1. 연구실(실험실): 복합재료구조실험실 (Composite Materials and Structures Lab)

장소: 기계관 225호, 연구동 309호　　홈페이지: cmslab.kau.ac.kr

2. 담당 교수

성 명	전공분야	연락처	메일주소
김상우	복합재/항공우주구조	02-300-0286	swkim@kau.ac.kr

3. 연구분야

- (역학 기반 + 인공지능 활용) 열경화성/가소성 복합재 공정에 의한 잔류 응력과 변형 연구
- 삭마량 계측 센서 개발과 삭마량 해석 기법 개발
- 항공기 가스터빈 엔진 케이스의 봉쇄 성능에 대한 고속충돌 해석과 시험
- 항공기 구조물에 대한 조류 충돌과 내추락 안전성 분석
- 전고체 기반 고강도 탄소 섬유 기반의 구조용 배터리
- 항공기 구성품 (저주기, 고주기) 피로 수명 예측
- 압전 센서와 광학 센서를 활용한 복합재 구조물의 손상 크기와 위치 탐지
- 복합재와 금속재 구조에 대한 다양한 구조 설계, 해석, 시험

4. 연구생 모집

- 모집 시기: 수시
- 학부 연구생: 0명
- 석사 과정:　0명
- 박사 과정:　0명
- 연구비 지급조건: 상담 후 결정

5. 연구실 장점

- 광범위한 인프라를 바탕으로 항공우주 구조물에 대한 해석·시험·제작의 통합 연구 수행
- Patran, Nastran, LS-Dyna, Abaqus, Ansys 등 구조 설계·해석 프로그램에 대한 고급 교육 제공
- 인공지능 및 딥러닝 기반 구조해석·설계 최적화 등 첨단 융합 연구 참여 기회 제공
- Autoclave, VARTM 등 다양한 복합재 제조공정과 기계적 물성시험에 대한 실무 경험 제공
- 졸업시 전문가 수준의 설계·해석 역량 보유
- 국내외 우수 저널에 많은 논문 게재 성과 달성
- 국내외 학술대회와 워크숍 참여 & 연구 성과 발표 기회 제공
- 국내 항공우주구조 분야의 대표적 연구실로서 강력한 취업 경쟁력 보유
- 국내외 항공우주 기업이 참여하는 대형 국가연구개발과제 수행 경험 확보

6. 최근 졸업생 취업 현황

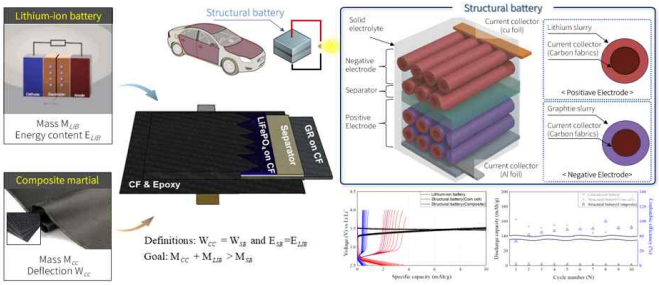
LIG넥스원(3명), 대한항공(1명), 한화에어로스페이스(1명), 현대중공업(1명), 한양이엔지(2명)

7. 연구실 홍보자료

연구 분야

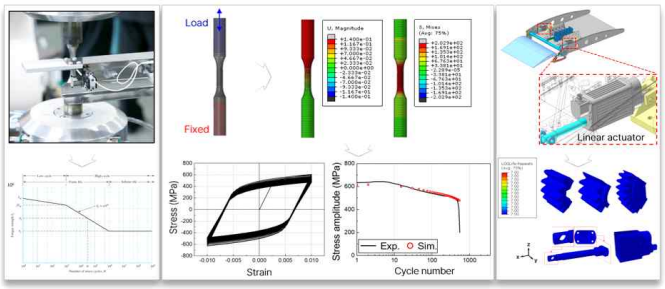
탄소 섬유 집전체와 유리 섬유 분리막 기반의 다기능성 구조 전지

✓배터리 구성 요소가 내장된 다기능성 에너지 저장 복합재
✓전기 에너지 저장 기능과 기계적 하중 지지 기능 동시 만족
✓에너지 저장 장치와 구조물 역할을 동시에 수행하는 구조 전지(Structural Battery) 연구



