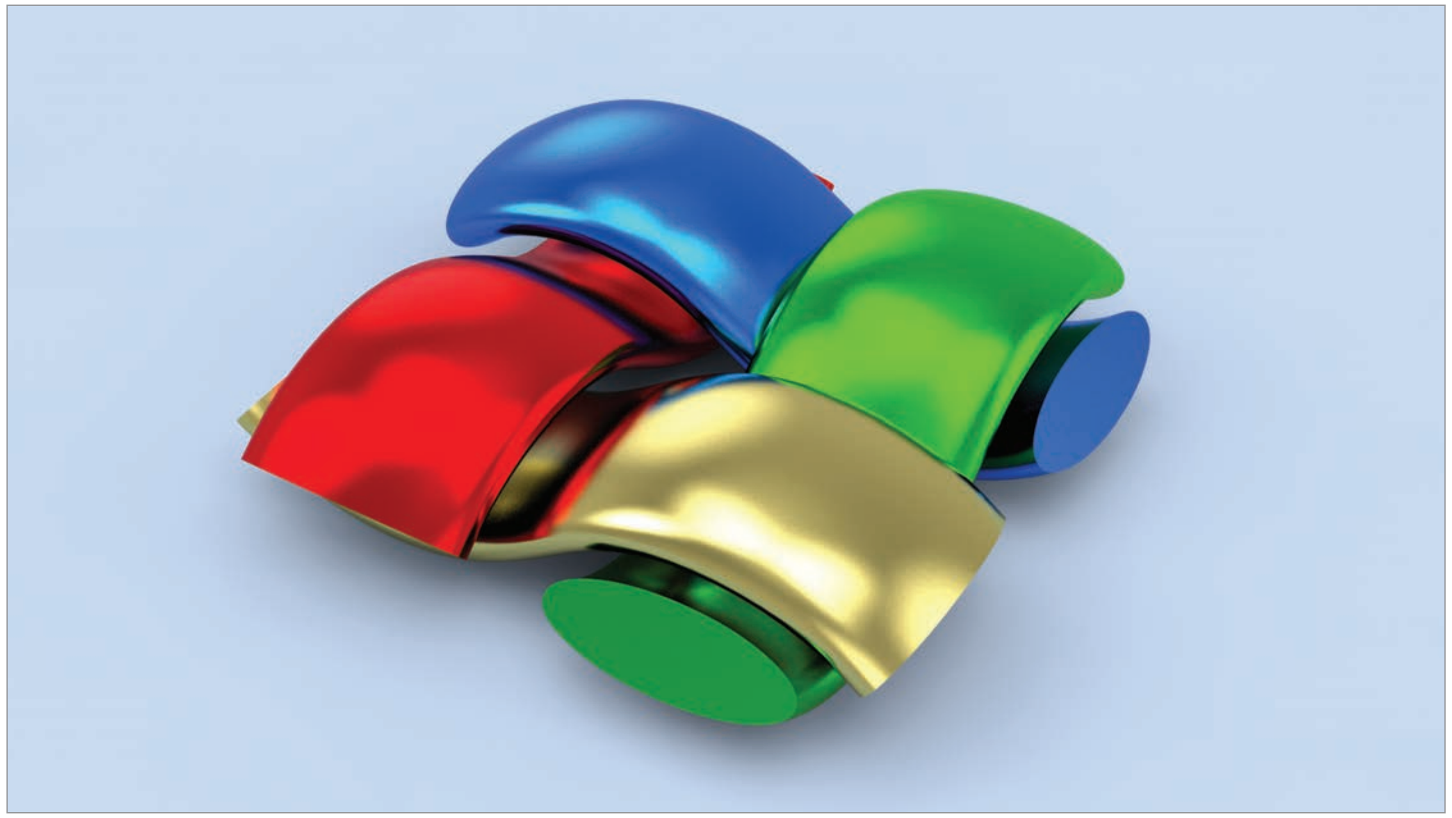
Multiscale Designer™



멀티스케일 디자이너는 연속, 직조 및/또는 단섬유(chopped fiber) 복합재, 허니콤 코어, 강화 콘크리트, 토양, 뼈 및 기타 다양한 이종 재료의 다중 스케일 재료 모형을 개발하고 시뮬레이션을 하기 위한 효율적 도구입니다. 응용 분야로 설계, 파괴, 통계 기반의 재료 허용치, 피로, 균열, 충격, 충돌, 환경적 물성 저하에 대한 다중 스케일 재료 모델링과 다중 물리 시뮬레이션이 포함되며 옵티스트럭트, 라디오스, LS-DYNA 및 아바쿠스 등의 상용 FEA 솔버 이용을 위한 플러그인이 제공됩니다.

