

『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)

교육연구단 자체평가보고서

접수번호	-						
사업 분야	응용과학	신청분야	건설	단위	전국	구분	전국
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	토목공학	구조공학	토목공학	지반공학	환경공학	환경공학일반
	비중(%)	40%		30%		30%	
교육연구 단명	국문) 스마트 사회기반시스템 글로벌 인재 양성 교육연구단 영문) Center for Fostering Global Leaders in Smart Infrastructure Systems						
교육연구 단장	소 속	한국과학기술원 공과대학 건설 및 환경공학과					
	직 위	교수					
	성명	국문	전화				
			팩스				
		영문	이동전화				
E-mail							
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-21)	2차년도 (21.3-22)	3차년도 (22.3-23)			
	국고지원금	---	---	---			
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)						
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)						
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2022년 9월 27일</p>							
작성자	교육연구단장						
확인자	한국과학기술원 연구처장						

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	건설환경 창의인재양성	지능형 사회기반시스템	스마트건설 기술
	지속가능 시스템	레질리언트 시스템	다학제적 융복합 연구
	글로벌 인재 양성	디지털 사회기반시설	유기적 국제 협력 네트워크
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<p>◎ 비전: 4차 산업혁명을 통해 실현될 스마트 복지사회의 핵심 구성요소인 스마트 사회기반 시스템 구축을 책임지는 글로벌 창의인재 양성</p> <p>◎ 최종목표: 스마트 사회기반시스템 구축에 필요한 핵심기술 중심으로 선택집중형 교육·연구·기술사업화·국제화 혁신을 수행하여 2027년까지 건설환경 분야에서 세계 10위권의 글로벌 가치창출을 선도하는 교육연구단으로 도약</p> <p>◎ 교육혁신 부문 목표 달성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 당면한 인류문제 해결을 위한 핵심 연구주제 관점(Sustainable Environment (S), Smart Urban Systems (U), Resilient Infrastructure (R), Energy Infra-systems E), (S.U.R.E. 트랙))으로 교육과정 전면 개편 후 중점분야 및 미래분야 설정 등 내실화 진행 - 여러 산업·사회 문제 해결 능력 함양을 위한 S.U.R.E. 트랙 및 스마트시티 커리큘럼 내실화 진행 - 인공지능 활용역량 강화를 위한 인공지능 활용 분야(AI+건설·환경 분야)관련 교과목 개설 - 기구축된 온라인 원격강의 시스템을 적극 활용하여 비대면 강의 진행 및 Education 4.0 등 학생참여형 교육 프로그램 확장 <p>◎ 연구혁신 부문 목표 달성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 건설 및 환경 분야 연구 집중 및 관련 융복합 논문 실적 증대(전체 실적의 49%에 해당, 전년 대비 약 7% 향상) 및 연구과제 수주 - 시공 중 안전사고, 미세먼지, 미세플라스틱 등 산업·사회의 주요 문제 해결형 연구 다수 수행 - 교육연구단과 학내 연구소 간의 공동연구 및 협력을 통한 연구인프라 확충 <p>◎ 산학협력혁신 부문 목표 달성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 산업체 지원 및 사회문제 해결 관련 연구용역과제 수행 및 사회문제 발굴과 연구네트워크 형성 - 스마트시티, 인공지능, 메타버스, 빅데이터 등 타 분야 전문가와 함께하는 융복합 세미나 개최 - 건설·환경 분야 기술의 지식재산 창출 및 창업 프로세스 관련 창업 세미나 시리즈 개최 <p>◎ 국제화혁신 부문 목표 달성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대학원 전공 교과목 영어강의 비율 97%, 석박사학위논문 영문작성 비율 94%, 외국인 학생 비율 16% 등 대부분의 국제화 부문 지표가 목표를 상회하거나 유지 - COVID-19 상황임에도 불구하고, 장기 및 단기 해외 파견, 교환학생 제도 등을 통해 다양한 국제 교류 활동 프로그램 진행 노력. 특히 Texas A&M Univ.과의 공동 대면강의 개설 및 국제 워크샵 시리즈 비대면 개최 - 국제 공동연구 및 국제 공동세미나 등을 온라인으로 진행하여 COVID-19 환경 극복 		
교육역량 영역 성과	<p>◎ 교육과정 구성 및 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 교육연구단은 4차 산업혁명 시대에 적합한 건설공학 교육 체계를 수립하기 위해서 세부 전공 분야를 기존의 전통 학문 분야 관점에서 당면한 인류문제 해결을 위한 핵심 연구주제 관점 (Sustainable Environment (S), Smart Urban Systems (U), Resilient Infrastructure (R), Energy infra-Systems (E) (S.U.R.E. 트랙))으로 전면적으로 재편. - AI로 대변되는 4차 산업혁명의 핵심 키워드를 교육과정 내에서 포함할 수 있도록 신규 교과목을 매 학기 개설 - 전체 강의에서 영어강의 비율은 2021년 2학기 93.75%, 2022년 1학기 100% <p>◎ 인력양성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1년간 총 49명의 졸업생(석사 26명, 박사 23명) 배출 (당초 목표 45명, 8% 초과 달성) - 박사 졸업생의 경우 17명 목표에 23명 배출로 35% 초과 달성 - 지난 1년 간 석사 졸업생 85.7%, 박사 졸업생 100% 취업(국내 연구기관 6명, 국내외 산업체 14명, 국내 및 해외 교육기관 12명) <p>◎ 대학원생 연구역량</p> <ul style="list-style-type: none"> - 참여 대학원생의 학술지 논문 총 52건으로 이 중 39건(75%)이 분야별 Top 25% 학술지에 해당되는 Q1 저널에 게재 - 교육연구단 참여 대학원생이 학술지에 게재한 논문 총 52건 중 11건을 분야별 상위 5% 이내의 저널에 게재 - 1년간 국내 학술 발표대회 81건, 국제 학술 발표대회 49건 참석 및 8건의 우수논문상 및 학회장상 수상 		

	<ul style="list-style-type: none"> - 연구적으로 개발한 기술을 산업에 적용하기 위하여 국내 특허 9건 및 국제특허 2건을 등록, 3건의 기술이전 성과를 통해 1억 9천5백만 원의 기술료 수입에 기여(전년 대비 약 4배 향상) ◎ 신진연구인력 운용 - 1년간 총 6명의 신진연구인력(박사후연구원 및 연구교수) 확보 - 총 4편의 논문게재 실적(모두 분야별 Top 10% 학술지에 해당하며, 이 중 2편은 상위 3.226% 학술지에 해당) ◎ 참여교수의 교육역량 - 대부분의 강의를 영어로 제공 및 Education 4.0 추진단을 통한 학생참여형 강의 제공 - 3건의 저술활동을 통해 참여 대학원생의 교육 효과 향상 ◎ 교육의 국제화 - 1년간 97%의 강의 영어로 진행: 94%의 석·박사 학위논문이 영어로 작성 - 외국인 대학원생의 비율: 전체 대학원생의 16% - Texas A&M Univ.와 국제협력을 위한 MOU 체결 및 정식교과목(인공지능 모빌리티) 개설
<p style="text-align: center;">연구역량 영역 성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 연구비 수주실적 - 연구비 수주액: 1년간 약 13,379,487 천원 (전임교원 1인당 833,866 천원) - 4차 산업혁명 관련 연구과제 지속적 수주 (‘스마트 수중 터널 시스템 연구센터’, ‘재난 재해 위험성 분석/예측 기술 고도화 및 정보 플랫폼 구축’, ‘미래 핵융합분야 선도를 위한 양성 프로그램’ 등) - 탄소중립 및 3D 프린팅 기술 등과 같은 주제의 첨단 융복합 연구 수행 (‘온라인 비파괴 검사 및 실시간 3D 프린팅 공정관리’, ‘탄소 저장기술 융합 가능성 시멘트계 재료 및 탄소중립화를 위한 시멘트 gel 합성 기술 개발’ 및 CO2 주입을 통한 굳지 않은 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 경화역학 조절 및 이를 활용한 3D 프린터 건설재료로의 적용 가능성 평가’ 등) ◎ 논문실적 - 최근 1년간 총 96편의 SCI 급 학술지에 논문 게재(전임교원 1인당 평균 5.6편) - 논문 1편당 피인용수 1.06으로 전년대비 약 23% 향상 - 분야별 Top 25% 학술지 해당 실적: 66건(68.8%), 상위 10%: 48건(50.0%) - 융합연구 관련 실적: 47건(49%)으로 4차 산업혁명 기술이 접목된 다양한 연구실적 달성 ◎ 대표적 연구업적 - 산업및시스템공학과, 기계공학과와 학제 융합연구를 활발히 수행하고 있음 (수행성과 4건) - 명재욱 교수: 생분해가 가능한 3D 프린팅 시제품 생산 기술 개발 (ACS Applied Polymer Materials 지 게재, Newsweek지와 인터뷰에서 미생물 활용 플라스틱 생분해 기술 전달) - 윤석환 교수: 탄소원에 따른 아산화질소 배출량 변화 평가 연구 수행 (환경 분야 우수 저널 Water Research 게재, ‘한국 과학기술 미래 이끌 탁월한 젊은 과학자 33인’ 선정) - 여화수 교수: 강화 학습을 통한 교통 신호 제어 연구 수행(Transportation Research Part C-emerging Technologies 지에 논문 게재, 해당 기술 (주)노타로 기술이전) - 유지환 교수: 협소공간 탐지 및 구조 소프트웨어 성장 로봇 개발 (2021년 RnA magazine Best Paper Award, 2021년 KAIST 우수기술 TOP2, SCI(E)급 저널 2편, 특허 등록 2건) - 손훈 교수: 온라인 비파괴 검사 및 실시간 3D 프린팅 공정관리 기술 개발 (SCI(E)급 논문 게재 12편, 특허 등록 25건 및 열화상 검사 기술 이전) - 홍정욱 교수: 광 변조 가능 Mechanochromic smart membrane 개발 연구 수행(나노과학 분야의 대표 학술지인 ACS NANO에 게재, 2022년 전산역학 학술상 수상) ◎ 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적 - 1년간 특허 등록 19건(국외 3건, 국내 16건)과 기술이전 6건의 성과 달성하였으며, 특히 기술료는 2억9천만원으로 전년 대비 약 6배 가량 향상 - 4차 산업혁명 및 스마트시티 개발 뿐 아니라, 3D 프린팅 장치 기반 기술, 로봇틱스 기술, 건설재료 응용 기술, 수처리 기술 등 다양한 분야에서 특허 등록 실적 달성 - ‘열화상 영상계측 및 열과 시각화 기술’ (기술료: 100백만원) 및 ‘도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램 노하우’ (기술료: 30백만원)등 기술 이전 ◎ 산업사회 기여실적 - 최근 1년간 1,424,982 천원에 달하는 18건의 연구용역과제(민간출연 2건, 정부출연기관 16건) 수행을 통하여 산업체 지원 및 사회문제 해결에 기여 - 산업체 지원을 위한 자문활동 5건 수행 및 온라인 초청세미나를 통한 기술세미나 제공 - 사회문제 해결을 위해 20건의 교외활동 및 사회문제 발굴/해결을 위한 연구네트워크 형성 ◎ 국제화 현황 - COVID-19 상황에도 해외 우수 연구기관과의 인적교류를 통해 참여대학원생들의 국제공동연구 4건, 신진연구인력 국제공동연구 1건, 해외연수 10건 수행

	<ul style="list-style-type: none"> - “Digital Infrastructure Management for Next Generation” 이라는 제목으로 KAIST 건설 및 환경공학과 국제 워크샵 시리즈 개최하여 세계 석학들과의 국제 교류 활발히 진행 - 참여교수들은 국제 학술대회 수상 3건과 더불어 32건에 달하는 초청 및 기초연설 수행 - 국제 저명 학회의 좌장 및 위원회 활동: 31건, 국제 최고권위 학회 Fellow: 6명 - 국제학술지 편집장 실적 50건, 국제 공동연구 실적 4건 등 활발한 국제 학술 활동 수행
<p style="text-align: center;">달성 성과 요약</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 교육역량 영역 성과 요약 <ul style="list-style-type: none"> - 4차산업혁명시대에 건설환경 분야를 선도할 수 있는 새로운 트랙(S.U.R.E.)으로 전면 개편 - 졸업생 배출 실적 목표 초과달성 및 취업대상자 37명 중 35명 취업 (취업률 95%) - 참여 대학원생의 학술지 논문: 총 52건(이중 39건(75%)은 Top 25% 학술지에 게재) - 총 6명의 신진연구인력 활용 (4편의 Top 10% 논문 게재 실적) - 참여교수 1건의 저술활동을 통해 참여대학원생의 교육 효과 향상 - 영어 강의: 97%, 학위논문 영어 작성: 94%, 외국인 대학원생 비율: 16% ◎ 연구역량 영역 성과 요약 <ul style="list-style-type: none"> - 연구비 수주액: 1년간 약 13,379,487 천원 (전임교원 1인당 833,866 천원) - 최근 1년간 총 96편의 SCI 급 논문 게재(전임교원 1인당 평균 약 5.6편), 특히, 논문 1편당 피인용수 1.06으로 전년 대비 23% 향상, 또한 분야별 상위 10% 논문 50%, 융합연구 논문 49% 등으로 상당한 질적 향상 달성 - 산업및시스템공학과, 기계공학과와의 학제 융합연구를 활발히 수행 (수행성과 4건) - 1년간 특허 등록 19건(국외 3건, 국내 16건)과 기술이전 6건의 성과 달성(기술료 총 2억 9천만원) - 산업체 및 사회문제 해결 관련 과제 18건(연구용역비 약 14억원) 수행 및 자문활동 20건 - 국제 학술대회 수상 3건 및 초청 및 기초연설 32건 발표
<p style="text-align: center;">미흡한 부분 / 문제점 제시</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 교육혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 과목에서의 S.U.R.E. 트랙에 부합하도록 정비된 교과체계를 보다 내실 있게 구축하고 필요 시 재조정하거나 교과목 통폐합, 교과목 신설 등의 조치 필요 - 우수한 논문으로 나온 연구를 실질적인 산업과 연결할 수 있도록 하는 특허 및 기술 이전을 원활하게 할 수 있도록 지원할 수 있는 방법 필요 ◎ 연구혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명 관련한 융·복합 연구 비중 지속적 증대 필요 - 산업·사회의 주요 문제 해결형 연구 수행 증대 필요 ◎ 산학협력혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 산업체와 함께하는 융복합 세미나 등 협력 행사 활성화 필요 - 교원 및 대학원생의 창업과 같은 가시적인 지표 부족하므로 향상 필요 ◎ 국제화혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 우수한 외국인 대학원생의 유치 방안 강구를 통해 국제화 지표 향상 필요 - 예상치 못한 환경변화에 강인한 국제 활동 프로그램 개발 또는 확보 필요
<p style="text-align: center;">차년도 추진계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 교육혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - S.U.R.E. 트랙에 적합한 교과목을 추가 신설하고 이를 지속적으로 모니터링 - 대학원생들간 연구 결과에 대한 공유를 통해 스스로 융합 연구를 구상하고 이를 발전시킬 수 있는 플랫폼 구축 ◎ 연구혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명 융·복합 논문 및 연구과제 수주 증대와 관련 인적 자원 구축 및 기술사업화를 위해 지속적 노력 - 핵심 분야 기반의 연구 협력 체계 구축을 통한 연구 전문성 강화 - 글로벌 선도 융복합 연구시스템 구축 추진 ◎ 산학협력혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 중장기적인 연구 협력 체계를 구축하여 산업체 및 사회 문제 해결을 위한 플랫폼으로 활용할 수 있도록 발전 추진 - 스타트업 기술연계를 통한 협력 및 기술사업화 장려하여 교원 및 대학원생 창업 유도 - 실험실 기술을 토대로 스타트업 창업/성장 및 기업 투자로 이어지도록 체계적으로 지원하는 프로그램 구축 추진 ◎ 국제화혁신 부문 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 기업 및 해외 유명대학에서의 인턴십, 해외 견학 등 국제 프로그램 제공을 이전보다 다각화 및 내실화 - 학과 주관의 국제 행사(국제 워크샵 시리즈 등) 지속적 개최 노력 - 외국인 교원 및 학생 비율 향상 및 유지 노력 - 해외 유명대학과 다학제 간 융·복합적 교육 프로그램의 공동개발 추진

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한 글	영 문
소 속 기 관	한국과학기술원 공과대학 건설및환경공학과	

1.1) 연구 역량

교육연구단장인 [] 교수는 지난 20여 년 동안 스마트 사회기반시스템 구축을 위해 필수적인 주제에 관한 연구를 활발히 수행해왔으며, 구체적으로는 MR 댄퍼 이용 제진 기술, 풍진동 기반 에너지 하베스팅 기술, 스마트 무선센서를 이용한 교량 건전도 평가 기술 등에 관한 연구를 선도적으로 수행한 바 있다. 특히, 4차 산업혁명의 핵심 기술인 드론과 딥러닝 기법을 이용한 자동화된 교량 점검 기술을 개발하여 관련 분야 최대 국제학술대회 등에서 여러 차례 기조강연을 하는 등 동 분야 세계 수준의 연구자로 인정받고 있다. 2013년부터 국제적인 스마트구조기술 관련 협의체인 Asia-Pacific Network of Centers for Research in Smart Structures Technology의 사무처장(Secretary)을 맡고 있으며 SCI급 학술지 ‘Smart Structures and Systems (Impact Factor(IF): 3.342)’의 편집위원장(Editor-in-Chief), SCI급 학술지 ‘Journal of Vibration and Control (IF: 3.095)’의 부편집장(Associate Editor)을 비롯해 다수의 학술지에 주요 편집진으로 참여하는 등, 건설산업의 첨단 분야인 스마트구조 기술 분야의 연구를 선도하고 있다.

지금까지 약 150편의 SCI급 국제학술지 논문, 270편이 넘는 국제 학술대회 논문을 발표하였으며, 특히 2012년부터 현재까지 약 10년 동안에 총 82편의 SCI 논문을 게재하여 연평균 약 8편에 이른다. 또한, 교육연구단장은 SCOPUS 기준으로 h-index는 38, 총 인용횟수는 4,888, 논문당 평균 인용횟수는 34.18에 이를 정도로 훌륭한 학술적인 성과를 달성한 바 있다(단, SCIE 기준으로는 각각 35, 4,064, 28.62임). 이러한 학술적 공로를 인정받아 대한민국 정부로부터 국가개발 우수성과(국가과학기술위원회)와 기초연구 우수성과(교육과학기술부)를 수상한 바 있으며 KAIST에서 학술상과 공적상을 수상하였다. 또한, 국내외 학회로부터 ICCES Young Investigator Award와 소음진동공학회 국제학술상, 한국전산구조공학회 학술상을 수상하였다. 교육연구단장은 기존 스마트 구조기술 분야의 한계를 극복하기 위한 융·복합 연구를 통해 건설 분야의 차세대 융합기술 개발 가능성을 보여주었으며, 이러한 연구경험은 본 BK21 사업 수행에 있어서도 밑거름이 될 것으로 기대된다.

1.2) 교육·행정 역량

교육연구단장인 [] 교수는 KAIST 건설 및 환경공학과 교수 및 학사주임 교수로서 뛰어난 리더십으로 학과 관련 조직을 운영해오고 있다. 특히, 2000년대 중반부터 스마트 사회기반시스템 관련 다양한 교육 프로그램들을 지속해서 기획하고 주관해왔다. 대표적으로는 스마트시티 혁신인재육성 프로그램 운영위원, 스마트구조기술 관련 국제 여름학교(APESS) 두 차례 주최 등이 있다. 또한, KAIST-중국 Tongji 대학 건설·환경공학과 학부생 계절학기 프로그램을 주도적으로 기획·진행하였으며, 이외에도 격년으로 개최되는 SEE-KAIST, Open KAIST 행사에 학과 차원 참여를 적극적으로 장려하여 건설 및 환경공학 관련 산업 발전에 이바지하기 위한 인재양성에 이바지하고 있다. 이에 더해, 외국 우수학생 유치 활동, 복수학위 프로그램, 국제교류 협력사업을 주도적으로 추진하는 등 학과의 경쟁력 강화 및 국제화

에 크게 공헌하고 있다.

교육연구단장은 KAIST 건설 및 환경공학과와 학사주임 교수로 선임된 2015년 이후 우수한 연구성과 도출을 위한 학과 분위기를 조성하고, 신입 교수 및 신진연구인력들에 대한 지원과 협력을 아끼지 않는 등 학과 교육과정의 수월성 제고 및 세계화와 연구의 질적 수준 향상에 꾸준히 노력해 왔다. 이를 통해 KAIST 건설 및 환경공학과가 역사와 전통이 깊은 해외 우수 대학과 어깨를 나란히 할 수 있는 토대를 마련하는 데 크게 이바지하였다. 이외에도 교육연구단장은 ‘아시아·태평양 스마트구조기술 연구센터 협의체’ 사무처장, ‘한국전산구조공학회’ 부회장, ‘한국소음진동공학회’ 학회지 편집위원장, ‘KSCE Journal of Civil Engineering’ 부편집위원장, ‘한국지진공학회’ 이사, ‘한국소음진동공학회’ 이사 및 토목 부문회장 등을 역임하며 스마트구조기술, 토목공학, 전산구조공학, 지진공학, 진동공학 분야에서 활발한 학술 진흥 활동을 수행하는 등 풍부한 행정 및 국제 교류 경험이 있다. 지금까지 약 14년 동안의 KAIST 재직 기간에 14명의 박사 및 25명의 석사 배출을 비롯하여 현재 12명의 대학원생과 2명의 박사후연구원을 지도하고 있으며, 2019 KKHTCNN Symposium 최우수논문상 수상자를 배출하는 등 뛰어난 인재양성 능력을 보여주었다.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
건설 및 환경공학과	2021년 2학기	20명	17명	85%	
	2022년 1학기	20명	17명	85%	

<표 1-2> 최근 1년간(2021.9.1.~2022.8.31.) 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1		2022년 1학기	전출	정년 퇴직	
2		2021년 2학기	전입	신규 임용	
3		2021년 2학기	전입	신규 임용	
4		2022년 1학기	전입	신규 임용	

<표 1-3> 교육연구단 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
건설 및 환경공학과	2021년 2학기	80	67	84	102	72	71	11	9	82	193	148	77
	2022년 1학기	77	63	82	101	67	66	13	10	77	191	140	73
참여교수 대 참여학생 비율				847.06									

최근 1년간 교육연구단에 참여하는 교수는 21년 2학기에는 17명, 22년 1학기는 17명으로 참여비율은 건설및환경공학과 전체교수의 약 85% 정도로 유지되고 있으며, 정년 퇴직 및 신규임용으로 인해 22년 1학기 참여교수 구성에 변경이 있었다. 대학원생 수는 매학기 졸업자를 제외하면 전체 학생의 평균 75%가 본 교육연구단에 참여하고 있다.

3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

1) 비전 및 목표 대비 실적

4차 산업혁명과 같은 급격한 환경변화에 적절하게 대응하기 위해서는 핵심 시대정신 및 스마트 기술을 제대로 이해하고 적재적소에 적극적으로 활용하여 다양한 주요 산업·사회 문제를 해결할 능력을 갖춘 전문인력 양성이 필요하다. 특히, 건설 분야는 정보기술(건설IT, 건설로봇, 건설관리 등), 계획, 디자인 및 설계기술(교통 및 도시계획 및 설계, 건설 디자인 등), 재료, 바이오 및 나노기술(건설재료, 바이오 및 나노융합기술 등) 등이 접목되면서 선도적 경제도약 및 글로벌 가치창출을 이룰 수 있는 산업 분야이다. 따라서, 건설 분야에 특화된 스마트 기술을 갖춘 전문인력이 양성된다면 국내외 관련 산업에 미치는 긍정적인 파급효과가 매우 클 것이 분명하다. 특화된 전문 인재양성 요구에 부응하기 위해 본 교육연구단은 **연구혁신, 교육혁신, 국제화혁신, 산학연계혁신**에 대한 비전을 수립함으로써 스마트 복지 사회를 구현하는 데 일조할 인재를 양성하는 중대한 사명을 수행하고자 한다.

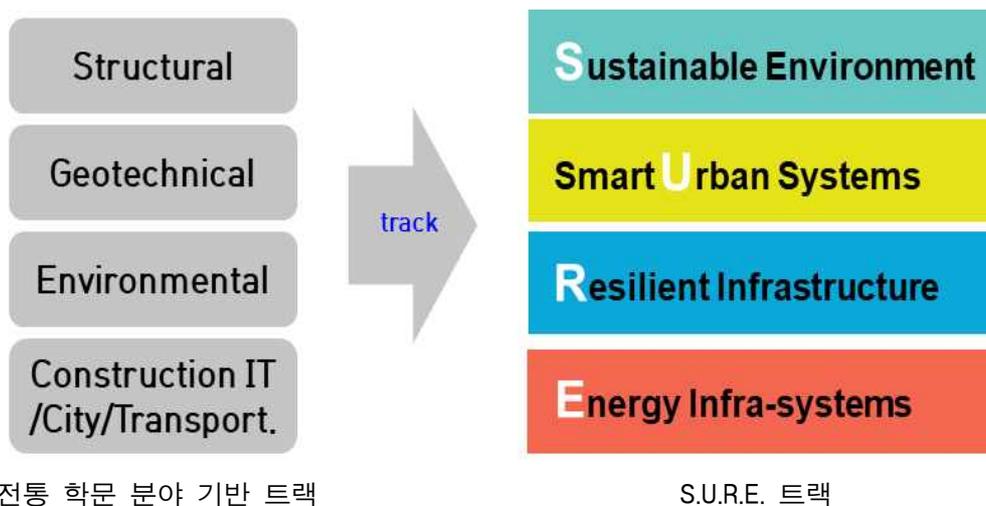


[그림 1-1] 4차 산업혁명에 부합하는 본 교육연구단의 비전과 혁신 키워드

이에 따라 본 교육연구단의 비전은 “4차 산업혁명을 통해 실현될 스마트 복지사회의 핵심 구성요소인, 스마트 사회기반 시스템 구축을 책임지는 글로벌 창의인재 양성”이며 기술 융합적, 다학제 연계 교육 및 국제적 리더십 교육을 통하여 건설공학 분야의 글로벌 지도자를 양성하고 국가와 인류의 발전에 이바지하는 것이다. 이러한 비전을 실현하기 위한 본 교육연구단의 최종목표는 ‘스마트 사회기반시스템 구축에 필요한 핵심기술 중심으로 선택집중형 교육·연구·기술사업화·국제화 혁신을 수행하여 2027년까지 건설환경 분야에서 세계 10위권의 글로벌 가치창출을 선도하는 교육연구단으로 도약’이다.

또한, 연구, 비즈니스, 혁신, 서비스 등을 포함하는 스마트 사회기반시스템 관련 분야의 세계적 리더십의 확보와 기술융합적 교육을 통하여 토목, 건축, 도시, 교통 및 환경공학 분야의 세계적 지도자를 양성함으로써 국가와 인류의 발전에 이바지하는 것이다. 이를 위하여 우수한 교육 기회의 제공, 혁신적인 학제적 연구, 혁신적인 기술의 개발, 국제적인 협력과 활동에의 참여는 물론 현재와 미래의 복합적인 기술 및 사회적 요구에 부응하기 위해 교수와 학생들을 통해 서비스 리더십과 기업가정신을 함양하고자 한다. 본 교육연구단은 이전 단계의 사업에서 혁신의 비전으로 삼았던 융합화, 다학제화, 국제화의 틀을 유지하되, 4차 산업 혁명에 부합하도록 교육혁신, 연구혁신, 산학연계혁신, 국제화 혁신을 핵심 키워드로 삼아 혁신하고자 한다.

본 연구단은 최근 1년 동안을 4차 산업혁명 시대의 글로벌 창의인재 양성의 목표를 달성하기 위한 준비 및 첫 단계로 설정하였고 교육, 연구 및 산학협력이 유기적으로 연계되어 시너지효과를 얻을 수 있도록 커리큘럼, 학사관리 등 전반적인 교육체계를 혁신하고자 하였다. 이에 따라 핵심 추진 방향을 기반으로 본 교육연구단은 건설·환경 분야를 선도하기 위해 기존 Smart, Sustainable, and Resilience로 표현 하던 핵심 키워드 중심의 주요 연구 분야를 전면적으로 개편하여 인류가 당면한 커다란 문제를 해결하기 위한 4개의 핵심 융복합 연구분야를 재정립하였다. 즉, 구조공학, 지반공학, 환경공학, 도시/교통/건설 IT 분야와 같은 기존 전통학문 분야를 기반으로 나누어졌던 학과의 트랙을 Sustainable Environment, Smart Urban System, Resilient Infrastructure와 Energy Infra-systems (이하 S.U.R.E.)로 개편하고 교육과정과 학사관리 개편이 이루어졌다. 또한, 4차 산업혁명의 기반 기술을 건설환경 분야에 적용하고 활용하고자 인공지능 관련 융합 교육 프로그램을 개설하였으며, 산학연계 및 국제 네트워크 강화를 통해 연구의 시너지 창출을 이루었다.



[그림 1-2] 혁신적 교육체계 개편 - 인류문제 해결을 위한 트랙

새롭게 재편된 S.U.R.E. 트랙에 맞춰 교육 및 연구에 주안점을 두어야 할 중점분야 및 미래분야를 설정하였다. 즉, Sustainable Environment (S) 트랙은 지속가능한 환경 구축을 위해, 지속가능한 물관리, 환경 모델링/정보학, 기후변화 경감과 적용, 초순수 공급을 중점분야로, 그리고 지구 재활성화 기술을 미래 분야로 설정하였다. Smart Urban Systems (U) 트랙은 도시문제 해결을 위한 스마트도시 구현을 위해, 스마트 인프라 및 건설로봇, 지능형 교통 시스템, 도시과학 및 정보학, 재난 및 안전 관리를 중점분야로, 그리고 힐링안심 공간을 미래 분야로 설정하였다. Resilient Infrastructure (R) 트랙은 안전체계 및 대규모 재난대응 기술 개발을 위해, 극한공학, 구조안전성 모니터링, 첨단건설재료, 재해도 저감 및 재난관리

를 중점분야로, 그리고 우주도시 건설을 미래 분야로 설정하였다. 마지막으로 Energy Infra-Systems (E) 트랙은 신재생 에너지 인프라 기술 개발을 위해, 에너지 탐사와 활용, 신재생 에너지 인프라, 바이오에너지 및 바이오자원, 에너지 관리 인프라를 중점분야로, 그리고 미개척 극한지 개발을 미래 분야로 설정하였다.



[그림 1-3] S.U.R.E. 트랙에 기반한 연구 중점분야 및 미래 분야

2) 부분별 세부 목표 달성 평가

2-1) 교육 부문 목표 달성

- 4차 산업혁명 기술을 완벽히 이해하고 건설 및 환경 분야에 적극적으로 활용할 수 있는 능력을 갖춘 창의인재 양성을 위해, **융복합 키워드 (Sustainable Environment, Smart Urban System, Resilient Infrastructure, and Energy Infra-systems)**를 기반으로 한 **교육과정(S.U.R.E. 트랙)**으로 개편하고 교육 체계의 내실화를 위해 노력하였다.
- 스마트 복지사회 실현에 장애가 되는 여러 가지 산업·사회 문제를 해결할 수 있는 능력 함양을 위한 **S.U.R.E. 트랙 및 스마트시티 커리큘럼**을 더욱 내실화하였다.
- 인공지능 활용역량 강화하고자 KAIST AI 대학원과 협력하여 **인공지능 활용 분야(AI+건설·환경 분야)**에 대한 전공 교과목을 개설하였다.
- 예상치 못한 외부환경 변화에도 영향받지 않는 비대면 온라인 원격강의 시스템을 구축하여 재학생들의 정규 교과 완전학습 지원 및 e-Learning, Education 4.0 등 학생참여형 교육 프로그램을 확장하였다.

2-2) 연구 부문 목표 달성

- 국토교통부 스마트건설사업 등과 같이 4차 산업혁명 시대에 건설 및 환경산업의 게임체인저가 될 수 있는 스마트 건설 및 환경 분야 연구에 집중하였고, 교육연구단의 연구역량 향상 계획에 따라 관련 융복합 논문 실적 증대(전체 실적의 49%에 해당, 전년 대비 약 7% 향상)와 연구과제 수주 등 실질적인 성과를 이뤄냈다.
- 시공 중 안전사고, 지진/슈퍼태풍으로부터의 안전, 미세먼지, 미세플라스틱 등과 같이 산업·사회의 주요 문제 해결형 연구를 수행하였다.
- 교육연구단과 학내 연구소 간의 공동연구 및 협력을 통한 연구인프라를 확충하였다.

2-3) 산학협력 부문 목표 달성

- 산업체 지원 및 사회문제 해결에 기여하기 위해 지난 1년간 18건의 연구용역과제를 수행하였을 뿐만 아니라, 25건의 교외활동을 통해 국가기관 및 연구기관 등과 교류하며 사회문제 발굴과 연구네트워크 형성을 수행하였다.
- 산업 간의 경계가 무너지는 초산업 시대에 건설환경 분야를 주도할 능력을 갖춘 전문인력 양성 프로그램 마련을 위해 스마트시티, 건설 자동화 등 타 분야 전문가와 함께하는 융복합 세미나를 개최하였다.
- 건설·환경 분야 기술의 지식재산을 창출하고 창업 프로세스를 체험하는 창업 세미나 시리즈를 개최하였다.

2-4) 국제화 부문 목표 달성

- 대학원 전공 교과목 영어강의 비율 약 97%, 석박사학위논문 영문작성 비율 약 94%, 외국인 학생 비율 약 16% 등 대부분의 국제화 부문 지표가 목표를 상회하거나 유지하는 수준이었다.
- COVID-19로 국제 활동이 어려운 상황임에도 불구하고, 장기 및 단기 해외 파견, 교환학생 파견 등을 통해 다양한 국제 교류 활동 프로그램을 진행하고자 노력하였다. 특히, Texas A&M Univ.과 공동으로 대면강의를 개설하여, 학생들의 국제 교류를 활성화하는 성공적인 자리를 마련한 바 있다.
- 국제 공동연구 및 국제 공동세미나 등을 오프라인이 아닌 온라인으로도 진행하여 예상치 못한 COVID-19 환경을 극복하면서 국제협력 네트워크를 강화하는 전략을 제시하였다. 특히, "Digital Infrastructure Management for Next Generation"이라는 제목으로 KAIST 건설 및 환경공학과 국제 워크숍 시리즈 개최하여 세계 석학들과의 국제 교류 활발히 진행하였다.

3) 비전 및 목표 달성을 위한 보완 방안

3-1) 교육 부문 보완 방안

- 1차년도에 S.U.R.E. 트랙으로 새롭게 개편된 교육과정 및 2022년 봄학기부터 적용된 교과목 체계가 대학원에 제대로 자리를 잡을 수 있도록 지속적으로 모니터링하고 보완할 예정이다.
- 교육과 연구의 선순환 구조를 더욱 공고히 하기 위해, 대학원생들이 수행 중인 연구내용이나 연구성과를 공개 세미나 또는 공개형 수업에서 공유하고 자유롭게 토의하는 프로그램을 개발할 필요가 있다.

- 학생들에게 전공과 무관한 자유로운 교육 기회 보장하기 위해 MOOC (Massive Online Open Course) 를 이용한 **온라인 공개 강의를 확대**할 계획이다.

3-2) 연구 부문 보완 방안

- 전년도와 마찬가지로 **4차 산업혁명 융복합 연구과제** 수주 증대와 **관련 전문인력 양성 및 기술사업화**를 위해 **지속적으로 노력**하여 본 교육연구단의 연구역량을 더욱 높이고자 한다.
- 4차 산업혁명 시대를 주도할 수 있는 **핵심 분야 기반의 연구 협력 체계 구축**을 통한 **연구 전문성 강화**가 필요하다.
- 4차 산업혁명, Post COVID-19 또는 Post AI와 관련한 학내 대형연구사업 및 정부 대형연구사업 기획 및 수주를 통해 **글로벌 선도 융복합 연구시스템** 구축이 필요하다.

3-3) 산학협력 부문 보완 방안

- 산업체와의 연구용역과제 수행을 일회성으로 그치지 않고 **중장기적인 연구 협력 체계**를 구축하여 **산업체 및 사회 문제 해결**을 위한 **플랫폼으로 활용**할 수 있도록 발전시킬 필요가 있다.
- Technion과 같이 **스타트업 기술연계**를 통한 **전략적 협력** 및 **기술사업화**를 장려하여 교원 및 대학원생의 창업을 유도한다.
- 실험실에서 만들어진 기술 콘텐츠를 토대로, **스타트업 창업/성장** 및 **기업의 투자**로 이어지도록 일련의 과정을 체계적으로 지원하는 프로그램 구축이 필요하다.

3-4) 국제화 부문 보완 방안

- 지난 1년간은 COVID-19로 인해 국제화 부문의 활동이 제약되었지만, 향후 상황이 나아진 후에는 MIT에서 진행하는 프로그램과 같이 **글로벌 기업에서의 인턴십, 해외 견학 등 국제 프로그램 제공**을 **이전보다 다각화**할 필요가 있다.
- 외국인 교원 및 학생 비율 향상을 통해 캠퍼스 내에서 국제적 감각을 쉽게 배양할 뿐만 아니라 해외 공동연구를 활발하게 추진할 수 있는 연구 생태계를 체계적으로 구축할 계획이다.
- MOU가 체결된 해외 유명대학과 교육 협력적 차원의 공감대를 형성하고 강화하는 것을 목표로 하여 다학제 간 융복합적 교육 프로그램의 공동개발을 추진할 계획이다.

□ 교육역량 대표 우수성과

본 교육연구단은 수립한 교육 목표인 ‘스마트 사회기반시스템 구축에 중추적인 역할을 함으로써 초지능/초연결/초산업의 스마트 복지사회 실현에 장애가 되는 여러 가지 산업·사회 문제를 해결할 수 있는 고급(연구)인재 양성’을 위해 노력하였으며, 이에 대한 최근 1년간 교육역량 영역에서의 대표 우수성과는 다음과 같다.

● 교육과정 구성 및 운영

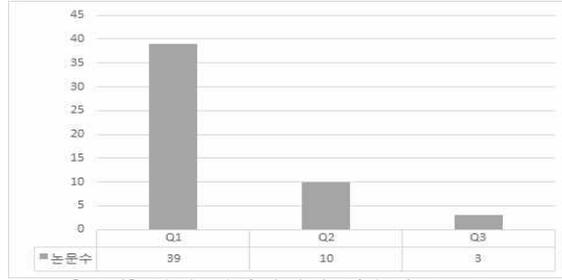
- 본 교육연구단은 4차 산업혁명 시대에 적합한 건설공학 교육 체계를 수립하기 위해서 세부 전공 분야를 기존의 전통 학문 분야 관점에서 **당면한 인류문제 해결을 위한 핵심 연구 주제 관점 (Sustainable Environment (S), Smart Urban Systems (U), Resilient Infrastructure (R), Energy-infra Systems (E) (S.U.R.E. 트랙))**으로 **전면적으로 재편**하였고, 새롭게 재편된 4개의 영역이 균형 있게 교육될 수 있도록 신규 교과목 개설 및 기존 교과목 보완을 통해 교과목 체계를 개선 및 보완 중이다. 특히 AI로 대변되는 4차 산업혁명의 핵심 키워드를 교육과정 내에서 포함할 수 있도록 신규 교과목을 매 학기 개설 중이며 이를 통해 전공 분야의 다양성을 높이고 있다.
- 전체 강의에서 영어 강의 비율은 2021년 2학기 93.75%, 2022년 1학기 100%로 전국 최고 수준임을 확인할 수 있다.

● 인력양성

- 본 교육연구단은 **지난 1년간 총 49명의 졸업생(석사 26명, 박사 23명)을 배출**하였다. 이는 당초 목표였던 45명을 8% 초과 달성하는 실적이다. 석사 졸업생은 목표인 28명보다 2명 감소하였지만 박사 졸업생을 6명 추가 배출하여서 35% 초과 달성하였다.
- 본 교육연구단 소속의 2021년 8월과 2022년 2월 졸업 대학원생 중, 취업대상자는 석사졸업생 14명, 박사졸업생 23명으로 총 37명이다. 석사 졸업생중 12명인 85.7%가 취업을 하였고, 박사 졸업생의 경우 23명인 100%가 취업을 하였다. 본 교육연구단 소속의 지난 1년간 졸업 대상자 중, **취업대상자 37명 중 32명이 국내 연구기관(6명), 국내외 산업체(14명), 국내 및 해외 교육기관 (12명)에 취업**한 상태이다.

● 대학원생 연구역량

- 참여 대학원생의 학술지 논문 총 52건으로 이 중 39건(75%)의 Q-value는 각 분야별 Top 25% 학술지에 해당되는 Q1이다. 이는 대학원생 전체 논문 실적의 2/3 이상이 각 분야별 상위 학술지에 게재되었음을 의미하며, 본 연구단 참여 대학원생들의 논문의 질적 우수성이 매우 높은 수준임을 보여주는 지표이다. 또한 교육연구단 참여 대학원생이 학술지에 게재한 논문 총 52건 중 분야별 상위 5% 이내의 논문은 11건으로 이는 게재 논문이 분야별 최상위 수준에 있음을 나타내는 수치이며, 이는 참여대학원생의 논문의 정량적인 지표만을 추구하는 것이 아닌 정성적인 방면으로의 연구단의 노력을 보여준다.



[그림] 참여 대학원생의 학술지 Q-value

- 또한, COVID-19 감염병 상황에서도, 참여 대학원생들은 **최근 1년간 130건의 국내외 학술대회에 참가하여** 전공 분야의 최신 연구 동향을 습득할 수 있었으며, 국제적인 연구 협력 네트워크를 형성하는 등 학술 활동 역량을 강화하였다. 이 중 국내 학술 발표대회는 81건, 국제 학술 발표대회 참석은 49건이 있었다. 또한, 발표한 결과의 우수성을 인정받아 **8건의 우수논문상 및 학회장상을 수상**하였다.

[표] 국제 및 국내 학술대회 수상 실적

참여대학원생 성명	학술 대회명	수상내역
	European Biomass Conference & Exhibition	우수논문상
	한국생태환경건축학회 추계국제학술발표대회	우수논문발표상
	한국공업화학회 2024 춘계학술대회	우수논문상 수상
	유기성자원학회 2023 춘계학술대회	우수논문발표상 수상
	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	우수논문상
	KTA 2022 Annual Spring Conference	YE 우수논문 학회장상
	KGS Spring National Conference 2022	우수논문상
	KTA 2022 Annual Spring Conference	YE 우수논문 학회장상

- 연구를 위해 개발한 기술을 산업에 적용하기 위하여 참여 대학원생들은 **국내특허 9건 및 국제특허 2건을** 등록하였으며, **3건의 기술이전 성과를** 통해 1억 9천5백만 원의 기술료 수입을 거두었다. 이는 **전년 대비 약 4배만큼 향상된 실적**이다.

● **신진연구인력 운용**

- 본 교육연구단은 1년간 **총 6명의 신진연구인력(박사후연구원 및 연구교수)을 확보**하였고, 총 4편의 논문게재 실적이 있으며 모두 Q1으로 각 분야별 Top 10% 학술지에 해당한다. 특히 이 중 2편은 상위 3.226% 학술지인 Journal of hazardous Materials에 게재되었다.

● **참여교수의 교육역량**

- 본 교육연구단의 참여교수는 대부분의 강의를 영어로 제공하였으며 Education 4.0 추진단을 통한 강의를 제공하였다. 또한, **3건의 저술활동을** 통해 참여 대학원생의 교육 효과를 향상했다.

● **교육의 국제화**

- 본 교육연구단의 소속 학과에서는 1년간 **97%의 강의가 영어로** 진행되었으며, **94%의 석·박사 학위논문이 영어로** 쓰였고, **외국인 대학원생의 비율은 전체 대학원생의 16%**에 달한다.
- 특히, Texas A&M Univ.과 국제협력을 위한 MOU를 체결하고 여름학기에 “**인공지능 모빌리티**”라는 제목의 정식 교과목을 개설하였다. 이 교과목에는 **11명의 Texas A&M Univ. 학생과 6명의 참여 대학원생이** 수강하였다.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

① 교육과정 및 학사관리 운영 현황

1) 교육과정 구성 및 운영 실적

본 교육연구단은 과학 기술을 통한 당면한 전 지구적인 인류 문제 해결이라는 관점 아래에서 기존의 구조공학 및 재료, 지반공학 및 지반 시스템, 환경공학 및 지속성, Planning 및 Design (도시/건축계획 및 설계), 교통 분야와 더불어 건설 로봇, 건설/교통 IT로 세분화되어 있던 전공들을 핵심 연구 주제 관점 (즉, Sustainable Environment (S), Smart Urban Systems (U), Resilient Infrastructure (R), Energy-infra Systems (E) (S.U.R.E. 트랙))으로 전면적으로 재편하였다. 특히 신산업 분야를 교육 과정 내에서 포함할 수 있도록 과목을 개설하였으며, 스마트시티 및 융합 분야에 대한 교육과정 개설 및 전공 분야 다양성을 높이고 있다. 이와 관련한 주요 실적은 [별표 2-1]과 같이 정량적으로 요약하였고, 운영 계획 및 실적을 간략하게 정리하였다.

[별표 2-1] 최근 1년간 교육과정 운영 주요 실적

항목	교육과정 구성 및 운영	
	2021년 가을학기	2022년 봄학기
전체 교과목 수강 (공통, 선택, 전선, 전필) 건수	432	
타 학과 교과목 수강 건수	140	
타 학과 교과목 수강 비율	32.41%	
스마트시티 교과목 수강 건수	167	
스마트시티 교과목 수강 비율	38.66%	
외부 전문가 초빙 교과목 건수	0	0
교환학생 수	0	4
융합 세미나 건수	3	6
타 학과 공동강의 개설 건수	0	0
영어강의 비율	93.75%	100%
외국인 학생 수 비율	15.54%	16.23%
Education 4.0 교과목	5	7
e-Learning 교과목 개설 건수	전 과목 대면/온라인 선택 가능	
해외 석학 초청 세미나 건수	4	17
해외 장기연수 건수	1	8
해외 단기연수 건수	0	1

● 타 학과 교과목 및 스마트시티 교과목 수강 실적

하나의 전공분야를 넘어서서 융합을 통한 문제 해결이라는 화두 아래에서 세부 전공에서 다루지 않지만 도움이 될 수 있는 타학과 교과목 및 스마트시티 교과목 수강을 적극 장려하고 있다. 이에 타 학

과 교과목 수강 비율은 32.41%, 스마트시티 교과목 수강 비율은 약 38.65%로 학생들이 각자의 전공 분야에 도움이 될 수 있는 타 학과 교과목 및 스마트시티 교과목을 적절히 수강하였음을 확인할 수 있다.

● **융합 세미나 개최 실적**

다른 학제 분야 간의 정보교류(세미나, 워크숍 등)를 통하여 다 학제 간 학습 기회를 적극적으로 제공하였다. 그중에서 IT, 통계, 인공지능 등과 같은 융합 분야 전문가의 석박사 세미나는 최근 1년간 총 9건이다. [별표 2-2]는 건설 및 환경 분야 외에 메타버스, 빅데이터, 스마트시티, 3D 프린팅, 건설 로봇, 인공지능 등 다양한 분야의 전문가를 초빙하여 학생들의 다 학제적 소양 강화를 지향하였다.

[별표 2-2] 지난 1년간 융합분야 전문가 세미나

일시	분야	연사	소속	세미나명
2021.09.07	메타버스		GIST	Connection between Reality and Virtuality: Metaverse
2021.10.12	빅데이터		Univ. of Queensland	Big Data and Urban Mobility Analytics
2021.11.02	로봇		선박해양플랜트 연구소	해양로봇을 활용한 구조물 모니터링 기술
2022.03.15.	3D 프린팅		Stellenbosch University	3D concrete printing technique: from underlying mechanisms to practical application
2022.03.29	스마트 기술		한국기계연구원 스마트산업기계연구실	스마트 건설기계 기술동향
2022.07.18	인공지능		카카오모빌리티	인공지능 기반의 모빌리티 기술
2022.07.18	스마트시티		한국교통연구원	국내 스마트시티 및 스마트모빌리티 사업실증 소개
2022.07.19	인공지능		공주대학교	AI applications
2022.07.25	빅데이터		Texas A&M University	State-of-the-art of Big Data Science and Integration

● **외국어 강의 비율 실적**

전체 강의에서 영어 강의 비율은 2021년 2학기 93.75%, 2022년 1학기 100%로 전국 최고 수준임을 확인할 수 있다.

