



1. AFDEX_V17R01 출시

1.1 신버전 출시 계획

AFDEX_V17R01(AFDEX Advanced)가 올 해 6월 1일에 출시될 예정이다. 이번 신버전은 그 동안의 사용자들의 요구사항을 적극 반영하여 개선되었고, 특히 AFDEX Advanced는 AFDEX Professional에 탄소성 해석 기능, 금형 연계해석 기능, 조립금형 구조해석 및 열전달해석 기능 등이 추가된 버전이다. 주요 신기능은 아래 표에 간략하게 요약하였으며, 개선점 및 신기능에 관한 자세한 내용은 본문에서 확인할 수 있다.

분류	내용
2D	-금형의 탄성변형을 고려한 시뮬레이션 -조립금형 간 열전달 시뮬레이션 -조립금형 구조해석 시뮬레이션 -특정 스텝간의 반복 시뮬레이션 -Boolean operation 기능
3D	-금형의 탄성변형을 고려한 시뮬레이션 -조립금형 간 열전달 시뮬레이션 -조립금형 구조해석 시뮬레이션 -특정 스텝간의 반복 시뮬레이션

1.2 신기능 및 개선 사항

신버전의 구체적인 개선 사항은 다음과 같다.

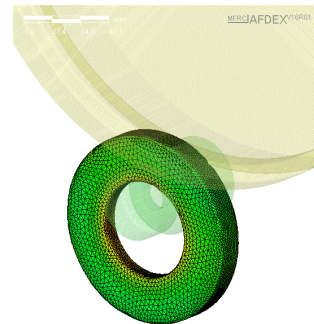
분류	내용
2D / 3D 공통	마찰계수 및 마찰상수의 압력, 온도, 접촉소재 변형률의 함수화
	열전달계수의 온도 및 압력의 함수화
	열전달계수 디폴트 하향 조정
	온도 갱신방법 추가 (적은 요소망 사용 시의 이론적 한계 극복)
	비등온해석 시, 단 변경 후 연속해석 기능 추가 및 개선
	비등온해석 시, 이송 공정 중 금형의 열전달해석 기능 추가
	비등온해석 시, 채류 공정 중 연속실행 기능 추가
	미세구조 예측을 위한 입력 데이터의 확정
	금형에 가장 가까운 금형 상의 점까지의 거리 계산 기능 추가
	종료 해석 스텝 개선
	HyperSTUDY와 연계한 최적화 기능 추가
	소재의 금형 침투 시, 밀어내기 기능의 개선
	결과 축약 알고리즘 개선
	하중 등의 데이터 포인트를 500에서 1000개로 확대함
	퍼어싱 이후의 소재 온도 변화 문제 해결
2D	해석 중 금형의 인위적 순간 이동 기능 추가
	조립금형의 구조해석에 필요한 벌칙상수의 입력 기능 추가
	금형 정보에서 하나의 선분상의 3점 처리 기법 개선
	스프링부착금형 해석 기능의 개선
	손상도 계산 시, 원주 방향의 주응력 고려 여부 선택기능 추가
3D	Boolean 오퍼레이션 기능 개선
	조립금형의 경우 하나의 단에서 최대 19개의 조각금형까지 처리가 가능해짐
	경계조건 입력의 의무화
	금형구조해석을 위한 경계조건 입력 방식 개선
	금형의 평행 이동 기능 개선
	링롤링 공정용 환상 조밀요소망 제공
	링롤링 공정 중 발생하는 측면 접촉 절점 처리 기법 개선
	링롤링 공정 중 금형으로부터 소재 분리 기법 개선
	링롤링 공정 해석 시, 금형과 소재의 접촉 촉진 기법 도입
	링롤링 공정 중 강제 요소망재구성 기법 추가
	링롤링 공정 중 부피보상 기법 개선 및 신기능 추가
	링롤링 공정 중 재료의 중심 제어 기능 개선 및 추가
	워크롤이 내부에 존재하는 내부 링롤링 공정 해석 기능 추가
	금형의 위치 조절, 엑셀물의 이동 관련 기능의 개선
	링롤링 공정에서 각속도 방향 입력 오류 체크 기능 추가

