

# 3D스캐닝을 이용한 건설공사 스마트 품질점검 방안에 관한 연구

## Smart Quality Inspection Scheme for Construction Project Using 3D Scanning Technology

이 돈 수<sup>1</sup>

김 광 희<sup>2\*</sup>

Lee, Don-Soo<sup>1</sup>

Kim, Gwang-Hee<sup>2\*</sup>

Team Leader, CS team, Korea Development Corporation, Dongan-Gu, Anyang-si, 06130, Korea <sup>1</sup>  
Professor, Department of Architectural Engineering, Kyonggi University, YeongTong-Gu, Suwon, 34134, Korea <sup>2</sup>

### Abstract

The several smart construction technologies are being introduced to the construction industry, and among these technologies, a few companies are attempting quality control using 3D scanning and BIM. Therefore, in this study, 3D scanning and BIM were applied to cases of on-site quality inspection to confirm the applicability and utility. As a result, it was confirmed that the quality inspection using 3D scanning and BIM was shorter in time than the previously performed quality inspection and can be realized with less manpower. Therefore, it is considered that 3D scanning and BIM-enabled technologies can be applied to various items of quality inspection.

Keywords : smart construction technology, 3D scanning technology, BIM, quality inspection

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근에는 건설산업의 여러 분야에서 4차 산업혁명에 따라 건설공사의 생산성향상, 품질관리, 안전을 제고하기 위해 스마트 건설기술을 도입하고 있다. 우리나라 건설은 생산성이 낮고 건설인력은 고령화와 숙련공의 감소가 빠르게 진행되기에 건설기술의 디지털화와 자동화가 필요하다고 하고 있다[1,2]. 이와 같은 상황의 변화에서 건설회사들은 품질관리 등의 분야에서 빠르게 자동화 및 디지털화를 추진하고 있다.

우리나라 일부현장에서 현재 활용 중인 스마트 건설기술로 BIM 설계시공, 드론과 스캐닝 측량, 가상현실기반 시각화, 그리고 IoT 자재관리안전관리 등을 국토교통부 로드맵[1]에 제

시하고 있다. BIM 설계 및 시공에 관해서 국토교통부는 2009년, 조달청은 2010년, 그리고 국방부는 2015년에 건축분야 BIM 로드맵을 제시하여 활성화를 도모하고 있다[2]. 토목공사에서 드론을 이용하여 사진측량에 활용[3]하고 있으며, 또한 터널 굴착공사에서 3D 스캐닝을 활용하여 측량[4]을 하고 있다. 가상현실을 건설공사에 활용한 예로 안전교육에 가상현실을 적용한 연구[5]와 도로설계에 가상현실을 적용한 연구[6] 등이 있다. Kim[7]은 사물인터넷과 스마트 건축에서 사물인터넷을 건설의 다양한 분야에 적용가능성을 제시하고 있다.

최근 건설산업에 생산성과 지속 가능성을 높이는 데 유용한 새로운 기술을 도입하려고 하고 있는데[8] 건물 정보 모델링(BIM)과 레이저 스캐너와 같은 감지 기술이 여기에 해당한다고 할 수 있다[9]. 특히 레이저 스캐닝 기술은 건축에서 기존 건물 조건을 도면화 하는데 유용한 도구로 등장하여 기존에는 대부분 역사적인 건물의 현재 건설 조건을 평가하는 것이었으나 신규 프로젝트에서 시공의 필수 부분으로 사용될 수도 있다[10]. 프로젝트 기획에서 제작 와 설치, 운영과 유지 보수에 이르기까지 프로젝트 전반에 대한 정보 데이터베이스를 유지해야 할 필요성이 제기되고 있다[11].

Received : March 16, 2020

Revision received : April 8, 2020

Accepted : April 8, 2020

\* Corresponding author : Kim, Gwang-Hee

[Tel: 82-31-249-9757, E-mail: ghkim@kyonggi.ac.kr]

©2020 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

레이저 스캐닝은 이미 건설 산업에서 여러 응용 분야, 즉 1) 산업 플랜트의 건축 도면, 2) 구조 레이아웃 및 교량, 고속도로, 기념물, 타워, 3) 빌딩 재설계와 같은 인프라 측정 또는 확장, 4) GIS 맵 작성 및 5) 중요한 랜드 마크 또는 유적의 도면화 등에서 사용되어 왔다[12]. 다양한 건축분야에서 3D 스캐닝과 BIM의 활용 현황을 제시한 연구[13,14]뿐만 아니라 건축분야 리버스 엔지니어링 활용 가능성을 제시한 다양한 연구[15-17]가 있다. 또한 레이저 스캐닝 기술을 플랜트 건설에 적용 연구[18]와 품질관리에 적용 연구[19] 등 다양하게 응용 분야를 넓혀가고 있다.

