

산업현장에서의 3 차원 성형해석의 필요성 및 적용예제

The need and application examples of 3D Flow Analysis in the industry

이길호 ⁽¹⁾ / Takemitsu Yamada ⁽²⁾

- 1) CAEpro(주) (〒02-3281-1807 서울 구로구 구로동 에이스테크노2차 604호)
- 2) 東レ株式会社 CAEソフト事業部 (〒520-0842 滋賀県大津市園山 1-1-1)

3D CAE becomes a key technology to complete a digital engineering system. “3D TIMON”, developed by TORAY Industries,Inc., is the useful software to analyze whole injection molding process with solid elements and is capable of generating solid mesh models directly from 3D CAD data. In this paper, we introduce “3D TIMON” and the application examples in the each industries .

Key Words : Injection molding, Digital Engineering, 3D CAE, 3D TIMON

1. 개 요

현재 플라스틱 금형 및 성형품 제조업에 종사하는 사람들의 눈에서 광체가 사라지고 있다. 중국이나 동남아시아로 옮겨지고 있는 플라스틱 성형산업의 현재 상황과 앞으로 현재 기술우의로만 그들의 추월을 막을 수 있을지는 누구도 장담하기 어렵기 때문이다.

Made in America 의 문헌에 “한 나라의 영광은 그 나라의 우수한 생산력과 기술력에 걸려 있다” 라고 기록되어 있다. 한국 사출의 장래는 기술 후발국의 도전을 뿌리칠 수 있는 선진기술을 조기에 도입하고 정착하여 그들과의 기술격차를 유지하고 선진기술과 동등한 위치에 올라서는 데에 있을 것이다.

이를 위해서는 설계제품의 품질향상, 개발 기간의 단축, 사출성형관련 지식의 축적 및 재활용성 증대, 글로벌 사출시스템의 정착, 그리고 고부가가치 제품의 개발 등이 이루어져야 하며, 이는 디지털 엔지니어링 (Digital Engineering) 기법을 최대한 이용하면 실현 가능성이 높아질 것이다.

본지에서는 Digital Engineering 기술의 주축을 이루고 있는 3D 성형해석을 일본에서 개발된 ‘3D-TIMON’ 소프트웨어를 중심으로 소개하고, 이를 활용한 고부가 가치 제품의 개발 예제를 검토하고자 한다.

2. ”3D Simulation” 의 필요성

현재 사출성형 해석에는 주로 2.5D 해석이 주류를 이루고 있으며, 이를 이용하여 산업 전반에 걸쳐 다양한 적용과 그에 따른 효과를 보고 있다.

그러나 설계기술이 발달함에 따라, 플라스틱 부품이 점차 복잡하고 기능성이 요구 되는 상황으로 변화하고 있으며, 아울러 조립공정 수를 감소시키

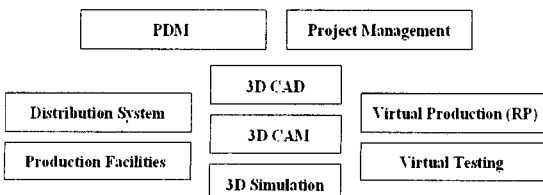


Fig.1: IT 를 이용한 Digital Engineering

기 위하여 각 부품간의 통합이 이루어지고 있다. 또한 고부가가치 시장은 정밀부품이나 금속 또는 특수 재료로 만들어진 제품의 플라스틱화가 주류를 이루고 있다.

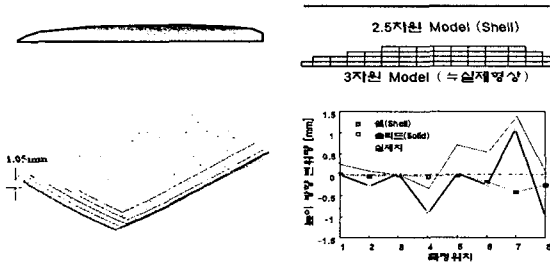


Fig. 2: 3차원 요소와 2.5차원 요소의 차이점

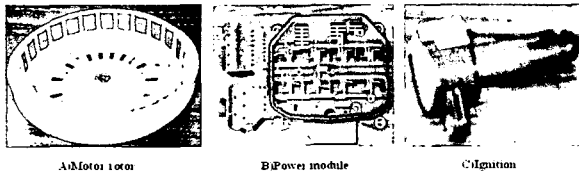


Fig. 3: 기능성 부품 예제

복잡한 형상의 기능적인 플라스틱 제품을 생산하기 위해서는 '3D Data'를 기반으로 '3D Simulation'이 선행되어야 하며, 이는 설계와 생산에서의 문제점을 미리 해결하여 개발 기간을 크게 단축시키는 효과가 있다.

현재 한국과 일본의 제품 개발기간 차이는 약 1.5배에서 2배 정도로 예측되고 있으며, 이를 줄이기 위해서는 제품설계 단계에서 만들어지는 '3차원 데이터'의 활용을 확대하고, 통합적인 '3D Simulation'을 수행할 수 있는 체계를 갖추어야 할 것이다.