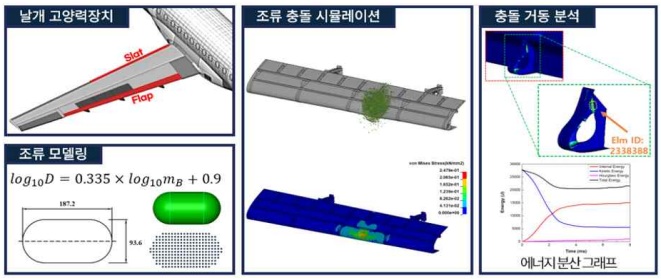
항공기 구성품 피로 수명 예측

✓ASTM 규격에 근거한 시편 단위 피로 시험 수행
✓피로 해석 기법과 수명 예측 모델 연구
✓항공기 금속-복합재 부품의 피로 수명 거동 분석과 수명 예측



항공기 날개 고양력 장치에 대한 조류 충돌 분석과 모사 시험

✓FAA/EASA 규정에 근거한 항공기 조류 충돌 요구도 분석
✓고양력 장치의 충돌 거동 분석을 위한 조류 충돌 시뮬레이션 절차 정립
✓금속재/복합재 적용 고양력 장치(Slat, Flap)에 대한 조류 충돌 시뮬레이션과 거동 분석



항공기 가스터빈 엔진 케이스에 대한 고속 충돌 시험과 해석

✓항공기 가스터빈 엔진 케이스의 설계와 고속 충돌 해석
✓항공용 소재에 대한 고속 충돌 해석과 시험을 통한 봉쇄(Containment) 성능 평가
✓엔진 케이스에 대한 고속 충돌 해석과 고속 충돌 시험을 통한 구조 안전성 평가



<항공기 엔진 케이스에 대한 고속 충돌 시험>

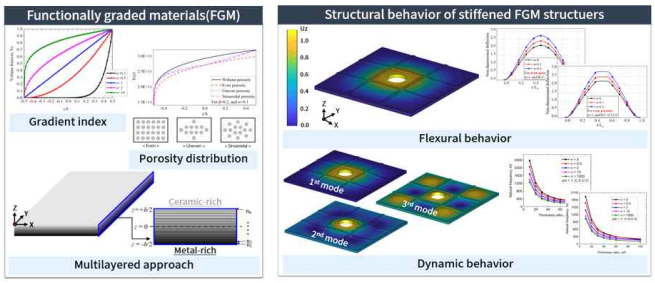


<항공기 엔진 케이스에 대한 고속 충돌 해석>

연구 분야

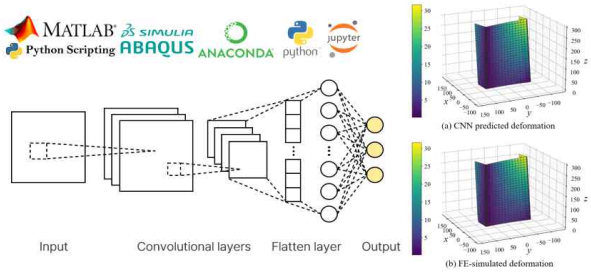
경사기능재료가 적용된 구조물의 구조 거동 분석

✓물성이 상이한 두 재료를 두께 방향에 따라 점진적으로 조성을 변화시킨 복합재료
✓MATLAB 기반 유한요소해석을 통한 경사기능 구조의 구조 거동 분석
✓경사기능 구조 시편에 대한 3점 굽힘 시험과 모달 시험



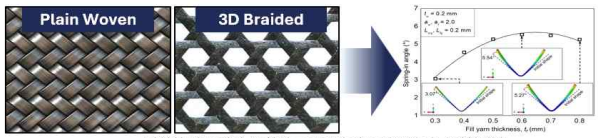
딥러닝 기법을 활용한 CFRP 복합재의 공정유도 변형 예측

✓CFRP 복합재 구조 제작 시 수많은 공정 변수를 고려하여 공정유도 변형을 빠르게 예측하고, 그 결과를 복합재 설계에 반영하기 위해 딥러닝 기법 활용 요구
✓MATLAB을 이용하여 유한요소해석 데이터 생성 과정 자동화하고 딥러닝 기법을 통해 유한요소해석 대비 빠른 변형 형상과 변형량 예측 가능

