

3DEXPERIENCE®

SIMULIA 제품 소개서



CONTENTS

03 **Abaqus Unified FEA**

고급 다물리 솔루션과 사실적 시뮬레이션

08 **Isight**

설계 공간 검색과 최적화 자동 수행

13 **Tosca Structure**

구조 최적화 시스템

18 **fe-safe**

유한요소해석 기반의 피로해석 프로그램

28 **CST Studio Suite**

전자기장 시뮬레이션 소프트웨어

31 **PowerFLOW**

시뮬레이션을 통한 제품 디자인 & 개발 프로세스 개선

34 **SIMPACT**

MULTIBODY SYSTEM SIMULATION SOFTWARE

37 **WAVE6**

NEXT GENERATION VIBRO-ACOUSTICS AND AERO-VIBRO-ACOUSTICS SIMULATION

40 **XFlow**

FLUIDS SIMULATIONS TO IMPROVE REAL-WORLD PERFORMANCE

Abaqus Unified FEA

고급 다물리 솔루션과 사실적 시뮬레이션



Abaqus 통합해석 솔루션

도전 과제

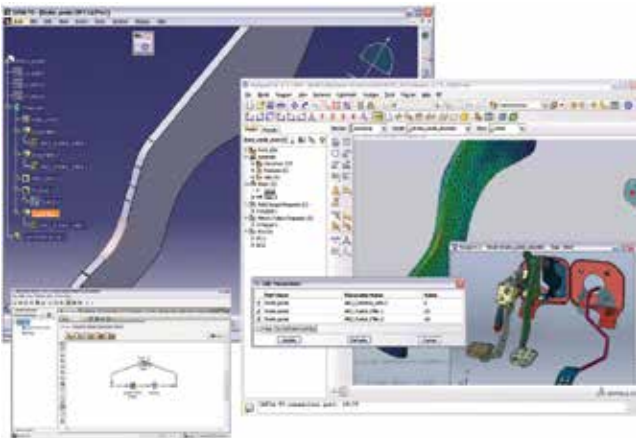
빠르게 변하는 시장에 발맞춰 새롭고 혁신적인 제품을 제공해야 하는 경쟁 속에서 기업은 글로벌화, 생산비용 및 개발기간 감소 등과 같은 많은 도전에 직면하고 있습니다. 시장에서의 경쟁 우위를 차지하기 위한 방안으로 제품 개발 단계에서 실험에 대한 의존성을 줄이고 사실적인 시뮬레이션의 강력한 기능을 활용하는 단계에 이르렀으며, 부품의 무게 감량이나 대체 가능한 재료 개발을 통하여 최적화 된 제품 생산에 박차를 가해야 할 것입니다.

ABAQUS 통합해석 솔루션

SIMULIA는 해석 전문가뿐만 아니라 해석에 대한 지식이 부족한 사용자 전반을 위하여 무한한 확장성을 가지고 있는 통합 해석 프로그램을 제공하고 있습니다. 또한 시뮬레이션 데이터에 대한 공유를 통하여 손쉬운 협업이 가능하며, 이를 통해 정보의 손실없이 신뢰성 있는 제품 개발을 도와드립니다.

통합 해석 프로그램인 Abaqus는 전 산업군을 폭넓게 지원하며, 간단한 공학 문제부터 정교함을 필요로 하는 복잡한 문제까지 다룰 수 있는 강력하고 완벽한 솔루션을 제공합니다.

이미 최고의 기업들은 Abaqus를 통하여 고유한 해석 프로세스와 기법들을 확고히 하고, 비용 절감 및 업무 효율성을 확보함으로써 경쟁사들과의 차별을 두고 있습니다.



Abaqus는 반복 설계에 따른 parameter 변화를 CAD와 Abaqus/CAE에 동시에 반영합니다.

모델링

Abaqus 제품군은 자체 내의 지오메트리를 기반으로 하는 유한요소 모델과 외부에서 생성된 유한요소 모델을 연계하여 사용할 수 있는 하이브리드 모델링 기법을 제공하고 있습니다. Abaqus는 사용하기 쉬우면서도 강력한 모델링 기능과 후처리 작업 환경을 제공하고 있으며, 이미 입증된 해석 과정을 표준화하고 재사용할 수 있습니다. 또한 Abaqus/CAE의 피처를 기반으로 하는 파라메트릭 모델링 기능은 모든 해석에 대하여 매우 효율적이고 효과적인 전후 처리를 가능하게 합니다.

기술 요점

유한요소 해석과 다중 물리 해석

- 선형 및 비선형 해석
- 구조-음향, 열-전기 등의 다중 물리 해석
- 전자기 해석 및 Smoothed Particle-Hydrodynamics 해석

다양한 재질

- 고무, 내열성 플라스틱, 분말 금속, 세포 조직, 토양, 복합재 등등

다양한 연결성

- 유연 다물체 동역학, 제어 및 조인트 거동

접촉, 파손 및 파괴

- 균열, 충격 혹은 충돌 현상 구현

고성능 계산 처리 기능

- 4~256개의 코어를 이용한 빠른 계산 처리 능력

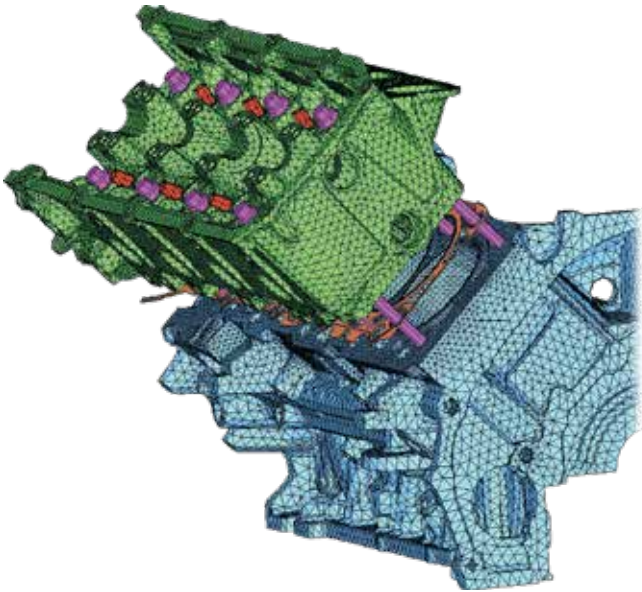
모델링과 결과 분석

- 기본 워크플로우를 사용자화 하는 자동화 툴 제공

파트너 프로그램

- Abaqus와 연동할 수 있는 다양한 산업군의 100개 이상의 제품들

또한 음향, 기구학적 거동, 손상, 파괴 및 파손 해석 등과 같은 Abaqus의 해석 기능들을 완벽하게 지원하며 Abaqus/CAE의 직관적인 사용자 인터페이스는 STEP, INTERACTION, SECTION, MATERIAL, AMPLITUDE와 같은 해석 모델의 정의를 손쉽게 구성할 수 있도록 도와줍니다.



Abaqus는 다양하고 커다란 여러 부품간 접촉과 다양한 재료 물성에 대해 안정적으로 해석을 수행합니다. 그림은 Ford Motor Company 제품

지오메트리

Abaqus/CAE에서는 지오메트리를 직접 생성하거나 외부 CAD 프로그램에서 생성된 정보를 기반으로 파트와 어셈블리를 구성할 수 있습니다. 또한 CATIA, SolidWorks와 Pro/ENGINEER에 대한 CAD 연계 인터페이스를 사용하면 CAD와 CAE간의 어셈블리를 동기화하여 사용자가 기존에 정의한 해석 모델의 정보들을 잃어버리지 않고 신속하게 모델을 업데이트할 수 있습니다.

요소생성

Abaqus/CAE는 종합적인 요소 생성 기능을 갖추고 있으며 단순하고 신속하게 유한 요소를 생성할 수 있는 정교한 기법을 다방면으로 제공하고 있습니다.

접촉

Abaqus는 변형체 - 변형체 및 변형체 - 강체와의 접촉, 자체 접촉 등과 같은 종합적인 접촉 모델링 기능을 제공하고 있습니다. 그 중 일반 접촉(General Contact)기능은 사용자의 최소 정의를 통하여 서로 다른 부품 사이의 접촉을 자동적으로 검사를 합니다. 또한 이 기능은 접촉 조건 정의 상의 오류를 방지할 수 있기 때문에 해의 정확도도 높일 수 있으므로, 자동차나 항공기, 가전제품, 휴대 기기 등과 같은 매우 복잡한 제품에 대하여 접촉을 정의하는 시간을 대폭 단축시킬 수 있습니다.

특별한 기능들

Abaqus는 전체적인 제품 개발 기간을 단축할 수 있도록 혁신적인 해석기법을 제공하고 있습니다. 예를 들어, Direct Cyclic Procedure는 반복 하중하에서 정상 상태 응답을 빠른 시간 내에 구할 수 있는 효율적 해석 기법으로써 고온에 의한 피로가 주 관심사인 전자부품 또는 자동차 파워트레인 부품 등에 적합합니다. 적응 메쉬(Adaptive mesh) 기능은 해석 모델 내에서 관심 영역만을 해석 중에 자동적으로 재분할하여 해석 결과의 정확도를 높임으로써, 사용자가 요소를 생성하는데 있어서 해석 결과의 정확도를 위한 반복적인 요소 생성 작업을 줄일 수 있습니다.

정수압 유체 공간 기법을 이용하면 압력 용기, 유압 작동 기기, 타이어 등 구조물의 기계적 거동을 간단한 방법으로 예측할 수 있습니다.

재질

최근 각종 법규, 환경 문제, 경량화 등과 같은 요구 조건으로 인하여 보다 효율적인 제품 개발을 위하여 신소재에 대한 관심이 높아지고 있습니다.

그 결과, 개발 단계에서부터 납 성분이 없는 뿔이나 복합재, 중합체 등의 신소재 적용을 검토하기도 합니다.

Abaqus 제품군은 일반적인 금속이나 고무 재료뿐만 아니라, 생물학적 조직의 실제 거동을 해석에 반영할 수 있도록 확장된 재료 모델을 제공하고 있습니다.

해석 기능들

선형 및 비선형 구조 해석

내연적(Implicit) 해석 방법은 개스킷 연결 부의 밀폐압, 타이어의 정상 상태 회전, 복합재로 구성된 항공기 동체의 균열 진전 등과 같이 정적 해석이나 저속 상태의 동적 해석에 적합합니다.

또한 회전하는 물체에 가진이 가해지는 문제나 지진으로 인한 빌딩의 진동 문제 등과 같이 이전 단계의 불규칙 하중 변동에 의한 응력 발생 상태를 고려한 선형 해석도 지원합니다.

외연적(Explicit) 해석 방법은 가전 제품의 낙하 해석, 차량 충돌 해석, 탄도 충격 해석 등과 같이 비교적 짧은 시간 내에 발생하는 동적 해석에 적합합니다.

다중 물리 해석

요즘 산업계의 다양한 사례들은 다중 물리가 고려되어야 하는 경우가 대부분입니다. 예를 들어, 안전하고 효과적인 혈전 용해제가 코팅된 스텐트를 설계하기 위해서는 혈액 유동과 스텐트 변형을 동시에 고려해야 합니다.

Abaqus는 이러한 다중 물리 거동을 묘사하기 위하여 열 - 응력, 열 - 전기, 저주파수의 전자기, 구조 - 음향 및 다공극 물질이 통과하는 유동 해석 프로시저 등을 제공합니다.

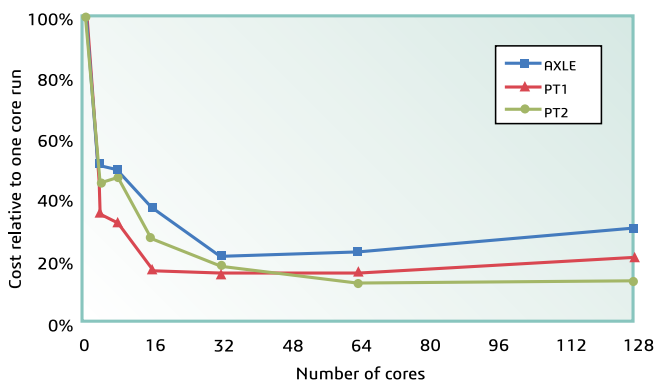
Abaqus내 전산유체유동(CFD) 해석 기능은 배기계 냉각 시스템 및 혈관 내부의 혈액 유동과 같은 난류와 메쉬 변형이 포함된 비 압축성 유동 문제를 해석할 수 있습니다.

또한 SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 혹은 CEL (Coupled Eulerian-Lagrangian) 기능을 포함하는 유동 - 구조 상호관계(FSI:Fluid-Structure Interaction) 해석을 위하여 자체 CFD 이외에 외부의 CFD프로그램과의 연동이 가능합니다.

사용 용이성과 고성능 컴퓨팅이 결합된 신뢰성과 정확성은 Abaqus가 실제 작동 조건에서 재료 및 제품 거동을 해석하는데 필수 불가결한 것입니다.

고성능 계산 처리 기능

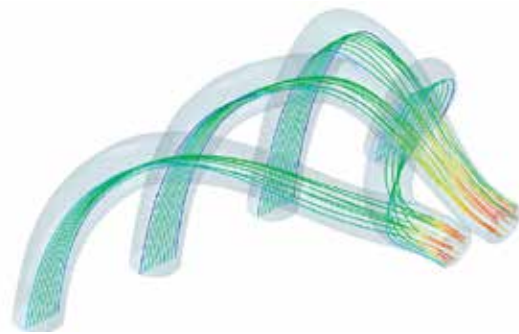
제품의 상세한 설계나 다양한 공정 시나리오에 대한 검토 시 해석시간을 단축할 필요가 있습니다. Abaqus의 분산 병렬 처리 (Distributed Memory Parallel) 솔버는 높은 계산 효율성과 신뢰성을 바탕으로 하고 있습니다. Abaqus 외연적 병렬 연산은 영역 분할 기법을 기반으로 계산 처리 속도를 높여 동적 문제의 계산 효율을 향상시키고 있습니다. 최근 이러한 병렬 연산 처리 기술이 클러스터와 결합되면서 많은 응용 문제들이 싱글 코어를 사용 시에 수 일이 걸리던 작업이 멀티 코어를 사용함으로써 수 시간 만에 작업을 마칠 수 있습니다.



5백만개에서 9백만개 자유도를 갖는 세 가지 다른 예제는 core 수 증가에 따른 비용과 계산시간의 감소를 보여주고 있습니다. 이 예에서 비용 대비 계산 속도가 가장 잘 균형 잡힌 것은 64개 core를 사용하는 경우입니다

결과 분석

Abaqus에서 제공하는 다양한 가시화 옵션들로 구성된 종합적인 후처리 기능은 사용자가 해석 결과를 분석하고 처리하는데 많은 도움을 줍니다. 해석 작업 진단 기능은 해석 진행 상황을 파악할 수 있도록 해 줍니다. 매우 크고 복잡한 해석 모델도 컨투어(Contour) 플롯, 경로(Path)별 플롯, X-Y 그래프 플롯 등의 다양한 기능을 사용하여 결과를 표시할 수 있습니다. 또한 특정 내부 영역에 대한 결과를 디스플레이 그룹이나 뷰컷 (View Cut), 자유 물체 표기 (Free-Body Display) 기능을 사용하여 확인할 수 있습니다.



Abaqus에서 Stream toolset은 사용자가 모델의 유체 흐름의 표시를 허용하는 그 길이에 따라 정의된 몇 개의 점이 만드는 라인 곡선이나 레이크를 위치시키는 것에 의해 시각화 하도록 할 수 있습니다. 예제는 배기 매니폴드의 혼합 열 전달 해석 결과입니다.

CUSTOMER STORY

SMITH & NEPHEW STUDIES PERFORMANCE OF REPLACEMENT JOINTS

운동 중 부상이나 심한 사고 등으로 인하여 무릎에 손상이 된 경우, 그 수명이 달라지게 됩니다. 부상이나 관절염 등을 성공적으로 치료하기 위해 무릎 교체 수술을 진행하는데, 이 때 쓰이는 임플란트의 재료의 수명과 기능을 향상시키기 위하여 노력하고 있습니다.

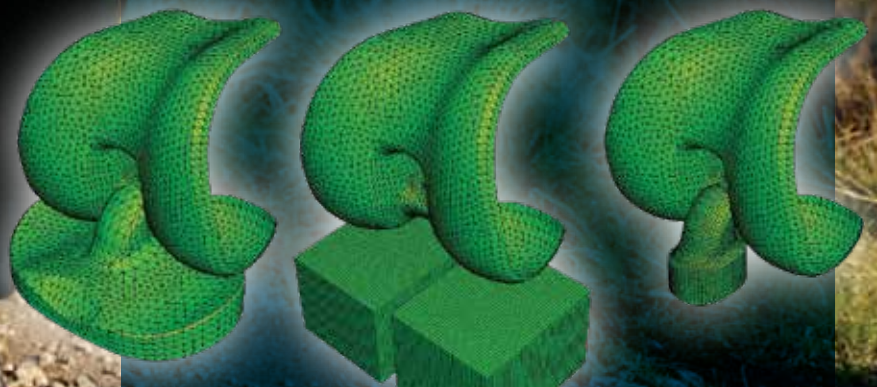
Smith & Nephew 유럽 무릎 연구센터는 Abaqus를 사용하여 제품 디자인과 성능 개선을 위한 다양한 연구를 합니다. 무릎의 임플란트와 연결 구조물들을 사실적으로 모델링하여, 실제로 보기 어려운 수술 후 환자들의 무릎 상태를 예측하는데 도움을 주고 있습니다.

Download the full paper:

www.3ds.com/company/customer-stories

Abaqus는 무릎관절 치환술 환자가 수술 후에 온전하고 활동적인 생활을 위해 그들이 원하는 모든 것을 할 수 있도록 설계 하는 데 더욱 밀접하게 도움을 주고 있습니다.

Bernardo Innocenti,
Lead Project Manager for Numerical Kinematics,
European Centre for Knee Research, Smith & Nephew



Isight

설계 공간 검색과 최적화
자동 수행



도전 과제

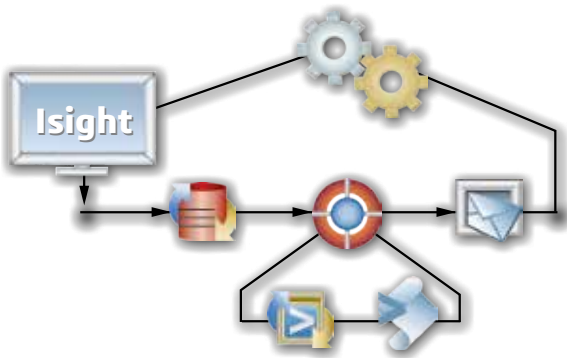
오늘날 컴퓨터를 이용한 제품 개발과 제조환경에서 설계자와 엔지니어는 제품 설계 및 해석을 하기 위하여 다양한 소프트웨어 툴을 사용하고 있습니다. 이러한 다양한 소프트웨어를 사용하는 설계, 해석 절차는 상당한 시간을 필요로 하며 설계에 유용한 정보를 확보하기 위해서는 다양한 설계 안들의 검토가 필요합니다. 하지만 현실적으로 수작업에 의한 다양한 설계안을 검토하기에는 한계가 있습니다.

