

최기선

한국건설기술연구원 연구위원

# 데이터 기반 건축물 디지털 안전관리 기술 개발과 향후 과제

## 노후 건축물 디지털 안전관리 필요성

2022년 기준 국내 건축물은 약 735만 동이며, 이 중 지어진 지 30년 이상 된 노후 건축물은 약 40%이고 지속적으로 증가하고 있다(국토교통부, 2022). 이러한 노후 건축물은 강화되고 있는 구조 및 화재안전 관련 법령과 기준을 적용받지 않아 신축 건축물에 비하여 상대적으로 성능이 떨어지고, 노후화에 따른 성능 저하로 안전 위험이 증가된다. 또한 건축물은 97%가 민간 소유로 정부가 직접적인 재정투입을 통한 적극적인 관리가 어려운 상황이다.

이런 가운데 정부는 지속적으로 증가하는 노후 건축물의 안전사고 예방과 체계적인 관리를 위하여 2020년 5월 「건축물관리법」을 제정·시행하고, 기존 건축물 관련 정책을 신축에서 유지관리로 패러다임 전환을 추진하겠다고 발표하였다(국토교통부, 2019). 그간 국내 건축물의 신축 관련 법령체계 및 설계기준은 국내외 안전이슈에 대응할 수 있도록 지속적으로 강화되어 이미 세계적 수준으로 개선되었다고 판단된다. 이에 반해 기존 건축물은 과거 합법적으로 지어진 건축물에 대해 개정 규정을 소급 적용하지 못하고 있으며, 기존 건축물에 특화된 안전기준 또한 미흡한 실정이다.

「건축물관리법」은 건축물관리계획 수립 및 건축물 생애이력 정보체계 구축, 정기점검 시점 단축, 소규모 노후 건축물 점검방안 등 건축물 관리체계를 정립하고, 지속적으로 발생하고 있는 화재 및 해체사고 예방을

위하여 화재안전성능 보강, 해체공사 허가·감리제를 도입하는 등 준공 이후부터 멸실까지 건축물이 적정하게 관리되도록 하는 데 필요한 사항을 규정하고 있다.

건축물 준공 후 유지관리 절차는 정보구축, 관리계획, 안전점검, 안전진단, 보강, 해체의 단계로 구분할 수 있다. 즉 실제 건축물의 안전성을 판단할 수 있는 최초의 조치이자 생애주기에서 가장 오랫동안 이루어지는 활동이 안전점검이다. 정기적인 안전점검을 통해 위험요인이 발견되면 정밀점검 또는 정밀안전진단을 실시하여 정확한 원인을 파악하고, 안전성능을 확보하기 위한 보강 또는 해체를 결정하게 된다.

그러나 현행 「건축물관리법」에서 의무적으로 수행하여야 하는 정기점검 대상은 연면적 3,000제곱미터 이상의 집합건물, 바닥면적 5,000제곱미터 이상의 다중이용건축물 등 중대형 건축물 중심으로 규정되어 있다. 그 대상은 약 15만 동 정도로 파악된다. 동법에서 30년 이상 된 소규모 노후 건축물에 대해서 점검을 실시할 수 있도록 하고는 있으나, 지자체 선택 사항으로 실질적인 점검 사례는 매우 저조한 실정이다. 또한 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 따른 1·2·3종 지정 건축물은 약 11만 동으로, 이를 합쳐도 전체 건축물 중 의무관리 대상은 약 3% 수준에 불과하다. 따라서 대부분의 중소형 노후 건축물은 법적 의무관리 대상에서 제외되어 안전 사각지대로 남아 있는 것이 현실이다.