● **Education 4.0 과목 운영 실적**

학생들의 자율성을 존중하고 창의성 및 스스로 문제 해결 능력을 길러줄 수 있도록 프로젝트 중심 학습, 문제해결학습, 협력학습, 동료학습, 사례연구 및 실습 등 학생참여 중심 교수학습 방식을 집중·이용하는 Education 4.0 교과목 개설을 독려하고 있으며 이에 최근 1년 동안 [별표 2-3]과 같이 12과목이 Education 4.0으로 개설되었다.

[별표 2-3] Education 4.0 교과목 목록

개설학기	과목번호	교과목명	담당교수
2021 가을	CE202	구조역학	스*
2021 가을	CE441	도시건축디자인스튜디오	
2021 가을	CE475	자원순환사회를 위한 폐기물관리	

개설학기	과목번호	교과목명	담당교수
2021 가을	CE501	고급재료역학	
2021 가을	CE530	에너지자원물리탐사	
2022 봄	CE230	지반공학개론	
2022 봄	CE350	모빌리티시스템공학개론	
2022 봄	CE475	자원순환사회를 위한 폐기물관리	
2022 봄	CE481	건설 및 환경공학 특강 <건축 디자인 스튜디오>	
2022 봄	CE547	교통자료 분석 및 운영	
2022 봄	CE553	스마트시티를 위한 정보기술	
2022 봄	CE558	건설 로봇 개론	

● e-Learning 교과목 개설 실적

COVID-19 감염병 상황에서 코로나 상황에서 학생들의 학습권을 보장하기 위해서 모든 개설 교과목에 대해서 대면 및 온라인 수업을 선택하여 수강할 수 있도록 제공하고 있다.

● 전공 분야별 융합 교육과정 도입

융합연구가 활발하게 이루어지고 있는 분야들을 대상으로 맞춤형 교과과정을 제공하였다. 또한, 첫 수 융합포럼(KAIST 내에 융합 교육을 목적으로 매월 첫째 주 수요일에 개최되는 포럼)을 통한 자연스러운 융합 학문 연계로 융합연구의 흐름 파악 및 새로운 연구주제를 탐색하였다([별표 2-4] 참고).

[별표 2-4] 첫 수 융합포럼 목록

일시	학과	주제
2022.05.04	바이오및뇌공학과	Digital Phenotyping for next-generation Smart cities (건설및환경공학과 : 교수 & 바이오및뇌공학과 : 교수)

● 새로운 교과목 개설

기존의 교과목에서 포함하지 못하는 최신 이론 및 현실적인 적용 사례들을 살펴봄으로써 문제 접근의 창의적 시각을 제공하고자 다양한 특강을 개설하였다. 전공 분야에 국한되지 않고 필요한 정보들을 정확하게 접할 수 있도록 다양한 주제의 특강을 추가 개설하였다([별표 2-5] 참고).

[별표 2-5] 최근 1년간 개설된 '건설 및 환경공학 특강' 부제명

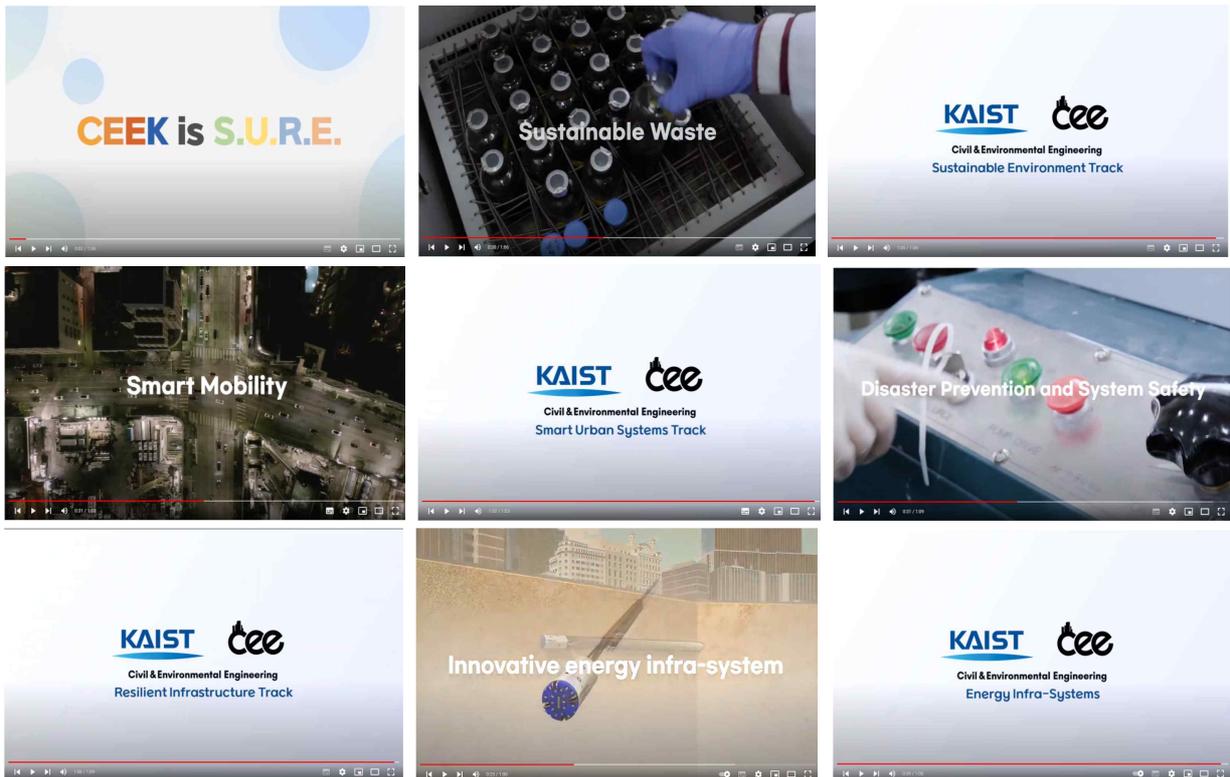
개설학기	과목번호	부제명	담당교수	비고
2021 가을	CE481	건설환경인의 Career 설계		신규
2021 가을	CE481	지속가능한 도시 및 광역 성장		신규
2021 가을	CE481	공간과 사회		2회 개설
2022 봄	CE481	환경모니터링 및 모델링		신규
2022 봄	CE481	건축 디자인 스튜디오		신규

● 다학제를 위한 세부 전공 분야 재편 및 교과목 체계 재구축 (S.U.R.E. 트랙으로 대전환)

- 4차 산업혁명 시대 건설공학 교육의 새로운 패러다임인 다학제화를 위하여 세부 전공 분야를 기존 전통 학문 분야 관점에서 당면한 인류문제 해결을 위한 핵심 연구 주제 관점으로 전면적으로 재편하였다.
- 이렇듯 재편된 세부 전공 분야는 Sustainable Environment (S), Smart Urban System (U), Resilient Infrastructure (R) 및 Energy Infra-systems (E)이며, 본 교육연구단이 4단계 BK21사업에서 핵심적으로 교육 및 연구를 추진하고자 하는 4대 핵심 영역이기도 하다([별표 2-6] 참고).
- 본 교육연구단에서는 새롭게 재편된 4개의 영역이 균형 있게 교육될 수 있도록 신규 교과목 개설 및 기존 교과목 보완을 통해 교과목 체계를 개선 및 보완하는 중이며, 새로운 교과과정은 2022학년도 봄학기부터 적용하고 있다. 또한, 대학원생들에게 트랙별 내용을 직관적으로 설명할 수 있는 소개 동영상 제작하여 유튜브 등을 통해 소개한 바 있다([그림 2-1] 참고).

[별표 2-6] 세부 전공 분야 재편 (전통 학문 분야에서 인류문제 해결을 위한 핵심 주제로)

기존 세부 전공 분야		새롭게 재편된 세부 전공 분야
구조공학 및 재료		Sustainable Environment (S)
지반공학 및 지반시스템		Smart Urban System (U)
환경공학 및 Sustainability		Resilient Infrastructure (R)
IT/Planning/Design		Energy Infra-systems (E)



[그림 2-1] S.U.R.E. 트랙 소개 동영상 캡처 이미지 (<https://www.youtube.com/c/KAISTCEE> 참고)

2) 학사관리 관리제도 및 실적

체계적인 학사관리 및 학위수여 제도를 구축하고 내실 있게 운영하고 있으며, 이와 관련한 주요 실적은 [별표 2-7]과 같이 정량적으로 요약하여 제시하였다. 또한, 석·박사 자격시험·종합시험 및 학위논문 심사 방식, 학위취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도적 방안, 학·석·박사 연계 과정 소개 등의 내용을 간략하게 정리하였다.

[별표 2-7] 학사관리 및 학위수여 제도의 주요 실적

항목	운영실적	
	2021년 가을	2022년 봄
학위취득자 수 (석사/박사)	9/13	17/10
박사학위 평균 취득 기간	4.69년	
강의평가	4.35	4.39
KAIST 리더십 강좌	7	7
학과 석박사 세미나	12	9
졸업생 및 명사 초청강연*	7	2
산학연 전문가 초청강연*	9	13
해외 우수연구자 초청강연*	0	0

* 일부 강연은 학과 석박사 세미나의 일환으로 진행됨

본 교육연구단이 소속된 KAIST 건설 및 환경공학과는 최근 1년 동안 학위취득자수 석사 26명, 박사 23명, 박사학위 평균 취득기간 4.69년, 강의평가 평균 4.37/5.00, 학위논문 외부전문가 활용(51건), 리더십 강좌(14건), 학과 석박사 세미나(21건), 졸업생 및 명사 초청강연(9건), 산학연 전문가 초청강연(22건) 등 선진화된 학사단위 관리제도 및 학위수여 제도를 보유하고 있다.

● 지속적인 우수인력 확보를 위한 자격시험 강화 및 심사위원 다양성 고려

- 경쟁력 있는 졸업생을 양성하기 위해서 자격시험제도를 구두시험 및 연구내용 발표 등으로 요건을 강화하였다.
- 학위 심사에 외부 산학연 전문가를 심사위원으로 적극적으로 위촉하여, 총 51건의 외부 전문가를 활용하였다.
- COVID-19 상황으로 학위발표가 비대면 화상발표가 활성화되었고 이를 기회로 글로벌 인재양성이라는 목표로 해외심사위원 활용(6건)을 활발하게 추진하여 이루어졌다([별표 2-8] 참고).

[별표 2-8] 학위논문 발표 시 해외심사위원 활용 내역

소속기관	위원명	학위과정	지도교수	심사일시
Georgia Institute of Technology		박사		2022-06-13
MIT Senseable City Lab		박사		2022-05-24
Tokyo University of Agriculture and Technology		박사		2022-06-09
University of Technology Sydney		박사		2021-12-09
University of Nebraska-Lincoln		박사		2021-12-06
Texas A&M University	~ ~ ~	박사	. ~	2021-11-22

● 학위취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도적 방안

- 박사과정 학위취득은 자격시험-중간발표-최종 논문 제출의 순서로 이루어진다.
- 자격시험제도를 구두시험 및 연구내용 발표 등으로 요건을 강화하였기 때문에 학위취득 소요기간이 장기화 되는 것을 방지하기 위해서 제도적으로는 박사과정은 입학 수 4년 이상부터는 식비 지원 중지, 5년 이상부터는 장학금 지원이 중지된다.
- 자격시험제도가 강화되었음에도 불구하고 최근 1년간 **박사학위 평균 취득기간 4.69년**으로 학위취득 장기화 방지가 비교적 잘 이루어지고 있다.

● 강의 질적 수준 관리

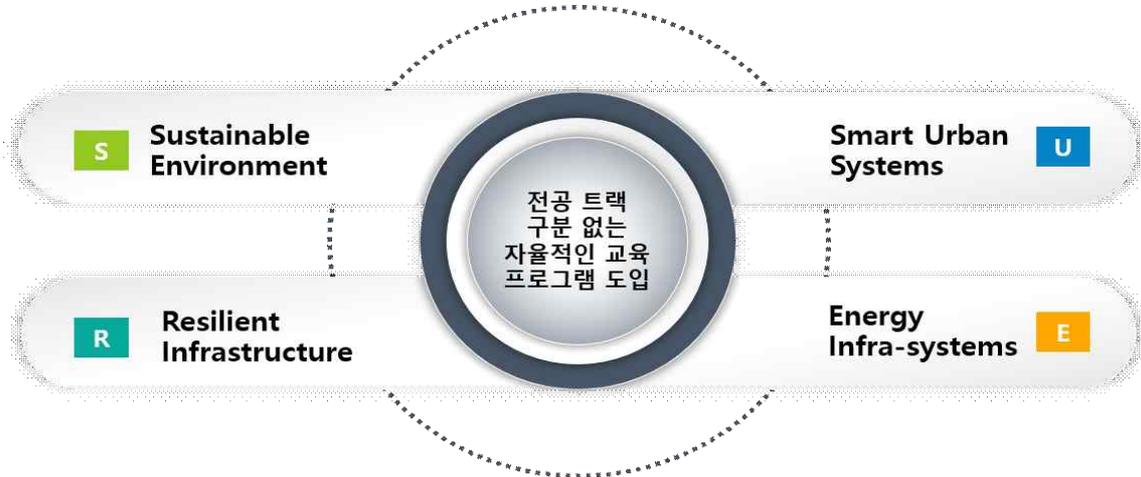
- 강의의 질적 수준 관리와 강의 효과 증대를 위해 매 학기 두 번의 강의평가를 시행하고 있다.
- 강의 평가는 중간 및 기말평가로 한 학기에 두 번 시행하고 있으며, **최근 1년 동안 강의평가 점수는 4.37/5.00**로 학생들이 강의에 대한 높은 만족도를 보였다.
- 특히 전년도 대비해서 평균 강의평가 점수가 증가하였다는 것이 질 좋은 강의를 위한 노력을 나타내준다. 이는 전년도 강의평가에서 나온 피드백들을 적극 수용한 결과로 볼 수 있다.

② 교육과정 및 학사관리 운영 혁신 계획 대비 실적

1) 교육과 연구의 선순환 구조 구축 및 연구의 교육적 활용 실적

1-1) 교육과정 혁신 계획 및 실적

본 교육연구단은 건설 분야 창의 인재 양성을 위해 지속성과 충실성을 고려한 세계적 수준의 교육과정 및 학사관리 시스템 구축을 목표로 하여 (1) 전공의 융합과 다학제화, (2) 교육의 공개 및 국제화, (3) 산학연계 혁신, (4) 교육과정/학사관리 체계 개선을 새로운 혁신 전략으로 설정하였다. 이를 기반으로 기존 S. S. R. (Smart, Sustainable, and Resilience)로 표현하던 주요 연구 분야 키워드에 신재생에너지 분야를 추가한 후, 이러한 핵심 키워드를 융합하여 포괄적인 개념의 미래지향적 교육연구 트랙인 S. U. R. E. (Sustainable Environment, Smart Urban Systems, Resilient Infrastructure, and Energy Infra-systems)로 개편하였다(그림 2-2] 참고).



[그림 2-2] 기존의 전공 구분을 벗어난 융합 키워드 기반의 교육 프로그램 구성

본 교육연구단은 새로운 혁신 전략을 바탕으로 미래지향적 교육연구 트랙인 S. U. R. E. (Sustainable Environment, Smart Urban Systems, Resilient Infrastructure, and Energy Infra-systems)로 개편하여 교육과정 개편과 함께 기술의 융합 및 다학제화를 위한 인공지능+건설 환경 (AI+X) 교과목 개설, 교육의 공개화 및 국제화와 공동화를 위해 KAIST MOOC 확대 및 Education 4.0의 적극적 활용, 산학연계 혁신을 위한 학생참여프로그램 개설 및 창업지원 세미나 개최, 외부 전문가 초청 심사 확대를 통한 학사 시스템 개선을 계획하였으며 계획대비 실적은 다음과 같다.

● 융합 키워드 기반의 교육과정 개편

- 교육연구단에서는 교육과 연구의 선순환 구조 구축을 위해 4대 핵심 융합 키워드(S. U. R. E.)를 기반으로 하여 교육과정을 전면 개편하였다. 교육과정 개편에서 새로운 융합 키워드를 기반으로 기존 몇 개의 과목에 대해 교과목명 변경이 이루어졌으며 내년 봄 신설 예정인 교과목이 추가되었다. 또한, 타 학과에서 개설되는 교과목 중 융합 구체적인 개편(안)은 [그림 2-3]에서 살펴볼 수 있다.

대학원 교과과정 개편(안)

교육/연구 분야	지속가능 환경	스마트 도시 시스템	레질리언트 사회기반구조물	에너지 인프라시스템
공통 과목	<ul style="list-style-type: none"> CE553 스마트시티를 위한 정보기술 (CS570 인공지능 및 기계학습) 		<ul style="list-style-type: none"> CE551 공학설계를 위한 소프트웨어 컴퓨팅 기법 	
기초 과목	<ul style="list-style-type: none"> CE503 고급환경화학 	<ul style="list-style-type: none"> CE558 건설로봇 개론 CE585 도시분석론 	<ul style="list-style-type: none"> CE501 연속체역학 CE502 고급 토질역학 	<ul style="list-style-type: none"> CE530 에너지 자원물리탐사
핵심 과목	<ul style="list-style-type: none"> CE541 지속가능기반시설 시스템공학 CE571 환경공학 실험 및 실습 CE572 환경미생물학 및 환경 바이오텍 CE573 고급 환경 전기화학 CE577 인공지능기반 수자원 통합관리 CE579 유해 및 산업폐기물 처리 	<ul style="list-style-type: none"> CE506 가상물리 시스템과 스마트 스페이스 CE545 교통시스템을 위한 인공지능 적용 CE547 교통자료 분석 및 운영 CE583 건설로봇 고등동역학 및 비선형제어 CE584 기후변화 대응을 위한 도시계획 CE586 지속가능한 도시 및 광역성장 CE587 도시건축 형태론 CE588 디자인과 헬스 	<ul style="list-style-type: none"> CE514 고급 구조동역학 CE515 복합재료역학 CE516 유한요소법 CE519 교량공학 및 설계 CE520 스마트구조기술개론 CE580 구조물 안전진단을 위한 통계식 패턴인식 및 머신러닝 CE531 지반공학 실험 CE532 IT융합 암반공학 CE536 스마트시티 지하공간 설계 CE539 스마트시티 기반지 지 구조물 	<ul style="list-style-type: none"> CE533 기반조사 및 IT 현장 계속 CE534 기반거동해석 IT CE584 기후변화 대응을 위한 도시계획 CE560 스마트 그린 환경 디자인 GT531 배터리시스템 및 제어
심화 과목	<ul style="list-style-type: none"> CE672 스마트시티 고급환경 단위 공정론 FS603 이슈기반 미래예측 	<ul style="list-style-type: none"> CE560 스마트 그린 환경 디자인 CE563 자율주행 및 지능형 교통시스템 모델링 CE651 도시연구이론 CE652 도시연구방법론 CS572 지능형로보틱스 	<ul style="list-style-type: none"> CE614 스마트시티 구조물의 안정론 CE619 구조물의 진동제어 CE633 고급 지반동역학 CE636 지반 지진공학 및 설계 	<ul style="list-style-type: none"> CE637 지반물리탐사이론 CE631 고급 전산토질역학
프로젝트 기반 설계 과목	<ul style="list-style-type: none"> CE598 스마트시티 환경공학 설계 특수문제 	<ul style="list-style-type: none"> CE599 스마트시티 설계 특수문제 	<ul style="list-style-type: none"> CE596 스마트시티를 위한 레질리언트 사회기반구조물 설계 특수문제 	

[그림 2-3] 대학원 교과과정 개편(안)

(굵은 교과목번호는 신설(예정)교과목명이며 변경될 수 있음)

● 인공지능(AI)+건설·환경 교과목 개설 실적

- 4차 산업 혁명의 핵심 키워드인 인공지능의 기반 기술을 이해하고 이를 건설환경 분야에 접목하고자 AI+X (인공지능+건설·환경) 융합 교육과정 신설을 계획하였으며 최근 교통 분야에서 AI+X 교과목을 개발하였다([별표 2-9] 참고).

[별표 2-9] AI+X 교과목 신설 목록

개설학기	과목번호	교과목명	담당교수
2022 봄	CE454	교통시스템을 위한 인공지능 적용	

● Education 4.0 과목 운영 실적

- 학생들의 자율성을 존중하고 창의성 및 스스로 문제 해결 능력을 길러줄 수 있도록 프로젝트 중심의 Education 4.0 과목을 지속적으로 확장하여 최근 1년 동안 총 12건의 교과목을 운영하였다([별표 2-3] 참고).

● 창업 세미나 실적

- 건설·환경 분야 대학원생들에게 창업에 대한 접근성을 높이고 현실적인 조언을 바탕으로 한 실제 창업으로 이어질 수 있는 창업역량 강화를 위해 창업자를 직접 초청하여 세미나(3건)를 개최하였다([별표 2-10] 참조).

[별표 2-10] 창업자 초청 세미나

일사	연사	소속	세미나명
2021.07.15		미래과학기술지주	투자자가 끌리는 스타트업
2021.11.10		GenEdit	자유주제
2022.03.02		테라블록	왜 아무도 말을 안해줘

1-2) 연구 수월성을 갖춘 우수 교원 확보 및 교육 프로그램 확장

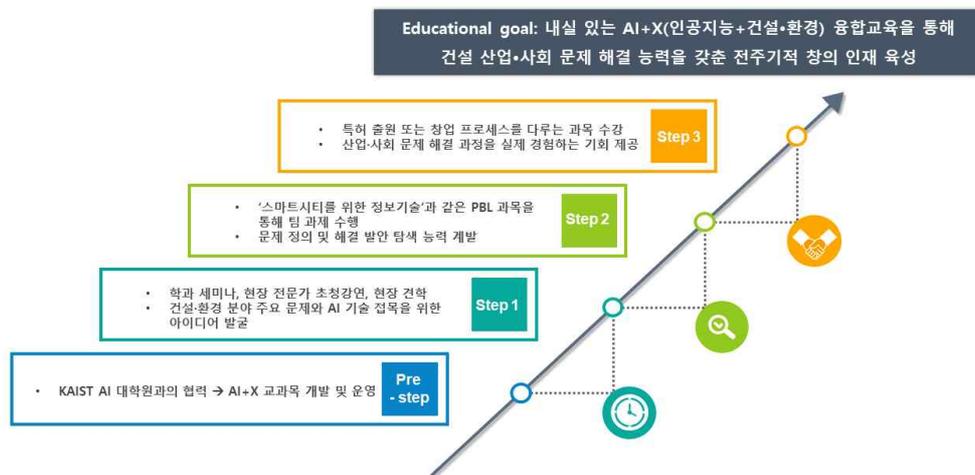
지속적인 우수 교원의 확보를 통해 각 전공 분야의 전문성을 적극적으로 강화할 뿐만 아니라, 전공 분야 간의 융합연구를 위한 체계적인 교육을 진행하기 위해 우수 교원 확보 및 교육 프로그램 확장을 계획하였다. 성과가 결실을 맺어 3명의 신규 교원이 교육연구단 대학원 소속으로 전입하였다.

1-3) 국제 교류를 이용한 교육/연구 지원 강화

본 교육연구단이 지속적으로 구축해온 국제 네트워크를 적극적으로 활용하여 교육/연구에 대한 지원을 강화하기 위해 공동 국제 워크샵, 세미나 개최, KAIST 주도의 국제학술대회 개최를 통한 인적 교류 및 지속적인 국제 교류 네트워크 형성을 세부전략으로 계획하였다. 최근 1년간 국제 공동연구 (5건, 신진연구인력실적 포함), 해외 장기 연수 및 단기연수 (10건), 해외 기관 세미나 참석 (10건) 등 다양한 국제 교류 프로그램을 제공하고 있다. 이에 대한 자세한 내용은 [별표 2-40], [별표 2-41], [별표 3-12]에서 확인할 수 있다.

2) 교육연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 방안 대비 실적

교육단의 대표적 교육 목표는 내실 있는 AI+건설·환경 융합 교육을 통해 산업·사회의 주요 문제를 해결할 수 있는 전주기적 창의인재 양성으로 대표적 교육 목표를 달성하기 위한 달성 방안을 4단계로 설정하였고([그림 2-4] 참고), 이를 위해서 첫 단계로써 계획하였던 AI+건설·환경 교과목 개발 및 운영(1건)이 성공적으로 이루어졌으며 향후 AI+건설·환경 교과목의 확대와 함께 단계별 달성 목표를 이루기 위한 추가적인 노력이 필요하다.



[그림 2-4] 대표적 교육 목표와 달성 방안

3) 교육과정 및 학사관리 보안 방안 및 향후 추진계획

3-1) 교육과정의 보안 방안 및 추진계획

● 4차 산업혁명 시대 건설·환경 분야 리더 양성을 위한 교육과정 확대 필요

- 4차 산업혁명의 핵심적인 키워드인 AI 부분에서 글로벌 리더 수준의 AI 교육이 가능한 교육 체계 구축이 필요하다.
- 현재 당면한 인류의 문제를 기존의 방법이 아닌 AI와 접목하여 건설·환경 분야의 현안 해결방법을 배우는 교과목 개발이 필요하다.

● 연구중심대학의 위상에 걸맞은 대학원 융합교육 및 글로벌 프로그램 강화 필요

- 전공에 구애받지 않고 융복합 사고 능력을 통한 문제 해결 능력을 갖춘 창의적 인재 양성 프로그램 확대할 계획이다.
- COVID-19 상황이 장기화되고 있고 이로 인한 직접 교류의 어려움을 해결할 비대면 국제화 프로그램을 다양화한다.

● 대학원생 기술사업화 및 창업역량 강화를 위한 자체 창업프로그램 운영

- 특허분석, 발명출원 및 창업 관련 교육 프로그램 운영 강화할 계획이다.
- 스타트업과 기술연계를 통한 기술사업화를 장려한다.

3-2) 학사관리의 보안 방안 및 추진계획

● 중도탈락 학생방지를 위한 관리

- KAIST의 재학생 탈락율은 매우 낮은 수준으로 유지하고 있다.
- 현행에 안주하지 않고 지속적인 학령인구 감소에 따른 경쟁력 저하 방지를 위해서 재학생들의 중도탈락 방지를 위한 체계적 관리가 필요하다.

● 학사관리시스템 및 학사제도의 우수성 강화 필요

- 학위과정 연계 활성화를 통한 학위취득의 수월성 제고가 필요하다.
- 학위취득의 엄격성 강화를 통한 KAIST 건설 및 환경공학과 학위의 위상관리가 필요하다.

● 강의 질적 수준 관리 필요

- 강의효과 증대를 위한 수강 학생과 담당 교수 간의 상호작용성 강화가 필요하다.
- 강의평가를 통해 단기간의 피드백이 아닌 이를 수용한 결과를 보여 줄 수 있는 제도적 장치가 필요하다.
- 중간 및 기말 강의평가 결과를 실질적으로 반영할 수 있는 제도적 장치를 마련하고자 노력한다.

③ 전임교원 대학원 강의실적 및 계획

1) 전임교원 대학원 강의실적

본 교육연구단에 소속된 전임교원은 최근 1년간 총 36건의 대학원 강의를 개설하였다. 매 학기 평균 14.5건의 대학원 강의 (석·박사 논문지도 제외)가 진행되며 전임교원은 담당 전공 분야 강의 1건과 석·박사 세미나 또는 스마트시티 관련 융합 교과목을 담당하여 학기별로 1건 또는 2건의 대학원 강의를 전담한다. [별표 2-11]은 최근 1년간 전임교원의 대학원 강의실적 중 스마트 기술, Education 4.0 교과목과 석박사 세미나와 같은 중요 강의실적을 나타낸다. 최근 1년간 Education 4.0관련 교과목은 전체 개설 과목의 약 30%에 달하는 수준이다. 이외에 본 교육연구단에서는 건설 및 환경공학 특강을 매 학기 개설하였다.

[별표 2-11] 최근 1년간 전임교원 대학원 강의 종합 (논문지도 제외)

년도	학기	전체강의	스마트 시티 (스마트 기술)	Education 4.0	석박사 세미나	신규 특강 참여교원
2021	가을	15	10	5	2	3
2022	봄	14	13	7	2	2

2) 향후 전임교원 대학원 강의 추진계획

- 전임교원당 1년에 평균 2개의 대학원 교과목을 강의하는 전임교원의 비율을 증가시킴으로써 대학원생들의 수업 선택권을 확대한다.
- 구조 및 교통 분야 이외의 분야에서 AI+건설·환경 교과목을 개발하여 운영하고자 한다.
- 새로운 트랙으로 운영되는 과목 및 융합 교과목들을 개설하여 현장에 적용이 가능한 연구를 할 수 있도록 확대하고 있다.

1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

① 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 구성 및 실적

1) 산업·사회 문제와 관련된 교육 프로그램

1-1) 산학연 협동 세미나

국내외 산업 현장의 문제점을 파악하기 위해 현장 전문가를 초빙하여 산학협동 특별 세미나 운영하고 있다. 생물공학, 도시공학, 건설 등 다양한 분야의 전문가를 초빙하였으며 최근 1년 동안 22건의 특별 세미나를 개최하였다. 초빙 전문가와 세미나 정보는 [별표 2-12]에서 확인할 수 있다.

[별표 2-12] 산학협동 특별세미나

일시	이름	소속 및 직위	강연 제목
2021.09.02		University of Georgia	Application of Ground Penetrating Radar Technology to Assess and Monitor Pavement Foundation Condition
2021.09.07.		GIST	Connection between Reality and Virtuality: Metaverse
2021.10.07		한국원자력연구원	Hazard assessment for debris-flow induced by shallow landslide
2021.10.12.		Univ. of Queensland	Big Data and Urban Mobility Analytics
2021.10.26.		전남대학교 생물공학과	Stop Microbial Chatting: A Strategy for Anti-biofouling in Membrane Bioreactor for Water Reuse
2021.11.02.		선박해양플랜트 연구소	해양로봇을 활용한 구조물 모니터링 기술
2021.11.9.		UNSW Sydney	What future holds in cementitious material vision and research
2021.11.23.		MIT	From Understanding Cement Hydration Kinetics to Designing Sustainable Construction Materials
2021.11.30.		King Fahd University of Petroleum and Minerals	Understanding the reaction mechanism of Alkali-activated Materials to Design Multi-functional binders
2022.03.03		한국원자력연구원	A Multi-Objective Optimal Design of High-Level Waste Repository Considering Thermo-Hydro-Mechanical Properties
2022.03.15.		Stellenbosch University	3D concrete printing technique: from underlaying mechanisms to practical application
2022.03.22.		테라블록	왜 아무도 말을 안해줘!(창업 경험담)
2022.03.29.		한국기계연구원 스마트산업기계연구실	스마트 건설기계 기술동향
2022.04.07.		한국원자력연구원	연마재 워터젯의 효율성 향상과 고준위 폐기물 심층처분에서의 활용
2022.04.26.		The University of Hong Kong	Engineered and Nature-based Solutions against Landslide Hazards

일시	이름	소속 및 직위	강연 제목
2022.07.07.		한국건설기술연구원	Experimental Investigation of Micropile Underpinning Performance during Vertical Extensions for Existing Buildings
2022.07.07.		한국건설기술연구원	Deformation properties of liquefied soils with fines
2022.07.18.		카카오모빌리티	인공지능 기반의 모빌리티 기술
2022.07.18.		University of California, Berkeley	Sustainable Electric Mobility
2022.07.18.		한국교통연구원	국내 스마트시티 및 스마트모빌리티 사업실증 소개
2022.07.19.		공주대학교	AI applications
2022.07.25.		Texas A&M University	State-of-the-art of Big Data Science and Integration

2) 산업 문제 해결을 위한 학생 참여 활동

2-1) 스마트시티 및 사회문제 해결 아이디어 경진대회 개최

학생들의 연구과제를 수행함과 동시에 산업·사회 문제 해결에 대한 자유로운 아이디어를 낼 수 있도록 수행 및 평가에 산업계 전문가를 적극 참여시켜서 산학협력의 기반을 다졌다. 또한 스마트 기술을 이용한 산업·사회 문제 해결과 관련된 학생 아이디어/연구과제 경진대회 개최를 계획하여 매년 하고 있으며 아이디어 경진대회를 관련 분야 전문가인 심사위원의 피드백을 통해 연구주제에 대한 아이디어의 실효성 검토 및 아이디어 발전을 유도하고, 공개적인 토론의 장으로 활용하였다. 또한, 본 교육연구단은 우수과제와 경진대회 참여 인원에게 대한 혜택을 강화하여 학생들의 적극적이고 자발적인 참여를 유도하였다 ([별표 2-13] 참고).

[별표 2-13] 사회문제 해결을 위한 스마트시티 아이디어 경진대회

수상연도	구분	수상자	연구제안명
2021.11.22	대상		음향탄성 효과를 이용한 무기저 절대 변형률 추정
	금상		폐수로부터의 에너지원 생산 공정 개발
			아동 인식지도를 활용한 아동 친화 도시환경 분석 연구
	은상		UAV를 이용한 지형정보 분석기술 및 사방구조물 성능평가를 통한 재난대응 중심 스마트시티 구현
			UAV 및 분광카메라를 활용한 도심지역 토석류 위험지역 예측 서비스
	동상		3D 프린팅 기술을 활용한 타일형태의 전자파차폐재 개발 및 이의 구조물로의 적용
		자율주행 자동차의 보행자 사고 지역 예측 및 통제 알고리즘 개발	

3) 창업 연계 프로그램 개발·운영

본 교육연구단은 산업·사회 문제 해결에 기여할 수 있는 학생참여를 적극 지원을 계획하였고 이에 따라 창업 지원 세미나를 개최하여 학생들에게 창업을 통한 기술사업화 방법 및 창업 인프라 정보를 제공하였다 ([별표2-14] 참고).

[별표 2-14] 창업 세미나 개최 실적

일시	연사	소속	세미나명
2021.07.15		미래과학기술지주	투자자가 끌리는 스타트업
2021.11.10		GenEdit	자유주제 특강
2022.03.02		테라블록	왜 아무도 말을 안해줘

② 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 추진계획

1) 산업·사회 문제와 관련된 교육 프로그램 계획

1-1) 산업·사회 문제 연관 교육 프로그램의 다양화

- COVID-19 상황으로 인해 중단되었던 현장 견학 프로그램을 다시 운영하였고 이후 추가적으로 온·오프라인 네트워크를 동시에 사용하여 다수의 학생들이 참여가능한 프로그램 추진이 필요하다.

1-2) 4차 산업혁명 관련 스마트 기술을 이용한 산업·사회 문제 해결 교육 프로그램 개발

- 이슈가 되고 있는 산업·사회 문제를 4차 산업혁명 관련 스마트 기술(AI, IoT, Big Data 등)을 이용해서 해결책을 찾는 교육 프로그램 개발이 필요하다.

2) 학생 참여 프로그램의 강화

2-1) 스마트시티 아이디어 학내 경진대회 개최 및 국토부 주최 경진대회 참가

- KAIST 건설 및 환경공학과는 국토교통부 지원 ‘스마트시티 혁신인재육성사업’을 수행하고 있으며, 스마트시티 아이디어 학내 경진대회를 개최하고 국토부 주최 경진대회에도 적극적으로 참가하고자 한다.

2-2) 지역 사회/기업이 직면한 문제를 공유하고 해결하는 프로그램 개발

- 지역 사회와 기업이 직면한 문제를 학생들과 함께 공유하고 해결 방안을 구상하는 프로그램을 개발하여 산업계에 필요한 역량을 강화할 수 있도록 노력한다.

3) 창업 연계 프로그램 운영 계획

3-1) 기술 창업 지원 교육과정 및 프로그램 운영

- STARTUP KAIST와 같은 교내외 창업 지원 프로그램 연계를 통해 학생들이 창업 관련 정보를 더욱 쉽게 접근하고 참여하도록 유도·장려한다.

3-2) 우수 지식재산 창출 교육과정 및 지원 프로그램 운영

- 본 교육연구단은 학생들이 교육과정 중에 도출한 우수 아이디어를 바탕으로 우수 지식재산을 창출하고 이를 기술사업화까지 발전시켜 나갈 수 있도록 적극적으로 지원할 계획이다.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2021년 2학기	57	72	9	148
	2022년 1학기	63	67	10	140
	계	120	139	19	288
배출 (졸업생)	2021년 2학기	9	13		22
	2022년 1학기	17	10		27
	계	26	23		49

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

본 교육연구단의 교육 목표인 ‘스마트 사회기반시스템 구축에 중추적인 역할을 함으로써 초지능/초연결/초산업의 스마트 복지사회 실현에 장애가 되는 여러 가지 산업·사회 문제를 해결할 수 있는 고급(연구)인재 양성’을 위해서는 우수 대학원생 확보가 최우선된다. 또한, 위와 같은 전략 및 방안을 통해 확보된 우수 대학원생을 ‘4차 산업혁명을 통해 실현될 스마트 복지 사회의 핵심 구성요소인 스마트 사회기반 시스템 구축을 책임지는 글로벌 창의인재 양성’하는 것 또한 본 교육연구단의 가장 중요한 업무 중 하나이다. 이에 대한 최근 1년간 사업의 현황 및 실적과 향후 추진계획을 수립하였다.

1) 현황 및 실적

- 본 교육연구단은 지난 1년간 석사 26명, 박사 23명으로 총 49명의 졸업생을 배출하였다. 이는 당초 목표였던 45명을 초과하는 실적이며, 특히 박사 배출생을 목표인 17명보다 6명 증가한 23명을 배출하였다. 현장 실무 경험에 대한 관심과 다양한 해외 우수 연구진들과의 협업에 대한 기회를 충족시켜줌으로써 학부과정 학생들을 대상으로 지속적이고 적극적으로 홍보하여 우수 대학원생을 확보하였다.
- 자기 주도적 연구 수행 및 전문가들과의 멘토십을 형성하고 강화하는 기회를 제공하기 위한 학부생 연구 프로그램(URP-Undergraduate Research Program)을 매년 운영하고 있다. 최근 1년간 총 3건의 URP가 운영되었으며 이를 통해 다양한 연구 경험을 수행한 학생들의 명단과 주제를 [별표 2-15]에 나타내었다.

[별표 2-15] URP 참여 학생 명단

구분	이름	유형	참여주제	지도교수	조교
2022 겨울/봄		단독	도시재생지역의 도시공간 재난재해 위험성 분석 기술개발		
2022 겨울/봄		단독	수계 내에서의 초미세 플라스틱 분포		
2022 여름/가을		단독	능동형 열화상 계측 기반 원통형 이차전지 용접 결함 실시간 검사 시스템 연구		

- 본 사업단에서는 사회 저명인사 및 졸업생을 초청하여 총 9건의 초청 강연을 실시하였다. 대표적인 초청 강연을 [별표2-16]에 나타내었다. 다양한 분야의 초청강연을 통해 학생들에게 폭넓은 연구 분야를 소개하였다.

[별표 2-16] 졸업생 및 명사 초청강연

초빙일시	초빙강사명	소속기관명	강연 제목
2021.11.04.		KAIST	Clay stabilization using biopolymers for environment-friendly geotechnical engineering
2021.11.16.		국가물관리위원회 지원단	CEEK, for What?
2021.11.16.		SK에코플랜트	변화, 적응과 생존
2021.11.16.		Univ. of Arizona	선택의 기회
2021.11.16.		한국건설기술연구원	스무 살의 나에게
2021.11.30.	[King Fahd University of Petroleum and Minerals	Understanding the reaction mechanism of Alkali-activated Materials to Design Multi-functional binders
2022.02.10.		KAIST	Grain-scale Characteristics and Erosion Behavior of Sands Cemented by Microbially Induced Calcite Precipitation (MICP)
2022.06.02.		Oklahoma State university	Interaction Analysis of Hydraulic Fractures with Veins: Insights into Hydraulic Fracture Complexity
2022.08.17.		University of the West of England	Bio-Inspired Rehabilitation: (Robotic Enhancement)

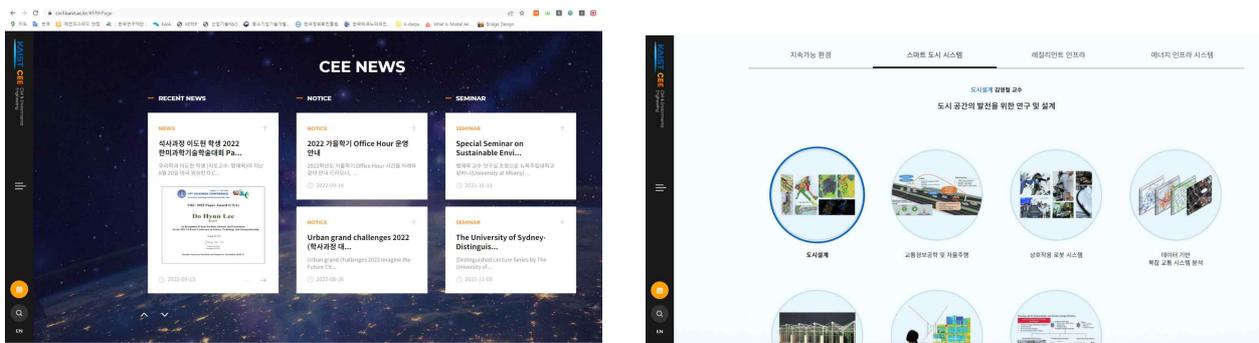
- 본 사업단에서는 사업단 소속 대학원생들이 건설환경공학 분야의 훌륭한 연구자로서의 비전을 확립 하는데 도움을 주기 위해 학과 교수들을 강사로 하는 KAIST CEE 비전 세미나 시리즈를 구성하여 총 9건의 강연을 진행하였다([별표2-17] 참고).

[별표 2-17] KAIST CEE 비전 세미나 시리즈

일시	강사명	소속기관명	강연 제목
2021.8.31.	교수	KAIST 건설및환경공학과	Bridge Inspection: From Human-driven To Machine-driven

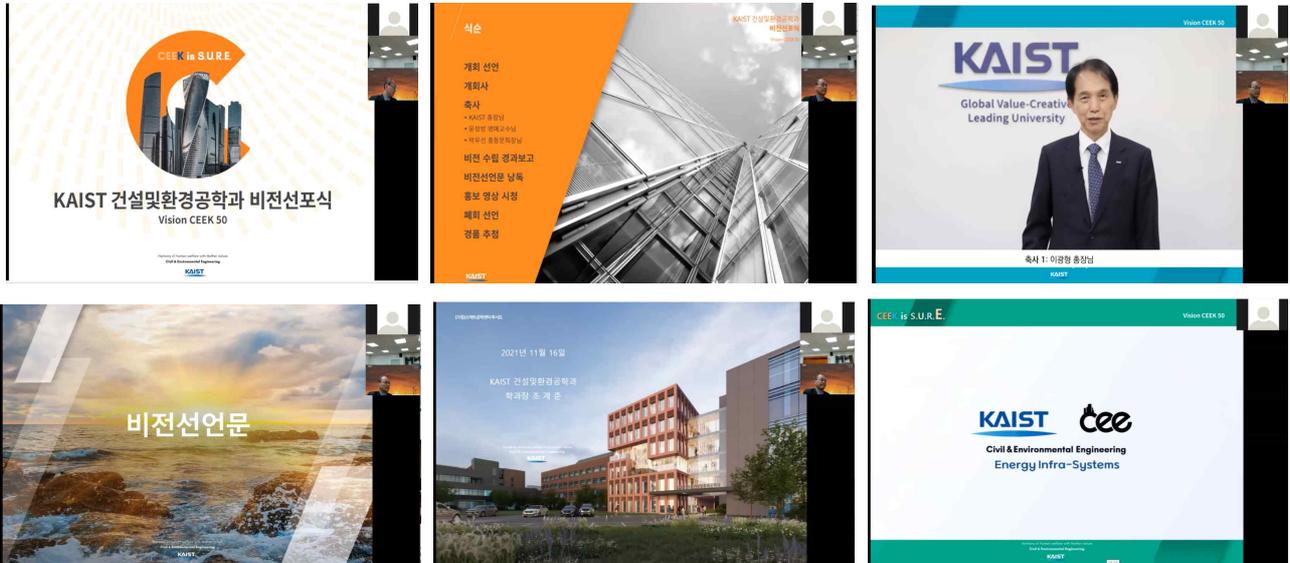
일시	강사명	소속기관명	강연 제목
2021.9.14.	교수	KAIST 건설및환경공학과	Planning for Sustainable and Climate-ready Future
2021.9.28.	교수	KAIST 건설및환경공학과	The Role of Urban Architecture in Society
2021.10.5.	교수	KAIST 건설및환경공학과	Designing Effective Scientific Presentations
2021.11.16.	교수	KAIST 건설및환경공학과	내 인생의 지표가 된 말들
2021.12.07	교수	KAIST 건설및환경공학과	High-performance Simulation of Complex Geomechanical Processes: Toward Predictive Digital Twins of Geosystems
2022.03.08.	교수	KAIST 건설및환경공학과	건설환경공학의 비전
2022.05.03.	교수	KAIST 건설및환경공학과	Scientific Writing
2022.05.10.	교수	KAIST 건설및환경공학과	Academic publication process: from submission to publication

- 대학원 홍보를 위해 학과 홈페이지를 전면 개편한 후, 지속적인 관리 및 업데이트를 통해 연구 분야, 국제협력 연구, 소식 및 행사를 공유하고 있다. 또한, 각 연구실의 홈페이지 개편을 통해 학생들이 보다 편리하게 연구실의 정확한 정보를 파악할 수 있게 하였다([그림 2-5] 참고).



[그림 2-5] 업데이트된 학과 홈페이지 (<https://civil.kaist.ac.kr> 참고)

- 2010년대 이후 4차산업혁명 시대가 빠르게 도래하였을 뿐만 아니라 코로나19 팬데믹과 같은 전대미문의 외부환경 변화로 인해, 건설산업은 전면적인 변화를 요구받고 있으며, 이를 가장 적절하게 대응하기 위해서는 건설산업의 체질 개선뿐만 아니라 새로운 외부환경에 적절히 대응하고 극복할 수 있는 교육과정의 혁신이 필요한 시점에 이를 선도하기 위한 KAIST 건설 및 환경공학과 비전 선포식 행사를 2021년 11월 16일에 비대면행사로 주최하였다([그림 2-6] 참고).



[그림 2-6] 건설 및 환경공학과 비전선포식(비대면 행사)

- 새롭게 개편된 교과과정(S.U.R.E. 트랙)을 학생들에게 소개하고, 학과와 학생들 간의 원활한 소통 및 학생들의 학과에 대한 자긍심 함양을 위하여 KAIST 건설 및 환경공학과 해피데이 행사를 2022년 4월 1일에 대면행사로 개최하였다([그림 2-7] 참고).



[그림 2-7] 건설 및 환경공학과 해피데이 행사(2022년 4월 1일)

- 건설환경 분야의 국제적 지도자 양성에 요구되는 다학제 연계 및 기술융합화 교육 등을 KAIST 전체 학부생을 대상으로 효과적으로 홍보하여 타 학과/학제 전공 학생들을 적극적으로 유치하였다. 사업 기간 중 학제전공의 다각화와 융합을 통해서 다수의 타학과 출신 학생들이 입학하였다. 대표적으로는 기계공학과, 바이오환경과학과, 수리과학과, 경제학과, 메카트로닉스공학과 등 다양한 분야의 융합인재들을 많이 확보하였다. 2019년부터 3단계 스마트시티 혁신인재육성사업을 통해 기존의 다학제적 융/복합 교육 프로그램을 심화 발전시켜, 스마트시티 관련 고급전문가를 지속적으로 양성하고 있다.
- 본 교육연구단이 소속된 KAIST 건설 및 환경공학과외의 외국인 학생 유치 실적은 최근 1년간 8명으로 COVID-19로 인해 전반적으로 외국인 유학생 수가 감소하였음을 고려한다면 8명의 유학생 유치는 훌

뛰어난 성과이다. 해외 유학생 유치 실적은 [별표 2-18]에 정리되어 있다.

[별표 2-18] 해외 유학생 유치 실적

이름	과정	지도교수	출신대학 및 대학원	출신학과
	석사		University of Santo Tomas	건축공학과
	석사		The National University of Asuncion	Environmental Engineering
	석사		National Autonomous University of Mexico	건축공학과
	석사		AAU/AAiT	건축공학과
	박사		Beijing Jiaotong University	civil engineering
	석사		National University of Sciences and Technology	Bachelors in Civil engineering
	박사		University Putra Malaysia	Offshore & Oceanography Engineering
	박사		Tongji University	건축공학과

- 대학원생들이 학업과 연구에만 집중하도록, 연구 외의 업무를 전담하는 행정 전문인력을 고용하여 지속적으로 적극 활용하고 있다.
- 또한, [별표 2-19]에서 볼 수 있듯이, 디지털 사회기반기술과의 융복합을 통한 건설 분야의 첨단산업체 인턴십 기회를 다양하게 확대하였다. 이를 통해 총 4명의 학생이 국내 첨단 산업체에서 인턴십 경험을 얻을 수 있었고 1명의 학생이 해외기간에서 인턴십 경험을 얻을 수 있었다.

