

건설현장 안전관리를 위한 스마트건설 기술에 관한 연구

A Study on the Smart Construction Technology for Safety Management in Construction Sites

정인수*

Jung, In-Su

Abstract

The construction industry is a representative high levels of hazardous work environment, and the number of disasters in the construction industry is the highest compared to other industries. Information & Communication Technology(ICT) convergence technologies are being introduced worldwide, and this study considers ICT-based safety management cases at domestic and foreign, resulting in a list of technologies to recognize and resolve to construction site hazards. Technologies such as 「Development of hazard map considering cause, age, proficiency, type and timing of accident in construction industry」, 「Development of hazard map-based accident prediction platform using AI」, 「Development of smart safety management plan for whole construction work cycle」, 「Development of intelligent safety devices and smart safety equipment for mitigating hazard factors」 were derived as smart construction technologies that could solve this problem.

키 워 드 : 건설현장, 안전관리, 스마트건설, 위험지도

Keywords : construction site, safety management, smart construction, hazard map

1. 서 론

건설업은 대표적인 고위험 작업환경이며, 산업별 사망재해 분포를 보더라도 건설업이 570명(26.61%)으로 가장 많고, 광업(478명, 22.32%)보다도 높다. 건설업의 재해자수는 기타의 사업을 제외하면 27,686명(27.06%, 2018년기준)으로 가장 높고, 재해유형은 떨어짐이 9,191명(33.2%)으로 가장 많이 발생하고 있다. ¹⁾ 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 4차 산업혁명과 정보화 혁명 등으로 사람·사물·데이터 등 모든 것이 인터넷으로 연결되는 초연결사회(Hyper-connected Society)로 진입 중이며, ²⁾ 건설업 또한 점차 스마트건설이나 디지털 전환(Digital Transformation) 등의 기술이 도입됨에 따라 건설현장의 변화가 급격하게 이루어지고 있어 새로운 유해위험요인이 발생될 우려가 상존하고 있다. 이러한 변화의 기로에 있는 건설현장에서 발생될 수 있는 위험요소를 저감하기 위한 예방적 안전관리를 위해서는 현장작업에 ICT(Information & Communication Technology) 융·복합 안전기술을 접목할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국내·외 ICT 기반 안전관리 사례를 고찰하여 건설현장 위험상황을 인지하고 대응할 수 있는 기술 목록을 도출하고자 한다.

2. 기존연구의 고찰

건설재해예방을 위한 스마트건설 기술로는 웨어러블(wearable)과 CPS(Cyber Physical System)를 포함하는 사물인터넷(IoT), 드론, AR/VR, 빅데이터, 인공지능 등을 들 수 있다. ICT 기반의 건설안전은 근로자 안전, 업무프로세스 지원, 품질/실행성, 안전한 작업환경을 위하여 건설현장의 위험요인을 제거하고 예방하기 위한 것이라 볼 수 있다(임진석, 2018(산업안전을 건설안전으로 재해석 하였음)). ³⁾

일본 코마츠사에서 개발한 ICT 굴삭기는 GNSS(글로벌 위성 위치측정 시스템)를 통한 위치정보와 3D의 설계 데이터, 암(Arm) 제어 시스템을 통해 작업기구의 반자동화를 실현한 세계 최초의 머신 컨트롤 굴삭기이다. ⁴⁾ 미국의 HCS(Human Condition Safety) 스타트업 회사는 작업자들의 착용장비에 IoT 센서인 HCS 센서를 부착하여 작업자가 중장비가 근처에 있는 위험한 지역에 들어가면 시스템은 작업자에게 안전한 위치로 이동하라는 경고를 주고 그 중장비를 자동적으로 셧다운시킬 수 있는 시스템을 개발하였다. 미국 Realwear의 HMT시리즈는 산업용 안전모에 장착 가능한 AR 글래스로 폭발성 가스가 존재하는 고위험 작업환경 규격에 맞춰 제작되었다.

LGU와 포스코가 협력하여 센서와 CCTV, GPS 기술 등을 이용한 안전 모니터링과 함께 IoT 기반의 스마트 안전모 등을 도입하여

* 한국건설기술연구원 건설산업고도화센터 센터장, 공학박사, 교신저자(jis@kict.re.kr)

건설 근로자의 안전을 보장하기 위한 IoT 헬멧을 구현하여 적용하고 있다.⁵⁾ 한국철도공단은 드론을 활용하여 서해선 등 5개 철도건설 현장에 투입, 작업장 안전관리 상태에 대한 지속적인 모니터링을 하고 있다. 드론을 활용하여 수상교량 품질 점검과 터널 발파 후 위험요소 확인, 밀폐 공간 산소농도 측정 등 사람이 수행하기 위험한 일들을 담당한다. 한국산업안전보건공단은 건설업과 항만하역작업 현장을 간접적으로 체험할 수 있는 VR 기술로 일반인에게 위험성을 경고하는 기술을 구현하였다. 떨어짐, 크레인, 로봇사고를 VR을 통해 가상체험하고 타워크레인과 지게차 재해사례 및 안전대책 등을 AR 콘텐츠를 통해 체험할 수 있다.⁶⁾

국내·외 사례에서 알 수 있듯이 근로자 안전, 건설자재 생산, 품질 및 신뢰성 확보, 유해위험 환경 등에 IoT, 드론, AR/VR, 빅데이터, 인공지능 등이 활용되고 있음을 알 수 있다.