소재 흔들림 방지 기법 추가
플로포밍 공정 전용 기능의 열전달 기능 개선
점진성형 등의 대형문제에 능동적으로 대응하기 위한 기본 상수의 상향 조정
금형 침투 깊이에 따른 절점 상태 판단 및 조절 기능 개선
금형의 자전 기능 개선
특이점에서 속도 점프 현상 개선
각이 진 모서리에서의 경계조건 처리 개선
경계조건 및 자유도 구속의 입력 방식 개선 및 변경
자유단조 및 반경단조의 Pusher (manipulator) 기능 개선
자유단조 및 반경단조에서 +x-단에 위치한 Pusher (manipulator) 설정 기능 추가
자유단조 시, Pusher 제어를 위한 입력 변수 추가 및 개선
주기운동 금형의 정위치화 기능 추가

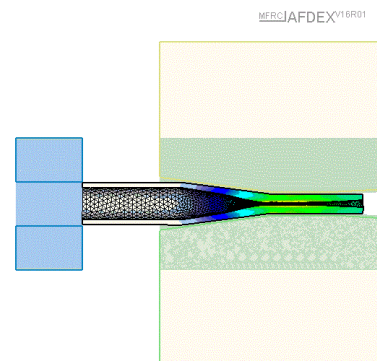
2. 주요 신기능 및 개선된 기능

아래 항목의 그림들은 AFDEX 홈페이지에서 gif 파일로 전체 공정을 확인할 수 있다.

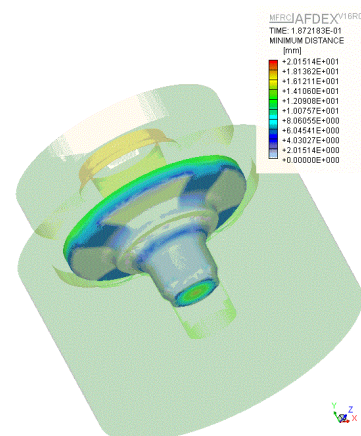
2.1 링롤링 기능 개선



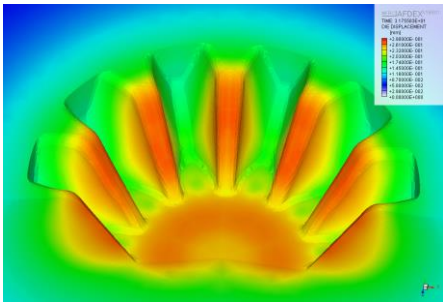
2.2 자유단조 기능 개선



2.3 인접 금형까지의 거리(Min. distance) 계산 기능

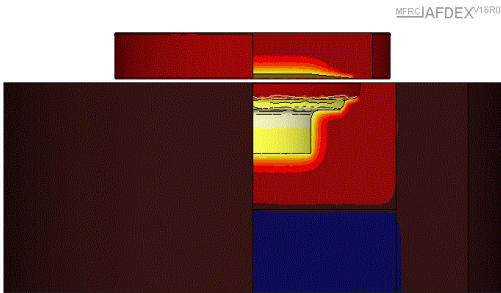


2.4 2D/3D 금형의 탄성변형을 고려한 시뮬레이션



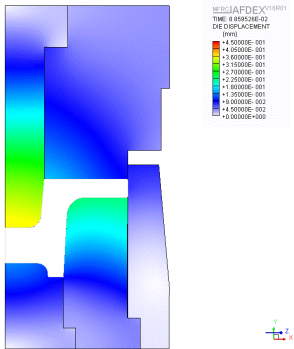
2.5 2D/3D 조립금형 간 열전달 시뮬레이션

AFDEX_V17R01 버전부터 조립금형에서 금형간 열전달해석이 가능하다. 이 그림은 축대칭 및 3차원 열전달 문제를 해석한 결과이며, 금형 부품 간의 열전달해석이 고려되었다. 또한, 이 기능은 조립금형의 부품간 구조해석과 동시에 사용될 수 있다.



