

Contents

1. AFDEX_V24R02 업데이트/열처리 모듈 출시

2. AFDEX 해석사례

- 2.1 이방성 프로그램의 개발
- 2.2 손상상수 및 임계손상도의 결정
- 2.3 필렛롤링의 고정밀 및 경제적 해석모델
- 2.4 탄소성 유한요소법을 이용한 유동곡선
- 2.5 일반 인장시험으로부터 표준 인장시험 결과의 획득
- 2.6 튜브 재료로부터 유동곡선 획득법
- 2.7 유동곡선과 마찰
- 2.8 상온에서 탄소강의 유동특성
- 2.9 다단 롤 플로우포밍 공정의 성형해석
- 2.10 판단조해석 기능 강화
- 2.11 열처리 해석
- 2.12 표면팽창률 가시화 기능
- 2.13 재료-재료 접촉 기능 개선

3. 주요 개선된 사용자 인터페이스

- 3.1 금형의 극한 요소망 생성 검증
- 3.2 HDF5 format export 기능
- 3.3 FLC 입력 기능 개선
- 3.4 후처리 View에서 모델(stl) 추가 기능
- 3.5 3차원 피어싱/트리밍 기능 개선 및 입력창 이미지 추가
- 3.6 단물체 해석 시 재료-재료간 마찰조건 입력
- 3.7 2차원 자동생성 요소 수의 기본값 변경
- 3.8 임의 방향 재료의 단류선 보기 개선
- 3.9 열처리 모듈 GUI 개선
- 3.10 2차원 DXF Importing 기능 강화
- 3.11 AFDEX_SP 원근조정 기능 개선
- 3.12 라이선스 매니저 개선

4. 소식 및 공지 사항

- 4.1 2025년 소식
 - 4.1.1 2025년 출판된 주요 논문
 - 4.1.2 ATC Malaysia
 - 4.1.3 ICFG 58th Meeting
 - 4.1.4 Workshops in Türkiye
 - 4.1.5 해외 고객 및 파트너 교류
 - 4.1.6 글로벌 강소기업 1000+ 기업 지정
 - 4.1.7 MetalForm China 2025 참가
- 4.2 2026년 계획
 - 4.2.1 2026년 정기 및 수시 교육 안내
 - 4.2.2 e-북 및 e-러닝 활용 교육 활성화
 - 4.2.3 고객 만남의 활성화

1. AFDEX_V24R02 업데이트 및 열처리 모듈 출시

2025년 10월 AFDEX_V24R02 최종 업데이트 버전 및 열처리 모듈이 출시되었다. 지난 6월 신버전이 출시된 이후, 고객 친화적으로 기능 개선이 이루어졌다. 열처리/미세조직 해석 모듈은 과거 2년간의 베타 테스트를 마치고 정식 출시되었다.

미세구조 예측 프로그램은 동적 재결정(DRX), 정적 재결정(SRX), 결정립 성장 등의 예측 기능을 포함한다. 열처리 프로그램은 경도, 어닐링, 담금질, 템퍼링, 구상화 등을 포함하는 신기능들을 제공한다. 따라서 최신 AFDEX의 출시로 성형 및 후처리 과정에서 재료 거시적 및 미시적 특성을 더욱 포괄적으로 분석할 수 있게 되었다.

2. AFDEX 해석 사례

2.1 이방성 프로그램의 개발

정완진 교수가 이끄는 AFDEX 연구팀은 이방성 탄소성 유한요소해석 프로그램을 개발하였으며, ICPMMT 2025에서 발표하였다. 그림 2.1은 사면체 요소망을 이용한 원형 컵 딥드로잉 공정의 이방성 탄소성 유한요소해석 결과를 나타낸다. 2026년도 2/4분기부터 이방성 탄소성 해석 기능이 제공될 예정이다.

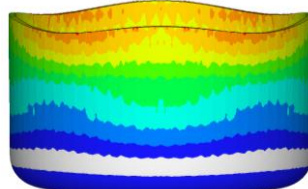
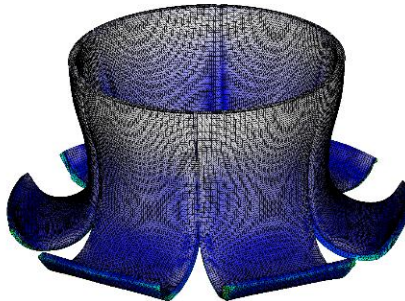


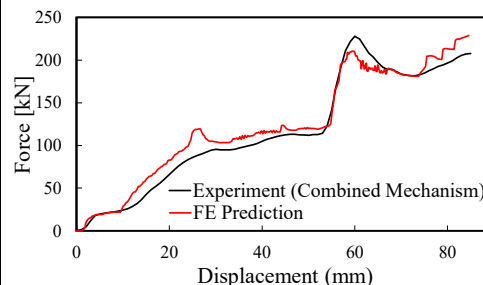
그림 2.1 사면체 요소망을 이용한 이방성 탄소성 유한요소해석

2.2 손상상수 및 임계손상도의 결정

AFDEX 연구팀은 두 가지의 시험으로부터 손상상수 및 임계손상도의 실용적 동시 계산법을 개발하여, 2025년 학술지 Metals (B. S. Hong et al., Metals 2025, 15, 1376)에 게재하였다. 그림 2.2는 에너지흡수장치의 파괴 현상을 시뮬레이션한 적용 사례이다. 이 예제에서 Oyane-Okimoto-Shima 손상도 모델($D = \int (1 + C \frac{\sigma_m}{\sigma}) d\epsilon$)의 마모상수 C (0.82)와 임계손상도 (1.29)가 구해졌다. 이 손상상수와 임계손상도를 사용할 경우, 인장시험과 에너지흡수 시험 공정을 동시에 공학적으로 만족하는 예측 결과를 얻을 수 있다.



(a) 충돌시험 해석 결과(종료 시점)



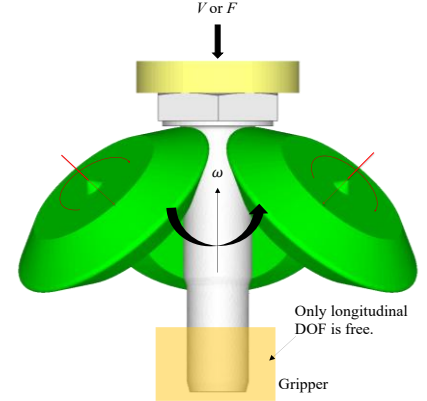
(b) 스트로크 - 충돌하중 곡선

그림 2.2 에너지흡수 장치의 충돌시험 시뮬레이션

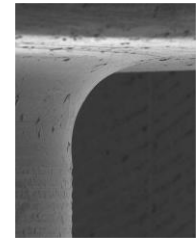
2.3 필렛롤링의 고정밀 및 경제적 해석모델

2025년도에 고성능 볼트의 필렛롤링 공정의 해석 기술이 폭넓게 연구되었으며, 그 결과 다양한 해석 모델이 제안되었다. 하중부과 방법 및 대칭성을 이용함으로써 수치적 안정성을 도모하는 방법 등이 제안되었다. 그림 2.3(a)는 티타늄 볼트의 필렛롤링 공정의 전체영역 유한요소해석모델이며, 그림 2.3(b)는 해석결과와 실험결과를 비교하고 있다. 그림 2.3(c)는 피로시험 시에 주요 지점이 겪는 응력 사이클을 나타낸다. 필렛롤링은 최대주응력의 평균응력 (730에서 200 MPa)과 진폭(400

