

02

초융합 건설 포렌식 연구센터: 2그룹 및 구조시스템 연구실 소개



민선기
고려대학교
건축사회환경공학부
/ 박사과정
tjsrl541@korea.ac.kr



황창현
고려대학교
건축사회환경공학부
/ 석사과정
alex1082@korea.ac.kr



김승준
고려대학교
건축사회환경공학부
/ 부교수
rocksmell@korea.ac.kr

1. 서론

전 지구적 이슈인 기후위기는 먼 미래의 일이 아닌 현실이 되고 있고, 이는 우리 사회 곳곳에 영향을 미치고 있다. 인류는 산업혁명 이후 다양한 사회인프라를 건설, 활용하여 왔고, 충분히 확충된 사회인프라는 사회, 경제 및 문화발전에 크게 이바지하지만, 동시에 고도로 발달한 국가일수록 노후인프라의 비율이 급격히 증가하여 이에 대한 대응에 많은 고민이 필요하다. 시설물의 노후화와 기후변화에 따른 빈번한 자연재해발생은 구조물의 현격한 성능저하를 초래할 뿐 만 아니라 안전성저하에 따른 구조물 붕괴위험성증대를 야기하기 때문에 우리 사회의 안전을 위협하는 심각한 위협요소로 작용할 수 있다. 따라서 이에 대응하기 위한 첨단기술개발 및 합리적인 시설물관리체계 마련이 요구된다.

고려대학교 초융합 건설포렌식 연구센터에서는 기후위기에 따른 복합재난 및 노후인프라 급증문제에 대응하기 위하여 인프라 관련 재난예측을 위한 사전탐지, 정밀진단에 의한 사후 감식, 재난 재현 및 역추적, 재발방지를 위한 대책 및 보강기술, 성능향상기술에 대한 집단연구를 수행중에 있다. 이 기사에서는 본 연구센터의 2그룹인 “디지털 포렌식 기반 상부구조 초정밀진단 및 안전관리 기술 개발”을 소개하고자 한다.

2. 초융합 건설 포렌식 연구센터 2그룹 연구 내용

구조물의 초정밀진단 및 안전관리를 위해 구성된 2그룹에서는 구조물 붕괴의 원인규명 뿐 만 아니라 구조물의 상태변화 및 성능저하를 사전에 감지할 수 있는 기술을 개발하고 있다. 참여연구진으로는 서울대학교 강현



