

건물 보수의 새로운 일꾼, 3D 프린터

3D 프린팅을 활용한
건축물 보수·보강 기법

Editor
김세별

Researcher
박상기(미래전략본부 수석연구원)

여러 가지 재주를 가진 사람이 팔방미인이라면 기계의 팔방미인은 단연 3D 프린터이다. 3D 프린터는 최고의 응용력을 자랑하며 최근 몇 년 사이, 패션, 항공, 의료, 제조 등의 다양한 분야에서 활약하고 있다. 건축계에도 3D 프린터 열풍은 거세다. 특히 최근 다양한 소재가 개발되면서 무궁무진한 가치를 더하고 있다. 3D 프린터와 함께하는 건축의 미래는 어떤 모습일까?

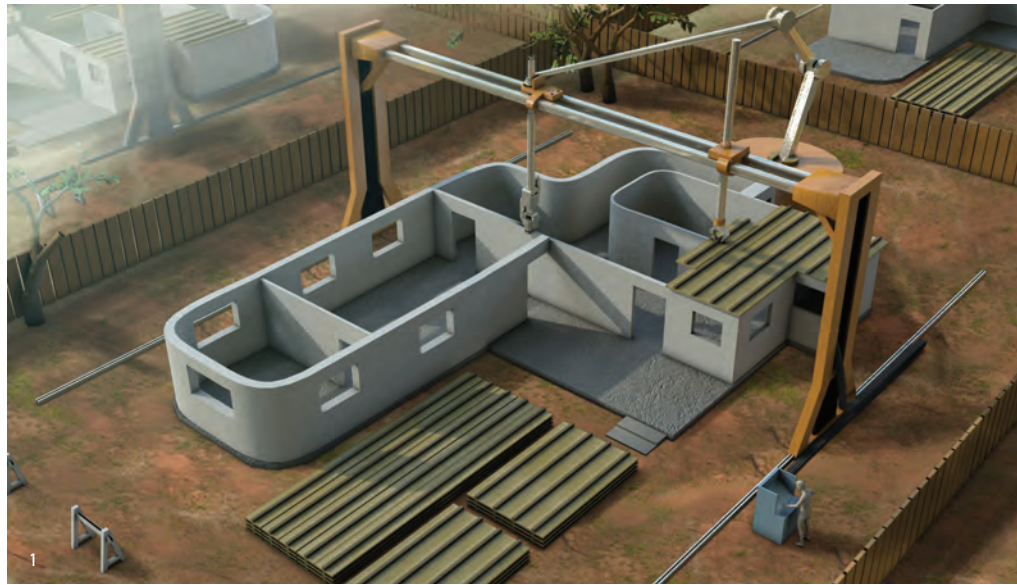


더 튼튼한 건물을 위한 생각

전 세계가 갑작스러운 기후변화로 고생하고 있다. 이 고생을 사람만 겪는 것은 아니다. 건물도 변덕스러운 날씨에 피해를 입고 있다. 건물 피해는 인명 피해로 직결된다. 변덕스러운 날씨뿐 아니라 오래된 건축물도 사용 기간이 길어질수록 자연스럽게 보수해야 하는 곳이 발생한다. 철근 콘크리트로 만든 오래된 건축물은 벽에 습기가 차고 콘크리트 품질에 따라 재료가 분리되기도 한다. 벽에 금이 가거나 물이 새거나, 표면이 떨어져 녹이 스는 등, 그 모습도 다양하다. 이 중 가장 큰 문제는 건물에 금이 가서 건물강도가 떨어지는 것이다.

철근 콘크리트의 경우, 철근에 녹이 슬어 재료가 분리되었거나 금이 가는 등의 문제가 발생하면 콘크리트 강도가 평균 약 60~80% 수준으로 떨어진 다. 건축물 보강을 위해서는 갈라진 부위를 폴리머 시멘트 모르타나 에폭시 수지 모르타 등으로 막고 철근이 더 이상 부식되지 않도록 해야 한다.

이런 보수는 주로 현장 인부들이 하게 되는데 인부의 실력마다 보강결과가 다르게 나타나는 것이 큰 문제이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 크게 세 가지 요건이 충족되어야 한다. 먼저 시공된 재질과 가장 비슷한 재질로 보수할 것, 일정한 공정을 통해 안전도를 높일 것, 마지막으로 각각의 하자에 딱 맞는 크기의 보형물을 이용할 것, 우리는 이 세 문제를 해결해 줄 구원투수로 3D 프린터를 생각했다.



