



비용절감사례

기술 및 견적 문의

02-2069-0099

sales-ednc@ednc.com

더 나은 제품을 만들기 위한 수차례의 불량 제품과 개선 시도를 줄이면, 전반적인 제품 개발 프로세스가 줄어들게 되고, 이로 인해 비용이 절감되며 더 나은 제품을 빠르게 만들 수 있습니다. 여기에 Autodesk Moldflow가 핵심 기술로 작용합니다.

성형 불량, 이제 Autodesk Moldflow 로 사전에 진단하고 예방하세요.



모든 제품 출시의 거의 절반이 최소 한 달 이상 지연됩니다¹. 인력 부족부터 커뮤니케이션 문제까지, 제조업체는 고객 수요를 따라 잡거나 시장 트렌드에 빠르게 대응하기 어려운 많은 문제에 직면해 있습니다.

제조 워크플로우를 자동화하고 새로운 디자인을 시뮬레이션하면 이러한 문제를 해결할 수 있습니다. 이를 통해 더욱 민첩한 방식으로 더 나은 제품을 만들 수 있으므로 경쟁사보다 빠르게 시장 변화에 대응할 수 있습니다.

비용절감사례
Autodesk Moldflow

¹ <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-09-09-gartner-survey-finds-that-45-percent-of-product-launches-are-delayed-by-at-least-one-month>

1 기반구축



먼저, 기구개발, 금형설계, 사출 성형 & 압축 성형 조건, 성형기 스펙, 수지 물성 등 제조 데이터를 확인하고, 제어할 수 있어야 합니다.



45%

의 제조업체가 데이터 검색에 시간을 낭비하고 있습니다¹.



Why?

Autodesk Moldflow 사용자는 기구개발, 금형설계, 사출 & 압축 성형 조건, 사출 성형기 스펙, 수지 물성 등 제조 데이터를 쉽게 확인하고 제어할 수 있습니다. 조직과 회사에 걸쳐 프로젝트 데이터의 의견이 달라지는 부분을 통합하여 최고의 의사 결정을 제공합니다.



¹ <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-09-09-gartner-survey-finds-that-45-percent-of-product-launches-are-delayed-by-at-least-one-month>

2 시뮬레이션 최적화

다음으로 시뮬레이션을 통해 제조 프로세스를 최적화할 수 있는 영역을 파악할 차례입니다.



Why?

Autodesk Moldflow를 사용하면 지속 가능성과 같은 트렌드에 대응할 때 민첩성을 높이는데 도움이 됩니다. 예를 들어, 금형 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 플라스틱을 덜 사용하는 다양한 디자인을 평가할 수 있습니다. 이렇게 하면 낭비를 줄일 수 있으므로 값비싼 실제 프로토타입 없이도 더욱 지속 가능한 제품을 만들 수 있습니다.

새로운 부품을 설계할 때 어려움을 겪고 있다면 다음과 같은 질문을 던져볼 수 있습니다:

- 목표 생산량은 얼마인가?
- 제조 비용과 제조 제약 조건은 무엇인가?
- 현재 가장 단절되어 있고, 여러 이해관계자가 관여하는 공정은 무엇인가?
- 성공을 어떻게 측정할 것인가? 고려할 수 있는 옵션(목표)은 아래와 같습니다.
 - 시장 출시 기간 단축
 - 재료 사용 및 부품 설계 최적화
 - 제조 문제 및 금형 수정 횟수 감소

구체적으로 설명하자면 :

Autodesk Moldflow는 귀하의 조직이 더욱 민첩하게 대응할 수 있도록 아래와 같은 이점을 얻을 수 있게 해줍니다:



성형 불량 감소

사전 시뮬레이션을 통해 수백 개의 제품이 생산되기 전에 성형 불량을 조기에 발견할 수 있습니다.



시간과 예산 절감

성형 불량을 조기에 식별하면 생산 사이클 타임을 줄이고, 나중에 발생할 수 있는 고비용 수정 작업을 피할 수 있습니다.



리스크 완화

엔지니어는 다양한 시나리오를 시뮬레이션하여 기구개발, 금형설계, 성형 조건을 평가할 수 있으며, 성형 가능 구간을 넓혀 불량 가능성을 줄일 수 있습니다.



창의성 향상

시뮬레이션은 팀이 새로운 아이디어를 탐색하고 실험할 수 있는 디지털 샌드박스를 제공하여, 혁신을 촉진합니다.

3 해석 자동화

이 단계에서는 API(Application Programming Interface) 기술을 활용해 해석 워크플로우를 자동화 합니다. API는 숙련자의 해석 기법을 자동화하여, 높은 품질을 기반으로 해석하고, 보고서를 자동으로 작성하는 것 뿐 아니라, 해석 데이터를 자동으로 빅데이터화 하여 통계적 분석 및 시 대리모델 (Surrogates) 기반 실시간 예측을 생성할 수 있게 해줍니다.



Why?

이러한 접근은 제조 효율을 높이고 제품 품질을 개선하는 데 도움이 됩니다. 또한, 단순 작업을 자동화를 통해 부가가치가 없는 작업에 소요되는 시간을 줄임으로써 직원 만족도를 높이고, 더 많은 시간과 예산을 혁신에 집중할 수 있도록 합니다.

이디앤씨는 유지보수 고객에게 Easy Tool kit(API)을 무상으로 제공합니다. 또한 빅데이터 기반 유사모델 추천, 예측을 하는 Mold Assist를 개발했습니다.

 **Moldflow Easy Tool kit**
 **Mold Assist**

Case study : General Motors

General Motors는 Moldflow Summit 2019에서 General Motors Moldflow Case Studies The Good, The Bad, and The Ugly이라는 주제로 발표했습니다. 일반적인 컨퍼런스는 성공사례를 다루지만, 본 발표에서는 잘못된 실패사례도 함께 공유했습니다. 하나의 제품에 실패 비용이 10만달러(Example 1 : 약 1억4000만원), 6만달러(Example 2 : 약 8천 400만원), 111만달러(Example 3 : 약 15억 5천 400만원)이나 되었다네요. 여기에 납기 지연은 함께 오는 고통이구요.

“Autodesk Moldflow를 사용한다고 모두 일정한 결과를 도출하지 않습니다. 우리는 지속적으로 표준화를 업데이트하여 정확성을 개선하고 있습니다.”

– GM의 Aaron Leonard, Sr.
Manufacturing Engineer



구체적으로 설명하자면 :

우리는 언제나 Good Case만 만날 수 없습니다. 가끔은 Bad & Ugly Case를 만나지요. 가장 안타까운 것은 이러한 Bad & Ugly Case를 반복하는 것입니다. 그러지 않기 위해서는 원인을 파악하고, 재발방지 대책을 분명히 세우는 것이 중요합니다.