[별표 2-19] 첨단산업체 인턴십 활동 내역

교수명	학생명	과정	인턴십 기관	기간	인턴십내용
		박사	까리용	2021.12.15. ~ 2021.12.29	리서치 프로그램 데이터 수집 및 검색 솔루션을 위한 기초 라이브러리, 머신러닝 연구
		석사	까리용	2021.12.15. ~ 2021.12.29	검색엔진 개선을 위한 AI 기반 코드 검토 및 수정, 딥러닝 학습
		석사	카카오모빌리티	2021.09.14. ~ 2021.12.13	카카오맵 데이터를 활용한 도심 교통 속도 예측
		석사	LG CNS	2022.07.04. ~ 2022.08.19	쿠팡 물류센터 자동화 로봇 효율 알고리즘 개선
		박사	MIT	2022.02 - 2022.06	MIT Senseable City Lab 방문 참여 (도시 인식 및 변화 분석 연구)

- 다학제적 융복합 연구를 위해 해외 유명 대학과의 공동연구 및 공동학위 프로그램을 적극 추진하여 총 7명의 대학원생들에게 해외 석학으로부터 직접 지도를 받는 기회를 제공하였다([별표 2-20] 참고).

- 3D 프린팅을 도입한 건설, 건설 로봇, 생물 공학 등 다양한 스마트시티, 건설 자동화 등에서 타 분야 전문가와 함께하는 융복합 세미나 시리즈를 [별표 2-2]와 같이 수행하였다.

[별표 2-20] 참여대학원생 국제공동연구 실적

공동연구 참여자		공동연구자	상대국/소속기관	연구주제
교육연구단				
참여대학원생	지도교수			
			Switzerland/EPFL	드론 군집을 활용한 도심지 대규모 미시 교통 데이터 프로젝트
			Saudi Aramco	Production of cementitious products with low carbon footprint
		1	China/Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences	Metagenomic insights into co-proliferation of Vibrio spp. and dinoflagellates Prorocentrum during a spring algal bloom in the coastal EastChina Sea near Xiamen
			Singapore/Nanyang Technological University, Netherland/Delft University of Technology	Spatiotemporal population risk analysis of unmanned aircraft system operations in urban environments

2) 대학원생 확보 및 배출: 향후 추진 계획

- 본 교육연구단 소속학과 대학원생 배출 계획은 기존 신청서에 제시한 목표치인 석사 30명 및 박사 20명을 유지하고자 한다([별표 2-21] 참고).

[별표 2-21] 향후 교육연구단 소속학과 대학원생 배출 계획

연차	대학원생 배출 계획(명)		
	석사	박사	계
2021년 8월/2022년 2월	28(26*)	17(23*)	45(49*)
2022년 8월/2023년 2월	30	20	50
2023년 8월/2024년 2월	30	20	50
2023년 8월/2024년 2월	30	20	50
2025년 8월/2026년 2월	30	20	50
2026년 8월/2027년 2월	30	20	50
계	178	117	295

(*: 괄호안의 숫자는 실제 2차년도 기간 중 대학원생 배출 실적임)

- KKHTCNN, KKNN 등의 심포지움을 통해 교토대, KAIST, 홍콩과기대(HKUST), 중국 동지대, 태국 Chulalongkorn 대학교, NUS(국립 싱가포르대), NTU(국립 대만대)와 매년 교류 활동을 하며, 우수 외국인 대학원생의 지속적인 유치 활동을 수행하고자 한다. 특히, KKHTCNN 심포지움의 경우, 2019년에 KAIST에서 개최되었으며, COVID-19로 인해 2년 동안 개최되지 못하다가 2022년 11월에 NUS 주관으로 싱가포르에서 33회 행사가 개최될 예정이다([그림 2-8] 참고).



[그림 2-8] KKHTCNN 심포지움 개최 현황 및 계획

- 탁월한 연구업적 및 우수한 성적의 대학원생들을 선발하여 박사학위 취득 후 기구축된 국제협력 네트워크(KKHTCNN(아시아), 시드니대학(오세아니아), DTU(유럽) 등)을 통한 해외 박사후 연수과정의 기회를 제공하고자 한다.
- 국제 우수 연구자들과의 지속적인 공동 연구 및 지도를 위해 교수요원을 파견하고자 한다.

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021년 8월 및 2022년 2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적(단위: 명, %)

구 분	졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률% (D/O)×100
	졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
		진학자		입대자			
		국내	국외				
2021년 8월 졸업자	석사	9	5	2	-	2	93%
	박사	13	X		-	13	
2022년 2월 졸업자	석사	17	5	-	-	12	91%
	박사	10	X		-	10	

- 본 교육연구단이 소속된 KAIST 건설 및 환경공학과 대학원생 중 2021년 8월에 석사 9명 및 박사 13명, 2022년 2월에 석사 17명 및 박사 10명이 졸업하여, 총 1년간 석사 26명 및 박사 23명으로 총 49명의 인재가 배출되었다.
- 2021년도 8월 및 2022년 2월 대학원 졸업자들 중에 총 35명이 취업을 한 상태이며, 석사 및 박사 취업률은 각각 86% 및 100%에 달한다. 석사 졸업생의 경우 박사과정으로 다수 진학하였으나, 이를 제외한 취업대상자들의 경우 대부분 취업에 성공하였고, 박사 졸업생의 경우 한 명의 예외없이 모두 성공적으로 취업을 하였다.
- 본 교육연구단 소속 한국 대학원생들 중 취업대상자들은 각지의 연구소 및 기업으로 취업을 하였다. 대표적인 회사로는 네이버랩스, Nota, GS건설, MIT, 한국원자력연구원, 한국생명공학연구원, NAVER, 신한카드 등에 진출하여 취업 성과를 도출하였으며, 졸업생들의 우수 취업 사례는 [별표 2-22]와 같다.

[별표 2-22] 2021년 2월 및 8월 한국 졸업자의 취업 우수 사례

년도 기준월	성명	지도교수성명	취득학위	취업/창업 정보(B)	
				회사명	취(창)업구분
2021년 8월			박사	네이버랩스	정규직
졸업생은 학위 기간 동안 딥러닝 기반의 "카메라 및 라이다 센서 기반의 슬램" 연구를 수행하여 센서 불확실성이 존재할 때에도 강건하게 로봇이 위치 인식 및 매핑을 수행할 수 있는 기술을 개발하였다. 본 기술 적용 시 다중 센서 SLAM 애플리케이션에서 자주 발생하는 센서 간의 불확실성 균형 문제를 완화할 수 있다.					
2021년 8월			박사	MIT	비정규직
졸업생은 "데이터 기반의 수요 대응형 교통 서비스 디자인"을 연구하여 박사 학위를 취득하였다. 수요 대응형 서비스의 신뢰도를 높이면서도 운영 효율을 동시에 높이기 위해 도심 이동 패턴 특성화 연구와 수요 대응형 교통 서비스의 디자인 방법론 연구를 제안하였다. 다양한 운영 시나리오 기반의 시뮬레이션 연구 결과를 통해 운영 효율과 승객 편의성이 모두 향상된 것을 확인하였다. 이를 현장 적용하는 연구를 추가적으로 진행하고 있다.					
2021년 8월			박사	(주)노타	정규직
졸업생은 "차세대 지능형 교통체계를 위한 시스템적 안전 분석과 비전 기반의 예측형 보행자 충돌 경고 서비스 개발"을 연구하여 박사 학위를 취득하였다. 차세대 지능형 교통체계를 위한 시스템적 안전 분석과 비전 기반의 예측형 보행자 충돌					

년도 기준월	성명	지도교수성명	취득학위	취업/창업 정보(B)	
				회사명	취(창)업구분
				<p>돌 경고 서비스를 개발하여 보행자의 횡단 의도를 예측하여 선제적으로 충돌을 방지하는 서비스는 도심 내 보행자 안전성을 확보함과 동시에 사고 위험 없는 차세대 지능형 교통시스템을 구축하는 데 일조함으로써 향후 완전한 형태의 자율 주행에 기여할 것으로 전망된다.</p>	
2021년 8월			박사	한국원자력연구원	정규직
				<p>졸업생은 박사 과정 동안 미생물이 생성하는 부산물인 바이오폴리머를 이용한 수변구조물의 누수 저감관련 연구를 수행하였다. 이를 통해 Acta Geotechnica, Geomechanics and Engineering 에 논문을 게재하였다. 현재는 한국원자력연구원에서 선임연구원으로 근무하고 있다. 이를 현장 적용하는 연구를 추가적으로 진행하고 있다.</p>	
2021년 8월			박사	한국원자력연구원	정규직
				<p>졸업생은 박사 과정 동안 열-수리-역학 거동 연동 알고리즘을 개발하여 수치해석적으로 가스 하이드레이트 부존 퇴적도 특성에 따라 달라지는 생산성 및 안정성 거동을 비교, 분석하였다. 울릉 분지를 모사한 가스 하이드레이트가 생성된 퇴적층의 투수 실험 및 고압삼축압축 실험 데이터를 활용하여 유효 투수성 및 지반 강성 모델을 도출하였으며 생산성과 안정성을 동시에 고려한 장기 생산에 관해 분석하였다. 현재는 한국원자력연구원에서 다상유체 유동에 관한 연구를 진행하고 있다.</p>	
2021년 8월			박사	McGill University	비정규직
				<p>졸업생은 "심층학습기반 도시차량계적 분석방법론 연구"로 박사 학위를 취득하였다. 도시 네트워크의 모빌리티 패턴을 분석하기 위해 심층학습방법을 적용한 새로운 차량계적 분석방법론을 제안하였다. 도시 모빌리티에 대한 이해를 높이고, 다양한 분야에서 도시차량계적데이터의 활용성을 증진시켜, 미래사회에 유의미한 기여를 할 것으로 판단된다.</p>	
2021년 8월			박사	한국원자력연구원	정규직
				<p>졸업생은 박사 과정 동안 스마트 재료(자기유변탄성체)를 이용한 구조물의 진동 제어에 대한 연구를 수행하였으며, 자기유변탄성체의 재료적 분야 및 자기유변탄체를 이용한 면진 장치의 구조적 한계를 고려한 면진 장치를 제안하였다. 이와 관련된 수치해석 및 실험을 수행하였으며, 이를 통해 Smart structures and Systems 및 Smart Materials and Structures 저널에 2건 등 총 4편의 논문을 게재하였다. 현재는 한국원자력연구원에서 근무하고 있다.</p>	
2021년 8월			박사	한국원자력연구원	정규직
				<p>졸업생은 박사과정동안 고준위방사성폐기물의 안정적인 심층처분을 위한 최적의 처분장 초기설계조건 및 장치에 대한 연구를 수행하였다. 이와 관련하여 국내 완충재 대표물질인 경주 벤토나이트의 특성을 분석하고 이를 처분장 모델에 적용하여 다목적 최적조건을 결정하는 설계 방법을 제시하였다. 현재는 한국원자력연구원에서 방사성폐기물 처분 연구를 수행하고 있다.</p>	
2021년 8월			석사	NDIS	정규직
				<p>졸업생은 석사학위논문의 주제였던 도시공간의 특성을 반영한 버스정류장 대기오염 모델링 연구의 우수성을 인정받아 현재 NDIS에 취업하여 도시공간의 미세먼지를 수집하고 연구하는 직무를 수행하고 있다.</p>	
2022년 2월			박사	NAVER	정규직
				<p>졸업생은 박사학위논문의 주제였던 라이다기반 장기간 로봇지도 작성 기술 연구의 우수성을 인정받아 현재 네이버에 취업하여 라이다기반 지도제작 및 자율주행차량을 위한 연구를 수행하고 있다.</p>	
2022년 2월			석사	EnFRA	정규직
				<p>박의윤 졸업생은 석사학위논문의 주제였던 도시의 물리적 특성과 도시 기온과의 관계를 분석하는 연구의 우수성을 인정받아</p>	

년도 기준월	성명	지도교수성명	취득학위	취업/창업 정보(B)	
				회사명	취(창)업구분
EnFRA에서 도시기후 및 환경을 연구하는 직무를 수행하고 있다.					
2022년 2월			석사	두산에너지빌리티	정규직
졸업생은 원전 전기외함에 대한 구조적 건전성 및 내진 성능평가에 대한 연구를 수행하였으며, 전기외함 베이스부분에 일부 균열이 발생했을때 구조적 건전성확인과 내진성능 평가를 수행하였다. 현재는 두산에너지빌리티에서 근무하고 있다.					
2022년 2월			석사	GS건설	정규직
졸업생은 3D 프린팅 촉매-세라믹 막을 이용한 미량오염물질의 고급 산화기술 개발과 관련 된 연구를 수행하였으며 이를 통해 환경적으로 미량 오염물질이 미치는 영향에 대해 학술적으로 밝혀내었다. 현재 GS건설 회사에 입사하여 환경관리사 역할을 수행하고 있다.					
2022년 2월			석사	코오롱	정규직
졸업생은 혐기성 소화조에 전도성구조체 주입을 통한 음식물 쓰레기의 바이오가스 전환 속도 향상하는 연구를 수행하였다. 현재 코오롱 회사에 입사하여 환경부분과 관련된 일을 수행하고 있다.					
2022년 2월			석사	(주)신한카드	정규직
졸업생은 "비대칭적 교통 특성과 그래프 멀티 어텐션을 활용한 장기 교통 속도 예측 연구"로 석사 학위를 취득하였다. 그래프 신경망과 멀티 어텐션 알고리즘을 사용한 GMAN 모델을 기반으로 장기 교통 속도 예측 모델인 ALT-GMAN을 제안하였다. 또한, 교통 혼잡 상태의 역전파와 같은 실제 교통 상황과 교통류 이론을 기반으로 새로운 공간적 시간적 임베딩 기술을 적용하였다. 본 연구에서 제안하는 모델은 단기 예측, 장기 예측에서 모두 기존의 모델보다 우수한 결과를 나타내었으며 특히 출퇴근 시간의 예측이 중요한 도심 지역의 예측에서는 기존의 서비스 중인 예측 기법 보다 6배 이상의 정확도를 보였다.					

- 2021년 8월과 2022년 2월에 졸업한 외국인 학생은 총 4명이고 그중 취업대상자 학생은 총 4명이고 그중 2명은 진로로 해외진학을 선택하였고 취업대상자 4명 중 3명은 바로 연구원 및 회사에 진출하여 취업 성과를 도출하였다([별표 2-23] 참고).

[별표 2-23] 외국인 취업대상자 학생 취직 현황 및 우수성

년도 기준월	성명	지도교수성명	취득학위	취업/창업 정보	
				회사명	취(창)업구분
2022년 2월			석사	크레비스 파트너스	비정규직
졸업생은 혐기성 소화액 내 존재하는 암모니아를 회수하고자 막접촉기의 적용 가능성을 평가하였다. 현재 크레비스 파트너스 회사에 입사하여 다양한 분야에서 지식을 넓히고 있다.					
2022년 2월			석사	GHD Pty Ltd	정규직
해당 졸업생은 미생물에 의한 탄산염 고결화를 반응성 이동 모델을 개발하여 구현하였으며 이를 이용한 주입 전략 최적화 연구를 수행하였다. 현재는 필리핀 기업인 GHD Pty Ltd에 취업하여 일하고 있다.					
2022년 2월			석사	한국과학기술원	비정규직

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

본 교육연구단은 소속 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원을 통해 연구역량을 강화하고 연구 수월성을 증진하고자 한다. 국내외 학술지 논문 게재 지원을 통해 21세기 4차 산업혁명 시대에 적합한 건설 환경 분야의 글로벌 인재를 양성한다.

1) 현황 및 실적

- 참여 대학원생의 학술지 논문 총 52건으로 [별표 2-24]에 정리되어있다. 이 중 39건(75%)의 Q-value 는 각 분야별 Top 25% 학술지에 해당되는 Q1이다. 논문의 양적인 성장보다는 질적인 성장을 추구하였던 사업단의 노력이 성과를 발휘하여 제출한 논문의 대부분이 각 분야별 상위 학술지에 게재되었음을 의미한다. 본 연구단 참여 대학원생들의 논문의 질적 우수성이 높은 것으로 판단된다.

[별표 2-24] 교육연구단 소속 학과(부) 대학원생 논문 실적

연번	논문제목	게재학술지명	게재연월	참여대학원생	IF	IF 등급	상위%
1	FE analysis of ultimate strength of circular CFT columns considering creep effect	COMPUTERS AND CONCRETE	202109		7.628	Q1	1.562
2	Moment-curvature approach for blast analysis of RC frames with multitudinous members	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202110		7.144	Q1	6.159
3	A FE model to evaluate the resisting capacity of RC beams and columns under blast loading based on P-I diagram	INTERNATIONAL JOURNAL OF IMPACT ENGINEERING	202203		4.592	Q1	16.304
4	Optimization of an RC frame structure based on a plastic analysis and direct search of a section database	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202205		7.144	Q1	6.159
5	Urchin-like structured magnetic hydroxyapatite for the selective separation of cerium ions from aqueous solutions	JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS	202205		14.224	Q1	3.047
6	Novel method for the facile control of molecular weight cut-off (MWCO) of ceramic membranes	WATER RESEARCH	202203		11.236	Q1	0.5
7	Role of organic fouling layers on the transport of micropollutants in forward osmosis membrane processes	JOURNAL OF WATER PROCESS ENGINEERING	202112		7.340	Q1	7.5

번호	논문제목	게재학술지명	게재 연월	참여 대학원생	IF	IF 등급	상위%
8	Monitoring of construction-induced urban ground deformations using Sentinel-1 PS-InSAR: The case study of tunneling in Dangjin, Korea	INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED EARTH OBSERVATION AND GEOINFORMATION	202204		7.672	Q1	13.235
9	Relaxation behavior in low-frequency complex conductivity of sands caused by bacterial growth and biofilm formation by <i>Shewanella oneidensis</i> under a high-salinity condition	GEOPHYSICS	202111		3.264	Q2	40.805
10	Explainable heat-related mortality with random forest and SHapley Additive exPlanations (SHAP) models	Sustainable Cities and Society	202204		10.696	Q1	2.206
11	A street-view-based method to detect urban growth and decline: A case study of Midtown in Detroit, Michigan, USA	PLoS One	202202		3.752	Q2	39.041
12	Inferring land use from spatiotemporal taxi ride data	Applied Geography	202205		4.732	Q1	14.706
13	Polycarboxylate and Polyphosphonate Toward Low-Viscosity Concrete	ACI MATERIALS JOURNAL	202111		1.661	Q3	74.265
14	First step in modeling the flow table test to characterize the rheology of normally vibrated concrete	CEMENT AND CONCRETE RESEARCH	202202		11.958	Q1	0.735
15	Placement of ultra-high performance concrete for inclined-surface pavement	ROAD MATERIALS AND PAVEMENT DESIGN	202207		3.805	Q2	34.42
16	The use of alkaline CO ₂ solvent for the CO ₂ curing of blast-furnace slag mortar	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS	202208		7.693	Q1	3.261
17	Biodegradation of 3D-Printed Biodegradable/Non-biodegradable Plastic Blends	ACS Applied Polymer Materials	202206		4.855	Q1	18.33
18	Online melt pool depth estimation during directed energy deposition using coaxial infrared camera, laser line scanner, and artificial neural network	Additive Manufacturing	202111		11.632	Q1	0.98

번호	논문제목	게재학술지명	게재연월	참여대학원생	IF	IF 등급	상위%
19	Metastable δ -ferrite and twinning-induced plasticity on the strain hardening behavior of directed energy deposition-processed 304L austenitic stainless steel	Additive Manufacturing	202111		11.632	Q1	0.98
20	Real-time porosity reduction during metal directed energy deposition using a pulse laser	Journal of Materials Science & Technology	202207		10.319	Q1	1.899
21	Online melt pool depth estimation in laser metal deposition (LMD) using a coaxial thermography system	JLA (Journal of Laser Applications)	202203		2.521	Q3	51.98
22	Automated visualization of steel structure coating thickness using line laser scanning thermography	Automation in Construction	202207		10.517	Q1	0.362
23	Ultrafast nonlinear ultrasonic measurement using femtosecond laser and modified lock-in detection	Optics and Lasers in Engineering	202202		5.666	Q1	17.327
24	Femtosecond laser ultrasonic inspection of a moving object and its application to estimation of silicon wafer coating thickness	Optics and Lasers in Engineering	202207		5.666	Q1	17.327
25	Steel bridge corrosion inspection with combined vision and thermographic images	STRUCTURAL HEALTH MONITORING-AN INTERNATIONAL JOURNAL	202111		5.710	Q1	13.281
26	Porosity inspection in directed energy deposition additive manufacturing based on transient thermoreflectance measurement	NDT & E International	202109		4.683	Q1	7.812
27	Transformer-based map-matching model with limited labeled data using transfer-learning approach	TRANSPORTATION RESEARCH PART C-EMERGING TECHNOLOGIES	202207		9.022	Q1	13.75
28	Active-Type Continuously Variable Transmission System Based on a Twisted String Actuator	IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS	202201		5.43	Q2	35
29	OpenStreetMap-Based LiDAR Global Localization in Urban Environment Without a Prior LiDAR Map	IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS	202202		5.43	Q2	35

번호	논문제목	게재학술지명	게재연월	참여대학원생	IF	IF 등급	상위%
30	Metagenomic insights into co-proliferation of <i>Vibrio</i> spp. and dinoflagellates <i>Prorocentrum</i> during a spring algal bloom in the coastal East China Sea	WATER RESEARCH	202110		13.334	Q1	0.5
31	Incorporating Dynamicity of Transportation Network With Multi-Weight Traffic Graph Convolutional Network for Traffic Forecasting	IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS	202203		9.551	Q1	2.536
32	LEAP-ASIA-2019: Validation of centrifuge experiments and the generalized scaling law on liquefaction-induced lateral spreading	Soil Dynamics and Earthquake Engineering	202206	1	4.25	Q2	28.75
33	Internal carbonation of belite-rich Portland cement: An in-depth observation at the interaction of the belite phase with sodium bicarbonate	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202112		7.144	Q1	6.159
34	Influence of water ingress on the electrical properties and electromechanical sensing capabilities of CNT/cement composites	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202110		7.144	Q1	6.159
35	A combined experimental and micromechanical approach to investigating PTC and NTC effects in CNT-polypropylene composites under a self-heating condition	COMPOSITE STRUCTURES	202206		6.603	Q1	5.435
36	Evaluation of physicochemical properties and environmental impact of environmentally amicable Portland cement/metakaolin bricks exposed to humid or CO ₂ curing condition	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202204		7.144	Q1	6.159
37	Effect of the molar ratio of calcium sulfate over ye'elinite on the reaction of CSA cement/slag blends under an accelerated carbonation condition	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202204		7.144	Q1	6.159
38	Improved electromagnetic wave shielding capability of carbonyl iron powder-embedded lightweight CFRP composites	COMPOSITE STRUCTURES	202204		6.603	Q1	5.435
39	Local AI network and material characterization of belite-calcium sulfoaluminate (CSA) cements	MATERIALS AND STRUCTURES	202201		4.285	Q2	26.449

연 번	논문제목	게재학술지명	게재 연월	참여 대학원생	IF	IF 등급	상위%
40	Exploration of effects of CO2 exposure on the NOx-removal performance of TiO2-incorporated Portland cement evaluated via microstructural and morphological investigation	JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	202201		7.144	Q1	6.159
41	Synergistic effects of CNT and CB inclusion on the piezoresistive sensing behaviors of cementitious composites blended with fly ash	SMART STRUCTURES AND SYSTEMS	202201		4.581	Q1	19.531
42	Experimental investigation on energy harvesting performance of regenerative hybrid electrodynamic damper	Sensors and Actuators A: Physical	202202		4.291	Q1	22.656
43	Site application of biopolymer-based soil treatment (BPST) for slope surface protection: in-situ wet-spraying method and strengthening effect verification	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS	202111		7.693	Q1	3.261
44	Road surface damage detection based on hierarchical architecture using lightweight auto-encoder network	AUTOMATION IN CONSTRUCTION	202110		10.517	Q1	0.362
45	Numerical study on the resonance behavior of submerged floating tunnels with elastic joint	GEOMECHANICS AND ENGINEERING	202205		3.201	Q2	43.841
46	Numerical evaluation of surface settlement induced by ground loss from the face and annular gap of EPB shield tunneling	GEOMECHANICS AND ENGINEERING	202205		3.201	Q2	43.841
47	Road damage detection using super-resolution and semi-supervised learning with generative adversarial network	AUTOMATION IN CONSTRUCTION	202203		10.517	Q1	0.362
48	Electro-synthesis of Ammonia from Dilute Nitric Oxide on a Gas Diffusion Electrode	ACS Energy Letters	202203		19.54	Q1	3.211
49	Fracture Simulations using Edge-Based Smoothed Finite Element Method for Isotropic Damage Model via Delaunay/Voronoi Dual Tessellations	International Journal of Damage Mechanics	202208		3.988	Q2	27.174

번호	논문제목	게재학술지명	게재 연월	참여 대학원생	IF	IF 등급	상위%
50	Interdigitated 3D Heterogeneous Nanocomposites for High-Performance Mechanochromic Smart Membranes	ACS Nano	202111		18.027	Q1	5.652
51	Collision Mechanism of Unmanned Aerial Vehicles onto Glass Panels	International Journal of Micro Air Vehicles	202111		1.405	Q3	69.118
52	Investigation on the Impact Resistance of 3D Printed Nacre-like Composites	Journal of Building Engineering	202208		5.881	Q1	7.664

- 본 교육연구단 참여 대학원생은 다수의 논문을 게재하였으며, 논문의 양적인 성장뿐만 아니라 우수한 질적 성과를 보였다. 논문 질적 우수성을 객관적으로 평가하기 위하여, 분야별 IF의 차이를 고려하여 해당 Category 별로 인지도가 높은 저널을 선정하였다. 본 사업단이 제시하는 ‘상위 5% 이내의 논문’은 JCR에서 분류한 Subject Category에 속하는 학술지의 IF를 기반으로 연구 분야별로 지정한 순위이다. 연구단 참여 대학원생이 학술지에 게재한 논문 총 52건 중 분야별 상위 5% 이내의 논문은 11건으로 이는 전체 게재 논문 중 21.1%가 분야별 최상위 수준에 있음을 나타내는 수치이며, 참여 대학원생 논문의 질적 우수성을 보여준다. 그 중 분야별 상위 5% 이내 논문 11건에 대한 논문 실적 우수성은 [별표 2-25]에 정리해두었다.

[별표 2-25] JCR 분야별 IF 상위 5% 우수 논문 및 우수성 요약

연번	논문제목	게재지 정보	Impact Factor	지도교수명
1	FE analysis of ultimate strength of circular CFT columns considering creep effect	COMPUTERS AND CONCRETE	7.628	
우수성 요약	복잡한 계산을 요구하는 원형 cft 기둥의 시간의존적 효과에 의한 극한 강도의 감소를 간단하지만 정확한 수식을 제안함			
2	Urchin-like structured magnetic hydroxyapatite for the selective separation of cerium ions from aqueous solutions	JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS	14.224	
우수성 요약	수용액 상 존재하는 세륨 이온 선택적 분리 가능 소재 개발			
3	Novel method for the facile control of molecular weight cut-off (MWCO) of ceramic membranes	WATER RESEARCH	11.236	
우수성 요약	세라믹 분리막의 공극크기 조절이 가능한 신규 코팅 방법 개발 및 이론적 검증			
4	Role of organic fouling layers on the transport of micropollutants in forward osmosis membrane processes	JOURNAL OF WATER PROCESS ENGINEERING	7.340	
우수성 요약	FO 멤브레인의 파울링 현상에 대한 이론적 검증			

연번	논문제목	게재지 정보	Impact Factor	지도교수명
5	Explainable heat-related mortality with random forest and SHapley Additive exPlanations (SHAP) models	Sustainable Cities and Society	10.696	
우수성 요약	도시 내에서 기후, 인구, 사회경제적 부문의 지역별로 다르게 분포하는 공간 정보를 기반으로 도시 내 상세 공간 단위 열 관련 사망자수 추정을 위한 랜덤포레스트 모델을 개발하고 해석.			
6	First step in modeling the flow table test to characterize the rheology of normally vibrated concrete	CEMENT AND CONCRETE RESEARCH	11.958	
우수성 요약	본연구는 자중에 의해 낙하되는 충격으로 인한 모르타르의 유동성을 유한요소해석을 통해 모델링하여 진동다짐된 콘크리트의 레올로지 특성을 평가하기 위한 논문이다. 자유낙하 방식으로 플로우를 측정하는 방법 중 플로 테이블 시험이 가장 많이 사용되지만, 시험에 사용되는 샘플의 유동성은 상대적으로 낮기 때문에 레올로지 특성을 직접적으로 평가하기에는 어려움이 따른다. 본 연구에서는 유한요소해석을 통해 매 충격마다 모르타르 플로우가 퍼지는 것을 시뮬레이션 하였고, 레올로지 특성과 연관시켰다. 이러한 연구의 우수성을 인정받아 Building and Construction 분야 상위 0.5%인 CEMENT AND CONCRETE RESEARCH (IF: 11.958) 저널에 게재되었다. 해석을 통해 추정된 빙햄 매개변수는 상용 레오미터를 사용하여 얻은 측정값과 비교되었고, 결과적으로 웹시빙으로 추출된 모르타르의 빙햄 매개변수를 통해서 진동하는 콘크리트를 구성하는 모르타르의 레올로지 특성을 확인할 수 있다.			
7	The use of alkaline CO2 solvent for the CO2 curing of blast-furnace slag mortar	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS	7.693	
우수성 요약	건설 산업에서 탄소 중립은 건축 자재를 생산하면서 이산화탄소를 사용하는 방향으로 목표를 잡고있다. 시멘트계 재료의 이산화탄소 양생은 초기에 탄산화를 유도하여 강도와 성능을 향상시킨다. 본 연구를 통해서 이산화탄소가 녹아있는 물에서 샘플을 양생하는 새로운 공정을 제안하였다. 특히 고로슬래그 분쇄로 만든 모르타르 샘플에 대하여 수산화칼륨 수용액에 이산화탄소를 용해시켜 양생을 진행하였다. 이러한 탄산화방식은 건설재료 양생에서 새로운 공정으로 평가되며, 연구의 우수성을 인정받아 Building and Construction 분야 상위 4.14%인 CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS (IF: 7.693) 저널에 게재되었다. 결과적으로 본 공정을 따라 샘플을 양생할 경우 28일 강도가 기존에 비해 증가함을 확인하였다.			
8	Metagenomic insights into co-proliferation of Vibrio spp. and dinoflagellates Prorocentrum during a spring algal bloom in the coastal East China Sea	WATER RESEARCH	13.334	
우수성 요약	본 연구에서는 심각한 조류대증식이 일어나는 아열대기후의 중국동해안을 메타지놈을 통해 환경미생물 군집 및 관련 기능유전자를 조성을 분석하여 algal bloom을 일으키는 미생물 종 파악과 미생물간의 기작을 규명한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Environmental Science 분야 상위 1%인 Water Research (IF :13.334) 저널에 게재되었다. 본 연구를 통해서 해안연안에서 일어나는 조류대증식의 원인과 메타지놈 분석법을 통해 다른 환경에서의 적용가능성과 효율적인 algal bloom 해결법에 기여할 수 있다.			

연번	논문제목	게재지 정보	Impact Factor	지도교수명
9	Incorporating Dynamicity of Transportation Network With Multi-Weight Traffic Graph Convolutional Network for Traffic Forecasting	IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS	9.551	
우수성 요약	<p>교통 예측 문제는 지능형 교통 시스템 (Intelligent Transportation Systems, ITS)을 개발하는데 있어 핵심 기술로써 여겨지고 있으나 교통 데이터의 시공간적 복잡성으로 인해 정확도를 향상시키는데 있어 어려움을 겪고 있다. 많은 모델에서 시간적 복잡성을 모델링하는데 집중하는데 반해 공간적 복잡성은 특히 복잡한 도심 환경에서는 비교적 적게 연구되고 있다. 본 연구에서는 그래프 인공신경망 (Graph Convolutional Networks, GCN) 모델인 Multi-Weight Traffic Graph Convolutional (MW-TGC) Network를 제안하고, 서로 다른 지형적 특성을 지닌 두 개의 연구 대상 지역의 데이터에 실험을 진행한다. 모델은 우선 교통 속도 데이터에 제한 속도, 거리, 연결각 등 다양한 가중치를 이용한 인접 행렬을 이용하여 GCN 을 적용한다. 그 후 공간적으로 고립된 차원 축소 layer 를 거쳐 가중치에 따라 추출된 feature 간의 관계를 계산하고 hidden state 의 크기를 줄이도록 한다. 마지막으로 차원 축소 layer 를 거친 hidden state 를 LSTM (Long Short-term memory) 모델에 통과시켜 시간적 복잡성을 모델링한다. 본 모델을 두 도심 지역의 데이터에 대하여 실험을 진행했을 때, 기존의 state-of-the-art 모델과 비교하여 우수한 성능을 보였으며, 보다 복잡한 환경에서의 실험에서 도로 링크간 예측 정확도의 variance 를 감소시킬 수 있음을 확인한 바 있다.</p>			
10	Electro-synthesis of Ammonia from Dilute Nitric Oxide on a Gas Diffusion Electrode	ACS Energy Letters	19.54	
우수성 요약	<p>배기가스 내 존재하는 일산화질소를 단순 제거하는 것이 아닌 전기화학적 방법을 통해 고부가가치 산물인 암모니아로 전환하고자 하였으며, 운전 조건 및 촉매 등의 변수를 조정하여 암모니아로의 높은 전환율을 확보함.</p>			
11	Interdigitated 3D Heterogeneous Nanocomposites for High-Performance Mechanochromic Smart Membranes	ACS Nano	18.027	
우수성 요약	<p>나노 복합체의 굴절률 불일치를 이용한 산락막 설계</p>			

- 본 교육연구단은 대학원생 연구 논문의 양적 향상뿐만 아니라 질적 수준 향상을 위해 국제저명학술지 투고를 권장하고 있으며, 이를 위한 지원을 계속하였다([별표 2-26] 참고).

[별표 2-26] 논문 게재료 지원 내역

교수명	게재 학술지명	게재 논문명	집행일	집행금액(지원액)
	The ISME Journal	Identification of nosZ-expressing microorganisms consuming traceN2O in microaerobic chemostat consortia dominated by unculturedBurkholderiales	2022.07.05	

- KAIST 건설 및 환경 학과에서는 학과 관련 세부 분야별 Top 저널을 선정하고 리스트를 작성하여, 석/박사과정 대학원생들에게 배포하여 분야별 Top 저널에 논문을 게재할 수 있도록 권장하고 있다.

- 소속 대학원생들의 창의적 연구 및 우수한 논문 작성 독려를 위하여 우수 논문 포상 제도를 시행중이다. 한 해 동안 참여대학원생 논문실적 중 본 교육연구단 소속 학과 세부분야 (Sustainable Environment / Smart Urban Systems / Resilient Infra-Structures / Energy-Infra Systems) 별로 IF TOP 5%내의 학술지에 게재된 논문 중 가장 우수한 논문을 선정하여 시상하고 있으며, [별표 2-27]은 당해연도 우수논문상 수상 내역이다([그림 2-9]의 시상식 사진 참조).

[별표 2-27] 참여대학원생 우수논문상 수상 내역

연번	참여대학원생	논문명		
	게재 학술지명	게재연월	참여교수	IF(상위%)
	선정사유			
1		① Optimization of an RC frame structure based on a plastic analysis and direct search of a section database ② FE analysis of ultimate strength of circular CFT columns considering creep effect		
	① JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING ② COMPUTERS AND CONCRETE	① 2022.05 ② 2021.09		① 7.144(6.16%) ② 7.628(1.56%)
	참여대학원생 _____ 이 2022년 5월에 게재한 논문 "Optimization of an RC frame structure based on a plastic analysis and direct search of a section database"은 JCR의 ENGINEERING, CIVIL 분야의 상위 6.16%의 저명한 학술지인 "JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING"에 게재되었으며, _____ 의 2021년 9월 논문인 "FE analysis of ultimate strength of circular CFT columns considering creep effect" 역시 MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION&TESTING 분야의 상위 1.56%의 저명 학술지인 "COMPUTERS AND CONCRETE"에 게재하는 등 연구 성과가 뛰어나			
2		Novel method for the facile control of molecular weight cut-off (MWCO) of ceramic membranes		
	Water Research	2022.03		13.400(5.2%)
	참여대학원생 _____ 의 "Novel method for the facile control of molecular weight cut-off (MWCO) of ceramic membranes" 논문은 엘스비어(Elsvier)에서 발간한 Water Research (2021년 JCR IF=13.40)에 2022년 3월 게재되었으며, 해당 저널은 2021년 CiteScore 기준 환경공학 분야 279종의 학술지 중 15위를 기록한 상위 5.20%의 SCI(E)저널(Q1)임. 또한, _____ 의 2020년 8월 논문인 "The impact of gamma-irradiation from radioactive liquid wastewater on polymeric structures of nanofiltration (NF) membranes" 역시 환경공학 분야 9위(상위 3.05%)에 해당하는 최고권위의 학술지인 'Journal of Hazardous Materials' (IF=14.224)에 게재됨. 그 외에도 최근 5년 동안 SCI(E)급 논문 총 10편(주저자 7편) 및 KCI급 논문 총 2편(주저자 1편)을 게재하는 등 연구 성과가 뛰어나.			
3		Explainable heat-related mortality with random forest and SHapley Additive exPlanations (SHAP) models		
	Sustainable Cities and Society	2022.04	- - -	10.696 (2.941%)
	참여대학원생 _____ 가 2022년 4월에 게재한 논문 "xplainable heat-related mortality with random forest and SHapley Additive exPlanations (SHAP) models"은 JCR의 CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY (Sustainable Environment) 분야의 상위 2.941%의 저명한 학술지인 'Sustainable Cities and Society'에 게재하여 연구 성과가 뛰어나.			

4		First step in modeling the flow table test to characterize the rheology of normally vibrated concrete		
	Cement and Concrete Research	2022.02		11.958(0.74%)
	<p>참여대학원생 이 2022년 2월에 게재한 논문 “First step in modeling the flow table test to characterize the rheology of normally vibrated concrete”는 JCR Construction & building technology 분야의 상위 0.74%의 저명한 학술지인 ‘Cement and Concrete Research’에 게재되었으며, 그 외에도 지난 2년간 2편의 추가 논문을 게재하는 등 연구 성과가 뛰어나.</p>			



[그림 2-9] 참여대학원생 우수논문상 시상식 모습

2) 참여대학원생 저명 학술지 논문게재 활성화: 향후 추진 계획

- 지난 1년간 본 연구교육단 참여대학원생들은 특히 논문의 질적인 부분에서 우수한 성과를 보였다. 이러한 수준을 유지하기 위하여 KAIST 건설 및 환경공학과에서는 참여대학원생의 논문 게재를 위한 지속적인 지원을 할 계획이다.
- 다양한 연구를 지원함과 동시에 좋은 연구를 적합한 형태로 기술하여 국제 저명 학술지 논문 게재를 지원하기 위해 본교의 영어 논문 작성 과목인 ‘Scientific Writing’ 수업을 적극적으로 권장하여, 학생들의 국제 수준의 학술 논문 작성 능력을 향상하고자 한다. 추가적으로 소속 대학원생들에게 KAIST 어학센터와의 연계를 통하여 원어민 교수진의 논문 교정 서비스를 제공하고자 한다.
- 융복합 기술 논문 실적 증대를 위해 참여대학원생들의 타학과와의 공동 융합 연구 및 학과 내에서 연구실간 자율적인 공동 융합 연구를 장려하고 있다. 타학과로의 접근성을 높이기 위해서 타학과와 공동 융합 교과목을 신설할 계획이다. 또한, 학생들에게 다양한 분야의 교육을 경험할 수 있도록 타학과 교과목 수강 기회를 제공하고, 본인의 전공 및 적성에 따라 자율적으로 다 학제적 교육을 받을 수 있는 환경을 제공한다.
- 새로운 연구 트렌드를 파악하고 새로운 기술을 습득할 수 있는 환경을 조성하기 위해서, 교육을 통해 4차 산업혁명 기술을 이해하고 건설 환경 분야의 연구에 접목하고자 한다. 4차 산업혁명 시대에 적합한 인력 양성을 위해, IoT, 클라우드, 모바일, 빅데이터, 인공지능 등 4차 산업혁명 핵심 기술을 건설 환경 분야에 접목하는 강의를 신설하고자한다.

- 소속 대학원생들의 창의적 연구 및 우수한 논문 작성 독려를 위하여 우수 논문 포상 제도를 시행하고자 한다. 또한 학생들의 창의적 아이디어 구현 독려를 위하여 경진대회를 시행하여 포상할 계획이다.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

본 교육연구단은 소속 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원을 통해 연구역량을 강화하고 연구 수월성을 증진하고자 한다. 대학원생들은 국내 및 국제 학술대회 참여를 통해 전공 분야의 최신 연구 동향을 습득할 수 있었으며, 국제적인 연구 협력 네트워크를 형성하는 등 학술 활동 역량을 강화하였다.

1) 실적 및 현황

- 본 교육연구단 참여 대학원생들의 최근 1년간 국내 학술대회 참가 건수는 81건이며, 국제 학술대회 참가 건수는 49건이다([별표 2-28] 참고).

