

Lab Tour '25

'25.03.13



부산대학교 기계공학부
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY
SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING



! 소개 합니다 !

재료성형 및 전산역학 실험실

Materials Forming and Computational Mechanics Laboratory

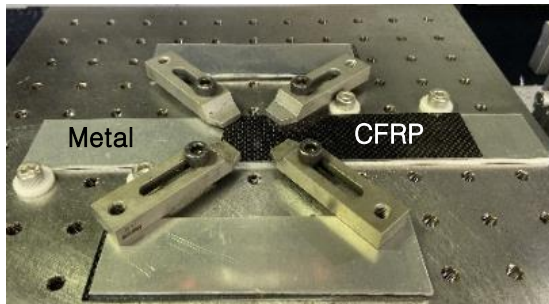
김지훈 교수님 연구실

기계관 (M) - 724 / 725

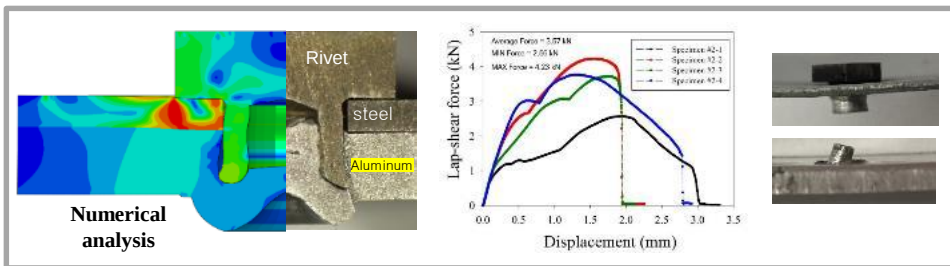
Research About...

◇ 미래 항공 이동수단(UAM, 드론, 전기 항공기 등) 소재 플랫폼 개발(2023~)

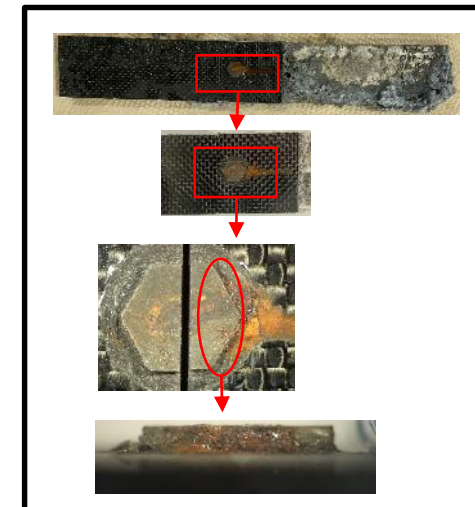
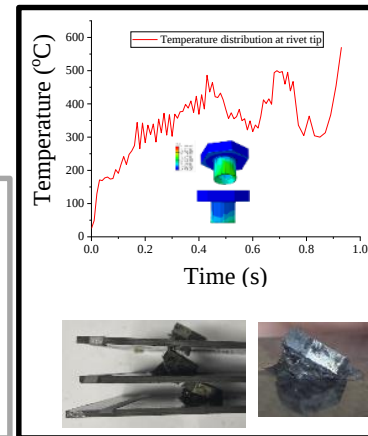
- 미래 항공 이동수단을 위한 가볍고, 고성능이며, 재활용 가능한 소재 플랫폼 개발



- Joining process (F-SPR)



- Joint strength evaluation

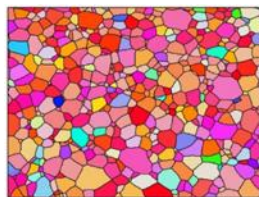


- Corrosion test

Research About...

◇ 연료전지 극박판 성형을 위한 재료모델개발(2024~)

- 결정 소성학을 사용한 Ti 소재 변형기구 분석
- 변형기구 기반의 변형량, 파단 예측 위한 극박 소재 재료 모델의 개발

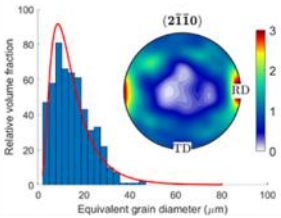


SUBROUTINE UMAT(STRESS,STATEV,DSDOEE,SSE,SPD,SCD,
1 RPL,DOSDOT,DRPLDE,DRPLDT,
2 STRAN,DSTRAN,TIME,DTIME,TEMP,DTEMP,PREFE,DPRED,CHNAME,
3 NDI,NSHR,NTENS,NSTATV,PROPS,NPROPS,COORDS,DROT,PNEWDT,
4 CELENT,DGGRDO,DGRD1,NOEL,NPT,LAYER,KSPT,JSTEP,KINC)
C