먼저 치수적 우려사항을 식별하고, 중요한 특징과 영역을 정의하여 비용 발생 최소화.

변형이 발생하는 영역을 파악한 후, 해당 중요 영역에서 설계를 오프셋량을 시행착오가 아니라 해석으로 결정.

Moldflow를 통해 검증하고, 중요 치수가 만족될 때까지 반복 수행. 변형이 없는 상태에 도달하도록 프로세스를 만듦.





Moldflow Summit 2019

General Motors Moldflow Case Studies

The Good, The Bad, and The Ugly

Aaron Leonard (General Motors)

Sr. Manufacturing Engineer | aaron.leonard@gm.com





INTRO



THE GOOD



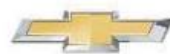
THE BAD



THE UGLY



2020 CT5 (FALL 2019)



GENERAL MOTORS



INTRO – APPENDIX E8 COMPONENTS

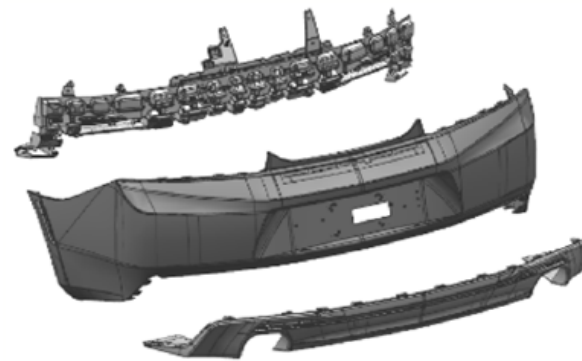
Exterior



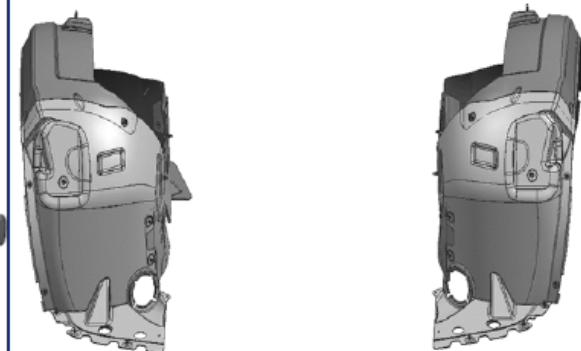
Front Bumper



Lighting

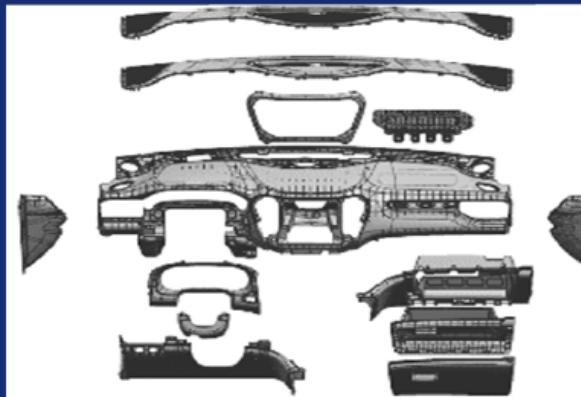


Rear Bumper

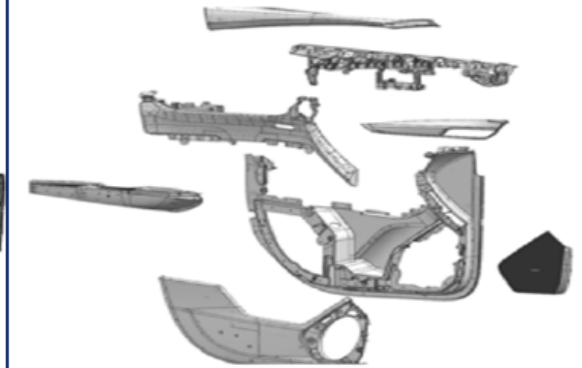


Wheel Liner

Interior



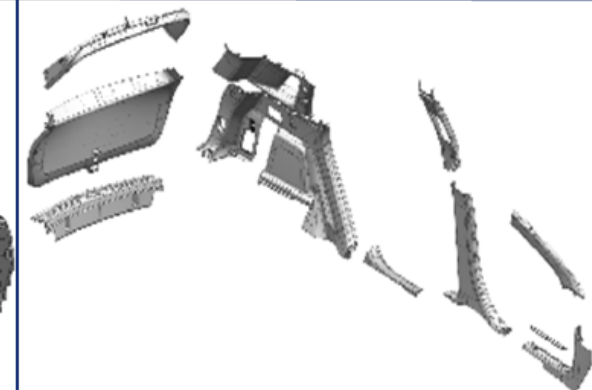
Instrument Panel



Door Trim



Floor Console



Hard Trim



THE GOOD – DEFINITION



팀이 사전에 시뮬레이션 기반으로
부품 설계, 사출 공정, 금형을 변경
하여 부품 품질을 향상시켰다



THE GOOD – EXAMPLE 1

Item: Gate 선택 및 Valve Gate를 유동 선단 제어

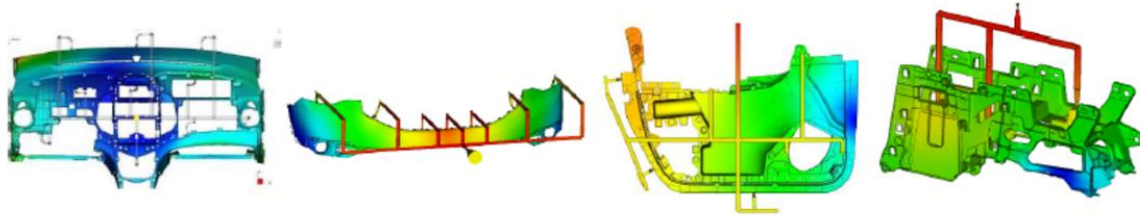
Goal: 유동 길이를 줄이고 weld line을 관리

Instrument Panel

Fascia

Door Trim

Floor Console

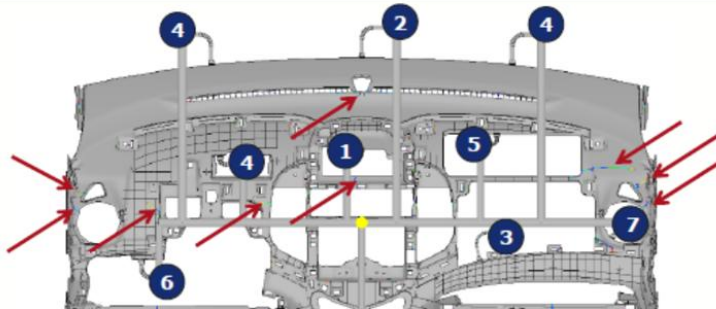


THE GOOD – EXAMPLE 1 (DETAILED)

