

판상 미세 리브 구조의 사출성형 특성

신광호¹, 윤길상¹, 장성호¹, 정우철¹, 허영무[#]

Injection Molding Characteristics of Micro Rib Structure on the Plate

Y. M. Heo, K. H. Shin, G. S. Yoon, S. H. Chang and W. C. Jung

Abstract

In recent industry, according to pursuit the miniaturization and high-precision of machine part with development of new technology as IT, BT the development of mold manufacturing technology for mass production is accompanied. In this study, after executing the injection molding process of micro structure on the plate which the aspect ratio is 10, the characteristic of each molding condition is investigated by observing the filling height.

Key Words : Injection Molding(사출성형), Micro injection Mold(미세사출성형), High Aspect Ratio(고종횡비)

1. 서론

미세사출성형 공정은 기존의 사출성형 공정에 비해 매우 다른 특성을 가지고 있다. 이것은 소형화된 치수 및 매우 큰 종횡비를 갖으면서도 결과물에 허용되는 오차가 매우 작다는 것에 기인한다.

미세사출성형용 금형의 미세형상 제작을 위한 기반기술은 절삭을 비롯한 특수가공 방법을 활용하여 많은 성과를 보이고 있지만, 미세사출성형 기술에 대해서는 현재 많은 연구가 진행되어지고 있다. 또한, IT, BT, NT 등의 산업이 발전함에 따라 미세형상의 대량생산의 필요성이 대두됨에 따라 미세사출성형에 대한 중요성 또한 커지고 있다. [1]

현재 국내의 미세사출성형 기술은 전반적으로 외국의 기술에 의존하는 바 크지만 일부 단순한 미세형상의 경우 성형 기술에 있어서는 커다란 어려움이 없이 생산을 하고 있다. 그러나 마이크로(micro) 이하의 정밀도를 가지는 사출성형기술

에 대한 연구는 매우 미비한 상태이며, 미세사출성형 기술에서 개발하고자 하는 마이크로의 정밀도를 가지고 있으면서 고종횡비(high aspect ratio)를 갖는 구조물의 제작에 대한 기술 개발은 도입기에 위치하고 있는 실정이다.[2]

본 연구에서는 이러한 변수들이 미치는 미세형상 사출 성형성을 고찰하고자 하며, 미세사출의 궁극적인 목적인 고종횡비를 가지고 있는 판상 미세 리브구조의 제품을 이용하여 사출성형 조건별 충전 높이를 측정함으로써 사출성형성을 평가 하였다.

2. 제품설계

본 연구에서는 미세 수직 구조물의 미세사출시 성형 조건에 따른 충전 높이를 확인하기 위하여, 고종횡비(aspect ratio=10)를 가질 수 있도록 설계 하였으며, 설계 형상은 Fig.1에 도시 하였다. Fig.1에서 보듯이 판상에 모두 4개의 수직 구조물을 가지고 있으며, 구조물의 폭은 각각 50 μ m, 100 μ m,

1. 한국생산기술연구원 정밀금형팀
교신저자: 한국생산기술연구원 정밀금형팀,
E-mail: ymheo@kitech.re.kr

150 μm , 200 μm 이다. 각 구조물의 높이는 종횡비가 10 이 될 수 있도록 하기 위하여 각각 500 μm , 1000 μm , 1500 μm , 2000 μm 로 설계하였다.

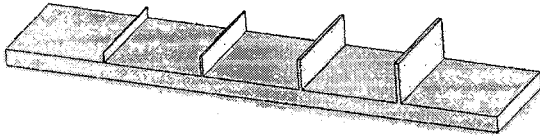


Fig. 1 Product Design

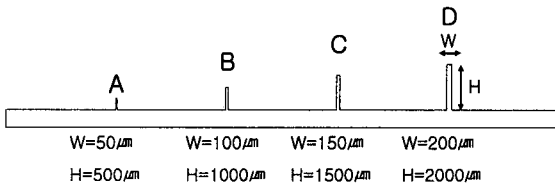


Fig. 2 Dimension of Product (aspect ratio=10)

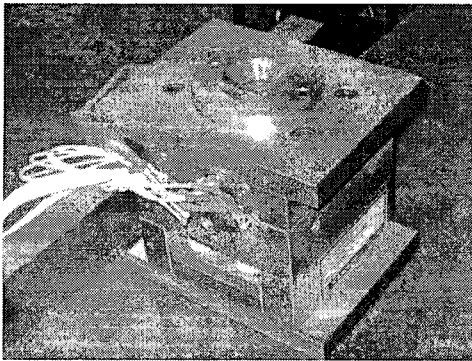


Fig. 3 Mold & Heating System

3. 성형실험

3.1 금형

실험에 사용된 금형은 교체 삽입형으로 제작하였다. 몰드 베이스는 상측 클램핑 플레이트, 케비티 플레이트, 코어 플레이트, 이젝터 플레이트, 하측 플레이트 등으로 구성되어 있으며, 금형온도를 조절하기 위하여 히팅 카트리지와 열전대를 설치하여 컨트롤러와 연결하였다. 또한 게이트(gate)는 유동거리 및 각 구조물의 위치 차이에 대한 영향력을 최소화 하기 위하여 필름 게이트(film

gate)를 사용하여 제작 하였다.