주요 장점

- 시간, 비용 절약
- 제품 성능 개선
- 경쟁력 우위

SIMULIA's Isight Solution

Isight는 설계 초기 단계에서 다양한 설계 안들에 대한 검토를 위하여 여러 설계, 시뮬레이션 소프트웨어로 구성되는 설계 평가 프로세스의 자동화 모델링을 위한 개방형 시스템을 제공합니다. 자동화된 프로세스 모델을 기반으로 설계자들은 실험계획법, DFSS(Design for Six Sigma) 등과 같은 통계적 방법과 다양한 방법론의 최적화 적용을 통하여 제품의 성능 개선, 원가 절감, 설계 기간 단축 등의 효과를 기대할 수 있습니다.



Isight는 시뮬레이션 프로세스 내에서 해석 모델과 응용 프로그램들을 통합하고 자동화하여 실행 결과물로부터 설계 해 공간을 탐색합니다. 그리고 요구되는 제한조건을 만족하는 최적의 설계 안을 도출합니다. Isight의 프로세스 변수들의 흐름을 제어하고 매핑하는 기능은 수작업 과정에서 발생 가능한 오류를 방지하고 설계 안의 탐색 효율을 효과적으로 향상시킵니다.

표준 Component Framework 제공

Isight는 다양한 설계 및 해석 모델의 통합과 실행을 위하여 Excel™, Word™, CATIA V5™, Dymola™, MATLAB®, Text I/O Applications, Python Scripting 그리고 데이터 베이스 등을 포함하는 표준 Component 라이브러리를 제공합니다.

이러한 Component들을 사용하여 사용자는 손쉽게 설계, 해석 프로그램들의 입력 파일을 수정하고, 프로그램을 실행하며, 출력

결과를 추출할 수 있습니다.

Eclipse™ 기반의 Component 개발환경은 Component의 개발을 지원하는 반면, Open API는 추가적으로 Isight기능을 확장할 수 있습니다. 이 개방형 Architecture는 SIMULIA와 파트너사가 광범위한 응용 프로그램의 Component들을 제공할 수 있도록 도와줍니다.

Component 기반의 접근방법은 프로세스 모델의 작성과 관리를 용이하게 하며, Component 별 독립적인 버전관리 및 업데이트 기능을 제공합니다.



시뮬레이션 프로세스화

직관적인 Design Gateway의 GUI (graphical user interface) 환경은 사용자가 다양한 해석분야, 프로그래밍 언어 또는 파일 형식에 상관없이 신속히 통합된 시뮬레이션 프로세스 모델을 만들 수 있도록 합니다.

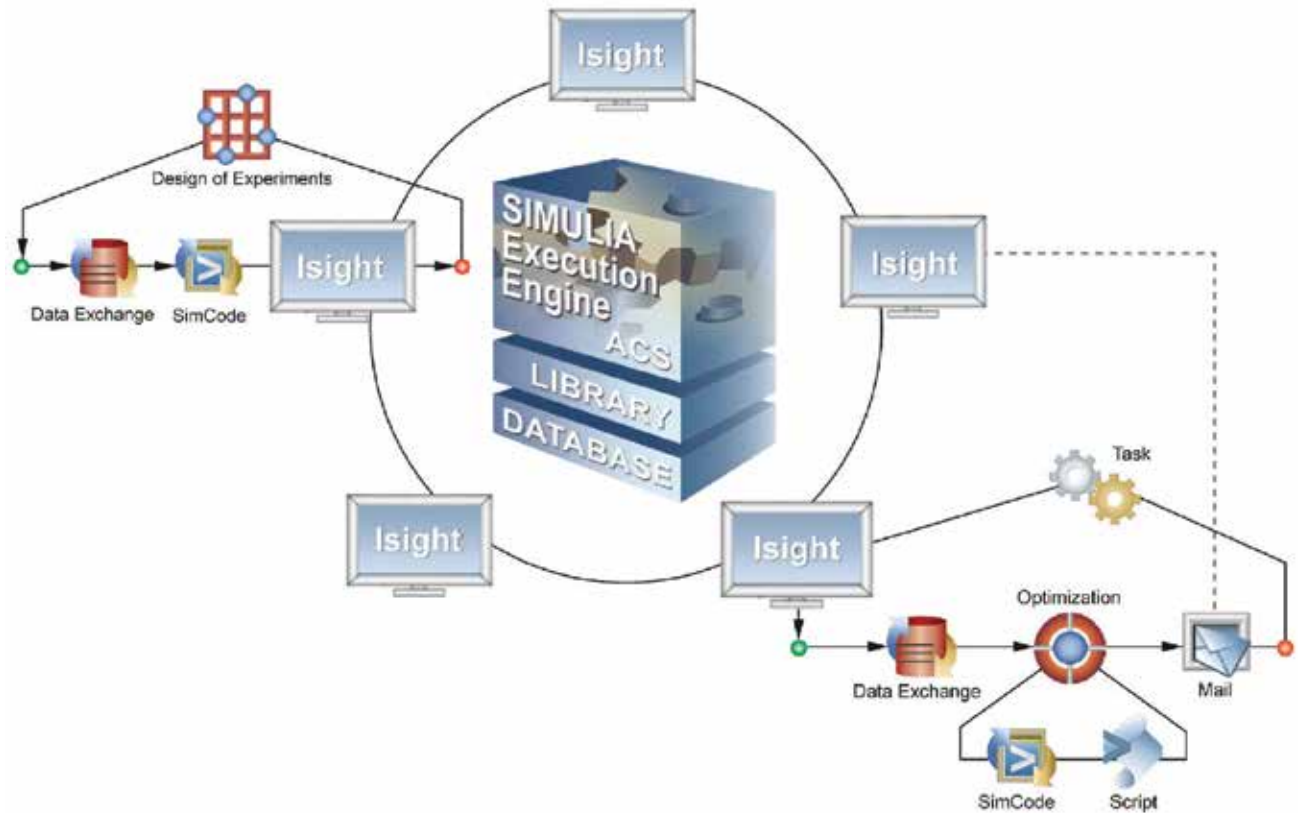
Isight는 Drag & Drop 방식의 프로세스 모델링, 파라미터 흐름제어 그리고 최적화를 위한 정식화 기능을 제공합니다.

더불어 Isight는 프로세스 제어를 위한 프로세스의 조건 분기 반복 프로세스 실행 등의 다양한 로직을 지원합니다. 이러한 유연한 구조는 활용도가 높은 프로세스의 작성을 가능하게 합니다.

프로세스 작성이 확정되면, 사용자 인터페이스는 외부에서 정의된 설계 변수의 상세 사항을 손쉽게 불러올 수 있는 기능을 제공합니다.

이를 통해 사용자는 보다 빠르고 쉽게 설계변수 설정을 수정할 수 있습니다. 또한 사용자 편의를 위한 기능으로 프로세스 또는 파라미터의 검색 확인기능, 파라미터 그룹핑 기능 등을 제공합니다.

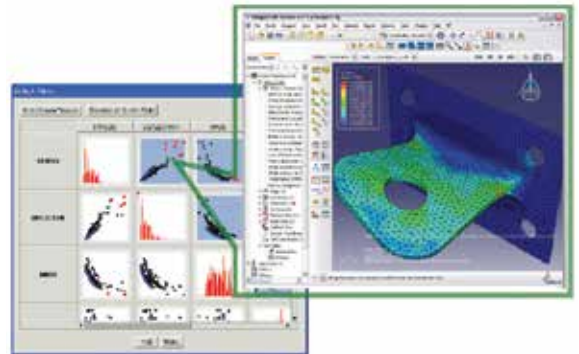
Isight로 만들어진 시뮬레이션 프로세스 모델은 Runtime Gateway에서 SEE (SIMULIA Execution Engine)를 통하여 공유되고 재사용될 수 있으며, 실행 결과 등은 SEE를 통하여 자동으로 관리됩니다.



Isight로 만들어진 시뮬레이션 프로세스 모델은 Runtime Gateway에서 SEE (SIMULIA Execution Engine)를 통하여 공유되고 재사용될 수 있으며, 실행 결과 등은 SEE를 통하여 자동으로 관리됩니다.

프로세스 실행, 결과 확인 및 분석

자동화된 엔지니어링 프로세스 모델의 실행은 Runtime Gateway를 통하여 수행됩니다. 모든 작업 결과는 Isight에 내장된 데이터베이스에 자동으로 저장, 관리됩니다. Runtime Gateway는 설계 탐색 결과로부터 유용한 정보를 추출하기 위한 기능으로 테이블, 2D 및 3D Plot, Data Mining, Correlation Map 등의 다양한 데이터 분석 기능을 지원합니다. 또한 근사모델을 통한 설계 변수와 성능 간의 상관관계 등의 실시간 분석을 위한 기능들을 제공합니다.

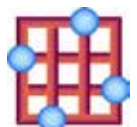


시뮬레이션 결과의 산포도. Abaqus Stress Field 와 같은 데이터는 기본 Viewer 에서 한 번의 클릭으로 가시화하여 확인할 수 있습니다.

Isight는 다수의 Process Component 라이브러리를 제공함으로써 빠르고 정확하게 설계영역에 대한 특성을 파악할 수 있도록 도와줍니다.

실험계획법 (Design of Experiments)

DOE Component는 엔지니어가 빠르게 설계 변수의 민감도를 평가하고 설계변수 간의 작용을 파악할 수 있도록 도와줍니다. DOE 실행에 의해 만들어진 데이터는 최적화 방법을 적용하기 위한 기초 데이터 또는 근사모델 작성을 위한 데이터로도 사용될 수 있습니다.



최적화 (Optimization)

Isight는 다양한 문제에 적용할 수 있는 수리적 기법, 패턴서치 기법, 전역탐색 기법, 다목적 최적화 기법, 자율형 최적화 기법 등을 제공하며 사용자는 각의 범주에 해당하는 최적화 기법들 및 실험계획법, 근사모델링 기능들을 조합하여 최적화 전략을 수립, 사용할 수 있습니다.



데이터 매칭 (Data Matching)

Data Matching Component는 시뮬레이션 결과와 실험 데이터와의 차이를 최적화 기법을 이용하여 최소화 할수 있도록 차이를 평가하는 다양한 함수들을 제공합니다. Data Matching Component를 사용하여 사용자는 시험과 해석 데이터의 차이를 효과적으로 개선할 수 있습니다.



근사모델링 (Approximations)과 Visual Design Driver

근사모델링 기능은 실제적인 시뮬레이션 결과를 이용하여 수학적 함수모델을 구성하여 설계 결과를 실시간으로 예측할 수 있도록 도와줍니다. Visual Design Driver는 사용자가 근사모델을 통하여 다양한 시각에서 설계 안을 검토하고 설계해 공간을 가시적이며 직관적으로 탐색할 수 있는 기능을 제공합니다.



품질 기법 (Quality Methods)

Isight는 제품의 작동환경 및 생산과정 중에 발생할 수 있는 변동성을 고려할 수 있는 확률통계적인 방법을 제공하고 있습니다. 몬테카를로 시뮬레이션(MCS) 기법은 설계, 생산 과정에서 발생하는 불확실성과 임의성을 파악하기 위한 통계적인 방법론을 제공합니다. 사용자는 MCS를 사용하여 설계 변수의 불확실성이 시스템 응답에 미치는 영향을 평가하고 시스템 응답 특성을 확률 통계적(평균, 분산, 분포 등)으로 파악할 수 있습니다.



CUSTOMER STORY

BAKER HUGHES 개발기간을 2개월에서 2일로 단축

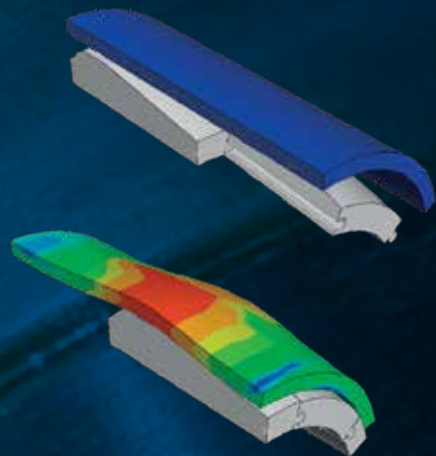
확장형 관의 사용은 유정의 천공과 완성을 위한 효과적인 기술로 대두되고 있습니다. 유정의 특정 요구 조건과 운용 환경에 따른 확장형관의 소성 변형으로 발생하는 설계 문제에 대한 일반적인 설계 접근 방법은 Downhole의 형상을 결정하는 것입니다.

이는 설계자들에게 전혀 없는 도전을 의미하며 요구조건을 만족하는 Downhole의 설계는 상당한 비용과 시간을 요합니다. 비용과 설계 기간 단축을 위하여 Baker Hughes는 Isight의 프로세스 자동화 최적화 기능을 적용하였으며 그 결과로 상이한 두 가지 연결부에 공통으로 적용할 수 있는 Downhole 설계 안을 도출하였습니다. 아울러 2개월 이상 소요되는 설계 기간은 2일로 단축되었습니다.

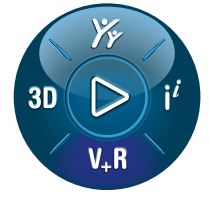
Download the full paper at
www.simulia.com/cust_ref

**Isight 를 사용하지 않았다면 결코
효과적인 구조 형상을 찾을 수 없었을
것이다.**

Jeff Williams,
Project Engineer, Baker Hughes



Images courtesy of Baker Hughes



3DEXPERIENCE®

Tosca Structure

구조 최적화 시스템



SIMULIA Tosca Structure는 산업 표준 유한요소해석프로그램(Abaqus, ANSYS, MSC Nastran)를 이용하여 Topology, Shape 및 Bead 최적화를 제공하는 Non-Parametric 구조 최적화용 소프트웨어 시스템입니다. 모델 Parameter를 지정할 필요가 없기 때문에 설정 방법은 간단합니다. 최적화에는 기존 해석 프로그램의 input 파일이 사용됩니다. Tosca Structure는 시장선도형 기술을 기반으로 하며 Non-Parametric Morphing 방식뿐 아니라 비선형 해석 및 피로를 사용해 최적화를 위한 고급 기능을 제공합니다.

Tosca Structure의 특징

혁신적이고 가벼운 설계

Topology optimization

더 가벼우면서도 더욱 단단한 구조의 설계가 가능해집니다. 가볍고 바로 제조 가능한 제품 생산 가능하게 하며, 제품 출시 시기와 물리적 테스트 및 시제품 제작 횟수를 줄일 수 있습니다.



설계 보완으로 보다 우수한 내구성 및 강도 확보

Shape optimization

기존 설계를 보완하여 보다 신뢰할 수 있고 내구성 강한 부품을 제작할 수 있습니다. 표면 형상치수가 자동 수정되어 응력, 변형, 휨손이 각각 발생하거나 세 가지가 동시에 발생하는 경우에도 모두 최소화할 수 있습니다.



효율적 Bead 패턴으로 강성 개선 및 소음 감소

Bead optimization

판재 구조의 정적 및 동적 행태를 개선할 수 있습니다. 제조상의 제약과 복잡한 형상, 실제 하중을 고려하여 최적의 Bead 배치도를 제작할 수 있습니다.



최적화된 판 두께를 통한 최고의 정적 및 동적거동 확보

Sizing optimization

무게, 강성 및 동적거동 간의 상관성을 최적화하여 재료를 절약하고 편의성을 개선할 수 있습니다.



Tosca Structure의 고급 기능

사실적 시뮬레이션 모델을 고려한 완벽한 최적화 실현

비선형 해석 – 접촉, 재료 비선형 및 대변형과 연계하여 Topology, Shape 및 Bead 최적화의 장점을 활용할 수 있습니다.

무게 감소 및 신뢰성 확보

내구성 – 표준 피로 해석 프로그램이나 자체 개발한 피로 해석 프로그램과 함께 피로 시뮬레이션 결과를 이용하여 Shape 최적화의 완성도를 높일 수 있습니다. 믿을 만한 부품 제작을 위해 무게를 줄이고 가장 우수한 품질 결과를 확보할 수 있습니다.

신속한 요소 수정으로 보다 빠르게 설계 결정

Morphing – 빠르고 손쉽게 설계 변수를 생성하여 Shape 최적화 범위를 넓힐 수 있습니다. 수정한 Shape를 기존의 유한요소체에 바로 반영하여 번거로운 중간 CAD 수정 작업을 생략할 수 있습니다.

각 산업의 Tosca Structure 이용 사례

풍력 터빈의 메인 프레임

Tosca Structure.topology를 이용한 최적화

풍력 터빈의 크기가 클수록 강성과 강도 요건을 충족하기가 상대적으로 더 어렵습니다. 메인 프레임을 재설계하는 경우라도 최적의 동적 거동을 가진 경제적인 설계 작업으로 이어져야 합니다.

실제 사례: Topology 최적화를 적용하여 정적, 동적 기준을 충족하는 보다 경량화된 구조물을 결과로 얻을 수 있었습니다. Under-cut 등의 제조공정상의 제약을 고려하여 생산 가능한 최적화 결과를 도출하였습니다. 약 40%의 중량의 감소와 보다 빠른 개발 기간 내에 제품 생산을 이루어 내었습니다.



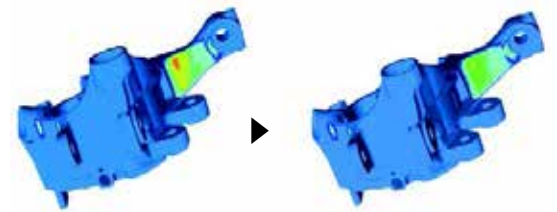
Suzlon GmbH의 공개 결과
Tosca Structure를 사용한 제품 개발 프로세스는 풍력 터빈 메인 프레임의 출시 시기를 앞당길 수 있었으며, 40%에 달하는 질량 감소로 더욱 가벼운 주요 구조물을 생산할 수 있게 되었습니다.

Rear wheel carrier

Tosca Structure.shape를 이용한 최적화

사시 부품의 중량을 최적화하려면 강도, 피로도, 소성 및 강성과 같은 여러 가지 기준을 고려해야 합니다.

실제 사례: 다수의 하중과 최대 허용응력을 고려하여 Rear Wheel Carrier를 설계하였으나 설계요구조건을 만족하는 설계안을 찾지 못하였습니다. Tosca Structure를 이용한 재설계작업은 오류가 발생하기 쉬운 모델링 재 수정작업과 시간이 오래 소요되는 Parameter화 하는 작업 등을 보다 편리하게 최적화의 방법으로 재설계를 수행할 수 있었습니다. 20번의 최적화 검토 후, 초기 모델대비 중량감소와 성능의 개선이 이루어진 최적결과가 도출 되었습니다.



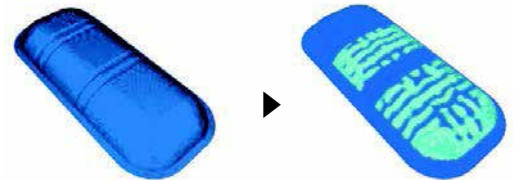
BMW Group의 공개 결과
Damage 기준이 초기보다 60% 감소했습니다. 그와 동시에 과거 강성 기준에서 벗어나 있었던 경우도 강성도 기준을 충족한 상태입니다.