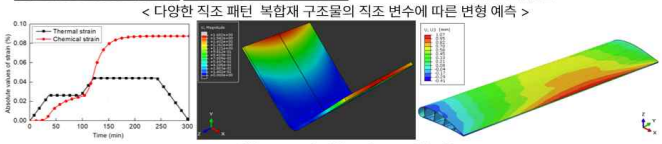


다양한 직조 패턴을 지닌 탄소 섬유 복합재 구조의 공정 유도 변형 예측

✓경화 동역학 모델을 통한 열경화성 수지의 경화 거동 분석
✓점탄성(viscoelastic) 거동을 고려한 CFRP 복합재의 경화에 따른 물성 변화 예측
✓다양한 직조 패턴 복합재 구조물의 경화 공정에 따른 잔류 응력과 공정유도변형 예측



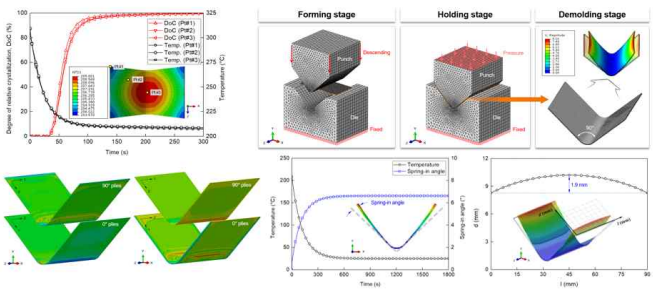
< 다양한 직조 패턴 복합재 구조물의 직조 변수에 따른 변형 예측 >



<복잡한 구조물에 대한 공정유도 변형 예측>

열가소성 복합재의 열성형 공정 해석 기반 공정유도 변형 예측

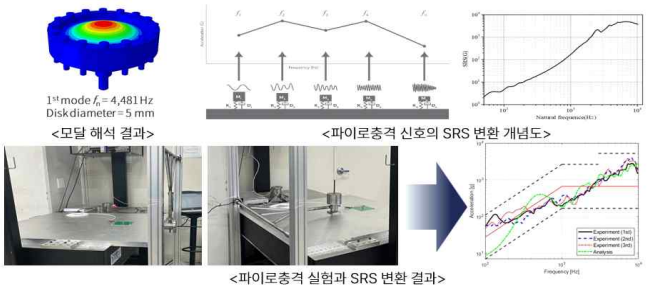
✓열가소성 수지의 결정화 거동에 따른 CFRTP 복합재의 열-기계적 유효물성 변화 예측
✓유한요소해석 기반의 열성형 공정(성형-금형 내 유지-탈형) 연계 해석 수행
✓CFRTP 복합재의 열성형 과정에서 발생하는 공정유도 변형(spring-in, 주름) 예측



연구 분야

파이로 충격 시험 기반 내충격성 평가

✓파이로 충격시험을 통해 인공위성 전장품의 고주파 충격 응답을 정밀하게 측정하고, SRS(Shock Response Spectrum) 분석 기반의 내충격성 평가
✓실험 결과를 바탕으로 감쇠기와 구조물의 설계 최적화를 도출로 실험의 신뢰성 확보



