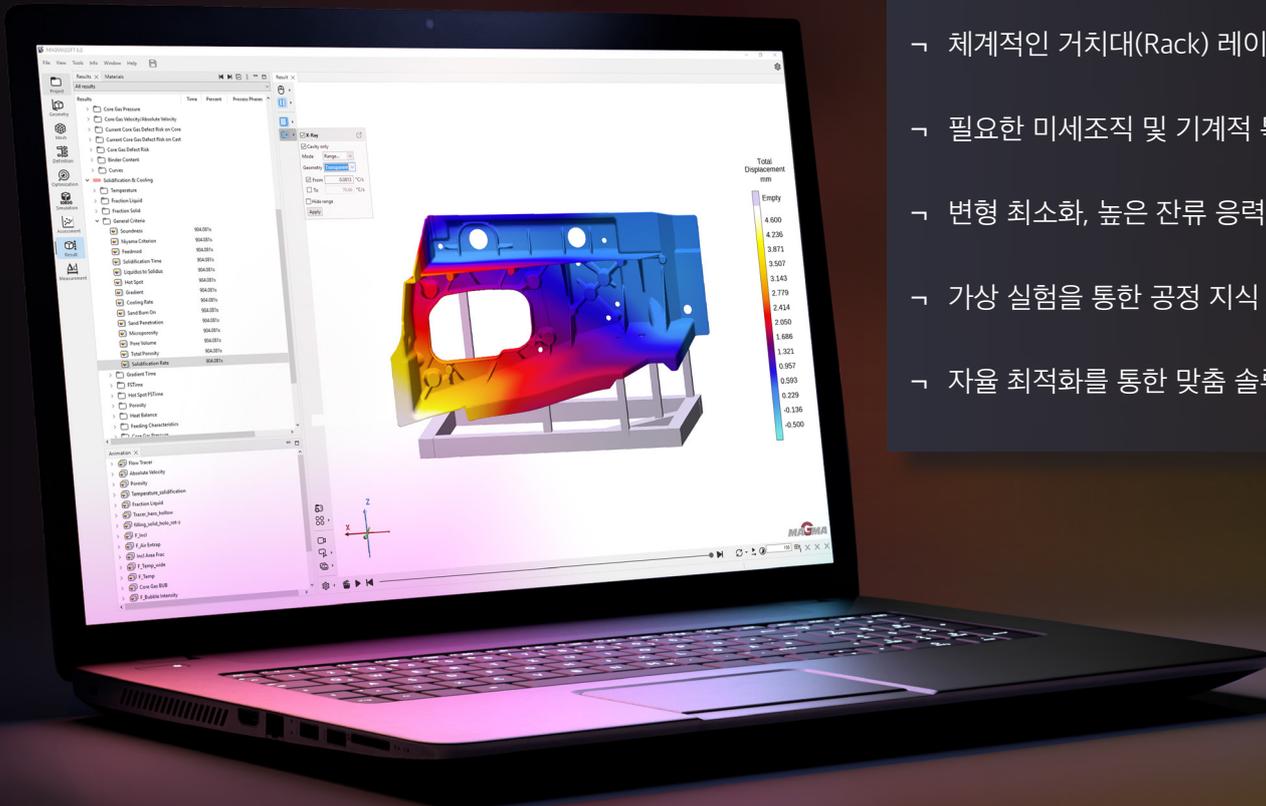


# MAGMA Heat Treatment 6.0

# Autonomous Engineering



## Heat Treatment



- ↳ 열처리 공정을 위한 견고한 솔루션
- ↳ 체계적인 거치대(Rack) 레이아웃과 공정 설계
- ↳ 필요한 미세조직 및 기계적 특성 보장
- ↳ 변형 최소화, 높은 잔류 응력과 교정 공정 방지
- ↳ 가상 실험을 통한 공정 지식 확보
- ↳ 자율 최적화를 통한 맞춤 솔루션

# Robust, Economical, Fast, **Optimized**

MAGMASOFT®만의 Autonomous Engineering으로 열처리의 모든 공정을 최적화하고 사용자의 요구사항에 적합한 최고의 솔루션을 만나보세요.