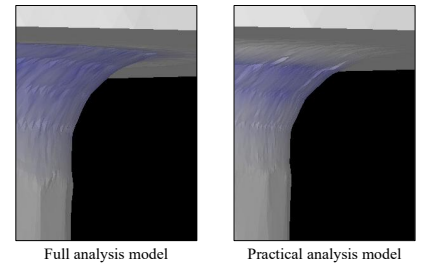
에서 200 MPa)이 크게 감소시키는 것으로 나타났다. 이것은 볼트의 피로수명을 획기적으로 개선하는 효과가 있다. 주요 연구결과는 J. Manuf. Process. (V. 151, 2025, pp. 490-505)와 J. Mater. Res. Technol. (V. 37, 2025, pp. 3788-3800)에 게재되었다.



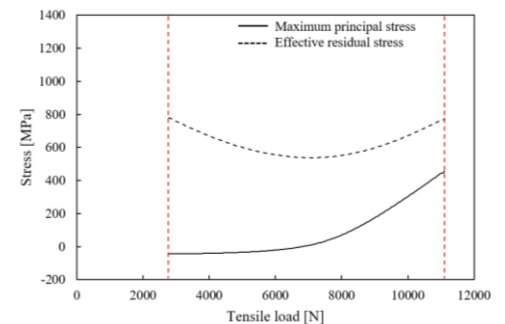
(a) 전체영역 해석모델



Experiment



(b) 실험결과와 전체영역 및 실용모델의 예측결과의 비교



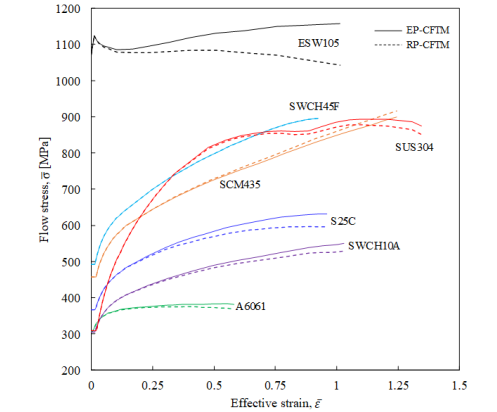
(c) 피로수명 시험의 구조해석 결과
(부과하중-최대주응력 및 유효잔류응력 곡선)
그림 2.3 필렛롤링 공정해석

2.4 탄소성 유한요소법을 이용한 유동곡선

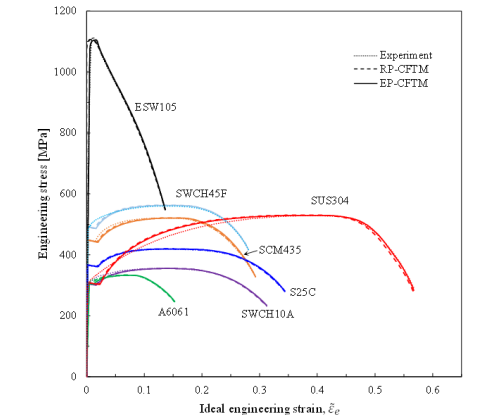
AFDEX MAT는 강소성 유한요소법에 근거한 유동곡선을 제공한다. 이 유동곡선은 강소성 유한요소법을 사용하여 인장시험을 공학적으로 정확하게 예측한다. 그러나 이 유동곡선으로 탄소성 유한요소법을 이용하여 인장시험을 해석할 경우, 실험과 뚜렷한 차이를 나타낼 수 있다. 최근 탄소성 유한요소법의 사용이 증가하는 추세이다. 특히 판재성형 및 판단조 공정의 해석 목적으로 탄소성 유한

요소법의 사용은 필수적이다.

AFDEX 연구팀은, 강소성 유한요소법으로 획득된 유동곡선을 개선시키는, 탄소성 유한요소법을 이용한 실용적 유동곡선 획득법을 개발하였다. 이 방법은 강소성 유한요소법의 강점, 즉 안정적 초기 유동곡선의 획득 기능을 활용한다는 점에서 특징을 지니고 있다. 그림 2.4(a)는 강소성 및 탄소성 유한요소법으로 획득한 유동곡선을 비교하고 있다. 그림 2.4(b)는 탄소성 유한요소법을 이용하여 획득한 유동곡선으로 예측한 인장시험 곡선을 실험 곡선과 비교하고 있다. 실험과 예측 결과가 잘 일치하고 있다.



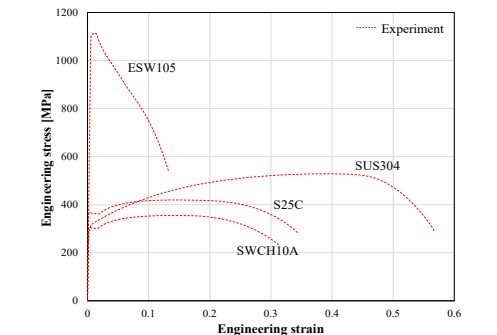
(a) 강소성 및 탄소성 유한요소법을 이용하여 획득된 유동곡선의 비교



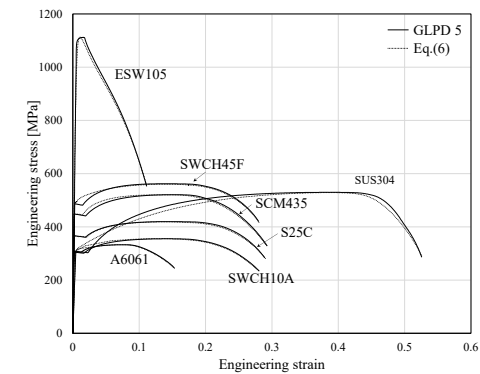
(b) 인장시험에 대한 탄소성 유한요소해석 결과와 실험결과의 비교
그림 2.4 탄소성 유한요소법을 이용한 유동곡선의 획득

2.5 일반 인장시험으로부터 표준 인장시험 결과의 획득

인장시험은 규격화되어 있으나, 두 가지의 규격이 있으며, 실제 이 규격을 지키지 않는 경우가 많다. 따라서 표준화된 인장시험 결과의 확보 및 데이터 축적이 필요하다. 이러한 문제의 해소를 위하여 해석적 연신율보정함수(Analytical elongation calibration function)가 개발되었으며, 그 결과는 수치적으로 입증되었다(Kim et al., 2025, Mater. & Design, 113851).