한편 현행 육안조사·점검 방식은 인력, 예산, 기간 등 인프라의 한계로 중소규모 건축물까지 대상을 확대하는 데 한계가 명확하다. 즉 건축물



기존 건축물 안전관리 절차 예시

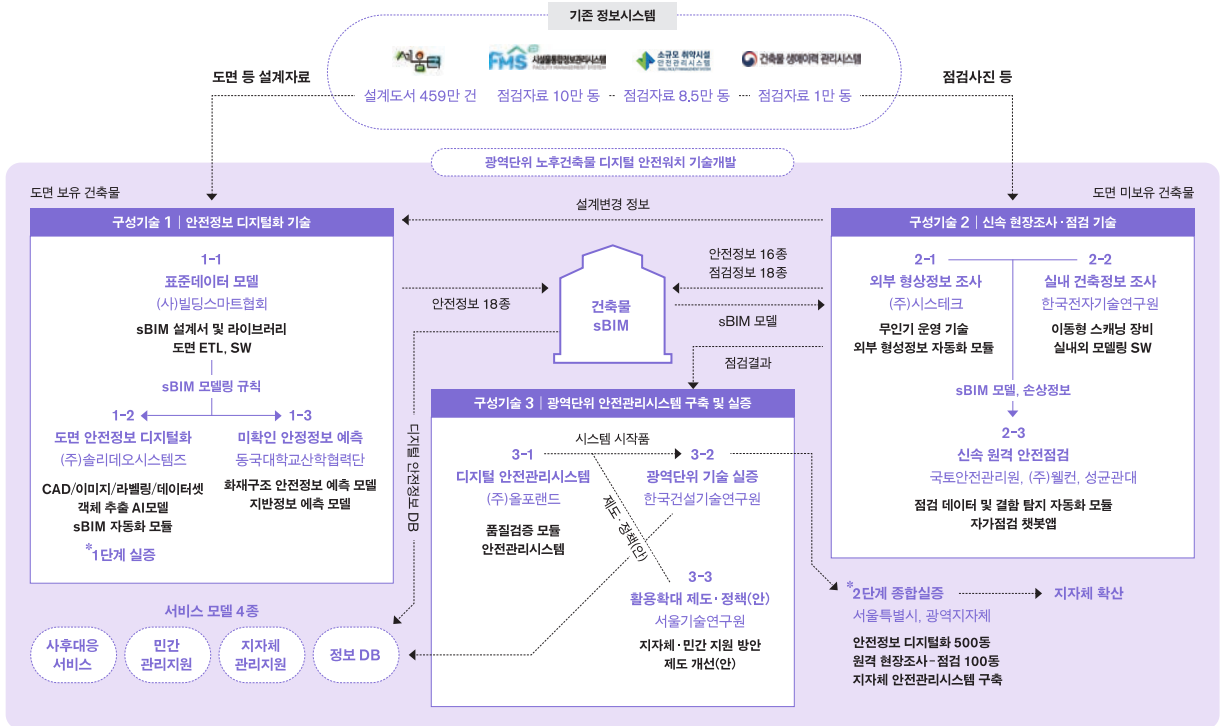
출처: 최기선(2022)

안전점검을 수행할 수 있는 건축사사무소와 안전진단기관 등은 1만 개소 미만인 데 비하여 1일 수행할 수 있는 현장점검은 규모에 따라서 1~3동 정도로 현재의 의무관리 대상을 크게 벗어나지 못할 것으로 예상된다.

따라서 이러한 인프라 한계를 극복하고 안전관리 대상 확대 및 효율적 관리를 위해서는 우선적으로 안전점검을 해야 할 위험 건축물을 합리적으로 선별하고, 효율을 높일 수 있는 디지털 안전관리 체계로 전환할 필요가 있다.

### 노후 건축물 디지털 안전관리 기술

디지털 안전관리 기술은 빅데이터, AI, 드론 등 첨단기술을 융합하여 디지털 데이터를 기반으로 건축물 안전관리 업무를 원격·자동화하고, 안전위험을 사전 예측 및 대응할 수 있는 기술이다. 이를 위하여 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원은 2020년 예타사업으로 '건축물 안전 예측 및 대응



노후 건축물 디지털 안전위치 기술개발 구성도  
출처: 최기선 (2022)

기술개발사업'을 통하여 ①안전정보 디지털화 ②드론 등 무인이동체를 활용한 원격 조사·점검 ③광역 단위 화재·지진 위험도 평가 ④저비용 신속 안전보강 ⑤해체계획·시공 자동화 ⑥디지털 안전관리 플랫폼 기술 개발 등 건축물 유지관리를 위한 단계별 추진전략을 수립하였다. 이후 2022년 '광역단위 노후 건축물 디지털 안전위치 기술개발 사업'을 시작으로, 2023년에는 '건축물 안전해체 계획 및 시공 기술 개발 과제'가 시행되었다.

광역단위 노후 건축물 디지털 안전위치 기술개발 사업은 디지털 안전관리 체계의 기반기술을 개발하는 사업으로 정보의 디지털화, 원격 조사·점검, 디지털 안전관리 통합 플랫폼 개발 등에 초점이 맞춰진다.

