

UNIST 도시환경공학과 건설·교통 고성능 재료 연구실



Innovative Materials for Construction & Transportation
Lab(IMCT), UNIST



표석훈 Sukhoon Pyo
UNIST 도시환경공학과 교수

1. 머리말

콘크리트학회지에서 건설재료의 중요성을 논하는 것은 마치 손흥민 선수가 축구에서 슈트의 중요성을 논하는 것과 같을 것이다. 건설재료 연구 중 고성능 콘크리트의 개발은 새로운 형태의 구조물을 설계/건설할 수 있는 상상력을 불러 넣어주는 일이며, 친환경 건설재료의 개발은 건설인으로서 전 지구적 환경문제 해결에 기여할 수 있는 것이다. 울산과학기술원(UNIST) 도시환경공학과 건설/교통 고성능 재료 연구실은 고성능 건설재료와 친환경 건설재료를 공부하고 연구하고 있다. 본 연구실은 2019년에 문을 열었으며, 현재는 연구교수 1명, 박사후연구원 1명, 박사과정 5명, 석사과정 2명이 재학 중이다. 상세 구성원 및 주요 연구 활동은 연구실 홈페이지 <https://imct.unist.ac.kr>에서 확인이 가능하다.

2. 주요 연구 분야

2.1 철도 소음/진동 저감용 메타콘크리트 연구

본 연구는 현재 열악한 환경으로 인식되고 있는 철도 운행선 주변 환경의 부정적 인식을 근본적

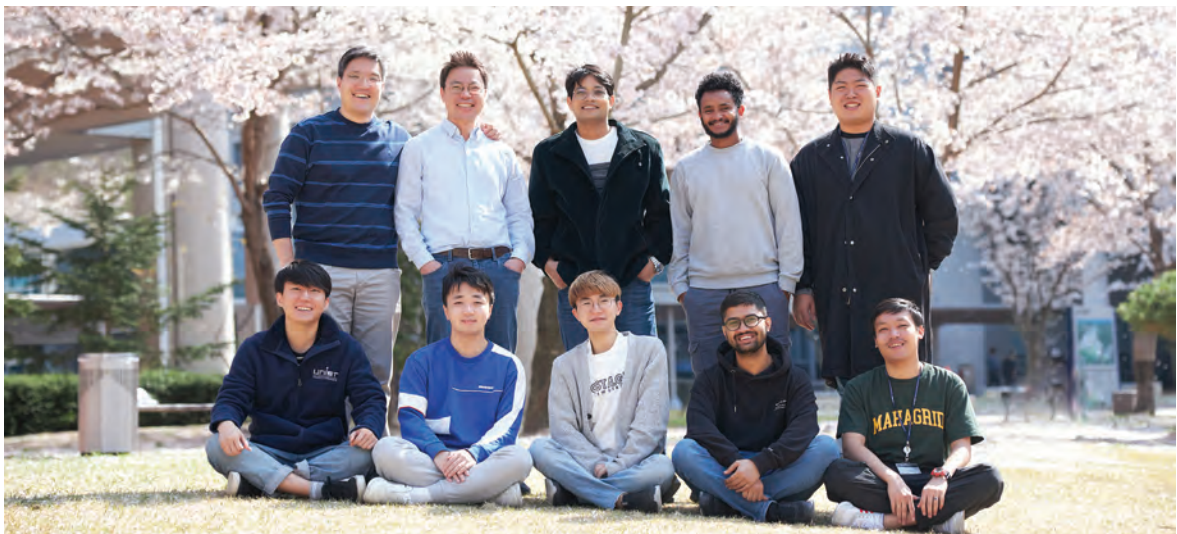


그림 1. 연구실 구성원들

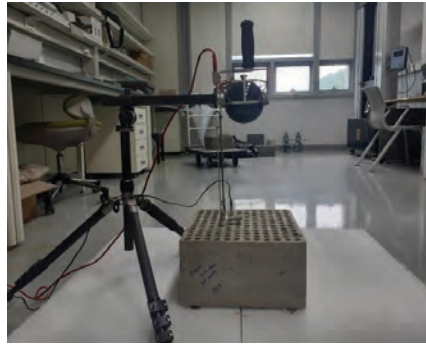
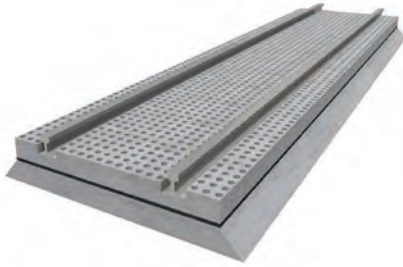


그림 2. 철도 소음 저감을 위한 천공형 콘크리트 궤도(안) 및 실험실 검증 실험