Table 1 Injection Condition

No.	Polymer Temperature	Injection Pressure	Flow Rate
1	160 $^{\circ}\text{C}$	1263kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
2			33.2 cm ³ /sec
3			41.4 cm ³ /sec
4		1768kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
5			33.2 cm ³ /sec
6			41.4 cm ³ /sec
7		2273kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
8			33.2 cm ³ /sec
9			41.4 cm ³ /sec
10	180 $^{\circ}\text{C}$	1263kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
11			33.2 cm ³ /sec
12			41.4 cm ³ /sec
13		1768kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
14			33.2 cm ³ /sec
15			41.4 cm ³ /sec
16		2273kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
17			33.2 cm ³ /sec
18			41.4 cm ³ /sec
19	200 $^{\circ}\text{C}$	1263kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
20			33.2 cm ³ /sec
21			41.4 cm ³ /sec
22		1768kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
23			33.2 cm ³ /sec
24			41.4 cm ³ /sec
25		2273kgf/cm ²	23 cm ³ /sec
26			33.2 cm ³ /sec
27			41.4 cm ³ /sec
Mold Temperature		80 $^{\circ}\text{C}$	
Packing Pressure		Injection Pressure 90%	
Cooling Time		10 sec	
Injection Time		3.5 sec	

3.2 성형인자 및 조건의 선정

미세사출 성형품에 대한 수지의 유동특성을 파악하기 위해 수지의 유동에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 대표적 인자인 수지온도(polymer temperature), 사출압력(injection pressure), 유동률(flow rate) 등의 인자를 선정[3]하여 Table 1 과 같은 조건으로 하여 실험을 수행하였다. 기타 미세

사출품의 성형성에 영향을 끼치는 금형온도(mold temperature), 냉각시간(cooling time), 사출시간(injection time) 등은 모든 실험에 동일하게 적용하였다.

3.3 실험장치 및 방법

실험은 성형조건에 따른 충전 높이와 각 구조물의 폭에 충전 높이의 차이를 확인하기 위하여 수행하였으며, 사용된 수지는 LG-Caltex Hi-Prene M540(PP)이다. 사용된 사출기의 형체력(clamping force)은 55Ton, 최대 사출압력은 2526 kgf/cm², 최대 유동률 46 cm/sec 인 대만의 Multiplas 社의 장비를 이용하였다.[4] 또한 실험 순서에 따른 오차를 최소화 하기 위해 Table 2 의 실험 조건에 대해서 실험 순서를 랜덤하게 선정하여 실행하였으며, 각 조건당 10 번의 성형을 수행한 뒤, 최초 5 회의 제품을 제외한 5 가지의 성형품을 수거하여 충전 높이를 측정하였다. Fig4 는 성형된 제품을 도시하고 있다.

4. 성형품 측정 및 결과

4.1 측정

성형품의 측정은 비접촉식 비전측정기를 이용하여, 실험 후 수거된 각 조건별 5 개씩의 제품 충전 높이를 측정하여 평균 높이를 측정값으로 사용 하였다.

1 차적으로 육안으로 충전 상태를 파악한 결과 100 μm, 150 μm, 200 μm의 폭을 가지고 있는 리브 구조물은 양호한 충전 상태를 보여 측면에서 리브의 길이 방향으로 측면 높이를 측정 하였다. 그러나 Fig.4 에 나타나듯이 50 μm의 폭을 가지고 있는 리브 구조의 경우에는 매우 불균일한 충전 상태를 나타내기 때문에 리브 구조의 길이방향에 수직한 위치에서 최대 충전 높이와 최소 충전 높이를 측정 하였다.

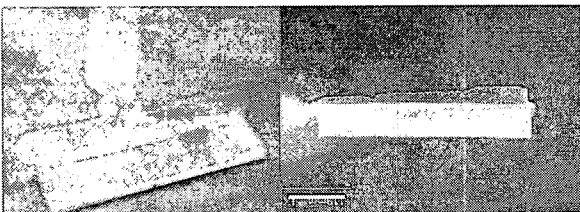
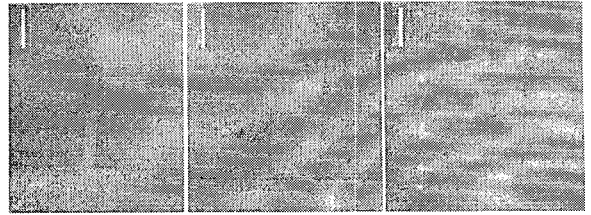


Fig. 4 Product & Filling Shape(50 μm)



(a) 100 μm (b) 150 μm (c) 200 μm

Fig. 5 Filling Shape(x150)

4.2 측정결과

4.2.1 폭 50 μm 구조물의 측정 결과

위에서 언급하였듯이 50 μm의 폭을 가지고 있는 리브 구조물은 매우 불균일한 충전 상태를 보이기 때문에 최대 충전 높이와 최소 충전 높이로 구분하여 측정한 결과를 Fig.6 에 나타내었다. 최대 충전 높이값이 설계값과 같아지는 경우는 수지온도 200℃인 경우였으며, 최대 충전 높이가 500 μm로 측정된 조건에서는 최대, 최소 충전 높이의 차이 또한 다른 조건들보다 작게 나타났다. 최소 충전 높이의 결과를 살펴보면 수지온도와 사출압력이 같을 경우에서 유동률이 가장 작은 조건(23 cm/sec)에서 최소 충전 높이값을 나타내었다.

