



SIEMENS

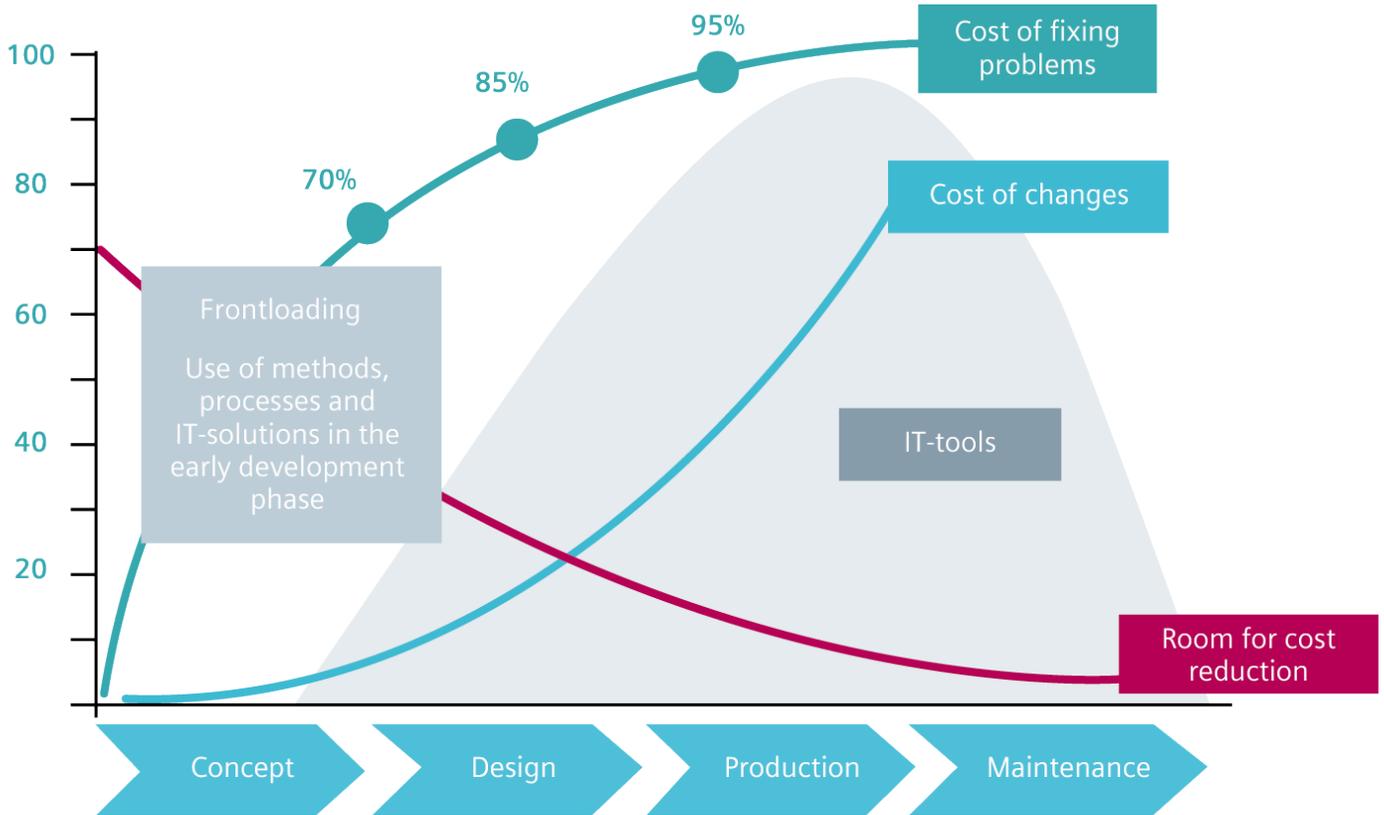
Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

학교에서 알려주지 않는 열 전달

메카니컬 해석

소개



Source: Prof. Dr. Martin Eiqner VPE TU Kaiserslautern

그림 1: 시뮬레이션 프런트로딩으로 비용을 절감할 수 있습니다.

대부분 그렇듯 열도 저항이 가장 적은 경로를 선호합니다. 하지만 열이란 존재가 어디서나 환영 받지는 않습니다. 열이 원수가 되는 경우도 있습니다. 고성능 칩을 점점 더 협소한 공간에 밀어 넣어야 하는 소비자 가전의 경우를 예로 들 수 있습니다. 전자 제품에서 발산되는 열은 밀폐 케이스로부터 방출시켜야 합니다. 그렇지 않으면 열이 축적돼 내부 구성요소를 손상시킬 수 있기 때문입니다. 스마트폰의 경우, 기발한 설계자들은 인체가 히트싱크 역할을 할 수 있다는 점을 고려했습니다. 우리가 휴대전화를 사용할 때 열은 인체와의 접촉을 통해 전도돼 외부로 이동합니다.