3D 프린터의 4대 매력

우리가 특별히 3D 프린터에 주목한 이유는 크게 4가지이다. 하나는 공정의 단순함이다. 3D 프린터는 공정을 통해 제품이 생산되는 전통적인 생산방식이 가진 복잡한 과정을 과감히 생략하고 그래픽 도면만 완성되면 바로 생산할 수 있다. 이는 3D 스캐너만 있으면 현장에서 바로 보완해야 할 부분은 도면으로 제작, 제품으로 출력할 수 있다는 것을 의미한다.

두 번째 매력은 제품의 모양과 상관없이 정교한 제작이 가능하다는 점이다. 기계나 레이저를 이용하여 재료를 깎는 이전의 방식과 달리 3D 프린터는

한 층 한 층 쌓아올리는 방식으로 제품을 만든다. 내부에 공간이 복잡하게 얽혀있는 다공(多孔)조직의 티타늄 엉덩이뼈나 금형을 빨리 식히는 복잡한 구조의 쿨링 시스템, 벌집구조의 탄두 등은 이전의 생산방식으로는 구현하기 어려웠지만 3D 프린터 등장으로 가능하게 되었다. 건물보수에도 3D 프린터를 이용하면 갈라진 작은 틈새까지도 정확하게 일치하는 정교한 보형물을 제작할 수 있다. 3D 프린터의 세 번째 장점은 다품종 소량생산에 유리하다는 점이다. 이는 맞춤 제작이 이전보다 훨씬 저렴한 가격에 이루어질 수 있다는 것을 의미한다.

1. 3D 프린터를 이용해 230m에 이르는 집을 20분만에 만드는 컨투어 크래프팅

2. 3D 프린터로 건설될 예정인 두바이의 사무실 건물

*컨투어-크래프팅 기술

코네쉬비스 교수의 이란 대지진을 겪은 난민을 위한 초고속 저비용 집에 대한 고민으로 시작된 이 기술은 거대한 3D 프린터로 벽체를 차례로 쌓아올려 모듈화하는 방식으로 집을 짓는 기술로 주거난민 문제해결에 대한 대안으로 주목받고있다.

**FDM 기법

압출 적층 조형방식이라고 하는 FDM 방식은 노즐을 뜨거운 온도로 올려 소재를 녹인 후 얇은 필름 형태로 쌓아올려 만드는 방식이다.

마지막으로 소재가 무궁하고 가공이 쉽다는 점이다. 처음 고체나 가루 형태의 폴리머(수지)에서 시작된 3D 프린팅 소재는 금속, 종이, 음식재료, 바이오 등 그 범위를 급속히 넓히고 있다. 또한, 재료에 물성과 상관없이 대부분 제작 공정이 비슷하다는 점이다.

세계 곳곳에서 건축과 3D 프린터가 만나다

3D 프린터를 활발히 적용하는 다른 분야와 마찬가지로 건축 분야에서도 최근 3D 프린터를 응용하는 사례가 급증하고 있다.

먼저 예술적인 건축부분에서 가장 활발한 사용을 보이는 나라는 네덜란드이다. 네덜란드 건축가들은 기존의 방법으로는 불가능한 곡선이 중심이 된 복잡한 디자인을 3D 프린터를 통해 구현했다. 안야프 라이제나르스는 2013년, 5m 크기의 3D 프린터로 뫼비우스 띠 형태의 건물인 랜스케이프 하우스(Landscape House)를 제작했다.

현재 조각박물관으로 사용하고 있는 이 건물은 모래와 산화마그네슘 등의 재료를 섞은 자재를 사용하여 일반적으로 쓰이는 포틀랜드 시멘트 보다 견고하다.

