



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월25일
(11) 등록번호 10-2160056
(24) 등록일자 2020년09월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/209 (2017.01) B29C 48/30 (2019.01)
B29C 48/40 (2019.01) B29C 48/86 (2019.01)
B29C 64/295 (2017.01) B29C 64/393 (2017.01)
B33Y 30/00 (2015.01) B33Y 50/02 (2015.01)
B33Y 80/00 (2015.01)

(52) CPC특허분류
B29C 64/209 (2017.08)
B29C 48/3001 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2019-0077932

(22) 출원일자 2019년06월28일

심사청구일자 2019년06월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020190065622 A*

US20150147427 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

이재홍

서울특별시 서초구 효령로 164, 7동 1307호(방배동, 신동아아파트)

이동규

부산광역시 사하구 하신번영로 365, 116동 1102호(하단동, 가락타운1단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 7 항

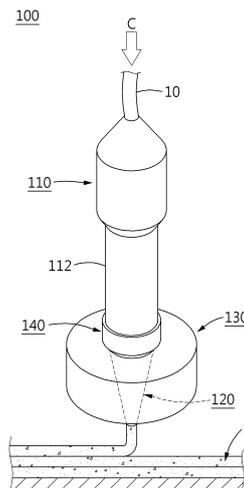
심사관 : 이태우

(54) 발명의 명칭 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, UHPC 재료가 내부 공간에 유입 및 수용되고 구조물의 3D 프린팅 시공시 상기 구조물의 형상 데이터에 대응하는 경로를 따라 이동하는 노즐 장치 본체, 상기 노즐 장치 본체의 내부 공간에 수용된 상기 UHPC 재료를 토출하기 위한 노즐 토출구가 형성되고 상기 노즐 장치 본체의 하부에 상기 노즐 토출구를 향해 수렴하는 형상으로 마련된 토출 노즐, 및 상기 토출 노즐에 배치되고 상기 노즐 토출구에서 토출되는 상기 UHPC 재료의 경화를 촉진시키도록 상기 토출 노즐의 내부 공간을 통과하는 상기 UHPC 재료에 열을 제공하는 노즐 히터를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



- (52) CPC특허분류
B29C 48/404 (2019.02)
B29C 48/865 (2019.02)
B29C 64/295 (2017.08)
B29C 64/393 (2017.08)
B33Y 30/00 (2013.01)
B33Y 50/02 (2013.01)
B33Y 80/00 (2013.01)

이승혜

서울특별시 중구 청구로1길 23, 105동 1301호(신당동, 신당동삼성아파트)

곽관웅

서울특별시 서초구 신반포로23길 41, 101동 502호(잠원동, 신반포2지구아파트)

- (72) 발명자

김동현

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 227동 1803호(잠실동, 리센츠)

이재욱

서울특별시 광진구 광나루로 545, 108동 2304호(구의동, 래미안파크스위트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711086360
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	병렬 케이블 로봇기반 건축물용 3D프린팅 기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

UHPC 재료가 내부 공간에 유입 및 수용되고, 구조물의 3D 프린팅 시공시 상기 구조물의 형상 데이터에 대응하는 경로를 따라 이동하는 노즐 장치 본체; 상기 노즐 장치 본체의 내부 공간에 수용된 상기 UHPC 재료를 토출하기 위한 노즐 토출구가 형성되고, 상기 노즐 장치 본체의 하부에 상기 노즐 토출구를 향해 수렴하는 형상으로 마련된 토출 노즐; 및 상기 토출 노즐에 배치되고, 상기 노즐 토출구에서 토출되는 상기 UHPC 재료의 경화를 촉진시키도록 상기 토출 노즐의 내부 공간을 통과하는 상기 UHPC 재료에 열을 제공하는 노즐 히터; 및 상기 노즐 히터의 열이 상기 토출 노즐에서 상기 노즐 장치 본체로 전달되는 현상을 차단하도록 상기 토출 노즐과 상기 노즐 장치 본체의 사이에 배치되는 절연 커넥터;를 포함하며,

상기 노즐 장치 본체는, 상기 절연 커넥터의 상부에 하부가 연통되게 연결되고, 상기 UHPC 재료가 유입되는 재료 유입구가 상부에 형성된 노즐 하우징; 상기 노즐 하우징의 내부 공간에 복수개가 회전 가능하게 배치되고, 상기 UHPC 재료의 낙하 이송 속도를 가속시킴과 아울러 상기 UHPC 재료의 낙하 진동을 저감하기 위한 스크류 날개가 형성된 이송 스크류; 및 상기 이송 스크류들에 연결되고, 상기 이송 스크류들의 회전을 위한 구동력을 제공하는 스크류 구동부;를 포함하고,

상기 이송 스크류들은, 상기 노즐 하우징의 내부 공간에서 서로 평행하게 배치되고, 상기 스크류 날개가 서로 엇갈리게 겹쳐지는 형상으로 배치되며,

상기 토출 노즐의 내주부에는, 상기 노즐 히터의 열을 상기 토출 노즐의 내부 공간으로 전달하기 위한 열전달 부재가 돌출되게 마련되고,

상기 열전달 부재는, 상기 토출 노즐의 내주부에서 내부 공간을 향해 막대, 봉, 날개, 또는 가이드 베인 중 어느 하나의 형상으로 돌출되도록 형성되며,

상기 열전달 부재는, 상기 토출 노즐의 내주부 표면 중 상기 노즐 히터와 대응되는 위치에 연결되거나, 또는 상기 토출 노즐 중 상기 노즐 히터와 대응되는 위치에 관통되어 상기 노즐 히터에 직접 연결되는 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 노즐 히터는, 상기 토출 노즐의 둘레 방향으로 열을 균등하게 제공하도록 상기 토출 노즐의 외주부에 둘레를 따라 감싸는 형상으로 배치된 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 토출 노즐은 열전도성 소재로 형성되고,

상기 노즐 히터는 상기 토출 노즐 또는 상기 열전달 부재를 매개로 상기 UHPC 재료에 열을 전달하도록 상기 토출 노즐에 열을 제공하는 형상으로 마련된 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 열전달 부재는, 상기 토출 노즐의 내주부에 상하 방향 또는 둘레 방향 중 적어도 어느 한 방향으로 복수개가 이격되게 배치된 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 노즐 히터는, 상기 토출 노즐에서 토출되는 상기 UHPC 재료의 경화 정도, 토출 속도 및 토출 시간에 따라 상기 UHPC 재료에 제공되는 열의 공급량을 조절하는 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 노즐 히터의 열이 상기 토출 노즐에서 상기 노즐 장치 본체로 전달되는 현상을 차단하도록 상기 토출 노즐과 상기 노즐 장치 본체의 사이에 배치되는 절연 커넥터;를 더 포함하고,

상기 절연 커넥터는, 상기 토출 노즐의 상부 및 상기 노즐 장치 본체의 하부에 장착될 가능하게 연결되고, 상기 토출 노즐에서 상기 노즐 장치 본체로 전달되는 열을 차단하기 위한 절연 소재로 형성된 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 절연 커넥터는 상기 토출 노즐의 상부 및 상기 노즐 장치 본체의 하부에 연통되게 연결되는 링 형상으로 형성되며,

상기 절연 커넥터의 상부는 상기 노즐 장치 본체의 하부에 나사 결합 방식으로 연결되고, 상기 절연 커넥터의 하부는 상기 토출 노즐의 상부에 나사 결합 방식으로 연결되는 것을 특징으로 하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치.