<모달 해석 결과>
<파이로충격 신호의 SRS 변환 개념도>
<파이로충격 실험과 SRS 변환 결과>

복합재 구조물에 대한 내추락 손상 분석

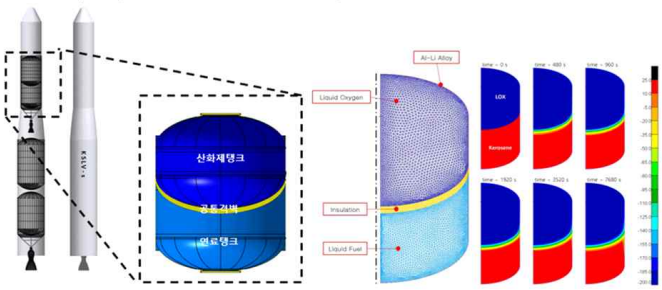
✓복합재 구조물 내추락성 평가를 위한 충돌 시 발생하는 변형, 파손, 에너지 흡수 거동 해석
✓층간 박리, 섬유 파단 등 복합재 특유의 손상 메커니즘을 고려한 손상 모델 적용
✓해석 결과를 기반으로 구조 설계 개선 및 안전성 향상을 위한 내추락 설계 기준 도출



시간에 따른 VS-300 시제기의 내추락 거동 (Case #1)

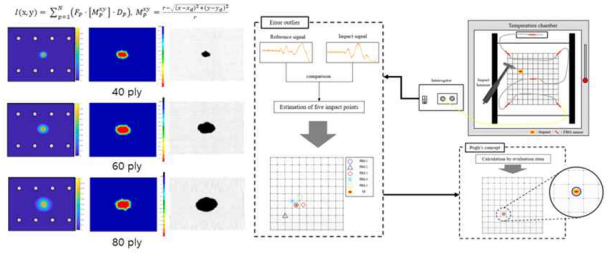
소형 발사체 공통격벽 추진제 탱크의 열-구조 해석

✓소형 발사체의 공통격벽 추진제 탱크 기본 형상 설계
✓추진제 조합에 따른 열전달 해석 수행 및 단열 성능 분석
✓열 하중, 내압, 비행 하중을 고려한 강도 해석, 좌굴 해석 수행



구조 건전성 모니터링(Structural Health Monitoring)

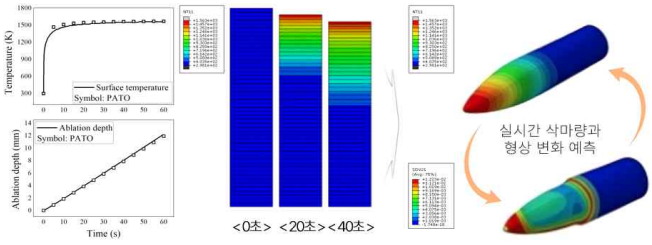
✓PZT와 FBG 센서 등 스마트 센서를 활용한 저속 충격에 의한 복합재 구조 내부 손상 탐지
✓오차 임계법, Pugh 개념 선택법 등을 활용한 충격 위치 추정, 손상 시각화 알고리즘 개발



연구 분야

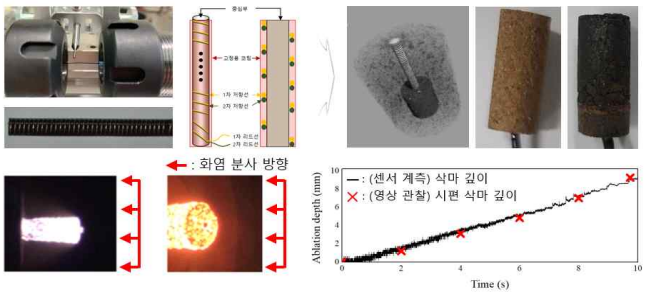
삭마 소재 데이터 베이스 구축 및 삭마 시뮬레이션

✓열 보호 시스템(Thermal protection system, TPS)에 대한 ABAQUS 사용자 정의 부 프로그램 기반 해석 코드 개발과 검증
✓TPS의 열분해와 탄화 반응을 반영한 극한 열환경 조건에서의 실시간 삭마량 예측



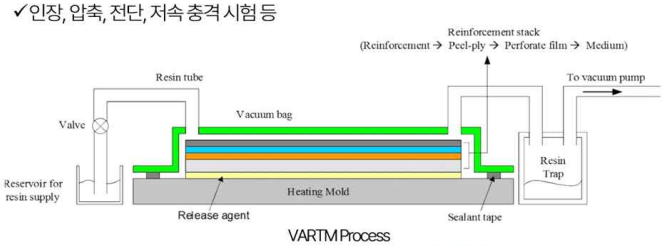
실시간 삭마량 계측 센서 개발

✓공력 가열에 의한 발사체 구조의 삭마량 계측
✓삭마량 계측 센서 개발과 전기 저항 변화 분석을 통한 삭마량 계측
✓삭마 환경 모사 시험과 센서 매설형 시편를 활용한 센서 신뢰성 검증



