

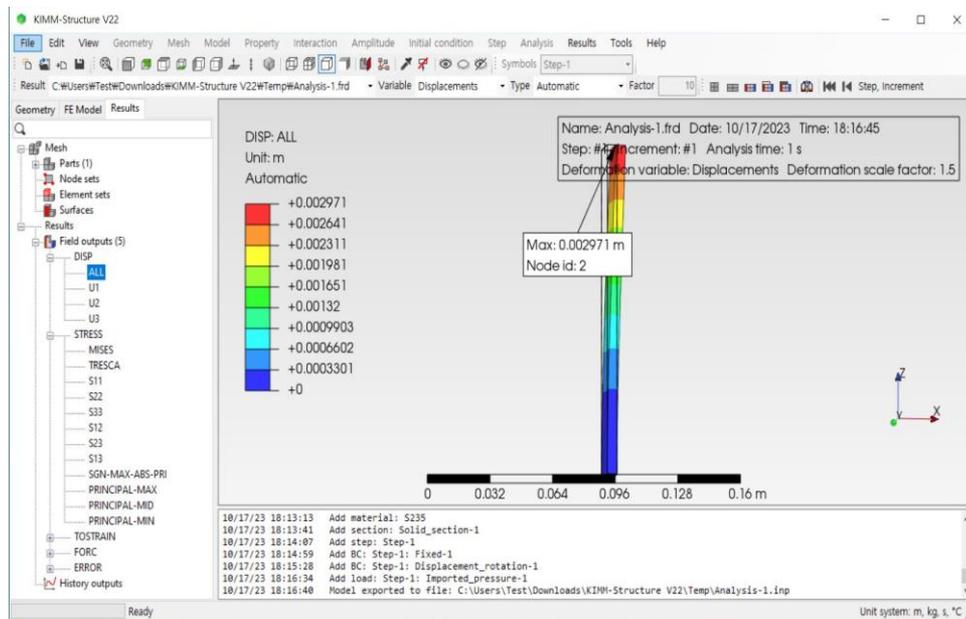
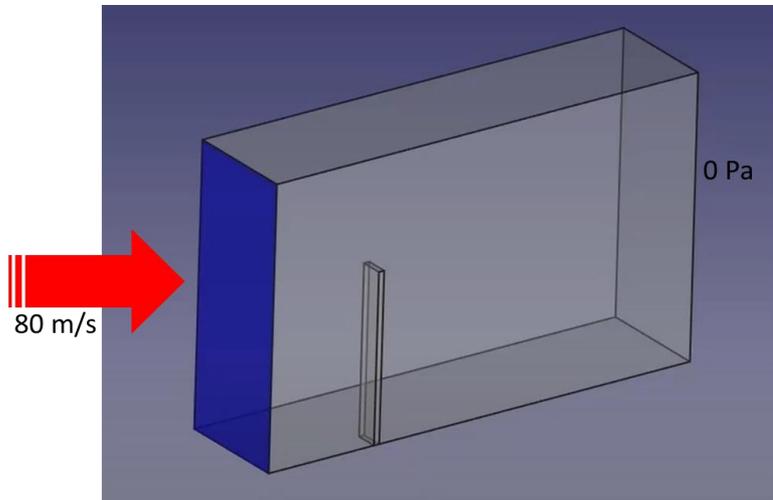
한국기계연구원

# KIMM Cyber Lab을 활용한 1way FSI 소개

2023. 10. 19.(목)



- 디지털 트윈에 대한 관심이 높아짐에 따라, 구조 해석 및 유동 해석을 연계한 다중 물리 해석에 대한 요구가 높아짐.
- ANSYS 및 Siemens, Dassault 등과 같은 시뮬레이션 전문 기업에서는 자사 솔버를 결합한 FSI(Fluid-Structure Interaction) 예제 개발을 완료함.
- 오픈 소스 프로그램 시장에서는 preCICE 및 elemer 등을 활용한 사례가 일부 있는 것으로 확인됨.