(a) 서로 다른 GLPD 하의 인장시험

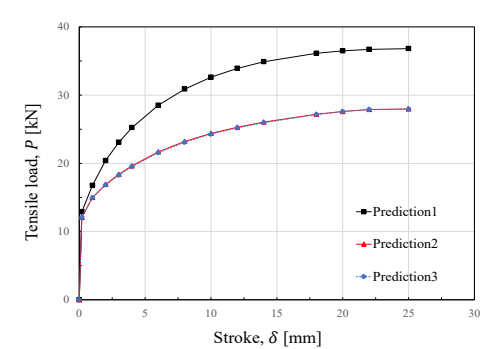
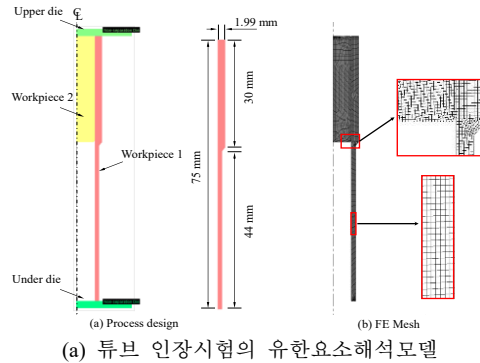


(b) GLPD =5로 통일된 표준 인장시험에 관한 수치적 및 해석적 결과의 비교
그림 2.5 인장시험의 과학화 및 정보화

일종의 사상함수(Mapping function)인 이 연신을 보정함수를 사용하면, 그림 2.5(a)의 통일성이 없는 인장시험(서로 다른 시편직경 대비 표점간 거리 (GLPD)의 인장시험)으로 획득한 공정응력-공칭변형률 곡선을 GLPD가 모두 5인 그림 2.5(b)의 통일된 표준 인장시험 곡선으로 변환할 수 있다. 해석결과에 따르면, 이 변환으로부터 발생하는 오차는 무시할만하다.

2.6 튜브 재료로부터 유동곡선 획득법

튜브 재료의 유동곡선의 획득을 위하여, 일부 연구자들이 판재 인장시험법을 응용하거나 꼭 끼워맞춤 플러그(Snug-fitting plug)를 사용하여 튜브재 인장시험을 실시하였다. AFDEX 연구팀은 끼워맞춤 플러그 사용 방법의 강점인 정확도를 활용하여, 유한요소법과 튜브 인장시험을 연계한 유동곡선 획득법을 개발하였다(B.S. Hong et al. Int J Adv Manuf Technol, V. 141, 2025, pp. 5373–5388 (2025)). 그림 2.6(a)에서 보는 바와 같이 유한요소 해석모델은 다물체로 구성되어 있으며, 현재의 유동함수로 예측한 인장하중-변위 곡선과 실험 곡선의 오차를 축차적 방법으로 최소화함으로써 최적의 유동곡선이 획득되었다.



(b) 스트로크-튜브 인장시험 곡선
그림 2.6 튜브 재료의 유동곡선 획득

그림 2.6(b)는 가정된 최초의 유동곡선으로 예측한 인장시험 곡선(Prediction 1)이 실험 곡선(Prediction 3과 동일함)에 비하여 큰 오차를 발생시킴에도 불구하고, 한 번의 축차적 개선을 통하여 실험 곡선에 근접하는 인장시험 곡선(Prediction 2)

이 획득되었음(좋은 수렴 특성)을 강조하고 있다. 2번의 최적화의 반복 계산을 통하여 획득된 유동곡선으로 해석한 인장시험 곡선(Prediction 3)은 실험 곡선과 오차 0.16% 이내의 정확도를 보였다. 이 재료는 변형경화능이 큰 재료이므로 빠른 수렴 특성을 나타낸다. 그러나 재료의 변형경화능이 낮으면, 다수의 반복계산이 불가피하다.

2.7 유동곡선과 마찰

마찰은 매우 복잡한 문제이다. 마찰에 관한 대부분의 연구에서 공통적으로 강조하는 점은 마찰은 압력, 온도, 속도, 표면팽창률, 상대속도, 재료의 성질, 윤활제의 타입과 상태 등등에 영향을 크게 받는다는 점이다. 그러나 실제의 공정 시뮬레이션에서 대부분의 연구자들이 일정한 값의 마찰계수 또는 마찰상수에 의존한 단순한 마찰법칙을 사용한다. 그 이유를 크게 두 가지 점에서 찾을 수 있다. 첫째, 현재까지 단조 시뮬레이션 기술이 거시적 현상, 특히 단조품의 모양에 초점이 맞추어져 있었으며, 이로 인하여 고정도의 해석 및 하중 예측 등이 중시되지 않았다. 둘째는 강을 비롯한 고변형경화능 재료가 주 적용 대상이었으며, 이 경우에는 마찰이 부수적으로 영향력을 미칠 수밖에 없었다.

특히, 다수의 연구자가 일정전단마찰법칙에 의존적이라는 것이다. Wilson (W.R.D. Wilson, Friction and lubrication in bulk metal-forming processes, J. Applied Metalworking, V. 1, 1978, pp. 7–19)은 이 점을 냉소적으로 비판하고 있다. 그는 이러한 문제의 근본을 젊었을 때의 교육 잘못에서 찾고 있다. 아마도 고체역학에서 나사 체결 시의 마찰과 관련된 것으로 판단된다. 나사 체결 문제와 소성가공에서 마찰 문제는 완전히 다르다.

특히 알루미늄이나 ESW 재료와 같이 변형경화능이 적을 경우, 공정에서 마찰이 미치는 영향이 매우 커진다. 공정 중에 소성가공품의 두께 변화가 위치마다 다를 때도 이 문제는 증폭된다. 그리고 전후방 압출 공정과 같이 재료의 유동방향에 따라 모양 변화가 큰 경우에도 마찬가지다.

적용 사례로 선정된 공정은 일종의 전후방압출 공정으로 변형형상을 맞추는데 큰 어려움이 따르는 문제이다. 그림 2.7은 최적의 변형형상을 예측하는 마찰조건을 나타낸다. 일정한 값의 마찰상수나 마찰계수를 사용하여 유의미한 제품 형상의 예측은 불가능하다.

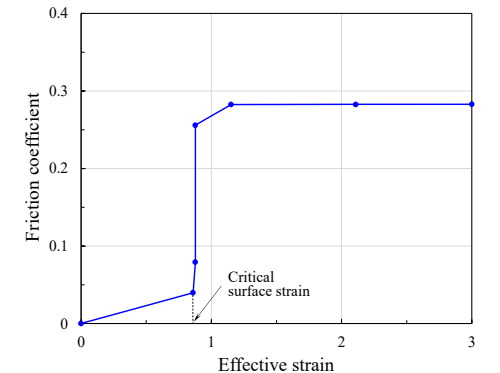


그림 2.7 마찰레짐변화 현상

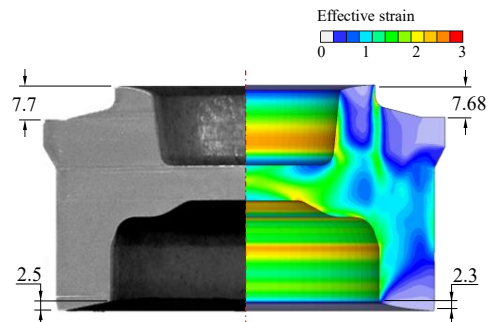
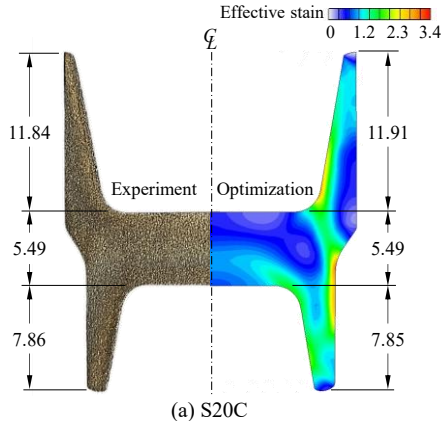