MAGMASOFT®는 열처리 공정의 모든 측면에서 최적의 소재 품질을 보장하는 포괄적이고 강력한 시뮬레이션 도구이며, 사용자의 자원, 시간 그리고 비용 절감에 중점을 두고 있습니다.

MAGMASOFT®는 자동화된 실험계획법(DOE) 또는 유전 알고리즘을 사용하여 시뮬레이션 할 수 있습니다. 전체 제조 공정을 기반으로 열처리 공정 조건에 적합한 체계적이고 완전 자동화된 의사결정을 제안하는 것, 그것이 바로 Autonomous Engineering입니다.

Autonomous Engineering을 통하여 설계 단계에서 제품의 품질과 공정 적합성을 확보하고 최종프레임 설계 단계까지 생산 공정 중 지속적인 수 익성 개선을 통해 다양한 제품 품질 및 비용 관련 목표들을 동시에 달성할 수 있습니다.

MAGMASOFT® Autonomous Engineering:

- 주조 단계부터 열처리까지 모든 공정에 대한 종합적인 예측 지원
- 품질 문제 예방을 위한 가상의 Test 환경 제공
- 빠른 의사 결정을 통한 모든 관련 당사자들의 시간 절약
- 공정 변수 이해를 통한 적극적인 품질 관리
- 조직 내 또는 고객과의 소통과 협력 향상



## Targeted and Systematic Success

MAGMA APPROACH는 가상 실험을 활용해 목표를 달성할 수 있도록 지원하는 체계적인 방법론입니다. MAGMASOFT® Autonomous Engineering과 결합하여 지속적으로 비용적인 위험 없이 개선방안을 확인하고 실행할 수 있습니다.

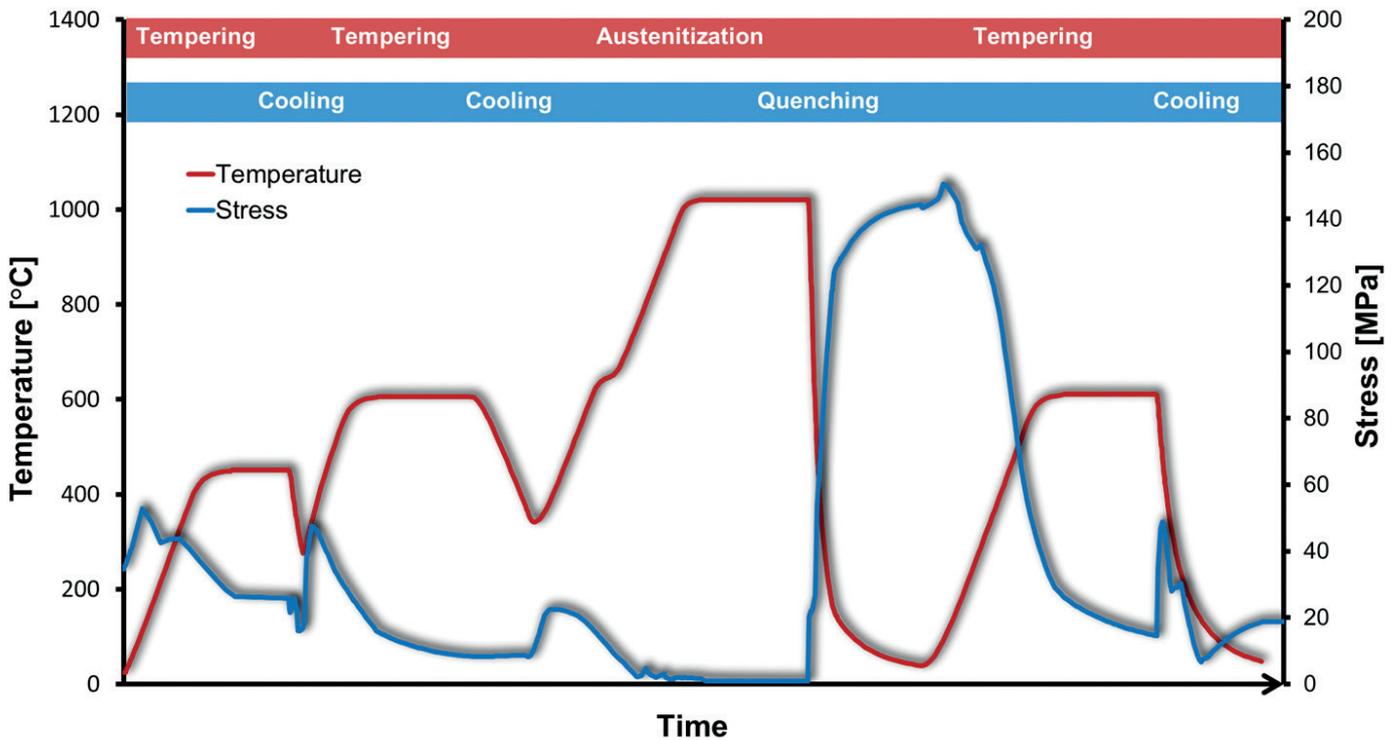
또한 MAGMA APPROACH는 제품 개발 또는 개선의 모든 단계에 걸쳐 체계적으로 진행할 수 있도록 지원합니다. 그 결과, 원하는 목표에 맞춰 최적 설계 및 주조 결함을 예방하는 견고한 주조 공정이 가능해져 주조 단계부터 열처리, 그리고 최종 주조 부품의 가공까지 모든 제조 단계를 고려한 안정적인 생산 조건을 구축할 수 있습니다.