3. 건설현장 안전관리를 위한 스마트건설 기술 도출

유해위험요인이 상존하고 있는 건설현장의 안전관리를 위한 핵심가치는 표 1과 같다. 각각의 핵심가치를 달성하기 위한 솔루션으로는 안전 위험지도와 플랫폼 개발, 안전관리 방안 및 안전장비 개발을 대응시킬 수 있다.

표 1. 안전관리 핵심가치 및 가치 해결을 위한 스마트건설 기술

핵심가치	세부내용	스마트건설기술
위험상황인지 신속성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고위험 작업환경 위험요소 실시간 인지 ■ 근로자 인적요인 위험요소 조기 감지 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 건설업 사고원인, 연령, 숙련정도, 재해발생시기·유형을 고려한 위험지도 개발 ■ AI를 활용한 위험지도 기반 사고 예측 플랫폼 개발
위험상황안전 대응 지능성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 작업 위험도 진단 및 분석, 위험상황 지능적 사전예지 ■ 지능적 안전대응 및 대응절차 자동화 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 건설작업 전주기 작업별 대응 스마트 안전관리 방안 개발 ■ 위험요소 해소를 위한 공중별 지능형 안전장치 및 스마트 안전장비 개발

「건설업 사고원인, 연령, 숙련정도, 재해발생시기·유형을 고려한 위험지도 개발」에서는 건설사고 사례분석을 통해 공중별 위험요소(hazard)를 도출한 후, 건설사업 단계별 위험요소를 차단하고 감소할 수 있는 방안의 제시가 필요하다. 이 때 작업자의 연령과 숙련정도, 작업시 컨디션을 고려해야 하며 건설기계의 작업 루틴 등을 파악해야 한다. 접목시킬 수 있는 융·복합기술로는 안전사고에 관한 빅데이터와 인공지능이 쓰일 수 있다. 「AI를 활용한 위험지도 기반 사고 예측 플랫폼 개발」은 전술한 위험지도를 기반으로 현장관리자, 작업자, 건설기계 등이 상호 연결고리를 갖고 유기적으로 사고를 인지하고 예측할 수 있는 통합 체계로 정의할 수 있고 빅데이터와 클라우드 컴퓨팅 기술이 적용될 수 있다. 데이터셋을 분석하여 AI 기술로 사고 프로파일을 레포트할 수도 있다.

「건설작업 전주기 작업별 대응 스마트 안전관리 방안 개발」은 작업요소에서 발생할 수 있는 사고를 실시간으로 파악하고 사고요인별 저감방안 및 행동요령을 도출해야 한다. 사고를 실시간으로 예지하려면 IoT 센서를 활용하여 시설물 거동을 모니터링하고 드론으로 전체 건설현장의 안전상황을 포괄적으로 파악할 수 있다. 「위험요소 해소를 위한 공중별 지능형 안전장치 및 스마트 안전장비 개발」에서는 사례분석에서 살펴본듯이 IoT 기반의 스마트 안전모 및 스마트 밴드, 근로자의 근골격계 질환 예방을 위한 웨어러블 로봇, VR/AR 기술을 이용한 사고 탐지 및 회피 장비의 개발이 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2021년 과학기술정보통신부의 주요사업(과제번호: 20210160-001)의 일환으로 수행된 연구임을 밝힘.

참 고 문 헌

1. 고용노동부 산재예방보상정책국, 2018년 산업재해 현황분석, pp.10~14, 2019.12
2. 유영식, 4차 산업혁명을 대비하는 중국의 ICT 산업 및 정책 동향, p.4, 2017.5
3. 안전보건공단, 산업안전보건연구원, 안전기술 향상을 위한 융·복합 연구, p.24, 2018.11
4. 스마트콘스트럭션의建設機械の紹介, Komatsu Smart Construction, 2017
5. 정보통신신문, LGU+, 안전한 산업 현장 만드는 IoT 헬멧, <http://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=65911>, 2016.7.21
6. 대한전문건설신문, 건설자재 가상체험하고 있는 방문객, <http://m.koscaj.com/news/articleView.html?idxno=97070>, 2017.7.4