
와이어 방식을 이용한 건축물의 3D 프린팅 방법



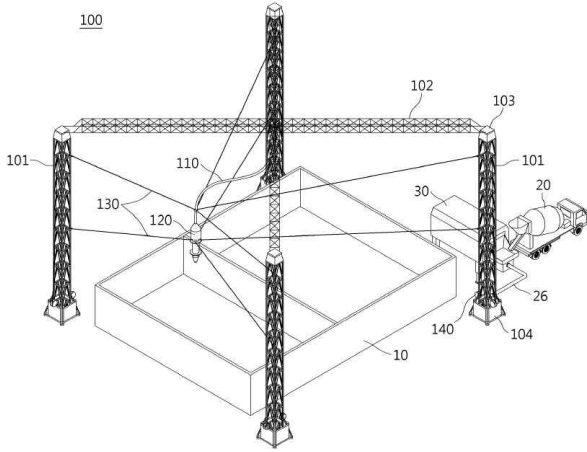
대표발명자 : 이재홍 교수

와이어 방식을 이용한 건축물의 3D 프린팅 방법

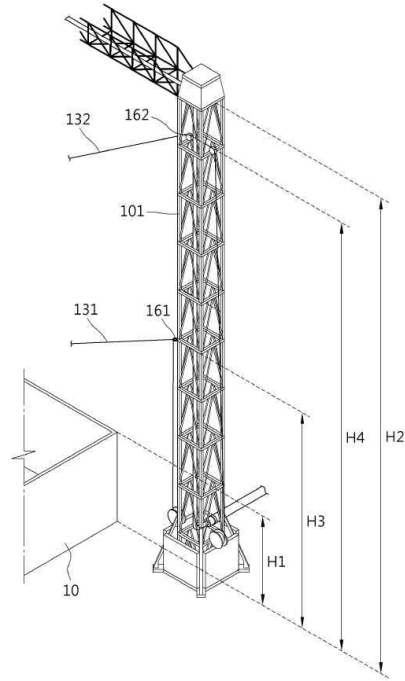
□ 기술개요

- 본 발명은 와이어 방식의 병렬형 3D 프린팅 시스템을 구현하여 건설 현장에서 바로 설치 및 운용할 수 있는 현수식 3차원 프린팅 장비에 관한 기술임
- 본 발명은, 적어도 3개의 수직 지지대(101), 수직 지지대의 상단에 마련되는 적어도 2개의 수평 지지대(102), 수직 지지대의 일측에 마련된 재료 공급부(20), 일단은 재료 공급부에 연결되고 타단은 수직 지지대와 수평 지지대를 통과하여 자유단 상태로 마련된 재료 공급관(110), 재료 공급관의 타단에 연결되어 재료를 토출시키는 재료 토출부(120), 일단은 수직 지지대를 경유하여 재료 토출부에 연결되어 재료 토출부를 현수 상태로 지지하는 제1 지지케이블(131), 일단은 수직 지지대를 경유하여 재료 공급관의 타단 측에 연결되어 재료 공급관 및 재료 토출부를 현수 상태로 지지하고 제1 지지케이블의 상부에 마련된 제2 지지케이블(132), 및 제1 지지케이블과 제2 지지케이블의 타단이 권선되는 케이블 와인딩부(140)를 포함하여 구성됨. 여기서, 제1 지지케이블, 제2 지지케이블 및 케이블 와인딩부는 각각의 수직 지지대에 마련되고, 각각의 수직 지지대에 마련된 케이블 와인딩부는 서로 연동하면서 제1 지지케이블과 제2 지지케이블을 동시에 감거나 풀게 형성됨. 그리고, 수직 지지대에는 제1 지지케이블이 경유하는 제1 폴리 및 제2 지지케이블이 경유하는 제2 폴리가 마련되되, 제1 폴리과 제2 폴리 사이의 간격은 재료 토출부 및 재료 공급관에 연결되는 제1 지지케이블과 제2 지지케이블의 끝단 사이의 간격 보다 크게 형성됨
- 본 발명은 건축물의 크기 한계를 극복하고 장비의 경량화가 가능하며 장비의 설치 및 해체가 용이하고 제작 및 운영비용을 절감할 수 있음

□ 대표도면



<현수식 3차원 프린팅 장비를 도시한 사시도>



<재료 토출부와 수직 지지부의 높이 관계의 도면>

10: 건축물	20: 재료 공급부	30: 재료 펌핑부
100: 현수식 3차원 프린팅 장비	101: 수직 지지대	102: 수평 지지대
110: 재료 공급관	120: 재료 토출부	125: 재료 이송부
130: 지지케이블	131: 제1 지지케이블	132: 제2 지지케이블
140: 케이블 와인딩부	142,143: 와이어 드럼	200: 프린팅 제어부
210: 제1 센서	220: 제2 센서	230: 장력센서