다양한 제조 공정을 통한 복합재 구조물 제작 및 구조 시험

✓Hand Layup Process, Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM) Process
✓Modified RTM Process, Autoclave Process를 통한 복합재 구조물 제작
✓ASTM 규격을 근거한 복합재 구조 시험
✓인장, 압축, 전단, 저속 충격 시험 등



VARTM Process


Autoclave Process


인장 시험 | 고온/저온 인장시험 | 베어링 시험

항공우주 및 기계공학부

진행 중인 과제

재사용 발사체 해상 착륙 및 회수 기술개발 탐색연구

지원기관: 우주항공청
기간 : 2026.02.01~2027.01.31

✓한국형 재사용발사체 해상 착륙 및 회수 기술 개발을 위한 요구사항 식별 및 관리
✓재사용발사체 정상 및 비정상 착륙 시 구조 안전성 분석
✓해상 환경 하중 및 착륙 충격을 고려한 발사체-회수 플랫폼 복합 외력 분석

UAM 항공기 시범인증 및 적합성 입증 연구

지원기관: 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원
기간 : 2024.07.01 ~ 2026.12.31

✓eVTOL 항공기 내추락성 평가를 위한 해석 기법 개발
✓eVTOL 항공기 내추락성 적합성 입증 방안 연구
✓eVTOL 항공기 내추락성 입증계획(안) 연구

300kW급 다중화 고효율 전기엔진(모터/인버터) 개발

지원기관: 우주항공청
기간 : 2026.04.01 ~ 2029.12.31

✓전기엔진 인증 분석, 시험 항목 분석
✓아이언버드 통합시험시스템 시험 리그 구조 해석
✓전기엔진 모델의 피로 수명 해석, 전기엔진 적용 소재에 대한 물성 시험

구조/열해석 기반 방사선 차폐재 적용 구조물의 기계적 특성 해석 용역

지원기관: (주)현대화이바
기간 : 2025.07.01~2028.12.31

✓우주비행체 전장품의 경량화 및 우주방사선 차폐 기능 확보를 위한 복합재 기반 신규 차폐재의 열적·구조적 특성 분석
✓차폐재의 적층 구성 및 물성 변화에 따른 열전달 특성과 구조적 건전성 평가
✓열-구조해석 기반 차폐재의 우주용 전장품 하우징 적용 가능성 검토

진행 중인 과제

소형/경량/고성능화를 위한 COTS 기반 탑재체 전장품 전기적/기계적 설계 기법 및 우주인증절차 개선 방안 구축

지원기관: 국방기술진흥연구소
기간 : 2022.12.02 ~ 2028.12.01

✓효율적인 인공위성 구조 설계/해석 기법 개발
✓모드 해석(Modal Analysis)를 통한 공진기 개발
✓충격 해석을 통한 파이로(Pyroshock) 충격 모사 시험 장치 개발

우주구조물 적용 AI 심층 연산자 기반 하중지지형 에너지 저장 구조 기술 개발

지원기관: 과학기술정보통신부, 한국연구재단
기간 : 2026.07.01 ~ 2029.06.30

✓고체 전해질과 탄소섬유 기반 전극 제작 및 성능 평가
✓복합재 구조전지 구현 및 전기화학적-기계적 복합 거동 분석
✓복합재 구조전지 설계 최적화와 제작

지속가능 열가소성 항공기 부품 핵심기술개발 사업

지원기관: 우주항공청
기간 : 2026.06.01 ~ 2030.12.31

✓공정 변형 해석을 통한 Window Panel 주요 변형부 분석
✓Window Frame 강도 해석을 통한 재생 탄소섬유(rCF) 복합재 취약부 분석
✓동체 구조건전성 시험 모사 해석을 통한 해석 모델 유효성 검증