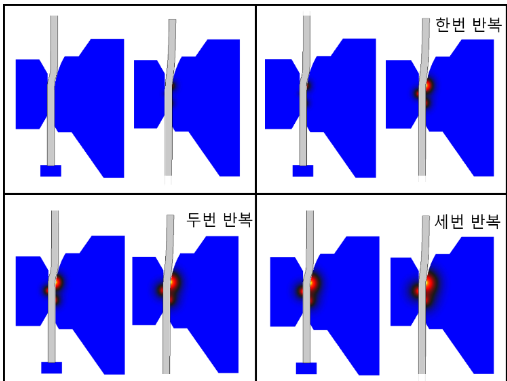
2.6 2D/3D 조립금형 구조해석 시뮬레이션

AFDEX_V16 버전에서는 성형해석 중 조립금형의 구조해석이 불가능하였다. AFDEX_V17R01/Advanced 버전부터는 성형해석과 연계한 조립금형의 구조해석이 가능하다. 아래 그림은 성형해석과 동시에 조립금형의 구조해석을 진행한 2D 및 3D 해석 결과이다.



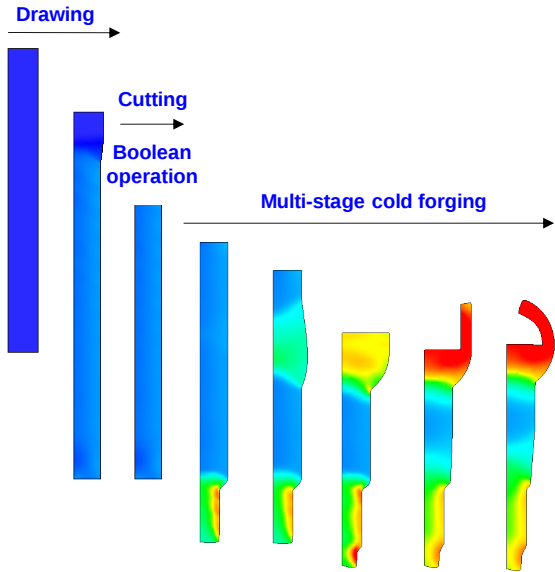
2.7 2D/3D 특정 구간 반복 시뮬레이션

AFDEX_V17R01에 특정 구간에 대해 반복적으로 시뮬레이션하는 기능이 추가되었다. 이 반복 해석기능은 주로 금형의 온도변화를 추적하기 위하여 사용된다. 이전 공정 금형의 마지막 온도를 다음 공정 금형에 초기 값으로 갱신 시킨 후, 다시 같은 공정을 반복적으로 해석한다.



2.8 2D Boolean operation 기능

2D 시뮬레이션 도중 소재의 일부를 제거할 수 있는 Boolean 기능이 추가되었다. 이 기능을 이용하여 인발 또는 압출 공정을 해석한 뒤, 해당 소재를 이용한 공정을 연속적으로 해석할 수 있다.



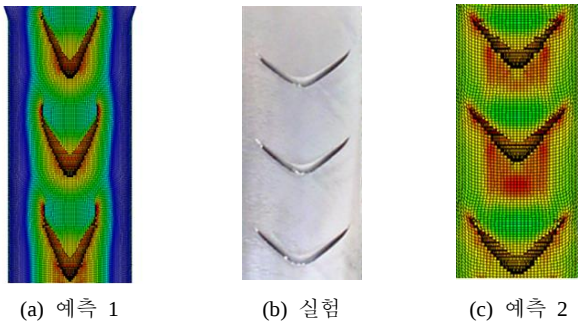
3. 2017 한국소성가공학회 춘계학술대회

AFDEX 개발팀은 2017년 한국소성가공학회 춘계학술대회에서 아래의 논문들을 발표할 예정이다. 이 논문의 대부분은 AFDEX_V17R01에서 제공하는 신기능들과 이와 관련된 전문지식을 주제로 하고 있다.

