

CAE 유동해석을 통한 윈도우 패널 (Window Panel)의 품질개선

오선일 · 허용정

한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부

Improvement of Quality by CAE Flow Analysis

Sean Il O, Yong Jeong Huh

School of Mechatronics Engineering, Korea University of Technology Education

요 약

본 연구는 사출성형공정상에서 발생하고 있는 사출성형물의 Weld line에 의한 외관 불량을 해석하고 개선된 품질을 얻기 위한 시도이다. 사출성형 관련 설계는 사출금형설계 전문가의 축적된 지식과 경험을 활용하여 수행되어 왔으며, 설계에 필요한 설계자의 경험이 전문한 경우 많은 시행 오차를 유발하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 Window Panel의 사출성형을 수행함에 있어 생산 중 발생되고 있는 Weld line에 의한 제품 외관의 문제를 수치해석을 통하여 시뮬레이션함으로써 제품 품질을 향상 하고자 해석을 시도 하였다.

1. 서 론

사출금형수정은 압력, 온도, Gate개수, 수지의 특성, 제품의 성형성 등등 대단히 복잡하고 다양한 변수 관계를 가지고 있으며 이를 해결하기 위해 다양한 지식과 오랜 경험을 요구하는 어려운 작업이다. 이러한 이유로 사출금형 수정은 주로 현장 전문가의 축적된 경험과 지식에 의존하여 시행되어 왔고 비정규화 된 데이터로 인한 반복적 시행착오를 통하여 만족할 만한 제품을 얻을 수 있었다. 그러나 금형수정 작업이 이처럼 경험과 지식에 의존하게 되면 금형수정의 신뢰성에 치명적인 오류를 발생시킬 수 있다. 이로 인해서 금형에 내구성이 저하되고 금형수정 기간이 연장되기 때문에 결과적으로 생산이 지연되어 회사의 효율성이 감소하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 전문가들의 축적된 지식과 경험을 전산

정보화 하여 제공하고, CAE 프로그램을 활용하여 상호보완적으로 설계할 수 있는 합리적인 설계시스템의 구축이 필요하다[1]

본 연구는 (주)티컴&디티비로 제품 중 하나인 Window Panel을 선정하여 사출공정 중 발생하는 Weld line의 문제를 합리적으로 해결하기 위하여 3차원 솔리드 모델러와 유동해석 CAE 프로그램을 활용하여 금형수정의 해석 및 평가를 수행할 수 있도록 함으로써 효율적인 금형수정을 수행할 수 있도록 하였다.

2. 제품 모델링 및 성형불량 해석

본 논문은 Window Panel의 합리적 금형수정을 위하여 3D CAD 기능을 보유한 SolidWorks 프로그램[2]을 활용하여 제품 모델링을 수행하였고 모델링 데이터를 유동해석 모듈에 연계하여 설계해석을 수행하였다. SolidWorks에 의해 생성된 제품의

3차원 모델이 Fig 1에 도시 되어있다.

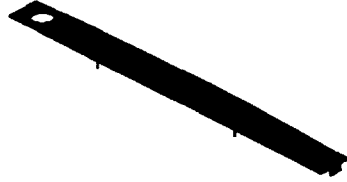


Fig 1. Window Panel

수지의 선정은 IR Sensor의 Light Transmission이 높은 수지를 결정하였으며 Fig 2.과 같은 크기와 형상을 가진 Weld Line 불량 발생되고 있었다.

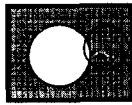


Fig 2. Weld Line 불량

제품에 사용된 고분자 재료의 기본적인 사항이 Table 1에 도시되었다.

Table 1. 고분자수지

LEXAN [®] 121 R		GE Plastics
Injection Moulding USA		One Plastics Avenue Pittsfield, MA 01201 (413) 443-6500
UL rated MB as of 10/97. 200 series recommended when V2 rating required. Not designed for small window parts. Internal mold release processing.		
Dry. Temp. (293) Dry. Time (3-4) Dry. Temp. (48) Moisture Content. max (0.02) Melt Temperature (540-590) Nozzle Temperature (520-570) Front Temperature (540-590) Nozzle Temperature (520-570) Back Temperature (500-540) Mold Temperature (120-220) Back Pressure (30-100) Screw Speed (40-50) Recommended Shot Size (3.00) (1.0-0.0020)	Dep. F (h) h mm deg. F deg. F deg. F deg. F deg. F psi rpm Toler./in. (inch)	

최적의 유동조건을 얻기 위하여 유동해석을 시도하였으며 해석에 사용된 공정조건들은 Table 2에 도시하였다.

Table 2. Case별 해석 및 최적 공정조건

Simulation Case	Fill Time	Mold Temp	Melt Temp	Injection Pressure	Gate Position
Case 1	1.5sec	60℃	293℃	150Mpa	Equals
Case 2	1.0sec	60℃	293℃	150Mpa	Equals
Case 3	1.5sec	60℃	293℃	200Mpa	Equals
Case 4	1.5sec	80℃	293℃	150Mpa	Equals
Case 5	1.5sec	60℃	293℃	150Mpa	30mm
Case 6	1.5sec	80℃	293℃	180Mpa	50mm

3. 해석결과 및 평가

해석 사출제품은 미성형, 수축, 휨, 혹점, 백화 현상이 발생되지 않았으며 Hole부의 웰드라인 발생으로 양산제품 품질 저하와 1.0%의 높은 불량률을 가져오고 있다. 이러한 웰드라인을 개선하기 위하여 현재 양산 조건과 같은 Case 1의 조건으로 해석한 결과 Fig 3의 해석결과를 나타냈으며 양산 제품과 동일한 불량률 나타내었다.