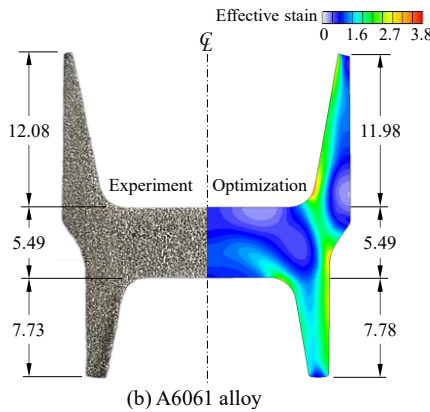
그림 2.8 실험결과와 해석결과의 비교

그림 2.7의 마찰계수함수는 전형적인 마찰레짐 변화(Lubrication regime change)를 보여준다. 이것은, 계면에서 재료가 일정한 변형률에 도달할 때, 급격하게 마찰계수가 증가하는 현상으로 저변형경화 재료인 알루미늄의 냉간단조 및 열간단조에서 발생할 가능성이 높다.

마찰레짐변화에 관한 폭넓은 연구가 이루어졌다. 그림 2.9는 동일한 공정에 대한 강과 알루미늄의 전후방압출공정의 해석결과와 실험결과를 비교한다. 일정한 마찰계수의 Coulomb 마찰계수와 일정한 마찰상수의 일정전단마찰법칙으로 실험결과와 유사한 결과를 얻을 수 없다는 결론에 도달하였다. 다시말하면, 전통 마찰법칙으로 예측한 결과는 형상 측면에서 실험과 뚜렷한 차이를 보였다.



(a) S20C

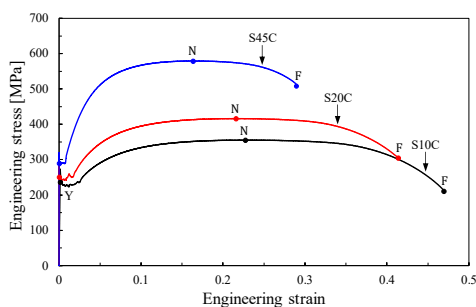


(b) A6061 alloy

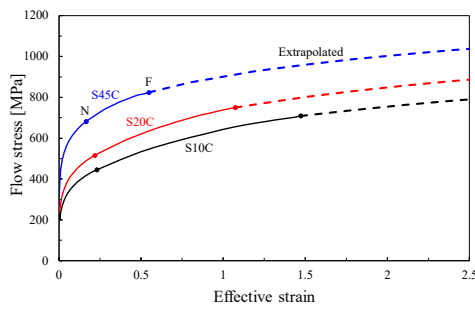
그림 2.9 윤활레짐변화를 고려해야 하는 사례

2.8 상온에서 탄소강의 유동특성

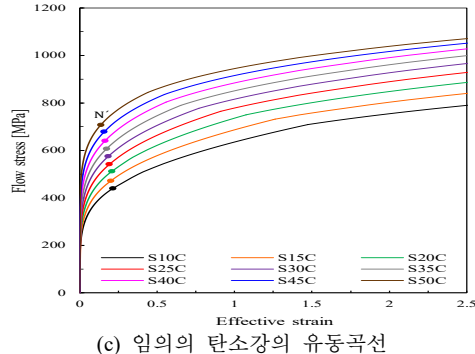
탄소강 중에서 S10C, S20C, S45C가 냉간단조용으로 널리 사용되고 있다. 이 세 재료를 동일한 조건하에서 냉간단조 목적으로 열처리를 실시한 후 정교하게 인장시험을 실시하였다(테스코, NADCAP 보유 업체). 그림 2.10(a)는 인장시험 결과이며, 그림 2.10(b)는 AFDEX MAT을 이용하여 획득한 유동곡선이다. 이 목적으로 유동곡선은 일반화된 Hollomon 모델(강도계수를 유효변형률의 함수, 즉 강도계수함수로 간주함)이 사용되었다. 분석결과, 주요 유동특성변수들이 탄소 함유량의 함수로 표현가능하였다. 이를 바탕으로 유동함수를 탄소함유량의 함수로 수식화하였다. 따라서 그림 2.10(c)에서 보는 바와 같이 임의의 탄소강에 대한 유동함수를 획득할 수 있다.



(a) 대표적 탄소강의 인장시험 결과



(b) 유동곡선



(c) 임의의 탄소강의 유동곡선

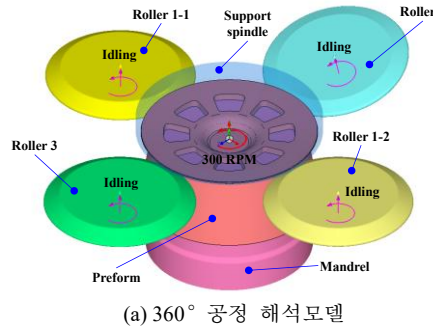
그림 2.10 탄소강의 인장시험과 유동곡선

2.9 다단 롤 플로우포밍 공정의 성형해석

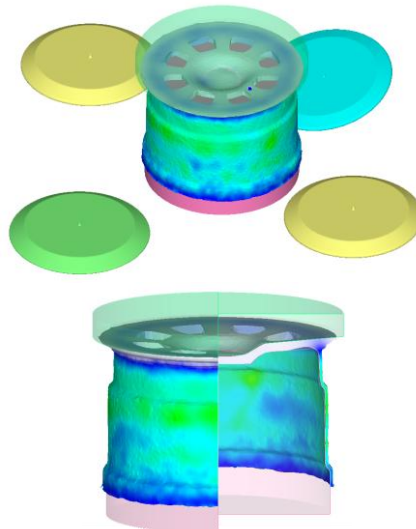
플로우포밍(스피닝, 롤포밍 포함)은 회전하는 롤러를 이용하여 금속판재, 중공 실린더, 원뿔형 등의 다양한 형상의 제품을 성형하는 점진성형공정의 일종이다.

예제의 공정은 한 쌍의 롤러(롤 1-1, 롤 1-2)에 형상이 서로 다른 2 개의 롤(롤 2, 롤 3)을 추가하여, 총 3 단계에 걸쳐 점진적으로 재료의 두께를 줄인다. 그림 2.11(a)는 360° 해석모델이다.

해석 과정에서, 롤 1-1과 롤 1-2는 동시에 성형을 수행하고, 이후 롤 2와 롤 3이 순차적으로 재료를 성형한다. 그림 2.11(b)는 가상의 자동차 휠 플로우포밍 공정의 최종 해석결과를 나타낸다.