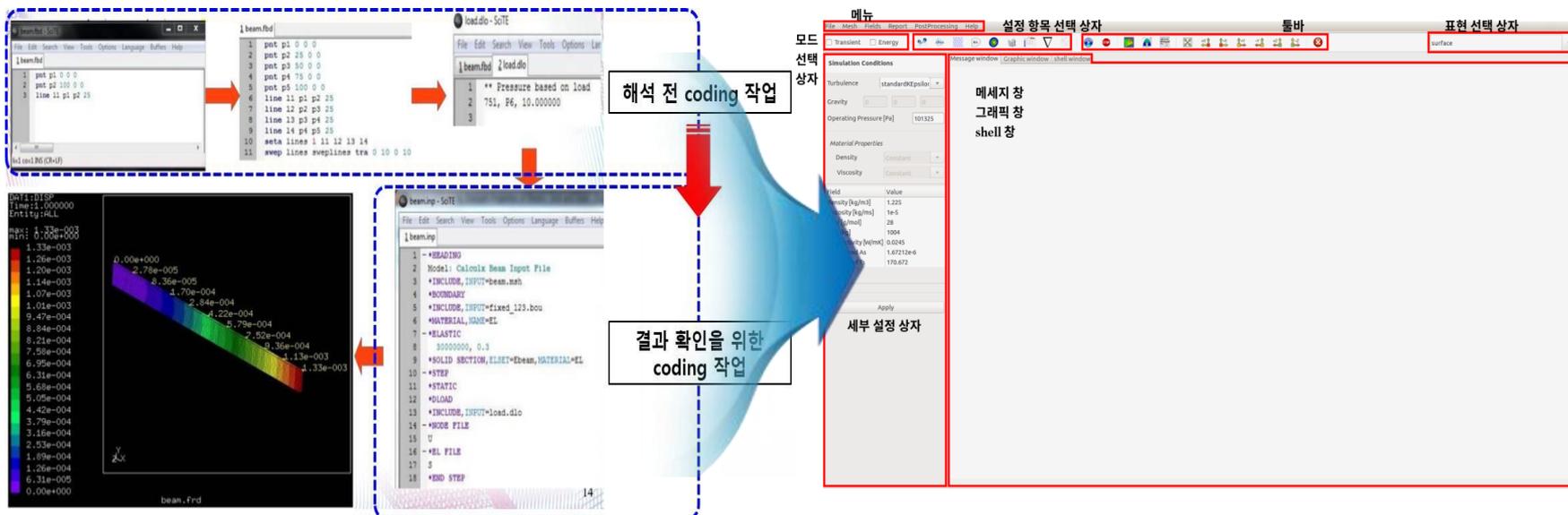


- 국내외 시뮬레이션 시장을 장악하고 있는 ANSYS 및 Siemens, Dassault의 경우 자사 솔버를 활용하여, 2way couple simulation을 구현할 수 있음.
  - 오픈 소스 프로그램인 OpenFOAM과 Calculix의 경우 내부 솔버를 활용하여 FSI 시뮬레이션이 가능하나, 격자 구조가 원 프로그램의 격자 구조를 그대로 가져오기에 따라 해석 효율이 떨어지는 문제가 있음.
  - preCICE는 OpenFOAM과 Calculix를 연계한 시뮬레이션이 가능하지만, GUI가 미흡한 상태로 일반 유저들이 활용하기 어려운 문제가 있음.

	ANSYS	Siemens	Dassault
구조 해석	ANSYS-Structure	NX Nastran	ABAQUS
유동 해석	ANSYS-Fluid	Star-CCM+	X-flow
	preCICE	ELMER	
구조 해석	Calculix	자체 솔버	
유동 해석	OpenFOAM	자체 솔버	

## i 개발 배경

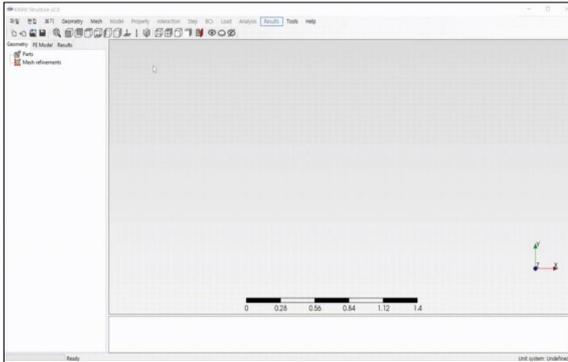
- 기업에서 CAE 접목을 위한 프로그램 구축에 많은 비용이 소요되고 있으며[1copy 1억원 내외], 이를 절감하기 위해 Open Source 프로그램을 검토하고 있으나, 프로그램 구동에 어려움이 많음
- 따라서, 한국기계연구원에서는 기업에서 자유롭게 사용할 수 있도록 Open Source Program 기반 무료 CAE 프로그램 인프라(KIMM Cyber Lab)를 구축하고 있음.