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 UHPC 재료(Ultra-High Performance Concrete)를 이용하여 건축물과 같은 구조물을 3D 프린팅 방식으로 일체화 시공할 수 있고, 급결제를 사용하지 않더라도 UHPC 재료를 적절하게 경화시킬 수 있는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 3D 프린팅 시스템은 3D(3-Dimensional) 프린팅 기술을 이용하여 원하는 구조물을 만드는 시스템으로서, 최근에 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 즉, 3D 프린팅 방식은 자동화 또는 일체화로 적층 후 제작이 가능하기 때문에 인력에 의한 설치 작업이 배제되므로, 급속 제작이 가능하고, 인건비 절감으로 인한 제작비를 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [0003] 3D 프린팅 시스템이 3D 프린팅 방식으로 구조물을 만드는 과정을 간략하게 설명하면 아래와 같다.
- [0004] 우선, 구현하고자 하는 구조물의 형상 데이터를 만들고, 구조물에 필요한 구조 재료를 구성하고 배합하여 3D 프린팅 시스템의 내부에 충전한다. 상기와 같이 충전된 구조 재료는 3D 프린팅 시스템의 노즐 장치에서 외부의 타겟 표면으로 토출시킨다. 이때, 3D 프린팅 시스템의 노즐 장치는 구조물의 형상데이터에 따른 길이방향으로 여러 패스를 거쳐 구조 재료를 적층하면서 두께를 이룬다. 이러한 일련의 과정을 거치면서 3D 프린팅 시스템이 구조물을 실제로 구현한다.
- [0005] 상기와 같은 구조물의 3D 프린팅 방식은, 제품의 부속품을 3D 프린팅한 후 그 부속품을 조립하여 제품을 제작하는 기존의 3D 프린팅 방식과 달리, 연속적으로 한번에 모든 패스와 적층을 수행하여 조립 공정없이 일체화 제작이 가능해야만 한다. 즉, 기계나 바이오 분야의 소형제품에는 3D 프린팅 기술이 이미 상용화되어 있으나, 건축물 등과 같은 구조물인 경우에는 구조물의 규모가 대형이기 때문에 기존의 3D 프린팅 기술과 다르게 일체화 3D 프린팅 방식으로 시공되고 있다.
- [0006] 예를 들면, 한국등록특허 제10-1616306호(발명의 명칭: 3차원 인쇄식 시멘트 제품 제조장치 및 그 제조방법, 등록일: 2016.04.22)에는, 시멘트 모르타르를 제조하는 혼합재료를 급결제가 반응하지 않는 상태로 분리하여 공급함으로써 시멘트 모르타르의 조기 경화를 미연에 방지할 수 있는 3차원 인쇄식 시멘트 제품 제조장치 및 그 제조방법이 개시되어 있다. 한국등록특허 제10-1616306호는 시멘트 제품을 3차원 인쇄 기술로 시공하는 것에 관한 기술이다.
- [0007] 상기와 같이 건축물 등과 같은 대형 규모의 구조물은 규모를 지탱할 수 있는 안전한 구조로 형성되어야만 하며, 이를 위하여 중력 방향의 압축 강도, 길이 방향의 인장 강도, 및 적층 레이어 간의 부착 강도에 대한 별도의 요구 조건이 더 충족되어야만 한다. 하지만, 건축물과 같은 구조물의 3D 프린팅 재료는 콘크리트 재료로 한정되어 있기 때문에, 압축강도에 강한 콘크리트 재료의 특성상 적층 레이어 간의 부착강도가 확보된다면 압축 강도도 안전 성능을 만족할 수 있으나, 철근을 프린팅할 수 없기 때문에 인장 강도의 확보는 요원한 실정이다.
- [0008] 한편, UHPC 재료는 일반 콘크리트 재료보다 압축 강도와 휨인장 강도가 높고, 특히 강섬유를 적용하면 휨인장 강도를 더욱 높이는 것이 가능하다. 그에 따라, 최근에는 UHPC 재료를 건축물과 같은 대형 규모의 구조물의 3D 프린팅 시공에 사용하기 위한 시도가 늘어나고 있다.
- [0009] 하지만, UHPC 재료를 비빔 콘크리트로 만드는 경우에는 물이 많이 함유된 갯벌의 진흙과 비슷하기 때문에 유동성이 매우 크고 엇가락처럼 쫄득한 특성을 가진다. 그렇기 때문에, 3D 프린팅 시공시 적층 레이어가 퍼져 버리기 때문에 적층 레이어를 안정적으로 적층하기 어려운 문제점이 있다.
- [0010] 상기와 같이 UHPC 재료의 적층시 발생하는 고유동성의 문제를 해결하기 위하여, 30초~1분 이내로 빨리 굳혀 강도를 용이하게 발현시키는 급결제를 적층 레이어에 사용하는 것도 가능하다. 그런데, UHPC 재료는 조직이 치밀하여 우수한 고강도성을 가지지만, 급결제가 조직의 내부에 침투할 수 있는 공간이 부족하기 때문에 급결제의 성능이 떨어져 근본적으로 유동성의 저하를 실현하기 어려운 단점이 있다. 또한, 적층 레이어 간의 적층이 가능하더라도 급결제가 적층 레이어의 표면만 존재하므로, 적층 레이어 간의 부착 성능이 나빠지기 때문에 구조물의 압축 성능도 떨어지는 단점이 있다.
- [0011] 위에서 설명한 바와 같이, UHPC 재료는, 급결제의 사용이 효과적이지 않은 고유동성 재료이지만, 일반 콘크리트 재료보다 강도가 매우 우수한 재료이기 때문에 건축물과 같은 구조물의 3D 프린팅 시공에 사용하기 위한 대척 마련이 절실한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 실시예는, UHPC 재료를 이용하여 건축물과 같은 구조물을 3D 프린팅 방식으로 일체화 시공할 수 있는

UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치를 제공한다.