4.2.2 폭 100 μm 구조물의 측정 결과

폭 100 μm를 가지고 있는 리브 구조물의 경우에는 대체적으로 조건별로 균일한 충전 높이를 보인다. 최대 충전 높이값은 1005 μm 이며, 최소 충전 높이값은 965 μm 이다. 최대 측정값의 경우에는 설계된 리브 구조의 높이인 1000 μm 보다 큰 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 이는 미세 사출 성형품에 발생한 버(burr)로 인한 측정 오차와 측정기 자체적인 오차의 결과로 판단된다.

4.2.3 폭 150 μm 구조물의 측정 결과

폭 150 μm를 가지고 있는 리브 구조물 또한 100 μm의 폭을 가지고 있는 구조물과 같이 양호한 충전 결과를 나타내었다. 최대 충전 높이는 1508 μm, 최소 충전 높이는 1480 μm로 측정 되었다.

4.2.4 폭 200 μm 구조물의 측정 결과

양호한 충전 결과를 나타냈으며, 최대 충전 높이는 2002 μm, 최소 충전 높이는 1990 μm로 측정 되었다.

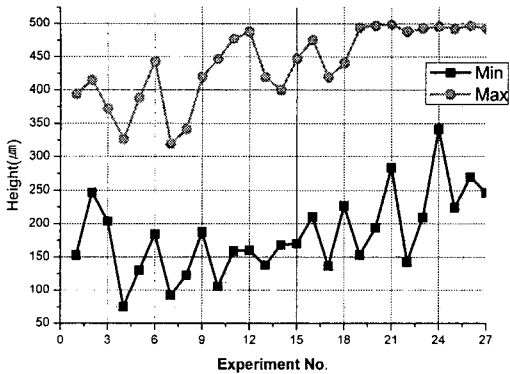


Fig. 6 Maximum Height & Minimum Height(50 μm)

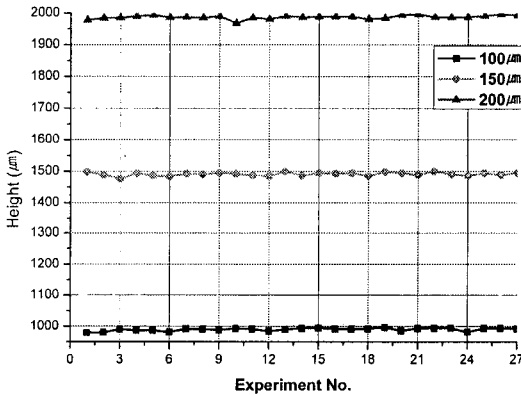


Fig. 7 Filling Height (100 μm, 150 μm, 200 μm,)

5. 결론

본 연구에서는 이러한 변수들이 미치는 미세형상 사출 성형성을 고찰 하고자 하며, 미세사출의 궁극적인 목적인 고중형비를 가지고 있는 제품을 이용 성형실험 후 충전 높이를 측정하여 이를 평가 하였다.

본 연구의 결론은 다음과 같이 요약 할 수 있다.

- (1) 50 μm의 폭을 가지며, 중형비 10 인 구조물의 경우에는 미충진이 발생하였으며, 본 연구에서 실험에 적용한 조건들 중 수지온도 200℃, 사출압력 1768 kgf/cm², 유동률 41.4 cm³/sec 인 경우에 가장 좋은 충전 결과를 나타내었다.
- (2) 100 μm, 150 μm, 200 μm의 폭의 미세 수직 구조물은 본 연구에서 선정된 조건의 전 범위에 걸쳐 양호한 충전 결과를 보인다.
- (3) 미세사출성형의 특성을 파악하기 위해서는 수지의 종류, 사출기의 종류, 사출조건 등의 변화에 대한 추가적인 연구가 필요하다 판단된다.

후 기

본 연구는 2010 생산기반혁신기술개발사업의 일환으로 수행중인 『기능성고분자소재 성형용 마이크로 금형시스템』의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 허영무, 신광호, 윤길상, 정우철, 2004, “기능성 고분자 성형용 마이크로금형 시스템”, 한국소성가공학회 추계학술대회 논문집, pp.267~270.
- [2] 김정두, “기술뉴스 브리프”, 한국과학기술정보연구원
- [3] 허영무, 신광호, 윤길상, 장성호, 정우철, 2004, “두께 200 μm 제품의 사출성형 특성 고찰”, 대한기계학회 춘계학술대회 논문집