장치공급부(30) 및 상기 콘크리트노즐부(20)가 이동된다. 여기서, 상기 브릿징장치공급부(30)는 상기 콘크리트노즐부(20)와 중복되는 경로를 따라 이동되며, 상기 콘크리트노즐부(20)로부터 선행 이동되도록 제어됨이 바람직하다.
- [0122] 즉, 상기 브릿징장치공급부(30)가 현재 공정단계의 레이어 경로를 따라 먼저 이동되며, 상기 콘크리트노즐부(20)가 상기 브릿징장치공급부(30)로부터 일정한 간격으로 이격되어 뒤따라 이동된다.
- [0123] 이때, 상기 브릿징장치공급부(30)로부터 토출된 복수의 브릿징장치(40)는 이전 공정 단계에서 형성된 베이스 콘크리트 레이어(b)의 상면부를 따라 배열되며, 후속 이동되는 콘크리트노즐부(20)로부터 토출된 콘크리트 혼합물의 자중에 의해 하방 가압되어 브릿징 레이어를 형성한다.
- [0124] 여기서, 상기 설정된 레이어 경로에 대한 상기 브릿징장치공급부(30) 및 상기 콘크리트노즐부(20)의 이동이 완료되면, 베이스 콘크리트 레이어(b)의 상부에 브릿징 레이어 및 콘크리트 레이어(1a)가 적층 형성될 수 있다.
- [0125] 그리고, 동일한 과정이 반복됨에 따라 상하 방향으로 인접한 한쌍의 콘크리트 레이어(1a, 1b) 사이에 브릿징 레이어(2a)가 형성되며, 3차원 콘크리트 구조물이 형성될 수 있다.
- [0126] 한편, 상기 브릿징장치공급부(30)와 중복되는 경로를 따라 선행 이동되며 유동화제를 분사하는 유동화제노즐부(70)를 더 포함함이 바람직하다.
- [0127] 즉, 상기 유동화제노즐부(70)는 상기 브릿징장치공급부(30)가 이동되는 레이어 경로를 따라 이동되며, 상기 브릿징장치공급부(30)가 상기 유동화제노즐부(70)로부터 일정한 간격으로 이격되어 뒤따라 이동된다.
- [0128] 여기서, 상기 유동화제는 경화된 콘크리트 혼합물을 가소화할 수 있는 화합물을 의미하며 콘크리트 혼합물의 조성에 따라 상이하게 구비될 수 있다.
- [0129] 예를 들어, 베이스 콘크리트 레이어(b)의 상부에 제1콘크리트 레이어(1a)가 형성된 상태에서 상기 유동화제노즐부(70)는 제2콘크리트 레이어(1b)의 형성을 위한 레이어 경로를 따라 이동되며 유동화제를 분사한다.
- [0130] 그리고, 상기 브릿징장치공급부(30)가 유동화제노즐부(70)를 따라 이동되며, 유동화제가 분사된 제1콘크리트 레이어(1a)의 상면부에 브릿징장치가 배열되고, 상기 콘크리트노즐부(20)가 상기 브릿징장치공급부(30)를 따라 이동되며 콘크리트 혼합물을 토출하여 브릿징장치가 하측 가압되고, 제1콘크리트 레이어(1a)의 상부에 제2콘크리트 레이어(1b)가 적층 형성될 수 있다.
- [0131] 또한, 제2콘크리트 레이어(1b)가 완성되면, 동일한 과정이 반복되며 제3콘크리트 레이어, 제4콘크리트 레이어가 순차 적층 형성될 수 있으며, 각 콘크리트 레이어 사이에 브릿징 레이어가 형성될 수 있다.
- [0132] 이때, 하부측 콘크리트 레이어의 표면이 유동화제에 의해 가소화된 상태에서 브릿징장치(40)가 하부측 콘크리트 레이어의 내부로 삽입되고, 후속 형성된 상부측 콘크리트 레이어 및 하부측 콘크리트 레이어의 표면이 일체로 경화될 수 있으므로 콘크리트 레이어 간의 화학적인 결합력이 향상될 수 있다.
- [0133] 또한, 하나의 콘크리트 레이어가 기경화된 상태에서 유동화제를 통해 경화된 표면을 가소화시켜 브릿징 레이어 및 후속 콘크리트 레이어를 적층 형성할 수 있으므로 각 콘크리트 레이어의 시공 정확성이 개선될 수 있으며, 공정 설계의 자유도가 제공될 수 있다.
- [0134] 즉, 후속 콘크리트 레이어의 적층시 충분한 경화시간을 부여하거나, 경화속도가 매우 빠른 콘크리트 혼합물을

사용하여 콘크리트 레이어의 뭉게짐을 방지할 수 있다.

