

자동차용 핸들 성형시 Gas Injection 응용

허영무* · 신광호*

The Application of Gas Injection Technology for the Automobile Handle Part

Y.M. Heo and K.H. Shin

Abstract

The gas injection molding technique(GIT) is a special injection molding process and has been an established and acknowledged process technique for many years. GIT has proved successful in cases where warpage has to be minimized, sink marks avoided and material input reduced. The classic field of application for GIT, however, is the production of thick-walled, rod shaped parts or hollow articles. Through this application, the handle part for automobile is molded and this part is consequently used as a insert for the additional injection molding process encapsulated with PVC.

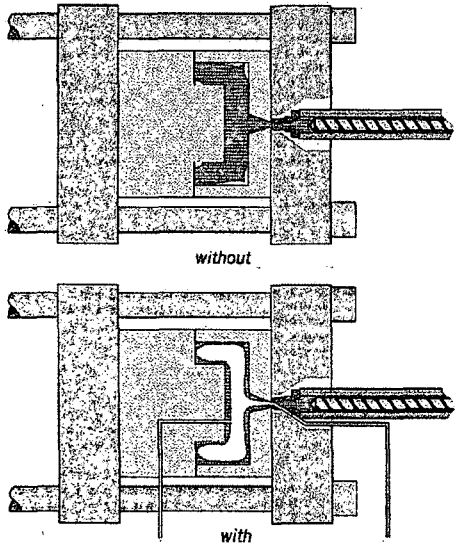
Key Words : Gas-Assisted Injection Molding, Handle, Gas Channel, Cycle Time, Insert, Insert Injection.

1. 서 론

최근 자동차 제품의 경우 그 외관은 미려해지고 또한 소비자의 미적 감각과 사용시 접촉할 때의 부드러운 촉감 등이 강조되고 있다. 또한 소비자가 사용할 때 작용하는 하중 및 사용의 편의성 등이 강조되고 있는 실정이다. 이러한 이유 제품의 형상이 두껍게 설계되는 경우가 많으며 또한 다기능, 고성능을 요구하는 경우 강도 및 변형방지 등이 요구되는 경우가 많은 시점이다. 제품의 두께가 두꺼워지면 사출 성형시 성형에는 유리할 수 있으나 제품을 생산하기 위한 냉각 과정이 매우 길게되며, 제품의 수축, 싱크 마크 등의 문제점이 발생하게 된다

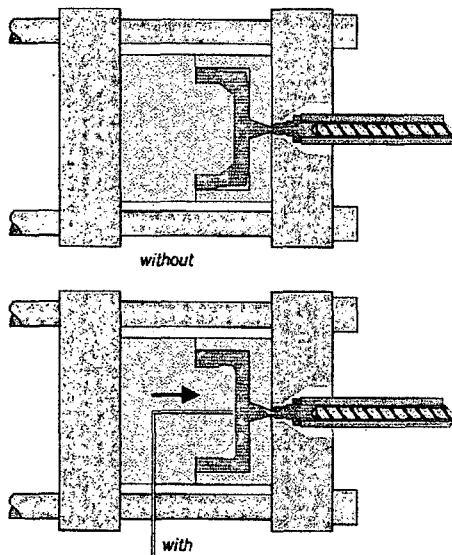
이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러 개의 제품으로 분할하여 각각 생산한 후 조립공정을 통하여 사용하는 경우가 일반적이었으며 이 경우 각 부품의 조립 공차, 조립 구조 설계 등으로 인하여 금형비와 생산단가가 비싸지는 단점이 있었다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 도입된 기술이 Gas-assisted Injection Molding Technology 이다. 최근에 독일 Aachen 공대의 IKV연구소에서는 여기에서 한발 더 나아가 gas를 사용하지 않고 water를 사용하는 기술을 선보인 바 있다. 또한 gas의 온도를 하강시켜(약 -30℃) 충전 후 냉각 속도를 향상시키는 기술 및 성형시 그 외부에 별도의 공기압을 가하여 표면에서 발생할 수 있는 수축 등을 감소시키는 신기술 등이 보고되고 있다(fig.1~2)