Automotive muffler

Tosca Structure.bead를 이용한 최적화

소음 문제의 발생으로 엔지니어들은 머플러에 대한 최적의 동적 응답을 찾기 시작했습니다. 구조 강성 및 진동거동과 같은 주요 품질 기준도 충족해야 합니다.

실제 사례: 소음을 줄이고 구조 강성을 개선을 위해, Sheet 구조물에서 Bead 형상 최적화 방법이 적용되었습니다. Tosca Structure.bead의 자동 루프를 통해 단 세 차례의 유한요소 분석만 거치기도 최적의 Bead 레이아웃 결과를 얻게 되었습니다. 아울러 제조 기준을 곧바로 적용할 수 있게 되어 분석 공정부터 생산 공정까지 완료 시간이 단축되었습니다.



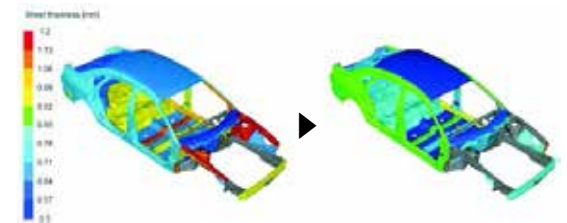
Tenneco의 공개 결과
Tosca Structure를 활용하면 단 세 번의 FE 분석만으로 최적의 Bead 레이아웃 형상을 얻어냈습니다. 1차 및 2차 고유진동수도 각각 280Hz에서 520Hz, 340Hz에서 570Hz로 크게 향상되었습니다. 소음도 그에 상응하는 만큼 감소했습니다.

Body-in-White

Tosca Structure.sizing를 이용한 최적화

연비 향상을 위해 중량 개선은 자동차 산업의 핵심 목표 중 하나입니다. 차체의 무게를 크게 줄이려면 무게, 강성, 동적거동 간의 균형을 최적화해야 합니다.

실제 사례: Tosca Structure.sizing은 중량 감소에 중점을 두어 범주별 또는 개별적으로 형성되어 있는 강판 두께를 구성 요소 수준까지 최적화합니다. 이러한 방법으로 차체의 가장 적합한 정적 및 동적거동을 찾아낼 수 있습니다. Tosca Structure.sizing은 다중 복합 하중 조건, 강도 및 제조상의 요건을 고려함으로써 전반적인 환경 효율성 개선에 대한 성능 및 생산 목표를 달성하는데 유용합니다.



Tosca Structure.sizing을 이용하여 무게, 강도 및 동적거동의 균형을 최적화한 결과, 329kg이었던 중량이 280kg으로 15% 감소했습니다. 향상된 강도 덕분에 편의성도 개선됐으며 개발 시간도 단축된 데다 다른 모든 성능 목표도 달성할 수 있었습니다.

지원강력한 최적화 인터페이스

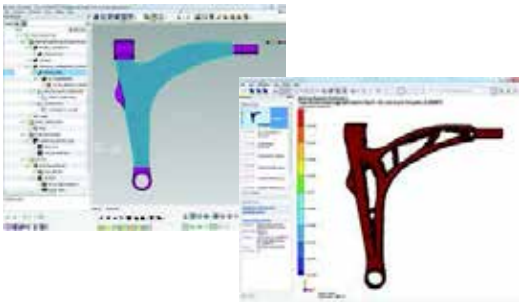
Tosca Structure는 개방형 최적화 솔루션답게 다양한 그래픽 사용자 인터페이스를 제공합니다. 고객의 독특한 CAE 환경에 맞춰서 각종 기능을 갖춘 사용자 인터페이스를 선택 및 사용할 수 있습니다. 직관적인 그래픽 사용자 인터페이스를 이용하여 최적화 작업 및 작업 단계를 손쉽게 설정하여 실행할 수 있습니다.

Optimization module in Abaqus/CAE

- 3D Abaqus Standard 모델에서 Interactive 방식으로 최적화 작업 정의
- 친숙한 Abaqus/CAE 환경에서 직접 최적화 작업 작성, 실행 및 후처리 가능
- 자동 일관성 검사 기능 지원
- 최적화 및 FEA 작업용 통합 그래픽 사용자 인터페이스 지원

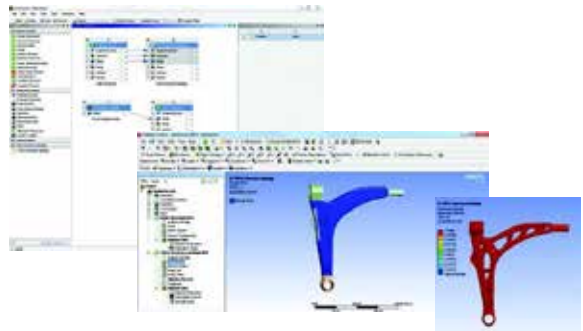
Tosca ANSA environment (TAE)

- Abaqus, ANSYS, MSC Nastran을 지원하는 해석 프로그램 Input 을 이용하여 Interactive 방식으로 최적화 작업 정의
- 별도의 FE 모델 수정 과정을 거칠 필요 없이 (ANSA 전처리 기술을 토대로) 최적화 작업 작성, 실행 및 후처리 가능
- 자동 일관성 검사 기능 지원
- 완전 자동화된 검증 기능 지원
- Tosca Structure.view가 통합되어 있어 결과 시각화 가능



Tosca Extension for ANSYS Workbench

- 3D ANSYS Workbench 모델에서 Interactive 방식으로 형상 최적화 작업 정의
- 친숙한 ANSYS Workbench 환경에서 최적화 작업 작성, 실행 및 후처리 가능
- 일관성 자동 검사 기능 지원
- 반자동 검증 기능



ANSA

- Abaqus, ANSYS, MSC Nastran을 지원하는 3D 모델에서 Interactive 방식으로 최적화 작업 정의
- (ANSA가 통합되어 있어서) 별도의 FE 모델 수정 과정을 거칠 필요 없이 최적화 작업 작성, 실행 및 후처리 가능
- 자동 일관성 검사 기능 지원
- 완전 자동화된 검증 기능 지원
- Tosca Structure.view가 통합되어 있어 결과 시각화 가능



Tosca Structue.gui

- FE 모델의 기존 특성과 그룹 정의를 이용하여 최적화 작업 정의
- Tosca Input 파일 양식을 토대로 최적화 작업 작성 가능
- 최적화 작업 작성 및 실행 가능
- 표준 작업을 손쉽게 빠르게 마칠 수 있는 마법사 지원
- Tosca Structure.view가 지원되므로 결과를 시각화 가능
- Abaqus, ANSYS, MSC Nastran FE 모델 지원



Tosca Structure가 지원되는 최적화 솔루션의 주요 이점

Tosca Structure는 고품질 시뮬레이션 결과를 얻는 데 적합한 등급 최고의 최적화 기술로 무장하고 있습니다. 재료 및 형상치수 비선형성 (대변형 및 접촉)과 같은 고급 시뮬레이션 기능을 활용함과 동시에 최적화의 잠재력을 최대한 발휘할 수 있습니다.

Tosca Structure는 재료와 무게를 크게 줄일 수 있는 최적화된 제품의 설계 Concept을 생성합니다. 제품 개발 초기 단계의 최적화는 제품 개발 시간을 단축하는 데 도움이 되므로 제품 출시 시기를 더욱 앞당길 수 있습니다. 따라서 혁신적인 첨단 설계로 시장에서 경쟁 우위를 점하고 유지하기가 수월해 집니다.

주도기술 요점

- 주요 FEA 및 내구성 해석 프로그램과의 원활한 통합
- 기존 지식과 모델 바로 활용
- 시간이 걸리는 Parameter 작성이 필요 없는 완벽한 설계 유연성
- 형상 Morphing 기능을 이용하여 중간 CAD 수정 없이 신속하고 손쉽게 설계 변경도 생성
- 매우 충실한 비선형 분석 및 내구성 최적화
- 정적, 동적, 열 기계적 요건을 충족할 수 있는 동시 최적화
- 복잡한 제조 조건 충족
- 자동 검증 분석 실행 및 CAD 시스템에 직접 데이터 전송

경제적 이점

- 기존 IT 투자의 경제적 활용
- 분석에서부터 설계 또는 제조 공정까지 보다 신속하게 완료
- 더욱 견고하고 가벼운 제품 설계 실현
- 최적화된 제품을 통한 시장 혁신 주도기술

INDUSTRIAL APPLICATION EXAMPLES OF Tosca Structure

<p>Transportation & Mobility Brake, Wheel Carrier, Wishbone, Exhaust Muffler, Turbocharger Housing</p> 	<p>Marine & Offshore Drive-Shaft, Crankshaft, Crankcase</p> 	<p>Aerospace & Defense Engine and Gearing Components</p> 
<p>Energy, Process & Utilities Drive-Shaft, Hub, Machine Slide, Rotary Blades</p> 		<p>Life Science Medical Devices, Measuring Technique, Hearing Aids</p> 
<p>Industrial Equipment Telehandler Axle, Tractor Lever, Ma-chine Slide, Machine Housing Cylinder Head, Oil Pan, Turbocharger Housing</p> 	<p>Consumer Goods & Consumer Packaged Goods Beverage Bottles, Packaging, Household Appliance</p> 	<p>Find more applications on our website www.3ds.com/tosca</p>



3DEXPERIENCE®

fe-safe

유한요소해석 기반의 피로해석 프로그램



개요

fe-safe®는 다쏘시스템 시뮬리아 브랜드의 제품군으로 피로해석 분야를 선도하고 있습니다.

자동차와 대형트럭, 건설장비, 조선, 방위산업, 해양시설, 발전설비, 풍력 에너지 및 의료공학 등 다양한 산업 부문의 주요 선도기업들이 fe-safe®를 표준 피로해석 프로그램으로 사용하고 있습니다.

피로해석 프로그램인 fe-safe®는 1990년대 초부터 산업계와의 협업을 통하여 산업계의 피로해석 표준기술을 개발하여 탑재하고 있습니다.

fe-safe®는 다축-변형률 기반의 피로해석기술을 사용하는 최초의 상용 피로해석 프로그램입니다.

fe-safe®에서는 열-기계적 피로, 크리프(creep)피로, 그리고 구조응력 기반의 용접부 피로수명 예측에 대한 독보적인 피로해석기술을 제공합니다.

fe-safe®는 피로해석 결과의 신뢰성, 해석 속도, 포괄적인 기능 및 사용자 편의성 측면에서의 우수성을 인정 받고 있습니다.

사용자의 복잡한 피로해석 문제에 대해서도 fe-safe®는 설계 단계에서부터 효율적으로 적용되고 있으며, 제품 설계 시의 목표 내구성을 확보할 수 있도록 지원하고 있습니다.

소개

제조업체들은 보다 빠른 시간 내에 요구 성능을 만족하면서 경량화된 제품을 생산함과 동시에, 품질보증 비용과 제조결함 보상 비용을 포함한 모든 비용을 줄여야 하는 시장의 요구사항에 대한 압박을 받고 있습니다.

첨단 기술을 이용하여 시장의 까다로운 요구사항에 대응할 수 있습니다.

강도설계를 위해 유한요소해석(Finite Element Analysis) 기반의 첨단 해석기술을 이용하고 있는 사용자들은 많지만, 피로해석 부분의 경우에는 여전히 응력해석 결과 기반으로 사용자의 수작업을 통한 취약부 및 내구성능 예측 작업이 수행되고 있습니다. 이러한 과정은 시간 소모적이며, 실제 균열 발생 위치를 예측할 수 없기 때문에 신뢰성 확보가 불가능합니다.

실험실 환경에서 시제품을 이용하여 내구성을 검증하는 것은 매우 시간 소모적인 방법입니다. 시제품을 이용한 내구성능 검증 시험 중에 내구문제가 확인되었을 경우, 초기 설계-시험-개선 설계 과정을 반복적으로 수행될 수밖에 없습니다. 시제품을 이용하여 내구성을 평가하는 경우, 목표 기간 내에 제품 개발이 불가능하고 제품 출시가 늦어질 수밖에 없습니다.

주요 이점

개발 단계에서부터 fe-safe®를 이용한 내구성능을 평가함으로써 다음과 같은 기대 효과를 얻을 수 있습니다.

- 재료비 및 중량 절감을 위한 설계최적화
- 제품 제조결함 보상 및 품질 보증 비용 감소
- 설계 및 시험 평가 기준의 최적화 및 검증
- fe-safe®에서는 변형률 계측 결과와 해석 결과를 모두 사용할 수 있기 때문에 동일 사용자 환경에서의 시험-해석 상관성 개선 작업 가능
- 시제품 내구성능 검증 시간 단축
- 피로해석 속도 향상을 통한 사용자 작업 시간 단축
- 개발 초기 단계에서 제품의 내구시험 목표 만족 여부에 대한 높은 확신

리어 트레일링암 링크 시제품의 연속용접부 피로해석

시제품 내구시험 중의 피로균열 발생: **목표 수명의 83% 시점**
fe-safe®를 이용한 피로균열 발생 예측: **목표 수명의 81% 시점**

Federal Mogul Technology, USA

fe-safe® 피로수명 분포

피로해석 기술 개발 - 첨단의 다축피로 알고리즘을 사용하는 것이 fe-safe만의 독보적인 기술



주요 질문

fe-safe®는 사용자들이 다음과 같은 문제에 대응할 수 있도록 지원합니다.

제품의 피로수명은 얼마일까?

구조해석에서의 탄성 응력해석결과를 fe-safe환경에서 소성 변형률로 자동적으로 변경하는 기능을 제공하고 있으며, 각 요소에서 18개면에 대한 손상도를 모두 계산하도록 한 임계평면법 기반의 다축 피로해석 기술을 적용하고 있습니다. 피로해석 결과를 유한요소모델 상에 가시화함으로써 균열 발생이 예측되는 위치와 피로수명을 확인할 수 있습니다.

균열이 진전할까?

fe-safe®에서는 파괴역학 기반의 임계 길이 방법을 이용하여 균열 진전에 대한 해석을 진행합니다. 균열이 이미 발생하였지만 파손될 때까지 진전하지 않을 경우, 허용 설계응력을 높일 수 있고, 경량화 구현 및 효율적인 설계가 가능할 수 있습니다.

어느 영역에서 중량을 감소시킬 수 있을까? 아니면 단면 보강이 필요한 영역은 어디인지?

fe-safe®에서는 내구성능을 만족할 수 있는 허용 응력 또는 허용 하중 수준을 계산할 수 있으며, 이를 강도지수(Factor of Strength)라고 합니다.

fe-safe®는 하중이나 응력의 변화로 인해 발생하는 소성변형을 고려할 수 있습니다.

fe-safe®는 계산 결과를 분포 형태로 가시화하여 각 절점 위치에서 강도성능 만족 또는 불만족 여부를 확인할 수 있도록 지원합니다.

설계 제품의 신뢰성 수준은?

제품 사용 중의 피로파손에 따른 품질보증 비용을 절감하기 위해 재료 강도의 산포 및 하중이력의 산포를 고려하여 보증 기간을 결정합니다. 이를 통해 조립 구조물의 각 구성 부품에 대한 일관된 신뢰성을 확보할 수 있습니다.

피로해석 중에 피로균열 발생수명뿐만 아니라 강도지수(FOS) 및 생존율을 동시에 계산할 수 있습니다. 이를 통하여 설계 안전율과 내구 신뢰성 간의 관계를 파악할 수 있습니다.

피로 손상을 유발하는 주요 하중은 무엇인지?

fe-safe®에서는 민감도 해석 기능을 통해 구조물에 작용하는 하중이력들 중 피로 손상의 주요 하중을 확인할 수 있습니다. 민감도 해석 결과를 통해 개선방안 산출, 가속 내구시험 조건 설정 및 검증 작업이 가능합니다.

입력 하중이력들 중 각 하중의 피로손상 기여도를 파악할 수 있기 때문에 주요 하중만을 고려한 최적의 내구시험 조건 설정 및 검증할 수 있습니다.

피로 균열을 발생 원인은 무엇인지?

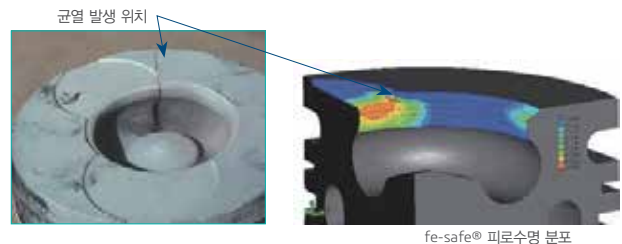
fe-safe®에서는 피로수명과 관련된 취약부, 각 요소 및 절점에서의 응력이력 및 변형률 이력, 피로 및 손상 이력 그래프, Haigh-Smith 선도 및 기타 정보들을 가시화할 수 있습니다.

사례 연구

디젤엔진 피스톤에서의 피로균열사례

"fe-safe®를 활용하여 균열 발생 위치와 균열 발생 수명을 정확히 예측합니다."

Federal Mogul Technology, USA



일관성 있는 내구 신뢰성 확보를 위한 각 구성 부품 별 설계 안전을 설정



피로해석 과정

하중

fe-safe®에서는 다음과 같은 다양한 형태의 하중이력에 대한 피로수명을 예측할 수 있습니다.

- 유한요소해석 기반의 선형 탄성해석 결과에 단축 하중 이력 중첩
- fe-safe®에서는 동시에 작용하는 다축 하중이력을 중첩하는 방법 (4,000개 이상의 하중 이력이 동시에 작용하는 경우에도 적용 가능)
- 피로해석에 사용할 수 있는 응력이력(탄성 또는 탄소성 해석결과, 선형 또는 비선형 해석결과)
- 정상 상태 고유진동 특성을 이용한 응력이력(steady state modal solutions)
- 과도 응답 고유진동 특성을 이용한 응력이력(transient dynamic modal solution)
- PSD 하중, 여러 가지 하중조건이 조합된 내구시험 이력, 레인플로우 카운팅(Rainflow Counting) 결과
- 성형 또는 조립 과정에서 발생하는 초기응력 및 잔류응력 효과 반영 fe-safe®에서는 다양한 피로해석 방법을 지원하며, 이러한 기능들이 기본 제품에 이미 포함되어 있습니다.

fe-safe®에서는 사용자 편의성이 높은 배치(batch) 명령 작업 수행이 가능하고, 다양한 변수들에 대한 “민감도” 분석을 위한 별도의 준비 작업이 불필요하며, fe-safe® 그래픽 환경에서 직접 다양한 변수들에 대한 ‘민감도’ 분석이 가능합니다.

표준 피로해석 프로세스 구축 및 저장이 가능하며, 이를 통해 설정된 프로세스 재사용이 가능합니다.

피로해석 기법

fe-safe®에서는 다양한 피로해석 방법을 지원하며, 이러한 기능들이 기본 제품에 이미 포함되어 있습니다.