[0135] 또한, 이전 콘크리트 레이어의 뭉게짐이 방지되도록 공정 간에 충분한 경화 시간을 부여하거나 신속한 적층 공정을 위해 경화속도가 매우 빠른 콘크리트 혼합물을 사용하는 경우에도 브릿징장치가 이전 콘크리트 레이어에 원활하게 삽입될 수 있다.

[0136] 이에 따라, 각 콘크리트 레이어를 형성하는 공정 간의 간격 설정 및 콘크리트 혼합물의 물성 등의 제한이 최소화되므로 한층 효율적인 공정 설계가 이루어질 수 있다.

[0137] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 상술한 각 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 청구항에서 청구한 범위를 벗어남 없이 본 발명의 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 변형 실시되는 것은 가능하며, 이러한 변형 실시는 본 발명의 범위에 속한다.

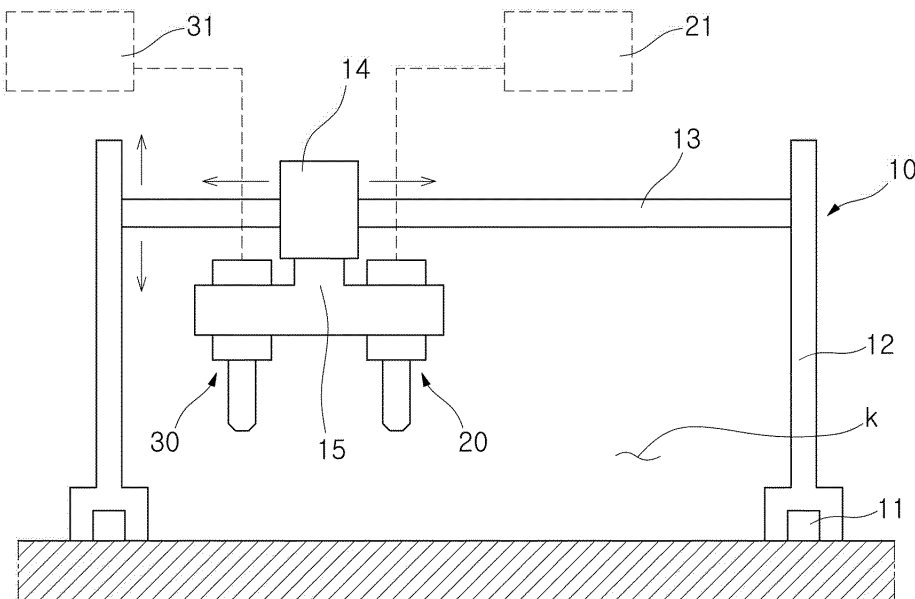
부호의 설명

- | | | |
|--------|-----------------------|--------------|
| [0138] | 100: 3차원 콘크리트 프린트 시스템 | 10: 베이스 프레임 |
| | 20: 콘크리트노즐부 | 30: 브릿징장치공급부 |
| | 40: 브릿징장치 | 50: 경로이동제어부 |
| | 60: 경로설정부 | 70: 유동화제노즐부 |