제품 하이라이트

- 전향적 균질화 및 역 최적화 기술을 이용하여 다중 스케일 재료 모형 개발
- 일방향, 직조, 차핑드/입자섬유 복합재를 위한 파라미터 기반 단위 셀 포함
- 미세 수준에서 파괴를 포함한 비선형 재료 동작 시뮬레이션
- 테스트로 뒷받침되는 가상 재료 허용치 확보 및 피로 분석 수행
- 상용 FEA 코드인 옵티스트럭트® 라디오스®, LS-DYNA 및 Abaqus 이용을 위한 효율적 플러그인

Learn more:
www.HyperWorks.co.kr/Multiscale

장점

다양한 다중 스케일 모델링 프레임워크가 나와 있지만 멀티스케일 디자이너에는 실용성, 수학적 완벽성, 유효성 및 다목적성이 최적으로 결합되어 있습니다.

실용성

멀티스케일 디자이너에는 수십만 개의 유한 요소를 가진 복잡한 단위 셀을 관리 가능한 수의 변형 모드와 상태 변수로 단순화시키는 체계화된 모형 축소 기술이 탑재되어 있습니다. 관심 대상 수치에 요구되는 정확도 수준을 제공하도록 최적 운동학 기술(모드 및 상태 변수)이 자동으로 선택됩니다. 멀티스케일 디자이너에는 단위 셀 모형의 파라미터 기반 라이브러리가 내장되어 있어 최적화와 확률 시뮬레이션이 가능합니다. 현재 파라미터 기반의 단위 셀 모형 라이브러리에는 연속 섬유, 직물, 차핑드 섬유(단/장), 정렬 입자 및 임의 입자 미세 구조 등이 포함되어 있습니다. 따라서 복잡한 단위 셀 모형을 만들어 거시적 FEA 솔버에 연결시키는 작업이 불필요합니다. 파라미터 기반의 단위 셀 라이브러리 외에도 사용자 정의 단위 셀 모형(CAD 및/또는 FEA 메시)을 가져오거나 멀티스케일 디자이너 내에서 완벽하게 만들 수 있습니다.

수학적 완벽성

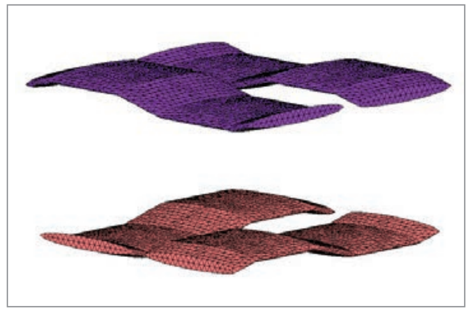
멀티스케일 디자이너에는 스케일 분리 문제가 없고 다중 스케일 경쟁 제품과 달리 메시에 민감하지 않은 결과를 제공합니다. 쿠폰 레벨에서 사용자가 지정한 실험 데이터에 기초하여 멀티스케일 디자이너가 특성 재료 길이 스케일을 자동으로 확인합니다. 또한, 멀티스케일 디자이너에는 확률적 다중 스케일 기능이 포함되어 있어 기하학적 불확실성과 재료 불확실성을 거시적 차원의 구성요소 불확실성으로 변환 시켜줍니다.

유효성 검증

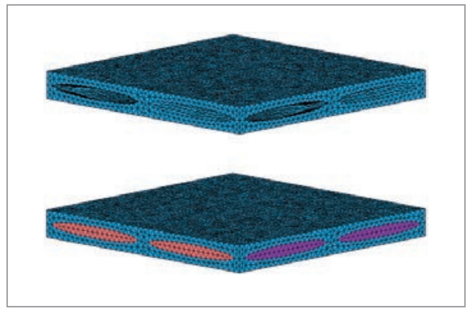
멀티스케일 디자이너는 실험적 재료 데이터베이스 및 높은 수준의 불확실성을 가진 모형 파라미터(공극률, 미세 균열, 계면/상 접촉면 특성)를 확인하는 다중 단계 최적화 엔진과 통합되어 있습니다.

다목적성

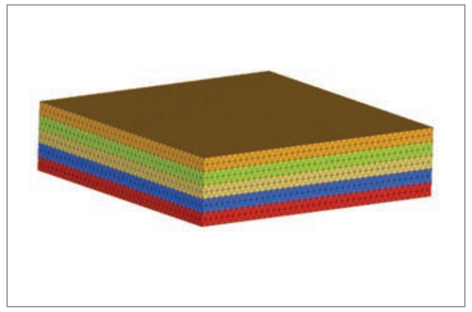
진보화된 멀티스케일 디자이너에 포함된 기능: 테스트를 최소화하고 정확도를 높이는 A 및 B 기반 재료 허용치 생성, 미세 구조 최적화, 다중 스케일 피로 및 역 엔지니어링합니다. 멀티스케일 디자이너 - 확률분석은 테스트 방법으로 뒷받침되는 가상 허용치를 통해 A 및 B 기반 재료 허용치 계산에 필요한 데이터를 제공합니다.



