

공정 모니터링을 이용한 사출속도 및 보압 제어 특성 Analysis of Control Characteristics for Injection Speed and Packing Pressure using Process Monitoring

*태준성¹, 박형필^{1,2}, 김명호¹, #이병욱¹, 차백순², 김장환², 최순호²

*J. S. Tae¹, H. P. Park^{1,2}, M. H. Kim, #B. O. Rhee(rhex@ajou.ac.kr)¹

B. S. Cha², J. W. Kim², S. H. Choi²

¹아주대학교 기계공학과, ²한국생산기술연구원 금형기술연구그룹

Key words : Injection Molding, Pressure Sensor, Process Monitoring

1. 서론

사출성형공정 중에는 용융 수지가 금형 캐비티를 채우는 과정을 확인할 수 없으며, 설정 값으로 공정이 이뤄지는지를 확인하기 어렵다. 따라서 최근 산업계에서는 원가절감 및 불량개선을 위한 기술로 금형 내부에 압력 센서를 설치하여 생산공정 이력을 감시하고 정보화하는 기술인 공정 모니터링 기술(Process Monitoring Technology)이 사용되고 있다.

본 연구에서는 캐비티와 사출성형기 노즐에 압력센서를 설치하여 사출속도(Injection Speed)와 보압(Holding Pressure)에 따른 압력 측정 및 데이터를 분석하여 사출성형기의 공정 제어 특성에 대해서 알아보았다.

2. 실험장비

실험에는 Arburg 사의 25Ton 유압식 사출성형기(최대 사출압력 : 1570bar)를 사용하였다. 제품은 사각 BOX 형상(크기 : 70mm * 50mm * 20mm)이며, 재료는 LG Chemical 의 ABS(Grade : HF 380)를 사용하였다. 압력 측정을 위해서 캐비티와 사출성형기 노즐부에 Kistler 사의 압력 센서(모델명: 6157BA, 4085A)를 설치하였으며, 사출성형기에 기본적으로 장착된 변위센서(Potentiometer)를 이용하여 사출속도를 측정 하였다.

수지온도(220 ℃), 금형온도(70 ℃) 및 보압시간(5sec)은 동일하게 적용 하였으며, 압력에 대한 비교 분석을 위해서 사출속도는 16.8cm/s, 28cm/s , 39.2cm/s 로 보압은 450bar, 625bar, 800bar 로 변경하며 실험을 진행하였다.

Fig. 1 에 실험장비를 나타내고 있다.

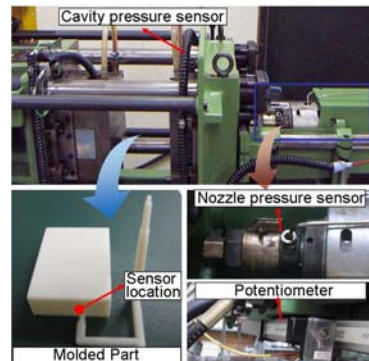


Fig. 1 Photos of sensor installations and the process monitoring system

3. 사출성형 실험

3.1 사출속도에 따른 공정데이터 변화

광학 제품 및 두께 변화가 심한 제품의 품질 확보를 위한 방법은 캐비티 내의 수지 유동 속도를 일정하게 유지하는 다단 사출속도 제어 방식이 사용되고 있다.

일반적인 다단 사출속도 제어 방법은 캐비티의 체적 변화 위치를 고려하여 속도 변환점을 정의하고, 이를 계량거리에 따른 사출 속도로 설정하여 이용한다. 그러나 사출성형기의 제어 응답특성 문제로 계산된 속도 변환점에서 정확한 제어는 어렵다.

Fig. 2 는 전체 계량거리 28cm 에 대해서 20.1cm 까지를 1 차 사출속도, 12.9cm 까지를 2 차 사출속도, 5.7cm 의 보압절환까지를 3 차 사출속도로 정의하였을 때, 사출속도 변화에 대한 스크류 이동거리, 사출속도, 캐비티 압력

및 노즐 압력을 측정한 결과이다..

