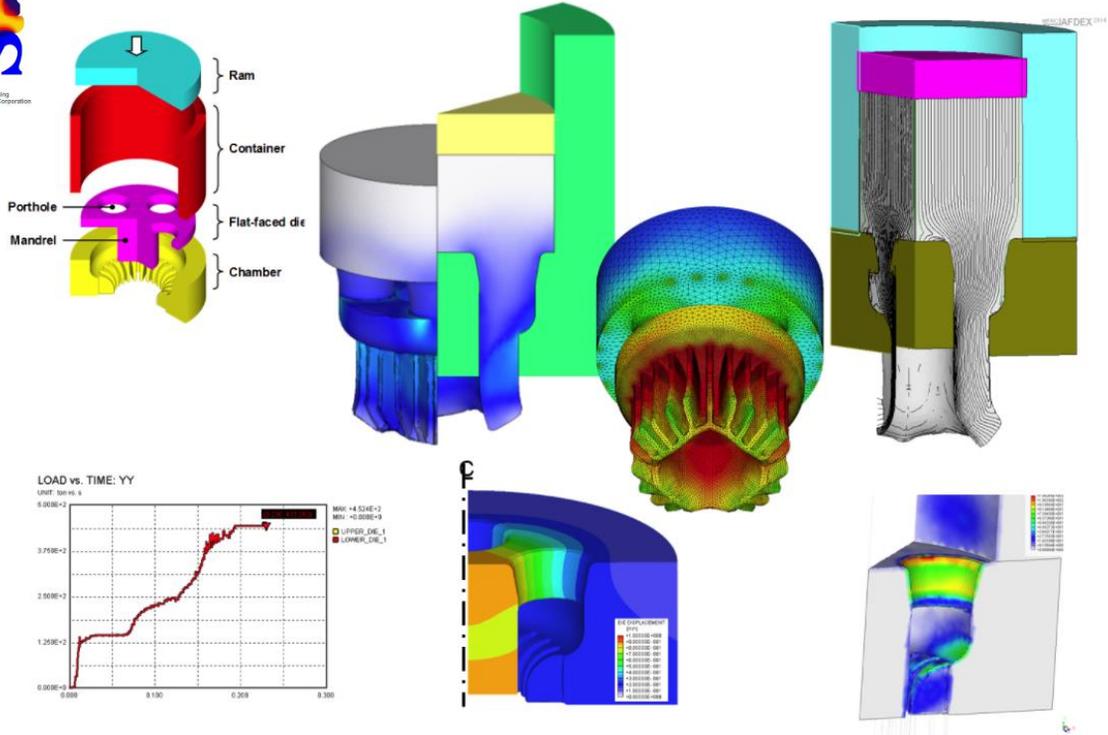
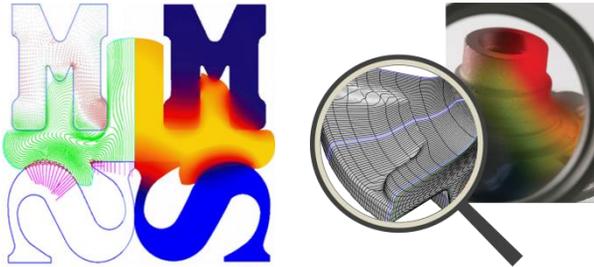


AFDEX – Intelligent Metal Forming Simulator



AFDEX는 BMF(Intelligent Bulk Metal Forming) 시뮬레이션을 수행하는 범용 금속 성형 시뮬레이터입니다. 2D 및 3D 시뮬레이션이 가능하고 강력한 3D 컴퓨터 그래픽 유틸리티를 통해 결과를 보다 생생하게 시각화 할 수 있습니다.

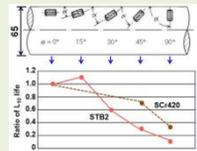
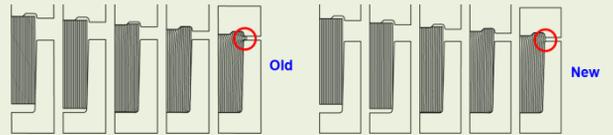
AFDEX의 특징