[기존 오프소스 코드 작업 방식]

[GUI 작업을 통한 직관성 향상]

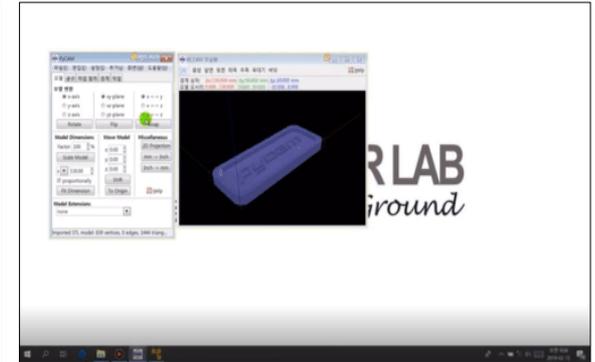
- KIMM Cyber Lab은 CAD & CAM 및 구조해석, 유동 해석 시스템 해석 등으로 구성되어 있으며, 각 프로그램의 베이스 코드는 아래와 같음.
  - KIMM-Structure : Calculix
  - KIMM-Flow : OpenFOAM
  - KIMM-CAD : FreeCAD
  - KIMM-CAM : PyCAM
  - KIMM-SYS : OpenModelica



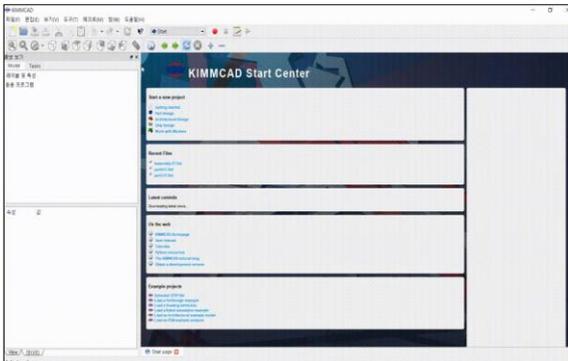
[KIMM-Structure]



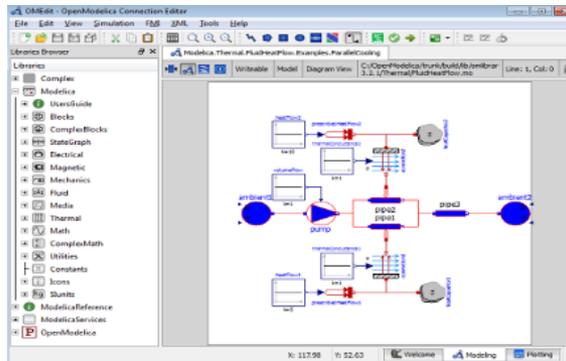
[KIMM-Flow]



[KIMM-CAM]



[KIMM-CAD]