오늘날 설계 엔지니어들이 해결해야 할 과제는 갈수록 제품이 점점 더 복잡해진다라는 점입니다. 제조 제품은 기계적 구성요소, 전자 부품 및 소프트웨어 등이 복잡하게 결합된 시스템 형태로 진화하고 있으며, 여러 엔지니어링

분야가 관여합니다. 소형화 추세와 더불어 구성요소 수가 늘어나면서 이들 구성요소가 서로 상호작용하는 방식을 더 잘 이해해야 하며, 이들의 과열을 방지하는 것도 필요합니다. 또 하나 까다로운 점은 제품이 여러 구성으로 출시 및 판매되는 경우가 있어, 설계 엔지니어는 각 구성의 성능을 제대로 이해해야 합니다.

열과 열 거동은 복잡합니다. 설계나 실제 프로토타입에 쓸 열 경로를 가시화할 때에는 경험 법칙에 의존하는 경우가 많지만, 열의 이동 방식과 속도, 궁극적인 목적지를 알아내기란 어려운 일입니다. 그렇기 때문에 CFD (전산 유체 역학)를 사용하는 모델링 및 시뮬레이션을 위한 최신 설계 중심 소프트웨어는 많은 비용과 시간이 소요되는 물리적 프로토타입을 제작하고 테스트 할 필요 없이 열 흐름을 파악하고 올바르게 전달하는 데 필수적인 역할을 합니다.

조기 시뮬레이션으로 최상의 ROI를 얻을 수 있습니다: 설계 과정 중 열 해석 프런트로딩

CFD 소프트웨어는 복잡하고 사용법을 익히기 어려울 수 있습니다. 그래서 이 단계는 보통 최종 프로토타입 테스트 단계로 넘겨 CFD 전문가에게 맡기는 경우가 많았습니다. 그러나 설계를 테스트하기 위해 일일이 프로토타입을 만들려면 비용 부담이 큼니다. Lifecycle Insights [1] 보고서에 따르면, 설계 오류 발생 시 프로젝트 일정애 차질이 빚어지며 여러 차례 테스트를 거쳐야 하고 작업 시간도 길어집니다. 다양한 업계 분석가 및 CAE 공급업체에서 실시한 여러 설문조사 결과를 보면, 가장 성공적인 기업은 설계 성능을 개발 초기부터 평가하고, 해석 전문가와 설계 엔지니어가 서로 협업하고 지식을 공유하도록 적극 장려한다는 것을 알 수 있습니다.

변경에 따른 비용을 줄이고 비용 절감 가능성을 더 많이 확보해 투자 수익 (ROI)을 극대화 할 수 있습니다 (그림 1). [2] Martin Eigner 교수가 고안한 "프런트로딩 (frontloading)" 이란 개념은 설계 프로세스 초반에 CFD를 비롯한 다양한 소프트웨어 시뮬레이션 툴을 사용하는 방식을 말합니다 [2].

프런트로딩 CFD는 설계 프로세스를 어떻게 변경시켰나

약 20년 전, 설계 초반에 응력 해석을 사용하는 방식이 도입됐으며, 이는 개발 프로세스의 핵심 단계로 빠르게 자리 잡았습니다. 이제는 모든 주요 MCAD 소프트웨어 툴은 설계 단계에서 사용하는 응력 시뮬레이션 기능을 제공합니다. 그러나 설계 초반에 응력 시뮬레이션을 프런트로딩하고 해석을 수행한다고 해서 제조사가 검증 단계에서 시뮬레이션을 하지 않는 것은 아닙니다. 시뮬레이션은 단순히 설계 흐름을 검토하고 적절치 않은 아이디어를 추려내는 방식이 됐습니다.

검증 단계와는 달리 설계 단계에서는 속도가 무엇보다 중요합니다. 엔지니어가 설계 시뮬레이션을 조기에 하는 것도 중요하지만 설계 변경 속도에 맞추는 것도 중요합니다. 빠른 반복을 통해 불필요한 설계 아이디어를 추려내고 더 많은 혁신을 이뤄낼 수 있습니다. 설계 탐색이 마무리돼 적합성이 확인되면 검증 단계로 진행할 수 있습니다.

이 방식은 CFD 해석을 비롯한 다른 영역으로 확산됐습니다. 요즘은 설계자가 사용하기 편하고 CAD 툴 내에서 편리하게 통합해 사용할 수 있는 CFD 툴이 많습니다. 이처럼 통합 도구를 사용해 — 제품의 가상 표현, — 즉 시제품 디지털 트윈을 생성할 수 있습니다.

CAD가 내장된 CFD를 프런트로딩하는 작업이 주는 이점은 다음과 같습니다:

- 무게 감소, 속도 단축, 복잡한 거동 구현 등과 같은 제품 요구사항을 더욱 잘 충족할 수 있습니다
- 다운스트림 개발 지연 시간 및 비용이 감소합니다 (예: 테스트 및 프로토타입 제작 횟수 감소, 변경 순서 간소화)
- 고객 측의 계약상 의무나 규제 요건을 충족합니다
- 제품 라이프사이클 비용이 절감됩니다
- 생산 원가가 감소합니다

설계자가 사용 중인 CAD 내에 열 시뮬레이션과 해석을 갖춰야 하는 이유

기존 CFD 소프트웨어 프로그램은 프리프로세싱 용, 솔루션 용, 포스트프로세싱 용으로 여러 개의 인터페이스로 구성됩니다. 또한 CAD와 통합되지 않은 자체 인터페이스를 갖고 있는 경우가 많습니다. 기껏해야 CAD에서 CFD 소프트웨어로 모델을 이동시키는 데이터 변환기가 있는 정도입니다. 모델을 해석해야 하는 경우, 매번 데이터를 준비해 CAD 외부로 내보내기 한 후 CFD 툴로 가져오기 해야 합니다. 그래야 모델을 사용할 수 있도록 "수정" 할 수 있기 때문입니다.