### 안전정보 디지털화 기술

일반적으로 점검, 진단, 보강, 해체 등 안전관리 업무를 위해서는 건축물의 도면을 기반으로 전문가가 육안으로 해당 정보를 취득하거나 인력으로 3D 모델을 구축한 후 관련 업무를 수행하게 된다. 이 경우 정보 구축에 많은 시간과 인력 및 예산이 소요되므로, 지역 단위로 신속하게 정보를 구축하는 데 한계가 있다. 이에 따라 이 사업에서는 건축물 안전에 관련된 구조 및 화재 안전정보(이하 안전정보)를 대상으로 기존 세운터 보유 2D 도면에서 인공지능 학습을 통하여 필수 안전정보만 선별 인식·추출하고 3D sBIM\*으로 디지털화하는 기술을 개발한다.

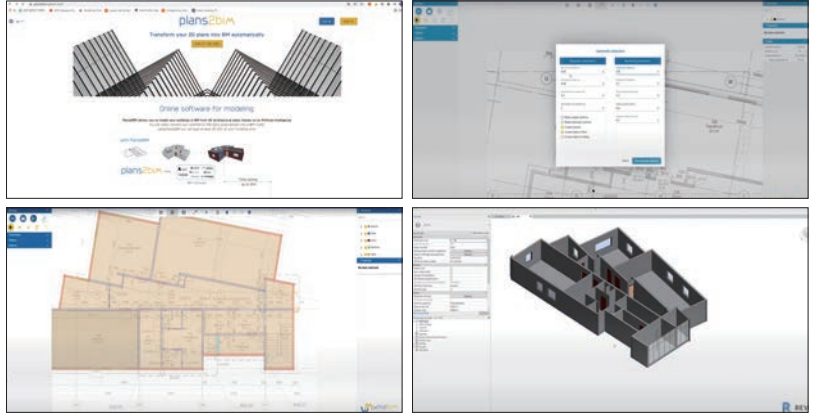
최근 AI 기술을 활용하여 도면 정보를 디지털화하는 기술이 개발되고 있다. 그러나 현재의 기술은 실구획과 개구부 등 실내 공간정보 중심으로 단위 층을 대상으로 개발되고, 안전관리 업무 자동화를 위한 건축물 전체의 부재 단위 정보 및 객체요소에 대한 정보는 자동으로 인식·추출하고

건축물 디지털 안전정보 항목 예시

구분	공통	구조안전	화재안전
공간정보(6종)	건물규모, 평면형상, 대지	개구부	인접도로, 소방서
건축정보(18종)	준공연도, 구조형식, 건물용도	지붕, 단면치수, 배근량, 층고, 비구조재, 기초정보, 돌출물	방화구획, 마감재 종류, 피난거리, 배연창, 스프링클러, 화재경보시설, 소화전, 비상조명
성능정보(5종)	-	하중, 재료강도, 지반조건	내화성능, 화재하중

출처: 최기선(2022)

\* structural BIM으로 구조, 화재정보만 수록한 간략 BIM



#### AI 기반 건축물 실내공간정보 구축 사례

출처: Wisebim(2022), <https://www.youtube.com/watch?v=etqj9ie0uBc>

있지 못하다. 또한 도면 전처리, 객체 인식·추출, 3D 모델링까지 일련의 과정에서 현재까지는 수작업이 상당히 포함되어 있다.

이 과제에서는 CAD와 이미지 등 2D 도면을 대상으로 안전정보를 자동 인식·추출하고 3D sBIM 구축까지 자동화를 목표로 한다. 이를 위해 AI 학습 라벨링 지원도구 개발 및 학습 데이터셋 구축, 최적 AI 학습모델 선정, 안전정보 인식·추출, 벡터화 알고리즘, 표준 데이터모델 기반 sBIM 모델링 자동화 기술을 개발한다. 이를 통하여 현행 세움터에서 단순 파일 형태로 보유하고 있는 2D 도면을 객체 단위로 디지털화된 3D sBIM으로 신속하게 변환할 수 있다.