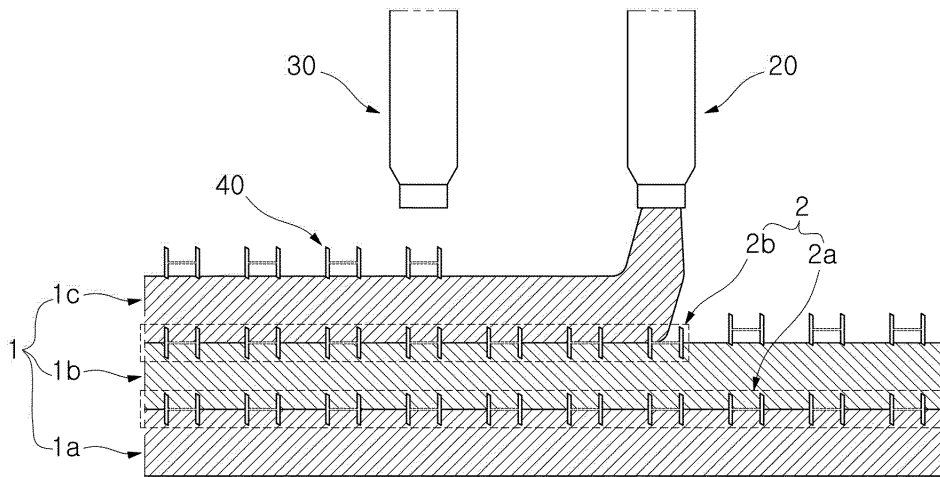
도면

도면1

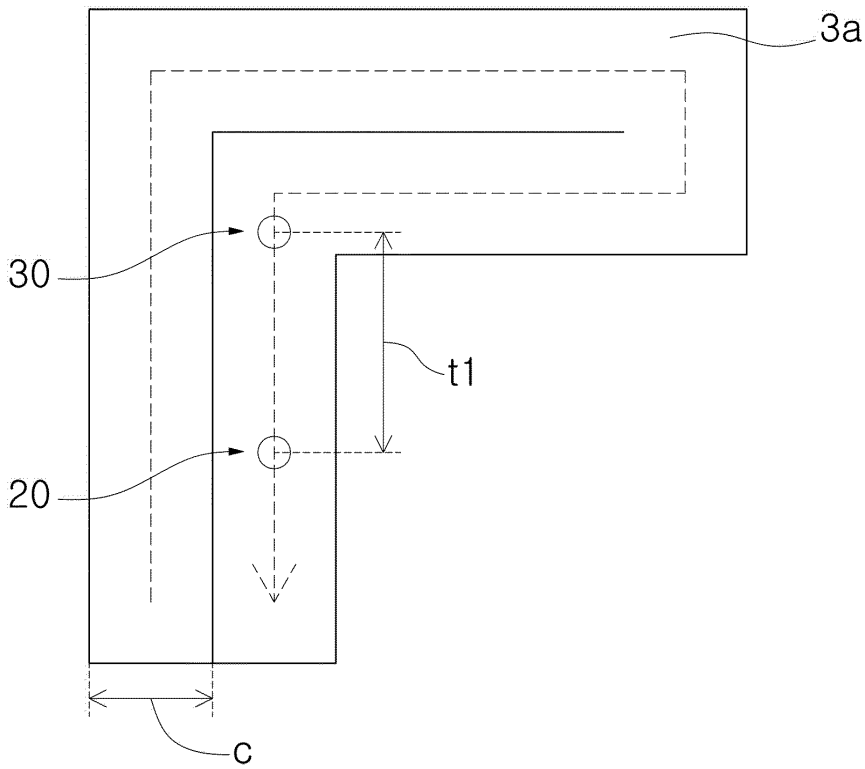
100



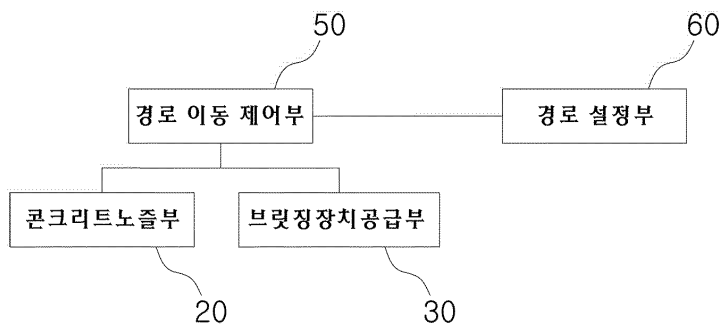
도면2



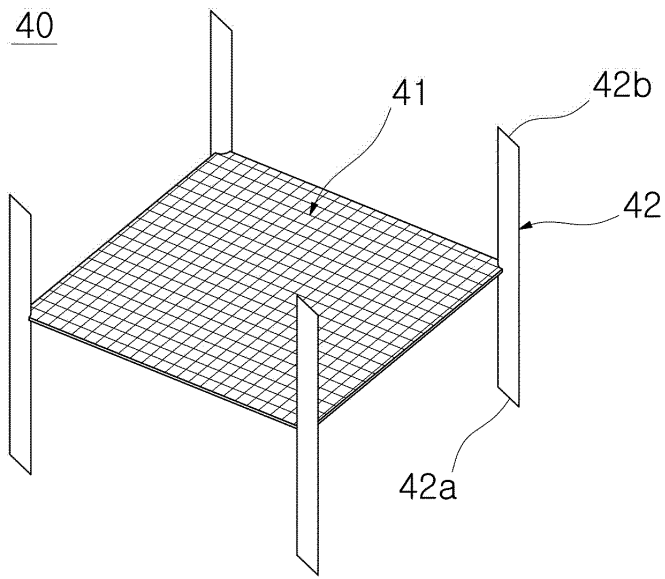