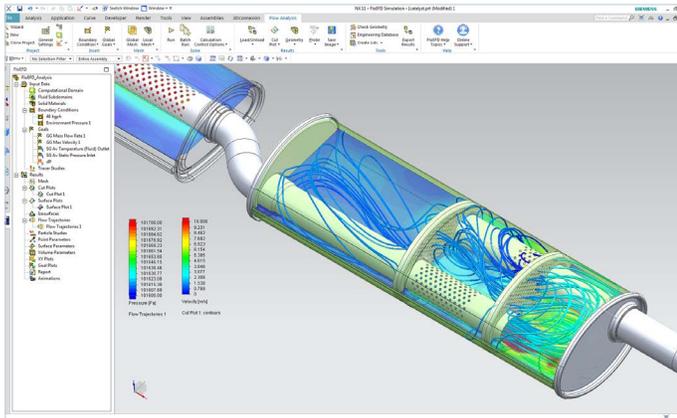
또한 전문 트레이닝과 교육을 받아야만 사용 가능한 기술로 구성돼 있어 전문 해석가가 있어야 작업 진행이 가능했습니다. 예를 들어, 대부분의 기존 CFD 툴은 여러 메시 유형을 지원합니다. 엔지니어는 특정 애플리케이션에 가장 적합한 것이 메시가 무엇인지 알고 있어야 합니다. 뿐만 아니라 모델과 애플리케이션에 가장 적합한 메시지를 얻을 때까지 작업을 계속해야 합니다. 즉, 기존 CFD 툴을 사용하려면 필요 이상으로 시간이 너무 많이 소요되고 느리다는 뜻입니다. 이렇게 특수 툴로 사용되다보니 제품 작동에 중요한 영향을 미치는 설계의 열 측면을 해석하는 작업은 설계 및 개발 부서와 분리돼 진행됐습니다. 그러나 수고가 많이 드는 이 방식은 불완전한 결과를 내놓는 경우가 많았으며, 각기 다른 위치에서 그 결과를 읽을 수 밖에 없어 열 거동을 제대로 파악하고 그 특성을 알아내기가 어려웠습니다.

이와 반대로, 설계 중심 CFD 솔루션은

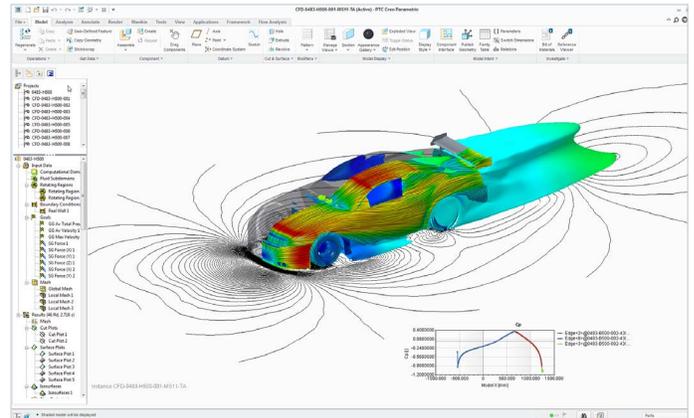
- CAD에 완전히 내장돼야 합니다. CAD 프로그램에서 쉽게 액세스할 수 있으며, 동일한 해석용 네이티브 지오메트리를 사용합니다. 해석을 위해 데이터를 내보내고 준비하는 작업이 더 이상 필요하지 않습니다. 또한, 소프트웨어가 간단한 슬롯 인(slot-in) 방식이라 새 인터페이스를 익히지 않아도 됩니다. CFD 해석은 CAD 패키지가 제공하는 또 하나의 기능이 됐습니다.
- 자동화 추가: CAD가 내장된 CFD 프로그램은 보다 쉽고 빠른, 정확한 해석을 위한 내장 인텔리전트 자동화 기능을 갖춰야 합니다. 예를 들어 열 전달 해석 시 설계자는 유체가 머무르는 빈 공간에서 벌어지는 일을 파악하는 데 관심을 갖는 경우가 있습니다. 기존 CFD 방식으로 이 빈 공간을 표현하려면 추가 지오메트리를 생성해야 합니다. 반면 설계 중심 CFD 솔루션은 지능형이라 빈 공간이 유체 영역임을 인식할 수 있으며,

소프트웨어를 적용할 지오메트리를 따로 만드느라 시간을 낭비하지 않아도 됩니다. 이러한 차세대 CFD 툴이 등장하면서 중간 단계를 생략할 수 있게 됐습니다.

