

시공현장 레이아웃 프린팅을 위한 건설자동화 기술 적용에 관한 연구

박은수*, 이안용**, 서희창***

*삼육대학교, **한국폴리텍 II 대학교, ***비아이엠펙토리
e-mail:espark@syu.ac.kr

A Study on the Application of Construction Automation Technology for Layout Printing in Construction Site

Eun Soo Park*, An Yong Lee**, Hee-Chang Seo***

*Sahmyook University, **Korea Polytechnic, ***BIM FACTORY Company

요약

최근 건설산업에서의 디지털뉴딜은 단순 숙련공에게 의존했던 건설현장을 정보기술(IT) 등 신기술과 결합해 혁신을 강조하고 있으며, 디지털 산업과 전통 산업인 건설업이 만나 시너지 효과를 낼 수 있는 한국판 뉴딜 SOC 디지털화에 새로운 가치를 요구하고 있다. 이에 본 연구에서는 시공현장에서의 레이아웃 프린팅 공정의 자동화 기술 개발 방향을 수립하기 위한 연구로써 레이아웃 프린팅 기술의 특성과 자동화 기술의 적용에 대하여 살펴보고자 하였다. 본 연구의 대상범위인 시공현장에서의 레이아웃 프린팅(떡매김 작업) 공정은 단순 작업자 중심 노동집약적 건설 공정으로 이루어지고 있는 대표적인 건설 기능인력 중심의 공정 기술이라 할 수 있다. 기존 떡매김 기술의 한계점을 고려해서 적용가능한 자동화 기술을 접목한다면, 기존 떡매김 작업의 비효율성을 개선하고, 앞선 디지털 레이아웃을 활용한 떡매김 작업 공정을 대체할 수 있는 기술로, 시공현장의 시공성능 향상 및 품질관리에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 건설산업에서의 디지털뉴딜은 단순 숙련공에게 의존했던 건설현장을 정보기술(IT) 등 신기술과 결합해 혁신을 강조하고 있으며, 디지털 산업과 전통 산업인 건설업이 만나 시너지 효과를 낼 수 있는 한국판 뉴딜 'SOC 디지털화'에 새로운 가치를 요구하고 있다.

2019년 한국과학기술기획평가원의 조사 [1]에 따르면, 국내 건설현장 자동화 기술의 수준은 선진국 대비 기술 격차가 매우 큰 것으로 나타났다. 최고기술 보유국(미국)의 건설기술 자동화 기술 수준을 100%로 보았을 때, 국내 건설현장 자동화 기술 수준 및 기술격차는 평균 65.68%(3.77년) 수준으로, 이에 대한 기술경쟁력 확보가 시급한 것으로 나타났다. 특히, BIM 설계 자동화 기술 61.36%, 시공 정밀제어 및 자동화 기술 수준은 62.14% 수준으로 타 기술 대비 상대적으로 낮은 기술 경쟁력을 보유하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 비용적 측면에서도 설계-시공간 오류에 따른 비용 손실이 직접비용 6.85%, 간접비용 7.36%로, 전체 계약금액의 약 14.21%를 차지하는 것으로 분석되었다. 이것은 건설현장에서 시공이 이루어지기도 전에 손실 가능성이 있는 비용이 14.21%라는 의미로 설계-시공 간의 휴먼에러 등의 문제점 개

선이 필요한 것으로 나타났다.

이에 본 연구에서는 시공현장에서의 레이아웃 프린팅 공정의 자동화 기술 개발 방향을 수립하기 위한 연구로써 레이아웃 프린팅 기술의 특성과 자동화 기술의 적용에 대하여 살펴보고자 한다.

본 연구의 대상범위인 시공현장에서의 레이아웃 프린팅(떡매김 작업) 공정은 단순 작업자 중심 노동집약적 건설 공정으로 이루어지고 있는 대표적인 건설 기능인력 중심의 공정 기술이라 할 수 있다.

2. 시공현장 레이아웃 프린팅 공정 및 기술 적용 범위

2.1 시공현장 레이아웃 프린팅의 개념

일반적으로 3D 도면상의 객체는 점과 점의 집합인 선으로 이루어져 있다. 선의 형태는 직선 또는 곡선으로서 형상을 표현하게 된다. 점은 3차원에서 X, Y, Z값을 좌표 값으로서 가지고, 이 좌표는 측량된 위치에 맞추어 배치되어야 하며, 이런 형상으로 구성된 시설물과 같은 오브젝트의 배치를 레이아웃(Layout)이라 한다 [2].