• 사용자 정의 재료

Geometrically necessary dislocation (GND) density (Ashby, 1970; Cheng and Ghosh, 2015):
 $\alpha = (\nabla \times \mathbf{F})^T = \sum_{i=1}^3 \rho_{(100),i}^{(1)} \mathbf{b}^{(1)} \otimes \mathbf{m}^{(1)} + \rho_{(100),i}^{(2)} \mathbf{b}^{(2)} \otimes \mathbf{t}^{(2)} + \rho_{(100),i}^{(3)} \mathbf{b}^{(3)} \otimes \mathbf{n}^{(3)}$
 $\rho_{(100),i}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \left[\sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial \epsilon_{ij}}{\partial x_j} - \frac{\partial \epsilon_{ji}}{\partial x_i} \right) \sin(\mathbf{n}^{(1)}, \mathbf{m}^{(1)}) \right] + \rho_{(100),i}^{(2)} \left[\sin(\mathbf{n}^{(2)}, \mathbf{t}^{(2)}) \right] + \rho_{(100),i}^{(3)} \left[\sin(\mathbf{n}^{(3)}, \mathbf{n}^{(3)}) \right]$
 $\rho_{(100),i}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \left[\sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial \epsilon_{ij}}{\partial x_j} - \frac{\partial \epsilon_{ji}}{\partial x_i} \right) \cos(\mathbf{n}^{(2)}, \mathbf{m}^{(2)}) \right] + \rho_{(100),i}^{(1)} \left[\cos(\mathbf{n}^{(1)}, \mathbf{t}^{(1)}) \right] + \rho_{(100),i}^{(3)} \left[\cos(\mathbf{n}^{(3)}, \mathbf{n}^{(3)}) \right]$
 where $\mathbf{x}_{ij}$ is taken as 1 in this work.

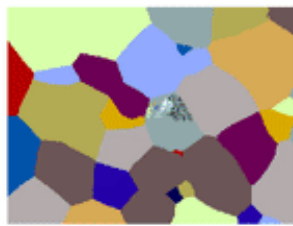
• 금속미세구조



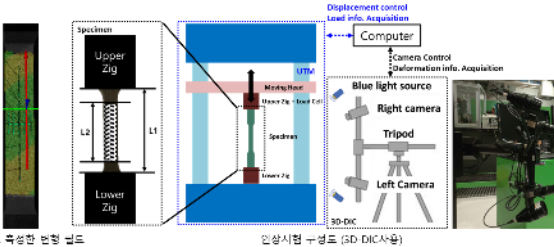
• 통계적분석



• 유한요소모델링

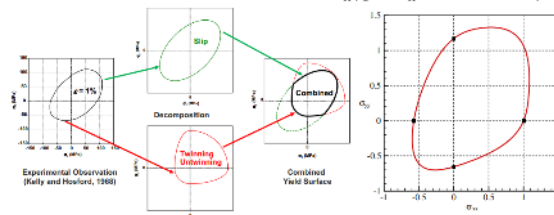


• 정합도 확인 및 변형기구의 분석

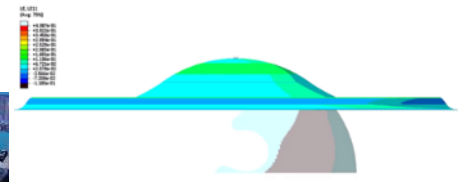


• 소재 물성 파악 위한 재료시험

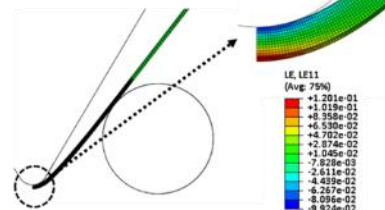
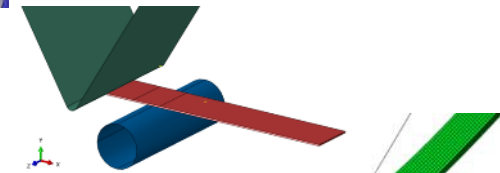
$f = \bar{\sigma}(\sigma - \alpha) - g(\bar{\epsilon}^P)$: Potential function
 $\bar{\sigma}$: Equivalent Stress (Yield function)
 σ : True Stress
 α : Back Stress for Kinematic hardening
 g : Isotropic Yield Stress
 $\bar{\epsilon}^P = \int d\bar{\epsilon}^P$: Equivalent Plastic Strain
 $\sigma_{n+1} = \sigma_n + C:\Delta\epsilon - \Delta\bar{\epsilon}^P$: Stress Update



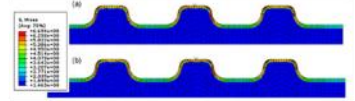
• 구성방정식 개발 및 검증



돔 성형 시험 결과 (로그변형률)



