

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)**(11) 공개번호** 10-2021-0152866**(43) 공개일자** 2021년12월16일**(51) 국제특허분류(Int. Cl.)***B28B 1/00* (2006.01) *B33Y 30/00* (2015.01)*B33Y 40/10* (2020.01) *B33Y 50/02* (2015.01)**(52) CPC특허분류***B28B 1/001* (2013.01)*B33Y 30/00* (2013.01)**(21) 출원번호** 10-2020-0069870**(22) 출원일자** 2020년06월09일

심사청구일자 2020년06월09일

(71) 출원인

국민대학교산학협력단

서울특별시 성북구 정릉로 77 (정릉동, 국민대학교)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

홍기중

경기도 성남시 분당구 불정로386번길 10, 602동 1401호(서현동, 효자촌미래타운아파트)

이중구

서울특별시 서초구 서초중앙로 188, C-810호(서초동, 아크로비스타)

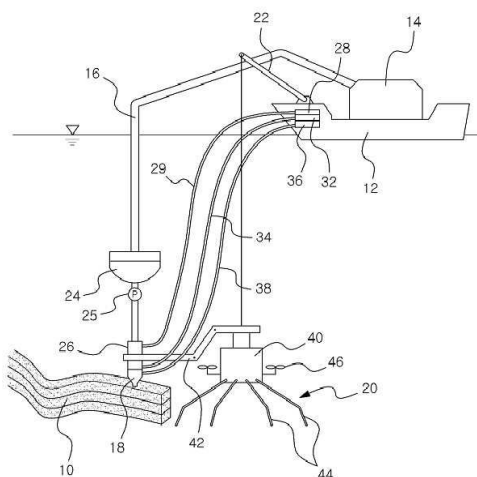
(74) 대리인

특허법인 제나

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치**(57) 요약**

본 발명의 일 측면에 따르면, 콘크리트 혼합물을 토출하여 수중에 3차원 콘크리트 입체물을 형성하는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치로서, 선박과; 상기 선박에 탑재되며 콘크리트 혼합물을 배합하는 메인 콘크리트 배합 유닛과; 일단이 상기 메인 콘크리트 배합 유닛에 연결되고 타단이 수중으로 연장되어 상기 메인 콘크리트 배합 유닛에서 배합되는 상기 콘크리트 혼합물을 수중으로 이송하는 이송 파이프와; 상기 이송 파이프에 결합되며 상기 이송 파이프로부터 상기 콘크리트 혼합물을 공급받아 토출하는 콘크리트 프린트 헤드와; 수중에 수장(水葬)되며, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 위치를 제어하는 프린트 헤드 위치 제어 유닛을 포함하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치가 제공된다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

B33Y 40/10 (2020.01)

B33Y 50/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트 혼합물을 토출하여 수중에 3차원 콘크리트 입체물을 형성하는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치로서,

선박과;

상기 선박에 탑재되며 콘크리트 혼합물을 배합하는 메인 콘크리트 배합 유닛과;

일단이 상기 메인 콘크리트 배합 유닛에 연결되고 타단이 수중으로 연장되어 상기 메인 콘크리트 배합 유닛에서 배합되는 상기 콘크리트 혼합물을 수중으로 이송하는 이송 파이프와;

상기 이송 파이프에 결합되며 상기 이송 파이프로부터 상기 콘크리트 혼합물을 공급받아 토출하는 콘크리트 프린트 헤드와;

수중에 수장(水葬)되며, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 위치를 제어하는 프린트 헤드 위치 제어 유닛을 포함하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 선박에 탑재되며, 상기 프린트 헤드 위치 제어 유닛을 인양하는 리프트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

수중에 수장되며, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 전단에 상기 이송 파이프에 개재되어 상기 메인 콘크리트 배합 유닛으로부터 공급되는 상기 콘크리트 혼합물을 임시 저장하는 댐퍼 저장부를 더 포함하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

수중에 수장되며, 상기 이송 파이프의 타단과 상기 콘크리트 프린트 헤드 사이에 개재되는 서브 콘크리트 배합 유닛을 더 포함하되,

상기 메인 콘크리트 배합 유닛은, 상기 콘크리트 혼합물을 낮은 점성으로 배합하며,

상기 서브 콘크리트 배합 유닛은, 상기 낮은 점성의 콘크리트 혼합물을 높은 점성의 수중 콘크리트 혼합물로 배합하는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 서브 콘크리트 배합 유닛은,

일단이 상기 이송 파이프에 연결되고 길이 방향으로 관통부가 형성되는 배합관과;

상기 배합관의 관통부에 내장되며 높은 점성의 수중 콘크리트 혼합물로 배합되도록 상기 콘크리트 혼합물과 콘크리트 재료를 혼합하는 회전 스크류를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 선박에 탑재되는 상기 콘크리트 재료 저장부와;

상기 콘크리트 재료 저장부와 상기 서브 콘크리트 배합 유닛을 연결하여 상기 콘크리트 재료를 상기 서브 콘크리트 배합 유닛으로 이송하는 재료 이송 파이프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

토출되는 상기 콘크리트 혼합물의 외면을 코팅하는 코팅제를 저장하는 코팅제 저장부와;

