

Autodesk Simulation Day

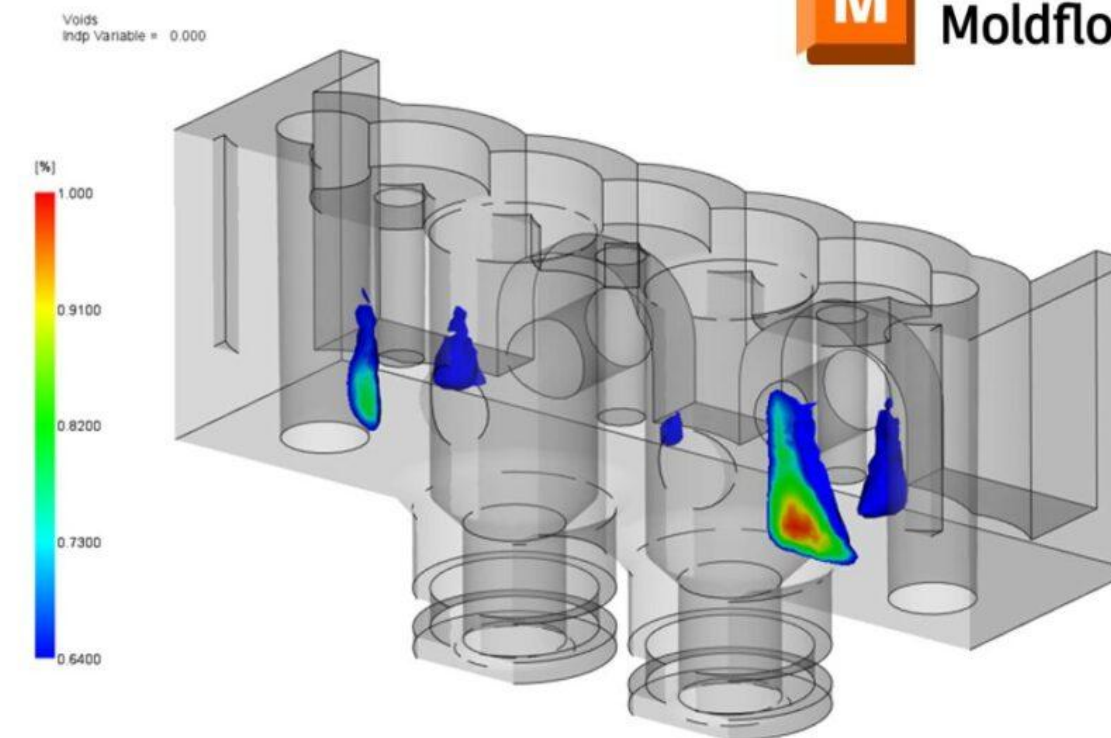
Autodesk NavPack 기반의 초고속 연산 처리 및 시뮬레이션 가속화 전략

사출성형 CAE를 실시간으로 – 그래프 신경망(GNN) 대리모델 기반 가속 플랫폼

F **AUTODESK**
Fusion 360
Simulation Extension

M **AUTODESK** Moldflow Adviser

M **AUTODESK**
Moldflow Insight



(주)이디앤씨

오토데스크팀 황순환 상무

Autodesk Simulation Day

Autodesk NavPack 기반의 초고속 연산 처리 및 시뮬레이션 가속화 전략

사출성형 CAE를 실시간으로 — 그래프 신경망(GNN) 대리모델 기반 가속 플랫폼

F **AUTODESK**
Fusion 360
Simulation Extension

M **AUTODESK** Moldflow Adviser

M **AUTODESK**
Moldflow Insight

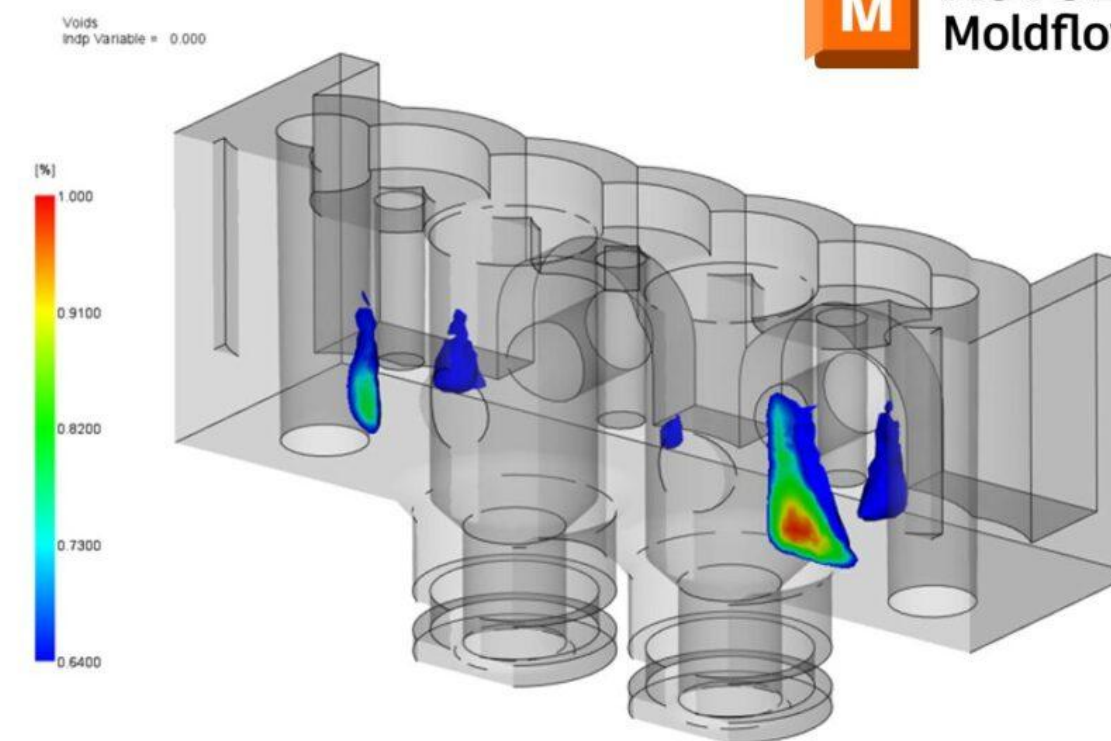
M **AUTODESK**
Moldflow Insight

N **AUTODESK**
NavPack 2026

 **ParaView**

(주)이디앤씨

오토데스크팀 황순환 상무



오토데스크 시뮬레이션 Day

Contents

01.
왜 가속화인가?

02.
NavPack과 대리모델

03.
GNN Case study

04.
검증결과

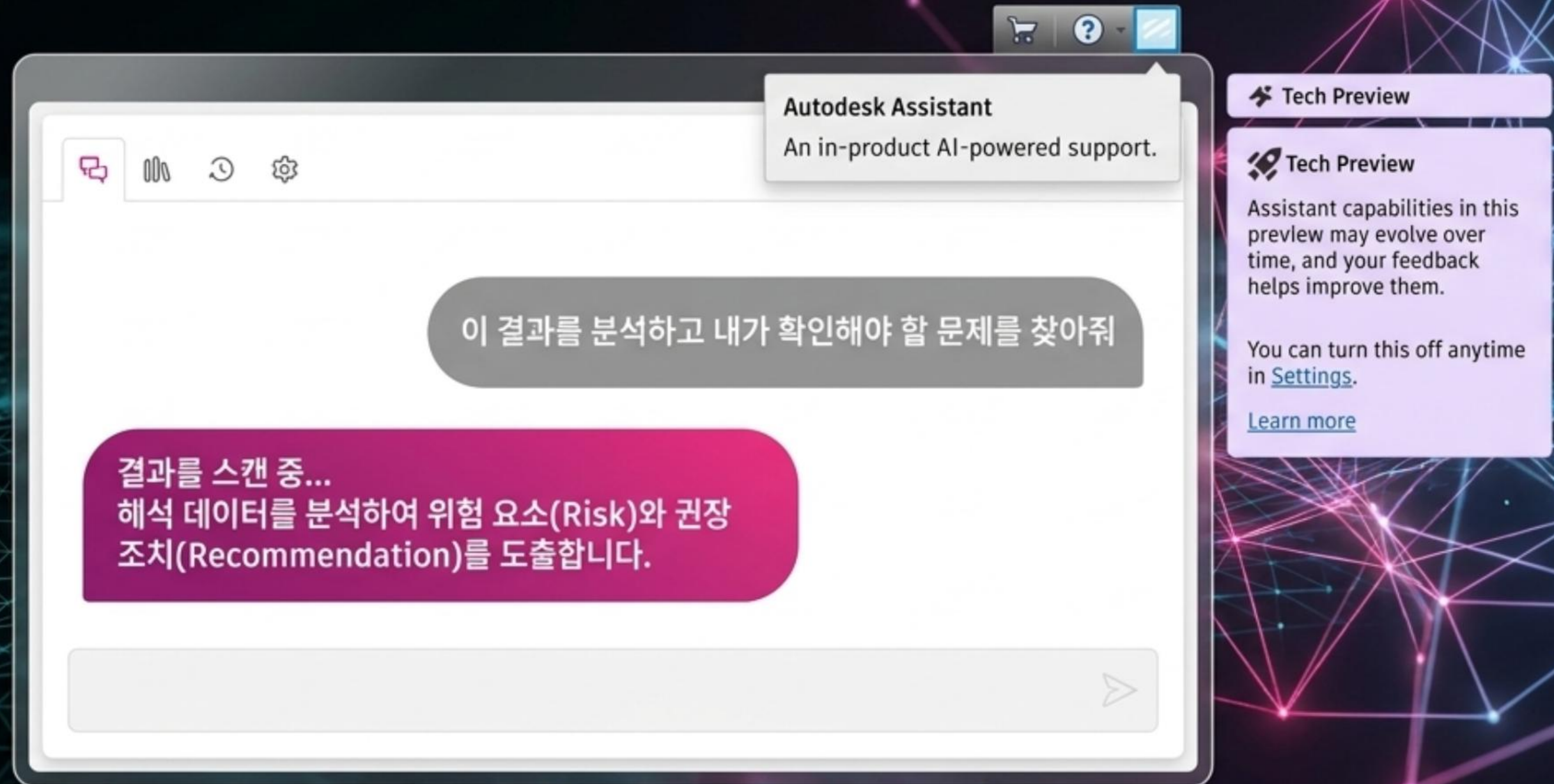
05.
가속화 전략 및 로드맵

Autodesk Simulation Day 2026

L7 광명 바이 롯데 호텔 3층

06.16 화요일
10:00 - 17:10

인지적 도약: Autodesk Assistant 탑재 (Tech Preview)



Moldflow는 단순 계산(Compute) 도구에서,
결과를 해석하고 조언하는 파트너(Collaborator)로 진화했습니다.

Home Tools View Geometry Mesh Boundary Conditions Optimization Results Reports Start & Learn Community

New Plot Notes Plot Properties Save Defaults

Plots Properties Animation Examine Histogram Scaling Warpage Export and Publish Cutting Plane Windows Locking

Visualize Restore Defect Visualization Moldflow Results Mark Unmark XY Plot Edit Move

0.00 0.51 Set Scale Reset Scale

Tasks Tools Shared Views

Project 'GL_Test'

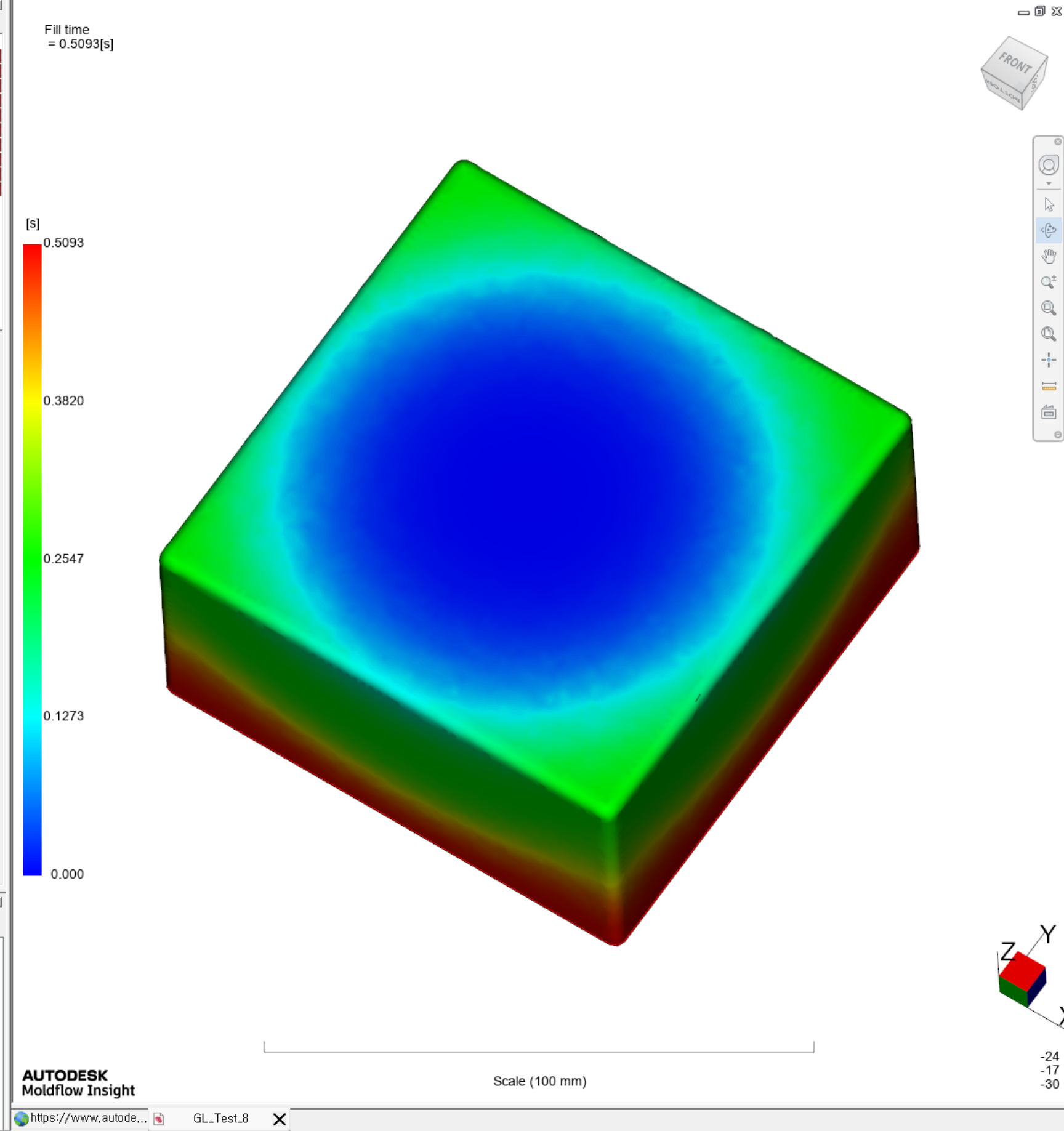
- GL_Test_1
- GL_Test_2
- GL_Test_3
- GL_Test_4
- GL_Test_5
- GL_Test_6
- GL_Test_7
- GL_Test_8
- GL_Test_9
- GL_Test_10

Study Tasks : GL_Test_8

- Part (Box.L100W100H050.step)
- 3D Mesh (813888 elements)
- Fill + Pack + Warp
- Ultramid 1503-2: BASF Engineering Plastic
- Material Data Completeness
- Environmental Properties
- 1 Injection Location(s)
- Process Settings (Default)
- Optimization (None)
- Analysis complete
- Logs
- Results
- Flow
 - Fill time+
 - Pressure at V/P switchover+
 - Temperature at flow front
 - Pressure at injection location:XY Plot
 - Clamp force:XY Plot
 - Density
 - Extension rate
 - Fiber orientation tensor
 - Time to reach ejection temperature
 - Grow from
 - Pressure
 - Ram speed, recommended:XY Plot
 - Shear rate
 - Shear rate, maximum
 - Shear stress at wall
 - Temperature
 - Velocity
 - Viscosity
 - Pressure at end of fill
 - Flow length
 - Frozen layer fraction at end of fill
 - Sink marks estimate

Layers

- Default Layer
- CAD Geometry
 - Box.L100W100H050
- Mesh Nodes
 - Box.L100W100H050 Nodes
- Mesh Elements
 - Box.L100W100H050 Tetras



Tech Preview +

gl_test_10 스터디 분석 결과 - 주요 문제점:

Issue	Current Value	Optimal Range	Severity	Recommendation
전단속도	최대 53,248 1/s	< 40,000 1/s	높음	게이트 크기 20-30% 증가 또는 사출 속도 15-20% 감소
신장속도	최소 -28,115 1/s	-10,000 ~ 10,000 1/s	높음	게이트 위치 및 유동 경로 재설계 필요. 극단적
에어 트랩	1개 발견	0개	높음	트랩 위치에 벤트 추가 또는 게이트 위치 조정
웰드 라인	최소 각도 117°	> 135°	중간	135° 미만의 웰드 라인 각도는 구조적 취약점
충전 완료 시 동결층 비율	최대 70.7%	< 50%	중간	금형 온도 5-10°C 상승 또는 충전 시간 10-15% 단
체적 수축률	1.19% ~ 8.38%	< 5% (균일)	중간	수축률 편차가 큼. 보압 프로파일 최적화 및 냉
변형량 (전체 효과)	최대 0.968 mm	공차 범위 내	검토 필요	제품 공차 사양과 비교 필요. 과도할 경우 리브
온도 범위	80°C ~ 319°C	좁은 범위	중간	넓은 온도 변화는 핫스팟 또는 불균일 냉각 기
사출 압력	최대 46.6 MPa	< 기계 용량 80%	낮음	기계 용량 대비 확인 필요. 현재 수준은 일반적
싱크 마크	최대 0.008 mm	< 0.05 mm	낮음	허용 범위 내. 두꺼운 부위의 냉각 시간 모니터

1 row selected Rows per page: 10 1-10 of 10

Show less

우선순위별 조치 사항:

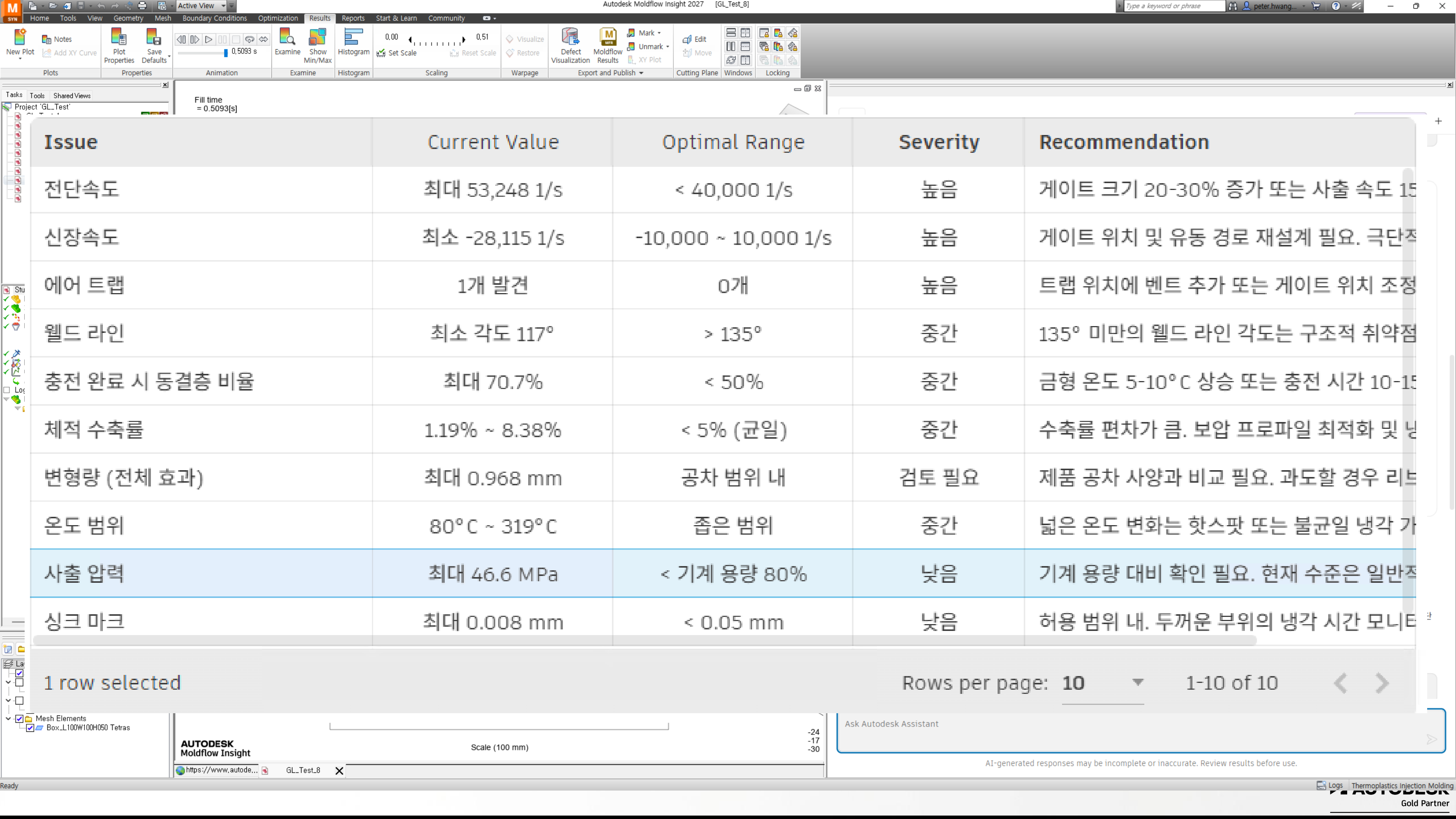
- 즉시 조치 필요 (높은 심각도)
 - 전단속도 감소: 게이트 크기 20-30% 증가 또는 사출 속도 15-20% 감소
 - 신장속도 개선: 게이트 위치 및 유동 경로 재설계
 - 에어 트랩 제거: 벤트 추가 또는 게이트 위치 조정
- 중요 개선 사항 (중간 심각도)
 - 웰드 라인 각도 개선: 135° 이상의 만남 각도를 위해 게이트 재배치
 - 동결층 감소: 금형 온도 5-10°C 상승 또는 충전 시간 10-15% 단
 - 수축 균일성 개선: 보압 시간 및 압력 프로파일 최적화
 - 온도 편차 감소: 냉각 채널 배치 및 금형 온도 설정 검토
- 모니터링 필요 (낮은 심각도)
 - 변형량이 제품 공차 사양 내인지 확인
 - 사출 압력이 기계 용량 한계 내인지 확인

다음 단계: 특정 플롯(에어 트랩 위치, 웰드 라인, 전단속도 분포)을 보시거나 재질 및 기계 설정을 검토하시겠습니까?

에어 트랩 위치 보기

Ask Autodesk Assistant

AI-generated responses may be incomplete or inaccurate. Review results before use.



Issue	Current Value	Optimal Range	Severity	Recommendation
전단속도	최대 53,248 1/s	< 40,000 1/s	높음	게이트 크기 20-30% 증가 또는 사출 속도 15
신장속도	최소 -28,115 1/s	-10,000 ~ 10,000 1/s	높음	게이트 위치 및 유동 경로 재설계 필요. 극단적
에어 트랩	1개 발견	0개	높음	트랩 위치에 벤트 추가 또는 게이트 위치 조정
웰드 라인	최소 각도 117°	> 135°	중간	135° 미만의 웰드 라인 각도는 구조적 취약점
충전 완료 시 동결층 비율	최대 70.7%	< 50%	중간	금형 온도 5-10°C 상승 또는 충전 시간 10-15
체적 수축률	1.19% ~ 8.38%	< 5% (균일)	중간	수축률 편차가 큼. 보압 프로파일 최적화 및 냉
변형량 (전체 효과)	최대 0.968 mm	공차 범위 내	검토 필요	제품 공차 사양과 비교 필요. 과도할 경우 리브
온도 범위	80°C ~ 319°C	좁은 범위	중간	넓은 온도 변화는 핫스팟 또는 불균일 냉각 가
사출 압력	최대 46.6 MPa	< 기계 용량 80%	낮음	기계 용량 대비 확인 필요. 현재 수준은 일반적
싱크 마크	최대 0.008 mm	< 0.05 mm	낮음	허용 범위 내. 두꺼운 부위의 냉각 시간 모니터

1 row selected

Rows per page: 10 1-10 of 10

AUTODESK
Moldflow Insight

Scale (100 mm)

Mesh Elements
Box_L100W100H050 Tetras

https://www.autode... GL_Test_8

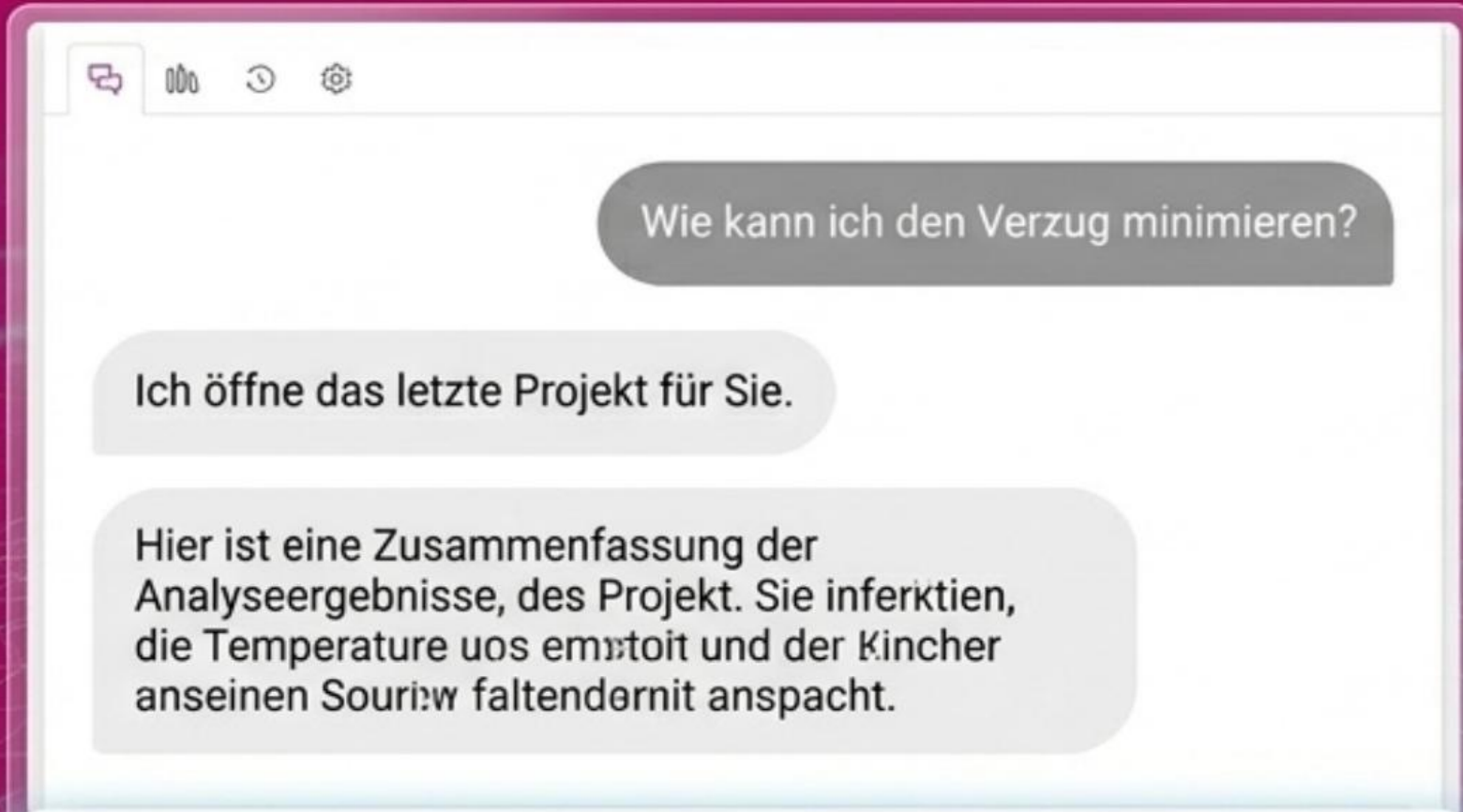
Ask Autodesk Assistant

AI-generated responses may be incomplete or inaccurate. Review results before use.

언어의 장벽을 넘는 실시간 데이터 어시스턴트

실시간 다국어 지원

결과 요약 자동화



UI 언어 제약 극복

사용자가 한국어, 독일어 등 자국어로 질문하면, 소프트웨어 언어 설정과 무관하게 AI가 해당 언어로 정확한 인사이트를 답변합니다.

Results from study strip_study:

Result Name	Minimum	Maximum	Average	Unit
Fill time	0.000	0.798	-	s
Temperature	59.1	228.1	-	°C
Temperature at flow front	204.1	220.0	215.1	°C
Bulk temperature	50.2	227.2	-	°C
Bulk temperature at end...	181.5	227.2	205.7	°C
Pressure	0.0	66.6	-	MPa
Pressure at injection loc...	-	66.6	-	MPa

< < 1-10 of 33 > >

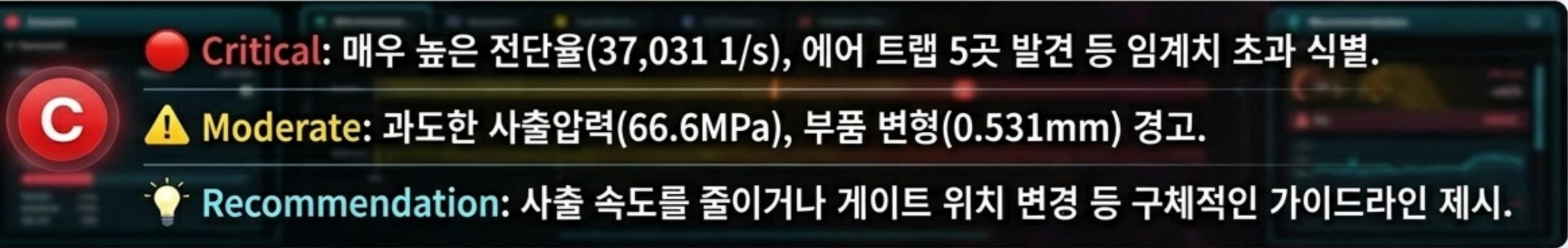
즉각적인 Summary Data

‘해석 결과를 표로 요약해줘’ 프롬프트 입력 시, 30개 이상의 결과값을 최대/최소/평균값이 포함된 테이블로 즉시 생성하여 보고서 작성 시간을 획기적으로 단축합니다.

Moldflow는 단순 계산(Compute) 도구에서, 결과를 해석하고 조언하는 파트너(Collaborator)로 진화했습니다.

정밀한 불량 분석력, 그리고 현재의 한계점

AI의 정밀한 불량 요인 분석 (Insights)



The dashboard displays three key insights:

- Critical:** 매우 높은 전단율(37,031 1/s), 에어 트랩 5곳 발견 등 임계치 초과 식별.
- Moderate:** 과도한 사출압력(66.6MPa), 부품 변형(0.531mm) 경고.
- Recommendation:** 사출 속도를 줄이거나 게이트 위치 변경 등 구체적인 가이드라인 제시.

현재의 한계 (Limitations)

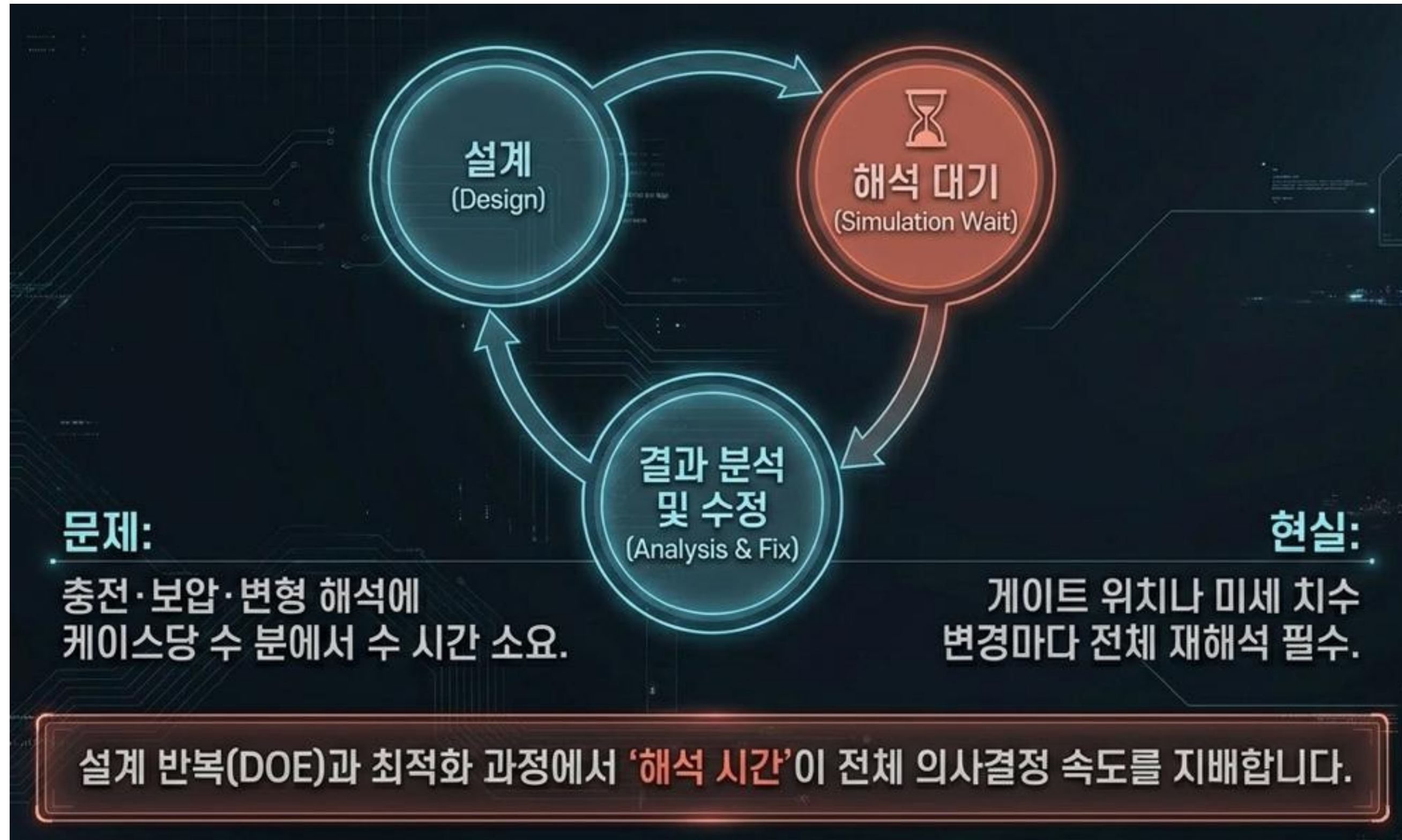


- 2027 버전 기준, AI는 직접적인 세팅 값 변경이나 자동 스크립트를 구동하여 해석을 재구동하지 못합니다.
- 활성화된 단일 Study 내에서만 조언자로 작동하며, 엔지니어의 최종 판단이 필수적입니다.

Moldflow는 단순 계산(Compute) 도구에서,
결과를 해석하고 조언하는 파트너(Collaborator)로 진화했습니다.

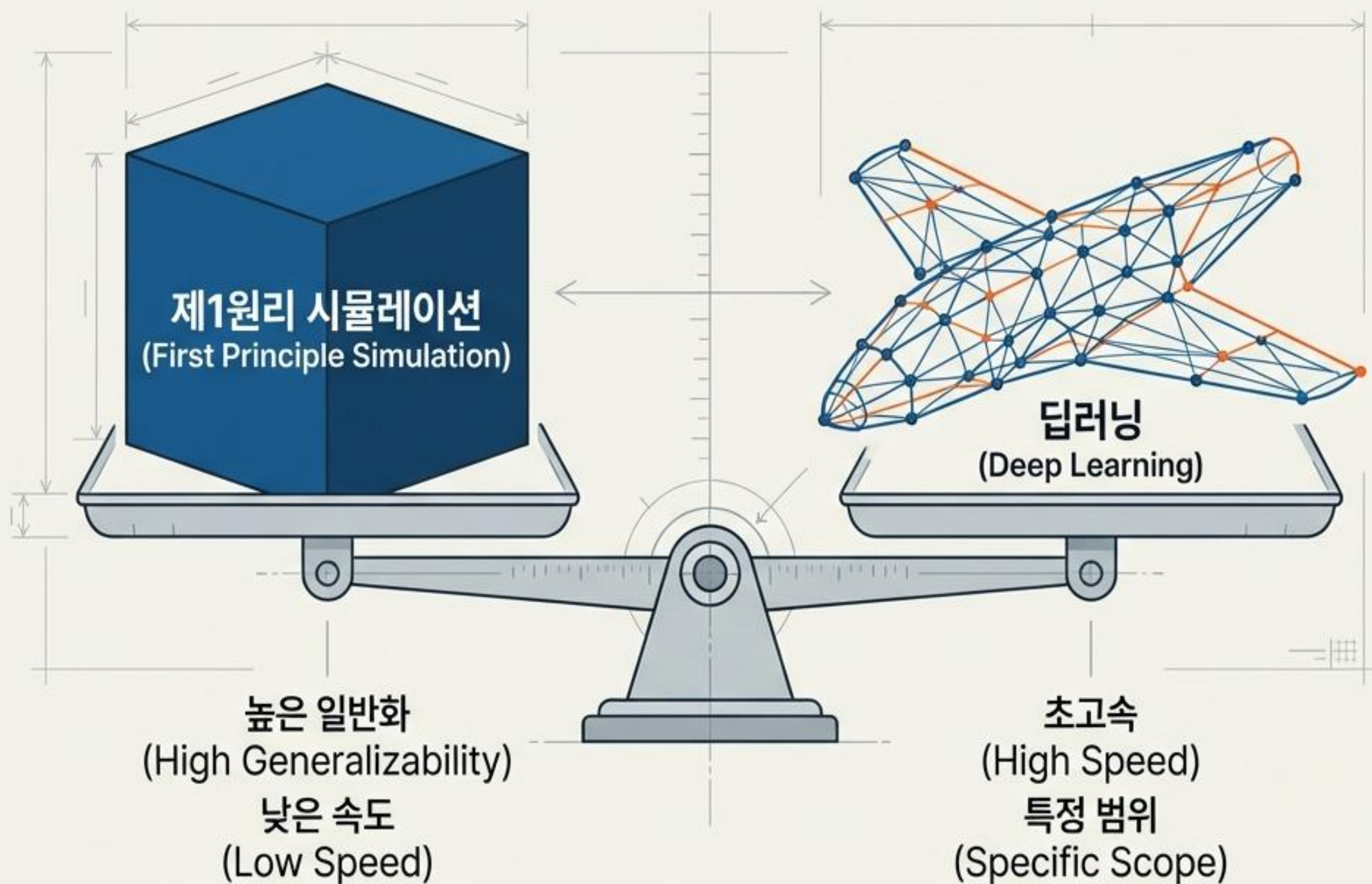
01

문제 정의: CAE의 병목



저는 지난 10년 동안의 머신러닝과 딥러닝, AI와 엔지니어링에 대해 이야기하려고 합니다.