사전 인장 후 굽힘 결과 (로그변형률)



Bipolar plate 성형해석*

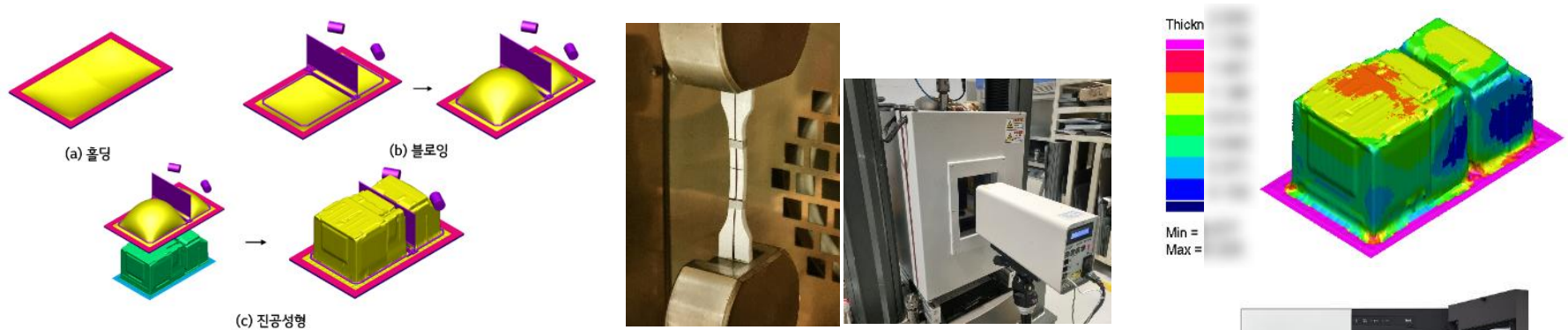
• 재료모델의 실용적 적용

• 결정소성학 기반 금속 변형기구 분석

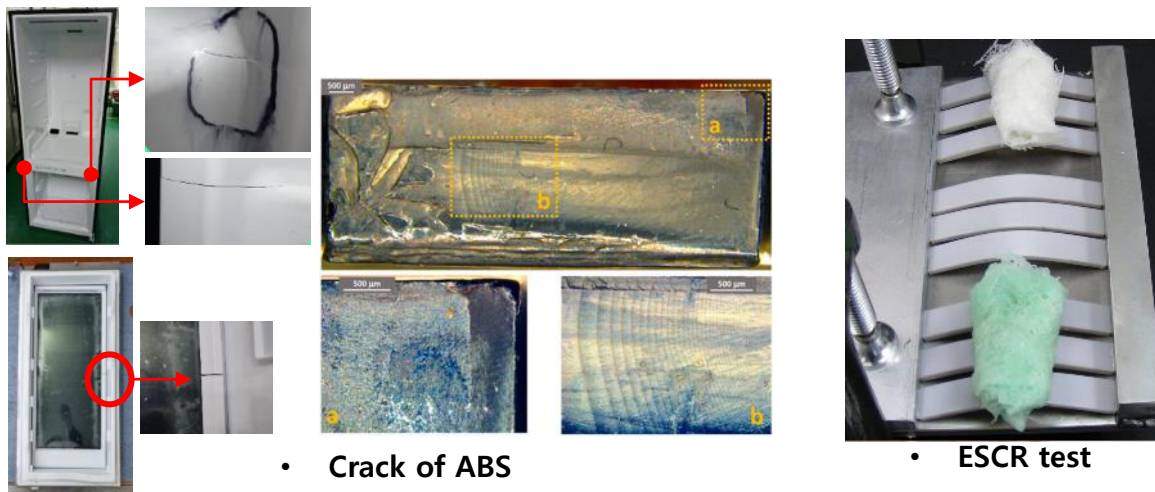
Research About...

◇ ABS 성형성 및 수명 예측모델 개발 (2023~)

- 냉장고 Inner Case 성형 정확도 향상 및 후변형 예측 모델 개발 (2023)



- 냉장고 Inner Case 환경응력균열(ESC) 예측 모델 개발 (2025~)



• Crack of ABS

• ESCR test



Research About...