[별표 2-28] 참여대학원생 학술대회 참여 실적

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
1	국내		전산유체역학 결과분석에 따른 연속식탈이온장치의 모듈구조 최적화	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
2	국내		3D-printed carbon-based conductive membrane electrodes for the electrochemical CO2 reduction	2021 추계 총회 및 학술대회	2021 (대구,한국)
3	국내		반도체용 고순도 공업용수 생산 공정 내 소재 및 부품의 용출 특성 평가	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
4	국내		전도성 탄소구조체를 이용한 음폐수 혐기소화조의 바이오가스 생성률 증가	KSEE 2021 Convention	2021 (제주,한국)
5	국내		혐기성 소화 슬러지 탈리액 내 고농도 암모니아 분리를 위한 막접촉 분리 기술 적용	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
6	국내		전산유체역학 결과분석에 따른 연속식탈이온장치의 모듈구조 최적화	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
7	국내		국내 고도 정수처리 공정에서의 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) 거동 및 제거 특성 평가	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
8	국내		유사펜톤-촉매 세라믹 분리막을 이용한 수계 내 신종 미량오염물질의 고급산화 기술 개발	2022년 한국막학회 춘계 학술발표회	2022 (수원,한국)
9	국내		온도 구배로 인한 토양 내 수분 이동에 대한 삼투 및 모세관의 영향	KGS Spring National Conference 2022	2022 (서울,한국)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
10	국내		UAV-LiDAR를 활용한 실대형 토석류 실험의 지형 변화 분석	KGS Spring National Conference 2022	2022 (서울, 한국)
11	국내		Effect of calcite precipitation pattern on undrained shear behavior of sand treated by microbially induced calcite precipitation	KGS Spring National Conference 2022	2022 (서울, 한국)
12	국내		서울 지하철역을 중심으로 한 포괄적인 파라미터를 통한 개발 가능성 도출	대한국토·도시계획학회 2022 춘계산학술대회	2022 (Online)
13	국내		온실가스의 흡수 및 배출량 산정을 위한 전환 이전 토지이용형태의 유형화 연구	대한국토·도시계획학회 2022 춘계산학술대회	2022 (Online)
14	국내		적대적 생성 모델을 활용한 AI 기반 도시 블록 생성에 관한 연구 - 서울 사례를 중심으로	한국생태환경건축학회 추계국제학술발표대회	2021 (Online)
15	국내		목포시 만호동 일대 소규모 쇠퇴지역에서의 폭설 재난위험성 분석	한국생태환경건축학회 추계국제학술발표대회	2021 (Online)
16	국내		중심성 척도를 이용한 도시 내 산림자원 활용도 분석	한국생태환경건축학회 추계국제학술발표대회	2021 (Online)
17	국내		모노에탄올아민을 활용한 시멘트 복합체의 CO ₂ 양생 기법 개발	한국콘크리트학회 2021년 가을 학술대회	2021 (경주,한국)
18	국내		진동다짐에 의한 원전 콘크리트의 채움성 변화 시뮬레이션	한국콘크리트학회 2021년 가을 학술대회	2021 (경주,한국)
19	국내		모관흡수력을 고려한 3D 프린팅용 콘크리트의 형태 안정성 평가	한국콘크리트학회 2022년 봄 학술대회	2022 (제주,한국)
20	국내		CO ₂ 용매제를 활용한 잔골재용 페시멘트의 탄산화 처리	한국콘크리트학회 2022년 봄 학술대회	2022 (제주,한국)
21	국내		MgO 첨가에 따른 알칼리 활성화 슬래그의 강도에 대한 이산화탄소 양생 효과	한국콘크리트학회 2022년 봄 학술대회	2022 (제주,한국)
22	국내		생분해성-난분해성 플라스틱 블렌드 필라멘트로 제작한 3D 프린터 시제품의 물리화학적 특성 및 생분해도 평가	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
23	국내		친환경 LNG를 활용한 메탄산화균의 PHB (Polyhydroxybutyrate) 합성	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
24	국내		UV 전처리를 통한 POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE)의 이중 효소분해 촉진	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
25	국내		Plasma 전처리 전후의 POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE(PET)의 표면 및 효소 분해율 비교	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
26	국내		토양으로부터 선별된 <i>Pseudomonas putida</i> 를 이용한 PET 단량체로부터의 PHA (polyhydroxyalkanoates) 합성	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
27	국내		메탈옥사이드 기반 촉매 열분해를 이용한 페마스크 자원화 효율 향상	2021년 대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주,한국)
28	국내		UV 전처리를 통한 POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE)의 이중 효소분해 촉진	한국공업화학회 2022 춘계학술대회	2022 (제주,한국)
29	국내		Biodegradation of Biodegradable Plastics in Yellow Mealworms (Larvae of <i>Tenebrio molitor</i>)	한국공업화학회 2022 춘계학술대회	2022 (제주,한국)
30	국내		Co-production of hydrogen and carbon nanomaterials via metal-oxide catalytic pyrolysis of waste mask	한국공업화학회 2022 춘계학술대회	2022 (제주,한국)
31	국내		UV 전처리를 통한 POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE)의 이중 효소분해 촉진	유기성자원학회 2022 춘계학술대회	2022 (서울,한국)
32	국내		Biodegradation of Biodegradable and Non-biodegradable Plastics in Super mealworms (<i>Zophobas morio</i>)	유기성자원학회 2022 춘계학술대회	2022 (서울,한국)
33	국내		Investigation of carbon nanomaterials via metal-oxide catalytic pyrolysis of waste mask	유기성자원학회 2022 춘계학술대회	2022 (서울,한국)
34	국내		생분해성-난분해성 플라스틱 블렌드로 제작한 3D 프린터 시제품의 생분해	유기성자원학회 2022 춘계학술대회	2022 (서울,한국)
35	국내		Development of Portable Paint Assessment Evaluation System for Steel Structure using Active Thermography and Vision-based AI algorithm	Fall Conference	2021 (jeju,Korea)
36	국내		Development of Portable Active Thermography and Vision Integrated System for Steel Structure Coating Assessment Evaluation	Fall Conference	2021 (Yeosu,Korea)
37	국내		Development of Unmanned Vehicle Mounted Active Thermography and Vision Combined System for Coating Assessment Evaluation	2021 Convention	2021 (Gwangju, Korea)
38	국내		Data Cube 모델을 이용한 이륜차 사고 다차원 요인 분석: 배달서비스 수요를 중심으로	제85회 대한교통학회 2021 추계 학술대회	2021 (제주,한국)
39	국내		Graph Multi-Attention 알고리즘을 활용한 Asymmetric 장시간 교통 속도 예측	제85회 대한교통학회 2021 추계 학술대회	2021 (제주,한국)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
40	국내		심층학습 기반 다중 카메라 차량 위치 추적	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	2022 (제주,한국)
41	국내		심층학습기반 교통사고 위험 심각도 추정	제86회 대한교통학회 2022 춘계 학술대회	2022 (경주,한국)
42	국내		보행자 시야를 고려한 교차로에서의 보행자 횡단 예측 서비스	제86회 대한교통학회 2022 춘계 학술대회	2022 (경주,한국)
43	국내		자율협력주행 기반 수용응답형 대중교통 시스템 연구	제86회 대한교통학회 2022 춘계 학술대회	2022 (경주, 한국)
44	국내		교통 시뮬레이션과 기계 학습기법 융합을 통한 실시간 교통상태 예측 연구	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	2022 (제주, 한국)
45	국내		Transformer-based Map-matching Model with Limited Labeled Data Using Transfer-Learning Approach	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	2022 (제주, 한국)
46	국내		Evaluation of Vulnerable Pedestrian Potential Risk at Intersection Based on Arrival Time Prediction using Deep Learning	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	2022 (제주, 한국)
47	국내		Edge computing 기반 실시간 차량-보행자 충돌 예측 및 경고 시스템	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	2022 (제주, 한국)
48	국내		Scaling-up of biofiltration system for N2O removal: a year-long pilot test at a full-scale activated sludge wastewater treatment plant	대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주, 한국)
49	국내		Cometabolic Degradation of Vinyl Chloride at Acidic pH by Acidophilic Methanotrophs Isolated from Alpine Peat Bogs	대한환경공학회 국내학술대회	2021 (제주, 한국)
50	국내		N2O inhibition of respiratory ammonification is alleviated by NosZ activity in a DNRA isolate Bacillus sp.DNRA2	The 12th Asian Symposium on Microbial Ecology	2022 (제주, 한국)
51	국내		Species-level Microbial Community Analysis of Drinking Water Treatment Plant Using Long-read Sequencing Platform	The 12th Asian Symposium on Microbial Ecology	2022 (제주, 한국)
52	국내		칼슘설포알루미네이트 시멘트 기반 물질들의 탄산화 특성 고찰	2021년도 가을 한국콘크리트학회 학술대회	2021 (경주,한국)
53	국내		Hydration and Phase Conversion of Calcium Aluminate Cement: An Overview	2021 대한토목학회 정기학술대회	2021 (광주,한국)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
54	국내		Overview of Hierarchical Multiscale Modeling for Predicting Underwater Cementitious Materials	2021 한국전산구조공학회 학술심포지엄	2021 (부산,한국)
55	국내		Fresh and hardened properties of cementitious materials for additive manufacturing: An overview	2021 한국전산구조공학회 학술심포지엄	2021 (부산,한국)
56	국내		An Overview on Micromechanics-based Damage Modeling for Underwater Concrete Materials	2022 한국전산구조공학회 정기학술대회	2022 (제주,한국)
57	국내		An Overview on Multi-level Homogenization for the Prediction of Mechanical Behavior of Fiber-reinforced Nanocomposites	2022 한국전산구조공학회 정기학술대회	2022 (제주,한국)
58	국내		Recent studies on the carbonation resistance of alternative cementitious binders	2022 봄 학술대회	2022 (제주,한국)
59	국내		Recent Advancements on Micromechanical Approaches to Functional Cementitious Composites Modeling	2022 봄 학술대회	2022 (제주,한국)
60	국내		구조물의 비선형성을 고려한 원전 구조물의 지반-구조물 상호작용 해석	한국전산구조공학회 정기학술대회	2021 (Online)
61	국내		인공신경망 기반 수중터널 충돌 모니터링 시스템	2021 한국전산구조공학회 학술심포지엄	2021 (부산,한국)
62	국내		UAV를 이용한 교량 검사에서 CNN 기반의 영상 품질 평가를 이용한 일관된 데이터 획득 방법	한국소음진동공학회 2022년 춘계학술대회	2022 (창원,한국)
63	국내		회생복합형 전자기 감쇠기의 현상학적 모델을 이용한 가상 하이브리드 시뮬레이션 연구	2022 한국전산구조공학회 정기학술대회	2022 (제주,한국)
64	국내		가상 구조물 데이터셋을 활용한 GAN 기반 지진 후 빌딩 구조물 부재 손상 평가(IC-SHM 2021 Competition)	한국전산구조공학회 정기학술대회	2022 (제주, 한국)
65	국내		충격하중을 받는 수중터널 인공신경망 적용 모니터링 시스템	2022 한국전산구조공학회 정기학술대회	2022 (제주, 한국)
66	국내		영상기반 건설장비와 작업자간 충돌 위험도 평가 기술 개발	2022 한국전산구조공학회 정기학술대회	2022 (제주, 한국)
67	국내		수중터널 지반 접촉부 조인트 강성에 따른 수중터널 동적 거동에 대한 수치해석적 연구	COSEIK Academic Symposium	2021 (부산,한국)
68	국내		연약지반 수직구 굴착 시 히빙 안정성에 미치는 관내토의 효과에 대한 연구	KTA 2022 Annual Spring Conference	2022 (서울,한국)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
69	국내		잔탄검 바이오폴리머를 이용한 연약지반 표면 보강에 대한 연구	KSCE 2021 Convention	2021 (광주,한국)
70	국내		3가 양이온 교차결합된 바이오폴리머 처리토의 강도 특성	KGS Spring National Conference 2022	2022 (서울,한국)
71	국내		토압식 쉘드 TBM 굴착조건에 따른 지표침하 예측에 관한 기초연구	KSCE 2021 Convention	2021 (광주,한국)
72	국내		연마재 워터젯의 화강암 천공 특성에 관한 실험적 연구	KTA 2022 Annual Spring Conference	2022 (서울,한국)
73	국내		Investigation of Operating Limit for Accelerated Life Test of Monitoring Sensor	2022 한국방사성폐기물학회 춘계학술발표회	2022 (부산,한국)
74	국내		Literature review of acceleration tests for nuclear waste repository monitoring sensors	2022 한국방사성폐기물학회 춘계학술발표회	2022 (부산, 한국)
75	국내		지반 접촉부에서 탄성 조인트가 수중터널의 거동에 미치는 영향에 대한 예비 연구	COSEIK Annual Conference	2022 (제주,한국)
76	국내		바이오폴리머 처리토의 액상화 방지에 관한 기초 및 문헌 연구	KGS Spring National Conference 2022	2022 (서울,한국)
77	국내		Electro-synthesis of Ammonia from Dilute Nitric Oxide on Gas Diffusion Electrode	72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	2021 (제주,한국)
78	국내		CNT Porous Porphyrin Polymer-based Electrode for Electrochemical Gold Recovery from Electronic Waste	72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	2021 (제주,한국)
79	국내		Design Optimization of Acoustic Emission Sensor	KSCM Annual Conference	2022 (평창,한국)
80	국내		Patterned Nacre-like Structure Under an Extensive Velocity Range	KSCM Annual Conference	2022 (평창,한국)
81	국내		Estimation of Pressure Loading on the Submerged Floating	COSEIK Annual Conference	2022 (제주,한국)
82	국외		Enhancement of methane production rate in food wastewater anaerobic digestion by conductive carbon-nanotube structure	European Biomass Conference & Exhibition	2022 (대전,한국)
83	국외		Utilization of Volatile Fatty Acids from Food Wastes as ExternalCarbonSourcesforA20-MBR	11th International Conference on Environmental Engineering, Science and Management	2022 (Bangkok, Thailand)
84	국외		Occurrence, transport, and fate of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) during the drinking water treatment in South Korea	2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem)	2021 (Online)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
85	국외		Ozone-ceramic membrane hybrid system for one-step removal of organic foulants and micropollutants during wastewater reuse	16th International Conference on Inorganic Membranes (ICIM 16)	2022 (Online)
86	국외		Machine Learning driven prediction model for strength reduction of fire-damaged RC column based on numerical analysis	ECCOMAS Congress 2022(The 8th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering)	2022 (노르웨이, 오슬로)
87	국외		Numerical study to evaluate blast resistance capacity of RC members	ACEX2022(15th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting)	2022 (이탈리아, 피렌체)
88	국외		Ultimate Load Capacity of Cft Column Considering Time Dependent Behavior	ACEX2022(15th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting)	2022 (이탈리아, 피렌체)
89	국외		Ground deformation monitoring and prediction: Gompertz's modeling based on Sentinel-1 advanced radar interferometry	IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2022)	2022 (Hybrid, Kuala Lumpur, Malaysia)
90	국외		Impact of microbially induced calcite precipitation (MICP) on hydraulic conductivity of coarse sands	Proceedings of the 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Sydney 2021	2022 (Online)
91	국외		Comparison Study of Spatial Configuration Between Korean and Western Plazas: A case study of Seoul Plaza and Trafalgar Square (UK)	13th International Space Syntax Symposium	2022 (Bergen, Norway)
92	국외		Characteristics of urban areas related to surveillance and children's sense of safety: Focusing on street lights, CCTVs, and spatial configuration	53rd Annual Conference of the Environmental Design Research Association	2022 (Greenville, SC, USA)
93	국외		How Do Regeneration Projects Change Crowdsourced Place Identity?	2022 American Planning Association National Planning Conference	2022 (San Diego, CA, USA)
94	국외		Analysis of Hydrogen and Carbon Material Production via Metal Oxide Catalytic Pyrolysis of Waste Mask	2022 UKC	2022 (워싱턴 DC, 미국)
95	국외	○ ○	Fatigue crack detection of lifting-lug using deep-learning	8thWorld Conference	2022 (Orlando, USA)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
96	국외		Development of steel bridge coating condition evaluation system using UV based active thermography and vision technique	QIRT 2022	2022 (Paris, France)
97	국외		TMM: Transformer-based Map-matching Model with Transfer Learning Approach	Transportation Research Board (TRB) 102nd Annual Meeting	2022 (Online)
98	국외		Active-Type Continuously Variable Transmission System Based on a Twisted String Actuator	2022 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)	2022 (Philadelphia, USA)
99	국외		OpenStreetMap-Based LiDAR Global Localization in Urban Environment Without a Prior LiDAR Map	2022 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)	2022 (Philadelphia, USA)
100	국외		Reviews on experimental and theoretical approaches to characterizing the elastic behavior of CNT-reinforced polymeric nanocomposites	MECHCOMP7 (7th International Conference on Mechanics of Composites)	2021 (Online)
101	국외		Effect of carbonation curing on the thermal evolution of hydrates in cementitious materials: An overview	The 2021 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM21)	2021 (Online)
102	국외		Recent Advancements on binary or ternary binders for chloride resistance improvements: An overview	BARCELONA IABMAS 2022 11th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management	2022 (바르셀로나, 스페인)
103	국외		A review on microstructural properties of bacteria-incorporated cementitious composites	WCCM-APCOM 2022 YOKOHAMA 2022 15th World Congress on Computational Mechanics & 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics	2022 (Online)
104	국외		Recent progress in piezoresistive CNT-incorporated polymeric composite sensors: An overview	WCCM-APCOM 2022 YOKOHAMA 2022 15th World Congress on Computational Mechanics & 9th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics	2022 (Online)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
105	국외		Reviews on micromechanics-based failure analysis for fiber-reinforced laminates via Puck failure criteria	WCCM-APCOM 2022 YOKOHAMA 2022 15th World Congress on Computational Mechanics & 10th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics	2022 (Online)
106	국외		Consistent data acquisition method using CNN-based no-reference image quality assessment in bridge inspection using UAV	The 8th World Conference on Structural Control & Monitoring (8WCSCM)	2022 (올랜도, 미국)
107	국외		Numerical Analysis And Verification Of Energy Harvesting Circuit For Regenerative Hybrid Electromagnetic Damper	The 8th World Conference on Structural Control & Monitoring (8WCSCM)	2022 (올랜도, 미국)
108	국외		Impact Load Identification Method based on Artificial Neural Network for Submerged Floating Tunnel Under Collision	ACEM22	2022 (서울, 한국)
109	국외		Collision risk detection system between equipment and workers using CCTV on construction site	ACEM22	2022 (서울, 한국)
110	국외		Analysis of dynamic response of shore connection segment of submerged floating according to shore design	Barcelona IABMAS 2022: 11th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management	2022 (Barcelona, Spain)
111	국외		Effects of cyclic freezing-thawing on the durability of biopolymer treated sand	20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering	2022 (Sydney, Australia)
112	국외		Numerical analysis on jet dispersion of abrasive waterjet in the atmosphere	The 3rd Asian Conference on Railway Engineering and Transportation	2021 (제주, 한국)
113	국외		Dynamic Transient Analysis of a Submerged Floating Tunnel	IABMAS 2022: 11th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management	2022 (바르셀로나, 스페인)
114	국외		Luxury Brand Flagship Store as an Indicator of Gentrification	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
115	국외		Methods to Anticipate Gentrification: A Chronological Review Toward Potential Value Evaluation in Commercial District	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)
116	국외		Comprehensive evaluation model of development potential around subway stations in Seoul, South Korea	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)
117	국외		Urban form indicators to assess urban change and green spaces	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)
118	국외		Analysis of potential urban green spaces for absorption of greenhouse gas	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)
119	국외		Trade-off objective functions for multi-objective optimization in simulation-based urban form generation related to energy efficiency	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)
120	국외		Predictive Simulation of Disaster Risk Change in Urban Declining Areas	2022 International Conference of Asia-Pacific Planning Societies	2022 (나가사키, 일본)
121	국외		NosZactivityrelievesN2Oinhibitionofrespiratoryammonification in a nrfA-possessing soil isolate Bacillus sp.DNRA2	The 18th International Symposium on Microbial Ecology	2022 (로잔, 스위스)
122	국외		Hydrogen-dependent chemolithotrophic dissimilatory nitrate reduction to ammonium(DNRA) in two distinct Campylobacteraceae bacteria	The 18th International Symposium on Microbial Ecology	2022 (로잔, 스위스)
123	국외		Dynamic behavior of shore connection of submerged floating tunnel under dynamic load	ACEM22	2022 (서울, 한국)
124	국외		Crack Quantification Method for Concrete Tunnels with RGB-D	ACEM22	2022 (서울, 한국)
125	국외		Experimental study on cyclic shear behavior of biopolymer treated soils	ACEM22	2022 (서울, 한국)
126	국외		Numerical Evaluation of Segmental Lining System with Compressible Layer in Deep Soft Rock	ACEM22	2022 (서울, 한국)
127	국외		Harsh stress level design for accelerated life test of HLW repository monitoring sensor	ACEM22	2022 (서울, 한국)
128	국외		Numerical evaluation of ground settlements induced by groundwater inflow to the tunnel	ACEM22	2022 (서울, 한국)

연번	국외/ 국내	참여대학원 생 성명	논문제목	학술 대회 명	발표연도 및 장소(도시, 국가)
129	국외		Cation-crosslinked biopolymer soil treatment and field implementation for slope surface protection	ACEM22	2022 (서울, 한국)
130	국외		Effect of Particle Shape Factor on Abrasive Kinetic Energy	ACEM22	2022 (서울, 한국)

- COVID-19 기간으로 인해서 학회 활동이 어려움이 있었지만 본 교육연구단은 참여 대학원생들의 학술 활동 역량 강화 및 국제적 인지도 향상을 위해 학술대회 온/오프라인을 통한 참가를 적극 장려함으로써 다수의 학술대회에 참석하여서 연구적인 교류를 할 수 있었다.
- 국내뿐만 아니라 아시아, 미국, 유럽 등 다양한 곳에서 열린 학술 대회를 참석하였으며, 8건의 우수 논문상 및 학회장 상을 수상하였다. 이에 대한 내용과 우수성 요약은 [별표 2-29]에 정리해두었다.

[별표 2-29] 국제 및 국내 학술대회 수상 실적

참여대학원생 성명	학술대회명	수상내역
	European Biomass Conference & Exhibition	우수논문상
	전도성구조체 개발 및 혐기성 소화조 주입을 통한 메탄생성속도 증진에 대한 연구를 수행함	
	한국생태환경건축학회 추계국제학술발표대회	우수논문발표상
	은 2021년 KIEAE Fall International Conference 에서 적대적 생성모델을 활용하여 도시 블록 형태를 자동으로 생성하는 AI 모델을 최초로 제시하였다. 향후 AI 를 활용한 도시 계획 및 설계 분야의 확대 적용과 발전을 기대한다.	
	한국공업화학회 2024 춘계학술대회	우수논문상 수상
	본 연구는, 폐마스크의 열분해를 통해 탄소 나노물질과 동시에 수소를 생산하고, 그 과정을 진행한 연구로, 한국공업화학회 학술대회에서 우수논문상을 수상하였음	
	유기성자원학회 2023 춘계학술대회	우수논문발표상 수상
	본 연구는, 난분해성 플라스틱을 슈퍼밀웜을 이용해 분해의 효율 향상을 진행한 연구로, 유기성자원학회 학술대회에서 우수논문상을 수상하였음	
	한국ITS학회 2022년 춘계학술대회	우수논문상

	<p>은 한국ITS학회 2022년 춘계학술대회에 포스터 부분으로 참석하였다. 본 논문에서는 차량 재인식 특성과 필터링 방법론을 이용하여 카메라 기반 교차로 간 차량 인식 정확도를 향상시켰다. 본 연구를 통해 교차로 간 개별 차량 이동 시간 추정이 더욱 정확해질 것으로 기대된다.</p>	
	KTA 2022 Annual Spring Conference	YE 우수논문 학회장상
	<p>은 2022 한국터널지하공간학회 봄 학술발표회 학생 및 YE세션에서 연약지반 수직구 굴착 시 히빙 안정성에 미치는 관내토의 효과에 대한 연구 결과를 발표하여 우수논문 학회장상을 수상하였다. 본 논문에서는 수직구 굴착 시 관내토의 깊이에 따른 히빙의 안전율 변화를 수치해석적으로 분석하였다. 본 연구를 통해 연약지반을 대상으로 하는 수직구 굴착 시 지반보강 없이 히빙을 방지할 수 있는 비교적 경제적인 설계가 가능할 것으로 기대된다.</p>	
	KGS Spring National Conference 2022	우수논문상
	<p>은 2022년 한국지반공학학회 봄학술발표회에 발표부문으로 참석하였다. 본 논문에서는 미생물 기원 바이오폴리머인 잔탄검 및 잔탄검 처리토의 수분에 대한 내구성 향상을 목적으로, 잔탄검 처리토의 강도 및 내구성에 대한 3가 양이온을 활용한 교차결합의 영향을 분석하였다. 본 연구를 통해 기존 바이오폴리머-흙 처리 공법의 한계점을 극복하고, 현장 적용성을 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.</p>	
	KTA 2022 Annual Spring Conference	YE 우수논문 학회장상
	<p>은 2022 한국터널지하공간학회 봄 학술발표회 학생 및 YE세션에서 연마재 워터젯의 화강암 천공 특성에 관한 실험적 연구 결과를 발표하여 우수논문 학회장상을 수상하였다. 본 논문에서는 연마재 투입율과 포커싱튜브 길이에 따른 화강암 천공 특성을 실험적으로 분석하였으며, 이를 통해 최적의 연마재 투입율과 적절한 포커싱튜브를 선정하여 연마재 워터젯 시스템의 경제적인 설계가 가능할 것으로 기대된다.</p>	

2) 향후 추진 계획

- COVID-19로 인해 대다수의 학술대회의 개최가 연기되거나 취소되어 참여대학원생들의 활발한 학술대회 활동에 어려움이 있었다. 상황이 나아져 학술대회가 다시 정상화되면, 본 교육연구단은 참여대학원생들의 국제 학술대회 참가 시 항공료와 출장비, 학회등록비, 체재비(일비, 식비 및 숙박비), 여행자 보험료를 지원하여, 대학원생들의 학술대회 참여를 장려하고자 한다. 또한 비대면 학술대회 참가를 권장하여, 참여대학원생들이 전공 분야의 최신 연구 동향을 습득하고 국제적인 연구 협력 네트워크를 형성하는 등 국제 학술 활동 역량을 강화하고자 한다.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

본 교육연구단은 참여대학원생이 논문뿐만 아니라 연구적으로 개발한 기술을 산업에 적용하는 것을 장려하여 다양한 산업 연계 지원을 하였으며, 그 결과 참여대학원생의 특허와 기술이전 등록이 활발히 수행되고 있다.

1) 현황 및 실적

- 최근 1년간 본 교육연구단 소속 참여대학원생들은 국내특허 9건 및 국제특허 2건을 [별표 2-30]과 같이 등록하였다

[별표 2-30] 참여대학원생 특허 실적

연 번	특허 실적 상세내용			
	발명자	특허명	등록국가	등록연도
1		오염 지하수 자연저감 촉진 방법	대한민국	2022
2		방사성 물질 제거를 위한 하이브리드 시스템 및 방법	대한민국	2022
3		알칼리 활성 슬래그를 포함하는 시멘트 조성물의 양생 방법	대한민국	2022
4		초음파를 이용한 구조물의 인장응력 평가 방법 및 이를 위한 시스템	대한민국	2022
5		구조물의 진단 방법 및 진단 시스템	CN	2022
6		구조물의 진단 방법 및 진단 시스템	US	2021
7		스트링 액추에이터 기반 외골격 로봇	대한민국	2022
8		바이오폴리머-함유 하이드로겔을 포함하는 부마찰력 저감용 주입재	대한민국	2022
9		구조물의 균열 검출 방법 및 검사 시스템	대한민국	2022
10		기간 시설의 이미지를 획득하는 방법 및 장치	대한민국	2022
11		마그네슘 산화 염화물 시멘트 및 그 제조 방법	대한민국	2022

- 본 교육연구단은 다양한 형태의 건설 분야 미래기술 개발을 선도하고 있으며 IT와 건설, 에너지와 건설 등 융합연구를 활발히 진행해 오고 있다. 참여대학원생은 다수의 국내 특허 발명뿐만 아니라, 특허 IT의 현장 적용성을 독창적으로 향상시키는 융복합적인 연구를 통해 중국, 미국과 같은 주요 나라에 총 2건의 국제 특허를 등록하였다([별표 2-31] 참고).

[별표 2-31] 참여대학원생 국제 특허 실적 및 우수성 요약

특허 실적 상세내용		
발명자	특허명	등록국가 및 등록연도
	구조물의 진단 방법 및 진단 시스템	CN(2022년), US(2021년)
우수성 요약	<p>본 발명은 구조물의 진단에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 구조물의 진단 방법 및 상기 진단 방법을 수행하는 진단 시스템에 관한 것이다. 구조물 진단은 구조물의 안전성을 판단하기 위해서 행해질 수 있다. 구조물의 손상이 발생하는 경우, 구조물의 안전성에 문제가 생길 수 있다. 따라서 구조물의 손상을 신속하게 파악하여 구조물에 적절한 조치를 취하는 것은 필수적이며, 구조물의 손상을 파악하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 본 특허는 압전소자를 이용한 구조물의 손상계측장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 구조물의 대향측면에 하나 이상의 압전소자를 부착하고 응력부가수단을 통해 응력을 부가하여 세로탄성파를 발생시키고 임피던스 분석기를 통해 특정한 주파수 범위에서의 임피던스를 분석함으로써, 구조물의 손상 상태를 알 수 있도록 하는 압전소자를 이용한 구조물의 손상 계측장치 및 방법에 관한 기술이다.</p>	

- 본 교육연구단은 현장에서 적용 가능하고 인류가 당면한 문제점들을 해결할 수 있는 기술을 위한 다양한 융합 연구들을 배양하기 위해서 노력하였다. 이런 노력의 일환으로 각지의 회사에 인류가 당면한 문제점들을 해결책을 제시할 수 있었고 이를 통해 기술이전을 성공적으로 이루어 냈다. [별표 2-32]에 성공적으로 기술이전이 완료된 연구에 대한 요약을 정리해두었다.

[별표 2-32] 참여대학원생 기술 이전 실적 및 우수성 요약

연번	기술이전 실적 상세내용				
	발명자	이전 기술명	기술이전 회사	기술이전 액수 (천원)	기술이전 연도
1		메탄 생산 기술	주식회사이에프		2022
우수성 요약	탄소나노튜브로 이루어진 구조체에 철산화물을 결합하여 혐기성반응조 주입을 통한 바이오가스내 황화수소 농도 저감.				
2		3D 프린팅 공정 중 형성되는 적층부의 높이를 추정하는 방법 및 장치, 이를 구비한 3D	인스텍		2022
우수성 요약	<p>현재 3D 프린팅 기술은 적층부 한 층의 높이를 사전에 설정해놓은 G-code를 3D 프린터에 입력하여 공정을 수행한다. 하지만 사전에 설정된 적층부 한 층의 높이는 공정 중 적층부 모양, 잔열 등 제조 환경에 따라 달라질 수 있다. 따라서 실시간으로 적층부 높이를 측정하고 이에 따라 프린팅 레이저 파워를 조절함으로써 적층부 높이를 일정하게 유지시키는 것이 중요하다. 본 기술에서는 열화상 카메라를 이용하여 적층부 높이를 실시간으로 측정하는 기술을 최초로 개발하였다. 열화상 카메라는 기존 비전 카메라와는 달리 분말로 인한 노이즈가 없고 100 마이크로미터 수준의 오차 범위 내에서 적층부 높이를 정확히 측정한다는 장점을 가진다.</p>				

연번	기술이전 실적 상세내용				
	발명자	이전 기술명	기술이전 회사	기술이전 액수 (천원)	기술이전 연도
3		열화상 영상계측 및 열파 시각화 기술	(주)하나기술		2022
우수성 요약	<p>강구조물의 도막은 외부 인자로부터 강구조물을 보호하여 내구성을 유지시키는 역할을 하며, 도막의 상태에 따라 구조물의 내구성이 저하될 수도, 유지될 수도 있다. 도막 상태 평가는 도막의 두께가 적절히 유지되고 있는지와 도막에 부식, 박리, 체킹, 초킹 등 관련 시행령에서 규정하고 있는 열화가 발생했는지에 따라 그 등급이 산정된다. 현재 도막 상태평가 방식은 도막 두께 검사와 열화 검사가 별도 진행되고 있으며, 두께 검사의 경우 국부영역만 측정 가능한 초음파 장비를 사용하고 있어 미세한 도막 두께 변화를 탐지할 수 없다. 또한 열화 검사는 검사자의 육안에 의해 수행되고 있으며 검사자의 주관 또는 접근성에 따라 그 결과가 상이할 수 있다. 본 기술에서는 열화상 시스템과 비전 시스템을 융합한 강구조물 도막 상태 평가 시스템을 개발하였으며, 도막 두께 검사와 열화 검사를 동시에 수행할 수 있다. 또한 검사 대상 전면적에 대해 도막 두께를 정량화 및 시각화할 수 있으며, 열화 탐지, 분류 및 정량화 또한 가능하다. 검사 결과를 이용하여 최종적으로 상태평가 보고서 발행까지 가능한 기술을 개발하였으며 기존 주관적 검사 방식에서 객관적 검사 방식으로 전환이 가능하다.</p>				

2) 향후 추진 계획

- 본 교육연구단이 소속된 KAIST 건설 및 환경공학과에서는 대학원생의 특허 출원 및 등록을 적극적으로 장려하기 위해 특허청과 특허 법인의 실무자를 초청하여 대학원생들이 특허 제도에 대해 이해하고 활용할 수 있도록 특허 세미나를 지속적으로 개최하고자 한다.
- 본 교육연구단은 참여 대학원생들의 산·학간 인적 교류를 장려하기 위하여 인턴십 제도를 지원할 계획이다. COVID-19로 다양한 산업체에서의 직접적인 교류를 하는 것이 어렵기 때문에, 빠르게 변화하고 있는 현업에 대해 참여대학원생들이 공학적 안목을 배양할 수 있도록 산학협동 특별 세미나 등을 추진하고, 지속적으로 산업체 현업 실무자들의 교육과정 참여 프로그램을 개발하고자 한다.
- KAIST에는 공학교육에 기업가정신을 접목하여 미래 사회를 이끌어 갈 인재를 양성하기 위해 미래창조과학부로부터 도전적 창업인재 양성 예산을 지원받아 설립된 K-School이 있다. K-school에서 개설되는 교과목 수강을 장려하여 참여대학원생들의 창업에 대한 기회를 제공하고자 한다.
- 본 교육연구단 소속 KAIST 건설 및 환경공학과에서는 대학원생의 창업 활성화를 지원하기 위해 대학원생 대상의 창업교육 프로그램에 대학원생들의 참여를 권장하였으나, 코로나19 상황으로 인해 대다수의 프로그램이 개최되지 않아 어려움이 있다. 따라서 다음 단계에서는 소속 대학원생들이 다양한 창업 프로그램에 참여할 기회를 제공하며, 벤처 창업자들의 초청 세미나를 통해 대학원생들에게 창업의 간접 체험 기회를 제공하고자 한다.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

1) 현황 및 실적

- 본 교육연구단은 이번 4단계 BK사업을 통해 2021년 9월부터 2022년 8월까지 총 6명의 신진연구인력 (박사후 연구원 및 연구교수)을 확보하고 활발한 학술 활동을 지원하였다. 학술 및 연구 활동을 장려하기 위하여 연구 성과에 따라 지난 1년간 134,575,637원의 인건비 지급과 172,618원의 학회활동비를 지원하였다.
- 임용된 신진연구인력에게는 BK21 사업으로 연봉 3,600만원(300만원/월) 수준의 기본급을 지원하였고, 신진연구인력의 안정적인 연구 활동과 별도의 연구과제 수주를 통해 최소 약 10만원/월에서 최대 약 300만원/월을 추가 지급하였다.
- 우수 신진연구인력 발굴을 위해 교육연구단 소속학과 홈페이지 및 하이브레인넷 등 구직 사이트에도 채용 홍보를 하고, 연구능력과 전문성을 고려한 블라인드 방식의 공개채용을 진행하여 다양한 배경을 가진 우수한 신진연구인력 확보를 하였다.
- 교육연구단 각 전공별 참여교수로 이루어진 신진연구인력 위원회의 지속적 운영을 통해 우수 신진연구인력의 유치와 체계적인 관리를 하였다. 신진연구인력 위원회는 신진연구인력의 채용 심사 및 평가를 담당하며, 우수 신진연구인력 확보를 위한 후보자 데이터베이스를 구축하였다.
- 본 교육연구단은 우수 신진연구인력(박사후연구원 및 연구교수)을 6명 채용하였다. 자교 출신과 타교 출신의 적정비율을 유지하였으며, 다양한 배경지식과 경험을 융복합하고 이를 바탕으로 연구 분야 확장 및 연구성과의 질적 제고를 도모하고자 하였다. 신진연구인력의 채용은 참여교수와의 협업 능력, 원활한 연구 수행 능력, 학제 간 지식 융합 능력, 잠재 가능성을 중심으로 엄격하고 공정하게 블라인드 심사 방식을 통하여 채용하고 있다.
- 본 교육연구단 신진연구인력은 활발한 학술 및 연구 활동을 수행해오고 있으며, 이들의 우수성은 논문실적을 통해 입증되고 있다. 이번 단계에서 신진연구인력의 학술활동에 의해 출판된 논문 실적은 총 4편에 달한다 ([별표 2-33] 참고). 4편의 논문은 모두 Q1으로 각 분야별 상위 10% 이내의 학술지에 해당하며 IF가 6.0 이상이다.

[별표 2-33] 신진연구인력의 논문 게재 실적

연번	논문명	게재학술지명	게재연월	신진연구인력	IF	IF등급	상위%
1	Urchin-like structured magnetic hydroxyapatite for the selective separation of cerium ions from aqueous solutions	Journal of hazardous Materials	202202		10.56	Q1	3.226
2	A strain rate dependent nonlinear elastic orthotropic model for SFRC structures	Journal of hazardous Materials	202110		7.144	Q1	3.226
3	Damage characteristics of high-performance fiber-reinforced cement	INTERNATIONAL JOURNAL OF	202201		6.772	Q1	5.975

연번	논문명	게재학술지명	게재연월	신진연구인력	IF	IF등급	상위%
	composites panels subjected to projectile impact	MECHANICAL SCIENCES					
4	Auto-detection of acoustic emission signals from cracking of concrete structures using convolutional neural networks: Upscaling from specimen	EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATION S	202112		8.665	Q1	8.333

- 본 교육연구단은 신진연구인력은 국내 및 국제 학술대회 참여를 통해 전공 분야의 최신 연구 동향을 습득할 수 있었으며, 국제적인 연구 협력 네트워크를 형성하는 등 학술 활동 역량을 강화하였다. 본 교육연구단 신진연구인력의 국제 학술대회 참가 건수는 총 5건이다([별표 2-34] 참고).

[별표 2-34] 신진연구인력 학술대회 참가 실적

연번	신진연구인력	발표형식	논문제목	학술대회명	발표연도 및 장소
	우수성				
1		구두	Effect of calcite precipitation pattern on undrained shear behavior of sand treated by microbially induced calcite precipitation	KGS Spring National Conference	2022(서울, 대한민국)
	박사후연구원은 지반공학 관련 국내 최대 학회인 2021 KGS spring에 참여하였다. 친환경적인 지반 개량을 위해 미생물을 사용한 탄산칼슘염 생성에 관한 연구 결과를 발표하였으며, 지반 분야에서 가장 중요한 전단파괴에 대한 내용을 다루어 많은 관심을 받았다.				
2		구두	Growth pattern of pore-clogging due to fines migration and its effect on change in permeability	KGS Spring National Conference	2022(서울, 대한민국)
	본 연구는 공극 막힘 현상의 성장과정에서 공간적인 분포가 샘플의 투수성에 미치는 영향을 가시화한 연구이다. 2D 스케일에서 분석이 되던 연구를 처음 컬럼 스케일 실험을 통해 관측을 하고 이를 통해 비균질한 공극 막힘의 성장이 미치는 영향을 측정 할 수 있었다.				
3		구두	Migration and plugging of fine particles in porous media: Column experiments and CFD-DEM simulations	KGS Spring National Conference	2022(서울, 대한민국)
	다공성 매질내 세립자 이동현상을 관측하기 위해서 실험적인 접근과 동시에 CFD-DEM 시뮬레이션을 통한 해석을 진행한 연구이다. 수평적 세립자 이동과 동반되는 세립자 퇴적에 의한 공극 막힘 현상을 규명하는데 의의를 두었다.				
4		구두	Effect of osmosis and capillarity on temperature gradient induced moisture migration in soils	KGS Spring National Conference	2022(서울, 대한민국)
	방사성 폐기물 보관을 위한 처분장에서의 수분의 이동에 영향을 미치는 핵심 요소인 열과 삼투 현상의 정량분석을 위한 연구를 수행하였다. 이는 초장기적인 거동을 분석을 할때 핵심 요소들간의 선별적인 영향력을 나타낼 수 있게 해주는데 의의를 가진다				

연번	신진연구인력	발표형식	논문제목	학술대회명	발표연도 및 장소
	우수성				
5		구두	Virtual Teleoperation-based Human-assisted Autonomy for Shared Teleoperation	The 21st International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2021)	2021(제주, 대한민국)
	박사후연구원은 2021 ICCAS에 구두 발표자로 참석하였다. 해당 학회는 세계에서 주요한 제어 학회 중 하나이며, 본 연구에서는 계획 알고리즘이 비정형 환경에서 문제를 해결하는 데 도움이 될 만큼 인간의 직관 정보를 얻을 수 있는 인터페이스를 제안하고 인간의 직관을 활용한 인간 상호작용 경로 계획의 구현을 보여준다.				

- 신진연구인력의 자문위원 활동, 산업체 기술이전, 산업체 및 정부과제 유치 등을 장려하였으며, 그 성과는 [별표 2-35]에 정리하였다.

[별표 2-35] 신진연구인력 학술 및 연구활동 실적

신진연구인력	기관	기간	실적구분	관련내용
	건설기술연구원	21.12.24	자문	미생물에 의한 지반개량에 관한 내용으로 자문
	한국지반공학회	21.12.17	세미나	한국지반공학회 여성위원회에서 지속가능한 지반공학 주제로 세미나를 수행함

- 교육연구단 구성원과 공동으로 과제를 수주하고, 참여 대학원생을 참여 연구원으로 구성할 수 있도록 하여 긴밀한 연구 협력 체계를 구축할 수 있도록 하였다. 또한 논문 공동 게재, 특허 공동 등록 등의 협력 체계를 구축하였다([별표 2-36] 참고).

[별표 2-36] 신진연구인력과 교육연구단 구성원과의 연계활동 실적

신진연구인력	교육연구단 구성원	기간	실적구분	성과
		202110	논문	A strain rate dependent nonlinear elastic orthotropic model for SFRC struct
		202201	논문	Damage characteristics of high-performance fiber-reinforced cement composites panels subjected to projectile impact
		202203	논문	Auto-detection of acoustic emission signals from cracking of concrete structures using convolutional neural networks: Upscaling from specimen
		202203	학술대회	Growth pattern of pore-clogging due to fines migration and its effect on change in permeability
		202203	학술대회	Migration and plugging of fine particles in porous media: Column experiments and CFD-DEM simulations

신진연구인력	교육연구단 구성원	기간	실적구분	성과
		202203	학술대회	Effect of osmosis and capillarity on temperature gradient induced moisture migration in soils
		202203	학술대회	Effect of calcite precipitation pattern on undrained shear behavior of sand treated by microbially induced calcite precipitation
		202110	학술대회	Virtual Teleoperation-based Human-assisted Autonomy for Shared Teleoperation

2) 향후 계획

- 임용된 신진연구인력에 대한 대우는 현재와 마찬가지로 진행하고자 한다. 신진연구인력의 최저 연봉을 3,600만원 BK21 사업을 통해 지원하고, 추가적으로 기존 연구과제에 참여하거나 신규 과제를 수주함으로써 총 4,200만원으로 제시하고자한다. 이를 통해 더욱 안정적으로 활발한 연구 활동을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.
- 우수한 해외 신진연구인력 유치를 위해 본 교육연구단 소속학과와 MOU가 체결된 University of California at Berkeley, Tongji University, University of Sydney 등의 대학을 중심으로 적극적 홍보를 진행할 예정이다. 또한 해외 협력 기관 방문이나 국제학회 참석 시 본 교육연구단을 홍보하는 등의 활동을 지속적으로 수행해나갈 계획이다 ([별표 2-37] 참고).

[별표 2-37] KAIST 건설및환경공학과 MOU 기관

협약기관	국가명	협약내용
Tongji University	China	Memorandum of Student Exchange
University of California, Berkeley	USA	Memorandum of Understanding
Universitas Katolic Parahyangan(UNPAR)	Indonesia	Memorandum of Agreement

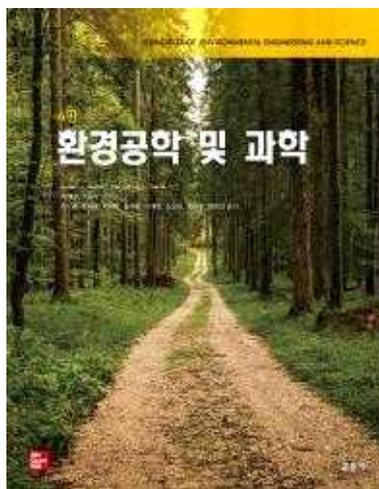
- 신진연구인력이 연구에 전념할 수 있도록 원칙적으로 강의에 대한 부담을 주지 않지만, 교육 경험과 경력을 쌓기 위해 본인이 원하는 경우 강의할 수 있도록 할 계획이다. 대부분의 신진연구인력이 박사후연구원으로 이후 연구교원이 되면 특강 과목을 개설하여 강의할 수 있도록 지원할 계획이다. 그리고 이에 대한 강사료는 소속대학의 일반 시간강사에 대한 지급 규정을 따르고자 한다.
- 본 교육연구단은 신진연구인력의 연구 활동 장려 차원에서 성과급을 지급할 예정이다. 성과급은 신진 연구인력 임용 기간 내 연구업적 및 기타 활동을 정기적으로 평가하고 그 결과에 따라 A-C 등급으로 구분하여 우수한 실적을 낸 신진 연구인력에게 차등 지급하고자 한다.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

본 교육연구단의 교육비전은 ‘스마트 사회기반시스템 구축에 중추적인 역할을 함으로써 초지능/초연결/초산업의 스마트 복지사회 실현에 장애가 되는 여러 가지 산업/사회 문제를 해결할 수 있는 고급(연구)인재 양성’이다. 이러한 비전을 실현하기 위한 본 교육연구단의 참여교수는 거의 모든 강의를 영어로 제공하였으며 Education 4.0([별표 2-3] 참고) 추진단을 통한 강의를 제공하였다. 또한, 저술 활동을 통해 참여대학원생의 교육효과를 향상시켰다 ([별표 2-38] 및 [그림 2-10] 참고).

[별표 2-38] 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISSN/인터넷주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성과 향상된 교육효과		
1		Hybrid Conductive Polymers: Synthesis, Properties, and Multifunctionality	9781003205418
	본 저서는 다양한 종류의 전도성 필러를 혼입하여 하이브리드 전도성 폴리머 복합체를 제작하는 내용을 포함하며, 이를 이용한 바이오메디컬 어플리케이션으로의 적용 가능성을 보여준다. 4차산업 혁명중 중요하게 고려되는 헬스케어 시스템 개발에 적극적으로 활용될 저서이며, 본 사업단에서 추구하는 스마트한 사회기반 시스템 구축을 책임지는 인재 양성에 다양하게 활용될 것으로 기대된다.		
2		Principles of Environmental Engineering & Science 4판 도서 번역	9788936322878
	『환경공학 및 과학』은 환경공학 및 환경과학을 공부하는 이들에게 반드시 필요한 여러 분야의 기초지식을 아우르는 교과서인 『Principle of Environmental Engineering and Science』 4판의 번역서로, KAIST _____ 외 6명이 번역에 참여하였다.		
3		Principles of Environmental Engineering & Science 4판 도서 번역	9788936322878
	『환경공학 및 과학』은 환경공학 및 환경과학을 공부하는 이들에게 반드시 필요한 여러 분야의 기초지식을 아우르는 교과서인 『Principle of Environmental Engineering and Science』 4판의 번역서로, KAIST _____ 외 6명이 번역에 참여하였다.		



[그림 2-10] 참여교수 교육역량 대표실적: 저서((Principles of Environmental Engineering & Science 4판) 표지

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

1) 교육 인프라의 국제화 현황

본 교육연구단은 다학제적 융복합 연구와 글로벌 인재 양성을 위한 최고 수준의 국제화 교육 시스템 구축을 목표로하여 건설 및 환경 분야의 국제 네트워크를 형성하고 대학원생들에게 양질의 국제화 교육 프로그램과 국제협력 연구 기회를 제공하기 위해 다양한 지원을 지속해왔다. 본 교육연구단 소속인 KAIST 건설 및 환경공학과에서는 **97%의 강의가 영어로 이루어져 있으며, 94%의 석·박사 학위논문이 영어로 쓰이는 등**, 사업 참여기간 동안 교육 프로그램의 국제화를 가장 중요한 목표 중 하나로 설정하고 다양한 방법으로 이를 실천하여 왔다. 또한 학생들의 활발한 인적교류 및 해외 우수학생 유치를 위하여 미국, 중국, 일본, 인도 등 해외의 우수 대학들과 활발한 교류를 진행하고 있으며, 국제 공동연구 프로그램의 확대 등으로 외국인 대학원의 유치를 위해 노력하여, 본 사업단 소속학과의 **외국인 학생은 현재 31명이고 지난 1년 동안의 평균 비율은 16%**이다([별표 2-39] 참고).

[별표 2-39] 교육 인프라의 국제화 현황

항목	구분	최근 1년간 실적		전체 실적
		2021년 2학기	2022년 1학기	
외국어 강의	교육연구단 학과(부) 교과목수	16	22	38
	외국어 강의 교과목 수	15	22	37
	비율	94%	100%	97%
외국인 전임교수	사업단 학과(부) 교수 수	20	20	40
	외국인 전임교수 수	1	1	2
	비율	5%	5%	5%
외국인 대학원생	사업단 학과(부) 대학원생 수	193	191	384
	외국인 대학원생 수	30	31	61
	비율	16%	16%	16%
외국어 학위논문	사업단 학과(부) 총 학위논문 수	27	39	66
	외국어 작성 학위논문 수	24	38	62
	비율	89%	97%	94%

1-1) 외국어 강의 현황

- 본 교육연구단이 소속된 건설 및 환경공학과의 최근 1년간 외국어 강의 비율은 97%로 90% 이상의 영어강의 비율 유지 목표를 달성하였으며, 전년도의 외국어 강의 비율 95.12% 대비 약 2% 향상되었다.

1-2) 외국어 학위논문 현황

- 학위논문은 외국어(영어) 작성을 원칙으로 하여 점진적으로 그 비율을 높여왔고, 영어 논문 교정을 위한 연구비 지원 등 사업단의 지속적인 노력으로 최근 1년간 외국어 학위논문 비율은 94%로 국내 최고 수준을 유지하였다.

1-3) 외국인 전임 교수 현황

- 최근 1년간 COVID-19 상황으로 인해 외국인 전임교수 유치에 어려움을 겪었으나, 2021년 2학기 외국인 전임교수 1명이 신규임용되었다.

1-4) 우수 외국인 학생 유치 현황

- 본 교육연구단이 소속된 건설 및 환경공학과는 우수 외국인 학생 유치를 위하여 미국, 중국, 일본 및 인도 등 해외 우수 대학들과 활발한 교류를 지속해오고 있으며, 영어강의, 영어 논문 작성, 국제 공동연구 프로그램의 확대 등을 통해 외국인 대학원생 유치를 위해 노력하고 있다. 이러한 노력을 바탕으로 최근 1년간 본 교육연구단 소속 학과의 외국인 학생은 31명이며, 지난 1년 동안의 평균 외국인 대학원생 비율은 16%로서 당초 목표인 14%를 크게 상회하였다.

2) 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 현황

- 최근 1년간 본 교육연구단 소속학과 대학원생 및 신진연구인력이 외국 연구소 및 대학과 교류한 실적은 국제 공동연구 5건(참여 대학원생 7명, 신진연구인력 1명), 해외연수 10건(참여 대학원생 9명, 신진연구인력 1명)이 있다. ([별표 2-40], [별표 2-41] 참고)

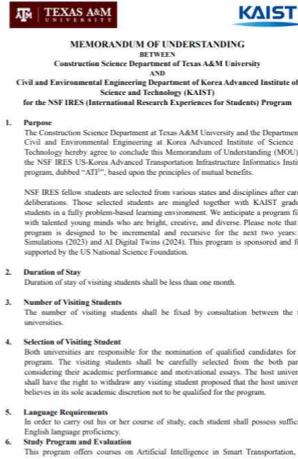
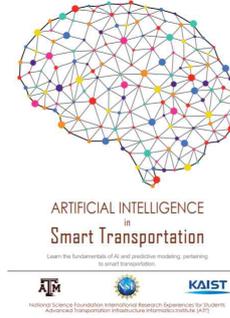
[별표 2-40] 국제공동연구 현황 (신진연구인력 실적(1건) 포함)

공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간
교육연구단		국외 공동연구자			
참여 대학원생	지도교수				
			Switzerland/EPFL	드론 군집을 활용한 도심지 대규모 미시 교통 데이터 프로젝트	202207-현재
			Saudi Aramco	Production of cementitious products with low carbon footprint	202103-202202
			China/Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences	Metagenomic insights into co-proliferation of Vibrio spp. and dinoflagellates Prorocentrum during a spring algal bloom in the coastal EastChina Sea near Xiamen	202009-202111
			Singapore/Nanyang Technological University, Netherland/Delft University of Technology	Spatiotemporal population risk analysis of unmanned aircraft system operations in urban environments	202112-현재
			Germany/German Aerospace Center (DLR)	Shared Teleoperation of the Amphibious vehicle, SHERP	202110-현재

[별표 2-41] 해외연수 현황 (신진연구인력 실적(1건) 포함)

유형	연구명칭	교수	참여 대학원생	기관명	기간
장기	도시 인식 및 변화 분석 연구			MIT(온라인 참여)	210201 -220228
장기	Tree Root Inspired Foundation Design			University of California, Davis	210618 -220711
장기	GEOMME - Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway), University of Tromso (Tromso, Norway)	220816 -220903
장기	GEOMME - Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway), University of Tromso (Tromso, Norway)	220816 -220903
장기	Women's S&E Graduate Student US Visitation Program			University of Washington	220401-현재
단기	2022년도 차세대 과학기술리더 교류협력			한국과학인총연합회, 재미한인과학기술자협회, 한미과학협력센터	220815 -220821
장기	Soft Actuator Design of Exoskeleton			Stanford University, California	220531 -221231
장기	GEOMME - Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute	220822 -220903
장기	GEOMME - Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute	220816 -220903
장기	Teleoperation of the Amphibious vehicle SHERP			German Aerospace Center(DLR), Germany	210924 -220228

- 2022년 7월 Texas A&M University와 MOU를 체결하고 보다 활발한 국제교류를 진행할 계획이며, 이의 일환으로 2022년 여름학기에 “인공지능 모빌리티” 라는 과목명으로 3학점 정규 교과목을 개설하였다(그림 2-11) 참고). 이 과목에는 12명의 교환학생과 6명의 사업단 소속 대학원생이 수강하였다.



visiting student should have basic knowledge in AI. Students will be evaluated using SU grading system.

- Tuition**
Tuition fees will be waived for students participating in ATE3 visiting program on both sides (TAMU and KAIST). However, students will be charged with the program expenses, which the cost will be determined prior to the beginning of the program.
- Accommodation**
The host university shall make reasonable efforts to assist visiting students in finding accommodations at a reasonable cost.
- Financial Responsibility**
The visiting students shall be responsible for their own expenses including travel expenses, living expenses, accommodation costs, medical expenses, and personal expenses such as telephone charges, books, etc. The visiting students shall be required to purchase health and casualty insurance at the minimum level of coverage recommended by the host university to cover such contingencies while at the host university and such premiums shall be covered by the visiting students.
- Discipline**
The visiting students shall have the full rights and responsibilities of students in the host university and be bound by the rules and regulations of the host university.
- Commencement and Duration of the Agreement**
This Memorandum of Understanding (MOU) shall become effective on the date of its signing by the Representatives of both institutions for five years. The "US-Korea Advanced Transportation Infrastructure Informatics Institute (ATI3) NSF IRES: Artificial Intelligence in Smart Transportation program" will be held at KAIST for three consecutive years. The terms of this MOU may be revised or modified at any time through joint review and recommendation by both institutions.