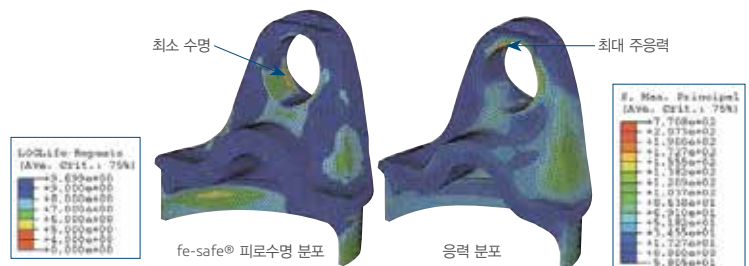
- 변형률-수명 관계식 기반의 다축 피로해석 알고리즘 - 다축 노이버 법칙(Nueber's rule)과 소성변형률로 자동 변환이 가능한 주변형률, 전단 변형률, 브라운-밀러(Brown-Miller) 이론식 사용
- 응력-수명 관계식을 이용한 피로수명 예측의 경우, 주응력을 이용한 다축 피로수명 예측이 가능하고, 브라운-밀러(Brown-Miller)가 제안한 최신 기술 적용이 가능함
- 고수명 영역의 피로수명 예측을 위한 당 방(Dang Van) 다축 피로해석
- 온도, 변형 속도 등의 영향을 포함한 재료 특성을 가시화
- 재료의 피로거동 특성을 고려한 주철 재료의 피로해석 방법
- 연속응접부 및 점응접부 피로해석
- 고온 환경에서의 피로해석
- 탄성 또는 탄소성 해석 결과, 선형 또는 비선형 해석 결과를 이용한 피로해석
- 구조물의 자유면에서의 요소들을 자동으로 감지하여, 구조물 표면에 대해서만 피로해석을 진행함으로써 피로해석시간 단축
- 피로균열 예상 위치 감지
- 그룹 관리 기능을 통해 피로해석 대상 요소 및 절점 관리에 대한 편의성 제공
- 불연속적인 응력분포를 보정
- 임계 거리 알고리즘(파괴역학)을 이용한 균열 진전해석

사례 연구

샤시 부품 중의 하나인 튜브 요크(Tube Yoke)에 대한 피로해석

“실제 내구시험 결과와 fe-safe®를 이용한 피로수명 예측 결과와의 비교를 통해 피로해석의 신뢰성을 확인하였다.”

Dana Automotive Systems Group, LLC



피로균열은 최대 응력 위치에서만 발생하는 것이 아닙니다.



피로해석 결과

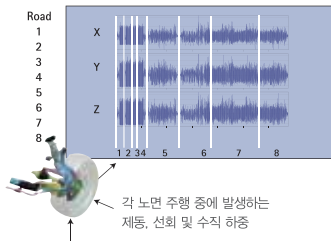
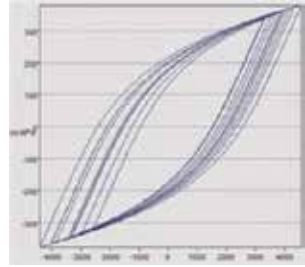
fe-safe®에서는 한 번의 피로해석을 통해 다양한 결과를 동시에 출력합니다.

- 균열 발생 위치를 확인할 수 있는 피로수명 분포
- 목표수명 기준으로 응력 기반의 강도지수 분포 - 피로 파손을 방지하거나 중량 감소를 위해 응력수준 변경 정도 확인
- 목표수명에 대비한 생존율(보증 기준)
- 내구성능 검증 시험에 반영되어야 할 하중
- 하중이력 작용 중에 발생하는 최대 응력 분포
- 상세 결과 - 피로수명 이외에도 응력 및 변형률 이력, Haigh-Smith 선도, 당 방(Dang Van) 분포 이외의 다양한 정보를 가시화
- 각 하중이력 구간 중 취약부에서의 손상도(예: 다양한 시험 노면으로 구성된 복합 내구시험에서 어떤 도로 조건에서 손상도가 높은지 확인)
- 벡터 분포를 통해 손상도가 가장 큰 면을 확인할 수 있도록 지원

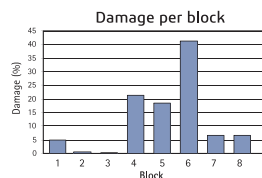
피로특성 데이터베이스

다양한 변형률 - 수명 관계식 및 응력-수명 관계식 피로특성 데이터베이스 - 사용자가 보유하고 있는 피로특성 정보를 데이터베이스에 등록 및 사용 가능

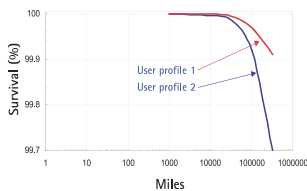
- 기계적 성질을 이용한 피로특성 생성
- 주철에 대한 변형률-수명 피로 특성에 관한 AFS(미국 주조 학회) 데이터베이스
- 피로특성 데이터 지원 서비스



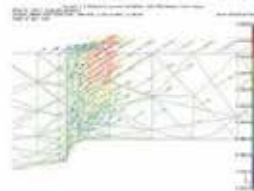
각 노면 주행 중에 발생하는 제동, 선회 및 수직 하중



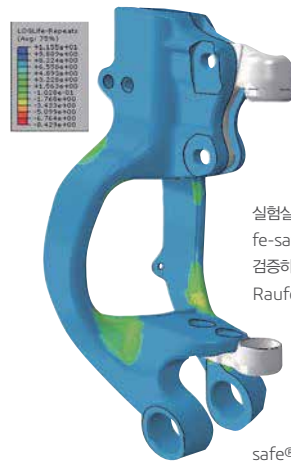
각 노면 구간에서의 손상도



사용자 조건, 재료 강도 산포 및 하중이력 산포를 고려하여 보증 기준



최대 손상도가 발생하는 면을 확인할 수 있도록 지원하는 벡터 분포



“실험실 환경에서의 시험 결과와의 비교를 통해 fe-safe®를 이용한 피로수명 예측 결과의 신뢰성 검증하였음.”
Raufoss Technology fe-

safe® 피로수명 분포

임계평면법 기반의 다축 응력-수명 피로해석 및 다축 변형률-수명 피로해석 알고리즘이 기본적으로 제공됩니다.



주요 기능

- 균열 발생 위치와 피로수명을 확인할 수 있도록 유한요소해석 모델 상의 모든 절점에서의 피로수명을 계산하고, 피로수명 분포를 가시화할 수 있기 때문에 손쉽게 취약부를 확인할 수 있습니다.
- 제품에서 강도가 부족한 위치, 재료 절감 및 중량 절감이 가능한 위치를 명확하게 확인할 수 있으며, 이를 통해 목표 피로수명을 가지기 위한 허용 응력 수준을 결정할 수 있습니다.
- 파손 확률 기반의 품질 보증 기준을 설정할 수 있습니다.
- 복합 내구시험 조건 중 가장 가혹도가 높은 시험조건을 확인할 수 있다. 가혹 조건만을 고려한 시험조건을 사용함으로써 시제품의 내구성 평가 시간을 단축시킬 수 있다.
- 성형 작업에 의해 제품에 발생하는 잔류응력과 주조 또는 단조에 따른 재료특성 산포 등과 같은 제조 공정 상의 피로수명 영향 인자를 고려할 수 있다.
- 베어링 또는 철도 궤도부 설계에서는 접촉 응력의 영향을 고려하기 위한 알고리즘이 적용되고 있으며, 접촉면을 자동으로 감지합니다.
- 피로해석을 위해 별도의 유한요소모델 구성이 필요하지 않습니다. fe-safe®에서는 자동 모델 생성을 위해 사용되는 4면체 요소(Tetra)를 사용할 수 있으며, 하나의 유한요소모델 상에 Solid 요소와 Shell 요소를 혼용하여 동시에 피로수명 평가가 가능합니다.
- fe-safe/Verity® 모듈에서는 미국 바텔연구소(Battelle) 구조 응력 기법(Structural Stress Method)을 이용하며, Verity®를 이용하여 용접부 피로수명을 예측할 수 있습니다.

신속성

- 여러 개의 부품으로 구성되어 있고, 다양한 표면 마무리 및 여러 가지 재료가 사용된 조립 제품에 대해서도 한 번의 실행만으로 동시에 피로해석이 가능합니다. fe-safe®에서는 여러 가지 재료로 구성된

조립 부품에 대해 각 부품의 재료에 적합한 피로해석 알고리즘을 자동적으로 선정하여 피로해석을 진행합니다. 피로해석을 수행하면 유한요소모델의 각 절점 상에 가시화할 수 있는 피로수명, 강도지수, 생존 확률이 동시에 계산됩니다.

- fe-safe® 계산 속도를 향상시키기 위한 프로그래밍과 병렬 처리 및 분산 처리를 통해 대용량의 유한요소모델에 대한 신속한 피로해석 및 결과의 처리가 가능합니다.

정확성

- 첨단 다축 피로해석 알고리즘은 fe-safe®만의 핵심 기술입니다.
 - 응력 또는 변형률이 매우 낮은 절점들에 대해서는 피로해석을 진행하지 않는 방법을 이용함으로써 해석 속도와 해석 결과의 정확성을 모두 확보할 수 있습니다.
- fe-safe® 사용자들은 시험결과와 상관성이 높은 피로해석 결과를 얻을 수 있다. fe-safe®는 지속적으로 기술 개발 및 탑재를 통하여 피로해석 기술 분야의 선두주자로서의 역할을 수행하고 있다.

사용자 편의성

- fe-safe®는 제품 소재에 대해 다양한 기본 설정뿐만 아니라 가장 적합한 피로해석 알고리즘을 자동으로 선택하는 기능을 제공합니다.
- 표준화된 피로해석 프로세스를 저장할 수 있기 때문에, 피로해석에 대한 전문 지식이 없는 사용자들도 손쉽게 사용할 수 있습니다.
- fe-safe®는 고급 피로해석 사용자들의 요구도 만족시킬 수 있는 최상의 제품입니다.
- 직관적이고, 독립적인 전/후처리기, Windows 기반의 fe-safe® 그래픽 환경을 이용하여 Abaqus, ANSYS, I-deas, Nastran (MSC, NEi, NX), Pro/Mechanica와 같은 주요 프로그램에서의 구조해석 결과를 연계하여 피로해석을 수행할 수 있습니다.

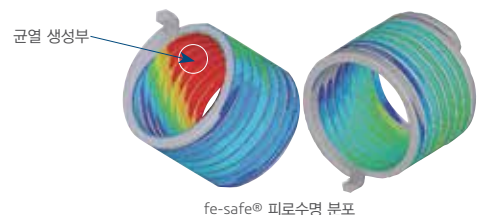
사례 연구

과급기(Supercharger)의 비틀림 절연 스프링 피로해석

시험 결과로부터의 피로균열 발생 수명: 60,000회
fe-safe®으로 예측된 피로균열 발생 수명: 67,500회

"fe-safe®는 피로수명 예측에 있어 대단히 유용하고 필수적인 피로해석 제품입니다."

Eaton Corporation, Vehicle Group, USA



fe-safe® 사용자들로부터 실제 시험결과 대비하여 정확하고 신뢰성 높은 피로수명 예측 결과를 제공한다는 호평을 받고 있습니다.



산업분야 별 적용 사례

자동차, 군수 차량 및 건설 장비조선

동력 전달 장치 및 엔진

fe-safe®는 동력 전달 장치의 피로해석에 널리 적용되고 있습니다. 크랭크 샤프트 회전 운동과 피스톤 및 콘넥팅 로드 상하 운동 조건에서의 피로수명 평가를 수행할 수 있습니다.

fe-safe®에서는 급격한 온도 변화를 반영할 수 있고, 구동 중 기계적 성질 변화를 초기 유한요소모델에 반영할 수 있으며, 다양한 하중 조건들, 주기적인 접촉, 복잡한 내구시험 조건을 처리할 수 있습니다. 또한 고주파수의 기계적 하중과 저주파수의 열 하중이력을 중첩할 수 있습니다. 주철 재료의 피로해석에 대한 전용 피로해석 알고리즘을 제공합니다.



fe-safe®는 고온 환경의 피로해석 기능을 기본적으로 탑재하고 있습니다. 고온 조건에서 운영되는 제품의 경우, 열 하중-기계적 하중을 고려하기 위한 fe-safe/TMF® 모듈을 이용하여 변형률 속도 의존성, 산화 작용, 부피 응력(Bulk Stress) 완화, 변화 시효(Strain Ageing)의 영향을 모사할 수 있습니다.

서스펜션, 샤시 및 차체

fe-safe®는 복잡한 다축 방향 하중이력 처리 및 피로해석이 가능합니다. fe-safe® 한 번의 실행으로 복합 내구시험 노면에서 각 노면 별 가속도를 계산하고 가시화할 수 있습니다. 이를 이용하면 가속도가 낮은 시험 노면 하중이력을 제외한 내구시험 조건을 구성할 수 있기 때문에 내구 시험 시간을 단축시킬 수 있습니다.

fe-safe®에서는 주파수 영역 하중이력인 PSD를 사용할 수 있으며, 정상 상태 주파수 특성과 불규칙 과도 응답 해석 결과를 이용한 피로해석이 가능합니다. 공진 현상이 발생할 수 있는 대형 유연체 부품 및 구조물에 피로해석에 대해서도 효율적으로 적용할 수 있습니다.

배기계

fe-safe/TURBOLife® 모듈을 이용하여 배기계 부품의 피로수명 예측이 가능합니다. fe-safe/TURBOLife®에서는 기계적 하중, 열하중의 변동이력과 크립 현상 및 크립-피로의 상호작용의 영향을 반영할 수 있습니다.

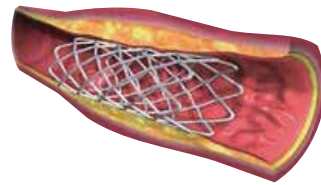
조선 해양

fe-safe®는 선박 엔진 및 발전 설비 설계 전문 회사들에서 피로해석 프로그램으로 사용되고 있습니다. fe-safe®는 엔진 구동 중의 기계적

성질 변화를 초기 유한요소모델에 반영할 수 있고, 복잡한 하중 조건 및 다양한 내구시험 조건으로 구성된 내구시험 기준에서의 피로수명 예측이 가능합니다. Verity® 모듈에서는 연속용접부 해석용 모델로 변경하지 않고 선체 및 선박 구조와 같은 대형 구조물 해석을 위한 단순화 모델(coarse meshes)을 사용하더라도 연속용접부 피로해석이 가능합니다.

의료

의료기기가 탑재된 차량의 내구성능을 평가하기 위해 차량 서스펜션의 동적 특성과 주행 중 발생하는 노면으로부터 하중이력 간의 상호 작용을 분석하는 데 사용되었습니다. 또한 fe-safe®는 의료용 임플란트의 피로수명 예측에도 사용되었습니다.



풍력 에너지

fe-safe®는 진동, 회전 운동 특성, 복잡한 하중조건 및 다양한 풍향과 풍속 조건을 포함한 복합 내구시험조건을 고려한 풍력 터빈의 피로해석을 지원합니다. 용접부 피로와 고온 환경에서의 피로해석 기능을 제공하고 있습니다.

오일 및 가스 압력용기

fe-safe®의 추가 모듈인 Verity®는 독창적이고 특허를 획득한 등가 구조 응력 기반의 용접부 피로해석 기술이고, 유한요소모델의 품질에 영향을 받지 않는 강건한 용접부 피로해석 방법을 제공하며, 최고 수준의 정확성을 제공합니다. Verity®만의 등가 구조 응력 기반의 용접부 피로해석 기술은 ASME Section VIII Div 2 설계기준에 등재되어 공신력이 확인되었습니다.

철도

차축, 대차 프레임, 휠, 궤도 및 철강 또는 알루미늄 구조의 용접부의 피로수명 평가가 성공적으로 수행된 것으로 알려져 있습니다. 차량 동역학, 휠-궤도간의 구름 접촉 현상, 잔류 응력 및 제조 공정 순서에 따른 영향을 고려한 피로해석 기술을 제공합니다.

항공우주

하중 스펙트럼을 설정할 수 있고 복합 시험조건들의 각 구간에 대한 가속도를 개별적으로 파악할 수 있습니다. 여러 개의 하중 구간들과 순서 효과 간의 상호작용을 고려할 수 있습니다. fe-safe® 를 이용하면 이륙 - 비행 - 착륙에 대한 고주파수 하중이력을 중첩할 수 있기 때문에 최소한의 구조해석 결과를 이용하여 매우 효율적으로 피로수명을 예측할 수 있습니다. fe-safe®는 항공기 엔진 부품의 피로해석에 사용되어 왔으며, 뿐만 아니라 열-기계적 하중 및 크리프-피로의 상호작용을 고려한 피로해석을 지원합니다.

기능

용접부 피로해석

fe-safe®에는 BS7608(영국 표준)을 기준으로 한 용접부 피로해석 기능이 포함되어 있습니다. 사용자가 용접부 응력-수명 곡선을 보유하고 있을 경우, 추가적으로 피로특성 데이터베이스 등록 및 사용할 수 있습니다. fe-safe®에는 미국 바텔 연구소(Battelle Memorial Institute)가 개발한 등가 구조 응력 기반의 용접부 피로해석을 수행할 수 있는 Verity®를 탑재한 유일한 상용 피로해석 프로그램입니다. 산업계 대표 회사들로 구성된 JIP(Joint Industry Panel) 협의체에 의해 개발 및 검증된 프로세스를 통해 3,500개 이상의 용접부 피로 시험이 수행되었으며, Verity®는 용접 구조물, 연속용접부 및 점용접의 피로수명 예측 결과의 신뢰성을 제공합니다.

진동 피로해석

fe-safe®는 작용 하중에 의해 공진현상이 발생할 수 있는 유연체 부품 및 구조물의 피로해석 기능을 제공하고 있습니다. 정상 상태의 고유진동 특성, 불규칙 과도 응답해석 결과 및 주파수 영역 하중이력 PSD를 이용한 진동 피로해석이 가능합니다.

내구시험 조건 검증

fe-safe®를 이용하면 시간 소모적인 내구시험 조건으로부터 가속화 및 단순화된 내구시험 조건을 설정할 수 있습니다. 생성된 내구시험 조건에서의 예측한 취약부는 기존 내구시험 조건에서의 취약부와 동일한 것을 확인할 수 있습니다. 또한 가속 내구시험 조건과 기존 내구시험 조건이 동일한 피로수명과 피로 손상도를 가지는 것을 확인할 수 있습니다.

임계 거리 - 균열 진전

임계 거리 해석법에서는 응력 분포의 기울기를 고려하기 위해서 구조해석으로부터 추출된 부분 표면응력을 사용합니다. fe-safe®의 그래픽 환경으로 유한요소해석 결과를 가져온 후, 전체 모델뿐만 아니라 하나의 절점, 피로균열 예상부 또는 특정 영역에 대해서 임계 거리 해석법을 적용할 수 있습니다.

