

언더컷 처리장치 없는 사출성형을 위한 강제취출에 관한 연구

이희철¹ · 이희진¹ · 김경호² · 황재영² · 김영식² · 류호연[†]

한국생산기술연구원^{1,†} · 경성정밀(주)²

A Study on the forced ejecting for injection molding without undercut processing unit

Hui-Chul Lee¹ · Hee-Jin Lee¹ · Kyung-Ho Kim² · Jae-Young Hwang²
· Young-Sik Kim² · Ho-Yeun Ryu[†]

Korea Institute of Industrial Technology^{1,†}, KyungSung Precision Co., Ltd.²

(Accepted February 26, 2015)

Abstract : Recently, the mold industry has been developed to high-quality and high-productivity with various demands of the high-tech industry. Also, geometry parts of injection mold are complex and diverse optimum design through the injection molding analysis has become a matter of course. The mold industry is trying to revitalize the industry with demand technology development and manufacturing process improvement. However, products that have undercut is the need for a separate processing mechanism and structure of the mold is getting more complex, the cost is expensive. Therefore, improving the structure of the mold through a study on the forced ejecting for injection molding without undercut processing unit and to improve the productivity.

Key Words : Forced ejecting, Undercut process unit, Injection molding analysis, Draft angle, Inclined core

1. 서 론

최근 금형산업은 첨단산업의 다양한 수요에 따라 고품질 및 고생산성을 위해 꾸준히 발전되어 왔다. 또한 제품형상이 복잡하고 다양해지면서 사출성형 해석을 통한 최적설계는 당연한 일이 되어 버렸다. 복잡한 형상의 제품을 성형하기 위한 금형을 제작하는 공급처와 저가의 금형에 품질은 높이고 제작 시간은 단축시키기를 원하는 수요처와의 병목현상은 우리나라 금형기술을 빠르게 성장시킨 원동력이면서 금형산업을 더 이상 성장하지 못하게 만드는 주요 원인이 되어 왔다. 이에 금형산업에서는 수요 기술의 개발과 제조공정을 개선하여 문제점을 해결하기 위해 노력하고 있다.

금형제작사의 경우 기술경쟁력을 유지하기 위해 첨단 가공장비, 공정개선으로 프로세스를 자동화하고 숙련도를 향상시켜 설계 및 제조 리드타임을 단축시키고 있다¹⁾. 사출성형공정에서는 플라스틱 부품의 설계 시 언더컷 형상을 갖는 성형품은 금형설계 시 언더컷 처리를 위한 별도의 기구 설계가 필요하며 성형작업 시에도 언더컷 처리장치의 추가 작동 시간이 필요하여 성형시간이 더 많이 소요되는 제한점이 따른다²⁾. 사출제품의 CAD 모델은 금형설계나 사출과정에서 요구하는 모든 조건을 반영한 것이 아니기에 금형설계를 위해 다양한 항목의 검토를 필요로 한다³⁾.

본 연구에서는 복잡한 사출금형의 구조개선 및 경량화로 생산성 향상을 위해 내측 빼기구배에 따라 언더컷 처리기구가 없는 사출성형을 위한 강제취출에 관해 연구하고자 사출성형해석을 수행하였다.

1. 한국생산기술연구원
† 교신저자 : 한국생산기술연구원
E-mail : hyryu@kitech.re.kr

2. 금형설계

2.1. 제품형상 분석

사출성형품들은 기능적 심미적 감각을 충족시키기 위해 언더컷이 존재한다⁴⁾. 일반적인 사출성형에서 언더컷 처리가 곤란한 대형 성형품을 PE와 같은 연질의 수지를 사용하여 성형하는 경우에는 손으로 빼거나 스트리퍼 플레이트를 사용하여 취출 시 성형품이 외측으로 확산할 수 있는 강제 빼기를 이용한다⁵⁾. 하지만 이런 방법은 제품의 끝이 둥글고 내측이 언더컷일 경우에는 취출이 불가능하거나 불량 발생되어 품질 및 생산성을 저하시키는 원인이 되고 있어 설계 시 반드시 고려해야 할 부분이다.