□ 기술의 특징 및 우수성

- 본 기술은 와이어 방식을 사용하여 건축물의 현장 일체화 3D 프린팅이 가능한 기술로서, 경량화 및 모듈화가 가능하여 건축물의 현장 일체화 시공이 가능하고 출력 건축물의 크기 한계도 극복할 수 있는 이점이 있음

[표] 기술의 특징 및 우수성

종래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 3차원 프린팅 장비는 운반 또는 조립이 쉽지 않아서 건설 현장에서 직접 프린팅하는데 어려운 한계가 있음 • 특히, 기존 갠트리 방식의 3차원 프린팅 장비 중 실험실 사이즈의 장비는, 부품을 출력한 후 부품을 현장으로 이동시켜야 하기 때문에 이동에 제약이 있고, 큰 사이즈의 벽체나 건축물을 한 번에 프린팅하는 것이 불가능함 • 반면에, 기존 갠트리 방식의 3차원 프린팅 장비 중 건설현장 사이즈의 장비는, 중장비 수준의 크기와 무게로 형성되어 과도한 규격의 부품을 사용해야 하며, 설치 및 운전이 높은 비용이 발생하고, 설치 및 해체 시 어려움이 있으며, 운전속도도 느리다는 단점이 있음
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> • 본 발명은 건축물 3D 프린팅 기술에 와이어 기반 병렬 로봇 기술을 적용한 것으로서, 와이어 방식의 3차원 프린팅 장비는 와이어를 사용하여 노즐을 원활하게 제어하는 방식임 • 특히, 와이어 방식의 3차원 프린팅 장비는 경량화되고 모듈화가 가능한 구조이므로, 와이어 방식 병렬형 3D 프린팅 시스템의 구현을 통해서 현장에서 설치 및 운용이 한꺼번에 모두 이루어지는 현장 프린팅 (printing-in-place) 공정이 가능함 • 노즐을 지지하는 하부의 4개 케이블, 노즐에 연결된 플렉시블한 재료 공급관을 지지하는 상부의 4개 케이블, 및 케이블을 구동하는 케이블 와인딩부를 포함하여 구성됨으로써, 노즐 및 재료 공급관의 무게는 200~300Kg 정도로 감소시키고, 지지 구조물의 높이는 10m 정도이되 지지 구조물은 이동 가능한 구조임
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 본 발명은 공장에서 제작하여 현장으로 이송 후 조립하는 방식이 아닌, 와이어방식을 사용하여 건축물의 현장 일체화 시공을 구현할 수 있음 • 즉, 와이어방식을 이용한 건축물의 3차원 프린팅 장치는 장치 자체를 이동시킬 수 있기 때문에 각각의 현장마다 설치 및 해체하기 위한 작업의 불편함을 해소할 수 있음. • 본 발명의 현수식 3차원 프린팅 장치는, 노즐의 위치 제어에 대한 한계를 극복하여 출력 건축물의 크기 한계도 극복할 수 있음 • 또한, 본 발명의 현수식 3차원 프린팅 장치는, 획기적인 장비 경량화가 가능하고, 단순한 와이어 구조의 사용을 통하여 구축 비용을 절감할 수 있으며, 장비의 설치, 해체 및 유지관리가 간편하게 이루어질 수 있음

□ 기술의 효과

- 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는 건축물의 크기 한계를 극복하고 장비의 경량화가 가능하며 장비의 설치 및 해체가 용이하고 제작 및 운

영 비용을 절감할 수 있음

- 본 발명은 현장에서 바로 적용하여 건축물의 건축에 이용될 수 있으며, 건축물의 현장에서 일체화 시공이 가능함
- 본 발명은 건축물의 현장 일체화 시공시에 종합적인 제어가 필요한, 케이블 또는 와이어, 케이블 와인딩부, 재료 공급관, 펌프 또는 재료 토출부 등을 독립적으로 제어함으로써 프린팅 작업의 정밀도를 높일 수 있음

□ 기술의 완성도(TRL)

기초 연구 단계		실험 단계		시작품 단계		제품화 단계		사업화
기본원리 파악	기본개념 정립	기능 및 개념 검증	연구실환경 테스트	유사환경 테스트	파일럿현장 테스트	상용모델 개발	실제 환경 최종테스트	상용운영
		●						

□ 기술 키워드

한글키워드	건축용 3D 프린터, 건축물, 와이어 방식, 갠트리 방식, 현수식
영문키워드	3D printer, building, wire type, gantry type