#### 원격 현장조사·점검 기술

도면을 보유하고 있지 않은 건축물은 현장조사를 통해 관련 정보를 취득할 수밖에 없다. 이 경우 드론과 3D 스캐너 등 무인이동체를 활용하여 육안조사 대비 신속하게 정보를 취득하고 3D 디지털화가 가능하며, 촬영된 영상정보로부터 AI 학습을 통해 건축물의 결함을 자동으로 탐지할 수 있는 기술이 개발되고 있다.

무인이동체를 활용한 원격 조사·점검은 교량과 도로 등 SOC 시설물을 중심으로 활발하게 연구되고 있다. 그러나 외부에 노출되어 있고, 비교적 단순한 구조형식을 갖는 시설물에 비해 건축물은 형상이 복잡하고 협소하며, 실내공간과 마감재 등의 요소로 무인이동체 활용에 상당한 제



무인이동체를 활용한 건축물 원격 조사·점검 사례  
출처: 최기선(2022)

약을 받는다. 따라서 건축물의 원격 조사·점검에서는 무인이동체의 소형화 및 휴대·이동성과 운영기술이 중요하다. 특히 시설물 점검은 균열·부식·누수 등 구조결함 중심이나, 건축물 점검은 구조결함 외에도 대지·화재·에너지 분야까지 점검항목이 매우 다양하다. 따라서 기존 시설물 중심의 원격 조사·점검 기술과는 차별화된 건축물의 특성을 반영할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 이 과제에서는 드론 및 실시간 이동형 스캐닝 장비를 통한 실내외 안전정보 추출 및 3D 통합 모델링 기술, 구조·화재 등 영상탐지 가능 항목 대상으로 AI 기반 결함요인 자동 식별·판정 기술 및 자가점검 모바일 챗봇 앱을 개발하고 있다.

한편 무인이동체를 이용한 현장조사·점검은 영상 기반으로 정보를 추출하므로 노출되지 않은 부재의 내부 또는 지반정보 등은 추출이 불가능하다. 또한 도면 보유 건축물에서도 누락 정보나 인식 불가 정보가 존재할 수 있으므로 이에 대한 대안이 필요하다. 이 사업에서는 이러한 미확인 안전정보를 공학적으로 예측할 수 있는 모델을 개발하고 있다. 즉 연도별

법적 사양, 시공현황, 역설계를 통한 단면·배근 추정, 기존 시추정보 등을 활용한 지반정보 추정 등의 기법을 개발하여 미확인 정보를 확보하고, 정보 정확도를 높이고 있다.

### 안전관리시스템

지자체 등 사용자가 건축물의 현황 파악, 결과 관리, 예측·대응 방안 수립 등 안전관리 업무를 수행하기 위해서는 적합한 디지털 안전관리 플랫폼이 필요하다. 현행 건축행정시스템, 건축물 생애이력 관리시스템 등은 법적 업무에 대한 행정처리 중심으로 운영되고 있다. 따라서 지자체의 실질적인 건축물 위험에 대한 안전관리를 위해서는 기술적 업무 중심의 서비스 기능 개발이 필요하다. 또한 디지털화와 자동화를 통해 지자체 관련 인력이나 전문성 부족 문제를 해소하고 안전관리 대상을 확대하여야 한다. 이 사업에서는 건축물 디지털 데이터를 기반으로 각종 건축물 객체 단위 상



노후 건축물 안전관리시스템 DB				노후 건축물 안전관리시스템 서비스		
안전정보	sBIM 속성	점검정보	건축물 기본 속성	지도 서비스	분석 서비스	공통 서비스
내진성능 정보	화재위험도 정보	구조안전성 정보	점검기관 정보	안전점검 서비스	연계 서비스	모바일 서비스

광역 단위 노후 건축물 디지털 안전관리시스템 구성(안)