# Set Your Objectives, Define Your Variables, Specify Your Criteria

주조 후 열처리 과정은 여러 주조품에서 원하는 미세조직 및 기계적 특성을 확보하거나 주조 시 발생하는 잔류 응력 및 변형을 줄이기 위한 전제 조건입니다.

## Comprehensive Process Description

정확한 열처리 결과를 확인하기 위해서는 실제 공정 조건들에 따라 열처리 단계들을 다양하게 지정해야 합니다. 부품 적재 방향, 열처리로 온도, 복사열 및 쿨링 조건 등의 공정조건 변화를 고려할 수 있습니다.



열처리 중 온도 분포와 잔류응력 변화

## Complete Rack Description

MAGMASOFT®는 열처리로 내 부품에 대한 정확한 열적 및 기계적 조건을 얻기 위해 거치대(Rack)를 모델링을 할 수 있습니다.

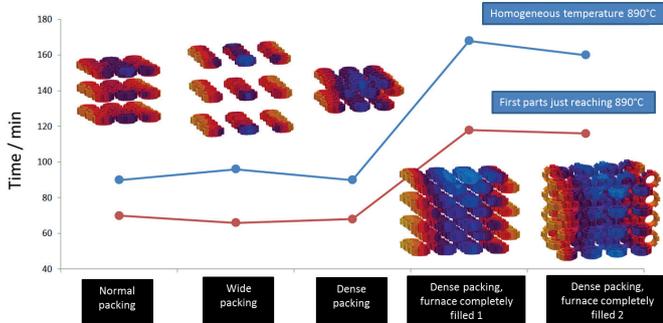
이를 통하여 거치대(Rack) 디자인이 높은 온도에서 크리프(Creep)와 열 팽창으로 인한 변형 최소화를 위해 부품을 충분히 지지할 수 있는지 여부를 평가할 수 있습니다.



실제 공정에서와 같이 열처리 거치대(Rack)에 배치된 주조 부품의 시뮬레이션

## Radiation and Thermal Conditions

MAGMASOFT®의 빠르고 효율적인 복사열 교환 알고리즘을 사용하여 요구되는 재료 특성과 다양한 열처리로 구성에 대한 공정 조건들을 결정할 수 있습니다.