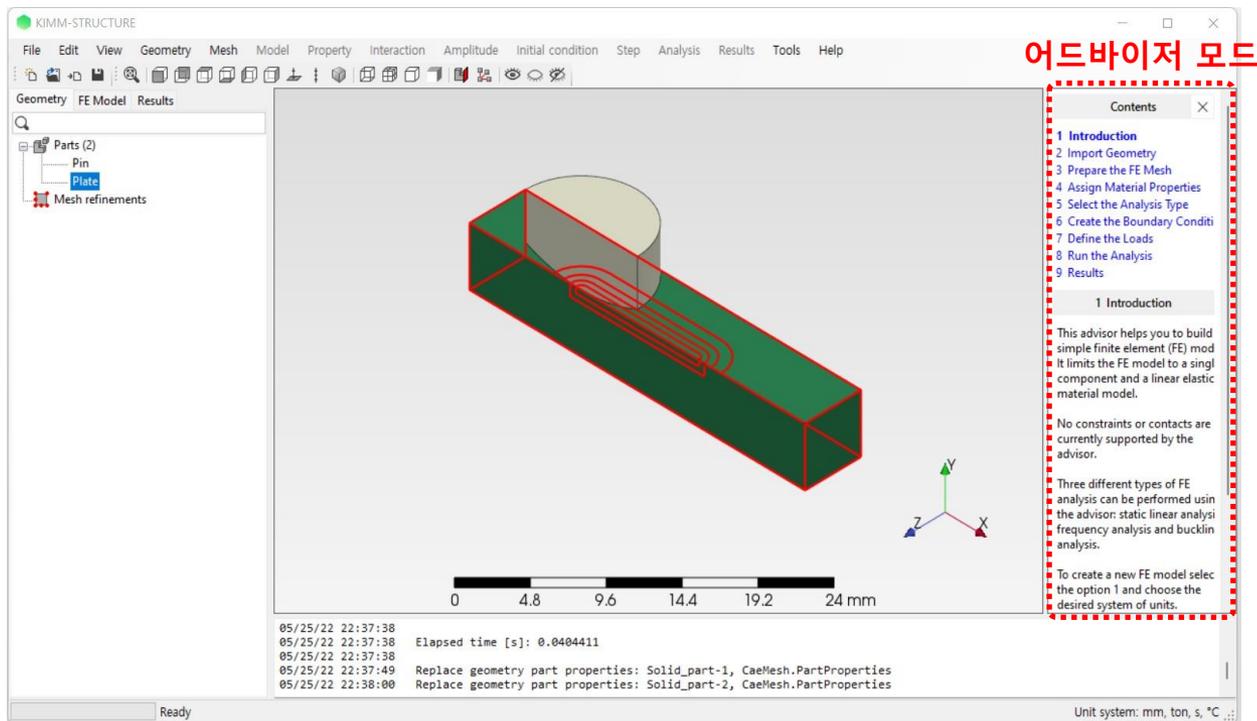
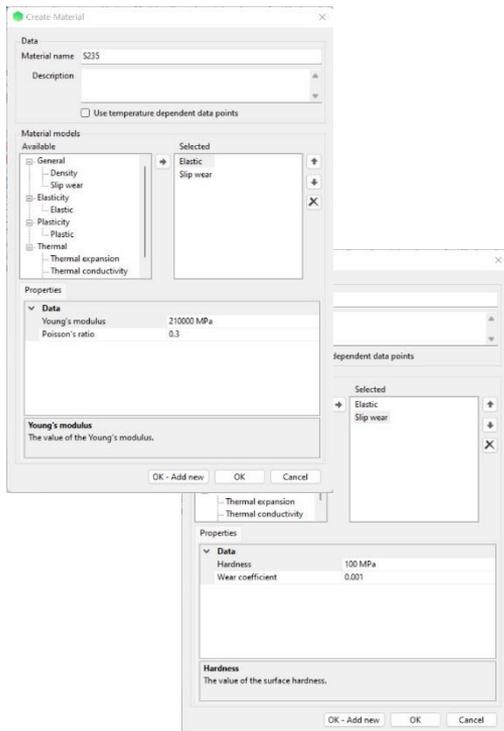
[KIMM-SYS]

• 한국기계연구원에서는 Digital proving ground 를 표방한, KIMM Cyber Lab을 2017년부터 개발을 시작하였으며, KIMM Cyber Lab은 아래와 같은 5개 프로그램으로 구성되어 있음.