2017 한국소성가공학회 춘계학술대회	
1	기존 연성파괴 이론에 의한 세브론 크랙의 예측 가능성과 한계
2	웰노징 공정 중 발생한 선단부 파단의 원인
3	열간단조 중 발생한 공기 간헐의 영향
4	불조인트케이스 열간단조용 프리폼의 제조를 위한 크로스롤링 공정의 실용적 설계
5	요크 자동단 정밀냉간단조 공정의 스프링 백 해석 및 검증
6	냉간압출공정의 정밀유한요소해석 및 수치적 문제에 관한 연구
7	미세조직예측을 위한 소재 정보의 획득을 위한 실용적 기법
8	단조 후 소재 절삭에 따른 탄성회복 변형의 유한요소예측
9	최적 사면체요소망을 이용한 링롤링 공정의 유한요소해석
10	금형변형 및 소재온도의 연계해석이 결과에 미치는 영향에 관한 정량적 분석
11	비축대칭 제품의 냉간단조에서 원형 구멍 성형 시의 진원도에 관한 연구

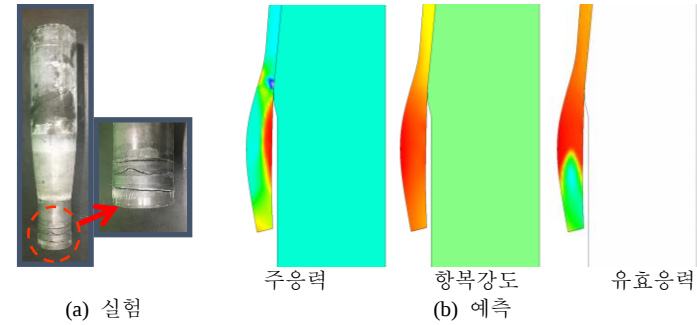
3.1 기존 연성파괴 이론에 의한 세브론 크랙의 예측 가능성과 한계

대부분의 연구자들이 Cockcroft-Latham 손상도 이론을 사용하고 있다. 그러나 이 이론을 개방압출의 세브론 크랙의 생성 예측에 적용해 보면, 그림 (a)에서 보는 바와 같이 실험과 큰 차이가 있다. 그림 (b)는 초기의 손상도 상태를 크게 달리하여 강제적으로 실험과 유사한 결과가 나오도록 한 것이며, 이로부터 Cockcroft-Latham 손상도 모델의 부적절성을 강조하고 있다. 이 손상도 모델의 문제는 압축변형의 영향을 무시한 것에서 연유한다.



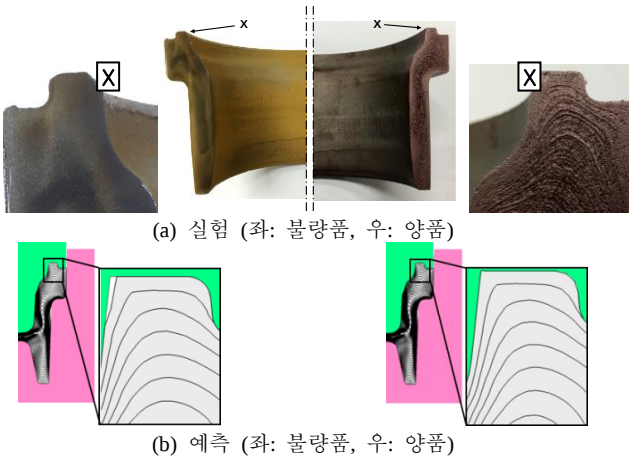
3.2 셸노징 공정 중 발생한 선단부 파단의 원인

일반적으로 냉간단조 중 파단이 발생하면, 연성파괴로 간주하는 경향이 있다. 이 연구에서는 셸 노징 공정에서 심한 압축변형 후에 소재가 출구를 통과하는 순간에 발생하는 취성 파괴를 소개한다. 탄소성 유한요소법을 통하여 스프링백 이후에 최대 주응력이 재료의 항복강도보다 높게 된다. 이 때, 유효응력은 유통응력보다 작아 탄성영역에 속한다. 재료는 주응력 방향에 수직한 방향으로 파단된다.