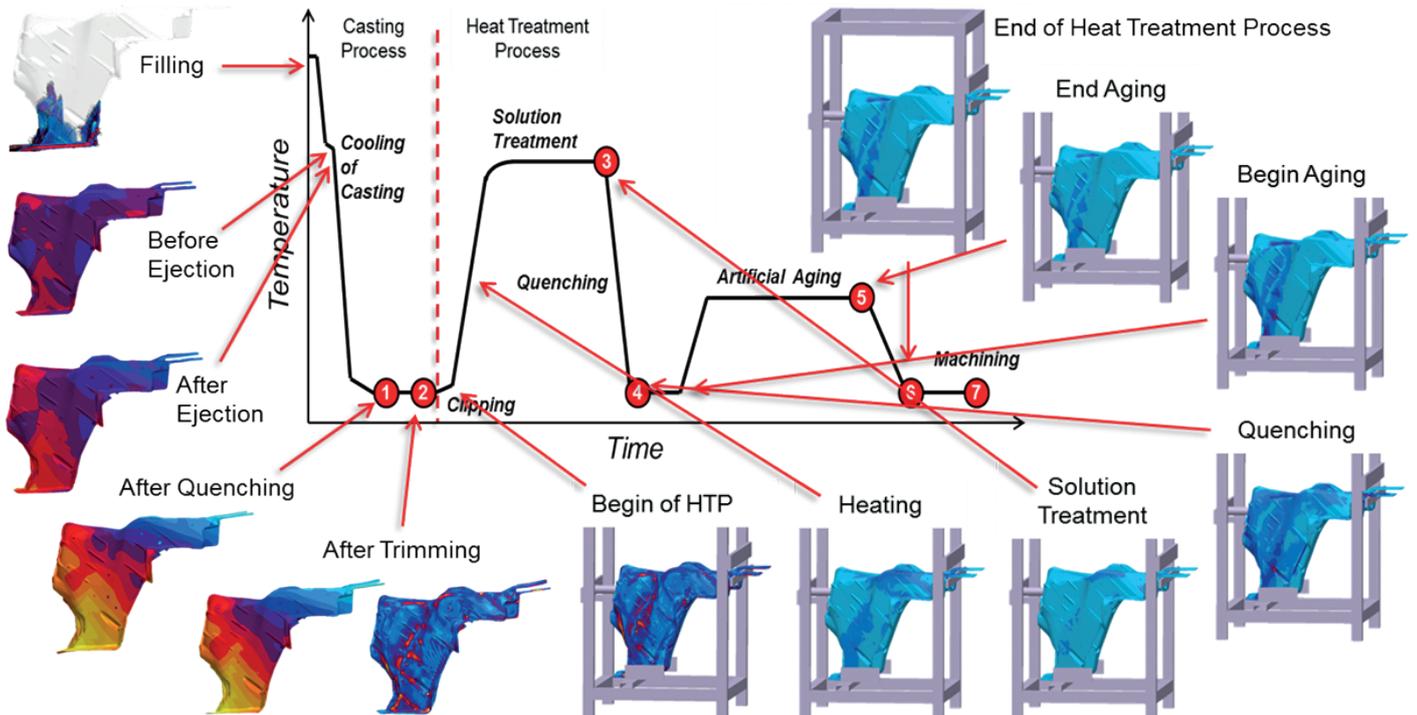


다양한 Packing 형태에 대한 오스테나이트화(Austenitization) 시간

## From Casting to Heat Treatment

열처리 공정 시뮬레이션은 주조 생산을 위한 가상 공정 순서에 완벽하게 통합되어 있습니다. 주조, 방안 제거, 가열, 용체화 처리(Solution Treatment), 퀴칭(Quenching), 템퍼링(Tempering) 또는 시효(Aging), 그리고 실온으로 최종 냉각까지 모든 공정 단계들을 검토할 수 있습니다.

이를 통하여 온도 분포, 잔류 응력 상태 및 제품 변형을 전반적으로 평가할 수 있습니다.



주조 및 열처리 공정의 통합 모델링

## Virtual Experimentation and Process Optimization

MAGMASOFT®는 가상 실험 설계와 최적화를 위한 전반적인 기능들을 제공하여 비용적인 위험이나 생산 위험 없이 공정 조건의 설정 범위들을 분석할 수 있습니다. 주조 레이아웃을 최적화하는 것 외에도 견고한 주조를 위한 다양한 공정 변수들을 분석할 수 있습니다.

종합적인 통계 분석 방법들을 사용하여 다음과 같은 최적의 열처리 조건을 결정할 수 있습니다.

