

CAVITY 가압 사출공정에 의한 물성 영향분석

Estimation of mechanical properties of thermoplastics injection molded with the pressurized cavity

*우상원^{1,2}, #유영은¹, 최두선¹, 서재원^{1,2}, 김선경², 조성훈³

*S.W. Woo^{1,2}, #Y.E.Yoo(yeyoo@kimm.re.kr)², D.S. Choi², J.W. Seo^{1,2}, S.K. Kim², S.J. Cho³
¹한국기계연구원 나노공정장비연구실, ²서울과학기술대학교 NID융합기술대학원, ³유니테크솔루션

Key words : Injection molding, Air pressure, Cavity pressurization system, Vaporization

1. 서론

사출 성형 공정은 금형을 이용하여 플라스틱 성형품을 짧은 시간 내에 대량으로 생산하는데 적합한 공정으로 제품의 생산 단가를 낮출 수 있는 공정의 장점이 있다. 제품 제조 과정 중에서 흔히 발생하는 표면 얼룩, 내부기포나 은줄 같은 다양한 외관 결함은 사출 과정에서 발생하는 대표적인 불량 현상이다. [1]

최근에는 리튬이온 배터리 케이스, DVD 디스크 기관, LCD 도광판 등의 박육정밀 부품에서는 초고속사출을 하는 경우가 많기 때문에 가스의 불량현상이 보다 커지고 있으며, 제품요구 성능의 다양화에 따라 재료의 첨가제, 난연제, 충전제등을 배합하여 사용하는 수지가 많아지고 성형 시 가스 발생량도 많아지고 있다. 이러한 가스불량과 표면불량을 억제 하는 방법으로는 실린더공급부와 압축부의 가스(발생가스, 에어, 수분)를 탈기하는 방법, 금형내의 가스를 제거하는 방법 등이 있다. 일반적으로는 성형 전에 소재를 적절한 온도로 가열하여 건조시키는 방법이 적용되고 있으며 이러한 건조 과정은 에너지 비용증가, 생산성 저하 등 여러 가지 문제가 존재하여 기화를 방지할 수 있는 새로운 공정 기술 개발이 이루어지고 있다. [2]

본 연구에서는 건조하지 않은 수지의 사출 성형시, 금형 캐비티를 공기 혹은 질소 가스 등을 이용하여 일정한 압력으로 가압하여 용융 수지 내의 수분 기화를 억제함으로써 소재의 건조 없이 우수한 외관 제품 성형이 가능한 캐비티 가압 공정에 의한 성형품의 기계적 물성을 측정 평가하였다.

2. 본론

2.1 실험장비

본 연구에서는 Fig 1에서 나타낸 바와 같이 인장 시편과 충격시편을 성형이 가능한 밀폐형 금형을

사용하였다. 사출 성형에 사용된 스미토모(Sumitomo)사의 전동식 사출 성형기 SE-50D의 주요 사양은 형체력 50톤, 최대 사출압력 2800 kgf/cm², 최대 사출 속도 340mm/s 이다. 금형이 닫힌 후 사출이 시작되기 전 압축공기 공급 장치에 의해 금형 캐비티가 가압되도록 하였으며, 가압 가스의 누설에 의한 압력 손실을 줄이기 위해 O-ring을 금형에 적용하였다.

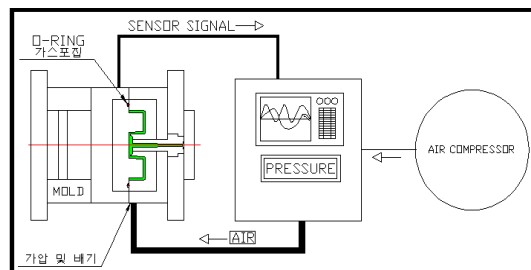


Fig. 1 Schematic of the injection molding system employing pre-pressurized cavity

2.2 실험방법 및 조건

실험에 사용한 수지들은 ABS, PC/ABS, PET, 각각의 동일 계열의 재생 소재인 복합소재를 사용하였으며 각각의 소재의 대해 건조 및 비 건조 상태로 실험을 하였다. 실험 조건은 DRPR(DRY PRESS), DRNP(DRY NON PRESS), NDPR(NON DRY PRESS), NDNP(NON DRY NON PRESS)총 4가지 방법으로 실험을 하였으며 모두 동일한 조건에서 사출성형을 하였다. 인장 및 충격 시편을 성형 하여 시편의 표면 결함 및 인장/충격 특성에 대한 영향을 분석하였다. 충격강도 및 인장 강도는 각각 ASTM D256 및 ASTM D638에 의해 측정하였다.