본 연구의 대상모델은 Fig. 1과 같이 벽걸이형 에어컨의 내부를 보호하는 덮개(inlet grille) 모델이며 모델링은 NX8을 사용하였다. 모델의 크기는 길이 952mm, 폭 274mm, 높이 120mm이고 이와 같이 제품의 크기가 크고 얇은 제품일수록 언더컷의 발생량에 따라 취출이 어려운 경우가 많다. 이 모델은 길이방향 측면의 리브에 언더컷이 존재하는 제품으로 성형부 내측 코어 전체를 경사코어로 제작하는 것은 어려운 점이 따른다. 이에 언더컷량에 따라 각도를 선정하여 언더컷 처리기구 없이 강제취출이 되도록 하여야 한다.

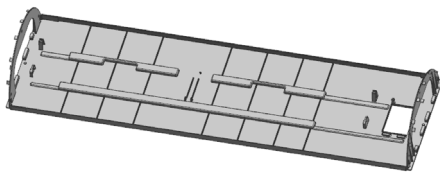


Fig. 1 3D design concept of inlet grille

Fig. 2는 제품의 각도에 따른 언더컷량과 리브의 치수를 결정하는 것을 보여준다. 일반적으로 언더컷량(UA)이 리브 대치수(RL)를 넘어서면 취출이 불가능하며 리브 소치수(RS)를 넘어서면 취출이 불가능하거나 취출 시 제품 내부에 굽힘이 발생한다.

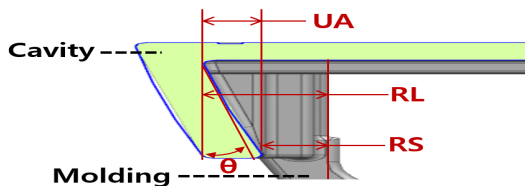


Fig. 2 Rib dimensions by undercut amount

언더컷량에 따른 리브 치수에 대해 성형부의 각도를 설정하기 위해 형상을 분석하였다. Table 1과 같이 1도에서 15도까지 8구간으로 나누어 리브 치수를 분석하였으며 언더컷량이 리브 대치수와 리브 소치수를 넘지 않는 8도를 선정하여 금형설계에 적용하였다.

Table 1 The condition of injection molding analysis

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
Angle	1	2	4	6	8	10	13	15
UA	0.23	0.58	1.06	1.52	1.86	2.92	3.33	3.92
RL	3.08	3.02	3.01	3.07	2.96	2.92	2.92	2.98
RS	2.52	2.50	2.49	2.52	2.46	2.39	2.66	2.52

2.2. 금형설계

Fig. 3과 같이 길이방향의 측면에 있는 리브는 강제취출을 실시하기로 하여 공간을 확보하고 폭방향의 측면과 제품내부의 조립부는 언더컷 처리장치와 슬라이드 코어를 사용하기로 하였다. 취출방식은 일반 밀핀을 사용하기로 하였고, 파팅라인은 성형품의 바닥면을 기준으로 설계하였다. 강제취출 방식을 적용하면서 이젝터 핀(ejector pin)으로도 취출이 가능해져 제작시간과 비용을 줄일 수 있다.

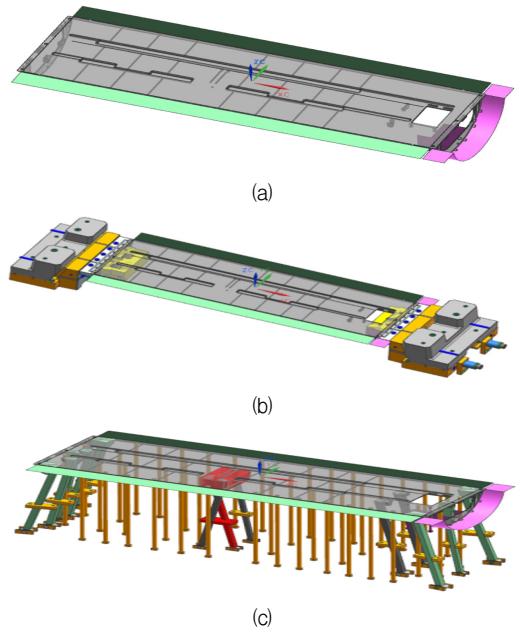


Fig. 3 (a)parting-line (b)slide-core (c)ejector pin & inclined core

3. 사출성형해석

3.1. 사출성형해석 조건

사출성형해석은 AMI (Autodesk Moldflow Insight) 를 사용하였으며 게이트는 전단률(Shear rate)을 고려하여 성형품의 전개면적에서 게이트수만큼 나누어 재료상수와 부품두께 계수에 따라 계산한 값의 3.96629mm에서 충전률을 높이기 위해 5mm를 설계에 적용하였고 Fig. 4와 같이 냉각채널은 제품과의 거리 25mm, 채널직경 15mm, 라인피치 45mm로 설계하였다.