◇ 경량화를 위한 기계적 접합 해석(2020~2024)

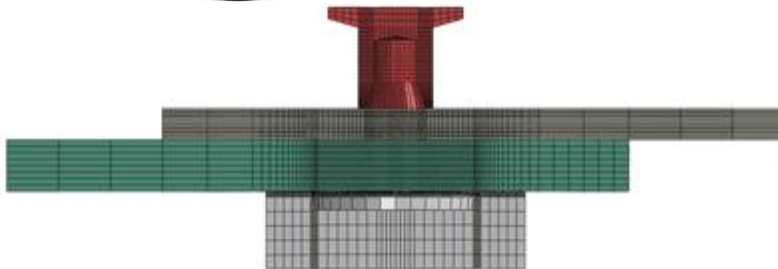
- 경량화를 위해 복합재 가공 및 접합
- 자동차 차체나 다양한 구조체의 경량화를 위한 기계적 접합 및 가공 수치해석



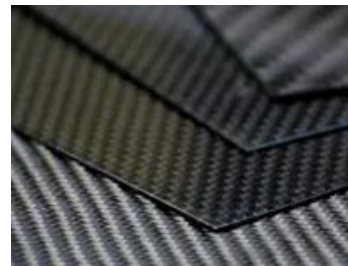
- Metal cutting



- Composites cutting



- Self Piercing Riveting



- Composites

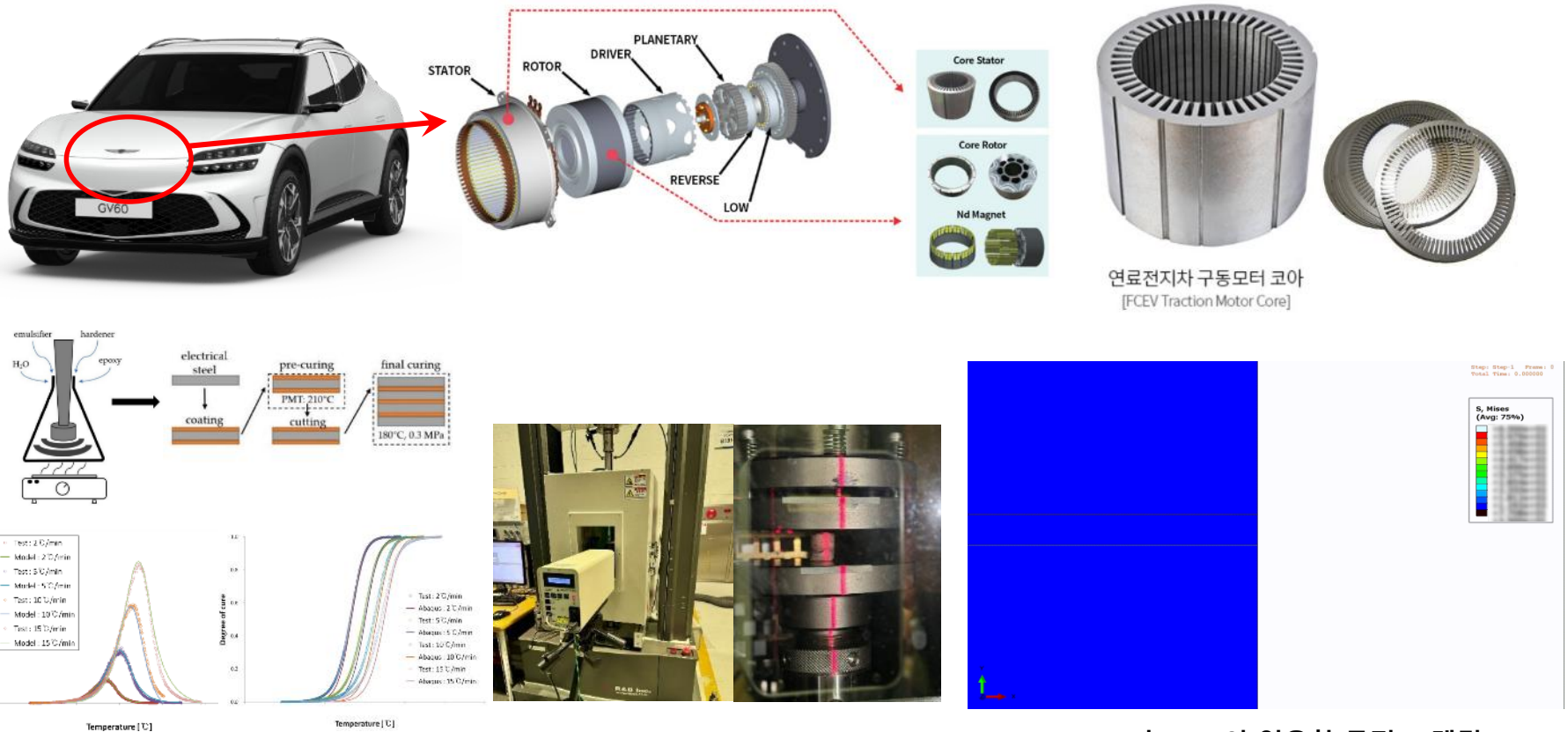


- Metal

Research About...