상기 코팅제 저장부와 상기 콘크리트 프린트 헤드를 연결하여 상기 코팅제를 상기 콘크리트 프린트 헤드로 이송하는 코팅제 이송 파이프와;

토출되는 상기 콘크리트 혼합물의 외면을 코팅하는 접착제를 저장하는 접착제 저장부와;

상기 접착제 저장부와 상기 콘크리트 프린트 헤드를 연결하여 상기 접착제를 상기 콘크리트 프린트 헤드로 이송하는 접착제 이송 파이프를 더 포함하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 콘크리트 프린트 헤드는,

사각형 단면을 갖는 사각 노즐구를 포함하되,

상기 접착제는 상기 사각 노즐구의 밑면에 공급되고, 상기 코팅제는 상기 사각 노즐구의 양 측면에 공급되는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 프린트 헤드 위치 제어 유닛은,

위치 제어 유닛 본체와;

상기 위치 제어 유닛 본체에서 연장되어 상기 콘크리트 프린트 헤드를 홀딩하고, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 위치를 이동시키는 로봇 암과;

상기 위치 제어 유닛 본체의 위치를 상기 수중 바닥에 고정하는 다리부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 프린트 헤드 위치 제어 유닛은,

상기 위치 제어 유닛 본체에 결합되며 수중에서 상기 위치 제어 유닛 본체를 전후 상하 좌우로 이동시키는 추진 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 수중에서 굳지 않은 콘크리트 혼합물을 3차원 프린터로 프린팅하여 수중에 3차원 형상의 콘크리트 구조물을 시공할 수 있는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 3차원 프린터의 제품 조형 방식은 크게 대상 물체를 2차원의 평면형태로 한 층씩 쌓아 올려 3차원으로 적층하면서 용융 부착하여 형태를 만들어가는 적층형과, 재료덩어리를 조각하듯이 절삭해서 형태를 만들어가는 절삭형이 있다.

[0004] 절삭형은 커다란 덩어리를 조각하듯이 깎아내 입체 형상을 만들어내는 방식으로서, 적층형에 비하여 완성품이 더 정밀하다는 장점이 있지만, 재료가 많이 소모되고 킥처럼 안쪽이 파인 모양은 제작하기 어려우며 채색 작업을 따로 해야 하는 단점이 있다.

[0005] 반면, 적층형은 파우더(석고나 나일론 등의 가루)나 플라스틱 액체 또는 플라스틱 실을 종이보다 얇은 층(레이어)으로 겹겹이 쌓아 입체 형상을 만들어내는 방식으로서, 레이어가 얇을수록 정밀한 형상을 얻을 수 있고, 채색을 동시에 진행할 수 있는 장점이 있다.

[0006] 최근 굳지 않은 콘크리트 혼합물을 3차원 프린터로 프린팅하여 적층형의 3차원 형상의 콘크리트 구조물을 제조하려는 시도가 이루어지고 있다.

[0007] 그런데, 콘크리트 혼합물은 물과 시멘트, 모래, 자갈 등이 섞여 있는 물질로서, 시간이 지남에 따라 시멘트의 수화 작용으로 인해 경화가 일어나기 때문에 프린트 헤드에서 토출되기 전까지 콘크리트 혼합물의 경화가 지연되어야 한다.

[0008] 더욱이 수중 콘크리트는 물 속에서 재료의 분리없이 굳어져야 하므로 물에 의한 콘크리트의 재료분리가 일어나지 않도록 높은 점성을 가지고 있어, 3차원 프린팅 방식으로 수중에 콘크리트 구조물을 시공하는 경우 높은 점성에 따른 수중 콘크리트의 이송 문제를 해결해야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록실용신안공고 제 20-0311324호(2003년 04월 26일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 수중에서 굳지 않은 콘크리트 혼합물을 3차원 프린터로 프린팅하여 수중에 3차원 형상의 콘크리트 구조물을 시공할 수 있는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치를 제공한다.

[0012] 그리고, 이송 전 낮은 점성의 콘크리트 혼합물을 1차적으로 기본 배합하고 수중으로 이송하여, 노즐에서 콘크리트를 토출하기 전에 낮은 점성의 콘크리트 혼합물에 점성을 추가하는 2차 배합을 함으로써, 콘크리트를 원활히 수중까지 이송하여 수중에서 콘크리트를 프린팅할 수 있는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 측면에 따르면, 콘크리트 혼합물을 토출하여 수중에 3차원 콘크리트 입체물을 형성하는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치로서, 선박과; 상기 선박에 탑재되며 콘크리트 혼합물을 배합하는 메인 콘크리트 배합 유닛과; 일단이 상기 메인 콘크리트 배합 유닛에 연결되고 타단이 수중으로 연장되어 상기 메인 콘크리트 배합 유닛에서 배합되는 상기 콘크리트 혼합물을 수중으로 이송하는 이송 파이프와; 상기 이송 파이프에 결합되며 상기 이송 파이프로부터 상기 콘크리트 혼합물을 공급받아 토출하는 콘크리트 프린트 헤드와; 수중에 수장(水葬)되며, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 위치를 제어하는 프린트 헤드 위치 제어 유닛을 포함하는, 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치가 제공된다.