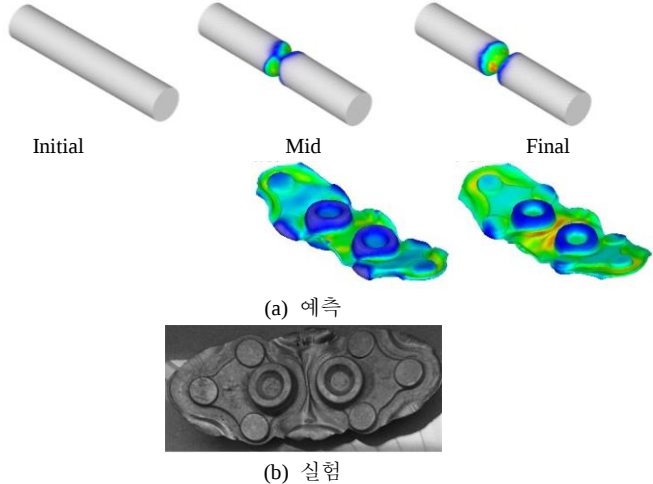
3.3 열간단조 중 발생한 공기 간힘의 영향

주위가 높은 압력으로 막힌 공기간힘 현상은 결함을 발생시키게 된다. 아래 그림은 축대칭 단조공정 중 공기간힘 현상으로 발생한 결함의 발생 과정을 예측한 것이다. 공기간힘 현상을 예측하기 위해서 필요한 것은 공기 압축률과 발생 압력의 함수 관계이다. 해석 과정에서 내부 압력이 주위의 금형 압력보다 커지면, 자동적으로 내부 압력을 금형 압력을 초과하지 않도록 떨어뜨려 주어야 한다. 그림 (a)와 (b)는 공기 간힘에 의해 발생한 결함의 실험 및 예측 결과를 비교하고 있다.



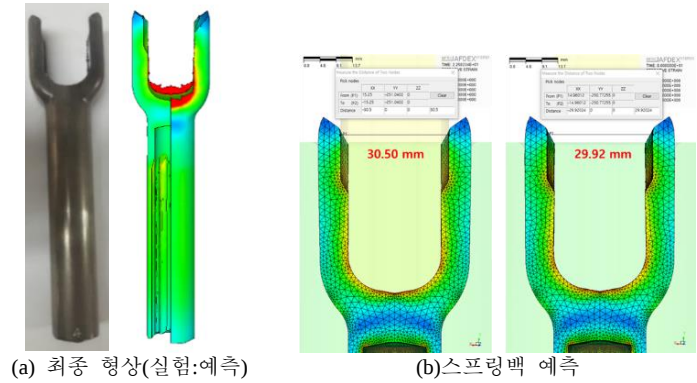
3.4 볼조인트케이스 열간단조용 프리폼의 제조를 위한 크로스롤링 공정의 실용적 설계

볼조인트케이스의 열간단조용 최적 프리폼을 제안한 것으로 크로스웨이롤링을 이용하여 초기소재의 중간 부위의 소재량을 줄인 것이다. 이를 통하여 금형의 최대응력이 약 40% 감소하였다. 아래 그림은 해석결과와 실험결과를 비교하고 있다.



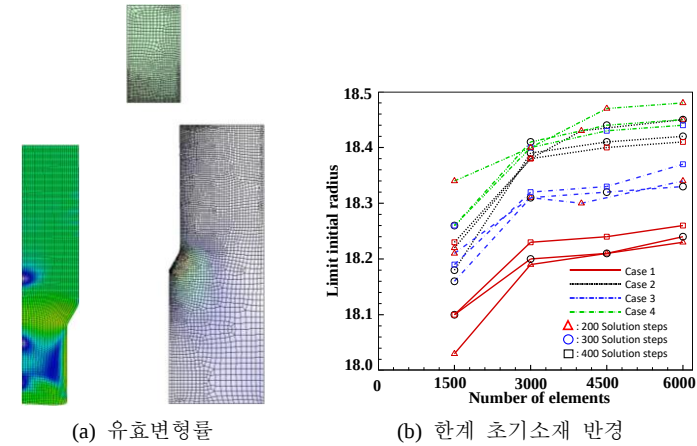
3.5 요크 자동다단 정밀냉간단조 공정의 스프링백 해석 및 검증

아래의 그림은 요크 자동다단 정밀냉간단조공정을 탄소성 유한요소법을 이용하여 언로딩 공정을 해석하여 얻은 스프링백 양의 예측치와 실측치를 비교한 결과이다. 실측치는 0.58 mm인 반면, 예측치는 0.50 mm로 나타났다. 이 결과는 스프링백 양의 예측치가 정량적 의미를 갖는다는 사실을 말해준다.