(a) 360° 공정 해석모델



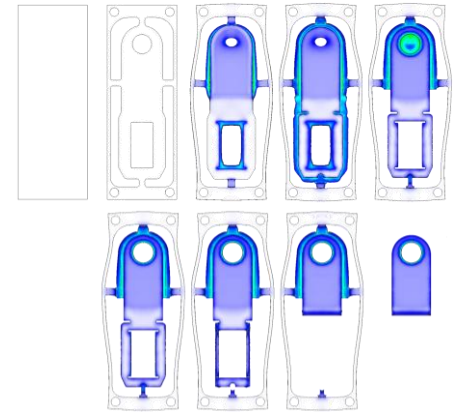
(b) 해석결과

그림 2.11 가상의 자동차 휠 다단 플로우포밍 해석

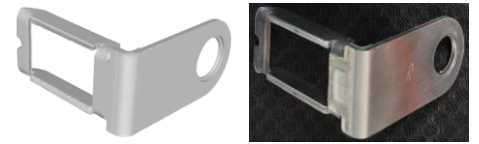
2.10 판단조해석 기능 강화

강화된 판단조해석 기능을 확인하기 위하여, 리튬이온 배터리의 양극 집전체용 부품의 판단조 공정의 해석 사례를 소개한다. 사용된 재료는 두께 2.0 mm의 알루미늄 A1050-H18 판재이다. 250톤 기계식 프레스에 적합하게 설계된 공정과 금형이 사용되었다. 총 8단 공정으로 구성되어 있다.

그림 2.12(a)는 단계별 성형해석 결과를 나타내며, 그림 2.12(b)는 예측결과와 실험결과를 비교한다.



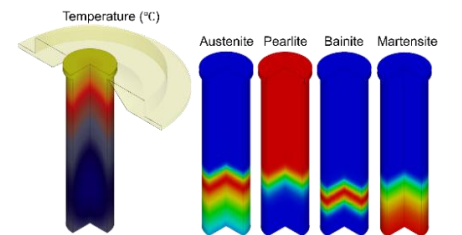
(a) 1~8단 변형이력



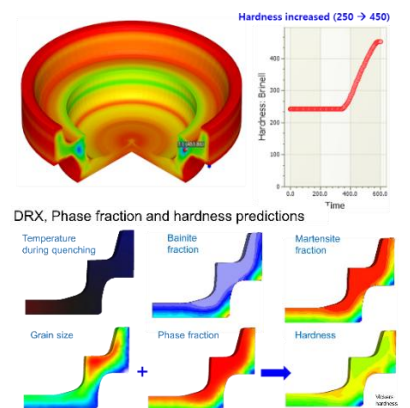
(b) 성형해석 및 실험결과와 형상 비교
그림 2.12 집전체 부품의 판단조의 해석

2.11 열처리 해석

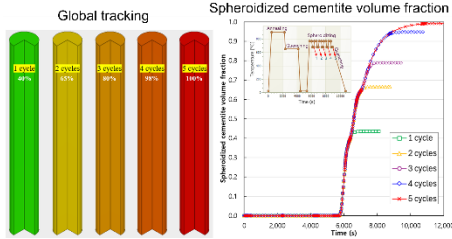
AFDEX 2D/3D의 열처리 모듈을 사용하면, 어닐링, 담금질 (그림 2.13(a)), 템퍼링, 담금질+템퍼링 (QT)(그림 2.13(b)), 구상화(그림 2.13(c)) 등과 같은 주요 공정을 해석할 수 있다. 사용자는 시간, 온도, 대류열전달계수를 제어하여 유연한 열처리 사이클을 설정할 수 있다. 관련 현상을 선택적으로 활성화하여 각 사이클 동안 미세구조 변화를 정확하게 추적할 수 있다. 경도는 결정립 크기 및 상분율 데이터를 기반으로 Hall-Petch 관계식을 사용하여 계산된다.



(a) ASTM:A-255 표준에 따른 AISI52100의 Jominy 담금질 시험



(b) 브리넬 경도 - 베어링 레이스



(c) 구상화 열처리

그림 2.13 열처리

2.12 표면팽창률 가시화 기능

재료 표면의 각 위치에 대하여 그림 2.14와 같이 후처리기에서 표면팽창률 가시화 결과를 확인할 수 있다. 이 표면팽창률은 소성가공 중 마찰조건 변화와 직결되어 있어, 마찰조건 변화의 현실화 측면에서 중요한 역할을 담당할 것이다. 한편, 현재 표면팽창률의 함수인 가중함수를 곱한 새로운 마찰계수 함수가 지원되고 있다.

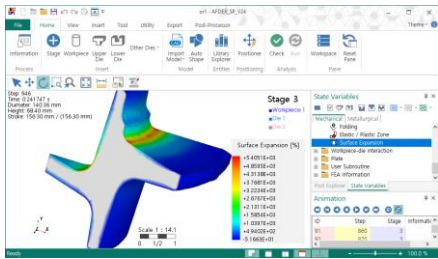
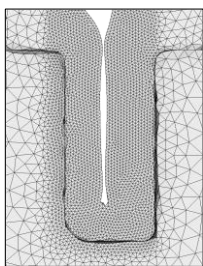


그림 2.14 3D 해석에서 표면팽창률

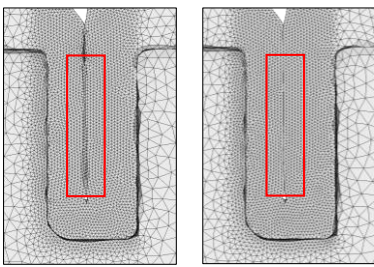
2.13 재료-재료 접촉 기능 개선

AFDEX_V24R02 버전부터 개선된 재료간 접촉 루틴의 적용 예제를 소개한다. 그림 2.15(a)는 해석 이전 상태이다. 이전 버전에서는, 그림 2.15(b)에서 보는 바와 같이, 금형에 접촉된 재료 사이에서 간섭 문제가 발생하였다. AFDEX_V24R02는 그림 2.15(c)에서 보는 바와 같이, 개선 표면을 따라 재료가 침투되지 않고 실제로 근접한 해석 결과를 얻었다.

그림 2.15(b)는 두번째의 적용 예제이다. 금형의 접촉면에서 재료-재료 사이의 접촉이 연속적으로 발생하는 예제이다. 해석결과는 비교적 정교한 자체접촉(Self-contact) 문제가 처리되고 있음을 강조하고 있다.



(a) 초기 상태



(b) 기존 예측결과 (c) 개선 예측결과

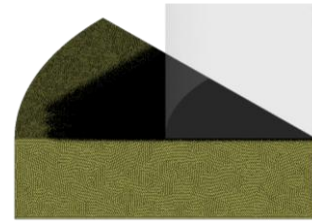
그림 2.15 재료-재료 사이의 연속적 자체접촉 공정

3. 주요 개선된 사용자 인터페이스

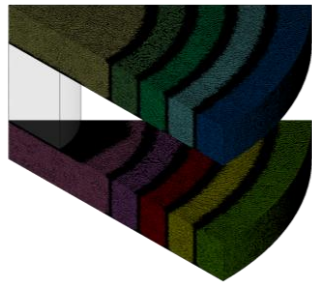
3.1 금형의 극한 요소망 생성 검증

그림 3.1(a)는 금형이 하나인 경우의 금형의 요

소를 나타내며, 약 720만개의 사면체요소망으로 구성되었다. 그 이상으로 입력 시 메모리 문제로 인해 요소망 생성에 실패하였으나, PC의 성능에 따라 더 많은 수의 요소망을 생성할 수 있다. 그림 3.1(b)는 금형이 10 개의 부품으로 구성된 경우이며, 각 금형 부품은 200만 개씩의 사면체요소로 이산화되었다.