[0015] 상기 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 상기 선박에 탑재되며, 상기 프린트 헤드 위치 제어 유닛을 인양하는 리프트를 더 포함할 수 있다.

[0016] 그리고, 수중에 수장되며, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 전단에 상기 이송 파이프에 개재되어 상기 메인 콘크리트 배합 유닛으로부터 공급되는 상기 콘크리트 혼합물을 임시 저장하는 탬퍼 저장부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 수중에 수장되며, 상기 이송 파이프의 타단과 상기 콘크리트 프린트 헤드 사이에 개재되는 서브 콘크리트 배합 유닛을 더 포함하되, 이 경우, 상기 메인 콘크리트 배합 유닛은, 상기 콘크리트 혼합물을 낮은 점성으로 배합하며, 상기 서브 콘크리트 배합 유닛은, 상기 낮은 점성의 콘크리트 혼합물을 높은 점성의 수중 콘크리트 혼합물로 배합할 수 있다.

[0018] 상기 서브 콘크리트 배합 유닛은, 일단이 상기 이송 파이프에 연결되고 길이 방향으로 관통부가 형성되는 배합 관과; 상기 배합관의 관통부에 내장되며 높은 점성의 수중 콘크리트 혼합물로 배합되도록 상기 콘크리트 혼합물과 콘크리트 재료를 혼합하는 회전 스크류를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 상기 선박에 탑재되는 상기 콘크리트 재료 저장부와; 상기 콘크리트 재료 저장부와 상기 서브 콘크리트 배합 유닛을 연결하여 상기 콘크리트 재료를 상기 서브 콘크리트 배합 유닛으로 이송하는 재료 이송 파이프를 더 포함할 수 있다.

[0020] 그리고, 토출되는 상기 콘크리트 혼합물의 외면을 코팅하는 코팅제를 저장하는 코팅제 저장부와; 상기 코팅제 저장부와 상기 콘크리트 프린트 헤드를 연결하여 상기 코팅제를 상기 콘크리트 프린트 헤드에 이송하는 코팅제 이송 파이프와; 토출되는 상기 콘크리트 혼합물의 외면을 코팅하는 접착제를 저장하는 접착제 저장부와; 상기 접착제 저장부와 상기 콘크리트 프린트 헤드를 연결하여 상기 접착제를 상기 콘크리트 프린트 헤드에 이송하는 접착제 이송 파이프를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 콘크리트 프린트 헤드는, 사각형 단면을 갖는 사각 노즐구를 포함하되, 상기 접착제는 상기 사각 노즐구의 밑면에 공급되고, 상기 코팅제는 상기 사각 노즐구의 양 측면에 공급될 수 있다.

[0022] 상기 프린트 헤드 위치 제어 유닛은, 위치 제어 유닛 본체와; 상기 위치 제어 유닛 본체에서 연장되어 상기 콘크리트 프린트 헤드를 홀딩하고, 상기 콘크리트 프린트 헤드의 위치를 이동시키는 로봇 암과; 상기 위치 제어 유닛 본체의 위치를 상기 수중 바닥에 고정하는 다리부를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 프린트 헤드 위치 제어 유닛은, 상기 위치 제어 유닛 본체에 결합되며 수중에서 상기 위치 제어 유닛 본체를 전후 상하 좌우로 이동시키는 추진장치를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 실시예에 따르면, 수중에서 굳지 않은 콘크리트 혼합물을 3차원 프린터로 프린팅하여 수중에 3차원 형상의 콘크리트 구조물을 시공할 수 있다.

[0026] 그리고, 이송 전 낮은 점성의 콘크리트 혼합물을 1차적으로 배합하고 수중에서 낮은 점성의 콘크리트 혼합물에 점성을 부가하는 2차 배합을 함으로써 수중 콘크리트를 원활히 이송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 구성을 간략히 도시한 도면.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 2차 배합 유닛의 구성을 간략히 도시한 도면.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 사각 노즐구를 간략히 도시한 도면.
 도 4는 도 3에 따른 사각 노즐구에서 출력된 수중 콘크리트 혼합물의 단면을 도시한 도면.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 사용 상태를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0030] 이하, 본 발명에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 구성을 간략히 도시한 도면이다. 그리고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 2차 배합 유닛의 구성을 간략히 도시한 도면이다. 그리고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 사각 노즐구를 간략히 도시한 도면이며, 도 4는 도 3에 따른 사각 노즐구에서 출력된 수중 콘크리트 혼합물의 단면을 도시한 도면이다.
- [0032] 도 1 내지 도 4에는, 콘크리트 입체물(10), 콘크리트 혼합물(11), 선박(12), 메인 콘크리트 배합 유닛(14), 이송 파이프(16), 콘크리트 프린트 헤드(18), 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20), 리프트(22), 댐퍼 저장부(24), 펌프(25), 서브 콘크리트 배합 유닛(26), 콘크리트 재료 저장부(28), 재료 이송 파이프(29), 시멘트 이송 파이프(30), 혼화제 이송 파이프(31), 코팅제 저장부(32), 코팅제 이송 파이프(34), 접착제 저장부(36), 접착제 이송 파이프(38), 위치 제어 유닛 본체(40), 로봇 암(42), 다리부(44), 추진장치(46), 배합관(47), 회전 스크류(48), 노즐구(50), 사각 노즐구(52), 개구부(54), 코팅제(56), 접착제(58), 코팅제 토출구(60), 접착제 토출구(62)가 도시되어 있다.
- [0033] 본 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 콘크리트 혼합물(11)을 토출하여 수중에 3차원 콘크리트 입체물(10)을 형성하는 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치로서, 선박(12)과; 상기 선박(12)에 탑재되며 콘크리트 혼합물(11)을 배합하는 메인 콘크리트 배합 유닛(14)과; 일단이 상기 1차 콘크리트 배합 유닛에 연결되고 타단이 수중으로 연장되어 상기 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합되는 상기 콘크리트 혼합물(11)을 수중으로 이송하는 이송 파이프(16)와; 상기 이송 파이프(16)에 결합되며 상기 이송 파이프(16)로부터 상기 콘크리트 혼합물(11)을 공급받아 토출하는 콘크리트 프린트 헤드(18)와; 수중에 수장(水葬)되며, 상기 콘크리트 프린트 헤드(18)의 위치를 제어하는 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)을 포함한다.
- [0034] 본 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 콘크리트 혼합물(11)을 수중에 순차적으로 적층하여 3차원의 콘크리트 입체물(10)을 형성한다.
- [0035] 선박(12)은, 본 실시예에 따른 각종 장치를 탑재하기 위한 것으로서, 강이나 바다 등에 띄워져 수중에 3차원 콘크리트 입체물(10)을 형성하고자 하는 위치로 이동될 수 있다. 선박(12)은 자력으로 이동할 수 있는 여러 형태

