(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0107457
(43) 공개일자 2025년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B28B 1/00 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01) *B33Y 40/00* (2020.01)
B33Y 50/02 (2015.01) *B33Y 70/00* (2020.01)
(52) CPC특허분류
B28B 1/001 (2013.01)
B33Y 10/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0002080
(22) 출원일자 2024년01월05일
심사청구일자 2024년01월05일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
맹승규
경기도 남양주시 다산중앙로 153, 1502동 2202호 (다산동, 다산자이 아이비플레이스)
김지수
서울특별시 강서구 공항대로75길 17, 106동 1704호 (염창동, 염창한화꿈에그린아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

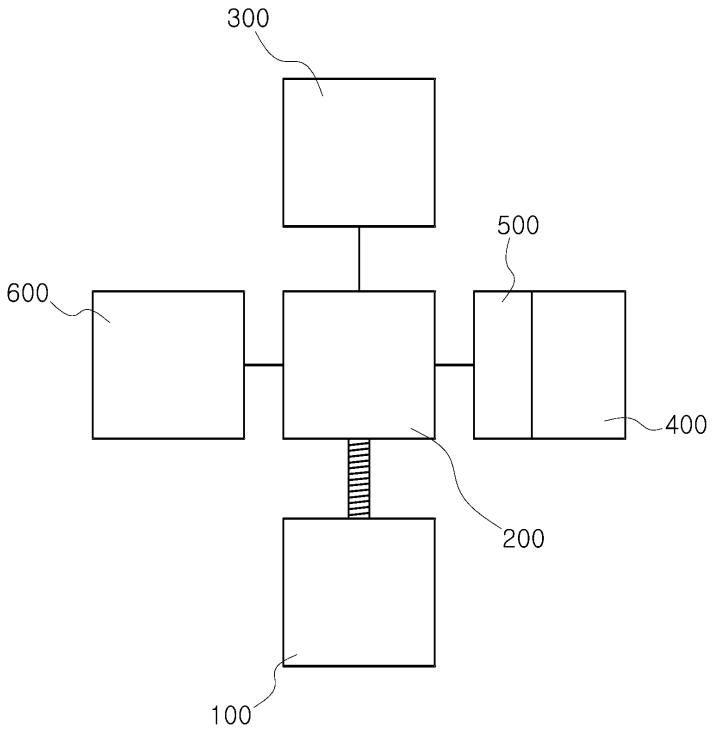
(54) 발명의 명칭 **3D 콘크리트 프린터 시스템 및 그 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법**

(57) 요 약

본 발명은 콘크리트를 수용하는 콘크리트 수용수단; 상기 콘크리트 수용수단과 콘크리트가 유동하는 배관으로 연결되고, 목표 지점에 콘크리트 필라멘트를 토출하는 콘크리트 토출수단; 상기 콘크리트 토출수단을 전후방향인 X축, 좌우방향인 Y축, 상하방향인 Z축 선상으로 이송하는 이송수단; 상기 콘크리트 토출수단의 일측에 구비되고,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하는 레벨 측정수단; 및 상기 콘크리트 토출수단, 레벨 측정수단과 전기적으로 연결되어, 상기 레벨 측정수단에 의해 측정된 목표 지점의 수평 레벨에 따라 상기 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량을 제어하는 토출제어수단;을 포함하여, 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하고, 측정된 목표 지점의 수평 레벨에 대응하여, 목표 지점에 콘크리트를 토출하는 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량이 제어되어, 토출된 콘크리트 필라멘트가 목표 수평 레벨에 도달하도록, 콘크리트 필라멘트의 수평 레벨을 자동 조절(오토 레벨링)하는 3D 콘크리트 프린터 시스템 및 그 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류
B33Y 30/00 (2013.01)
B33Y 40/00 (2023.05)
B33Y 50/02 (2013.01)
B33Y 70/00 (2023.05)

(72) 발명자
정현우
서울특별시 동대문구 서울시립대로 131, 502호 (전농동)
오승대
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 공학관 211호 (서천동)

정상엽
경기도 남양주시 진접읍 부평로48번길 140, 103동 3102호 (더샵 남양주퍼스트시티)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711181093
과제번호	2021R1A4A3030924
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원
연구과제명	다기능 바이오잉크를 활용한 3D 박테리아 프린팅 플랫폼
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

콘크리트를 수용하는 콘크리트 수용수단;

상기 콘크리트 수용수단과 콘크리트가 유동하는 배관으로 연결되고, 목표 지점에 콘크리트 필라멘트를 토출하는 콘크리트 토출수단;

상기 콘크리트 토출수단을 전후방향인 X축, 좌우방향인 Y축, 상하방향인 Z축 선상으로 이송하는 이송수단;

상기 콘크리트 토출수단의 일측에 구비되고, 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하는 레벨 측정수단; 및

상기 콘크리트 토출수단, 레벨 측정수단과 전기적으로 연결되어, 상기 레벨 측정수단에 의해 측정된 목표 지점의 수평 레벨(단차)에 따라 상기 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량을 제어하는 토출제어수단;을 포함하는 3D 콘크리트 프린터 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 토출제어수단은

