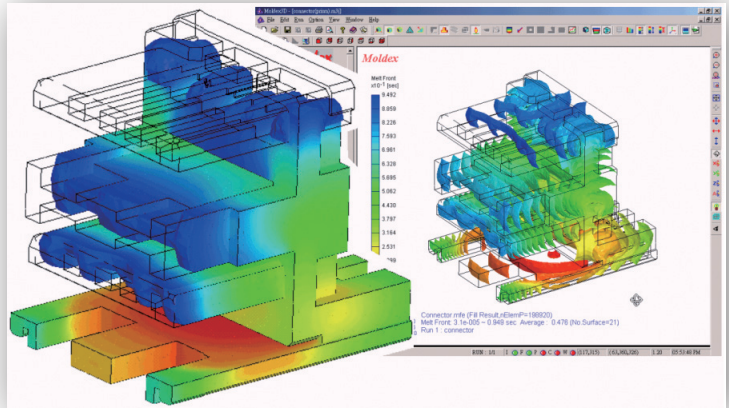


Moldex3D/eDesign을 활용한 사출성형해석(1)

사출성형해석의 접근과 도입

사출성형해석은 이제 성형해석 전문가만의 영역에서 벗어나 사출제품의 제품설계단계에서, 또한 금형설계단계에서 내재된 성형문제점을 조기예측하여 생산공정에서의 오류예방을 하는 시스템적 접근이 요구되고 있다. 이 글에서는 Moldex3D/eDesign을 중심으로 사출성형해석에 대한 전반적 이해와 활용하는 방법을 설명하고자 한다.



연재순서

▶ 제1회	사출성형해석의 접근과 도입
제2회	Moldex3D/eDesign 요약소개
제3회	Moldex3D/eDesign 해석절차; 메시모델 생성하기
제4회	해석조건과 해석수행
제5회	NX CAD와의 통합, eDesignSYNC
제6회	스마트한 메쉬자동생성, Designer (1)
제7회	스마트한 메쉬자동생성, Designer (2)
제8회	Moldex3D/eDesign의 산업응용
제9회	플3D기반 설계프로세스
제10회	사출성형산업을 위한 Moldex3D의 비전

오늘날의 제품 및 금형설계자는 설계자로서의 책임범위가 생산공정과 원가관리 수준까지 요구되고 있는 실정이다. 이러한 시대적 환경변화에 여하히 대처하는가에 따라 설계자 자신은 물론, 회사의 사활과 도약을 좌우하는 지표가 되고 있다.

사출성형해석은 이제 성형해석 전문가만의 영역에서 벗어나 사출제품의 제품설계단계에서, 또한 금형설계단계에서 내재된 성형문제점을 조기예측하여 생산공정에서의 오류예방을 하는 시스템적 접근이 요구되고 있다.

CAD 또한 Full 3D환경으로 가속화되고 있는 환경에서 모든 플라스틱 엔지니어의 설계의 실현과 검증 및 최적화는 새로운 혁신목표임에 틀림이 없겠다.

Moldex3D의 목표는 이에 부응하여 모든 플라스틱 엔지니어가 진정한 3차원 CAE 소프트웨어에 쉽게 접근하여 설계의 실현, 검증 및 최적화를 성취하도록 하고자 함에 있다.

이러한 목표의 실현을 위하여 Moldex3D/eDesign을 중심으로 사출성형해석에 대한 전반적 이해와 활용하는 방법을 설명하고자 한다. 해석전문가가 아니라도 해석전문가의 역할을 할 수 있는 길을 안내하고자 한다.

이 글에서는 사출성형해석을 이해하고 정착시키는 데 도움이 되도록 Moldex3D/eDesign에 대해 살펴보도록 한다.

사출성형해석의 접근과 도입

설계자가 모든 제품개발단계에서 즉, 개념설계, 제품설계, 금형설계, 공정설계 및 시작에 이르기까지 제역할을 할 수 있도록 하는 것



김광운

(주)캐디언시스템의 기술이사, ERP/PLM/CAX 전문컨설팅 및 Moldex3D 기술컨설팅을 담당하고 있다.