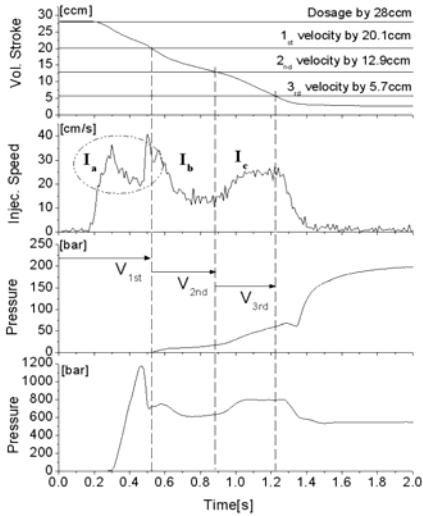


Fig. 2 Process monitoring data according to injection speed

1 차 사출속도에서는 빠른 사출속도의 영향으로 수지의 유동이 노즐과 게이트를 통과하였음을 확인할 수 있으며, 수지가 노즐부를 통과하며 사출속도 변화가 심하게 나타남을 알 수 있다(I_a). 이는 수지의 압축 현상과 노즐부를 통과하며 발생하는 순간적인 속도증가로 발생한 현상이다. 1 차 사출속도보다 느린 2 차 사출속도로 변화될 때는, 관성효과의 영향으로 설정된 사출속도에 도달하는데 약 0.2 초의 응답시간이 소요되며(I_b), 3 차 사출속도는 앞선 변화보다 안정적인 사출속도 변화가 발생하여 약 0.1 초의 응답시간 이후 설정된 사출속도에 도달함을 알 수 있다(I_c).

1.2 보압에 따른 공정데이터 변화

Fig. 3 는 노즐과 캐비티에서 측정된 압력을 나타내며, 설정된 보압과 측정된 값에 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 유압의 압력 손실차이며, 보압이 높을수록 압력 차이가 벌어짐을 알 수 있다.

보압이 450bar 로 낮은 경우, 보압이 종료되는 시점에 내부 압력이 대기압까지 떨어짐을 볼 수 있다. 이는 냉각에 의한 성형품의 체적 수축을 보상하지 못하였음을

의미하며, 이때 성형품 표면에 싱크마크가 발생하였다. 보압이 800bar 로 높은 경우는, 성형품 파팅 라인에 미세 버(Burr)가 발생함을 확인하였다. 이는 높은 압력에 의한 금형 변형을 의미한다. 최대 사출압력을 기준으로 하여 625bar 의 보압의 경우는 수축 및 버의 발생이 없는 양호한 성형품을 얻을 수 있었다.

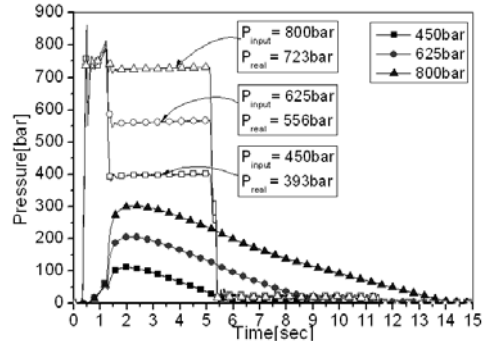


Fig. 3 Variation of nozzle and cavity pressure according to holding pressure

4. 결론

본 연구에서는 캐비티 내부의 압력 변화를 노즐 압력과 측정된 사출속도를 분석하였다. 실험을 통하여 공정 입력값이 실제 제어 값과 차이가 있음을 알 수 있었으며, 최적 사출성형조건 도출을 위해서는 제어 변동성에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 지식경제부의 산업융합원천 기술개발 사업과 중소기업청의 제조현장 녹색화기술개발 사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. S. L. Wen, C. K. Jen and K. T. Nguyen, "Advances in On-line Monitoring of the Injection Molding Process Using Ultrasonic Techniques," *Int'l Pol. Proce.*, Vol. 14, pp.175-182., 1999
2. Michael R. Groleau and Rodney J. Gloleau, "Comparing Cavity Pressure Sensor Technologies Using In-Mold Data," *ANTEC 2002*