- 공정 시간, 온도 및 합금성분
- 열처리로 내 온도 제어
- 미세조직 및 기계적 성질
- 주조품의 잔류 응력, 냉간 균열 위험 및 변형 감소

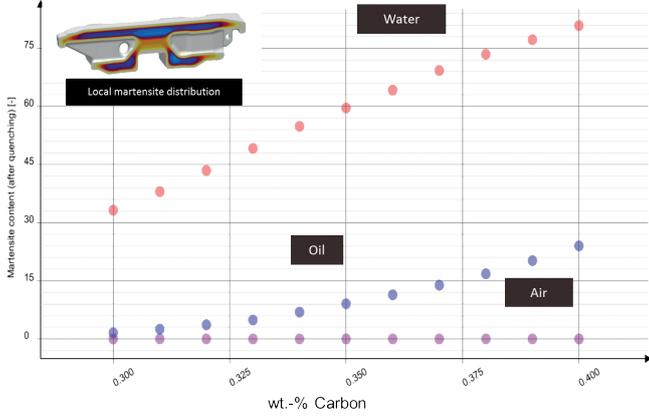
## Robust Processes

체계적인 실험계획법을 통해 열처리 후 주조 품질에 대한 공정 변동의 영향을 평가할 수 있습니다. MAGMASOFT® Autonomous Engineering을 사용하여 주요 영향 및 상관 관계들을 정량적으로 확인하고, 생산을 제어하기 위한 구체적인 조치나 방안들을 초도품 생산 이전에 결정할 수 있습니다.

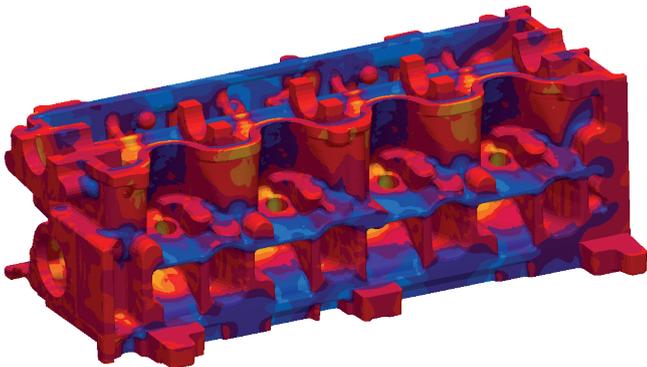
'Correlation Matrix' 기능을 사용하여 물리적 관계를 밝히고 공정을 더 쉽게 제어할 수 있습니다.

# Microstructure and Mechanical Properties

MAGMASOFT®는 다양한 재료의 제품들에 대한 국부적 미세조직과 기계적 특성들을 예측할 수 있습니다.



퀀칭 매질 종류와 탄소 함유량에 따른 마르텐사이트(Martensite) 분율



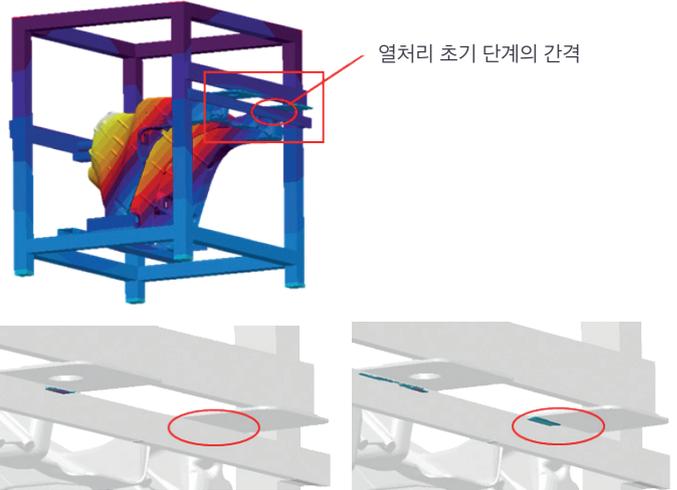
열처리 후 실린더 헤드의 잔류 응력

MAGMASOFT®는 저탄소강에 대한 미세조직과 재료 특성을 예측할 수 있으며, 열처리 중 화학 성분과 온도 이력을 모두 고려합니다. 또한 페라이트계와 펄라이트계 구상흑연주철 뿐만 아니라 오스템퍼드 구상흑연주철 (ADI)의 열처리 해석도 가능합니다.

# Residual Stresses and Cracks

열처리 중에 제품 내 잔류 응력 상태는 변화합니다. 용체화 처리(Solution Treatment)와 템퍼링(Tempering)/시효(Aging) 중에는 열처리 온도 및 시간의 상관관계로 잔류 응력이 완화되지만, 퀀칭(Quenching) 중에는 온도 구배 및 온도 저하로 인해 일반적으로 잔류 응력이 축적됩니다.

