

소형건축물 수직골조 대상 3D 프린팅 액티비티 분석

An Analysis of 3D Printing Activities for Vertical Structure of Small Building

박형진* 주기범** 서명배***
Hong, Kil-Dong Lim, Gguk-Jeong Jang, Kil-San

Abstract

Construction automation is needed to improve construction productivity. 3D printing is a key technology of the 4th industrial revolution, and when applied to the construction field, the ripple effect is very large. In this paper, we propose a 3D printing method that can predict the 3D printing process and estimate the construction duration for each process. Through literature review and expert consultation, eight 3D printing activities for structure work were derived. Construction duration and cost estimation for each activity will be needed in the future research.

키워드 : 3D 프린팅, 공사기간, 골조공사, 액티비티
keywords : 3D printing, construction duration, structure work, activity

1. 서론

최근 건설 노동자의 고령화, 3D 업계 종사자의 감소, 생산가능인구감소 등으로 건설시공 인력의 부족이 현실이 되고 있다. 또한 건설에서의 안전사고가 계속되어 발생하고 있으며, 건설 생산성 또한 선진국대비 1/3 수준으로 매우 낮은 편이다¹⁾. 따라서 첨단 기술을 융·복합하는 4차산업 혁명 기술개발로 돌파구 마련이 필요하다. 3D 프린팅 기술 4차산업혁명의 핵심기술 중 하나로서 건설분야에 적용될 경우 거푸집 없이 원하는 모양의 구조물을 바로 시공할 수 있다는 장점이 있다. 이는 건설공사에서 인력에 의존하는 부분을 획기적으로 줄일 수 있는 시공 자동화 기술이다. 본 연구에서는 3D 프린팅 기술이 건설에 적용될 때를 가정하여 3D 프린팅 시 예상되는 공정을 도출하고 각 공정별 공사기간을 산정할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 3D 프린팅으로 건축물의 모든 부분을 시공하기에는 아직 기술적·구조적 한계가 있으므로 모르타르 출력기술을 대상으로 한정한다.

2. 3D프린팅 기술 동향

건설 3D 프린팅은 2012년 중국 WINSUN社를 필두로 미국 Andrey Rudenko, University of Southern California, 영국 Loughborough University, 러시아 Apis-cor, 네덜란드 DUS Architects, 이탈리아 D-Shape 등 다양한 나라에서 진행하고 있다. 대부분 겐트리(gantry)방식의 3D 프린팅 방식을 채택하고 있으며 Apis-cor의 경우 크레인(crane)방식을 채택하고 있다. 겐트리방식은 건물 규모보다 큰 프린터를 세우고 그 안에서 한번에 출력하는 형태이다. 프린터만 설치되면 직교계 좌표로 안정적인 출력이 가능하며 전통적으로 3D 프린팅에서 가장 많이 사용되는 방식이다. 크레인방식은 T형 크레인처럼 회전하면서 출력이 가능하여 설치지점을 중심으로 원형 범위 내에 시공이 가능하다. 3D 프린팅을 보다 건축적인 시각에서 바라보면 기존 공법과의 연계, 관련 법/제도의 개정, 새로운 구조지침 및 구조시스템의 개발, 새로운 공사비 내역 및 공정표의 개발 등의 연구과정이 필요하다.

3. 건설 3D프린팅 프로세스 도출

골조공사를 대상으로 기존 건설공사의 표준화된 작업분류체계(Work Breakdown Structure, WBS)는 크게 거푸집공사, 철근공사, 기계공사, 전기/통신공사, 콘크리트타설공사 등으로 구분된다. 거푸집공사는 먹매김, 벽거푸집 해체/설치, 슬래브 거푸집 해체/설치, 계단 및 코어 거푸집 해체/설치 등 하위 액티비티로 다시 분류된다. 다른 공사들도 모두 하위 액티비티로 분류될 수 있으며 한국콘크리트학회(2003)에서 제공한

* 한국건설기술연구원 미래융합연구본부, 수석연구원, 교신저자(parkhyungjin@kict.re.kr)
** 한국건설기술연구원 미래융합연구본부, 선임연구위원
*** 한국건설기술연구원 미래융합연구본부, 수석연구원
1) World Economic Forum, Shaping the Future of Construction, '16.3

골조공사의 액티비티별 공종 및 표준 공사기간[1]은 표 1과 같다.