E-Mail | kukim@cadians.com

홈페이지 | <http://www.CADians.com>

은 말처럼 그리 쉬운 일이 아니다. 더구나, 제품의 설계 기대치 획득과 제품최적화 실구현 능력에 도달하는 전문가 역할로 도약하는 것은 쉽지 않다.

Moldex3D/eDesign R10은 이러한 역할을 보다 쉽게 수행할 수 있도록 구조적으로 설계된 특징을 가지고 있다.

이 글에서는 Moldex3D/eDesign을 소개하기에 앞서 사출성형 해석을 도입하기 위하여 기술적으로 무엇을 어떻게 보아야 할 지, 이를 통해 스스로 어떻게 접근할 지에 대해 소개하고자 한다.

사출성형해석에서의 기술요소

- 설계요소(제품설계/금형설계)
- 재질요소(재질/물성)
- 공정요소(사출기/공정조건설정)

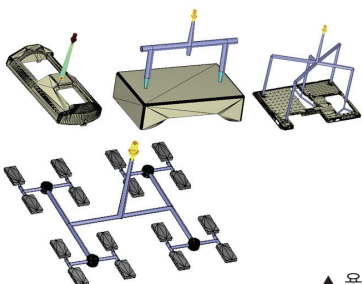
사출성형해석을 하고자 하면 상기 3가지 기술요소를 알아야 한다. 설계요소는 설계자가 설계대상을 설계할 때 성취하여야 할 요소로서, 금형사출제품의 경우, 제품설계자로서 제품(부품), 금형설계자로서 금형을 설계 시 구현해야 할 기술요소이다. 재질요소는 사출하는 재질 즉 플라스틱 재질 자체를 의미하는 것 뿐만 아니라 플라스틱의 물성거동과 물성치를 의미한다. 공정요소는 금형사출제품을 제조하는 사출기와 사출기 사양범위내 구현하는 제조공정 및 그 제약조건이다.

설계요소(제품설계)

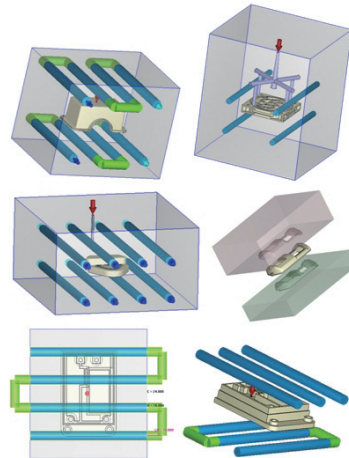
- 기능성/치수/조립공차/외관/원가/환경요소/취급/그 외

설계요소(금형설계)

- 용액 전달(런너)시스템(스프루/런너/게이트)
- 제품공간(캐비티, 공기빼기 고려)
- 냉간/열간 교환시스템
- 취출시스템
- 가이드(guiding) 및 위치제어(locating) 시스템
- 기계부착장치
- 지지력 공급시스템
- 운동전달시스템



▲ 용액 전달(런너)시스템



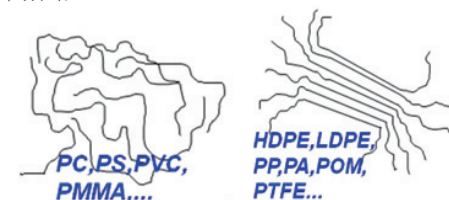
▲ 냉각시스템

재질요소(물성)

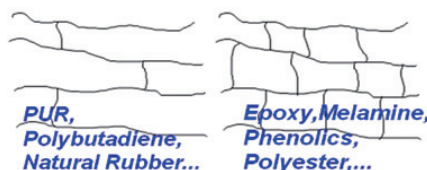
사출성형 플라스틱은 물성거동 기준, 열가소성(thermoplastic)과 열경화성(thermoset)으로 대분된다. 물성거동이란 플라스틱이 금형의 런너시스템(스프루/런너/게이트)을 통해 제품형상의 캐비티로 충전될 때 플라스틱이 유동하는 궤적과 동역학을 의미한다. 물성거동이 다르면, 해석이 달라지는 것은 자명하다. 물성거동을 지배하는 지배방정식이 해석소프트웨어의 엔진으로 탑재되는 것이다.