(a) 단금형

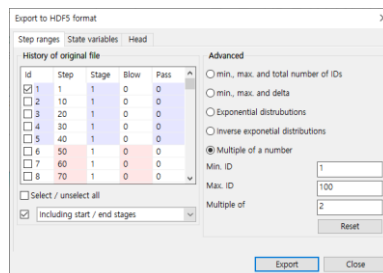


(b) 다금형

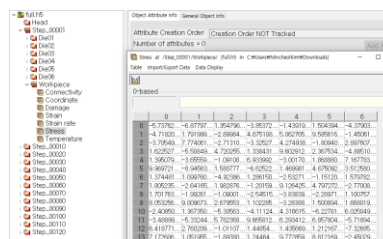
그림 3.1 금형의 극한 요소망 생성 검증

3.2 HDF5 format export 기능

HDF5 format으로 출력하는 기능을 추가하였다. 이 기능을 활용하여 해석 결과를 다른 Tool과 연동성을 강화하였다. 그림 3.2는 HDF5 출력을 위한 다이얼로그와 추출된 결과 데이터이다.



(a) HDF 출력 기능 다이얼로그



(b) HDF Viewer로 열어본 데이터

그림 3.2 HDF5 출력 기능

3.3 FLC 입력 기능 개선

기존에는 전처리에서 FLC 데이터를 입력해야 FLD 결과를 확인할 수 있었다.

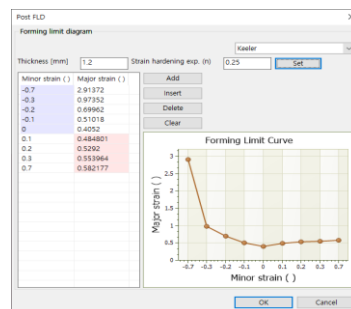


그림 3.3 후처리기의 FLC 입력 화면

최신 버전에서는 해석한 후에 후처리기에서 FLC 데이터를 입력하는 기능을 추가함으로써 FLC 데이터의 변경에 따라 재해석을 실시해야 하는 불편함을 없앴다. 그림 3.3은 FLC 데이터 입력 화면을 나타내었다.

3.4 후처리 View에서 모델(stl) 추가 기능

결과의 비교 검증을 위하여 예측된 재료 형상과 모델링(stl) 데이터를 겹쳐서 볼 수 있는 기능을 추가하였다. 그림 3.4는 적용한 예제이다.

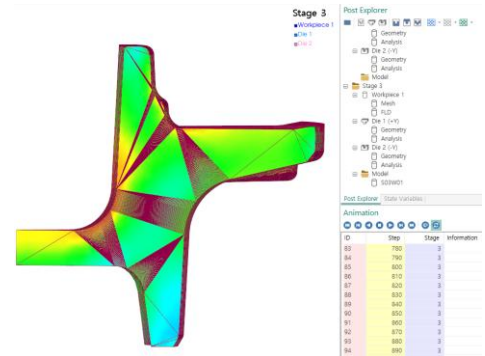


그림 3.4 최종 스텝에서 모델링과 해석결과 비교

3.5 3차원 피어싱/트리밍 기능 개선 및 입력창 이미지 추가

피어싱 또는 트리밍 공정 설정 시, 실수 방지를 위하여 해석조건 입력창에 관련 이미지(그림 3.5)를 추가하였다. 그리고 간헐적으로 피어싱 또는 트리밍이 작동되지 않는 상태에서 해석이 종료되는 문제를 해소하였다.

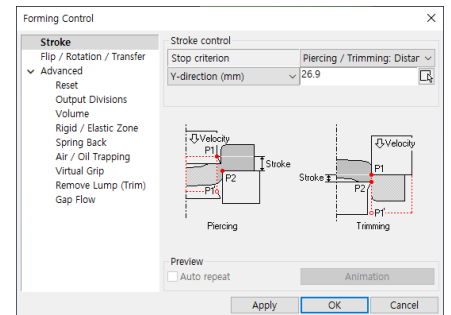


그림 3.5 피어싱/트리밍 조건 입력창

3.6 단물체 해석 시 재료-재료간 마찰조건 입력

이전 버전까지는, 단물체 해석에서 재료-재료간 접촉이 발생될 경우, 접촉면의 마찰 조건을 솔버 내부에서 임의로 가정하였다. AFDEX_V24R02 부터는 다물체 뿐만 아니라 단물체 해석시에도 재료-재료간 마찰조건을 입력하도록 개선하였다. 그림 3.6은 객체간 마찰조건, 마찰계수를 설정하는 화면이다.

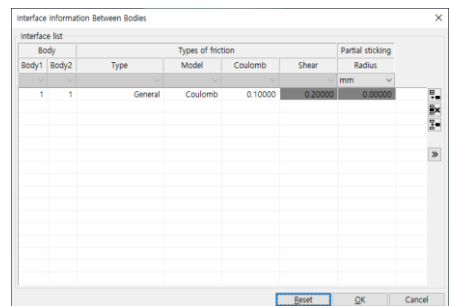


그림 3.6 재료-재료 마찰조건 입력창

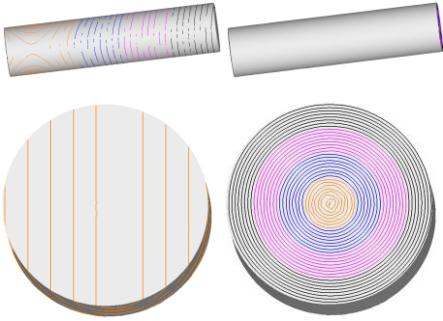
3.7 2차원 자동생성 요소 수의 기본값 변경

AFDEX는 사용자의 편의성을 위하여 해석조건을 자동으로 설정한다. 공정정보 입력창에서 계산 속도와 정확도의 선택 시에 고속, 일반, 정밀을 선택할 수 있다. 이 설정으로 입력 파일의 요소 수

와 해석스텝 수가 자동적으로 계산된다. AFDEX_V24R02부터 이 수치들을 이전 버전에 비하여 1.5배 증가시켰다.

3.8 임의 방향 재료의 단류선 보기 개선

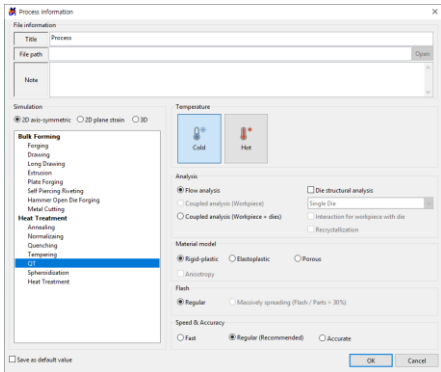
이전 버전까지는 초기 재료의 안착 위치가 x-, y-, z-축에 일치하지 않는 경우, 성형해석 결과에서 단류선 보기에 불편함이 있었다. AFDEX_V24R02에서는 중심축을 자동으로 인식하는 기능이 탑재되었다. 이로 인해 재료의 위치와 상관없이 단류선 보기 기능이 개선되었다(그림 3.7).