딥러닝은 제1원리(First Principle) 시뮬레이션을 대체하지 않습니다



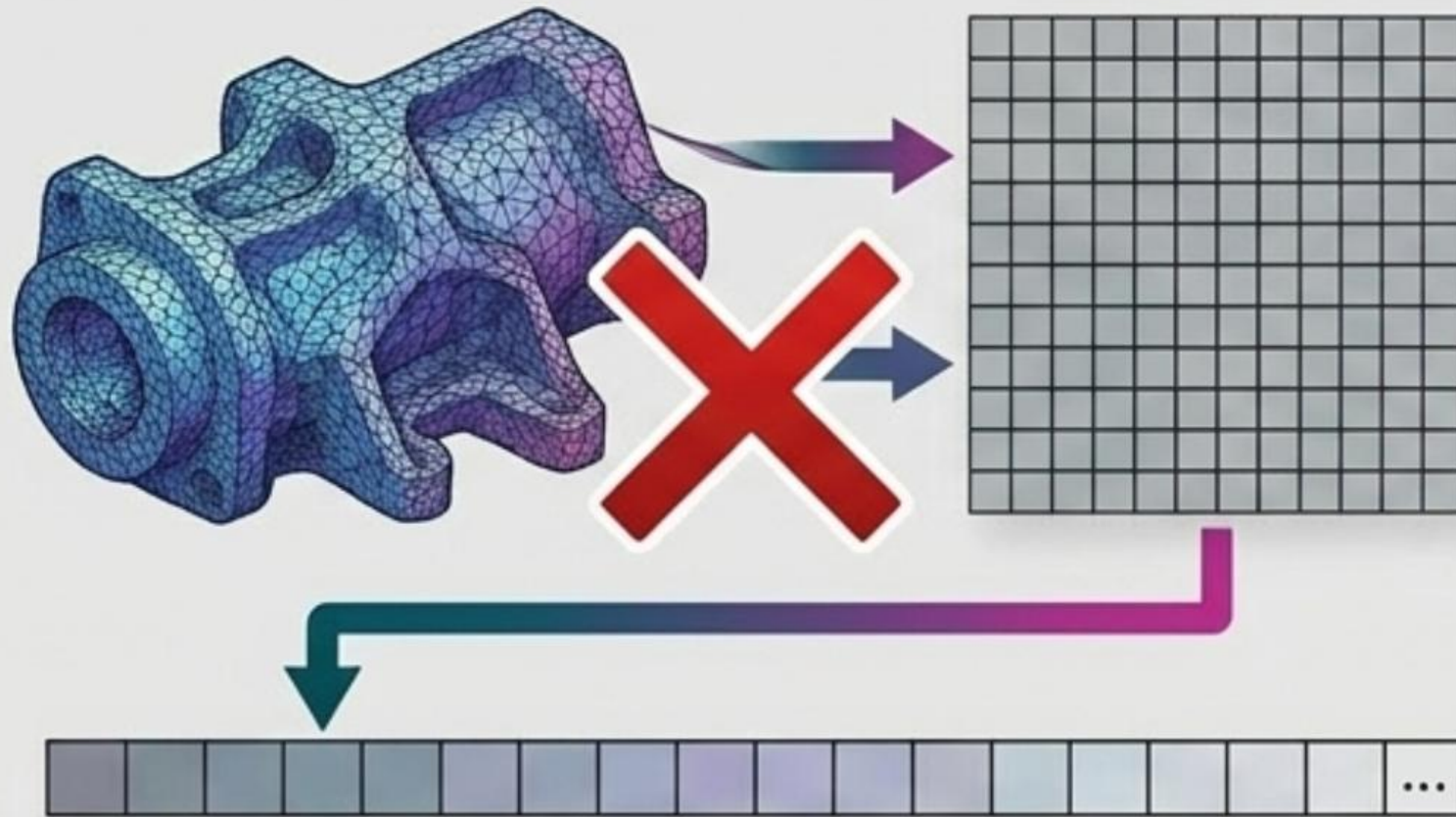
가장 큰 오해는 머신러닝이 시뮬레이션을 완전히 대체한다는 것입니다.

- 핵심 차이점 : 우리는 제1원리 솔버의 '일반화 (Generalizability)'를 포기하는 대신, 머신러닝의 압도적인 '속도 (Speed)'를 선택하는 **트레이드오프 (Trade-off)**를 수행합니다.

기존 시뮬레이션은 훈련 데이터 구축을 위해 여전히 필수적입니다.

기하학적 딥러닝(Geometric Deep Learning)의 등장

Traditional AI (CNN/ANN)



왜 기존 AI는 실패하는가?

기존 CNN이나 ANN은 제조업의 복잡하고 불규칙한 3D 메시(Mesh) 데이터를 다루는데 한계가 있으며, 평탄화 과정에서 심각한 기하학적 정보 손실을 유발함.

The GNN Paradigm

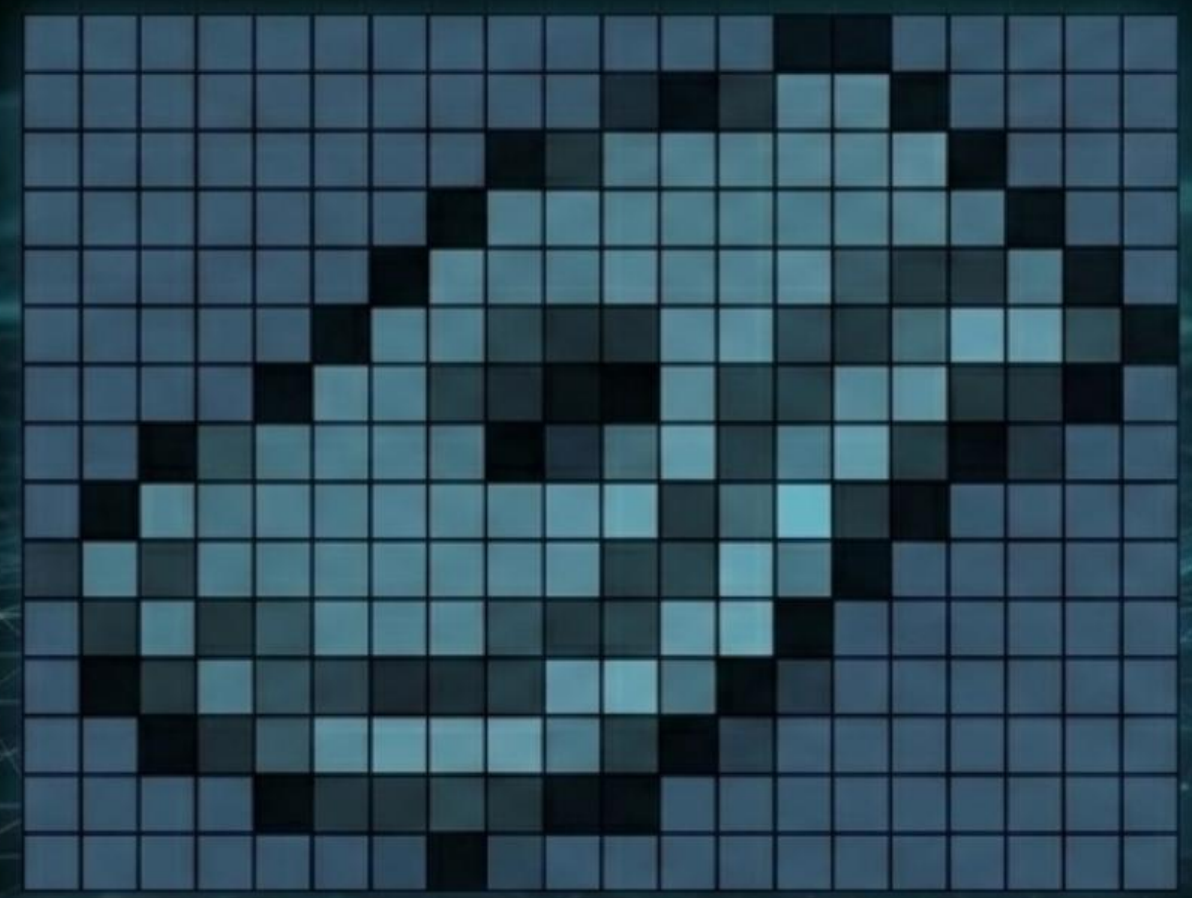


직접적 기하학 학습 (Direct Geometry Learning)

GNN(Graph Neural Networks)은 3D 지오메트리의 위상(Topological) 그래프 표면에서 직접 작동. 파라미터 기반 머신러닝의 한계를 넘어선 차세대 기하학 학습 실현.

AI 아키텍처의 진화: 왜 사출해석에 그래프 신경망(GNN)인가?

기존 이미지 AI (CNN)의 한계



정형화된 픽셀/복셀 구조에 갇혀 있어, 두께가 불규칙하고 복잡한 3D 기하학(곡면, 홀 등)과 엣지 정보를 인식하는 데 치명적인 한계 존재.

해결책: GNN (Graph Neural Networks)



3D 파트의 비정형 메쉬(Unstructured Mesh) 구조를 인위적 변형 없이 '노드'와 '엣지'라는 그래프 그 자체로 직접 학습. 기하학적 제약 없이 복잡한 사출물의 물리적 상호작용을 초고속으로 예측하는 유일한 딥러닝 아키텍처.

연산 복잡도의 혁명: Matrix Solving vs. Message Passing

FEM Solver

GNN Surrogate

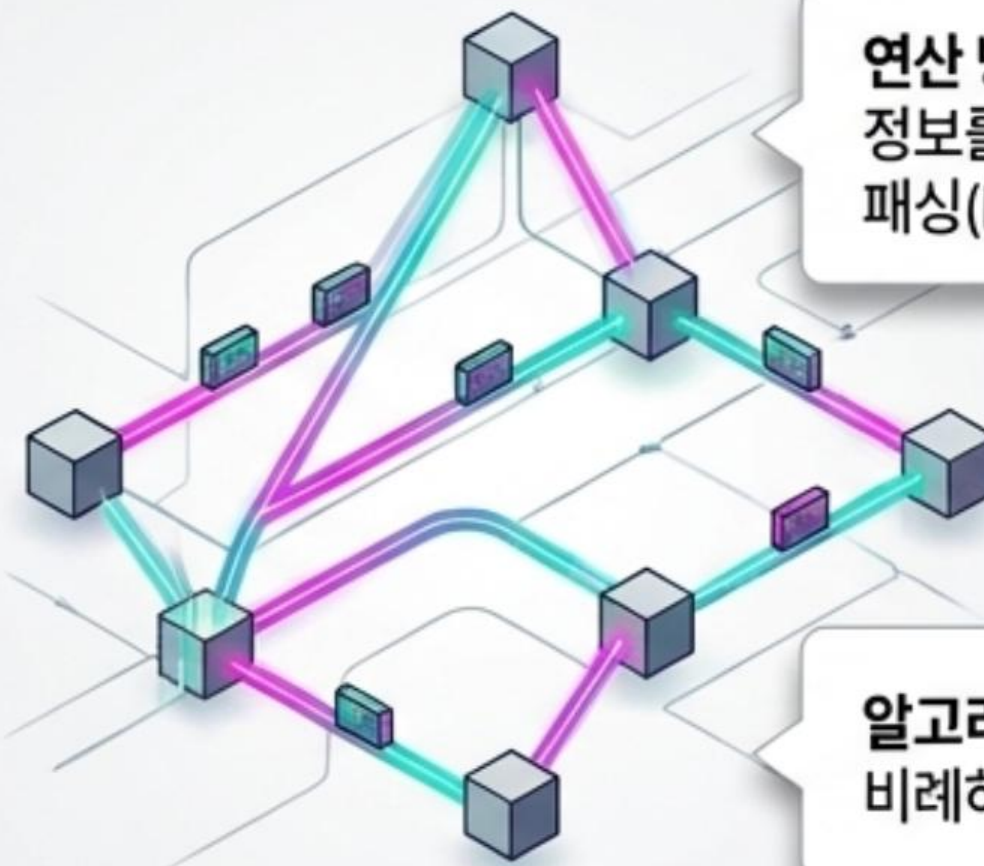
연산 방식: 매 타임스텝마다 전체 시스템의 압력/속도를 맞추기 위해 거대한 선형 방정식 행렬 역산 수행.

$$[Ax = b]$$

a_{11}	a_{11}	a_{11}	a_{11}	\dots	a_{11}	\dots	θ_{11}	v_3
a_{11}	a_{21}	a_{21}	a_{21}	\dots	a_{21}	\dots	θ_{21}	v_3
a_{21}	a_{12}	a_{23}	a_{23}	\dots	a_{21}	\dots	θ_{21}	v_5
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots
a_{unt}	a_{unt}	a_{unt}	a_{unt}	\dots	a_{unt}	\dots	θ_{unt}	v_{un}
a_{23}	a_{23}	a_{23}	a_{23}	\dots	a_{23}	\dots	θ_{23}	v_{un}
a_{11}	a_{01}	a_{23}	a_{23}	\dots	a_{11}	\dots	θ_{01}	v_5
a_{21}	a_{02}	a_{21}	a_{21}	\dots	a_{01}	\dots	θ_{02}	v_6
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots
a_{31}	a_{02}	a_{23}	a_{23}	\dots	a_{unt}	\dots	θ_{unt}	v_6
a_{31}	a_{03}	a_{23}	a_{23}	\dots	a_{unt}	\dots	θ_{unt}	v_5
a_{34}	a_{03}	a_{23}	a_{23}	\dots	a_{unt}	\dots	θ_{unt}	v_6
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots
a_{11}	a_{11}	a_{11}	a_{11}	\dots	a_{11}	a_{31}	θ_{11}	b_1
a_{11}	a_{12}	b_{23}	b_{23}	\dots	a_{22}	e_{22}	θ_{22}	v_3
a_{33}	a_{03}	b_{23}	b_{23}	\dots	a_{03}	e_{23}	θ_{23}	v_5
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots	\dots	\vdots	\vdots
a_{01}	a_{01}	b_{01}	b_{01}	\dots	a_{unt}	\dots	a_{unt}	b_{un}
a_{unt}	a_{unt}	b_{01}	b_{01}	\dots	θ_{unt}	\dots	a_{unt}	b_{un}

알고리즘 복잡도: $O(N^3)$ 또는 $O(N^2)$
- 노드 수에 따라 기하급수적 증가

연산 방식: 노드 간에 인접한 위상 정보를 직접 전달하는 메시지 패싱(Message Passing) 기법 활용.



알고리즘 복잡도: $O(E)$ - 엣지 수에 비례하여 사실상 선형 증가

압도적 성과: 오차율(MAPE) 1.87%~11.93%의 높은 신뢰성을 유지하면서 연산 속도를 수천 배(1000x Speedup) 가속화.

새로운 산업적 요구: 왜 초고속 대리 모델이 필요한가?

초기 설계
(CAD)

해석 및 최적화
(CAE)

최종 검증 및 생산
(Manufacturing)



패러다임 전환

설계 초기 단계에서 실시간으로 문제를 발견하고 수정하기 위해, 수 시간의 연산을 '초 단위'로 압축하는 초고속 대리 모델(Surrogate Model) 필수 도입.



전통적 FEM의 한계

Moldflow 시뮬레이션은 궁극의 정밀도를 제공하지만, 한 번의 해석에 수 시간에서 수일이 소요되어 설계 반복 속도를 저하시킴.

산업 현장 도입을 가로막는 기존 GNN 연구의 치명적 한계



한계 1. Mesh 전처리의 병목 현상 (데이터 준비 지연)

AI 추론(Inference) 연산 자체는 1초 이내에 완료되지만, 정작 GNN에 입력할 고품질의 3D Mesh 데이터를 생성하고 핸들링하는 데 수십 분 이상의 막대한 시간과 컴퓨팅 파워가 소모됨. 시뮬레이션 가속화의 의미가 퇴색됨.



한계 2. ParaView 결과 출력의 제한성 (시계열 데이터 부재)

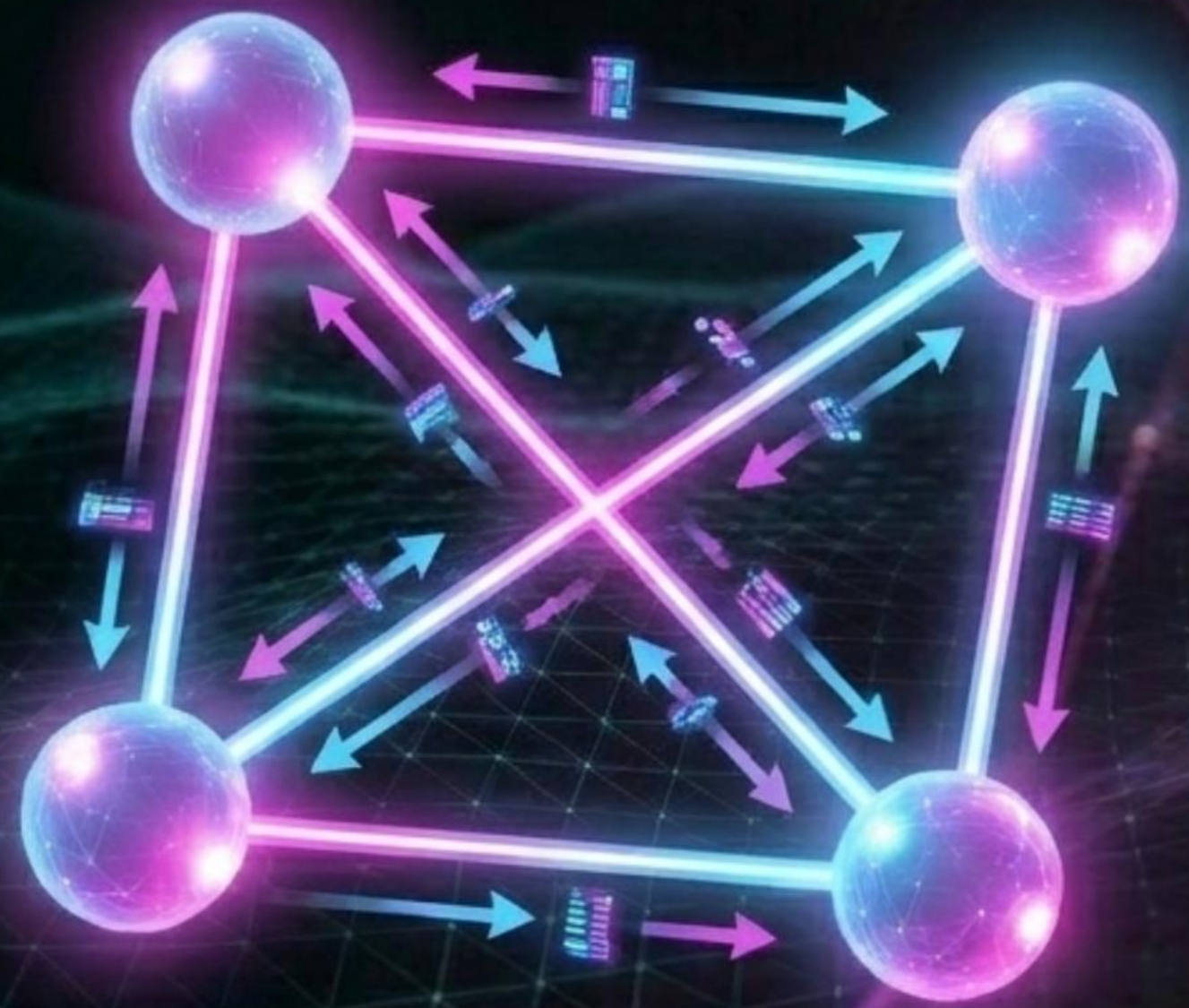
GNN 모델은 기본적으로 특정 순간의 '정적인 뭉치 데이터(Static Data)'만을 출력함.

- **시각화 한계:** 범용 3D 툴인 ParaView 단독으로는 Moldflow 특유의 동적인 수지 충전 패턴(Fill Pattern) 애니메이션 구현 불가.
- **엔지니어링 분석 한계:** 시간에 따른 사출 압력이나 최대 형체력의 변화 추이를 보여주는 필수적인 2D X-Y 곡선 그래프 추출이 불가능함.

핵심 기술: MeshGraphNets와 메시지 패싱(Message Passing)

전통적 FEM 모델

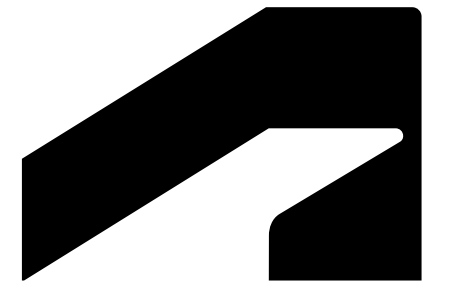
- 거대한 행렬 방정식을 푸는 구조
- 연산 복잡도: $O(N^3)$



GNN 모델 (Message Passing)

- 이웃 노드 간에 온도, 압력 등 물리량 정보를 화살표(Message)로 주고받으며 3D 형상을 인코딩
- 연산 복잡도: $O(E)$ (선형 복잡도)

결과: 살 두께의 미세한 변화나 게이트 위치 같은 공간적 특성을 신경망이 물리적 상호작용으로 이해하여 실시간(Real-time)에 가까운 추론 속도 달성.

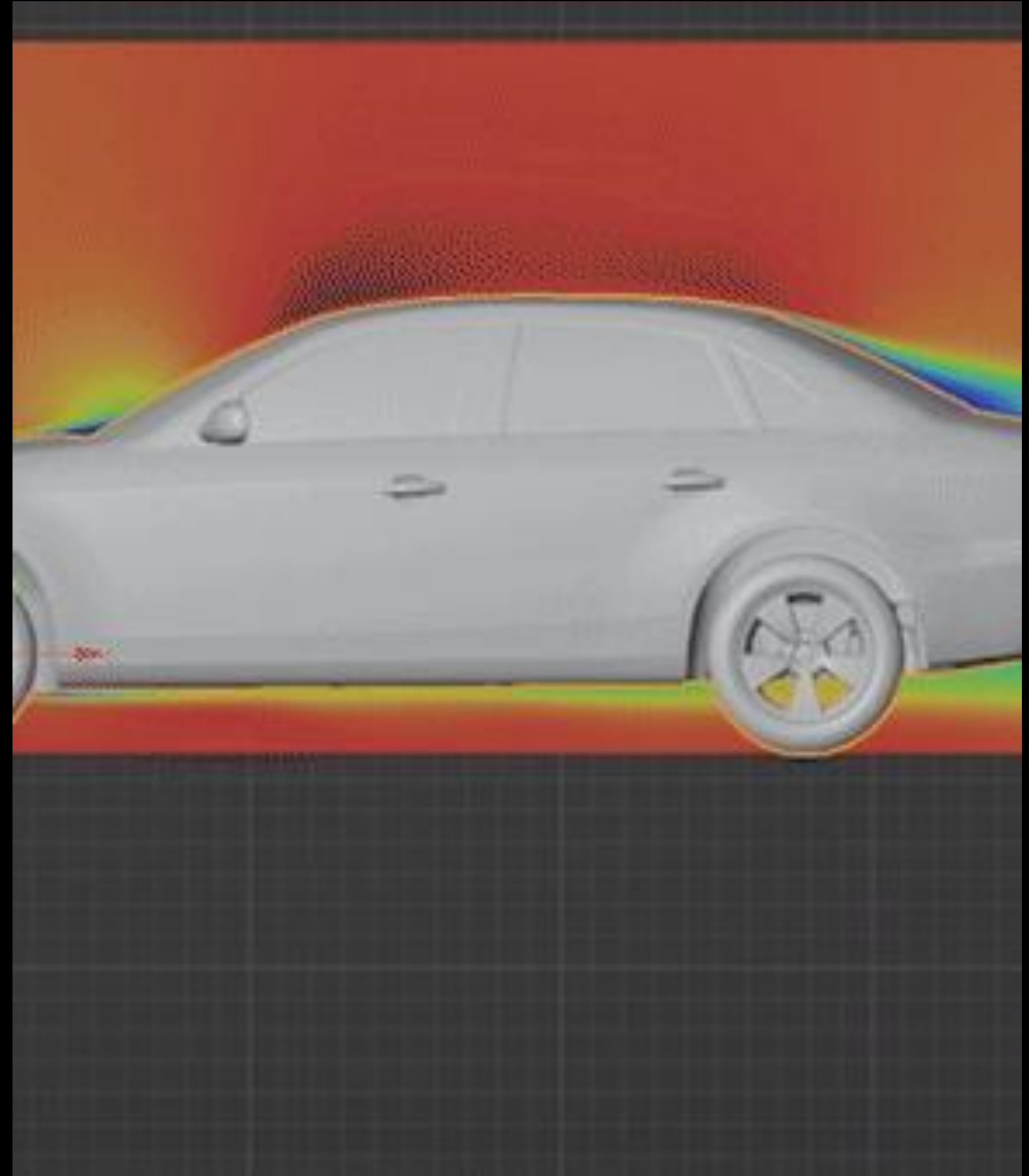


Autodesk NavPack

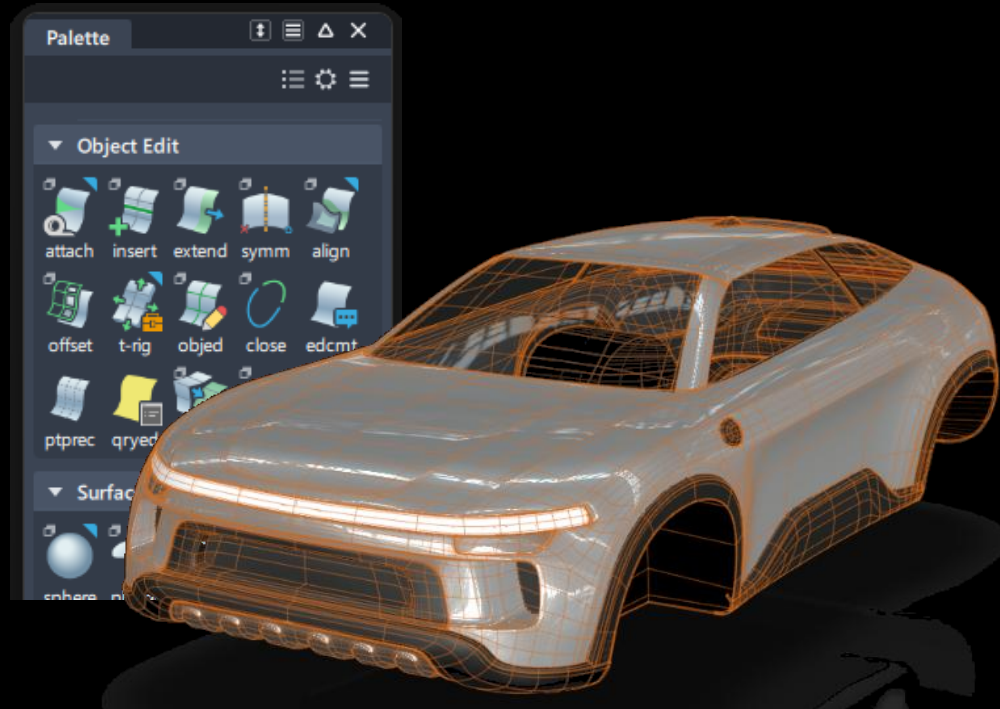
AI로 가속화된 디자인과 엔지니어링

NAVPACK은 다음을 가능하게 하는 툴킷

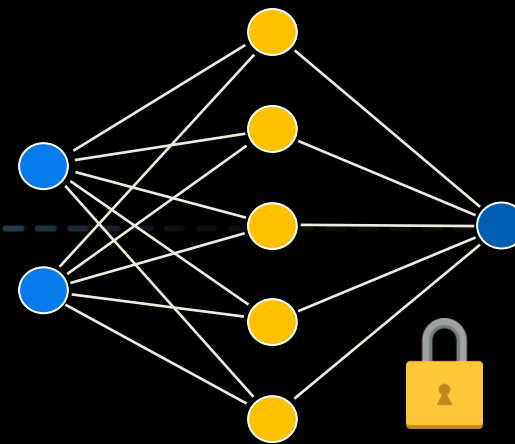
- **Train** 물리 시뮬레이션 결과(예: CFD)를 기반으로 AI 모델을 학습
- **Apply** 이전에 학습되지 않은 새로운 형상에 대해 AI 모델을 적용하여, 결과를 실시간으로 예측할 수 있도록 함.



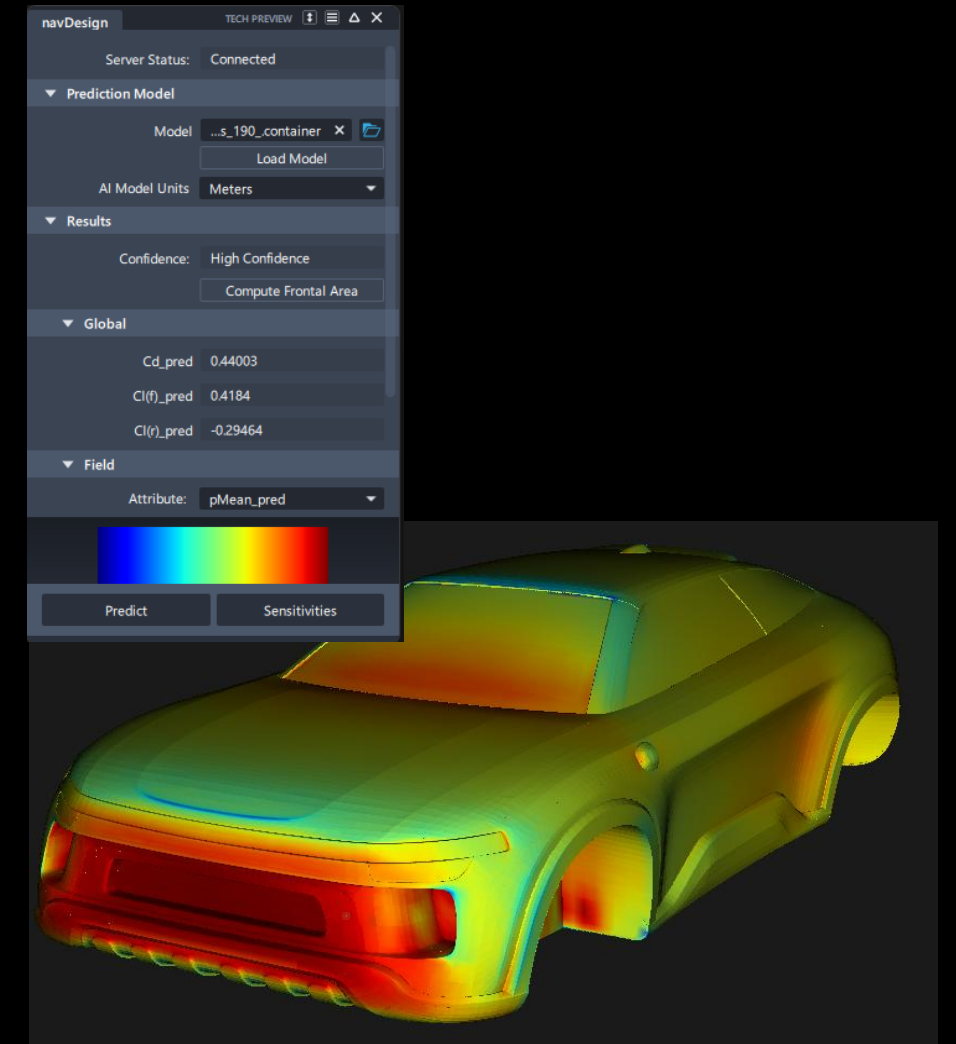
모델을 활용한 신속한 결과 도출



YOUR design



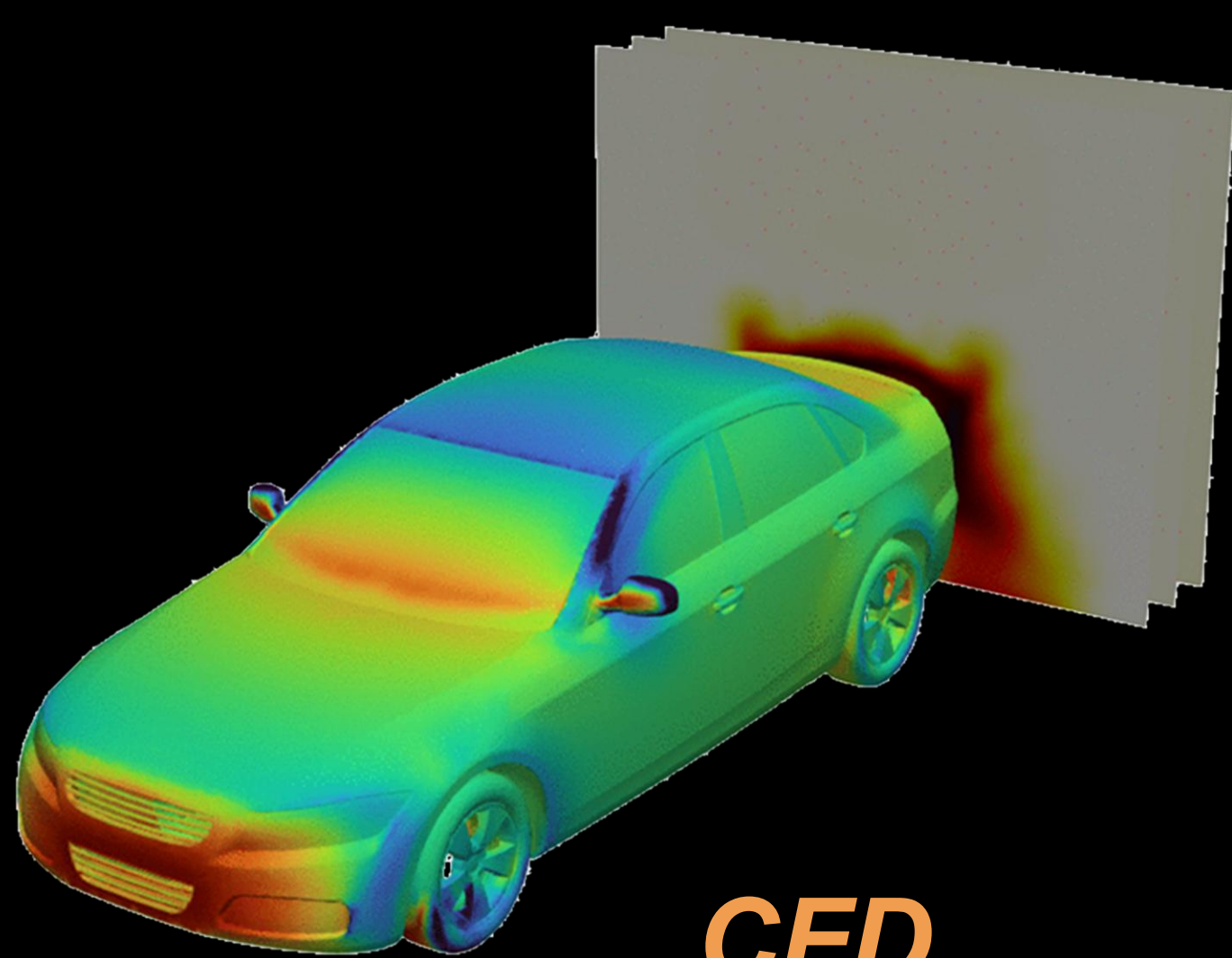
YOUR AI model
trained with
YOUR engineering
data



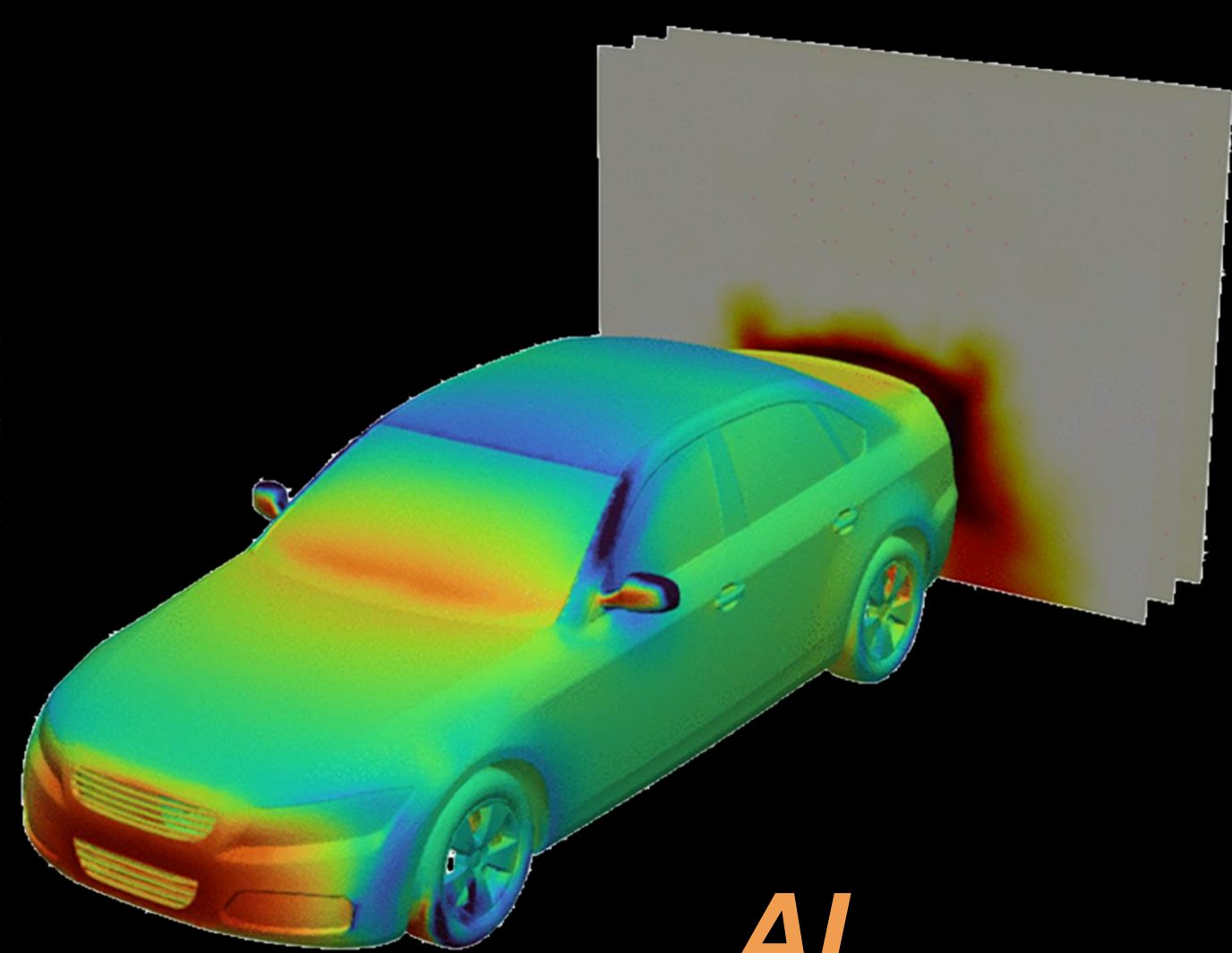
Results
in real time



예시, 공기역학 예측



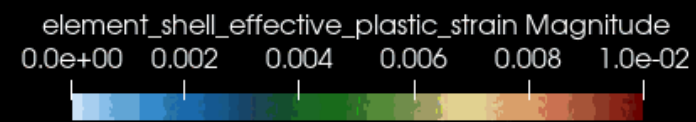
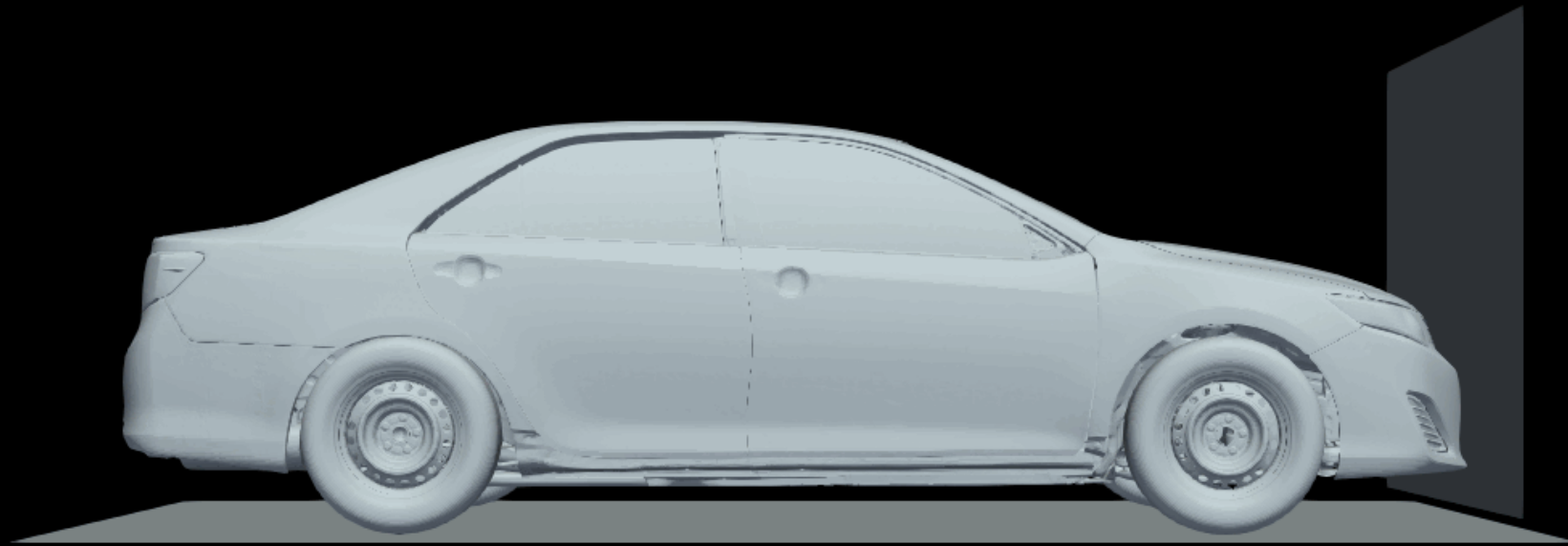
CFD
~8hrs