최근 우리나라 건설회사에서 건설공사 품질관리에 레이저 스캐닝 기술을 도입하고 있다. 그러나 실제 건물에 적용하여 그 결과를 도출한 사례가 부족하다. 따라서 본 연구에서 레이저 스캐닝 기술을 실제 프로젝트를 대상으로 적용하여 그 효용성을 분석하여 그 활용성을 검토하고자 한다.

## 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 레이저 스캐닝 기술을 실제 프로젝트 품질점검에 적용하여 그 활용 가능성을 확인하고자 하는 연구이다. 따라서 세 개의 실제 프로젝트 사례에 적용하여 스캐닝 한 결과를 도면과 비교하여 정확도 등을 알아보하고자 한다. 레이저 스캐닝 장비는 국내에서 사용한 실적이 많은 트림블 3D 레이저 스캐너(Trimble 3D Laser Scanner) TX8을 이용하여 스캐닝을 진행하였다. 실제 레이저 스캐닝의 스캐닝 가능 범위 등을 고려하여 스캐닝 한 사례는 1) 공동주택 단위세대 구조체와 필로티, 2) 공동주택 단위세대 바탕면, 3) 공동주택 주차장 바닥 슬래브 등으로 한정하여 진행하였다. 즉, 공동주택에서 나올 수 있는 대표적인 경우를 고려하여 사례를 선정하고 진행하였다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 절차로 진행하였다. 첫째, 이론적 고찰을 통하여 레이저 스캐닝 기술을 건설에 활용과 레이저 스캐닝 기술에 대하여 알아보았다. 둘째, 실제 프로젝트 사례에 레이저 스캐닝 기술을 적용하여 스캐닝을 하여 디지털화 한 데이터와 도면과 비교를 하였다. 셋째, 실제 프로젝트 사례를 스캐닝하고 결과를 분석하여 향후 레이저 스캐닝 기술을 건설공사 품질관리 활용 가능분야를 도출하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 3D 스캐닝관련 기존 연구

Kwon[14]은 레이저 스캐닝 기술과 BIM기술을 활용한 형

상정보 획득기술을 건설산업에 적용에 관한 논고에서 기 시공된 건물의 현재 형태를 정밀하게 기록, 현장의 자재 재고 현황 파악, 건물의 유지관리, 도면이 손실된 건물의 역설계, 시공과정에서의 품질관리, 그리고 시공현황 파악 및 진도관리 등에 활용될 수 있다고 제시하였다. Sheen[13]은 BIM에서의 3D 스캐닝의 활용에 관한 논고에서 BIM에서 레이저 스캐닝 활용 분야로 건물외관 측정, 실내계측, 기계-전기-배관설비 분야를 제시하고 있다. Shanbari et al.[10]은 레이저 스캐닝이 역사적 건물을 현재 조건에 따라 평가하는데 사용되었다고 하고 학생들에게 최신 기술을 가르치기 위해 BIM과 레이저 스캐닝 기술의 도입에 대하여 고찰하였다. 여러 연구[14-17]에서 건설산업 분야에서 레이저 스캐닝 기술을 활용하여 리버스 엔지니어링에 활용하는 전략이나 방법에 대하여 제시하였다. Chai et al.[18]은 레이저 스캐닝을 활용한 플랜트 건설진도를 동시에 추적하는 연구를 수행하였다. Wang et al.[19]은 건축 품질관리를 위한 실시간 현장품질정보 수집 및 처리를 위해 BIM과 LiDAR(Light Detection and Ranging, 광검출 및 거리측정)의 통합 시스템을 개발하는 연구를 수행하였다. 그렇지만 실제 현장에서 레이저 스캐닝과 BIM을 통합하여 현장 품질점검을 수행하는 방안 등에 관한 연구는 진행되지 않아 이제는 실제로 활용할 수 있는 연구가 필요하다고 할 수 있다.

### 2.2 스마트 건설기술

국토교통부에서 제시한 스마트 건설기술 로드맵[1]에 따르면 스마트 건설기술의 개념과 적용분야 등은 다음과 같다. 스마트 건설기술은 건설에 BIM, 드론, 로봇, IoT, 빅데이터, AI 등과 같은 첨단기술을 융합한 기술을 말한다. 이러한 기술은 최근에 건설산업에서 겪고 있는 근로자의 고령화와 숙련공의 부족과 더불어 근로시간이 단축되면서 필요성이 증대되었다. 그렇지만 4차 산업혁명 시대가 도래 하면서 스마트 건설기술을 실현할 수 있는 계기가 되었다고 할 수 있다.