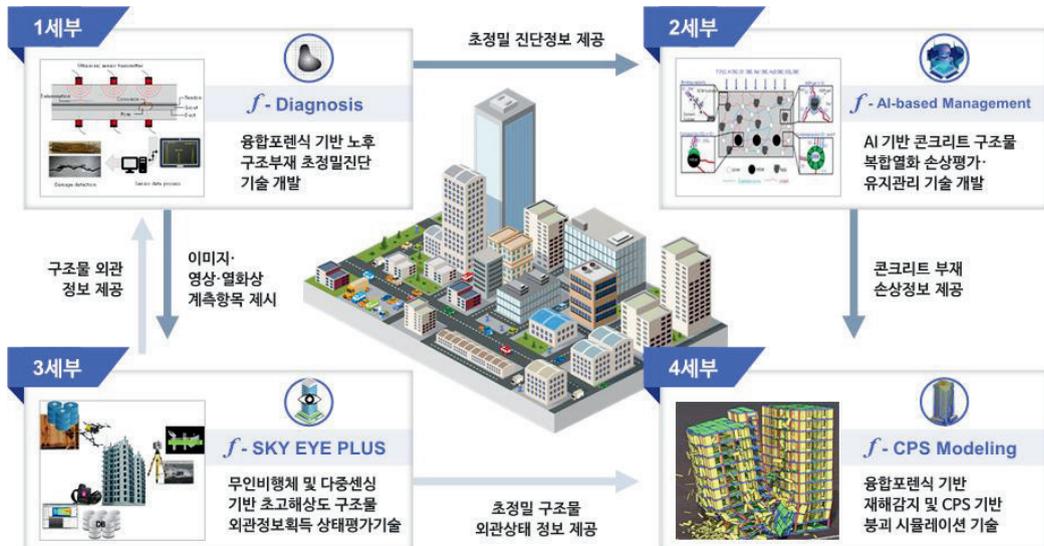
그림 1. 디지털 포렌식 기반 상부구조 초정밀진단 및 안전관리 프로세스

구 교수, 고려대학교 지광습 교수, 주영규 교수, 김승준 교수로 구성되어 있다. 그림 1과 같이 본 연구에서는 붕괴재해, 구조물 상태 및 성능저하의 사전감지에서부터 구조물 재해의 원인 규명을 위한 사후감식, 분석 및 재현 그리고 재해 예방 및 성능향상을 위한 기술개발을 모두 포함하고, 이를 효과적으로 활용하기 위한 플랫폼 및 체계를 구축하고자 한다.

그림 2는 2그룹에서 개발하고자 하는 디지털 포렌식 기반 상부구조 초정밀진단 및 안전관리 시스템의 구성을 나타낸다.

f-Diagnosis : 융합포렌식 기반 노후 구조부재의 초정밀 진단 기술 개발

- 초음파를 이용한 외장재 및 마감재 내부 노후 콘크리트 균열 탐지 기술
- 공용 중 교량 및 시설물 긴장재 부식 관리를



- 노후 SOC 구조물의 초정밀점검·진단 및 AI 기반 디지털유지관리시스템 개발을 통한 시설물 관리 효율 극대화
- 초음파, 무인체활용 초고해상도 영상·이미지정보, 3D스캐닝 및 열화상계측정보를 활용한 초융합포렌식 기술 개발
- CPS (Cyber Physical System) 기반 붕괴시뮬레이션을 통한 구조물 붕괴시나리오 도출과 패턴인지기반 재해감지
- 급증하는 이상기후 및 자연재해에 대한 피해규모 예측 및 선제적 대응방안 제시

그림 2. 디지털 포렌식 기반 상부구조 초정밀진단 및 안전관리 기술개발 모식도

+
특집 | 초융합 건설 포렌식 연구센터: 2그룹 및 구조시스템 연구실 소개

위한 초정밀진단기술

- AI-머신러닝 이미지 프로세싱 기반 주요 도
심지 빌딩풍 위험도 분석기술

f-AI-based Management : AI기반 콘크리트
구조물 복합열화 손상평가 및 유지관리 기술 개발

- AI 기반 콘크리트 구조물 복합 열화 손상평
가 시스템
- 디지털 유지관리 지침 기반 손상별 유지관리
의사결정 AI 시스템

f-SKY EYE PLUS : 무인비행체 및 다중센싱
기반 초고해상도 구조물 외관정보획득 및 상태평
가 기술 개발

- 빌딩구조물 상태평가를 위한 SMART SKY
EYE PLUS SYSTEM / PLATFORM 기술

f-CPS Modeling : 융합포렌식 기반 재해감지
및 CPS 기반 붕괴 시물레이션 기술 개발

- 구조거동 패턴인지기반 구조물 상태 및 성능
변화 예측
- CPS 기반 구조물 붕괴 시물레이션 기술
- 융합포렌식 기반 구조물 붕괴재해 예측

각 세부에서는 인공지능, 빅데이터, CPS(Cyber Physical System), BIM(Building Information Modeling), 무인비행체, 열화상 등 첨단 IT 및 4차산업기술을 활용하여 초정밀기술개발이 진행 중에 있고, 그림 2에 잘 나타나 있듯이 각 세부에서의 핵심 기술 뿐 만 아니라 세부 간 연계기술들이 동시에 개발되며 디지털포렌식 기반의 구조물의 안전관리 플랫폼이 구축될 것으로 기대된다.