규모로 압도하는 나라는 단연 중국이다. 2012년 8월 TED 강연회에서 코쉬네비스(Behrokn Khoshnevis) 남캘리포니아 교수는 컨투어-크래프팅(Contour Crafting)* 기술을 활용하여 약 70평 콘크리트 집을 20시간 만에 집을 짓을 수 있다고 발표했다. 중국 잉추앙 신소재 주식회사(Yingchuang New Material Inc.)는 이 이론을 현실로 입증했다. 이들은 재활용 건축자재와 4대의 거대한 3D 프린터를 이용하여 24시간 내에 20채의 집을 짓는 데 성공했다. 한 채의 비용은 약 5,000달러였다. 이 프로젝트에 프린터를 제작한 중국 건설사 원선 데코레이션 디자인 엔지니어링 기업(WinSun Decoration Design Group)은 FDM(Fused Deposition Modeling)** 기법으로 6일 만에 콘크리트를 적층한 5층 아파트, 3일 만에 1,100㎡ 단독주택을 선보였다. 새로운 기술의 도전은 미국이 주도하고 있다. NASA는 3D 프린팅 기술과 로봇을 이용하여 우주 공간에서 필요한 부품을 조립하는 기술을 개발하고 있다. 이를 위해 실리콘 밸리의 한 벤처기업 Made In Space사에서 무중력 상태에서 작동하는 ZERO-G 프린터를 개발하고 있다. NASA는 이미 2013년에 거대한 거미형 로봇을 이용해 달의 먼지(광물자원)를 건축용 벽돌로 만들어 거주지를 건설하는 프로젝트를 발표했으며 유럽 우주국(ESA)도 달의 먼지를 3D 프린터를 활용해 자재로 사용하는 방안을 내놓은 바 있다.

우리나라 3D 프린팅 시장과 건축과 접목 가능성

우리나라 3D 프린팅은 시제품 제작 및 맞춤형 의료도구 제작에 주로 이용되고 있다. 우리나라에서 사용하고 있는 산업용 3D 프린터는 세계 3D 프린터계의 양대 산맥인 Stratasys사와 3D systems사의 제품이 주로 사용되고 있다. 국내 기업 제품의 점유율은 현재 3%대에 머물고 있지만 급속한 성장을 거듭하고 있다.





우리나라는 아직 걸음마 수준이지만 해외에서 진행된 다양한 프로젝트를 생각해 볼 때 그 가능성은 무궁하다. 3D 프린팅 기술이 가지고 있는 맞춤형 제작의 경제성, 다양한 제작형태와 제조기술과 제조공정의 융합만큼이나 단점도 있다. 대표적인 단점은 조형속도가 매우 느리다는 점이다. 60cm²의 플라스틱 조형물 생산에 대략 1시간 정도가 필요하다. 또한, 표면의 해상도가 수십 나노미터대로 가능하지만 금형제조방식과 비교했을 때, 다소 떨어질 뿐 아니라 적층방식으로 만들기 때문에 단층방향 힘에 약한 편이다. 횡력에 대한 저항능력 확보와 성능 검증의 규정이 필요하다. 특히 3D 프린팅 기술을 활용한 건축물에 대한 건축규정이 마련되지 않아 안전성을 검증할 수 있는 부분에 대한 보완이 필요하다. 마지막으로 소재의 한계이다. 현재 기술로 가능한 소재는 광경화성 수지, 레이저를 쏘아 녹일 수 있는 수지, ABS 필라멘트 및 금속 등으로 한정되어 있다. 기존 건축물에서 사용하는 강, 콘크리트, 탄소판 등 비교적 단단하고 안정적인 강도를 유지하는 소재개발이 필요하다. 입자의 크기가 미세하고 점성이 낮으며

3D 프린터를 활발히 적용하는 다른 분야와 마찬가지로 건축 분야에서도 최근 3D 프린터를 응용하는 사례가 급증하고 있다.



딱딱하게 굳은 조건이 좋은 3D 프린터용 충전재들이 다양하게 개발된다면 인부들에 따른 보수 보강 기술의 격차를 줄일 수 있을 것이다. 또한, 3D 스캐너를 이용하여 손상부위를 정확히 측정 후, 이를 바탕으로 도면을 제작, 3D 프린터로 출력하여 보수 보강한다면 좀 더 손쉽고 저렴하게 맞춤형 보강이 가능할 것이다.

새로운 기기는 새로운 가능성을 연다. 3D 프린터는 ICT와 제조가 함께 엮힌 새로운 세계로 우리를 초대한다. 세계적인 움직임 속에 우리나라의 이름이 함께 하기 위해서는 이와 관련한 빠른 대응과 관련 연구가 진행되어야 할 것이다. **□**

-
3. 3D 프린터는 기존방법으로는 불가능한 복잡한 곡선을 쉽게 구현할 수 있다.
 4. ISS에 배치된 부품제작용 3D 프린터, 메이드인 스페이스
 5. 중국에서는 최근 다양한 3D 프린터 건축을 시도하고 있다.
 6. 좋은 조건의 3D 프린트용 충전재들이 개발된다면 3D 프린터를 이용한 건설이 더욱 활성화 될 것이다.
-