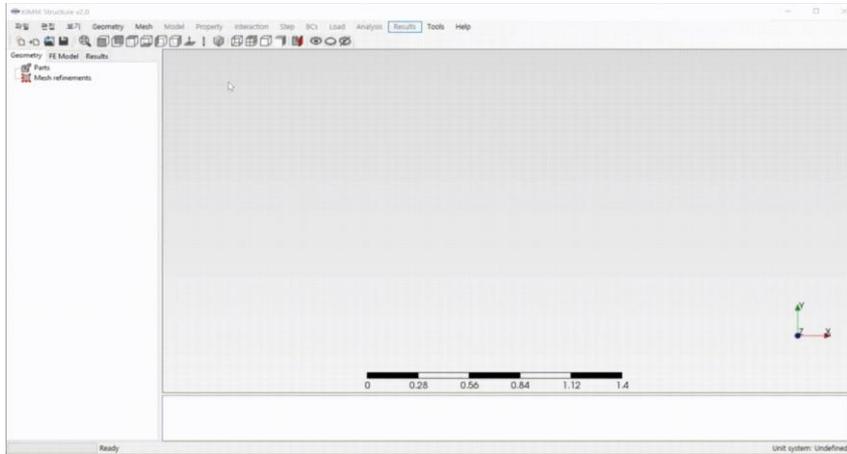
	베이스 프로그램	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
KIMM-Structure (구조해석)	Calculix		개발	- Tutor 기능 - 접촉 기능 - Step 기능	- 소재 정보 입력 기능	- 마모 기능 추가	- Explicit 기반 충돌 해석 기능	- hexa 메쉬 기능 - FSI 기능
KIMM-Flow (유동해석)	OpenFOAM	개발	- 격자 기능 - 열유동 해석 기능		- MRF 기능 - Porous jump	- VOF 기능	- 슬라이딩 메쉬 기능	- Windows 버전
KIMM-CAM (CNC시뮬레이션)	PyCAM		개발	- 용어 수정				
KIMM-CAD (3D 모델링)	FreeCAD			개발		- UI 수정	- Python 기반 설계 자동화	
KIMM-Sys (시스템 해석)	Open Modelica					개발	안정화 작업	
연동 프로그램	-			드론 시뮬레이터	KIMM-Sys용 자동차 시뮬레이터	KIMM-Sys용 드론 및 자동차 시뮬레이터		

## 1 KIMM-Structure 소개

- KIMM-Structure는 슬로베니아 마리보르 대학과 협업을 통해 개발한 프로그램으로서, 기본 UI 구성은 C# 프로그램 및 그래픽 가시화 프로그램으로는 vtk를 활용하였으며, 내부 솔버로는 앞서 언급된 Calculix를 활용하여 구성하였음.



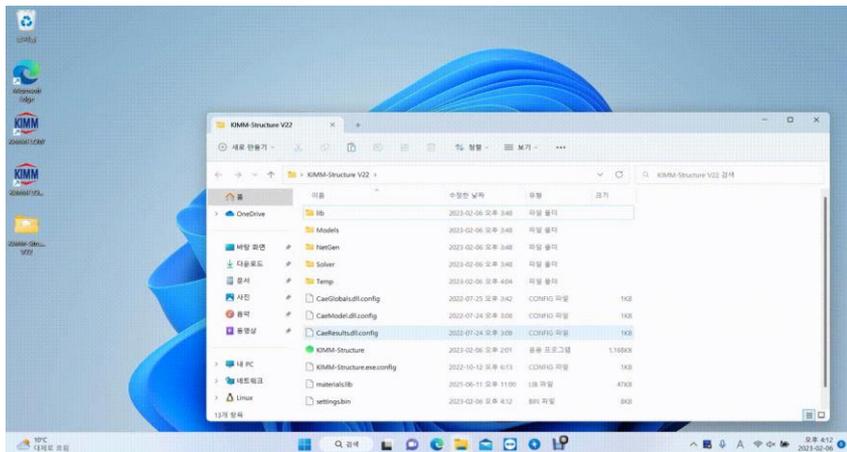
- KIMM-Structure는 아래와 같이 기본 구조해석 기능을 포함한 열 팽창 및 대변형, 충돌 해석, 마모 해석 기능 등이 탑재되어 있음.



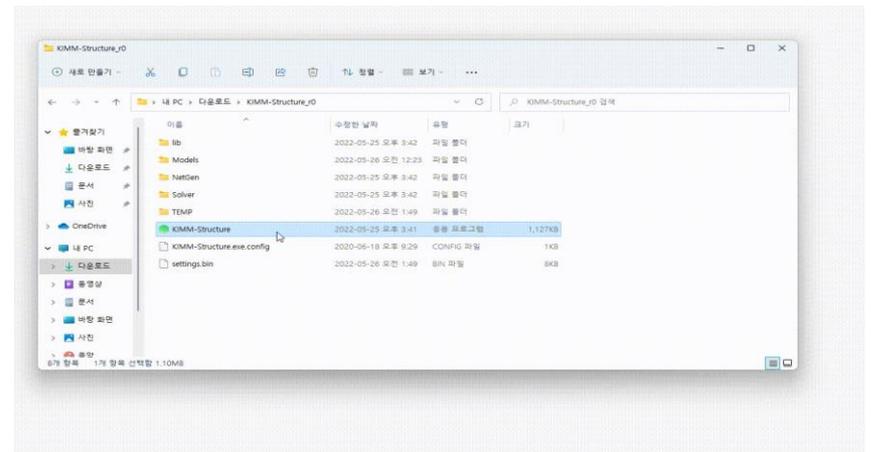
[대변형 기능]