의 선박(12)이 가능하고 바지선 형태도 가능하다.

- [0036] 메인 콘크리트 배합 유닛(14)은, 선박(12)에 탑재되며 콘크리트 혼합물(11)을 배합한다. 콘크리트 혼합물(11)을 배합하기 위한 각종 콘크리트 재료는 선박(12)에 탑재될 수 있으며, 계량된 콘크리트 재료는 선박(12)에 탑재되어 있는 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합되어 콘크리트 혼합물(11)이 만들어진다.
- [0037] 본 실시예에서는 설명의 편의를 위하여, 콘크리트를 구성하는 각 조성물의 혼합물을 '콘크리트 혼합물(11)'이라 한다. 콘크리트 혼합물(11)은 굳지 않은 상태로서 시멘트, 혼합수, 골재, 혼화제 등이 혼합된 상태를 의미한다. 선박(12)에는 콘크리트 혼합물(11)의 제조를 위한 각종 콘크리트 재료를 저장하고 있다.
- [0038] 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합되는 콘크리트 혼합물(11)은, 후술할 이송 파이프(16)로 이송이 용이하도록 낮은 점성으로 배합될 수 있다.
- [0039] 깊은 강이나 바다의 경우, 깊은 수중에 콘크리트 구조물을 형성하여야 하기 때문에 콘크리트 혼합물(11)의 이송 거리가 길어질 수 있고, 콘크리트 혼합물(11)의 이송 거리가 길어지는 경우 시간의 경과에 따른 콘크리트 혼합물(11)의 경화에 따라 3차원 프린팅을 위한 콘크리트 혼합물(11)의 원활한 이송이 어려울 수 있다. 따라서, 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 낮은 점성으로 콘크리트 혼합물(11)을 배합하고 경화 전에 빠른 이송이 이루어질 수 있도록 하는 것이다.
- [0040] 한편, 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합된 점성이 낮은 콘크리트 혼합물은 이송 파이프(16)를 통한 수중으로의 이송 후 수중으로 토출 직전에 수중에 위치하는 서브 콘크리트 배합 유닛(26)을 통해 콘크리트 혼합물에 점성을 부가하는 2차 배합을 수행할 수 있다.
- [0041] 이송 파이프(16)는, 그 일단이 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에 연결되고 타단이 수중으로 연장되며, 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합되는 콘크리트 혼합물(11)을 수중으로 이송한다. 이송 파이프(16)는 선박(12) 상의 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합된 콘크리트 혼합물(11)을 수중으로 이송하기 위한 것으로 선박(12) 상에서 중력으로 이송하거나 펌프(25)에 의해 콘크리트 혼합물(11)을 이송할 수 있다.
- [0042] 이송 파이프(16)는, 수면 위에서는 이송 파이프(16)의 위치 설정을 위해 금속성의 파이프(16)로 이루어질 수 있고, 이에 연장되어 수중으로 투입되는 이송 파이프(16)는 수중에서는 자유로운 위치 설정을 위하여 가요성의 파이프(16)로 이루어질 수 있다.
- [0043] 콘크리트 프린트 헤드(18)는, 이송 파이프(16)에 결합되며 이송 파이프(16)로부터 콘크리트 혼합물(11)을 공급받아 토출한다. 콘크리트 프린트 헤드(18)는 후술할 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)의 이동에 따라 콘크리트 혼합물(11)을 순차적으로 토출하여 3차원의 콘크리트 입체물(10)을 형성한다.
- [0044] 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)은, 수중에 수장(水葬)되며, 콘크리트 프린트 헤드(18)의 위치를 제어한다. 선박(12) 상에서 콘크리트 프린트 헤드(18)의 위치 제어가 어렵기 때문에, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서는 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)을, 수중에 수장(水葬)하여 수중 바닥에 지지하여 두고, 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)이 콘크리트 프린트 헤드(18)를 홀딩하여 그 위치를 제어하도록 구성하였다.
- [0045] 본 실시예에 따른 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)은, 위치 제어 유닛 본체(40)와; 위치 제어 유닛 본체(40)에서 연장되어 콘크리트 프린트 헤드(18)를 홀딩하고, 콘크리트 프린트 헤드(18)의 위치를 이동시키는 로봇 암(42)과; 위치 제어 유닛 본체(40)의 위치를 상기 수중 바닥에 고정하는 다리부(44)를 포함할 수 있다. 즉, 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)을 로봇 형태로 구성하여 로봇 암(42)이 콘크리트 프린트 헤드(18)를 홀딩한 상태에서 그 위치를 제어하도록 구성하였다.
- [0046] 위치 제어 유닛 본체(40)에는 로봇 암(42)의 위치를 제어하기 위한 각종 기구가 내장되어 있으며, 위치 제어 유닛 본체(40)에서 외측으로 연장되는 로봇 암(42)을 제어하여 콘크리트 프린트 헤드(18)의 위치를 제어하게 된다.
- [0047] 로봇 암(42)은, 위치 제어 유닛 본체(40)에서 연장되어 콘크리트 프린트 헤드(18)를 홀딩하고 콘크리트 프린트 헤드(18)의 위치를 이동시킨다. 로봇 암(42)은 다관절로 이루어져 3차원의 위치 제어가 가능하며 필요한 위치로 콘크리트 프린트 헤드(18)를 이동시키면서 콘크리트 혼합물(11)을 적층하여 콘크리트 입체물(10)을 형성한다.
- [0048] 다리부(44)는, 위치 제어 유닛 본체(40)의 위치를 수중 바닥에 고정한다. 다리부(44)는 불규칙한 수중 바닥에서 위치 제어 유닛 본체(40)의 위치를 고정하기 위한 것으로, 본 실시예에서는 거미 다리 형태의 다리부(44)를 두어, 위치 제어 유닛 본체(40)에서 여러 갈래로 연장되는 다리부(44)를 뻗어 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)을

