

이용자 안전 확보를 위한 특수용도 공공시설물의 상태 진단

이근왕*, 박준규**

*청운대학교 멀티미디어학과

**서일대학교 건설시스템공학과

e-mail : survey@empas.com

Condition Assessment of Special-Purpose Public Facilities for Ensuring User Safety

Keun-Wang Lee*, Joon-Kyu Park**

*Dept. of the Multimedia Science, Chungwoon University

**Dept. of Civil Engineering, Seoil University

요 약

본 연구는 특수용도 공공시설물의 이용자 안전 확보를 목적으로, 포인트 클라우드 데이터 기반 상태 진단 기법을 적용한 사례를 제시한다. 현장에서 취득된 원시 데이터는 노이즈 제거 및 분류 과정을 통해 정제되었으며, 이를 기반으로 메시 모델을 생성하여 인스펙션을 수행하였다. 또한 횡단면 분석을 통해 구조적 특성과 잠재적 위험 요소를 정량적으로 평가하였다. 연구 결과, 포인트 클라우드 기반 상태 진단은 기존의 시각적 점검 방식보다 정밀성과 효율성이 뛰어나, 특수용도 공공시설물의 유지관리 및 이용자 안전 관리 체계 수립에 효과적으로 기여할 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

특수용도 공공시설물은 전통적인 교통 기반 시설과 달리 문화, 관광, 휴식, 교육 등 다양한 기능을 제공하는 공간으로 활용되고 있다. 이러한 시설은 불특정 다수가 이용하기 때문에 구조적 안전성과 이용자의 보호가 반드시 확보되어야 한다. 그러나 기존 점검 방식은 주로 육안 검사나 제한된 계측 장비에 의존하여 객관적 자료 확보가 어렵고, 진단 결과의 신뢰성이 낮다는 한계가 존재한다. 최근 LiDAR 기반 포인트 클라우드 데이터 처리 기술이 발전하면서, 고밀도 3차원 데이터를 활용한 정밀 상태 진단이 가능해지고 있다. 본 연구에서는 특수용도 공공시설물을 대상으로 포인트 클라우드 기반 상태 진단 과정을 제시하고, 이용자 안전 확보에 기여할 수 있는 활용 가능성을 검토하였다.

2. 데이터 취득 및 상태 진단

본 연구의 대상은 기존 교통 인프라를 문화·관광 공간으로 재활용한 특수용도 공공시설물이다. 해당 시설물은 경북지역에 위치하고 있으며, 교통 기능을 상실한 후 재개발되어 지역 주민과 관광객을 위한 휴식 및 체험 공간으로 활용되고 있다. 구조적으로는 전형적인 아치형 터널 단면을 갖고 있으며, 길이 수백 미터 규모의 선형 공간으로 구성되어 있다. 내부는 조명, 전시물, 상업시설 등이 설치되어 있어 불특정 다수가 이용하는 공공적 성격을 가진다.



[그림 1] 연구대상지

데이터 취득은 핸드헬드형 MMS(Mobile Mapping System)을 통해 수행되었다. 사용된 장비는 G사의 O2 lite 모델로 실내 공간의 데이터 취득이 가능한 장비이다. 그림 2는 데이터 취득에 사용된 장비를 나타낸다.



[그림 2] 데이터 취득 장비

데이터 취득을 위해 시설물 내부 공간을 따라 이동하며 연속적으로 스캐닝을 수행하였으며, 총 1km 구간의 데이터를 취득하였다. 데이터 취득 후 원시 포인트클라우드에는 부유물·조명 반사 등 다양한 잡음 요소가 포함되어 있어 후처리를 통해 노이즈를 제거하고 분석 대상인 터널 형상을 분류하였다. 그림 3은 연구대상지 내부 공간을 나타낸다.

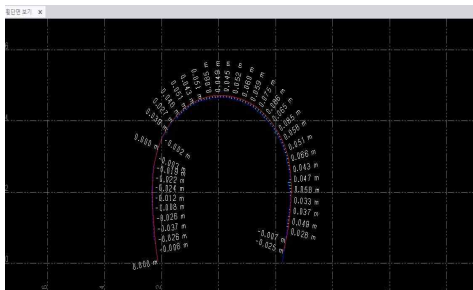


[그림 3] 연구대상지 내부 공간

데이터 처리를 통해 연구대상지의 포인트클라우드를 생성하였으며, mesh를 생성하여 단면을 분석하였다. 그림 4는 포인트클라우드 데이터를 나타낸다.

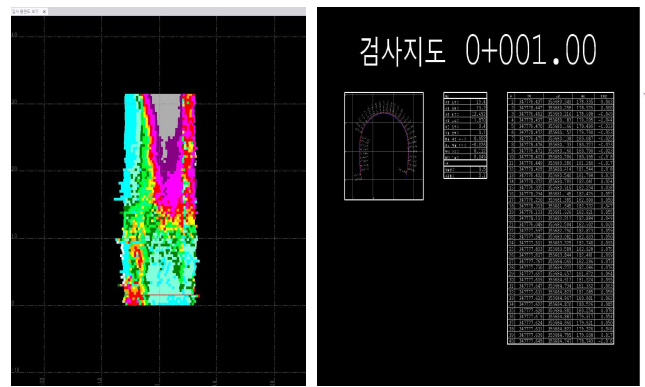


생성된 포인트클라우드 데이터는 일정 간격의 횡단면도 생성에 이용하였다. 이를 통해 단면 형상 변화를 정량적으로 확인할 수 있었으며, 장기적 구조 안정성 평가와 변형 모니터링에 활용이 가능할 것으로 판단된다. 그림 5는 횡단면의 일부를 나타낸다.



[그림 5] 연구대상지 횡단면도의 일부

한편, 연구대상지에 대한 mesh 모델 생성을 수행하고, 메시 모델을 기반으로 균열, 변위, 손상 가능성이 있는 구간을 식별하였다. 이를 통해 잠재적 위험 요인을 조기에 확인할 수 있었으며, 향후 유지관리 및 보수 계획 수립에 중요한 자료로 활용할 수 있다. 그림 6은 시설물에 대한 인스펙션 결과 중 일부를 나타낸다.



[그림 5] 인스펙션 결과 예시

3. 결론

본 연구에서는 포인트 클라우드 데이터를 활용하여 특수용도 공공시설물의 상태 진단을 수행하고 적용 가능성을 검토하였다. 기존의 시각적 점검 방법은 객관적 자료 확보의 한계와 정밀도 부족으로 인해 시설물의 구조적 변화를 효과적으로 파악하기 어려웠으나, 포인트 클라우드 기반 기법은 시설물 내부 전체 구간에 대해 연속적이고 정밀한 3차원 데이터를 확보할 수 있다는 장점을 보였다. 연구결과는 포인트 클라우드 기반 상태 진단이 특수용도 공공시설물의 안전 확보와 유지관리의 효율적 도구로서 활용될 수 있음을 보여준다. 향후 드론, MMS, 위성영상 등 다양한 데이터와의 융합을 통해 디지털트윈 기반의 공공시설물 안전관리가 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] <https://www.greenvalleyintl.com/>
[2] 김원태, 김태훈, 박준규, “지하공간 안전사고 예방을 위한 굴착공사의 지하시설물 정보 활용 확대 방안”, 한국측량학회지, 제42권, 제4호, pp.309-315, 8월, 2024년