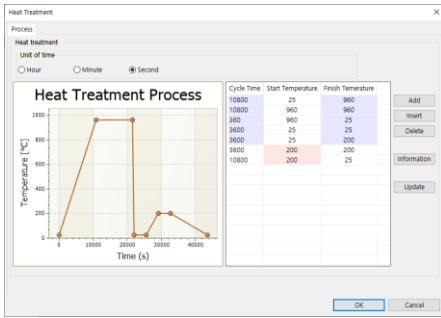
(a) 개선 전 (b) 개선 후
그림 3.7 단류선 보기 개선

3.9 열처리 모듈 GUI 개선

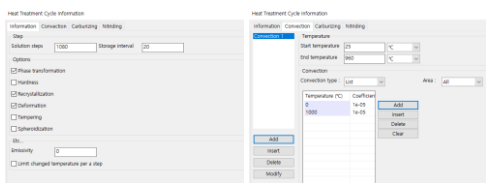
최근 AFDEX의 열처리 모듈에 대한 베타 테스트를 통한 사용자 의견을 수렴하여 전처리의 개선이 이루어졌다. 예를들면, 새 프로젝트 생성시 열처리 샘플 공정들을 미리 만들어서 사용자의 편의성을 높였다(그림 3.8(a)). 열처리 다이얼로그에서는 열처리 사이클을 차트에서 확인하는 기능을 제공한다(그림 3.8(b)). 열처리 사이클 다이얼로그에서는 각 사이클의 해석 스텝 및 해석 옵션, 열전달 경계조건 등을 입력한다(그림 3.8(c)).



(a) 공정제어 - 열처리 샘플 공정



(b) 열처리 공정 설정 다이얼로그



(c) 열처리 사이클 정보 다이얼로그

그림 3.8 열처리 모듈 사용자 편리성의 개선

3.10 2차원 DXF Importing 기능 강화

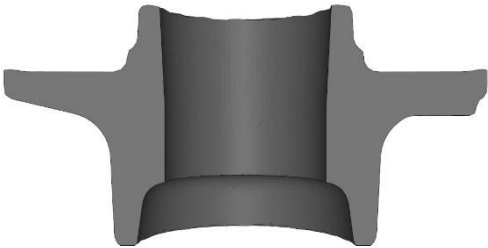
이전 버전까지는 블록으로 처리된 CAD 데이터를 불러오기 할 경우, 형상 인식에 오류가 발생하는 경우가 있었다. AFDEX_V26R01부터 블록으로 작성된 모델의 불러오기가 가능하도록 하였다. 다른 파일에서 삽입 또는 복사하여 붙여넣기로 작성된 모델도 불러올 수 있다.

3.11 AFDEX_SP 원근조정 기능 개선

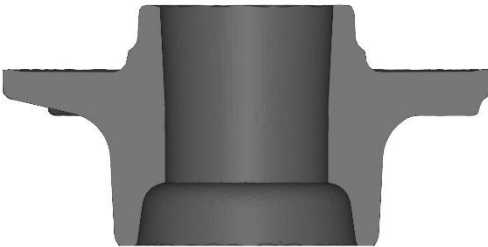
이전 버전까지는 기본적인 원근감 조정 기능이 제공되었다. 사용자의 요청에 따라 신 버전에서는 사용자 편리성을 크게 개선시켰다. 그림 3.20에서 원근조정 설정창과 적용 사례를 확인할 수 있다. 이 기능을 이용하면, 사진과 해석결과를 비교할 때, 보다 현실감을 부여할 수 있다.



(a) 단조품



(b) 원근감이 적용된 해석결과



(c) 원근감이 적용되지 않은 해석결과
그림 3.9 원근조정 기능 설정 적용 사례

3.12 라이선스 매니저 개선

AFDEX 라이선스는 V24R01 버전부터 네트워크 타입으로 변경되었다. 그러나 서버 PC의 재부팅 후 라이선스 매니저가 자동적으로 시작되지 않는 문제를 해결하기 위하여 서비스 앱으로 전환하였으며, V24R02 버전부터는 서버용 라이선스 매니저를 분리하였다. 그러므로 서버 PC에는 AFDEX 라이선스 매니저를 설치해야 한다. 로컬 PC는 서버 PC의 ip, port 번호를 입력하여 라이선스를 사용할 수 있다.

4. 소식 및 공지사항

4.1 2025년 소식

4.1.1 2025년도에 출판된 주요 논문

1. S. H. Chung et al., 2025, Finite element analysis and experimental verification of the mechanical performance of a novel easy-to-splice mechanical coupler, Computers and Concrete, V. 35, pp. 127-136.
2. N. Y. Kim et al., 2025, Analytical and numerical evaluation of the relationship between elongation calibration function and cyber standard tensile tests for ductile materials, Materials and Design, V. 253, p. 113851.
3. A. A. Abd. Ghawi et al., 2025, Coupled elastoplastic

FEM analysis of frictional boss forming, Next Research, V. 2, p. 100416.

4. H. M. Lee et al., 2025, Novel finite element analysis model for three-roller fillet rolling focusing on its strength of accuracy and practicability, Journal of Materials Research and Technology, V. 37, pp. 3788-3800.
5. M. K. Razali et al., 2025, Hot Extrusion Process Grain Size Prediction and Effects of Friction Models and Hydraulic Press Applications, Metals, V. 15, p. 887.
6. Y. Heo et al., 2025, Evaluation of an empirically evolved tube drawing process design based on the academic process design criteria, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, V. 140, pp. 5173-5187.
7. H. M. Lee et al., 2025, Experimental and numerical study on fillet rolling of a Ti6Al4V alloy aircraft bolt focusing on fatigue life, Journal of Manufacturing Processes, V. 151, pp. 490-505.
8. Y. Heo et al., 2025, Process optimal design of a tube drawing process in terms of residual stress homogeneity, Journal of Physics: Conference Series., V. 3144, p. 012018.
9. N. Y. Kim et al., 2025, An analytical model for correcting standard tensile test curves of different materials, Journal of Physics: Conference Series., V. 3144, p. 012019.
10. M. S. Joun et al., 2025, A Review of Friction and Lubricant in Metal Forming, Lubricants, V. 13, p. 512.
11. B. S. Hong et al., 2025, Combined elastoplastic finite element method and tube tensile test method to accurately characterize flow behaviors of tubular metallic materials, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, V. 141, pp. 5373-5388.
12. B. S. Hong et al., 2025, Determination of Damage Constant and Critical Damage by the Combined Experiment and FEM Using the Reference Processes, Metals, V. 15, p. 1376.