- 해석의 결과 값이 매우 정확하고, 정밀도가 높아야 하기 때문에 수치기법 및 해석 절차에 의한 볼륨의 손실 또는 변경이 허용 할 수 있는 범위에서 최소화 하는 솔루션의 제공이 가능합니다.
- Intelligent meshing 및 Remeshing 기능은 솔루션의 부정확성을 최소화 하도록 제공합니다.
- 또한, 복잡한 제품의 형상에 대한 메시작업도 원활하게 가능하도록 지원합니다.
- 해석과 리메싱 중에 특정한 경계(또는 가장자리)와 워크피스 다이 인터페이스의 경계를 정확하게 추적하고 다양한 문제에 대한 오류가 없고, 변화를 최소화 하기 위해 완벽한 Mesh 기능을 제공하도록 구성되어 있습니다.
- 다단계 BMF 공정 (특히 자동 다단 단조공정)은 계산 시간과 단계 사이의 사용자 조작 시간을 모두 포함한 해석 시간을 줄이도록 지원 가능합니다.
- 단조해석을 위한 AFDEX 프로그램은 사용자에게 친숙하고 매우 편리하도록 구성되어 있으며, 현재 AFDEX는 이론적으로 탄성 및 소성 유한 요소기법을 기반으로 운용되므로 해석 결과값의 정확도가 우수합니다.

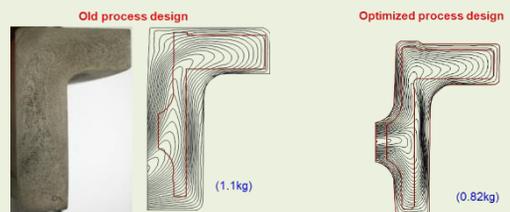
AFDEX의 영향

최적의 유동 라인과 제품의 품질 향상



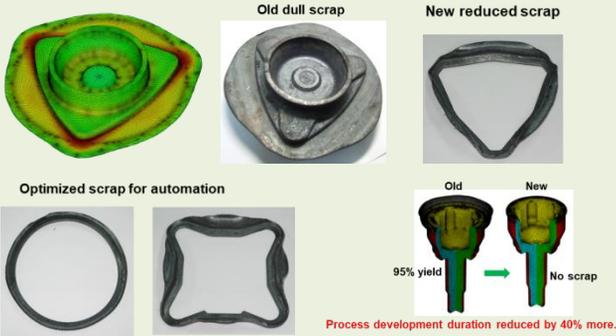
- 금속의 유동라인 또는 입자의 흐름은 금속 성형 제품의 수명 (예측)에 매우 중요합니다.
- 많은 베어링 회사들이 1990년 중반부터 테이퍼 롤러 베어링 산업에 AFDEX를 사용하여 세계 최고 수준의 품질 경쟁력을 유지해 오고 있습니다.

개선된 제품/부품 중량의 최소화



- AFDEX를 사용한 최적화를 통해 최적의 금속 유동라인을 얻을 수 있습니다.

자동화를 위한 공정 최적화



- AFDEX는 쓸모없는 스크랩을 크게 줄여 최적의 공정설계, 금속 흐름 라인 및 강도로 인해 매우 복잡한 자동화 공정 설계 최적화를 실현할 수 있도록 도와줍니다.
- 전체 프로세스 개발 시간을 40% 이상 단축시키는데 크게 기여합니다.

다이 수명과 제조 비용의 절감 향상



- 2001년 MFCFAE에서, AFDEX는 미국 자동차 부품의 열간 단조 공정에서 \$63,000/년을 가능하게 한 성공사례를 발표하였습니다.

스마트 공장의 중심



Factory lab in Gyeongbuk Creative Economy and Innovation Center in Korea, which shows futuristic smart factory designed by Samsung Electronics.



- 특히 금속 성형 산업에서 제조 공정 자체가 핵심 기술입니다. 따라서 금속 성형 시뮬레이터는 관련 업계의 스마트 공장의 핵심입니다.

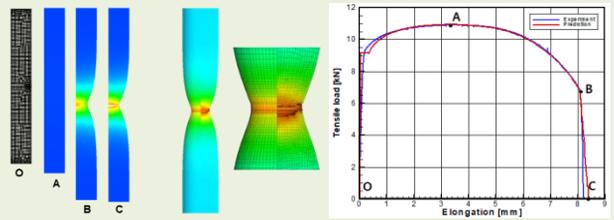
성형 결함의 예측



- 대부분의 제품에는 고품질 및 고강도가 필요하고 적절한 사전 및 사후 작업을 요구합니다.
- AFDEX는 과학적 방법으로 원인을 쉽게 나타냅니다. 물론, 그러한 어려움을 해결할 수 있는 최선의 방법을 제공할 수 있습니다.