으로 개선하기 위해 방음벽 등의 전통적인 방식의 단점을 극복하고 공간 활용을 증진시킬 수 있도록 콘크리트 자체가 소음 및 진동을 줄이는 효과를 갖는 고성능 구조재료의 개발이다. 철도 소음 특성 및 진동 주기를 고려한 메타 구조를 적용하고 있으며, 다양한 다공성 재료들을 활용하고 및 공극 구조를 개발하는 연구가 진행 중이다.

2.2 초고성능 콘크리트(UHPC) 연구

본 연구는 압축강도 150 MPa이 넘는 UHPC의 Hyperloop 적용을 위한 진공 환경에서의 기밀특성을 분석하고, 여러 특수 UHPC 배합을 개발 및 연구하고 있다. 초고강도 발현을 위해 일반 콘크리트에 비해 2~3배 많은 시멘트를 사용해야 했던 배합에서 환경의 부담을 줄여줄 수 있는 무시멘트 UHPC 배합 연구, 천연 잔골재를 전혀 사용하지 않는 슬래그 골재 활용 UHPC의 self-sensing 성능 연구, 다공성 재료를 활용한 경량 UHPC 배합 개발 및 내구성 연구 등이 진행 중이다.

2.3 바텀애시 활용 연구

본 연구는 석탄화력발전소에서 지속적으로 발생하여 대부분 매립되고 있는 산업부산물 바텀애시를 건설재료로 대량으로 활용할 수 있는 친환경 기술의 개발이다. 바텀애시를 필러로 활용하는 페플라стик 철도침목 개발, 바텀애시로 잔골재를 치환하는 무시멘트 고성능 콘크리트 개발, 바텀애시를 지오폐플리머를 제조할 수 있는 물유리에 활용하는 연구 등이 진행 중이다. 특히 바텀애시 활용 페플라стик 철도침목은 서울교통공사 운영선에 시범 적용되어 장기 내구성 등을 검증하고 있다.

2.4 Geocement 연구

본 연구는 칼슘이 없는 지오폐플리머와 일반 포트랜드 시멘트(OPC) 페이스트를 혼합하여 새로운 구조재료인 Geocement를 개발하고 분석하는 것이다. 10분 이내의 초기 응결 특성과 80 MPa 이상의 28일 강도를 갖는 독특