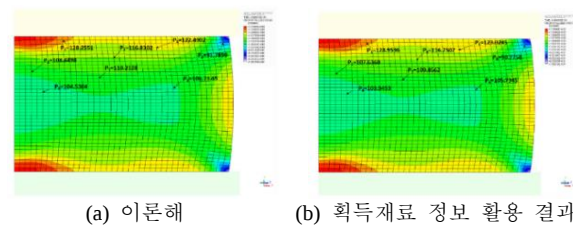
3.6 냉간압출공정의 정밀유한요소해석 및 수치적 문제에 관한 연구

아래 그림은 개방 압출공정을 나타낸다. 개방압출공정에서 한계 단면감소율은 특히 샤프트류의 자동다단 정밀냉간단조에서 매우 중요하다. 압출공정은 형상에 비하여 수치해석 상으로 비교적 난해한 문제이다. 단면감소율의 영향이 절대적이며, 이것은 최상위 및 최하위에 위치한 금형과 접촉한 질점이 이것을 결정하기 때문이며, 해석 중에 이 값은 지속적으로 변한다. 이 연구에서는 한계 단면감소율의 결정을 목표로 금형을 강체 또는 탄성체로 모델링하고, 소재를 강소성체 또는 탄소성체로 간주하여 만들어진 4개의 조합에 대한 수치적 특성을 연구한 것이다. 이 연구 결과는 실용적임은 물론이고 관련 기술자 및 연구자들에게 적용 이론에 관한 영감을 주는데 매우 효과적이다.



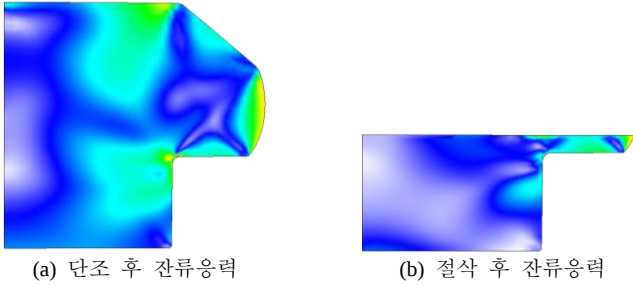
3.7 미세조직예측을 위한 소재 정보의 획득을 위한 실용적 기법

그림 (a)는 이미 알려진 소재의 물성치를 이용하여 결정립의 크기를 예측한 것이다. 그림 (b)는 그림 (a)를 AFDEX-HyperSTUDY의 최적화기능을 활용해 획득된 소재의 물성치를 이용하여 결정립의 크기를 예측한 결과이다. 두 결과는 공학적으로 동일하다. 그림 (a)를 결정립의 크기 분포가 실험적으로 획득된 것이라고 간주하면, 전술한 그림 (b)의 방법을 통해 소재 물성치 획득이 난해한 미세구조 해석에서 결정립의 크기를 경제적으로 획득할 수 있다.



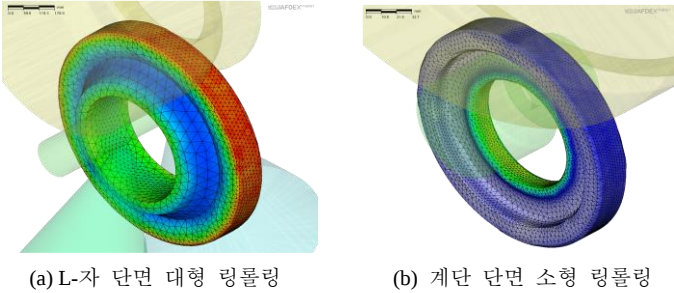
3.8 냉간단조품의 절삭에 의한 변형량의 유한요소해석

그림 (a)는 탄소성 유한요소법을 이용한 잔류응력 및 우하부의 모서리 각도를 예측하는 목적으로 사용된 사각형요소망이다. 그림 (b)는 하부를 고정시킨 상태에서 상부를 기계가공으로 제거한 후 스프링백 해석을 실시하는데 사용한 요소망이다. 실험결과와 해석 결과를 비교한 결과, 모서리 각도의 변화량이 각각 0.18° 와 0.14° 를 기록하였다. 이 정도의 정확도는 유의미한 것으로 판단된다.