열경화성 재질의 물성거동은 반응사출거동이다 따라서, 해석소프트웨어는 열가소성 재질을 해석하는 기능과 열경화성 재질을 해석하는 기능으로 모듈화된 것이다.

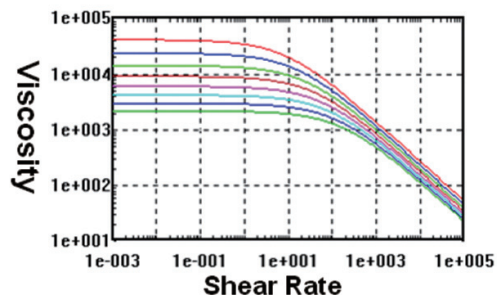
다음 그림에서 보듯이 열경화성 플라스틱은 망상형 교차결합되어 있다.



▲ 열가소성 플라스틱



▲ 열경화성 플라스틱



▲ 플라스틱재질의 점성거동

플라스틱재질에 첨가물을 가하면 물성거동은 본 기본물성거동과 다른 물성거동을 하게 된다. 유리섬유(glass fiber)를 첨가할 경우, 유리섬유가 플라스틱 유동에 따라 특정방향으로 배열하게 된다. 배열의 집중도에 따라 특정방향으로 기계적강도, 전기저항 외, 내화학정도까지도 변화가 되며, 외형적으로 변형의 원인이 된다.

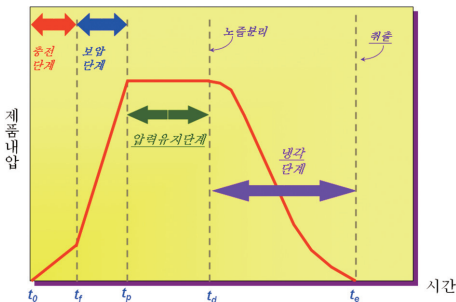
사출성형해석 소프트웨어는 기본 상기 2가지 물질거동내에서 섬유배향을 해석하며, 섬유(%)가 포함된 열가소성 플라스틱을 선택하는 것만으로 해석가능하다.

공정 요소

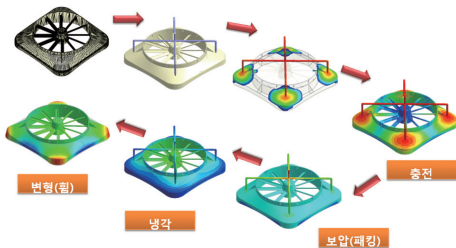
사출성형의 공정요소로서 사출성형을 수행하는 제조공정을 뜻하며, 그 첫 공정부터 마지막 공정까지를 사출성형주기라고 칭한다. 각 사출성형주기마다 하나의 금형에서 해당 제품이 제조된다.

사출성형주기는 형체/사출장치전진/충전단계/보압단계/노즐분리, 사출장치후진/냉각단계/형개, 취출 공정으로 나뉠 수 있다.

사출성형해석 소프트웨어에서는 유동재질로 해석하는 것이므로 플라스틱용액이 금형내로 충전되고 가압유지(보압)시키는 상태를 거쳐, 금형이 냉각되고, 사출품 취출후 상온까지 냉각되는 동안의 물리적상태를 해석하는 것이다. 즉, 충전해석, 보압해석, 냉각해석 및 변형해석으로 모듈화되어 있는 것이다.