Table. 1 Injection molding conditions

	성형온도	금형온도	사출속도 (mm/s)	냉각시간 (sec)
ABS	215℃	20℃	50	20
PC/ABS	260℃	60℃	50	21
PET	220℃	60℃	60	23

	보압	충진시간 (sec)	가압 및 시간 (psi/sec)
ABS	20%	0.44	300 / 3
PC/ABS	20%	0.37	350 / 6
PET	20%	0.38	350 / 6

3.결과 및 분석

3.1 표면 특성 및 물성에 대한 영향분석

비건조 ABS, PC/ABS, PET, 신재와 각 수치별 재생제를 이용하여 일반 성형 공정 및 캐비티 가압 공정을 적용하여 성형하였다. 각 소재별로 NDNP와 NDPR에서 표면 특성이 동일한 결과가 도출되었으며, 본 논문의 연구결과에서는 ABS, PC/ABS, PET 및 재생제를 비교 분석하여 Fig. 2와 같이 나타내었다. 비건조 수지를 가압성형을 한 경우 일반적인 수지를 건조 하고 성형 하였을 때와 같이 표면의 특성이 양호한 표면의 구현이 가능함을 알 수 있다. Fig. 3는 소재의 건조 여부와 가압 여부에 따른 인장강도와 충격강도의 변화를 나타낸 그래프이다. 비건조 수지를 일반 성형한 시편의 물성이 건조한 시편에 비해 감소하는 것을 알 수 있었다. 그러나 캐비티 가압공정을 적용하면 비건조 수치로 성형한 경우에도 건조수지와 동등한 수준의 물성이 나타남을 확인 하였다.

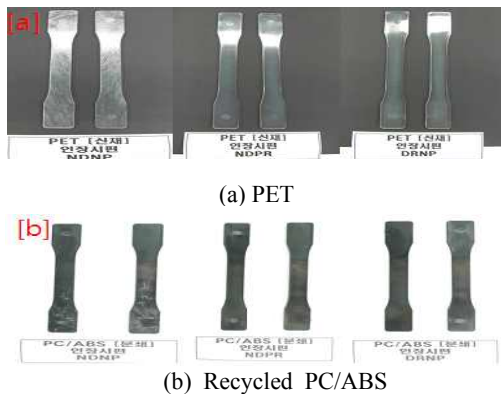


Fig. 2 Appearance of the injection molded specimen using PET and PC/ABS and ABS

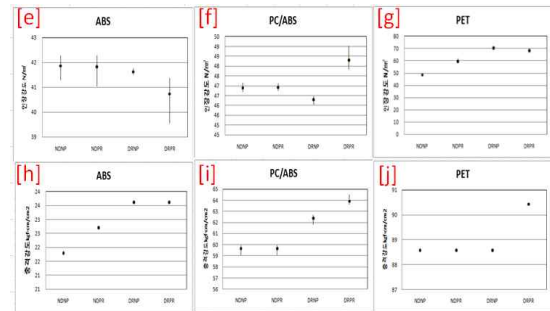


Fig. 3 Mechanical properties for samples from different process conditions Tensile strength of [e], [f], [g] and Izod impact strength of [h], [i], [j]

4. 결론

본 연구에서는 사출 성형 중 금형의 캐비티내부에 일정한 압력을 가압하는 캐비티 가압공정에 대한 실험을 통해 비건조 수지를 가압성형 하였을 때 건조 하지 않고 성형을 하였음에도 표면 특성이 건조 공정을 수행 후 성형을 하였을 때와 동등한 결과를 확인하였다. 비건조 수치에 가압을 할 경우 수분 기화를 억제하여 표면 불량을 억제 할 수 있음을 확인하였다. 또한 물성에서도 차이가 거의 없으므로 일반적인 제품에 사용이 가능 할 것으로 보인다.

후기

본 연구는 중소기업청의 첨단장비활용 기술개발 사업의 “고품위 외관 플라스틱 제품 성형을 위한 에너지 절약형 캐비티 가압 성형 기술 개발”과제를 통해 수행되었습니다. 관계자 여러분께 대단히 감사합니다.

참고문헌

1. Donald V. Rosato, etc. injection Molding Handbook, Kluwer Academic Publishers, 2000
2. 박덕수, 유영은, 윤재성 and 김선경. 2010. "사출 성형 중 선단에서의 공급 영향 분석." 한국정밀 공학회, pp 263-264.