4.1.2 ATC Malaysia

MFRC는 7월 22일 말레이시아 알테어 테크놀로지 컨퍼런스(ATC)에 참석하여 최신 개발 기술을 선보이고 전 세계 고객에게 시뮬레이션 기술을 홍보하였다.

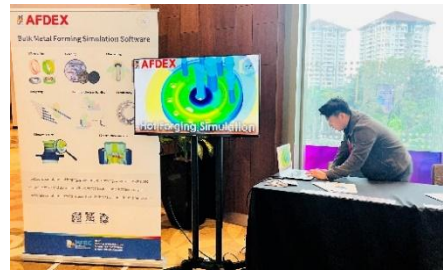


그림 4.1 ATC Malaysia

4.1.3 ICFG 58th Meeting

MFRC는 9월 15일~17일 프랑스 발랑시엔에서 열린 제58차 ICFG(국제 냉간 단조 그룹) 총회에 참석하였고, 이 국제 포럼의 공식 회원이 되었다.



그림 4.2 58th ICFG meeting

4.1.4 Workshops in Türkiye

MFRC와 튀르키예 파트너사 Simultura Malzeme Teknolojileri는 Gazi대학교 METAT팀과 함께 금속 성형 워크숍을 진행하였고, METU의 야금 및 재료 커뮤니티와 함께 열처리 및 미세구조 워크숍을 개최하였다.

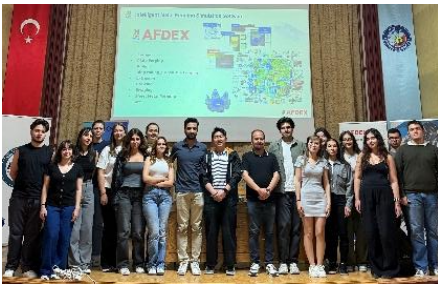


그림 4.3 GAZI University workshop



그림 4.4 METU Workshop

4.1.5 해외 고객 및 파트너 교류

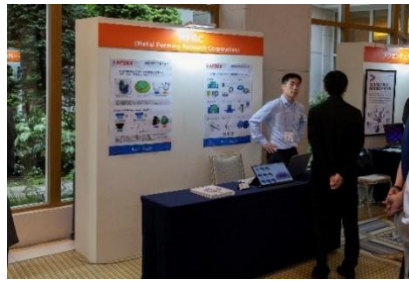
2025년 한해 동안 구축된 해외 파트너 및 새로운 고객과의 협력을 지속적으로 이어가고 있다. 특히 고객사의 기술적 문제를 신속하게 해결하며, AFDEX 활용 효율을 높이는 기술지원 활동을 적극적으로 전개하고 있다. MFRC는 한국, 인도네시아, 타이완, 일본 등 APAC 지역에서 개최된 파트너사 Altair의 AI+CAE 최신 기술 행사(Altair Technology Day Indonesia 2025, ATC Taiwan 2025, ATC Japan 2025, ATC Malaysia 2025)에 참가한 바 있다.



(a) Altair Technology Day Indonesia 2025



(b) Altair Technology Conference Taiwan 2025



(c) Altair Technology Conference Japan 2025



(d) Altair Technology Conference Malaysia 2025
그림 4.5 Altair AI+CAE 기술 행사 참가

4.1.6 글로벌 강소기업 1000+ 기업 지정

2025년 4월 중소벤처기업부의 글로벌 강소기업 1000+ 기업으로 지정되었다. 이는 당사의 독자적인 CAE 소프트웨어 개발 역량과 지속적인 기술 혁신, 그리고 글로벌 시장에서의 성장 가능성을 높이 평가받은 결과이다. 이번 선정을 통해 해외 진출 지원, 연구개발(R&D) 자금, 마케팅 등 다양한 정부 지원을 받게 되며, 이를 바탕으로 글로벌 경쟁력을 더욱 강화해 나갈 예정이다. 앞으로도 세계 시장을 선도하는 소성가공 공정해석 솔루션 기업으로서 고객 여러분께 더 나은 가치를 제공할 수 있도록 노력할 것이다.

4.1.7 MetalForm China 2025 참가

2025년 6월 17일부터 20일까지 4일간 중국 상하이에서 진행된 아시아 최대 규모 MetalForm China 2025(중국 국제금속성형전람회 2025)에 ㈜엠에프알씨가 참가하였다. AFDEX 팀은 우수전시상을 수상하였다.

4.2 2026년 계획

4.2.1 2026년 정기 및 수시 교육 안내

2025년 정기교육은 표 4.1의 일정으로 진행된다.

교육 참가 신청을 위하여, 교육일 3주 전에 구체적인 교육 계획을 공지할 예정이다. 교육일, 교육 내용은 변경될 수 있다.

표 4.1 2026년 정기교육 일정

회차	장소	날짜	지역
1	MFRC 교육장	2월 26일(목)	진주
2	MFRC 교육장	4월 16일(목)	진주
3	한국생산기술연구원	5월 21일(목)	미정
4	MFRC 교육장	7월 09일(목)	진주
5	한국생산기술연구원	9월 17일(목)	미정
6	MFRC 교육장	11월 12일(목)	진주

한편, 최근 유튜브 채널을 통해 온라인 교육을 크게 개편하였다. AFDEX 공식 유튜브 채널에서 소성역학 및 유한요소법에 관한 이론과 AFDEX 사용법 등을 확인할 수 있다. 아울러 비전공자를 위하여 정역학, 고체역학, 수학 등에 관한 교육도 이루어지고 있다.

AFDEX 공식 유튜브 주소는 아래와 같다.
(<https://www.youtube.com/c/AFDEX>)

4.2.2 e-북 및 e-러닝 활용 교육 활성화

e-북 및 e-러닝을 활용한 시범 교육이 시도되었으나, 고객의 요구 수준에는 이르지 못한 것이 사실이다. 2026년도 제1분기에는 적절한 수준의 e-북을 개정 발간할 계획이다. 그리고 전문교육기관과 협력 하에 개발 중인 e-러닝 강좌를 통하여 단조를 비롯한 소성가공 시뮬레이션 기술의 고도화를 선도할 계획이다. 활용 시점과 방법은 추후 재공지할 계획이다.

4.2.3 고객 만남의 활성화

AFDEX 개발팀은 2026년을 ‘고객 만남의 해’로 정하고, 고객 방문을 통한 적극적 상호학습 기회를 가질 계획이다. 상반기에는 주요 고객사를 대상으로 최신 기술에 대한 소개, 신기능 소개 및 데모, 해석 모델 및 적용 사례에 대한 심층 리뷰 등을 집중적으로 추진할 것이다. 하반기에는 제품 군별 고객 방문과 현장 중심의 기술 미팅을 확대해 나갈 계획이다. 이러한 고객 현장 중심 활동을 통해 도출된 기술적 시사점을 솔버 정확도 향상, 전·후처리 자동화, 해석 워크플로우 고도화에 직접 반영함으로써, 고객의 설계·해석 업무에 실질적인 경쟁력을 제공하는 CAE 기술 파트너로 발전하고자 한다. 방문 컨설팅 희망 기업체가 관심 분야나 현안 문제를 사전에 알려주면, 보다 능률적인 만남이 될 것이다.