◇ 전기차 구동모터 코어 열융착 공정 모델링(2024)

- Steel - Resin 온간 압착 유한요소해석을 위한 열경화 시의 기계적 거동 모델링

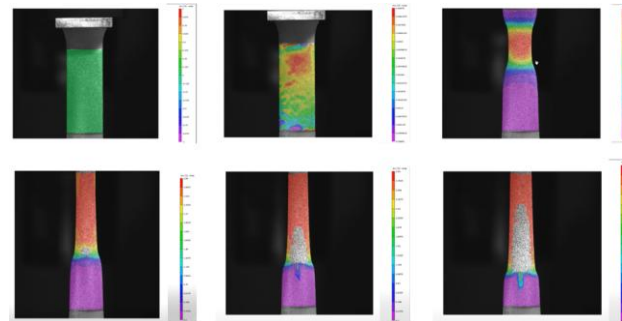
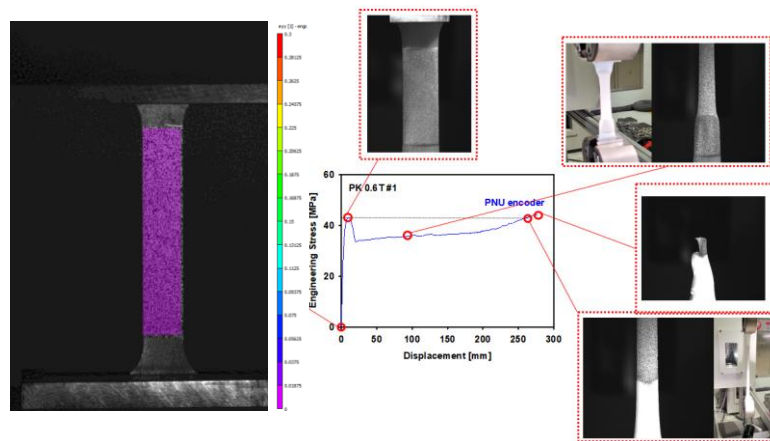


- Steel과 resin의 열융착 공정 모델링

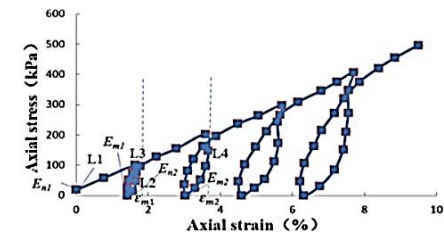
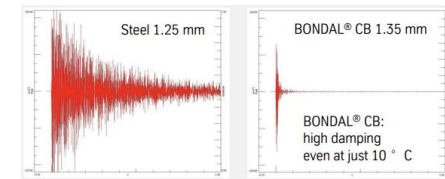
Research About...

◇ 자동차용 폴리머 코어 샌드위치 판재(2023)

- 차체용 경량 샌드위치 판재 폴리머 소재 사용 가능성을 수치적으로 해석
 - 샌드위치 판재 굽힘 해석 및 폴리머 인장 데이터 분석



- Tensile test & Analysis using DIC

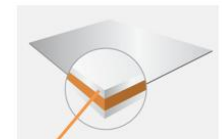


LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost
Time = 1
Contours of Effective Stress (v-m)
Inner shell surface
max=671.115, at element 15

Effective Stress (v-m)
6.711e+02
6.680e+02
6.390e+02
6.060e+02
5.627e+02
5.250e+02
4.884e+02
4.570e+02
4.300e+02
6.711e+01
0.000e+00

sandwich_shell_solid
Time = 1
Contours of Effective Stress (v-m)
Inner shell surface
max=671.115, at element 1515
Yes

Effective Stress (v-m)
6.316e+02
6.304e+02
5.213e+02
4.581e+02
3.990e+02
3.258e+02
2.858e+02
1.925e+02
1.363e+02
6.316e+01
0.000e+00