기계적 성질 및 피로특성 반영

신뢰성 있는 피로해석 결과를 얻기 위해서 주조 또는 단조 등과 같은 제조 공정을 모사하기 위한 구조해석 결과를 유한요소모델 상에 초기 응력으로 반영할 수 있습니다. 각 절점들에 대해서 해당 재료 및 처리 조건을 고려한 피로특성 곡선을 사용할 수 있습니다. 구조물 운영 중에 발생하는 온도 변화, 다축 응력 상태 및 잔류 응력과 같은 피로수명에 영향을 미치는 인자들에 대한 반영이 가능합니다.

벡터를 이용한 가시화

벡터를 이용하여 특정 영역뿐만 아니라 전체 모델에서의 각 절점의 임계 평면을 가시화할 수 있습니다. 벡터의 길이와 색깔을 이용하여 피로 손상도를 표현하게 됩니다.

보증 기준

fe-safe®에서는 재료의 피로강도 산포와 하중이력의 산포를 조합하여 품질 보증 기간 동안에서의 생존 확률을 계산합니다. 또한 단일 그래픽 환경에서 설계 변수들이 제품 내구수명에 미치는 영향을 손쉽게 파악할 수 있습니다.

각 시험구간 별 손상도

계측 또는 해석을 통해 얻어진 복합 내구시험에서의 하중이력들, 주파수 응답 해석, 구간 하중 프로그램 및 설계 하중 분포를 이용하여 복잡한 하중 이력을 생성할 수 있습니다. 각 시험구간에 해당하는 반복 횟수를 각각 지정할 수 있습니다. 또한 fe-safe® 각 시험구간 (예: 여러 가지 시험 노면으로 구성된 내구시험에서 각 시험 노면에서, 풍력발전기 날개에 가해지는 각 바람 상태에 따른)에서의 손상도를 계산할 수 있습니다. 이러한 결과로부터 복합 내구시험 조건 중에서 어떤 시험 구간에서의 가속도가 가장 높은 지를 확인할 수 있습니다. 따라서 가장 손상도가 높은 시험구간을 기준으로 하는 효율적인 설계 개선작업이 가능하며, 가속 내구시험 조건을 설정 및 검증하는 데 활용될 수 있습니다.

피로특성 데이터베이스

fe-safe®에는 일반적으로 사용되는 재료에 대한 피로특성 데이터베이스가 탑재되어 있습니다. 사용자는 보유하고 있는 재료의 피로특성을 fe-safe®에 탑재된 데이터베이스에 추가할 수 있으며, 신규 피로특성 데이터베이스를 생성할 수도 있습니다. 데이터베이스에 탑재된 재료의 피로특성은 그래프 또는 도표 형태로 나타낼 수 있습니다. 온도, 변형률 속도 등의 영향을 가시화할 수 있습니다.

취약부 자동 검출

fe-safe® 사용자 지정 또는 기본 설정을 토대로 피로균열 예상 위치를 자동으로 검출합니다. 예상 취약부를 기준으로 한 설계 변경에 따른 내구성능 변화 또는 설계변수 민감도를 분석하는 데 유용합니다.

제조공정의 영향

성형, 조립 공정, 냉간압연 또는 쇼트피닝 등과 같은 표면 처리가 피로수명에 미치는 영향을 반영하기 위하여 탄소성 해석을 수행한 결과를 사용하여야 합니다. 또한 잔류응력이 발생한 영역만을 대상으로 신속하게 민감도 분석을 수행할 수 있습니다.

자유면 자동 검출

구조해석 결과를 fe-safe® 그래픽 환경으로 불러들이게 되면, 제품의 최외곽 자유면에 해당하는 요소들을 자동으로 감지합니다. 사용자는 최외곽 자유면에 해당하는 요소들 또는 제품 전체 요소들에 대해 피로해석을 선택적으로 진행할 수 있습니다. 일반적으로 피로균열이 제품 표면에서 발생하며, 표면 처리 효과를 반영하기 위하여 최외곽 자유면에 대해 피로해석을 수행합니다.

표면 접촉

표면 접촉부가 자동으로 감지되며, 접촉 응력의 영향을 고려하기 위한 특별한 알고리즘이 사용됩니다. 이러한 기능은 베어링 설계 또는 철도차량용 차륜-궤도간의 접촉부의 피로해석을 위해 사용되고 있습니다.

가상 변형률 게이지

fe-safe®에서는 가상 변형률 게이지(단축 및 3축 로젯)를 지정하여 특정 위치에서의 변형률 이력을 추출할 수 있으며, 해석-시험 간의 상관성을 확인할 수 있습니다. fe-safe®에서는 구조물에 작용하는 하중이력에 의해 발생하는 변형률 시간 이력의 계산 및 저장이 가능합니다. 가상 변형률 게이지로부터의 변형률 이력과 계측된 변형률 이력과의 비교를 통해 유한요소모델의 강건성을 확인할 수 있습니다.

병렬 처리

fe-safe®에는 병렬 처리 기능이 기본으로 탑재되어 있으며, 추가적인 라이선스 도입이 없이 병렬처리가 가능합니다.

분산 처리

네트워크 또는 클러스터를 통한 분산 처리가 가능하며, 선형적인 확장성을 제공합니다. Windows, Linux 및 Unix 운영체계의 혼합 환경에서도 사용이 가능합니다. 할당된 장비가 작동하지 않는 경우를 대비한 고장 안전 기능과 자동 적인 부하 분배 기능이 포함되어 있습니다.

신호 처리

신호 처리, 하중 이력 연산처리, 변형률 게이지 이력을 이용한 피로수명 평가 및 가속 시험 조건의 하중이력 생성 등과 같은 다양한 신호 처리 등이 기본 모듈로 제공되고 있습니다.

구조 최적화

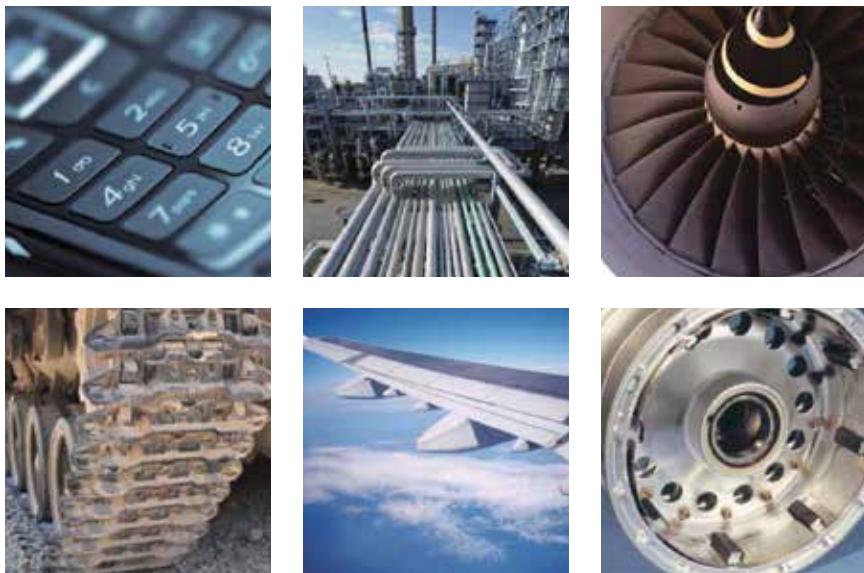
fe-safe®는 SIMULIA제품군인 Isight, ANSYS Workbench, FE-Design의 TOSCA, Altair의 Optistruct과 원활하게 연계되며, fe-safe®모든 기능들이 설계 최적화 프로세스의 한 과정으로 역할을 수행할 수 있습니다.

fe-safe®Custom Module Framework®

fe-safe®의 Custom Module Framework을 이용하면 사용자가 피로해석 방법을 생성 및 수정할 수 있습니다. (Python, FORTRAN, C++ 및 기타 언어로) 비공개 알고리즘을 생성 및 수정할 수 있습니다. fe-safe®에는 응력텐서 이력을 처리하는 기능이 탑재되어 있으며, 처리된 결과들은 Custom Fatigue Algorithm®에서 활용됩니다. 응력, 변형률 및 온도의 변동이력, 각 절점에 대한 기계적 성질 변화를 반영할 수 있습니다. 그리고 사용자 정의에 의해 추출된 결과와 기타 fe-safe® 환경에서 확인할 수 있습니다. 또한 사용자가 보유하고 있는 재료의 피로특성을 fe-safe®의 피로특성 데이터베이스에 추가할 수 있습니다. 초기 실행을 통해 그래픽 환경 또는 배치 파일로부터 텍스트 정보를 인식할 수 있는 사용자 인터페이스가 생성됩니다. 뿐만 아니라 Custom Module Framework에서는 배치 및 분산 처리도 지원됩니다. Custom Module Framework® 이용하면 사용자 자체적으로 보유하고 있는 피로해석 알고리즘을 fe-safe® 그래픽 경에 탑재하여 사용할 수 있습니다.

이 목록에는 fe-safe® 기능 중 일부만 소개되어 있습니다. 소개된 내용 외에 사용자의 관심 기능에 대한 상담을 원하실 경우 다쏘시스템에 문의 하십시오.

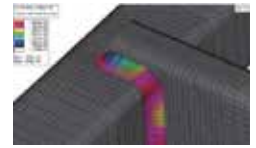
강력한 피로해석 프로그램을 손쉽게 사용할 수 있다는 것은 매우 놀라운 일입니다.



fe-safe® 환경에서 지원되는 추가 모듈

용접부 피로해석

fe-safe/Verity®는 미국 바텔(Battelle) 연구소가 개발한 요소 크기나 형상에 영향을 받지 않고 강건한 혁신적인 등가 구조 응력 기법으로서 사용자가 용접부 및 용접 구조물에서의 피로 균열 발생 위치 및 피로수명을 예측하는 데 유용합니다. 세이프테크놀로지는 Verity® 기술에 대한 독점 사용권을 보유하고 있습니다. Verity®는 fe-safe®에 탑재되는 추가 모듈이며, 용접부 및 모재부 피로해석을 동시에 수행할 수 있으며, 피로수명 분포를 가시화할 수 있습니다.



크리프 피로 해석

fe-safe/TURBOLife™는 Serco Assurance와의 기술제휴로 개발되었으며, 크리프 손상, 피로 손상 및 크리프-피로 상호작용 평가에 유용합니다. fe-safe/TURBOLife™는 원자력 발전 산업계와 협의를 통해 R5 설계 규격을 기초로 개발되었으며, 다축 피로 및 복합 하중 이력 조건에서도 사용할 수 있도록 확장 개발 되었습니다. fe-safe/TURBOLife™에는 고온에서의 피로특성을 예측할 수 있는 다양한 기법들이 탑재되어 있기 때문에 피로 특성 정보가 명확하지 않은 재료에 대해서도 사용할 수 있습니다. fe-safe/TURBOLife™에서의 크리프 피로 해석 알고리즘은 가스 터빈 날개, 증기 터빈 부품, 자동차 배기 부품 및 과급기 날개차(Turbocharger Impellers)의 피로수명 예측에 성공적으로 적용되고 있습니다.



고무 피로해석

fe-safe/Rubber™ 모듈은 Endurica사와의 기술 제휴로 개발되었으며 고무 제품의 피로수명을 예측하는 데 사용됩니다. fe-safe/Rubber™에서는 유한요소해석을 통해 얻은 응력-변형률 이력과 고무의 피로특성을 지정하여 고무 제품에서 균열이 생성될 때까지의 피로수명을 계산합니다.



자세한 정보는 www.safetechnology.com에서 확인하실 수 있습니다.





3DEXPERIENCE®

CST Studio Suite

전자기장 시뮬레이션 소프트웨어

전자기장 분석을 위한 CST Studio Suite

CST Studio Suite – Products

Front-End

CST Microwave Studio
고주파 3D 전자기장 해석 시뮬레이션

CST EM Studio
DC 및 저주파 3D 전자기장 시뮬레이션

CST Particle Studio
입자동역학에 대한 3D 전자기장 시뮬레이션

CST PCB Studio
PCB의 신호 및 전력 무결성 분석(SI/PI)

CST Mphysics Studio
열, 구조해석 시뮬레이션

CST Cable Studio
케이블 Harness에 대한 신호 무결성 및 EMC/EMI 분석

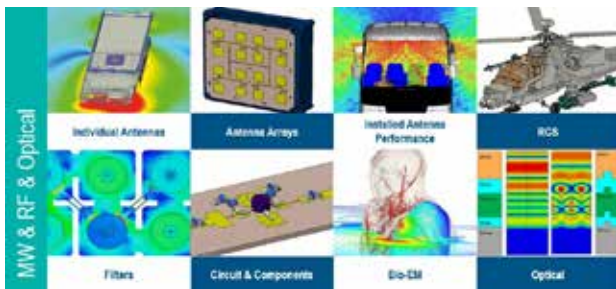
CST Design Studio
외부 해석 및 시스템 설계

CST BoardCheck
PCB 레이아웃에 대한 무결성 검사

CST Package License는 8개의 Module, 24개의 Solver 모두 제공함
모든 Module과 Solver가 하나의 Front-End에서 구동되어 돌 사용 및 연계성이 우수함

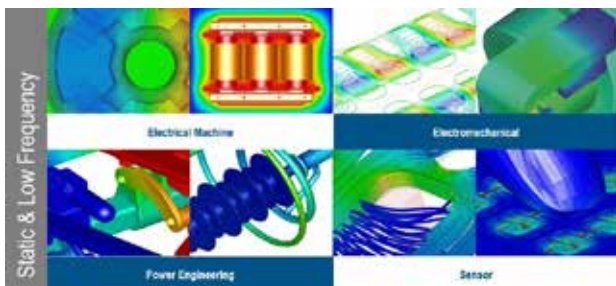
CST Studio Suite는 전자기장에 대한 현상을 분석할 수 있는 해석 Simulator로써 하나의 GUI 내에 총 8가지의 제품과 24개의 특화된 solver 및 분석 방법을 가지고 있습니다. 제품의 특징 및 분석 가능한 어플리케이션 영역에 대해서 설명드리도록 하겠습니다.

CST Microwave Studio는 고주파 대역의 3D 전자기장 해석을 위한 시뮬레이터로써, Antenna, Filter, Coupler와 같은 Microwave & RF 분야에 대한 해석을 진행 할 수 있으며, 3D로 PCB 또는 시스템의 동작 특성 및 영향을 분석 하는 SI, PI, EMI/EMC/ESD 분야에 대한 해석을 매우 정확하고 빠르게 진행 할 수 있습니다.



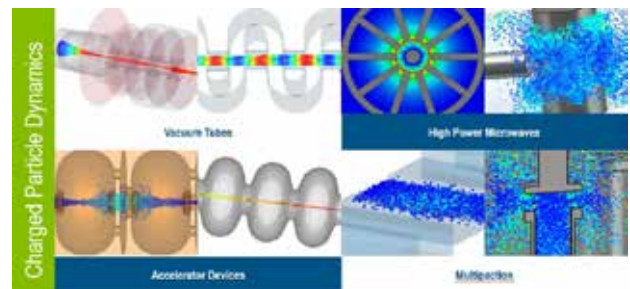
CST Microwave Studio Application Area

CST EM Studio는 DC 및 저주파 대역에 대한 해석을 할 수 있는 3D 전자기장 시뮬레이터로써 Sensor, Motor, Actuator, Transformer 등에 대한 해석이 가능합니다.



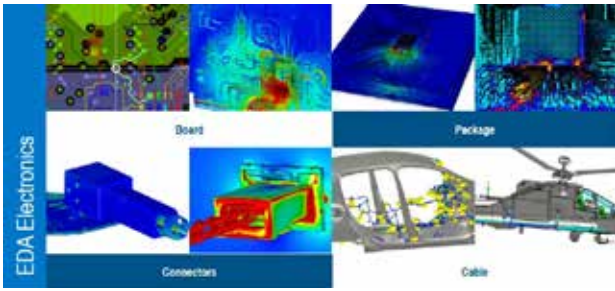
CST EM Studio Application Area

CST Particle Studio는 3D 전자기장 내에서 Charged Particle Dynamics 해석을 빠르고 정확하게 할 수 있는 시뮬레이터로써 Accelerator, Collectors, Magnetron, Klystrons, Gyrotron 등 다수의 application에 대한 해석이 가능합니다.



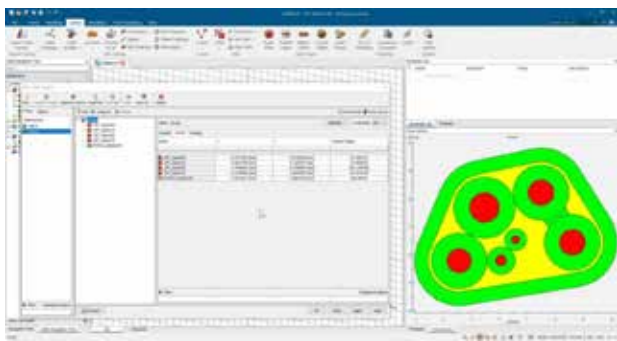
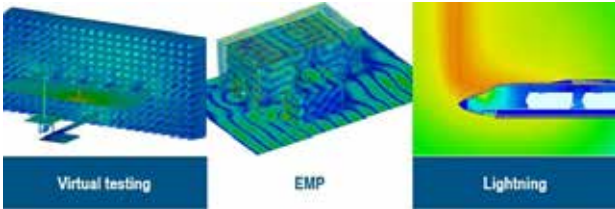
CST Particle Studio Application Area

CST PCB Studio는 PCB 전용 전자기장 해석 시뮬레이터로써 CST BoardCheck를 포함하고 있습니다. 복잡한 PCB의 Rule Checking 및 Signal Integrity / Power Integrity / De-cap optimization 에 대한 분석을 매우 빠르고, 정확하게 진행 할 수 있습니다.



CST PCB Studio Application Area

CST Cable Studio는 Cable의 신호 전달 특성 및 EMC 해석을 진행하기 위한 시뮬레이터 입니다. 항공기, 자동차, 선박, 건물 그리고 소비자전 기기 등에 사용하는 Cable bundle과 3D 기구체, PCB 등이 포함된 상태에서의 Lightning, HIRF, EMP 등의 E3 (Electromagnetic Environmental Effects) 문제 및 EMI/EMC 문제에 대한 분석이 가능합니다.



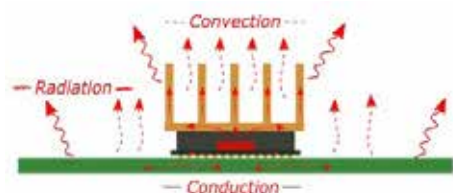
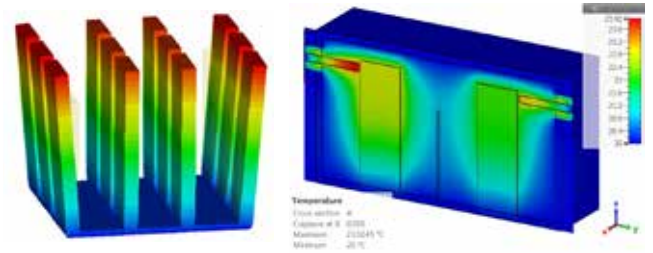
CST Cable Studio Application Area

CST Design Studio는 Circuit 시뮬레이터로서 Circuit의 단독적인 해석뿐만 아니라, 3D Model과 Circuit간의 연계 해석을 진행 할 수 있으며, 시스템 해석을 가능하게 하는 다목적 프로그램입니다.