상기 콘크리트 토출수단에 의해 토출될 콘크리트 필라멘트의 높이가 목표 수평 레벨을 이루도록, 상기 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량을 제어하는 것을 특징으로 하는 3D 콘크리트 프린터 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 레벨 측정수단은

상기 콘크리트 토출수단에 의해 토출된 콘크리트 필라멘트의 폭, 높이와, 콘크리트 필라멘트들의 적층에 따른 최대 퍼짐 정도를 측정하는 것을 특징으로 하는 3D 콘크리트 프린터 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 콘크리트 토출수단의 타측에 구비되어,

상기 콘크리트 토출수단에서 토출된 콘크리트 필라멘트 표면에 수분 공급하는 분무수단을 더 포함하는 3D 콘크리트 프린터 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 분무수단에 의해 콘크리트 필라멘트 표면에 분무되는 수분에는

상기 콘크리트 필라멘트에 포함된 공극을 메우는 박테리아를 더 포함하는 3D 콘크리트 프린터 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 레벨 측정수단은

토출된 콘크리트 필라멘트와의 수직방향 수평방향 거리 측정으로 콘크리트 필라멘트의 폭, 높이, 콘크리트 필라멘트들의 적층에 따른 최대 퍼짐 정도를 측정하는 3D 콘크리트 프린터 시스템.

청구항 7

3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법에 있어서,

a)콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지(목표 지점)에 대한 수평 레벨 데이터를 수집하는 단계;

b)토출될 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집하는 단계;

c)토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보와, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 기반으로, 수평레벨 보정값을 산정하는 단계;

d)산정된 목표 수평 레벨을 기반으로, 해당 부지의 수평 레벨을 보정하는 단계;

e)산정된 토출량으로 콘크리트 필라먼트를 출력하여 목표 높이를 이루도록 적층 출력하는 단계;를 포함하는 3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 a)단계인 콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보를 수집하는 단계에서는,

해당 부지에 대한 콘크리트 출력수단의 이동할 출력루트가 산정되고, 산정된 출력루트를 따라 이동하는 레벨 측정수단에 의해 해당 부지에 대한 수평 레벨 데이터가 수집되는 것을 특징으로 하는 3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

b)단계인

상기 b)단계인 토출될 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집하는 단계에서는,

콘크리트 출력수단이 이송수단에 의해 해당 좌표로 X축, Y축, Z축으로 이송되면서, 해당 기준 높이를 이루는 원형 또는 직선형의 샘플 콘크리트 필라멘트를 프린팅하고, 프린팅된 샘플 콘크리트 필라멘트와 레벨 측정수단 간의 거리 측정으로 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도 데이터가 수집되는 것을 특징으로 하는 3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 c)단계인 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보와, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 기반으로, 수평레벨 보정값을 산정하는 단계에서는,

해당 측정 지점에서 측정 기준 수평 레벨까지의 거리로 해당 부지에 대한 수평 레벨이고, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도로 반영하여, 해당 측정 지점에서 목표 수평 레벨까지의 거리로 수평레벨 보정값을 산정하는 것을 특징으로 하는 3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 3D 콘크리트 프린터 시스템 및 그 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 콘크리트 필라멘트를 연속반복 토출하면서, 토출되는 콘크리트 필라멘트를 레이어 단위로 적층하여 콘크리트 구조물을 토출하는 3D 콘크리트 프린터 시스템 및 그 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 구조물의 변위를 측정하는 장치는 제작된 물체의 형상변화 또는 변위의 변화를 측정하기 위해 접촉식 또는 비접촉식의 형태로 1개 또는 다수의 지점을 선정하여 측정을 수행한다.

[0004] 일반적으로 건전한 구조물의 변위 발생량은 시각적으로 평가하기 어려울 정도로 작게 발생하여, 변위계의 진동 또는 운동은 부정확한 측정결과를 나타내므로 변위계의 위치 고정은 매우 중요한 인자 중 하나이다.

[0005] 따라서 변위 측정은 동일 지점의 지속적인 형상변화를 측정하기 위함으로 변위계를 고정하여 사용하는 것이 일반적인 형태이다.

[0006] 반면, 제품의 생산용 형상 측정장치는 제품의 오차 발생을 검측하기 위해 접촉식 센서를 통한 형상 측정 및 레이저 변위계를 통한 비접촉식 형상 측정방법을 사용한다.

[0007] 레이저 변위계(예:라인빔레이져 측정장치)를 통한 비접촉식 형상측정방식의 경우, 정형화된 공정내에서 계측장치를 고정시켜 제품의 이동과정(예: 컨베이어 벨트 등) 중에 제품의 형상을 측정하여 오차율을 측정하는 방식을 적용한다.

[0008] 그러나 형상의 측정을 위해서는 제작된 장비내로 측정하고자 하는 대상물을 통과시켜야 되는 단점이 있으며, 고정밀 측정방식을 기반으로 하여 실외 현장에 적용하기에는 어려운 단점을 갖고 있다.

[0009] 콘크리트 3D 프린팅을 이용하여 축조되는 콘크리트 구조물의 경우 고정된 위치에서 지속적으로 콘크리트를 적층해가는 방식으로 건설된다.