▲ 사출성형공정주기



▲ 사출성형해석공정

이러한 공정은 사출기의 제조공정과 일치하도록 시뮬레이션 하는 것이므로, 제조공정조건에 맞게 주어지도록 해야 하는 것이다. 즉, 사출압, 사출시간, 보압, 보압시간 등이 입력조건이 된다. 사출성형해석 소프트웨어에서는 이러한 사출성형제조공정을 제어하는 변수에 대한 조건과 값들을 입력받아 실제 결과를 예측할 수 있는 것이다.

성형해석의 필요성(왜 필요한가?)

- 전통적 금형제작 방식의 비경제성
- 사출성형프로세스의 복잡성
- 사출성형산업에서의 도전과제

사출성형해석이 왜 필요한 지 그 자체를 언급하는 것이 불필요한 정도로 당연시 되고 있다. 그러나 도입하는 입장에 섰을 때에는 하나하나 따져보지 않을 수 없게 된다.

전통적 금형제작방식의 비경제성

전통적인 금형제작은 금형 실제작 후 사출시작(trial)을 통하여 설계개선을 하는 방식이다. 시행착오개선방법에 의존하거나 경험에 의존하는 방식이다. 경험은 각 전문분야의 경험노하우로서, 설계의 미비를 생산경험으로 보이지 않게 감쌀 수 있는 내재적 위험성을 간과할 수 없다. 생산의 기술에 대한 불신, 설계의 기존설계에 대한 안주등을 배제할 수 없다는 것이다.

우리회사의 금형시작 횟수의 평균은 얼마일까. 이 질의에 스스로 답하면서 그러면 어느 수준이 목표이고 어떻게 이를 성취할 수 있겠는가를 도출해야 한다. 이는 원가를 줄이고 생산성을 향상시키는 길이기 때문이다.

지금의 기술개선의 시대가 아니라 개혁의 시대이다. 모든 회사가 개혁(innovation)을 외치고 있다. 그러나 개혁은 근본적인 부분의 개선에서 비롯됨을 관과해서도 안될 것이다. 일차적으로 해석을 도입하였어도 해석결과를 해석부서에만의 공유, 활용, 개선을 하고 있다면, 전통적 방식이나 다를 것이 없다.

제품설계와 금형설계와 해석결과를 생산결과 및 품질결과와 연동시키는 시스템적 개혁의 눈으로 보아야 한다. 이럴 때 개혁이 가능하다.

속도의 전쟁이라고 한다. 속도의 눈으로 볼 때, 사출성형설계주기 즉 제품설계/금형설계/사출해석/금형시작/사출시작 전과정을 통하여 속도를 개선할 지, 사출해석만의 속도를 개선할 지를 보아야 한다. 사출해석 CAE를 도입하면서 해석 소프트웨어의 속도만을 고집하는 우를 범하지 않아야 할 것이다.

이와같은 관점에서 전통적 또는 전통에 준하는 사출해석체제는 비경제적으로 이로부터 탈출해야 할 것이다.

사출성형해석 프로세스의 복잡성

사출성형해석은 제품설계로 제시된 제품 벽두개의 복잡한 변화를 감안한 성형성을 고려해야 하고, 금형설계로서 용융액의 전달을 담당하는 런너시스템 및 주어진 냉매와 요구유량으로 금형을 냉각하는 냉각라인시스템을 분석하여야 한다. 이러한 분석은 기하학적 형상과 입출구 타입, 크기 및 경로 및 이로 기인된 역학적 요소를 고려하여 분석하여야 한다.

플라스틱 재질은 기본적으로 비뉴턴유동이고 각 재질의 고유속성에 종속적이다. 동종동급의 재질이라도 제조사(브랜드)에 따라 다르기 때문이다.

또한 플라스틱 재질은 공정조건 즉 온도, 압력의 조건에 따라 부피가 변하고 또한 점도, 비열도 변하며, 금형의 열전도 등이 커플링되어 사출품의 품질에 영향을 끼친다. 더구나 액체에서 고체로 변하는 상변이 공정이기도 하며 재질의 이방성이 고려되어야 한다.

