

## 3D 레이저 스캐너 활용 고건축물 구조안전진단 및 복원을 위한 리버스 엔지니어링

### Reverse Engineering for Structural Safety Evaluation and Restoration of Ancient Buildings Using 3D Laser Scanners

○ 정상기\* 장아름\*\* 김지상\*\*\* 박민재\*\*\*\* 주영규\*\*\*\*\*  
Jeong, Sang-Gi Jang, Arum Kim, Ji Sang Park, Min Jae Ju, Young K.

#### Abstract

There are various traditional architectures in Korea, such as temples and hyanggyo. Due to the nature of domestic traditional architectures made up of wood structures, many deformation and defects have occurred due to aging for an old period of time. There is a limitation in measuring such traditional architectures safety diagnosis and restoration using only existing specification equipment. In this study, the results of measurement with existing equipment and the results of analysis and reverse engineering with a 3D laser scanner were compared and analyzed to demonstrate the efficiency of restoring traditional architectures using such 3D laser scanners, and the repair plan and direction of restoration of traditional architectures were presented.

키워드 : 리버스 엔지니어링, 구조안전진단, 3D 레이저 스캐너, 고건축물

Keywords : Reverse Engineering, Structural Safety Evaluation, 3D Laser Scanner, Traditional Architectures

#### 1. 서론

##### 1.1 연구 목적

국내에는 사찰, 향교 등 다양한 고건축물이 존재한다. 목구조로 이루어져있는 국내 고건축물의 특성상 오래된 기간동안 노후화되어 많은 변형 및 결함이 발생되어 있다. 또한, 과거 훼손되었거나 잘못된 방법으로 보수하여 재보수를 진행하여야 하는 구조물이 다수 존재한다. 이러한 고건축물 안전진단 및 복원에 기존 사양 장비만을 이용하여 계측을 하는 것은 한계가 존재한다. 대부분 부재 끝단의 변위 및 기울기를 측정할 뿐만 아니라 장비 특성상 측정 횟수에 따라 결과가 상이하여 구조물 전체적인 상태에 대하여 정확한 진단을 하는 것에는 어려움이 있다. 이러한

한계점을 해결하기 위해 3D 레이저 스캐너를 이용하여 구조물 전체에 대한 정보를 취득 및 리버스 엔지니어링을 적용하게 되면 기존의 고건축물 안전진단 및 복원을 보다 효율적이고 정확하게 진행할 수 있게 된다. 본 연구에서는 이러한 3D 레이저 스캐너를 이용한 고건축물 복원의 효율성을 입증하기 위하여 기존의 장비로 측정한 결과 및 3D 레이저 스캐너로 분석 및 리버스 엔지니어링한 결과를 비교 분석하여 고건축물의 보수 방안과 복원 방향성을 제시하였다. 기존 사양 장비로 측정한 결과에서는 분석할 수 없는 부재들의 변형 및 결함 상태와 고건축물 복원시 참고할 수 있는 도면 추출 등에 본 기술을 활용할 수 있는 방안을 제안하였다.

##### 1.2 선행 연구

3D 레이저 스캐너를 이용하여 획득한 정보를 포인트 클라우드 및 이미지 프로세싱 기술을 융합하여 3차원 건축 정보 생성 및 시각화 알고리즘을 적용하는 연구는 기존에도 다양하게 진행되어 왔다. Jang, A. et al (2022)은 그 효율성과 정확도를 입증하기도 하였다. 그러나 고건축물 유지 보수 및 복원에는 제한적으로 활용되어 왔으며 본 연구에서는 고건축물의 안정성 평가를 위해 3D 레이저 스캐너를 이용한 비접촉식 점검 방법을 활용하여 보다 더 효율적인 건물 정보를 제공하는 동시에 디지털 포인트 클라우드 데이터를 기반으로 한 3D 모델 형상화에 대한 접근법을 제안하고자 하였다.

\* 고려대 건축사회환경공학과, 석·박사통합과정  
School of Civil, Environ.&Arch. Engineering, Korea Univ.

\*\* 고려대 건축사회환경공학과, 박사수료  
School of Civil, Environ.&Arch. Engineering, Korea Univ.

\*\*\* 건축구조기술사, 고려대 건축사회환경공학과, 박사수료  
School of Civil, Environ.&Arch. Engineering, Korea Univ.

\*\*\*\* 부경대 건축공학과 교수, 공학박사  
Department of Architectural Engineering, PuKyong Univ.

\*\*\*\*\* 고려대 건축사회환경공학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : Dept. of Civil, Environ.&Arch.Eng.,  
Korea Univ., tallsite@korea.ac.kr)

이 연구는 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.