- [0013] 또한, 본 발명의 실시예는, UHPC 재료에 열을 제공하여 UHPC 재료의 경화를 적절하게 제어할 수 있고, 급결제의 사용을 생략할 수 있는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치를 제공한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 실시예는, 3D 프린팅 노즐의 내부에서 UHPC 재료의 낙하 이송 속도를 가속할 수 있고, 뿐만 아니라 UHPC 재료의 낙하에 의한 낙하 진동을 저감할 수 있는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일실시예에 따르면, UHPC 재료가 내부 공간에 유입 및 수용되고 구조물의 3D 프린팅 시공시 상기 구조물의 형상 데이터에 대응하는 경로를 따라 이동하는 노즐 장치 본체, 상기 노즐 장치 본체의 내부 공간에 수용된 상기 UHPC 재료를 토출하기 위한 노즐 토출구가 형성되고 상기 노즐 장치 본체의 하부에 상기 노즐 토출구를 향해 수렴하는 형상으로 마련된 토출 노즐, 및 상기 토출 노즐에 배치되고 상기 노즐 토출구에서 토출되는 상기 UHPC 재료의 경화를 촉진시키도록 상기 토출 노즐의 내부 공간을 통과하는 상기 UHPC 재료에 열을 제공하는 노즐 히터를 포함하는 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치를 제공한다.
- [0016] 바람직하게, 상기 노즐 히터는, 상기 토출 노즐의 둘레 방향으로 열을 균등하게 제공하도록 상기 토출 노즐의 외주부에 둘레를 따라 감싸는 형상으로 배치될 수 있다.
- [0017] 바람직하게, 상기 토출 노즐은 열전도성 소재로 형성될 수 있다. 상기 노즐 히터는 상기 토출 노즐을 매개로 상기 UHPC 재료에 열을 전달하도록 상기 토출 노즐에 열을 제공하는 형상으로 마련될 수 있다.
- [0018] 상기 토출 노즐의 내주부에는, 상기 노즐 히터의 열을 상기 토출 노즐의 내부 공간으로 전달하기 위한 열전달 부재가 돌출되게 마련될 수 있다.
- [0019] 상기 열전달 부재는, 상기 토출 노즐의 내주부에서 내부 공간을 향해서 막대, 봉, 날개, 또는 가이드 베인 중 어느 하나의 형상으로 돌출되게 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 열전달 부재는, 상기 토출 노즐의 내주부에 상하 방향 또는 둘레 방향 중 적어도 어느 한 방향으로 복수개가 이격되게 배치될 수 있다.
- [0021] 바람직하게, 상기 노즐 히터는, 상기 토출 노즐에서 토출되는 상기 UHPC 재료의 경화 정도, 토출 속도 및 토출 시간에 따라 상기 UHPC 재료에 제공되는 열의 공급량을 조절할 수 있다.
- [0022] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, 상기 노즐 히터의 열이 상기 토출 노즐에서 상기 노즐 장치 본체로 전달되는 현상을 차단하도록 상기 토출 노즐과 상기 노즐 장치 본체의 사이에 배치되는 절연 커넥터를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 절연 커넥터는, 상기 토출 노즐의 상부 및 상기 노즐 장치 본체의 하부에 장착될 수 있도록 연결될 수 있고, 상기 토출 노즐에서 상기 노즐 장치 본체로 전달되는 열을 차단하기 위한 절연 소재로 형성될 수 있다.
- [0024] 상기 절연 커넥터는 상기 토출 노즐의 상부 및 상기 노즐 장치 본체의 하부에 연통되게 연결되는 링 형상으로 형성될 수 있다. 상기 절연 커넥터의 상부는 상기 노즐 장치 본체의 하부에 나사 결합 방식으로 연결될 수 있고, 상기 절연 커넥터의 하부는 상기 토출 노즐의 상부에 나사 결합 방식으로 연결될 수 있다.
- [0025] 바람직하게, 상기 노즐 장치 본체는, 상기 절연 커넥터의 상부에 하부가 연통되게 연결되고 상기 UHPC 재료가 유입되는 재료 유입구가 상부에 형성된 노즐 하우징, 상기 노즐 하우징의 내부 공간에 복수개가 회전 가능하게 배치되고 상기 UHPC 재료의 낙하 이송 속도를 가속시킴과 아울러 상기 UHPC 재료의 낙하 진동을 저감하기 위한 스크류 날개가 형성된 이송 스크류, 및 상기 이송 스크류들에 연결되고 상기 이송 스크류들의 회전을 위한 구동력을 제공하는 스크류 구동부를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 이송 스크류들은, 상기 노즐 하우징의 내부 공간에서 서로 평행하게 배치될 수 있고, 상기 스크류 날개가 서로 엇갈리게 겹쳐지는 형상으로 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, 토출 노즐의 내부 공간을 통과하는 UHPC 재료에 열을 제공하는 노즐 히터를 토출 노즐에 배치한 구조이므로, 노즐 히터의 열에 의해 UHPC 재료의

경화 작용을 적절하게 제어할 수 있고, 구조물의 3D 프린팅 시공시 토출 노즐에서 토출된 UHPC 재료를 신속하게 경화시켜 UHPC 재료의 고유동성에 따른 적층 레이어의 퍼짐 현상을 효과적으로 방지할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, 노즐 히터의 열을 이용하여 UHPC 재료를 경화시키는 구조이므로, 급결제의 사용을 근본적으로 생략할 수 있고, 급결제의 사용시 급결제가 UHPC 재료에 침투되지 않아 발생하는 각종 문제점을 해결할 수 있다. 특히, 본 실시예에서는, 노즐 히터를 토출 노즐에 추가하는 간단한 구조 변경만으로 구현이 가능하므로, 급결제의 사용시 필요한 구성보다 간단한 구조로 마련할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, 열전달 부재를 토출 노즐의 내주부에 돌출되게 마련한 구조이므로, 노즐 히터의 열을 토출 노즐의 내부 공간의 중심까지 원활하게 전달할 수 있고, 그로 인하여 토출 노즐의 내부 공간에 수용된 UHPC 재료에 노즐 히터의 열을 신속하고 균일하게 제공할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, 절연 소재로 형성된 절연 커넥터를 노즐 장치 본체와 토출 노즐 사이에 배치한 구조이므로, 토출 노즐에 제공된 노즐 히터의 열이 토출 노즐에서 노즐 장치 본체로 전달되는 현상을 차단할 수 있고, 그로 인해서 노즐 장치 본체의 내부 공간에 수용된 UHPC 재료가 노즐 히터의 열에 의해 비정상적으로 경화되는 문제도 미연에 방지할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치는, 토출 노즐 본체의 내부에 복수개의 이송 스크류를 서로 엇갈리게 겹쳐진 구조로 배치하므로, 토출 노즐 본체의 내부에서 토출 노즐을 향해 UHPC 재료의 낙하 이송 속도를 더욱 현저하게 가속시킬 수 있고, 뿐만 아니라 토출 노즐 본체에 유입된 UHPC 재료의 낙하로 인한 낙하 진동도 저감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치가 개략적으로 도시된 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 3D 프린팅 노즐 장치의 주요부에 대한 단면 형상을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 노즐 장치 본체와 절연 커넥터 및 토출 노즐의 분해 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 3D 프린팅 노즐 장치의 제어 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 UHPC 재료를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치가 개략적으로 도시된 도면이다.
- 도 6은 도 1에 도시된 A-A 선에 따른 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 도 1에 도시된 열전달 부재의 다른 예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(100)가 개략적으로 도시된 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 주요부에 대한 단면 형상을 나타낸 도면이다. 도 3은 도 2에 도시된 노즐 장치 본체(110)와 절연 커넥터(140) 및 토출 노즐(120)의 분해 상태를 나타낸 도면이고, 도 4는 도 2에 도시된 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 제어 구성을 나타낸 도면이다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 따른 3D 프린팅 시스템은, 3D 프린팅 시스템 본체 및 3D 프린팅 노즐 장치(100)를 포함한다.

[0036] 본 실시예에 따른 3D 프린팅 시스템은, UHPC 재료(C)를 이용하여 건축물과 같은 대형 규모의 구조물을 3D 프린팅 방식으로 일체화 시공하는데 사용되는 장치이다. 상기와 같이 3D 프린팅 시스템에 사용되는 UHPC 재료(C)는, 일반 콘크리트 재료와 비교하여 압축 강도와 인장 강도가 우수한 재료이므로, 3D 프린팅 방식으로 일체화 시공된 구조물의 구조 강도를 향상시킬 수 있다. 즉, 일반 콘크리트 재료는 압축 강도가 25MPa이고 인장 강도가 3~4MPa인 것에 비해서, UHPC 재료는 압축 강도가 120MPa 이상이고 휨인장 강도가 15~20MPa인 것으로 구현할 수 있다. 특히, UHPC 재료(C)에 강섬유를 적용하면, UHPC 재료(C)의 휨인장 강도가 40MPa에 도달할 수 있다.

