

건축용 3D 프린팅 기술

3D Printing Technology for Building Construction



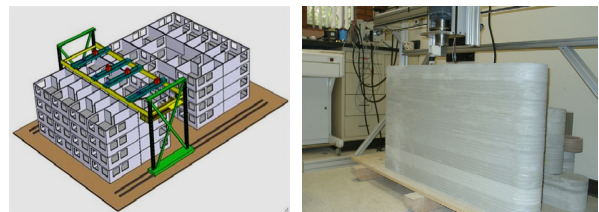
이 동 규*
Lee, Dong-Kyu

1. 건축용 3D 프린팅의 동향

해외 주요 선진국에서는 이미 3D 프린팅 기술의 건축 분야 응용에 대한 연구 및 실용화가 활발히 진행되고 있다. 미국 USC 대학의 코쉬네비(Khoshnevis) 교수는 200평 규모의 건물을 20시간 안에 프린팅할 수 있는 콘투어 크래프팅(Contour crafting)이라는 기술을 발표하였다.

네덜란드의 건축업체 더스(DUS)는 플라스틱계열의 소재를 사용하여 맞춤형 주택을 시공하는 3D 커널하우스(Canal house) 기술을 일반에 공개하였으며, 2014년 3월 네덜란드 순방 중이던 미국의 버락 오바마 대통령이 현장을 방문하여 관람 후 자국 내 해당 기술 지원정책을 발표하였다.

중국의 상하이 소재 설계회사인 윈쑤 엔지니어링社は 3D 프린터를 이용해 거주 가능한 건축물을 완성하였고, 최근 5층 아파트를 완공하였다. 글로벌



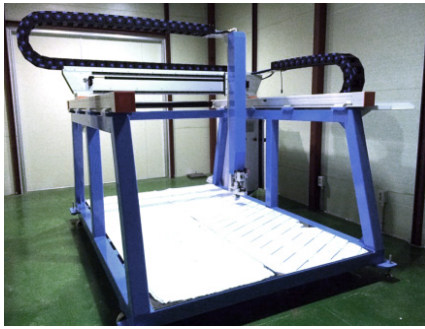
〈Fig. 1〉 Contour crafting of USC



〈Fig. 2〉 3D printing of DUS(left) and Winsun(right)

* 세종대학교 건축공학과 부교수
Department of Architectural Engineering, Sejong University

탐 9 건설회사인 스웨덴의 스칸스카(Skanska)는 영국의 러프버러 대학(Loughborough Univ.)과 3D 프린팅 건축물의 조기 실용화를 위한 MOU를 체결



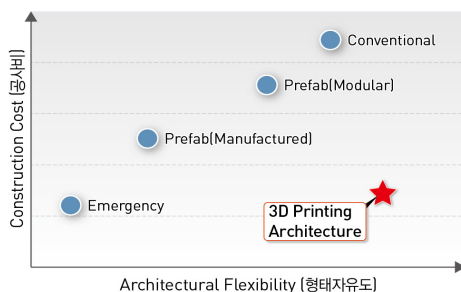
〈Fig. 3〉 BRP-I

하고 건설의 새로운 패러다임을 열게 될 3D 프린팅 건축물 사업을 시작하였다¹⁾.

국내의 경우 3D 프린터를 건축 산업에 활용하는 연구는 그동안 전무하다가 최근에 한국건설기술연구원에서 국토교통부 과제로 진행 중에 있으며, 개인연구로서는 2016년 종료한 세종대학교 국토교통부 창의도전 연구의 BRP-I이 국내 최초의 건축부 채용 3D 프린터이다.

2. 건축용 3D 프린팅의 장점

건축용 3D 프린팅 기술은 〈Fig. 4〉와 같이 자유로운 형태의 건축물을 저렴한 공사비와 빠른 시공속도로 생산할 수 있다. 즉, 임시 시설물 수준의 공사비로 기존 건축물과 대등한 품질 확보가 가능하고, 기존 건축물 수준의 품질을 유지하면서 월등히 향상된 속도로 시공이 가능하다.