MAGMASOFT®는 제품 내의 잔류 응력, 변형, 그리고 균열 발생 위험을 예측할 수 있습니다.



자동으로 확인되고 지속적으로 업데이트되는 접촉 지점들

# Support Rack Design

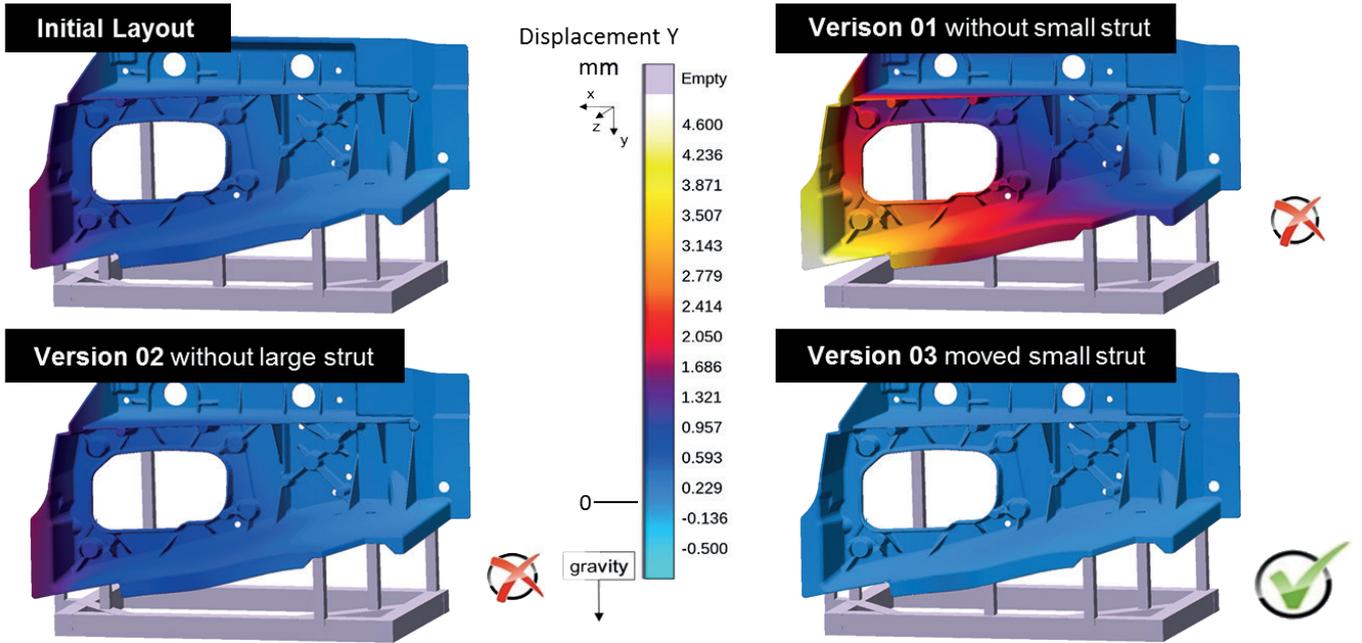
최신의 Contact 알고리즘을 사용하여 열처리 중 제품의 변형을 계산합니다. 번거롭게 접촉을 정의할 필요 없이 모든 접촉부는 자동으로 감지되고, 각 계산 단계에서 업데이트 됩니다. 현실적 접촉 조건을 반영하여 계산된 변형 결과가 실제와 일치하도록 보장합니다.

MAGMASOFT®는 열처리 중 변형을 최소화하기 위해 초기 단계에 공정 조건을 평가할 수 있는 다양한 기능들을 제공합니다. 제품을 요구되는 치수 공차 이내로 유지하기 위해 다양한 거치대(Rack) 디자인을 테스트할 수 있습니다.

비용이 많이 드는 교정 작업을 줄이거나 없애고, 교정 작업 없이 거의 잔류 응력이 없는 제품 생산 방법의 장점을 고객에게 보여줄 수 있습니다.