표 1. 골조공사 액티비티별 공종 (한국콘크리트학회)

Detail Activity	Duration	Detail Activity	Duration
Concrete curing and slab form remaining	6days	Delivering/assembling of wall form	2days
Inked string work	1day	Disassembling/assembling slab form	2days
Delivering/assembling wall reinforcement	1day	Delivering/assembling stair and core wall form	4days
Disassembling wall form	1day	Delivering/assembling of slab reinforcement	1(2)days
Disassembling stair and core wall form	1day	Slab mechanical/electronic/communication work	1day
Wall mechanical/electronic/communication	1day	Cleaning/test/finish concrete pouring	1day

본 연구에서는 2장에서 언급한 3D 프린팅 방식 중 가장 일반적이고 안정적인 겐트리방식을 가정하였다. 건설 3D 프린팅 공정 프로세스 도출을 위해 3D 프린팅 장비 전문가 3인, 3D 프린팅 재료 전문가 2인, 공동주택 시공 전문가 2인에 대해 지문 및 면담조사를 진행하였다. 원활한 지문을 위해 소형주택(10m * 10m * 3m)을 기준으로 3D 프린팅 골조공사를 진행하는 시나리오를 구축하였다. 초기 시나리오는 본 연구진이 작성하였으며 두 번의 전문가 면담을 통해 보완하였다. 기본적인 부지정리 이후 3D 프린팅 장비 및 재료배합 및 이송장치를 설치할 지점을 확인한다. 3D 프린팅 장비 설치공사는 철골세우기 공사와 유사하다. 재료믹서기와 이송관을 3D 프린팅 장비의 노즐에 연결한다. 이후 입력된 3D 모델정보에 따라 노즐이 움직이며 모르타르를 타설하게 되며, 구조적 안정성을 위해 중간에 보강재를 설치하고, 개구부는 가시설물을 설치하여 안정적으로 3D 프린팅 출력이 될 수 있도록 한다. 출력이 종료되면 3D 프린팅 장비를 해체하고 노즐 및 재료 이송장치를 청소하게 된다.

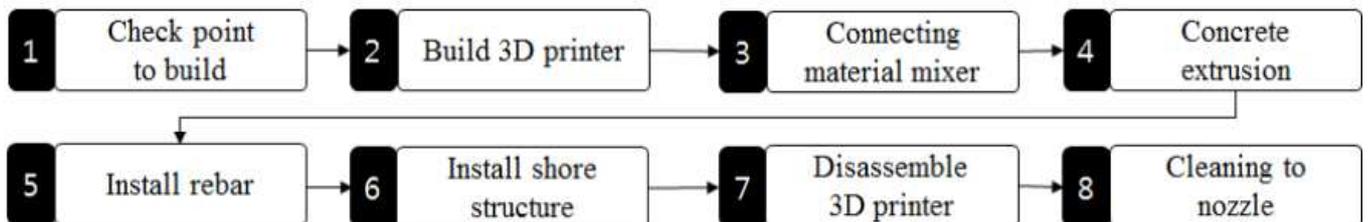


그림 1. 3D 프린팅 골조공사 액티비티

4. 결 론

본 연구에서는 3D 프린팅의 건설분야 적용을 위해 기존 콘크리트 시공 공법을 분석하고 3D 프린팅 방식이 적용되었을 때의 시공 프로세스를 도출하였다. 향후 3D 프린팅 공사 적용 시 공사기간 산정 및 원가 산정을 위해 보다 상세한 작업항목 도출이 필요할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 국토교통부 도시건축연구사업 연구비지원(18AUDP-B121595-03)으로 수행되었음

참 고 문 헌

1. 김병수, 전진구, 공공건설공사 공사기간 산정모델에 관한 연구, 한국건설관리학회지, 제6권, 제6호, pp.142~151, 2005.12
2. 한국콘크리트학회, 콘크리트 표준시방서, 2003