국토교통부 로드맵[1]에 의하면 설계단계에 적용기술로 LiDAR, Camera 활용 부지정보 수집, Big Data 활용 시설물 계획, VR기반 대안검토, 그리고 BIM 기반 설계 자동화 등이고, 시공단계에 적용기술은 드론을 활용한 현장 모니터링, IoT기반 현장안전관리, 설비 자동화와 로봇시공, 그리고 3D 프린터를 활용한 급속시공 등이다. 또한 유지관리단계에 센서 활용 예방적 유지관리, 드론을 활용한 시설물 모니터링, 그리고 AI기반 시설물 운영 등이 적용 가능한 기술로 제시하고 있다.

### 2.3 3D Laser Scanning

레이저 스캐닝은 LiDAR, 또는 LaDAR(Laser Detection and Ranging, 레이저 검출 및 거리측정) 등의 측정 기술을 통하여 측정기에서 목적물에 일정 간격으로 레이저를 발사하여 목적물로부터 반사된 레이저의 방향과 거리를 활용하여 목적물의 형상을 3차원 좌표 집합체로 표시하는 방법과 이를 응용한 기술이다[14].

레이저 스캐닝의 작동원리를 이해하면 이 기술에 대한 이해를 좀 더 쉽게 할 수 있는데, Shanbari et al.[10]의 연구에 제시된 일반적인 레이저 스캐닝은 일반적인 비행시간과 위상 비교 또는 위상변이, 레이저펄스 등이 핵심 작동원리이다. 비행시간 레이저 스캐닝은 단일 레이저 신호가 목적물에서 반사된 후 장치로 돌아오는 데 걸리는 시간을 기준으로 3D 공간에서 주변 좌표를 계산한다. 이 과정은 주어진 데이터 수집 범위가 충족 될 때까지 수천 번 반복한다. 위상 비교 방법은 더 정확할 수 있고 다른 지식을 요구하지는 않지만 신호 분석이 복잡할수록 측정 속도가 느려질 수 있다. 위상 비교 방법은 고조파(高調波, harmonic wave)에 의해 변조되는 레이저 빔을 전송한다. 변조 빔이 장치로 되돌아 올 때, 전송된 것과 수신된 것 사이의 위상차로 거리계산이 가능하다. 이 두 가지 방법 모두 장치의 사용 용도에 따라 상업용 레이저 스캐닝 장비에 사용된다.

레이저 스캐닝은 이미 여러 건설분야에서 사용되어 왔으며, 건축분야에서는 건물 재설계/확장, 중요한 랜드마크나 역사적 건물에 대한 도면화 등이 대표적인 예라고 할 수 있다[12].

## 3. 스마트 품질점검 프로세스

### 3.1 기존 품질점검 프로세스

건설현장의 품질점검 프로세스는 다양한 시기에 실시를 한다. 즉, 공사과정에서 엔지니어가 실시하는 품질점검과 입주 전에 실시하는 품질점검으로 크게 분류할 수 있다. 이 대표적인 두 과정에서 점검은 대부분 사람이 직접 확인하고 도면과 비교를 통하여 품질상태를 확인하는 과정을 거친다고 할 수 있다. Table 1은 일반적인 품질점검 과정이다.

### 3.2 3D 스캐닝과 BIM 연동

레이저 스캐닝 프로세스는 크게 레이저 스캐닝, 후처리, 3D 모델링 등으로 구분할 수 있다[13]. 레이저 스캐닝 단계는 측정대상에 레이저를 발사하여 반사하여 되돌아오는 시

간과 위상차를 이용하여 3차원 좌표값을 포인트 클라우드로 저장한다. 후처리 단계는 획득한 많은 스캐닝 데이터를 오버랩하여 하나의 형상으로 만들어내기 위해 중복된 데이터를 정합하고, 정합한 후 데이터 간 오차를 보정 하여 병합하는 과정이다. 3D 모델링 단계는 BIM 프로그램인 Revit 내에서 포인트 클라우드를 활용하여 모델링을 하는 단계이다. Figure 1[20]은 3D 스캐닝 프로세스와 이를 이용 가능한 분야와 연동 및 BIM으로 변환 과정이다.