AI
~70ms

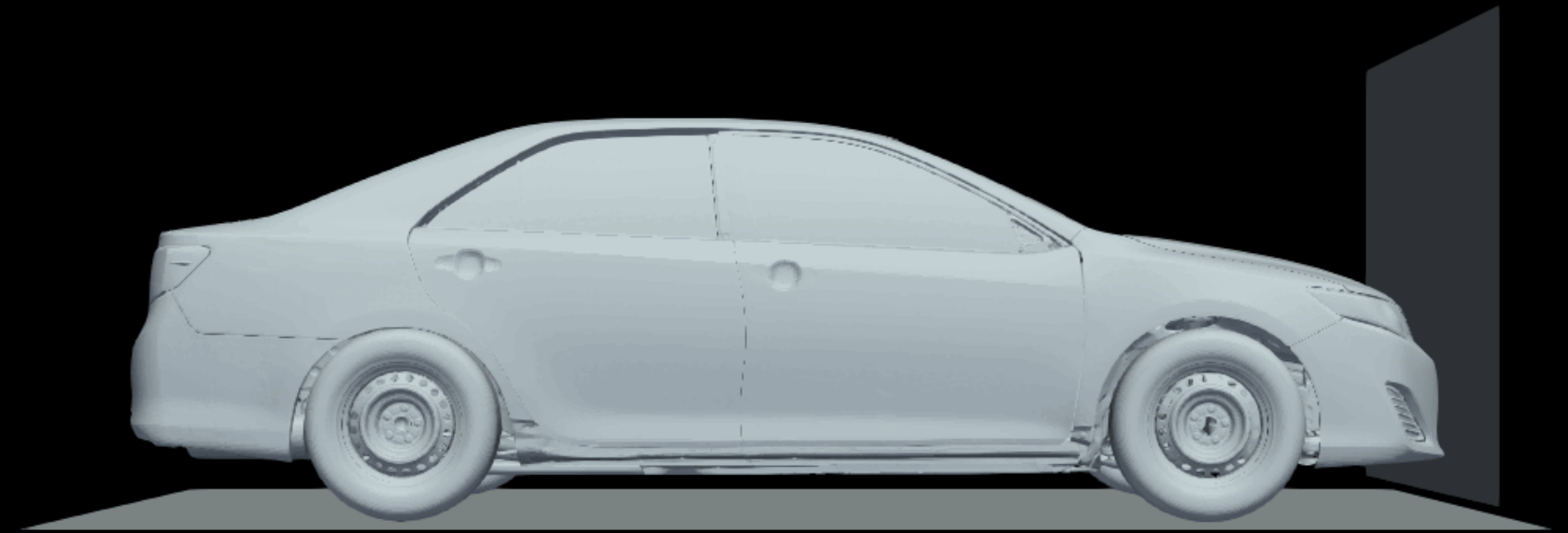
예시, 충돌 예측

Prediction



~ 5 seconds

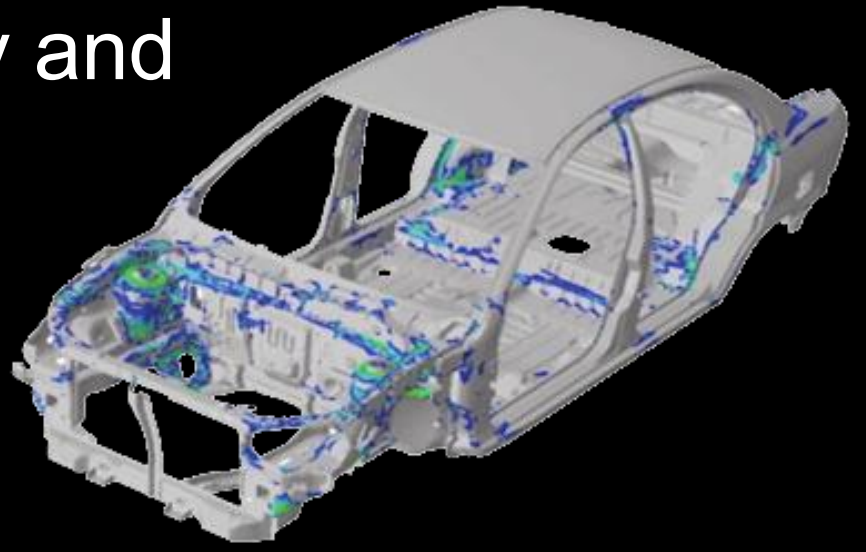
Ground Truth



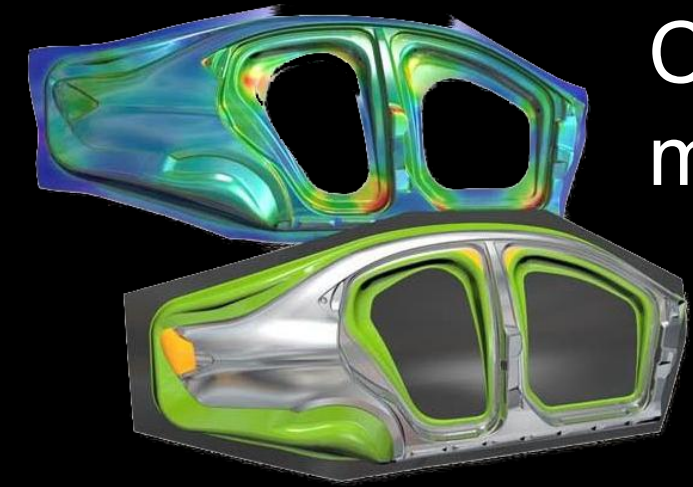
~ 12 hours

NAVPACK이 할 수 있는 것

Durability and Fatigue

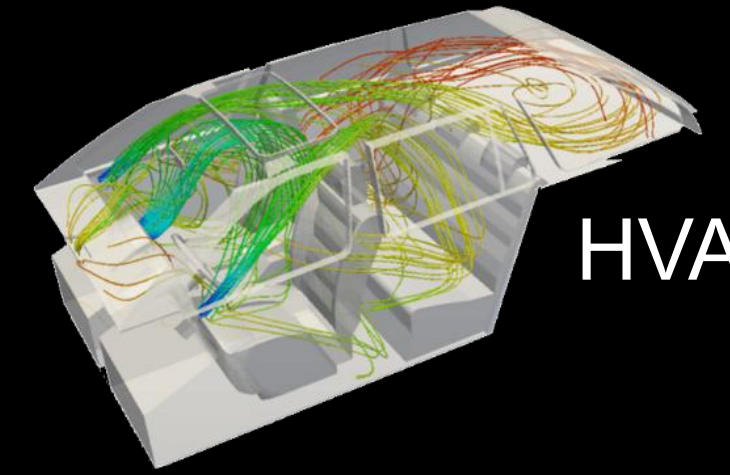
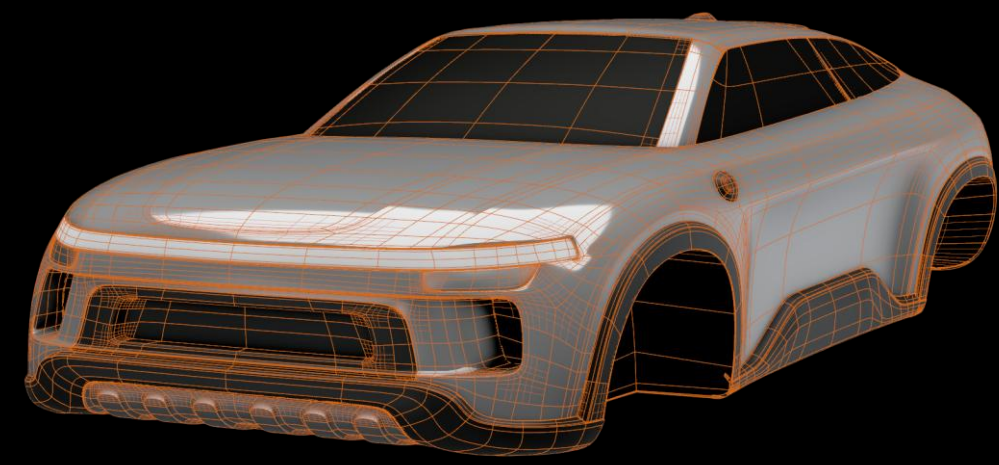


Costs of sheet metal stamping



Source: autoform.com

External aerodynamics

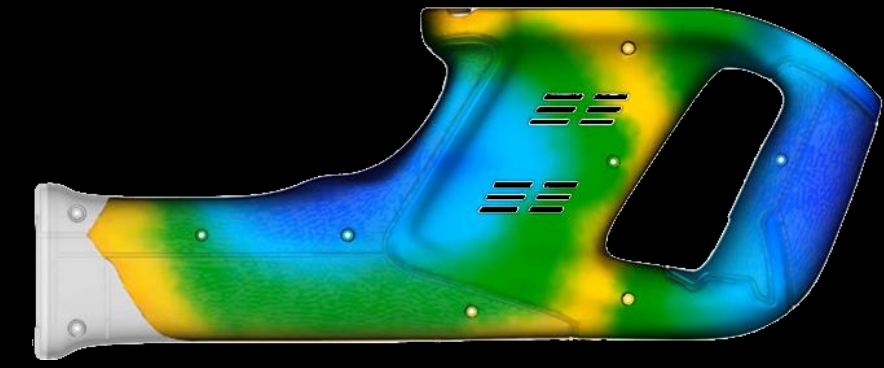


HVAC

Crash and Pedestrian Safety



Plastic part simulation



AI 학습용 HW

- 모델명: HP Z8 FURY G5 데모장비
- 장비 가치: 고스펙 워크스테이션

항목	사양
CPU	Intel W7-3455
GPU	RTX A6000 48GB × 4EA
Memory	512GB
SSD	1TB
HDD	8TB SATA
OS	Windows 11 Pro



GNN 구축의 장벽을 허무는 플랫폼: NavPack



Core Value

진입 장벽이 극히 높은 커스텀 물리 AI 모델(GNN)을, 기업이 보유한 자체 시뮬레이션 데이터로 손쉽게 학습시키고 배포할 수 있도록 설계된 Python API 플랫폼.

Key Differentiator: Full-Freedom Design

Watertight(완전 밀폐형) 지오메트리 불필요. 일관된 형상 표현 방식만 존재한다면 찢어지거나 구멍 난 서피스에서도 즉시 물리적 평가가 가능하여 디자이너의 파라미터 제약을 없애는 진정한 자유도 제공.

실시간 예측을 위한 산업용 파이프라인: NavPack Workflow

[gnn_400] 배포 및 Left-shifting



설계 부서의 ParaView나 Alias 등 창작/시각화 도구에 모델을 즉시 배포하여 초기 설계 단계에서 반복 검증.

[gnn_100] 데이터 전처리



Moldflow의 고정밀 해석 결과 (Ground Truth)를 VTK로 추출 및 그래프 구조로 변환 저장.

[gnn_300] 추론 및 검증



훈련된 대리 모델(Surrogate Model)을 통해 새로운 3D 기하학에 대한 실시간 성능 및 불량 예측.

[gnn_200] 모델 학습



기하학적 형상/공정 변수와 물리량 간의 상관관계를 GNN으로 초고속 학습 (Loss Optimization).



The NavPack Integration Pipeline



Real-Time 최적화: 설계부터 검증까지 단일 루프의 완성



초고속 형상 최적화 (Generative Design)

기존 수일이 소요되던 해석 루프를 단 몇 초로 압축하여, 수십·수백 개의 설계 대안을 무제한으로 검토.

시뮬레이션의 민주화 (Democratization)

복잡한 FEM 세팅 지식 없이도, 제품 설계자가 설계 변경에 따른 제조 가능성(Manufacturability)을 즉시 파악.

핵심 가치 비교 요약: 전통적 프로세스 vs 통합 솔루션

구분	기존 유한요소해석 (FEM) 프로세스	NavPack X GNN 통합 솔루션
연산 속도	모델당 수 시간 ~ 수일 소요	✓ 실시간 (Sub-second ~ 수 초 이내)
설계 탐색	제한적 (소수의 단일 대안만 검토)	✓ 무제한 (수백 개 이상의 Generative Design 연동)
사후 처리	Moldflow 내장 도구 (강력하지만 무거움)	✓ NavPack을 통한 즉각적인 동적 VTK 변환 및 X-Y 그래프 제공
컴퓨팅 자원	고비용 고성능 HPC 클러스터 지속 점유	✓ 모델 학습 완료 후 일반 워크스테이션에서 실시간 추론 가능
정확도 (Accuracy)	최고 수준 (Ground Truth 기준점)	✓ 고속이면서도 FEM 대비 95% 이상의 예측 신뢰성 유지
응용 확장성	단일 물리계 중심 해석	✓ Multi-Agent LLM 등 외부 이종 AI 기술과의 매끄러운 결합 용이

[연구 방법론 Overview] 1차 사출 전용 서로게이트 구축 파이프라인

조건: 모델링, 수지, 공정조건(속도/온도) 고정 | 10개의 게이트 위치 변수 변경에 따른 실시간 결과 추적

타겟 예측 결과:



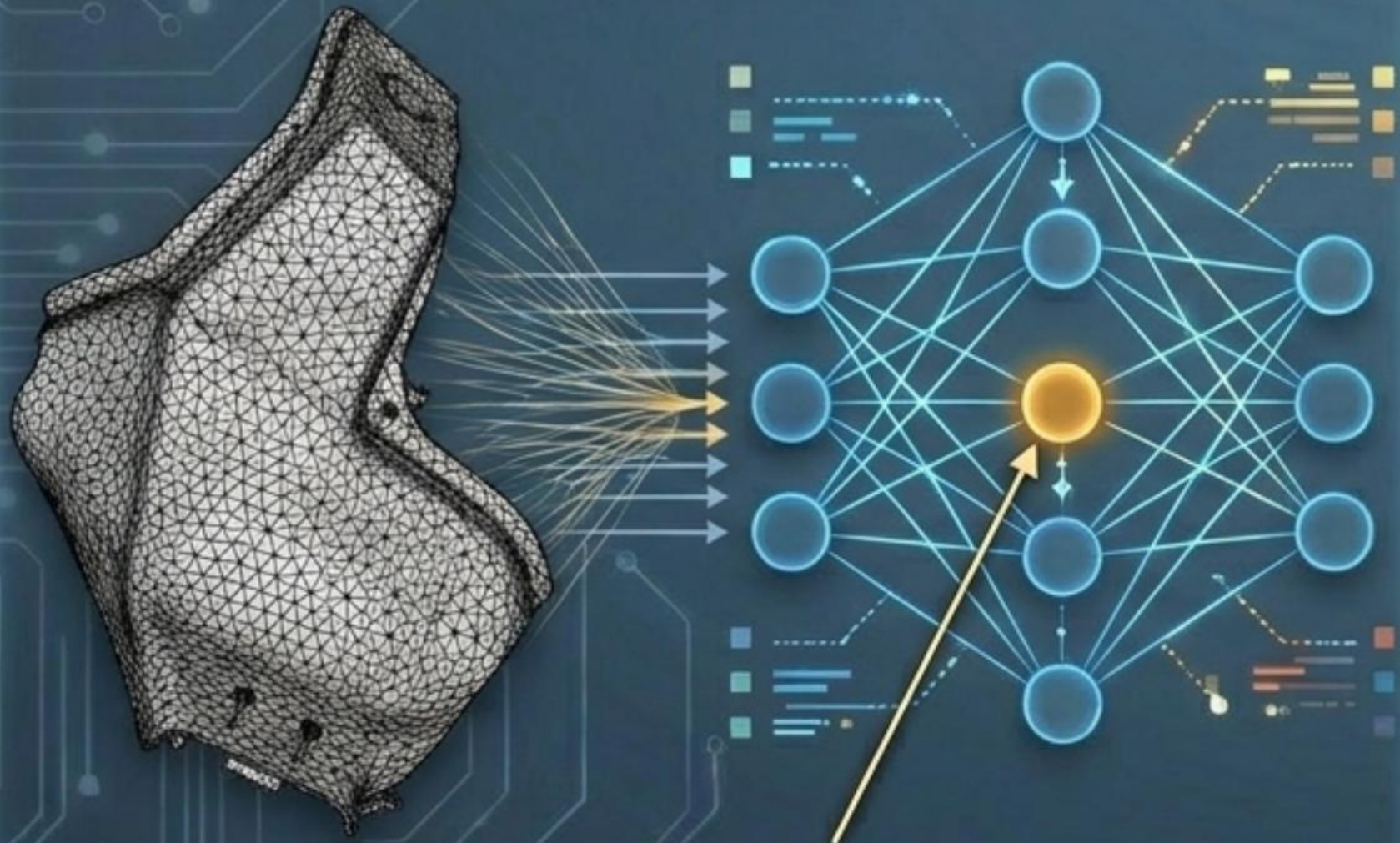
[Phase 1] 데이터 자동 생성 (Moldflow API 활용)



- 핵심 기술: Moldflow Synergy API (Python/VBScript) 활용
- Moldflow 2027 업데이트: 새롭게 추가된 'Python 커맨드 윈도우'를 통해 자동 생성 루프의 구축과 제어가 혁신적으로 간편해집니다.

[Phase 2 & 3] 그래프 전처리와 GNN 대리 모델 학습 (NavPack gnn_100/200)

Phase 2: Graph Preprocessing (비정형 메쉬의 그래프 변환)



Boolean Mapping (0/1):
게이트 위치를 시가 명확히
인식하도록 노드 피처로 할당

Phase 3: GNN Training (목표 변수 분리 학습 트리)



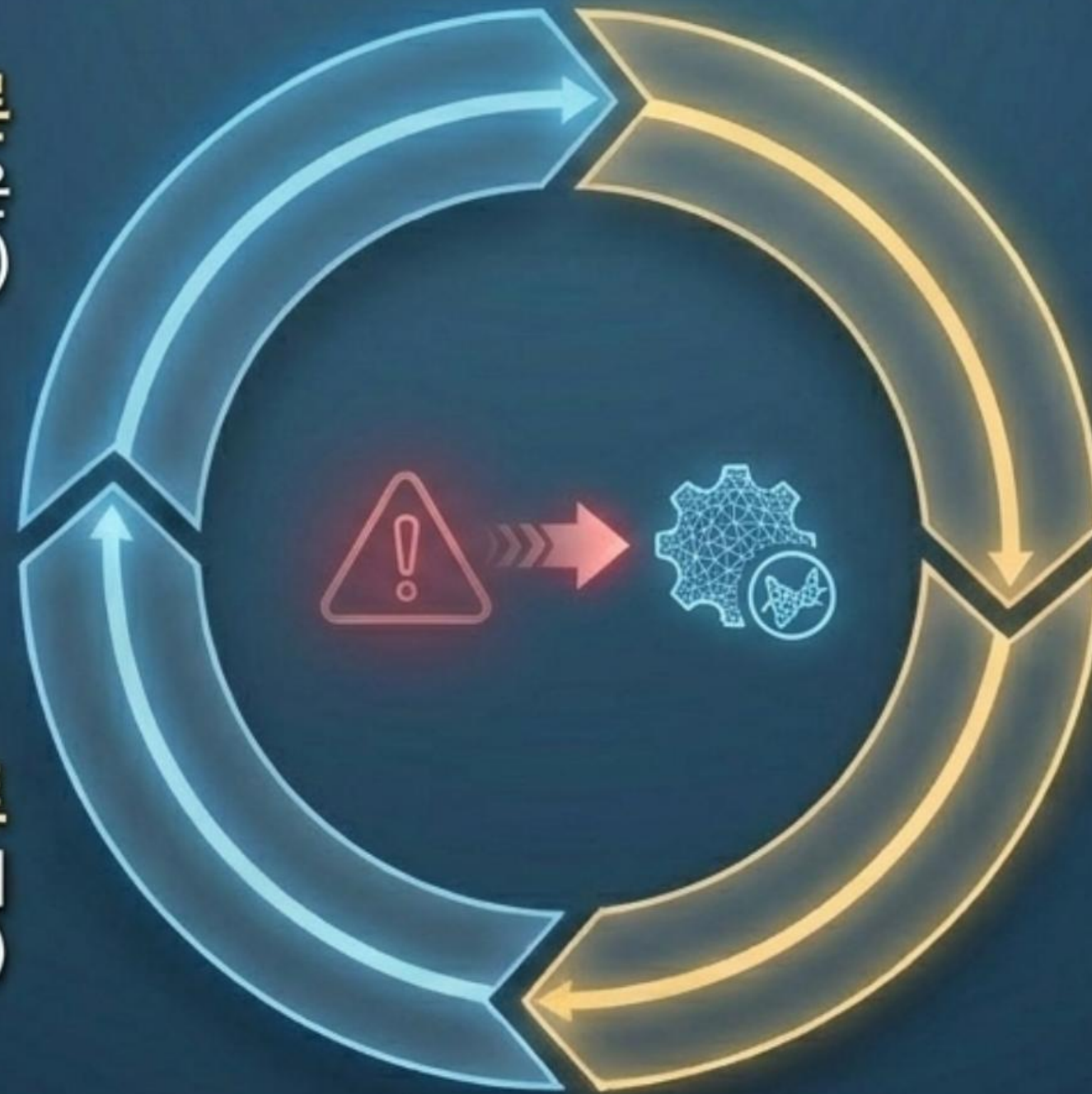
[Phase 4] 실시간 추론과 능동 학습 (Active Learning) 전략 (NavPack gnn_300)

실시간 추론
(수 초 내 새로운
게이트 위치 예측 완료)

불확실성 감지
(Uncertainty Map을 통한
취약 구간 및 오차 식별)

모델 업데이트
(확보된 데이터를 GNN에
주입하여 지능 보완)

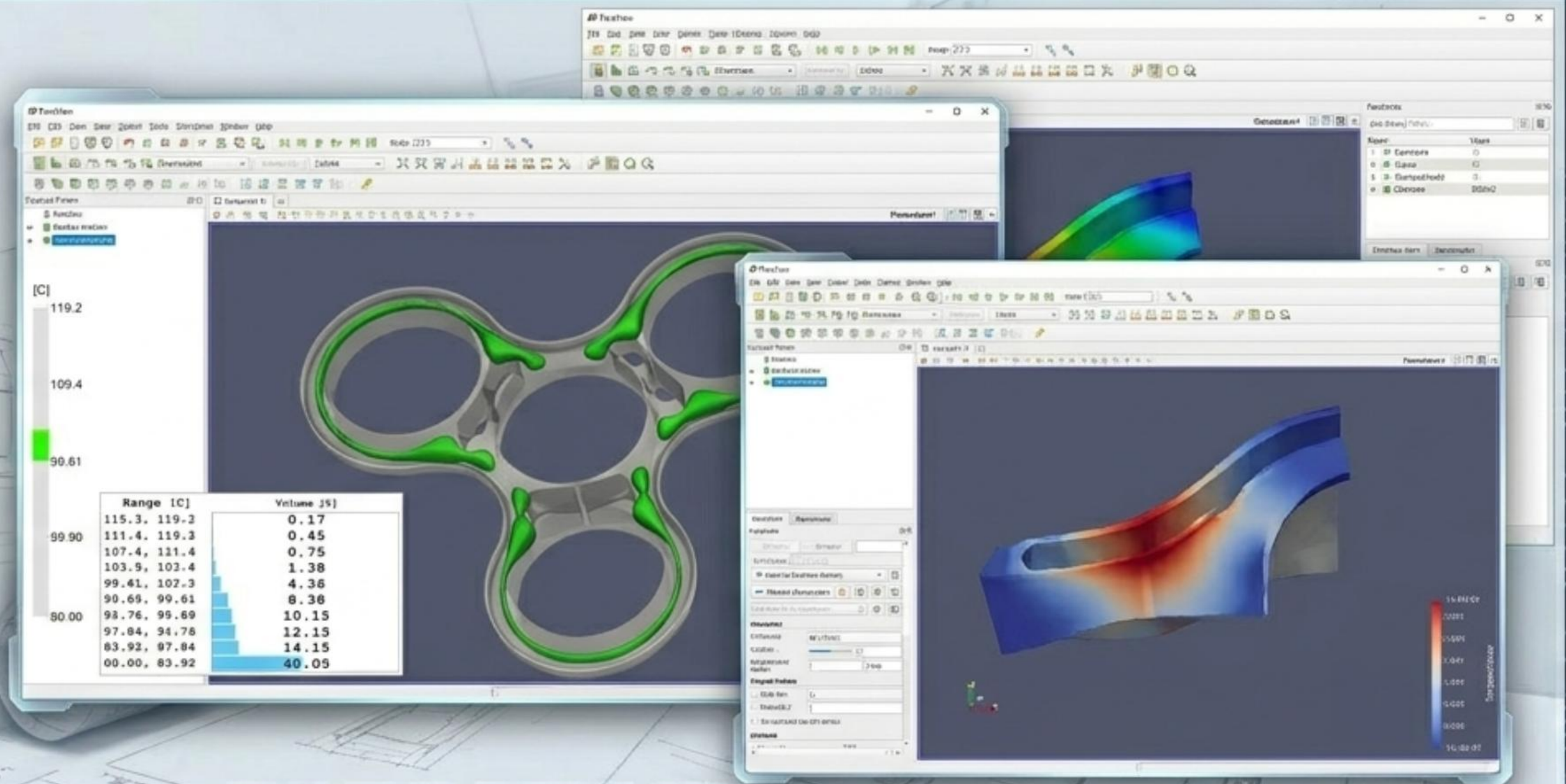
타겟 재해석
(취약 구간 파라미터만 선별하여
Moldflow 고정밀 해석)



AI는 멈춰 있는 블랙박스가 아닙니다. 오차를 스스로 인식하고, 고충실도 해석을 통해 지능을 지속적으로 진화시키는 선순환 구조를 완성합니다.

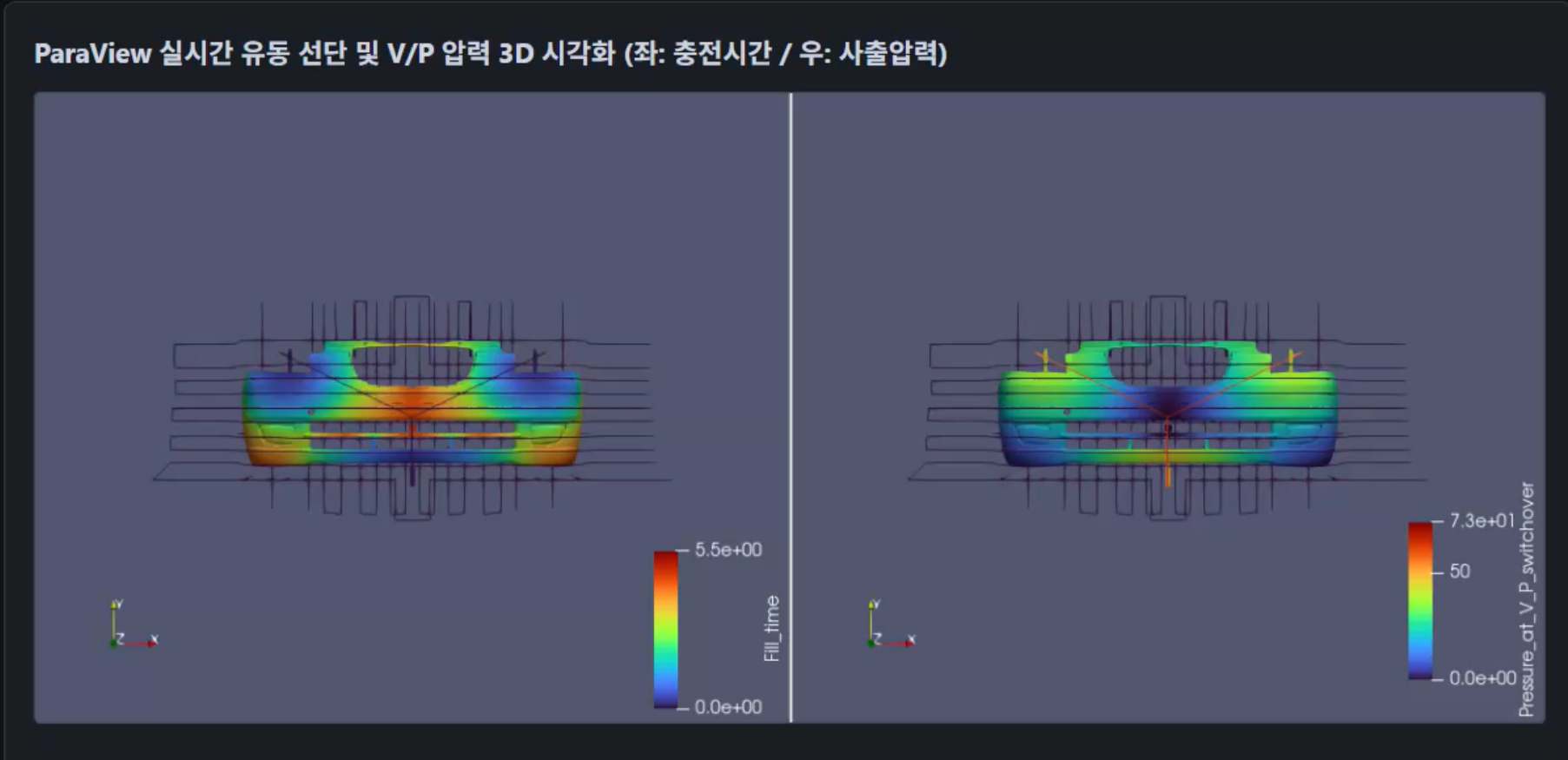
[Phase 5] 실시간 엔지니어링 분석 및 시각화 (NavPack gnn_400)

- 실시간 3D 렌더링
(예측된 VTK 포맷)
- 내부 단면 분석
(Cross-section)
- 직관적인 충전 패턴
애니메이션



동시 공학 환경의 실현

시뮬레이션 엔지니어와 제품 디자이너가 기다림 없이, 시각화된 물리적 성능 지표를 보며 즉각적으로 디자인을 수정할 수 있습니다.



Active View [front_bumper_2_1doe_cool_1 (copy)]

Home Tools View Geometry Mesh Boundary Conditions Optimization Results Reports Start & Learn Community

New Plot Plot Properties Save Defaults Examine Show Min/Max Histogram Set Scale Defect Visualization Moldflow Results Export and Publish Cutting Plane Windows Locking

Tasks Tools Shared Views

Project 'GroundTruth_Gate'

- front_bumper_2_1doe_cool (DOE)
 - front_bumper_2_1doe_cool_1 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_2 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_3 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_4 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_5 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_6 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_7 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_8 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_9 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_10 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_11 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_12 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_13 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_14 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_15 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_16 (copy)
 - front_bumper_2_1doe_cool_17 (copy)
- Study Tasks : front_bumper_2_1doe_cool_1
 - Part (CAE_SA_FRT BUMPER_040324.pat)
 - Midplane Mesh (20464 elements)
 - Cool + Fill + Pack
 - HR525: Hyundai Engineering Plastics Co. L. Material Data Completeness Environmental Properties
 - 1 Injection Location(s)
 - Cooling Circuit(s)
 - Coolant Inlets/Outlets
 - Cooling Circuit(s) with 17 inlet(s) and 0
 - Create Mold Surface Mesh...
 - Process Settings (User)
 - Optimization (None)
 - Analysis complete
- Logs+
- Results
 - Flow
 - Fill time
 - Pressure at V/P switchover
 - Temperature at flow front
 - Bulk temperature
 - Shear rate, bulk
 - Pressure at injection location:XY Plot
 - Volumetric shrinkage at ejection
 - Time to reach ejection temperature
 - Frozen layer fraction
 - % Shot weight:XY Plot
 - Air traps
 - Average velocity
 - Bulk temperature at end of fill
 - Clamp force centroid
 - Clamp force:XY Plot
 - Flow rate, beams
 - Frozen layer fraction at end of fill
 - Grow from

gate th 4,0
gate th 6,0
gate th 13,0
gate th 8,5
gate th 1,5
gate th 11,0
backup Beams
cavity Nodes
cavity Beams
backup Nodes
core Nodes
core Beams

AUTODESK Moldflow Insight

Scale (900 mm)

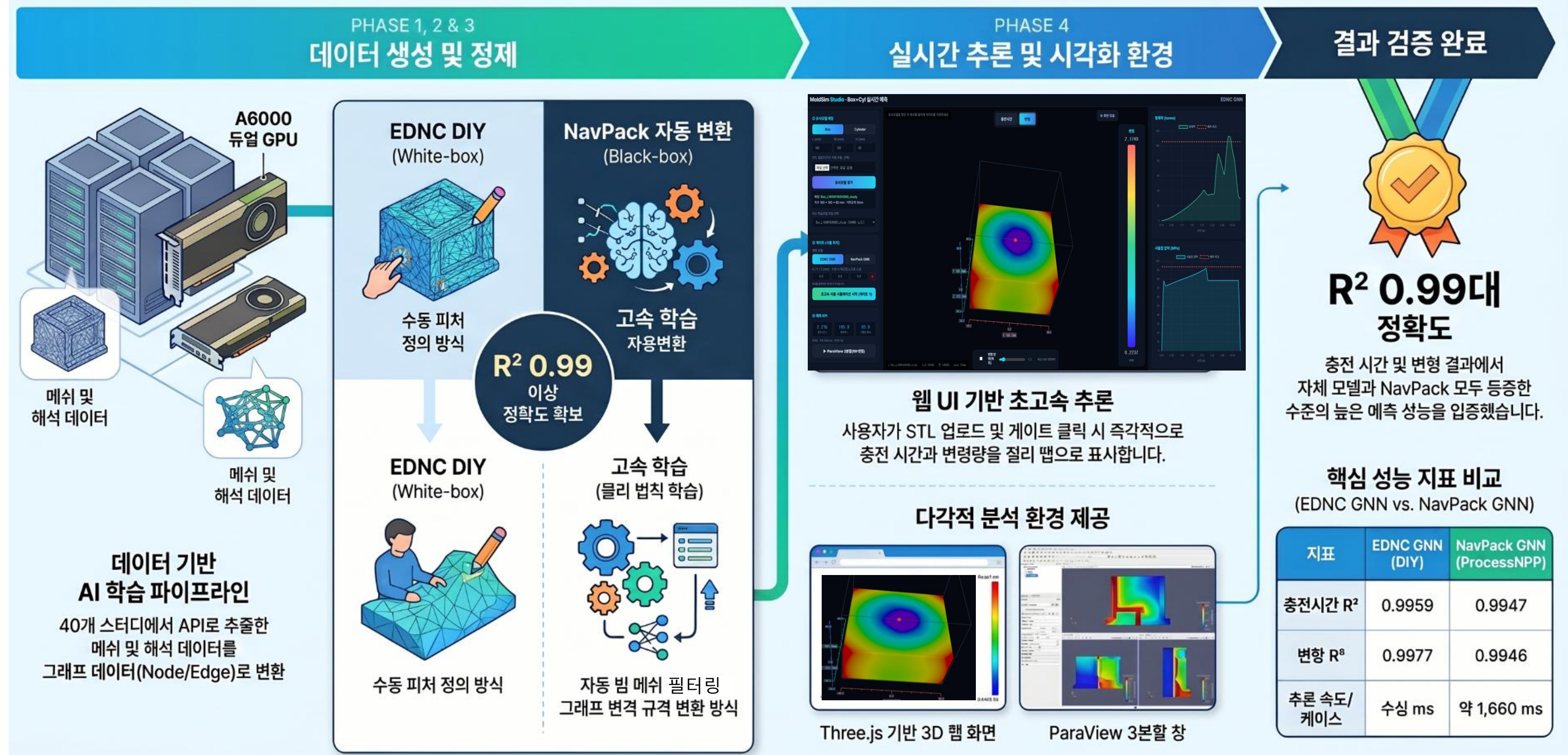
Ready

https://www.autode... front_bumper_2_1...

AUTODESK Gold Partner

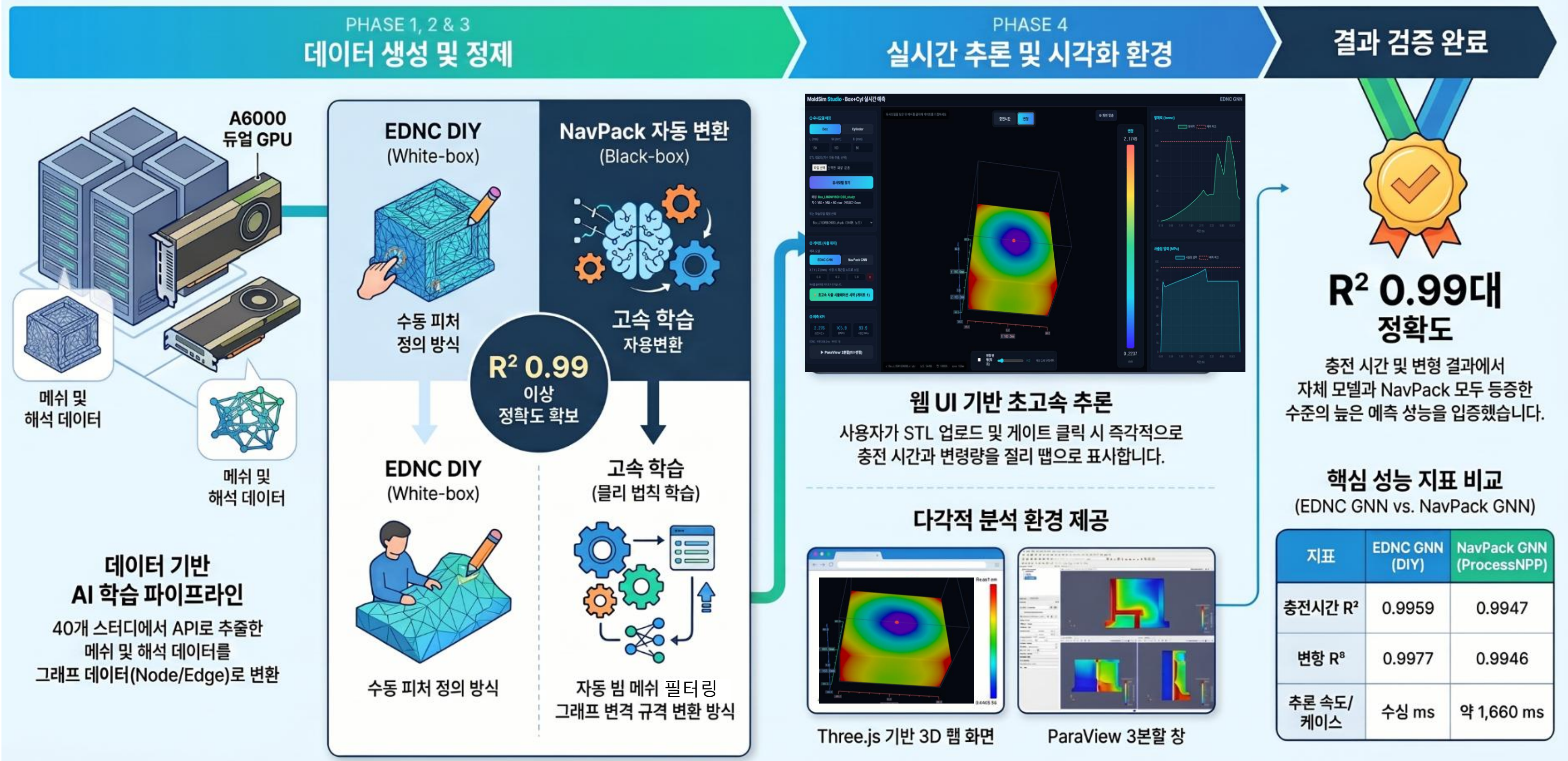
03

GNN 비교 (Case study2)



03

GNN 비교(Case study2)



03

GNN 비교(Case study2)

Autodesk NavPack의 강력한 성능을 증명하기 위해, 우리는 동일한 데이터로 우리만의 GNN 모델을 직접 구축하여 나란히 경쟁시켰습니다.