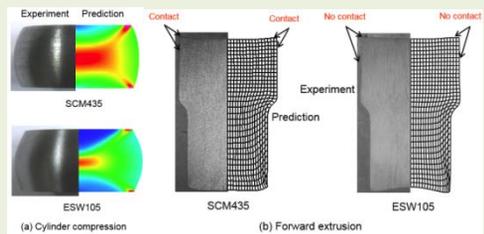
AFDEX의 검증 및 정확성

2D, 인장 시험 및 해석



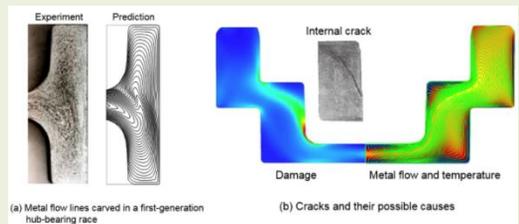
- 인장시험은 금속 성형 공정의 하나로 금속 성형에서 재료의 동작을 이해할 수 있다.
- 인장 실험 결과와 해석 결과가 매우 일치하는 것을 확인할 수 있으며 여기에 사용된 유동응력은 AFDEX MAT의 특성을 기반으로 합니다.

2D, 업셋, 전방 압출



- 그림 (a), (b)는 실험에서 발생된 변형 형상과 SCM435와 ESW105의 두 가지 다른 재료의 솔리드 실린더 압축과 전방 압출에서의 예측을 비교합니다.

2D, 열간 단조 (베어링)



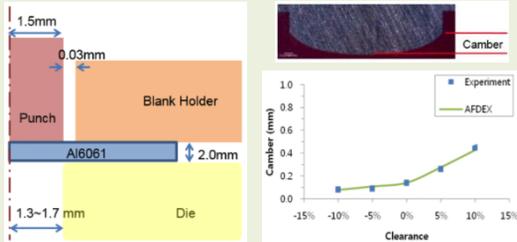
- 그림 (a)는 금속 유동선의 건전성에 비례하여 제품 품질이 좌우되는 베어링 부품의 자동3단 열간 단조에 의해 생성된 예상 금속 유동선과 실험 금속 유동선을 비교합니다.
- 그림 (b)는 금속 유동선과 온도 분포에 의해 쉽게 추론된 가능한 원인을 가진 제품의 내부 균열을 보여줍니다.

2D, 자동 5단 열간 단조 (엔진 파트)



- 연속 다단공정과 밀접한 관련이 있는 BMF 시뮬레이터의 보다 정교한 기능 (표준 프레스 단조 공정과 비교)이 자동 다단 단조 공정의 시뮬레이션을 지원
- 각 단계의 다이 공작물 허용 오차는 매우 엄격합니다.

2D, 판 단조 (마킹)



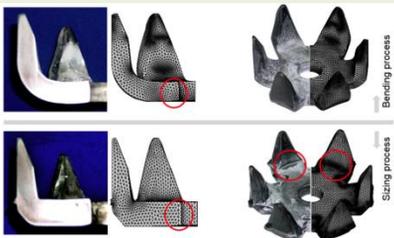
- 그래프는 마킹 과정에서 캠버의 실험과 예측을 비교하여 전체 범위에서 서로 잘 일치함을 보여줍니다.

2D/3D, 볼트 성형



- 고강도 볼트에 대한 자동 4단 냉간 단조 공정의 실험 및 예측을 비교하여 실험이 예측에 잘 반영되었음을 보여줍니다.

3D, 냉간 단조 (로터 풀)



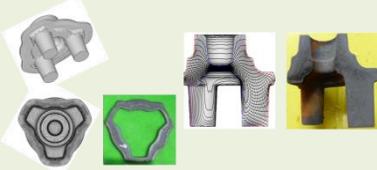
- 벤딩단계와 최종 사이징 단계로 구성된 로터 풀 냉간 단조공정의 예측과 실험을 비교하여 실제를 잘 반영하고 있음을 보여준다.