Table 1. General quality inspection process

Steps	Contents	Remarks
1. Define and share the allowable criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Invisible defects</li> <li>- Minimum code compliance</li> <li>- Consideration of the manufacturer's specifications</li> <li>- Quality standards for specific projects</li> <li>- Industry common practices</li> </ul>	Define according to Drawings, Specification, and Regulations.
2. Prepare the quality inspection plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- What to check</li> <li>- When to check</li> <li>- Person in charge</li> <li>- Subcontractor Contract</li> </ul>	Plan according to Codes and ISO 9000
3. Execute inspections using check checklists	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspect by works, rooms, elements, etc.</li> </ul>	A person checks with a measuring instrument such as a Hand Level and Tape Measure etc.
4. Correct defects and verify the allowable criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assign somebody to fix defects</li> <li>- Correct defects</li> <li>- Document that defects have been fixed</li> <li>- Document the correction or not</li> </ul>	A person enters the results into PC.

Figure 1과 같이 스캐닝한 데이터를 이용하여 BIM으로 3D 모델링을 하게 된다. 레이저 스캐닝 기술의 적용은 측량에서 널리 사용되어 왔으나 최근 하드웨어기술과 BIM의 발전으로 건설산업의 전환기를 맞이하고 있다. 건축에서 3D 스캔은 기존 건축물에 가장 많이 적용되고 있지만 건물 신축공사 관련된 응용 프로그램들이 많이 등장하고 있고, 스캔기술은 BIM과 통합하여 프로세스를 완료하는데 필요한 중요한 기능이 되고 있다[21].

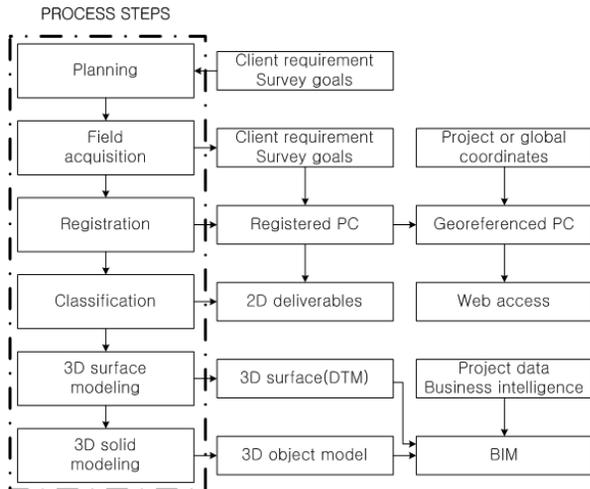


Figure 1. 3D scanning process

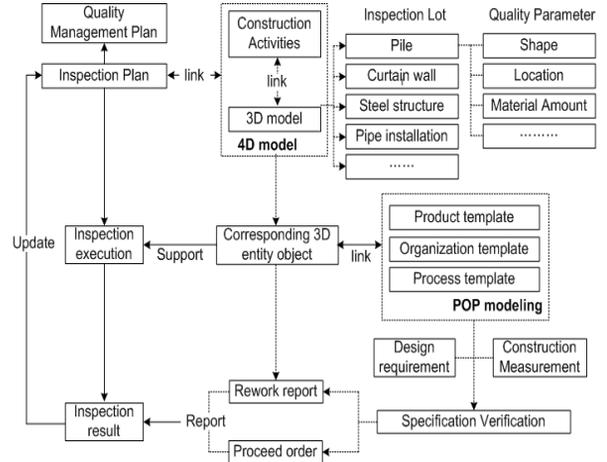


Figure 3. The execution of quality inspection using BIM

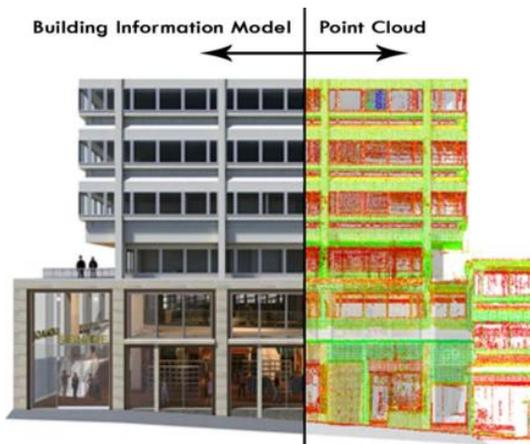


Figure 2. 3D scanning can be the foundation of BIM process

3D 스캐닝은 프로젝트 설계 진행을 위한 기초로 사용될 수 있는 3 차원 형식으로 매우 정확하게 기존 상태를 수집하여 BIM 접근 방식의 기반이 된다(Figure 2 참조). 3D 스캔은 BIM과 비교하여 3D 스캔 데이터를 확인하여 설계 준수를 보장하기 위해 구성 단계 및 핸드 오버 전반에 걸쳐 사용될 수 있습니다. 또한 BIM은 설계 및 시공이 아니라 전체 수명주기에 관한 것임을 알고 있습니다.