CST Design Studio

CST Mphysics Studio는 CST Microwave Studio, CST EM Studio, CST Particle Studio의 전자기장 해석 결과를 thermal source로 가져와 열 또는 구조 해석을 진행할 수 있는 시뮬레이터입니다.



CST Mphysics Studio

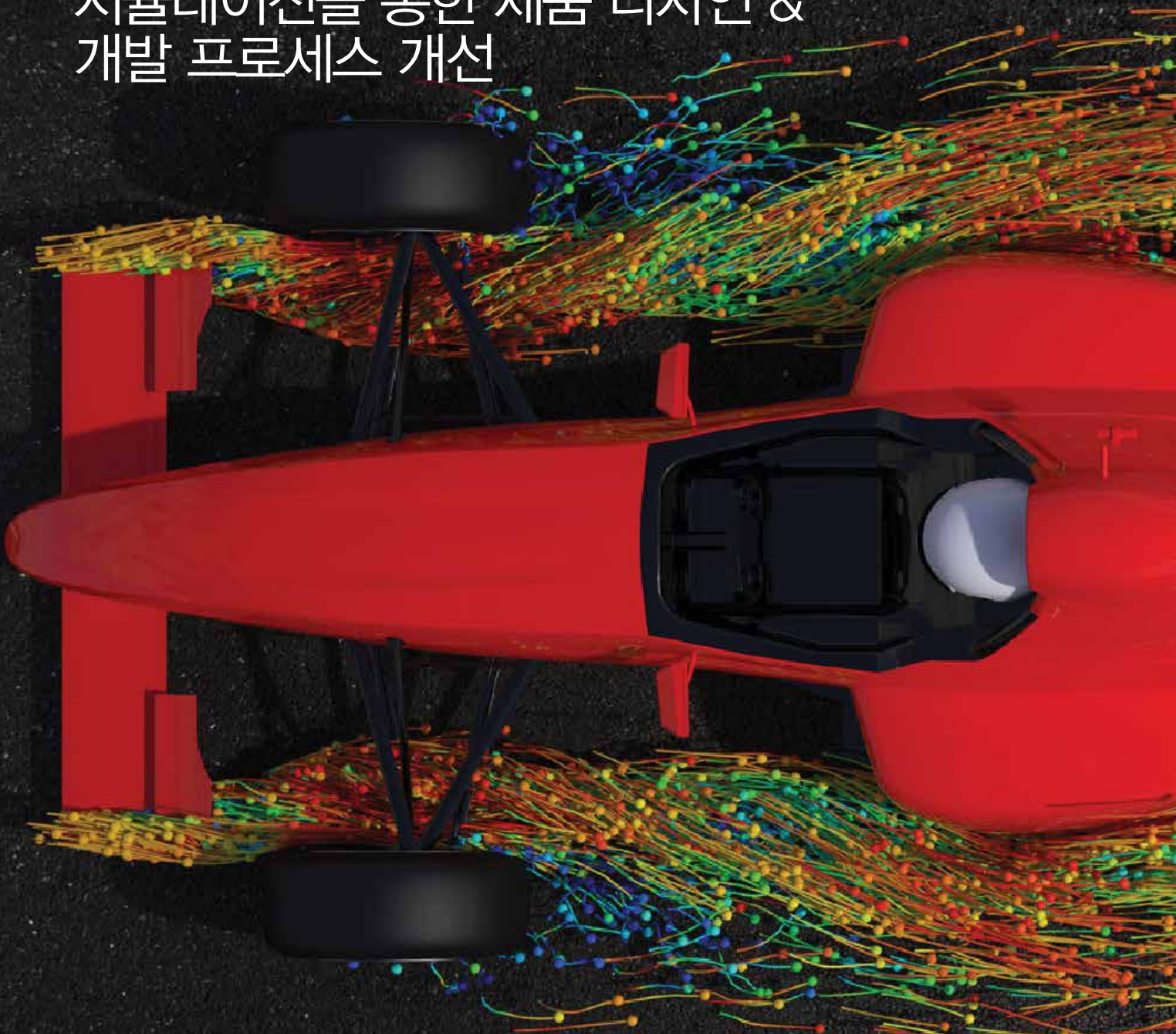
CST Studio Suite의 모든 제품은 단일 GUI에서 Modeling, CAD Import, Meshing, Solving, Post-processing 기능이 모두 구현되어, CAD 파일을 불러오거나 meshing등을 위한 외부 interface 나 tool이 필요하지 않고, 단 한번의 모델링으로 여러 해석 기법을 통한 해석이 가능합니다. GUI 내의 모든 메뉴는 리본 메뉴 구성으로 되어 있어 모델링 및 셋업을 직관적으로 진행해 볼 수 있습니다. 분석 순서에 따라 탭을 전환하면 필요한 도구를 쉽게 찾아 볼 수 있고 사용자 편의를 위해서 도구 모음을 직접 만들어 사용할 수 있습니다. 또한, Customize한 template 구성을 지원하여 분석할 내용에 따른 초기 조건 설정을 자동으로 할 수 있고, 처음 사용하는 사용자도 사용하기 쉽도록 직관적으로 메뉴들이 구성되어 있어 빠르고 쉽게 툴을 익힐 수 있습니다

CST Studio Suite는 휴대폰, 자동차, 항공우주, 국방, 전자전, 군함, 캠코더, 컴퓨터, 네트워크기기, 메모리, 반도체, MRI등의 의료기기 및 Bio-EM, LCD/PDP, Touch screen sensor, 플라즈마 장비 등 소비자전에서부터 전문화된 정보 기기까지 매우 다양한 분야에 적용 할 수 있습니다.



PowerFLOW

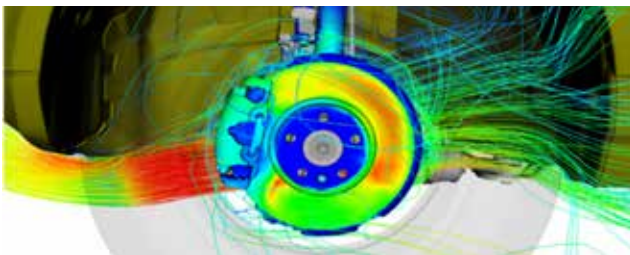
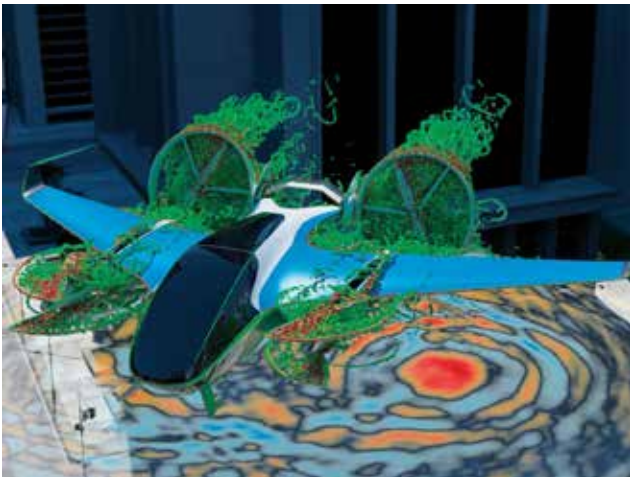
시뮬레이션을 통한 제품 디자인 &
개발 프로세스 개선



시뮬레이션을 통한 제품 디자인 & 개발 프로세스 개선

Lattice Boltzmann Method를 기반으로 하는 PowerFLOW는 유동의 변화를 정확하게 예측할 수 있는 시뮬레이션을 수행 할 수 있습니다. 자동으로 공간 격자를 생성하기 때문에 복잡한 형상에 대한 시뮬레이션도 사용자가 쉽고 편리하게 진행할 수 있으며, 신뢰성 있는 결과 데이터를 얻을 수 있도록 Best Practice를 제공합니다. 엔지니어는 PowerFLOW 제품 군을 사용하여 프로토타입을 제작하기 전에 시뮬레이션을 통해 프로세스 초기 제품 성능을 평가 할 수 있습니다. 또한, 시뮬레이션으로 테스트를 대체 함으로써, 예산을 줄이고 제품에서 발생하는 문제를 해결할 수 있습니다.

TRANSPORTATION을 위한 강력한 솔루션



PowerFLOW는 다음과 같은 다양한 운송 산업 부문의 유체 흐름 설계 문제를 정확하게 시뮬레이션 합니다: 자동차, 상업용 차량, 오프-하이웨이, 기차, 모터 스포츠, 오토바이, 군용 차량, 버스, 비행기 등.

PowerFLOW는 다음 항목 대해 검증된 어플리케이션 솔루션과 Best Practice를 제공합니다.

- **AERODYNAMICS:** 공력 성능; 주행 안정성; 소일링 & 빗물 흐름; 판넬 변형; 주행 성능

- **AEROACOUSTICS:** 그린하우스 윈드노이즈; 언더바디 윈드노이즈; 갭/Seal 노이즈; 토날 노이즈; 섀시 및 글라스 버퍼링 노이즈; 커뮤니티 노이즈; 쿨링팬 노이즈
- **THERMAL MANAGEMENT:** 냉각; 열 보호; 브레이크 냉각; 드라이브 사이클; key-off 및 soak; 전자 장치 및 배터리 냉각; 흡기 포트



TRUE ROTATING GEOMETRY

PowerFLOW는 회전체에 대한 해석 기능을 사용하여, HVAC 및 냉각 팬의 성능과 소음을 정확하게 예측할 수 있습니다. 이는 다음과 같은 어플리케이션을 포함하고 있습니다:

- 팬 노이즈 및 성능:
 - 팬의 축회전, 원심, 직교 유동
 - 압력 증가 및 유량 분석
- 브레이크 냉각
- 휠 공력 성능
- 펌프, 블로워, 터빈

COUPLED SIMULATIONS

PowerFLOW는 다음과 같은 Optional Module을 제공합니다.

- **PowerTHERM:** 복사 및 전도 solver로 표면 온도와 열 유속을 예측합니다.
- **PowerCOOL:** 냉각 시스템 시뮬레이션을 사용하여 열 교환기 성능 및 탑 탱크 온도를 예측합니다.
- **PowerACOUSTICS:** 스펙트럼 계산을 통해서 유동 소음을 예측합니다.

DIGITAL WIND TUNNEL

- 외부 유동 시뮬레이션을 위해 PowerFLOW는 공기 역학 및 공기 소음 시뮬레이션 템플릿을 디지털 풍동으로 제공합니다.
- 신뢰성 있는 시뮬레이션 결과를 얻기 위해서는 실험 데이터와의 비교 검증이 중요하며 PowerFLOW는 실험 환경과 같은 디지털 풍동 설정으로 해석이 가능합니다.
- 제공된 표준 디지털 풍동 템플릿은 사용자가 실제 풍동 환경으로 수정할 수 있습니다. 디지털 풍동은 다음과 같은 내용을 포함합니다:
 - 지면 조건을 Static 또는 Moving으로 설정 가능함으로써, 실험 풍동을 더 정확히 구현 가능합니다.
 - 실험 풍동과 같은 Suction 경계조건 설정이 가능합니다.
 - 실험 풍동과 같은 입구 경계조건 설정이 가능합니다.

병렬화를 통한 빠른 시뮬레이션

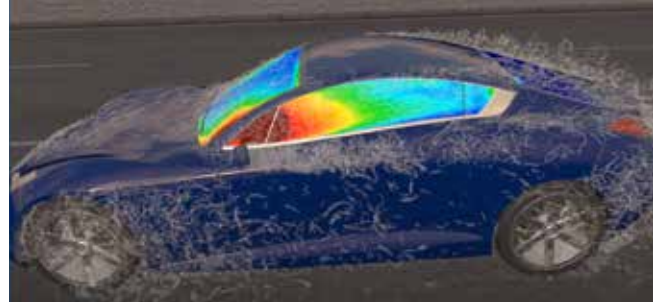
PowerFLOW는 빠른 시뮬레이션을 위하여 고성능 컴퓨팅 환경에서 작동하도록 설계 되어있고, 최대 수백 개의 프로세서 코어까지 선형에 가까운 확장성을 제공하며 CLOUD 환경에서도 사용이 가능합니다.

최신 버전에서의 개선된 기능

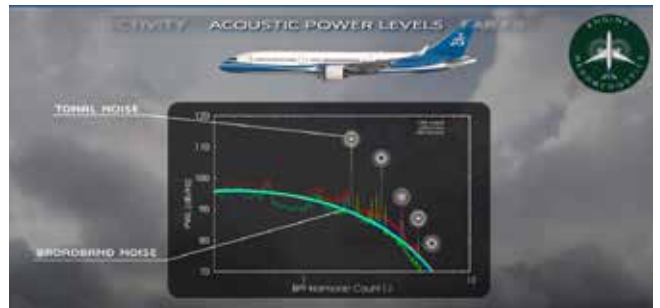
- 그린하우스 윈드노이즈, 팬, 배기 시스템, HVAC 시스템에서의 노이즈 예측이 개선 되었습니다.
- 높은 마속 시뮬레이션에서 공력 소음 뿐만 아니라 열 유동 해석 정확성이 개선 되었습니다.
- 낮은 마속에서 천음속까지 모든 유동 영역에 대해 열 경계에서 열 전달 예측이 개선 되었습니다.
- 항공기 엔진과 같은 터보 기계 분야의 정확도가 향상 되었습니다.

산업군별 해석 적용 분야

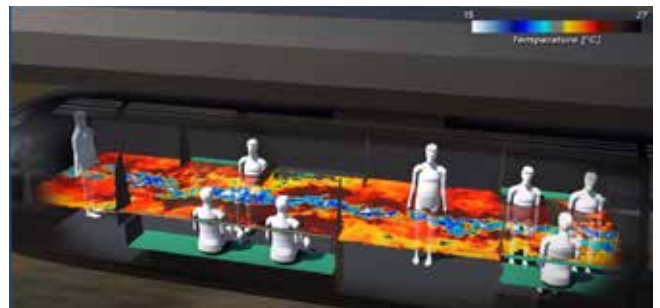
PowerFLOW는 자동차, 항공, 기차, 윈드터빈 등 다양한 분야에 적용할 수 있습니다.



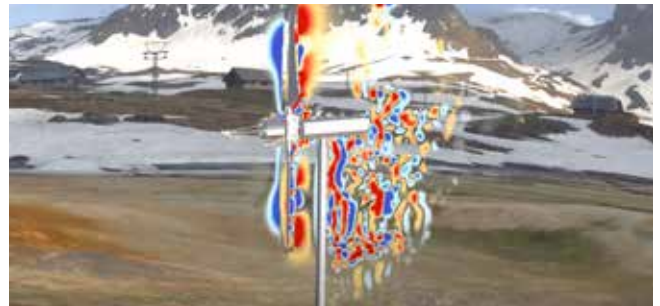
Vehicle Aerodynamics & Aeroacoustics



Aircraft Aerodynamics & Aeroacoustics



Train Thermal Management



Wind Turbine Noise



SIMPACK

MULTIBODY SYSTEM
SIMULATION SOFTWARE



개요

상대좌표계 적용으로 빠른 연산 및 고주파 해석, 실시간 해석 등에 탁월한 성능:

다물체 동역학 해석 (MBS, Multi-body Simulation)이란 자동차, 철도, 풍력 터빈 등 기계 시스템의 거동 및 하중을 구현, 예측 및 최적화하는데 사용하는 해석을 말합니다. 보통 하나의 시스템은 여러 개의 단품으로 이루어지는데, 각각의 단품은 시스템의 일부가 될 때 단품 자체일 때와는 다른 거동 및 다양한 하중을 받습니다. 전체 시스템의 거동 및 하중을 예측하기 위해서, 그리고 각 단품에 작용하는 하중을 예측하고 이를 최소화하기 위해서, 시스템 전체에 대한 해석은 반드시 필요합니다.



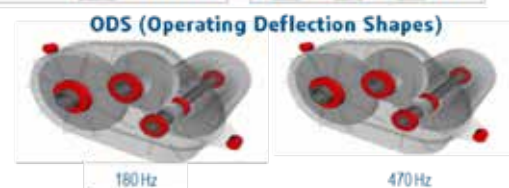
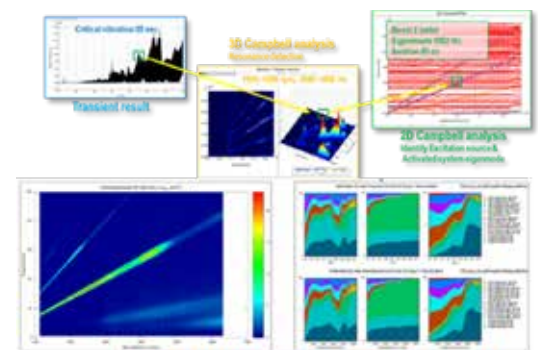
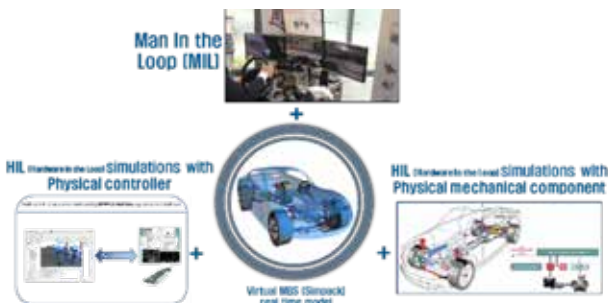
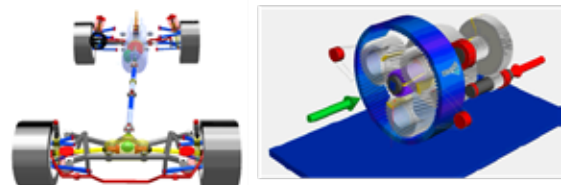
Simpack은 1987년도에 독일 우주항공센터 (DLR)와 MAN Technology에

의해 처음 개발이 시작되어 1993년도에 상용화를 개시하였습니다. 이후로 BMW, Daimler, JLR, Siemens, Alstom, Vestas 등 자동차, 레일, 풍력터빈 산업 관련한 많은 기업들에 의해 선택을 받아왔으며 2014년도에 다쏘시스템에 의해 인수합병이 되었습니다.

실시간 (Real-time) 시뮬레이션

Simpack은 또한 실시간 (Real-time) 시뮬레이션 능력이 탁월하며, Simpact고유의 빠르고 강인한 솔버로 인해 경쟁 제품들이 따라올 수 없을 정도의 실시간 시뮬레이션이 가능합니다. Simpact은 기존 Carsim 이나 Carmaker 등과 같은 Predefined 템플릿 모델 방식이 아닌 고 충실도의 상세 모델을 그대로 사용합니다. 다시 말해 실시간 구현을 위한 별도의 모델 단순화가 불필요합니다. 따라서 유연체를 포함한 고주파 및 고 자유도 모델도 사용 가능하며, 비선형 또는 주파수에 의존하는 부싱이나 마운트까지도 실시간 시뮬레이션에 그대로 사용이 가능합니다.

