

유리인서트 사출금형 설계를 위한 사출성형 및 구조해석

문영배[†] · 고보선 · 정영득

부경대학교 설계생산자동화공학 · (주)태성정밀 · 부경대학교 기계공학부
(2008. 2. 18. 접수 / 2008. 4. 30. 채택)

Injection molding and structure analysis for design of glass insert injection mold

Young-Bae Moon[†] · Bo-Sun Go · Yeong-Deug Jeong

Pukyung national university · Tea sung precision · pukyung national university
(Received February 18, 2008 / Accepted April 30, 2008)

Abstract : This paper describes the process of structure analysis and injection molding analysis to manufacture the forming injection dies for huge glass insert. Factors such as filling time, filling pressure, material temperature, shrinkage, warpage were investigated by using the analysis software, Moldflow. Runner system and cavity structure were designed and manufactured through the results of deformation analysis data for glass insert. Filling time and filling pressure were analyzed in 3.756sec and 43.37MPa.

Key Words : LIGA-reflow, Chemical etching, Micro pattern, Laser ablation.

1. 서 론

플라스틱재료를 대상으로 한 사출성형제품은 전자제품, 자동차, 가정용 기구 등 많은 분야에서 사용되고 있으며, 우수한 품질의 제품을 양산하기 위해 지속적으로 사출성형 기술에 관한 연구개발이 이루어져 왔다. 플라스틱 제품은 압출이나 압축성형을 통하여 생산될 수 있으나 70% 이상이 사출성형을 통하여 생산되고 있다.[1] 또한, 플라스틱 제품은 디자인의 다양화에 의해 사출성형의 방법도 이색 사출성형, 인서트 사출성형, 아웃서트 사출성형 등과 같이 다양화한 성형법에 의해 생산되고 있다.

본 연구에서는 냉장고 부품 중의 하나인 유리인서트 선반의 사출성형용 금형개발에 있어서 플라스틱 용융수지의 유동선단이 인서트 유리에 미치는 영향을 성형해석 프로그램을 통해서 예측하고 이를 기초로 사출압력의 편차에 의한 압력이 유리의 강도에 미치는 영향을 구조해석 프로그램을 사용하여 해석하고 그 결과를 금형설계에 반영하였다.

대부분의 금형 설계에 있어 충전시간, 충전압력,

수지온도, 수지 배향, 수축 및 휨 등과 같은 요인들은 Moldflow[2], CAPA[3] 등과 같은 상용사출성형해석 프로그램을 통해 알 수 있으나, 금형내 인서트 재료에 미치는 하중과 그것에 의한 파손 등을 예측하기 위해서는 이러한 사출성형해석 프로그램 외에 별도의 구조해석 프로그램의 활용이 요청된다.

2. 인서트 성형

본 연구에서 사용된 인서트 성형은 금속부품 또는 다른 재료의 부품을 금형내에 장착하여 플라스틱 성형으로 일체화하는 성형방법을 말한다. 소량생산인 경우 인서트를 장착, 장탈은 수동작업이 좋지만, 생산량이 대량화되거나 여러 종류의 인서트를 장착할 경우, 장착시간 변동에 의해서 금형의 온도 변동이 일어난다. 따라서, 일정한 사이클로 장착, 제거를 할 수 있는 자동화를 검토해야 한다.

작업중, 금속제 인서트의 장착 제거에 의해서 찰과 마모 또는 잘못된 장착에 따른 금형손상 등이 일어나기 때문에 경도가 높은 금형재질을 사용하고 내마

모 처리를 해야 한다.

또한, 얇은 금속판이나 열전도성이 높은 금속재료의 인서트류를 고온금형에 장착할 때, 급속한 열팽창에 의해 치수변화가 일어난다. 급형도 열팽창하지만 인서트 재료와 열팽창율의 차가 있는 경우에는 열팽창 치수를 예측하여 작업온도에서 급형의 치수 및 형상에 대한 조정이 필요하다. 인서트는 성형수축에 의해서 압축응력을 받지만, 인서트의 변형 또는 성형품에 응력균열 등을 발생시키기 때문에 형상 설계시 주의해야 한다.[4]

본 연구에 사용된 유리인서트는 422×396mm의 크기이며, 두께는 3mm, 4mm의 2가지 형상이다. Fig. 1은 본 연구에 사용된 냉장고 선반의 사진이다. Fig. 1과 같이 유리인서트는 선반 중앙에 위치하며 유리인서트 테두리를 플라스틱으로 성형한 제품이다. 이와 같은 제품은 사출성형시 용융수지가 유리인서트에 가하는 성형압력으로 인해 유리인서트가 파손되는 경우가 종종 발생한다. 이러한 파손을 방지하기 위해서는 적절한 게이트의 설계와 성형조건의 최적화가 필요하다.