### 3.3 BIM기반 품질점검 프로세스

Figure 3<sup>1)</sup>은 Chen과 Luo[22]의 연구에서 제시된 BIM을 이용한 품질점검의 예이다. BIM으로 품질점검 실시를 지원하

1) Chen과 Luo의 연구[22]에서 POP modeling은 product, organization, and process modeling을 지칭하며, 4D modeling은 product-process modeling과 organization-process modeling을 말한다.

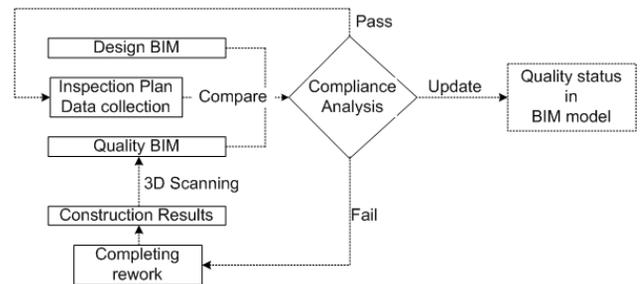


Figure 4. Quality inspection BIM model using 3D scanning

는 시스템에서 의 3D 모델링 과정을 3D 스캐닝으로 Figure 1에 제시된 바와 같이 지원하는 과정으로 활용한다면 좀 더 효과적인 품질점검이 된다. 3D 스캐닝 기반의 품질점검 BIM 모델은 Figure 4와 같다. 즉, 설계단계의 BIM과 3D 스캐닝을 토대로 생성된 시공단계 BIM 모델을 비교하여 허용여부를 판단하고, 그 결과에 따라 품질점검 결과를 시공과정에 반영하게 된다.

## 4. 3D 스캐닝 이용 BIM 품질점검 사례

### 4.1 사례개요

3D 스캐닝을 이용한 BIM을 이용한 품질점검은 3개 현장에서 다른 형태(부위)에 대하여 실시를 하였다. 그 상세내용을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 서울 강동구에 위치한 아파트 현장에서 필로티 공간에서 기둥과 단위세대 구조체 측정을 대상으로 하였다(Figure 5 참조). 필로티 부분을 3D 스캐닝을 한 후 정합하는 과정을 진행하여 실제로 보는 것과 동일한 정밀한 모델을