수중 바닥에 고정하는 형태를 제시한다.

- [0049] 한편, 위치 제어 유닛 본체(40)에 결합되며 수중에서 위치 제어 유닛 본체(40)를 전후 상하 좌우로 이동시키는 추진 장치(46)가 구비될 수 있다. 추진 장치(46)로는 스러스터(thruster)를 포함하며, 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)이 수중으로 인양되면 추진 장치(46)의 작동으로 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)을 필요 위치로 이동시킨 후 다리부(44)를 펴서 프린트 헤드 위치 제어 유닛(20)을 수중 바닥에 위치시킬 수 있다.
- [0050] 그리고, 선박(12)에는 리프트(22)가 탑재될 수 있으며, 상술한 프린터 헤드 위치 제어 유닛을 수중으로 수장하거나 수면위로 인양할 수 있다.
- [0051] 한편, 본 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 수중에 수장되며, 콘크리트 프린트 헤드(18)의 전단에 이송 파이프(16)에 개재되어 메인 콘크리트 배합 유닛(14)으로부터 공급되는 콘크리트 혼합물(11)을 임시 저장하는 탬퍼 저장부(24)를 포함할 수 있다.
- [0052] 콘크리트 프린트 헤드(18)로 콘크리트 혼합물(11)을 수중으로 토출하는 경우, 토출량의 제어가 필요할 수 있는데, 선박(12) 상의 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서 배합된 콘크리트 혼합물을 수중의 탬퍼 저장부(24)로 임시 이동시킨 후 펌프(25) 등을 통해 콘크리트 프린트 헤드(18)로 공급되는 콘크리트 혼합물(11)의 양을 조절할 수 있다.
- [0053] 그리고, 이송 파이프(16)의 타단과 콘크리트 프린트 헤드(18) 사이에 개재되는 서브 콘크리트 배합 유닛(26)을 포함할 수 있다.
- [0054] 일반적으로 물 속에 타설되는 수중 콘크리트는 그 특성 상 수중에서 콘크리트 재료가 분리되는 것을 방지하기 위해 고점성으로 배합되는데, 고점성의 수중 콘크리트를 이송 파이프(16)로 이송하는 경우 고점성으로 인해 콘크리트 혼합물(11)의 이송에 부하가 발생하고 또한 빠른 경화로 이송 파이프(16)의 막힘 현상이 발생할 수 있다.
- [0055] 따라서, 본 실시예에서는 선박(12) 상의 메인 콘크리트 배합 유닛(14)에서는 낮은 점성의 콘크리트 혼합물(11)을 배합하여 이송 파이프(16) 내의 이송을 원활히 하고, 콘크리트 프린트 헤드(18)에서의 토출 직전에, 서브 콘크리트 배합 유닛(26)에서는 낮은 점성의 콘크리트 혼합물(11)을 높은 점성의 수중 콘크리트 혼합물(11)로 배합하여 토출함으로써 수중 콘크리트의 재료 분리없이 3차원의 콘크리트 구조물을 구축할 수 있다.
- [0056] 탬퍼 저장부(24)가 개재된 경우에는 탬퍼 저장부(24)에 임시 저장된 콘크리트 혼합물(11)을 서브 콘크리트 배합 유닛(26)으로 천천히 유입시키면서 콘크리트 혼합물(11)의 점성 부가를 위한 시멘트, 경화제 등의 혼화제를 서브 콘크리트 배합 유닛(26)으로 투입하고 혼합함으로써 고점성의 수중 콘크리트 혼합물(11)을 배합할 수 있다.
- [0057] 콘크리트 혼합물(11)의 점성 부가를 위한 시멘트, 혼화제 등의 콘크리트 재료는 선박(12) 상의 콘크리트 재료 저장부(28)에 저장될 수 있으며, 콘크리트 재료 저장부(28)와 서브 콘크리트 배합 유닛(26) 사이를 재료 이송 파이프(29)로 연결하여 콘크리트 혼합물(11)의 점성 부가를 위한 시멘트, 혼화제 등의 콘크리트 재료를 서브 콘크리트 배합 유닛(26)으로 공급할 수 있다.
- [0058] 도 2에는 본 실시예에 따른 서브 콘크리트 배합 유닛(26)이 도시되어 있는데, 본 실시예에 따른 서브 콘크리트 배합 유닛(26)은, 일단이 이송 파이프(16)에 연결되고 길이 방향으로 관통부가 형성되는 배합관(47)과; 배합관(47)의 관통부에 내장되며 높은 점성의 수중 콘크리트 혼합물(11)로 배합되도록 콘크리트 혼합물(11)과 콘크리트 재료를 혼합하는 회전 스크류(48)를 포함한다.
- [0059] 배합관(47)에는 재료 이송 파이프(29)가 결합되어 배합관(47)으로 콘크리트 혼합물(11)의 점성 부가를 위한 시멘트, 혼화제 등의 콘크리트 재료가 공급된다. 본 실시예에서는 시멘트 공급을 위한 시멘트 이송 파이프(30)와 경화제 등의 혼화제 공급을 위한 혼화제 이송 파이프(31)가 배합관(47)에 결합된 형태를 제시한다. 시멘트 이송 파이프(30)와 혼화제 이송 파이프(31)는 선박(12) 상의 콘크리트 재료 저장부(28)에 연결되어 선박(12)으로부터 시멘트, 혼화제 등의 콘크리트 재료를 공급받는다.
- [0060] 회전 스크류(48)는, 배합관(47)의 관통부에 삽입되어 배치되며 회전에 따라 이송 파이프(16)에서 공급되는 콘크리트 혼합물(11)과 점성 부가를 위한 콘크리트 재료를 혼합하여 높은 점성의 수중 콘크리트를 배합한다.
- [0061] 한편, 회전 스크류(48)의 회전 방향에 따라 배합된 수중 콘크리트를 배합관(47)의 내부로 전진 또는 후퇴시킬 수 있는데, 수중 콘크리트가 전진하는 경우 콘크리트 프린트 헤드(18)로 고점성의 수중 콘크리트를 밀어 넣을 수 있다. 콘크리트 프린트 헤드(18)로 유입된 수중 콘크리트는 콘크리트 프린트 헤드(18) 선단의 노즐구(50)를

통해 수중으로 토출된다.