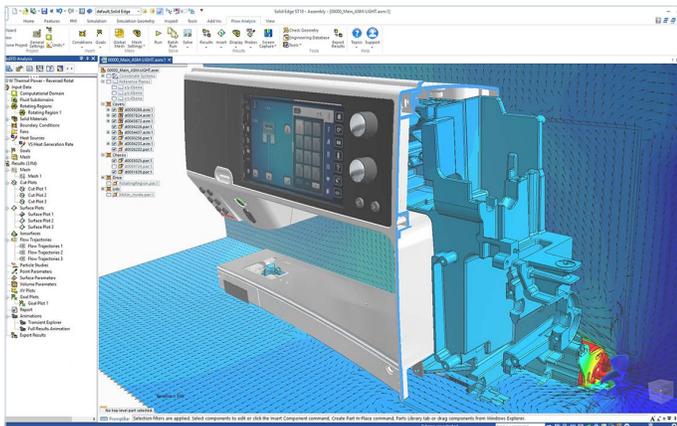
- 또한 해석을 시작하기에 앞서 모델 메시지를 생성해야 합니다. 기존 CFD의 경우 엔지니어는 어느 메시 생성 방식이 유동 현상을 가장 잘 보여주는지를 제대로 알고 있어야 합니다. 설계자 친화적인 CFD는 완전히 자동화된 메시지를 사용하므로 설정 중인 문제점에 가장 적합한 메시지를 자동으로 생성합니다.
- 속도와 정확도 견비: CFD 솔루션을 진정한 의미에서 CAD '내장형'으로 이용할 수 있고, 설계 초반에 프론트로딩 할 수 있으며 해석 시간을 대폭 줄여줍니다. 일부 조직은 75% 시간 단축 효과를 보고했습니다. 이러한 시간 단축 효과는 자동화와 모델 준비 및 프리프로세싱 필요성이 대폭 감소한 데 따른 것입니다.



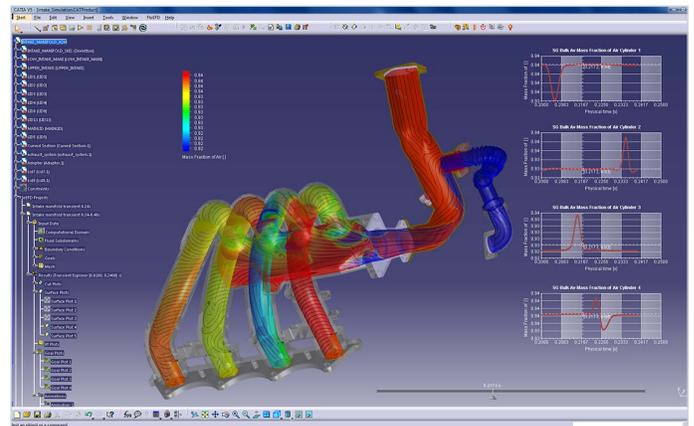
Simcenter FLOEFD for NX



Simcenter FLOEFD for PTC Creo



Simcenter FLOEFD for Solid Edge



Simcenter FLOEFD for CATIA V5

그림 2: Simcenter FLOEFD는 범용 MCAD 프로그램에 내장돼 있습니다.

CAD 내장 CFD 솔루션

Simcenter FLOEFD™ 소프트웨어는 CATIA® V5, Creo™ Elements/Pro™, NX™ 및 Solid Edge®와 같은 MCAD 툴 세트에 내장돼 있습니다. 이 솔루션은 열 전달 및 유체 흐름 평가를 위한 완벽한 환경을 제공합니다. 솔리드 모델링부터 문제 설정, 해결, 결과 가시화, 설계 최적화 및 보고에 이르는 모든 해석 단계가— 단 하나의 패키지에 모두 갖춰져 있습니다.

설계자는 Simcenter FLOEFD를 사용해 제품의 유체 부분과 고체 부분 온도 분포를 상세하게 해석하는 데 주력할 수 있습니다. 가상 시나리오를 실행해 열 전도, 열 대류, 여러 유체 간 복합 열 전달, 주변 고체 물질, 복사, 줄 히팅 등 여러 가지 복잡한 물리적 과정을 해석한 후 MCAD 툴 내에서 설계 지오메트리를 신속하게 변경해 최적화할 수도 있습니다 (그림 2).

Simcenter FLOEFD는 세 가지 열 전달 방식 (전도, 대류 및 복사)에 모두 3D 방식으로 해석하므로 다양한 애플리케이션을 해석하는 데 사용할 수 있습니다. 일반적인 온도 해석 사례로는 열 교환기, 사출 금형 냉각, 태양열 발전판, 레이저 시스템, 브레이크 설계 등이 있으며, 그 외에도 많습니다. 예를 들어 열 교환기의 열 측면의 효율성을 파악하면서 열 교환기를 통과하는 압력 강하 정도를 예측할 수 있습니다. 이러한 여러 가지 매개변수를 단 하나의 모델에 조합하면 더 나은 제품을 더 일찍 설계하는 데 도움이 됩니다.

Simcenter FLOEFD 소프트웨어를 사용하기 위해 필요한 것은 MCAD 시스템 내에 이를 설치하고 제품의 물리적 특성을 준비하면 됩니다. 완전한 CFD 흐름 해석을 실행하는 데 필요한 모든 메뉴와 명령은 CAD 메뉴 안에 설치됩니다. 대부분의 설계자는 평균 8시간 미만의 교육 과정만 수료하면 설계에 FloEFD를 활용할 수 있습니다.