Part: 계기판(Instrument Panel) 리테이너

Result: 보이지 않는 영역에 Weld line 관리

#	Time (sec)
1	0.00
1	0.00
2	0.55
3	1.97
4	2.42
4	2.42
4	2.42
5	2.62



THE GOOD – EXAMPLE 2

Item: 유동 선단 고려하여 제품 두께 제어

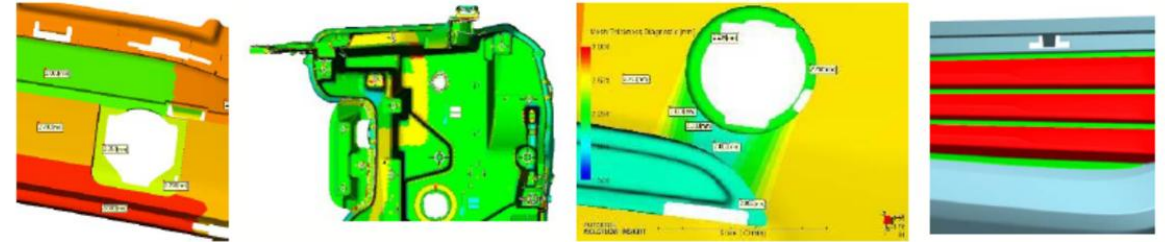
Goal: Weld line / Air trap 관리 및 충전 균형 개선

Fascia

Lighting Housing

Fascia

Fascia

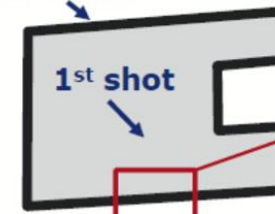


THE GOOD – EXAMPLE 2 (DETAILED)

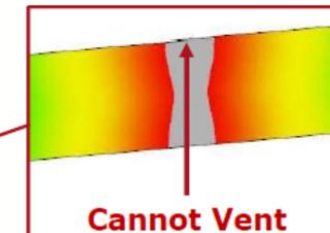
Part: 2-Shot Headlamp Lens

Result: Gas trap을 배출 할 수 있는 영역으로 이동

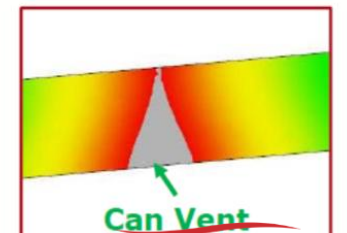
Part
2nd Shot



Original



Revised



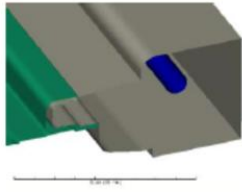


THE GOOD – EXAMPLE 4

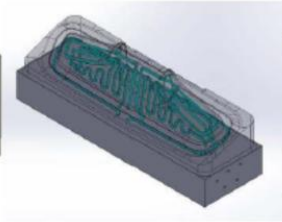
Item: Optimizing Cooling by Various Techniques

Goal: 냉각 설계 및 효율 개선

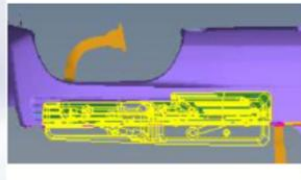
Thermal Insert



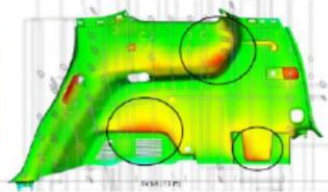
Conformal Cooling



Thermal Insert



Cooling Optimization

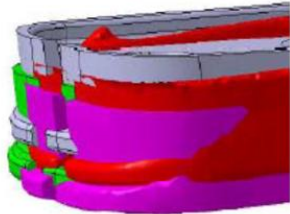


THE GOOD – EXAMPLE 3

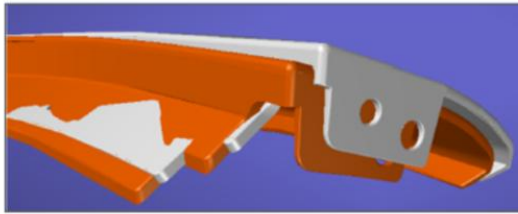
Item: Applying Mold Compensation (Windage)

Goal: 예측된 힘에 대응하기 위해 금형 형상 수정

Lighting



Fascia



Structural

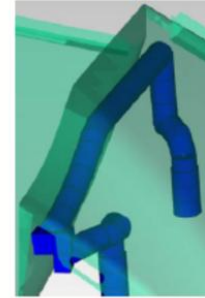


THE GOOD – EXAMPLE 4 (DETAILED)

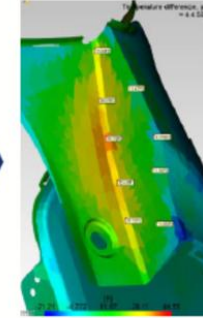
Part: Rear Fascia

Result: 금형 온도 균일화 30% 개선

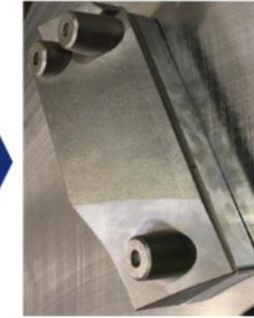
Design



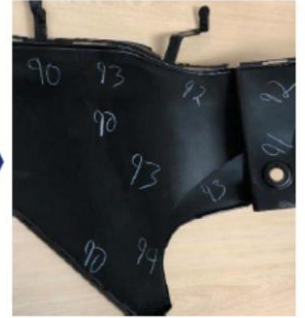
Simulated



Manufactured



Measured

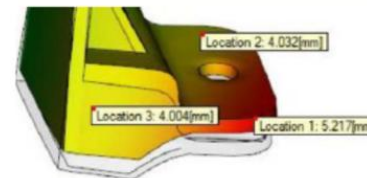


THE GOOD – EXAMPLE 3 (DETAILED)

Part: Interior Structural Part

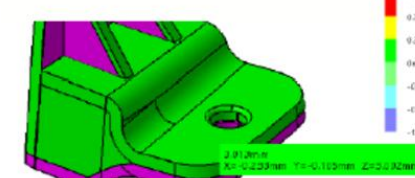
Result: 보정 역설계로 설계 치수를 달성

Moldflow Warpage



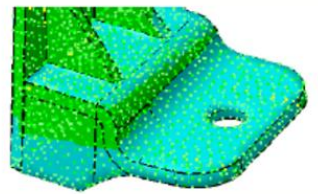
↑ Warp Up
(0.45mm)