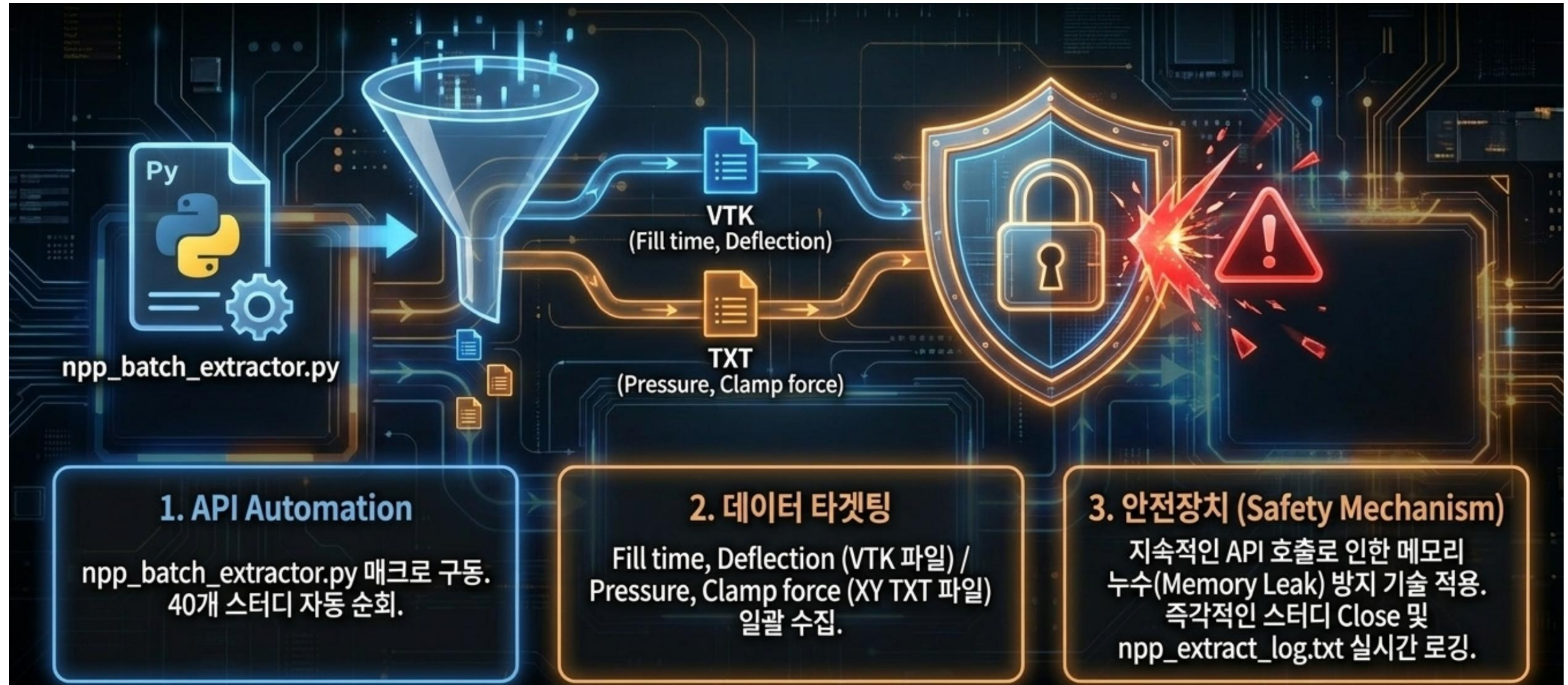
03

#1 : AI가 학습할 완벽한 정답지 구축



03

#1 : 데이터 추출 및 파이프라인 무결성 확보

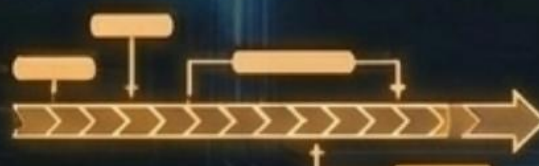


03

#2 : 데이터 정제

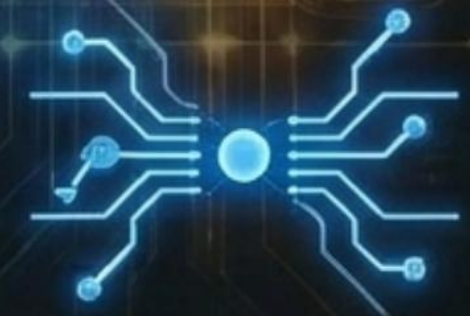
EDNC GNN (DIY) - 수동 피처 엔지니어링

- 자체 개발 Python 파서로 VTK 5.1 해독.
- 제품부와 런너(Beam) 메쉬가 혼재된 상태에서 위상수학적 연결성을 '직접' 수동 계산.
- 설계자가 직접 노드 두께, 좌표 등을 피처 벡터로 정의.
- 높은 자유도를 제공하지만, 파이프라인 구축 시간이 김.



NavPack GNN (ProcessNPP) - 고속 압축 및 필터링

- npp_dataio.py를 통해 데이터를 box_cyl_dataset.npz로 초고속 압축.
- 최신 VTK 9.0 압축 포맷(OFFSETS) 자동 해독.
- navpack_adapter.py가 0초 충전 노드를 역추적해 게이트를 찾고, NavPack 전용 그래프 규격으로 즉시 변환.



03

#3 : HPO (하이퍼 파라미터 최적화) 튜닝

EDNC GNN (White-box Engine)



- 엔진: 순수 PyTorch 기반 커스텀 GNN (잔차 SAGE 아키텍처).
- 방식: 손실 함수(Loss) 및 메시지 패싱(Message Passing) 레이어를 엔지니어가 직접 코딩 및 미세 제어.
- 가치: 내부 기술 내재화 및 완벽한 대조군 확보.

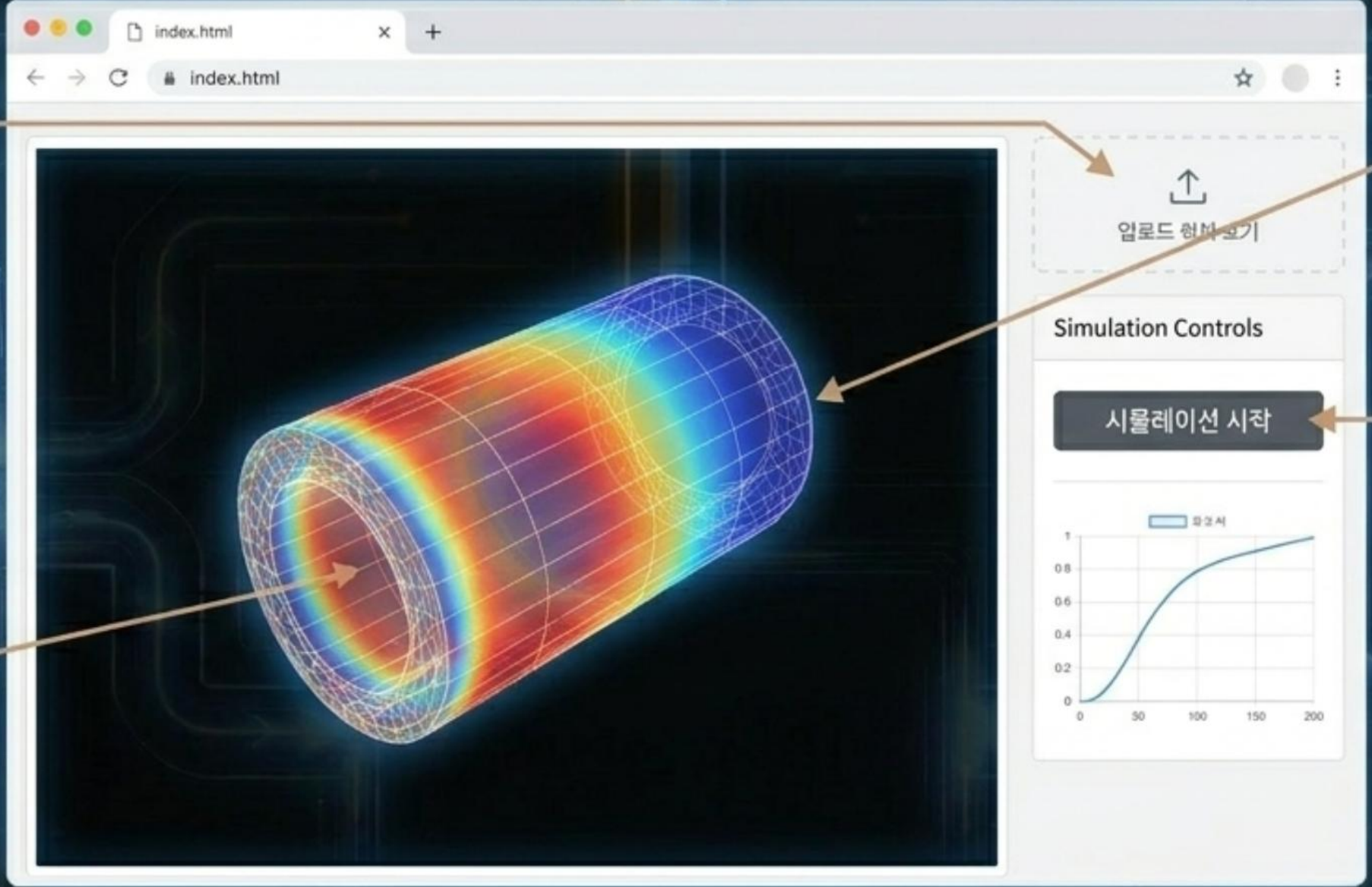
NavPack GNN (Black-box Engine)



- 엔진: Autodesk NavPack 캡슐화 코어 (future_deepml.gnn.builders).
- 방식: npp_train.py를 통한 파라미터 주입 (message_passes=12, devices=['cuda:0']), 내부 최적화 경로로 자동 고속 학습.
- 가치: 상용 수준의 압도적 안정성 및 향후 배포 용이성.

03

#4 : 웹UI에서 만나는 실시간 시뮬레이션



1. 접속 & 업로드:
 웹(index.html) 접속
 후 새로운 크기의
 Box/Cylinder
 STL 업로드.
 바운딩박스 기반
 유사모델 자동 매칭.

2. 게이트 지정:
 마우스로 3D 메쉬
 표면을 클릭하여
 1~2곳의 사출점
 직관적 지정.

3. 예측 실행:
 시뮬레이션
 시작 버튼 클릭
 (0.1초 이내 처리).

4. 결과 확인:
 Three.js
 기반 화면에
 충전/변형 필드
 즉시 렌더링.

03

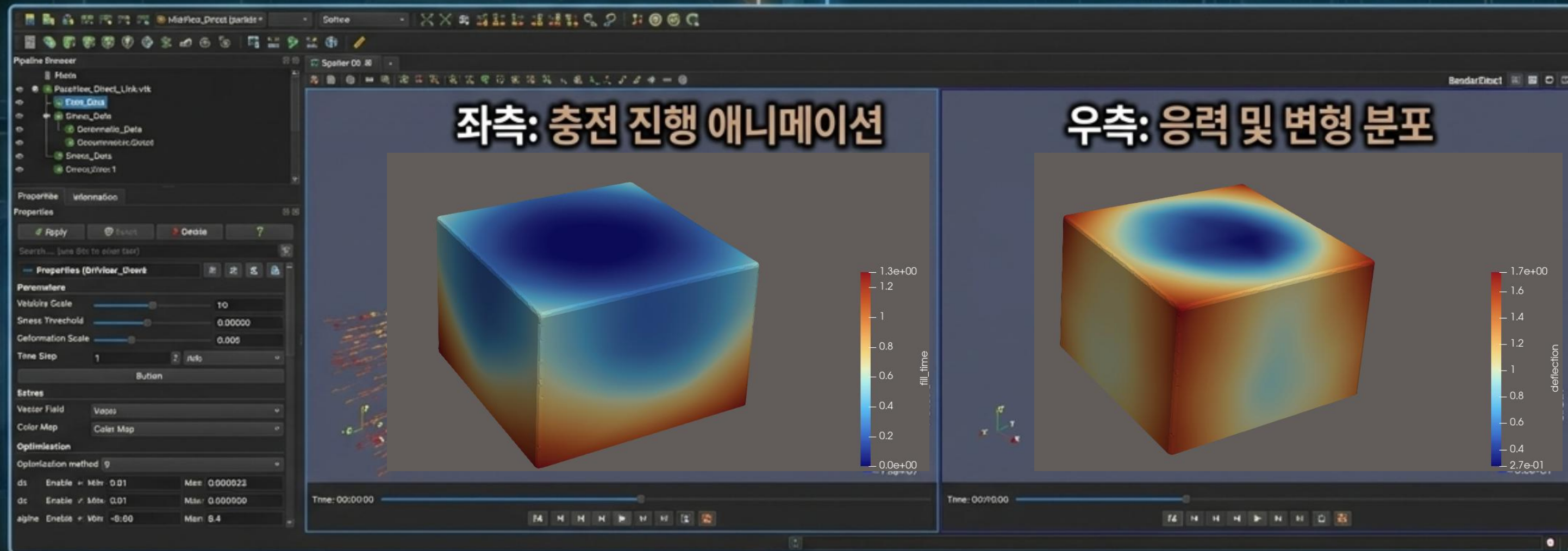
아키텍처 비교

구분	EDNC GNN (DIY)	NavPack GNN (Autodesk)
개발 철학	White-box (완전 제어, 커스텀 구조)	Black-box (상용 플랫폼 기반 고속 래핑)
엔진 기반	PyTorch / DGL (자체 구성)	Autodesk EmbeddedGNN 코어
데이터 구조	커스텀 Graph 객체 (피처 수동 제어)	NavPack 규격 Graph 자동 변환
특징 처리	Beam 메쉬 수동 분리 또는 구조 포함	DataIO 단에서 순수 3D 요소만 필터링 학습
전략적 가치	독자적 파이프라인 구축 역량 증명	코딩 없이 운영 가능한 '지능형 플랫폼' 제공

03

ParaView 파이프라인 다이렉트 연계

웹 UI의 한계를 넘어선 전문가용 분석 환경 제공

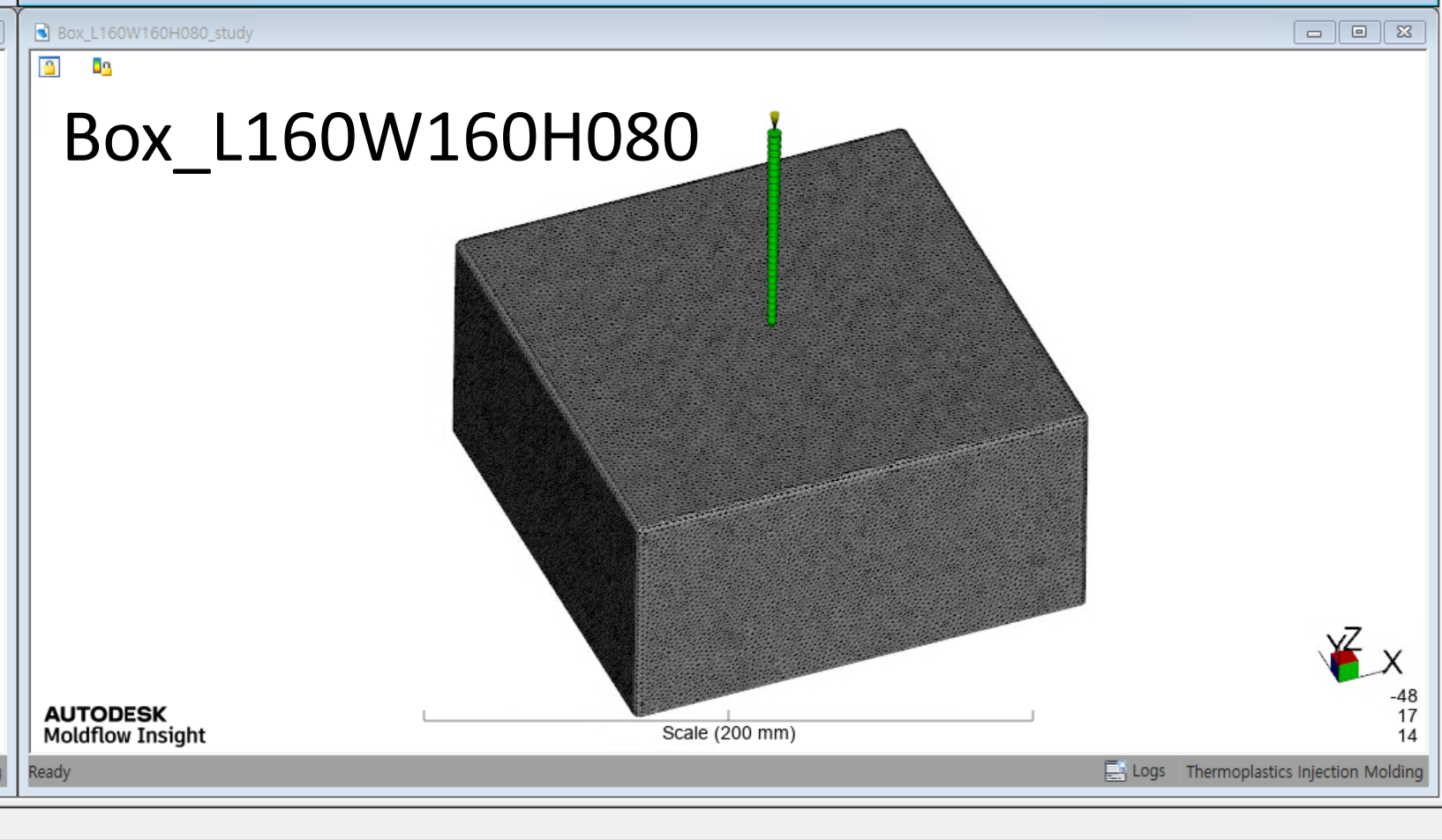
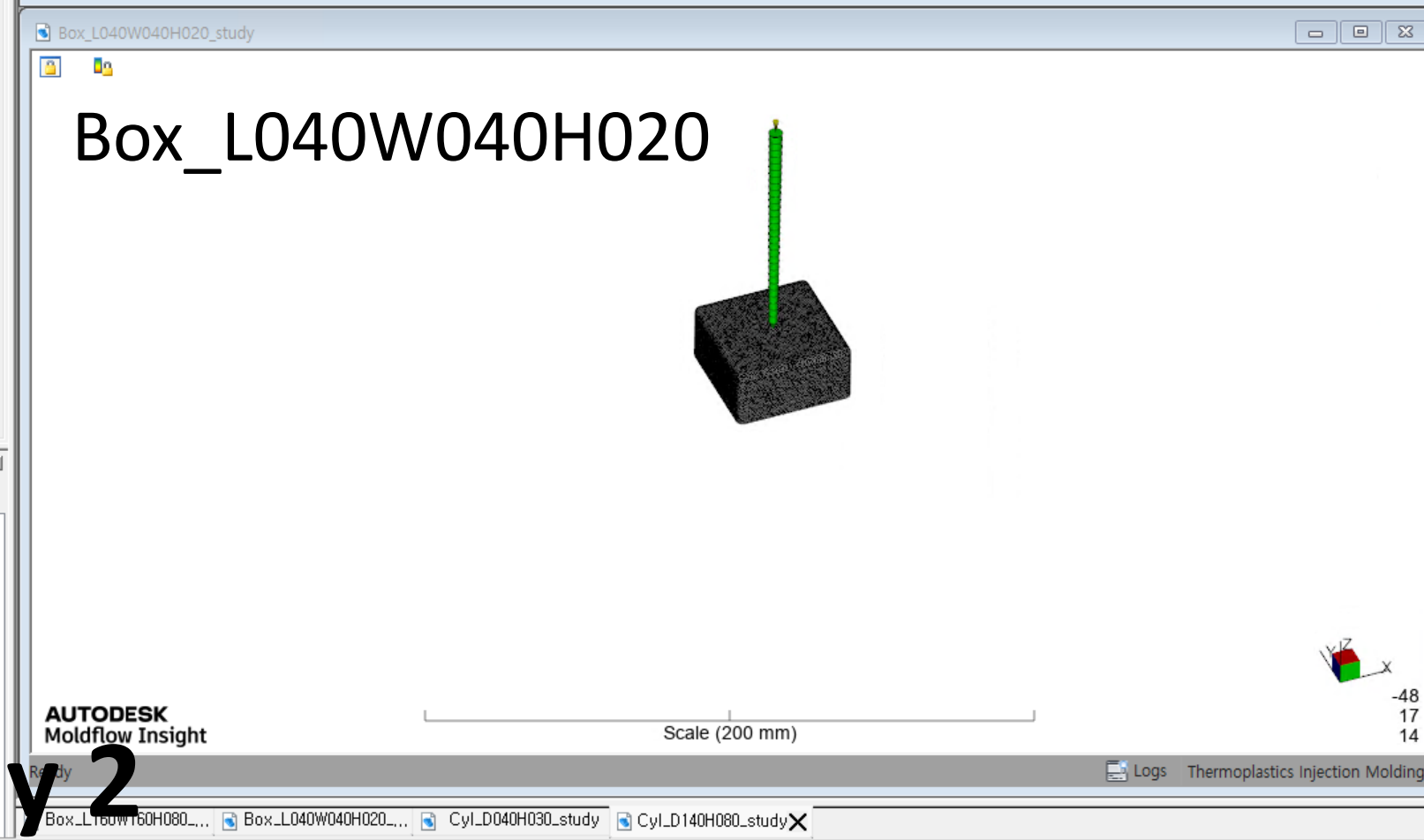
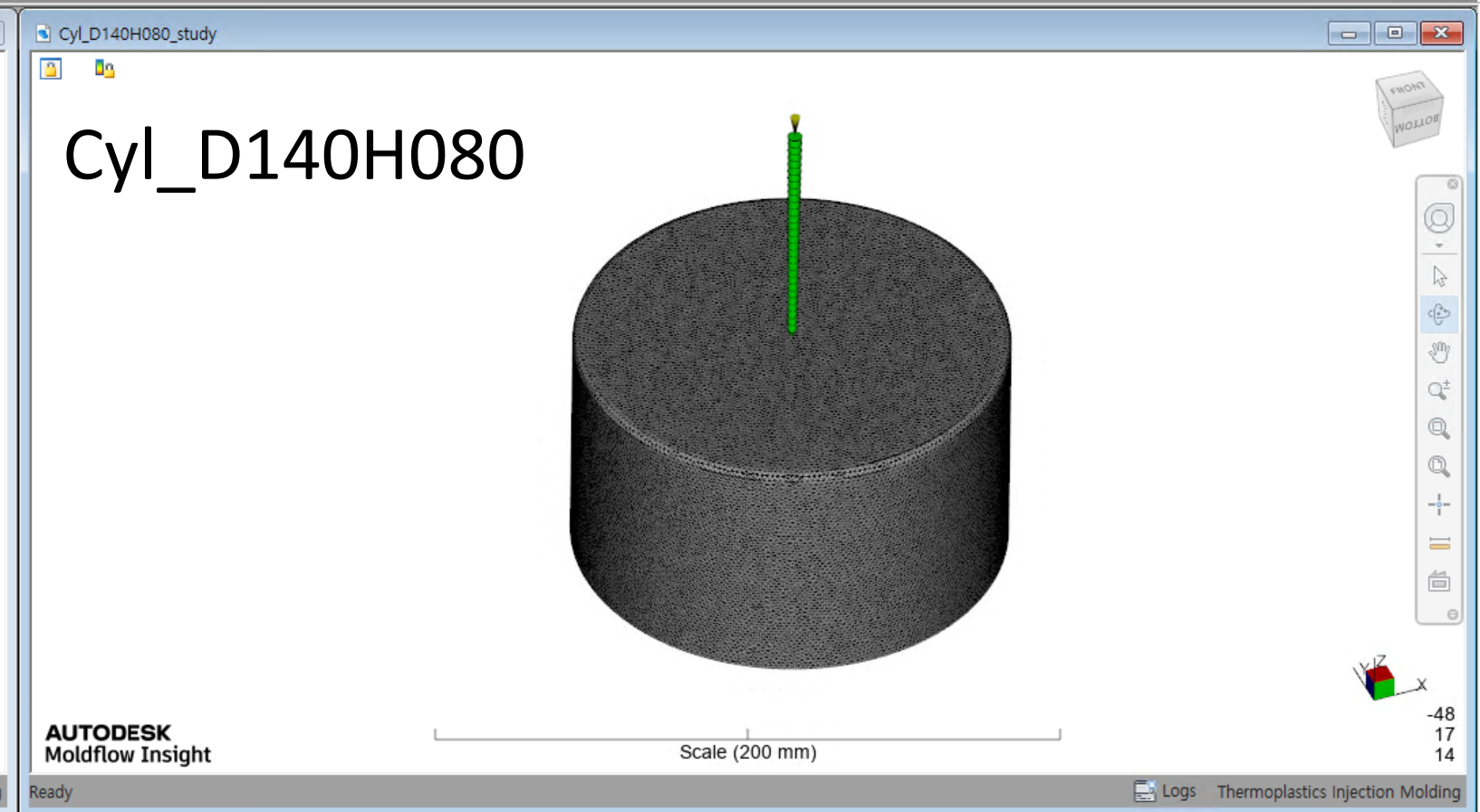
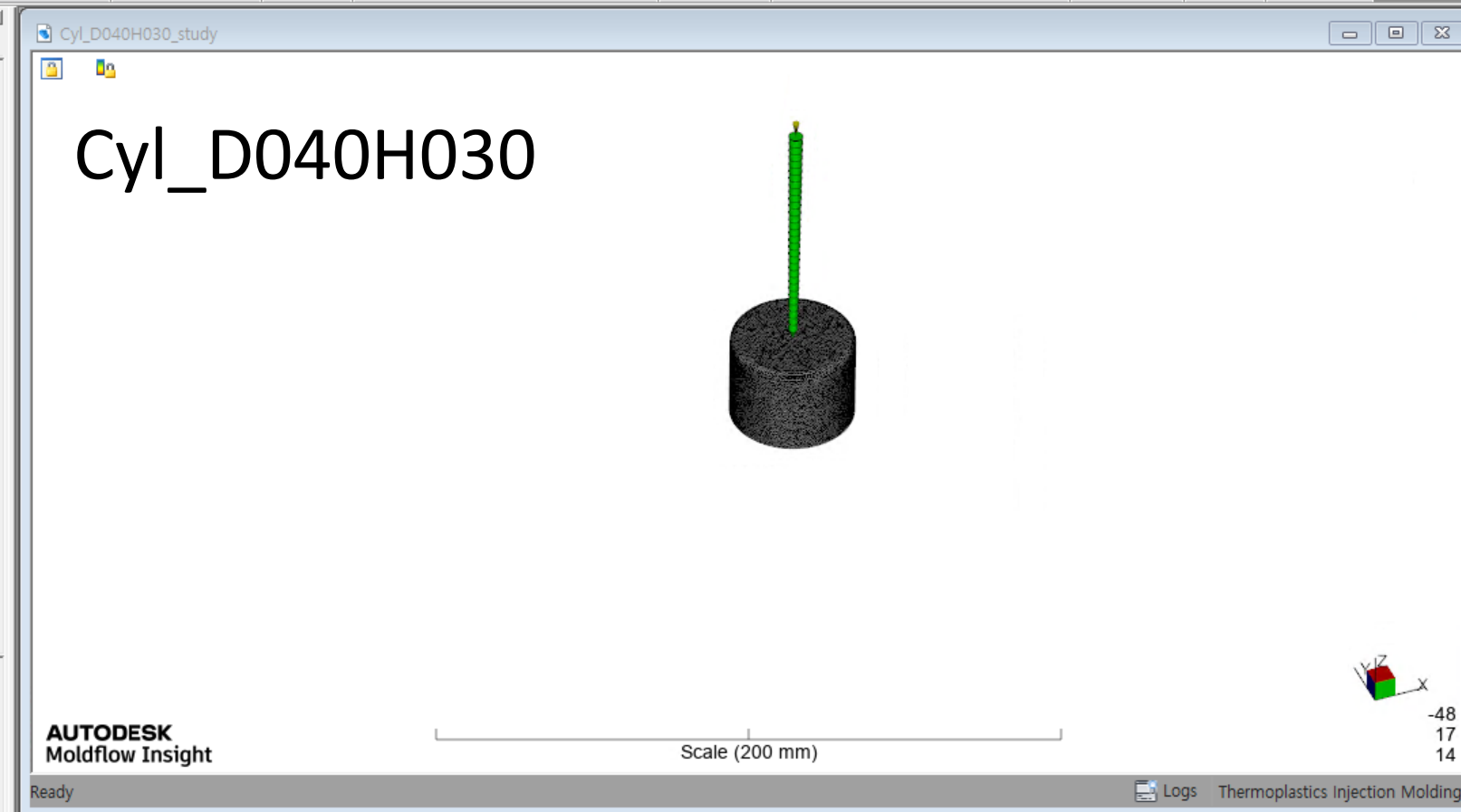


- 원클릭 백엔드 연동: 버튼 클릭 시 백엔드에서 실시간으로 .vtk 파일을 생성 및 ParaView 호출.
- 다중 뷰포트 지원: 좌측(충전 진행 애니메이션) / 우측(응력 및 변형 분포) 다중 분할 화면 구성.
- 정밀 후처리: 물리적 현상의 교차 검증 및 심층 원인 분석 워크플로우 완벽 지원.

- Tasks
- Tools
- Shared Views
- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H060_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

- Pressure at V/P switchover*
- Temperature at flow front
- Bulk temperature
- Shear rate, bulk
- Pressure at injection location:XY Plot
- Volumetric shrinkage at ejection
- Time to reach ejection temperature
- Frozen layer fraction
- % Shot weight:XY Plot
- Air traps
- Average velocity
- Bulk temperature at end of fill
- Clamp force centroid
- Clamp force:XY Plot
- Flow rate, beams
- Frozen layer fraction at end of fill
- Grow from
- Orientation at core
- Orientation at skin
- Pressure
- Pressure at end of fill
- Ram speed, recommended:XY Plot
- Shear rate
- Shear stress at wall
- Sink marks, index
- Temperature
- Throughput
- Velocity

- Layers
- Default Layer
 - CAD Geometry
 - Cyl_D140H080
 - Mesh Nodes
 - Nodes on feed system
 - Cyl_D140H080 Nodes
 - Mesh Elements
 - Beams on feed system
 - Cyl_D140H080 Triangles

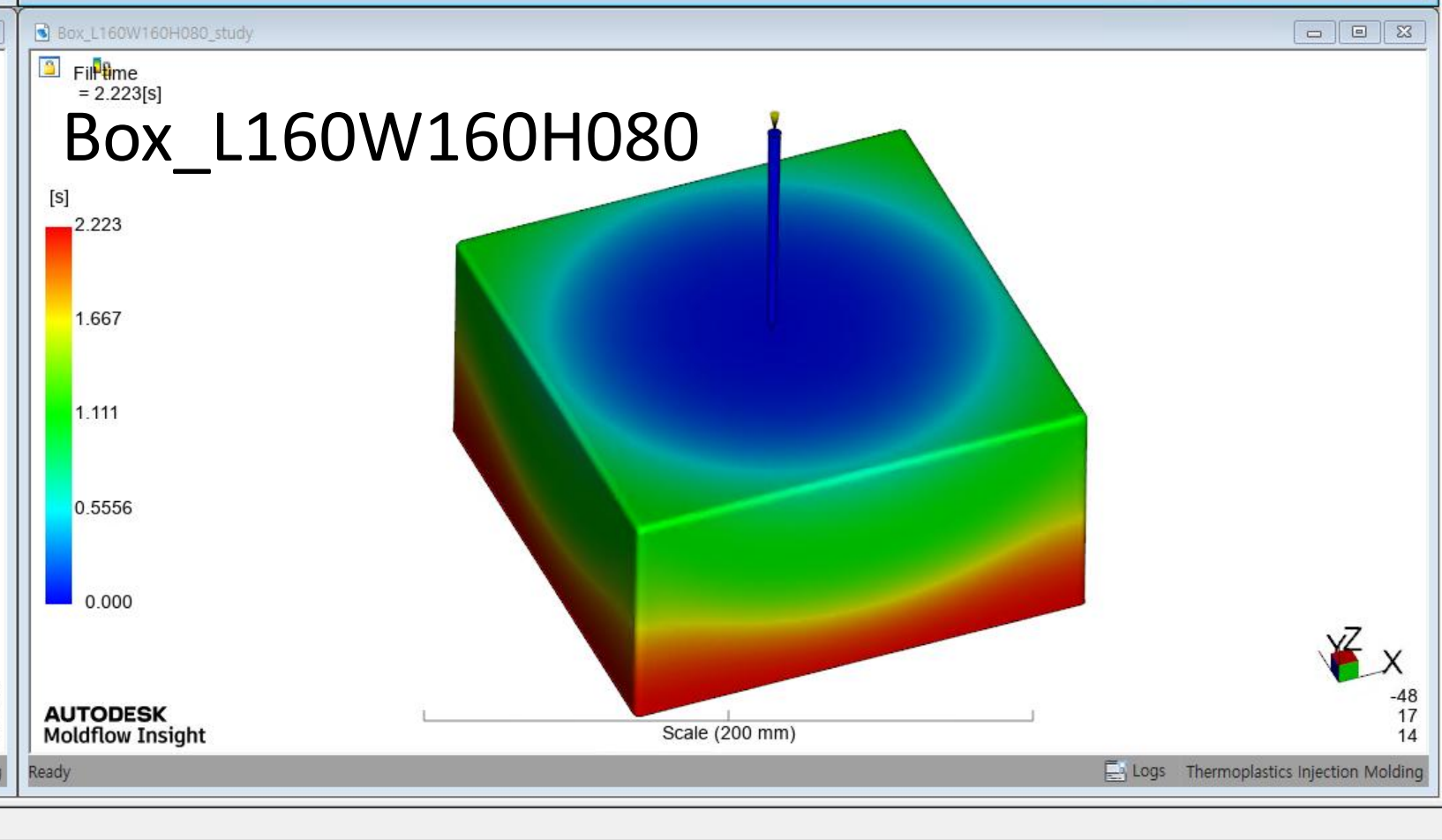
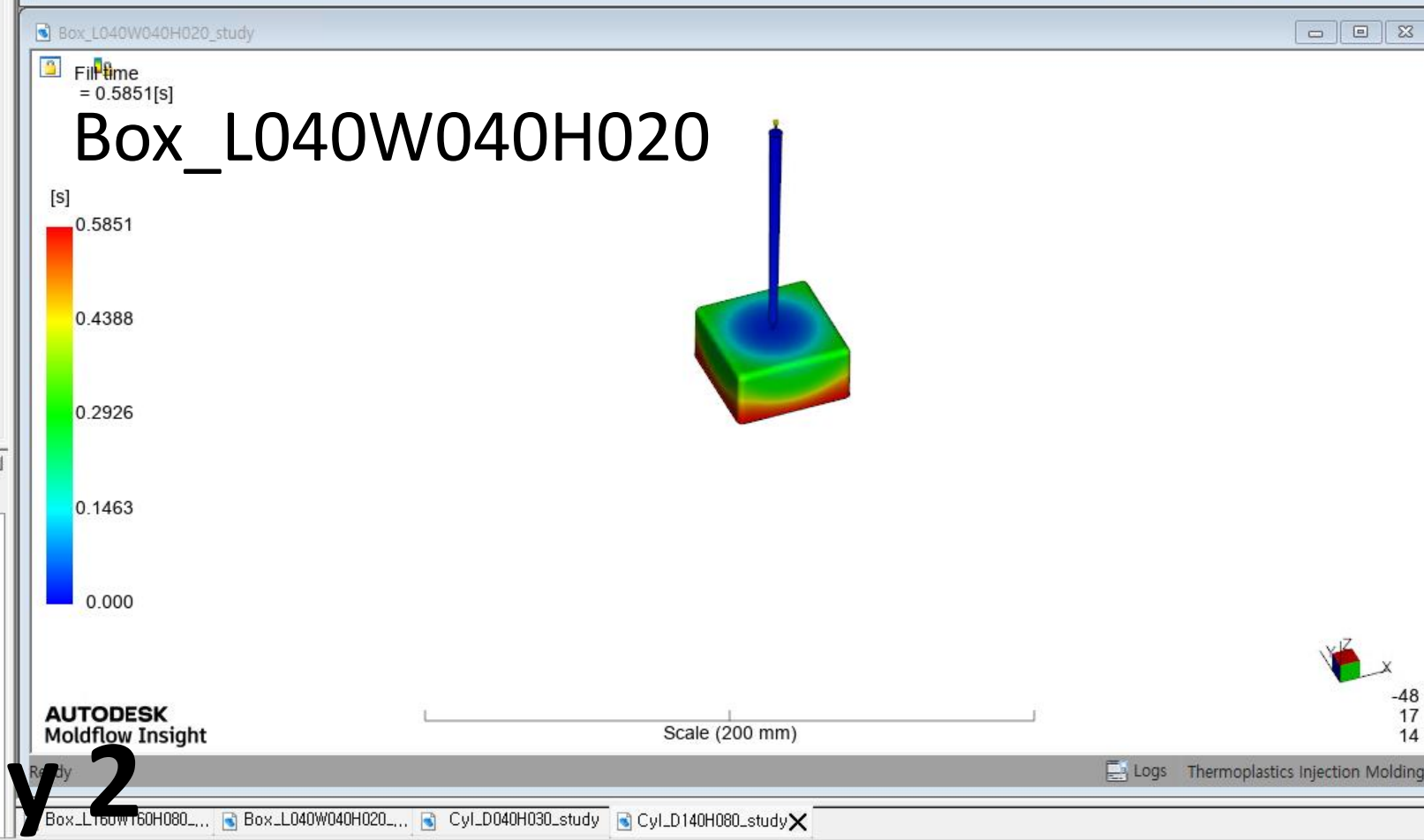
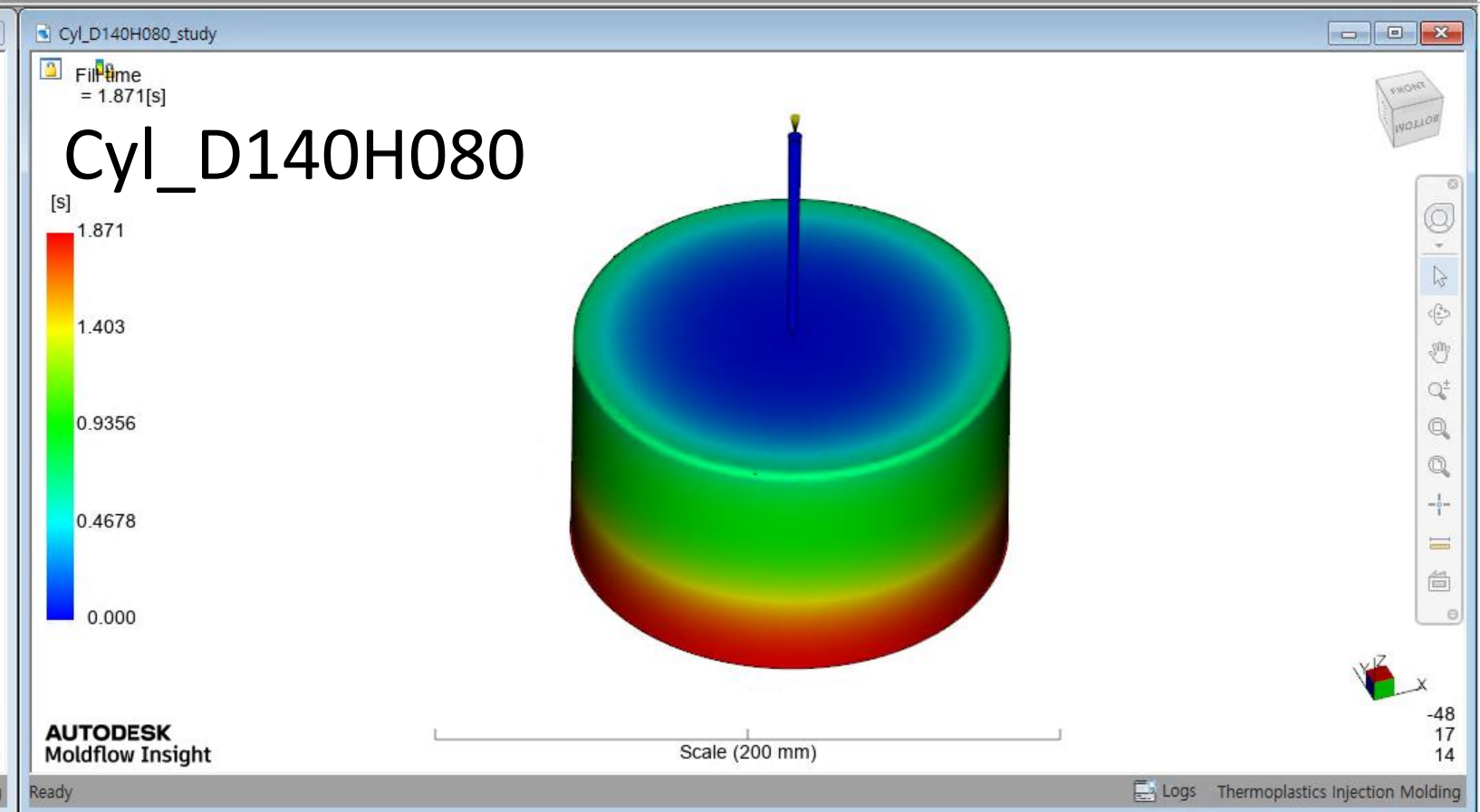
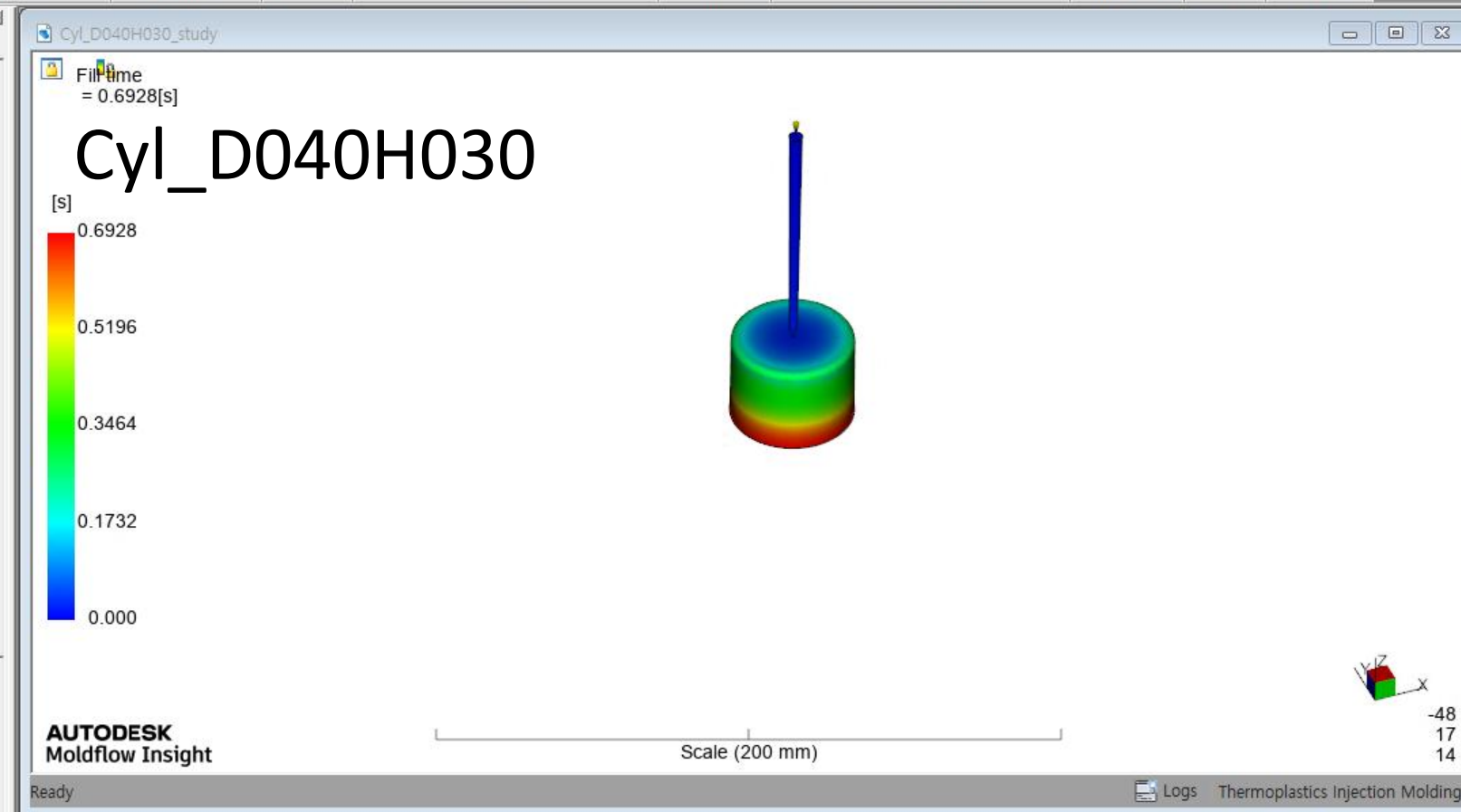