이렇게 주어진 제품의 기하학적 형상과 플라스틱 재질과 사출성형공정조건에 대한 물질거동을 파악하여 사출성형결과를 예측하는 것은 수작업으로 불가능한 것이다.

사출성형산업에서의 도전과제

사출성형산업에서도 여타 제조업과 마찬가지로, 고품질/저원가/시장출시단축 라는 도전과제에서 벗어날 수 없다. 이를 위하여 제품설계를 혁신하고 사출공정을 혁신하며 신재질에 신속 적확히 대처하고, 이를 위해 인력조달과 훈련을 지속하지 않을 수 없다.

엔지니어는 이러한 도전과제를 제품으로서 풀어가야만 한다. 제품의 복잡성과 수작업 예측불허는 이유가 되지 않는다. 해석 소프트웨어는 그래서 존재하는 것이다. 해석하는 로직은 그것을 전문하는 곳에 맡기고, 이를 활용하여 엔지니어 고유의 창의성으로 산업의 도전과제를 풀어나가야 함을 뜻한다.



CAE로서의 사출성형해석

사출성형해석을 신뢰성있게 수행하기 위하여 과학적 접근방식이 요구되었다. 유동학, 재료역학, 열전달 등 물리적 거동원리에 수치해석과정을 통해 전산기로 풀어내게 된 것이다. 이러한 접근방식으로 CAE(computer aided engineering)인 것이다.

CAE로 기대할 수 있는 것

일반적으로 CAE로 기대할 수 있는 것은 원가절감/시간절약/정확성향상/효과성증진/편리성확보 일 것이다.

CAE 측면

사출성형해석이란 복잡한 사출성형 프로세스를 모형화하여 해

석하는 일련의 소프트웨어 및 기술을 뜻한다. 유동학적, 열적 및 기계적 거동에 따른 정량적 금형설계 결과를 예측 제공한다. 또한, 기존 공정과 설계의 문제점 해결할 수 있게 된다.

가상 가시화 측면

사출성형해석은 주어진 변수의 영향과 변화에 대한 정량적 영향을 현실적 인지하도록 3차원 가시화로 보여준다. 물리적 시작품(금형시작/성형시작)을 3차원 공간에서 확인하여 시작 횟수 감소를 감소하도록 도와준다.

잊지 말아야 할 CAE의 응용한계

CAE는 현실세계의 형상과 공정의 이상모델이다. 따라서, CAE 해석의 신뢰성은 다음에 달려 있다:

CAE 자체는 제품의 부적합을 없애주지 못한다. 제품부적합의 결과와 그 결과에 대한 다양한 원인을 제시한다. 적어도 현재의 수준은 그러하다.

해석결과의 신뢰성은 입력된 내용의 신뢰성과 같다. 모르는 재질이나 알지 못하고 있는 공정조건을 입력하고 실제제품과 비교하려는 우를 범해서는 안된다. 공심은 데 콩나고 팔심은 데 팔난다. 공심은 데에서 팔 나기를 기대해서는 안될 것이다.

- 물리적 모델
- 수치해석방법
- 재질변수
- 기학적 모델
- 공학지식과 사용자의 기법

CAE의 장점

상기 기술한 바와 같이 사출성형해석을 CAE로 사용함으로써, 다음과 같은 장점을 기대할 수 있다.

- 설계변경 대응
- 문제점 해결
- 신제품 개발 및 설계 속도증진
- 현실세계의 공정에 대한 이
- 상모델 구현추구
- 지적/경험 자산의 지속적 축적
- 기술노하우의 체계적 축적
- 설계관리 범위의 확장과 수립

사출성형해석 CAE의 적용범위

일반적인 사출성형해석 CAE는 다음과 같이 다양한 형상제품 파트를 해석할 수 있다.

- 두꺼운 제품
- 얇은 제품
- 두께변화가 심한 제품
- 복잡한 유동패턴을 내포한 제품형상
- 다중 캐비티 제품
- 오버/인서트몰딩 제품 등