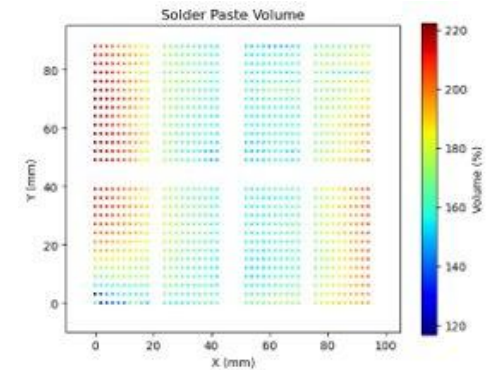
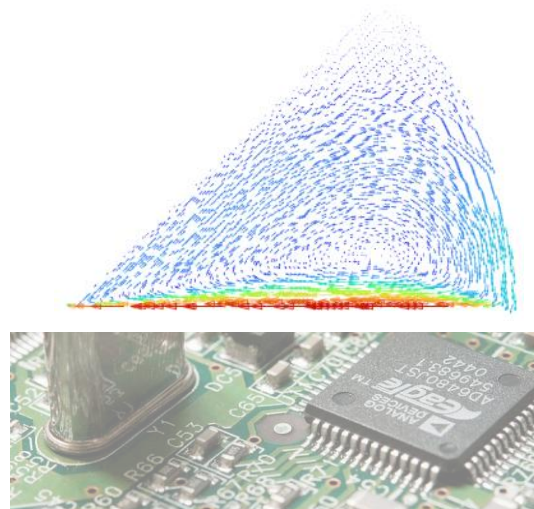
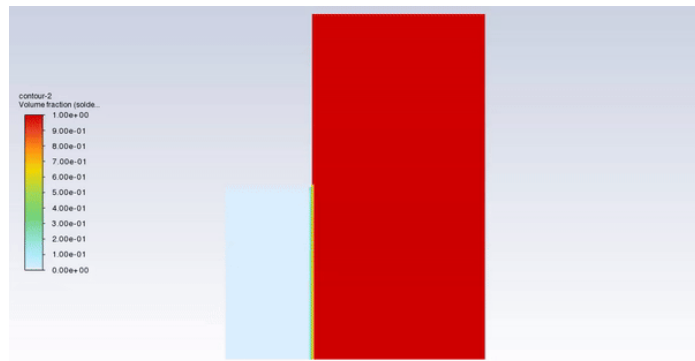
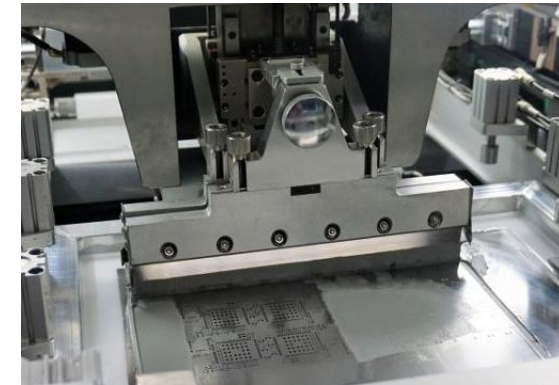
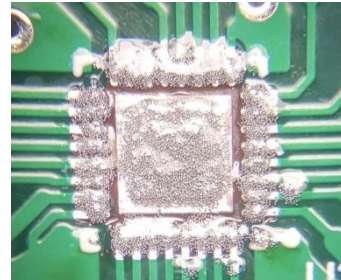
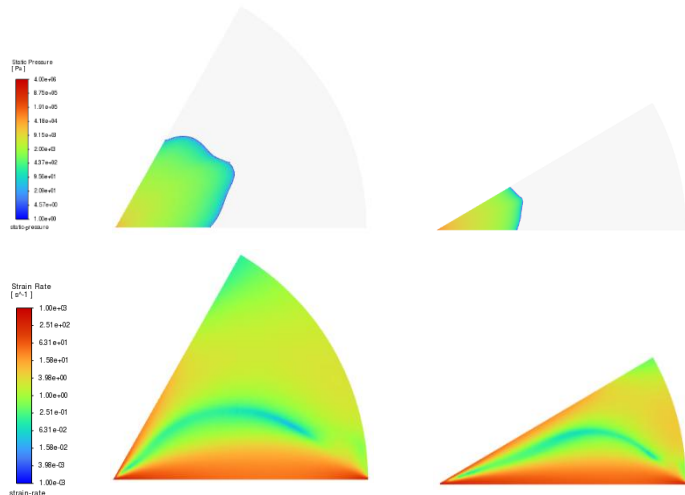


- CAE using Composite Shell (L) & Solid Core (R)

Research About...

◇ 솔더 페이스트 스텐실 프린팅 부피 예측 기술 개발(2023)