[열 팽창 기능]

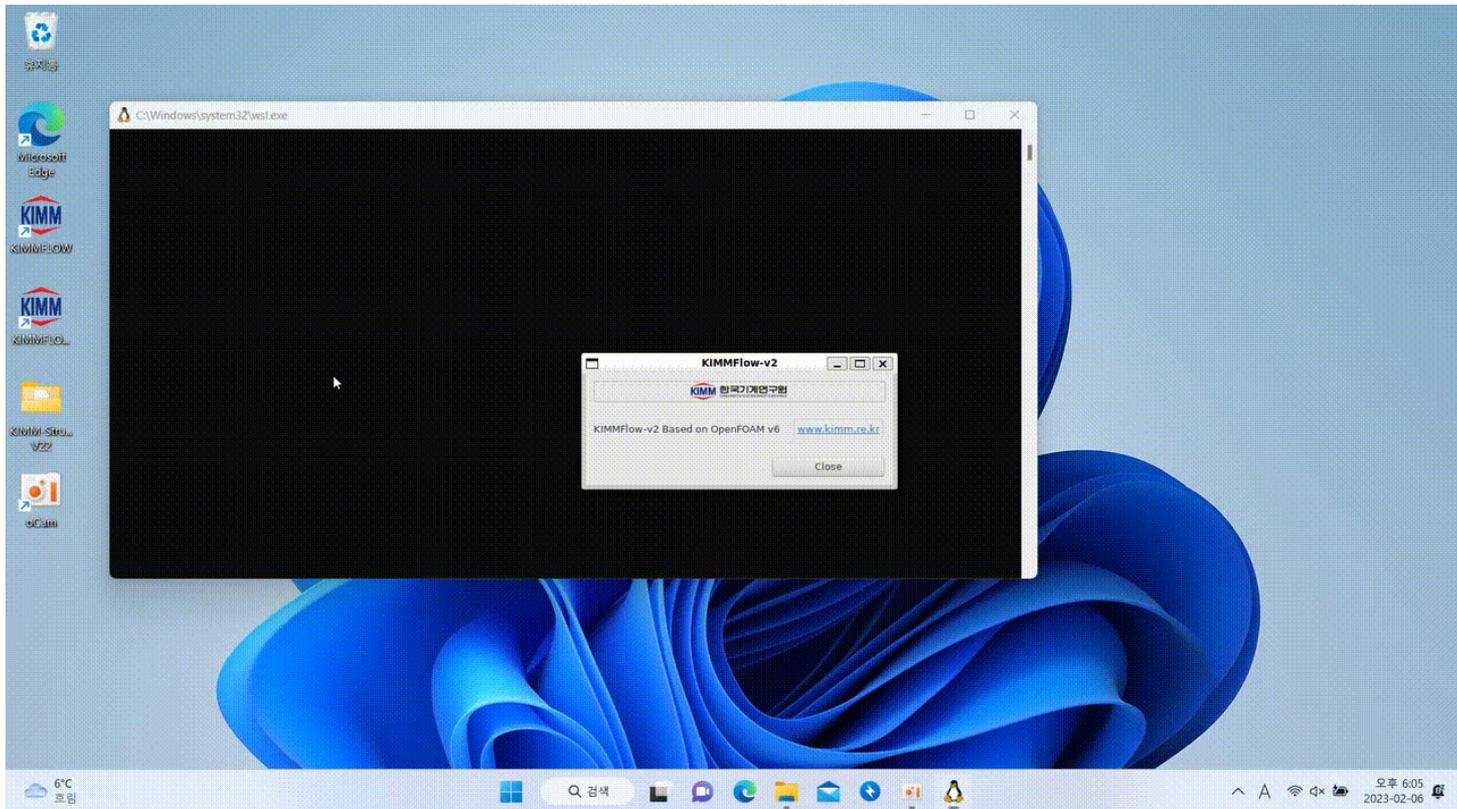


[충돌 기능]