Add Windage



↓ Windage Down
(0.2mm)

Final Warpage





THE BAD – DEFINITION



예상된 시뮬레이션 권장사항을
팀이 오해하거나 무시하여
완벽하지 못한 출시 결과로 이어
졌다

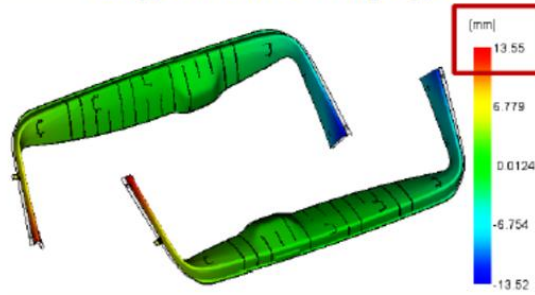


THE BAD – EXAMPLE 1

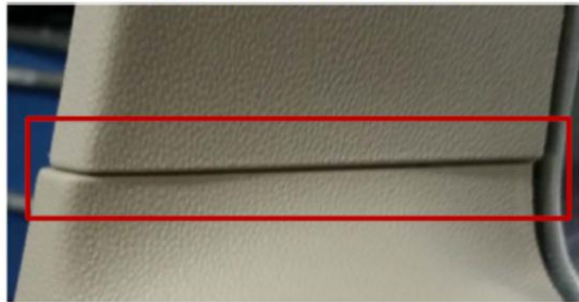
Part: Lift Gate Trim

Issue: Moldflow에서 대 변형이 예측되었으나 반영하지 않음

Large X-Axis Warpage



Gap and Flush Issues



THE BAD – EXAMPLE 1

Solution: Major Part Changes

Result: 두께 및 스타일 개선으로 13mm 휨에서 5mm로 감소

Item	Cost	Days
Clip Interference	\$25,530	14
Tower Height	\$18,525	8
Part Thickness and Styling Change	\$57,250	21
Total	\$101,305*	43**

*Does Not Include GM's Internal Cost and Time

**Took 140 Days to Identify Problem

Part Thickness and Styling Change

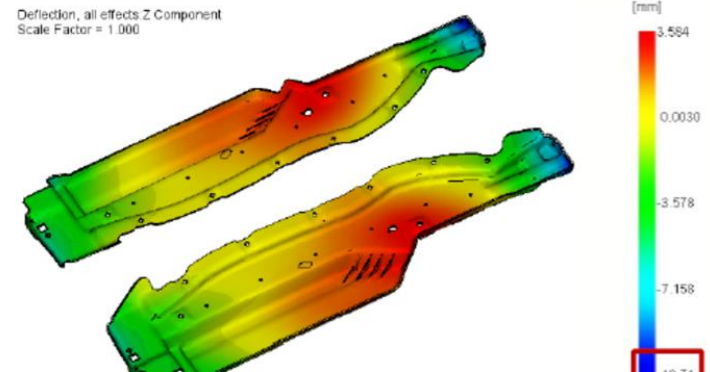


THE BAD – EXAMPLE 2

Part: Structural

Goal: Moldflow에서 대 변형이 예측되었으나 반영하지 않음

Deflection, all effects Z Component
Scale Factor = 1.000



LESSON LEARNED

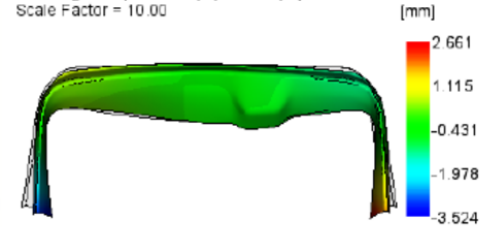
Tip: Deflection 결과에 수축 보상 옵션 적용

Revised: 변형 형태 변형을 평가하기 위해 TIS 3.1 #30 추가

Deflection, all effects Y Component
Scale Factor = 10.00



Deflection, all effects Y Component
Shrinkage compensation(G) = 0.600(%)
Scale Factor = 10.00



Shrinkage
Compensation

Use Tool Shrinkage Rate

Do Not Take
JK ED&C
www.ednc.com



THE BAD – EXAMPLE 3

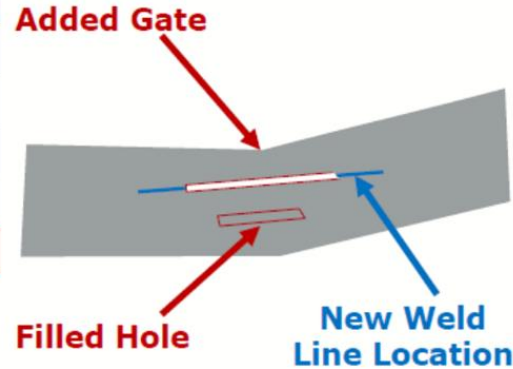
Solution: Gate 추가 및 구멍 채우고 재배치

Result: 구멍은 재배치되었고 2nd Weld line 제거됨

Item	Cost	Days
Mold Change	\$170,000	
Resin Piece Price^	\$10,800	
Punch Cost^	\$250,000	
Punch Piece Price^	\$679,200	
Total	\$1,110,000*	50+