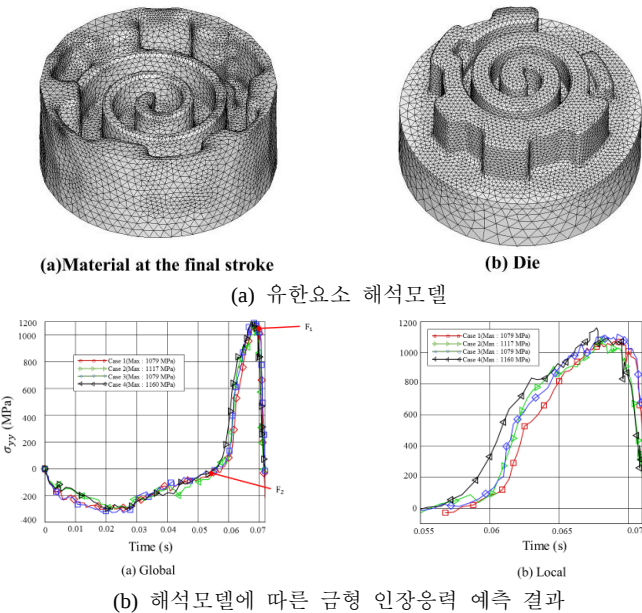
3.9 최적사면체요소망을 이용한 링롤링공정의 유한요소해석

링롤링 공정은 대표적인 점진성형 공정으로 계산시간 및 정확도의 양면에서 개선점이 여전히 남아 있다. 이 두 문제의 해결에 있어 요소망의 중요성을 재차 강조할 필요가 없다. 이 연구에서는 링롤링 공정에 최적합한 요소망, 즉 접촉조건을 반영한 환상 조밀 요소망을 제안하였으며, 아래 그림에서 보는 바와 같은 적용 예제를 통하여 그 효과를 확인하였다.



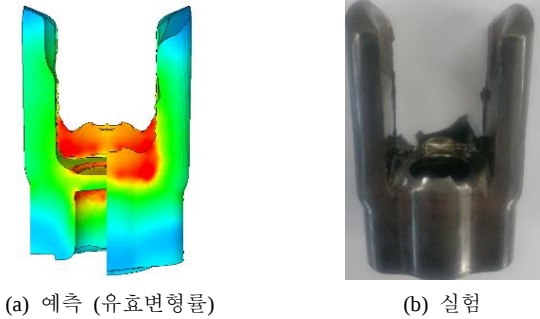
3.10 금형변형 및 소재온도의 연계해석이 결과에 미치는 영향에 관한 정량적 분석

스크롤 단조는 비교적 온도 및 금형의 변형에 따른 영향이 큰 문제이다. 따라서 소재 및 금형 모델의 영향을 검토하기에 적합한 문제이다. 아래 그림에서 보는 바와 같이 소재를 강점소성 또는 강열점소성으로 간주하고 금형을 강체 또는 탄성체로 간주하여 얻은 네 가지의 경우에 대하여 금형의 파괴를 유발하는 응력을 계산하여 정량적으로 비교하였다. 이 결과는 응용 기술자들에게 이론의 영향에 관한 직관을 갖도록 하는데 도움이 될 것이다.



3.11 비축대징 제품의 냉간단조에서 원형 구멍 성형 시의 진원도에 관한 연구

아래의 그림은 펀치요크 냉간단조 공정 중 발생한 후방압출에 따른 내경의 비진원도의 발생 원인을 규명한 것이다. 탄소성 유한요소법을 이용하여 스프링백 양 등의 영향도 고려되었으나, 타원형상의 발생의 근본적 원인은 소성유동에 기인하며, 소재와 금형 간의 초기 접촉 거리의 최적화를 통하여 해결될 수 있다. 정밀단조 시뮬레이션 기술이 예비형상의 최적설계에 크게 기여할 수 있는 사례이다. 타원도에 관한 예측치와 실험치는 각각 1.03과 1.038로 정량적인 의미를 갖는다.