	Tempering time	Austenitization time	Carbon content	Quench medium	Austenitization temperature
Temper hardness	-0.14	0.01	0.35	0.34	0.04
Quench hardness	0.00	0.01	0.27	0.42	0.03
Martensite content (after quenching)	0.00	0.01	0.19	0.63	0.02
Elongation (after tempering)	0.29	-0.01	-0.55	-0.14	-0.05

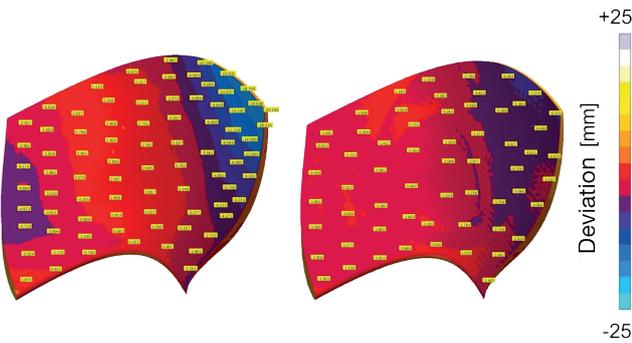
Main effect matrix - 결과들의 통계적 평가



다양한 거치대(Rack) 디자인 평가

## Pre-Shaping the Mold

주조 및 열처리 공정 전체에 대한 시뮬레이션을 통하여 제조 공차 허용범위 준수 여부를 사전에 점검할 수 있습니다. MAGMASOFT®를 사용하여 금형 초기 제작 시 고비용의 부품 가공이나 수리 과정을 사전에 방지할 수 있습니다.

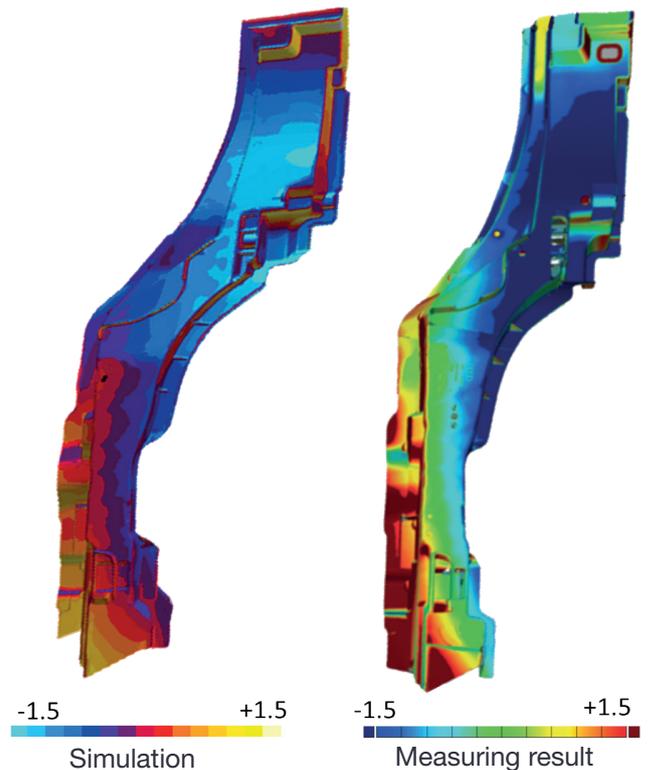


최초 형상(좌측)에 대비하여 금형의 사전 보정 후 변형 감소 결과



## Evaluation of Dimensional Tolerances

MAGMASOFT®에서 직접 각 공정 단계마다 제품의 변형을 분석하고 (3-point, 6-point or Best Fit methods), 변형 관점에서 가장 중요한 공정 단계들을 평가할 수 있습니다.



6-point method를 사용한 변형 예측 평가(시뮬레이션 vs 측정 결과)