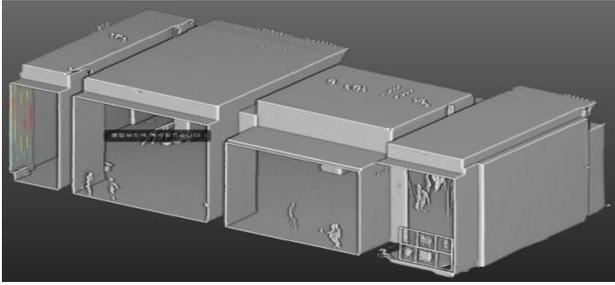


Figure 5. 3D scanning of apartment's piloti area

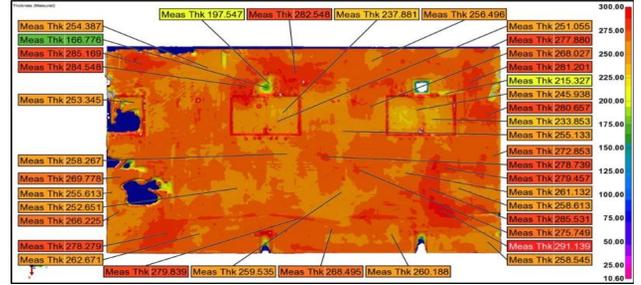


Figure 8. 3D scanning result of apartment slab

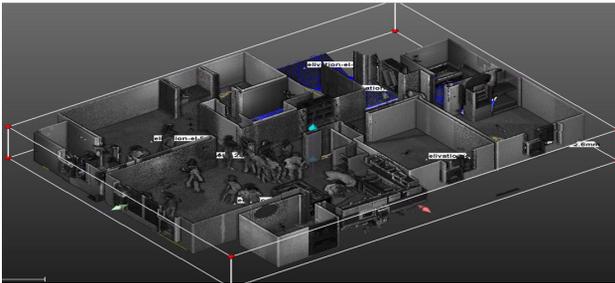


Figure 6. 3D scanning of apartment's unit

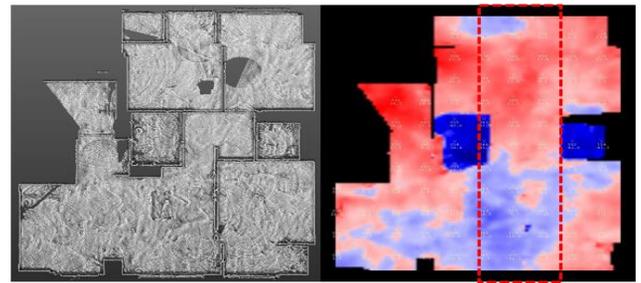


Figure 9. 3D scanning result of floor level



Figure 7. 3D scanning of apartment's parking building

#### 4.2 품질점검 결과

##### 1) 공동주택 단위세대 구조체와 필로티 구조 스캐닝

구조체 측정은 국토교통부에서 관리하고 있는 바닥충격음 차단구조인정 및 관리기준인 바닥두께와 바닥 평활도 만족도를 확인하기 위하여 품질점검을 하였다. 바닥두께는 하부층 천정과 상부층 바닥 스캐닝 데이터를 정합하여 2개의 공간 이격거리를 확인한 결과 화장실, 발코니, 공용복도 등(orange color(흑백시 연한색))을 제외하고는 슬래브 두께 기준을 만족(Red색(흑백시 진한색)이 진할수록 기준 충족)하는 것으로 나타났다(figure 8참조).

그리고 바닥 평활도는 국토교통부 인정구조 상 기준 3m당 7mm 조건을 중앙부분(점선 박스부분)에서 초과된 것으로 나타났다(figure 9참조).

또한 7m이상의 필로티 구간의 구조 스캐닝은 상단부에서는 배부름 현상이 10mm에서 22mm까지 발생하였으며, 하단부에서는 0.5mm에서 6mm까지 배껴짐 현상이 발생한 것으로 나타났다(figure 10참조).

##### 2) 공동주택 단위세대 마감 전 바탕면 스캐닝

바탕면 측정은 최종마감인 마루, 타일, 벽지, 도장 등을 마감하기 전에 바탕면 자체에 수직 및 수평에 대한 평활도를 측정하여 수직 및 수평 불량하지를 방지하기 위하여 품질점검을 하였

시각화할 수 있도록 하였는데, 상세한 성세과정으로 점(point)의 집합을 통해 면을 형성하여 클라우드(cloud)를 이용 3D 모델을 완성하게 된다. 이렇게 완성된 3D 모델을 BIM 도면이나 2D 도면과 비교하여 대상부위의 정밀도나 요구품질을 확인하였고 다른 사례도 동일한 과정을 거쳤다.

- 2) 서울 강동구에 위치한 또 다른 아파트 현장의 단위세대 마감 전 바탕면을 3D 스캐닝하여 품질 점검을 실시하였다(Figure 6참조).
- 3) 강원도 동해에 위치한 에폭시 도장까지 완료한 아파트 지하주차장을 3D 스캐닝 하여 천정고, 기둥간격, 지하주차장 평활도 및 주차간격 등에 대하여 품질점검을 실시하였다(Figure 7참조).



Figure 10. 3D scanning result of piloti column

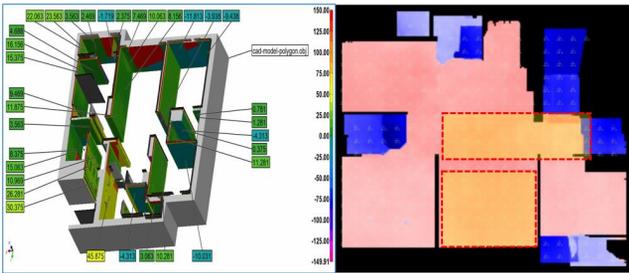


Figure 11. 3D scanning result of apartment's unit floor

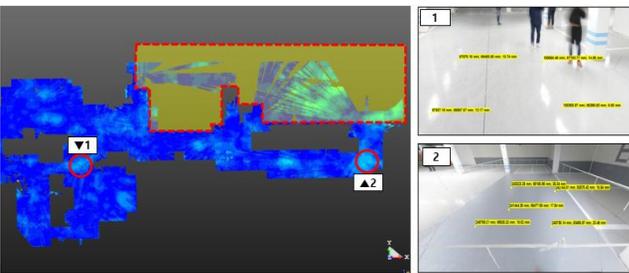


Figure 12. 3D scanning result of parking building

다. 바닥 평활도는 대부분 양호한 상태이나 복도와 거실의 경우에는 일부 구간(점선 박스부분)에서 4mm에서 5mm까지 구배가 발생된 것으로 나타났다. 벽체의 수직에 대한 평활도는 대부분 양호한 것으로 나타났다(Figure 11참조).