* 한국생산기술연구원



gas injection through machine nozzle and/or into the mould

Fig. 1 Schematic diagram of gas injection molding



Principle of surface gas pressure in preventing shrinkage defects

Fig. 2 Schematic diagram of external gas injection molding

본 응용에는 자동차용 핸들을 대상으로 Gas injection 기술을 적용하였으며, gas 성형 방식으로 생산된 제품은 추후에 PVC 수지로 그 외관을 다시 성형시키기 위하여 insert로 사용하여 2차 성형을 수행하였다. 가스 인젝션을 응용하는 이유는 재료의 절약, 사출 성형 시간의 단축, 표면 불량률의 감소 등 여러 가지가 있을 수 있으며 최소 1mm의 제품에서 최대 75mm의 중공제품을 얻을 수 있다는 장점이 있다. (Fig. 3)

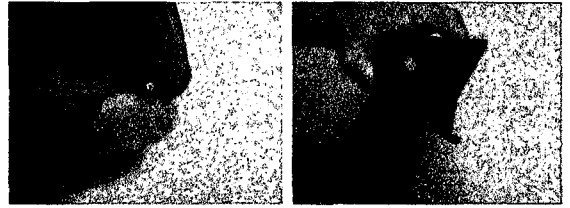


Fig. 3 Gas injected products examples

2. 가스 성형을 이용한 제품 형상

2.1 제품 형상

본 응용에서 사용하고자 하는 자동차용 핸들제품의 형상은 양단에 자동차의 door trim inner pannel에 부착하기 위한 부위를 가지고 있으며 제품이 사용자의 손에 의하여 작동이 이루어지는 점을 고려하여 그 외측부위가 사람의 손에 접촉하여 작동을 하게되므로 손으로 잡는 부위의 형상이 인간 공학적으로 설계되어있다. 또한 추후에 가스 사출 성형한 제품을 활용하여 그 외부에 PVC 피복층이 입혀질 것이며 이에 따라 PP수지를 이용한 가스성형제품과 PVC 외부 피복 제품과의 이완을 예방하기 위하여 상부에 2개소 하부에 1개소의 홈을 설계하여 놓았다.(Fig. 4) 이러한 형상 부위들은 추후 가스 성형시 문제점으로 나타나 질 것으로 예상되며 따라서 이러한 부위의 두께 변화를 또한 고찰할 필요가 있다. 또한 제품의 특성상 일자형 제품이 아니고 완만하게 꺾인 곡면을 가지는 제품으로 설계되어있다. (Fig. 5)

본 제품의 경우 이러한 용기 및 회전 방지 홈 등으로 인하여 가스 성형의 경우 일정한 두께를 얻기는 어려우며 이러한 것들로 인하여 추후에 수행하고자 하는 외부 피복 성형에서 문제점을 일으킬 가능성을 내포하고 있는 제품이다.

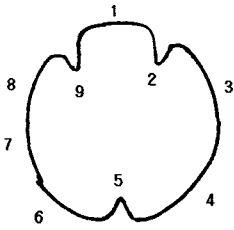


Fig. 4 Sectional view of the part

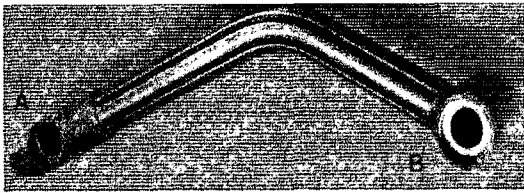


Fig. 5 Photo of gas injected part

2.2 사출 성형 게이트 위치 선정

사출 성형 시 사출 성형 품의 평형을 고려하여야 하며 원하는 양만큼 수지가 충전이 이루어졌을 때 가스 성형 공정이 시작되게 된다. 본 응용에 사용된 제품의 경우 좌, 우에 위치한 연결부의 크기가 다르므로 게이트의 위치를 선정하는 것이 중요하다.

본 응용에서 사용된 시스템은 Gain 사의 unit로서 가스는 노즐을 통하여 주입시켰으며, 노즐을 통해 가스를 주입하기 위해서는 사출 성형기의 표준 노즐을 가스의 역류를 방지할 수 있는 특수한 구조의 가스 주입 노즐로 대체해야 한다. 가스 주입 노즐은 팁 가까이에서 작은 구멍으로 높은 압력의 가스 라인에 연결시키는 방법으로 가스를 수지 유로에 안내시킨다. 구멍 직경은 아주 작아 수지가 가스라인으로 쉽게 역류되는 것을 방지할 수 있어야 한다. 통상 가스 라인에 체크 밸브가 설치되어 있어 가스 또는 수지가 가스 라인으로 역류하지 않도록 되어 있다. 가스가 실린더로 들어가는 것을 방지하기 위해 가스 주입점과 사출 성형기 실린더 사이에 수지 셋 오프 밸브 노즐도 사용된다.(Fig. 6)

성형에 사용된 Gain 사의 가스사출성형 장치를 Fig. 7에서 보여주고 있다.

게이트의 위치는 제품의 양단까지 성형이 동시

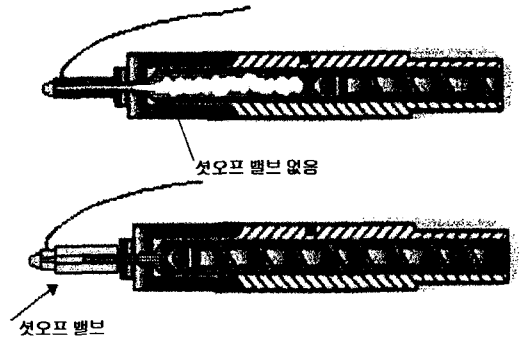


Fig. 6 Nozzle type

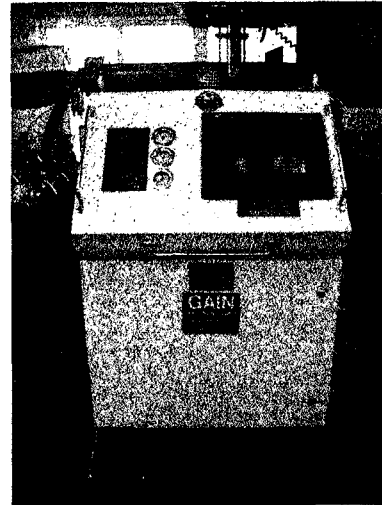


Fig. 7 Gas injection unit

에 이루어지는 위치를 선정하였으며 제품의 특성상 사출 성형 해석을 수행하여 위치를 설정하기는 쉽지 않았다. 그 이유는 gas 성형을 통하여 중공으로 만들고자 하는 부위의 제품 형상이 요철이 있어 이를 모델링 하기가 쉽지 않았으며 또한 바닥부분의 용기부분 또한 모델링을 통하여 수행하기가 쉽지 않았기 때문이다. 이러한 문제점들은 향후 개발될 3차원 솔리드를 활용한 해석 프로그램의 적용이 이루어지면 좀더 수월하게 이루어질 수 있으리라 사료된다.

사출 성형 CAE 해석작업을 수행하지 않고 게이트 위치를 경험에 의존하여 선정하게 되었다. Table 1에 본 경우에 대하여 설정한 게이트 위치에 대하여 나타내고 있다.

3. 성형

Table 1 Gate positions

Case	게이트 위치	결과
CASE 1	만곡 중앙부	성형상 unbalance
CASE 2	만곡부에서 B방향으로 15mm 편심	성형상 balance
CASE 3	만곡부에서 B방향으로 25mm 편심	gas 성형상 balance

2.3 금형 제작

이상과 같은 3차원 형상의 데이터와 게이트 위치를 선정하여 금형을 제작하였으며, 제작된 금형의 형상을 Fig. 8~9에서 보여주고 있다.

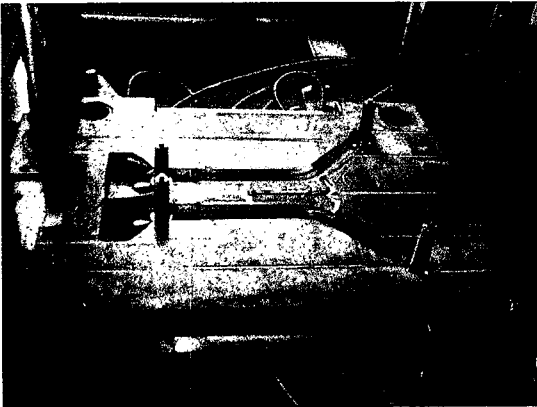


Fig. 8 Fixed half of gas injection mold

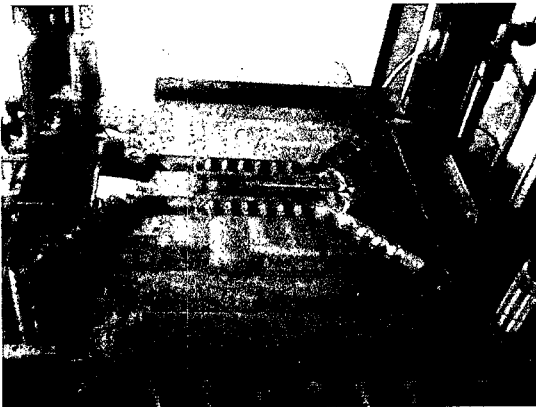


Fig. 9 Moving half of gas injection mold

3.1 Gas 성형

Table 2와 같은 성형조건을 이용하여 제품을 성형 및 가스 성형을 수행하였으며 이는 Table 1의 Case 3에 해당하는 조건에 대한 성형 조건이다.

Table 2 Injection conditions

사용수지	PP							
충전시간	2.1 sec							
충전 압력	100 bar							
냉각시간	70 sec							
충진속도	80	90	100	100	100	100	90	80
성형온도℃	225	220	210	200	180			
Gas 주입	2.2 sec							
지연시간	2.2 sec							
가스밸브	5000psi/4sec	4000psi/3sec	3000psi/sec	2000psi/1sec				
Vent time	8 sec							

Table 2와 같은 성형 조건을 활용하여 얻어진 성형품을 Fig 10에서 보여주고 있다. Fig. 8에서 보아서 알 수 있듯이 본 제품은 LH, RH 제품의 형상이 한 금형에 장착된 Family 금형 형태이다.

상기 조건에 의하여 성형된 제품은 그 형태상 후수축이 발생하였으며 이러한 점은 제품의 형상과 밀접한 관계를 가지고 있었으며 또한 가스 성형에 의하여 동일한 두께를 얻지 못한데 그 원인이 있었다.

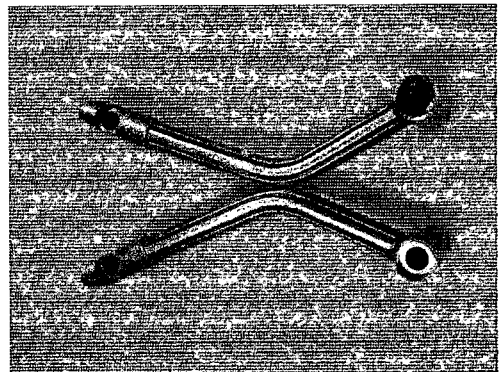


Fig. 10 Gas Injected parts

3.2 가스 성형품의 두께 측정 및 고찰

앞 절에서 언급하였듯이 본 제품의 경우 그 형상이 요철이 있고 용기가 있어 가스 성형을 통하여 원만하게 동일한 두께를 얻기가 곤란하였다.

따라서 Fig. 5의 'A' 점으로부터 'B' 방향으로 20mm 씩 간격을 두어서 Fig. 4의 단면방향으로 1부위로부터 9부위까지 두께를 측정하여 고찰하여 보았다.

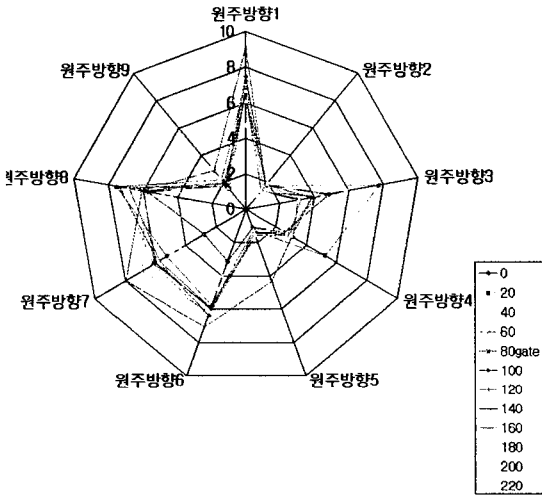


Fig. 11 Thickness variations

Fig. 4와 Fig 11을 비교 고찰하여 보면 원주방향의 측정위치인 2, 5, 9번 위치에서 그 두께 값이 적게 나타나고 있음을 알 수 있다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 이 부위는 향후 PVC 외부 피복이 회전하는 것을 방해하기 위하여 설계된 홈 부분으로서 두께가 얇게 나타나고 있어 향후 PVC 성형시 주의가 요망된다. 즉 PVC 성형을 위하여 과도한 압력이 작용하게 되면 동 부위 중 어느 한 부위가 강도를 이기지 못하여 찌그러지는 변형이 일어나게 되고 그럴 경우 동 제품이 인서트 되어 그 외부를 피복 성형하는 데 있어서 매우 곤란한 문제를 야기시킬 수 있기 때문이다. 이러한 문제점은 실제로 2차 금형을 이용한 성형시에 실제로 문제점으로 나타났다. 또다른 문제점은 이와 같이 두께가 달리 나타나는 특성으로 인하여 제품의 변형의 원인이 되었으며 이 또한 향후 2차 금형의 캐비티에 장착되었을 때 그 외부 피복을 위한 공간을 다르게 하여 성형상 에러를 발생시키는 요인으로 작용하였다.

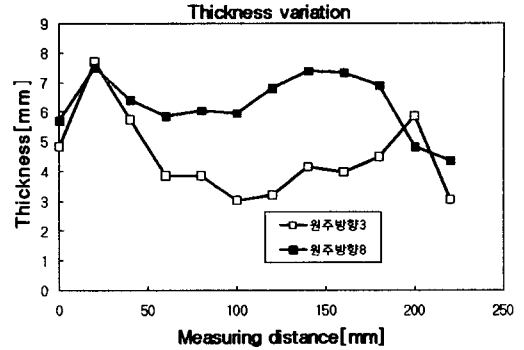


Fig. 12 Thickness variation(no. 3 vs no. 8)

Fig. 11에서 보면 원주방향 3, 8 번에서의 두께 값은 유사하게 나타나는 듯하나 Fig. 12를 살펴보면 그 측정거리에 따라서 그 값이 다르게 분포하고 있음을 알 수 있다. 좌우 끝단에서의 두께는 유사하게 나타나고 있으나 게이트가 장착된 바깥부위인 원주방향 3에서의 두께 값이 적게 나타나고 있음을 알 수 있다. 그러나 동제품의 특성상 게이트를 설치할 위치가 눈에 띄지 않는 위치여야 한다는 제약조건으로 인하여 게이트의 위치를 안쪽 방향으로 변경하여 설치 성형하지는 못하였다. 이러한 두께 편차로 인하여 제품의 내부가 늦게 고화하였으며 이러한 냉각차는 수축차이를 불러와 원하는 제품으로의 형상을 얻는 데 곤란하게 하였다.

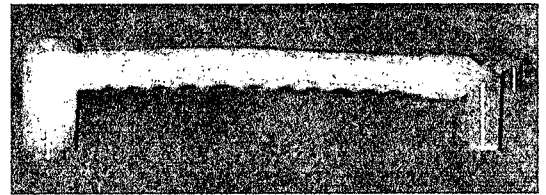


Fig. 13 Gas injected part by transparency resin

3.2 외부 PVC 피복 성형

외부 PVC 피복 성형은 동 가스성형 제품을 2차 금형에 장착하여 인서트로 사용하고 추가적으로 PVC 수지를 성형하였다.