[0010] 이때 적층이 진행됨에 따라 후속층 적층 시 후속층 하중에 의해 이전층의 처짐이 발생하게 된다.

[0011] 이 처짐량은 후속층이 적층되면서 그 누적량이 증가됨에 따라 프린팅 장비 제어에 큰 영향을 미치게 된다.

[0012] 이에 콘크리트의 적층높이와 시간에 따른 처짐량을 실시간으로 측정하여 장비제어를 보정하기 위해 비접촉식 측정이 필요하다.

[0013] 종래기술로는 공개특허 제10-2022-0096464호(2022.07.07)를 참조할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하고, 측정된 목표 지점의 수평 레벨에 대응하여, 목표 지점에 콘크리트를 토출하는 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량이 제어되어, 토출된 콘크리트 필라멘트가 목표 수평 레벨에 도달하도록, 콘크리트 필라멘트의 수평 레벨을 자동 조절(오토 레벨링)하는 3D 콘

크리트 프린터 시스템 및 그 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템은 콘크리트를 수용하는 콘크리트 수용수단; 상기 콘크리트 수용수단과 콘크리트가 유동하는 배관으로 연결되고, 목표 지점에 콘크리트 필라멘트를 토출하는 콘크리트 토출수단; 상기 콘크리트 토출수단을 전후방향인 X축, 좌우방향인 Y축, 상하방향인 Z축 선상으로 이송하는 이송수단; 상기 콘크리트 토출수단의 일측에 구비되고, 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하는 레벨 측정수단; 및 상기 콘크리트 토출수단, 레벨 측정수단과 전기적으로 연결되어, 상기 레벨 측정수단에 의해 측정된 목표 지점의 수평 레벨(단차)에 따라 상기 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량을 제어하는 토출제어수단;을 포함한다.

[0018] 이때 본 발명에 따른 상기 토출제어수단은 상기 콘크리트 토출수단에 의해 토출될 콘크리트 필라멘트의 높이가 목표 수평 레벨을 이루도록, 상기 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량을 제어한다.

[0019] 그리고 본 발명에 따른 상기 레벨 측정수단은 상기 콘크리트 토출수단에 의해 토출된 콘크리트 필라멘트의 폭, 높이와, 콘크리트 필라멘트들의 적층에 따른 최대 퍼짐 정도를 측정할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 상기 콘크리트 토출수단의 타측에 구비되어, 상기 콘크리트 토출수단에서 토출된 콘크리트 필라멘트 표면에 수분 공급하는 분무수단을 더 포함한다.

[0021] 이때 상기 분무수단에 의해 콘크리트 필라멘트 표면에 분무되는 수분에는 상기 콘크리트 필라멘트에 포함된 공극을 메우는 박테리아를 더 포함한다.

[0022] 본 발명에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법은 a)콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지(목표 지점)에 대한 수평 레벨 데이터를 수집하는 단계; b)토출될 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집하는 단계; c)토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보와, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 기반으로, 수평레벨 보정값을 산정하는 단계; d)산정된 목표 수평 레벨을 기반으로, 해당 부지의 수평 레벨을 보정하는 단계; 및 e)산정된 토출량으로 콘크리트 필라먼트를 출력하여 목표 높이를 이루도록 적층 출력하는 단계;를 포함한다.

[0023] 이때 본 발명에 따른 상기 a)단계인 콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보를 수집하는 단계에서는, 해당 부지에 대한 콘크리트 출력수단의 이동할 출력루트가 산정되고, 산정된 출력루트를 따라 이동하는 레벨 측정수단에 의해 해당 부지에 대한 수평 레벨 데이터가 수집되는 것이 바람직하다.

[0024] 그리고 본 발명에 따른 상기 b)단계인 토출될 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집하는 단계에서는, 콘크리트 출력수단이 이송수단에 의해 해당 좌표로 X축, Y축, Z축으로 이송되면서, 해당 기준 높이를 이루는 원형 또는 직선형의 샘플 콘크리트 필라멘트를 프린팅하고, 프린팅된 샘플 콘크리트 필라멘트와 레벨 측정수단 간의 거리 측정으로 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도 데이터가 수집되는 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 본 발명에 따른 상기 c)단계인 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보와, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 기반으로, 수평레벨 보정값을 산정하는 단계에서는, 해당 측정 지점에서 측정 기준 수평 레벨까지의 거리로 해당 부지에 대한 수평 레벨이고, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도로 반영하여, 해당 측정 지점에서 목표 수평 레벨까지의 거리로 수평레벨 보정값을 산정한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템 및 그 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법은 다음과 같은 효과를 가진다.

[0028] 레벨 측정수단에 의해 획득된 거리 정보로부터 콘크리트의 토출량을 제어하여, 베드 레벨링을 조절함과 동시에,

콘크리트 재료 특성인 건조수축 현상을 수직/수평 방향으로 정량적으로 보다 쉽게 탐지할 수 있다.