3) 지하주차장 바닥 스캐닝

지하주차장 측정은 주차 면과 통로가 유효 높이, 유효 폭, 바닥의 평활도 등을 주차장법과 교통영향평가 기준에 적합 여부를 확인하기 위하여 품질점검을 하였다. 유효 높이는 주차면 2,100mm와 주차 통로 2,300mm 이상이 확보되었다. 유효 폭은 주차장법 기준으로 확보되었으나 기둥의 위치가 8mm에서 30mm까지 일부 구간에서 오차 발생과 주차면 도색 또한 일부 구간에서 오차가 발생된 것으로 나타났다. 그리고 주차장 바닥 평활도 일부 구간에서 12mm에서 21mm까지 평균 평활도 대비 상승된 것으로 나타났다(Figure 12참조).

4.3. 단계별 3D 스캐닝 BIM 기반 품질점검 활용

Table 2. Applicable items of 3D scanning to construction

Construction process	Quality inspection item	Detail description
Pre-construction	Site and model house	- Site(road, communication, etc.) and adjacent building status data acquisition
		- Earthwork work review data acquisition
Construction	Formwork inspection	- Model house 3D data acquisition
		- Line position on formwork
		- Vertical and horizontal of formwork
	Structural frame inspection	- Sleeve location for plumbing
		- Vertical and horizontal of structure(column, beam & girder, wall, slabs, etc.)
		- Thickness of slab
		- Floor leveling
		- Location and size of opening, electrical box
		- Cracks
		Finishing works inspection
- Legal compliance of width, height, space such as parking lot, stair, door, etc.		

사례현장을 통하여 3D 스캐닝을 이용한 골조 및 마감의 상태를 점검한 결과를 살펴보고, 사례적용을 통하여 추정한다면 품질점검에 3D 스캐닝을 활용할 수 있는 범위가 매우 넓을 것으로 사료된다. 따라서 모든 것을 사례점검을 통하여 확인하지는 못하였지만 공동주택 건설공사 품질점검에 활용 가능한 항목은 Table 2와 같다.

5. 결 론

3D 레이저 스캐닝 기술을 건축공사 품질점검에 활용 가능성을 검토하고자 실제 프로젝트에 적용하여 골조와 마감의 품질 점검을 실시하여 그 결과를 확인하였다. 세 개 현장에 3D 스캐닝을 이용하여 측정을 하고 BIM으로 모델링하여 도면과 비교한 결과 공사가 완료된 골조나 마감의 정밀도를 빠르고 정확하게 측정할 수 있었다. 기존에 기술자가 줄자, 레벨기, 수평대 등을 활용하여 측정한 것보다 좀 더 적은 인력으로 많은 양의 측정이 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

따라서 공사 전 단계 또는 공사단계에 3D 스캐닝과 BIM을

활용한 품질점검을 적은 인력으로 효율적으로 품질점검을 실시하여 실제적으로 건설공사의 품질을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 원가를 절감할 수 있을 것이다. 그러나 3D 스캐닝과 BIM을 활용한 품질점검이 건설공사에 정착하기 위해 선행되어야 할 것이 있다. 즉, 설계도면이 당초에 BIM으로 작성되면 3D 스캐닝과 BIM을 이용한 점검 결과 값과 쉽게 비교할 수 있으므로 설계과정에서 BIM 활용이 활성화 되어야 할 것이다. 그리고 3D 스캐닝이 고가이므로 저렴한 기계가 공급되어 많은 3D 스캐닝 기계를 확보할 수 있어야 하며, 운용 인력을 많이 양성되어야 할 것이다. 마지막으로 3D 스캐닝과 BIM을 이용한 품질점검 사례가 여러 항목별로 축적하여 시스템화 한다면 좀 더 효율적으로 운용이 가능할 것이다.

## 요 약

건설산업에도 스마트 건설기술들이 많이 도입되고 있으며, 여러 기술 중 3D 스캐닝과 BIM을 이용한 품질관리를 시도하는 회사가 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서 3D 스캐닝과 BIM을 현장 품질점검 사례에 적용하여 활용가능성과 효율성을 확인하였다. 그 결과 3D 스캐닝과 BIM을 활용한 품질점검은 기존에 시행했던 품질점검보다 시간적으로 단축되고 적은 인력으로도 실현이 가능하다는 것을 확인하였다. 따라서 품질점검의 다양한 분야에 3D 스캐닝과 BIM을 활용한 기술을 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

**키워드** : 스마트 건설기술, 3차원 스캐닝 기술, 건설정보모델, 품질점검

## Funding

Not Applicable

## ORCID

Don-Soo Lee, <http://orcid/0000-0002-9755-4274>  
Gwang-Hee Kim, <http://orcid/0000-0002-7715-9496>

## References

1. Technology Policy Division. Roadmap for Smart Construction Technology to Innovate Construction Productivity and Improve