Signed on behalf of:

School of Architecture
Texas A&M University
Shannon Van Zandt
De Shannon Van Zandt
Executive Associate Dean
Date: June 6, 2022

Civil and Environmental Engineering
Korea Advanced Institute of Science and Technology
Gye-Chun Cho
Dr. Gye-Chun Cho
Department Head
Date: May 23, 2022

[그림 2-11] KAIST-TAMU 업무 협약식(2022. 7. 21)

3) 해외학자 활용 현황

- 장기화된 COVID-19 상황으로 인해 최근 1년간 해외학자 활용은 이루어지지 못하였으나, 올해 11월 Stanford University에서 해외석학을 초빙하여 세미나를 개최할 예정이다([별표 2-42] 참고).

[별표 2-42] 국제공동연구 및 해외연수의 목표 대비 실적 및 계획

교수명	소속기관	기간	유치형태	수행업무
	Stanford University	2022.11.08.-2022.11.11	해외석학 단기초청	세미나 및 자문

4) 향후 추진계획

- 교육 프로그램의 국제화를 위한 각 항목별 당초 계획 대비 실적과 차년도 계획은 [별표 2-43]과 같다. 장기화된 COVID-19 상황으로 인해 국제공동연구 수행, 외국인 전임교수 및 외국인 학생 유치에 어려움이 있었으나 온/오프라인 병행을 통한 다양한 방법을 활용하여 양적, 질적 수준을 유지하였으며, 외국인 대학원생 비율은 오히려 전년도의 14%보다 2% 향상된 16%를 달성하였다. 이는 본 교육연구단의 사업 기간 중 가장 높은 비율이다.

- 이러한 노력을 지속하여 외국어 강의 비율은 95% 이상을 유지할 수 있도록 하고, 외국인 대학원생 비율과 외국어 학위논문 비율은 각각 16%, 93%로 최근 1년의 실적 대비하여 소폭 상향하거나 유지하는 수준을 목표로 한다. 또한 외국인 전임 교수 1명(Lisa Lim 교수)이 부임하였다. COVID-19 상황에 따른 여러 제약이 완화되어 가는 만큼 차년도에는 보다 적극적인 리크루트를 통해 외국인 전임교수를 지속적으로 충원하여 교육의 국제화 환경을 높일 수 있도록 한다. 또한, 온/오프라인을 통한 국제 공동연구수행, 해외학자 활용 방안 등을 더욱 구체적으로 마련하여 COVID-19 상황 및 그 이후에도 교육 프로그램의 국제화 수준을 더욱 높일 수 있도록 한다.

[별표 2-43] 교육 프로그램 국제화의 당초 목표 대비 실적 및 차년도 계획

항목	당초 목표	실적	계획
외국어 강의 비율	95%	97%	95%
외국인 전임교수 수	2	1	2
외국인 대학원생 비율	14%	16%	15%
외국어 학위 논문 비율	92%	94%	93%

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

본 사업단에서는 대학원생들의 국제공동연구 장려 및 해외 장·단기 연수 지원을 통해 대학원생 국제화에 대한 노력을 지속적으로 지원해왔다. 최근 1년간 총 7명의 학생이 스위스의 EPFL, 중국의 Institute of Hydrobiology, 싱가포르의 Nanyang Technological University 등과 국제공동연구를 수행 중이며 (<표 2-9> 참고), 이를 통해 공동연구, 공동소프트웨어 개발, 장/단기 인력 교류를 지속적으로 유지 하고 있으며, 9명의 학생이 해외 장기연수를 수행 중이다([별표 2-44] 참고). 국제공동연구 및 장기연수를 수행하는 일부 학생들은 COVID-19 상황으로 국내에서 온라인으로 참여 중이다.

<표 2-9> 교육연구단 소속 학과(부) 대학원생 (재학생 및 졸업생) 국제공동연구 현황 및 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
1				Switzerland/EPFL	드론 군집을 활용한 도심지 대규모 미시 교통 데이터 프로젝트	202207-현재
2				Saudi Arabia/Saudi Aramco	Production of cementitious products with low carbon footprint	202103-202202
3				China/Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences	Metagenomic insights into co-proliferation of Vibrio spp. and dinoflagellates Prorocentrum during a spring algal bloom in the	202009-202111

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
					coastal East China Sea near Xiamen	
4				Singapore/Nanyang Technological University, Netherland/Delft University of Technology	Spatiotemporal population risk analysis of unmanned aircraft system operations in urban environments	202112-현재

[별표 2-44] 최근 1년간 대학원생 장단기 해외연수 현황 대표실적

연번	유형	연구명칭	교수	참여 대학원생	기관명	기간
1	장기	도시 인식 및 변화 분석 연구			MIT(온라인 참여)	210201-220228
2	장기	Tree Root Inspired Foundation Design			University of California, Davis	210618-220711
3	장기	GEOMME- Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway), Univesity of Tromso (Tromso, Norway)	220816-220903
4	장기	GEOMME- Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway), Univesity of Tromso (Tromso, Norway)	220816-220903
5	장기	Women's S&E Graduate Student US Visitation Program			University of Washington	220401-현재
6	단기	2022년도 차세대 과학기술리더 교류협력			한국과학인총연합회, 재미한인과학기술자협회, 한미과학협력센터	220815-220821
7	장기	Soft Actuator Design of Exoskeleton			Stanford University, California	220531-221231
8	단기	GEOMME - Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute	220822-220903
9	장기	GEOMME - Climate-induced geohazards mitigation, management, and education in Japan, South Korea, and Norway			Norwegian Geotechnical Institute	220816-220903

- 본 교육연구단은 참여대학원생들이 더욱 활발하고 내실 있게 국제공동연구 및 장단기 해외연수를 수행할 수 있도록 적극적으로 지원할 계획이며, 다음 연도에는 전년도보다 20-50%의 실적 향상을 목표로 한다 ([별표 2-45] 참고).

[별표 2-45] 국제공동연구 및 해외연수의 목표 대비 실적 및 계획

항목	당초 목표	당해연도 실적	차년도 계획
국제공동연구	10	4	6
대학원생 장단기 해외연수	3	10	8

□ 연구역량 대표 우수성과

본 교육연구단은 연구역량 향상을 위하여 (1) 4차 산업혁명 융복합 기술 논문 실적 증대, (2) 4차 산업혁명 관련 연구과제 수주, (3) 학제간 공동 융합 연구 수행, (4) 4차 산업혁명 관련 인적 자원 구축, (5) 기술사업화 및 사회적 파급 효과가 큰 연구 장려를 전략으로 선정하였으며, 지난 1년 동안 아래와 같은 성과를 달성할 수 있었다.

● 연구비 수주실적

- 최근 1년간 약 13,379,487 천원 (전임교원 1인당 833,866 천원)의 연구비를 수주하였음
- 4차 산업혁명과 관련하여, ‘스마트 수증 터널 시스템 연구센터’, ‘재난재해 위험성 분석/예측 기술 고도화 및 정보 플랫폼 구축’, ‘미래 핵융합분야 선도를 위한 양성 프로그램’ 등을 지속적으로 수주하였음
- 4차 산업혁명 시대에 주목받고 있는 3D 프린팅 기술과 탄소중립 관련하여 ‘온라인 비파괴 검사 및 실시간 3D 프린팅 공정관리’, ‘탄소 저장기술 융합 가능성 시멘트계 재료 및 탄소중립화를 위한 시멘트 gel 합성 기술 개발’ 및 ‘CO₂ 주입을 통한 굳지 않은 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 경화역학 조절 및 이를 활용한 3D 프린터 건설재료로의 적용 가능성 평가’ 등의 연구를 수행함

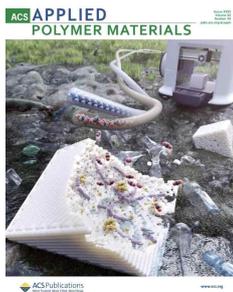
● 논문실적

- 최근 1년간 총 96편의 SCI 급 논문을 게재(전임교원 1인당 평균 5.6편)
- 특히, 논문 1편당 피인용수는 1.06을 달성하여 전년 대비 약 23% 향상됨
- 전체 논문 중 각 분야별 Top 25% 학술지인 Q1에 해당하는 실적은 66건(68.8%)이었으며, 분야별 상위 10%에 해당되는 실적은 48건(50.0%)으로써 논문실적이 최상위 수준에 있음을 나타냄
- 전체 논문 중 융합연구 관련 실적은 47건(49%)이었으며, 4차 산업혁명 기술이 접목된 다양한 연구실적을 달성함 (전년 대비 약 7% 향상됨)

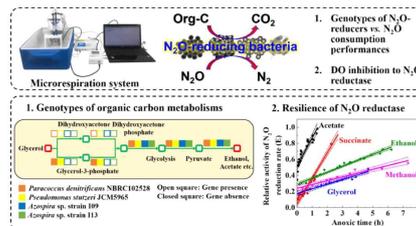
● 대표적 연구업적

- 산업및시스템공학과, 기계공학과와의 학제 융합연구를 활발히 수행하고 있음 (수행성과 4건) - 김진우 교수는 ‘생분해성 플라스틱과 난분해성 플라스틱을 혼합하여 3D 프린팅 시제품을 생산하였을 때 생분해 기준을 만족시키는 블렌딩 기술을 개발’ 하였으며, 이를 통해 지속가능한 3D 프린팅 자원 확보에 기여함을 인정받아 환경분야의 우수 저널인 ACS Applied Polymer Materials 지에 게재되었으며 학회지의 supplementary journal cover paper로 선정되었음. 뿐만 아니라 명재욱 교수는 Newsweek 지와의 인터뷰를 통해 대중에게 플라스틱 자연분해의 어려움 및 미생물 활용 플라스틱 생분해 기술 등에 전달함
- 김진우 교수는 ‘탄소원에 따른 대표적인 온실가스인 아산화질소 배출량 변화’ 및 ‘조류대중식이 발생하는 중국동해안 지역의 환경을 Metagenome/metatranscriptomic을 활용해 미생물 군집 비교 및 미생물간 기작을 규명’ 하는 연구를 수행하였으며, 위 두 논문은 우수 저널인 Water Research 지에 게재됨. 김진우 교수는 이에 대한 공로로 ‘한국 과학기술 미래 이끌 탁월한 젊은 과학자 33인’에 선정됨

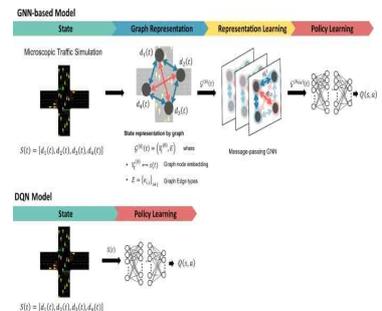
- 교수는 ‘그래프 중심의 교통 상태 표현 기반의 강화 학습을 통한 교통 신호 제어 연구’를 수행하여 적응성과 범용성이 높은 신호 제어 모델을 훈련시켜 신호 제어 시스템 최적화 정책을 획득할 수 있음을 보였음. 본 연구와 관련하여 강화 학습을 이용한 교통 신호 제어 시스템 최적화 정책 도출 내용으로 Transportation engineering 분야의 SCI(E)급 저널인 Transportation Research Part C-emerging Technologies 지에 논문을 게재하였고, 2021년 도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램 노하우 기술을 (주)노타로 기술을 이전함
- 교수는 ‘협소공간 탐지 및 구조를 위한 신개념 자라는 소프트 성장 로봇 (Vine Robot)’을 통하여 끝 단에 도구나 센서를 부착할 수 있는 소프트 성장 로봇 팁 마운트와 카메라를 끝 단에 위치시킬 수 있는 종이접기에서 영감을 받은 새로운 재료 공급 메커니즘을 개발하였으며, 그 혁신성을 인정받아 2021년 RnA magazine Best Paper Award 및 2021년 KAIST 우수기술 TOP2로 선정되었고, SCI(E)급 저널 2편, 특허 등록 2건 및 1건의 학술대회 발표 실적을 달성함
- 교수는 ‘온라인 비파괴 검사 및 실시간 3D 프린팅 공정관리 기술 개발’을 통하여 4차 산업혁명 핵심기술을 위한 3D 프린팅 제품 품질을 향상시킬 수 있는 열화상/초음파 검사기술과 실시간 피드백 제어 기술을 개발하는 연구를 수행하였으며, SCI(E)급 논문 게재 12편, 특허 등록 25건 및 열화상 검사 기술을 기술이전하는 실적을 달성함
- 교수는 ‘광 변조 가능 Mechanochromic smart membrane’을 개발하는 연구를 수행해, 광 변조가 가능한 고성능 나노복합체를 이용해 낮은 변형률에서 구현이 어려웠던 기존의 문제를 해결하였으며, 나노과학분야의 대표 학술지인 ACS NANO에 게재됨. 본 연구결과는 향후 Mechanochromic smart membrane의 3차원 구조 및 재료 구성에 보편적으로 적용될 수 있을 것으로 기대되며, 교수는 이에 대한 공로로 2022년 한국전산역학회로부터 전산역학 학술상을 수상함



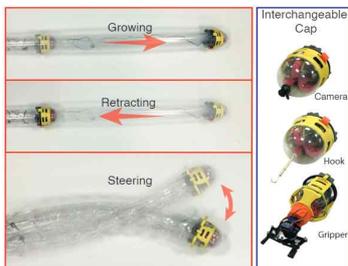
[생분해 가능한 3D 프린팅 플라스틱 소재 개발]



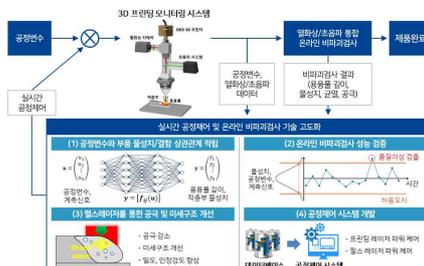
[탄소원에 따른 아산화질소 배출 관련 연구 내용]



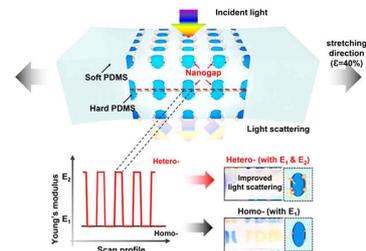
[그래프 중심의 강화 학습을 통한 교통 신호 제어 연구]



[협소공간 탐지 및 구조를 위한 소프트 성장 로봇]



[3D 프린팅 제품 실시간 열화상/초음파 검사 기술]



[Mechanochromic smart membranes 관련 연구 내용]

● 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적

- 최근 1년간 특허 등록 19건(국외 3건, 국내 16건)과 기술이전 6건의 성과를 달성함
- 특히 기술료 수입을 얻음으로써 전년 대비 약 6배가 향상된 실적을 달성함
- 4차 산업혁명 및 스마트시티 개발뿐만 아니라, 3D 프린팅 장치 기반 기술, 로봇틱스 관련 기술, 건설재료 응용 및 변화 측정 기술, 수처리기술 등 관련된 다양한 연구분야에서 특허 등록 실적을 달성함
- _ _ 교수의 경우 ‘열화상 영상계측 및 열과 시각화 기술’ 개발을 통하여, !의 기술이전 실적을 달성하였으며, ‘ 교수는 ‘도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램 노하우’ 개발을 통해 : 의 기술이전 실적을 달성함

● 산업사회 기여실적

- 최근 1년간 1,424,982 천원에 달하는 18건의 연구용역과제 (민간출연 2건, 정부출연기관 16건)의 수행을 통하여 산업체 지원 및 사회문제 해결에 기여함
- 산업체 지원을 위한 자문활동 5건 등을 수행하였으며, 온라인 초청세미나를 통한 기술세미나를 제공함
- 사회문제 해결을 위하여, 최근 1년간 20건의 교외활동을 통하여 국가기관 및 연구기관 등과 교류하면서 사회문제 발굴과 연구네트워크 형성을 수행함

● 국제화 현황

- 최근 1년간 외국어 강의 비율 97%, 외국인 대학원생 비율 16%, 외국어 학위논문 비율 94% 달성 등 국내 최고 수준의 교육 인프라 국제화 실현
- 2021년 11월 “Digital Infrastructure Management for Next Generation” 이라는 제목으로 KAIST 건설 및 환경공학과 국제 워크샵 시리즈 개최하여 세계 석학들과의 국제 교류 활발히 진행
- COVID-19 상황임에도 불구하고, 해외 우수 연구기관과의 인적교류를 통해 참여대학원생들의 국제공동연구 4건, 신진연구인력 국제공동연구 1건, 해외연수 10건을 수행함
- 사업단 참여교수들은 국제 학술대회 수상 3건과 더불어 32건에 달하는 초청 및 기조연설을 수행함
- 국제 저명 학회의 좌장 및 위원회 활동이 36건이 있으며, 특히 IACM (International Association for Computational Mechanics), ICCES (International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences), World Haptics Society 등 국제 최고권위 학회에서 6명의 교육연구단 소속 교수가 Fellow로 활동 중임
- 그 외에 국제학술지 편집위원 실적 50건, 국제 공동연구 실적 4건 등 활발한 국제 학술 활동을 수행함

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

KAIST 건설 및 환경공학과는 1년간 총 약 13,379,487 천원, **전임교원 1인당** **천원의 연구비**를 수주하였다. 이러한 연구 수주의 양적 성과뿐만 아니라, 4차 산업혁명과 관련하여 ‘스마트 수증터널 시스템 연구센터’ (2021.02-2022.03,), ‘재난재해 위험성 분석/예측 기술 고도화 및 정보 플랫폼 구축’ (2021.01-2021.12,), ‘미래 핵융합분야 선도를 위한 인력 양성 프로그램’ (2021.04-2022.03, 3억원) 등을 지속적으로 수주하여 수행하고 있다. 이외에도 4차 산업혁명 시대에 주목받고 있는 3D 프린팅 기술에 비파괴 기술을 적용한 ‘온라인 비파괴 검사 및 실시간 3D 프린팅 공정관리’ (2021.03-2122.02,), 탄소중립을 위한 ‘탄소 저장기술 융합 기능성 시멘트계 재료 및 탄소중립화를 위한 시멘트 gel 합성 기술 개발’ (2021.03-2022.02,) 등의 연구를 수행하고 있다. 국내뿐만 아니라 교수의 경우 아랍코로부터 ‘CO₂ 주입을 통한 굳지 않은 포트랜드 시멘트 콘크리트의 경화역학 조절 및 이를 활용한 3D 프린터 건설재료로의 적용 가능성 평가(2021년도)’ 연구(2021.04-2022.03,)를 수주하여 수행 중이다. 앞으로 KAIST 건설 및 환경공학과는 국내외 4차 산업 혁명 기반 과제를 지속적으로 수주하고, 탁월한 연구성과를 달성하여 4차 산업혁명 분야를 선도하는 기관이 되고자 한다.

<표 3-1> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.~2022.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	34,098,102	13,379,487	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	1,789,643	796,241	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	1,040,560	-	
1인당 총 연구비 수주액	2,695,593	833,866	
참여교수 수	14	17	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

1) 국제 저명 학술지 게재 실적

본 교육연구단 참여교수들은 1년간 총 96편의 SCI급 논문을 게재하였으며, 이는 전임교원 1인당 평균 5.6편에 이르는 실적이다. 이러한 양적 성과 달성뿐만 아니라 논문 1편당 피인용수는 1.06을 달성하였으며, 이는 본 교육연구단의 1차년도 실적(0.86)과 비교하였을 때, 약 23% 향상되었다 ([별표 3-1] 참고). 전체 논문실적 중 66건(68.8%)의 Q-value는 각 분야별 Top 25% 학술지에 해당되는 Q1이며, 48건은 분야별 상위 10% 이내에 해당하며, 이는 전체 게재 논문 중 50.0%가 분야별 최상위 수준에 있음을 나타내는 수치이며, 참여교수 논문의 질적 우수성을 보여준다. 상위 10% 이내 논문 48건에 대한 실적은 아래와 같다 (<표 3-2> 참고). 또한, 대다수(85.4%) 논문실적에 본 교육연구단 참여교수가 제1저자 또는 교신저자 등의 주저자로서 연구에 참여하였다.

이러한 양적, 질적 연구역량 바탕 논문의 질적 수준 제고뿐만 아니라, 4차 산업혁명 기술이 접목된 연구 및 융합연구실적 향상을 계획하였다. 최근 1년간 게재 논문 중 융합연구 관련 실적은 47건(49%)이었으며, 4차 산업혁명 기술이 접목된 다양한 연구실적을 달성하였다. 영상기반 환경 인식, 로봇센서, 도시정보시스템 등과 관련하여 교수의 경우 그래프신경망 구조를 사용하여 교차로의 공간적 구조 특징을 학습해 교통 신호제어 시스템 최적화 방안에 관한 논문 등을 게재하였다. 교수는 협소공간 탐지 및 구조를 위한 신개념 자라는 소프트 성장 로봇 (Vine Robot)을 개발하는 연구를 수행하였으며, 교수는 교통 예측 문제를 해결하기 위해 그래프 인공신경망 모델을 연구하였으며, 지능형 교통 시스템을 개발하는 연구를 수행하였다. 또한, 교수의 경우 딥러닝 기반 영상처리 알고리즘을 이용해 도로 손상을 감지할 수 있는 센서 기술을 개발하는 연구를 수행하였으며, 교수는 택시의 이동데이터를 활용하여 도시 토지 이용을 유추하는 연구를 수행해 도시 이용 계획과 도시 이동 사이의 상관관계를 도출하는 연구를 수행하였다. 이외에도 사회적으로 관심받고 있는 탄소중립, 스마트시티, 미세먼지 등과 관련된 연구도 수행되었으며, 연구실적을 달성하였다. 탄소중립과 관련하여 교수는 이산화탄소 생산을 저감할 수 있는 건축 자재를 생산하는 연구를 수행하였으며, 교수는 석탄화력발전소 등과 같은 곳에서 배출되는 온실가스 중 하나인 일산화질소를 고부가가치 화학 물질인 암모니아로 변환시키는 연구를 수행하였다. 스마트시티 및 미세플라스틱 관련하여 교수는 스마트시티와 관련하여 랜덤 포레스트 모델을 통해 도시 내의 열환경 계획 의사결정을 지원할 수 있는 연구를 수행하였으며, 교수는 생분해성 플라스틱과 난분해성 플라스틱을 혼합하여 생분해가 가능한 3D 프린팅 시제품을 생산한 연구를 수행하였다.

[별표 3-1] 2차년도 KAIST 건설 및 환경공학과 피인용 지수

기간	SCI(E) papers	Paper per faculty	Citations per paper (for 1 year)
2021.09.01. -2022.08.31	96	5.6	1.06

<표 3-2> 참여교수 대표논문 실적

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
1			이공 계열	수질 처리	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 4명
						The role of electrical voltage application in enhancing anaerobic digestion of long chain fatty acids: Connection Matters!
						CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL
						1385-8947
						2021.12
						http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2021.131545
<p>본 연구는 장쇄 지방산(LCFA)의 혐기성 소화를 향상시키는 전기전압(EV) 적용의 역할을 규명한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Chemical 분야의 상위 2.7%인 Chemical Engineering Journal (IF: 13.273)에 게재되었다.</p> <p>혐기성 소화 관련 연구에서 EV의 적용은 직접적인 중간 전자 전달 자극(DIET-S)에 널리 사용되지만, 아직 규명되지 않았던 질문들인 'EV가 장쇄 지방산과 같은 난치성/독성 폐기물의 혐기성 소화를 자극할 수 있는지', 'EV를 다른 DIET-S 전략과 결합하는 것이 유익한지', '미생물 군집 강화 후 EV가 연결 해제되면 향상된 혐기성 소화 성능에 영향을 미치는지' 등에 대해 규명하였으며, 이는 향후 혐기성 소화 공정에서 효과적인 EV의 적용에 활용될 수 있어, 본 연구단이 추구하는 스마트한 혐기성 소화 공정 관리 전략 개발에 기여할 수 있다.</p>						
2			이공 계열	수질 처리	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 3명
						Solar-assisted smart nanofibrous membranes for atmospheric water harvesting
						CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL
						1385-8947
						2021.12
						http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2021.131601
<p>본 연구에서는 대기 중에 존재하는 막대한 양의 담수를 효과적으로 수확하기 위해, 친수성 전환 고분자와 흡습성 염의 시너지 효과를 이용하여 흡착 기반의 하이브리드 나노섬유를 개발하였다. 연구의 우수성을 인정받아, Chemical 분야의 상위 2.7%인 Chemical Engineering Journal (IF: 13.273)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 열 반응성 고분자 네트워크에서 LiCl의 흡습성 거동이 건조된 나노섬유막이 수분 흡착을 시작하도록 하고, 나노섬유막은 수분 흡착 동안 팽창함에 따라 부드러운 하이드로겔로 변하는 기작을 제자리 물 액화 기작과 물이 빠르게 스며나오는 현상을 통해 규명하였으며, 이 연구를 통해 낮은 습도 수준에서도 공기 중의 수증기를 음용수로 효율적으로 바꾸는 연구성과를 도출하였다. 본 연구에서 개발한 나노섬유 기반 물 수확 시스템은 실제 야외 실험을 통해 검증되었으며, 태양광 조사 조건 하에서 최소한의 에너지 소비를 통해 효율적인 물 수확 및 제습, 증발 및 냉각에 다용도로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
3			이공 계열	수질 처리	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 4명
						Novel method for the facile control of molecular weight cut-off (MWCO) of ceramic membranes
						WATER RESEARCH
						0043-1354
						2022.05
http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2022.118268						
<p>본 연구는 세라믹 분리막 기공을 조절하여 다양한 MWCO를 가진 분리막을 제조하는 방법에 관한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Environmental Sciences 분야 상위 5.2%인 Water research (IF: 13.4) 저널에 게재되었다.</p> <p>세라믹 분리막의 MWCO는 여과코팅 방식으로 조절하였으며, 1,000 Da에서 10,000 Da 까지 성공적으로 제조되었다. 또한 Hagen-Poiseuille 식을 이용하여 구체의 packing 이론을 검증하였으며, 나노입자와 MWCO 입사 크기사이의 높은 상관관계를 보여 세라믹의 MWCO를 예측할 수 있음을 확인하였다. 본 연구를 통해 기존 수처리 분야에서 사용되는 세라믹 분리막의 활용가능성을 더욱 확대시켰으며, 스마트한 수자원 확보와 수처리 기술 개발에 기여할 수 있다.</p>						
4			이공 계열	수질 처리	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 4명
						Urchin-like structured magnetic hydroxyapatite for the selective separation of cerium ions from aqueous solutions
						JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS
						0304-3894
						2022.05
http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128488						
<p>본 연구에서는 생체에서 영감을 받은 성계와 유사한 구조의 수산화인회석(UHdA)과 그 자성 복합체(UHdA@Fe3O4)를 이용해 독특한 나노구조의 새로운 흡착제를 개발하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Environment Engineering 분야 상위 3.6%인 Journal of Hazardous Materials (IF:14.224)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서 개발한 새로운 흡착제인 UHdA 및 UHdA@Fe3O4는 이전에 보고된 다른 흡착제와 비교하여 우수한 흡착 용량, 빠른 운동 흡착, 효율적인 탈착 특성, 높은 선택성 및 처리된 용액으로부터의 쉬운 자기 분리를 나타내어, 수중 폐수에서 Ce³⁺의 분리 및 회수에 탁월한 성능을 보였다. 뿐만아니라, 실제 엔지니어링 설계에 적용할 수 있도록 현대적인 특성화 기술을 활용하여 흡착 공정의 주요 메커니즘이 규명되었다. 본 연구를 활용하여 실제 현장 폐수 및 폐기물 처리 공정에서 희토류 원소 이온의 효과적인 회수를 위해 경제성과 환경적 지속가능성을 모두 고려한 전략 수립이 가능하다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
5			이공 계열	수질 처리	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						: 외 4명
						Selective removal of Na ⁺ by NaTi ₂ (PO ₄) ₃ -MWCNT composite hollow-fiber membrane electrode in capacitive deionization
						NPJ CLEAN WATER
						2059-7037
						2022.04
http://dx.doi.org/10.1038/s41545-022-00156-3						
<p>본 연구에서는 NaTi₂(PO₄)₃ 나노입자를 탄소 나노튜브 중공사막에 통합하여 capacitive deionization 적용한 결과 기존 탄소 기반 전극에 비해 Na⁺ 흡착 용량과 선택성을 크게 향상시켰으며, 연구의 우수성을 인정받아 Water Resources 분야 상위 1.5%인 npj Clean Water (IF:12.190)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서 NaTi₂(PO₄)₃(NTP) 나노입자는 염수의 CDI(capacitive deionization) 동안 Na⁺를 선택적으로 제거하기 위해 탄소 나노튜브 중공 섬유(CHF) 전극에 통합되었습니다. NTP 나노 입자의 Na⁺ 선택적 전기 흡착으로 인해 NTP-CHF는 1.7mM~17.1mM(100mg L⁻¹) 범위에서 CHF 단독 전극보다 1.5~2배 더 높은 Na⁺ 흡착 용량을 달성했습니다. ~1000 mg L⁻¹ NaCl 용액. 더욱이 NTP-CHF는 Ca²⁺ 이온의 존재에서도 Na⁺ 흡착 능력을 유지한 반면, Ca²⁺ 농도의 증가와 함께 CHF에서 Na⁺ 제거의 극적인 감소가 관찰되었습니다. 그 결과, NTP-CHF는 Ca²⁺의 존재에서 3번의 포획 및 방출 주기 후에 초기 Na⁺ 제거 능력의 52%를 유지할 수 있는 반면, CHF는 Ca²⁺의 비가역적 흡착으로 인해 초기 Na⁺ 제거 능력의 10% 미만을 나타냈습니다. MWCNT 표면에 이온. 따라서 전도성 탄소 나노 물질 네트워크에 NTP를 통합하면 Ca²⁺와 같은 다가 양이온을 포함하는 염수의 CDI 동안 기존 탄소 기반 전극에 비해 Na⁺의 흡착 용량과 선택성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.</p>						
6			이공 계열	수질 처리	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						: 외 3명
						Role of organic fouling layers on the transport of micropollutants in forward osmosis membrane processes
						JOURNAL OF WATER PROCESS ENGINEERING
						2214-7144
						2022.02
http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102469						
<p>본 연구에서는 정삼투막 공정의 효과적인 폐수 재사용을 위해, 공정의 운전 중 미량오염물질(MPs)의 거동에 대하여 유기오염층이 미치는 영향에 대해 규명하였다. 연구의 우수성을 인정받아, Chemical Engineering 분야의 상위 7.5%저널인 Journal of Water Process Engineering (IF: 5.485)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 세 가지 모델 오염 물질(소 혈청 알부민(BSA), 알긴산 나트륨(SA) 및 휴믹산(HA))을 사용해 유기 오염층을 형성하여, MPs의 거동이 정전기 및 소수성 상호 작용이 지배한다는 결과를 도출하였으며, 유기 오염층에 증가된 MPs는 MPs의 증가된 수송을 초래한다는 사실을 규명하였다. 이를 통해, 향후 분리막 공정에서 스마트한 미량오염물질 거동 예측 및 관리 전략 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
7	대표연구업적물의 우수성					외 4명
						Three-dimensional equivalent static analysis for design of submerged floating tunnel
						MARINE STRUCTURES
						0951-8339
						2021.11
						http://dx.doi.org/10.1016/j.marstruc.2021.103080
	<p>본 연구에서는 수중 부유식 터널의 최적 단면 설계를 수행하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, ENGINEERING, MARINE 분야의 상위 9.37%인 MARINE STRUCTURES (IF: 4.5)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 수중 부유식 터널(SFT)의 응력 평가는 환경 부하에 저항하는 데 필요한 단면 치수를 결정하는 데 중요한 문제이나 SFT와 주변 유체 사이의 복잡한 상호 작용으로 인해 SFT에 대한 대부분의 연구는 Morison의 방정식에 기반한 길이방향 전역 시간 이력 분석에 국한되었다. 이러한 분석이 길이 방향으로 충분한 정보를 제공하더라도 원주 방향에 대한 정보가 너무 적으면 SFT 단면을 보수적으로 설계해야 한다. 이는 효율적인 SFT 설계에서 원주 방향에 대한 터널의 구조적 거동과 관련된 추가 정보가 필요함을 의미하며 본 연구에서는 원주 방향의 구조적 응답을 얻기 위한 보완적 접근 방식을 제안하였다. 동적 거동에 상응하는 정적 응답을 고려하여 파도, 해류 및 지진에 상응하는 동적 하중에 해당하는 정적 하중을 적용하여 SFT의 3차원(3차원) 유한 요소 해석을 수행하였으며, OrcaFlex와 ABAQUS를 사용하여 얻은 계류 선의 장력 비교 결과에 의해 각 등가 정하중의 검증이 수행되었다. 등가 정적 하중은 SFT의 종방향 동적 해석과 3차원 응력 평가에 사용되었으며, 길이 방향 및 원주 방향에서 얻은 응력을 기반으로 SFT 최적 단면 설계를 수행하는데 기여할 수 있다.</p>					
8	대표연구업적물의 우수성					외 1명
						A strain rate dependent nonlinear elastic orthotropic model for SFRC structures
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2021.10
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102466
	<p>본 연구에서는 강섬유강화콘크리트의 변형률속도 의존 직교 이방성 모델을 개발하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, ENGINEERING, CIVIL 분야의 상위 6.16%인 JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 충격 또는 폭발하중을 받는 강섬유강화콘크리트(SFRC)에 대한 변형률속도 의존 직교 이방성 모델을 제안하였다. 일반 콘크리트 모델을 보완하여 SFRC의 강섬유 함유로 인한 영향을 포함하고 SFRC의 다축 변형률 속도 종속 거동에 대처하기 위해 개발하였다. 실험 데이터와의 상관관계를 통해 구성된 SFRC의 다축 강도 포락선을 검증하는 것 외에도 단축 응력-변형률 관계에서 개선된 파괴 변형률을 도입하여 수치 결과에서 메쉬 크기 의존성을 최소화하였다. 마지막으로 제안된 재료 모델은 사용자 정의 재료 모델 카드를 널리 사용되는 상용해석프로그램인 LS-DYNA에서 손쉽게 활용할 수 있으며, 메쉬 크기 의존성을 최소화하면서 발사체 충격 및 폭발하중을 받는 RC 및 SFRC 슬래브의 구조적 반응을 효과적으로 모사 하는데 활용될 수 있다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
9			이공 계열	구조 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 1명
						Moment-curvature approach for blast analysis of RC frames with multitudinous members
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2021.10
http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102463						
9						<p>본 연구에서는 폭발하중을 받는 철근콘크리트(RC) 구조물의 휨 거동을 해석하기 위한 개선된 수치해석기법을 제안하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, ENGINEERING, CIVIL 분야의 상위 6.16%인 JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서 제안된 수치해석 기법은 RC 단면의 모멘트-곡률 관계를 기반으로 하여 수치 계산 단계를 크게 줄일 수 있고 전체 프레임 구조계의 순차적 붕괴 해석을 가능하도록 한다. 모멘트-곡률 관계에 직접 적용 가능한 곡률 변화율의 함수로 동적증가계수식을 새롭게 제시하였고, 단면의 이력 곡선을 도입하여 구조물의 잔류응답을 평가할 수 있도록 하였다. 제안된 모델의 정확성은 RC 보 및 기둥에 대한 실험결과와 상용수치해석 결과와의 비교 연구를 통해 검증되었다. 제안된 모델은 적은 수의 요소를 활용하여 폭발 하중을 받는 전체 RC 구조물의 순차적 붕괴를 정확히 모사하는데 사용될 수 있다.</p>
10			이공 계열	구조 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 1명
						FE analysis of ultimate strength of circular CFT columns considering creep effect
						COMPUTERS AND CONCRETE
						1598-8198
						2021.09
http://dx.doi.org/10.12989/cac.2021.28.3.333						
10						<p>본 연구에서는 원형 CFT 기둥에서 콘크리트의 크리프 변형으로 인한 강도 감소를 직접적으로 결정하기 위해 간단하지만 효과적인 강도 감소 계수를 제시하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING 분야의 상위 1.56%인 COMPUTERS AND CONCRETE (IF: 7.628)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서 개발된 기술은 P-M 상관도 구성에 있어 제안된 강도 감소 계수를 통해 CFT 기둥의 극한 저항 성능을 간단히 산정할 수 있다. 도입된 강도감소계수의 효율성과 정확성은 강도감소계수를 사용하여 결정된 P-M 상호작용도와 크립 변형을 고려한 비선형 해석결과 간의 비교를 통하여 검증되었으며, 해당 강도 감소 계수는 콘크리트의 크리프 효과에 대한 고려를 포함한 예비설계 단계에서 CFT 기둥의 적절한 단면 치수를 결정하는데에 효과적으로 활용 될 수 있다.</p>