여기에 사용된 수지는 L사의 HIPS(High Impact Polystyrene) 수지로 연성이 좋아 전선피복으로도 많이 사용되는 재료이며 Table 2와 같이 해석조건을 설정하였다. Fig. 5의 PVT 선도는 비교적 일정한 패턴이 일정한 체적에 대한 온도변화로 예측이 쉬운 편이다.

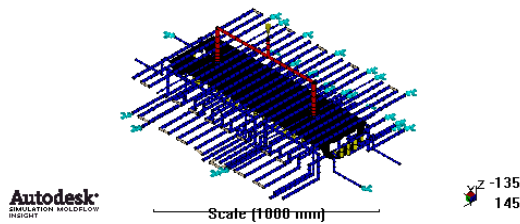


Fig. 4 Cooling channel design for analysis

Table 2 The conditions of injection molding analysis

Variable	Unit	Condition
Melt temperature	℃	205 (190~220)
Mold temperature	℃	55 (40~700)
Tg (glass transition temperature)	℃	126
Te (Ejecting temperature)	℃	116

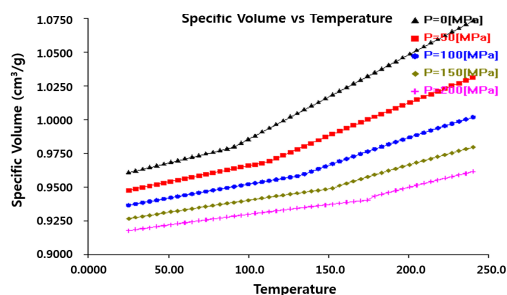
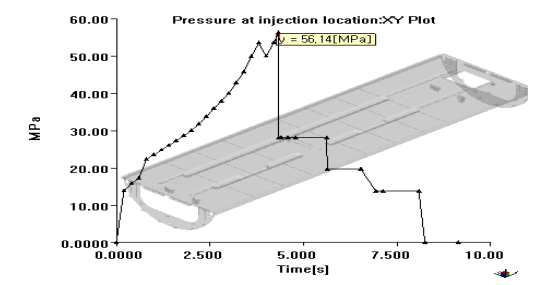
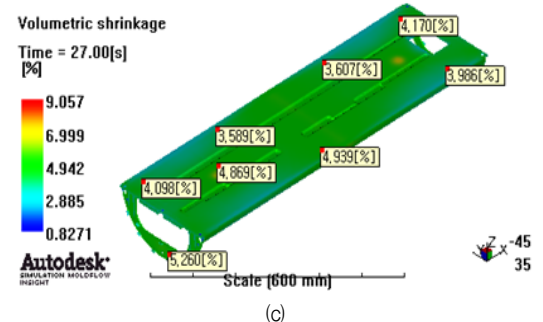
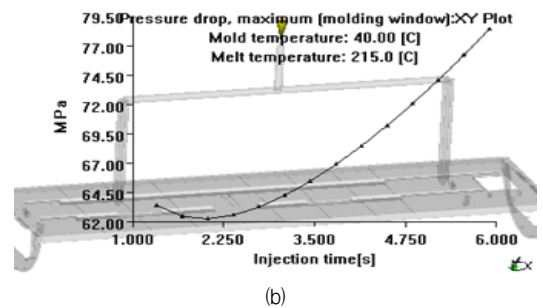
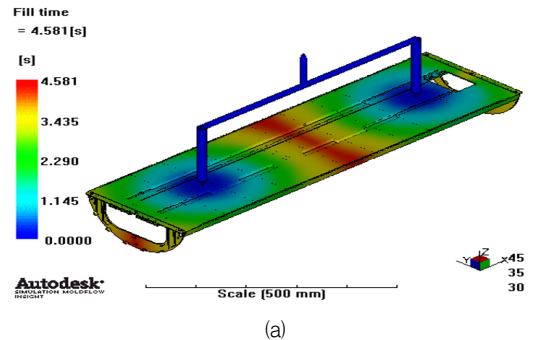