[0029] 토출된 콘크리트에 수분을 공급하여 콘크리트 레이어/필라멘트 간 결합 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템을 보인 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템의 콘크리트 수용수단을 보인 예시도이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템의 콘크리트 토출수단과 이송수단을 보인 예시도이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 콘크리트 토출수단, 레벨 측정수단, 토출제어수단, 분무수단의 실시 예시를 보인 예시도이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템의 콘크리트 토출수단, 레벨 측정수단을 좌, 우로 분할하여 구성한 예시를 보인 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0033] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0034] 본 발명은 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하고, 측정된 목표 지점의 수평 레벨에 대응하여, 목표 지점에 콘크리트를 토출하는 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량이 제어되어, 토출된 콘크리트 필라멘트가 목표 수평 레벨에 도달하도록, 콘크리트 필라멘트의 수평 레벨을 자동 조절(오토 레벨링)하는 3D 콘크리트 프린터 시스템에 관한 것으로, 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

[0035] 도 1 내지 도 5를 참조한 본 발명의 실시 예에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템은 콘크리트 수용수단(100), 콘크리트 토출수단(200), 이송수단(300), 레벨 측정수단(400), 토출제어수단(500)을 포함한다.

[0036] 먼저, 도 2를 참조한 상기 콘크리트 수용수단(100)은 상기 콘크리트 토출수단(200)을 통해 토출될 콘크리트를 내부에 수용하는 것으로, 수용탱크(110)와 교반수단(120)을 구비한다.

[0037] 이때 상기 수용탱크(110)는 상면에 개구를 형성하고, 내부에 해당 형태의 내부공간을 형성한 통 형상으로, 상면에 형성된 개구를 통해 외부(레미콘 등)에서 공급된 콘크리트를 인입하여 내부공간에 수용한다.

[0038] 그리고 상기 수용탱크(110)의 내부공간에는 상기 교반수단(120)이 배치되는데, 상기 교반수단(120)은 상기 수용탱크(110)의 내부공간에 수용된 콘크리트가 굳지 않도록 지속 교반한다.

[0039] 이때 상기 교반수단(120)은 중심을 축으로 회전하는 회전축과, 상기 회전축에 일측단이 연결된 복수 개의 교반날개가 구비되어, 상기 회전축의 회전에 상기 교반날개들이 회동하여, 상기 수용탱크(110)의 내부공간에 수용된 콘크리트가 콘크리트가 굳지 않도록 교반한다.

[0040] 또한, 상기 수용탱크(110)의 하측에 형성된 배출구 측에는 펌프(130)를 구비하는데, 상기 펌프(130)는 상기 수용탱크(110)에서 배출된 콘크리트를 상기 콘크리트 토출수단(200)로 압출한다.

[0041] 여기서 상기 콘크리트 토출수단(200)은 상기 콘크리트 수용수단(100)과 콘크리트가 유동하는 배관으로 연결되고, 선택적으로 콘크리트 필라멘트를 토출한다.

[0042] 이때 상기 콘크리트 토출수단(200)은 통상의 노즐과 같이 콘크리트가 토출되는 토출구에는 내부압력 또는 외부에서 인가되는 제어신호에 의해 개폐되는 도어를 구비한다

[0043] 또한, 상기 콘크리트 토출수단(200)의 노즐은 중심을 기준으로 좌측노즐과 우측노즐로 분할되어, 상기 노즐에 의해 토출되는 콘크리트의 좌, 우(콘크리트 필라먼트가 토출되는 방향을 기준)를 서로 다르게 토출량을 조절하여 토출할 수 있다.

[0044] 따라서 상기와 같이 노즐은 중심을 기준으로 좌, 우(콘크리트 필라먼트가 토출되는 방향을 기준)를 서로 다르게 토출량을 조절함에 따라 서로 적층되는 콘크리트 필라먼트가 어느 한 편(좌측 또는 우측편)으로 처지거나 편심되지 않아 수직 레벨을 조절할 수 있다.

[0045] 도 3을 참조한 상기 이송수단(300)은 상기 콘크리트 토출수단(200)을 선택적으로 X축, Y축, Z축 선상으로 이송한다.

[0046] 이때 상기 이송수단(300)은 상기 콘크리트 토출수단(200)을 전후방향인 X축 선상으로 이송하는 X축 이송수단(310)과, 상기 콘크리트 토출수단(200)을 좌우방향인 Y축 선상으로 이송하는 Y축 이송수단(320)과, 상기 콘크리트 토출수단(200)을 상하방향 Z축 선상으로 이송하는 Z축 이송수단(330)을 포함한다.

[0047] 여기서 X축 이송수단(310)과, Y축 이송수단(320)과, Z축 이송수단(330)은 직선상으로 상기 콘크리트 토출수단(200)을 이동시키는 리니어 레일 또는 이송스크류로 이루어지는 것이 바람직하며, 상기 X축 이송수단(310), Y축 이송수단(320), Z축 이송수단(330)은 서로 직교하게 연결되어 상기 콘크리트 토출수단(200)을 선택적으로 X축, Y축, Z축 선상으로 이송시킨다.