Case Study 2

- Tasks
- Tools
- Shared Views
- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H060_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

- Study Tasks : Cyl_D140H080_study
- Part (Cyl_D140H080_step)
- Dual Domain Mesh (103657 elements)
- Fill + Pack + Warp
- Generic PBT: Generic Shrinkage Characterised Material
- Material Data Completeness
- Environmental Properties
- 1 Injection Location(s)
- Process Settings (User)
- Optimization (None)
- Analysis complete
- Logs*
- Results
- Flow
- Fill time*
- Pressure at V/P switchover*
- Temperature at flow front
- Bulk temperature
- Shear rate, bulk
- Pressure at injection location:XY Plot
- Volumetric shrinkage at ejection
- Time to reach ejection temperature
- Frozen layer fraction
- % Shot weight:XY Plot
- Air traps
- Average velocity
- Bulk temperature at end of fill
- Clamp force centroid

- Layers
- Default Layer
- CAD Geometry
- Cyl_D140H080
- Mesh Nodes
- Nodes on feed system
- Cyl_D140H080 Nodes
- Mesh Elements
- Beams on feed system
- Cyl_D140H080 Triangles

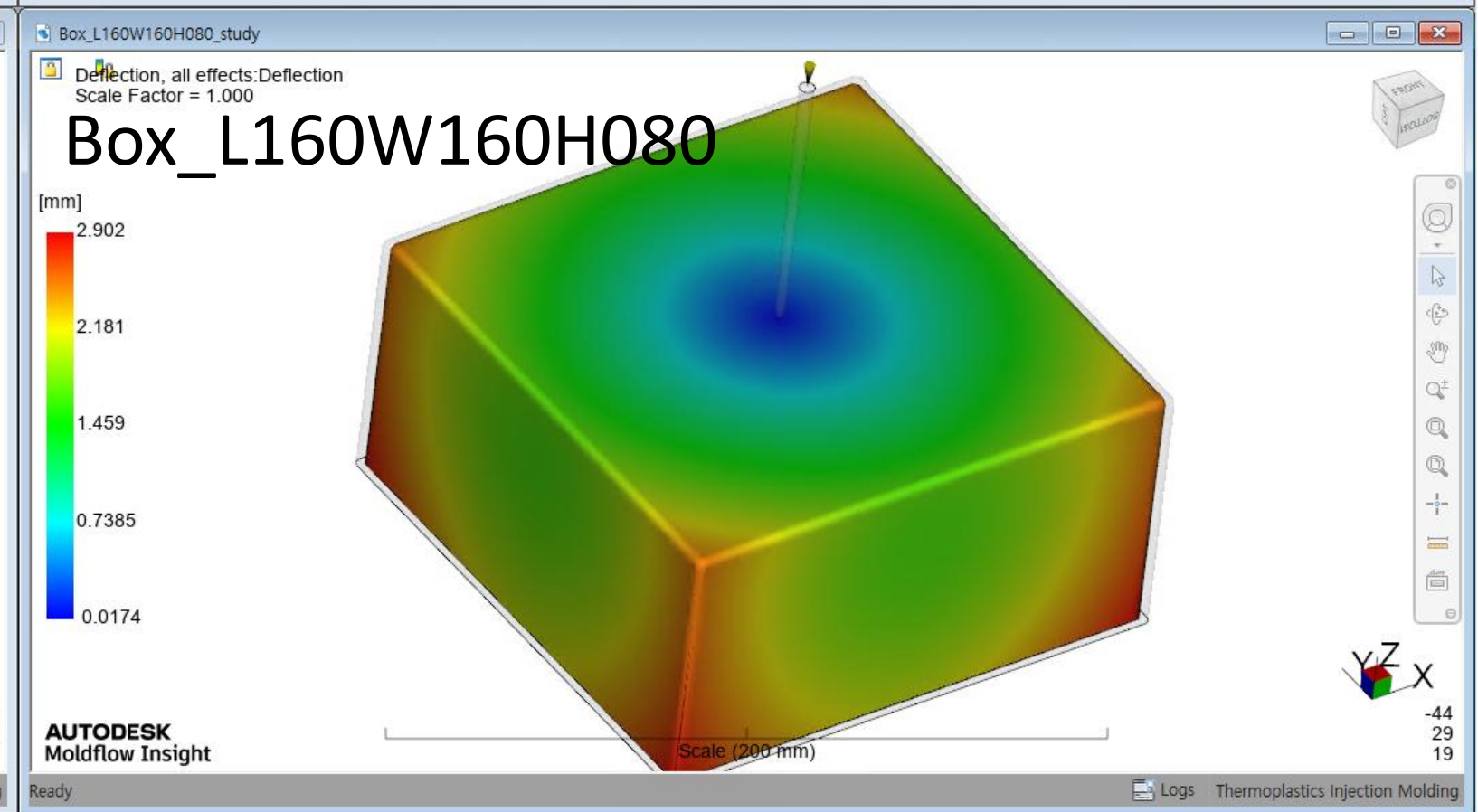
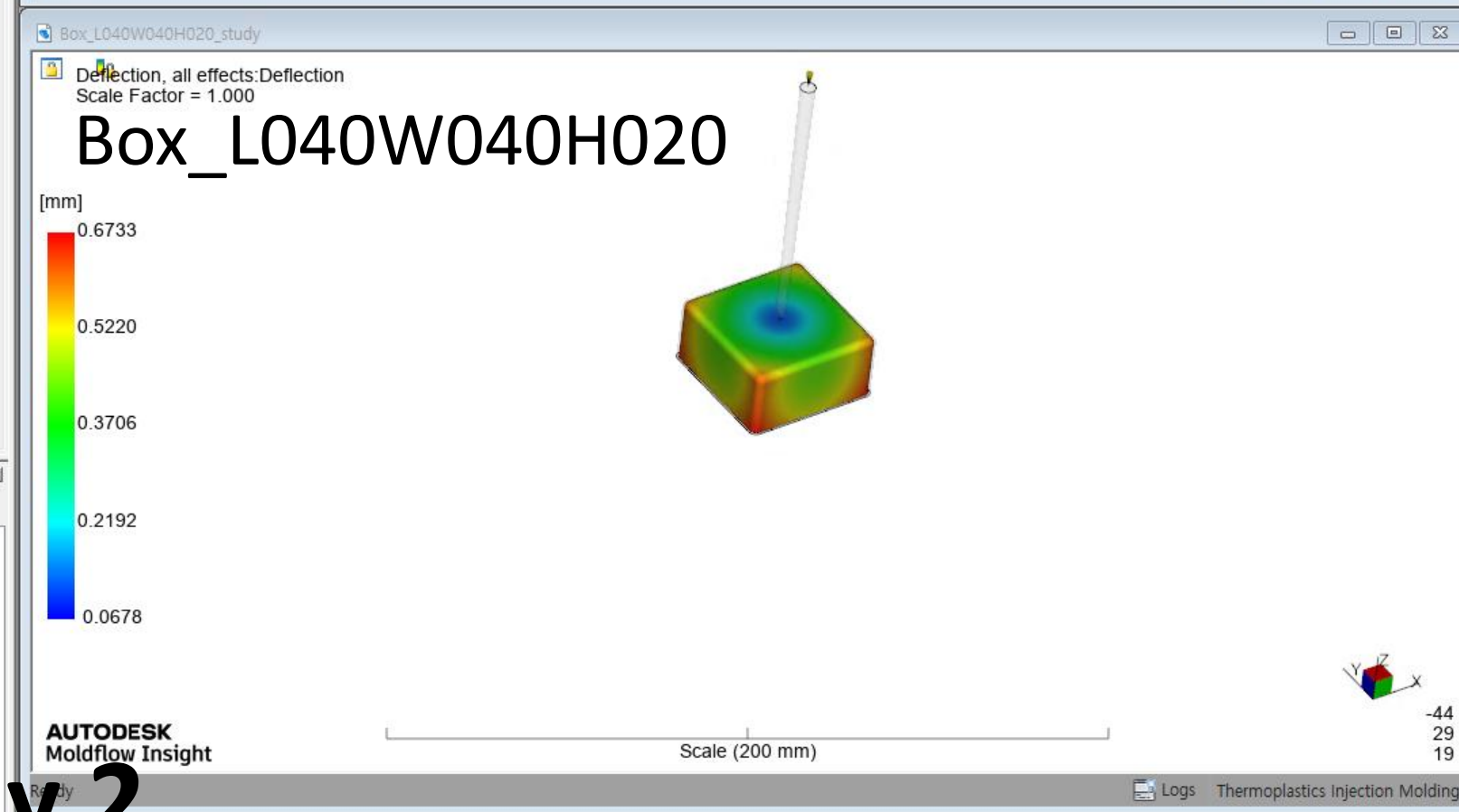
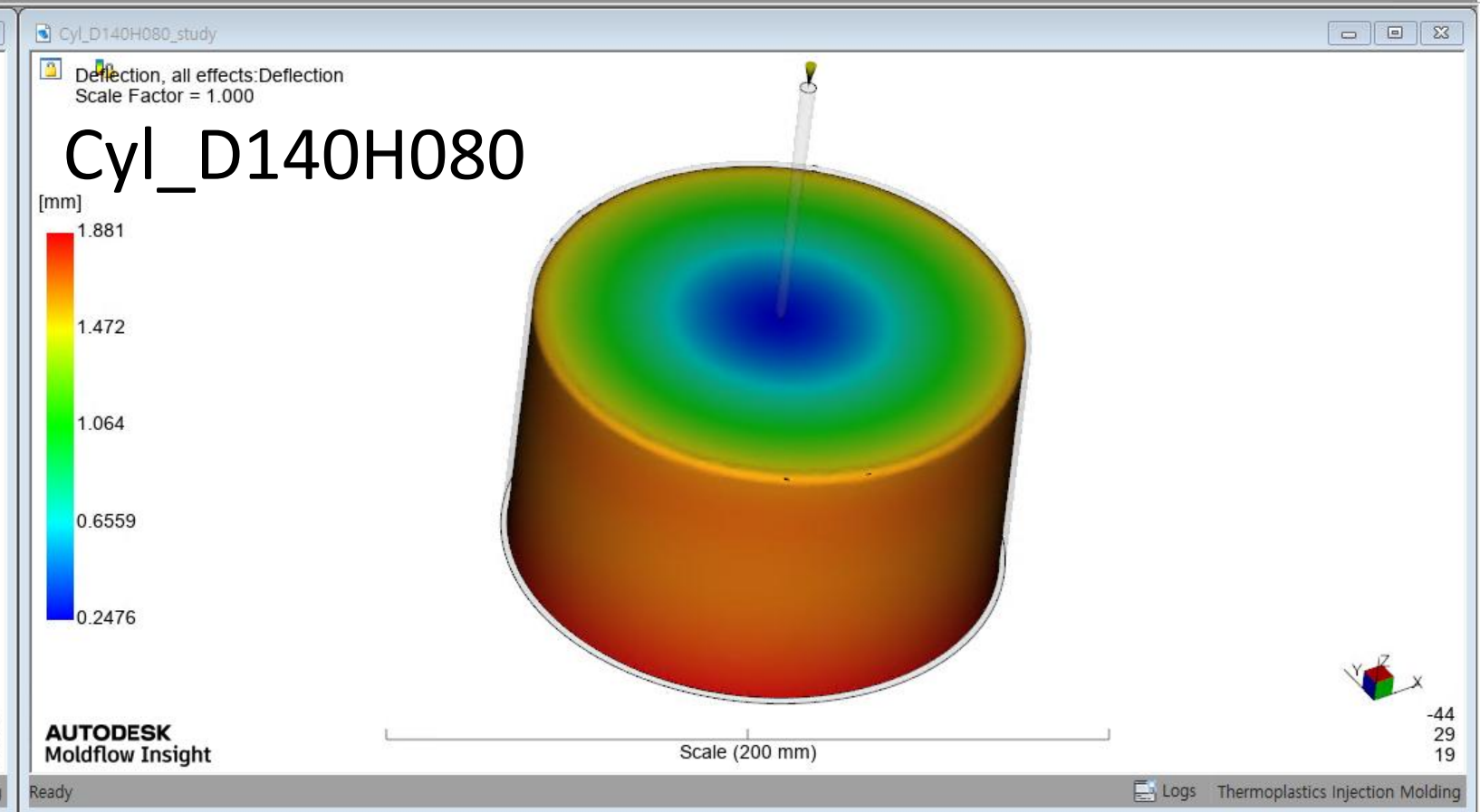
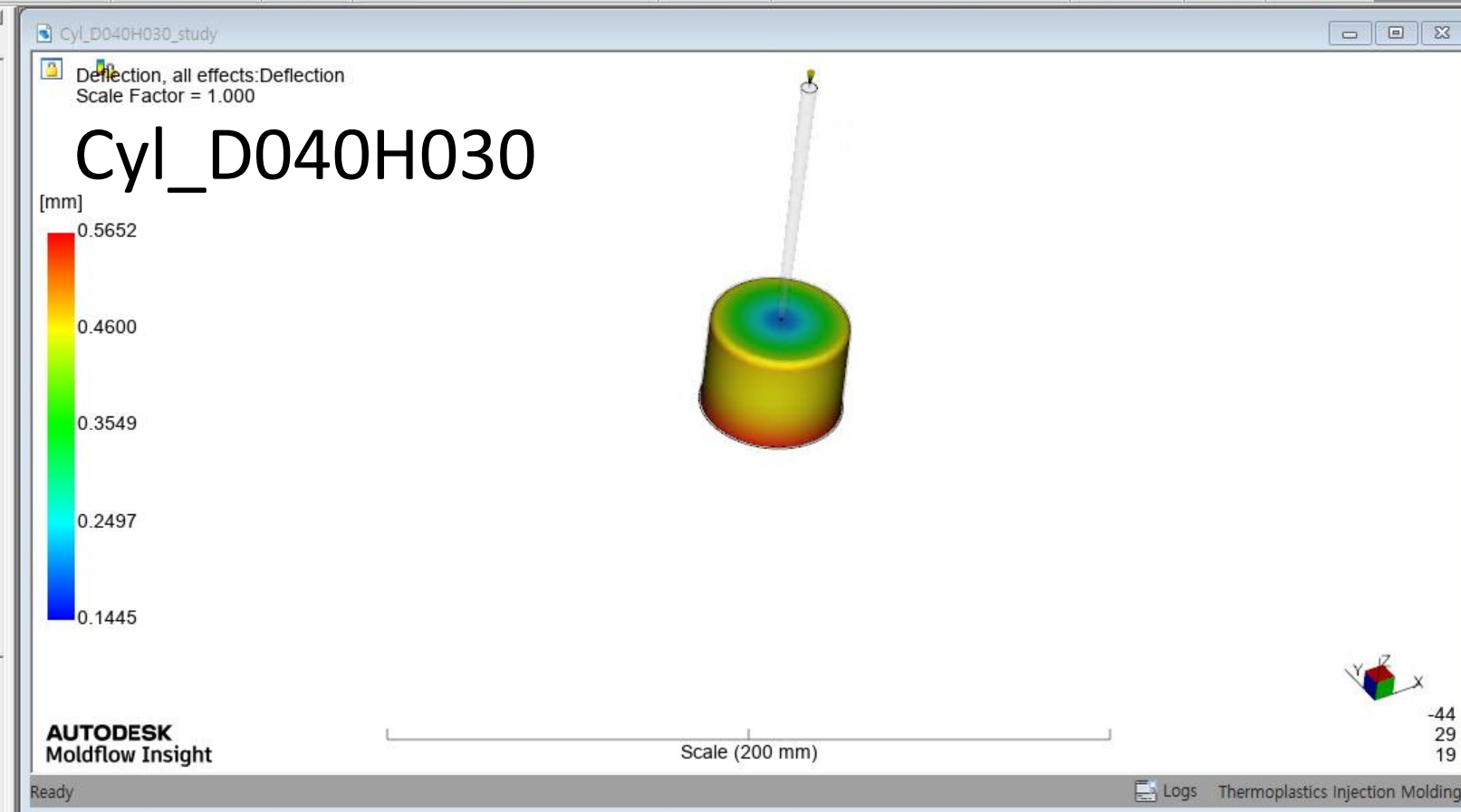


Case Study 2

- Tasks
- Tools
- Shared Views
- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H060_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

- Study Tasks : Box_L160W160H080_study
- Part (Box_L160W160H080.step)
- Dual Domain Mesh (108957 elements)
- Fill + Pack + Warp
- Generic PBT: Generic Shrinkage Characterised Material
- Material Data Completeness
- Environmental Properties
- 1 Injection Location(s)
- Process Settings (User)
- Optimization (None)
- Analysis complete
- Logs*
- Results
 - Flow
 - Fill time*
 - Pressure at V/P switchover*
 - Temperature at flow front
 - Bulk temperature
 - Shear rate, bulk
 - Pressure at injection location:XY Plot
 - Volumetric shrinkage at ejection
 - Time to reach ejection temperature
 - Frozen layer fraction
 - % Shot weight:XY Plot
 - Air traps
 - Average velocity
 - Bulk temperature at end of fill
 - Clamp force centroid

- Layers
- Default Layer
- CAD Geometry
 - Box_L160W160H080
- Mesh Nodes
 - Nodes on feed system
 - Box_L160W160H080 Nodes
- Mesh Elements
 - Beams on feed system
 - Box_L160W160H080 Triangles



Case Study 2

Tasks Tools Shared Views

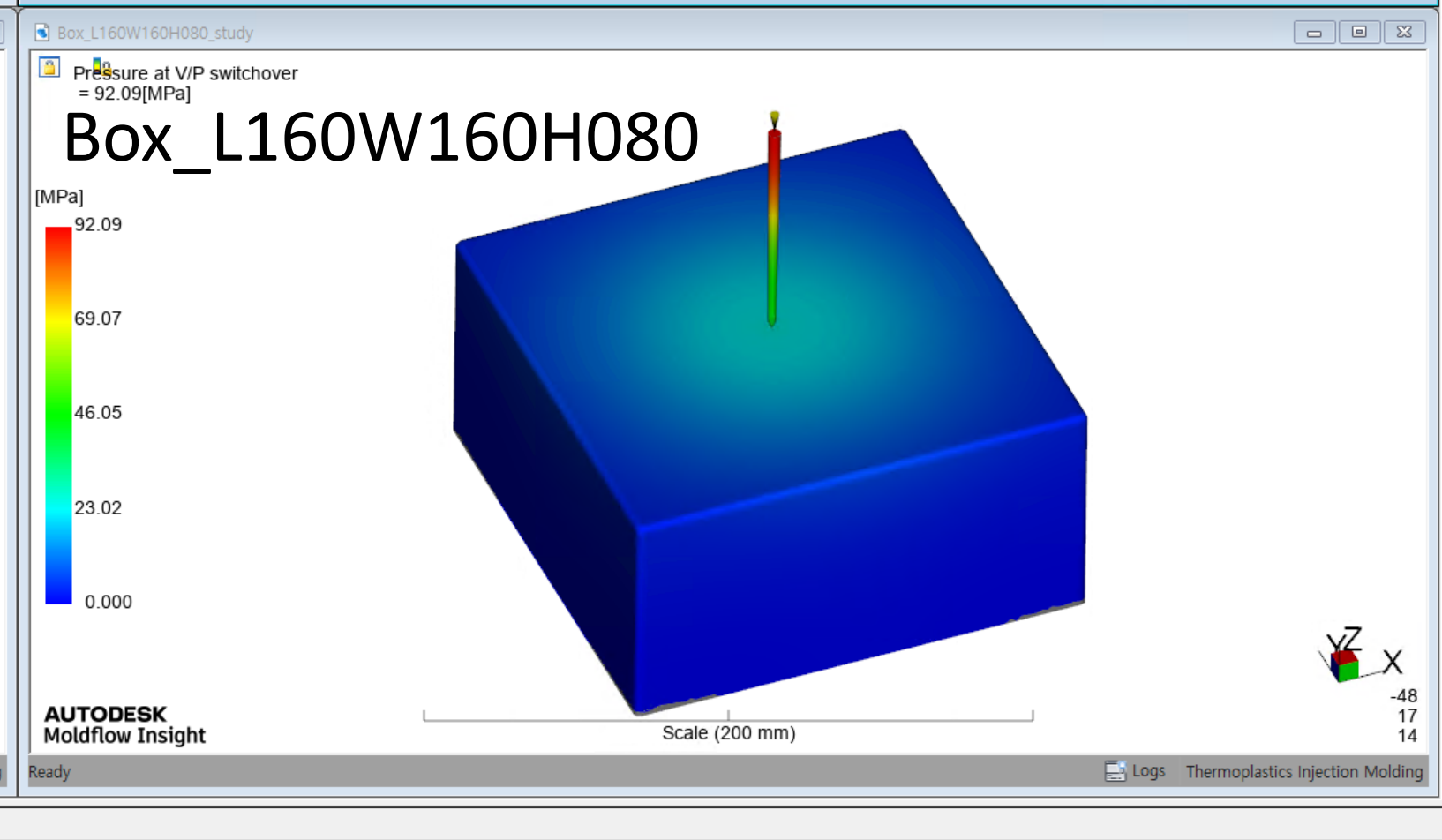
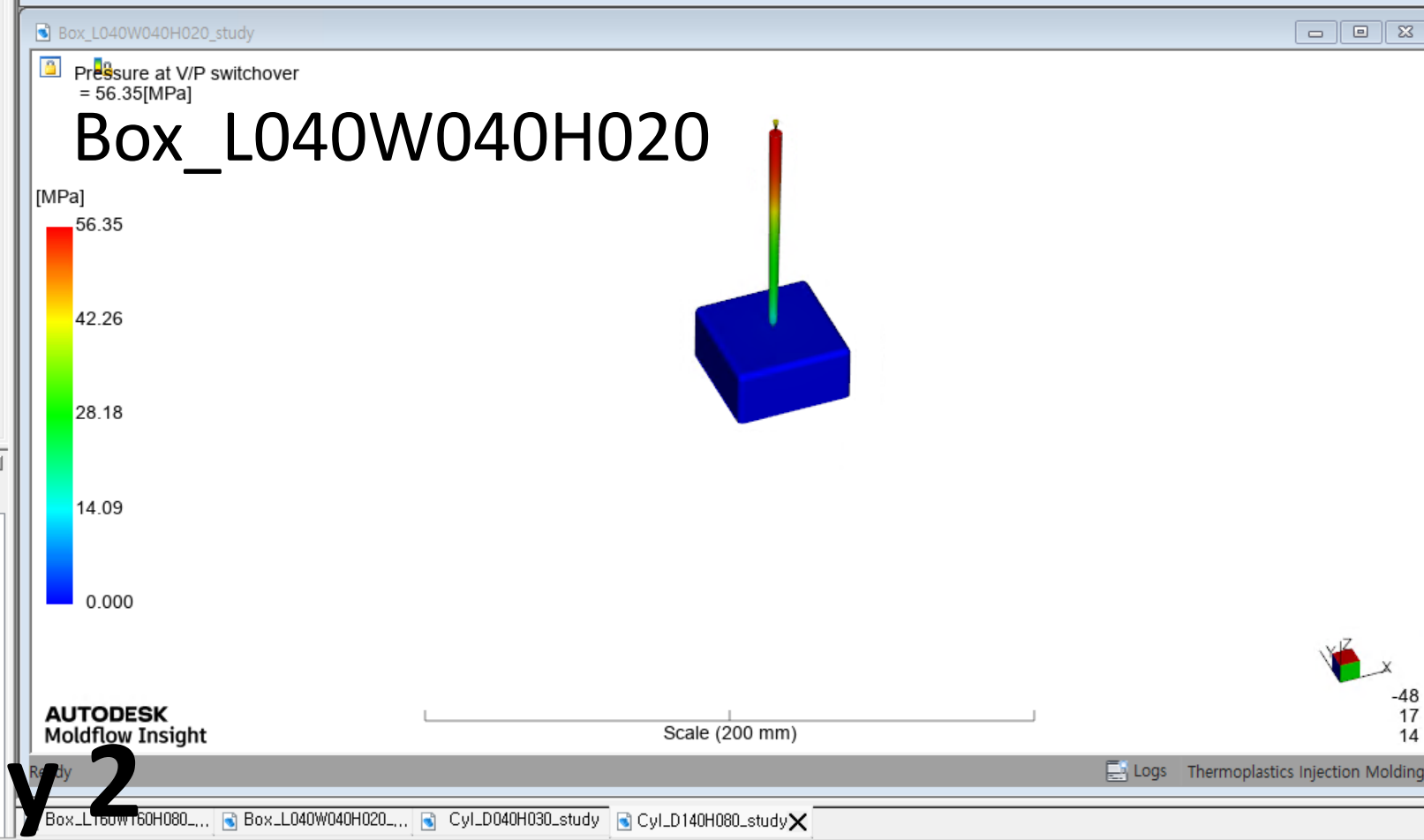
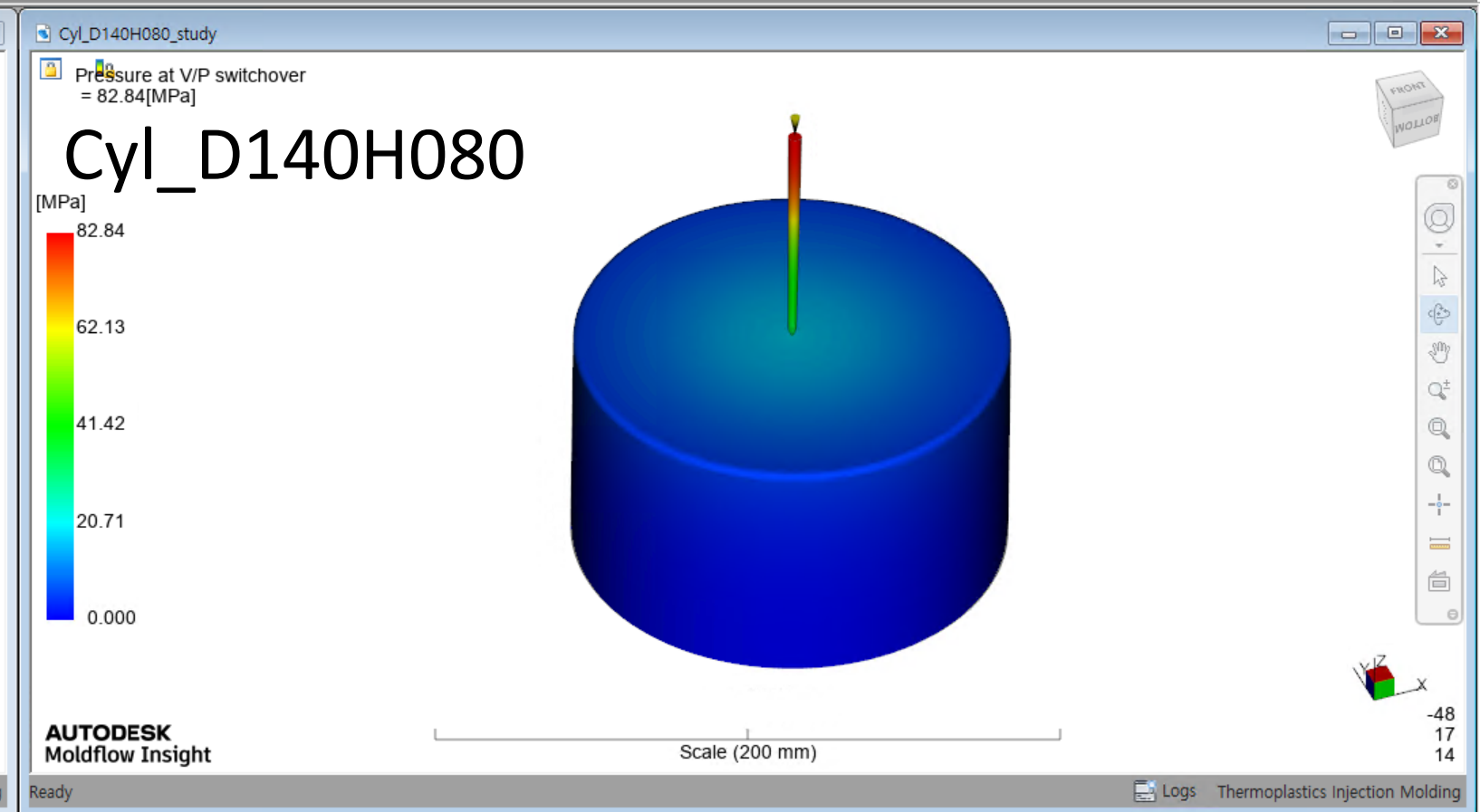
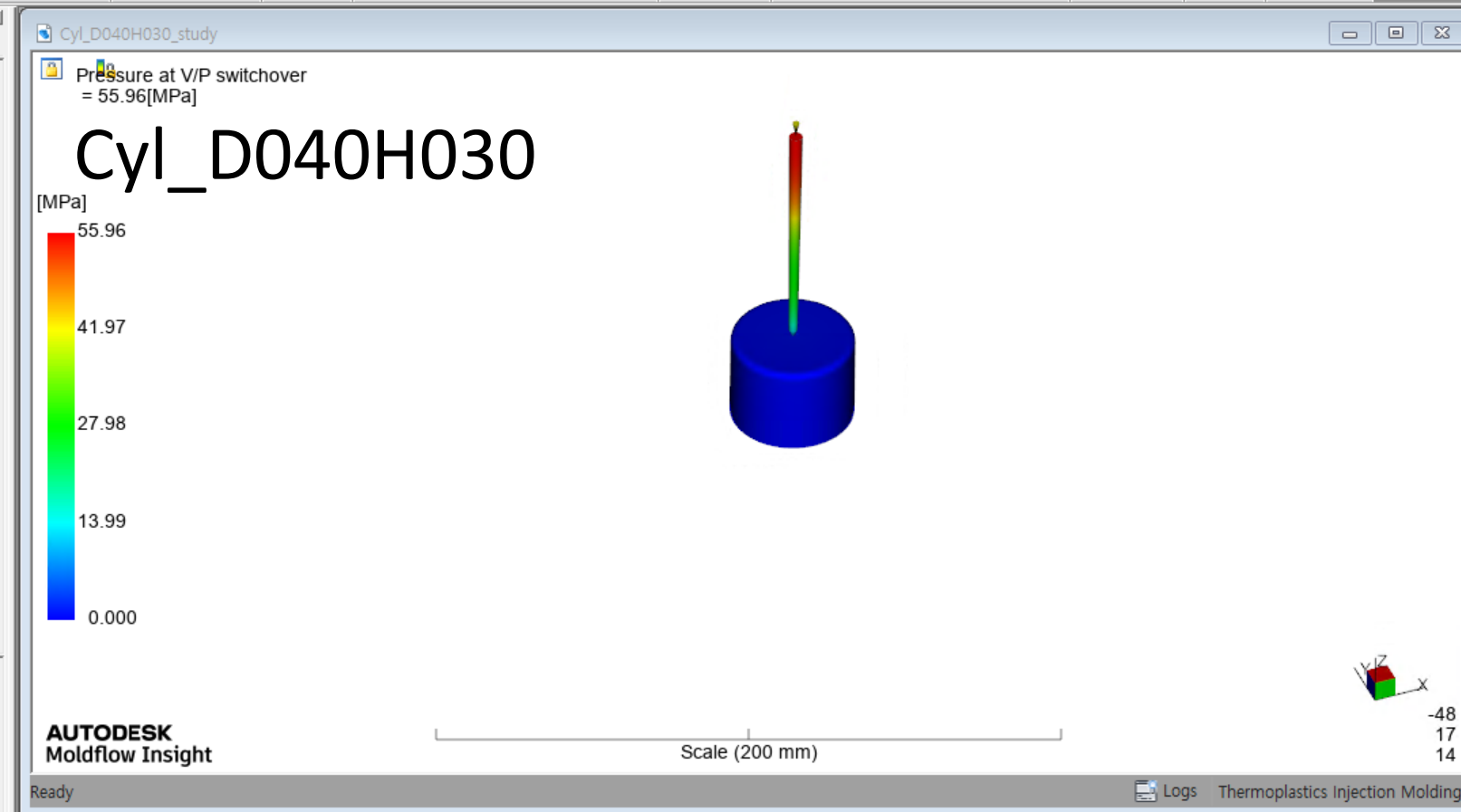
- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H060_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study**
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

Study Tasks : Cyl_D140H080_study

- Part (Cyl_D140H080_step)
- Dual Domain Mesh (103657 elements)
- Fill + Pack + Warp
- Generic PBT: Generic Shrinkage Characterised Material
- Material Data Completeness
- Environmental Properties
- 1 Injection Location(s)
- Process Settings (User)
- Optimization (None)
- Analysis complete
- Logs*
- Results
 - Flow
 - Fill time+
 - Pressure at V/P switchover+**
 - Temperature at flow front
 - Bulk temperature
 - Shear rate, bulk
 - Pressure at injection location:XY Plot
 - Volumetric shrinkage at ejection
 - Time to reach ejection temperature
 - Frozen layer fraction
 - % Shot weight:XY Plot
 - Air traps
 - Average velocity
 - Bulk temperature at end of fill
 - Clamp force centroid

Layers

- Default Layer
- CAD Geometry
 - Cyl_D140H080
- Mesh Nodes
 - Nodes on feed system
 - Cyl_D140H080 Nodes
- Mesh Elements
 - Beams on feed system
 - Cyl_D140H080 Triangles