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
11			이공 계열	구조 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 1명
						Optimization of an RC frame structure based on a plastic analysis and direct search of a section database
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2022.05
http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103959						
<p>본 연구에서는 RC 프레임 구조의 최적 설계를 위해 간단하지만 효과적인 이산 최적화 알고리즘을 제안하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, ENGINEERING, CIVIL 분야의 상위 6.16%인 JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서 개발된 기술은 설계 절차에 따른 부재력을 결정하기 위해 보와 기둥의 소성 힌지가 붕괴 지점까지 순차적으로 발달하는 것을 고려한 소성 해석을 수행한 후 직접 탐색 방법을 통해 최적 설계를 도출한다. 미리 결정된 개별 RC 단면에 대한 데이터베이스 구축 및 단면 식별 번호와 관련된 단일 설계 변수를 통한 RC 섹션의 모든 설계 변수 상호 연결로 많은 복잡한 수학적 접근 방식 대신 직접 검색 방법을 채택하였다. 또한 소성해석을 이용하여 모멘트재분배를 통해 최대부재력을 감소시키며, 직접탐색법은 가정된 초기 단면에 관계없이 최적단면을 결정할 수 있다. 도입된 알고리즘의 효율성과 적용 가능성은 일반적인 프레임 구조에 대한 상관관계 연구를 통해 검증되었으며, 제안한 알고리즘은 미리 얻은 최적 설계 결과를 예비 설계 단계의 초기 단면으로 사용하여 RC 단면 결정을 위한 설계 단계의 수를 크게 줄일 수 있는 장점이 있다.</p>						
12			이공 계열	구조 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 1명
						Feasibility Assessment for Design of a Circular One-Cell Concrete Submerged Floating Tunnel Structure
						OCEAN ENGINEERING
						0029-8018
						2022.02
http://dx.doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110481						
<p>본 연구에서는 3차원(3-D) 등가 정적 접근 방식의 도입을 통하여 단면 치수 및 환경 하중의 변화에 따른 원형 콘크리트 SFT 단면의 건설 가능성을 결정하기 위한 SFT 단면의 매개변수 연구를 중점적으로 수행하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, OCEANOGRAPHY 분야의 상위 8.33%인 OCEAN ENGINEERING (IF: 4.372)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서 개발한 초기 단면의 선택은 SFT(수중 부유식 터널) 구조 설계에서 가장 중요한 문제이며 적절한 초기 단면을 선택하면 최종 단면 설계에 도달하는 데 필요한 반복 횟수를 최소화할 수 있다. 본 연구에서는 3차원(3-D) 등가 정적 접근 방식의 도입을 통하여 단면 치수 및 환경 하중의 변화에 따른 원형 콘크리트 SFT 단면의 건설 가능성을 결정하기 위한 SFT 단면의 매개변수 연구를 중점적으로 수행하였다. 이를 통하여 SFT 구조의 대표적인 구조적 응답을 평가하여 SFT의 초기 설계 지침을 제안하였다. ABAQUS와 OrcaFlex에서 얻은 수치 결과를 비교하여 제안된 3차원 등가 정적 접근 방식의 신뢰성을 검증하고 설계 변수가 구조적 안전성에 미치는 영향에 대한 분석을 수행하였다. 본 연구를 통하여 원형 단일 셀 콘크리트 SFT 구조는 굽힘 및 전단에 대한 최소 철근 배치만으로 구현될 수 있다는 결론을 내릴 수 있으며 SFT 설계의 초기 단면 설계에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
13	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	구조 공학	저널 논문	외 3명
						Damage characteristics of high-performance fiber-reinforced cement composites panels subjected to projectile impact
						INTERNATIONAL JOURNAL OF MECHANICAL SCIENCES
						0020-7403
						2022.01
						http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2021.106919
	<p>본 연구에서는 180MPa의 매트릭스 강도와 1.0~3.0%의 높은 섬유 함량을 가진 고성능 섬유 강화 시멘트 복합재(HPFRC) 패널의 구조적 응답에 대한 실험 및 수치해석을 수행하였으며, 연구의 우수성을 인정받아, Mechanics 분야의 상위 4.71%인 INTERNATIONAL JOURNAL OF MECHANICAL SCIENCES (IF: 6.772)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 HPFRCC 패널의 침투 및 굽힘과 같은 파괴 메커니즘은 체적 분율, 시편 두께 및 충격 속도에 따라 실험적으로 산정되었다 조사되었다. HPFRCC의 압축 및 인장 성능에 대한 섬유 함유량 및 두께의 영향도 경험식과의 비교를 통해 평가되었다. 또한 LS-DYNA를 사용하여 이전 실험 데이터를 기반으로 콘크리트 재료 모델을 보정하여 패널의 충격 거동을 예측하여 유한 요소 모델을 설정하였으며 충격을 받은 HPFRCC 패널의 수치해석을 실험결과와 비교하여 검증하였다. 제안된 FE 모델은 충격 하중을 받은 HPFRCC 패널의 기계적 특성을 심도있게 분석하기 위한 수치해석적 연구에 활용될 수 있다.</p>					
14	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	지반 공학	저널 논문	외 8명
						Auto-detection of acoustic emission signals from cracking of concrete structures using convolutional neural networks: Upscaling from specimen
						EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS
						0957-4174
						2021.12
						http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115863
	<p>본 연구는 구조물 노후화 및 재난에 의해 손상이 발생 할 때 발생하는 신호를 바탕으로 실시간 구조물 안전성 진단을 위해 기계학습법을 통해 파괴 신호만을 감지하는 모델을 설계하였고, 연구의 우수성을 인정받아 Computer Sciences 분야 상위 6.9%인 Expert Systems with Applications (IF: 8.665) 저널에 게재되었다.</p> <p>구조물 손상 발생시 발생하는 미세 음향 신호를 바탕으로 구조물 안전성 진단에 사용하고자 하는 시도들은 많았으나 실질적으로 현장에 적용하기에는 노이즈 신호와 파괴신호가 함께 수집 되기 때문에 적용이 힘들었다. 본 연구는 노이즈 신호에 주안점을 뒀서 노이즈 신호와 파괴 신호를 합성하여 학습을 하고 이를 통해 파괴신호를 감지 할 수 있는 모델을 학습시켰다. 특히 실험실 수준에서 학습 시킨 신호를 바탕으로 미터급 실험 대형 실험에 적용을 해봄으로써 현장 적용 가능성을 보였다는데 의의를 둔다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
15	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	단지 / 도시	저널 논문	외 1명
						Explainable heat-related mortality with random forest and SHapley Additive exPlanations (SHAP) models
						SUSTAINABLE CITIES AND SOCIETY
						2210-6707
						2022.04
						http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2022.103677
	<p>본 연구에서는 도시 내에서 기후, 인구, 사회경제적 부문의 지역별로 다르게 분포하는 공간 정보를 기반으로 도시 내 상세 공간 단위 열 관련 사망자수 추정을 위한 랜덤포레스트 모델을 개발하고 해석한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Construction & Building Technology 분야 상위 3%인 Sustainable Cities and Society (IF: 10.696) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구의 추정 모델은 하이퍼파라미터 최적화를 통해 각각 정확도, F1점수 및 AUC 값이 90.3%, 94.75% 및 86%으로 도출되었다. 모델의 추정 결과는 최신의 SHAP 방법을 도입하여 해석되었다. 해석의 결과 인구 통계학적, 사회경제적 및 기후적 부문이 추정과정에 가장 크게 기여하는 것으로 도출되었다. 본 연구의 결과 및 방법론은 열 관련 사망률 저감을 목표로 하는 도시 열환경 계획 시 의사결정을 지원하고 관련 정책의 수립에 기초연구로 기여할 수 있다.</p>					
16	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	재료 학	저널 논문	외 2명
						The use of alkaline CO2 solvent for the CO2 curing of blast-furnace slag mortar
						CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
						0950-0618
						2022.08
						http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127977
	<p>건설 산업에서 탄소 중립은 건축 자재를 생산하면서 이산화탄소를 사용하는 방향으로 목표를 잡고있다. 시멘트계 재료의 이산화탄소 양생은 초기에 탄산화를 유도하여 강도와 성능을 향상시킨다. 본 연구를 통해서 이산화탄소가 녹아있는 물에서 샘플을 양생하는 새로운 공정을 제안하였다. 특히 고로슬래그 분쇄로 만든 모르타르 샘플에 대하여 수산화칼륨 수용액에 이산화탄소를 용해시켜 양생을 진행하였다. 이러한 탄산화방식은 건설재료 양생에서 새로운 공정으로 평가되며, 연구의 우수성을 인정받아 Building and Construction 분야 상위 4.14%인 CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS (IF: 7.693) 저널에 게재되었다.</p> <p>강 알칼리성인 수산화 칼륨 용액에 이산화탄소를 용해하여 사용함으로써 친환경 건설재료인 고로 슬래그에 대하여 알칼리 활성화 및 탄산화를 동시에 발현할 수 있음을 확인하였고, 강도 또한 우수하게 발현됨을 확인하였다. 이를 통해 건설재료를 생산하는 공정에서 이산화탄소를 소모함으로써 본 연구단이 추구하는 지속가능한 개발에 기여할 수 있다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
17	대표연구업적물의 우수성					외 1명
						First step in modeling the flow table test to characterize the rheology of normally vibrated concrete
						CEMENT AND CONCRETE RESEARCH
						0008-8846
						2022.02
						http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2021.106678
	<p>본 연구는 자중에 의해 낙하되는 충격으로 인한 모르타르의 유동성을 유한요소해석을 통해 모델링하여 진동다짐된 콘크리트의 레올로지 특성을 평가하기 위한 논문이다. 유한요소해석을 통해 매 충격마다 모르타르 플로우가 퍼지는 것을 시뮬레이션 하였고, 이를 레올로지 특성과 연관시켰다. 이러한 연구의 우수성을 인정받아 Building and Construction 분야 상위 0.5%인 CEMENT AND CONCRETE RESEARCH (IF: 11.958) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구는 수치해석을 통해 추정된 빙햄 매개변수 값과, 실제 상용 레오미터를 사용하여 얻은 측정값과 비교하여 분석하였다. 이를 통해 굳지 않은 콘크리트에서 굵은 골재를 제외한 부분인 모르타르의 레올로지 특성을 파악할 수 있으며, 진동에 노출된 콘크리트의 거동을 분석하는데에 활용될 수 있으며 진동다짐에 따른 건설재료의 안정성을 평가하는 연구에 기여할 것으로 판단된다.</p>					
18	대표연구업적물의 우수성					외 3명
						Online melt pool depth estimation during directed energy deposition using coaxial infrared camera, laser line scanner, and artificial neural network
						ADDITIVE MANUFACTURING
						2214-8604
						2021.11
						http://dx.doi.org/10.1016/j.addma.2021.102295
	<p>본 연구는 DED Additive manufacturing 공정 중 발생하는 용융풀 모니터링 기술을 개발한 것으로 물질 적층의 품질 제어와 보증에 사용할 수 있습니다. 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Manufacturing 분야의 상위 0.98%인 Additive Manufacturing(Impact factor: 11.632) 저널에 게재되었다.</p> <p>기존 모니터링 방법은 너비, 높이, 깊이 등 용융풀 형상 특성을 기반으로하지만 멜팅풀의 깊이는 직접 측정할 수 없었습니다. 하지만 본 연구는 동축 적외선 카메라, 레이저 라인 스캐너, 인공 신경망(ANN)을 사용하여 실시간 용융풀 깊이 추정 기술을 개발하였습니다. 동축 적외선 카메라를 사용한 용융풀 너비 및 깊이 측정, 레이저 라인 스캐너를 이용한 적층된 트랙 프로파일 측정, 추출된 특징을 ANN 모델에 입력하여 최종적으로 용융풀 깊이를 산출할 수 있습니다. 본 연구의 결과는 DED 공정 모니터링 중 용융풀 깊이 추정이 가능하므로 물질 적층 시 품질을 보장할 수 있고 오류 발생시 즉각적으로 수정할 수 있어 품질관리 부분에 기여할 수 있다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
19	대표연구업적물의 우수성					외 10명
						Metastable δ -ferrite and twinning-induced plasticity on the strain hardening behavior of directed energy deposition-processed 304L austenitic stainless steel
						ADDITIVE MANUFACTURING
						2214-8604
						2021.11
						http://dx.doi.org/10.1016/j.addma.2021.102363
	<p>본 연구는 초미세 δ-ferrite가 변형되지 않은 상태에서 γ-austenite matrix와 일관성을 가지며 소성 변형동안 전위와 상호 작용한다는 것을 규명한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Manufacturing 분야의 상위 0.98%인 Additive Manufacturing(Impact factor: 11.632) 저널에 게재되었다.</p> <p>레이저 기반 additive manufacturing은 용융 및 응고 주기가 빨라 일반적인 스테인레스 스틸 생산 공정에서 비평형 미세 구조를 생성합니다. 본 연구는 적층된 스테인리스강 재료에서 일관된 평면구조를 생성할 수 있어 이전 에너지 증착처리된 스테인리스강보다 더 우수한 연성을 가지며, 소성 변형동안 일관성을 유지할 수 있어 적층 제조된 금속 합금의 장기간 기소성에 기여할 수 있다.</p>					
20	대표연구업적물의 우수성					외 3명
						Porosity inspection in directed energy deposition additive manufacturing based on transient thermoreflectance measurement
						NDT & E INTERNATIONAL
						0963-8695
						2021.09
						http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2021.102491
	<p>본 연구는 펄스 레이저를 이용한 TTR 기술을 DED 적층 제조 공정 중 다공성 검사에 활용하는 방법을 제시한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Materials Science, Characterization & Testing 분야의 상위 7.81%인 NDT&E International(Impact factor: 4.683) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구의 특징은 적층된 층에서 열반사율을 비접촉 방식으로 측정하기 위해 펄스 레이저 TTR 측정 시스템을 개발하였으며, 변조 주파수에서 측정된 열반사율과 비교하여 그 우수성을 입증하였습니다. TTR 기술의 비접촉 특성과 스캐닝 기능으로 인해 DED 적층 프로세스 중 실시간 다공성 모니터링에 적용할 수 있고, 이는 최근 각광받는 Additive Manufacturing 분야 개발에 기여할 수 있다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
21	대표연구업적물의 우수성					
						__ 외 3명
			이공계열	교량공학	저널논문	Structural displacement estimation by fusing vision camera and accelerometer using hybrid computer vision algorithm and adaptive multi-rate Kalman filter
						AUTOMATION IN CONSTRUCTION
						0926-5805
						2022.08
						http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104338
	<p>본 연구는 토목 구조물의 건전성 모니터링에 중요 인자인 변위를 비동기 가속도와 비전 측정 융합을 통해 추정하는 기술을 개발하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 0.36%인 Automation in Construction(Impact factor: 10.517) 저널에 게재되었다.</p> <p>비동기 가속도와 비전 측정이 융합된 하이브리드 컴퓨터 비전(CV) 알고리즘과 적응형 다중 속도 칼만 필터가 통합되어 low-sampling 비전 측정과 high-sampling 가속도 측정에서 high-sampling인 변위 값을 효율적으로 측정할 수 있습니다. Prior knowledge나 ad-hoc thresholding 없이 하이브리드 CV 알고리즘에 필요한 active pixels과 2개의 scale factor를 자동으로 결정하는 초기 보정 알고리즘도 함께 제안하였습니다. 장기 연속 구조물 변위 모니터링에 적용하여 구조물 안정성과 유지관리에 기여할 수 있을 것으로 기대됩니다.</p>					
22	대표연구업적물의 우수성					
						외 4명
			이공계열	교량공학	저널논문	Automated visualization of steel structure coating thickness using line laser scanning thermography
						AUTOMATION IN CONSTRUCTION
						0926-5805
						2022.07
						http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104267
	<p>본 연구는 강구조물의 도막의 두께를 자동으로 측정하는 기술을 개발한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 0.36%인 Automation in Construction(Impact factor: 10.517) 저널에 게재되었다.</p> <p>라인 레이저를 이용한 능동형 열화상 기법을 적용하여 육안으로 식별이 불가능한 강재 도막 두께를 시각화 및 정량화하였으며, (1) 비접촉식 검사 방법, (2) 자동 도막 두께 검사, (3) 도막층 두께 정량화 및 시각화 특징을 갖고 있다. 개발된 기술의 유효성은 시험실 수준 시험과 진도대교 등 실교량 대상 현장 실험을 통해 입증하였으며, 실험 결과 도막 두께 오차는 20 마이크로미터 수준이었습니다. 높은 정확도와 비접촉식 검사 방식으로 강교뿐만 아니라 선박, 플랜트 시설물 등 다양한 강구조물 유지관리에 널리 활용될 수 있다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
23			이공 계열	교량 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						... 외 5명
						Real-time porosity reduction during metal directed energy deposition using a pulse laser
						JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE & TECHNOLOGY
						1005-0302
						2022.07
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jmst.2021.12.013
<p>본 연구는 additive manufacturing에서 제품 품질에 영향을 미치는 공극을 감소시키는 기술을 펄스레이저를 이용하여 개발한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Metallurgy & Metallurgical Engineering 분야의 상위 1.9%인 Journal of Materials Science & Technology(Impact factor: 10.319) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구의 특징은 (1) 레이저 금속 분말 DED 공정에서 용융풀 수준에서 비접촉, 비파괴, 실시간 공극 감소 기술 제안, (2) Ti-6Al-4V 샘플의 기하학적 및 입자 구조에 영향을 미치지 않음을 검증, (3) 제작 대상의 크기, 모양, 복잡성에 상관없이 적용 가능, (4) 기존 기구 설계에 바로 적용할 수 있는 통합성이다. 공극 저감을 위해 본 연구에서는 펄스 레이저를 레이저 금속 분말 유도 에너지 적층(DED) 시스템에 통합하였으며, 통합된 펄스 레이저는 용융풀 내의 유체 흐름을 가속화하고 응고 전에 공극 감소를 촉진할 수 있습니다. 이를 통해 additive manufacturing 부분의 제작물 품질 향상에 기여할 수 있다.</p>						
24			이공 계열	교량 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						... 외 2명
						Real-time structural displacement estimation by fusing asynchronous acceleration and computer vision measurements
						COMPUTER-AIDED CIVIL AND INFRASTRUCTURE ENGINEERING
						1093-9687
						2022.05
						http://dx.doi.org/10.1111/mice.12767
<p>본 연구는 토목 기반 시설 분야에서 필수적이지만 어려운 정확한 변위 측정 과제를 칼만 필터를 이용한 구조적 변위 추정 기법을 이용하여 해결한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 1.09%인 Computer-Aided civil and infrastructure(Impact factor: 10.066) 저널에 게재되었다.</p> <p>Asynchronous 가속도계와 컴퓨터 비전 측정을 융합한 변위 추정 기법은 (1) 픽셀단위 시각 측정에서 길이 단위의 변위로 변환하는 추적계수를 natural target을 이용하여 자동으로 산출하고, (2) 컴퓨터 비전에서 natural target을 더 잘 추적할 수 있도록 modified된 특징 매칭 알고리즘을 개발하였고, (3) 다양한 샘플링 속도를 가진 asynchronous 가속도계와 컴퓨터 비전을 원활하게 결합시켜 변위를 추정할 수 있도록 적응형 칼만 필터를 공식화하였다. 특히 개발 기법의 타당성과 유효성 입증에 위해 진동대, 4층 건물 모형, steel-box girder 육교를 대상으로 실험을 수행하였으며 3 mm 미만의 RMSE로 높은 정확도를 나타냈다. 높은 정확도를 갖는 변위 측정 기술이 사회기반시설물 유지관리에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
25	대표연구업적물의 우수성					
				환경 생물 학/ 미생 물학	저널 논문	외 7명
			이공 계열			Metagenomic insights into co-proliferation of <i>Vibrio</i> spp. and dinoflagellates <i>Prorocentrum</i> during a spring algal bloom in the coastal East China Sea
						WATER RESEARCH
						0043-1354
						2021.10
						http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2021.117625
<p>본 연구에서는 심각한 조류대증식이 일어나는 아열대기후의 중국동해안을 메타지놈을 통해 환경미생물 군집 및 관련 기능유전자를 조성을 분석하여 algal bloom을 일으키는 미생물 종 파악과 미생물간의 기작을 규명한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Water Resources 분야 상위 0.5%인 Water Research (IF :13.334) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구를 통해서 해안연안에서 일어나는조류대증식의 원인과 메타지놈 분석법을 통해 다른 환경에서의 적용가능성과 효율적인 algal bloom 해결법에 기여할 수 있다.</p>						
26	대표연구업적물의 우수성					
				환경 생물 학/ 미생 물학	저널 논문	외 8명
			이공 계열			Organic carbon determines nitrous oxide consumption activity of clade I and II <i>nosZ</i> bacteria: Genomic and biokinetic insights
						WATER RESEARCH
						0043-1354
						2022.02
						http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2021.117910
<p>본 연구에서는 주온실가스중에 하나인 아산화질소의 발생원과 발생기작을 환경미생물로 규명한 것으로, 미생물의 증식원인 탄소원의 종류에 따라 아산화질소의 발생률이 다름을 보였다. 이 연구는 우수성을 인정받아 Environmental Science 분야 상위 5.2%인 Water Research (IF :13.4) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구를 통해서 전자공여체에 따라 아산화질소 저감의 가능성을 제시하여 지구온난화 해결법 개발에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
27			이공 계열	교통 공학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						외 1명
						Incorporating Dynamicity of Transportation Network With Multi-Weight Traffic Graph Convolutional Network for Traffic Forecasting
						IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS
						1524-9050
						2022.03
						http://dx.doi.org/10.1109/TITS.2020.3031331
<p>본 연구에서는 그래프 인공신경망 (Graph Convolutional Networks, GCN) 모델인 Multi-Weight Traffic Graph Convolutional (MW-TGC) Network를 제안하였으며, 그 우수성을 인정받아 Civil engineering 분야 상위 2.90%에 해당하는 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems에 게재되었다.</p> <p>교통 예측 문제는 지능형 교통 시스템 (Intelligent Transportation Systems, ITS)을 개발하는데 있어 핵심 기술로써 여겨지고 있으나 교통 데이터의 시공간적 복잡성으로 인해 정확도를 향상시키는데 있어 어려움을 겪고 있다. 많은 모델에서 시간적 복잡성을 모델링하는데 집중하는데 반해 공간적 복잡성은 특히 복잡한 도심 환경에서는 비교적 적게 연구되고 있다. 본 연구에서는 그래프 인공신경망 (Graph Convolutional Networks, GCN) 모델인 Multi-Weight Traffic Graph Convolutional (MW-TGC) Network를 제안하고, 서로 다른 지형적 특성을 지닌 두 개의 연구 대상 지역의 데이터에 실험을 진행한다. 모델은 우선 교통 속도 데이터에 제한 속도, 거리, 연결각 등 다양한 가중치를 이용한 인접 행렬을 이용하여 GCN 을 적용한다. 그 후 공간적으로 고립된 차원 축소 layer 를 거쳐 가중치에 따라 추출된 feature 간의 관계를 계산하고 hidden state 의 크기를 줄이도록 한다. 마지막으로 차원 축소 layer 를 거친 hidden state 를 LSTM (Long Short-term memory) 모델에 통과시켜 시간적 복잡성을 모델링한다. 본 모델을 두 도심 지역의 데이터에 대하여 실험을 진행했을 때, 기존의 state-of-the-art 모델과 비교하여 우수한 성능을 보였으며, 보다 복잡한 환경에서의 실험에서 도로 링크간 예측 정확도의 variance 를 감소시킬 수 있음을 확인한 바 있다.</p>						
28			이공 계열	재료 학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						() 외 3명
						Hydration properties of alkali-activated fly ash/slag binders modified by MgO with different reactivity
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2021.12
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jobte.2021.103252
<p>본 연구에서는 산화마그네슘을 첨가한 플라이애시/슬래그 복합체의 기계적 성능 및 수화 특성을 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야 상위 6.5%인 Journal of Building Engineering (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>첨가되는 산화마그네슘의 반응성은 소성온도에 비례하며, 산화마그네슘의 높은 반응성은 플라이애시/슬래그를 사용한 대체 시멘트계 복합체의 수화물 생성과 압축강도 발현에 긍정적인 효과가 있음을 발견하였다. 본 연구는 대체 시멘트계 물질의 기계적 성능 및 수화 개선을 통해 대체 시멘트 활용을 장려함으로써 친환경 건설재료 개발에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
29	대표연구업적물의 우수성					
						외 4명
			이공계열	재료학	저널 논문	Internal carbonation of belite-rich Portland cement: An in-depth observation at the interaction of the belite phase with sodium bicarbonate
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2021.12
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102907
<p>본 연구에서는 탄산수소나트륨(NaHCO₃)을 첨가한 4종 포틀랜드 시멘트의 내부 탄산화를 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 6.5%인 Journal of Building Engineering (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>벨라이트(C₂S)계 클링커를 다량 함유한 4종 포틀랜드 시멘트의 초기강도를 높이고자 탄산화 양생에 대한 연구가 진행되었으며, 본 연구에서는 외부에서의 이산화탄소 공급이 아닌 탄산수소나트륨을 첨가함으로써 내부 탄산화를 진행하였음에 의의가 있다. 본 연구는 이산화탄소 배출량이 낮은 4종 포틀랜드 시멘트의 성능을 개선하였으며, 탄산수소나트륨의 이산화탄소를 시멘트 복합체에 고정화함으로써 친환경적인 탄소중립 건설재료 개발에 기여할 수 있다.</p>						
30	대표연구업적물의 우수성					
						외 4명
			이공계열	재료학	저널 논문	Influence of water ingress on the electrical properties and electromechanical sensing capabilities of CNT/cement composites
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2021.10
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103065
<p>본 연구에서는 탄소나노튜브(CNT)를 혼입한 시멘트계 복합체의 수분 함입에 따른 기계적, 전기적 성능을 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 6.5%인 Journal of Building Engineering (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 물-시멘트 비율과 탄소나노튜브 혼입량이 높을수록 투수계수와 압축강도가 낮아짐을 규명하였으며, 침수조건에서 시멘트 복합체의 전기적 특성의 일관성이 감소함을 밝혔다. 본 연구는 탄소계 재료를 혼입한 기능성 시멘트 복합체의 열화 조건에서의 사용을 연구함으로써 기능성 시멘트 복합체의 개발 및 성능 개선에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
31	대표연구업적물의 우수성					
						외 3명
			이공계열	재료학	저널논문	Modifications in hydration kinetics and characteristics of calcium aluminate cement upon blending with calcium sulfoaluminate cement
						CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
						0950-0618
						2022.08
						http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127958
<p>본 연구에서는 칼슘 알루미네이트 시멘트(CAC)와 칼슘 설포알루미네이트(CSA) 시멘트를 혼합하여 수화 특성 및 변화를 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야 상위 3.6%인 Construction and Building Materials (IF: 7.693) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구는 CSA 시멘트로 CAC를 대체할 경우 CAC의 주 수화물인 katoite 대신 AFm 상으로의 수화가 촉진됨을 규명하였으며, 50%의 CSA가 사용되었을 경우 CAC의 metastable한 결정상 및 자기수축 등의 문제를 보완할 수 있음을 시사하였다. 본 연구는 생산시 다량의 이산화탄소를 배출하는 포틀랜드 시멘트를 대체하는 CAC와 CSA 시멘트의 사용을 장려함으로써 친환경적인 건설재료의 개발에 기여할 수 있다.</p>						
32	대표연구업적물의 우수성					
						외 3명
			이공계열	재료학	저널논문	A combined experimental and micromechanical approach to investigating PTC and NTC effects in CNT-polypropylene composites under a self-heating condition
						COMPOSITE STRUCTURES
						0263-8223
						2022.06
						http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.115440
<p>본 연구는 탄소나노튜브-폴리프로필렌 복합체의 자기발열 조건에서의 승온효과 및 강온효과를 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Mechanics 분야 상위 5.8%인 Composite Structures (IF: 6.603) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 전도성 복합체로 연구되고 있는 탄소나노튜브-폴리프로필렌 복합체의 자기발열 조건에서의 승온효과와 강온효과의 변화를 규명하였으며, 15 V의 전압에서 5%의 탄소나노튜브를 혼입한 복합체가 강한 강온효과를 보임을 발견하였다. 또한 본 연구에서는 분자동역학 시뮬레이션을 통해 탄소나노튜브의 자기발열 조건에서의 거동을 예측함으로써 탄소계 소재를 혼입한 기능성 복합체의 성능 개선에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용	
33	대표연구업적물의 우수성					외 8명	
						Evaluation of physicochemical properties and environmental impact of environmentally amicable Portland cement/metakaolin bricks exposed to humid or CO2 curing condition	
	이공 계열					재료 학	저널 논문
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	
						2352-7102	
						2022.04	
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103831	
<p>본 연구는 포틀랜드 시멘트/메타카올린 벽돌의 양생조건에 따른 물리화학적 특성 및 환경에 대한 영향을 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 6.5%인 Journal of Building Engineering (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>본 연구는 탄산화 양생 조건에서 메타카올린의 혼입량이 증가할 수록 시멘트 복합체 내에 고정되는 이산화탄소의 양이 증가함을 밝혔으며, 이에 따라 더 적은 탄소 발자국 및 환경에의 영향을 가짐을 시사하였다. 본 연구는 대체 시멘트계 물질을 혼입한 시멘트 복합체의 탄산화 양생 및 이산화탄소 고정화를 장려함으로써 친환경적인 건설재료의 개발에 기여할 수 있다.</p>							
34	대표연구업적물의 우수성					외 3명	
						Effect of the molar ratio of calcium sulfate over ye'elimito on the reaction of CSA cement/slag blends under an accelerated carbonation condition	
	이공 계열					재료 학	저널 논문
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	
						2352-7102	
						2022.04	
						http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103785	
<p>본 연구는 칼슘 설포알루미네이트(CSA) 시멘트와 슬래그로 구성된 시멘트 복합체의 황산칼슘 혼입량에 따른 탄산화 저항성을 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 6.5%인 Journal of Building Engineering (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 황산칼슘의 혼입량이 높을수록 복합체의 이산화탄소 흡수량이 낮음을 밝혔으며, 가속탄산화 조건에서 공극구조가 탄산칼슘이 아닌 C-S-H 상으로 채워짐을 발견했다. 본 연구는 생산과정에서 포틀랜드 시멘트에 비해 적은 이산화탄소를 배출하는 CSA 시멘트의 중성화에 대한 저항성을 연구함으로써 친환경 건설재료로의 활용을 장려하여 친환경적인 건설재료 개발에 기여할 수 있다.</p>							

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
35			이공 계열	재료 학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						... 외 4명
						Improved electromagnetic wave shielding capability of carbonyl iron powder-embedded lightweight CFRP composites
						COMPOSITE STRUCTURES
						0263-8223
						2022.04
http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.115326						
<p>본 연구에서는 카르보닐 철가루-탄소섬유 복합체의 전자파 차폐 성능 개선을 연구하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Mechanics 분야 상위 5.8%인 Composite Structures (IF: 6.603) 저널에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 카르보닐 철가루의 혼입량에 따른 복합체의 전자파 차폐 기능 등의 전자기적 특성을 분석하였으며, 혼입량이 증가할수록 철 원자의 밀도가 높아져 개선된 전자파 차폐 기능을 보임을 발견하였다. 본 연구는 전자기적 특성을 가지는 기능성 시멘트 복합체를 연구함으로써 미래형 다기능성 건설재료의 개발에 기여할 수 있다.</p>						
36			이공 계열	재료 학	저널 논문	대표연구업적물의 우수성
						... 외 3명
						Exploration of effects of CO2 exposure on the NOx-removal performance of TiO2-incorporated Portland cement evaluated via microstructural and morphological investigation
						JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING
						2352-7102
						2022.01
http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103609						
<p>본 연구는 이산화티타늄을 혼입한 시멘트 복합체의 이산화탄소 노출에 따른 NOx 제거 성능의 변화를 분석하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Civil 분야의 상위 6.5%인 Journal of Building Engineering (IF: 7.144)에 게재되었다.</p> <p>이산화티타늄은 대기중의 유해물질인 NOx를 제거하는 목적으로 시멘트 복합체에 첨가되지만, 이산화탄소로 인한 중성화에 의해 그 성능이 저하되는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 3%의 가속탄산화 조건에서 이산화티타늄의 혼입량에 따른 NOx 제거성능을 관찰함으로써 시멘트 복합체의 유해물질 제거성능을 개선하였으며, 이에 따라 다기능성 및 친환경 건설재료로서의 시멘트 복합체의 개발에 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
37	대표연구업적물의 우수성					
						외 4명
			이공 계열	지진 / 내진 공학	저널 논문	A novel approach to assess the seismic performance of deteriorated bridge structures by employing UAV-based damage detection
						STRUCTURAL CONTROL & HEALTH MONITORING
						1545-2255
						2022.07
						http://dx.doi.org/10.1002/stc.2964
<p>본 연구에서는 UAV 기반 손상탐지 결과를 이용하여 노후교량의 내진성능을 평가하기 위한 새로운 접근법을 제안한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Instruments & Instrumentation 분야 상위 8.59%인 Structural Control & Health Monitoring (IF: 6.058) 저널에 게재되었다.</p> <p>제안된 접근 방식은 (i) UAV를 사용한 손상 감지 단계와 (ii) 지진 성능 평가 단계의 두 단계로 구성된다. UAV 점검에서 획득한 영상은 기존에 개발된 region-based convolutional neural network(R-CNN)을 기반으로 교량의 상태 평가에 사용되며, 손상 등급이 지정된다. 이 손상에는 지진 손상과 열화가 모두 포함되며, 이어서 손상되지 않은 교량의 유한 요소(FE) 모델이 지정된 손상 지수에 상응하도록 업데이트 된다. 제안된 접근 방식을 입증하기 위해 사용 중인 프리스트레스 콘크리트 박스-거더 교량이 조사되었으며, 노후 교량의 내진 성능을 평가하기 위한 UAV 기반 접근 방식의 가능성을 보여주었다.</p>						
38	대표연구업적물의 우수성					
						외 6명
			이공 계열	지반 공학	저널 논문	Site application of biopolymer-based soil treatment (BPST) for slope surface protection: in-situ wet-spraying method and strengthening effect verification
						CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
						0950-0618
						2021.11
						http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124983
<p>본 연구에서는 지반의 공학적 특성을 향상시키기 위해 친환경적인 생물학적 토양처리 방법인 바이오폴리머 기반 토양 처리(BPST)를 개발한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Civil Engineering 분야 상위 3%인 CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS (IF: 7.693) 저널에 게재되었다.</p> <p>BPST는 효과적인 지반개량 공법으로 이미 광범위한 실험실 규모의 연구에 의해 검증되었을 뿐만 아니라 지반보강 및 식생 촉진의 효과로 제방구조물의 사면 보강까지 가능하다. 본 연구에서는 습식 토양 살포법을 이용하여 BPST의 현장 적용을 수행하고 사면보호가 가능한지를 분석하였다. 분무 전 사전 혼합 시간 및 분무 중 잔류물의 혼합 시간, 구형 요인의 현장 적용 성능 및 효과 등을 압축강도의 비교를 통해 평가되었으며, 이는 BPST의 현장과 실험실 성능 및 품질 간의 격차를 줄이는데 기여할 수 있다.</p>						

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
39	대표연구업적물의 우수성					
						: _____ 외 3명
			이공계열	지반공학	저널논문	Road surface damage detection based on hierarchical architecture using lightweight auto-encoder network
						AUTOMATION IN CONSTRUCTION
						0926-5805
						2021.10
						http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103833
	<p>본 연구에서는 안전한 도로 환경을 조성하기 위해 도로 표면의 손상 상태를 감지하는 딥러닝 기반의 이미지 처리 알고리즘을 개발한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Civil Engineering 분야 상위 0.3%인 AUTOMATION IN CONSTRUCTION (IF: 10.517) 저널에 게재되었다.</p> <p>1300장의 이미지를 training에 사용하였으며, testing에는 400장의 이미지를 적용하였다. 제안된 기술은 다양한 분야에서 적용되고 있는 nine deep learning model과 비교되었다. 본 기술은 97.61%의 pixel accuracy, 79.33%의 F1 score, 81.62%의 mean intersection over union 등의 향상된 결과를 보여주었다. 이를 통해 도로 손상을 효율적으로 감지하여 보다 안전한 운행에 중요한 역할을 하며 기여할 수 있다.</p>					
40	대표연구업적물의 우수성					
						외 3명
			이공계열	지반공학	저널논문	Road damage detection using super-resolution and semi-supervised learning with generative adversarial network
						AUTOMATION IN CONSTRUCTION
						0926-5805
						2022.03
						http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104139
	<p>본 연구에서는 딥러닝 기반의 영상처리 알고리즘을 이용하여 도로 손상을 감지할 수 있는 새로운 센서 기술을 개발한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Civil Engineering 분야 상위 0.3%인 AUTOMATION IN CONSTRUCTION (IF: 10.517) 저널에 게재되었다.</p> <p>제안된 기술은 generative adversarial network 기반의 super-resolution 기법과 semi-supervised learning 기법을 포함하고 있으며, 이는 이미지의 품질을 향상시켜 손상된 영역을 명확하게 보이고 탐지 성능을 향상시키는 효과를 보여준다. 본 연구에서는 SRGAN(Super-Resolution Generative Adversarial Network)를 사용하여 이미지 선명도를 높이고 도로 피해 인식 성능을 향상시켰으며, 입력 이미지의 다양성과 레이블 이미지의 부족을 해결하기 위해 준지도 학습을 적용하여 다양한 도로 손상 영상을 이용한 인식 성능을 향상시켰다. 또한 SRGAN과 통합된 새로운 적대적 학습구조를 개발하여 결합하였으며 경량의 심층 신경망 모델을 사용하여 낮은 계산 부하와 높은 탐지 성능을 달성하였다. 이를 통해 적은 수의 레이블 이미지와 도로 손상에 대한 저해상도 이미지로 보다 정확한 도로 손상 감지에 기여할 수 있다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
41	대표연구업적물의 우수성					
						외 4명
			이공계열	환경생물학/미생물학	저널논문	Electrochemical pH control and carbon supply for microalgae cultivation
						CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL
						1385-8947
						2021.12
						http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2021.131796
	<p>본 연구에서는 중탄산염계 미세조류 재배를 위한 pH 조절과 탄소원 지속 공급이 가능한 새로운 수전해 기반 미세조류 재배시스템을 제안한 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Engineering, Environmental 분야의 상위 2.78%인CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL (IF: 16.744) 저널에 게재되었다.</p> <p>수전해 전지를 가동하면 인가전압에 따라 조류 배지의 pH를 6~90분 이내에 효과적으로 낮출 수 있으며, 동시에 약 100~150 mg의 탄소가 산화전극 조류 배양액에 성공적으로 보충될 수 있었다. 조류 바이오매스 생산성은 인가 전압과 환원 전극 전해질의 농도에 관계 없이 동일한 최종 바이오매스 농도를 생산할 수 있었으며, 결과적으로 수전해 기반 전기화학적 CO2 흡수 공정과 결합하면 생산적이고 편리한 중탄산염 기반 미세조류 재배가 실제로 가능하다는 것을 입증하였다.</p>					
42	대표연구업적물의 우수성					
						외 3명
			이공계열	환경생물학/미생물학	저널논문	Sustainable energy harvesting and on-site disinfection of natural seawater using reverse electrodialysis
						WATER RESEARCH
						0043-1354
						2022.07
						http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2022.118681
	<p>본 연구에서는 탄소 전극을 기반으로 한 새로운 RED(역전기투석)를 설계하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Water Resources 분야의 상위 0.5%인 WATER RESEARCH (IF: 13.4) 저널에 게재되었다.</p> <p>해수는 전극 린스 용액으로 사용되는 비용 효율적이고 풍부한 전해질로 역전기투석의 최적 활용이 가능하다. 그러나, 그것은 귀금속 전극 재료의 사용을 포함한 몇 가지 한계와 연관되어 있으며, 해수 기술 분야에 적용하기 전에 그것의 장기적 안정성을 해결해야 한다. 이를 위해 탄소 전극을 기반으로 한 새로운 시스템을 설계하였으며 양식 폐수 살균 및 재활용을 통해 에너지 수확을 극대화할 수 있도록 실험 조건을 최적화하였다. 실험 조건 최적화는 반응 표면 방법론에 의해 이루어졌으며 해당 조건에서 실제 해수 및 양식 폐수에서도 높은 살균 효율을 얻을 수 있었기 때문에 지속 가능하였다. 동시에 안정적인 출력 (0.1 +- 0.03 W)은 합리적인 비에너지를 발생시켰다. 본 연구를 통해 비용 효율적이면서 높은 살균 효율을 가지는 새로운 시스템을 개발하는데 성공하였고 이는 살균 분야에 있어 다양하게 적용 가능할 것으로 기대된다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
43	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	환경 생물 학/ 미생 물학	저널 논문	외 4명
						Electro-synthesis of Ammonia from Dilute Nitric Oxide on a Gas Diffusion Electrode
						ACS ENERGY LETTERS
						2380-8195
						2022.03
			http://dx.doi.org/10.1021/acscenergylett.1c02552			
	<p>본 연구에서는 전기화학적 방법을 통해 석탄화력발전소와 같은 대규모 고정오염원에서 배출되는 일산화 질소를 고부가가치 화학 물질인 암모니아로 변화시킬 수 있는 지속 가능한 경로를 제공하는 것으로, 연구의 우수성을 인정받아 Chemistry, Physical 분야의 상위 3.99%인 ACS ENERGY LETTERS (IF: 23.991) 저널에 게재되었다.</p> <p>NO 전기환원의 개발은 여전히 수계 전해질에 대한 용해도가 낮아 농축된 NO의 사용이 요구되어 방해받고 있으나 본 연구에서는 이러한 문제를 피하기 위해 가스 확산 전극(GDE)을 사용하여 희박한 NO 감소를 보고하고 있다. GDE의 카본블랙에 나노크기의 0가 철을 혼입하여 1% NO로 96% NH₃ 패러데이 효율을 달성하였으며, 계산 결과 철이 H₂NO 중간체에서 N-O 결합의 파괴를 촉진하는 것으로 밝혀졌다. 전해액 내 H⁺의 농도를 조절하여 NH₃ 생성속도를 가속화하였으며, 이러한 연구 결과는 희박한 NO의 기상 전기 분해가 폐질 소산화물을 업사이클링하기 위한 실용적인 옵션을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.</p>					
44	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	환경 생물 학/ 미생 물학	저널 논문	외 3명
						Modeling of forward osmosis for microalgae harvesting
						JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE
						0376-7388
						2022.02
			http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2021.119910			
	<p>본 연구에서는 전방삼투(FO) 시스템에서 미세조류 채취 시 수속을 예측할 수 있는 수송 기반 모델을 개발하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Polymer Science 분야의 상위 3.89%인 JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE (IF: 10.530) 저널에 게재되었다.</p> <p>Carman-Kozeny 저항 모델을 기반으로 미세조류 셀로 구성된 케이크 층의 정상 상태 유압 저항을 계산하였으며, 제어 부피에 의해 케이크 층의 과도 상태에서의 접근 성장률도 정량적으로 구하였다. 세포에서 용출된 화합물과 함께 발생하며 막 표면에 석출되어 FO 성능을 저하시키는 작용을 하는 케이크 강화 농도 분극(CECP)을 실시간으로 추정하였다. 미세조류 세포의 공급 용액과 관련된 모델 파라미터는 경험적, 이론적 데이터를 기반으로 평가되었다. 미세조류 세포의 석출 속도 상수는 실험 조건에서 확산 속도 상수보다 적어도 2차 이상 높은 것을 알 수 있다. 미세조류 관련 파라미터 중 민감도 분석 결과 케이크층의 공극률과 두께가 수속에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타나 모델 정확도를 높이기 위해 통계적 기법으로 보정하였다. 개발된 모델은 추정된 파라미터를 기반으로 배치 FO 연산을 통해 검증되었으며, 준안정 상태 데이터와 잘 정렬되었다. 지금까지 꽤 많은 FO 모델링 연구가 있었지만, 우리가 아는 한, 이 연구는 FO 기반 미세조류 채취 과정의 개발에 필요한 이론적이고 실질적인 이해를 제공할 수 있는 실제 사료 용액으로 실제 오염 현상을 설명하는 첫 번째 연구이다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용
45	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	환경 생물 학/ 미생 물학	저널 논문	__ __ 외 10명
						Enhanced electrochemical disinfection of domestic aquaculture wastewater with energy production in reverse electrodialysis
						AQUACULTURE
						0044-8486
						2022.02
		http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737554				
	<p>연구에서는 국내 양식 폐수를 살균하기 위해 비선량 전극 기반의 역전기투석법(RED)을 적용하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Marine & Freshwater Biology 분야의 상위 6.64%인 AQUACULTURE (IF: 5.135) 저널에 게재되었다.</p> <p>처리된 전기로 생성된 차아염소산나트륨(NaClO)의 음극반응 또는 전기로 생성된 과산화수소(H₂O₂)의 양극반응에 의해 달성될 수 있음을 알 수 있었다. 순환이 없을 경우 소독율은 최적이지 않았으며 양극 및 음극반응에 의존하여 양극(0.3-2.9mg/L의 염소 DPD, pH 3.2±0.4)에서 82 ± 5%, 양극(2.9-8.7mg/L의 H₂O₂, pH 10.7±0.3)에서 59 ± 7%에 달했다. 이에 반해 HClO와 H₂O₂의 시너지 효과(0.1~2.1mg/L의 염소DPD, 3.9~4.9mg/L, pH 7.8±0.2)로 인해 음극 및 음극 용액을 순환시켰을 때 γ99±1%의 높은 제거효율을 얻었다. 두 운전모드 모두 6 ± 0.5 W/m²의 안정적인 전력생산이 가능하였다. 이러한 결과는 RED가 양식 폐수 소독을 위한 비용 효율적이고 에너지 효율적인 옵션을 제공할 수 있다.</p>					
46	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	구조 해석 / 이론	저널 논문	__ __ 외 11명
						Rationally Designed TiO ₂ Nanostructures of Continuous Pore Network for Fast-Responding and Highly Sensitive Acetone Sensor
						SMALL METHODS
						2366-9608
						2021.12
		http://dx.doi.org/10.1002/smt.202100941				
	<p>본 연구는 잠재적으로 유해할 수 있는 휘발성 유기화합물의 검출을 위한 3차원 다공성 TiO₂ 나노 구조를 설계에 관한 것으로, Materials Science, Multidisciplinary 분야의 상위 6.81%인 Small Methods (IF: 15.367)에 게재되었다.</p> <p>전체 나노구조에 걸친 고농도 가스 분자의 접근성과 3D TiO₂ 나노구조의 정밀하게 제어된 internecks은 1 초 미만의 매우 빠른 응답 시간으로 전례 없는 가스 응답을 달성하였다.</p>					

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	대표업적물 상세내용		
47	대표연구업적물의 우수성					외 14명		
	이공 계열					구조 해석 / 이론	저널 논문	Interdigitated Three-Dimensional Heterogeneous Nanocomposites for High-Performance Mechanochromic Smart Membranes
								ACS NANO
								1936-0851
								2022.01
								http://dx.doi.org/10.1021/acsnano.1c06403
	<p>본 연구에서는 고성능 광 변조가 가능한 나노복합체를 이용하여 낮은 변형률에서 구현이 어려웠던 기존의 문제를 해결하였으며, 연구의 우수성을 인정받아 Nanoscience & nanotechnology 분야 상위 9.63%인 ACS Nano (IF: 18.027)에 게재되었다.</p> <p>Mechanochromic smart membranes은 광변조가 가능하여 스마트 윈도우, 인공 스킨, 인공 장기 등의 분야에서 큰 잠재력을 가지고 있다. Membranes을 스마트 윈도우로 사용할 때, 햇빛을 효과적으로 확산시켜 극도로 밝거나 어두운 부분을 제거할 수 있어 실내 조명에 적합한 빛을 제공한다. 다른 예는, 강하게 결합된 계면을 가진 3차원 이중 디자인은 mechanophore-dyed nanocomposites의 착색 감도를 향상시킬 수 있다. 이러한 3D 이중 설계 개념은 실용적인 의미의 고급 Mechanochromic smart membranes을 위한 다른 유형의 3차원 구조 및 재료 구성에 보편적으로 적용될 수 있을 것으로 예상된다.</p>							
48	대표연구업적물의 우수성					외 4명		
	이공 계열					구조 해석 / 이론	저널 논문	Investigation on the Impact Resistance of 3D Printed Nacre-like Composites
								THIN-WALLED STRUCTURES
								0263-8231
								2022.08
								https://doi.org/10.1016/j.tws.2022.109392
	<p>본 연구는 진주층과 같은 구조의 주요 설계 매개변수는 parameter test를 통해 검증하였고, 설계에 사용된 표본은 3D print를 이용하여 제작하였으며, 그 우수성을 인정받아 Engineering, Mechanical 분야 상위 7.66%인 Thin-Walled Structures (IF: 4.442)에 게재되었다.</p> <p>본 연구에서는 낙하 충격 시험을 통해 설계 매개변수가 충격 저항에 미치는 영향이 분석되었고, 구조물의 목표성능을 만족시키면서 설계 기간의 단축을 위해 정확한 수치해석이 수행되었다. 따라서, 실험은 유한요소를 이용한 시뮬레이션을 통해 검증되었다. 본 연구는 다양한 산업 분야에서 생체 모방 복합 재료의 실현 가능한 응용을 촉진시킬 수 있다.</p>							

2) 논문 실적 향상 계획

본 교육연구단은 4차 산업혁명 기술이 접목된 융복합 연구 실적 향상을 계획하였으며, 최근 1년 동안 게재 논문 중 다수의 논문이 이와 관련된 연구를 기반으로 게재되었다. 앞으로도, 4차 산업혁명, 스마트 시티 개발 및 지속가능한 사회구축 관련하여 연구 결과의 질적 우수성을 중시하는 방향으로 나아가고자 한다.

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2021.9.1.-2022.8.31.))

1) 연구업적

KAIST 건설 및 환경공학과는 다학제간 융합연구를 활성화를 계획하였으며, 2차년도에는 산업 및 시스템공학과, 기계공학과와의 학제 융합 연구를 활발히 수행하고 있다 ([별표 3-2] 참고). 앞으로도 지속적인 다학제간 융합연구를 활성화하여 4차 산업혁명 적용을 위한 융합기술을 발전시켜 나가고자 한다.

[별표 3-2] 2차년도 학제 공동 융합 연구 수행성과

교수	공동연구학과	수행 연구	기간
	기계공학과	In situ viscoelastic properties of insoluble and porous polysaccharide biopolymer dextran produced by <i>Leuconostoc mesenteroides</i> using particle-tracking microrheology	2017.04-present
	산업및시스템공학과	Transferable Traffic Signal Control Model under Restricted Exploration Problem: Reinforcement Learning with Graph Representation for Traffic State	2020.04-2021.12
	기계공학과	줄 꼬임 기반 외골격 로봇 개발 및 성능 평가	2021.01-present
	기계공학과	형상기억합금 기반 꼬임 구동기 연구	2020.11-present

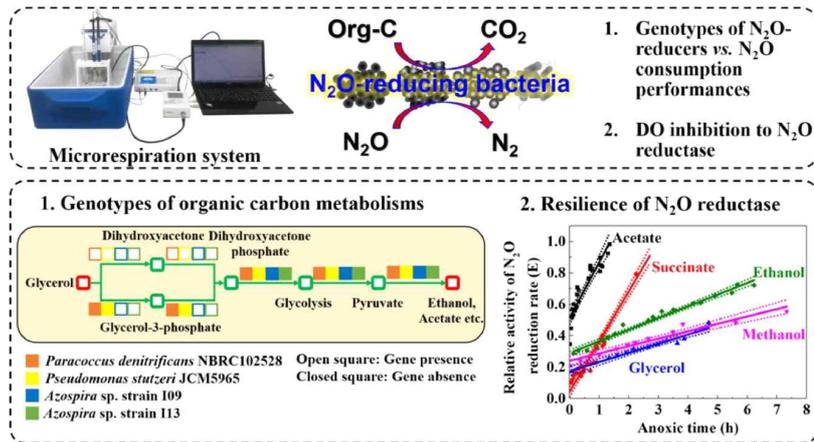
본 연구단에 참여교수들의 경우 스마트 시티/건설 및 자율주행에 요구되는 영상기반 환경 인식, 지능적 로봇센서 융합 기술과 실시간 도시정보 시스템, 지리정보시스템의 활용등과 관련된 연구를 수행하였다. 또한, 사회적으로 해결이 시급한 미세먼지, 지구온난화, 물부족 등과 관련된 연구 수행을 통해 지속가능한 사회구축에 기여하고자 하였다. 참여교수들의 연구업적물 중 6건을 선정하여 아래 <표 3-3>에 설명하였다.

<표 3-3> 참여교수 대표연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	<p>교수 연구팀은 '생분해성-난분해성 플라스틱 블렌드 필라멘트로 제작한 3D 프린터 시제품의 물리 화학적 특성 및 생분해도 평가'에 관한 연구를 수행하였다. 먼저, 생분해성 플라스틱과 난분해성 플라스틱을 블렌딩하는 형식으로 필라멘트를 제작하여, 이를 3D 프린터에 인쇄하여 시제품을 생산하였다. 이를 위해 생산된 필라멘트는 푸리에-변환 적외선 분광법 (FT-IR), 시차 주사 열량계 (DSC), 유변학 측정, 전계 방출 주사 전자 현미경 (FE-SEM) 등을 통해 그 물리화학적 특성을 분석하였다. 또한 3D 프린트 시제품의 생분해도를 ASTM 및 ISO 기준에 따라 평가하였다. 이를 통해 인쇄 품질을 향상하면서 생분해 관련 기준을 만족시키는 PLA/PHB 블렌드를 제시하였으며, 생분해성 플라스틱과 난분해성 플라스틱이 혼합되었을 때 수계에서 부분적으로 분해가 되거나 생분해도가 감소하는 현상을 확인하였다.</p> <div data-bbox="379 725 1259 1144" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">[본 연구의 요약]</p> <p>본 연구의 우수성을 인정받아, 해당 논문은 2022년 6월에 ACS Applied Polymer Materials [IF 4.855] 학회지에 보충 표지 논문(supplementary journal cover paper)으로 선정되어 게재되었다. 그 뿐만 아니라 플라스틱 오염문제에 대한 대중의 이해를 돕고자 세계적인 뉴스지인 Newsweek와의 인터뷰를 진행하였으며, 플라스틱 오염 문제 및 향후 생분해를 통한 플라스틱 분해 가능성 등에 대해 대중에게 전했다.</p> <div data-bbox="341 1422 748 1928" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="847 1393 1406 1921" data-label="Image"> </div> <p>[ACS Applied Polymer Materials supplementary journal cover paper 논문 선정] [플라스틱의 분해 관련 Newsweek지 인터뷰 내용]</p>

교수는 환경의 물질순환에서 중요한 역할을 수행하는 다양한 미생물들의 생리(physiology), 생태(ecology)에 대한 연구를 진행하고 있으며, 특히 CH₄와 N₂O의 발생을 억제하거나 활용할수 있는 미생물들과 생물학적 공정 시스템에 대한 연구를 계속하여 왔다.

이 뿐만이 아니라 다양한 환경에서의 다양한 온실가스 (메탄, 아산화질소 등)의 배출량을 확인하고 원인을 파악하려는 연구를 진행하고 있다. 2021년 윤석환 교수는 김대현 학생과 심각한 조류대증식(algal bloom)이 일어나는 중국동해안 지역의 환경을 메타지놈/메타트랜스크립토믹을 이용하여 미생물 군집 비교 및 미생물간 기작을 규명하였으며, 이는 우수성을 인정받아 Environmental Science 분야 상위 1%인 Water Research (IF :13.334) 저널에 게재되었다. 또한 교수는 국외로 활발히 교류하여 2022년 일본의 Akihiko Terada 교수와 공동연구로 탄소원에 따른 아산화질소 배출량 변화(Chuang et al.)에 대한 연구를 진행했으며 이 또한 우수성을 인정받아 Water Research(IF:13.334)에 게재되었다.



2

[탄소원에 따른 아산화질소 배출량 변화 연구의 개요]

교수는 세계적으로 유명한 교수들과 활발히 교류하여 2022년 ASME(Asian Symposium Microbial Ecology)를 organizing committee로서 활약했으며, SCI(E)급 학술지인 Frontier in Microbiology 와 Journal of Microbiology and Biotechnology 저널의 editor로서도 활동 중이다. 이를 인정받아 2021년 하반기 한국과학기술한림원이 뽑은 '한국 과학 기술 미래 이끌 탁월한 젊은 과학자 33인'에 윤석환 교수가 뽑혔으며, 환경을 위한 연구를 계속 하고 있다.

한국 과학기술 미래 이끌 탁월한 젊은 과학자 33人

※ 길에경 기자 | ✉ kilpaper@hellodd.com | © 입력 2021.12.01 17:50 | 수정 2021.12.03 10:25 | 댓글 2

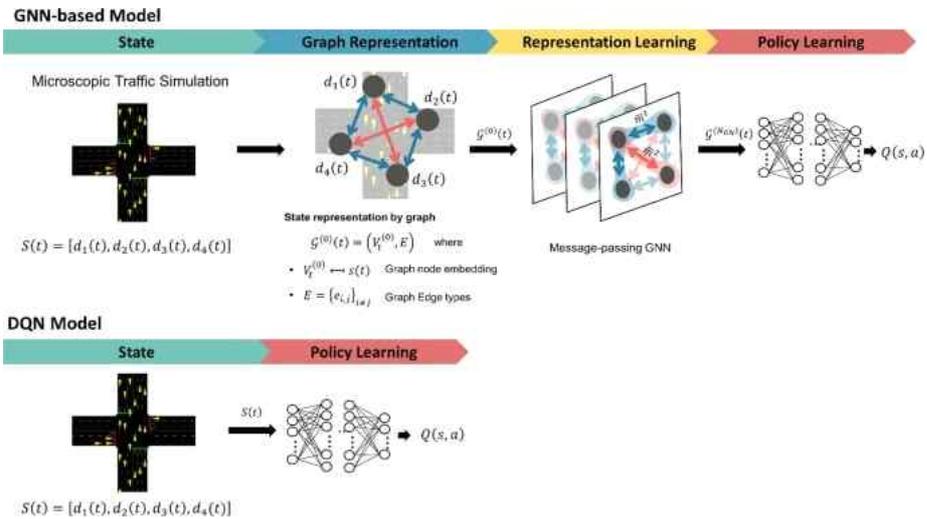


| 과기한림원, 43세 이하 우수성과 연구자 선정



[관련 기사]

교수는 그래프 중심의 교통 상태 표현 기반의 강화 학습을 통한 교통 신호 제어 연구를 수행하여 적응성과 범용성이 높은 신호 제어 모델을 훈련시켜 신호 제어 시스템 최적화 정책을 획득할 수 있음을 보였다. 교통 시뮬레이션에서 학습되는 신호 제어 모델은 사전 정의된 수요 시나리오의 한계로 인해 제한된 범위에 대해서만 탐색하게 되어 미경험 시나리오에 대한 적응성이 낮으나, 본 연구에서는 교통 상태를 그래프 구조의 데이터로 표현하고, graph neural network를 사용하여 압축 정보 그래프를 처리하여 훈련한 결과 교차로의 공간적 구조 특징을 학습하게 되어 미경험 테스트 수요 시나리오에 대한 적응성을 높일 수 있다.



[제안된 GNN-based 모델과 DQN 모델의 비교]

3

본 연구와 관련하여 강화 학습을 이용한 교통 신호 제어 시스템 최적화 정책 도출 내용으로 Transportation engineering 분야의 SCI(E)급 저널인 TRANSPORTATION RESEARCH PART C-EMERGING TECHNOLOGIES에 논문을 게재하였고, 2021년 도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램 노하우 기술을 (주)노타로 기술이전하였다.



ARTICLE INFO

ABSTRACT
Reinforcement learning (RL) has emerged as an alternative approach for optimizing the traffic signal control system. However, there is a restricted exploration problem encountered when a signal control model is trained with a predefined demand scenario in the traffic simulation. With the restricted exploration, the model learns a policy based only on partial experiences in the search space, which yields a partially-learned policy. Partially-learned policy fails to adapt to some unexplored ("unexplored", "never-before-seen") dataset that have different distributions from the training dataset. Although this issue has critical effects on training a signal control model, it has not been considered in the literature. Therefore, this research aims to obtain a transferable policy to enhance the model's applicability on unexplored traffic states. The key idea is to represent the state as graph-structured data, and train it using a graph neural network (GNN). Since this approach enables to learn the relationship between the features resulting from the spatial structure of the intersection, it is able to transfer the already-learned knowledge of the relationship to the unexplored data. In order to investigate the transferability, an experiment is conducted on the unexplored test demand scenario. For the evaluation, the performance of the proposed GNN model is compared with the conventional DQN model that is based on vector-valued state. At first, the models are trained with only a single dataset (training demand scenario). Then, they are tested with different unexplored datasets (test demand scenario) without additional trainings. The results show that the proposed GNN model obtains a transfer-

[게재 논문 초록]

기술실시 계약서 (동상실시권)

특허권자인 한국과학기술원(이하 "KAIST" 라 한다)의 연구결과물로 산출된 기술을 주식회사 노타(이하 "실시기업"이라 한다)에게 그 실시를 위하여 있어서 관련 제반사항에 대하여 다음과 같이 합의하고 실시계약(이하 "본 계약"이라 한다)을 체결한다.

제1조 (기술의 범위)
"본 계약"상의 "기술"이라 함은 하기를 말한다.
○ 노하우

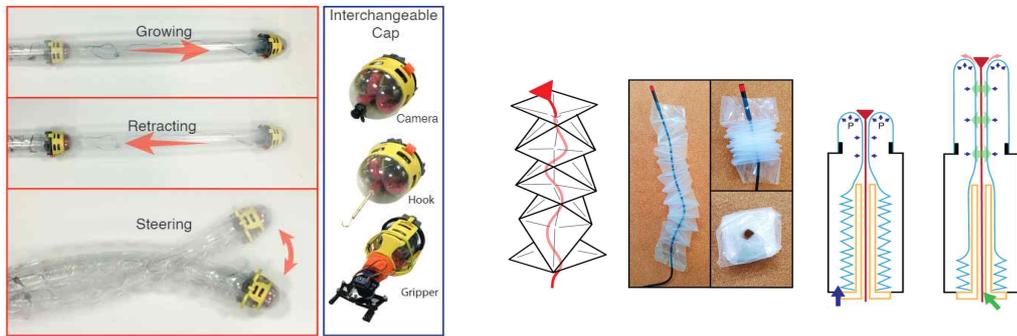
No.	노하우 기술 명칭	노하우 보유자
1	도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램	여희수 (50%), 김성훈(50%)

[기술이전 계약서]

연번

대표연구업적물 설명

교수는 '협소공간 탐지 및 구조를 위한 신개념 자라는 소프트 성장 로봇 (Vine Robot)' 연구를 수행하여, 끝 단에 도구나 센서를 부착할 수 있는 소프트 성장 로봇 팁 마운트와 카메라를 끝 단에 위치시킬 수 있는 종이접기에서 영감을 받은 새로운 재료 공급 미케니즘을 개발하였다. 본 기술 적용시 로봇 몸체의 좌굴 없이 성장 및 회수가 가능하며, 센서 및 도구에 대한 공간을 확보하여 기존 소프트 성장 로봇의 접근성과 사용성을 개선시켰다. 기존의 기술들과 비교하여 카메라나 그리퍼와 같은 장비를 장착하여 로봇이 다양한 임무를 수행할 수 있으며, 로봇 직경의 절반의 좁은 통로에서 카메라를 끝 단에 유지시키면서 통과할 수 있다.



[팁 마운트와 종이접기에서 영감을 받은 새로운 재료 공급 미케니즘 개요 및 기술 구성]

4

본 기술의 우수성을 인정받아 2020년 IEEE/RSJ IROS Best Paper Finalist와 2021년 RnA Magazine Best Paper Award에 선정되었으며, 기술과 관련하여 SCI(E) 급 논문 2편, 국외 학술 학회 1편, 국내 특허 등록 2건 등의 탁월한 실적을 달성하였다. 또한, 개발된 기술의 신규성·진보성 및 현장 적용성 등을 인정받아 KAIST 내부 및 외부 전문가로 구성된 9명의 심사단으로부터 2021년 KAIST 우수기술 TOP2로 선정되었다.



[Best Paper Award at IEEE Robotics and Automation Magazine]

2021 KAIST 기술이전 설명회

장소: 온라인 웨비나 (참석링크는 사전등록 신청자 개별 안내)
 *기술발표 후 ZOOM을 통해 1:1 연구자 상담 진행 (사전신청 필수, 접속방법 추후 개별 안내)

신청방법: 홈페이지 <https://techfair.kaist.ac.kr> 에서 사전 등록 / 스마트폰을 이용한 QR코드 접속 후 사전등록

신청기간: 2021. 9. 7. (화) 18:00 까지
 *사전등록 시, 1:1 연구자 상담 신청 가능(선착순 마감)

문의처: 한국대학신문 UNN / KAIST 기술이전지원센터

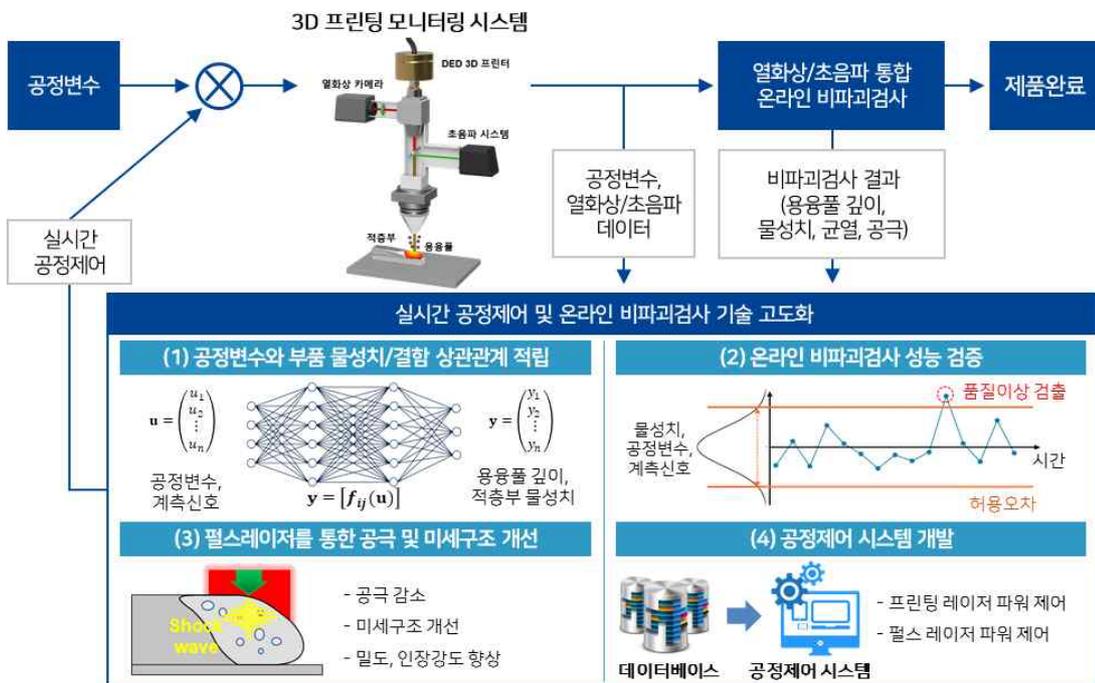
2021. 9. 14. (수) 13:30~

#유지한 KAIST 교수가 개발한 '바인(vine) 로봇'은 봉리 지역의 매물자를 탐지하고 구조할 수 있도록 나뭇가지나 뿌리처럼 자라는 식물의 줄기를 모사해 설계된 로봇 기술이다. 빠른 속도로 먼 거리까지 도달할 수 있으며, 좁은 틈은 높은 벽이끼리운 지형에서도 이동할 수 있다. 공사장 등에서 발생 하는 붕괴 사고 현장에서 불확실한 매물 위치를 순차적으로 탐색해낼 수 있다. 뿐만 아니라 매물자에게 빠르게 접근한 뒤 구조되기 전까지 물-음식-산소 등을 신속하게 공급할 수 있다. 생존 골든타임을 확보할 수 있다는 측면에서 의료용으로도 확장이 가능해 사업성이 높은 우수 기술로 평가받고 있다. 유 교수의 바인 로봇 기술은 '연장 방향 제어가 가능한 바인로봇' 등 관련 특허도 확보하고 있으며, KAIST 내부 및 외부 전문가로 구성된 9명의 심사단으로부터 TOP2 기술 중 하나로 평가받았다.

"연장 방향 제어가 가능한 바인로봇" 특허

[2021년 KAIST 우수기술 TOP2]

교수는 '온라인 비파괴 검사 및 실시간 3D 프린팅 공정관리' 연구를 수행하여, 3D 프린팅 제품 품질을 향상시키기 위한 열화상/초음파 검사 기술과 실시간 피드백 제어 기술을 개발하였다. 프린팅 노즐과 동축 설치되는 열화상 검사 기술 적용 시 수십µm 수준의 해상도로 용융풀을 관측, 그 깊이 등을 바탕으로 결합력을 실시간으로 예상할 수 있어 공정 중 프린팅 레이저 출력 조절 등의 즉각적인 대처가 가능하다. 초음파 검사 기술은 적층 제품의 인장강도, 포아송비와 같은 물성을 추정할 수 있으며, 내부 공극을 검출할 수 있다. 이러한 실시간 비파괴검사는 기존의 검사 기술과 비교하여 공정 중 각종 공정변수를 조정해 요구 품질을 만족시킬 수 있어 공정 효율을 극대화하고 시간적/경제적 손실을 최소화할 수 있다. 또한, 프린팅 레이저 외에 펄스레이저를 추가로 이용하여 내부 공극 생성을 억제하고 미세결정 구조를 개선하는 기술을 개발하였다. 위 연구업적물은 세계 최초/최고 수준으로 다가오는 4차 산업혁명 3D 프린터 분야에서 선두주자 역할을 하고 있다.



[3D 프린팅 공정 중 온라인 비파괴 검사 및 공정관리 기술 개요]

본 기술의 우수성을 인정받아 5회 이상의 국제학회 기조/초청 강연을 수행했으며, 정밀공학회 우수 발표상을 수상했다. 기술과 관련하여 SCI(E)급 논문 12편, 특허 등록 25건 등의 탁월한 실적을 달성하였다. 2021년 개발한 열화상 검사 기술을 ㈜인스텍으로 기술이전 하였으며 파생 기술 2건을 추가로 기술이전 하여 국내 기업의 성장 및 국가경쟁력 강화에 이바지하였다. 또한 리더연구자로서 YTN '브라보K사이언티스트'에 출연하였다.

기술실시 계약서(통상실시권)

특허권이인 한국과학기술원(이하 "KAIST" 라 한다)의 연구결과물로 산출된 기술을 ㈜인스텍(이하 "실시기업" 이라 한다)에게 그 실시를 위하여 있어서 관련 제반사항에 대하여 다음과 같이 합의하고 실시계약(이하 "본 계약" 이라 한다)을 체결한다.

제1조 (기술의 정의)
"본 계약" 상의 "기술" 이라 함은 하기 기술을 말한다.
○ 특허

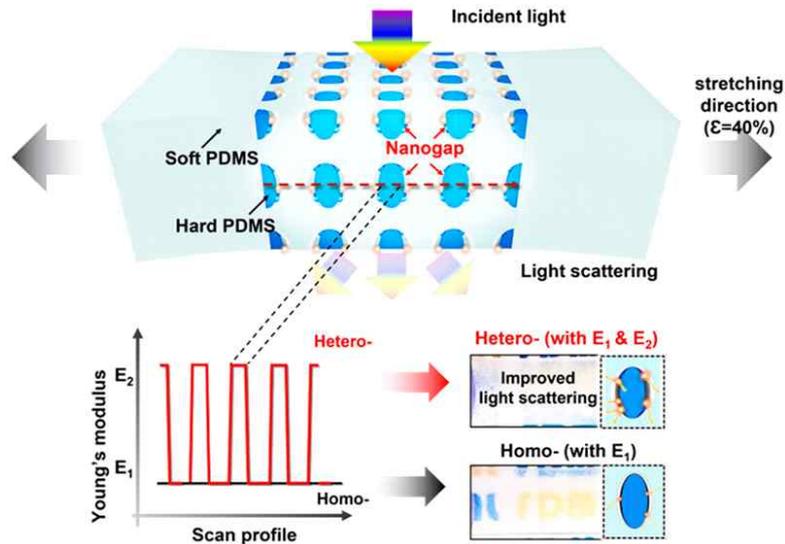
No.	관리번호	국가	출원번호	출원일	발명의 명칭
1	P-18239	KR	10-2019-0179188	2019-12-31	3D 프린팅 공정 중 형성되는 적층부의 용이를 증진하는 방법 및 장치 이를 구현한 3D 프린팅 시스템

[기술이전 계약서]



[YTN 브라보K사이언티스트]

교수는 스마트 윈도우, 인공 스킨, 인공 장기 등의 분야에 잠재력을 가진 광 변조 가능 Mechanochromic smart membranes 연구를 수행해, 고성능 광 변조가 가능한 나노복합체를 이용하여 낮은 변형률에서 구현이 어려웠던 기존의 문제를 해결하였음. 실험 및 모델 결과를 통해 계면에서의 변형이상 사이의 결합을 어렵게하여 수많은 나노갭을 생성함을 보여줌. 교수는 3차원 이중의 산란체를 유한요소해석 (FEA) 을 이용하여 나노갭 형성에 대한 이질성의 영향을 확인함. 최적의 3D 이중 산란체는 15%의 낮은 변형률과 82%의 높은 최대 명암비에서 달성할 수 있는 높은 투과율과 변조를 제공하였음. 이러한 3D 이중 설계 개념은 실용적인 의미의 고급 Mechanochromic smart membranes을 위한 다른 유형의 3차원 구조 및 재료 구성에 보편적으로 적용될 수 있을 것으로 예상됨.



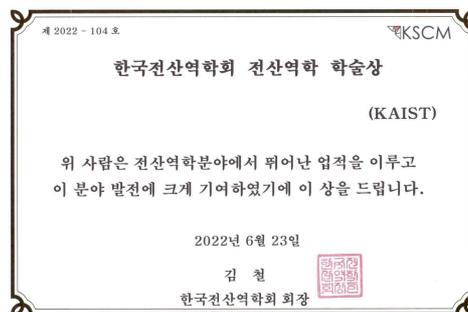
[Mechanochromic smart membranes 관련 연구의 개요]

교수가 Co-corresponding author로서 참여한 논문(제목: Interdigitated Three-Dimensional Heterogeneous Nanocomposites for High-Performance Mechanochromic Smart Membranes)이 국제적으로 최대 규모의 저명한 나노과학 분야 학술지인 ACS Nano에 게재되었다. ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS는 2021년 기준 피인용지수(Impact Factor)가 18.027에 달하는 주요 학술지이다. 이러한 우수 성과를 바탕으로 교수는 2022년 한국전산역학회로부터 전산역학 학술상을 수상함.

6



[ACS NANO 해당 권호의 표지]



[한국전산역학회 전산역학 학술상 수상 내역]

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1) 특허, 기술이전, 창업 실적

본 교육연구단의 참여교수들은 지난 1년간 특허 등록 19건 (국외 3건, 국내 16건)과 기술이전 6건의 성과를 달성하였다. 총 25건의 특허 및 기술이전 실적을 <표 3-4>에 정리하였다.

4차 산업혁명 및 스마트시티 개발과 관련한 주요 특허 및 기술이전 실적을 몇 가지 소개하자면 다음과 같다. 먼저, ○ 교수는 도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램 노하우를 (주)노타에 기술이전 하였다. 또한 ○ 교수는 반도체 칩 표면검사 장치 및 이를 이용한 반도체 칩의 표면검사 방법에 관한 특허 등록을 수행하였다. ○ 교수는 성장형 소프트로봇의 캡 어셈블리 및 이를 포함하는 성장형 소프트 로봇 개발과 관련된 특허를 등록하였다. ○ 교수는 탄소중립을 위한 알칼리 활성 슬래그를 포함하는 시멘트 조성물의 양생 방법과 관련된 특허를 등록하였다. 이외에도 4차 산업혁명에서 관심을 두고 있는 3D 프린팅 장치 기반 기술, 로봇공학 관련 기술, 건설 재료 응용 및 변화 측정 기술, 수처리기술 등과 관련된 다양한 연구가 수행되었다.

<표 3-4> 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	계열	세부 전공 분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 상세내용
대표연구업적물의 우수성						
1			이공 계열	구조 공학	특허	:
						포스트텐션 정착부의 파열력 평가를 위한 모델링 시스템
						대한민국
						10-2333777-0000
						2021
<p>본 발명의 스트텐션 정착부의 파열력 평가를 위한 모델링 시스템은 콘크리트의 정착부가 파열되는 거동을 모델링을 통한 유한요소해석으로, 기존 설계기준에서 사용하는 2차원 수치해석모델보다 정확하고 손쉽게 안전성 평가를 수행할 수 있다. 또한, 평가 시간 단축이 가능하며 평가에 필요한 비용을 절감할 수 있으며, 콘크리트의 강도에 따른 적합한 포스트텐션 정착장치를 쉽게 설계할 수 있고, 이를 산업현장의 다양한 환경에서 확장 적용할 수 있다.</p>						

2	대표연구업적물의 우수성				
	:	이공 계열	구조 공학	특허	강판 콘크리트 합성패널 및 최적 설계 방법
					대한민국
					10-2387214-0000
					2022
					<p>본 발명은 강판 콘크리트 합성패널의 특질적인 문제점인 콘크리트 측압에 의한 강판의 배부름 변형 및 국부 좌굴 현상을 해소할 수 있다. 또한, 강판 콘크리트 합성패널 제조 시 사용성과 안전성을 고려한 최적 설계가 가능하다. 강판 콘크리트 합성패널의 특질적인 문제점을 해결함으로써 경제성, 관리 효율성 및 품질에 대한 신뢰성을 높일 수 있다.</p>
대표연구업적물의 우수성					
3	:	이공 계열	지반 공학	특허	열전도도 측정 장치
					대한민국
					10-2365955-0000
					2022
					<p>본 발명은 탐침 센서부를 지중 전력구 주변의 지반에 관입하여 지중 전력구 주변 지반의 열전도도를 측정한다. 이는 비파괴 공법으로서 깊은 심도 및 다양한 지반에서의 열전도도 측정이 가능하고, 측정 결과에 대한 오차를 감소시켜 그 신뢰도를 향상시킬 수 있도록 한다. 또한 지중 전력구 주변의 지반의 열전도도를 적은 비용으로 비교적 작은 공간에서 빠르고 손쉽게 측정한다. 예를 들어 지중 전력구 굴착면 주변 지반의 종류, 토사 및 암반 지반에 관계없이 열전도도를 측정할 수 있다.</p>

4	대표연구업적물의 우수성				
	기	이공 계열	재료 학	특허	알칼리 활성 슬래그를 포함하는 시멘트 조성물의 양생 방법
					대한민국
					10-2357971-0000
					2022
					<p>본 발명은 양생 과정에서 온실 효과의 주범인 이산화탄소를 제거함에 따라 환경에 기여할 수 있다. 또한 양생에 걸리는 시간을 단축할 수 있고 양생된 시멘트의 강도가 향상될 수 있다.</p> <p>본 발명의 시멘트 조성물의 양생 방법은 고로 슬래그 미분말 및 알칼리 활성화제를 포함하는 시멘트 조성물을 제조하는 것으로 시멘트 조성물을 75% 이상의 상대 습도 분위기에서 양생하는 1차 양생 단계와 1차 양생된 시멘트 조성물을 3 내지 4bar의 이산화탄소 분위기에서 양생하는 2차 양생 단계를 포함한다.</p>
대표연구업적물의 우수성					
5	기	이공 계열	교량 공학	특허	교량의 변위를 추정하는 방법 및 전자 장치
					대한민국
					10-2387166-0000
					2022
					<p>본 발명은 변위 추정에 관한 것으로 보다 상세하게는 교량의 스트레인 및 가속도에 기초하여 교량의 변위를 추정하는 방법 및 이러한 방법을 수행하는 전자 장치에 관한 것이다. 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 교량의 변위를 추정하는 방법 및 전자장치에서는 변위 추정에 있어서 RLS 알고리즘을 사용하므로 스케일링 팩터를 주파수 도메인이 아닌 시간 도메인에서 추정할 수 있고, 상기 추정된 변위 및 추정된 스케일링 팩터가 고유 주파수의 정확성에 의한 영향을 받지 않으므로 교량의 변위를 보다 정확히 추정할 수 있다.</p>

대표연구업적물의 우수성					
6		이공 계열	교량 공학	특허	i
					초음파를 이용한 구조물의 인장응력 평가 방법 및 이를 위한 시스템
					대한민국
					10-2371273-0000
					2022
<p>본 발명은 인장응력 측정 기술 분야에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초음파의 전파속도를 이용하여 응력을 측정하는 기술에 관한 것이다. 초음파를 이용한 구조물의 인장응력 평가 방법 및 이를 위한 시스템이 개시된다. 다양한 온도에서 장력이 가해지지 않은 구조물 내에서 전파되는 초음파 신호를 계측한다. 일정한 온도 조건에서, 다양한 장력을 가하면서 상기 구조물 내에서 전파되는 초음파 신호를 계측한다. 구조물의 장력 및 온도 상태를 알 수 없는 조건에서, 상기 구조물 내에서 전파되는 초음파 신호를 계측한다. 온도에 따른 초음파 신호의 전파 속도 변화량을 보정하면서, 상기 구조물 내에서 전파되는 초음파 신호의 전파 속도를 측정하여 상기 구조물의 장력을 산출한다. 구조물의 장력 평가에 있어서 온도 정보 없이 초음파의 온도 보정이 가능하며, 로드와 같이 원기둥 형태의 구조물에 적용이 가능하다.</p>					
대표연구업적물의 우수성					
7		이공 계열	교량 공학	특허	.
					구조물의 진단 방법 및 진단 시스템
					중국
					ZL201910595014.5
					2022
<p>본 특허(구조물의 진단방법 및 진단 시스템, 등록번호 제 ZL201910595014.5)는 완전한 비접촉식 레이저 초음파를 이용한 구조물 결함검출 방법에 관한것이다. 두개의 레이저를 동기화하여 구조물에 가진하여 초음파를 생성시키고 Laser Doppler Vibrometer 로 센싱하는 시스템이다. 작은 레이저 빔 사이즈로 대상 구조물에 넓은 범위 주파수 신호를 만들고 큰 레이저 빔사이즈로 대상 구조물에 좁은 저주파신호를 만들어, 결함으로 인해 생성되는 피선형초음파성분을 분석하여 결함을 감지하는 기술을 개발하였다. 본 발명은 좁은 저주파수 신호와 넓은범위 주파수 신호가 동시에 가진됨으로써 비선형 초음파 성분의 발생시킬 확률을 높이고 대상 구조물이 손상이 없을때의 데이터에 의존하지 않고 즉 무기저(Reference free)방법으로 결함을 찾아낼 수 있다.</p>					

8	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교량 공학	특허	구조물의 진단 방법 및 진단 시스템
						미국
						11131651
						2021
<p>본 특허(구조물의 진단방법 및 진단 시스템, 등록번호 제 11131651)는 완전한 비접촉식 레이저 초음파를 이용한 구조물 결함검출 방법에 관한것이다. 두개의 레이저를 동기화하여 구조물에 가진하여 초음파를 생성 시키고 Laser Doppler Vibrometer 로 센싱하는 시스템이다. 작은 레이저 빔 사이즈로 대상 구조물에 넓은 범위 주파수 신호를 만들고 큰 레이저 빔사이즈로 대상 구조물에 좁은 저주파신호를 만들어, 결함으로 인해 생성되는 피선형초음파성분을 분석하여 결함을 감지하는 기술을 개발하였다. 본 발명은 좁은 저주파수 신호와 넓은범위 주파수 신호가 동시에 가진됨으로써 비선형 초음파 성분의 발생시킬 확률을 높이고 대상 구조물이 손상이 없을때의 데이터에 의존하지 않고 즉 무기저(Reference free)방법으로 결함을 찾아낼 수 있다.</p>						
9	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교량 공학	특허	반도체 칩 표면검사 장치 및 이를 이용한 반도체 칩의 표면검사 방법
						대한민국
						10-2399493-0000
						2022
<p>본 발명은 표면검사 장치 및 이를 이용한 표면검사 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 반도체 칩에 대한 비파괴 표면검사 장치 및 이를 이용한 반도체 칩의 비파괴 표면검사 방법에 관한 것이다. 본 발명은 주기성을 갖도록 변조된 연속파 레이저와 위상잠금 열화상 장치를 조합하여 표면검사 시간을 단축하고 표면 결함 검출 정확도를 높일 수 있는 반도체 칩 표면검사 장치를 제공한다.</p>						

10	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교량 공학	특허	구조물의 균열 검출 방법 및 검사 시스템
						대한민국
						10-2421090-0000
						2022
<p>본 발명은 구조물의 진단에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 구조물의 균열 검출 방법 및 상기 균열 검출 방법을 수행하는 검사 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 목적은 고반복률 펄스 레이저(high repetition rate pulse laser)에 의한 비선형 초음파 모듈레이션(nonlinear ultrasound modulation) 기법을 이용하여 실리콘 웨이퍼와 같은 타겟 구조물(target structure)의 균열(crack)을 효과적으로 검출할 수 있는 구조물의 균열 검출 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 고반복률 펄스 레이저에 의한 비선형 초음파 모듈레이션 기법을 이용하여 실리콘 웨이퍼와 같은 타겟 구조물의 균열을 효과적으로 검출할 수 있는 검사 시스템을 제공하는 것이다.</p>						
11	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교량 공학	특허	도막 두께 분포 시각화를 위한 능동형 열화상 장치 및 검사 방법
						미국
						11371839
						2022
<p>본 발명은 구조물에 도포된 도막층의 두께를 측정하는 기술 분야에 관한 것으로, 보다 상세하게는 도막층의 두께 분포를 시각화 할 수 있는 기술에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 도막에 대한 다수의 열화상 이미지에 기록된 열파의 분석을 통해 비접촉식 방법으로 도막 두께의 분포를 시각화 할 수 있는 방법과 이를 위한 장치를 제공하는 것이다. 본 발명은 외부 노이즈 열원 및 표면 반사로 유발될 수 있는 도막 두께 검사 에러를 최소화하는 방법과 이를 위한 장치를 제공할 수도 있다. 또한, 페인트의 물성을 고려한 열화상 이미지 보정을 통해 도막 두께 분포를 시각화하고, 이를 통해 도막 두께를 측정할 수 있는 방법과 이를 위한 장치를 제공할 수도 있다. 이외에도, 광학 부품의 활용을 통해 곡면부를 포함한 다양한 형상을 가진 구조물에 도포된 도막 두께를 시각화 할 수 있는 방법과 이를 위한 장치를 제공할 수도 있다.</p>						

대표연구업적물의 우수성						
12			이공 계열	로봇 공학	특허	성장형 소프트웨어의 캡 어셈블리 및 이를 포함하는 성장형 소프트웨어
						대한민국
						10-2377022-0000
						2022
						<p>본 발명은 바인로봇을 실제 현장에서 활용을 위해 고안된 발명으로, 작업용 디바이스를 안정적으로 고정시키기 위해 임의의 작업용 디바이스를 길이가 가변되는 성장유닛의 선단부에 안정적으로 구비될 수 있는 구조를 제공함에 따라, 다양한 작업을 원활하게 수행할 수 있는 장점을 가진다.</p>
대표연구업적물의 우수성						
13			이공 계열	로봇 공학	특허	절첩식 성장유닛을 포함하는 성장형 소프트웨어
						대한민국
						10-2397825-0000
						2022
						<p>본 특허(절첩식 성장유닛을 포함하는 성장형 소프트웨어, 등록번호 10-2397825-0000)는 종이 접기에서 영감을 얻은 새로운 재료 공급 메커니즘을 제안하고, 로봇 성장 동안 로봇의 모양을 변형하고 성장하는 로봇의 자연스러운 능력을 유지하면서 로봇이 성장하는 동안 로봇 팁에 카메라를 유지할 수 있는 매커니즘에 관한 것이다. 종이접기에서 영감을 받은 새로운 재료 공급 메커니즘은 베이스에서 팁까지 카메라의 경로를 보호하도록 설계되어 로봇과 독립적으로 카메라의 성장 속도를 제어할 수 있다. 이 매커니즘을 이용하여 끝부분의 카메라를 유지하면서 로봇 직경의 절반의 통로를 성공적으로 통과시킬 수 있다.</p>

14	대표연구업적물의 우수성					
			이공계열	로봇공학	특허	
						스tring 액추에이터 기반 외골격 로봇
						대한민국
						10-2392496-0000
					2022	
<p>본 발명의 string 액추에이터 기반 외골격 로봇은, string 액추에이터 기반의 구동유닛을 통해 사용자의 동작을 보조할 수 있도록 함으로써 자중 대비 높은 출력을 발생시킬 수 있는 것은 물론 안정적이고 효율적인 출력을 제공함에 따라 사용자의 허리 및 척추에 가해지는 부담을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 또한 본 발명은 전체적인 구조가 간단하고 인체공학적으로 설계됨에 따라 경량화 및 소형화가 가능하여 인체에 착용이 용이하다는 장점이 있다.</p>						
15	대표연구업적물의 우수성					
			이공계열	재료학	특허	
						콘크리트 구조물의 균열 감지장치
						대한민국
						10-2326548-0000
					2021	
<p>본 특허(콘크리트 구조물의 균열 감지장치, 등록번호 10-2326548-0000)는 탄소계 소재를 혼입한 시멘트계 물질의 저항 변화를 통해 콘크리트 구조물의 균열을 감지할 수 있는 감지장치를 제안함으로써 콘크리트 구조물의 균열을 원격으로 감지할 수 있어 직접 관측하기 어려운 부분의 구조물의 균열 감지 문제를 해결한 데 의의가 있다.</p>						

16	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	재료 학	특허	마그네슘 산화 염화물 시멘트 및 그 제조 방법
						대한민국
						10-2435016-0000
						2022
<p>본 특허(마그네슘 산화 염화물 시멘트 및 그 제조 방법)는 이산화탄소를 포집하는 산화마그네슘을 다량 확보할 수 있도록 화학 반응 중 수산화이온을 증가시키는 석회석과 실리카를 첨가하여 내구성 및 반응도가 증대된 것으로 일정 부분 이상의 강도와 이산화탄소 포집량을 극대화시키고, 실리카를 사용하여 산화부산물로 인해 발생하는 M-S-H 상으로 지반 주변의 흙과 하수도 오염을 미연에 방지할 수 있는 데 의의가 있다.</p>						
17	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	지반 공학	특허	바이오폐리머-함유 하이드로겔을 포함하는 부마찰력 저감용 주입재
						대한민국
						10-2362062-0000
						2022
<p>본 특허(바이오폐리머-함유 하이드로겔을 포함하는 부마찰력 저감용 주입재, 등록번호 제 10-2362062)는 바이오폐리머-함유 하이드로겔을 포함하는 부마찰력 주입재 개발 및 해당 주입재를 이용하는 지반 구조물의 시공방법과 지반 구조물의 시공성 향상, 그리고 지반의 개량방법에 관한 것이다. 바이오폐리머-함유 하이드로겔을 포함하는 부마찰력 주입재를 지반에 도포하며, 지반 구조물의 수직 시공, 지상 시공, 수평 시공, 말뚝 시공, 해체 시공 그리고 인발 시공시 지반의 토양 입자간 공극을 충전하여 토양과 지반구조물 간의 마찰을 저감시키는 효과를 보여준다. 또한 바이오폐리머-함유 하이드로겔의 함수비가 감소됨에 따라 바이오 필름이 형성되어 토양 입자 간의 결합력을 증가시킴으로써 지반의 강도를 증진시킨다.</p>						

18	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	지진 / 내진 공학	특허	기간 시설의 이미지를 획득하는 방법 및 장치
						대한민국
						10-2439142-0000
						2022
<p>본 특허(기간 시설의 이미지를 획득하는 방법 및 장치. 등록번호 10-2439142-0000)는, 드론과 영상 장비를 사용하여 교량 등의 기간 시설의 관리를 위한 이미지를 획득하고 이미지의 좌표를 얻는 방법 및 장치에 관한 것이다. 드론에 탑재되는 영상 센서를 이용하여 이미지가 제공되며, 이미지 분석 장치를 활용하여 기간 시설의 일부 또는 전부를 포함하는 점검의 관심 영역 복수 이미지 프레임 및 메타데이터를 장치로부터 수신한다. 제공되는 영상 및 메타 데이터를 활용하여 복수의 이미지 프레임을 결합하고 통합된 영상 데이터를 바탕으로 관심 영역에서 촬영되지 않은 누락 부분을 결정하는 분석 프로세서를 포함하고, 누락된 영역이 있을 때, 해당 부분에 관한 정보를 이미지 촬영 장치에 그 정보를 전송한다. 점검의 누락된 영역이 발생했을 때, 점검 비용이 증가하는 문제를 해결하기 위한 본 특허는 복수의 이미지 프레임이 결합될 때의 컴퓨팅 자원이 위치 정보 및 자세 정보등의 메타 데이터를 효율적으로 사용할 수 있어 적게 사용될 수 있으며, 점검에 누락된 영역이 신속하고 정확하게 결정됨으로써, 기간 시설의 점검을 위한 시간 및 비용을 절약할 수 있다.</p>						
19	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	환경 생물 학/ 미생 물학	특허	도전성 여과막 제조 장치 및 이를 이용한 제조 방법
						대한민국
						10-2307816-0000
						2021
<p>본 특허(도전성 여과막 제조 장치 및 이를 이용한 제조 방법. 등록번호 10-2307816-0000)는, 도전성 여과막 제조 장치 및 이를 이용한 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전기 도금을 이용하여 도전성 여과막을 제조하는 제조 장치 및 이를 이용한 제조 방법에 관한 것이다. 수처리 공정에서 여과막을 통한 공정은 높은 분리 성능과 수질 안정성, 유지 보수의 용이성 및 운영의 용이성으로 인해 범용적으로 사용되고 있다. 여과막을 통한 탈수 과정에서 수질 내에 존재하는 이물질, 즉 오염 물질로 인해 막의 공극이 막히거나 막의 표면에 이물질이 적층되는 등의 막 오염 현상이 발생하며 이로 인해 효율이 저하되고 운전 비용이 증가하는 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 발명은 개발되었으며, 막 여과 공정에서 발생하는 막 오염 현상을 방지할 수 있는 도전성 여과막 제조 장치 및 이를 이용한 제조 방법을 제공할 수 있다.</p>						

20	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	수질 처리	기술 이전	메탄 생산 기술
						주식회사 이에프
						70,000,000원
						2022
<p>본 기술은 고순도 메탄 생산장치로서 수소를 이용한 메탄 생성균에 외부탄소원 뿐만 아니라 바이오가스를 불어넣어줌으로써 보다 바이오가스 내의 메탄 순도를 향상시킬 수 있는 기술이다. 본 기술을 통해 추가적인 바이오가스 정제공정 없이도 고순도의 메탄을 생산할 수 있어, 향후 탄소중립사회에서의 바이오가스 생산 분야에서 핵심 기술로 활용될 것으로 기대된다.</p>						
21	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교량 공학	기술 이전	열화상 영상계측 및 열파 시각화 기술
						(주)하나기술
						100,000,000원
						2022
<p>강구조물의 도막은 외부 인자로부터 강구조물을 보호하여 내구성을 유지시키는 역할을 하며, 도막의 상태에 따라 구조물의 내구성이 저하될수도, 유지될 수도 있다. 도막 상태 평가는 도막의 두께가 적절히 유지되고 있는지와 도막에 부식, 박리, 체킹, 초킹 등 관련 시행령에서 규정하고 있는 열화가 발생했는지에 따라 그 등급이 산정된다. 현재 도막 상태평가 방식은 도막 두께 검사와 열화 검사가 별도 진행되고 있으며, 두께 검사의 경우 국부역역만 측정 가능한 초음파 장비를 사용하고 있어 미세한 도막 두께 변화를 탐지할 수 없다. 또한 열화 검사는 검사자의 육안에 의해 수행되고 있으며 검사자의 주관 또는 접근성에 따라 그 결과가 상이할 수 있다. 본 기술에서는 열화상 시스템과 비전 시스템을 융합한 강구조물 도막 상태 평가 시스템을 개발하였으며, 도막 두께 검사와 열화 검사를 동시에 수행할 수 있다. 또한 검사 대상 전면적에 대해 도막 두께를 정량화 및 시각화할 수 있으며, 열화 탐지, 분류 및 정량화 또한 가능하다. 검사 결과를 이용하여 최종적으로 상태평가 보고서 발행까지 가능한 기술을 개발하였으며 기존 주관적 검사 방식에서 객관적 검사 방식으로 전환이 가능하다.</p>						

22	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교량 공학	기술 이전	구조 변위 추정 방법 및 이를 위한 시스템
						에스큐엔지니어링(주)
						50,000,000원
					2022	
<p>해당 기술은 변조형 연속 밀리미터파 레이더와 가속도계를 융합하여 구조물의 변위를 산정하는 기술이다. 구조물에 부착된 레이더와 가속도계는 각각 자연표적으로 반사된 레이더 신호와 구조물의 가속도를 계측하고 (1) 자동 초기보정 기법과 (2) 연속변위 예측기법을 적용하여 고정밀도/고샘플 주파수 변위를 획득함. RTK-GNSS 경우 멀티패스 문제 등으로 인해 정적 변위 정확도가 낮음. 해당 기술의 밀리미터파 레이더 데이터는 저주파수 대역을 정확히 계측하여 정적 변위 추정 정확도가 향상된다.</p>						
23	대표연구업적물의 우수성					
			이공 계열	교통 관제 및 운영	기술 이전	도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램 노하우
						(주)노타
						30,000,000 원
					2021	
<p>도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화 시뮬레이션 방법 및 컴퓨터 프로그램에서는 교통 시뮬레이션 분야에서 널리 사용되는 거시적 교통 모델인 Cell Transmission Model(CTM) 전략을 활용한다. 기존 CTM은 도로 구간을 한정된 수의 cell로 나누고, 개별 cell들의 진출입 교통량을 매 시간 단계마다 계산하여 교통 상태를 도출한다. 이러한 개념을 기반으로 개별 cell의 크기를 도로 네트워크로 단위로 확장하여 도시 지역 단위 교통량 이동에 대한 시뮬레이션 모델을 제시하였다. 시뮬레이션 실행을 위한 도로 구조, 교통량 등의 입력 설정은 오프라인으로 수행되며, 도로 지역별 교통량 이동 산출은 온라인으로 수행되도록 설계되었다. 기존의 시뮬레이션 방법은 일개 고속도로 구간에서 이동하는 차량들에 대한 미시적 주행 행태에 대한 구현에만 초점이 맞춰진 한계가 있었다. 이에 비해, 본 발명의 시뮬레이션은 도시부 도로 교통관제 측면에서, 도시부 도로의 도로망 셀 단위 교통량 변화에 대한 거시적 현상을 구현하는 것에 중점을 두고, 일개 도로 구간이 아닌 보다 넓은 지역 단위의 교통 상태 변화에 대한 모니터링이 가능하다.</p>						

24	대표연구업적물의 우수성				
					유기산에 의해 교차-결합된 바이오폴리머를 포함하는 흙 조성물 및 이의 제조 방법
		이공 계열	지반 공학	기술 이전	제영이엔씨
					10,000,000원
					2021
<p>유기산에 의해 교차-결합된 바이오폴리머 포함 흙 조성물은 물에 대한 저항성과 내구성을 향상시키는 역할을 하며, 흙의 초기 안정화 뿐만 아니라 중·장기 강도 증진 및 침식 억제에 탁월한 효과가 있다. 이는 흙의 공극을 교차-결합된 바이오폴리머가 매우 견고하게 채워 높은 수압 조건에서도 해당 지반의 투수성을 통제할 수 있기 때문이다. 또한 바이오폴리머는 탄화수소 계열의 고분자 재료로 생태계에 무해하여 환경 친화적이다. 본 기술은 건설 현장에서의 지반 개량, 법면 안정화, 지반 주입, 하천 주변의 제방 조성, 침식 억제 등 다양한 분야에 효과적으로 적용될 수 있다. 또한 내구성 및 지속성이 기존 바이오폴리머-흙 조성물보다 향상되어 시공 후 더 오랜 기간 안전성 확보가 가능하다.</p>					
25	대표연구업적물의 우수성				
					유기산에 의해 교차-결합된 바이오폴리머를 포함하는 흙 조성물 및 이의 제조 방법
		이공 계열	지반 공학	기술 이전	성우건설
					30,000,000원
					2021
<p>유기산에 의해 교차-결합된 바이오폴리머 포함 흙 조성물은 물에 대한 저항성과 내구성을 향상시키는 역할을 하며, 흙의 초기 안정화 뿐만 아니라 중·장기 강도 증진 및 침식 억제에 탁월한 효과가 있다. 이는 흙의 공극을 교차-결합된 바이오폴리머가 매우 견고하게 채워 높은 수압 조건에서도 해당 지반의 투수성을 통제할 수 있기 때문이다. 또한 바이오폴리머는 탄화수소 계열의 고분자 재료로 생태계에 무해하여 환경 친화적이다. 본 기술은 건설 현장에서의 지반 개량, 법면 안정화, 지반 주입, 하천 주변의 제방 조성, 침식 억제 등 다양한 분야에 효과적으로 적용될 수 있다. 또한 내구성 및 지속성이 기존 바이오폴리머-흙 조성물보다 향상되어 시공 후 더 오랜 기간 안전성 확보가 가능하다.</p>					

2) 특허, 기술이전, 창업 실적 계획

본 교육연구단은 스마트 사회기반 시스템을 구축하는데 핵심적으로 요구되는 첨단 기술을 개발하기 위한 연구를 계속해서 수행하고자 하며, 핵심 기술과 관련된 특허, 기술이전, 창업 실적을 차년도에도 지속적으로 달성하여 관련 분야의 연구역량을 크게 향상시키고자 한다.

2. 산업·사회에 대한 기여도

① 산업체 지원·사회문제 해결 관련 과제 수행

결과물의 즉시성을 요구하는 연구용역과제의 경우 산업사회 문제 해결 노력에 대한 표식이 된다. 지난 1년 동안 KAIST 건설 및 환경공학과는 **1,424,982 천원에 달하는 18건의 연구용역과제 (민간출연 2건, 정부출연기관 16건)를 수행**하였다. 대표적 산업체로 한국철도기술연구원 및 한국건설기술연구원과 위탁과제가 진행되었으며, 정부 및 지자체, 공공기관으로는 한국전력연구원, 국립환경과학원, 한국원자력연구원, 국립생물자원관, 국립재활원, 한국전자기술연구원, 한국수자원공사 등을 포함하여 사회 문제 해결 관련 연구용역을 수행하였다.

과제의 성격을 살펴보면 과학기술, 산업·사회 문제 해결이라는 큰 맥락 안에서 다양한 연구가 수행되었다. 도시 분야에서는 횡단보도 경고시스템, 구조물 안전진단 기술개발, 철도분야 인공지능 등과 관련하여 기술개발뿐만 아니라 실제 현실에 적용하기 위한 규모의 연구가 수행되었으며, 산업혁신 전략 중 인공지능 기반 스마트 건설 기술 지원에 부합된다. 미래기술 분야에서는 Acoustic emission 센서, 고에너지밀도 플라즈마 진단기술, 로봇기술 등의 신기술 연구과제가 진행되었다. 환경 분야에서는 정수처리공정에서의 오염물 거동 평가, 전기산화 기반 오염물 처리 기술, 3D 프린팅 기반기술 등과 같은 인류의 임박한 문제들을 해결하기 위한 연구들을 수행을 통해 사회 문제 해결에 이바지하고자 노력하였다([별표 3-3] 참고).

[별표 3-3] 용역과제 세부 내용

기간	재원	프로젝트 책임자	연구비 [천원]	연구제목	위탁기관
2021.11.01. - 2021.12.15.	민간			철도분야 인공지능 니즈 및 요구사항 조사 분석 용역(2021)	한국철도기술연구원
2021.11.03. - 2022.12.31.	민간			제방안정성 평가를 위한 물리탐사기법 도입 방안 개발(2021)	한국건설기술연구원
2020.06.16. - 2021.11.15.	정부			지반침하 예측 시스템 개발(2020)	한국전력연구원
2020.12.16 - 2022.01.21	정부			3D 프린팅 기술을 이용한 고효율 In-Line Mixer 개발(2020)	한국수자원공사
2020.12.16. - 2021.12.15.	정부			전도성 막전극을 이용한 RO 농축수 내 난분해성 유기물의 저에너지 전기산화기술(2020)	한국수자원공사
2021.05.13. - 2021.11.30.	정부			횡단보도의 보행자 및 차량안전 경고시스템 실증 사업(2021)	국토교통과학기술 진흥원
2021.05.25. - 2022.02.15.	정부			정수처리공정에서 마이크로바이옴의 거동평가 및 제어방안(I)(2021)	국립환경과학원
2021.08.25. - 2021.11.24.	정부			AE(Acoustic Emission) 센서 geometry 영향 모 델링(2021)	한국원자력연구원
2021.12.01. - 2022.05.12.	정부			횡단보도의 보행자 및 차량안전 경고시스템 실증 사업(2022)(2021)	국토교통과학기술 진흥원
2022.04.01. - 2022.12.15.	정부			글로벌 기술 전략 분석 플랫폼 연구개발(1 차)(2022)	미래과학아카데미

기간	재원	프로젝트 책임자	연구비 [천원]	연구제목	위탁기관
2022.04.01. - 2022.11.30.	정부			자생생물 탐색을 통한 생분해 물질의 원천기술 기반 연구(1차)(2022)	국립생물자원관
2022.04.01. - 2022.11.30.	정부			환경 중 메탄가스 발생량 평가를 위한 생물자원 탐색 (1차)(2022)	국립생물자원관
2022.06.01. - 2022.11.30.	정부			InSAR를 이용한 장기간 지반변형 모니터링 기법 개발(2022)	고려대학교 산학협력단
2022.05.04. - 2022.12.31.	정부			줄꼬임 구동기를 이용하는 소프트 상지 재활로봇의 중개 연구(2022)	국립재활원
2022.05.20. - 2022.12.15.	정부			정수처리 공정에서 마이크로바이옴의 거동 평가 및 제어방안(II)(2022)	국립환경과학원
2022.03.30. - 2022.11.30.	정부			전기전자부품공정 작업자 암묵지 취득을 위한 마스터-슬레이브 제어 알고리즘 개발(2022)	한국전자기술연구원
2022.08.08. - 2022.11.30.	정부			삼축내진말뚝 내진성능 검증을 위한 동적원심모형 실험(2022)	한국건설기술연구원
2022.08.16 - 2022.12.15	정부			시간이력 해석을 통한 음향방출센서 성능 예측 (2022)	한국원자력연구원

② 산업체 지원활동 현황

1) 산업혁신 지원 실적

연구용역과 기술이전 이외에도 중소기업 창업 및 기술지원을 위한 비상근 등기이사 형태의 지원 활동과 일회성이 아닌 기간별 산업체 자문 활동을 활발히 수행 중이다 (5건) ([별표 3-4] 참고). 이와 더불어, 학교 내의 교육 및 연구기반 산업체와 교류를 통하여 스마트 사회기반 시스템 기술 또는 신기술을 지원하고자 한다.

[별표 3-4] 산업체 지원활동 현황

기간	성명	기관명	활동목적
2021.09.17.- 2021.09.17.	·	(주)이니씽크	자문위원
2021.11.05.- 2022.05.04.	·	(주)디텍	자문위원
2022.02.14.- 2022.03.13.	·	현대엔지비주식회사	자문위원
2022.05.01.- 2023.04.30.	·	주식회사 이에프	자문위원
2022.05.31.- 2022.08.30.	·	(주)대우건설	자문위원

2) 산업혁신 지원

본 교육연구단은 산업혁신 지원을 위한 전략으로 1) 인공지능 기반 건설기술 지원, 2) 오픈 데이터, 오픈 에듀케이션 전략, 3) 신기술 창업 및 중소기업 기술 지원, 4) 글로벌 사업화 지원을 계획하였다.

인공지능 기반 건설기술 지원의 경우, 인공지능 기술동향을 제공하고 인공지능 기반 스마트 인프라 기술을 선정하고 기술세미나를 제공하고자 하였다. 최근 1년간 자문위원 활동을 통하여 인공지능 관련 기술동향을 제공하고자 하였으며, 온라인을 통한 1건의 세미나를 제공하였다. 스마트 기술 선정 및 기술 제공을 위하여 더 적극적으로 활동하고자 한다.

오픈 데이터, 오픈 에듀케이션 전략의 경우 5건 이상의 데이터 세트를 공개 및 데이터 기반 연구를 활성화하고, STAR-MOOC 및 유튜브를 통하여 5개 이상의 인공지능과 지능형 교통체계와 관련된 강좌를 업로드하였다. 향후에도 2차년도까지 마련된 데이터를 기반으로 STAR-MOOC 및 유튜브 강좌를 통해 일반 및 산업체에 신기술 관련 정보를 꾸준히 제공하고자 한다.

신기술 창업 및 중소기업 기술지원의 경우, 사업기간 3건 이상의 교수 및 연구원 신규 창업 달성하고자 하며, 사업단 홈페이지를 통한 기술 내역 공개 및 기술 지원상담을 활성화하고자 한다.

글로벌 사업화 지원의 경우 중소기업들의 글로벌 지원 및 글로벌 사업 협력 지원모형 발굴을 목표로 하였으나, COVID-19로 인한 팬데믹 상황으로 인하여 최근 1년 동안은 글로벌 사업화 지원 활동이 어려웠다. 향후에는 지속적인 사회적 분위기 관찰 및 온라인을 통하여 더 활발하게 글로벌 사업 협력을 진행하고자 한다.

③ 사회 공헌·활동

1) 사회 문제 해결 실적

지역 사회와의 교류 및 활동에서 본 본 교육연구단 참여교수는 자문위원, 심사위원, 임원 (기획이사, 비상근 등기이사, 등) 등의 활발한 활동을 하였다. 최근 1년간 전체 20건의 교외 활동을 통하여 국가기관, 연구기관 등과 교류하면서 사회 문제의 발굴과 연구 네트워크 형성을 수행하였다([별표 3-5] 참고).

[별표 3-5] 사회 공헌 활동 현황

기간	성명	기관명	활동목적
2021.09.06.- 2021.09.06.		한국로봇융합연구원	자문위원
2021.09.15.- 2021.09.30.		한국수자원공사 충남중부권지사	자문위원
2021.09.24.- 2021.11.15.		한국수자원공사	자문위원
2021.10.15.- 2021.12.15.		정보통신정책연구원	자문위원
2021.11.01.- 2023.10.31.		한국연구재단	자문위원
2021.11.04.- 2021.12.06.		한국기술교육대학교	학위논문 심사
2021.11.10.- 2021.12.15.		한국지질자원연구원	자문위원

기간	성명	기관명	활동목적
2021.11.24.- 2021.12.19.		한국원자력연구원	자문위원
2021.12.03.- 2023.09.19.		한국환경공단	자문위원
2021.12.28.- 2022.02.28.		연구개발특구진흥재단	자문위원
2022.02.22.- 2024.02.21.		한국철도공사	평가위원
2022.02.22.- 2024.02.21.		한국철도공사	자문위원
2022.03.24.- 2022.03.25.		한국지질자원연구원	자문위원
2022.03.25.- 2023.02.28.		한국과학기술한림원	공학부 운영위원회 의원
2022.04.01.- 2022.09.30.		한국원자력환경공단	자문위원
2022.05.09.- 2022.07.08.		한국전산구조공학회	자문위원
2022.05.09.- 2022.07.08.		한국전산구조공학회	자문위원
2022.05.23.- 2022.06.22.		한국과학기술한림원	자문위원
2022.06.01.- 2022.12.31.		한국건설기술연구원	자문위원
2022.06.13.- 2022.06.30.		충청남도 준비위	준비위원

2) 사회 문제 해결 계획

본 교육연구단은 사회 문제 해결을 위하여 1) 사회 문제 발굴 및 지원 전략, 2) 글로벌 연구 네트워크 형성, 3) 사회 문제 해결 기술 사업화 지원을 전략으로 선정하였다.

사회 문제 발굴 및 지원 전략의 경우, 인류의 임박한 문제 해결을 위한 새로운 주제를 발굴하고 지원하고자 하였다. 이를 위해 다양한 기관들과의 교류를 위한 활동을 수행하였으며, 교류를 통해 인류가 해결해야 하는 주제를 발굴하고 연구과제로 선정하여 수행하고자 한다.

글로벌 연구 네트워크 형성의 경우, 해외 연구진과의 새로운 연구 및 교육 네트워크 형성과 공동세미나 개최, KKHTCNN, KKNN 등에서 사회 문제 해결 세션을 추가하는 것을 계획하였다. COVID-19로 인하여 최근 1년간의 활발한 활동이 어려웠으나, 향후에는 온라인 기반 교류를 통한 연구 네트워크 형성을 수행하고자 한다. 또한, 온라인 기반 세미나 및 학회개최에서 사회 문제 해결을 위한 세션 추가 및 논의를 수행하고자 한다.

사회 문제 해결 기술사업화 지원의 경우, 사회 문제 해결 기술 관련 정보를 홈페이지에 게시하고 사업화 가능한 항목들의 사업화 기술을 연구하고자 하였다. KAIST 건설 및 환경공학과는 학과 홈페이지에 연구 분야 항목에 수행 연구 및 업적을 게시하여 사회 문제 관련 기술정보에 접근성이 용이하게 하였다. 또한, 사업화 기술 연구를 수행할 수 있는 환경을 제공하여 본 교육연구단에 포함된 연구교수들이 지속적인 사업화 기술연구 수행이 가능하게 할 것이다.

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

본 사업단 참여교수들은 연구 분야별 국제학회 및 학술대회 등에서 선도적인 역할을 하고 있고, 특히 IACM (International Association for Computational Mechanics), ICCES (International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences), World Haptics Society 등 국제 최고권위 학회에서 6명의 사업단 소속 교수가 Fellow로 활동 중이며, 지난 1년간 총 3건의 국제학회 수상 및 32건의 초청 및 기조강연 실적, 31건의 국제 학술회의 조직위원장 및 사무국장 실적 등 매우 활발한 국제 학술 활동을 보여주고 있는 등, 국제적인 학술 활동에 있어 리더십을 발휘하고 있다. 이외에도 연구자의 국제적 인지도의 척도라 할 수 있는 국제 학술지 편집위원으로 총 14명의 참여교수가 활발한 활동을 보이고 있으며, 지난 1년간 총 50건의 편집위원 실적을 보이고 있다. 이러한 국제 학술활동 참여 활동 사항 중 분야별 대표적인 주요 실적들은 아래와 같다.

1) 국제학회/학술대회 활동 실적

1-1) 주요 수상 실적

본 사업단 참여교수들은 지난 1년간 총 3건의 국제 학술대회 수상실적을 보이는 등 연구 성과의 국제적 인지도에서 높아나가고 있다. 교수는 한국 대표로 2022 APEC 혁신연구교육과학상을 수상하였으며, 교수는 Korean Federation of Science and Technology Societies에서 최우수논문상 (Outstanding Paper Award)을 수상하였다. 교수는 Transportation Forecasting Competition (TRANSFOR 22)에 참가하여 3위에 입상하는 등 학술 및 연구 분야에서 국제적 위상을 지속적으로 높여가고 있다([별표 3-6] 참고).

[별표 3-6] 참여교수 국제 학술대회 수상 실적

교수명	수상일자	수상명	학술지/학회명
	2022.06.10	Korean Representative for 2022 APEC Science Prize for Innovation	Research and Education, Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC)
	2021.09.10	Outstanding paper award	Korean Federation of Science and Technology Societies
	2022.01.10	3rd place	Transportation Forecasting Competition (TRANSFOR 22)

1-2) 주요 초청강연 및 기조연설 실적

국제적으로 저명한 포럼, 국제학회, 주요기관 및 해외대학 등에서 총 32회의 초청강연 및 기조연설을 갖는 등 활발한 국제 연구 교류를 선도하고 있으며, 이는 관련 분야의 세계적 권위자로 인정받고 있음을 의미하는 동시에 앞으로 본 사업단의 지원으로 얻어진 성과를 국제학회 및 포럼 등을 통해 빠르게 전파할 수 있는 선도적 역량을 보유하고 있음을 의미한다. 초청강연의 주제들은 구조물 진단, 최적화, 에너지, 교통, 댐 구조물, 로봇 등 건설공학의 다양한 분야를 총망라하고 있다([별표 3-7] 참고).

[별표 3-7] 초청 및 기초강연 실적

교수명	활동내역	연도	주최 및 주제
	Invited talk	2022	군월드연구소 제 10회 정기 세미나, 군월드연구소
	Invited talk	2021	한국수자원공사/ CO2 Utilization: CO2 Treatment of Recycled Concrete Aggregates for Construction Materials
	Invited talk	2022	GEOMME/ Recent Research Activities on Landslides
	Invited lecture	2021	KAIST ILP 교육강좌/Use of microbial activities for subsurface engineering
	Invited talk	2022	France-UK-Korea miniworkshop on debris flow/ Recent research activities on landslides
	Invited talk	2022	UiT The Arctic University of Norway /Introduction to landslides and mitigation measure - Part A and C
	Invited talk	2022	Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway)/Recent research activities on landslides
	Invited talk	2022	Europe-Korea Conference on Science and Technology 2022, Analyzing urban spatial characteristics for sustainable and resilient cities
	Invited talk	2022	인천연구원, 스마트시티를 위한 도시분석 Urban Analytics for Smart Cities
	Invited talk	2022	대한국토도시계획학회+수자원공사, 송산GC 계획 고도화를 위한 워크샵, 도시 공간 구조에 따른 녹지 공간의 접근성 분석
	Invited talk	2022	인천대학교 - 인천도시공사 공동 3차 미래도시 포럼, 지방공기업의 스마트시티 발전방향 - 마곡 스마트시티를 위한 제언
	Invited Lecture	2021	KOICA 대전광역시 글로벌역량강화 (볼리비아) 사업, Analyzing Urban Spatial Characteristics for Smart Cities
	Invited Lecture	2021	2021 KOICA-베트남 역량강화 프로그램, Transit-Oriented Development
	Invited talk	2022	Driving the Circular Economy with Sustainable Materials, 2022 ASPIRE League Forum
	Invited talk	2022	Biological Conversion of Biogas into Carbon-Neutral Environmentally-Friendly Material, 2022 KORRA (Korea Organic Resources Recycling Association) Spring Meeting
	Invited talk	2022	Green Washing and Bioplastics, Department of Environmental Engineering, Jeonbuk National University
	Invited talk	2022	Green Washing and Bioplastics, Department of Urban and Environmental Engineering, UNIST
	Invited talk	2022	에너지기술연구원, 탄소중립을 위한 바이오 융합 기술
	Invited talk	2021	충북대학교 폐자원에너지화특성화대학원 사업단, The Role of Anaerobic Technology in a Carbon-Neutral Bioplastics Ecosystem
	Keynote	2022	8th World Conferecne on Structural Control and Monitoring (8WCSCM)
	Plenary speaker	2021	10th Australasian Congress on Applied Mechanics
	Plenary Talk	2021	Optics and Photonics
	Invited lecture	2021	University of Sydney
	Invited speaker	2022	University of adelaide
	Plenary speaker	2022	European Workshop on Structural Health Monitoring
	Keynote	2021	14th International Conference on Damage Assessment of Structures
	Invited talk	2022	고려대학교/스마트시티와 인공지능 모빌리티
	Invited speaker	2022	Norweigian University of Life Science
	Invited speaker	2022	Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology
	Invited Presentation	2022	경북대학교 / 지속가능 건설재료 최신 연구 동향
	Lecture	2022	The Korean Geotechnical Society-North America (KGS-NA) /

교수명	활동내역	연도	주최 및 주제
			Geotechnical Engineering for Sustainable Development
- - -	Plenary talk	2022	KSCM Annual Conference, Recent Developments of Pefidynamcis and Coupling Methodologies

1-3) 주요 좌장 및 위원회 실적

본 사업단 참여교수들은 각종 국제학술회의 조직위원장으로 활동하는 등 국제학술회의 조직 및 운영에 적극적으로 참여하고 있다. 대부분의 참여 교수들은 주요 국제학회, Workshop 등에서 한국조직위원장, Co-chair, Associate Chair, Committee member 등으로 활약해 왔다(총 31건). 특히, International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, SPIE Smart Structures, International Conference on Geomechanics and Engineering, International Conference on Computational Technologies in Concrete Structures, 등 정통 건설 분야 및 스마트, 방재 등에서 본 사업단의 국제적인지도 향상을 이루어 왔다([별표 3-8] 참고).

[별표 3-8] 좌장 및 위원회 대표 활동

교수명	활동내역	연도	주최
	위원회	2021	새만금개발공사
	General Council	2009-present	International Association of Computational Mechanics, IACM
	Secretary General	2021	The 2021 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM21)/The 2021 World Congress on Advances in Nano, Bio, Robotics and Energy (ANBRE21)
	Local Organizing Committee	2022	The 2022 World Congress on Advances in Civil, Environmental, & Materials Research (ACEM22)/The 2022 Structures Congress (Structures22)
	Nominated member	2018-present	TC306 Geo-Education, International Society and Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)
	Corresponding member	2018-present	TC308 Energy Geotechnics, International Society and Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)
	Local organizing committee member	2018-present	10th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics 2022 (ICPMG 2022)
	Chair-nominated member	2019-present	TC104 Physical Modeling, International Society and Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)
	Session Chair	2021	Korea Society of Waste Management (KSWM), Organic waste treatment and recycling
	Award Selection Committee	2003-present	The International Workshop on Structural Health Monitoring
	Program Coordinator	2008-present	The International Summer Camp on Smart Structures Technology
	International Organization Committee	2009-present	International Workshop on Structural Health Monitoring
	Symposium Chair	2021	Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers
	Editor	2021	Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers

교수명	활동내역	연도	주최
	Committee	2021	International Workshop on Structural Health Monitoring
	Conference Chair	2022	the SPIE Conference on Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical and Aerospace Systems
	Organizing Committee	2022	International Workshop on Structural Health Monitoring, Stanford, CA
	Award chair	2021	The 21st International conference on control, automation and systems
	Organizing Committee	2022	The 12th Asian Symposium on Microbial Ecology (ASME 2022)
	National Advisor	2014-present	ICAO Safety Management Panel (SMP)
	UAS system standardization	2016-present	International Standardization Organization (ISO) UAV SC16
	UTM related research and policy	2017-present	U.S. National Academies of Science Transportation Research Board (TRB), UAV Subcommittee
	Editorial Advisory Board Member	2014-present	International Journal of Damage Mechanics
	회장	2022	Computational Structural Engineering Institute of Korea
	Minisymposium Organizer	2022	International Association for Computational Mechanics (IACM), The Japan Society for Computational Engineering and Science (JSCES)
	Minisymposium Organizer	2022	International Association for Bridge Maintenance And Safety
	부회장	2021	Korea Society of Civil Engineers
	Program Committee Member	2013-present	SPIE Smart Structures + NDE: (Conference 12043) Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems XVI
	Secretary	2014-present	Asia-Pacific Network of Centers for Research in Smart Structures Technology
	Korea Representative	2011-present	ISSMGE - TC105 Geomechanics
	Program Committee member	2012-present	SPIE Smart Structures/NDE

1-4) 국제학회 석학회원 (Fellow) 활동

IACM (International Association for Computational Mechanics), ICCES (International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences), World Haptics Society 등 국제 최고권위 학회에서 6명의 사업단 소속 교수가 Fellow로 활동 중이다([별표 3-9] 참고).

[별표 3-9] 국제 저명 학회 Fellow 현황

교수명	기간	저널 및 학회에서의 직위	저널 및 학회명
	2019-현재	Vice president	Korea Society of Environmental Engineers
	2021-현재	Editor	Water research
	2021-현재	Senior Editor	KSCE Journal of Civil Engineering

교수명	기간	저널 및 학회에서의 직위	저널 및 학회명
	2014-현재	Editor	Environmental Engineering Research
	2017-현재	Director	Korean society of water environment
	2009-현재	General Council Member	International Association for Computational Mechanics (IACM)
	2017-현재	Fellow	SPIE (International Society for Optics and Photonics)
	2014-현재	Distinguished Fellow	International Conference on Computational & Experimental Engineering & Sciences (ICCES)
	2017-현재	General Council Member	International Association for Computational Mechanics (IACM)
	2018-현재	Organizing Committee	International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences (ICCES)
	2014-현재	Steering Committee	Asia Haptic Society
	2018-현재	Editor in chief	World Haptics Conference
	2018-현재	Distinguished lecturer	IEEE Robotics and Automation Society
	2019-현재	Steering Committee	World Haptics Society
	2021-현재	Co-chair	IEEE Technical Committee on Haptics
	2022-현재	Chair of IEEE RAS MAB Distinguished Lectures Program	IEEE Robotics and Automation Society
	2008-현재	Senior Editor	KSCE Journal of Civil Engineering
	2011-현재	Korea Representative	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) - TC105 Geo-mechanics
	2013-현재	Korea Representative	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) - TC308 Energy Geotechnics
	2015-현재	Editors-in-chief	Geomechanics and Engineering, International
	2022-현재	Editor in Chief	KSCE Journal of Civil Engineering

1-5) 국제 학술지 관련 활동 실적

본 사업단 참여교수 대부분이 분야별 세계 최고 수준의 학술지의 편집위원 및 위원장으로 활발한 활동을 하고 있으며, 지난 1년간 총 50건의 편집위원 활동이 있었다([별표 3-10] 참고).

[별표 3-10] SCI(E)급 국제학술지 편집장 실적

저널 및 학회명	교원명	저널 및 학회에서의 직위	임기 시작일	임기 종료일	기타 특이사항
Environmental Engineering Research		Topical Editor	2014.01	현재	
Applied Sciences		Editorial board member	2019	현재	
KSCE Journal of Civil Engineering		Associate Editor	2019.06	현재	
Water research		Editor	2021.03	현재	
Int'l Journal of Structural Engineering and Mechanics		Editorial Board Member	1999.03	현재	
Structural Engineering and Mechanics		Editorial Board member	2005	현재	

저널 및 학회명	교원명	저널 및 학회에서의 직위	임기 시작일	임기 종료일	기타 특이사항
International Journal of Computers and Concrete		Editorial Board Member	2010	현재	
Computers and Concrete		Editor in Chief	2016.08	현재	
International Journal of Geo-Engineering		Associate Editor	2015	현재	
Environmental Geotechnics		Editorial Board Member	2020	현재	
KSCE Journal of Civil Engineering		Associate Editor	2015	현재	
Journal of Structural Integrity and Maintenance		Editorial Board member	2016	현재	
Frontiers of Structural and Civil Engineering		Editorial Board Member	2019	현재	
Advances in Concrete Construction		Associate Editor	2022	현재	
Frontiers in Microbiology		Review Editor	2022.06	현재	
Frontiers in Chemical Engineering		Guest Associate Editor	2021.06	2021.12	
An International Journal of Structural Health Monitoring		Associate Editor	2004	현재	
An International Journal of Smart Structures and Systems		Editorial Board Member	2004	현재	
Korean Society of Nondestructive Testing		Borad Member	2010	현재	
Structural Control and Health Monitoring		Editorial Board Member	2011	현재	
KSCE, Journal of Civil Engineering		Editorial Board Member	2013	현재	
Advances in Structural Engineering		Editorial Board Member	2013	현재	
Journal of Nondestructive Evaluation, Diagnostics and Prognostics of Engineering Systems		Associate Editor	2017	현재	
ASME Journal of Nondestructive Evaluation, Diagnostics and PrognosticsofEngineeringSy stems		Associate Editor	2017	현재	
Ultrasonics journal		Associate Editor	2019	현재	
Sensors		Editorial Board Member	2019	현재	
Korean Society of Nondestructive Testing		Board Member	2010	현재	
Transportation Research part C		Editorial Advisory Board	2021.04	현재	
Springer Encyclopedia of Robotics(Robotic Interfaces)		Section Editor	2016	현재	SCI급에 해당하는 백과사전

저널 및 학회명	교원명	저널 및 학회에서의 직위	임기 시작일	임기 종료일	기타 특이사항
Mechatronics		Associate Editor	2020.02	현재	
IEEE Robotics and Automation Letters		Senior Editor	2020.02	현재	
journal of microbiology and biotechnology		Editor	2016	현재	
Frontiers in Microbiology		Associate Editor	2020.02	현재	
Journal of Microbiology and Biotechnology		Associate Editor	2020.02	현재	
Acta Geotechnica International Journal		Editor	2005	현재	
International Journal of Damage Mechanics		Editorial Advisory Board Member	2014	현재	
International Journal of Earthquakes and Structures		Editorial Board Member	2010	현재	
Advances in Materials Research		Editorial Board Member	2010	현재	
Coupled Systems Mechanics		Editorial Board Member	2012	현재	
Journal of Vibration and Control		Associate Editor	2015	현재	
Smart Structures and Systems		Editor in Chief	2018	현재	
KSCE Journal of Civil Engineering		Senior Editor	2008	현재	
Geomechanics and Engineering (GAE)		Editor in Chief	2009	현재	
KSCE Journal of Civil Engineering		Senior Editor	2012.01	현재	
Geomechanics and Engineering, International		Editors-in-chief	2015	현재	
KSCE Journal of Civil Engineering		Editor in Chief	2022.07	2024.06	
Computers & Structures		Editor	2011	현재	
Advances in Engineering Software		Editorial board member	2014	현재	
Journal of Peridynamics and Nonlocal Modeling		Editorial board member	2018	현재	
International Journal of Structural Stability and Dynamics		Editorial board member	2019	현재	

② 국제 공동연구 실적

본 사업단에서는 다양한 형태의 국제 공동연구가 활발하게 수행되고 있으며, 최근 1년간 구체적인 실적이 도출된 국제 공동연구는 총 4건이며 이에 대한 자세한 내용은 <표 3-6>에 기술되어 있다.

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연 번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1		Muhunthan, B.	미국/ Washington State University	Ta, X.H., Abbasi, B., Muhunthan, B., Noh, D.H., and Kwon, T.H. (2022) "Low-frequency seismic responses during microbial biofilm formation in sands", Environmental Geotechnics, 1-10.	https://doi.org/10.1680/jenge.21.00107
2		Chunlei Song	중국/Wuhan	Kim, D. D., Wan, L., Cao, X., Klisarova, D., Gerdzhikov, D., Zhou, Y., Song, C.*, Yoon, S.* (2021) Metagenomic insights into co-proliferation of Vibrio spp. and dinoflagellate Prorocentrum during a spring algal bloom in the coastal East China Sea near Xiamen. Water Res. 204:117625	https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117625
3		Akihiko Terada	일본 / Tokyo	Qi, C., Zhou, Y., Suenaga, T., Oba, K., Lu, J., Wang, G., Zhang, L., Yoon, S., Terada, A.* (2022) Organic carbon determines nitrous oxide consumption activity of clade I and clade II nosZ bacteria: genomic and biokinetic insights. Water Res. 209:117910	https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117910
4		Abu-Aisheh Emad, Amr T. Issam, Bamagain Rami, Fadhel A. Bandar	사우디아라비아/Saudi Aramco	Bae, J. H., Kim, S., Amr, I. T., Seo, J., Jang, D., Bamagain, R., ... & Lee, H. K. (2022). "Evaluation of physicochemical properties and environmental impact of environmentally amicable Portland cement/metakaolin bricks exposed to humid or CO2 curing condition". Journal of Building Engineering, 47, 103831.	http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103831

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

1) 해외연사 초청 세미나

국제 네트워크 구축 및 강화를 위해 해외 석학의 세미나를 초청하여 개최하였으며, 참여교수들 또한 해외기관 세미나에 참석하여 연구 교류를 위한 노력을 지속해왔다. 초청연사들의 소속기관은 미국의 University of Georgia, 싱가포르의 National University of Singapore, 네덜란드의 Netherland Institute of Ecology 등으로 다양한 대륙의 유수의 대학들과 연구 교류의 시간을 가졌다([별표 3-11] 참고).

[별표 3-11] 해외연사 초청 세미나 실적

세미나 개최 참여교수	초청 연사명	초청연사 소속기관명	대륙	대상 국가	세미나 개최일	세미나 주제
		National University of Singapore	아시아	싱가폴	2021.11.16	1st KAIST-NUS Joint Workshop on Membrane-Based Environmental Engineering Processes (Develop Better Ceramic Membranes for Water and Wastewater Treatment: Where Microstructure Marries, National University of Singapore
		National University of Singapore	아시아	싱가폴	2021.11.17	1st KAIST-NUS Joint Workshop on Membrane-Based Environmental Engineering Processes (Engineering membranes with controlled transport for molecular separation and fouling resistance: 2D materials and patterned membranes), National University of Singapore
		National University of Singapore	아시아	싱가폴	2021.11.18	1st KAIST-NUS Joint Workshop on Membrane-Based Environmental Engineering Processes (Surface-Patterned Ceramic Membrane to Alleviate, National University of Singapore
		National University of Singapore	아시아	싱가폴	2021.11.19	1st KAIST-NUS Joint Workshop on Membrane-Based Environmental Engineering Processes (The effects of antibiotics on nutrient removal in a low-energy no-aeration reciprocation membrane bioreactor), National University of Singapore
		Qingdao University of Technology	아시아	중국	2022.04.22	난분해성 유기오염 물질의 효율적인 분해: 폐기물에서 가치로 (Efficient degradation of recalcitrant organic pollutants: waste to value)
		University of Cincinnati, GIST	북미	미국	2022.05.18	In-situ Inactivation of Pathogens on Membrane Surfaces using Freestanding and Electrically Active Carbon Nanotube Films

세미나 개최 참여교수	초청 연사명	초청연사 소속기관명	대륙	대상 국가	세미나 개최일	세미나 주제
		University of Georgia	북미	미국	2021.09.02	Application of Ground Penetrating Radar Technology to Assess and Monitor Pavement Foundation Condition
		University of Georgia	북미	미국	2022.07.20	Transportation Geotechnics: From Resilient Behavior Modeling to GPR Application
		University of Albany, State University of New York	북미	미국	2021.11.23	Resource Recovery from Wastewater Using Novel Activated Carbon Membrane Electrodes
		University of California, Berkeley	북미	미국	2022.07.18	Sustainable Electric Mobility
		Texas A&M University	북미	미국	2022.07.25	State-of-the-art of Big Data Science and Integration
		University of Glasgow	유럽	영국	2021.11.17	New Data for Old Modes: Using Digital Footprint Data to Promote Active Travel in Cities
		University of Washington	북미	미국	2021.11.17	Chicago through time from the 1871 fire to the current smart and future hyperconnected city
		University of Cambridge	유럽	영국	2021.11.19	Digital Twinning for the Built Environment
		Purdue University	북미	미국	2021.11.19	Establishing Smart and Resilient Extraterrestrial Habitats
		University of New Mexico	북미	미국	2021.11.19	Human-Machine Interfaces for Structural Inspection Using Augmented Reality
		Missouri University of S&T	북미	미국	2021.11.19	Robot-assisted Bridge Inspection and Maintenance
		Netherland Institute of Ecology	유럽	네덜란드	2021.11.19	Environmental Biotechnology towards Net Zero Emission
		University of Illinois	북미	미국	2021.11.19	Environmental Biotechnology towards Net Zero Emission
		University of Washington	북미	미국	2021.11.19	Environmental Biotechnology towards Net Zero Emission
		Delft University of Technology	유럽	덴마크	2021.11.19	Environmental Biotechnology towards Net Zero Emission

특히, 2021년 11월에 “Digital Infrastructure Management for Next Generation” 이라는 제목으로 KAIST 건설 및 환경공학과 국제 워크숍 시리즈를 개최하였다. 각 트랙별로, ‘Better City and Smart Life Forum’, ‘AI + Future Mobility’, ‘Civil Digital Transformation and Beyond’, ‘Environmental Bio-technology towards Net Zero Emission’ 라는 제목의 워크숍을 개최하여 세계 석학들과의 국제 교류를 활발하게 진행한 바 있다.

Better City and Smarter Life Forum

Nov. 17 (Wed), 9AM~11:30AM (Korea Standard Time), <https://kaist.zoom.us/j/88038190029>

Organizer: Youngcheol Kim(KAIST)



Dr. David McArthur
 University of Glasgow
 New data for old modes:
 using digital footprint
 data to promote active
 travel in cities



Seungnam Kim
 Chung-Ang University
 Urban and Transportation
 Studies using VR
 Experiments



Prof. Sofia Dermisi
 University of Washington
 Chicago through time from
 the 1871 fire to the current
 smart and future
 hyperconnected city



Seunghyun Cha
 KAIST
 Virtual Architecture
 And Design

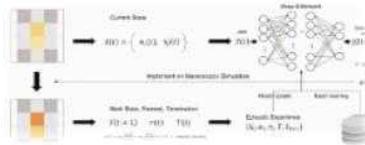
Discussion:

Prof. Jaeseung Lee, Seoul National University
 Prof. Sangwon Lee, Yonsei University
 Prof. Eunjee Cinn, Incheon National University

AI + Future Mobility

Nov. 17. 2PM~5PM (Korea Standard Time) <https://kaist.zoom.us/j/81257712574>

Organizer: Hwasoo Yeo (KAIST)



- Dr. Meead Saberi Kalae (University of New South Wales)
- Dr. Zuduo Zheng (The University of Queensland)
- Dr. Jiwon Kim (The University of Queensland)
- Dr. Inhi Kim (Kongju University)
- Dr. Keemin Sohn (Chung-Ang University)
- Dr. Jinwon Yoon (Nota Incorporated)



Civil Digital Transformation and Beyond

Nov. 19. 3PM~6PM (Korea Standard Time) <https://kaist.zoom.us/j/81830638004>

Organizer: Hoon Sohn(KAIST)

Dr. Ioannis Brilakis
 University of Cambridge,

Digital Twinning for the Built Environment



Dr. Fernando Moreu
 University of New Mexico

Human-Machine Interfaces for Structural
 Inspection using Augmented Reality

Dr. Shirley Dyke
 Purdue University

Establishing Smart and Resilient
 Extraterrestrial Habitats



Dr. Genda Chen
 Missouri University of Science and Technology

Robot-assisted Bridge Inspection and Maintenance



Environmental Bio-technology towards Net Zero Emission

Nov. 19 (Fri), 10AM~2PM (Korea Standard Time) <https://kaist.zoom.us/j/85245251800>

Organizer: Sukhwan Yoon(KAIST)



Dr. Paul L.E. Bodelier, Netherlands Institute of Ecology

"Steering microbiomes by organic amendments towards climate-smart agricultural soils"

Prof. Jeremy S. Guest, University of Illinois

"Quantitative sustainable design (QSD) to prioritize research, development, and deployment of technologies supporting circular economies"

Prof. Mari Winkler, University of Washington

"Understanding and mitigating Greenhouse gas emissions in natural and engineered systems"

Prof. David Weissbrodt, TU Delft

"Harnessing the metabolic versatility of purple phototrophic bacteria in scalable light-based bioprocesses for sanitation and water resource recovery"

Prof. Sukhwan Yoon, KAIST

"Towards improved management of the biological nitrogen cycle for greenhouse gas emission mitigation"



[그림 3-1] KAIST 건설 및 환경공학과 국제 워크샵 시리즈

추후 국제 네트워크 구축 및 강화를 위해 해외 석학의 세미나 초청을 보다 활발하게 진행함으로써 교류 및 협력의 기회를 넓히고자 한다.

2) 해외기관 세미나 참석

해외연사를 초청하여 연구 교류를 하였을 뿐만 아니라 참여교수 5명은 직접 해외기관 세미나에 초청되어 교류의 폭을 넓혔다([별표 3-12] 참고).

[별표 3-12] 해외기관 세미나 참석 실적

참여교수	세미나 개최기관명	개최국가	세미나 개최일자	세미나 주제
	GEOMME	노르웨이, Online	2022.01.13	Recent research activities on landslides
	France-UK-Korea mini-workshop on debris flow	노르웨이	2022.08.23	Recent research activities on landslides
	Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway), University of Tromso (Tromso, Norway)	노르웨이	2022.08.23	Introduction to landslides and mitigation measure - Part A and C
	Norwegian Geotechnical Institute (Oslo, Norway)	노르웨이	2022.08.29	Recent research activities on landslides
	ASPIRE League	대한민국	2022.07.05	2022 ASPIRE League Forum
	Distinguished Lecture Series, the University of Sydney	Online	2021.11.11	Structural displacement estimation based on multi-modal sensing data fusion
	10th Australasian Congress on Applied Mechanics (ACAM10) 2021	Online	2021.12.1~3	Real-time nondestructive testing during metal additive manufacturing
	KGS-NA	Online	2022.07.25	Geotechnical Engineering for Sustainable Development
	Norwegian University of Life Science	노르웨이	2022.08.11	A quest for identification of high-affinity N2O-reducing microorganisms in environmental systems
	Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology	스위스	2022.08.17	Microbial N2O reduction: physiological studies to practical applications

3) 향후 추진계획

사업기간 동안 COVID-19 상황에도 불구하고 온/오프라인 세미나를 통해 양질의 국제교류를 수행하였다. 특히 해외연사 초청 세미나의 경우 당초 목표였던 4건을 훨씬 상회하는 21건을 수행하였다. 향후 온라인을 통한 해외연사 초청 및 해외기관 세미나 참석을 적극 장려하여 COVID-19 상황 이후에도 국제교류의 폭을 더욱 넓히도록 한다.

또한, 본 교육연구단은 현재 체결되어 있는 국제 MOU([별표 3-13] 참고)나 수행 중인 국제공동연구 등 기구축된 국제 네트워크를 더욱 견고히 하고, 국제 교류 프로그램을 보다 적극적으로 참여하고 주관하여 한 단계 높은 수준의 글로벌 협력관계를 구축하고자 한다.

[별표 3-13] 국외 MOU 체결 현황

협약 체결일	협약기관	국가	협약내용	기간
2017.12.13	Tongji University	China	Memorandum of Student Exchange	5년
2018.01.01	University of California, Berkeley	USA	Memorandum of Understatnding	5년
2016.06.21	Universitas Katolic Parahyangan(UNPAR)	Indonesia	Memorandum of Agreement	-

이를 통해 해외 연사 초청 세미나 및 해외 기관 세미나 참석 횟수를 당초 목표 대비 2배이상 크게 향상된 최근 1년간의 실적을 차년도에도 유지하는 것을 목표로 설정하였다([별표 3-14] 참고).

[별표 3-14] 해외 세미나 초청 및 참석의 당초 목표 대비 실적 및 계획

항목	당초 목표	실적	계획
해외 연사 초청 세미나	4	21	15
해외 기관 세미나 참석	6	10	10

IV

4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	스마트 사회기반시스템 글로벌 인재 양성 교육연구단
교육연구단(팀)장명	정형조

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자 /수상일자 등	제목 /수상명 등	관련 URL
		주요내용 (200자 이내)			
1	기타	MBC 다큐프라임	2021.10.03	물로 빛은 연금술, 초순수를 아시나요	https://m.imbc.com/Vod/VodPlay?progCode=1000850100000100000&broadcastID=1000850100421100000
		<p>초순수의 개념 및 생산기술을 대중에게 이해하기 쉽도록 소개해주고, 대한민국 미래 산업의 핵심동력인 초순수 시장에 설명함</p> 			
2	기타	TJB 뉴스	2022.03.23	카이스트, 일산화질소로부터 암모니아 생산하는 고효율 전기화학 기술 개발	http://www.tjb.co.kr/news05/bodo/view/id/55486/version/1
		<p>배기가스 내 존재하는 일산화질소를 전기화학적 방법을 통하여 고부가가치 산물인 암모니아로의 전환 기술 개발한 것과 관련된 뉴스 보도</p>			



대한뉴스/시사매거진	2022.07.01	내 분야의 최고가 되라! '2022 혁신 리더 대상' 성료 / 혁신리더대상 (교육계부문)	http://www.dhns.co.kr/news/articleView.html?idxno=285444
------------	------------	---	---

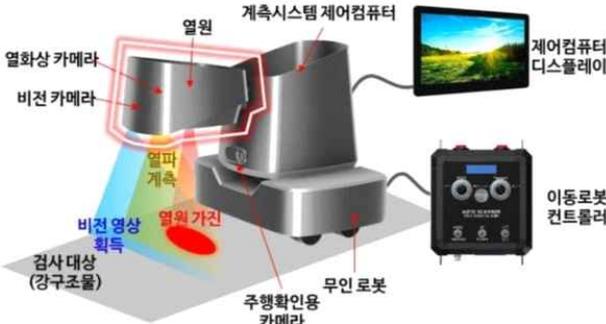


3

수상

4	기타	데덕뉴스	2021.11.16	가장 영향력 있는 상위 1% 연구자, 韓 현택환 등 47명	https://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=94916
<p>글로벌 학술정보 분석기업이 뽑은 가장 영향력있는 과학자</p>  <p>아래는 한국에서 연구성과를 내 HCR에 선정된 연구자(47명). ▲강기석(서울대, IBIS, 크로스필드) ▲강운규(서울아산병원, 크로스필드) ▲김기현(한양대, 공학 환경 및 생태학) ▲김대식(성균관대, 크로스필드) ▲김대형(서울대, IBIS, 재료과학) ▲김동원(서울대, 임상의학) ▲김중순(고려대, 화학) ▲김진수(IBS, 생물학 및 생화학) ▲김예린(서울대, 크로스필드) ▲노준홍(고려대, 크로스필드) ▲로드니 루오프(UNIST, IBIS, 화학, 재료학) ▲무함마드 칸(세종대, 크로스필드) ▲박근원(성균관대, 크로스필드) ▲박남규(성균관대, 화학, 재료과학) ▲박수진(연세대, 크로스필드) ▲박주현(영남대, 컴퓨터공학 공학 수학) ▲박영주(서울대, 임상의학) ▲백운규(한양대, 크로스필드) ▲백종범(UNIST, 크로스필드) ▲서성일(UNIST, 크로스필드) ▲신양국(한양대, 화학, 재료과학) ▲안영주(성균관대, 임상의학) ▲안준기(고려대, 공학) ▲악셀 뢰머만(BBS 부산대, 환경 및 생태학) ▲육용식(고려대, 환경 및 생태학 공학) ▲윤주영(서울대, 미생물학) ▲윤주영(이화여대, 화학) ▲이상수(연세대, 크로스필드) ▲이상업(KAIST, 생물학 및 생화학) ▲이영희(성균관대, IBIS, 크로스필드) ▲이태우(서울대, 크로스필드) ▲이현욱(UNIST, 크로스필드) ▲임성아(서울대, 임상의학) ▲임종환(경희대, 농학) ▲장석복(KAIST, IBIS, 화학) ▲장성희(경희대, 공학) ▲정현철(연세대, 임상의학) ▲조명철(연세대, 임상의학) ▲조승우(UNIST, 크로스필드) ▲조재필(UNIST, 재료과학) ▲전종식(서울대, 천문, 미생물학) ▲최원용(POSTECH, 크로스필드) ▲최장욱(서울대, 재료과학) ▲현희삼(세종대, 사회과학) ▲현택환(서울대, IBIS, 화학, 재료과학).</p> <p>클래리베이트, 2021 피인용 세계 상위 1% 연구자 발표 70개국 6602명, 미국 중국 영국 호주 독일 스페인 국내 서울대 11명 UNIST 7명 성균관대 5명 고려대 4명 한양대 4명</p>					
5	수상	YTN 사이언스 외 15건	2022.06.10	KAIST 명예욱 교수, APEC 혁신연구교육과학상 한국대표 선발	https://science.ytn.co.kr/program/program_view.php?s_mcd=0082&s_hcd=&key=20220
<p>명재욱 교수, APEC 혁신연구교육과학상 한국대표 선발</p> 					
6	기타	Newsweek	2022.05.31	Why Is Plastic So Nondegradable—It's All Natural?	Why Is Plastic So Nondegradable—It's All Natural?
<p>플라스틱 오염문제 해결을 위한 최근 개발기술 홍보</p> <p>HEALTH Why Is Plastic So Nondegradable—It's All Natural? BY JESS THOMPSON ON 5/31/22 AT 11:02 AM EDT</p>  <p>Plastics are made from crude oil buried deep underground. Jaewook Myung, an assistant professor of civil and environmental engineering at the Korea Advanced Institute of Science & Technology, tells <i>Newsweek</i> this oil is made from remains of very old living organisms, such as algae, bacteria and plants that have been buried for more than thousands and millions of years. Over time, the unique environment underground—high pressure, high temperature—gradually turns these remains into petroleum.</p>					

7	기타	매일경제	2021.09.01	온실가스 11% 줄인 LG이노텍, 협력사와 탄소중립 동행	https://www.mk.co.kr/news/business/view/2021/09/846008/
<h2 style="text-align: center;">온실가스 11% 줄인 LG이노텍, 협력사와 탄소중립 동행</h2> <p style="text-align: center;">매경·환경재단 주관, 제1회 대한민국 올해의 ESG 기업 선정</p> <p>삼성SDI, 배터리 업계 최초 해저광물 채굴금지운동 참여</p> <p>현대글로비스 지배구조 개선 이사회 독립성·다양성 강화</p> <p>친환경 공급망 공들이는 만도 품질부터 납품까지 상생 협력</p> <p>이사회 독립성을 강화하는 데도 집중하고 있다. 이사회 구성원 중 3명의 사내이사와 1명의 기타비상무이사는 이사회 추천으로, 5명의 사외이사는 사외이사후보추천위원회 추천으로 선임한다. 다양성도 함께 고려한다. 지난 3월 주주총회에서는 이사회 전원을 특정 성별로 구성하지 않는다는 사항을 정관에 반영했다. 당시 현대글로비스는 윤윤진 KAIST 건설·환경공학 부교수를 여성 사외이사로 선임했다.</p>					
8	기타	뉴스웨이	2022.02.23	"女사외이사 모셔라"...삼성·LG·현대 重 계열사 영입전	http://www.newsway.co.kr/news/view?ud=2022022316300917844
<h2 style="text-align: center;">"女사외이사 모셔라"...삼성·LG·현대重 계열사 영입전</h2> <p style="text-align: center;">김정훈 기자 등록 2022.02.23 16:39 수정 2022.02.24 07:23</p> <p>10대 그룹 상장사 여성 이사 출몰이 신규 선임 삼성전자 한화진 교수 내정...삼성전기는 이윤정 변호사 LG화학 이사 2명...디스플레이·이노텍 1명씩 신고 현대중공업 6개 계열사 첫 여성 사외이사 인선</p> <p>현대모비스는 강진아 서울대 기술경영경제정책대학원 교수를, 현대글로비스는 윤윤진 카이스트 건설환경공학 부교수를 각각 영입했다. 현대제철은 장금주 서울시립대 경영학과 교수가 이사회에 참여하고 있다.</p>					

9	기타	e대한경제	2022.06.10	[주목! 신기술] 에스큐엔지니어링 '인공지능 기반 계측시스템'	https://m.dnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=202206071905215230891
<p>강구조물의 도막상태를 평가할 수 있는 인공지능(AI) 로봇 기술이 국토교통부의 건설신기술 인증을 받았다. 9일 국토교통과학기술진흥원에 따르면 에스큐엔지니어링(대표 이래철)의 '강구조물의 도막 상태평가를 위한 인공지능 기반의 열화상 및 비전 융합계측시스템'이 최근 건설신기술(제933호)로 지정됐다. 한국과학기술원(총장 신성철)과 공동 개발한 신기술은 3개의 특허기술을 개량한 것이다. 로봇 등 비접촉식 장비를 활용해 강구조물의 도막 상태 등을 계측하는 기술로 높은 검사 정확도와 투입 인력 최소화에 따른 안전성 확보가 특징이다.</p> <p>[주목!신기술] 에스큐엔지니어링 '인공지능 기반 계측시스템'</p> <p>기사입력 2022-06-10 08:44:38</p> <p></p> <p>강구조물 도막 로봇 진단... 정확·안전성 'UP'</p> <p>사람 접근하기 어려운 위치까지 비접촉식 장비 활용 계측 가능 투입 인력 최소화... 안전 확보 평가속도도 기존 대비 300배 광주 제2순환로 현장 등에 적용</p>  <p>무인로봇 도막상태평가 시스템 개념도. 사진: 에스큐엔지니어링 제공</p>					
10	기타	한국강사신문	2022.05.18	카이스트, Crazy Day 아이디어 공모전 당선작 선정	http://www.lecturernews.com/news/articleView.html?idxno=97309
<p>KAIST(총장 이광형)은 6일 'Crazy Day 아이디어 공모전' 당선작 5개를 선정하여 18일(수) KAIST 공식 홈페이지에 최종 발표했다고 18일 밝혔다. KAIST는 파격(Crazy), 창의(Creative), 도전(Challenging), 배려(Caring) 등 KAIST의 실험정신과 혁신 정신을 담은 아이디어를 발굴하고 실행하고자 'Crazy Day 아이디어 공모전'을 3월 14일부터 4월 8일까지 개최했다. 공모 결과 총 847건의 응모작이 접수됐으며 창의성, 대중성, 현실성, 윤리성을 기준으로 총 3단계의 내부 심사를 거쳐 대상 1개, 최우수상 1개, 우수상 3개를 선정했다. Crazy Day 아이디어 공모전을 공동 기획한 손훈 글로벌전략연구소장, 신병하 학생생활처장, 이수진 학생정책처장은 "재미있고 참신한 아이디어를 제출해주신 국민분들께 진심으로 감사의 뜻을 전한다"라고 밝혔다.</p>					

카이스트, Crazy Day 아이디어 공모전 당선작 선정

✎ 정현희 기자 | © 입력 2022.05.18 13:00



Crazy Day 아이디어 공모전을 공동 기획한 **손훈** 글로벌전략연구소장, 신병하 학생생활처장, 이수진 학생정책처장은 “재미있고 참신한 아이디어를 제출해주신 국민분들께 진심으로 감사의 뜻을 전한다”라고 밝혔다.

동아건설 부동산 정책	2021.11.19	조끼 작업복에 에어백... 근로자 추락시 생명 구해	https://www.donga.com/news/article/all/20211118/110325798/1
-------------	------------	------------------------------	---

건설 현장 내 약 5m 높이에서 가설 구조물을 설치하던 건설 근로자가 추락했다. 사망 사고로까지 이어질 수 있는 위험한 순간, 불과 0.2초 만에 입고 있던 조끼가 부풀어 오르면서 에어백이 됐다. 자체 센서에서 추락을 감지하자마자 머리와 목, 척추 등 신체 주요 부위의 충격을 완화하기 위해 에어백 시스템을 작동한 것이다. 환자 이송의 골든타임을 확보하기 위해 사고 위치는 곧바로 관리자에게 전송된다. 빌딩이나 대교, 철로 등의 피로 균열을 실시간으로 감지해주는 무선 센서 기술의 도입 속도 또한 빨라지고 있다. 근로자가 접근하기 어렵거나 위험한 현장에 설치돼 사고 위험을 자동 감지해주는 만큼 현장 안전을 강화하는 데 효과적이다. 이미 인천 영종대교와 인천대교, 일산의 '두산 위브 더 제니스' 등에서 해당 기술이 적용됐다.

동아일보 | 경제

조끼 작업복에 에어백... 근로자 추락시 생명 구해

정순구 기자
입력 2021-11-19 03:00 | 업데이트 2021-11-19 04:22

이날 주제 발표에 나선 **손훈** KAIST 건설 및 환경공학과 교수는 “기술적으로 현장 안전성을 크게 높일 수 있지만 현장 도입 확대를 위한 사업 모델 구축은 숙제”라고 말했다.

11 기타

		KTV 국민방송	2021.10.02	A new extension of the digital new deal, the metaverse (디지털 뉴딜의 새로운 확장, 메타버스)	https://www.ktv.go.kr/program/home/PG2210019D/content/634085
12	기타	<p>코로나19 발생 이후 비대면 사회의 전환이 가속화되면서 생활양식과 산업현장이 언택트를 넘어 3차원 가상공간인 메타버스로 빠르게 변화하고 있다. 정부는 디지털 뉴딜을 통해 디지털전환 가속화와 메타버스 등 초연결 신산업 육성을 추진한다. 가상과 현실이 공존하는 '메타버스 시대'를 맞아 메타버스 기술은 무엇이고, 메타버스 세계의 확대에 나타난 사회 전반의 변화에 대해 이야기 나눈다. 정부는 다양한 기업들이 데이터를 축적·활용하고, 새로운 콘텐츠와 서비스를 개발하는 '개방형 메타버스 플랫폼'을 구축한다. 메타버스 콘텐츠 제작, 핵심기술 개발 등 정보통신기술(ICT) 융합 비즈니스를 지원할 방침이다. 공공 부문의 민간 클라우드 전환 촉진, 대규모 블록체인 확산 프로젝트 추진 등으로 디지털 시대 핵심 기반기술도 육성한다. 아울러 공급·수요기업, 이통사, 미디어 업계 등 181개 기업·기관이 함께 참여하는 '메타버스 얼라이언스'를 중심으로 민간이 주도하고 정부가 지원하는 메타버스 생태계를 조성해나갈 계획이다.</p> <p><small>국정기록(인터뷰 다류 정책예세이) 수시방송</small></p> <h3>디지털 뉴딜의 새로운 확장, 메타버스</h3> <p><small>회차: 13회 방송일: 2021.10.02 재생시간: 05:27</small></p> 			