*Does Not Include GM's Internal Cost and Time

^Cost Required to Make Good Part Was Unexpected



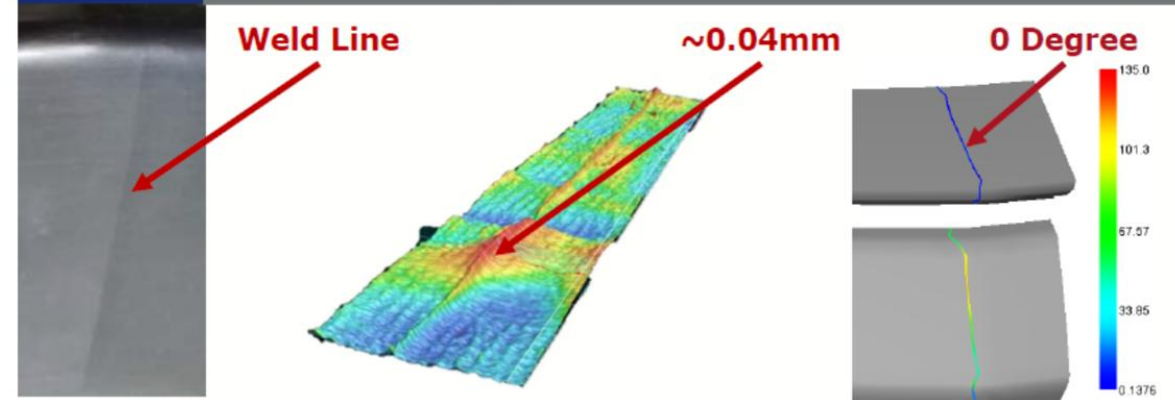
33



THE BAD – EXAMPLE 3

Part: Rear Fascia

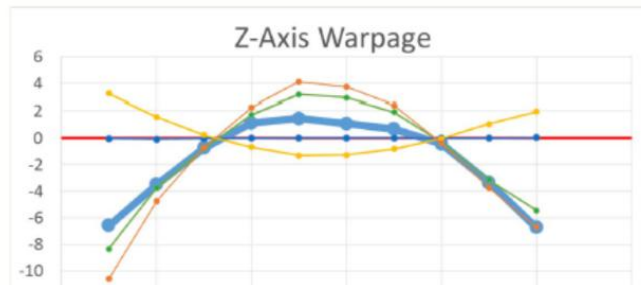
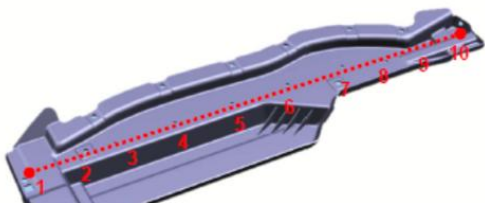
Issue: 2nd Weld line 발생



LESSON LEARNED

Tip: Path Plot을 사용하여 힘 원인 확인

Revised: GD&T에 대한 TIS 3.1 #31 평가 경로 도표 추가



THE BAD – EXAMPLE 2

Solution: 금형 제작 후 사출테스트 후 보정 역설계 적용

Result: 역설계로 적용하여 11mm 힘에서 1mm로 감소

Item	Cost	Days
2 Windage Iterations	\$60,000	
Multiple Tryouts	\$4,000	
Total	\$64,000*	40+

*Does Not Include GM's Internal Cost and Time

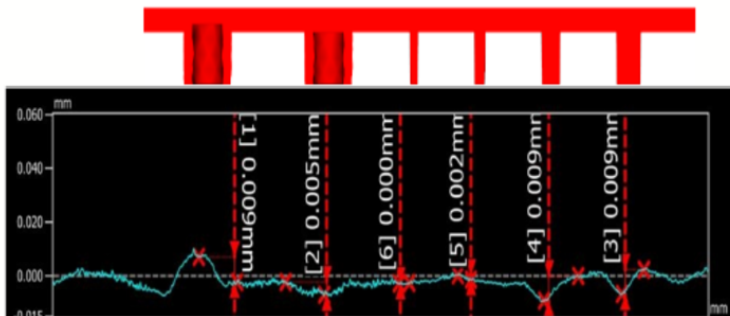




LESSON LEARNED

Tip: Moldflow를 실제와 연관시켜 허용 가능한 Sink 정의
Revised: TIS 3.1 # 20 Sink mark 지침 개정

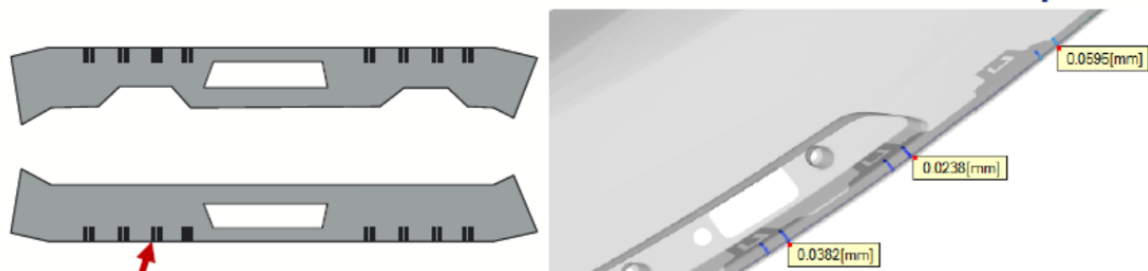
Pin Boss 1 1.3 2.3 3



THE BAD – EXAMPLE 4

Part: Rear Fascia
Issue: Sink Marks 발생

Mid-Plane Sink Mark Depth



THE BAD – EXAMPLE 4

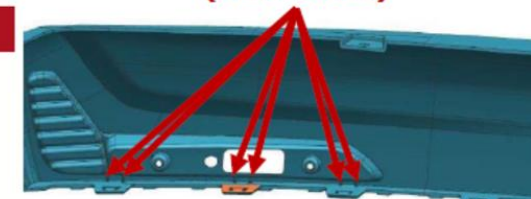
Solution: Removed Ribs

Result: 리브 제거를 통한 Sink Marks 제거

Item to Fix	Cost	Days
Mold Change	~\$25,000	
Total	~\$25,000*	~20

*Does Not Include GM's Internal Cost and Time

Removed Ribs
(32 Places)



LESSON LEARNED

Tip: Weld line에서 속도 벡터 검토

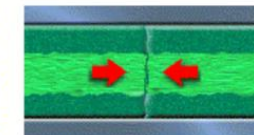
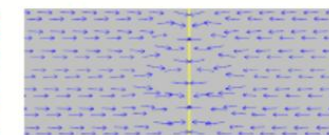
Revised: 관련된 기술 표준 업데이트

Top View – Before Weld

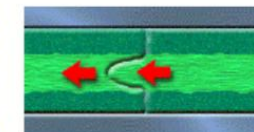
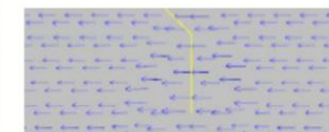
Top View – After Weld