3. 고려대학교 구조시스템 연구실 소개

고려대학교 구조시스템 연구실(Structural System Laboratory at Korea University)은 구

조공학에 이론적 바탕을 두고 구조시스템과 관련
한 다양한 문제를 해결할 수 있는 이론 및 수치적
솔루션 개발을 위한 응용연구를 수행하고 있다.
2019년 9월에 개설된 본 연구실은 현재 김승준
교수의 지도 하에 박사후 연구원 2인, 박사과정 5
인, 석사과정 4인, 학부연수생 3인으로 구성되어
있다. 신생연구실이기에 때문에 아직 전일제(full-
time) 학위자는 배출하지 않았지만, 2021년에 본
연구실에서 연구생활을 하였던 두 명의 박사후연
구원은 현재 한국해양대학교 기계공학부 조교수,
호주 Engineering Institute of Technology에
Lecturer로 부임하여 연구실 출신 학계 네트워크
를 구축하기 시작하였다.

본 연구실의 연구분야를 아래 그림과 같이 고
등시물레이션기술 개발(Advanced Simulation),
첨단 구조시스템 개발(Innovative Structural
System), 인공지능 기반 구조건전도평가(AI-
based Structural Health Monitoring) 등 세 가
지로 구분하여 정리할 수 있다. 기본적으로는 구
조역학 및 구조공학의 이론적 근거를 기반으로
복잡한 문제를 해결할 수 있는 다양한 시물레이
션 기술을 개발하고 있다. 전통적인 유한요소해
석기법은 물론, 유체-구조 상호작용 및 지반-구
조 상호작용해석을 위한 해석기법, 지반 또는 유
체의 모델링을 위한 Discrete Element Method
및 Coupled Eulerian-Lagrangian Method,
Computational Fluid Dynamics 해석기법을 연
구하고 있으며, 최근에는 광역 구조시스템의 거동
해석을 위한 물리모델 기반 시물레이션 기술을 개
발하고 있다. 개발된 시물레이션기술을 활용하여
기존 및 신형식 구조시스템의 거동을 분석, 합리
적인 설계기법을 제시하고 최적 구조시스템 및 모
델을 도출한다. 본 연구실에서는 종래의 인프라시
설을 비롯하여 부유식 해양구조물 연구를 주도하

RESEARCH AREA



그림 3. 고려대학교 구조시스템 연구실 주요 연구 분야 (<https://sslku.com>)

고 있는데, 부유식 교량 및 해중터널 연구에 있어서는 노르웨이 NTNU, 미국 Texas A&M과 세계적으로 경쟁하고 있고, 부유식 태양광시스템/해상풍력 등 신재생에너지 설비의 해석 및 설계기술 연구 역시 국내 주도그룹 중 하나이다. 본 연구실에서는 구조응답의 직접 계측 및 손상탐지가 어려운 구조시스템을 위한 Data-driven 구조물 유지관리기술들을 개발하고 있고, 이의 기반이 되는 기술로써 구조응답 빅데이터 및 구조거동 패턴 인지기술을 개발하고 있다. 단순한 구조시스템 뿐만 아니라 다중 결합된 부유식 구조시스템의 거동패턴인지를 위해 다양한 지도/비지도학습 계열 인공지능망을 응용한 최적 모델을 개발하고 있고, 범용성 확대를 위한 기 학습 모델의 고속 업데이트 기술 역시 연구하고 있다.

4. 결론 및 기대효과

초융합 건설 포렌식 연구센터의 2그룹에서는 다양한 사회인프라 상부 구조물의 첨단 상태평가·진단기술을 개발하고, 이를 연계한 노후인프

라 및 복합재난에 대응할 수 있는 시설물 통합유지관리시스템을 개발하고자 한다. 본 연구진은 초정밀 진단 및 상태평가, 정확한 미래예측 및 의사결정을 통한 선제적 재난대응을 위해 다양한 4차 산업혁명기술을 응용·융합하여 집단연구를 수행하고 있고, 이를 통해 궁극적으로 재난에 안전한 사회 구축에 이바지할 수 있기를 기대하고 있다.

연구에 참여하고 있는 2그룹 교수진(강현규, 지광습, 주영규 교수)에 더하여 김승준 교수 연구팀은 인공지능망알고리즘을 활용한 구조상태변화 및 손상탐지기술을 개발하고 있고, 동시에 물리모델을 활용한 광역 구조시스템의 붕괴 시뮬레이션 기술개발을 전담하고 있다. 이는 노후구조물의 구조상태변화 및 붕괴의 사전감지에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

사사

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2021R1A5A1032433).