- [0037] 하지만, UHPC 재료(C)는 비빔 콘크리트로 만드는 경우에 물이 많이 함유된 갯벌의 진흙과 같이 유동성이 매우 크고 엇가락처럼 쏠룩한 특성을 가진다. 따라서, UHPC 재료(C)의 3D 프린팅 시공시 적층된 적층 레이어(L)가 쉽게 피져 버려서 적층이 어려운 문제가 있다. 상기와 같은 UHPC 재료(C)의 고유동성 문제를 해결하기 위한 방법으로 급결제를 사용하더라도 UHPC 재료(C)의 조직이 치밀하여 급결제가 UHPC 재료(C)의 조직 내부에 원활하게 침투하지 못하는 문제가 있다. 즉, UHPC 재료(C)는, 우수한 강도성을 가지고 있지만, 급결제가 조직의 내부에 침투할 수 있는 공간이 부족하여 급결제의 성능이 낮아질 수 있고, 그에 따라 UHPC 재료(C)의 고유동성도 원하는 수준까지 감소시킬 수 없다. 만약, UHPC 재료(C)의 적층 레이어(L) 간의 적층이 가능하더라도 급결제가 적층 레이어(L)의 표면만 존재하기 때문에 적층 레이어(L) 간의 부착 성능도 좋지 않아 구조물의 압축 성능이 떨어질 수 있다.
- [0038] 상기와 같이 구조물의 3D 프린팅 시공에 UHPC 재료(C)를 사용함에 따른 각종 문제점을 해소하기 위하여, 본 실시예의 3D 프린팅 노즐 장치(100)는 UHPC 재료(C)에 열을 제공하여 UHPC 재료(C)의 경화를 적절하게 제어하는 구조로 형성될 수 있다. 한편, 본 실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 구성 및 작동 방식은 아래에 더 상세하게 설명하기로 한다.
- [0039] 한편, 3D 프린팅 시스템 본체는 전산 모사 장치, 믹싱 장치, 수송 장치, 노즐 이동 장치, 및 제어부(154)를 포함한다.
- [0040] 여기서, 전산 모사 장치는 구조물의 형상 데이터를 만들어 제어부에 전달할 수 있다. 상기와 같은 전산 모사 장치는 구현하고자 하는 구조물의 사이즈, 형태, 부피를 나타내는 형상 데이터를 도출하여 제어부(154)에 데이터 베이스 형태로 저장할 수 있다.
- [0041] 그리고, 믹싱 장치는, 구조물을 구성하는 재료를 배합하여 UHPC 재료(C)를 만들 수 있다.
- [0042] 또한, 수송 장치는, 믹싱 장치에서 만들어진 UHPC 재료(C)를 이동시키는 구성으로서, UHPC 재료(C)의 압송을 위한 구동력을 제공하는 수송 펌프, 및 UHPC 재료(C)의 이동통로 역할을 수행하는 수송 파이프(10)를 포함할 수 있다. 수송 파이프(10)의 일단부는 믹싱 장치에 연결될 수 있고, 수송 파이프(10)의 타단부는 3D 프린팅 노즐 장치(100)에 연결될 수 있다.
- [0043] 또한, 노즐 이동 장치는, 구조물의 형상 데이터에 따라 3D 프린팅 노즐 장치(100)를 원하는 방향으로 이동시키기 구성이다. 노즐 이동 장치는 체류리 방식과 와이어 방식 등으로 형성될 수 있다. 다만, 건축물과 같은 대형 규모의 구조물인 경우에는 와이어 방식의 노즐 이동 장치가 더 적합할 수 있다.
- [0044] 또한, 제어부(154)는, 구조물의 형상 데이터에 따라 수송 장치, 노즐 이동 장치 및 3D 프린팅 노즐 장치의 작동을 제어하는 구성이다. 제어부(154)는, 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 작동을 제어함으로써, UHPC 재료(C)를 타겟 표면에 정확하게 토출시켜 적층 레이어를 적층할 수 있고, 구조물의 형상데이터에 의해 설정된 길이 방향의 여러 패스를 거쳐 UHPC 재료(C)를 적층하면서 두께를 이룰 수 있다. 이러한 일련의 과정을 거치면서 3D 프린팅 시스템은 전체적으로 목표로 하는 구조물을 실제로 구현할 수 있다.
- [0045] 이하에서는, 본 실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 구성 및 작동 방식을 더 상세하게 설명하기로 한다.
- [0046] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(100)는 노즐 장치 본체(110), 토출 노즐(120), 노즐 히터(130) 및 절연 커넥터(140)을 포함한다.
- [0047] 본 실시예에 따른 3D 프린팅 노즐 장치(100)는, 노즐 히터(130)에서 제공되는 열을 이용하여 토출 노즐(120)에서 토출되는 UHPC 재료(C)를 경화시키는 구조로 형성될 수 있다. 즉, 3D 프린팅 노즐 장치(100)는, 노즐 히터(130)의 열에 의해 UHPC 재료(C)를 경화시켜 UHPC 재료(C)의 고유동성을 완화시킬 수 있고, 그로 인하여 UHPC 재료(C)를 안정적으로 적층시켜 적층 레이어(L)의 퍼짐 현상도 방지할 수 있다.
- [0048] 따라서, 본 실시예에서는 3D 프린팅 노즐 장치(100)가 급결제를 사용할 필요성이 없는 구조이므로, 급결제의 사용에 따른 급결제 공급 구조의 추가, 급결제의 공급량 제어, 및 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 내부에서 급결제의 믹싱으로 인한 진동 발생 문제 등을 생략할 수 있다.
- [0049] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 노즐 장치 본체(110)는, 구조물의 3D 프린팅 시공시 구조물의 형상 데이터에 대응하는 경로를 따라 이동될 수 있다. 이를 위하여, 노즐 장치 본체(110)는, 와이어 방식으로 노즐 이송 장치와 연결되어 현수식으로 배치될 수 있다. 상기와 같은 노즐 장치 본체(110)에는 수송 파이프(10)의 타단부가 연통되게 연결될 수 있다. 따라서, 노즐 장치 본체(110)의 내부 공간에는 수송 파이프(10)를 따

라 압송된 UHPC 재료(C)가 유입 및 수용될 수 있다.

- [0050] 예를 들면, 노즐 장치 본체(110)는 노즐 하우징(112), 이송 스크류(114, 116), 및 스크류 구동부(118)를 포함할 수 있다.
- [0051] 노즐 하우징(112)은, 와이어 방식으로 노즐 이송 장치와 연결될 수 있고, UHPC 재료(C)의 수용 및 유동이 가능하도록 내부가 중공된 통 형상으로 형성될 수 있다. 즉, 노즐 하우징(112)의 내부에는 제1 내부 공간(S1)이 형성될 수 있다. UHPC 재료(C)는, 제1 내부 공간(S1)에 수용될 수 있고, 제1 내부 공간(S1)을 따라 토출 노즐(120)를 향해 낙하 이동될 수 있다.
- [0052] 여기서, 노즐 하우징(112)의 상부에는 UHPC 재료(C)가 유입되는 재료 유입구(112b)가 형성될 수 있고, 재료 유입구(112b)에는 수송 파이프(10)의 타단부가 연통되게 연결될 수 있다. 그리고, 노즐 하우징(112)의 하부는 절연 커넥터(140)의 상부에 장탈착 가능하게 연결될 수 있다.
- [0053] 이송 스크류(114, 116)는 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에 복수개가 회전 가능하게 배치될 수 있다. 상기와 같은 이송 스크류(114, 116)들에는 UHPC 재료(C)의 이송에 사용되는 스크류 날개(114b, 116b)가 각각 형성될 수 있다. 이송 스크류(114, 116)들은, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에서 서로 평행하게 배치될 수 있고, 스크류 날개(114b, 116b)가 서로 엇갈리게 겹쳐지는 형상으로 배치될 수 있다. 일례로, 이송 스크류(114, 116)들은 스크류 컨베이어(screw conveyor) 구조로 형성될 수 있다.
- [0054] 따라서, 이송 스크류(114, 116)들이 스크류 구동부(118)에 의해 동일 방향으로 회전되면, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에서 토출 노즐(120)를 향해 하측으로 이송되는 UHPC 재료(C)의 낙하 이송 속도를 가속시킬 수 있고, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에서 UHPC 재료(C)의 낙하 충격에 의한 UHPC 재료(C)의 낙하 진동을 저감시킬 수 있다.
- [0055] 한편, 본 실시예에서는 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에 두 개의 이송 스크류(114, 116)가 배치되는 것으로 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 설계 조건 및 상황에 따라 3개 이상의 이송 스크류(114, 116)가 배치될 수도 있다.
- [0056] 예를 들면, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에는 제1 이송 스크류(114) 및 제 2 이송 스크류(116)가 배치될 수 있다.
- [0057] 여기서, 제1 이송 스크류(114)는, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에 상하 방향으로 길게 배치된 축 형상으로 회전 가능하게 배치되는 제1 스크류 회전축(114a), 및 제1 스크류 회전축(114a)의 외주부에 둘레를 따라 나선형의 날개 형상으로 마련된 제1 스크류 날개(114b)를 포함할 수 있다.
- [0058] 그리고, 제2 이송 스크류(116)는, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에 상하 방향으로 길게 배치된 축 형상으로 회전 가능하게 배치되는 제2 스크류 회전축(116a), 및 제2 스크류 회전축(116a)의 외주부에 둘레를 따라 나선형의 날개 형상으로 마련된 제2 스크류 날개(116b)를 포함할 수 있다.
- [0059] 제1 스크류 회전축(114a)과 제2 스크류 회전축(116a)은, 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에서 서로 평행하게 배치될 수 있고, 노즐 하우징(112)의 둘레 방향에 대응되는 회전 방향으로 함께 회전될 수 있다. 상기와 같은 제1 스크류 회전축(114a)과 제2 스크류 회전축(116a)의 상단부는 스크류 구동부(118)에 연결될 수 있다.
- [0060] 제1 스크류 날개(114b)와 제2 스크류 날개(116b)는 제1 스크류 회전축(114a)과 제2 스크류 회전축(116a)의 외주부에 동일 방향의 나선 구조로 형성될 수 있다. 상기와 같은 제1 스크류 날개(114b)와 제2 스크류 날개(116b)는 상하 방향으로 서로 엇갈리게 배치됨과 아울러 서로 겹침되는 형상으로 배치될 수 있다. 따라서, 동일 방향으로 함께 회전되는 제1 스크류 날개(114b)와 제2 스크류 날개(116b)에 의해서 UHPC 재료(C)의 낙하 이송 속도가 더욱 증가될 수 있고, UHPC 재료(C)가 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에서 제1 스크류 날개(114b)와 제2 스크류 날개(116b)를 따라 유동되기 때문에 UHPC 재료(C)의 중력에 따른 낙하 진동도 방지될 수 있다.
- [0061] 스크류 구동부(118)는 제1 이송 스크류(114)와 제2 이송 스크류(116)에 회전을 위한 구동력을 제공하는 장치이다. 스크류 구동부(118)는 제1 스크류 회전축(114a)과 제2 스크류 회전축(116a)의 상단부와 연결될 수 있다. 상기와 같은 스크류 구동부(118)는 노즐 하우징(112)의 상부에 내장될 수 있다.
- [0062] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 토출 노즐(120)은 노즐 장치 본체(110)의 제1 내부 공간(S1)에 수용된 UHPC 재료(C)를 전달 받아서 타겟의 원하는 위치에 UHPC 재료(C)를 토출하는 구성이다. 토출 노즐(120)의 하부에는 UHPC 재료(C)를 토출하기 위한 노즐 토출구(122)가 형성될 수 있다. 상기와 같은 토출 노즐