□ 기술의 적용분야

- 본 기술은 3D 프린터의 3차원 프린팅 방법으로 사용될 수 있으며, 특히 건축용 3D 프린터의 와이어 방식을 적용한 3차원 프린팅 방법으로 사용 가능함

[표] 적용분야

3D 프린터	건축용 3D 프린터
3차원 프린팅 방법	와이어 방식을 이용한 3차원 프린팅 방법

□ 기술경쟁력

- 본 발명은 와이어 기반의 병렬 로봇 기술을 건축용 3차원 프린팅 방법에 적용하여 건축물의 크기 확대에 따른 제약과 중량 문제를 해결할 수 있는 기술임
- 와이어 기반의 병렬형 3차원 프린팅 시스템에서 정확한 위치/방위 제어, 프린팅 헤드의 진동 억제 제어, 핵심 구성 요소의 최적 설계, 작업 환경 간섭 요인을 고려한 최적 프린팅 경로 설계 등에 대한 세부 기술 개발을 통하여 대형 및 비정형 건축물과 같이 기존 기술로 완성이 어려운 난이도 높은 3D 건축물 프린팅을 구현 가능함
- 경량화 및 모듈화가 가능한 와이어 방식의 병렬형 3차원 프린팅 시스템을 구현함으로써, 현장 설치 및 운용이 용이하게 실현되어 현장에서 건축물의 프린팅이 모두 해결되는 현장 프린팅(printing-in-place) 공정을 가능함
- 건축용 3D 프린터에서 와이어를 적용하여 토출 노즐을 지지하되, 와이어 구동, 노즐 구동, 재료 펌핑 구동 등을 위한 7개 구동부를 독립적으로 제어함으로써 프린팅 작업의 정밀도 및 안정성을 향상시킬 수 있음

□ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

- 건축 분야의 3D 프린팅 기술 확보에 선제 대응 가능함에 따라 시장 경쟁력 확보 가능하며, 출력 건축물의 크기 한계를 극복하여 대형 건축물의 3D 프린팅에 적합할 뿐만 아니라 장치의 경량화가 가능하여 현장 설치 및 운용이 용이할 수 있음. 특히 건축용 3D 프린팅 기술의 파급효과는 매우 클 것으로 예측되는 바, 예상 기술 수요가 적지 않을 것으로 판단됨

[표] 건축물 대상 3D 프린팅 장비 관련 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> • 국내 3D 프린팅 시장 급속한 성장 전망 • 정부차원의 한국형 스마트공장 기술개발과 시범구축을 통한 3D 프린팅 지원 사업 진행 • 1995년~2015년까지 3D 프린팅 관련 특허 출원 건수가 2위 (미국 1위) • 정부부처 주관 3D 프린팅 기반 조성사업 지원 프로젝트 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국 대비 건설산업 내 3D 프린팅 수요에 대한 시장형성이 미흡함 • 선진국 대비 특허 출원 비중(6.8%) 미흡 • 글로벌 건설시장 선점을 위한 3D 프린팅 원천기술개발 연구인프라 미흡 • 국내 3D 프린팅 산업 도입 초기 단계 • 주요 선진국 대비 건축산업 내 활용 분야 부족(모형 및 인테리어 소품 제작)
기회요인(Opportunity)	위협요인(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린팅 글로벌 시장규모는 2018년 162억 달러로 예상 • 도시성장에 따른 건축도시 분야 지속가능개발을 위한 창의적 원천기술 개발 필요 • 폐기물 배출과 재사용/재활용, 이산화탄소 배출 등에 대해 극복하여, 글로벌시장 점유율을 높일 수 있는 융복합 건설기술 수요 증가 • 비정형 건축물 생산에 직면한 기술적 한계(생산단가상승, 정밀한 생산방식 필요, 생산의 비효율성 급증 등)에 대한 새로운 기술 및 생산체계 수요 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 건설시장 내 FDM방식의 3D 프린팅 건축물 시장 형성 및 선점 국가(중국) 및 기업(Winsun)이 존재함 • 주요 선진국들의 3D 프린팅 기술개발 및 인프라 조성 국내 대비 집중투자 확대 • 3D 프린팅 원천기술 특허장벽으로 장비, 소재 등 기술개발의 제한 • 주요 선진국의 3D 프린팅 산업의 상업화 수준으로 진입 • 주요 선진국들의 글로벌 시장점유율이 전체 시장의 절반 이상을 차지

□ 특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	현수식(懸垂式) 3차원 프린팅 장비	10-2017-0097496 (2017.08.01)	10-1999219 (2019.07.05)	한국