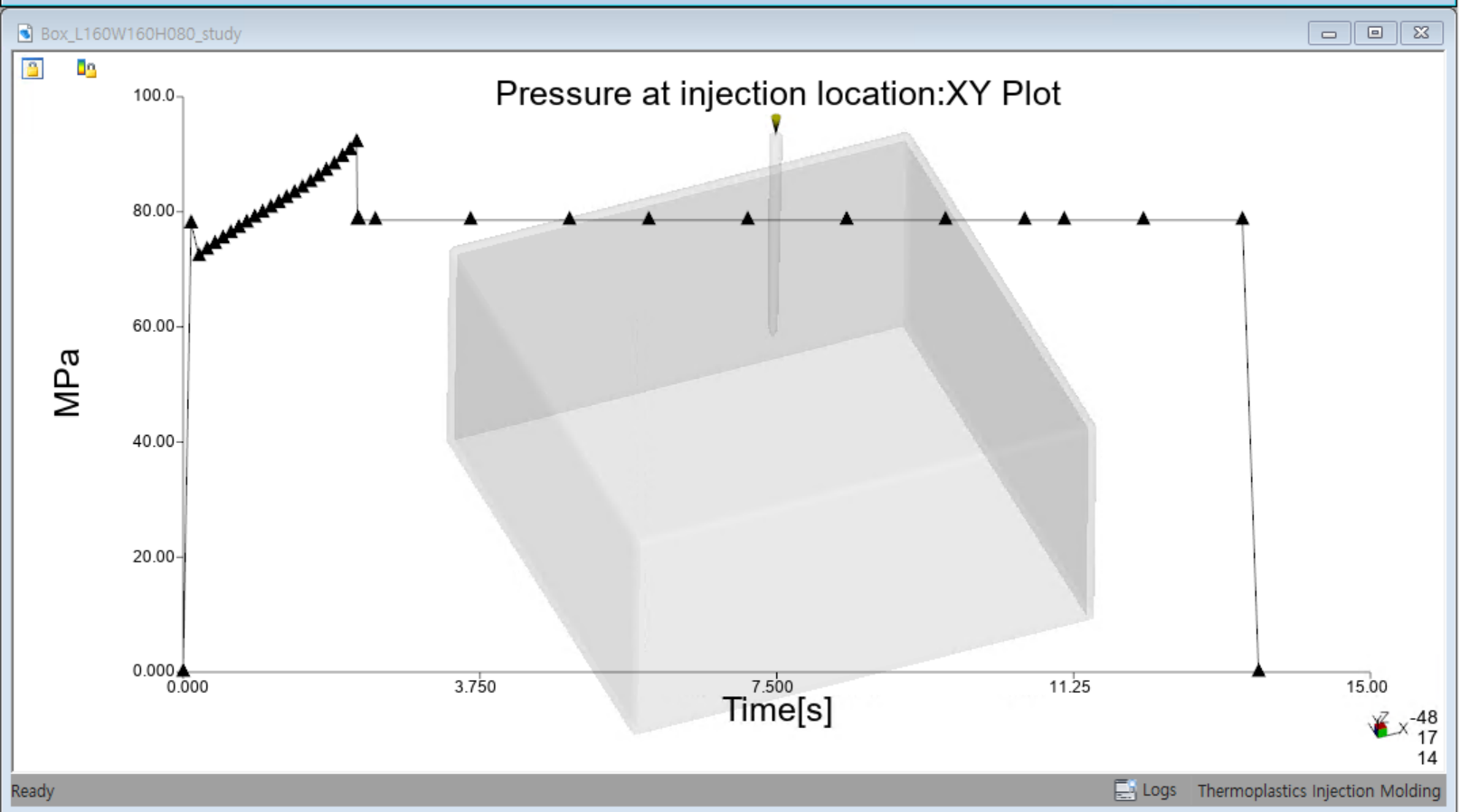
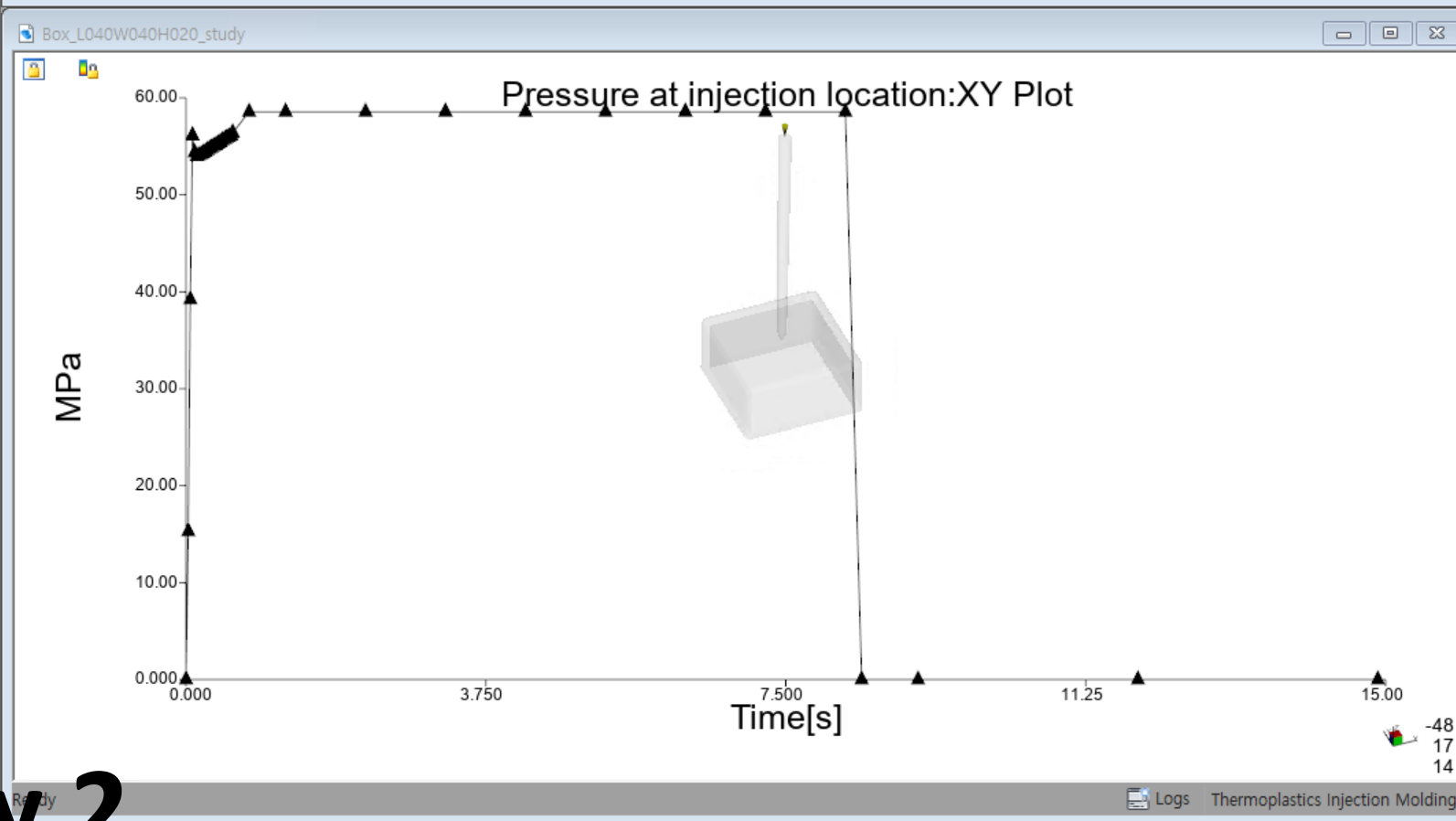
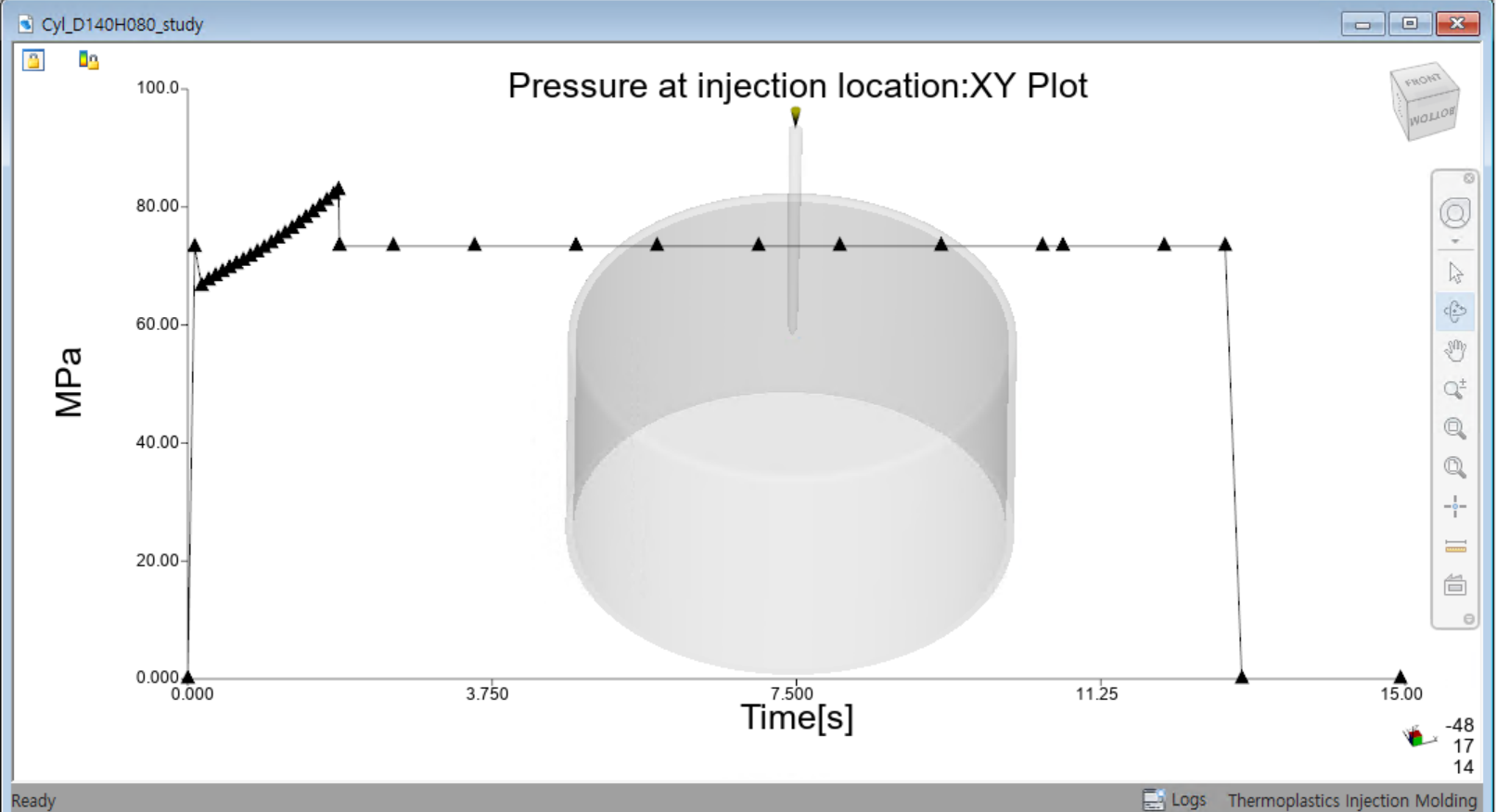
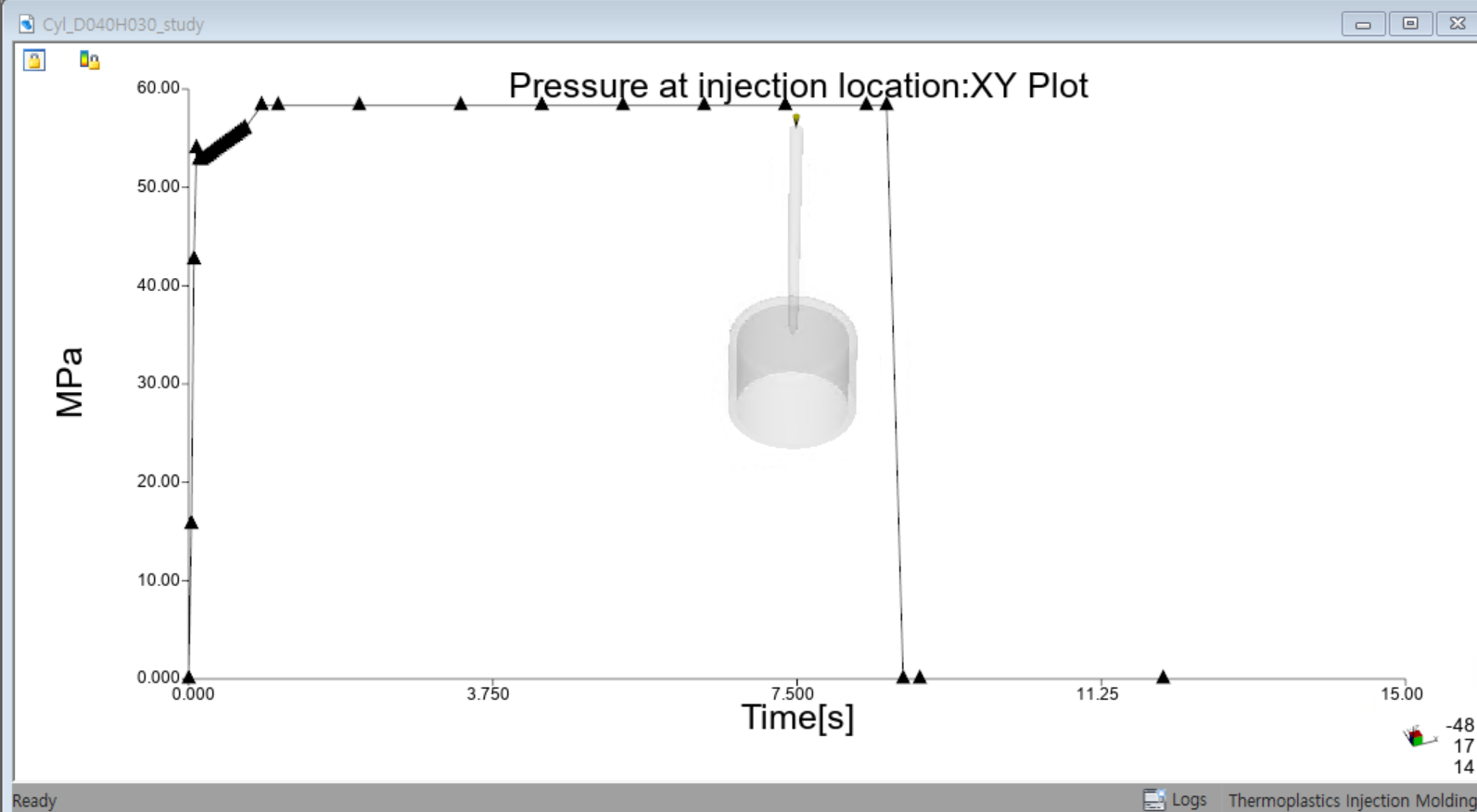


Case Study 2

- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H060_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

- Pressure at V/P switchover+
- Temperature at flow front
- Bulk temperature
- Shear rate, bulk
- Pressure at injection location:XY Plot
- Volumetric shrinkage at ejection
- Time to reach ejection temperature
- Frozen layer fraction
- % Shot weight:XY Plot
- Air traps
- Average velocity
- Bulk temperature at end of fill
- Clamp force centroid
- Clamp force:XY Plot
- Flow rate, beams
- Frozen layer fraction at end of fill
- Grow from
- Orientation at core
- Orientation at skin
- Pressure
- Pressure at end of fill
- Ram speed, recommended:XY Plot
- Shear rate
- Shear stress at wall
- Sink marks, index
- Temperature
- Throughput
- Velocity

- Layers
- Default Layer
 - CAD Geometry
 - Cyl_D140H080
 - Mesh Nodes
 - Nodes on feed system
 - Cyl_D140H080 Nodes
 - Mesh Elements
 - Beams on feed system
 - Cyl_D140H080 Triangles

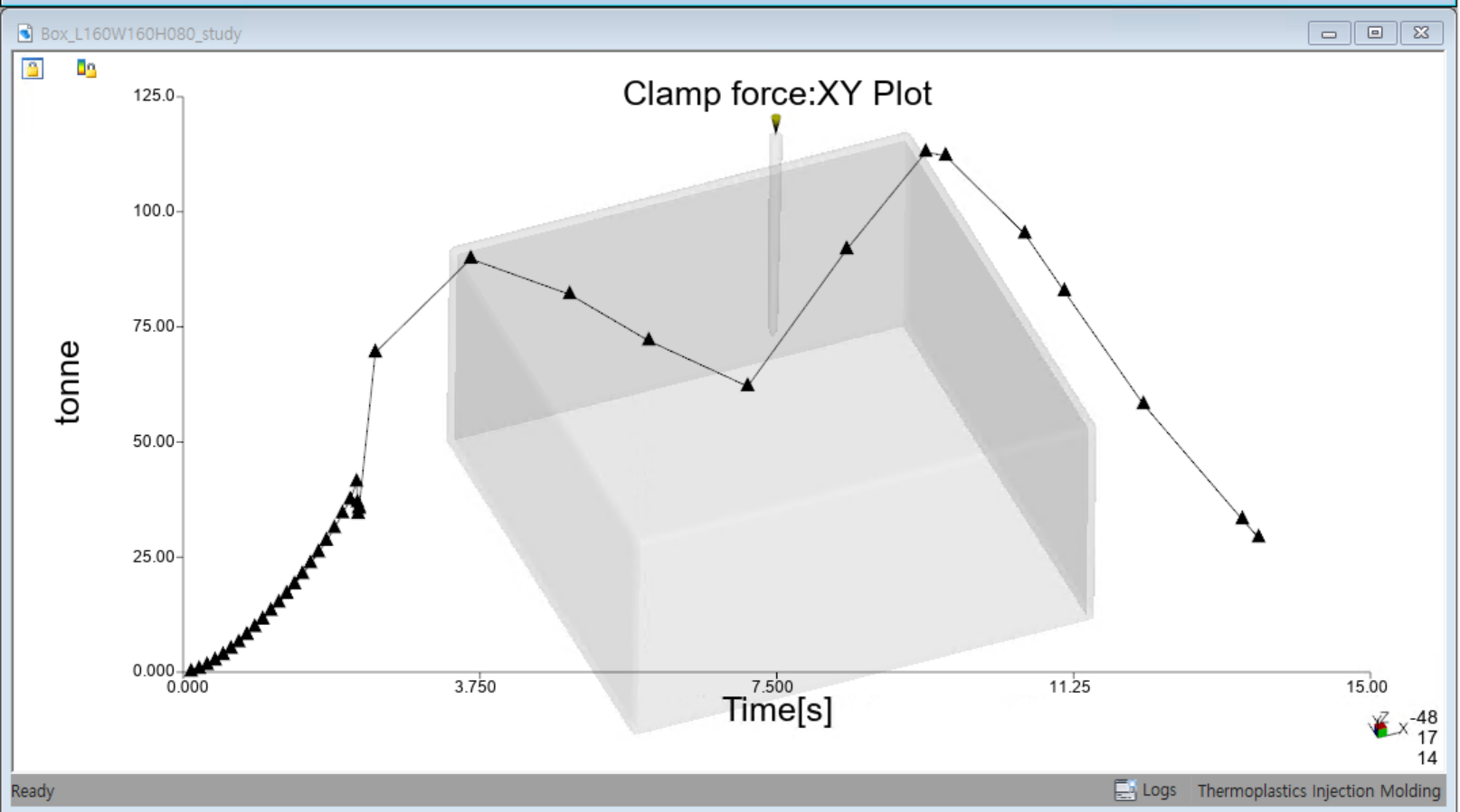
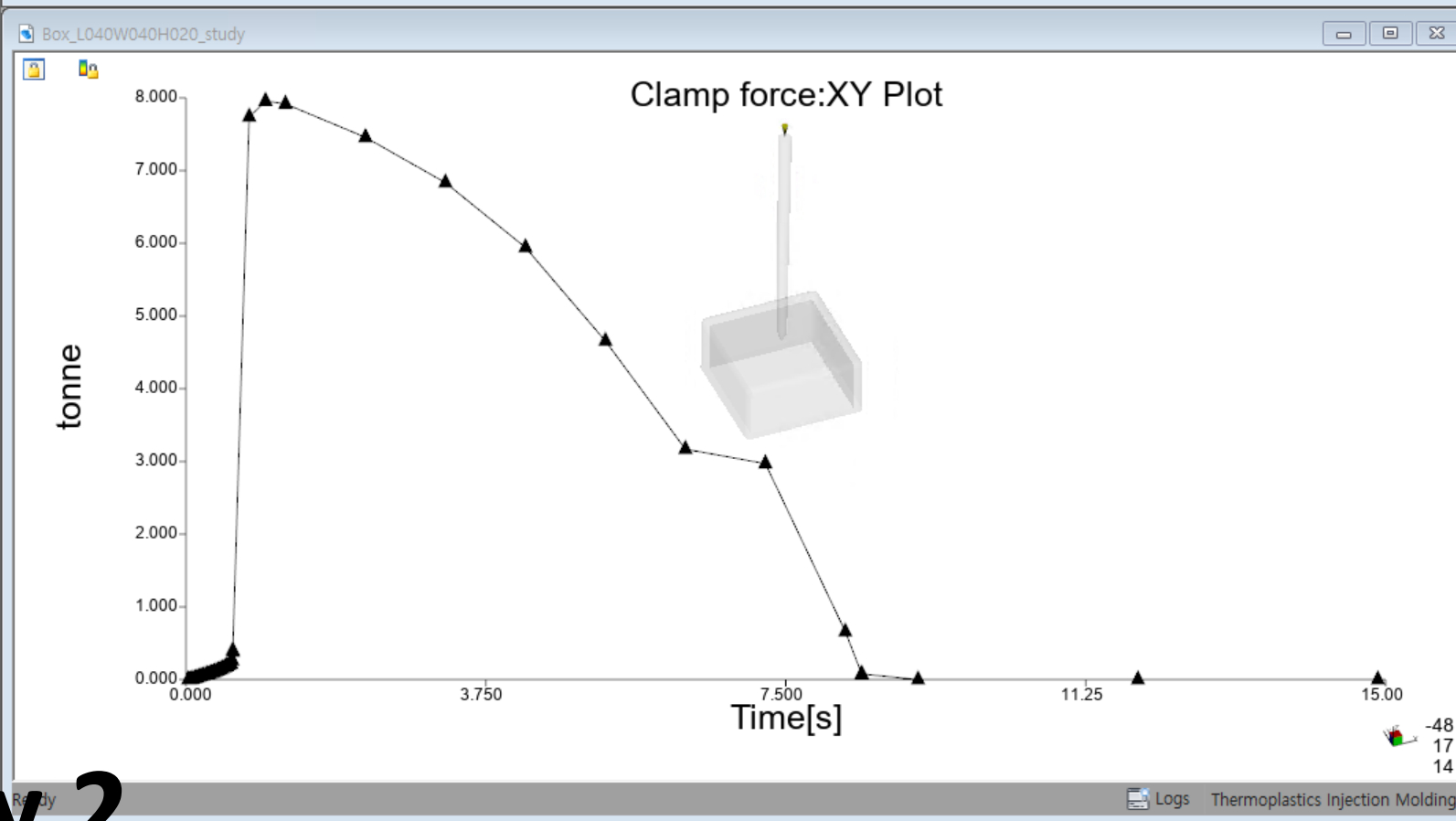
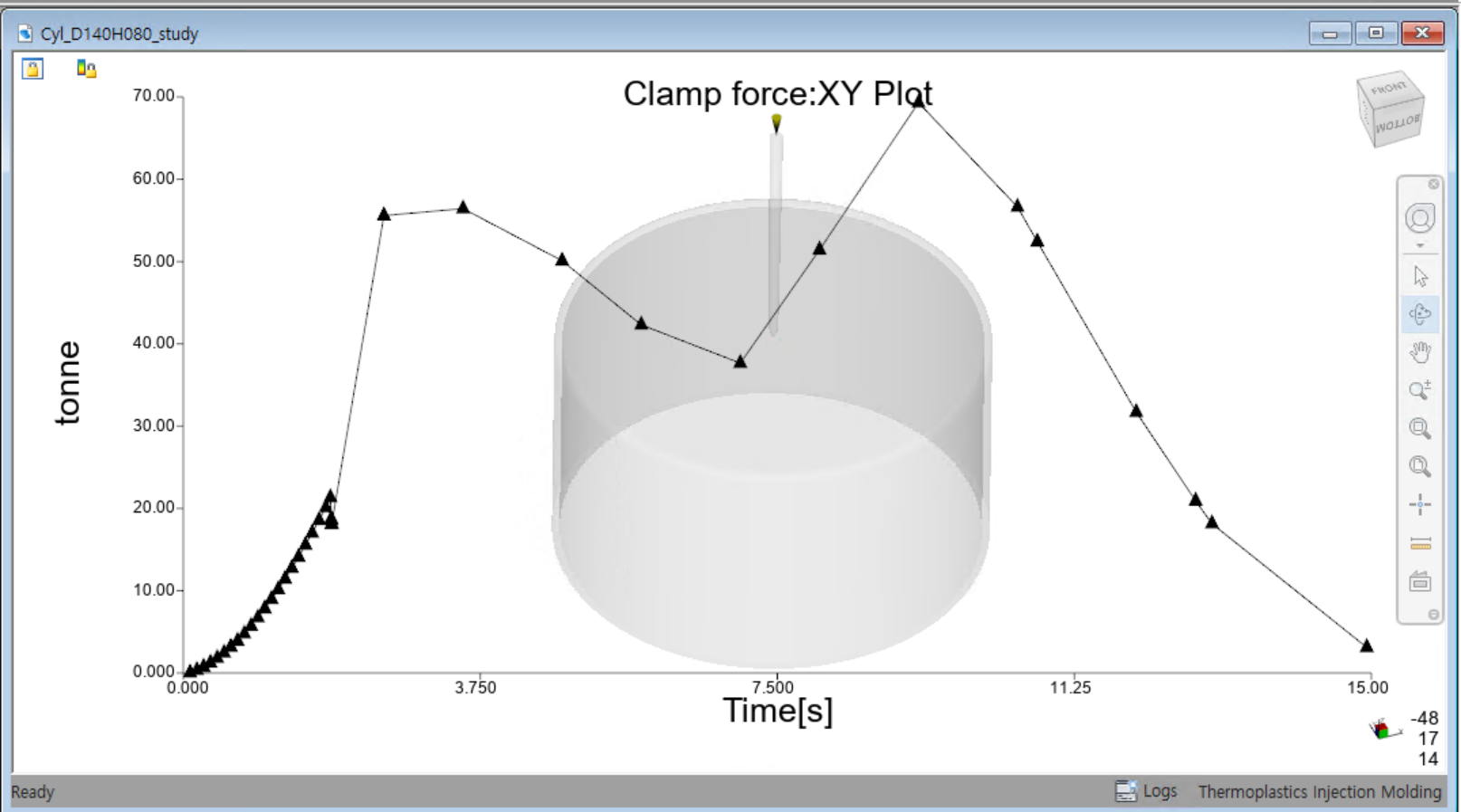
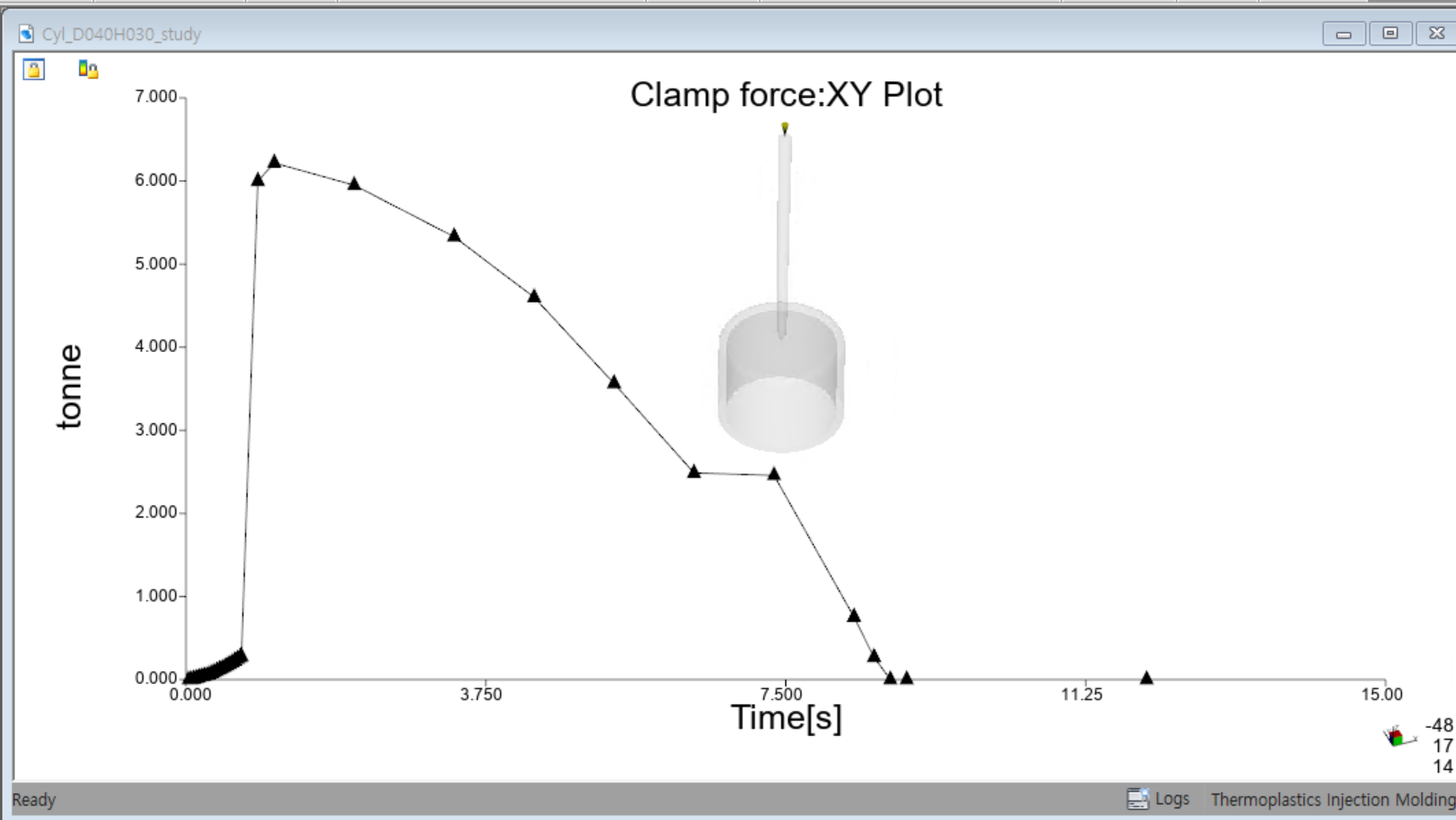


Case Study 2

- Tasks Tools Shared Views
- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H060_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

- Pressure at V/P switchover+
- Temperature at flow front
- Bulk temperature
- Shear rate, bulk
- Pressure at injection location:XY Plot
- Volumetric shrinkage at ejection
- Time to reach ejection temperature
- Frozen layer fraction
- % Shot weight:XY Plot
- Air traps
- Average velocity
- Bulk temperature at end of fill
- Clamp force centroid
- Clamp force:XY Plot**
- Flow rate, beams
- Frozen layer fraction at end of fill
- Grow from
- Orientation at core
- Orientation at skin
- Pressure
- Pressure at end of fill
- Ram speed, recommended:XY Plot
- Shear rate
- Shear stress at wall
- Sink marks, index
- Temperature
- Throughput
- Velocity

- Layers
- Default Layer
 - CAD Geometry
 - Cyl_D140H080
 - Mesh Nodes
 - Nodes on feed system
 - Cyl_D140H080 Nodes
 - Mesh Elements
 - Beams on feed system
 - Cyl_D140H080 Triangles

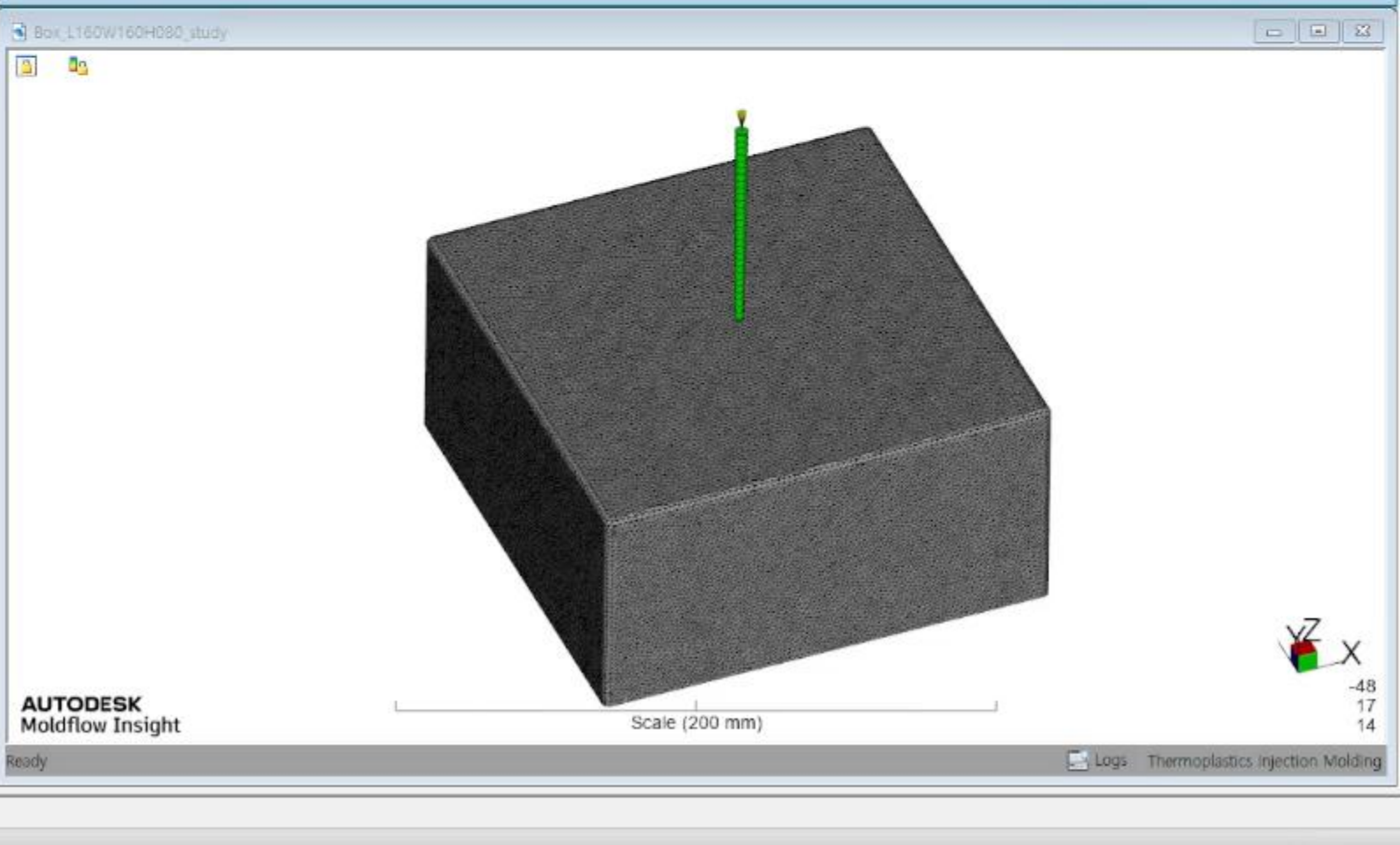
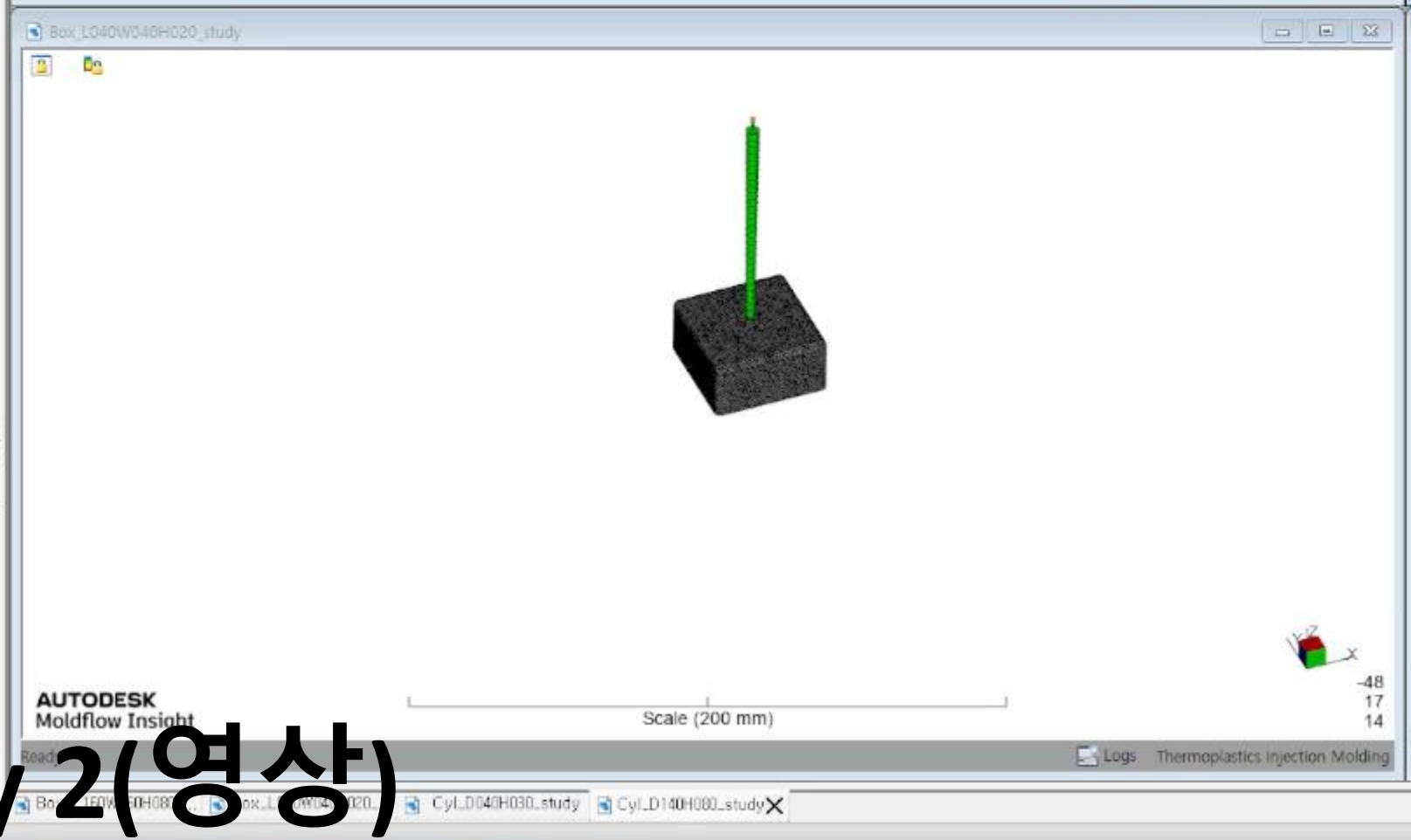
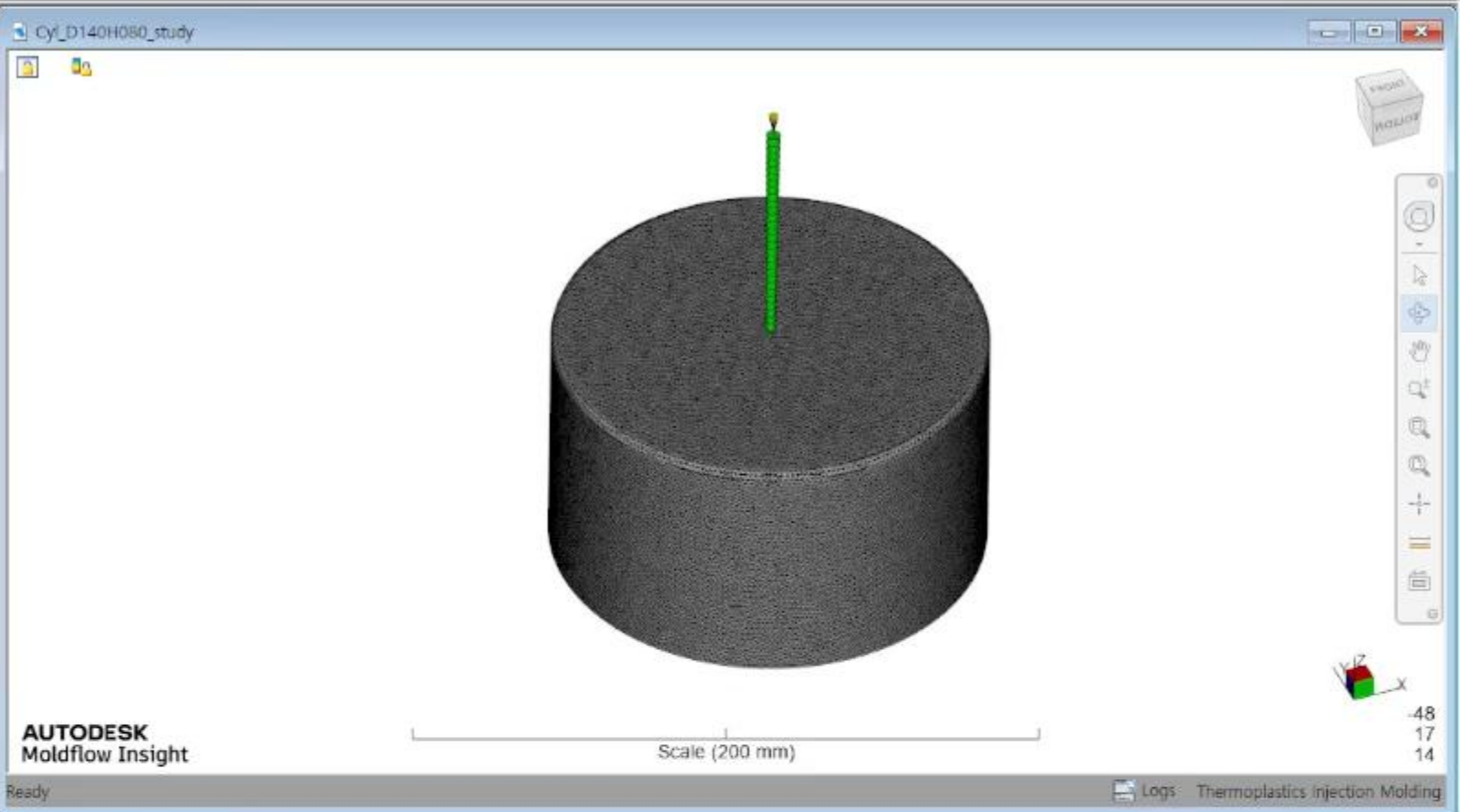
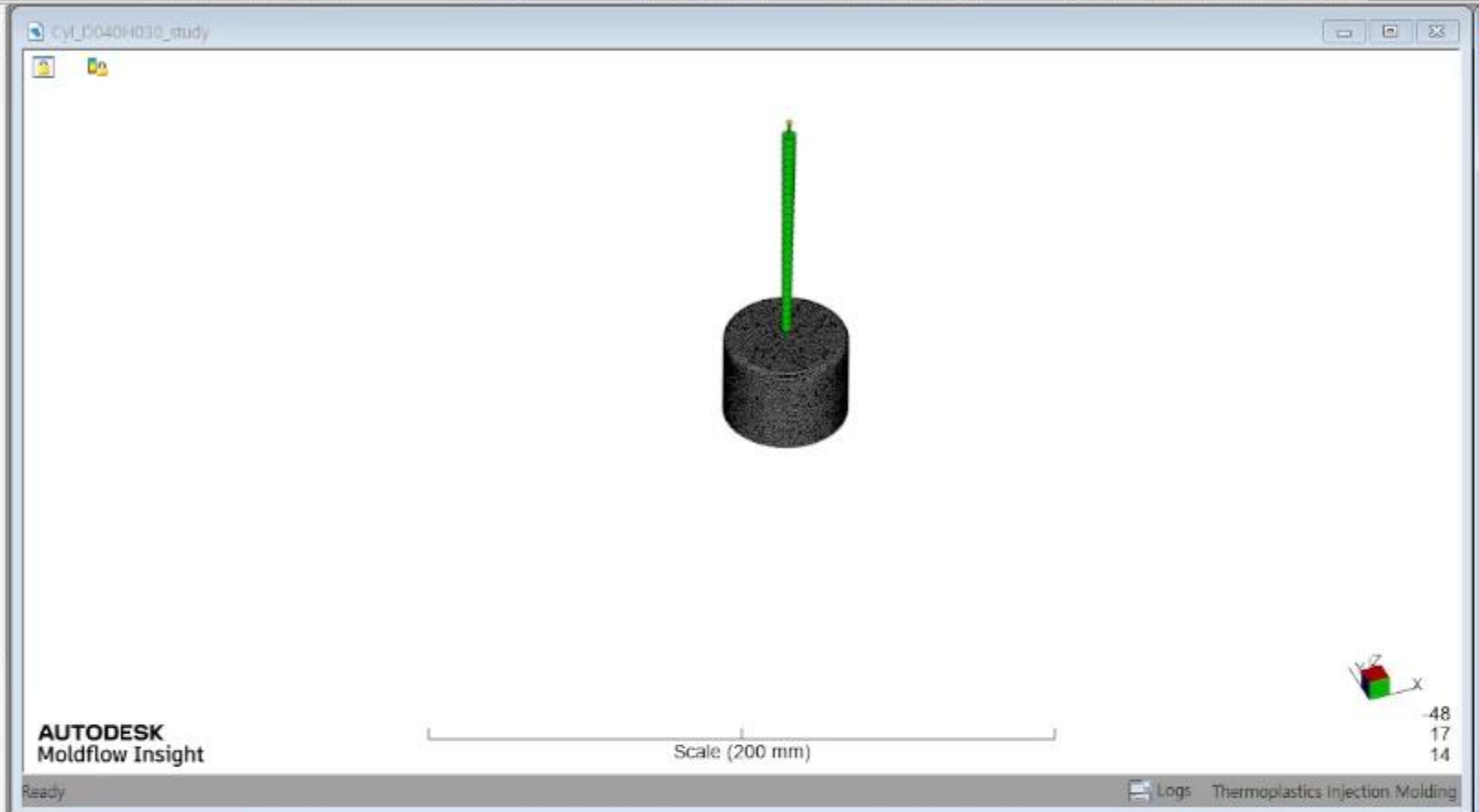