(120)은 노즐 토출구(122)를 향해 수렴하는 형상으로 마련될 수 있다.

- [0063] 여기서, 토출 노즐(120)의 내부에는 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1) 및 노즐 토출구(122)에 연통되는 제2 내부 공간(S2)이 형성될 수 있다. 토출 노즐(120)의 제2 내부 공간(S2)에서는, 노즐 하우징(112)에서 유입된 UHPC 재료(C)가 일시적으로 수용될 수 있고, 일시 수용된 UHPC 재료(C)는 토출 노즐(120)의 내부부를 따라 노즐 토출구(122)로 유동될 수 있다.
- [0064] 그리고, 토출 노즐(120)은 열전달이 우수한 열전도성 소재로 형성될 수 있다. 따라서, 노즐 히터(130)에서 발생된 열은, 토출 노즐(120)을 매개로 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)에 수용된 UHPC 재료(C)에 전달될 수 있고, 그로 인해서 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)을 통과하는 UHPC 재료(C)의 경화가 촉진될 수 있다.
- [0065] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 노즐 히터(130)는 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)을 통과하는 UHPC 재료(C)에 열을 제공하는 구성이다. 노즐 히터(130)는 토출 노즐(120)의 외주부에 배치될 수 있다. 그에 따라서, 노즐 히터(130)에서 제공되는 열에 의해서 노즐 토출구(122)에서 토출되는 UHPC 재료(C)의 경화가 촉진될 수 있고, UHPC 재료(C)의 적층에 따른 적층 레이어(L)의 강도가 빠르게 발현될 수 있으며, UHPC 재료(C)의 고유동성이 완화되어 적층 레이어(L)의 퍼짐 현상도 미연에 방지될 수 있다.
- [0066] 여기서, 노즐 히터(130)는 토출 노즐(120)을 매개로 UHPC 재료(C)에 열을 전달하도록 토출 노즐(120)의 외주부에 마련될 수 있다. 즉, 본 실시예에서는, 노즐 히터(130)가 UHPC 재료(C)에 열을 직접 제공하는 구조가 아니며, 토출 노즐(120)에 열을 제공하여 토출 노즐(120)를 통해서 UHPC 재료(C)에 열을 간접적으로 제공하는 구조로 마련될 수 있다.
- [0067] 상기와 같은 노즐 히터(130)로는 통상의 전열 히터가 사용될 수 있다. 일례로, 노즐 히터(130)는 토출 노즐(120)의 외주부를 둘러싸는 형상으로 배치된 시즈 히터(sheath heater)가 사용될 수 있다.
- [0068] 그리고, 노즐 히터(130)는, 토출 노즐(120)의 외주부에 둘레를 따라 감싸는 형상으로 배치될 수 있다. 즉, 본 실시예에서는, 노즐 히터(130)가 토출 노즐(120)의 외주부의 일부에만 편심되게 배치된 것이 아니라, 토출 노즐(120)의 외주부 전체를 둘러싸는 형상으로 배치될 수 있다. 그로 인해서, 노즐 히터(130)는 토출 노즐(120)의 외주부에 열을 균일하게 제공할 수 있고, 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)에 배치된 UHPC 재료(C)도 토출 노즐(120)의 둘레 방향으로 균등하게 경화될 수 있다.
- [0069] 한편, 노즐 히터(130)는, 토출 노즐(120)에서 토출되는 UHPC 재료(C)의 경화 정도, 토출 속도 및 토출 시간에 따라 UHPC 재료(C)에 제공되는 열의 공급량을 조절할 수 있다. 즉, 노즐 히터(130)의 작동을 조절하면, 토출 노즐(120)에서 토출되는 UHPC 재료(C)의 경화 상태를 적절하게 제어할 수 있다. 상기와 같은 UHPC 재료(C)의 경화 정도 및 UHPC 재료(C)의 토출 속도 및 토출 시간은, 별도의 측정 공구 또는 측정 센서를 활용하여 측정하거나, 3D 프린팅 노즐 장치(100)와 UHPC 재료(C)의 설계 데이터를 활용하여 산출하거나, 또는 측정자의 경험을 바탕으로 대략적으로 추론할 수 있다.
- [0070] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 절연 커넥터(140)는 토출 노즐(120)에서 노즐 장치 본체(110)로 노즐 히터(130)에서 제공되는 열의 전달을 차단하는 구성이다. 이를 위하여, 절연 커넥터(140)는 토출 노즐(120)에서 노즐 장치 본체(110)로 전달되는 열을 차단하기 위한 절연 소재로 마련될 수 있다. 상기와 같은 절연 커넥터(140)의 수직 길이는 토출 노즐(120)과 노즐 장치 본체(110) 사이의 열전달 상황에 따라 적절하게 설정될 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는, 절연 커넥터(140)에 의해서 노즐 장치 본체(110)의 제1 내부 공간(S1)에 배치된 UHPC 재료(C)가 노즐 히터(130)의 열에 의해 경화되는 현상이 미연에 방지될 수 있다.
- [0071] 여기서, 절연 커넥터(140)는 토출 노즐(120)과 노즐 장치 본체(110)의 사이에 소켓 형상으로 배치될 수 있다. 상기와 같은 절연 커넥터(140)는 토출 노즐(120)의 상부 및 노즐 장치 본체(110)의 하부에 장착될 수 있는 형상으로 연통되게 연결될 수 있다. 일례로, 절연 커넥터(140)의 상부는 노즐 장치 본체(110)의 노즐 하우징(112)의 하부에 나사 결합 방식으로 연결될 수 있고, 절연 커넥터(140)의 하부는 토출 노즐(120)의 상부에 나사 결합 방식으로 연결될 수 있다.
- [0072] 그리고, 절연 커넥터(140)는 토출 노즐(120)의 상부 및 노즐 장치 본체(110)의 하부에 연통되게 연결되는 링 형상으로 형성될 수 있다. 이때, 절연 커넥터(140)의 내부에는 UHPC 재료(C)가 통과되기 위한 제2 내부 공간(S2)이 형성될 수 있다. 상기와 같은 절연 커넥터(140)의 제2 내부 공간(S2)은, 노즐 장치 본체(110)의 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1) 및 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)에 연통되게 연결될 수 있다.
- [0073] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 노즐 하우징(112)의 하부의 외주부에는 하우징 수나사부(112a)가 형성될 수