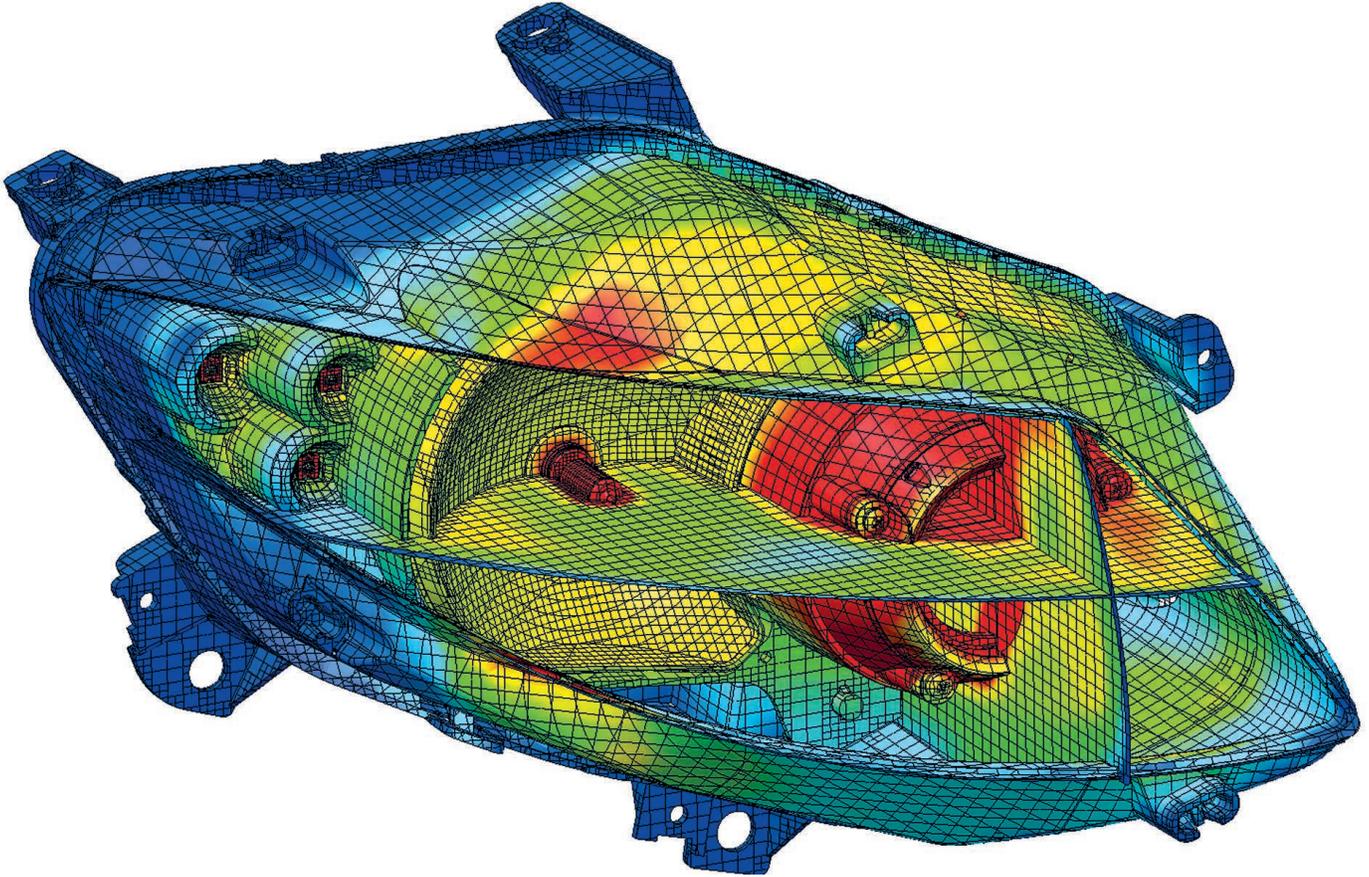


그림 3: FloEFD의 SmartCells 기술로 정확한 해석 결과를 제공합니다.

모든 열 전달 해석은 문제의 전반적인 경계 조건을 정의하는 데서 시작됩니다. Simcenter FLOEFD에는 재료 특성 선택을 비롯해 사용자에게 설정 과정을 안내하는 마법사가 있습니다. Simcenter FLOEFD를 사용하면 기존 MCAD 모델을 해석에 사용할 수 있어 별도로 지오메트리를 내보내거나 가져오지 않아도 됩니다.

내장된 Simcenter FLOEFD 툴세트는 새로 생성된 또는 기존 3D CAD 지오메트리와 솔리드 모델 정보를 사용해 설계를 실제 조건에서 설계를 시뮬레이션할 수 있습니다.

프로젝트가 생성되고 경계 조건을 적용되면 모델을 메싱해야 합니다. 즉, 연산 그리드를 구축해야 합니다. 메싱 개발은 과거 CFD 전문가가 도맡았던 전문 기술 중 하나였습니다. Simcenter FLOEFD는 몇 분 만에 자동으로 메시를 생성합니다. CAD 프로그램에 내장된 CFD 솔루션은 적응형 메시를 생성해 필요한 부분에서는 셀 크기를 줄이고 해석 해상도를 강화해 모델의 복잡한 부분에서 더욱 정확한 시뮬레이션 결과를 도출합니다 (그림 3).