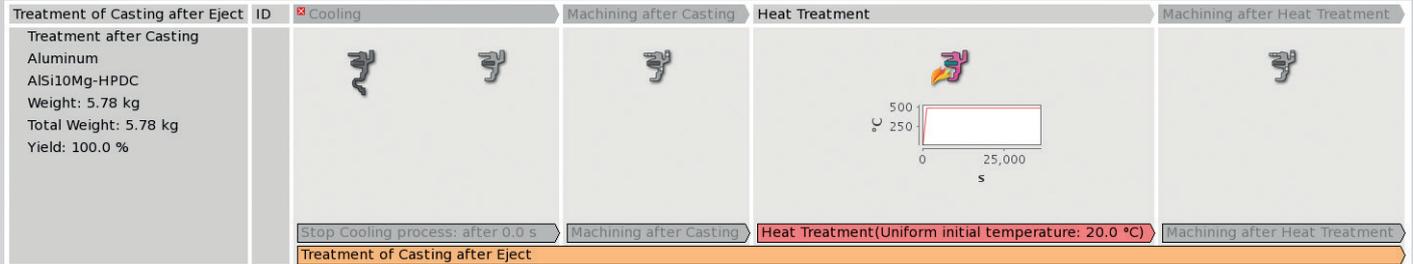
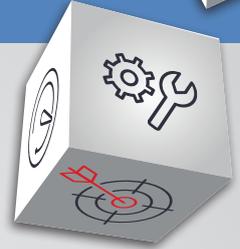
# Work Efficiently and Systematically

제한된 시간내에 목표를 달성하기 위해서는 MAGMASOFT®가 제공하는 포괄적인 기능의 모든 가능성을 체계적이고 효율적으로 사용하는 것이 중요합니다.



## Intuitive Process Control

MAGMASOFT®를 사용하여 모든 관련 프로세스 단계를 최적화하세요. 노(Furnace) 설계와 거치대(Rack) 구성에서 열처리 시간과 온도까지 가상 실험을 통해 견고한 최적의 결과를 얻을 수 있습니다.



## Act & Check Your Improvements

목표를 달성하기 위해서는 소프트웨어와 하드웨어 그 이상의 것이 필요합니다. MAGMA Engineering Korea는 목표 달성을 위해 종합적으로 지원할 준비가 되어 있습니다. 사용자가 원하는 시간에 원하는 방법으로 교육과 엔지니어링, 컨설팅 및 기술지원 서비스를 모두 이용하실 수 있습니다.



### Implementation

MAGMASOFT®는 단순한 소프트웨어 그 이상이며, 사용자의 조직에 엔지니어링과 커뮤니케이션, 수익성을 최적화하는 방법론을 제공합니다.

MAGMA Engineering Korea는 소프트웨어 사용 이전에 사용자의 상황에 맞추어 MAGMA의 모든 도구를 효과적이고 안정적으로 사용하기 위한 가장 중요한 요소들에 대하여 함께 논의합니다. MAGMASOFT® 사용을 위한 하드웨어 최소 사양, 사용자 교육과 수료증 발급부터 1년 후 계획하고 있는 목표 설정까지 함께 공유합니다.

MAGMA Engineering Korea에서는 오랜 기간 MAGMA 소프트웨어를 사용해 온 기존 사용자와 신규 사용자 모두를 위한 계획이 준비되어 있습니다!

### MAGMASupport

MAGMA SUPPORT TEAM은 전 세계 사용자들을 대상으로 제품의 사용과 문제 해결에 대한 모든 질문들에 대해 전문적이고 체계적이면서도 신속한 지원을 제공합니다. 또한 MAGMA APPROACH를 통해 기술지원 담당 직원이 소프트웨어를 더 잘 활용할 수 있도록 언제나 지원해드립니다.

### MAGMAacademy

MAGMAacademy는 초기 사용자부터 전체 조직이 Autonomous Engineering을 포괄적으로 적용할 수 있도록 주요 공정 및 가상 최적화 구현을 체계적으로 지원합니다.

MAGMASOFT®를 최대한 활용하기 위하여 교육, 워크숍, 그리고 세미나를 통해 모든 프로세스와 부서에 여러 전문 지식을 전달합니다. 또한 사무실 또는 현장에서 맞춤형 솔루션을 수행하고 있습니다.

### MAGMAengineering

MAGMA Engineering은 독립적이고 유능한 파트너로서 엔지니어링 프로젝트를 활용하여 가상공정개발, 금형설계 및 최적화 결과를 사용자에게 제공합니다.

수년 간의 주요 기술을 갖춘 국제 전문가 팀을 통해 MAGMASOFT® Autonomous Engineering을 사용하여 사용자의 문제를 해결해 드립니다.

# Casting Knowledge. In a Software.

## MAGMASOFT® 6.0



**MAGMASOFT®**  
autonomous engineering



More Information:

