

# 사출압축성형에서 수지 역류에 관한 실험적 연구 An Experimental Study on Melt Backflow during Injection-Compression Molding

유영길<sup>1</sup>, 박종락<sup>1</sup>, \*#이호상<sup>2</sup>,

Y.-G. Yoo<sup>1</sup>, J.-R. Park<sup>1</sup>, \*#H.-S. Lee(lhs@ut.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국교통대학교 대학원, <sup>2</sup>한국교통대학교 항공기계설계학과

Key words : Injection-compression molding, Backflow, Valve-gate, Cavity pressure, Mold

## 1. 서론

사출성형 공법에서는 캐비티에서 불균일한 수축과 잔류응력이 발생하고 치수가 정밀하지 않은 불량품이 자주 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 사출압축성형 공법에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 금형을 개방한 상태에서 캐비티에 부분적인 수지 충전 후 금형 압축 공정을 추가하여 낮은 압력으로 성형품의 분자배향을 줄이고 성형품의 치수정밀도를 높이는 것이 가능하다.

지금까지 대부분의 연구는 복굴절에 초점을 맞추어 진행되었으며<sup>1-2</sup>, 압축공정에서의 수지 역류현상 및 캐비티 압력에 관한 연구는 수행되어 있지 않다. 본 논문에서는 사출압축성형에서 발생하는 수지 역류현상을 고찰하기 위하여 밸브게이트 핫러너를 갖는 사출압축금형을 개발하고, 사출압축성형 실험을 수행하여 캐비티 압력을 측정하고, 압축공정에서 발생하는 수지 역류현상에 대하여 고찰하였다.

## 2. 금형 및 실험장치

수지는 LG 화학에서 제조한 ABS XR404 이며, 적용모델은 두께 3mm의 평판이다. 3개의 캐비티압력센서 (Priamus 6003A)와 2개의 온도센서 (Priamus 4004C)가 코어측에 설치되었으며, 위치는 Fig. 1에서 보여지고 있다. 유동해석을 수행하여 수지의 충전균형을 만족시킬 수 있도록 게이트위치를 선정하였다.

10mm 범위에서 금형을 개방하고 사출성형할 때 수지의 누설이 발생하지 않도록 캐비티를 밀폐구조로 설계하였으며, 수지의 역류현상을 고찰하기 위하여 1개의 밸브게이트를 설치

하였다. 동명테크에서 제작한 6개의 채널을 갖고 있는 온도조절장치(DST3)를 사용하여 핫러너의 온도를 제어하였다. Fig. 2에서 나타난 바와 같이 하부 형판에 설치된 캐비티가 코어 B 면을 슬라이딩하면서 금형을 압축하도록 하였으며, 이때 4개의 스프링을 사용하여 일정한 두께를 유지하도록 하였다. 또한 상부에 직경 10mm인 2개의 냉각채널을 설치하고, 하부에는 1개의 냉각채널과 6개의 배플을 설치하였다.