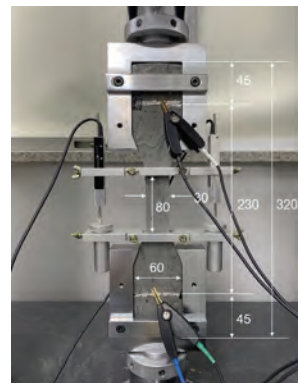


그림 3. UHPC 시편단위 기밀 시험 장치 및 인장 실험 과정

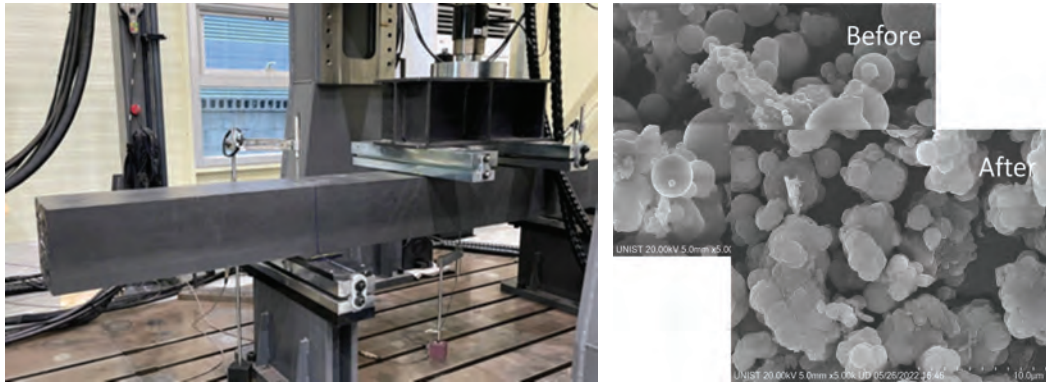


그림 4. 페플라스틱 철도 침목 구조시험 및 바텀애시의 물유리 활용을 위한 전처리 결과

한 특성을 갖는 배합 및 배합 방법을 개발하였으며, 화학 반응 메커니즘을 분석하였다. 3D 프린팅 등 다양한 적용을 위한 응결 시간 조절 연구, 빠른 응결 특성을 활용한 다공성 발포 재료 개발 등의 연구를 진행하고 있다. 본 연구실에서 개발한 Geocement는 일반 콘크리트에 비해 적은 양의 시멘트를 필요로 하므로, 친환경 건설재료라고 할 수 있고, 빠른 보수작업, 모듈화 건물 시공, 내마모성능이 요구되는 구조물 등에 적용 가능할 것으로 기대하고 있다.

2.5 폐콘크리트 미분말 활용 연구

본 연구는 폐콘크리트 재활용 과정에서 발생하여 대부분 매립되고 있는 폐콘크리트 미분말을 활용하여 시멘트 클링커의 50% 이상을 치환할 수 있는 친환경 바인더를 개발하는 것이다. 열처리와 기계적 가공을 통한 활성화 방법, 화학적 방법을 통한 활성화 방법 등을 활용하여 시멘트를 대체

하여 환경 문제 해결에 기여 가능할 것으로 판단하고 있다. 실용화 측면을 고려하여 폐콘크리트 미분말을 적용한 친환경 시멘트의 대량 생산 기술 개발 및 생애주기비용 분석 등의 연구를 진행하고 있다.

2.6 구조용 다공성 콘크리트 개발 연구

본 연구는 도시 홍수 문제 및 교통소음의 문제를 일으키는 콘크리트의 근본적인 문제를 해결할 수 있는 구조용 다공성 콘크리트를 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 일반적으로 공극률이 증가하면 강도와 내구성이 낮아지는 재료역학적 문제를 극복하는 것에 초점을 두고 연구하고 있다. 소성점도, 항복응력 및 접착성을 연구하여 바인더 재료의 레올로지 특성을 최적화하고 있으며, 투수계수 증대 기술, 보강근과의 결합강도 강화 기술, 내구성 및 피로성능 향상 등의 연구를 진행하고 있다.