[0048] 일례로, 좌우방향인 X축 선상으로 이송블록을 선택적으로 이송시키는 X축 이송수단(310)의 이송블록에는 Y축 이송수단(320)이 연결되어, 상기 X축 이송수단(310)이 Y축 이송수단(320)을 선택적으로 좌우방향인 X축 선상으로 이송시키고, 전후방향인 Y축 선상으로 이송블록을 선택적으로 이송시키는 Y축 이송수단(320)의 이송블록에는 Z축 이송수단(330)이 연결되어, 상기 Y축 이송수단(320)이 Z축 이송수단(330)을 선택적으로 전후방향인 Y축 선상으로 이송시키며, 상하방향인 Z축 선상으로 이송블록을 선택적으로 이송시키는 Z축 이송수단(330)의 이송블록에는 상기 콘크리트 토출수단(200)이 연결되어, 상기 Z축 이송수단(330)이 상기 콘크리트 토출수단(200)을 선택적으로 상하방향인 Z축 선상으로 이송시킨다.

[0049] 결과적으로 상기 콘크리트 토출수단(200)은 이송수단(300)의 X축 이송수단(310)에 의해 좌우방향인 X축 선상으로 이송되고, Y축 이송수단(320)에 의해 전후방향인 Y축 선상으로 이송되며, Z축 이송수단(330)에 의해 상하방향인 Z축 선상으로 이송된다.

[0050] 도 3 및 도 4를 참조한 상기 레벨 측정수단(400)은 상기 콘크리트 토출수단(200)의 일측에 구비되고, 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정한다.

[0051] 이때 상기 레벨 측정수단(400)은 레이저 거리측정기 또는 레이저 거리 측정센서로, 상기 콘크리트 토출수단(200)의 일측에 구비되어, 상기 콘크리트 토출수단(200)보다 선행하여 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점을 따라 이동하면서, 목표 지점의 수평 레벨을 측정한다.

[0052] 여기서 상기 레벨 측정수단(400)은 수평 선상(측정 기준 수평 레벨)으로 이동하는 바람직하고, 측정 기준 지점과 목표 지점의 간의 거리를 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점을 따라 연속반복 측정하여 목표 지점의 수평 레벨 정보를 획득한다.

[0053] 또한, 상기 레벨 측정수단(400)에는 이동방향의 좌, 우 수평레벨을 측정하는 한 쌍의 레이저 거리측정기 또는 레이저 거리 측정센서를 구비하여, 이동방향을 기준으로 목표 지점의 좌, 우측 수평레벨을 각각 별도록 측정하여 반영할 수 있다.

[0054] 또한, 선행하여 토출된 콘크리트 필라멘트의 폭, 높이 데이터와 함께 콘크리트 필라멘트들의 적층에 따른 최대 퍼짐 정도 데이터를 수집할 수 있다.

[0055] 이때 상기 레벨 측정수단(400)의 레이저 거리측정기 또는 레이저 거리 측정센서를 2개 이상 복수 개로 구비하는 것이 바람직하고, 일부 레이저 거리측정기 또는 레이저 거리 측정센서는 콘크리트 필라멘트의 측면을 향하도록 배치될 수 있다.

[0056] 여기서 상기 레벨 측정수단(400)에 의해 측정된 목표 지점의 수평 레벨은 상기 토출제어수단(500)으로 송출된다.

[0057] 상기 토출제어수단(500)은 상기 콘크리트 토출수단(300), 레벨 측정수단(400)과 전기적으로 연결되어, 상기 레벨 측정수단(400)에 의해 측정된 목표 지점의 수평 레벨에 따라 상기 콘크리트 토출수단(300)의 콘크리트 토출

량을 제어한다.

[0058] 이때 상기 토출제어수단(500)은 상기 콘크리트 토출수단(300)에 의해 토출될 콘크리트 필라멘트의 높이가 목표 수평 레벨을 이루도록, 상기 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량을 제어하는 것이 바람직하다.

[0059] 상기 토출제어수단(500)은 토출될 콘크리트 필라멘트의 높이가 목표 수평 레벨을 이루도록, 상기 콘크리트 토출수단(300)의 노즐 개폐 개도 정도 또는 상기 노즐을 통해 토출되는 콘크리트 필라멘트의 토출 속도를 조절하여 콘크리트 토출량을 제어한다.

[0060] 일례로, 상기 레벨 측정수단(400)에 의해 측정 목표 지점과 측정 기준지점(측정 기준 수평 레벨) 간의 거리를 목표 수평 레벨에 상응하는 높이로, 콘크리트 필라멘트가 적층될 수 있도록, 상기 콘크리트 토출수단(300)에서 토출되는 콘크리트 필라멘트의 두께가 조절된다.

[0061] 또한, 상기 토출제어수단(500)은 상기 이송수단(300)과 전기적으로 연결되어, 상기 콘크리트 토출수단(300)의 이동속도 조절로 상기 콘크리트 토출수단(300)의 콘크리트 토출량을 제어할 수 있다.

[0062] 더불어 본 발명의 실시 예에 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템에는 토출된 콘크리트 필라멘트에 수분을 공급하기 위한 분무수단(600)을 더 구비하는데, 상기 분무수단(600)은 상기 콘크리트 토출수단(300)의 타측에 구비되어, 상기 콘크리트 토출수단(300)에 의해 토출된 콘크리트 필라멘트 표면에 수분을 공급한다.

[0063] 이때 콘크리트 필라멘트 표면에 공급된 수분은 토출된 콘크리트 필라멘트의 상측에 차후 적층될 콘크리트 필라멘트와의 적층 결합이 용이하도록 하고, 콘크리트 필라멘트에 포함된 공극이 제거되도록 한다.