Case Study 2

- Box_L110W110H040_study
- Box_L110W110H055_study
- Box_L120W120H050_study
- Box_L120W120H080_study
- Box_L130W130H050_study
- Box_L140W140H070_study
- Box_L160W160H080_study
- Cyl_D040H030_study
- Cyl_D050H035_study
- Cyl_D050H050_study
- Cyl_D060H040_study
- Cyl_D060H060_study
- Cyl_D060H070_study
- Cyl_D070H045_study
- Cyl_D070H055_study
- Cyl_D080H050_study
- Cyl_D080H065_study
- Cyl_D080H080_study
- Cyl_D090H055_study
- Cyl_D100H050_study
- Cyl_D100H060_study
- Cyl_D100H075_study
- Cyl_D110H065_study
- Cyl_D120H070_study
- Cyl_D120H085_study
- Cyl_D130H060_study
- Cyl_D140H080_study

- Study Tasks : Cyl_D140H080_study
- Part (Cyl_D140H080.step)
- Dual Domain Mesh (103657 elements)
- Fill + Pack + Warp
- Generic PBT: Generic Shrinkage Characterised Material
- Material Data Completeness
- Environmental Properties
- 1 Injection Location(s)
- Process Settings (User)
- Optimization (None)
- Analysis complete
- Logs+
- Results
 - Flow
 - Fill time+
 - Pressure at V/P switchover+
 - Temperature at flow front
 - Bulk temperature
 - Shear rate, bulk
 - Pressure at injection location:XY Plot
 - Volumetric shrinkage at ejection
 - Time to reach ejection temperature
 - Frozen layer fraction
 - % Shot weight:XY Plot
 - Air traps
 - Average velocity
 - Bulk temperature at end of fill
 - Clamp force centroid

- Layers
 - Default Layer
 - CAD Geometry
 - Cyl_D140H080
 - Mesh Nodes
 - Nodes on feed system
 - Cyl_D140H080 Nodes
 - Mesh Elements
 - Beams on feed system
 - Cyl_D140H080 Triangles



Case Study 2(영상)

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box

L (mm): 160

W (mm): 160

H (mm): 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: **Box_L160W160H080_study**
치수 160 × 160 × 80 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Box_L160W160H080_study (54496 노드)

충전시간

변형

화면 맞춤

유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

충전시간 0.562

변형 반영(위) 매칭 CAE 변형벡터



예측 KPI

충전시간 s

형체력 t

사출압 MPa

예측 전

Case Study 2

Box_L160W160H080_study · 노드 54496 · 면 108926 · span 163mm

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box Cylinder

L (mm) W (mm) H (mm)

160 160 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: **Box_L160W160H080_study**
치수 160 × 160 × 80 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Box_L160W160H080_study (54496 노드)

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

X / Y / Z (mm) · 수정 시 최근점 노드로 스냅

0.0 0.0 0.0

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

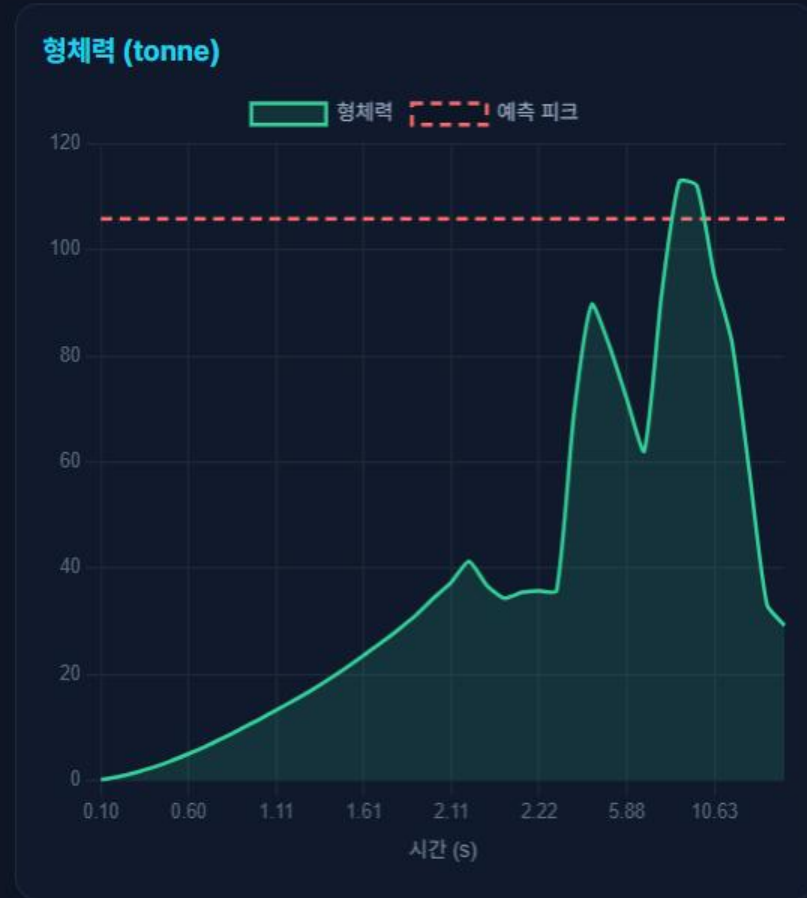
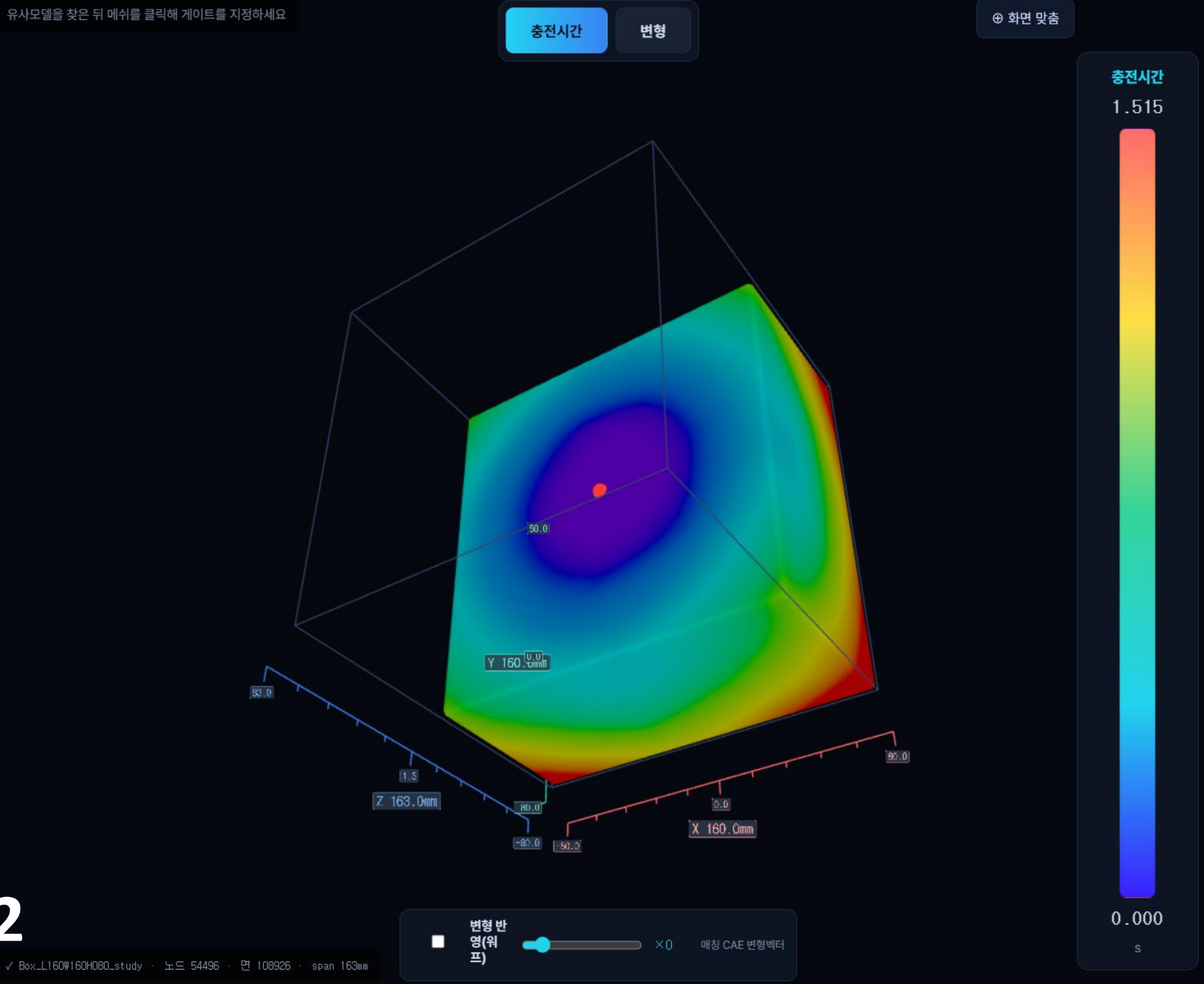
예측 KPI

2.276 충전시간 s

105.9 형체력 t

93.9 사출압 MPa

EDNC · 주론 212.8ms · 게이트 1점



Case Study 2

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box

L (mm): 160
W (mm): 160
H (mm): 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 | 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: **Box_L160W160H080_study**
치수 160 × 160 × 80 mm · 거리오차 0mm

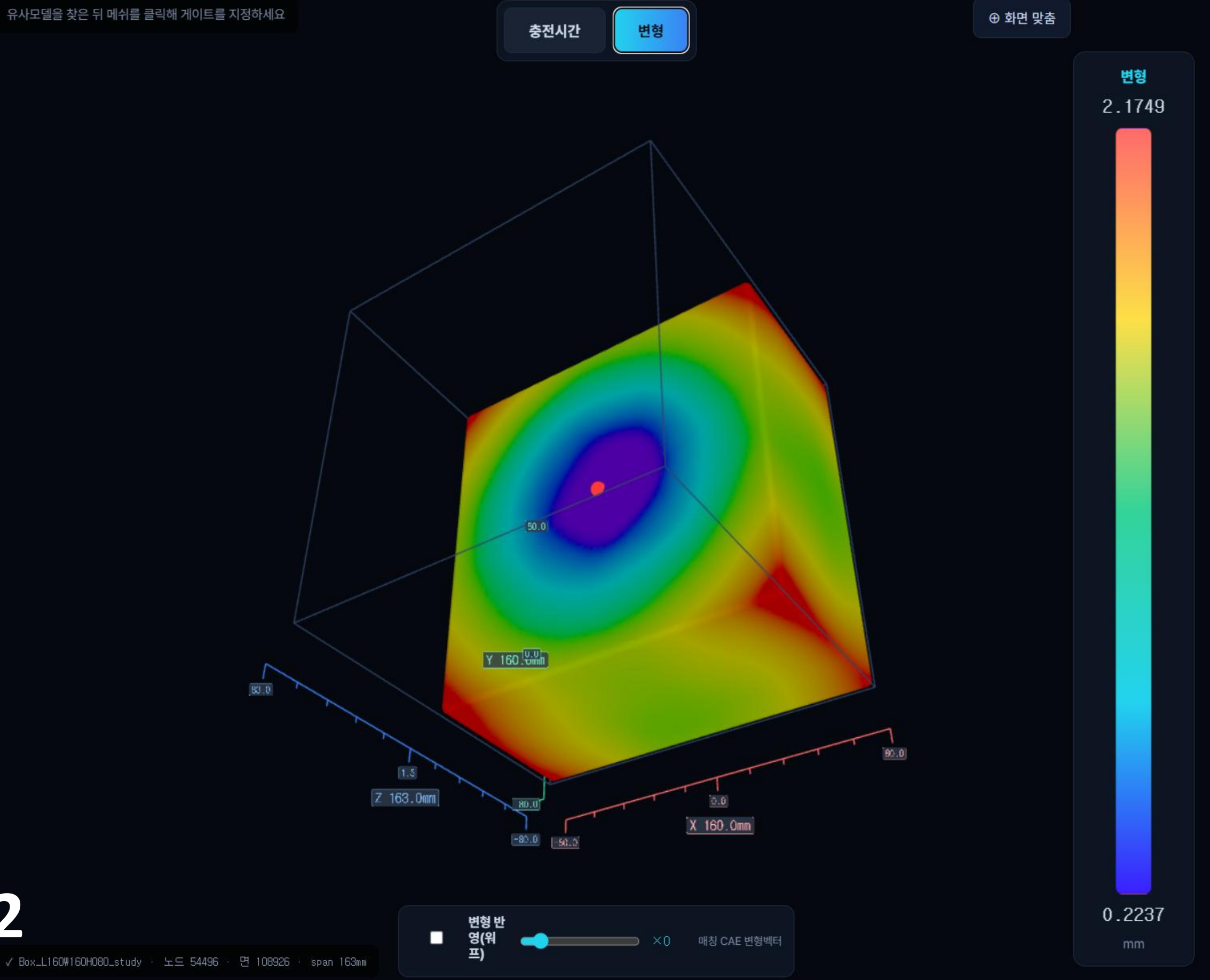
또는 학습모델 직접 선택

Box_L160W160H080_study (54496 노드)

충전시간

변형

화면 맞춤



게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN

X / Y / Z (mm) · 수정 시 최근점 노드로 스넵

0.0 | 0.0 | 0.0

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

충전시간

변형

화면 맞춤

예측 KPI

2.276

충전시간 s

105.9

형체력 t

93.9

사출압 MPa

EDNC · 주론 212.8ms · 게이트 1점



Case Study 2

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box **Cylinder**

D (mm) 140 H (mm) 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: Cyl_D140H080_study
치수 140 x 80 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Cyl_D140H080_study (51846 노드)

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

게이트를 1개 이상 지정하세요

예측 KPI

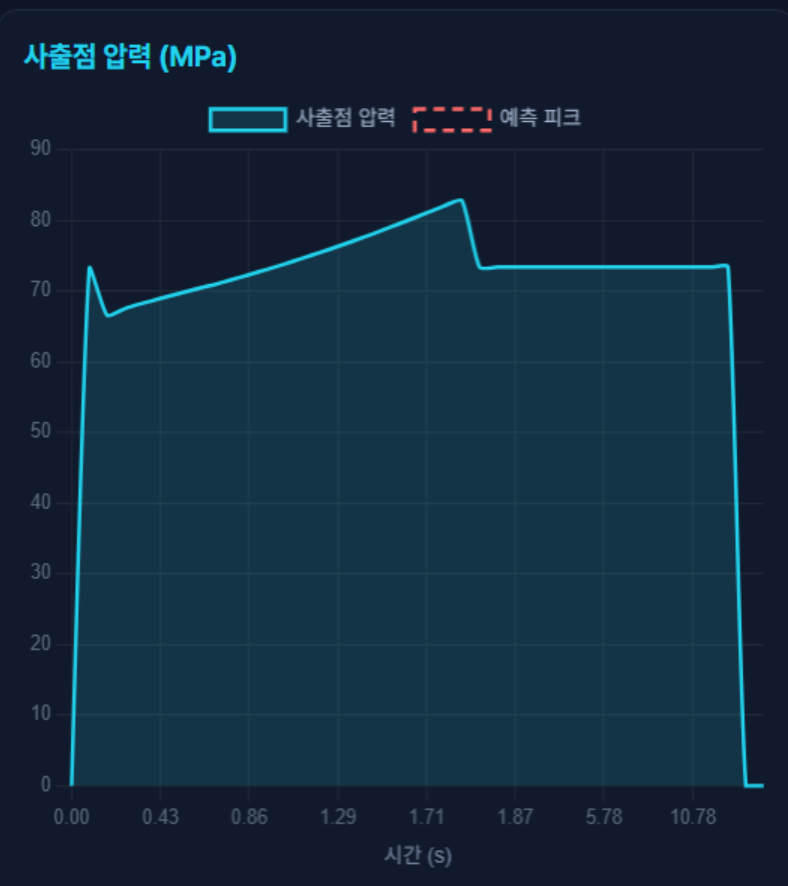
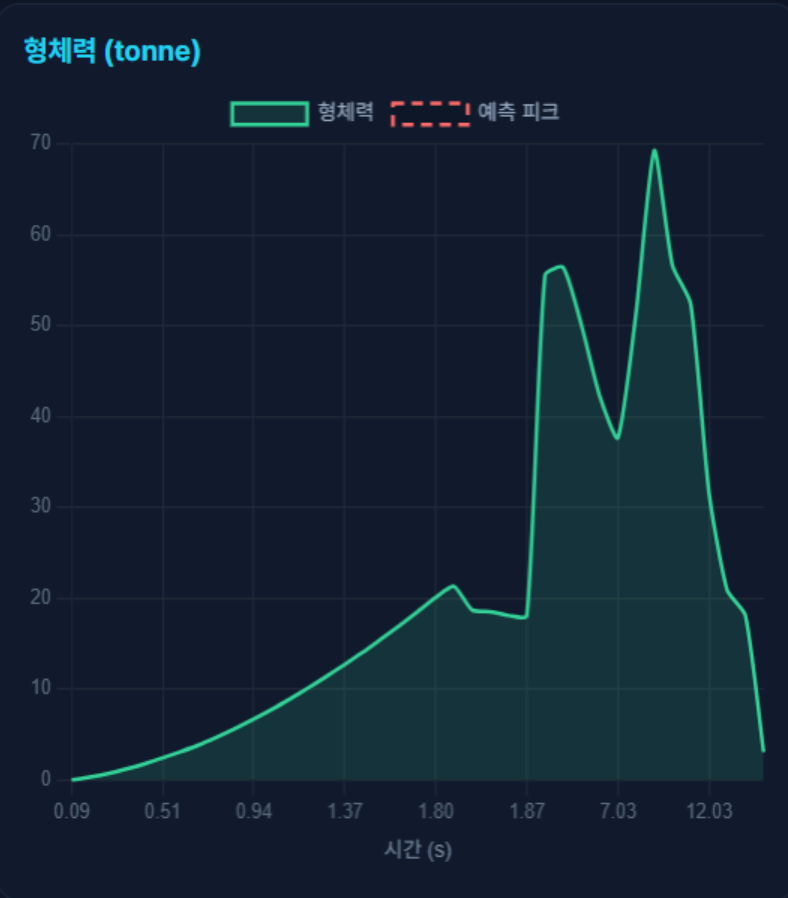
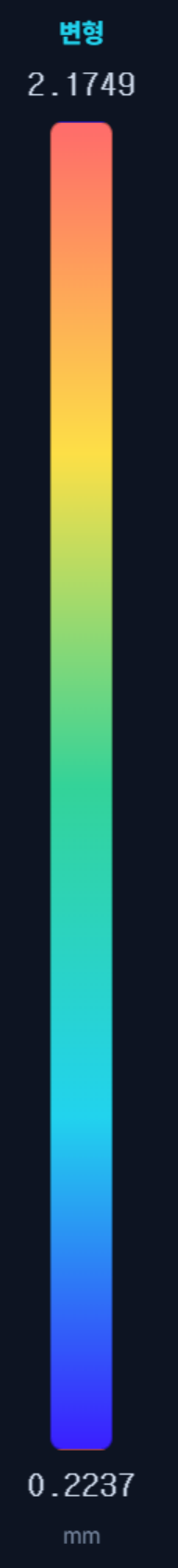
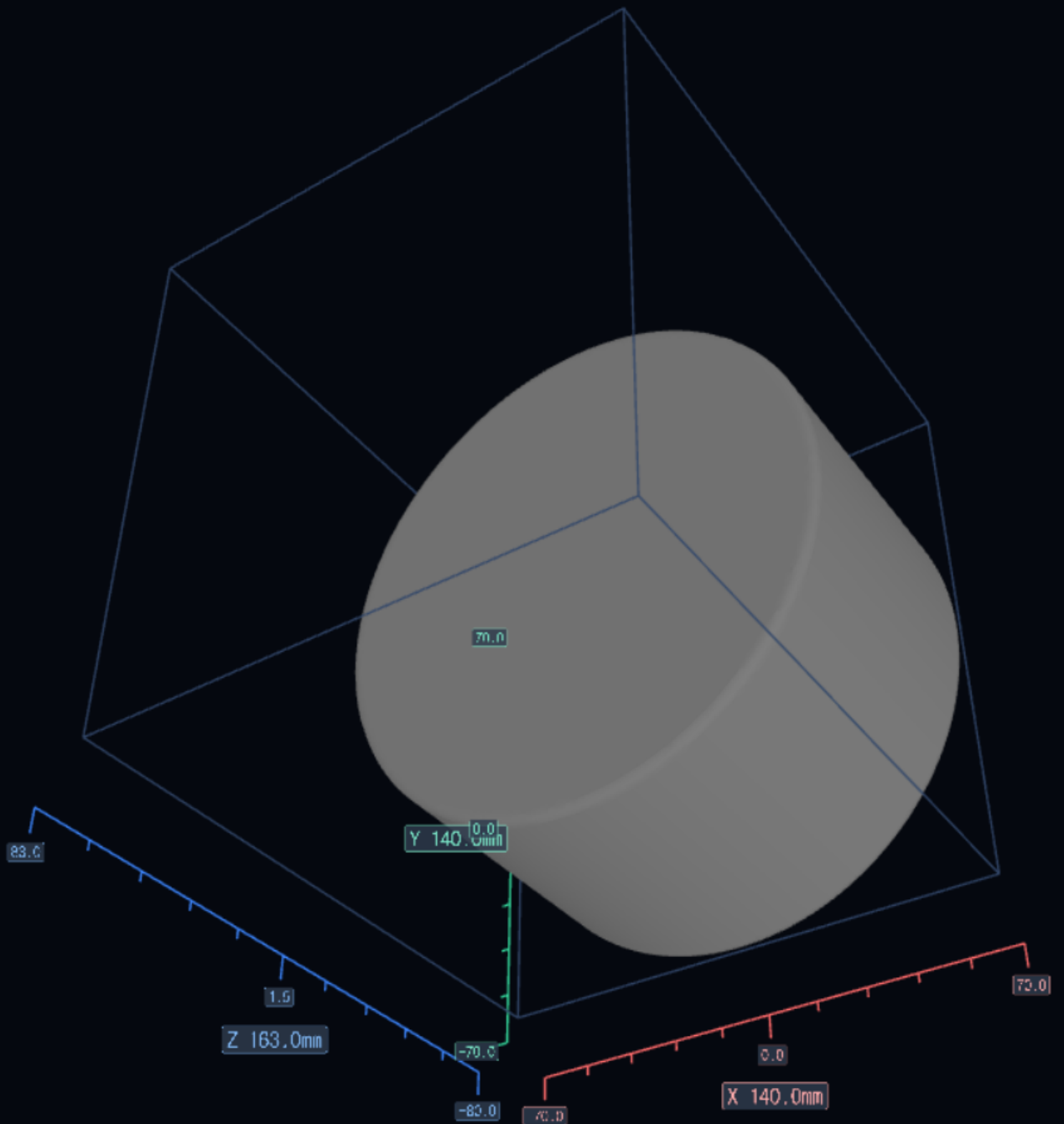
충전시간 s 형체력 t 사출압 MPa

예측 전

▶ ParaView 2분할(fill·변형)

유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

충전시간 **변형** 화면 맞춤



Case Study 2

변형 반
영(위
프)

매칭 CAE 변형벡터

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box **Cylinder**

D (mm) 140 H (mm) 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: Cyl_D140H080_study
치수 140 x 80 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Cyl_D140H080_study (51846 노드)

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

X / Y / Z (mm) · 수정 시 최근점 노드로 스냅

0.0 0.0 0.0

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

예측 KPI

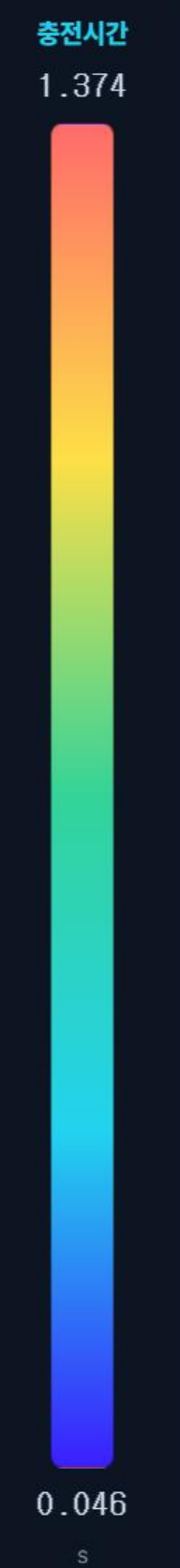
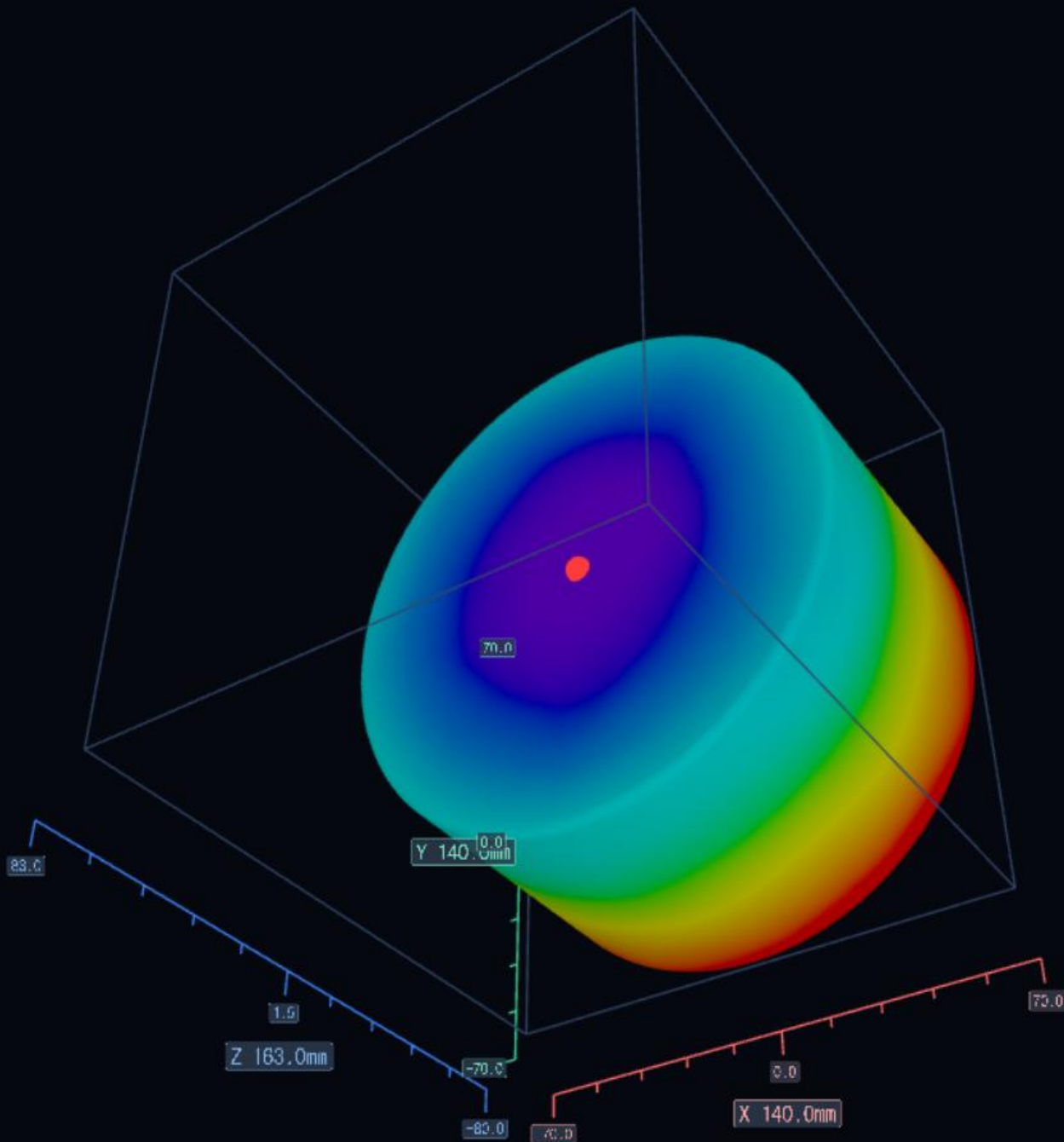
2.019 충전시간 s	71.1 형체력 t	85.4 사출압 MPa
-----------------	---------------	-----------------

EDNC · 주론 196.2ms · 게이트 1점

유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

충전시간 변형

화면 맞춤



Case Study 2

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box **Cylinder**

D (mm) 140 H (mm) 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: Cyl_D140H080_study
치수 140 x 80 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Cyl_D140H080_study (51846 노드)

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

X / Y / Z (mm) · 수정 시 최근점 노드로 스냅

0.0 0.0 0.0

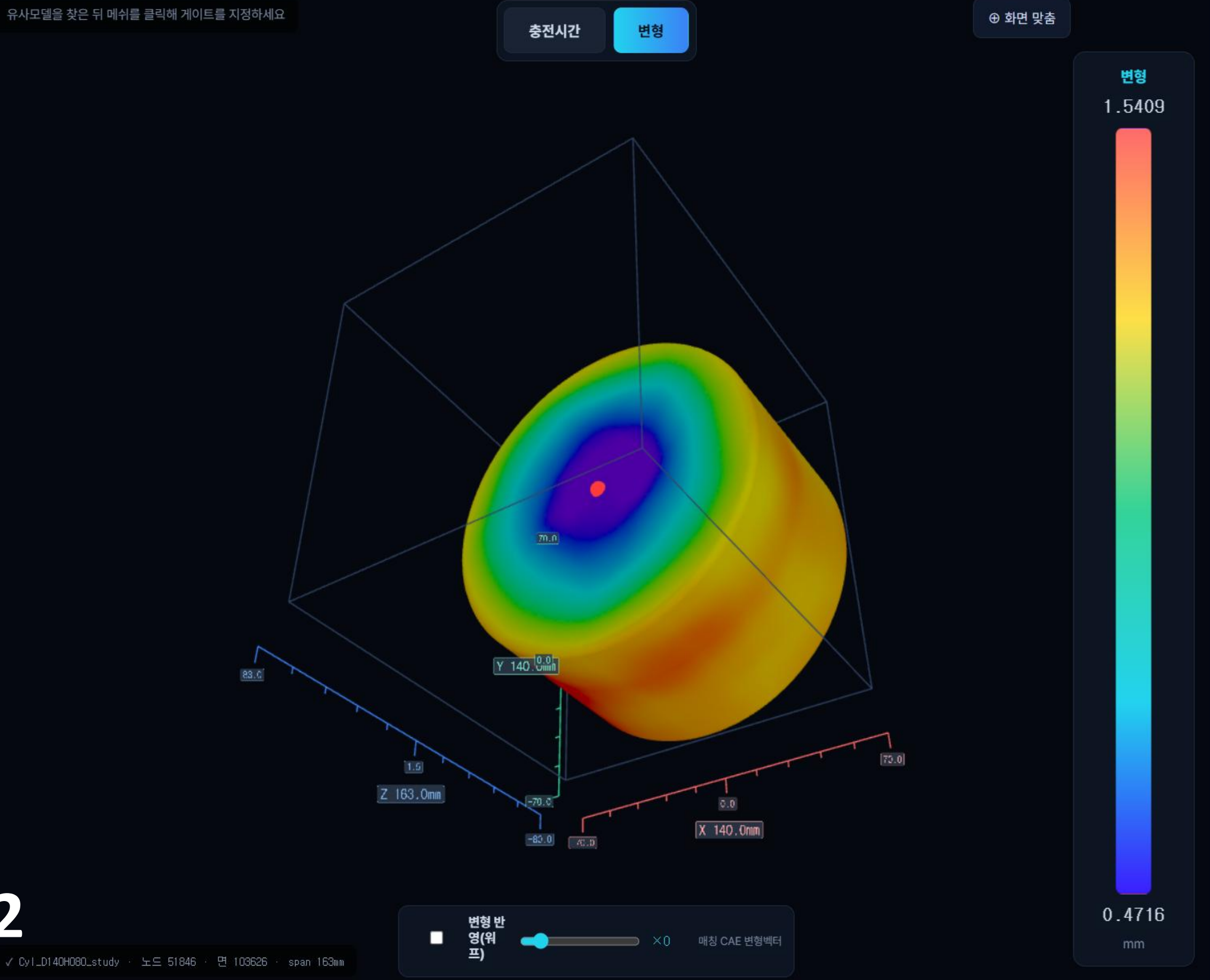
메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

예측 KPI

2.019 충전시간 s 71.1 형체력 t 85.4 사출압 MPa

EDNC · 주론 196.2ms · 게이트 1점



Case Study 2

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

EDNC GNN

유사모델 매칭

Box

D (mm)

140

STL 업로드(차)

파일 선택

매칭: Cyl_D140H080

치수 140 × 80

또는 학습모델 적

Cyl_D140H080

유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

충전시간 변형

화면 맞춤

열기

다운로드

다운로드 검색

이름	수정한 날짜	유형	크기
어제			
files (2)	2026-06-15 오전 9:31	파일 폴더	
지난 주			
bx_L70_W70_H50_binary_2.stl	2026-06-13 오후 5:29	STL 파일	5,404KB
cyl_D130_H60_binary_2.stl	2026-06-13 오후 5:28	STL 파일	5,402KB
cyl_D130_H60_binary_0.stl	2026-06-13 오후 5:27	STL 파일	5,402KB
cyl_D130_H60_ascii_0.stl	2026-06-13 오후 5:27	STL 파일	35,796KB
files (1)	2026-06-13 오후 11:57	파일 폴더	
files	2026-06-13 오후 11:19	파일 폴더	
이번 달 초			
Autodesk	2026-06-04 오후 12:55	파일 폴더	
Python-3.11.15	2026-06-04 오전 10:44	파일 폴더	

파일 이름(N): bx_L70_W70_H50_binary_2.stl

STL 파일 (*.stl)

열기(O) 취소

게이트 (사출점)

예측 모델

EDNC

X / Y / Z (mm)