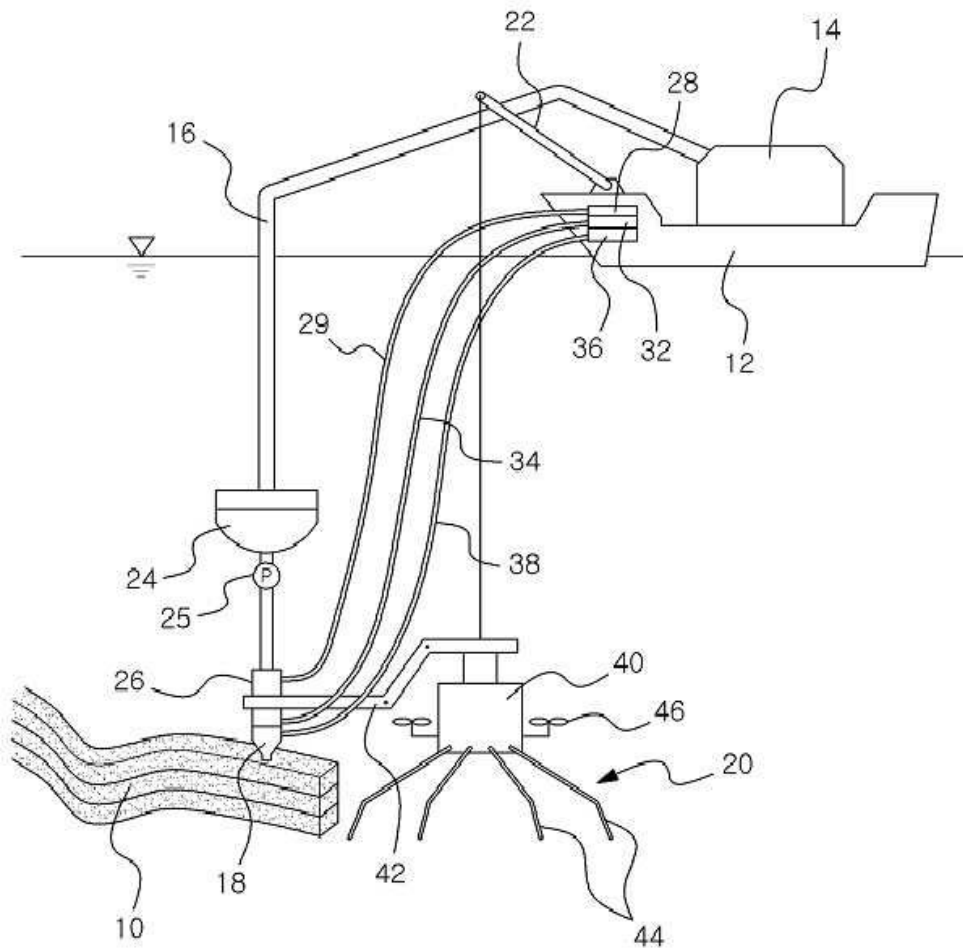
- [0062] 콘크리트 프린트 헤드(18)는 콘크리트 혼합물(11)을 최종적으로 토출하는 노즐구(50)를 포함할 수 있으며, 노즐구(50)에서 토출되는 콘크리트 혼합물(11)이 순차적으로 적층되면서 콘크리트 입체물(10)을 형성한다. 노즐구의 형상은 필요에 따라 다양한 형상으로 형성될 수 있다.
- [0063] 도 3에는 본 실시예에 따른 노즐구(50)가 도시되어 있는데, 사각형 단면을 갖는 사각 노즐구(52) 형태로서, 도 5에 도시된 바와 같이, 토출되는 콘크리트 혼합물(11)은 직사각형 단면의 형태로 연속적으로 토출되면서 적층된다.
- [0064] 본 실시예에 있어 사각형 단면은 기하학적으로 완전한 사각형 단면을 뿐만 아니라 대략의 사각형 형태를 포함하는 개념으로서, 모서리가 라운드 형태로 형성될 수 있다.
- [0065] 도 3 및 도 4를 참조하면, 사각 노즐구(52)에 있어서 사각형 개구부(54)의 밀변에는 접착제 토출구(62)가 형성되어 사각 노즐구(52)에서 토출되는 사각형의 콘크리트 혼합물(11)의 저면에 접착제(58)가 도포되고, 사각형 개구부(54)의 양측면에는 코팅제 토출구(60)가 형성되어 사각 노즐구(52)에서 토출되는 사각형의 콘크리트 혼합물(11)의 양측면에는 코팅제(56)가 도포된다.
- [0066] 코팅제(56)는 콘크리트 혼합물(11)이 수중에서 분산되는 것을 방지하기 위한 경화제의 일종으로 사각형 노즐구(50)에서 콘크리트 혼합물(11)이 토출되는 과정에서 사각형의 콘크리트 혼합물(11)의 양측면에 도포되고, 접착제(58)는 기 적층되는 콘크리트 혼합물층과 새롭게 적층되는 콘크리트 혼합물층과의 접착을 위한 것으로서 사각형 노즐구(50)에서 콘크리트 혼합물(11)이 토출되는 과정에서 사각형의 콘크리트 혼합물(11)의 저면에 도포되어 기존 콘크리트 혼합물(11)층의 상면과 접촉된다.