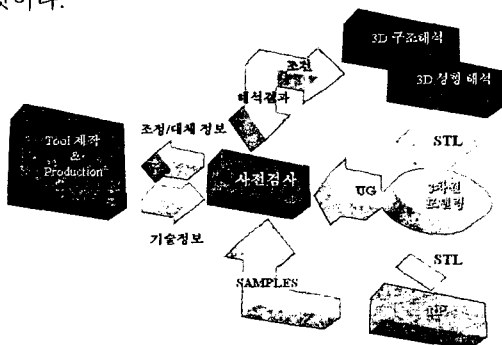


Fig. 4: 통합적 '3D Simulation' 예제 (Yamagata Casio)

3. "3D TIMON" 소개 및 특징

"3D TIMON"은 TORAY에서 세계 최초로 개발되어 상용화된 3차원 사출성형 해석 소프트웨어로서 3차원 요소를 이용하여 유동에서 보압, 냉각 그리고 변형에 이르는 모든 공정을 해석할 수 있으며, 현재 일본, 한국을 포함하여, 전세계에서 100개 이상의 업체에서 사용 중에 있다.

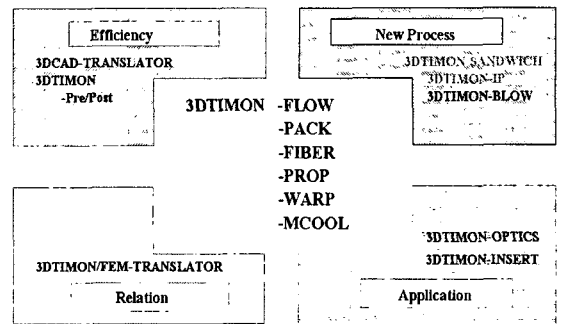


Fig.5: 3D TIMON 구성

3.1 3D CAD 데이터의 활용

3D CAD 데이터 (STL)를 이용하여 3차원 성형 해석에서 사면체 (Tetra), 오면체(Prism), 육면체(Hexa) 등의 요소(Element)를 생성하여야 한다.

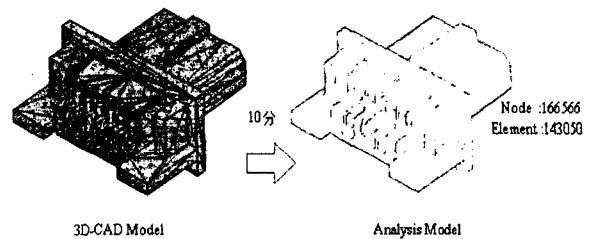


Fig.6: 육면체(Hexa) 요소 생성

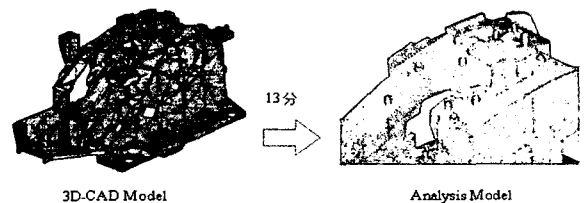


Fig.7: 사면체(Tetra) 요소 생성

‘3DTIMON’에서는 사면체와 육면체 요소를 자동으로 생성할 수 있는 기능을 제공한다.

3.2 해석 결과의 정확성

3차원 요소를 사용하면 2.5차원 요소 (Shell)로 정의되기 어려운 복잡한 형상이나 두꺼운 제품을 손쉽게 모델링(Modeling)할 수 있으며, 또한 두께 방향의 유동, 수축등을 고려함으로 2.5차원 유동해석에 비하여 보다 정확한 해석 결과를 얻을 수 있다.

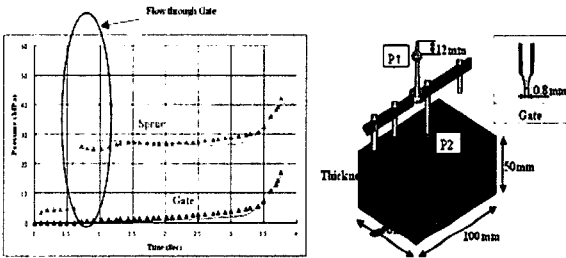


Fig.8: 압력 정확도 예측 실험 및 해석결과

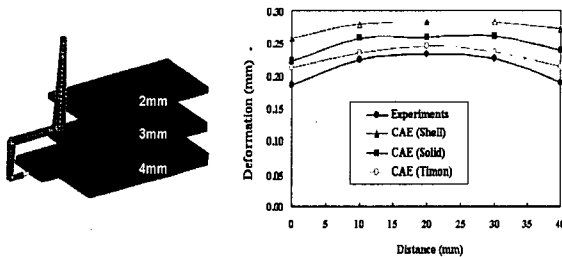


Fig.9 : 두께 방향의 변형 예측 실험 및 해석결과

3.3 해석 적용 범위

3D TIMON 은 일반적인 사출성형 공정뿐만 아니라 이중의 재료를 금형 내에 위치시키고 사출하는 인서트 성형 (Insert Molding), 렌즈(Lens)나 도광판(BLU)등과 같은 광학부품성형 (Optics Part Molding), 두 가지의 다른 수지 재료를 사출하는 이중사출성형 (Sandwich Molding), 사출 완료 후

또는 사출 과정 중에 압축에 의하여 성형하는 사출압축성형 (Injection-Compression Molding)등의 특수한 성형법의 해석에도 적용하여 사용할 수 있다.