Section View

Hard
Weld Lines



Soft
Weld Lines



Review Velocity in Addition to Pressure, Temperature, and Angle



THE UGLY – DEFINITION



부정확한 모델 설정으로 인해
결함을 인지하지 못한 팀이
예상치 못한 출시 문제를 겪었다

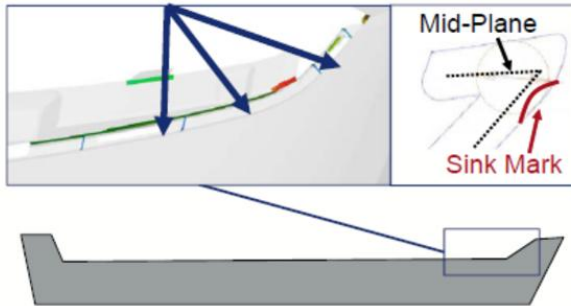


THE UGLY – EXAMPLE 2

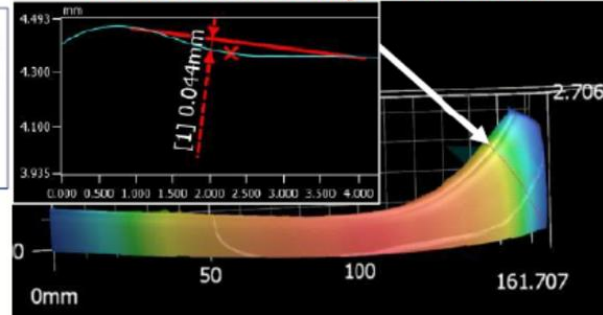
Part: Fascia

Issue: Sink Marks 발생

Final Report
No Sink Mark Identified



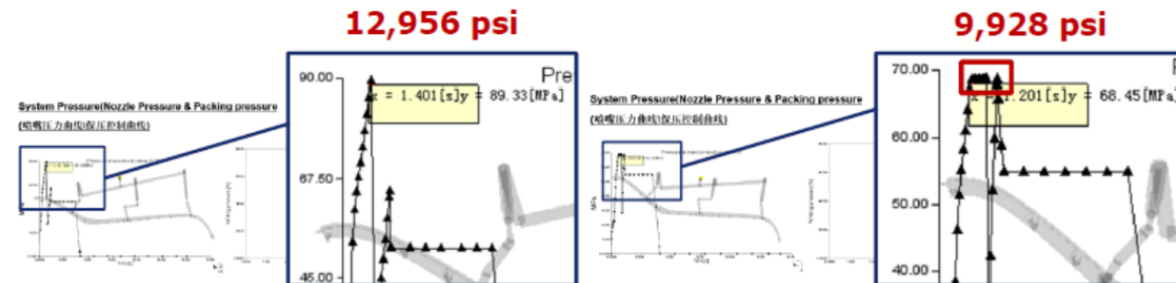
Measured Part
~0.044mm Deep Sink Mark



THE UGLY – EXAMPLE 1A

Part: Interior Part

Issue: 과도한 압력 예측



THE UGLY – EXAMPLE 1B

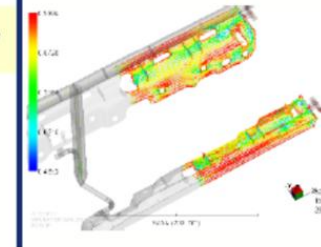
Part: Long Fiber Interior Part

Issue: Long fiber의 옵션 셋팅 문제로 힘 예측 신뢰성 문제

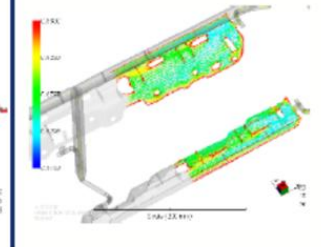
MFR Communicator Log Error

The material selected for this analysis is a long-fiber-filled material, a short fiber orientation model should not be used for the long fiber orientation. Continuing analysis with the selected fiber orientation model.

Moldflow Model



ARD-RSC Model



*2019버전 이후에는 Fiber Orientation 옵션이 수지 물성 정보에 포함되었음



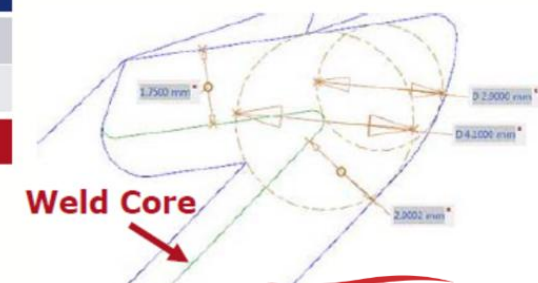
THE UGLY – EXAMPLE 2

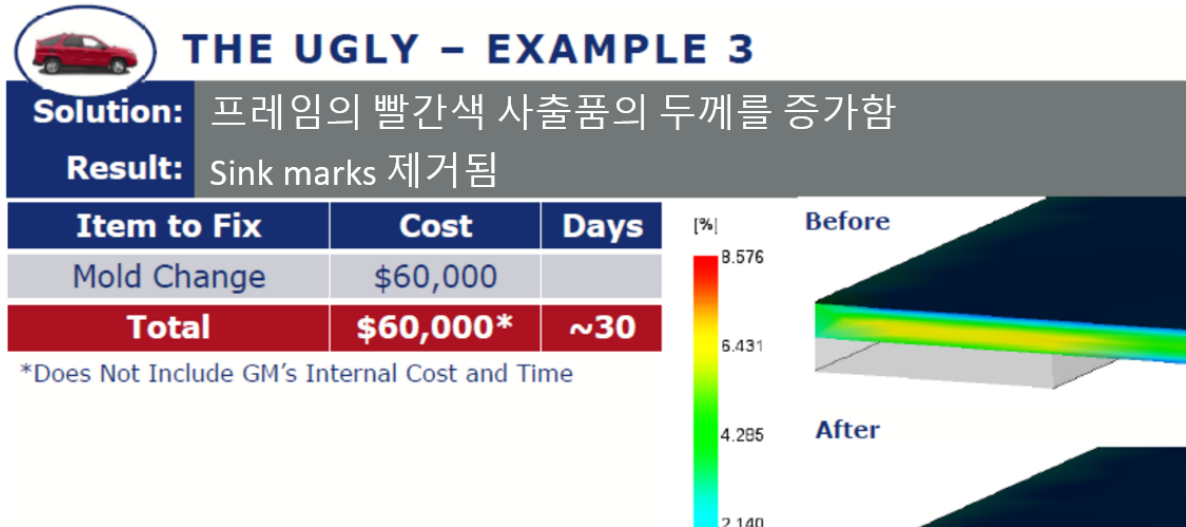
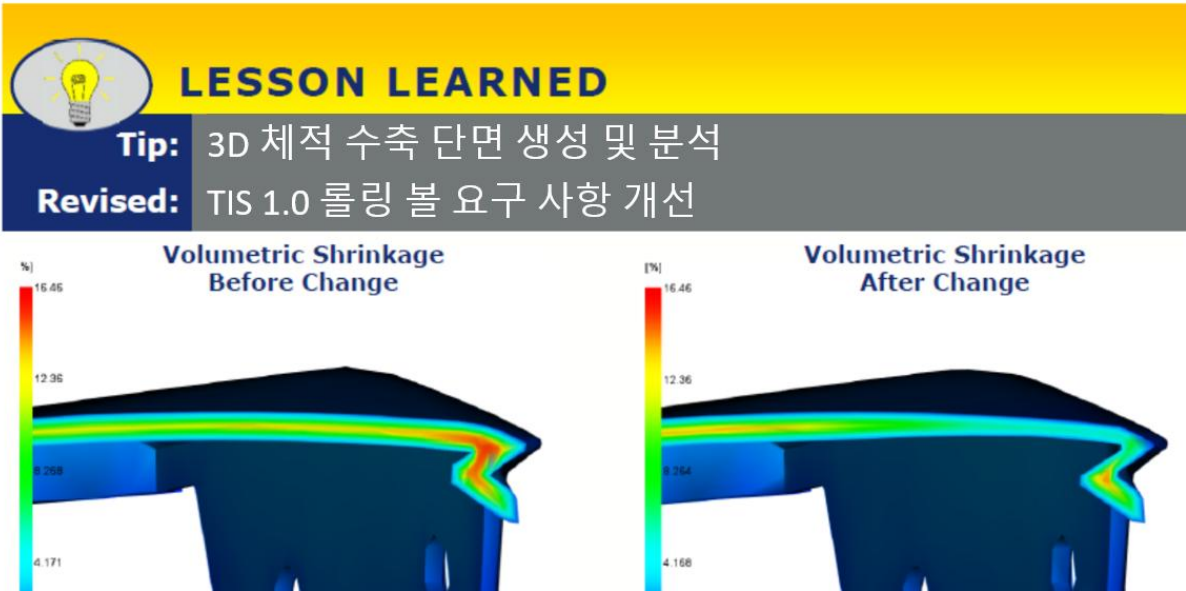
Solution: Core 일부를 용접하여 두께를 키움