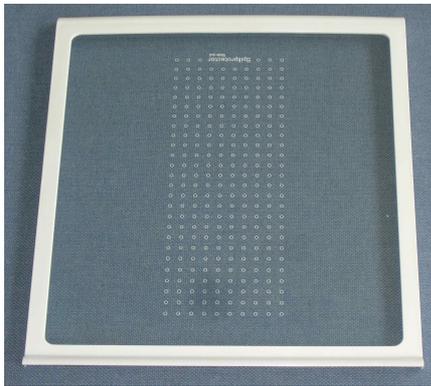


Fig. 1 Glass insert shelf

3. 사출성형해석

본 연구에서는 유리인서트 사출성형에서 유리의 파손 및 파괴에 직접적인 요인으로 수지의 유동선단의 충전불균형으로 인한 사출압력의 편차에 의한 사출압력을 고려하였으며, 편측 충전압력을 예측하기 위하여 사용한 사출성형해석 프로그램은 Moldflow MPI 6.0이다.

Fig. 2는 본 연구에 사용된 제품을 사출성형해석

을 위해 메싱(meshing)한 형상이며, 러너와 게이트의 위치를 나타낸다. 사출성형해석에 사용된 제품의 재료는 LG화학의 PP (Polypropylene M540)를 사용하였다. 사출성형에서 사용될 유리인서트는 사출성형시 변형이 없는 것으로 가정하고, 유리인서트의 테두리에 접촉될 플라스틱 제품 부분의 메쉬는 고정하였다.

Fig. 3과 4는 사출성형해석 결과를 나타내는 그림이며, Fig. 3은 충전시간을 나타내며, Fig. 4는 충전압력을 나타낸다.

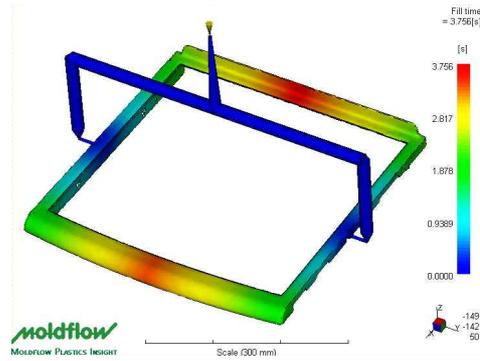


Fig. 3 Result of fill time

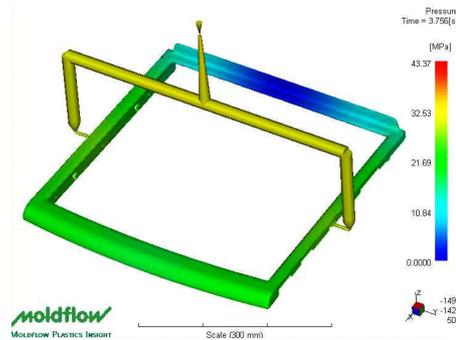


Fig. 4 Result of pressure

사출성형해석으로 예측된 결과값 중, 충전시간은 3.756 초이며, 충전압력은 43.37 MPa, 수지온도는 237.8 °C, 형체력은 128.3 ton로 나타났다. Table 1은 사출성형해석의 결과값을 정리한 것이다.

사출성형해석에서 예측된 압력값을 구조해석에 연계시키기 위해서는 사출직후 용융수지의 유동선단이 유리인서트에 닿는 순간의 사출압력값이 필요하며 유리인서트에 닿는 순간의 용융수지는 편측 충전압력이 나타난다. Fig. 5는 용융수지가 유리인

서트에 닫는 순간의 편측 충전압력을 나타낸다.

Table 1 Result of injection molding analysis

Result of injection molding	Unit	Value
Fill time	sec	3.756
Pressure	MPa	43.37
Temperature at flow front	°C	230.2
Clamp force	ton	128.3

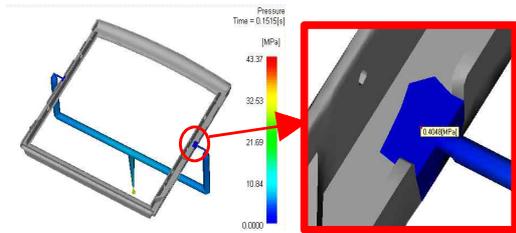


Fig. 5 Pressure on one side

Fig. 5에서 나타난 충전압력의 결과로부터 사출직후의 시간인 0.1515 초에서의 유리인서트에 가해지는 충전압력이 약 0.4048 MPa로 예측되었다. 그리고, 충전압력이 가해지는 유리인서트의 면적은 약 가로 19mm × 세로 12mm 의 228mm² 으로 예측되었다.

4. 구조해석

충전압력에 의한 유리인서트의 응력상태를 예측하기 위하여 사출직후 게이트를 통과한 플라스틱 수지가 유리인서트를 닫는 순간의 충전압력을 사출성형해석을 통해 알아보았다.

사출성형 해석을 통하여 예측되어진 유리인서트에 발생하는 압력값을 이용하여 사출직후의 유리인서트에 발생하는 응력상태를 구조해석 프로그램인 I-DEAS NX11을 사용하여 해석을 수행하였으며, Table 2는 구조해석에 사용된 유리판의 물성치이다.

Fig. 6은 해석 경계조건을 나타내며, 유리인서트와 금형이 접촉되는 부분의 이동과 회전을 고정하였다. 게이트 부분에 작용하는 압력값은 사출직후의 사출압인 0.4048MPa이다.