평직 단위 셀의 변형 및 채움 단계



기질 상 및 균질한 평직 단위 셀



다중 방향의 균질한 평직 단위 셀 스택으로부터 층 분리

다중 스케일 다중 물리 시뮬레이션 기능을 보유하고 있습니다.

특징

메카니컬

멀티스케일 디자이너 - 메카니컬은 선형 및 비선형 재료 모형을 계산합니다. 이렇게 계산된 모형은 이후 비선형 분석에 이용하여 거시 수준의 모델링 비용과 대등한 계산 비용으로 미세 수준의 응력장 및 변형 문제를 해결할 수 있습니다. 미세 수준의 특성을 사전에 알고 있는 전향적 균질화 방식과 알려진 거시 수준의 균질화된 특성으로부터 미세 수준의 특성이 결정되는 역 최적화 방식을 모두 이용할 수 있습니다. 멀티스케일 디자이너 - 메카니컬은 미세 상의 비탄성 변형을 나타내는 내부 변수를 극소화시키고, 쿠폰 및 구성요소 수준에서 50개 이상의 다양한 복합재 벤치마크 문제를 검증 대상으로 이용하는 미소 기계 접근 방식에 기초하고 있습니다.

확률분석

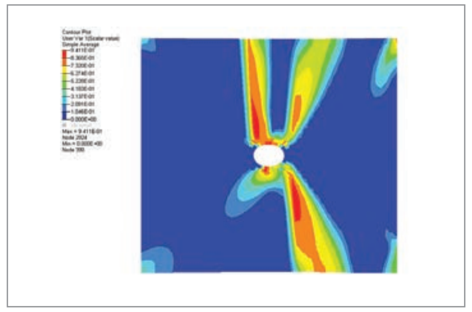
멀티스케일 디자이너 - 전향적 균질화와 역 최적화 확률 시뮬레이션 기능을 제공합니다. 전향적 균질화 확률 시뮬레이션 프로세스는 거시 수준의 형상과 구성요소 특성의 가변성을 고려하여 균질화된 거시 수준의 특성을 얻기 위한 확률 분포 함수를 계산합니다. 역 최적화 확률 시뮬레이션 프로세스는 거시 수준(쿠폰)에서 실험 데이터의 가변성을 토대로 미세 수준의 구성요소 특성을 보여주는 확률 분포 함수를

피로분석

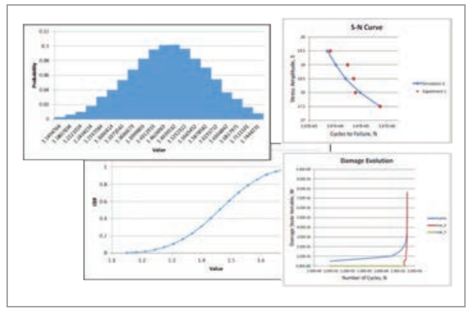
멀티스케일 디자이너 - 피로분석은 시간 영역에서 2-스케일 점근 균질화 접근 방식을 기초로 하여 공간 영역에서 차원 축소 균질화를 이용하므로 어떤 재료 구조나 미세 상 구성요소 수식에도 효과적으로 적용할 수 있습니다. 멀티스케일 디자이너 - 피로분석은 CVI(chemical vapor Infiltrated), MI(melt Infiltrated) 세라믹 복합재, 그리고 PMR-15 및 MVK-14 강화 탄소섬유 복합재에서 그 성능이 입증되었습니다.

멀티피직스

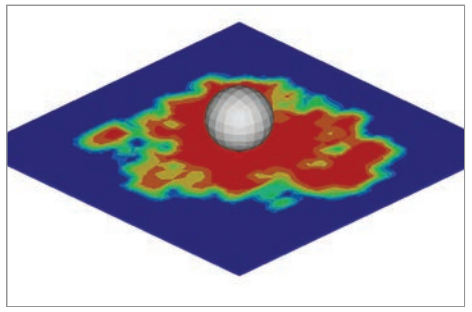
멀티스케일 디자이너 - 멀티피직스는 고분자와 세라믹 기질 복합재의 환경 물성 저하를 설명하기 위한 결합된 통합 다중 스케일 기계 확산 반응 모델에 기초하고 있습니다. 멀티스케일 디자이너 - 멀티피직스는 산소 및/또는 수분 확산, 반응 및 변형 등 다수의 스케일에서 다양한 물리적 프로세스를 결합하고 있습니다. 멀티스케일 디자이너 - 멀티피직스에서 가장 주목할 특징은 다중 물리 프로세스에 대한 모형 축소를 통해 실현되는 계산 효율성입니다.



개방 홀 인장 시편의 다중 스케일 분석 - 기질 상 손상



테스트 및 피로 시뮬레이션 결과로 뒷받침되는 가상 허용치



저속 충격의 다중 스케일 분석 - 기질 상 손상