

사출성형제품에 진공도가 미치는 영향에 관한 연구

신남호, 이은중*
천안공업대학 금형설계과

A study on the influence affected by degree of vacuum to injection moulding product

Nam Ho Shin, Eun Jong Lee*
Chonan National Technical College

1. 서 론

본, 연구에서는 진공성형시스템을 응용한 Connector Mold를 개발하기 위하여 사출성형의 중요한 인자가 되는 용융수지온도, 금형온도, 냉각조건을 최적조건에서 진공압을 체계적으로 제어함으로써 각 캐비티의 깊은 끝 부분의 미충진 부분을 진공화 하여 충전불량을 해소하면서, 사이클시간을 단축시킬 수 있는 진공시스템을 연구개발 성형가공에 적용함으로써 우수한 제품과 생산성 향상의 효과를 얻을 수 있다

2. 설 험

2.1 진공기(Gas Vent Box)

실험에 사용된 진공기는 국내업체인 대기산업(주)에서 제작된 것으로 금형 내부의 가스 및 에어를 급속히 배출할 수 있어 사출압력, 사출속도, 사이클 타임을 단축할 수 있으며, 가스로 인한 가스타는 현상과 불순물의 묻음현상이 제거되므로 금형내부의 부식이 방지되어 금형수명이 연장되고, 미성형, 수축, 기포, 가스로 인한 웰드라인 등의 불량현상을 해결할 수 있고, 수동 및 자동 운전이 가능하며 기기의 작동시간을 임의로 조절할 수 있다.

또한 실험에 사용된 수지는 Zytel® 3189 NC010 (Nylon 66 Resin)이고, 사출성형기는 LG사 IDE 100EN 모델 기종을 사용하였다.

2.2 가스벤트 설계

생산제품의 형상이 한 방향으로 언더컷이 있어 8개 캐비티를 H형으로 배열하였으며, 턴넬게이트를 이용하여 게이트가 자동절단이 되도록하였다.

금형 형폐시 형내에 공기나, 플라스틱 용융수지의 발생가스, 자동취출과 원가절감을 위해 금형제작시 제한 게이트의 활용이나, 플라스틱 소재의 고급화 추세에 대한 다양한 첨가제(난연제) 등에 의한 발생하는 가스는 사출성형 외관품질에 절대적인 악 영향이 미치므로 금형내의 공기나, 가스를 제거하기 위해 벤트(vent)를 설치하여 진공흡입 장치에 의하여 금형밖으로 배출시켜 제거함으로써 미성형, 웰드라인, 번색, 후로우 마크, 탄화, 실버등 사출외관 품질향상은 물론 최적 성형조건으로 생산성을 향상시킬 수 있다.

본 실험용 금형의 파아팅면에 깊이 0.03mm×폭 2mm의 가스벤트를 가공하고, 캐비티부 진공시 파아팅면 사이로 공기 흡입을 차단시키기 위해 그림과 같이 캐비티 외각부 가동측형판에 패킹홈을 파고 단면에 환형의 고무를 묻고 접촉제로 고정하였으며, 밀핀은 O-ring으로 밀봉하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 연구에서는 일반적인 성형가공 방법에 진공의 원리를 이용한 것으로 캐비티에 수지가 유입될 때 이 공간을 진공기에 의해 진공화시키므로 좁은 공간인 리브에 수지유동속도를 빠르게 흡입

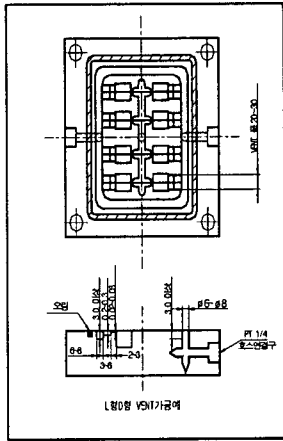


Fig. 1 Design of Vent

충진되므로 수지냉각시간의 극소화와 저압사출에서 미성형과 웰드라인의 생성을 억제 하므로 불량률 50%정도에서 3%정도 이내로 감소시킬 수 있다.

3.1 무진공에서 성형가공

수지온도: 262±2℃, 성형압력(성형기 게이지 압력): 64±1Kg/cm², 금형온도: 72±1℃, 사출시간: 4sec, 냉각시간: 12sec, 싸이클 타임: 30.4sec의 조건에서 성형가공 하였을 때 제품 하나의 중량은 3.11g이었고 Fig. 2와 같이 미성형에 의한 불량률이 49.8%로 나타난다.