행 할 수 있습니다. 이와 더불어 고주파 영역에서의 정확한 해석이 가능한 솔버 및 다양한 라이브러리로 제공되는 분석 기법 (주파수 분석, Campbell diagram 등)을 바탕으로 NVH 해석이 가능합니다.



NVH 해석

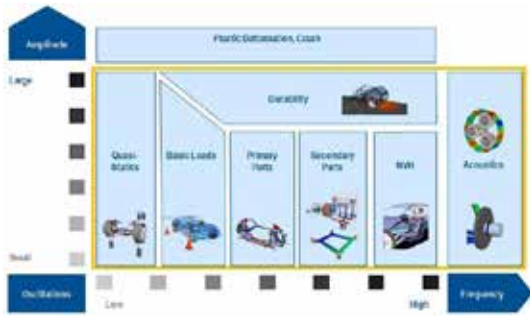
Simpack은 상세 드라이브트레인 모델링 (기어, 베어링, 샤프트 등) 요소를 바탕으로 구동 시스템에 내부에서 발생하는 가진력 해석을 수

뛰어난 호환성

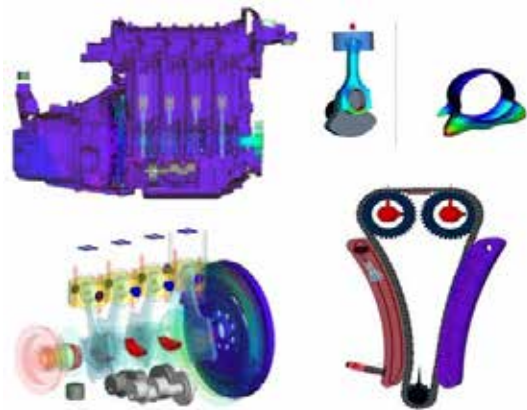
Simpack은 기본적으로 ASCII 기반으로서 현재 통용되고 있는 많은 상용 소프트웨어들과의 호환이 가능합니다. Abaqus, ANSYS, fe-safe 등과 같은 FEA· 내구 관련 소프트웨어로부터 CATIA, SOLIDWORKS, Pro/ENGINEER 등과 같은 CAD 프로그램, 그리고 Isight과 같은 최적화 관련 소프트웨어에 이르기까지 사용자들에게 다양하고 뛰어난 호환성을 제공하고 있습니다.

적용 산업 분야

Simpack은 자동차 산업 관련 종합 솔루션을 제공합니다. 차량 엔진 해석에서부터 Ride & Handling 해석, 전자제어 시스템 Co-simulation, 내구해석, 드라이브트레인(Drivetrain) NVH 해석, 음향 해석, 실시간 (HIL/SIL/MIL) 해석 등 소성변형과 충돌을 제외한 거의 대부분의 차량 관련 해석을 지원하고 있습니다.

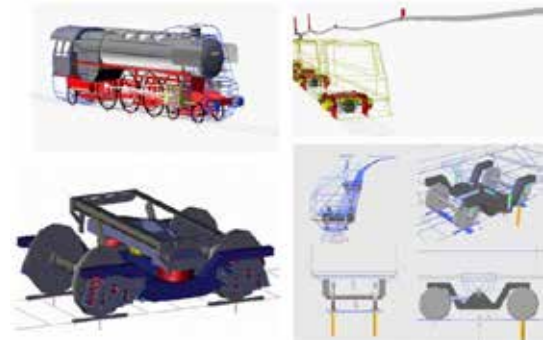


이 중에서 차량 엔진 해석은 Simpack의 또 하나의 강점 중 하나로서 Simpack은 EHD 저널베어링, 밸브 트레인(Valve Train), 크랭크 트레인(Crank Train), 체인(Chain) 등 엔진의 부품 레벨에서부터 전체 엔진에 이르기까지 풀 라인업의 모듈을 제공하고 있습니다.

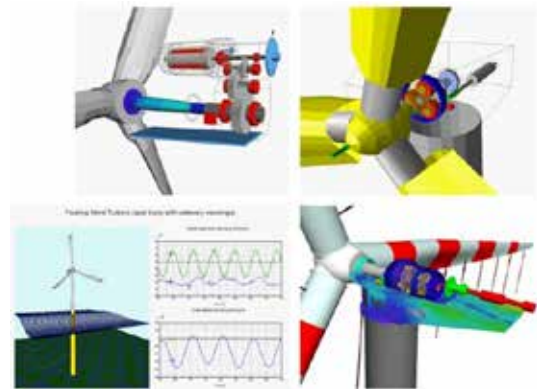


다음으로 Simpack의 대표적인 적용사례는 레일 차량 해석입니다. Simpack은 레일 분야에서 인지도가 매우 높으며, 지금까지 이 부문에서는 타의 추종을 불허하고 있습니다. Simpack은 기본적으로 접촉 해석에 매우 강하며, 이로 인해 휠-레일 간 접촉 해석이라든지 탈선

및 접촉 부의 마모 해석을 지원합니다. 또한 승차감 해석이라든지 레일 교차 및 철길 건널목 해석도 가능하며, 그 외 팬터그래프 & 전차선 인터페이스 해석 그리고 횡풍(옆바람) 해석 등도 가능합니다.



Simpack은 풍력 터빈 산업을 위한 종합 솔루션을 제공합니다. 풍력 터빈 하중 해석이라든지 공진(Resonance) 해석, 기어부 드라이브 트레인 상세 해석 등을 지원합니다. 또한 돌풍이라든지 전압강하, 긴급 제동 등과 같은 극한 조건 해석도 가능합니다.

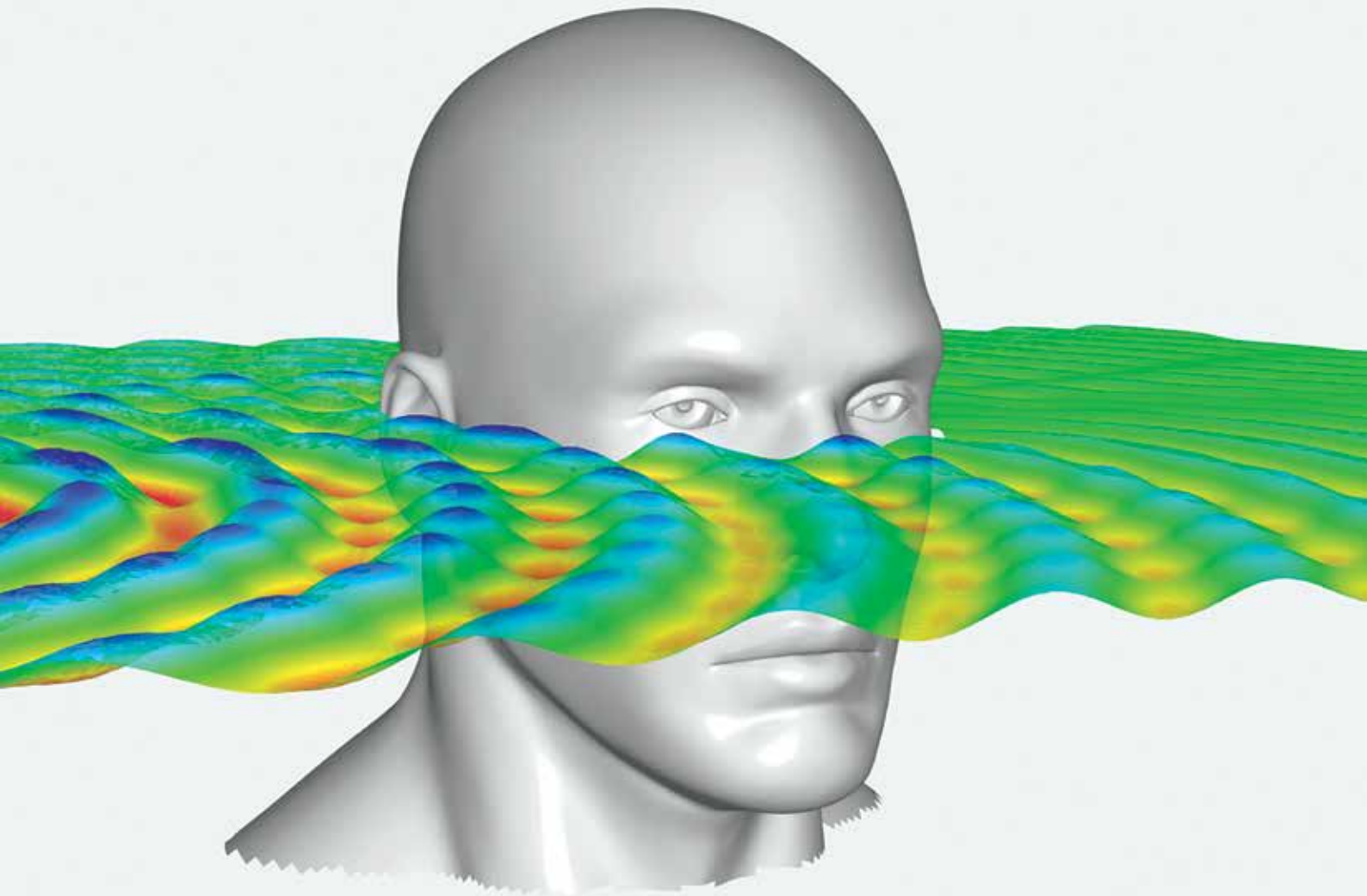


Simpack, 한차원 높은 기술의 세계

지금까지 Simpack의 여러 장점 및 산업 별 적용사례에 대해 간략하게나마 살펴보았습니다. 결론적으로 Simpack은 강력한 솔버를 가지고 있습니다. 특유의 빠르고 정확하고 강인한 솔버로 인해 아무리 복잡한 기계 시스템에 대해서도 사용자들에게 매우 만족스러운 결과를 가져다 줄 것입니다. 특히 음향영역을 포함한 고주파 해석, 실시간 시뮬레이션 등 다른 다물체 동역학 솔루션들이 시도할 수 없는 부문에까지 완벽한 해답을 제시해 줄 것입니다. 만약 여러분이 다물체 동역학 솔루션으로 Simpack을 선택한다면 여러분은 분명 한차원 높은 기술의 세계를 경험할 수 있을 것이라 확신합니다.

WAVE6

NEXT GENERATION VIBRO-ACOUSTICS
AND AERO-VIBRO-ACOUSTICS
SIMULATION



FEM, BEM, SEA를 적용한 전 가청주파수영역 소음진동해석

대부분 산업에서 제품들의 소음과 진동을 줄이기 위한 요구가 증가하고 있습니다. 이런 요구는 새로운 경량화 구조물, 비용절감 재료, 사용자 기대요구, 고장 감지, 피로 파괴, 규제 강화 등 많은 요인들에 의해 발생하였습니다. 엔지니어들은 시스템에서 작동하는 복잡한 소음진동원의 특징을 파악하고, 시스템을 통한 다양한 소음진동 전달 경로를 진단하고 중요도를 결정하기 위한 예측 방법을 필요로 합니다. 또한 다공성 탄성 흡차음재와 구조 절연체에서 주파수 의존적(frequency dependent) 발산(dissipation)과 절연(isolation)현상의 정확한 예측 모델도 필요합니다.

wave6는 다쏘 시스템의 소음진동 전문 해석 소프트웨어로서 소음진동현상을 <그림 1>과 같이 구분하여 적합한 기능들을 제공합니다. <그림 1>에서 Aero-Acoustics현상은 유체 유동과 강체 구조물 사이에 발생하는 외부 유동소음을 의미하며, 프로펠러 혹은 팬 소음이 대표 사례입니다. 이런 현상에 표준 원거리 음향 유사법(standard far-field acoustic analogies)이 흔히 사용됩니다. Vibro-Acoustics현상은 공기기인(airborne) 그리고 구조기인(structure-borne) 경로들을 통해 구조물, 유체 그리고 다공성 탄성물질에서 파동 전파(wave propagation)를 의미합니다. 예를 들면 자동차 실내의 엔진 소음이 있습니다. 마지막으로 Aero-Vibro-Acoustics현상은 유동에 의한 구조물 표면 압력변동이 Vibro-Acoustics현상과 결합되어 파동이 전파되는 현상이며, 자동차/기차/비행기 등의 운송수단 실내의 윈드노이즈가 예가 될 수 있습니다.



그림 1. 소음진동 현상 구분

wave6의 특징

wave6은 전 가청주파수 범위에서 소음 및 진동 (또는 유동 소음 및 진동)을 모델링하는 차세대 소프트웨어입니다. 사용자는 wave6의 단일 라이선스로 단일 통합 환경에서 유한 요소 (FEM), 경계 요소 (BEM) 및 통계 에너지 분석 (SEA)의 방법들을 결합하여 사용 가능한 소프트웨어입니다. 그러므로 사용자는 동일 해석 모델에 다양한 소음

진동 해석 방법들을 조합하여 전 가청주파수영역에서 효과적으로 소음 진동 문제들을 분석할 수 있습니다. 이를 통해 소음진동 성능이 초기 디자인 단계에서 개발될 수 있으며 결과적으로 과도한 소음진동 문제가 개발 후반부에서 발견되는 것을 방지할 수 있습니다. wave6는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 하나의 유저 인터페이스 창에서 여러 해석 방법들을 동시에 적용이 가능하고 결과도 한꺼번에 분석이 가능한 장점을 가지고 있습니다.

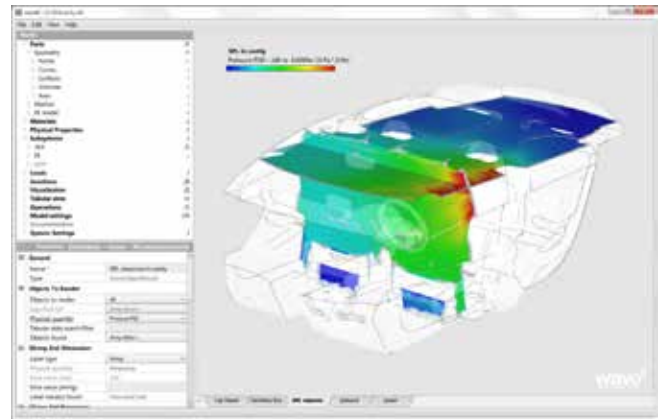


그림 2. wave6 유저인터페이스

wave6의 장점

wave6는 소음진동전문 소프트웨어로서 다양한 종류의 입력 값들이 적용가능하고 <그림 3>과 같이 시뮬리아 소프트웨어와 결합하여 더욱 강력하고 다양한 솔루션에 대한 접근이 가능해졌습니다.

Abaqus를 이용해 구조해석 결과를 이용해 소음 해석을 할 뿐 아니라 Simpack을 이용하여 파워트레인 및 기어박스과 같은 MBD 모델에 대해 소음진동 해석이 가능합니다. 또한 전자기 해석 소프트웨어인 CST를 이용하여 모터와 같은 전자기력에 의한 소음 특성, 또는 Powerflow, xflow의 유동 해석 결과를 가지고 소음 해석을 진

행할 수 있습니다.

또다른 wave6 의 장점으로는 프로세스 자동화 기능이 있습니다. 높은 수준의 워크 플로우 자동화기능을 이용하여 이전에 수행하였던 모델링 프로세스에 대해 자동화 프로세스를 구축할 수 있습니다. 따라서 엔지니어는 몇 번의 클릭만으로 다양한 모델 형상에 대해 동일한 해석 프로세스를 적용할 수 있습니다.

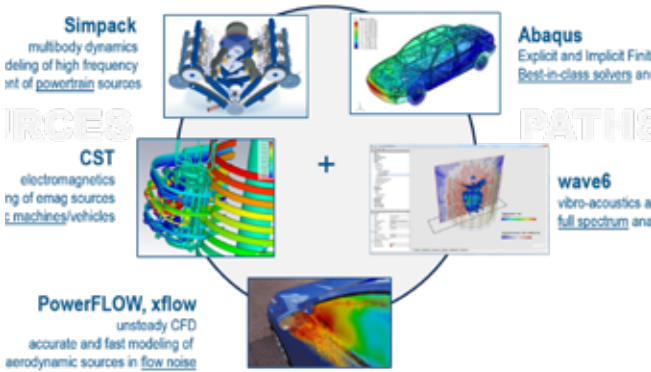


그림 3. SIMULIA의 소음 해석을 위한 솔루션 구성

wave6 의 다양한 소음진동 해석 방법

wave6 는 <그림 4>에서 보는 바와 같이 전체 가청 주파수 범위에서 소음 및 진동을 효율적이고 정확하게 시뮬레이션 할 수 있는 방법을 제공합니다.

wave6의 주요 해석 방법들의 특징을 아래와 같이 설명할 수 있습니다.

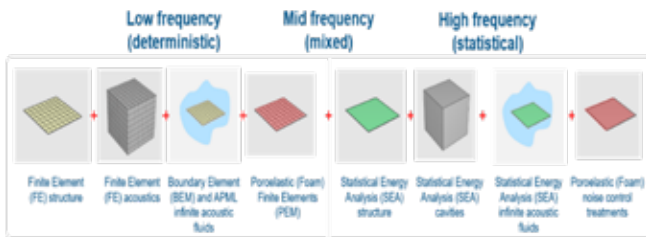


그림 4. wave6가 제공하는 소음진동 해석 방법

- Statistical Energy Analysis (SEA): SEA는 중주파수와 고주파수에서 구성요소들의 소음진동 응답을 설명하기 위해 사용됩니다. wave6 SEA방법은 임의 단면적을 가진 구조물의 파동 전파를 정확하고 효과적으로 구하기 위해 Generalized SEA방법을 사용하며 그로 인해 더 이상 모델을 근사화 할 필요가 없습니다. 또한 모델 geometry를 일일이 클릭하여 모델들을 수정할 필요가 없습니다. 사용자는 자체 geometry engine, 자동화 워크플로우, 템플릿 등의 기본 기능을 활용하여 SEA 모델 구성 작업을 자동화 할 수 있습니다.