항공기 복합재 중앙동체 내추락 및 연료탱크 연계해석 기술용역

지원기관: 한국항공우주연구원
기간 : 2025.03.18 ~ 2027.11.30

✓항공기 복합재 중앙동체 및 연료탱크 구조모델 연계 해석
✓연료탱크 내부유체를 반영한 유체-구조 연성 해석

대표 과제

고강성 경량화 순수주익 구조물 및 체계 개발

지원기관: 우주항공청
기간 : 2023.04.01~2025.12.31

✓항공기 플랩 제조용 SQRTM 공정 적용을 위한 수지 주입 유동 경로 설계
✓순수주익 플랩, 슬랩에 대한 조류충돌 안전성 평가
✓CFRP 복합재 플랩 구조물에 대한 경화변형 해석 수행

eVTOL 모빌리티용 고신뢰도, 고속, 고출력(1KW급) 다중화(2중화) 전기식 작동기 개발

지원기관: 산업통상자원부, 한국산업기술평가관리원
기간 : 2021.04.01 ~ 2023.12.31

✓항공기 플랩 적용 고출력 전기-기계식 구동기(EMA, Electro-Mechanical Actuator) 개발
✓다물체 동역학 분석을 통한 EMA의 기구학적 거동 분석
✓열, 정적, 피로 거동 분석을 위한 유한요소 해석과 EMA 핵심 부품의 구조 건전성 평가

다목적 탠덤형 중형급 무인 회전익기 구조 및 비행하중 해석

지원기관: 한국항공우주연구원
기간 : 2023.08.18~2024.08.30

✓금속재 마운트 구조물의 단면해석 기법 기반 구조 강도 평가
✓다목적 탠덤형 중협급 무인 회전익기 복합재 구조의 구조 강도 평가
✓다목적 탠덤형 중협급 무인 회전익기 복합재 구조의 좌굴 안정성 평가

해상 이동형 우주 발사 플랫폼 기본 설계를 위한 기술 개발

지원기관: (주)삼성중공업
기간 : 2023.04.01 ~ 2024.03.31

✓우주 발사체의 해상 발사 플랫폼 기술 개발
✓폭발에 대한 안전성, 인구 밀집 지역 회피, 발사 각도의 유연성 등의 장점 보유
✓KSLV-III 발사체 기준의 해상 발사 플랫폼 개념 설계

대표 과제

센서 제작 및 시편 조립

지원기관: 스페이스프로
기간 : 2026.01.01 ~ 2028.12.31

✓공력 가열에 의한 발사체 구조의 삭마량 계측
✓삭마량 계측 센서의 저항 변화 분석을 통한 삭마량 계측
✓센서 매설형 시편을 활용한 삭마 환경 모사 시험과 센서 신뢰성 검증

고강성 직조 복합재와 저비용 금형 개발을 위한 경화 변형 예측 기반 최적설계 기술 개발

지원기관: 과학기술정보통신부, 한국연구재단
기간 : 2022.06.01~2025.02.28

✓열경화성 수지 복합재 경화 거동 예측
✓금형 최적 설계 기술 개발

조향작동용 전기식 작동기 피로해석용 S-N 데이터 검증 및 해석

지원기관: 한국항공우주연구원
기간 : 2022.07.28~2022.12.31

✓전륜조향 작동용 전기식 작동기(EMA, Electro-Mechanical Actuator) 피로수명 평가
✓다양한 작동 모드 조건을 고려한 하중 산출 및 기구학적 거동 분석
✓정적 구조 해석 및 피로 해석을 통한 취약부위 선정과 구조 건전성 평가

GA급 항공기용 플랩면 제어를 위한 320 kgf급 전기식 다중화 linear 구동기시스템 개발

지원기관: 산업통상자원부, 한국산업기술평가관리원
기간 : 2018.11.01 ~ 2021.12.31

✓전기-기계식 선형 구동기 운동, 하중, 안정성 분석
✓전기-기계식 선형구동기의 부하시험장치 성능 평가
✓전기-기계식 선형구동기의 정적, 동적, 열적 거동 분석