시공현장 레이아웃 프린팅은 이러한 공간 배치 레이아웃을

통해 건설공사 시 먹통, 먹물, 실(먹줄)을 이용하여 바닥면을 중심으로 기초, 기둥, 웅벽 등 세워질 곳에 표시해두는 작업인 표준시방서 상의 바닥면 먹매김 작업을 의미한다. 일반적으로 현장검측 후, 최종 확정된 세부시공 상세도면에 의거하여 시설물의 주요 기점(바닥면 형상이나 치수, 마감면 위치 등)에 먹매김(기준선)을 통해 마감재를 포함하는 벽 두께, 창호와 도어의 위치까지 디테일하게 표시하는 과정을 의미한다.

2.2 시공현장 레이아웃 프린팅(바닥 먹매김)의 공정 범위

건설공사 표준품셈(4-1-1. 먹매김, 12-2. 먹매김) [3]에서는 일반적인 시공현장에서 아래와 같이 거푸집 먹매김, 구조부 먹매김, 마무리 먹매김으로 구분하여 정의하고 있으며, 정의된 기존 먹매김 작업을 시공현장 레이아웃 프린팅 기술로 통칭하여 먹매김 건설자동화 기술을 연구하는데 목적을 두고 있다.

- 거푸집 먹매김: 거푸집을 설치하기 위한 작업
- 구조부 먹매김: 거푸집해체 후 구조부 내부의 기준선을 표시하기 위한 작업
- 마무리 먹매김: 조적공사 또는 여타 마감공사를 표시하기 위한 작업

2.3 디지털 레이아웃을 활용한 먹매김 기술

최근 디지털 레이아웃 장비를 활용해 시공현장 레이아웃 프린팅 작업을 시도하고 있다. 그러나 디지털 레이아웃 장비의 특성 [4] 상, 비용이 고가이며, 조작난이도가 복잡하고, 기준세팅 시간이 길고, 작업범위가 한정적인 단점이 있다. 이로 인해 현재까지 디지털 레이아웃을 활용한 먹매김 기술은 현장 허리막, 시공 감리에 일부 적용이 되고 있으나, 공정 효율상의 문제로 현장 먹매김 기술로는 적합하게 활용되고 있지 못하고 있는 실정이다 [5].



[그림 1] 디지털 레이아웃을 활용한 시공현장 설계

3. 결 론

현재 국내 먹매김 기술 개발은 실용 목적의 아이디어, 개념 정립 수준의 선행 연구만 수행된 바 있으며, 아직까지 기존 먹선을 이용한 수작업 기술이 활용되고 있다. 레이아웃 프린

팅 공정은 과거 인력중심, 작업자 숙련도 중심의 먹매김 공정을 활용해 기존 인력의 노하우에 의존해 시공이 이루어지고 있는 실정이며, 시공현장에서의 자동화 기술 적용에서도 앞선 디지털 레이아웃 기술이 일부 활용되고 있으나, 많은 어려움이 따르고 있는 실정이다.

기존 먹매김 기술 한계	자동화 요소기술 적용
작업기능인력 중심의 시공, 소규모 작업 범위	멀티레이어를 활용한 다양한 시공환경 적용 모듈
먹매김 시공 성능 저하, 시공 품질 불균일	시공환경 정밀 분석 후, 마킹 공정작업을 수행하는 자동화 기술 개발
설계-시공 휴먼에러, 현장 도면화 불일치	BIM/Point Cloud 정보를 통해 현장매칭이 가능한 레이아웃 프린팅 기술 적용

[그림 2] 시공현장 레이아웃 프린팅의 자동화 기술 적용 방향

그림 2와 같이 기존 먹매김 기술의 한계점을 고려해서 적용가능한 자동화기술을 접목한다면, 기존 먹매김 작업의 비효율성을 개선하고, 앞선 디지털 레이아웃을 활용한 먹매김 작업 공정을 대체할 수 있는 기술로, 시공현장의 시공성능 향상 및 품질관리에 활용이 가능할 것으로 기대된다. 또한, 레이아웃 프린팅 자동화 기술 개발은 지능형 서비스 건설기술로의 작업 혁신과 새로운 기술적 가치를 창출하는 국가적 차원의 디지털뉴딜 정책의 연속성을 가지고 있다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21CTAP-C163606-01).

참고문헌

- [1] 한국과학기술기획평가원, “패러다임 전환에 대응한 스마트 건설기계 개발사업”, 과학기술정보통신부, 9월, 2019년
- [2] 장민욱, “철근콘크리트 공사의 디지털 레이아웃 장비 도입을 위한 의사결정에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위논문, 8월, 2018년
- [3] 국토교통부, “2021 건설공사 표준품셈”, 국토교통부, 1월, 2021년
- [4] [https://mep.trimble.com/.](https://mep.trimble.com/), Trimble Rapid Positioning System
- [5] 유정현, “내장공사의 바닥먹매김작업 시 디지털 레이아웃 장비도입 효율성에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위논문, 8월, 2020년