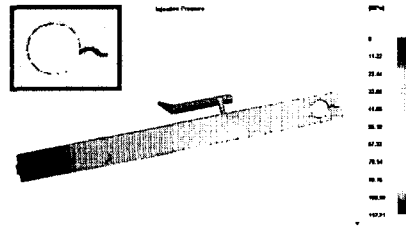


Fig 3. 양산 동일조건 해석(Case 1)

3. 1. Fill Time 변경 해석

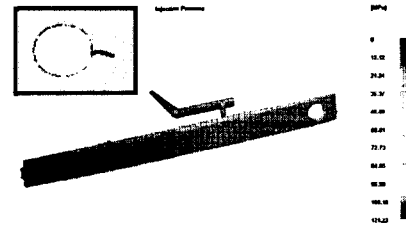


Fig 4. Fill Time 변경 해석(Case 2)

Fig 4에 도시된 것과 같이 Fill Time에 변경으로 인하여 Weld Line의 위치와 형상의 변경만을 가져올 뿐 품질향상에 큰 영향을 주지는 못하였다.

3. 2. Injection Pressure 변경 해석

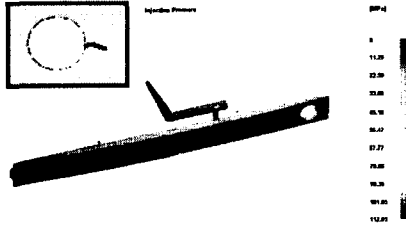


Fig 5. Injection Pressure 변경 해석(Case 3)

Fig 5에 도시된 것과 같이 Injection Pressure 변경으로 인하여 Melt의 흐름은 향상 되었으나 Weld Line의 품질 향상에는 큰 영향을 주지 못하였으며 과도한 압력상승으로 인하여 금형 내구성의 저하를 초래할 것으로 판단된다.

3. 3. Mold Temp 변경 해석

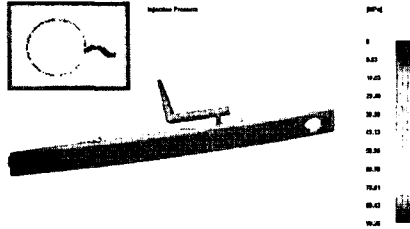


Fig 6. Injection Pressure 변경 해석(Case 4)

Fig 6에 도시된 것과 같이 Mold Temp 변경으로 인한 Weld Line의 크기와 품질향상에는 큰 영향을 주지 못하였으며 Fill Time, Mold Temp, Injection Pressure등의 사출 조건의 변경만으로는 제품 품질에 최적공정 조건은 되지 못 한다는 결론에 도달하게 되었다.

3. 4. Gate Position 변경 해석(30mm이동)

Melt가 Cavity 사이로 이동할 때 유동성이 저하되며 Melt가 서로 만나는 시간이 짧을수록 고온에서 용화 되어 Weld Line의 품질을 향상 시키는 것으로 판단되어 Hole 근처로 Gate Position을 30mm 이동시켜 해석하였다.

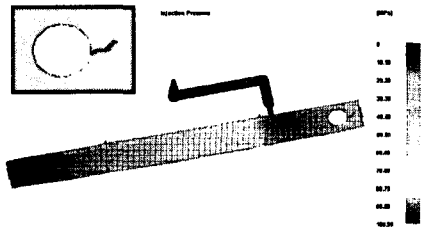


Fig 7. Gate Position 변경 해석(Case 5)

Fig 7에 도시된 것과 같이 Gate Position 변경에

따른 Weld Line의 품질향상은 최적공정 조건에 만족하지 못 하였으며 이동 값이 너무 작은 것으로 판단되어 Hole 근처로 Gate Position을 50mm이동시켜 해석하였다.

3. 5. Gate Position 변경 해석(50mm 이동)

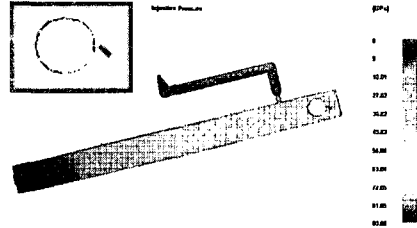


Fig 8. Gate Position 변경 해석(case 6)

Fig 8에 도시된 것과 같이 Gate Position 변경에 따른 Weld Line의 품질향상은 최적공정 조건에 만족하였으며 Injection Pressure의 상승 또한 최적 공정조건에 만족 하였다.

4. 결론

사출성형에 의해 제조된 Window Panel을 선정하여 CAE에 의한 유동해석을 수행함으로써 금형수정의 성형성을 평가 하였다. 성형성 평가 및 기계적 성능 평가를 금형수정 초기에 CAE기법에 의해 수행함으로써 시행오차를 통한 금형 수정을 최소화 할 수 있고 이로 인한 비용을 줄이고 품질저하와 생산 효율 저하를 방지할 수 있음을 보였다.

참고 문헌

[1] 허용정, 김상국, "사출성형 제품의 부형상 설계를 위한 지식형 CAD 시스템에 관한 연구", 대한기계학회논문집 제 15권 제 6호, p1933-1947, 1991.
 [2] "Solidworks 99 User's Guide", Solidworks corporation, 1999.