Result: Sink Marks 제거됨

Item to Fix	Cost	Days
Mold #1 Change	\$25,000	
Mold #2 Change	\$25,000	
Total	\$50,000*	~30

*Does Not Include GM's Internal Cost and Time





THE UGLY – EXAMPLE 3

Part: 3-Shot Tail Lamp Lens

Issue: Sink Marks 발생

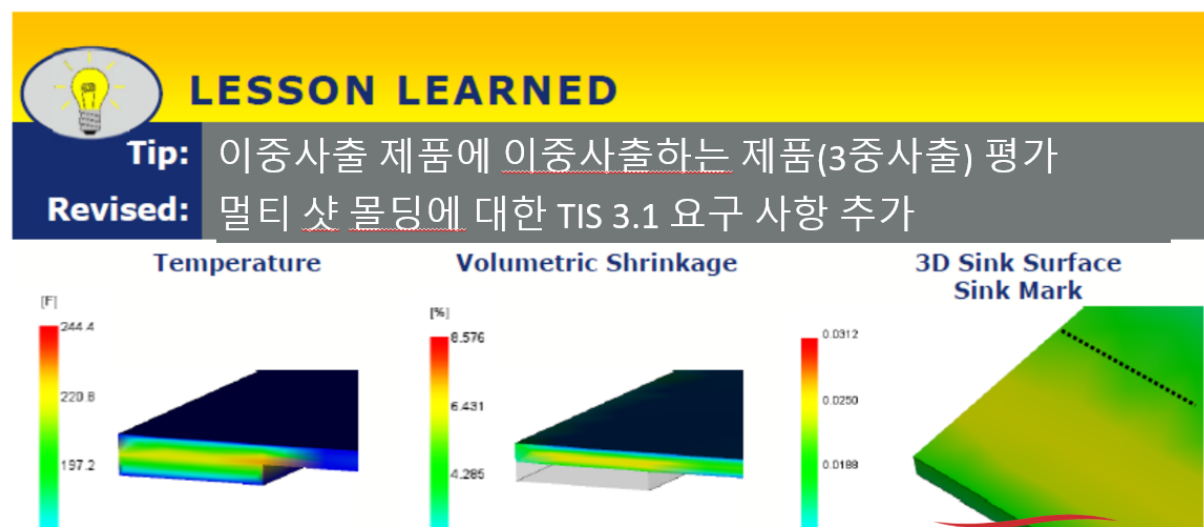
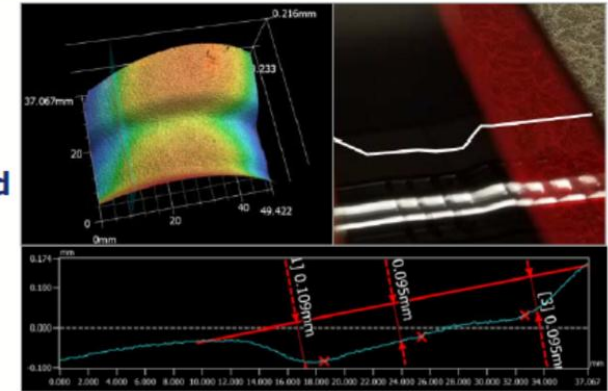