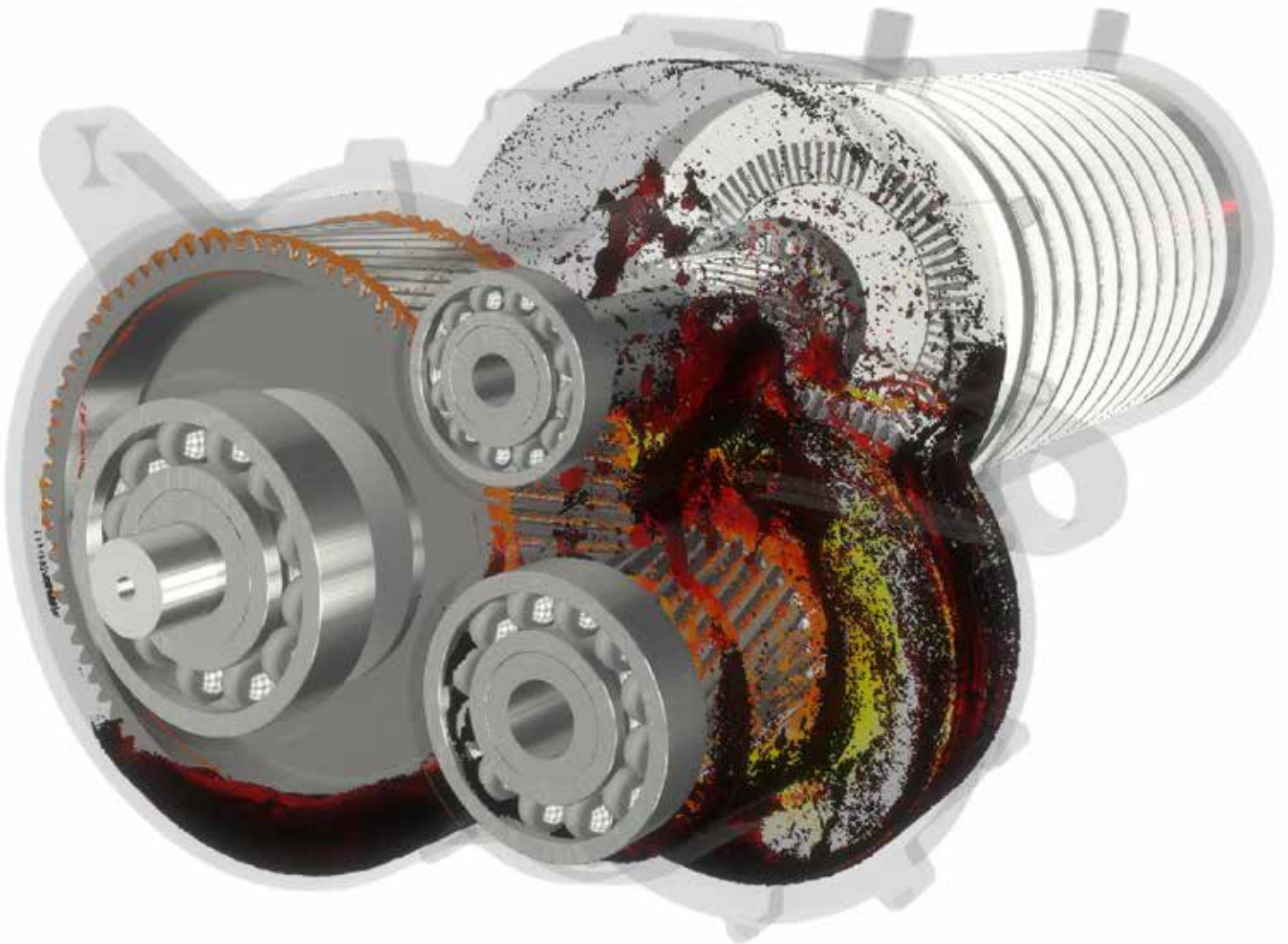
- Structural Finite Elements: 이 방법은 저주파수에서 구조 부품들의 진동을 나타내기 위해 사용됩니다. wave6는 구조 유한요소 모델을 직접 생성하는 기능들을 제공합니다. 즉 meshing geometry 생성, 물성치/구속조건 설정 그리고 구조 mode shape 계산 기능들을 가지고 있습니다. 또한 wave6는 다른 해석 소프트웨어의 mesh들과 구조 mode shape 결과를 import함으로써 사용자가 기존 구조 유한요소 모델들 활용을 용이하게 합니다.

- Acoustic Finite Elements: 이 방법은 저주파수에서 경계를 가진 음향 공간의 응답을 설명하기 위해 사용됩니다. 이 방법은 큰 부피 당 면적 비율(면적/부피)을 가지는 음향공간을 모델링할 때 유용합니다. 자동으로 부피를 추출하고, 부피 mesh를 생성하고 물성치를 부여하고, 음향 mode shape을 계산함으로써 사용자는 음향 유한요소 모델을 생성할 수 있습니다. 또한 다른 유한요소해석 소프트웨어와 유동 해석 소프트웨어의 기존 부피 mesh들을 import하는 것이 wave6에서 가능합니다. wave6의 acoustic finite element library는 1차 그리고 2차 음향 요소의 전체 세트를 가지고 있으며 유동해석으로부터 계산된 온도 그리고 압력 변화에 의한 음향 특성 변화를 쉽게 고려할 수 있습니다.

- Boundary Elements Method (BEM): BEM은 저주파수에서 경계를 가진 음향 공간과 무한한 음향공간에서 음향 파동 전파를 나타내기 위해 사용됩니다. wave6는 음향 공간 전체가 아닌 음향공간의 표면만 mesh화하는 것이 가능하며, 이것은 무한한 공간에 음향 방사 현상이나 복잡한 random 음향 환경에서 구조물에 가진을 설명할 수 있습니다. 또한 wave6는 기존 geometry로부터 큰 규모의 fully-coupled acoustic boundary element 모델들을 생성하기 위해 부피 추출, 표면 mesh화 그리고 non-compatible junction 생성에 대한 고유한 자동화 기능을 제공합니다. wave6에서 BEM과 SEA를 결합하여 큰 음향 공간의 향상된 모델을 생성하는 것이 가능하며 이 방법은 윈드노이즈 모델링에 정확하고 효과적인 방법이 될 것입니다.

XFlow

FLUIDS SIMULATIONS TO IMPROVE
REAL-WORLD PERFORMANCE



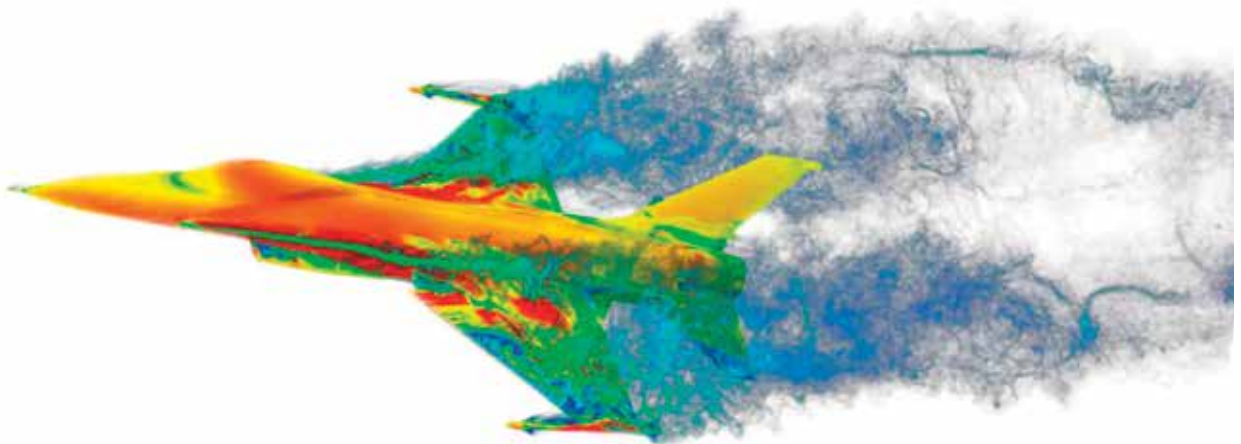
개요

제품 혁신을 위한 현대의 치열한 경쟁 속에서 산업계는 차량의 도하, 파워 트레인의 유힬 및 항공기 기동과 같은 극한 조건에서의 제품의 실제 동작과 연관된 복잡한 시뮬레이션을 수행해야 합니다. SIMULIA의 Fluid Solution 중 하나인 XFlow는 신뢰성 있는 CFD(Computational Fluid Dynamics) 작업 수행을 위한 입자 기반 Lattice-Boltzmann 기술을 제공합니다. XFlow의 최신 기술을 통해 사용자는 실제 형상의 움직임, Free-surface를 포함한 다양한 기체와 유체가 혼합되어 있는 Multi-phase, 유체와 구조물의 상호 작용에 따른 유동 현상 해석 및 급격한 시간 변화가 동반되는 고주파 특성을 갖는 유체 해석이 포함된 CFD 업무를 진행 할 수 있습니다.

자동 공간 격자 생성 기능과 Adaptive refinement 기능은 사용자의 입력을 최소화 할 수 있어 격자 생성 및 전처리 단계에서 시간과 노력을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 해석의 정확도를 높일 수 있습니다.

XFlow의 이산화 접근법은 표면이 복잡한 형상의 해석에 대한 손쉬운 셋팅을 가능하게 합니다. 공간에 설정된 최소 격자의 크기를 조절함으로써, 복잡한 형상도 큰 손실 없이 구현 가능하며, 격자는 해석 하고자 하는 형상의 움직임에 효과적으로 대응 할 수 있습니다.

후처리 과정에서 사용되는 고급 렌더링 기능을 통해 해석 결과에 대한 사실적인 시각화 이미지를 제공하여 유체의 흐름 및 열 성능에 대한 심층적 결과 분석이 가능합니다. XFlow의 고유한 기능을 통해 사용자는 물리적 테스트에 소요되는 비용과 시간을 줄이고, 개선안을 더욱 빠르게 도출 할 수 있습니다.



고유한 CFD 방법론

비평형 통계 역학에서 볼츠만 연속체 조건을 만족하는 유체역학적 한계도 해석이 가능하지만, 더 나아가 항공 우주, 미소 유체 또는 심지어 진공과 가까운 조건에 적용 할 수 있는 희박 기체의 해석 또한 가능합니다.

해석 전 과정을 하나의 GUI에서 수행

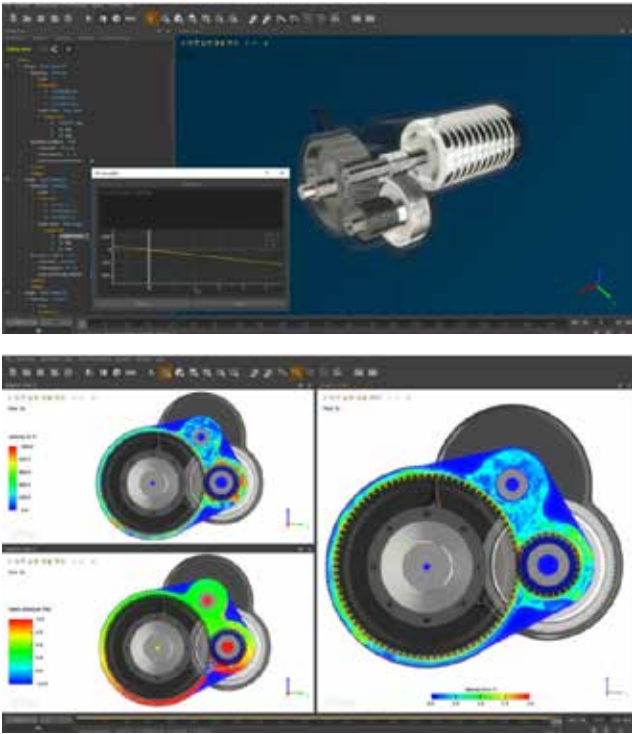
XFlow는 사용자에게 편리한 작업 환경을 제공합니다. 전처리 (Pre-Processing), 해석(Solving) 진행 및 후처리(Post-Processing)를 하나의 GUI에서 수행할 수 있으며 이동과 추가가 가능한 작업창을 사용자의 편의에 맞게 구성할 수 있습니다.

전처리 (Pre-Processing)

XFlow의 유동 해석은 입자의 거동을 기반으로 하기 때문에 CAD 모델을 CFD용 공간 격자로 변환하는 별도의 작업이 필요 없습니다. 예를 들어, 파워 트레인 유힬 해석에서, 해석 모델의 움직임으로 인해 발생하는 유체의 거동을 파악하기 위한 추가 격자를 생성할 필요 없습니다. XFlow는 유체의 특성을 정의하고 유체 영역을 생성하기 위해 사용자가 설정해야 하는 매개변수의 수를 최소화합니다. 따라서 XFlow는 복잡한 형상에 대한 단순화 과정 없이 빠르게 해석이 가능합니다.

후처리 (Post-Processing)

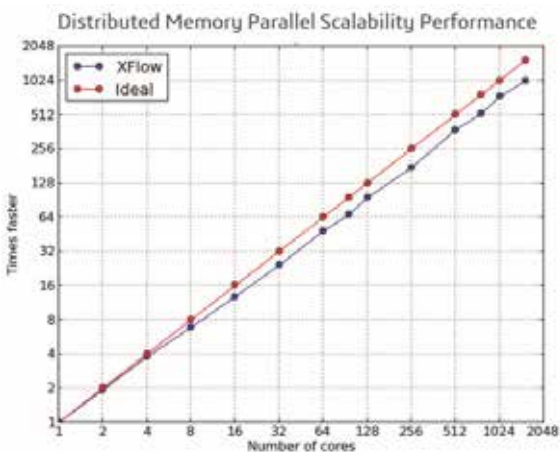
XFlow의 후처리 기능으로 해석 결과를 하나의 GUI 안에서 다양한 방법으로 시각화 하는 것이 가능하며, 계산이 진행되는 과정에서도 모니터링이 가능합니다. 또한 XFlow는 3DEXPERIENCE 플랫폼 또는 ParaView 및 EnSight Gold와 같은 타사 응용 프로그램으로 내보낼 수 있는 도구를 제공합니다.



선형에 가까운 해석 성능 확장성

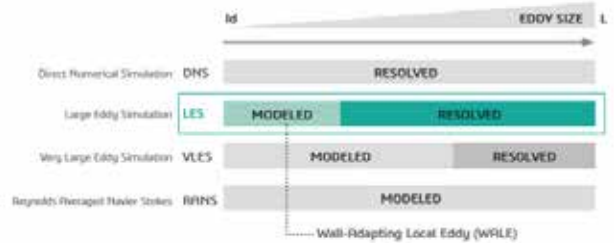
SMP (Shared Memory Parallel): XFlow는 빠르고 효율적이며 표준 데스크탑에서도 사용할 수 있습니다. 멀티 코어 기술에 최적화된 병렬 구조로 설계되어 있어 선형 확장성이 보장됩니다.

DMP (Distributed Memory Parallel): XFlow는 HPC 환경에 완벽하게 통합되므로 까다로운 계산에도 다양한 선택지가 주어집니다. XFlow의 분산형 솔버는 다수의 노드를 처리해야 하는 경우에도 효율적으로 확장됩니다.

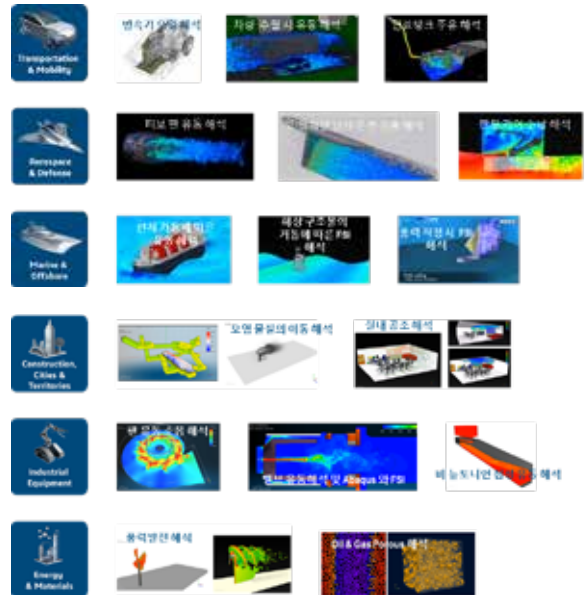


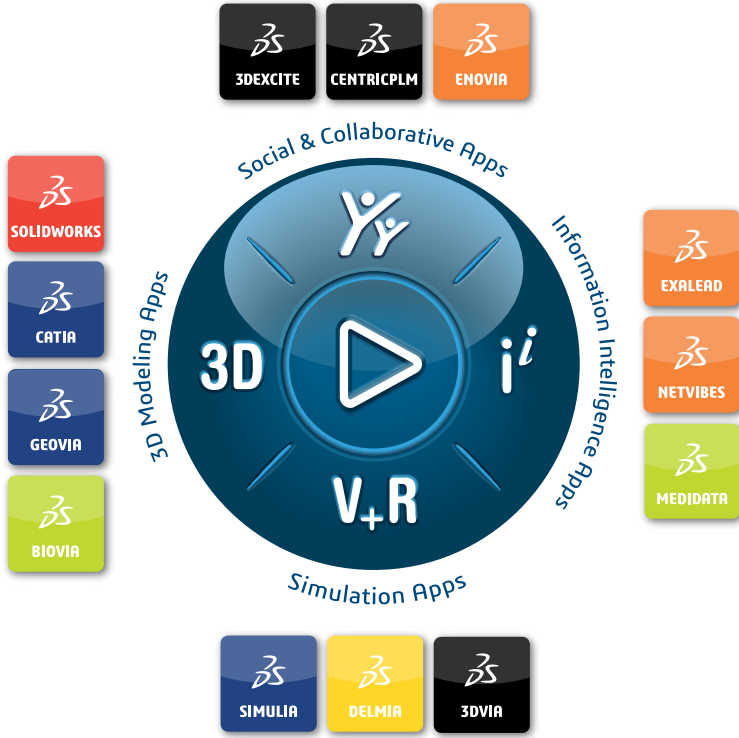
신뢰성 높은 LES 난류 모델

XFlow는 난류 모델링에 대한 신뢰성 높은 WMLES (Wall-Modeled Large Eddy Simulation) 방식을 제공합니다. 또한 WALE (Wall-Adapting Local Eddy) 점도 모델을 기반으로 하는 최첨단 LES 모델은 국소부위에서의 점성유동(viscous-flow) 및 벽면 근처의 유체 움직임에 대한 솔루션을 제공합니다.



산업군별 해석 응용 사례





11개 산업을 지원하는 3DEXPERIENCE® 플랫폼은 브랜드 애플리케이션을 통해 풍부한 산업용 솔루션 포트폴리오를 제공하고 있습니다.

3DEXPERIENCE® 회사인 다쏘시스템은 기업과 개인 고객에게 지속 가능한 혁신에 필요한 가상 세계를 제공합니다. 세계 최고 수준의 솔루션은 제품 설계, 생산 및 지원 방식에 변화를 일으키고 있습니다. 다쏘시스템의 협업 솔루션은 가상 세계가 현실 세계를 개선할 수 있는 가능성을 높여 소셜 이노베이션을 촉진합니다. 다쏘시스템은 140개 이상의 국가에서 27만 이상의 고객들에게 새로운 가치를 창출해 주고 있습니다. 자세한 내용은 www.3ds.com을 참조하십시오.

다쏘시스템코리아

서울특별시 강남구 영동대로 517 아셈타워 9 층 06164

DASSAULT SYSTEMES | The **3DEXPERIENCE**® Company

©2020 Dassault Systèmes. All rights reserved. 3DEXPERIENCE, the Compass icon, the 3DS logo, CATIA, BIOVIA, GEOVIA, SOLIDWORKS, 3DVIA, ENOVIA, EXALEAD, NETVIBES, MEDIDATA, CENTRIC PLM, 3DEXCITE, SIMULIA, DELMIA, and IPWE are commercial trademarks or registered trademarks of Dassault Systèmes, a French "société européenne" (Versailles Commercial Register # B 322 306 440), or its subsidiaries in the United States and/or other countries. All other trademarks are owned by their respective owners. Use of any Dassault Systèmes or its subsidiaries trademarks is subject to their express written approval.



www.3ds.com/ko