3D, 밀폐된 다이 단조 및 사이징 (베벨기어)



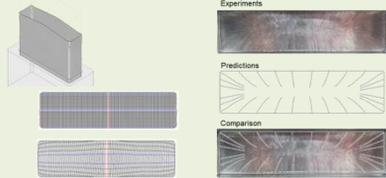
- 금형 단조 단계와 연속 크기 조정 단계로 구성된 베벨기어 제조 공정의 예측과 실험을 비교합니다. 넷 형상(Net shape) 제조의 대표적인 프로세스이기 때문에 경밀한 시뮬레이션이 필요합니다.

3D, 열간 단조 (유성 기어 부품)



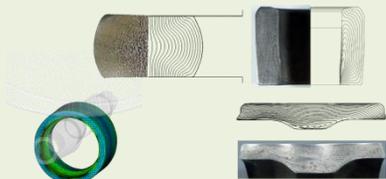
- 유성 기어 파트의 열간 단조 공정에서의 3차원 금속 유동 라인 예측과 실험을 비교한 것입니다.

3D, 충격 후방 압출 (배터리 케이스)



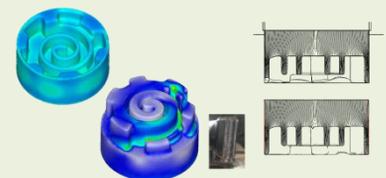
- 배터리 케이스의 실험으로 후방 압출 공정에서의 내측 바닥에 새겨진 패스라인 예측 실험을 비교한 것입니다. 이 과정은 마찰에 매우 민감하므로 하이브리드 마찰 방법은 이러한 종류의 공정에 매우 유용합니다.

3D, Ring-Rolling-After-Forging (베어링 계)



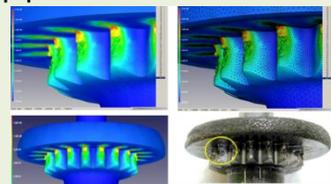
- 3차원 금속 유동선에 중점을 둔 1세대 허브 베어링 외륜에 대한 열간 압연 후 열간 단조 공정의 예측과 실험을 비교하여 서로 잘 일치한다는 것을 보여줍니다.

3D, 알루미늄 열간 단조, 다이 파단 예측 (고정 스크롤)



- 알루미늄 열간 단조 내에서 Die의 균열 원인에 대한 확인이 가능하며, 최종 스트로크 전 램의 루트 근처의 응력이 다이 파손의 직접적인 이유임을 보여줍니다.

3D, 연성 파괴



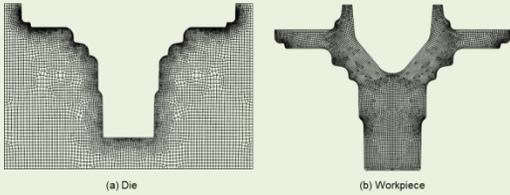
3D, 해머 단조 (선박 엔진 크랭크 샤프트)



- 선박 엔진의 경우, 요구되는 블로어 수 예측에 대해서 온도, 변형이 동시에 고려된 해머 단조 공정을 통해 수행됩니다.

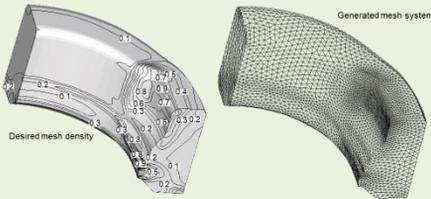
Adaptive and Intelligent mesh generation

지능적인 사각형 격자 (2D)

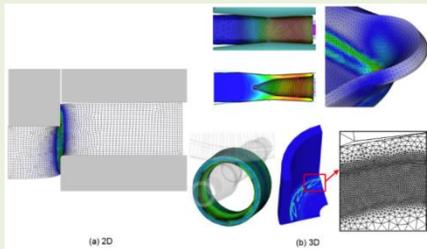


- 특수 문제의 메쉬 밀도는 사용자가 수동으로 설정할 수 있으며 Remesing 중 사용자 개입이 필요한 로컬 remeshing 기능을 사용할 수 있습니다.

지능적인 사면체 격자 (3D)

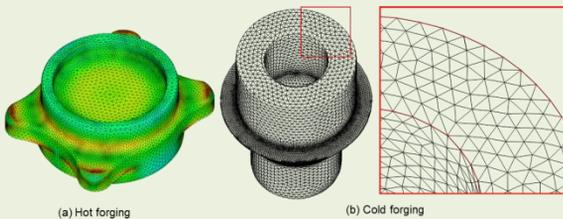


특수 제작 된 메쉬 시스템의 예



- 특수 문제의 메쉬 밀도는 사용자가 수동으로 설정할 수 있으며 Remesing 중 사용자 개입이 필요한 로컬 remeshing 기능을 사용할 수 있습니다.