있고, 절연 커넥터(140)의 상부의 내주부에는 하우징 수나사부(112a)와 나사 체결되기 위한 하우징 암나사부(144)가 형성될 수 있다. 또한, 토출 노즐(120)의 상부의 외주부에는 노즐 수나사부(120a)가 형성될 수 있고, 절연 커넥터(140)의 하부의 내주부에는 노즐 수나사부(120a)와 나사 체결되기 위한 노즐 암나사부(146)가 형성될 수 있다.

- [0074] 상기와 같은 절연 커넥터(140)의 내주부에는 노즐 하우징(112)의 하부 및 토출 노즐(120)의 상부가 걸림되는 위치설정부(142)가 형성될 수 있다. 위치설정부(142)는 노즐 하우징(112)과 절연 커넥터(140)의 체결 위치 및 토출 노즐(120)과 절연 커넥터(140)의 체결 위치를 설정하는 스톱퍼 역할을 수행할 수 있다. 위치설정부(142)는 절연 커넥터(140)의 내주부에 둘레를 따라 소정의 높이로 돌출될 수 있다.
- [0075] 상기와 같이 구성된 본 발명의 일실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 작동 및 작용효과를 살펴보면 다음과 같다.
- [0076] 도 4에는 3D 프린팅 노즐 장치(100)의 제어 구성이 개략적으로 도시되어 있다. 즉, 제어부(154)는 스크류 구동부(118)와 노즐 히터(130)의 작동을 제어할 수 있고, 전기 공급부(150)는 제어부(154)와 스크류 구동부(118) 및 노즐 히터(130)에 전기를 공급할 수 있다. 또한, 온도 센서(132)는 노즐 히터(130)에서 발생하는 열을 측정하여 제어부(154)에 전달할 수 있다. 또한, 정보 입력부(152)는 UHPC 재료(C)의 경화 정도, 토출 속도 및 토출 시간에 대한 측정값을 입력하여 제어부(154)에 전달할 수 있다.
- [0077] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 3D 프린팅 시스템의 작동시 전기 공급부(150)는 제어부(154)와 스크류 구동부(118) 및 노즐 히터(130)에 전기를 공급한다. 이때, 스크류 구동부(118)는 제1 이송 스크류(114)와 제2 이송 스크류(116)를 동일 방향으로 회전시키고, 노즐 히터(130)는 토출 노즐(120)에 설정량의 열을 제공한다.
- [0078] 제어부(154)는 온도 센서(132)를 통하여 노즐 히터(130)에서 토출 노즐(120)로 제공되는 열의 공급량을 실시간으로 측정한다.
- [0079] 상기와 같은 상태에서, 수송 파이프(10)의 타단부를 통해서 노즐 장치 본체(110)의 노즐 하우징(112) 중에서 제1 내부 공간(S1)의 상부에 UHPC 재료(C)를 공급한다.
- [0080] 제1 내부 공간(S1)의 상부에 유입된 UHPC 재료(C)는, UHPC 재료(C)의 자체 중량, 수송 파이프(10)의 압송 압력, 또는 제1,2 이송 스크류(114, 116)의 이송력 등에 의해 제1 내부 공간(S1)의 하부로 유동한다.
- [0081] 따라서, UHPC 재료(C)는 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)에서 토출 노즐(120)을 향해 하측으로 이송되되, 제1 이송 스크류(114)와 제2 이송 스크류(116)에 의해서 UHPC 재료(C)의 낙하 이송 속도가 안정적으로 증가된다. 뿐만 아니라, UHPC 재료(C)는 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)의 상부에서 하측을 향해 자유 낙하되는 구조가 아니고, 제1 이송 스크류(114)의 제1 스크류 날개(114b)와 제2 이송 스크류(116)의 제2 스크류 날개(116b)를 따라 이송되는 구조이므로, UHPC 재료(C)의 낙하 충격에 의한 UHPC 재료(C)의 낙하 진동도 감소된다.
- [0082] 상기와 같이 노즐 하우징(112)의 제1 내부 공간(S1)을 따라 하측으로 유동된 UHPC 재료(C)는, 절연 커넥터(140)의 제2 내부 공간(S2)를 거쳐 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)으로 유동한다.
- [0083] 이때, 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간에 유입된 UHPC 재료(C)는, 토출 노즐(120)을 매개로 노즐 히터(130)에서 제공된 열을 전달 받는다. 이때, UHPC 재료(C)는 노즐 히터(130)의 열에 의해 경화되어 UHPC 재료(C)의 고유동성이 적절하게 완화될 수 있다.
- [0084] 상기와 같이 적절하게 경화된 UHPC 재료(C)는, 토출 노즐(120)의 제3 내부 공간(S3)에서 노즐 토출구(122)를 향해 하측으로 유동되고, 노즐 토출구(122)를 통해 외부로 토출되어 구조물의 형상 데이터에 대응하는 적층 레이어(L)로 형성된다.
- [0085] 따라서, UHPC 재료(C)의 고유동성이 적절하게 완화된 상태이므로 적층 레이어(L)의 퍼짐 현상을 방지할 수 있고, UHPC 재료(C)의 경화로 인해서 적층 레이어(L)의 강도 발현을 향상시킬 수 있다.
- [0086] 한편, 제어부(154)는 토출 노즐(120)에서 토출된 UHPC 재료(C)의 경화 정도, 토출 속도 및 토출 시간을 정보 입력부(152)를 통해 입력 받아서 노즐 히터(130)의 열 공급량을 적절하게 제어한다.
- [0087] 즉, UHPC 재료(C)의 경화가 설정 수준에 도달하지 못한 것으로 판단되면, 제어부(154)는 노즐 히터(130)의 열 공급량을 증가시킨다. 그에 반하여, UHPC 재료(C)의 경화가 설정 수준 이상으로 진행된 것으로 판단되면, 제어부(154)는 노즐 히터(130)의 열 공급량을 감소시킨다. 물론, UHPC 재료(C)의 토출 속도 및 토출 시간을 적절하

게 조절함으로써, 노즐 히터(130)의 열이 UHPC 재료(C)에 전달되는 시간을 적절하게 조정하는 것도 가능하다.