4. 공지사항

4.1 정례교육

AFDEX 정례교육이 2017년도에 총 9회 예정되어 있으며, 그 중 2회는 진행되었다. 아래 표는 추후 진행할 AFDEX 교육 일정이다. 한편, 특정 기업체를 대상으로 하는 교육은 수시로 실시되고 있다.

회차	장소	날짜	지역	과정
3	제조기반전산교육장	5월 17일(목)~19일(금)	서울	이론과 실습
4	인적자원개발센터	6월 15일(목)~16일(금)	천안	이론과 실습
5	인적자원개발센터	7월 20일(목)~21일(금)	천안	이론과 실습
6	진주경상대학교	7~8월 중	진주	이론과 실습
7	제조기반전산교육장	9월 14일(목)~15일(금)	부산	이론과 실습
8	미정	10월 19일(목)~20일(금)	미정	이론과 실습
9	미정	11월 23일(목)~24일(금)	미정	이론과 실습



4.2 MFCAE 2017

MFCAE 2017은 8월 17일과 18일 양일간 창원에서 실시될 예정이다. 이번 AFDEX 유저컨퍼런스에서는 AFDEX 신기능 및 활용사례가 주제이며, 한글로도 발표가 가능하다. 사용자 분들에게서는 적극적으로 참여하시어 시뮬레이션 소프트웨어 활용방법 및 전문지식을 습득하시길 권유 드린다. 장소 및 날짜는 변경될 수도 있으며, 확정 시 홈페이지와 메일을 통해 사용자 분들께 안내드릴 예정이다.

	장소	날짜	지역	과정
1	풀만 엠배서더 창원	2017.08.17~18	창원	사례발표



4.3 한국소성가공학회 전문교육 강좌 소개

6월 27일 부산에서 한국소성가공학회의 주관 하에 “소성역학 이론과 응용(강연자: 전만수 교수, 정완진 교수)”의 강좌가 개설될 예정이다. 이 강좌는 탄성역학과 소성역학의 기초 및 응용을 주제로 진행되며, 판단조를 비롯한 체적소성가공분야의 응용을 목적으로 역학의 기초를 다지고자 하는 기술자 및 학생을 대상으로 한다.

한편, 6월 26일~27일과 7월 13일~14일에 전술한 소성역학과 응용을 포함한 7개의 전문교육강좌가 유료로 개설될 예정이다. 강의내용과 수강료에 관한 상세 정보는 한국소성가공학회 홈페이지(<http://www.kstp.or.kr/>)에서 확인할 수 있다.

4.4 국제전시회 참가

4.4.1 하노버 메세 2017



Hannover Messe 2017

April 24-28, 2017
Messegelände Hannover
Hall 004, Stand H58

4월 24일부터 28일까지 5일간 독일에서 Hannover Messe 전시회가 개최되었다. 이 세계적인 산업기술 전시회에는 총 7개의 전시관에 6천 5백여 개의 전시부스가 설치되었다. MFRC/AFDEX는 Industrial supply 전시관의 4번 홀, H58에서 AFDEX를 전시하였다.

4.4.2 알테어 유럽 전시회



2017 European Altair Technology Conference

June 26-28, 2017
Frankenthal, Germany

6월 26일부터 28일까지 3일간 독일에 Altair's European Technology Conference가 개최된다. 이는 유럽의 주요 PLM 기술 전시회로 항공, 자동차, 전자, 중장비를 포함한 다양한 분야의 전문가들이 참석한다. MFRC는 AFDEX 신버전을 홍보할 예정이다.

4.4.3 엠에프도쿄 2017



MF-Tokyo 2017

July 12-15, 2017
Tokyo, Japan
Hall 005, Booth 57

7월 12일부터 15일까지 4일간 일본 도쿄 빅사이트 전시장에서 MF-Tokyo 2017이 개최된다. MF-Tokyo는 기계산업기술 전문전시회이며, 단조부터 자동화, 표면처리, 용접 등의 다양한 분야로 구성된다. 약 1300개의 기업체가 전시에 참여하고, 3만여명의 관람객이 참가할 것으로 예상된다. MFRC는 5번 홀, 57부스에서 AFDEX를 중심으로 하는 국제 교류의 장을 마련할 예정이다.