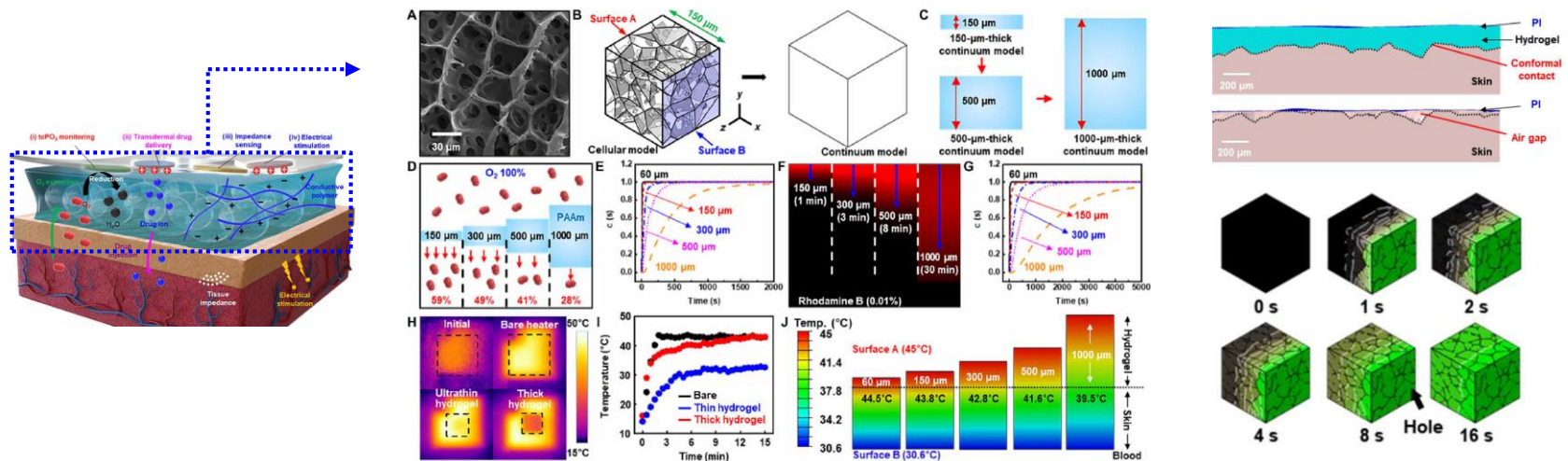
- Solder Paste를 PCB에 도포하는 공정 시뮬레이션 수행
 - Ansys, ABAQUS, LS-Dyna 등을 이용한 CFD, CEL, SPH, ISPG 등의 해석 수행



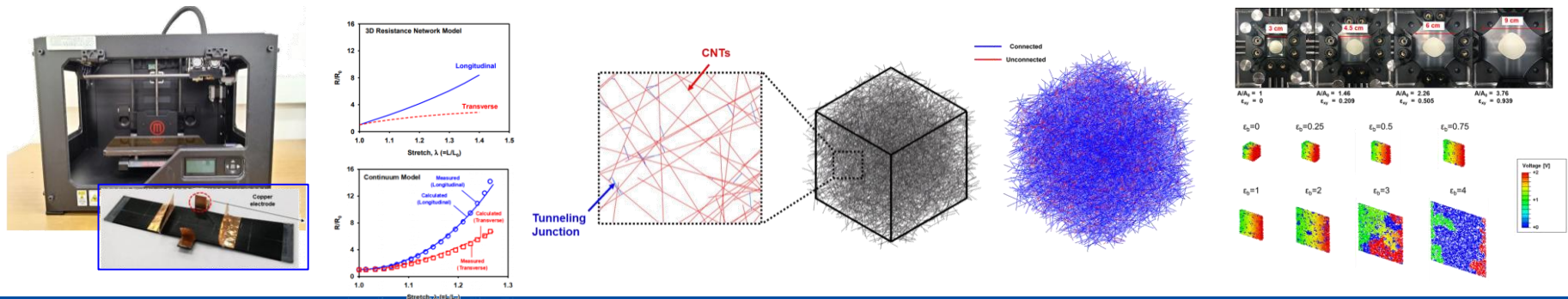
Research About...

◇ 다-기능성 디바이스의 다-물리 해석

- Wearable bioelectronics의 피부 조직과 같은 hydrogel device의 Neper 및 Matlab 기반의 미세구조 재건을 통한 피부 접촉 (구조), 열전달, 물질전달 해석