- [0088] 기술한 바와 같이, 본 실시예에 따른 3D 프린팅 노즐 장치(100)는, UHPC 재료(C)를 적절하게 경화시킨 상태로 토출하여 구조물의 형상 데이터에 의해 도출된 경로를 따라 적층 레이어(L)를 반복적으로 적층할 수 있고, 이를 반복적으로 수행함으로써 일반 콘크리트 재료보다 고강도의 UHPC 재료(C)를 사용하여 건축물과 같은 대형 규모의 구조물을 3D 프린팅 방식으로 시공할 수 있다.
- [0090] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(200)가 개략적으로 도시된 도면이고, 도 6은 도 1에 도시된 A-A 선에 따른 단면을 나타낸 도면이며, 도 7은 도 1에 도시된 열전달 부재(222)의 다른 예를 나타낸 도면이다.
- [0091] 도 5 내지 도 7에서 도 1 내지 도 4에 도시된 참조부호와 동일 유사한 참조부호는 동일한 부재를 나타내며, 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다. 이하에서는 도 1 내지 도 4에 도시된 3D 프린팅 노즐 장치(100)와 상이한 점을 중심으로 서술하도록 한다.
- [0092] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 UHPC 재료(C)를 사용하는 3D 프린팅 노즐 장치(200)가, 도 1 내지 도 4에 도시된 3D 프린팅 노즐 장치(100)과 상이한 점은, 토출 노즐(220)의 내주부에 노즐 히터(130)의 열을 전달하는 열전달 부재(222)가 마련된다는 점에 있다.
- [0093] 즉, 본 실시예에 따른 열전달 부재(222)는, 노즐 히터(130)의 열을 토출 노즐(220)의 제3 내부 공간(S3)으로 전달하기 위한 구성이다. 따라서, 열전달 부재(222)는 열전도성이 우수한 소재로 형성될 수 있다. 상기와 같은 열전달 부재(222)는 토출 노즐(220)의 내주부에 돌출된 형상으로 배치될 수 있다.
- [0094] 예를 들면, 열전달 부재(222)는, 막대, 봉, 날개, 또는 가이드 베인(guide vane) 중 어느 하나의 형상으로 형성될 수 있고, 토출 노즐(220)의 내주부에서 제3 내부 공간(S3)의 중심부를 향해 길게 돌출될 수 있다. 한편, 본 실시예에서는 열전달 부재(222)가 토출 노즐(220)의 내주부에서 수평 방향으로 돌출된 형상으로 형성되지만, 3D 프린팅 노즐 장치(200)의 설계 조건 및 상황에 따라 토출 노즐(220)의 내주부에서 경사 방향으로 돌출된 형상으로 형성될 수 있다. 특히, 열전달 부재(222)가 토출 노즐(220)의 내주부에서 하향 경사지는 형상으로 돌출되면, UHPC 재료(C)와의 간섭 저항을 더욱 감소시킬 수 있고, UHPC 재료(C)를 제3 내부 공간(S3)의 중심부로 안내하는 역할도 수행할 수 있다.
- [0095] 도 5와 도 6에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서는 열전달 부재(222)가 원형 단면의 봉 형상으로 형성될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니며 UHPC 재료(C)의 유동을 방해하지 않으면서 열을 전달할 수 있는 형상이라면 모두 적용할 수 있다.
- [0096] 여기서, 열전달 부재(222)의 일단부는, 제3 내부 공간(S3)의 중심부에 외팔 지지보 형상으로 배치될 수 있지만, 이에 한정되지 않고 토출 노즐(220)의 내주부에 근접되거나 접촉되는 구조로 길게 형성될 수도 있다.
- [0097] 그리고, 열전달 부재(222)의 타단부는 토출 노즐(220)의 내주부 표면에 연결된 구조로 형성될 수 있다. 상기와 다르게, 열전달 부재(222)는 토출 노즐(220)에 관통되게 배치되어 노즐 히터(130)에 직접 연결되는 구조로 형성될 수도 있다. 상기와 같이 열전달 부재(222)의 타단부가 노즐 히터(130)에 직접 연결되면, 노즐 히터(130)의 열이 열전달 부재(222)에 더 원활하게 전달될 수 있지만, 그 대신에 노즐 히터(130)에서 열전달 부재(222)의 타단부가 관통되는 부위에 대한 밀봉 성능이 충분히 확보되어야만 한다.
- [0098] 한편, 본 실시예에 따른 열전달 부재(222)는, 토출 노즐(220)의 내주부에 상하 방향 또는 둘레 방향 중 적어도 어느 한 방향으로 복수개가 이격되게 배치될 수 있다.
- [0099] 도 5와 도 6에는 토출 노즐(220)의 내주부에 상하 방향으로 이격되게 마련된 방사 형상의 열전달 부재(222)들이 도시되어 있고, 도 7에는 토출 노즐(320)의 내주부에 상하 방향으로 서로 엇갈리게 마련된 복수개의 열전달 부재(322, 324, 326, 326)가 도시되어 있다.
- [0100] 도 5와 도 6에 도시된 바와 같이, 복수개의 열전달 부재(222)는 토출 노즐(220)의 내주부에 둘레 방향을 따라 방사 형상으로 배치될 수 있다. 상기와 같이 방사 형상으로 배치된 열전달 부재(222)들은, 토출 노즐(220)의 내주부에 상하 방향으로 이격된 복수의 위치에 각각 배치되거나, 토출 노즐(220)의 내주부의 특정 위치에만 배치될 수 있다.
- [0101] 이하, 본 실시예에서는 방사 형상의 열전달 부재(222)가 토출 노즐(220)의 내주부의 상부와 하부에 각각 배치되는 것으로 설명한다. 즉, 열전달 부재(222)는, 토출 노즐(220)의 내주부의 상부에 방사 형상으로 배치된 복수개

의 제1 열전달 부재(224), 및 토출 노즐(220)의 내주부의 하부에 방사 형상으로 배치된 복수개의 제2 열전달 부재(226)를 포함할 수 있다. 이때, 제1 열전달 부재(224)들과 제2 열전달 부재(226)들은, 토출 노즐(220)의 내주부의 둘레 방향으로 소정 각도로 서로 엇갈리게 배치될 수 있고, 토출 노즐(220)의 제3 내부 공간(S3)의 크기 변화에 따라 서로 다른 길이로 돌출되게 형성될 수 있다.

[0102] 도 7에 도시된 바와 같이, 복수개의 열전달 부재(322, 324, 326, 326)는 토출 노즐(320)의 내주부에 상하 방향을 따라 서로 엇갈리는 형상으로 배치될 수 있다. 즉, 제1 열전달 부재(322)는 토출 노즐(320)의 내주부의 가장 높은 위치에서 제1 지점에 편심되게 배치될 수 있고, 제2 열전달 부재(324)는 제1 열전달 부재(322)보다 낮은 위치에서 제1 지점과 다른 제2 지점에 편심되게 배치될 수 있으며, 제3 열전달 부재(326)는 제2 열전달 부재(324)보다 낮은 위치에서 제1 지점에 편심되게 배치될 수 있고, 제4 열전달 부재(328)는 제3 열전달 부재(326)보다 낮은 위치에 제2 지점에 편심되게 배치될 수 있다.