Table 2 Mechanical properties of general reinforced glass plate

Mechanical properties	Unit	Value
Modulus of elasticity	GPa	70
Poisson's ratio		0.25
Shear modulus	GPa	25

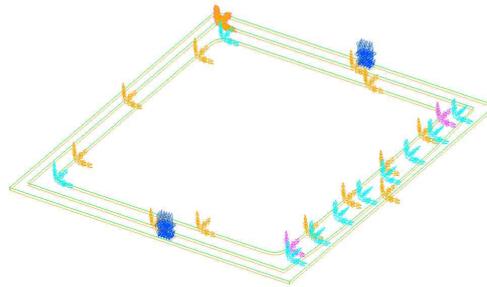


Fig. 6 Constrain condition for structure analysis

4. 1. 유리판 두께 3mm일 때의 응력상태

Fig. 7은 유리인서트의 두께가 3mm일 때의 응력상태를 나타내며, 최대응력은 6.57 MPa이며 변형은 1.88×10^{-3} mm이다. 이 결과값은 충전압력이 유리인서트의 파손 및 변형에 영향을 미치지 않는다는 것을 보여준다.

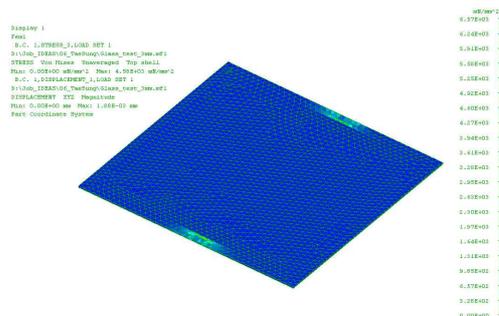


Fig. 7 Result of structure analysis with 3mm glass plate

4. 2. 유리판 두께 4mm일 때의 응력상태

Fig. 8은 유리인서트의 두께가 4mm일 때의 응력상태를 나타내며, 최대응력은 2.50 MPa이며 변형은 1.03×10^{-3} mm이다. 이 결과값은 충전압력이 유리인서트의 파손 및 변형에 영향을 미치지 않는다는

것을 보여준다.

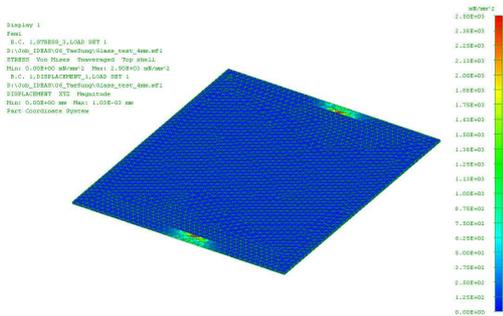


Fig. 8 Result of structure analysis with 4mm glass plate

Thickness(mm)	Stress(MPa)	Displacement(mm)
3	6.57	1.88×10^{-3}
4	2.50	1.03×10^{-3}

Table 3은 구조해석 결과를 나타낸 것이며, 위 구조해석을 종합하여 사출직후의 충전압력이 유리인서트에 미치는 영향을 강화유리의 기준강도와 비교하여 보면 유리인서트에 작용하는 응력들은 모두 기준강도 이하인 것을 알 수 있다. 강화유리의 파괴강도는 50 MPa, 인장강도는 295 MPa, 압축강도는 1470 MPa이다.



Fig. 9 Injection mold for experiment



Fig. 10 Glass insert shelf for experiment

5. 시험사출 성형 및 결과

3, 4장에서 수행한 사출성형해석과 구조해석을 통해 설계한 3mm~4mm 유리를 검용으로 성형할 수 있는 사출금형의 구조이다. 제작된 금형은 Fig. 9와 같다. Fig. 10은 이 금형에 의해 시험 사출하여 얻은 성형품을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 유리인서트 사출성형용 금형개발에 필요한 사출성형해석 및 구조해석용 CAE 프로그램의 활용방안을 제시하고, 그 절차에 따라 확정된 금형설계 및 제작을 수행한 결과 성공적인 금형개발이 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

6. 결론

본 연구에서는 대형 유리인서트 성형용 금형을 개발하기 위해 사출성형해석 및 구조해석 프로그램을 활용하는 과정을 제시하였으며, 인서트용 유리의 변형을 해석을 통해 계산하여, 그 결과값에 따라 러너시스템과 캐비티 구조를 설계하여 시작용 금형을 제작하여 시험사출 성형을 행한 결과 양호한 시제품을 얻을 수 있었다.

본 연구의 결과는 유리 이외의 대형 인서트 사출성형용 금형을 개발할 시 기초자료로 활용이 기대된다.

후 기

본 연구는 '06년도 중소기업기술혁신개발사업의 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 강철민, “다수캐비티 사출금형에서 성형조건이 균형충전에 미치는 영향”, pp.2, 2005.
2. <http://www.moldflow.com>
3. <http://www.wincapa.com>
4. 정영득, 박태원, 김현필 공역, “플라스틱 성형을 위한 알기쉬운 금형설계”, 도서출판 인터비전, pp.289~300, 2003.