과제번호:NRF-2020R1A2C3005687

## 2. 본론

### 2.1 3D 레이저 스캐너를 이용한 구조물 역설계

본 연구에서는 Trimble사의 레이저 스캐너 X7를 이용하였으며, 구조물 내외부 역설계를 진행하였다. 대상 구조물은 과천시에 위치한 고건축물로 1690년에 현재 위치에 건축되었으나 1880년, 1940년 등 수차례 중수공사가 있었던 것으로 기록된 구조물이다. 구조물 내외부 약 28개소에서 그림1과 같이 스캔을 진행하였으며 중복점을 이용해 정합하여 그림2와 같은 3D 모델링 결과를 도출할 수 있었다.



그림1. 내부 스캔 이미지

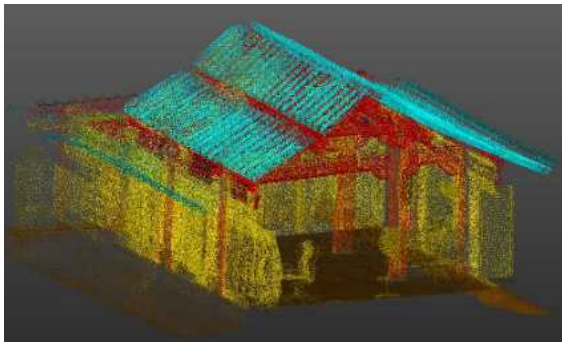


그림2. 포인트 클라우드 정합 결과

### 2.2 기존 사양 기술 분석 데이터 비교

본 건축물을 대상으로 기존에 활용되던 균열 계측, 기둥 경사 계측, 수직 변위 계측 등을 적용하여 진행하였다. 또한, MIDAS-GEN을 이용하여 3차원 해석을 진행하여 계측된 변위를 바탕으로 구조 안전성 검토까지 진행하였다.

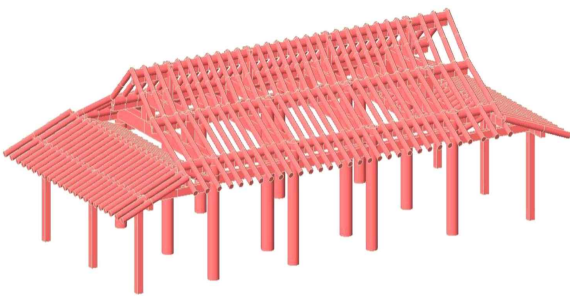


그림3. 구조물 3D Modeling

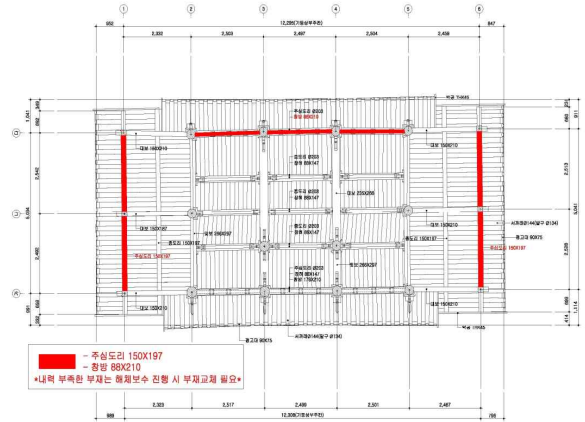


그림4. 내력 부족 부재 위치도

## 3. 결론

기존 사양 기술을 활용한 변위 측정 및 구조해석 결과 단기적으로는 약 3개의 부재에서 내력 부족을 평가할 수 있었다. 그러나 3D 스캔 데이터와 비교 분석 결과 추가적인 부재에서 문제를 발견할 수 있었고 구조물을 최종적으로 해체 후 재시공하는 의견을 뒷받침 할 수 있는 자료로 활용할 수 있었다. 또한, 3D 모델링 데이터를 바탕으로 구조물 재시공 시 참고할 수 있는 도면화 및 자료 구축을 진행할 수 있었다.

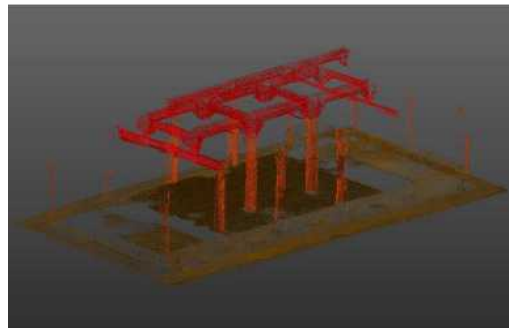


그림5. 기둥 및 보 구조물

## 참고문헌

1. Jang, A., Ju, Y. K., & Park, M. J. (2022). Structural Stability Evaluation of Existing Buildings by Reverse Engineering with 3D Laser Scanner. Remote Sensing, 14(10), 2325.
2. Park, M. J., Kim, J., Jeong, S., Jang, A., Bac, J., & Ju, Y. K. (2022). Machine Learning-Based Concrete Crack Depth Prediction Using Thermal Images Taken under Daylight Conditions. Remote Sensing, 14(9), 2151.