- [0067] 코팅제(56)와 접착제(58)의 도포를 위하여, 본 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치는, 토출되는 콘크리트 혼합물(11)의 외면을 코팅하는 코팅제(56)를 저장하는 코팅제 저장부(32)와; 코팅제 저장부(32)와 콘크리트 프린트 헤드(18)를 연결하여 코팅제(56)를 콘크리트 프린트 헤드(18)로 이송하는 코팅제 이송 파이프(34)와; 토출되는 콘크리트 혼합물(11)의 외면을 코팅하는 접착제(58)를 저장하는 접착제 저장부(36)와; 접착제 저장부(36)와 콘크리트 프린트 헤드(18)를 연결하여 접착제(58)를 콘크리트 프린트 헤드(18)로 이송하는 접착제 이송 파이프(38)를 포함할 수 있다.
- [0068] 도 1을 참조하면, 코팅제 저장부(32)와 접착제 저장부(36)는 선박(12) 상에 탑재될 수 있으며, 코팅제 저장부(32)의 코팅제(56)는 코팅제 이송 파이프(34)를 통해 콘크리트 프린트 헤드(18)로 공급되고, 접착제 저장부(36)의 접착제(58)는 접착제 이송 파이프(38)를 통해 콘크리트 프린트 헤드(18)로 공급될 수 있다. 콘크리트 프린트 헤드(18)로 공급된 코팅제(56)와 접착제(58)는 사각 노즐구(52)를 통해 토출되는 콘크리트 혼합물(11)의 양측면과 저면을 각각 코팅한다.
- [0069] 도 5에는 본 실시예에 따른 수중 콘크리트 인쇄용 3차원 프린팅 장치의 사용 상태가 도시되어 있다. 상술한 메인 콘크리트 배합 유닛(14)과 서브 콘크리트 배합 유닛(26)에서 배합된 고점성의 수중 콘크리트는 콘크리트 프린트 헤드(18)의 노즐구(50)를 통해 연속적으로 토출되면서 적층되어 3차원 콘크리트 입체물(10)을 형성하게 된다.
- [0070] 고점성의 수중 콘크리트 토출 과정에서 수중 콘크리트의 저면에는 접착제(58)가 도포되고 양측면에는 코팅제(56)가 도포되는데, 양측면의 코팅제(56)는 수중 콘크리트의 분산을 방지하고, 저면의 접착제(58)는 기존 콘크리트층과 접착을 위한 것으로 기존 콘크리트 층의 상면과 새로운 콘크리트 층의 저면이 접착제(58)에 의해 빠르고 강한 접착이 이루어진다.
- [0072] 이상에서 본 발명의 실시예들에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