[0064] 여기서 상기 분무수단(600)에 의해 콘크리트 필라멘트 표면에 분무되는 수분에는 상기 콘크리트 필라멘트에 포함된 공극을 메우는 박테리아를 포함한다.

[0065] 상기 박테리아는 고초균인 바실러스 서브틸리스(Bacillus subtilis)를 포함하는데, 고초균인 바실러스 서브틸리스(Bacillus subtilis)은 탄산이온(CO3 2-)과 칼슘이온(Ca2+)이 결합할 수 있는 핵형성 자리를 제공하여 콘크리트에 포함된 칼슘(칼사이트)이 생성되어 공극이 메워지게 된다.

[0066] 따라서 상기 박테리아에 의해 공극에 칼슘이 생성됨에 따라 콘크리트 레이어 또는 필라멘트 간 결합성능이 향상될 수 있다.

[0067] 상기 분무수단(600)은 상기 콘크리트 토출수단(300)과 독립적으로 구비되어, 상기 콘크리트 토출수단(300)의 이동과 무관하게 상기 분무수단(600)가 독자적으로 이송되어, 토출된 콘크리트 필라멘트 표면에 주기적으로 수분을 분사할 수도 있다.

[0068] 본 발명의 실시 예에 따른 본 발명의 실시 예 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템은 콘크리트 필라멘트가 토출될 목표 지점의 수평 레벨을 측정하고, 측정된 목표 지점의 수평 레벨에 대응하여, 목표 지점에 콘크리트를 토출하는 콘크리트 토출수단의 콘크리트 토출량이 제어되어, 토출된 콘크리트 필라멘트가 목표 수평 레벨에 도달하도록, 콘크리트 필라멘트의 수평 레벨을 자동 조절(오토 레벨링)한다.

[0069] 이때 상기 레벨 측정수단(400)은 상기 콘크리트 출력수단(200)의 일측에서 상하 수직방향 및 좌우 수평방향으로 거리를 측정할 수 있도록 구비하여 토출되는 콘크리트가 토출되는 동안, 실시간 오토 레벨링을 진행함에 따라 콘크리트 필라멘트의 토출 높이를 보정할 수 있다.

[0070] 또한, 본 발명의 실시 예 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템은 콘크리트 필라멘트 토출 초기에 오토 레벨링 조건에서 토출량별 콘크리트 퍼짐에 의한 콘크리트 필라멘트의 폭, 높이, 적층에 의한 변화량 등의 대한 정보를 미리 획득하여, 목표 지점에 콘크리트 필라멘트를 토출 시, 이를 반영하여 콘크리트 출력수단에서 토출된 콘크리트 토출량을 조절할 수 있다.

[0071] 본 발명의 실시 예 따른 3D 콘크리트 프린터 시스템을 이용한 콘크리트 프린팅 방법은 a)콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지(목표 지점)에 대한 수평 레벨 데이터를 수집하는 단계와, b)콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집하는 단계와, c) 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보와, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 기반으로, 가장 아래층의 수평레벨을 보정하는 단계, 및 d) 산정된 기준 토출량으로 콘크리트 필라먼트를 적층 출력하는 단계를 포함하는데, 이를 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.

[0072] 먼저 a)단계로, 콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보를 수집한다.

[0073] 이때 3D 콘크리트 프린터 시스템의 레벨 측정수단(400)이 해당 부지에 대한 수평 레벨 데이터를 수집하기 전, 3D 콘크리트 프린터 시스템에 기입력 설계 도면이 가공되어, 콘크리트 출력수단(200)이 이동할 출력루트가 산정되고, 산정된 출력루트를 기반으로 상기 레벨 측정수단(400)이 선행하여 이동하면서 콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 데이터가 수집된다.

[0074] 수집된 콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 데이터는 상기 출력제어수단(500)에 전송되고, 콘크리트 필라멘트를 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 데이터가 수집이 완료되면, 다음은 b)단계로, 토출될 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집한다.

[0075] 이때 상기 콘크리트 출력수단(200)에 의해 토출될 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 수집하는 것으로, 상기 콘크리트 출력수단(200)이 이송수단(300)에 의해 해당 좌표로 X축, Y축, Z축으로 이송되면서, 해당 기준 높이를 이루는 원형 또는 직선형의 콘크리트 필라멘트를 해당 영역(단차가 없는 평평한 보드 상)에 프린팅한다.

[0076] 그리고 일정 시간 경과 후, 상기 레벨 측정수단(400)이 상기 콘크리트 출력수단(200)이 이송된 루트를 따라 이송되면서, 상기 레벨 측정수단(400)과 토출될 콘크리트 필라멘트 간의 거리 측정으로 샘플 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도를 수집한다.

[0077] 이렇게 수집된 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터는 상기 출력제어수단(500)에 전송된다.

[0078] 다음은 c)단계로, 토출할 해당 부지에 대한 수평 레벨 정보와, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도에 대한 데이터를 기반으로, 수평레벨 보정값과 산정한다.