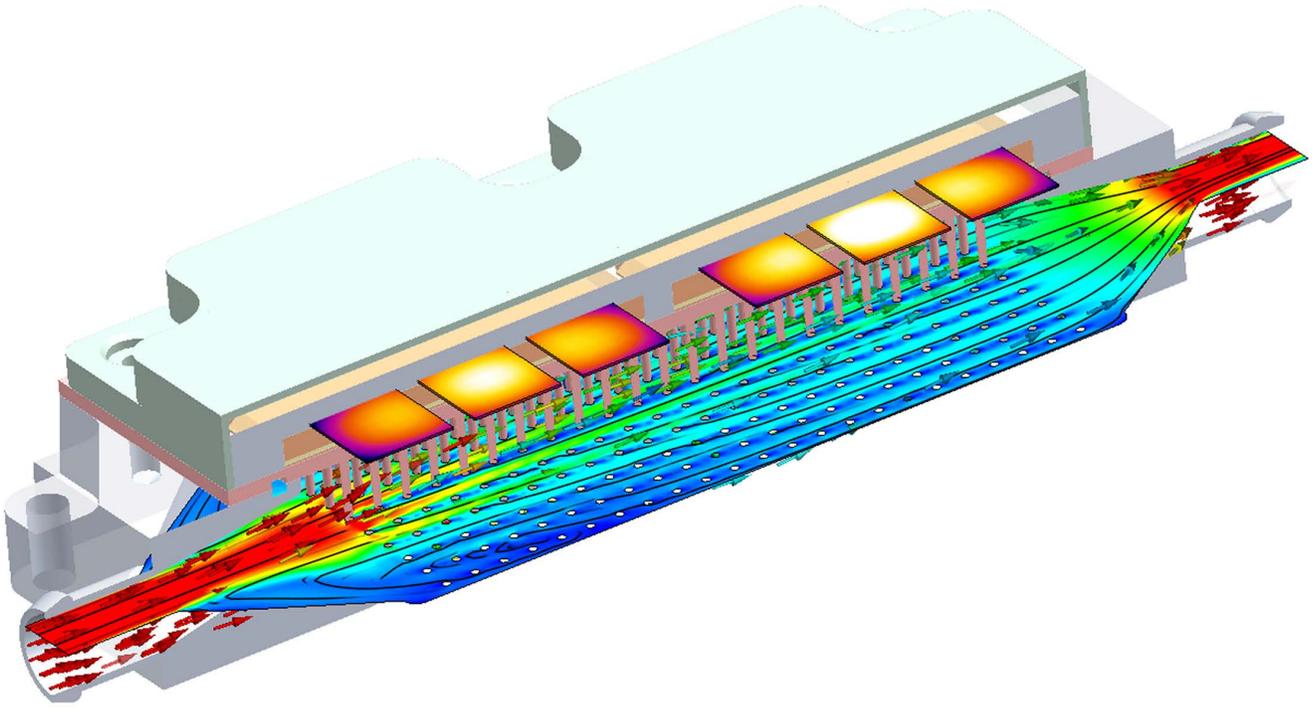


그림 4: IGBT 내부의 온도는 물론 유체 이동 속도까지 표시한 단면도입니다.

설계 예시: 복잡한 열 전달 문제 해석

열 전달 해석 시에는 메시를 구축해 시스템이나 장치의 복잡한 지오메트리를 포착하는 것이 중요합니다. 메시는 개념상으로는 간단하지만, 복잡한 CFD 계산에서 핵심적 역할을 합니다. 장치 표면을 아주 작은 직사각형 셀로 매핑하는데, 이 셀은 각각 고체 볼륨과 유체 볼륨으로 나뉘어 따로 해석됩니다. 이 과정을 거쳐 모든 셀이 포함된 복합적인 결과를 도출합니다. Simcenter FLOEFD는 설계의 열 방출 과정에서 벌어지는 일을 가시적으로 보여줍니다. 이는 설계 관련 의사 결정을 내릴 때 지침으로 삼을 만한 중요한 인사이트를 제공하며, 설계 탐색이 한층 철저히 이뤄집니다.

온도 장을 조사하는 한 가지 방법은 모델을 통과하는 평면의 온도 분포를 나타내는 단면도를 사용하는 것입니다 (그림 4). 결과 단면도는 모든 결과 매개변수와 함께 나타낼 수 있으며, 표현은 등고선 플롯, 등각 선 또는 벡터로 생성될 수 있습니다. 단면도는 아무 조합을 사용해 작성할 수 있습니다. 속도 등급과 속도 벡터 조합도 가능합니다. 단면도 외에 표면도 역시 특정 표면을 나타내기 위해 쉽게 나타낼 수 있으며, 모델 전체에 대해 자동으로 표시할 수도 있습니다.

열 분포 문제 해석은 반복 프로세스입니다. 대부분의 설계자는 첫 해석 결과를 확인한 후 모델을 변경해 여러 다른 시나리오를 탐색합니다. Simcenter FLOEFD를 활용하면 이러한 가상 시나리오를 쉽게 수행할 수 있습니다. 설계 대안을 탐구하고 설계 결함을 감지하며, 제품 성능을 최적화한 후 상세 설계나 실제 프로토타입을 제작합니다. 이를 통해 설계자는 어느 설계가 가장 가장성 있으며 그렇지 않은지를 쉽고 빠르게 파악할 수 있습니다.