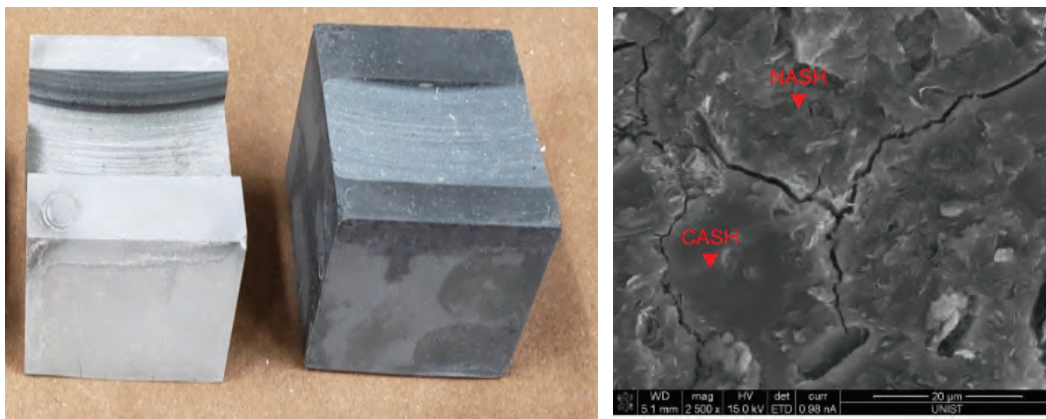


그림 5. 시멘트 대비 높은 geocement의 마모성능과 내부 화학구조 모습

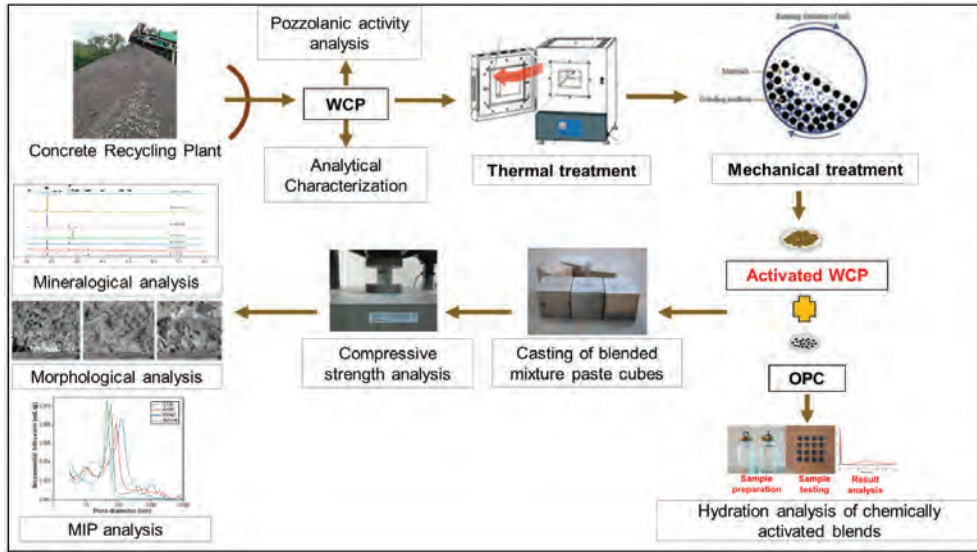


그림 6. 폐콘크리트 미분말 활용 과정



그림 7. 다공성 콘크리트의 피로시험 및 투수계수 측정

3. 맺음말

UNIST 도시환경공학과 건설/교통 고성능 재료 연구실은 2019년을 시작으로 많은 창의적인 연구진들이 다양한 건설재료 연구를 수행하면서 지속적인 발전을 거듭하고 있다. 고성능 건설재료와 친환경 건설재료 연구 분야에서 국내외 여러 연구그룹들과 협업을 통해 발전하고 있으며, 향후 더 좋은 연구 결과들을 발표하여 학계 및 산업계의 발전에 이바지하고자 노력하고 있다. 📧

표석훈 교수는 2014년 미국 University of Michigan, Ann Arbor에서 충격하중을 받는 초고성능 콘크리트(UHPC)의 인장거동에 관한 연구로 박사학위를 취득한 후 한국철도기술연구원에서 선임연구원으로 근무한 후 2019년부터 UNIST 도시환경공학과에 재직 중이다. 주요 관심 분야는 친환경 고성능 콘크리트 개발, 철도 소음/진동 저감용 메타콘크리트 개발 등이다.

shpyo@unist.ac.kr

담당 편집위원 : 조병휘(상명대학교) byoungcho@smu.ac.kr