[0079] 이때 상기 출력제어수단(500)은 해당 측정 지점에서 측정 기준 수평 레벨까지의 거리로 해당 부지에 대한 수평 레벨이고, 콘크리트 필라멘트의 폭/높이와, 적층에 대한 최대 퍼짐 정도로 반영하여, 해당 측정 지점에서 목표 수평 레벨까지의 거리로 수평레벨 보정값을 산정한 후 적층 출력할 콘크리트 필라멘트의 폭/높이에 대응하는 콘크리트 토출량을 산정한다.

[0080] 다음은 d)단계로, 산정된 목표 수평 레벨을 기반으로, 해당 부지의 수평 레벨을 보정한다.

[0081] 이때 상기 콘크리트 출력수단(200)은 이송수단(300)에 의해 기산정된 출력루트를 따라 이송되면서, 해당 부지의 수평 레벨에 대응하는 두께로 콘크리트 필라멘트를 토출하여 해당 부지의 수평 레벨을 보정한다.

[0082] 해당 부지의 수평 레벨 보정이 완료되면, 다음은 e)단계로, 산정된 토출량으로 콘크리트 필라먼트를 출력하여 적층한다.

[0083] 이때 상기 콘크리트 필라먼트가 레이어 상으로 적층이 이루어지도록 어느 한 레이어에 대응하는 콘크리트 필라멘트 전체를 출력한 후, 출력된 그 콘크리트 필라멘트 상에 다시 다음 레이어에 대응하는 콘크리트 필라멘트를 연속반복 적층하여, 적층된 콘크리트 필라멘트들이 목표 높이를 이룰 때까지 상기 콘크리트 출력수단(200)은 이송수단(300)에 의해 X축, Y축, Z축으로 이송되면서 콘크리트 필라멘트를 출력한다.