성형상에 있어서의 문제점은 앞 절에서 언급하였듯이 두께차이에 의한 취약부위로 인하여 성형조건을 적절히 설정하지 못하면 가스 인서트 제품이 찌그러짐 변형이 발생하여 성형이 불가능하기도 하였으며, 또한 냉각차이에 의한 인서트 제품

과 2차 금형사이의 간격 불균일로 인하여 어려움을 겪었다. 또한 제품의 형상이 Fig. 13에서 보아 알 수 있듯이 제품의 하부에 용기가 있어서 동 부위를 PVC로 충전할 때 발생하는 충전압력의 차이에 의하여 gas 인서트 제품이 변형되는 불량요인이 발생하기도 하였다.

Fig. 14에서 그 외관을 PVC로 피복하여 완성한 제품 형상을 보여주고 있으며 본 제품을 성형하기 위하여 가능한 유동거리를 짧게 하도록 게이트 위치 및 수량을 설계하여 충전압력을 감소시켰으며 이를 통하여 제품을 성형할 수 있었다. 동제품의 표면은 인체 공학적인 촉감을 위하여 부식처리를 하였다.

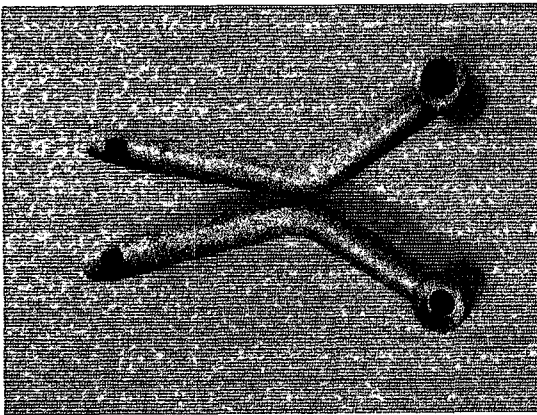


Fig. 14 Completed parts

4. 결 론

이상과 같은 자동차용 핸들에 대하여 gas injection 기술을 실제 적용하여 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 동제품의 특성상 사출 성형 CAE 해석을 수행하는 것이 유리함에도 3차원 솔리드를 활용한 gas injection 해석 프로그램의 미비로 인하여 해석 작업을 수행하기 곤란하였으며 조속한 솔리드 기반 해석 프로그램의 개발이 요구된다.

(2) 동제품의 경우 그 단면 형상이 원형이 아니었으며, 3개의 홈과 접촉을 위한 용기 등으로 인하여 가스성형 후에 2차 성형시 어려움을 겪었다.

(3) 동제품과 같은 제품을 gas injection을 통하여 경량화, 공정의 감소 등을 추구하기 위하여 제품의 형상을 잘 결정하여야 하며 또한 제품 설계에서의 성형기술에 대한 이해와 이를 통한 제품 설계가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) 중소기업청, 중소기업형 CAD/CAM 표준 모델, KRISS-96-113-IR
- (2) 이현찬, 최후곤, 현순홍, 1995, "CAD/CAM Theory and Practice", 공역, 창현출판사, ISBN 89-8110-012-8.
- (3) 손양언, 1995, "사출성형 금형설계", 기전연구사, ISBN 89-366-0061-2.
- (4) 한국생산기술연구원, 1993, "사출금형설계Ⅱ".
- (5) Menges George, Mohren Paul, 1986, "How to Make Injection Molds", Hanser Publisher.
- (6) 통상산업부, 1997, "사출금형 표준부품".
- (7) 한국금형공업협동조합, 1995, "금형 표준 용어집".
- (8) 한국플라스틱 기술정보센터, 1990, "플라스틱 용어 대사전".
- (9) H. Saechtling, 1987, "International Plastics Handbook 2nd ed".
- (10) 유병렬, 1995, "사출금형설계 입문", 성안당.
- (11) 박광웅, 장광훈, 1993, "최신 금형재료", 대광서림.
- (12) 최태주, "최신 금형공작법", 기전연구사.
- (13) 홍명웅, 1990, "사출성형기술 1,2,3", 기전연구사.
- (14) Klaus Stoockhert, 1983, "Mold Making Handbook", Hanser Publisher.