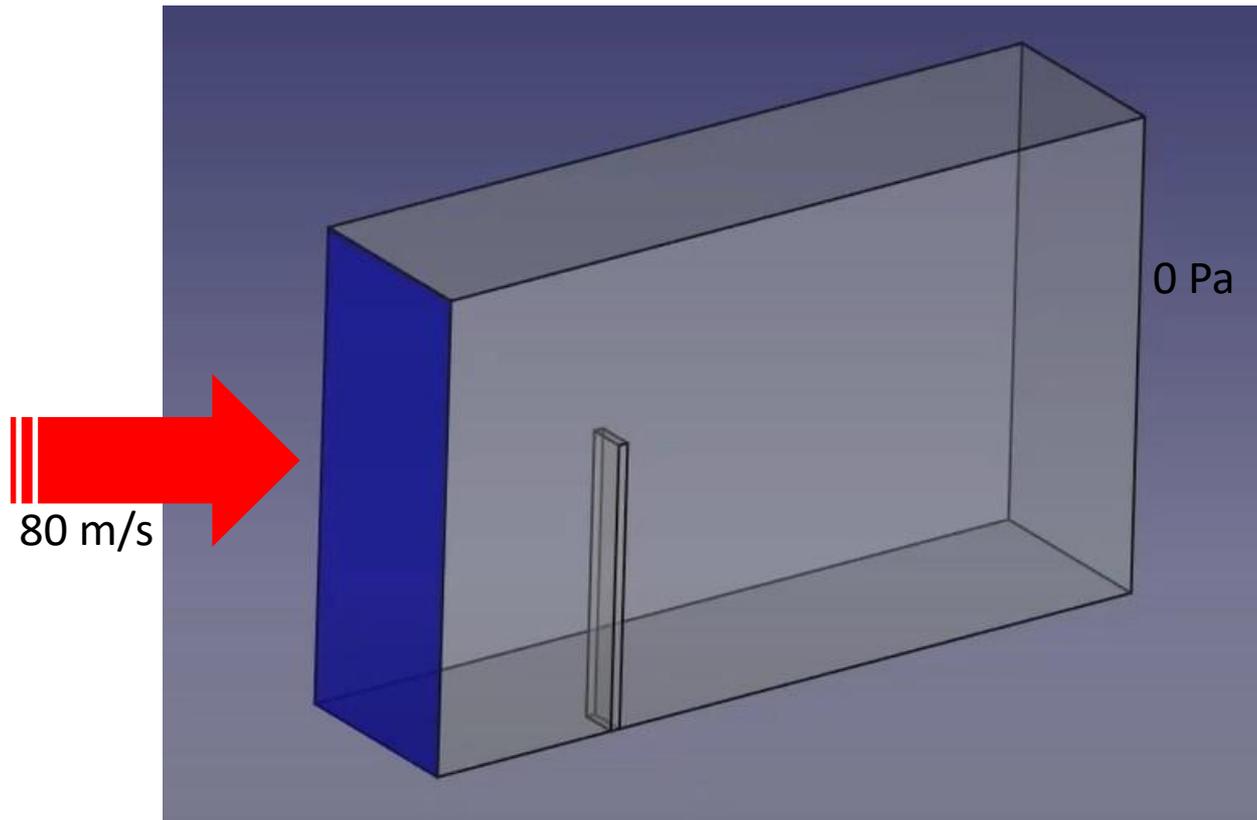
[마모 기능]

- KIMM-Flow의 경우 오픈 소스 프로그램 중 하나인 OpenFOAM을 기반으로 NextFOAM과 협업하여, 개발된 프로그램임.
- 기존 KIMM-Flow의 경우 회전체 해석에 대한 Steady 해석만 가능함에 따라, Transient 해석을 위해 슬라이딩 격자 기능을 추가함.