Simcenter FLOEFD에서는 시뮬레이션 프로젝트의 사본을 여러 개 생성해 열원 및 기타 경계 조건과 같은 모든 해석 데이터를 자동으로 유지해 여러 지오메트리 버전을 탐색해 볼 수 있습니다.

Simcenter FLOEFD 소프트웨어는 변경된 지오메트리에 즉시 작용해 새로운 메시를 자동으로 생성하며, 기존에 정의한 경계 조건을 사용합니다. 따라서 변경된 지오메트리에서 솔버를 실행하고 결과를 살펴보는 단계로의 진행이 상당히 빨라집니다. 여기에는 구성 비교와 매개변수 연구 기능이 있어 사용자는 지오메트리나 경계 조건을 변경하면 결과에 어떤 영향을 미치는지 쉽게 파악할 수 있습니다. 사용자는 수치 값, 그래프 및 시각적 이미지/애니메이션으로 결과를 평가해 설계 범위를 평가하고 다양한 프로젝트 조합을 비교할 수

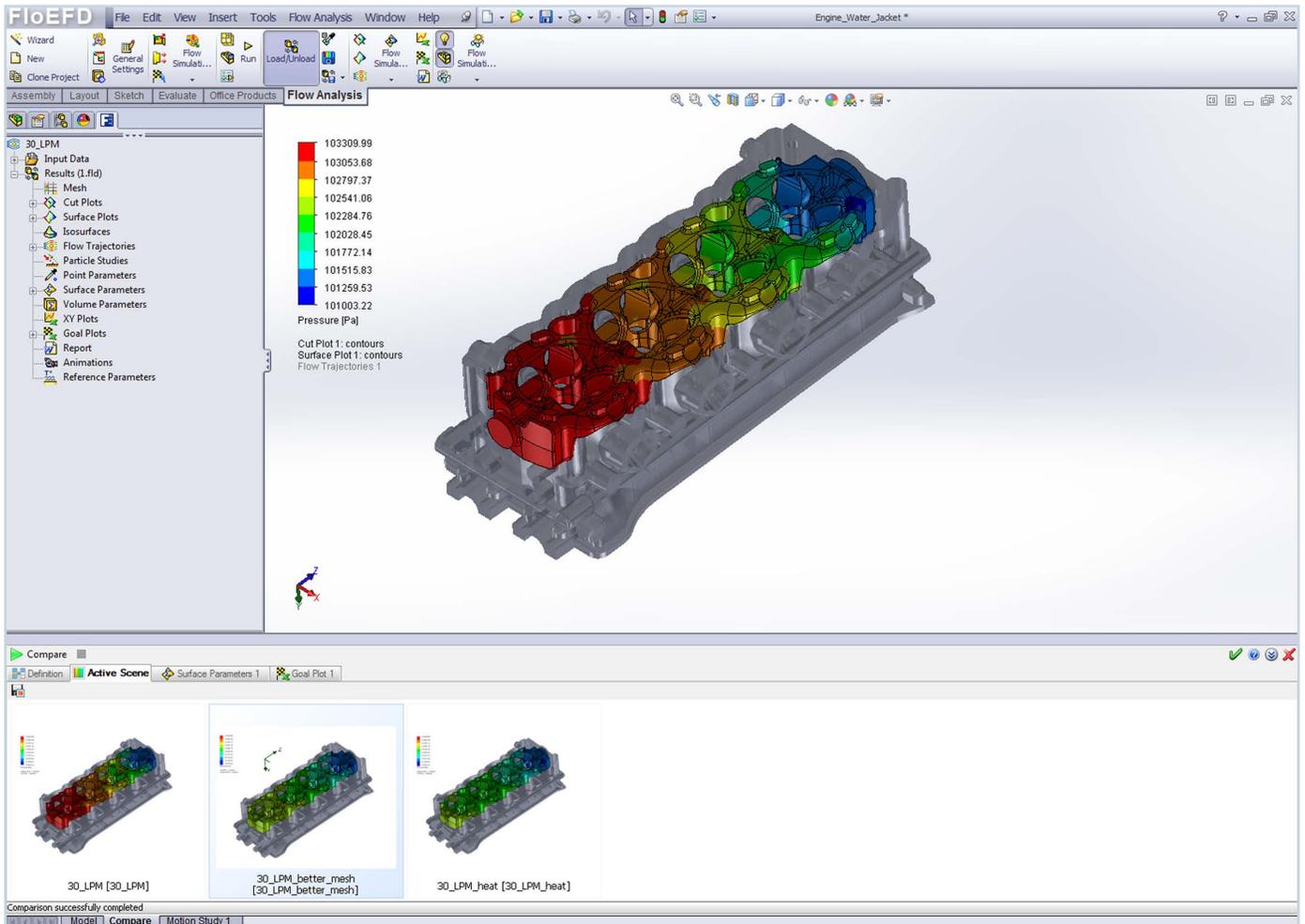


그림 5: 엔지니어는 Simcenter FLOEFD 매개변수 조사 및 설계 비교 기능을 활용해 설계를 빠르게 최적화 할 수 있습니다.