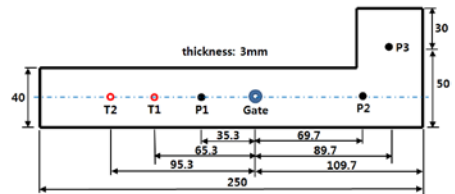


Fig. 1 Schematic of the cavity with the locations of transducers

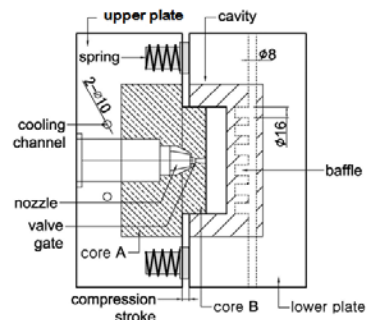


Fig. 2 Schematic of mold

## 3. 사출압축성형 실험결과

성형조건으로서 사출속도 30mm/s, 노즐부 사출온도 205℃, 핫러너 온도 220℃, 고정측 금

형온도 67℃, 가동축 금형온도 62℃를 유지하였다. 사출압축성형 실험을 위하여 사출스트로크에 해당하는 거리만큼 금형을 개방한 상태에서 수지를 1차 충전하였다. 그리고 압축과정에서 수지의 역류가 캐비티 압력에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 밸브게이트를 개방한 상태에서 압축실험을 수행하였다. Fig. 3은 2가지의 압축스트로크에 대하여 Fig. 1에서 나타난 위치에서의 캐비티압력을 측정된 결과이다. Fig. 3(a)는 압축스트로크 0.3mm에 대한 결과를 나타낸 것으로, 압축후 압력이 급격히 떨어지고 있으며, 위치별 압력차이가 작은 것을 볼 수 있다. 그러나 Fig. 3(b)에서 보여진 압축스트로크 1.4mm의 경우에는 160bar의 압력차이가 발생하고 있다. 압축스트로크가 증가할수록 게이트에서 먼 부분의 압력은 커지지만, 게이트 근처의 압력은 반대로 감소하고 있음을 알 수 있다. 그 이유는 압축스트로크가 클수록 게이트 근처에서 수지 역류가 더욱 크게 발생하며, 이로 인하여 압력이 감소하는 것으로 판단된다.

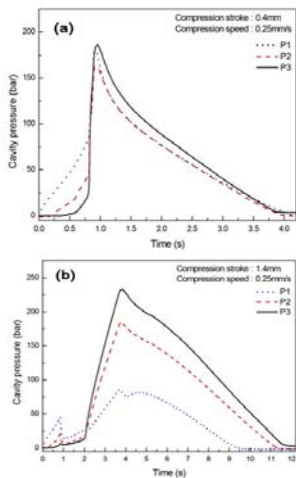


Fig. 3 Cavity pressure traces at various sensor positions during injection-compression molding, under a compression speed of 0.25mm/sec: (a) compression stroke of 0.4mm, (b) compression stroke of 1.4mm.

Fig. 4는 밸브게이트를 개방한 경우와 닫은 경우에 대한 성형품 중량을 비교한 것이다. 밸브게이트를 닫고 압축한 경우가 개방하고 압축

한 경우에 비하여 0.15g~0.6g 중량이 증가하였으며, 압축스트로크가 증가함에 따라 중량도 비례적으로 증가하였다.

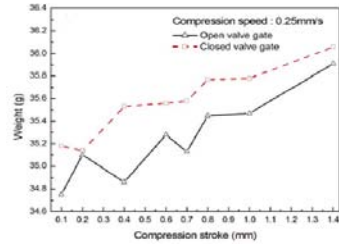


Fig. 4 Comparison of part weights for opened valve-gate with those for closed gate, under variation of compression stroke.

#### 4. 결론

압축스트로크가 증가함에 따라 게이트 근처에서 수지 역류가 더욱 크게 나타났다. 결과적으로 압축스트로크의 증가에 따라 게이트에서 먼 위치에서의 캐비티 압력은 증가하였으며 게이트 근처에서는 반대로 감소하였다. 성형품의 중량은 압축스트로크에 거의 비례적으로 증가하였으며, 압축속도가 증가할 경우 중량은 반대로 감소하였다.

#### 후기

이 논문은 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(한국연구재단-2011-0006126). 실험에 협조해 주신 첨단금형기술교육센터 관계자 여러분께 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. Kim, I. H., Park, S. J., Chung, S. T. and Kwon, T. H., "Numerical Modeling of Injection/Compression Molding for Center-Gated Disk: Part II. Effect of Compression Stage", *Polym. Eng. Sci.*, Vol. 39, p. 1943-1951, 1999.
2. Lee, H.-S. and Isayev, A. I., "Numerical Simulation of Flow-Induced Birefringence: Comparison of Injection and Injection/Compression Molding", *IJPEM*, Vol. 8, No.1, pp. 66-72, 2007.