- 신축성을 가지는 전기전도성 복합소재의 미세구조 재건을 통한 전기 전도 특성 분석

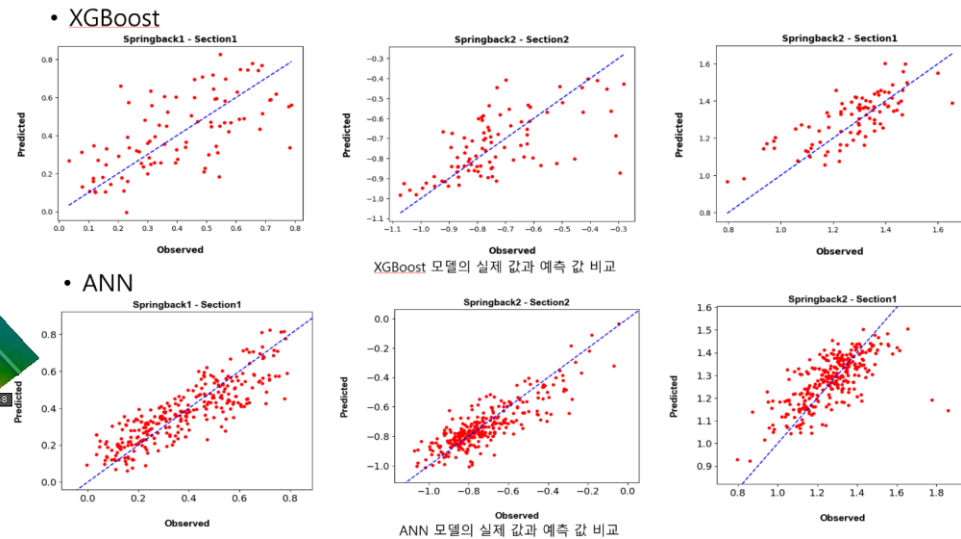
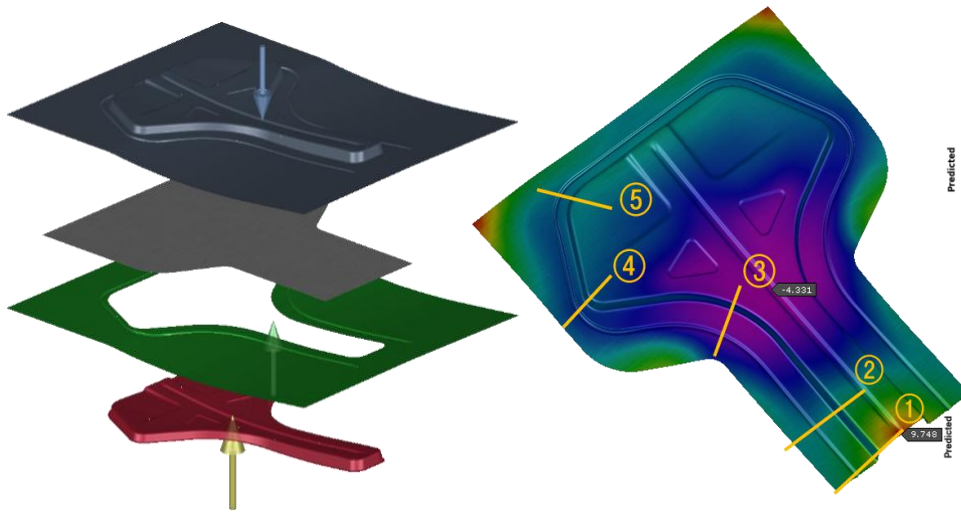


Research About...

'23년 실전문제연구단 (AutoStamp)

◇ 공정 매개변수 차이를 고려한 스탬핑 공정 설계를 위한 딥러닝 예측 모델 개발

- 스탬핑 공정 결과물에서 발생하는 스프링백(Springback)은 탄성회복 현상으로, 소재의 물성치 및 공정변수에 의해 변동



- 유한요소해석 프로그램인 Autoform을 통한 물성치 및 공정변수에 따른 스프링백의 변동 측정 후 이를 활용한 딥러닝 예측 모델 제작

Infrastructure

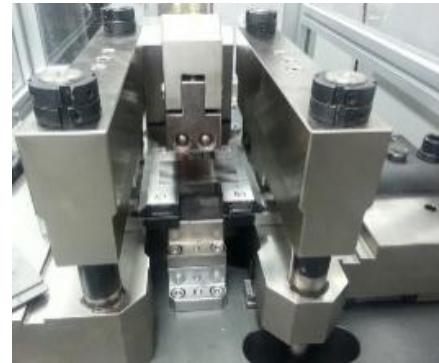
◇ 실험실 보유 장비



eSi
get it right®

SIMULIA
ABAQUS

Ansys
WORKBENCH

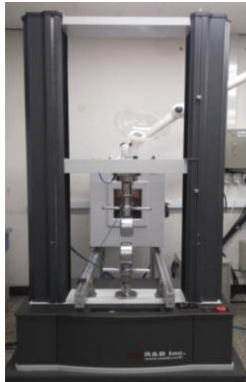


▲ WorkStation (16,24,32,64 Core)

▲ 유한요소 소프트웨어

▲ 인장 - 압축 시험기

▲ 이축 인장 시험기



▲ 고온 인장 시험기

The VIC-2D Digital Image Correlation
Measurement System



▲ 이미지 기반 3차원 측정 장비 (DIC)



▲ FLD 시험기



▲ Video Microscope System

Lab Tour '25

'25.03.13



부산대학교 기계공학부
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY
SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING



감사합니다!

Thank You As Always

재료성형 및 전산역학 실험실

Materials Forming and Computational Mechanics Laboratory

기계관 (M) - 724 / 725