부호의 설명

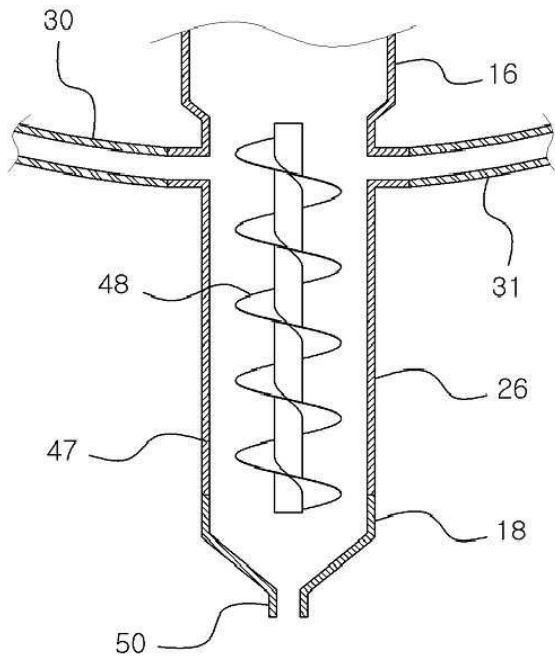
[0074]	10: 콘크리트 입체물	11: 콘크리트 혼합물
	12: 선박	14: 메인 콘크리트 배합 유닛
	16: 이송 파이프	18: 콘크리트 프린트 헤드
	20: 프린트 헤드 위치 제어 유닛	22: 리프트
	24: 댐퍼 저장부	25: 펌프
	26: 서브 콘크리트 배합 유닛	28: 콘크리트 재료 저장부
	29: 재료 이송 파이프	30: 시멘트 이송 파이프
	31: 혼화제 이송 파이프	32: 코팅제 저장부
	34: 코팅제 이송 파이프	36: 접착제 저장부
	38: 접착제 이송 파이프	40: 위치 제어 유닛 본체
	42: 로봇 암	44: 다리부
	46: 추진 장치	47: 배합관
	48: 회전 스크류	50: 노즐구
	52: 사각 노즐구	54: 개구부
	56: 코팅제	58: 접착제
	60: 코팅제 토출구	62: 접착제 토출구

도면

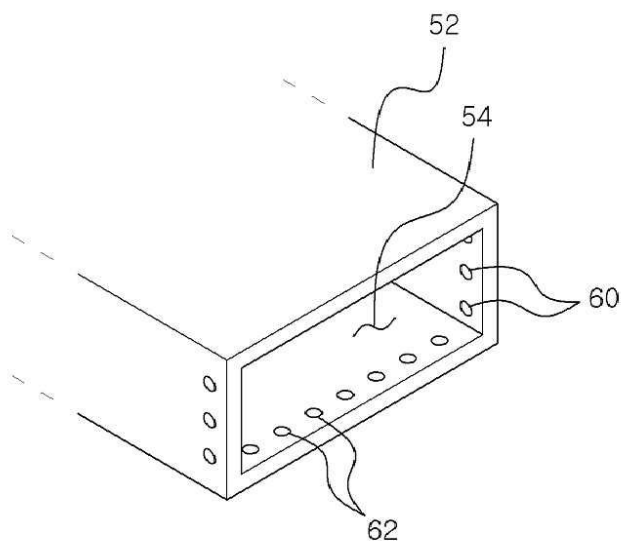
도면1



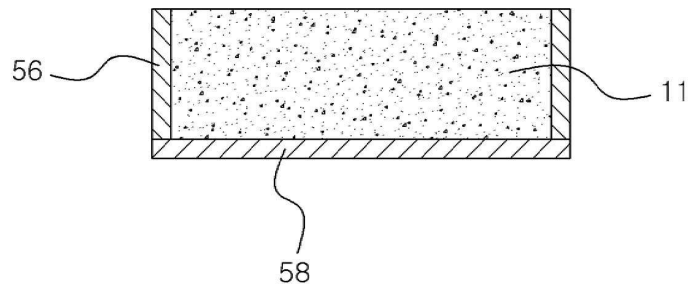
도면2



도면3



도면4



도면5