Similar Part

1st & 2nd Shots **3rd Shot**

Black
Clear

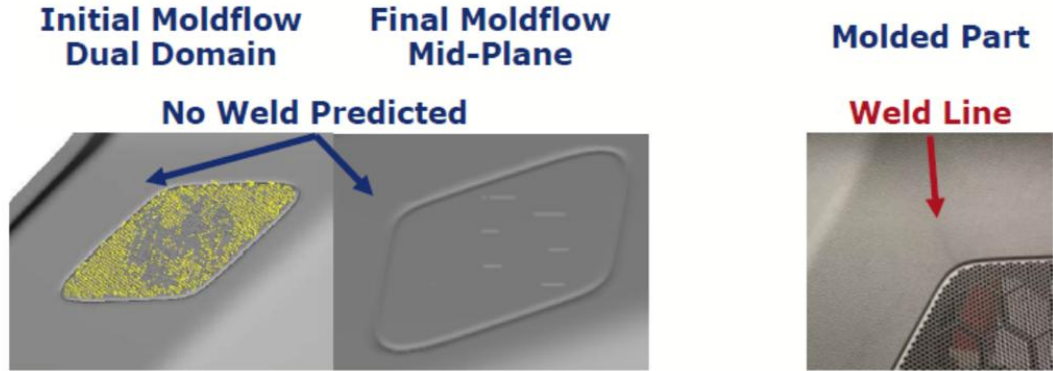
Red



THE UGLY – EXAMPLE 4

Part: Door Trim Speaker Grille

Issue: Mesh type에 따라 Weld line 발생



LESSON LEARNED

Tip: 스피커 그릴 모델링에 올바른 Shape factor 사용

Revised: Phase 4 Moldflow에 필요한 3D 메쉬 해석 수행

Equivalent Thickness = $\frac{\text{Volume of Area}}{\text{Projected Area}}$

Shape Factor = $\frac{\text{Grille Contact Area}}{\text{Model Contact Area}}$

Cross-Sectional Dimensions

Non-tapered other cross sectional shape

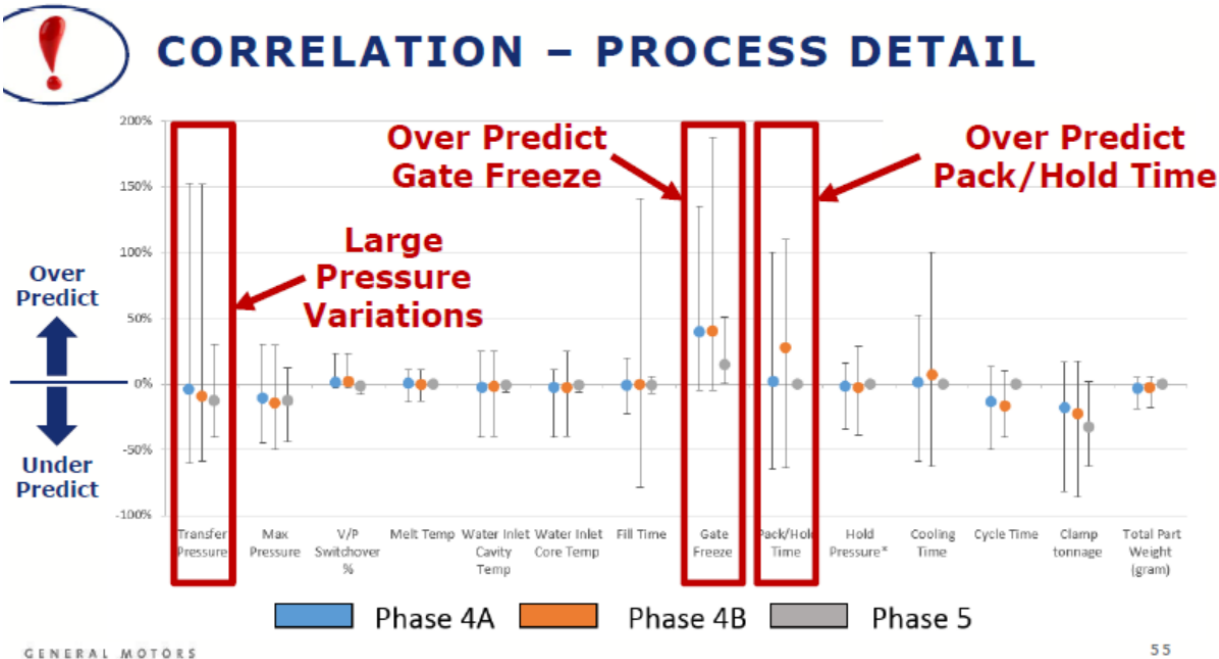
Equivalent thickness 3.5 mm (0.100)

Shape factor 2 (0.100)

OK Cancel Help

Mesh Type	Shape Factor	
Mid-Plane	Must Calculate	
Dual Domain	Cannot Simulate	
3D Tetra	Auto	

Images Courtesy of Matthew J. Jaworski and



THE UGLY – EXAMPLE 4

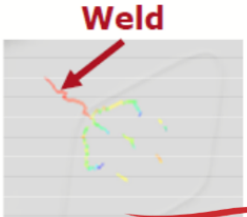
Solution: 두께 증가 및 게이트 이동

Result: Weld line 강도 및 모양 개선

Item to Fix	Cost	Days
Mold Change	\$10,000	
Tryouts	\$2,000	
Total	\$12,000*	~40

*Does Not Include GM's Internal Cost and Time

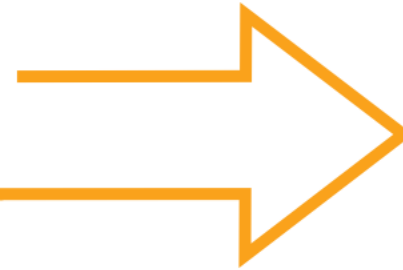
Mid-Plane With **Correct** Shape Factor



분류	분류기준	Case study	방법	결과물	비용	납기 지연	지침 개정
Good	사전 예측 -> 공정 & 금형 제작에 반영	Case1~5	Gate 선택 및 Valve Gate를 유동 제어	Weld line / Air trap 관리 및 충전 균형 개선			
		Case6~9	유동 선단 고려하여 제품 두께 제어	Weld line / Air trap 관리 및 충전 균형 개선			
		Case10	Gas trap을 배출 할 수 있는 영역으로 이동	Air trap 관리 및 Vent 관리			
		Case11~13	힘 예측 후 금형에 역설계	보정 역설계로 설계 치수를 달성			
		Case14~17	냉각 설계 및 효율 개선	금형 온도 균일화 30% 개선			
Bad	사전 예측 -> 공정 & 금형 제작에 미반영	Case1	Moldflow에서 대 변형이 예측되었으나 반영하지 않음	두께 및 스타일 개선으로 13mm 힘에서 5mm로 감소	10.1	43	수축 보상 옵션
		Case2	Moldflow에서 대 변형이 예측되었으나 반영하지 않음	역설계로 적용하여 11mm 힘에서 1mm로 감소	6.4	40	GD&T에 경로 도표 추가
		Case3	2nd Weld line 발생	구멍은 재배치, 게이트 추가하여 2nd Weld line 제거됨	11.1	50	2nd Weld기술 표준 업데이트
		Case4	Sink Marks 발생	리브 제거를 통한 Sink Marks 제거	2.5	20	Sink mark 기준 재정의
Ugly	사전 예측 불가	Case1A	과도한 압력 예측	공정 조건 반영하지 않음			
		Case1B	힘 예측 신뢰성 문제	Long fiber의 옵션 셋팅 문제			
		Case2	Sink Marks 발생	Core 일부를 용접하여 두께를 키움	5	30	롤링 볼 요구 사항 개선
		Case3	Sink Marks 발생	프레임의 빨간색 사출품의 두께를 증가하여 개선됨	6	30	멀티 샷 몰딩에 대한 추가
		Case4	Weld line 발생	두께 증가 및 게이트 이동하여 개선됨	1.2	40	Shape factor & 3D해석

더 나아가기

Moldflow 환경에서 자동화된 워크플로우를 능숙하게 사용할 수 있도록 역량을 강화했다면, 이제 다음과 같은 방식으로 시스템을 확장할 수 있습니다:



Mold Assist로 AI 기반 최적화

시뮬레이션 데이터를 빅데이터 자동화로 수천 개의 해석 아이디어가 자동으로 생성됩니다. 과거 데이터 기반 형상 유사도 추천, 통계적 분석 및 AI 대리모델(Surrogates) 기반 실시간 예측을 생성할 수 있게 해줍니다.

twin0로 해석과 현장을 연결

디지털 워크플로우 솔루션 twin0는 설계 & 기술팀과 현장 팀이 사출 성형 Ramp-Up 프로세스를 더 빠르고 간편하게 수행하도록 돕는 협업 중심 플랫폼입니다.

더 알고 싶나요?

이디앤씨 전문 영업 담당자에게 연락주세요.

02-2069-0099

www.ednc.com