[0084] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0086] 100: 콘크리트 수용수단

110: 수용탱크

120: 교반수단

130: 펌프

200: 콘크리트 토출수단

300: 이송수단

310: X축 이송수단

320: Y축 이송수단

330: Z축 이송수단

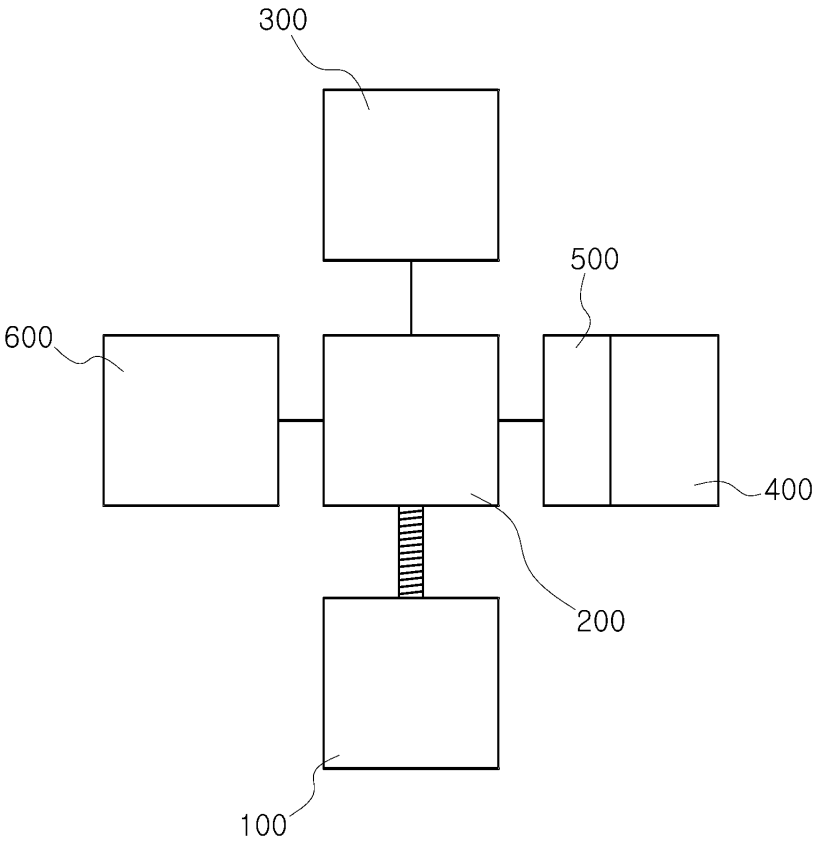
400: 레벨 측정수단

500: 토출제어수단

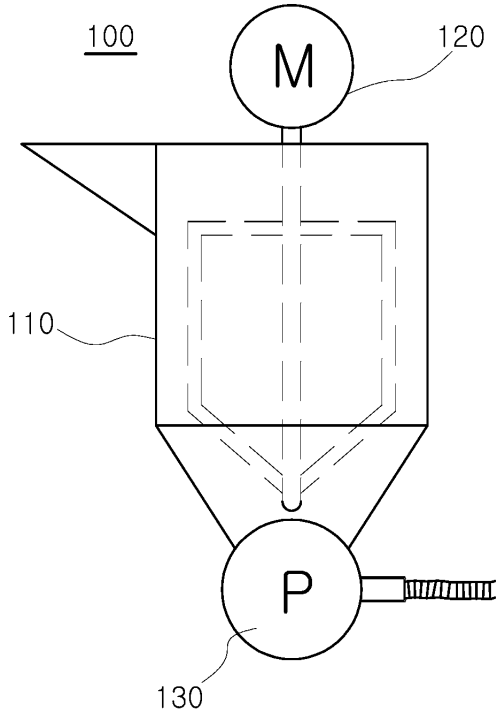
600: 분무수단

도면

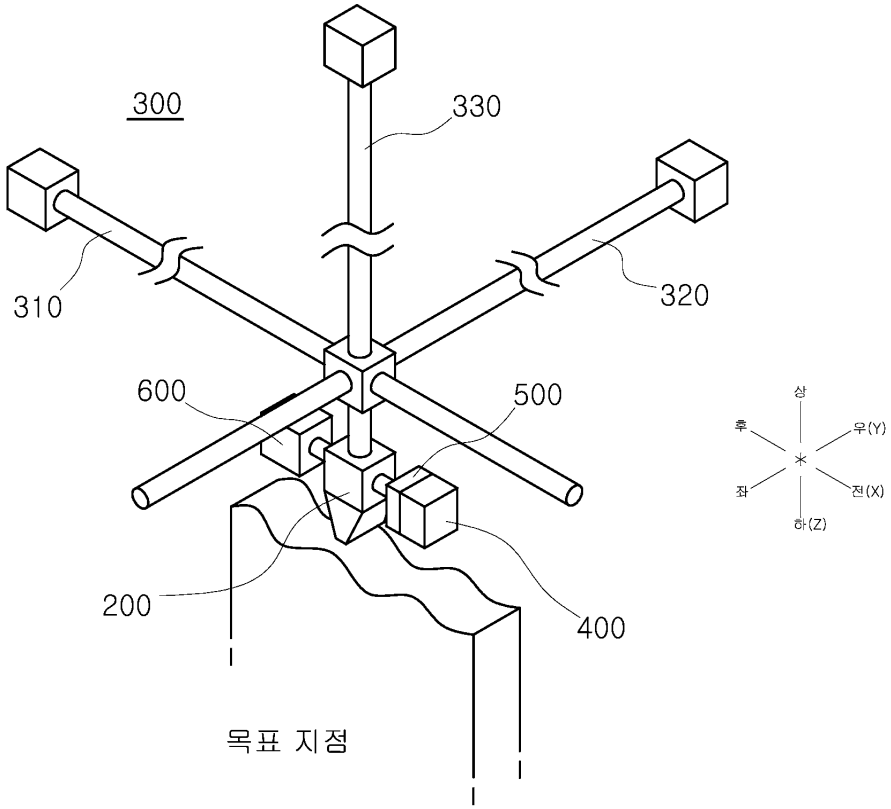
도면1



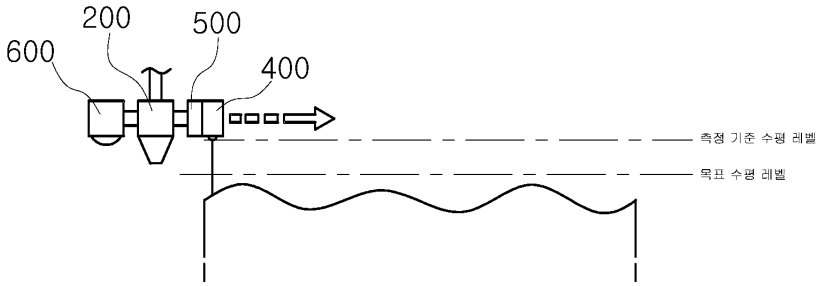
도면2


100
M
120
110
P
130

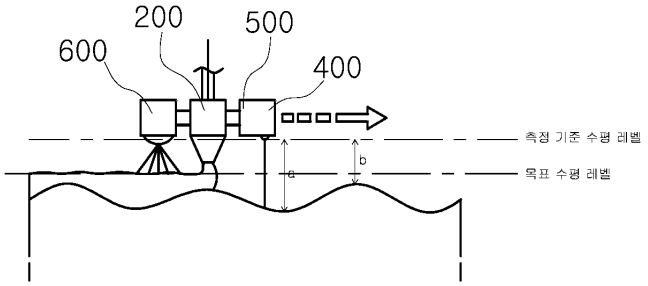
도면3


300
330
310
320
600
500
200
400
목표 지점
상
후
우(Y)
좌
전(X)
하(Z)

도면4

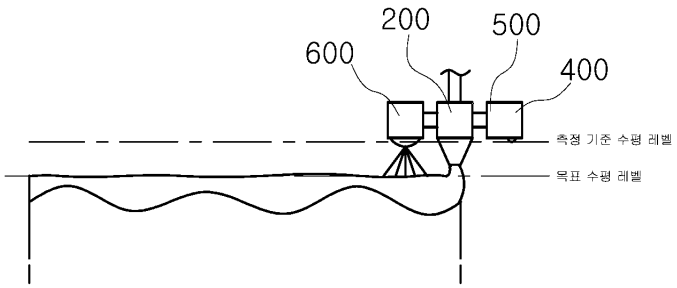


(a)



a목표 지점 토출량 > b목표 지점 토출량

(b)



(c)

도면5