0.0

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

예측 KPI

2.019 충전시간 s

71.1 형체력 t

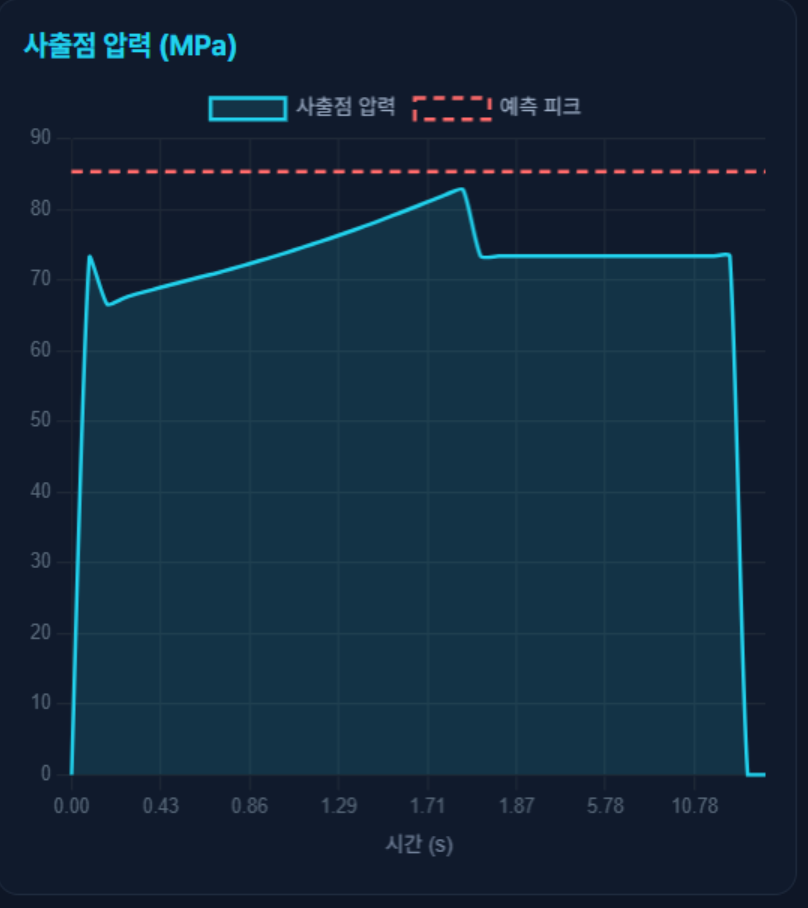
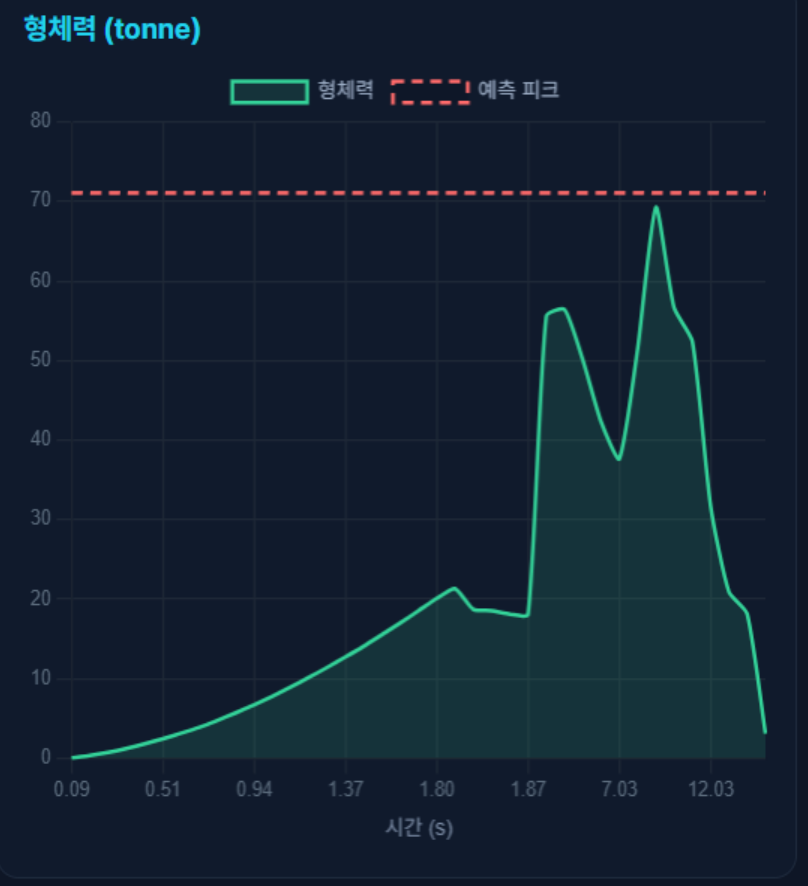
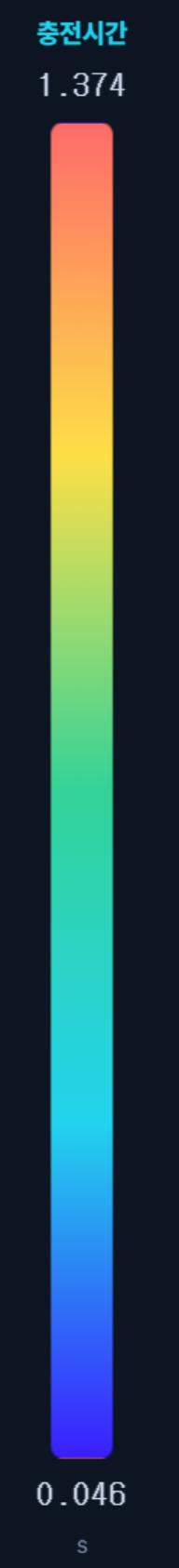
85.4 사출압 MPa

EDNC · 주론 196.2ms · 게이트 1점

Case Study 2

Cyl_D140H080_study · 노드 51846 · 면 103626 · span 163mm

변형 반영(위프) X0 매칭 CAE 변형벡터



MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

유사모델 매칭

Box Cylinder

L (mm) W (mm) H (mm)

70 70 50

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 bx_L70_W70_H50_binary_2.stl

유사모델 찾기

매칭: **Box_L070W070H050_study**
치수 70 × 70 × 50 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Box_L070W070H050_study (55349 노드)

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

X/Y/Z (mm) · 수정 시 최근점 노드로 스냅

0.0 0.0 0.0

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

예측 KPI

1.395 충전시간 s 38.6 형체력 t 80.0 사출압 MPa

EDNC · 주론 216.4ms · 게이트 1점

유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

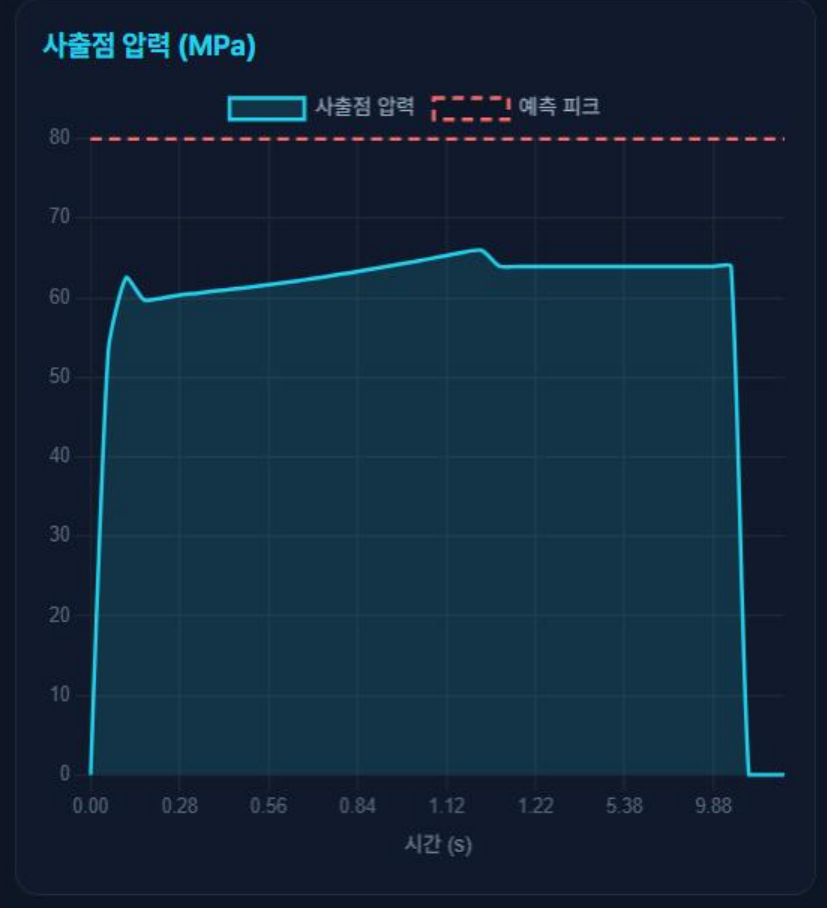
충전시간 변형 화면 맞춤

충전시간: 0.353 s

0.000 s

변형 반 (위) X0 매칭 CAE 변형벡터

Box_L070W070H050_study · 노드 55349 · 면 110632 · span 133mm



Case Study 2

MoldSim Studio · Box+Cyl 실시간 예측

유사모델 매칭

Box

L (mm) 70
W (mm) 70
H (mm) 50

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 bx_L70_W70_H50_binary_2.stl

Cylinder

유사모델 찾기

매칭: **Box_L070W070H050_study**
치수 70 × 70 × 50 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Box_L070W070H050_study (55349 노드)

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN

NavPack GNN

X / Y / Z (mm) · 수정 시 최근점 노드로 스냅

0.0 0.0 0.0

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

예측 KPI

1.395

충전시간 s

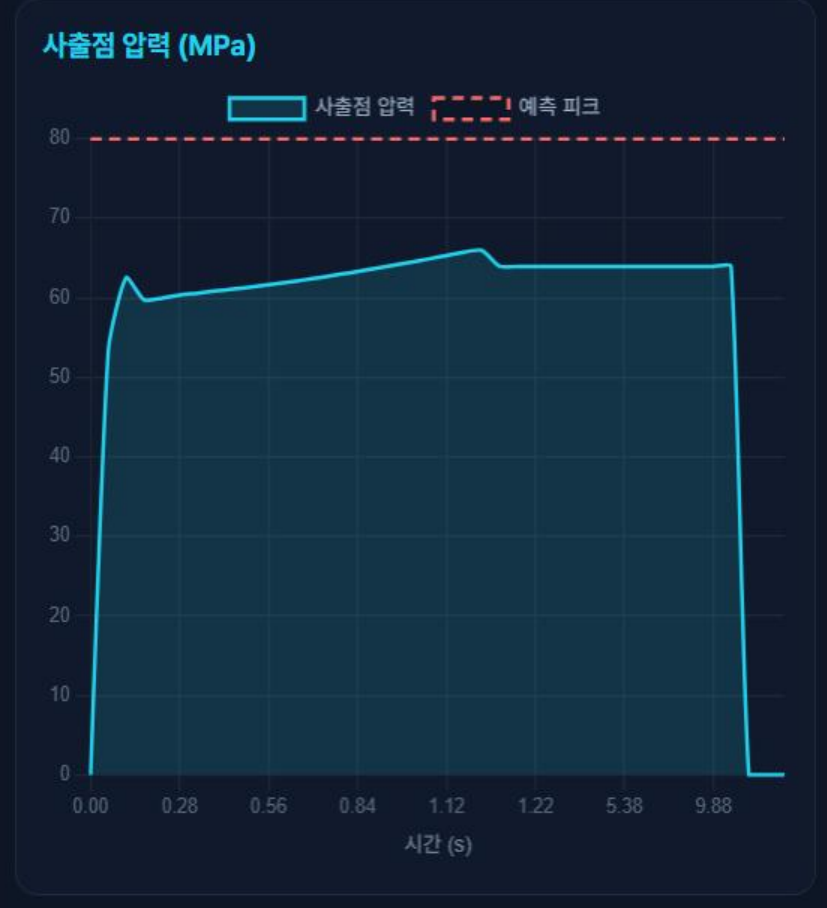
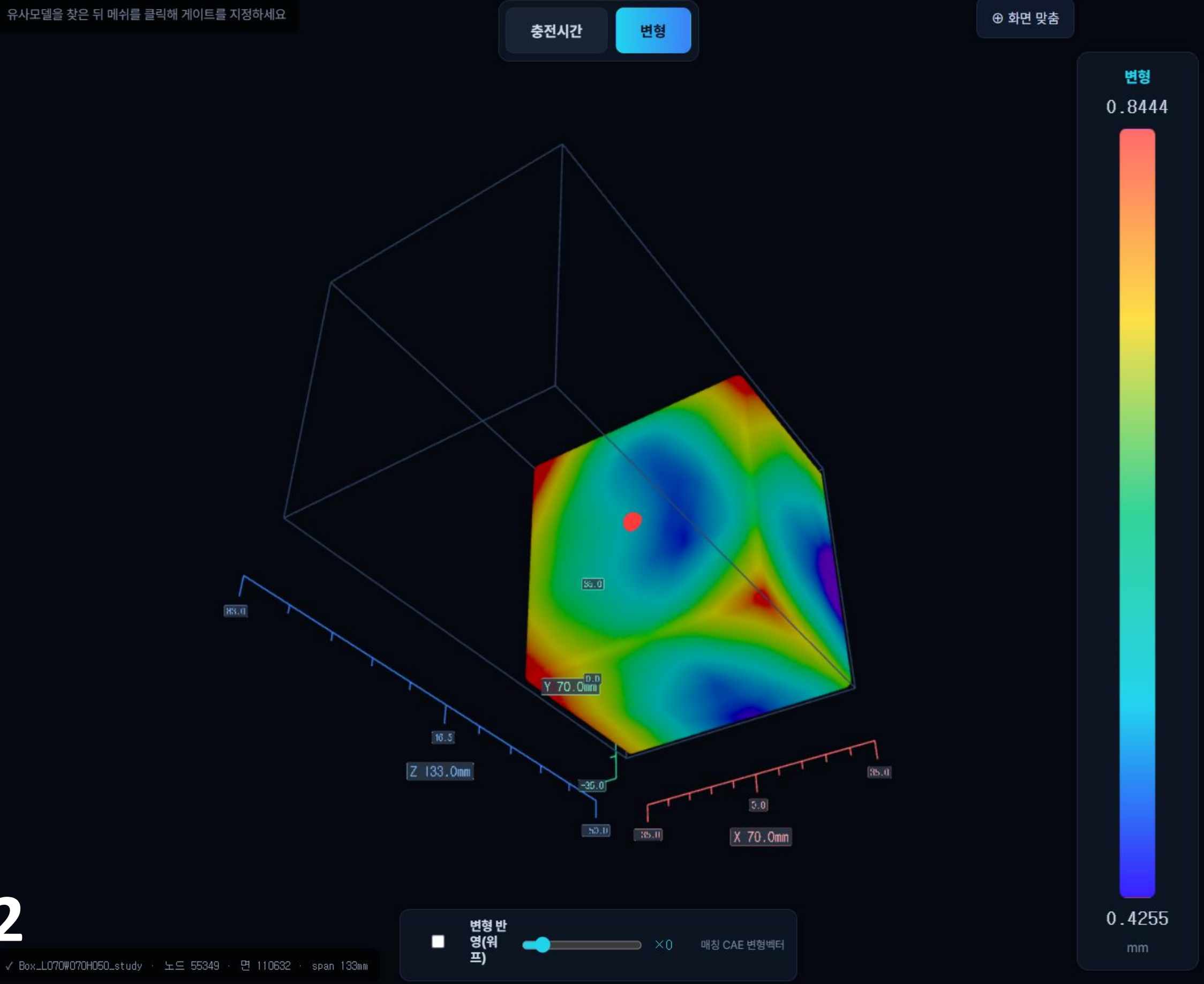
38.6

형체력 t

80.0

사출압 MPa

EDNC · 주론 216.4ms · 게이트 1점



Case Study 2

유사모델 매칭

Box Cylinder

L (mm) W (mm) H (mm)

100 100 50

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

또는 학습모델 직접 선택

- 선택 -

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

초고속 사출 시뮬레이션 시작

예측 KPI

총전시간 s 형체력 t 사출압 MPa

예측 전

▶ ParaView 2분할(fill·변형)

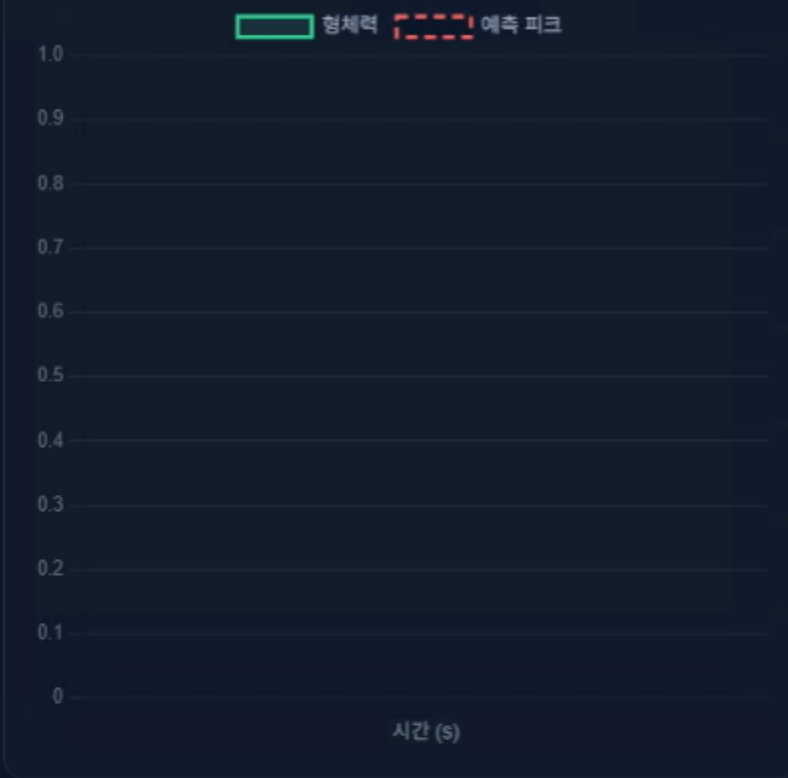
유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

총전시간 변형

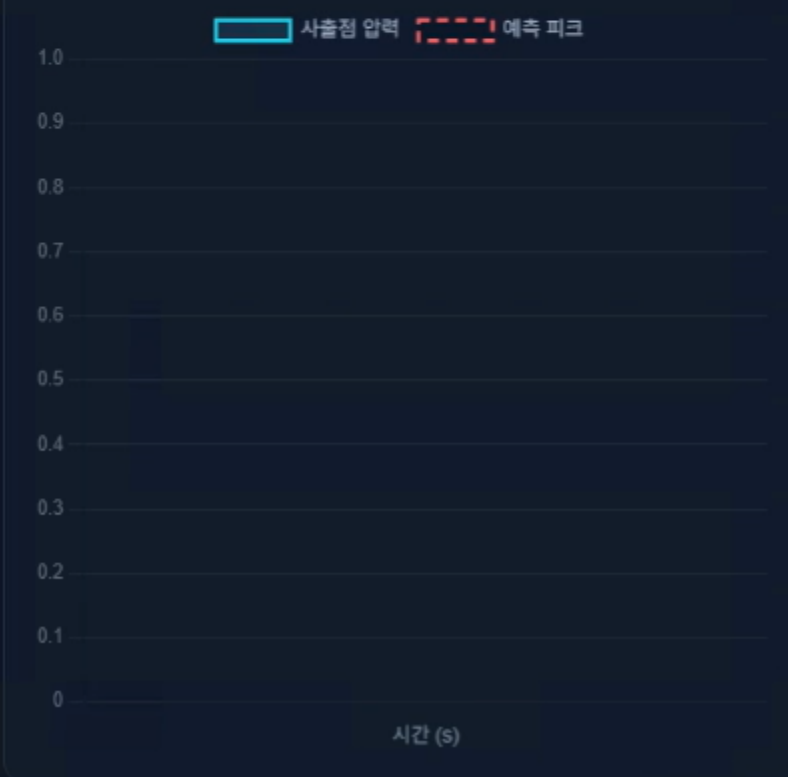
화면 맞춤



형체력 (tonne)



사출점 압력 (MPa)



변형 반

비율(위) × 40 매칭 CAE 변형벡터

Case Study 2(영상)

유사모델 매칭

Box **Cylinder**

L (mm) W (mm) H (mm)

160 160 80

STL 업로드(치수 자동 추출, 선택)

파일 선택 선택된 파일 없음

유사모델 찾기

매칭: **Box_L160W160H80_study**
치수 160 × 160 × 80 mm · 거리오차 0mm

또는 학습모델 직접 선택

Box_L160W160H80_study (54496 노드) ▾

게이트 (사출 위치)

예측 모델

EDNC GNN NavPack GNN

메쉬를 클릭하면 게이트가 추가됩니다.

게이트를 1개 이상 지정하세요

예측 KPI

총전시간 s 형체력 t 사출압 MPa

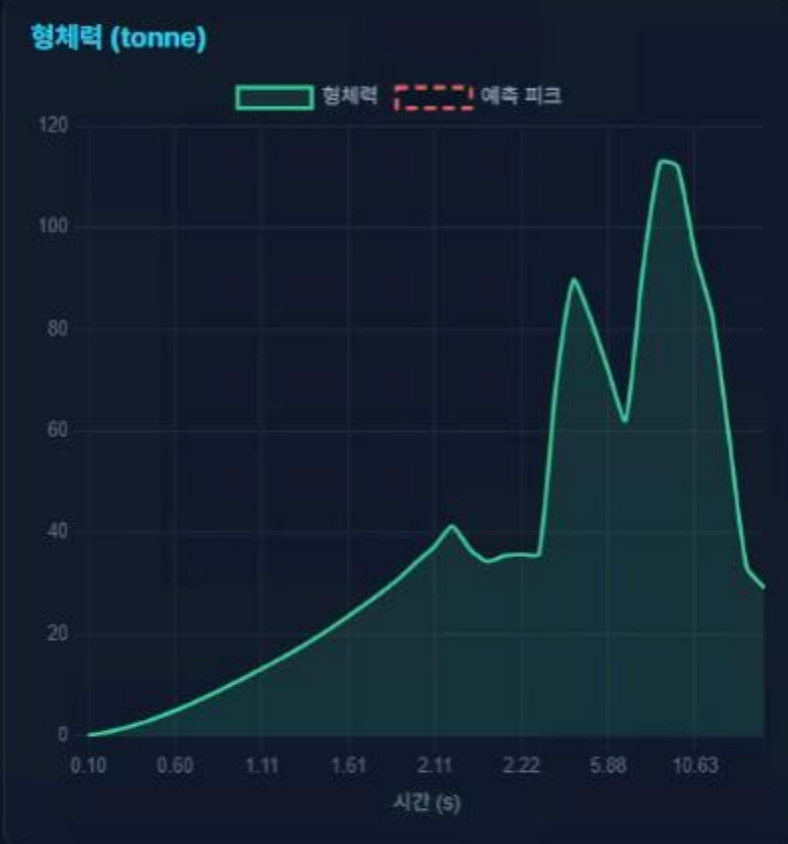
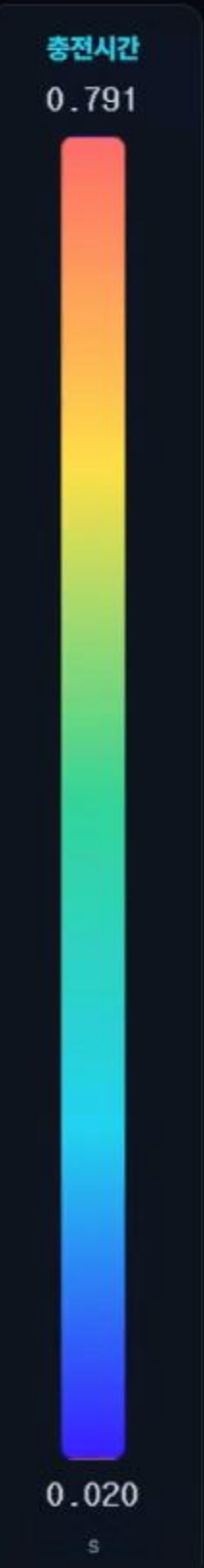
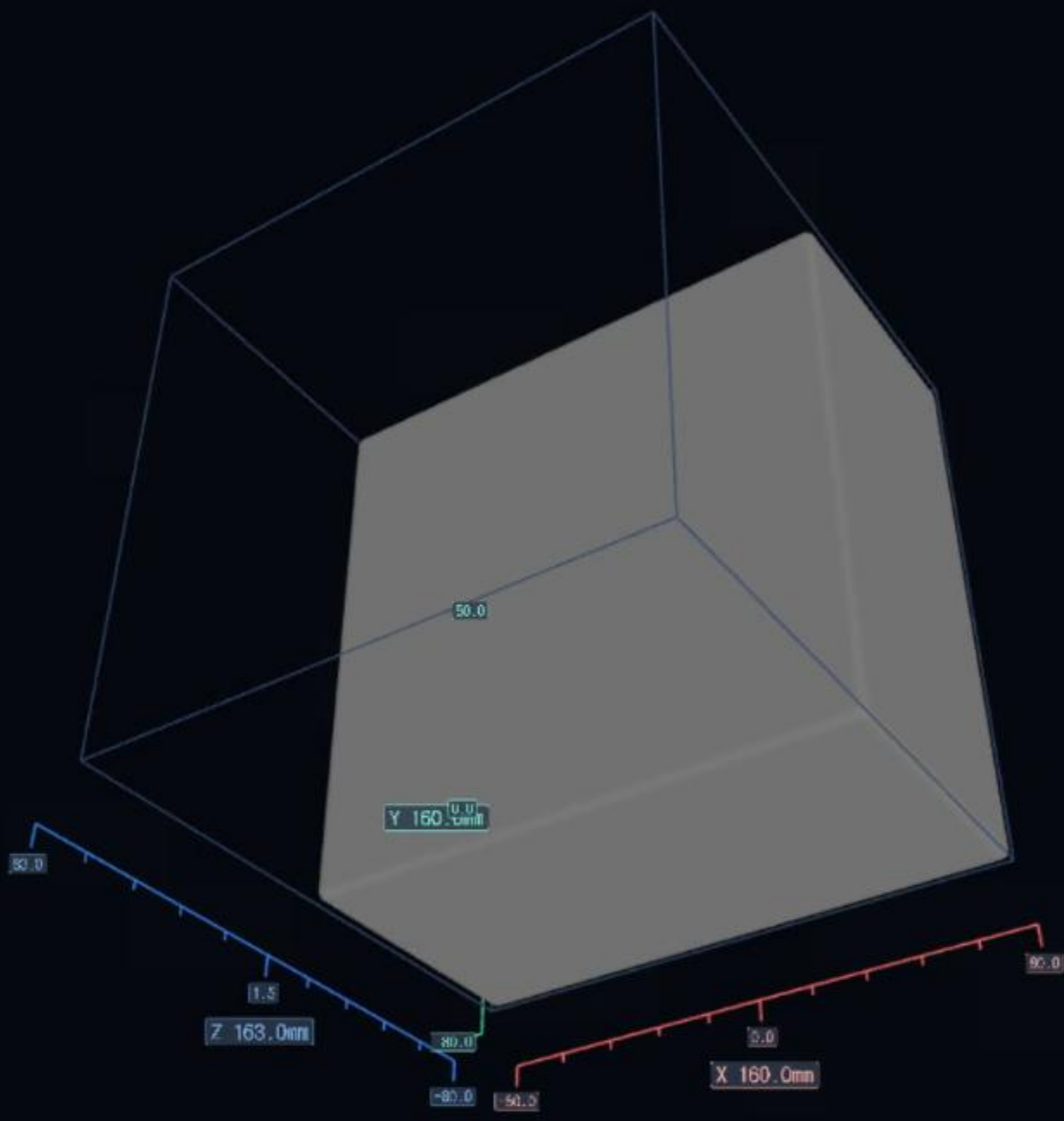
예측 전

▶ ParaView 2분할(fill·변형)

유사모델을 찾은 뒤 메쉬를 클릭해 게이트를 지정하세요

총전시간 변형

화면 맞춤



Case Study 2(영상)

MoldSim Studio · Box — 다중 게이트 실시간 예측

실시간 예측 모델 비교

메쉬 / 두께

박스 모델 (두께 변형)

Box 기준 메쉬

메쉬 불러오기

Box 기준 메쉬
노드 1878 · 면 3640 · 두께 2.50~2.50mm

게이트 (사출 위치)

게이트 개수

1 게이트 2 게이트

X / Y / Z (mm) · 수정 시 최근값 노드로 스냅

48,8 25,5 0,0

초고속 사출 시뮬레이션 시작 (게이트 1)

예측 KPI

0.519 충전시간 s	22.5 형체력 t	45.7 사출압 MPa
-----------------	---------------	-----------------

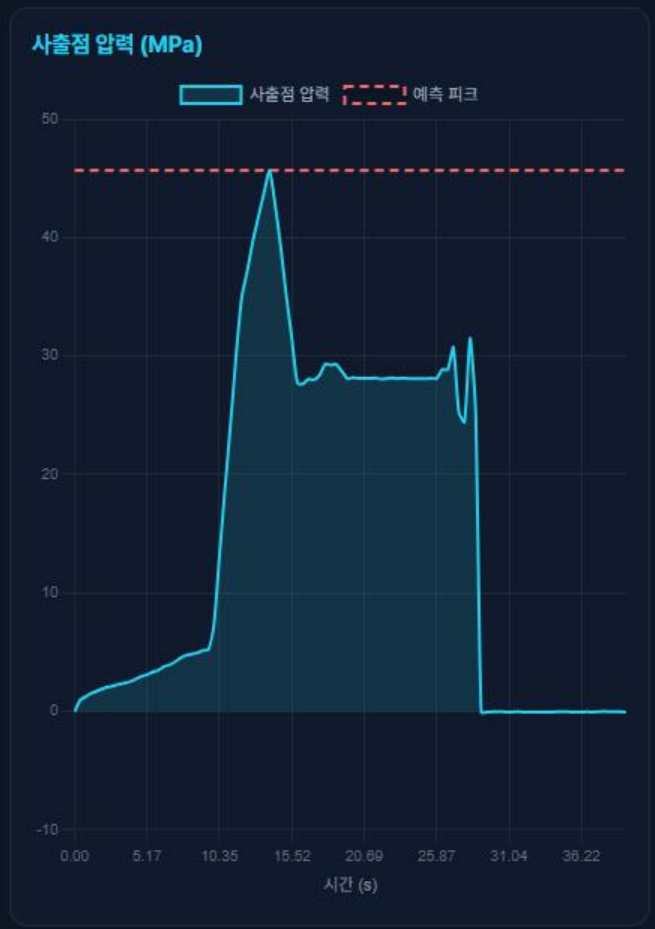
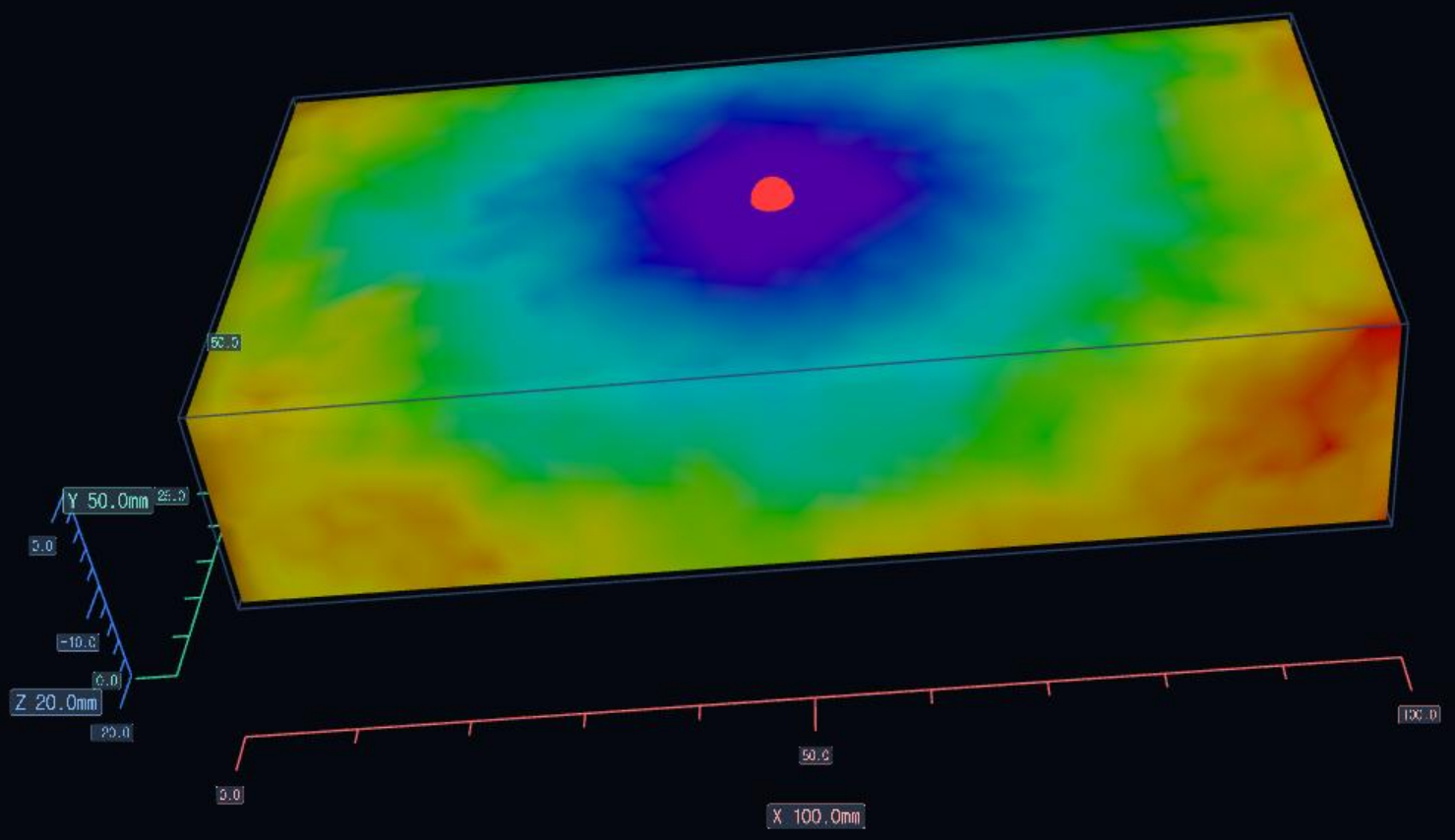
EDNC · 게이트 1점 · 변형 max 1.047mm

ParaView 2분할(fill-변형)

박스 메쉬를 불러온 뒤 클릭해 게이트(1-2점)를 지정하세요

충전시간 변형

화면 맞춤



Case Study 3

게이트는 최대 1점. 기존 게이트를 삭제하거나 좌표를 수정하세요.

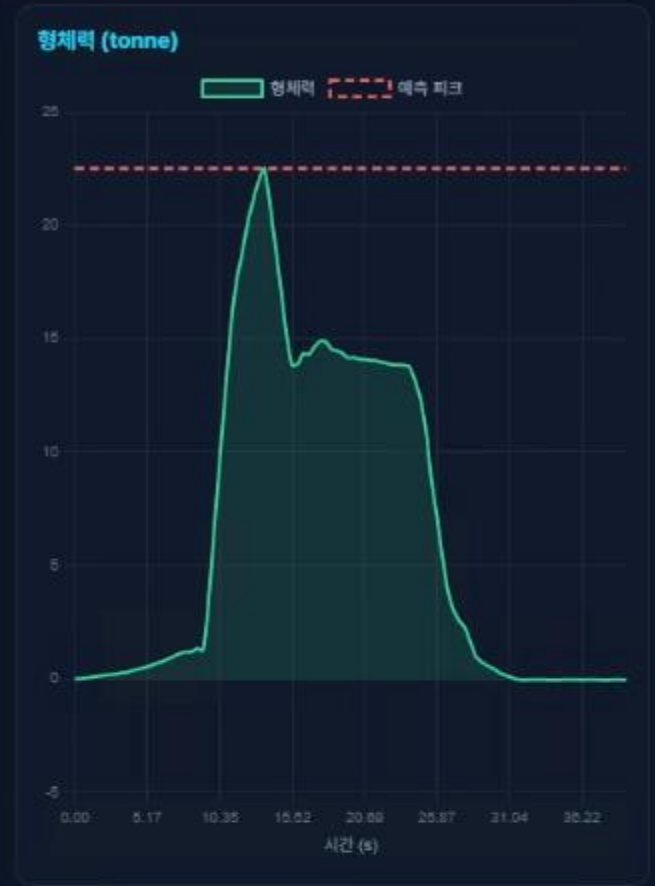
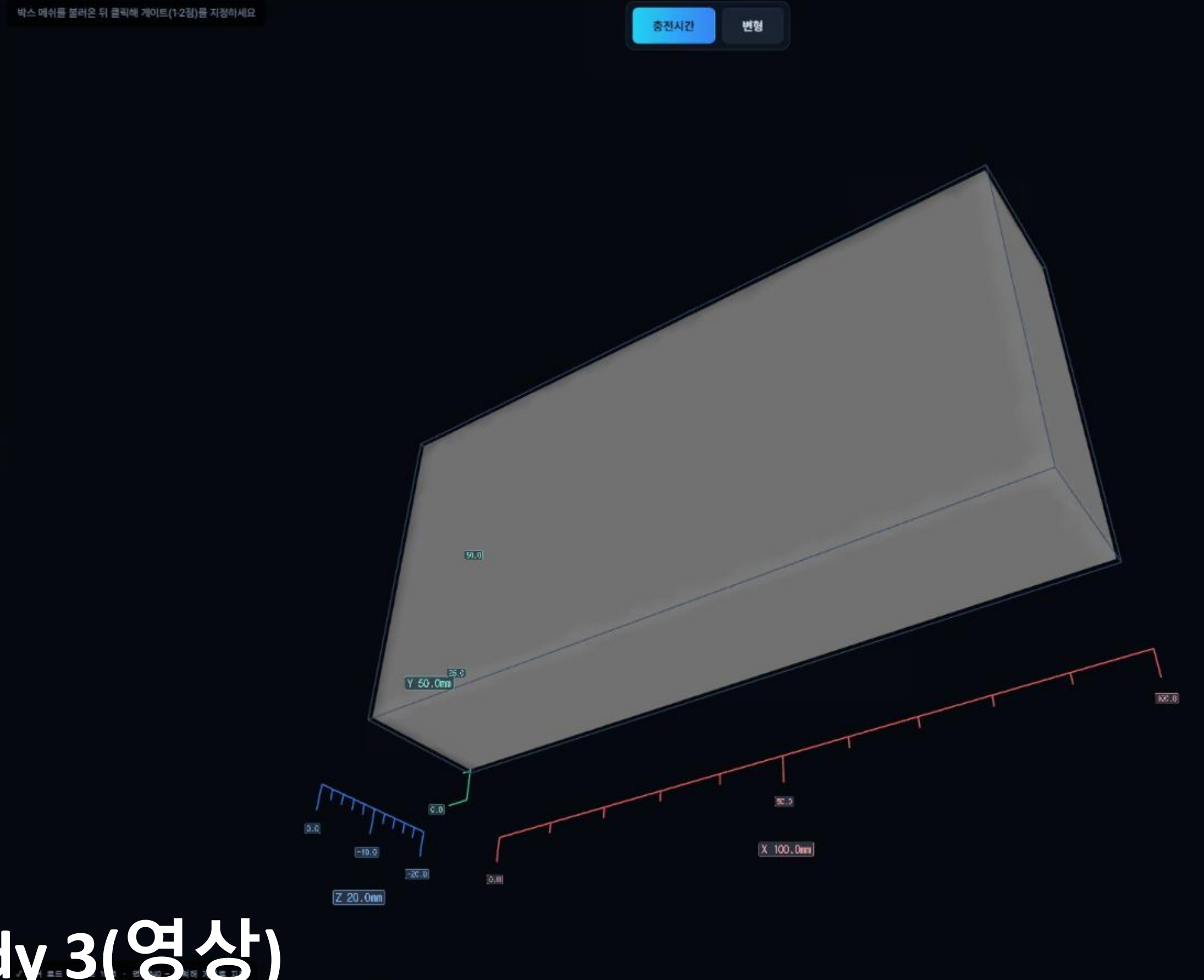
MoldSim Studio · Box — 다중 게이트 실시간 예측

실시간 예측 모델 비교

메쉬 / 두께
박스 모델 (두께 변형)
Box 기준 메쉬
메쉬 불러오기
Box 기준 메쉬
노드 1878 · 면 3640 · 두께 2.50~2.50mm

게이트 (사출 위치)
게이트 개수
1 게이트 2 게이트
게이트를 1개 이상 지정하세요

예측 KPI
충전시간 s 형체력 t 사출점 MPa
▶ ParaView 2분할(fill-변형)



Case Study 3(영상)

[융합 시너지] Moldflow 2027 X NavPack 확장 전략



심리스(Seamless) 통합의 완성

Moldflow 2027의 VTK 다이렉트 수출(Export) 기능 공식 지원. 데이터 변환 스크립트 없이 NavPack 및 ParaView 생태계와 완벽하게 연결됩니다.

파운데이션 모델(Foundation Model)로의 진화

향후 '게이트 위치'를 넘어, 사출 속도, 온도 등의 공정 조건 및 재료 특성을 GNN 모델의 'Global Attribute'로 추가 학습하여 범용성을 극대화합니다.