- Safety. Ministry of Land, Infrastructure and Transport; 2018. 28 p.
2. Moon HS, Won JS, Shin JY. BIM Roadmap and activation strategies for public SOC projects. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2018 Sep. 50 p. Report No.: KICT 2018-029
  3. Park SM, Lee JH, Kim RH. Comparison of the 3D model accuracy based on drone photogrammetry. Preceeding of Korea Institute of Building Information Modeling\_Toward the 4th Industrial Revolution; 2016 May 27; Seoul, Korea. Seoul (Korea): Korea Institute of Building Information Modeling; 2016. p. 49-50.
  4. Gikas V. Three-dimensional laser scanning for geometry documentation and construction management of highway tunnels during excavation. *Sensors*. 2012 Aug;12(8)(2012):11249-70. <https://doi.org/10.3390/s120811249>
  5. Son JW. Development of a student-centered learning tool for construction safety education in a virtual reality environment. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2014 Feb;14(1):29-36. <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2014.14.1.029>
  6. Kim YO, Moon JH, Kim JY. Realization of virtual reality in road design using BIM data. Preceeding of Korea Institute of Building Information Modeling\_Future of Digital Design and Construction; 2017 June 1; Seoul, Korea. Seoul (Korea): Korea Institute of Building Information Modeling; 2017. p. 19-20.
  7. Kim TP. IoT and Smart Construction. *Architecture*. 2016 Jan;60(1):47-50.
  8. Loosemore M. Improving construction productivity: a subcontractor's perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2014 May;21(3):245-60. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2013-0043>
  9. Sepasgozaar SME, Shirowzhan S, Wang C. A scanner technology acceptance model for construction projects. *Procedia Engineering*. 2017;180(2017):1237-46. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.285>
  10. Shanbari HA, Blinn NM, Issa RR. Laser scanning technology and bim in construction management education. *Journal of Information Technology in Construction*. 2016 Jul;21:204-17.
  11. Becerik-Gerber B, Kensek K. Building information modeling in architecture, engineering, and construction: Emerging research directions and trends. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. 2010 Jul;136(3):139-47. <https://doi.org/10.1061/ASCEEI.1943-5541.0000023>
  12. Bosché F, Turkan Y, Hass CT, Haas R. Fusion 4D modelling and Laser Scanning for Construction Schedule Control. *Proceedings 26th Annual ARCOM Conference*; 2010 Sep 6-8; Leeds, UK. Leeds (UK): Association of Researchers in Construction Management; 2010. p. 1229-38.
  13. Sheen BR. 3D Laser scanning in BIM technology. *KIBIM Magazine*. 2013 Mar;3(1):27-33.

14. Kwon SW. Object recognition and modeling technology using laser scanning and BIM for construction Industry. *Architecture*. 2009 Apr;53(4):31-8.
15. Kwon SW. Strategy for applying of reverse engineering in construction industry. *KIBIM Magazine*. 2015 Autumn;5(3): 14-24.
16. Park JE, Yu JH. Approach of establishing As-Is BIM model process in apartment remodeling project using 3D laser scanning. *Proceedings of the Korea Institute of Building Construction*; 2015 Nov 14; Seoul, Korea. Seoul (Korea): The Korea Institute of Building Construction; 2015. p. 183-4.
17. Kim SJ, Park SJ, Ryu HG. Object recognition and modeling technology using laser scanning and BIM for construction industry. *Proceedings of Korea Institute of Building Construction*; 2015 May 28-29; Yeosu, Korea. Seoul (Korea): The Korea Institute of Building Construction; 2015. p. 17-8.
18. Chai J, Chi HL, Wang X, Wu C, Jung KH, Lee JM. Automatic as-built modeling for concurrent progress tracking of plant construction based on laser scanning. *Concurrent Engineering Research and Application*. 2016 Dec;24(4):369-80. <https://doi.org/10.1177/1063293X16670449>
19. Wang J, Sun W, Shou W, Wang X, Wu C, Chong HY, Liu Y, Sun C. Integrating BIM and LiDAR for real-time construction quality control. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*. 2015 Sep;79(2015):417-32.
20. Randall T, Philp D. Client guide to 3D scanning and data capture. The Building Information Modelling (BIM) Task Group. 2013. 31 p.
21. Gleason D. Laser scanning for an integrated BIM. *Lake Constance 5D Conference 2013-proceedings*; 2013 Oct 28-29; Lake Constance, Germany. Düsseldorf (Germany): VDI-Verl; 2013. p. 1-8.
22. Chen L, Luo H. A BIM-based construction quality management and its application. *Automation in Construction*. 2014 Oct;46:64-73. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.05.009>