[슬라이딩 메쉬 기능]

- 2023년 개발된 KIMM-Flow의 windows 버전 개발은 '유저 친화적인 OS에서 구동' 및 'FSI 기능 구현'을 주 목적으로 함.
- 1 way FSI는 아래와 같은 예제를 바탕으로 시뮬레이션 여부를 확인함.
  - Inlet : 80 m/s, Outlet : 0 Pa, Solver : Buoyant SIMPLE FOAM





- 한국기계연구원은 향후 2 way FSI 기능 및 연계 시뮬레이션을 위해 아래와 같은 개발 방향을 검토 중에 있음.
- KIMM-Structure : UI 교체, 변형된 모델 export 기능(STL 파일 형태)
- KIMM-Flow : UI 교체, Auto mesh 기능
- KIMM-SYS : UI 수정, 전기차 및 수소차 부품 라이브러리 추가(FMI 형태)
- ETC : 동역학 해석 프로그램 개발 예정

KIMM-CyberLAB



KIMM-SYSTEM



KIMM-CAD



KIMM-STRUCTURE



KIMM-CAM



KIMM-FLOW



시안 1



시안 2



시안 3



시안 4



시안 5



시안 6

Green



Greyscale



24px icons (border-radius: 1.5px / stroke: 1px)



32px icons (border-radius: 1.5px / stroke: 1.5px)



24px icons stroke: 1px



32px icons stroke: 1.5px

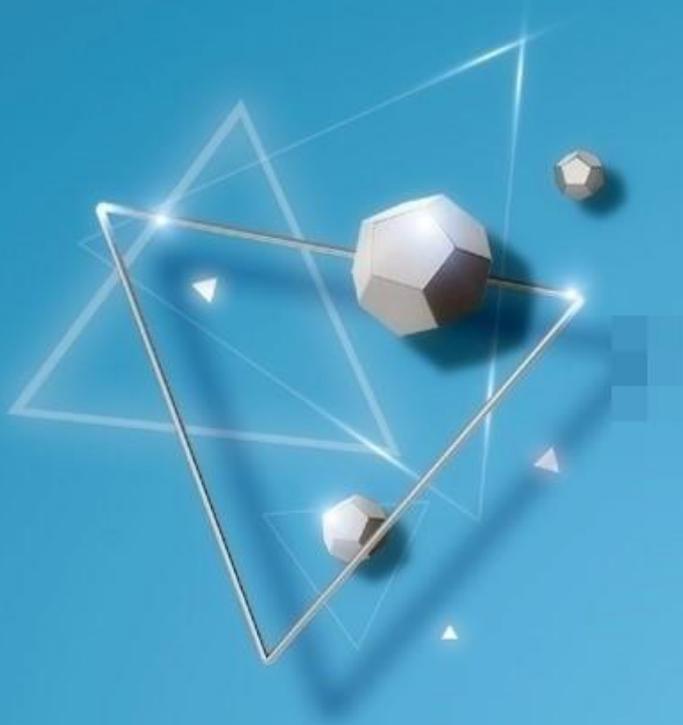


48px icons stroke: 2.25px



본 발표에서는 중소기업 기술 경쟁력 향상 및 제조업 디지털 전환 촉진을 위해 개발된 KIMM Cyber Lab을 활용한 FSI 기능에 대해 소개하였고 그 결과는 아래와 같음.

- 1) KIMM-Structure는 오픈 소스 프로그램인 Calculix를 베이스로 하여 제작하였고, KIMM-Flow는 OpenFOAM을 베이스로 개발함.
- 2) KIMM-Flow는 KIMM-Structure와 연동한 FSI 기능 구현을 위해 Windows 버전을 개발하였고, 이를 바탕으로 1 way FSI 기능을 구현함.
- 3) KIMM Cyber Lab은 향후 다물체 동역학 코드를 바탕으로 KIMM-Motion 프로그램 개발을 계획 중임.
- 4) 현재, 중소·중견 기업에서는 매년 상승되는 SW 비용 문제로 인해 어려움을 겪고 있으나, KIMM Cyber Lab의 기능 발전으로 인해 상용 SW 일부 기능을 KIMM Cyber Lab으로 대체함으로써 SW 유지 보수 비용 절감에 기여할 것으로 판단됨.



기계분야의 연구개발 및 성과확산, 신뢰성평가,  
시험평가 등을 통해 국가 및 산업계의 발전에 기여하여  
인류의 미래를 위해 도전하는 국민연구기관이 되겠습니다!

# Thank You