도면3



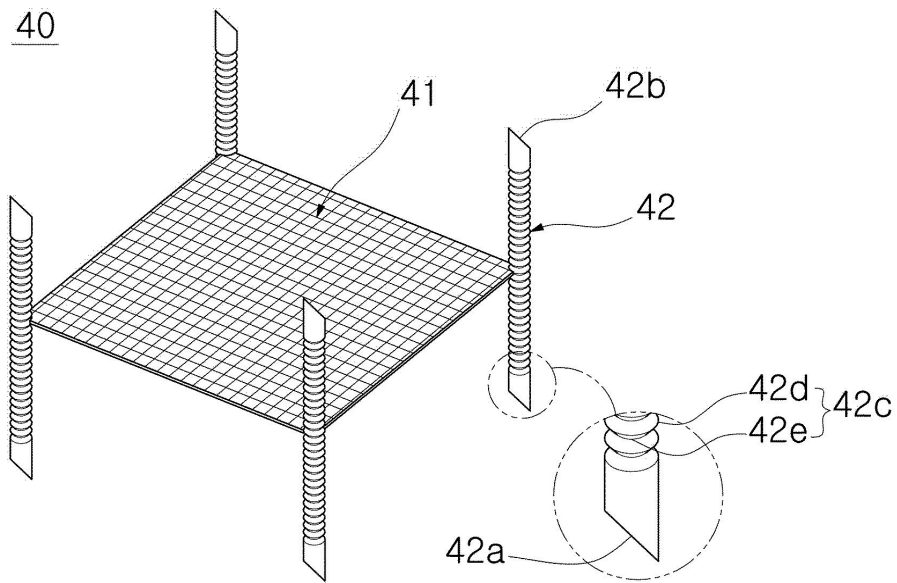
도면4



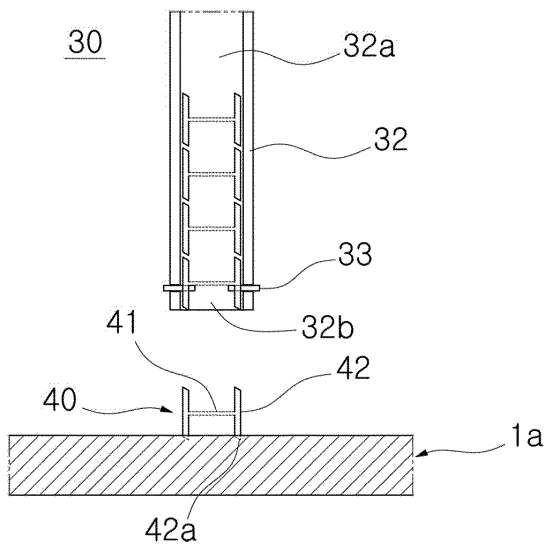
도면5a



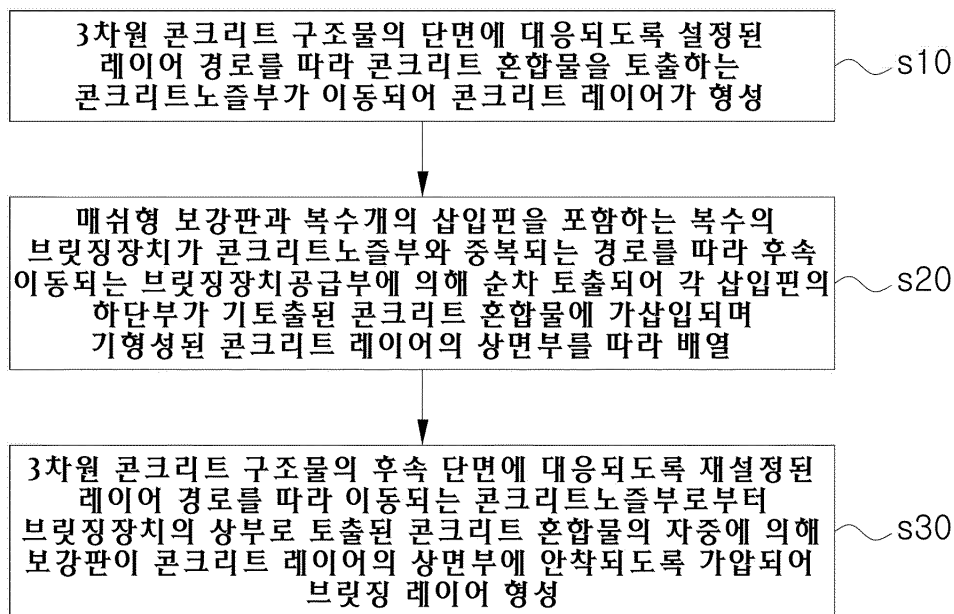
도면5b



도면6



도면7



도면8