〈Fig. 4〉 Cost by architectural flexibility

그리고 기존 공법 대비 획기적인 공사비 절감이 가능하다^{1),2)}. 즉, 재료비, 시공비, 인건비 모두 기

존 공법 대비 25~30% 절감이 예상된다.

또한 3D 프린팅 건축물 기술은 공정 간 대기시간이 필요 없는 연속적 공법으로서, 기존 건설공사에서 시간과 비용의 낭비가 집중되는 공정 간 대기시간을 제거함으로써 전체 공사기간을 획기적으로 단축할 수 있다.

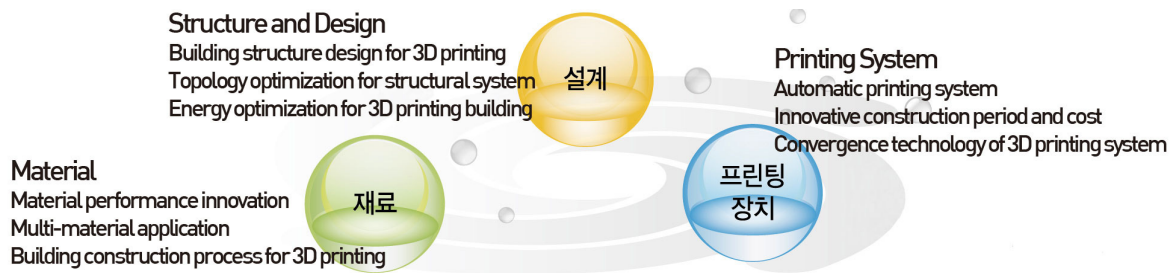
3. 건축용 3D 프린팅 방식의 특성

3.1 개인주문생산 방식

대량생산 시대의 대표적인 산물인 아파트는 획일성에 대한 거부감과 인구의 감소로 인해 점차적으로 지양되고 있으며 실제적으로 수요가 감소하고 있다. 건축 분야에 새로운 니즈가 생겨나고 있으며 이는 다양성의 가치가 강조된 자유형태(Free form) 및 비정형(Irregular form) 건축을 수행하기에는 기존 방식에 문제가 많다. 3D 프린팅 기술의 간편한 제작성으로 말미암아 건축 분야에 도입할 수 없었던 주문생산 방식이 가능해져 기존 대량생산 시대(Mass production)의 건축과는 다른 개념의 대량 사용자화 시대(Mass-customization)의 건축을 생산하고 이에 맞는 새로운 시장수요를 창출할 수 있다.

3.2 건축생산프로세스의 단순화

기존의 생산프로세스는 기획-설계-엔지니어링-도면제작-허가-견적-입찰-제작-시공-감리 등 복잡하고 다단계인 수많은 공정으로 이루어져 있어 원가상승, 부실시공, 건설크레임 등 많은 문제점이 발생하고 있다. 업계 특성상 수많은 사람들이 참여하여 협업해야 하므로 각 단계 참여자들 간 의사소통이 제대로 이루어지지 않을 경우 책임소재의 불분명, 건설비리, 공기연장 등 고질적인 문제가 발생할 수 있다. 그러나, 3D 프린팅 기술을 도입할 경우 설계-제작-조립과 같은 생산방식이 단순화되므로 이러한 문제를 사전에 예방하고 비효율성을 개선함으로써 원가절감을 이룰 수 있다.



〈Fig. 5〉 Convergence technology for 3D printing of buildings

4. 건축용 3D 프린팅 기술과 전망

4.1 융합적 성격의 기술

거주성이 확보된 건축물을 현장에서 신속하게 3D 프린팅하기 위해서는, 대형 3D 프린터, 프린팅 속도, 구조 설계, 표면 해상도, 다양한 고강도 프린팅 재료, 장비 제어 기술 등의 기술적 난제들을 동시에 해결하여야 한다²⁻⁴⁾.

