

# 3D 프린터를 이용한 비정형 건축 구조물 시공법의 기술적 한계 분석

## Technical Limit Analysis of the Construction Method of Free-curved Architectural Structure using 3D Printer

김 균 태\*

전 영 훈\*\*

Kim, Kyoon-Tai

Jun, Young-Hun

### Abstract

In this paper, we classify 3D printer technologies which are becoming a recent issue, and analyzed the features and limitations of the technology. As a result, we can see that there is no 3D printer technology that can produce a completely free-curved architectural structure. In order to construct a completely free-curved architectural structure with a 3D printer, it is necessary to draw up a new concept technique that complements the drawbacks of the two methods.

키 워 드 : 건설자동화, 3D 프린터, 비정형 건축 구조물, 기술분석

Keywords : construction automation, 3D printer, free-curved architectural structure, technical analysis

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

과거에는 높고 큰 건축물을 지을 수 있는 건설기술이 한 나라의 과학, 산업, 기술, 문화, 경제를 가늠하는 척도였으나, 최근에는 비정형 건축물은 기술적 우월성을 나타내면서도 사회문화적 의미를 갖는 새로운 척도가 되고 있다[1]. 그런데 비정형 건축물을 구현하는 과정에 많은 기술적 제약이 존재하고 있다. 따라서 1990년대 초반 해도 대부분의 비정형 건축물들은 도면을 그릴 수 없거나 또는 천문학적인 건설비가 소요된다는 이유 등으로 “지을 수 없는 건축물”로 간주되었다. 최근에 BIM(Building Information Modeling), 정보통신기술, 컴퓨터, 센서, 구조 및 환경엔지니어링 기술이 발달함에 따라 과거보다는 비정형 건축물의 구현이 용이해 졌으나, 현실적으로 수용 가능한 품질, 가격, 범위 내에서 지을 수 있는지 여부에 대해 분석해 보면, 기술적 제약이 여전히 존재하고 있는 실정이다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 그중 3D프린터를 이용한 건축물 시공기술이 가장 현실적인 대안으로 생각되고 있다. 그러나 이 기술에도 한계가 존재하는 실정이다. 본 연구의 목적은 3D 프린터를 이용한 비정형 건축물 시공의 한계를 극복하기 위한 기초연구로, 3D프린팅 시공법의 기술적 한계를 분석하는 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 대상은 비정형 건축물의 구조체이다. 따라서 3D프린터를 이용한 거푸집 제작이나 마감, 장식재 등의 제작 혹은 MEP 제작 등은 연구범위에서 제외한다. 본 연구에서는 우선 3D프린터를 이용한 건축물 시공기술을 분류한다. 다음으로 각 분류별 기술적 한계점을 분석한다.

## 2. 3D 프린터 건축시공 기술 분류

기존 3D 프린터를 이용한 건축물 구조체 시공기술은 크게 ‘적층형’과 ‘부재생산형’으로 구분할 수 있다. 적층형 시공기술은 노즐에서 분사된 재료를 층(layer)으로 쌓아나가는 공법으로, 일반적으로 제조업에서 FDM방식과 흡사하며, 가장 일반적으로 알려져 있는 공법이다. 이 방법은 건축물을 한 번에 출력할 수 있으므로 매우 효율적인 공법으로 기대되고 있다(그림 1 참조). 한편 부재생산형은 현장 또는 공장에서 기둥, 보, 벽체 등의 부재를 생산하고, 생산된 부재를 PC부재처럼 운반, 조립하여 건축물을 시공하는 공법을 말한다(그림 2 참조). 이 경우, 파트별로 건축물을 나누어 제작할 수 있으므로, 프린터의 크기가 작아도 되며, 부분적인 오류의 수정이 용이하다는 장점이 있다. 또한 자유곡면으로 된 각 파트들을 조립하여 입면적으로도 비정형인 외형을 생산할 수도 있다.

\* 한국건설기술연구원 연구위원 공학박사, 교신저자(ktkim@kict.re.kr)

\*\* 한국건설기술연구원 연구원

### 3. 기술적 한계 분석

적층형은 분사된 재료가 적층된 부분이 울퉁불퉁해서 시공품질 확보가 어렵고(그림 3 참조), 평면상의 자유곡면은 구현가능 하나 입면적인 자유곡면을 구현하는 것은 어렵다는 한계가 있다. 또한 이 공법을 위해서는 건축용 3D프린터가 집보다 커야 하며, 출력 도중에 오류가 발견되어도 수정이 어렵다는 문제도 있다[3]. 한편 부재생산형은 생산→운반→양중→접합 등 생산과정이 복잡하고, 접합부 하자 등 기존 PC부재와 유사한 문제점이 발생할 가능성이 있다는 한계가 있다. 특히 접합부의 시공이 정밀하지 못할 경우에는 계획된 자유곡면이 만들어지지 않거나, 누수 등이 발생할 우려가 있다(그림 4 참조). 또한 이 방식으로 만들어진 벽체는 구조재가 되기 어렵다는 문제도 있다. 따라서 두 공법의 단점을 보완하고, 장점을 취할 수 있는 기술이 개발되어야 할 시점이라고 생각된다.



그림 1. 미국 캘리포니아대의 Contour Crafting[2]



그림 2. 중국 상해영창식설계 공정회사의 부재제작[2]



그림 3. 적층방식의 시공면 사례[3]

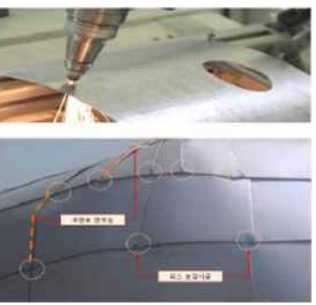


그림 4. 정밀한 생산방식 및 접합시공 필요[2]

### 4. 결 론

본 연구에서는 최근에 이슈가 되고 있는 3D 프린터를 이용한 건축물 시공기술을 분류하고, 각 기술별 특징과 한계점을 분석하였다. 그 결과 현재 기술로는 완전한 자유곡면 구조벽을 생산할 수 있는 3D프린터 기술이 부재함을 알 수 있었다. 완전한 자유곡면의 건축물을 3D프린터로 시공하기 위해서는 두 공법의 단점을 보완된 새로운 개념의 기술이 도출되어야 할 것으로 판단된다.

### Acknowledgement

이 연구는 한국건설기술연구원 주요사업의 연구비지원(과제번호:20170521-001)에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

1. 이강, 비정형 건축의 시공문제점들, 건축, 2008,4
2. 이승재 외, 건축물 대상 3D 프린팅 장비 및 설계기술 개발 기획 최종보고서, 국토교통과학기술진흥원, 2015,9
3. 아토플래닛, 3D프린터 건축의 현재와 미래, <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=dokkosam&logNo=220734294511>, 2017,10,16. (인용일)