Fig. 5 The PVT of the resin HIPS

3.2. 사출성형해석 결과

Fig. 6은 사출성형해석의 결과를 나타낸 것으로 충전시간은 4.581초, 냉각이 완료되는 27초의 수축률은 대부분 4% 전후로 나타났다. 최대사출압력은 56.14MPa이며 형체력은 708톤이다.



(d)

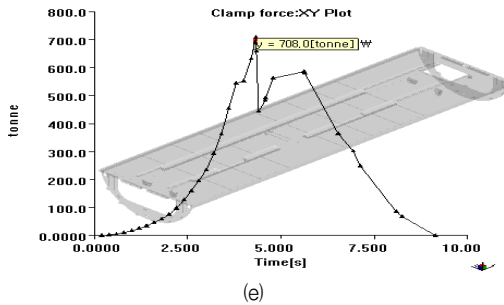


Fig. 6 Injection molding analysis results of (a)Fill time (b)Pressure drop, maximum (c)Volumetric shrinkage (d)Pressure at injection (e)Clamp force

3.3. 시사출 결과

본 실험에 사용된 사출기는 L사의 850톤 직압식 수평형 사출기이며 모델은 벽걸이용 에어컨의 내부 보호덮개를 대상으로 실시하였다. 강제취출은 서브마린 게이트가 금형 형개 시 성형품과 절단된 후 탄성에 의해 복원되는 현상에서 착안하였으며 Fig. 7은 강제취출에 대한 시사출 결과로 모든 성형품이 변형없이 양호하게 취출되었다.



Fig. 7 Result of injection molding without undercut processing unit from rib

4. 결론

최근 빠르게 변화하는 금형산업의 다양한 요구를 만족하기 위해 언더컷 처리장치가 없는 사출성형의 강제취출에 관해 연구하였다. 성형품의 형상을 분석하여 강제취출이 가능한 각도를 설정하고 설계에 반영함으로써 사출성형해석을 통해 예측하고 금형을 제작하여 시사출로 그 결과를 확인하였다. 일부

분의 현장에서 이와 같은 사례를 적용하고 있지만 경험에 의해 또는 여러번의 금형 수정을 거쳐 사출하고 있는 실정이다.

사출성형해석 결과로는 전반적으로 성형품의 수축률은 4% 내외로 일정한 결과를 보이며 최대사출압력이 56.14MPa, 형체력은 708톤으로 최대사출압력(170MPa)의 50% 이내, 적용사출기(850톤)의 85% 이내로 사출성형 시 안정적인 보압전환이 이뤄질 것으로 보여 좋은 결과로 판단하였다.

본 연구에서는 금형의 구조개선과 경량화로 생산성을 향상시키기 위해 언더컷 처리장치 없이 성형품의 각도에 대한 강제취출을 연구하였으며 깊이나 수지의 재질에 따른 허용량 등에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

후 기

본 논문은 한국생산기술연구원에서 시행한 뿌리기업첨단화 R&BD 지원사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) M.W. Fu, J.Y.H. Fuh and A.Y.C. Nee, "Undercut feature recognition in an injection mould design system," Computer-Aided Design, Vol. 31, pp. 777-790, 1999.
- 2) 박경훈, 최성원, 윤희석, "변형 코어가 제품 취출에 미치는 영향," 한국자동차공학회 학술대회 및 전시회, pp. 2514-2517, 2011.
- 3) 연광흠, 송인호, 정성중, "사출금형설계를 위한 웹기반 구매 검증 시스템," 대한기계학회논문집 A권, 제29권, 제10호, pp. 1353-1360, 2005.
- 4) S.B. Tor, S.G. Lee, S.H. Chung Yee Hian, "A two-stage collapsible core for injection molded plastic parts with internal undercuts," International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 40, pp. 1215-1233, 2000.
- 5) 이상민, 사출금형 설계, 기전연구소, pp. 249-250, 2009.