이는 건축 뿐 아니라 설계, 기계, 소재, IT 등 다양한 학문 분야 간의 협동 연구(Fig. 5)를 통해서만 접근 가능한 전형적인 융합 연구 분야로, 실험 증명 및 유사환경 시험 등의 수준에 머물러 전혀 실용화 되지 못하고 있는 현재의 기술 개발 단계를 고려할 때 협동 융합 연구를 통하여만 효율적으로 진행 될 수 있을 것으로 판단된다. 앞서 국내외 연구 동향에서 살펴본 바와 같이 미국, 유럽 등에서 진행되는 관련 연구도 대부분 기업 및 대학의 협동 통합 연구 센터를 통하여 진행되고 있다.

4.2 산업경제적 기대와 전망

기술적 부가가치가 높은 3D 프린팅 최적화 건축물의 설계, 생산, 장치 분야를 선도하기 위한 계기를 마련할 수 있다.

즉, 초기 시장형성 단계인 3D 프린팅 건축물 시공 분야에서 국내 업체들의 초기 시장 선점을 통한 기득권 확보 및 기술 기반 창조경제의 기틀 마련이 가능하다. 현재 건축물 시공에 필요한 3D 프린팅 기술에 지급하고 있는 해외 기술료를 절감하고 이를 관련 산업의 신기술 개발을 위한 재투자과 신고

용 창출로 이어지는 선순환 구조를 확립할 수 있다.

3D 프린팅 관련 산업의 시장규모⁵⁻⁷⁾가 2015년 37억 달러에서 2021년 108억 달러로 가파르게 증가할 것으로 예상되며 이 중 건축 관련이 3.8%를 차지하는 것으로 보고되는 바, 본 연구센터 사업 추진 시 국내 핵심 엔지니어링 기술 확보를 통해 기술수입 대체 및 생산유발 효과가 있을 것으로 예상된다.

현실적 관점에서 적용 분야를 예상한다면, 단기적으로는 국내의 경우, 축사, 대피소 등 비주거 시설물과 임시 주거용 건축물에 활용도가 높으며 국외의 경우, 극한지, 사막 등 극한 환경에서의 시설물 축조에 강점이 있을 것이다. 중장기적으로는 재료의 다양화와 시공 품질의 향상을 통하여 주택, 주상복합 등 일반 건축물과 달리지, 비정형 건축물 등 특수 건축물의 경제적인 급속 시공으로 확대 적용이 가능할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 최근 국내외적으로 관심이 고조되고 있는 건축용 3D 프린팅 기술을 대상으로, 향후 3D 프린팅 건축물의 실용화 관점에서 초점을 맞추어 소개하였다. 이를 위해 먼저, 국내외 3D 프린팅 건축물 관련 기술을 수집 및 분석하였다. 특히 설계, 구조, 재료, 장비의 융합적 기술 관점에서 분석하여 3D 프린팅 건축물의 발전 방향을 설정하였다. 본 기술기사는 건설 분야 설계자와 엔지니어에게 향후 건축물용 3D 프린팅 기술 구현에 있어 새로운 패러다임의 건설 산업 실용화를 촉진할 수 있는 기초자료를 제공한다.

References

1. Industry Technology Trends of Global 3D Printer, 2013, Korea Institute of Machinery & Materials / Global 3D Printing Industry and Policy Trends, 2013, Information Industry Agency for Industry Promotion
2. BBC, Transplant jaw made by 3D printer claimed as first, 2012. 2. 6. / Economist, The shape of things to come, 2011.12.10.
3. Technology Review, Micro 3D Printer Creates Tiny Structures in Seconds, 2013.3.5.
4. I. S. Hong, Change the concept of 3D printing manufacturing, 2013, LG Economic Research Institute
5. WIPS Corporate Blog Idea Playground, 2014, Patent Trend Analysis of 3D Printing, Polymer science and technology, 25(1), 51-55.
6. New technology teaching materials for Patent Office Examiner, 2014, Precision parts 3D printing, International Intellectual Property Research Institute
7. Y.S. Park, 2040 Future Report of the United Nations, 2013, Kyobo Publisher