4. 적용 예제 (Application Examples)

이 장에서는 3차원 성형해석의 필요성과 효과를 공감하기 위하여 전기·전자, 자동차, 광학 및 기타 산업 현장에서 "3D TIMON"을 이용하여 3차원 성형해석을 적용한 사례를 검토하기로 한다.

4.1 전기·전자산업에서의 3차원 성형해석 적용예제

전기·전자 산업에서는 제품의 하우징 (Housing) 이나 케이스등이 주요 해석 대상이며, 계속적으로 정밀부품, 소형화 제품 그리고 기능성제품 등으로 확산되고 있는 추세이다.

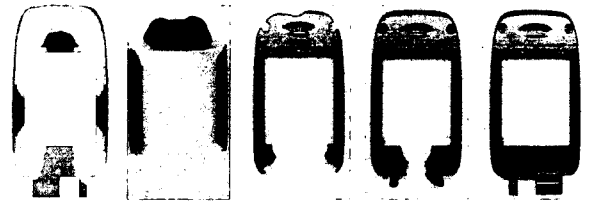


Fig.10: 휴대폰 케이스 - 유동패턴 비교

4.2 자동차 산업에서의 3차원 성형해석 적용예제

자동차 산업에서는 대형 사출품의 경우에 2.5차원 해석을 주로 사용하고 있다. 앞으로는 기능성 부품과 전자 부품을 중심으로 3차원 해석기법이 활발하게 적용될 것이며, 두께가 불균일한 대형 사출품에도 적용될 것으로 예상된다.

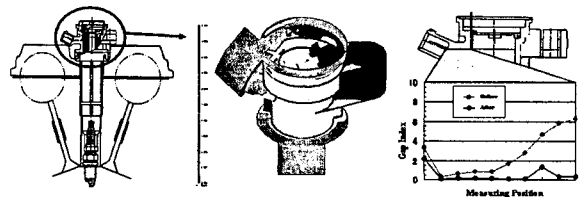


Fig.11: 자동차 전기부품 - 변형량 비교

4.3 광학 산업에서의 3차원 성형해석 적용예제

광학 사출품의 품질은 수축, 변형과 함께 복굴절률 (Birefringence)과 같은 광학특성을 함께 고려하여야 한다. 이는 3차원 모델과 3차원 성형해석에 의해서만 제품의 사출공정에서 발생하는 잔류응력을 계산할 수 있다.

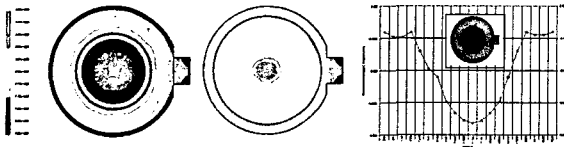


Fig.12: 렌즈(Lens) - 복굴절 / 표면수축

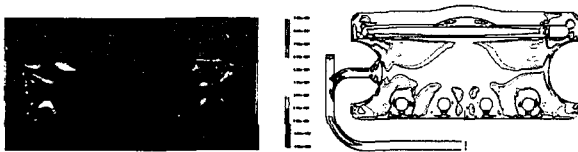


Fig.13: 도광판 (BLU) - 복굴절 비교

4.4 기타 산업에서의 3차원 성형해석 적용예제

기타 정밀부품 산업에서는 3차원 성형해석의 적용이 활발히 이루어지고 있으며, 앞으로 3차원 해석의 요구가 빠르게 상승할 것으로 예측된다.



Fig.14: 소형모터 프레임 - 변형량 비교

5. 3차원 해석의 미래

현재는 Shell 요소를 이용한 2.5차원 사출성형

해석 이 주류를 이루고 있으나, 3D CAD 데이터의 활용도가 높아지고, 컴퓨터의 CPU 성능이 급속하게 향상됨으로 3차원 데이터를 보다 용이하게 취급할 수 있게 될 것이다. 또한 고부가가치 시장으로 진입을 위해서는, 고정밀, 고기능 제품의 설계와 생산능력이 요구됨으로 3차원 성형 해석의 요구가 크게 증대될 것으로 예측된다.

참고문헌

- 1) H.Hayami, K.Sakaba,Y.Suga. : 3-dimensional Injection Molding Simulation, Asian Workshop on Polymer Processing in Singapore 2002 .
- 2) 須賀康雄：射出成形に押し寄せるデジタル・エンジニアリングの波, 第1回ものづくり情報技術総合研究, 理研シンポジウム, pp115-120, 2002
- 3) R.Nakano, et.al :Example of 3D Injectin Molding CAE
Directly Connected with 3D CAD Proc. of 14rd Annual Meeting, The Polymer Processing Society, pp321, 1998