있습니다. Simcenter FLOEFD는 이러한 방법으로 반복 설계 프로세스를 가속화하며, 해석을 통해 얻은 지식을 빠르고 쉽게 통합해 제품을 개선합니다.

Simcenter FLOEFD는 설계 검증을 위한 강력한 검증 기능도 제공합니다. Siemens 엔지니어는 Simcenter FLOEFD 최신 버전을 릴리스하기에 앞서 300 여 건의 테스트를 거쳐 이번 릴리스를 검증했습니다. 이렇듯 엄격한 검증 작업을 거친 Simcenter FLOEFD는 바로 사용할 수 있는 자료가 포함된 튜토리얼 20개와 검증 예시 32개를 제공합니다.

발견 사항과 결과를 쉽게 공유할 수 있습니다. Simcenter FLOEFD는 Microsoft® Word® 및 Excel®과 완전히 통합되며, 엔지니어는 어떤 프로젝트에서든 보고서 문서를 작성하고 중요한 데이터를 그래픽 형식으로 수집할 수 있습니다. 또한, 자동으로 Excel 스프레드시트를 생성해 해석 결과를 요약하므로, 각 해석 작업의 최종 단계인 보고서 작성도 쉽게 할 수 있습니다. 또한 Simcenter FLOEFD에는 무료 단독 실행형 뷰어가 함께 제공되며, 선택한 결과 도면을 고객과 2D 이미지가 아니라 대화형 3D 환경으로 공유할 수 있습니다.

결론

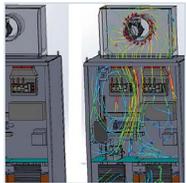
실제 설계자와 Simcenter FLOEFD

Simcenter FLOEFD의 속도, 정확도와 강력한 기능은 실제 현장에서 활약하는 설계자가 촉박한 일정을 맞추고 더 수준 높은 결과를 달성하며 원가를 최저 수준으로 유지하도록 지원합니다.



Renault

Renault 엔지니어는 Simcenter FLOEFD를 활용해 더 나은 품질의 자동차 헤드라이트를 더 낮은 비용으로 설계했습니다.



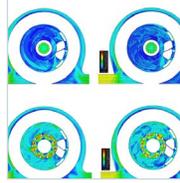
e-Cooling

엔지니어링 컨설턴트는 Simcenter FLOEFD를 사용해 전력 전자 제품의 공기 유동 및 냉각 솔루션을 설계했으며, 고객사가 한층 안정적인 제품을 출시할 수 있도록 지원했습니다.



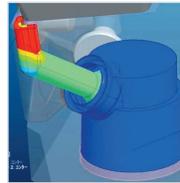
Dr. Schneider

설계자는 Simcenter FLOEFD를 사용해 제품 개발 시간을 단축하고 올바른 설계 버전을 신속히 찾으며, 비용을 절감하고 동료와 고객에 자동차 인테리어 제품의 유체 거동을 설명했습니다.



Koenigsegg

할름스타드 대학교의 설계 엔지니어는 FloEFD를 이용해 스포츠 카에 장착할 브레이크 냉각 장치 설계를 평가했습니다.



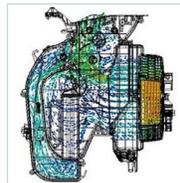
Mitsubishi Materials

도쿄 대학교 공과대학 연구소 Obikawa 교수는 장비 절삭 공구 수명을 연장할 수 있도록 향상된 성능을 가진 냉각 시스템을 설계하기 위해 Mitsubishi Materials 엔지니어들과 협업했습니다.



Mercury Racing

엔지니어는 FloEFD를 이용해 경주용 파워보트 엔진에 장착할 최신행 인터쿨러 필터를 설계했습니다.



Pan Asia Technical Automotive Center

엔지니어는 자동차 HVAC 공기 처리 장치 개발에 Simcenter FLOEFD를 사용했습니다.

참조

2013. Driving Design Decisions with Simulation. Lifecycle Insights.
2010. Eigner, M. Future PLM – Trends aus Forschung und Praxis: 카이저슬라우테른 대학교 블로그

Siemens Digital Industries Software

본사

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

미주 지역

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

유럽 지역

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

아태 지역

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

Siemens Digital Industries Software 소개

Siemens Digital Industries Software는 엔지니어링, 제조 및 전자 설계가 미래와 만나는 디지털 엔터프라이즈를 실현하기 위한 혁신에 박차를 가하고 있습니다. Siemens Digital Industries Software의 포괄적인 소프트웨어 및 서비스 통합 포트폴리오인 Xcelerator는 규모를 막론하고 모든 기업이 조직에 혁신을 촉진할 새로운 인사이트, 기회, 자동화 수준을 제공하는 포괄적 디지털 트윈을 생성하고 활용할 수 있도록 지원합니다. Siemens Digital Industries Software 제품과 서비스에 대한 자세한 내용을 보려면 sw.siemens.com/software를 방문하시거나 [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#), [Instagram](#) 계정을 팔로우해 주십시오. Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

siemens.com/software

© 2020 Siemens. 관련 Siemens 상표 목록은 [여기](#)에서 확인할 수 있습니다. 기타 모든 상표는 해당 소유자에 귀속됩니다.

75931-82473-C8-KO 9/20 LOC