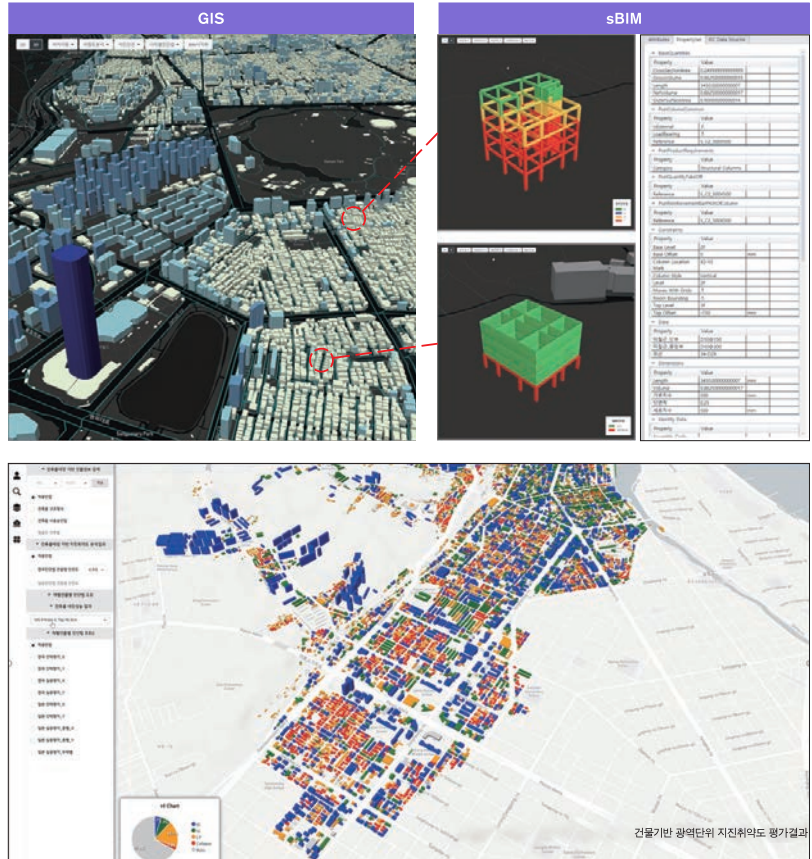
출처: 최기선(2022)





**노후 건축물 디지털 안전관리 단계 예시**

출처: 최기선(2022)



**BIM-GIS 안전관리시스템 및 광역 단위 간략 내진성능평가 예시**

출처: 유영찬(2020)



세현황 파악, 점검, 진단, 평가, 보강, 해체 등 안전관리 업무분석을 자동화하고 지역 단위 위험건축물의 선별을 통해 관리 효율성을 높이고자 한다. 또한 지자체 관리자 외에 건축주와 점검기관 등 민간 영역에서 활용할 수 있는 기능도 개발하고 있다.

## 노후 건축물 디지털 안전관리 향후 과제

앞서 언급한 바와 같이 기존 건축물의 디지털 안전관리 체계 전환을 위해서는 유지관리 전반에 대한 디지털화·자동화 기술 개발이 필요하다. 현재 정보, 점검, 해체 단계에 대한 디지털화·자동화 기술 개발이 이루어지고 있으며, 향후 공백 영역인 광역 단위 위험 예측 및 보강기술 개발을 통하여 유지관리 분야의 디지털 안전관리 체계가 완성되어야 할 것이다.

또한 건축물생애주기 측면에서 자재·설계·시공·유지관리 전반에 대한 디지털화 기술 개발 및 통합을 통해 사용자 중심의 서비스를 제공하여야 하며, 건축물 및 도시 차원의 목적물 중심으로 일어나는 모든 행위, 즉 안전뿐만 아니라 에너지·환경·방재 등 종합적인 디지털 체계 구축에 대한 개별 분야 기술의 연계 및 통합이 필요하다.

한편 디지털화 핵심기술인 AI, 빅데이터, 드론 등의 발전속도는 비약적으로 향상되고 있다. 따라서 지속적인 기술 개발을 통해 현재의 적용 한계를 극복하고 정확도와 경제성 등을 향상시킬 수 있어야 할 것이다.

### 참고문헌

- 1 국토교통부. (2019). 건축정책과, 준공 이후부터 멸실까지...빈틈없는 건축물 관리체계 구축. 4월 5일 보도자료.
- 2 국토교통부. (2022). 전국 건축물 총 7,314,264동/40억 5천만㎡. 3월 8일 보도자료.
- 3 Wisebim. (2022). Convert 2D scanned plan into 3D BIM with Plans2BIM. <https://www.youtube.com/watch?v=etql9ie0uBc>
- 4 최기선. (2022). 광역단위 노후건축물 디지털 안전위치 기술개발 사업. 한국건설기술연구원.
- 5 송태현. (2023). 건축물 안전해체 계획 및 시공 기술 개발. 한국건설기술연구원.
- 6 유영찬. (2020). BIM/GIS 기반 생활인프라 건축물의 지진안전 통합관리시스템 구축 및 실증. 한국건설기술연구원.