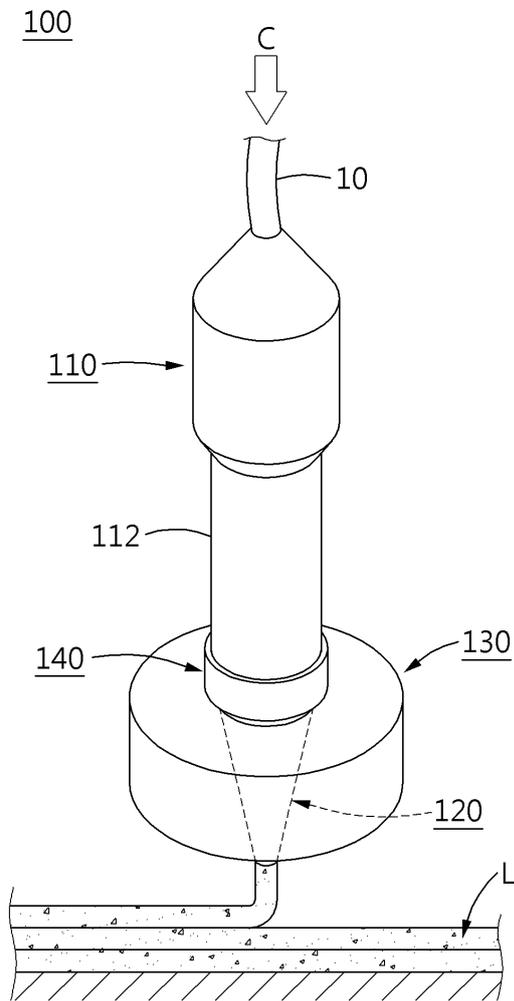
[0104] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

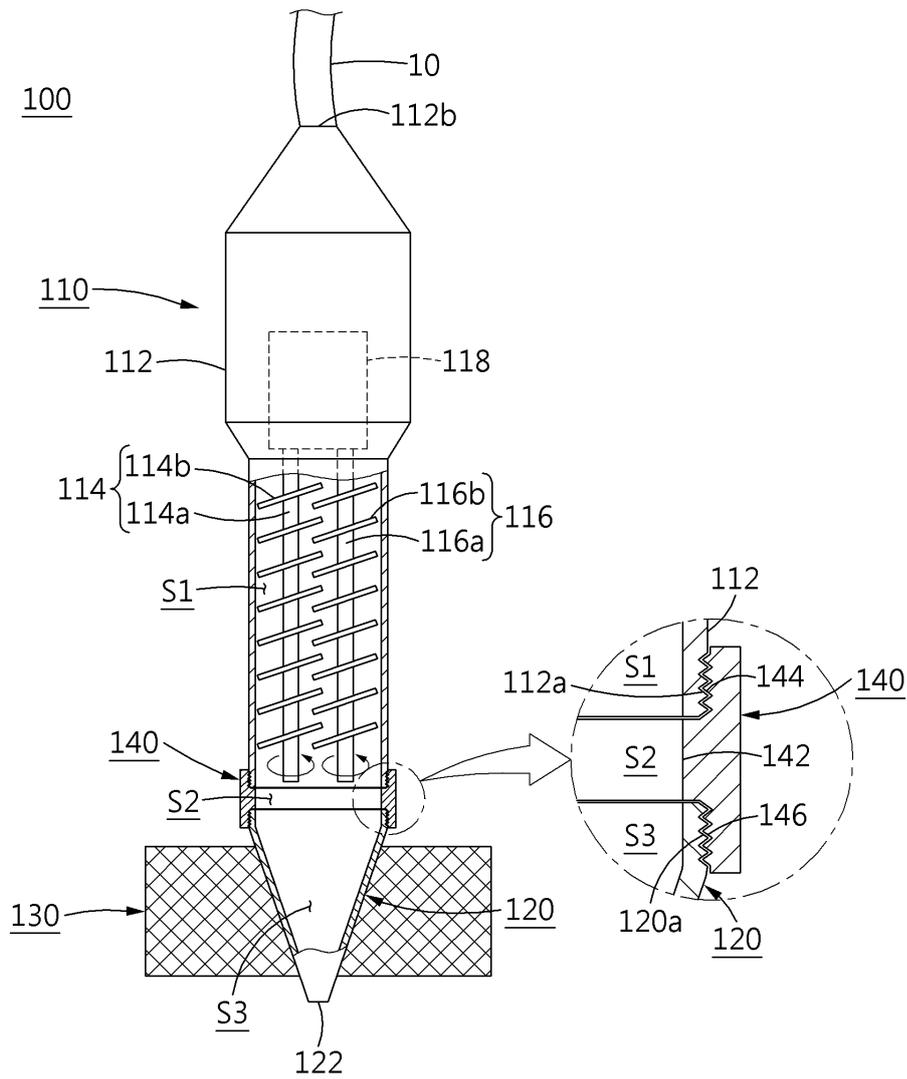
- [0105] 10: 수송 파이프
- 100, 200: 3D 프린팅 노즐 장치
- 110: 노즐 장치 본체
- 112: 노즐 하우징
- 114, 116: 이송 스크류
- 118: 스크류 구동부
- 120, 220, 320: 토출 노즐
- 130: 노즐 히터
- 140: 절연 커넥터
- C: UHPC 재료
- S1: 노즐 장치 본체의 제1 내부 공간
- S2: 절연 커넥터의 제2 내부 공간
- S3: 토출 노즐의 제3 내부 공간

도면

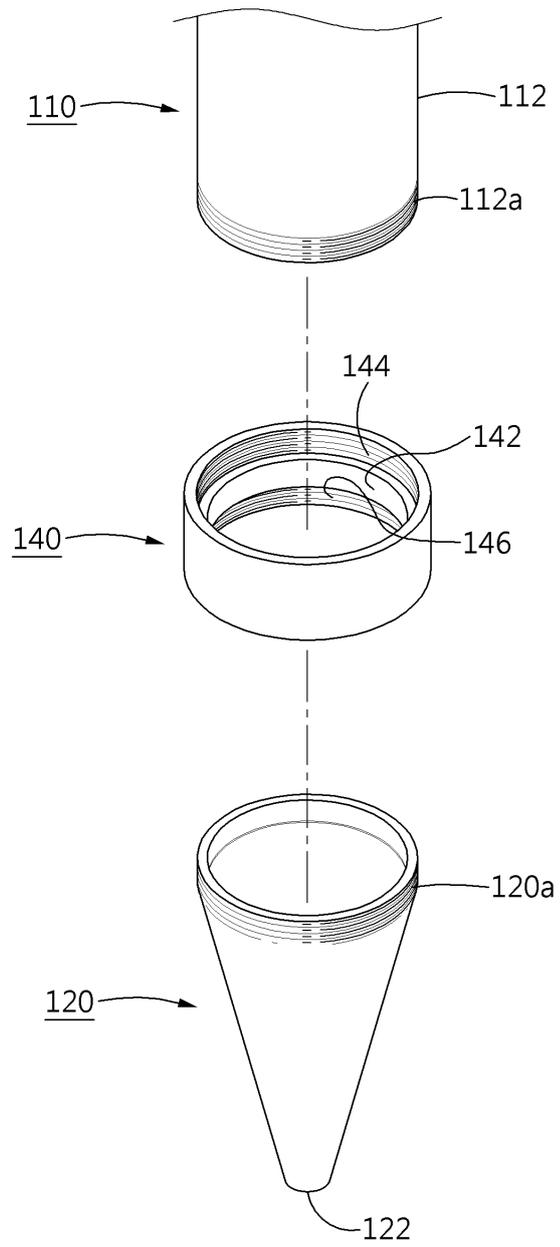
도면1



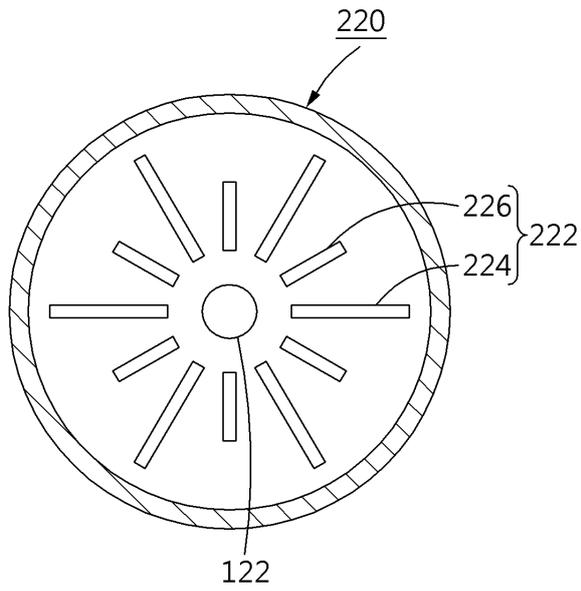
도면2



도면3



도면6



도면7