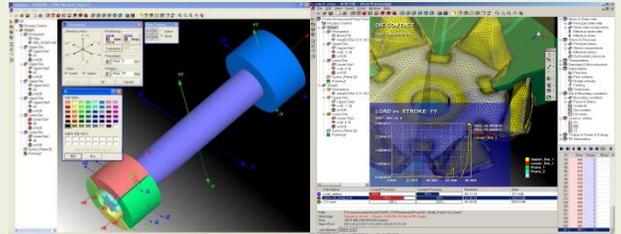
특정 경계면 또는 엣지 근처 민감도 예측



- 도면에 표시된 정확한 결과를 얻으려면 공작물 형상이 자세히 표현 되어야 하고, 이것이 MFS의 가장 중요한 부분입니다.
- 그림 (b)의 격자계는 제한된 사면체 요소로 확실하고 정확하게 모따기가 된 것을 묘사하고 있습니다.
- 요소의 작은 볼륨에 의해 빈번한 격자 재생성은 상당한 수치적 스무딩을 요구합니다.

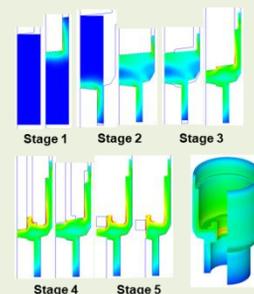
Useful and User-friendly Functions

사용자 편의를 위한 전/후 처리기

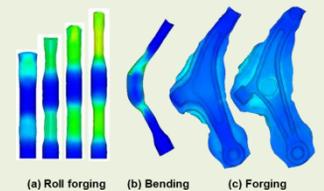


- AFDEX는 사용자가 문제 유형, 단계 수, 재료 유형, 기계 유형, 다이 형상 등과 같은 기본적인 공정 정보를 입력할 때 모든 공정에 권장되는 초기 기본값을 제공합니다.
- AFDEX는 그림과 같이 강력한 컴퓨터 그래픽을 지원합니다.
- AFDEX는 2D의 DXF파일 형식과 3D의 STL형식을 통해 모든 CAD 시스템에 연결할 수 있습니다.
- AFDEX는 사용자의 편의성을 대폭 강화하여 유저 친화적입니다. AFDEX 운용에 있어 CAD사용자를 포함하여 공정 설계 엔지니어가 시뮬레이터 사용법을 습득하는데 매우 쉽게 구성 되어 있습니다.
- AFDEX는 Pre 및 Post 프로세서와 인터페이스하여 경험적으로 학습할 수 있으므로 사용자 설명서는 필수적인 것은 아닙니다. 물론 AFDEX는 전문 사용자가 기본값을 수정하고 전문 상수를 새로 정의할 수 있는 다양한 방법을 제공합니다.

2D 완전 자동해석

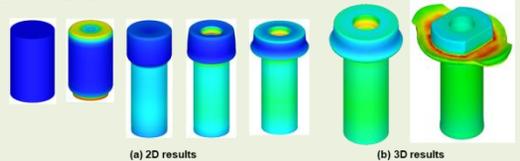


3D 부분 자동 해석



- AFDEX 2D 및 AFDEX 3D의 자동 실행 기능을 사용하여 축대칭 자동5단 냉간 단조 공정 및 3차원 7단 복합 핫 메틀 성형 공정에 대한 예측을 보여줍니다.

2D, 3D 결합해석



- 2D 해석 결과를 보다 강력한 그래픽 기능을 갖춘 3D post 프로세서로 볼 수 있습니다.
- 그림은 하나의 피어싱 스테이지와 최종 3차원 스테이지를 포함하는 5단계 정밀 냉간 단조 공정의 예측입니다.
- 최소의 사용자 개입으로 2D 및 3D 결합 시뮬레이션 기능을 사용하여 얻을 수 있습니다.

금속 유동 라인



- 일반적으로 기어, 베어링 등을 포함한 대부분의 동력 전달 부품의 금속 유동선의 정확한 예측과 편리한 시각화가 매우 중요합니다.
- AFDEX는 금속 성형 공정에서 형성된 2D 및 3D 금속 유동선을 보여주는 기능이 강력합니다.