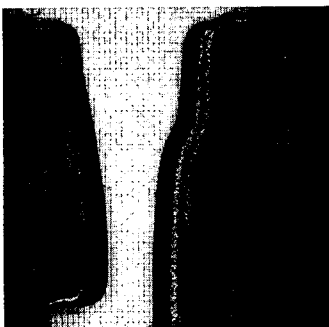


Fig. 2 Rib Phenomenon in Non-vacuum Situation

이 원인은 0.5mm의 좁은 리브 공간이 수지유동의 종점이 되므로 유동중 수지 온도 저하와 이

곳에 압축가스가 잔류함으로 발생한다. 리브에 충전되는 수지온도 및 금형온도를 높이면서 리브에 해당되는 공간의 가스가 원활히 배출 될수 있도록 리브 밑부분의 벤트 치수를 후래쉬가 발생하지 않는 범위에서 크게하고 사출압력을 높이면 더 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 불량률(23.1%) 감소에 한계가 있다.

3.2 120mmHg 진공에서 성형가공

수지온도: 262±2℃, 성형압력(성형기 게이지 압): 57±1Kg/cm², 금형온도: 72±1℃, 사출시간: 4sec, 냉각시간: 12sec, 싸이클 타임: 30.4sec의 조건에서 성형가공 하였을 때 제품의 중량은 3.12g이었고 Fig. 3과 같이 미성형에 의한 불량률은 40.3%로 나타난다.



Fig. 3 Rib Phenomenon in 120mmHg Vacuum Situation

3.3 320mmHg 진공에서 성형가공

수지온도: 262±2℃, 성형압력: 52±1Kg/cm², 금형온도: 62±1℃, 사출시간: 3.5sec, 냉각시간: 11sec, 싸이클 타임: 28.2sec의 조건에서 성형가공 하였을 때 제품의 중량은 3.14g이었고 Fig. 4와 같이 미성형에 의한 불량률은 33.1%로 나타난다.

3.4 630mmHg 진공에서 성형가공

수지온도: 262±2℃, 성형압력: 47±1Kg/cm², 금형온도: 55±1℃, 사출시간: 3sec, 냉각시간 10sec, 싸이클 타임: 26.5sec의 조건에서 성형가공 하였을 때 한 제품의 중량은 3.21g이었고 Fig. 5와 같이 웰드라인에 의한 불량률이 17.1%로 나타난다.

웰드라인 현상은 유동수지의 융합이 완전하지 못함으로 기계적 강도가 저하 되게 된다. 웰드라인을 극소화시키기 위해 사출압력 및 금형온도를



Fig. 4 Rib Phenomenon in 320mmHg Vacuum situation

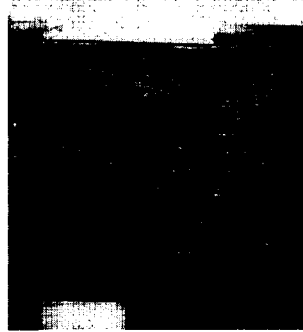


Fig. 6 Rib Phenomenon in 710mmHg Vacuum situation

높이므로 해소시킬 수 있으나 싸이클 타임 등의 문제로 생산성이 감소된다.

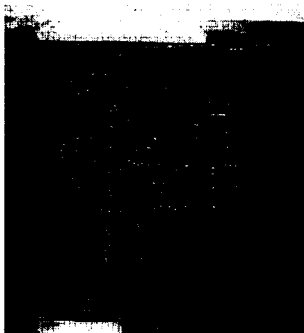


Fig. 5 Rib Phenomenon in 630mmHg Vacuum situation

3.5 710mmHg 진공에서 성형가공

수지온도: $262 \pm 2^\circ\text{C}$, 성형압력: $41 \pm 1\text{Kg}/\text{cm}^2$, 금형 온도: $55 \pm 1^\circ\text{C}$, 사출시간: 3sec, 냉각시간: 10sec, 싸이클 타임: 24.3sec의 조건에서 성형가공 하였을 때 제품의 중량은 3.22g이었고 Fig. 6과 같이 미성형 및 웰드라인 등의 불량현상이 나타나지 않고 있다.

동일 진공을 적용하면서 수지온도: $262 \pm 2^\circ\text{C}$, 성형압력: $52 \pm 1\text{Kg}/\text{cm}^2$, 금형온도: $62 \pm 1^\circ\text{C}$, 사출시간: 3.5sec, 냉각시간: 11sec, 싸이클 타임: 28.2sec의 조건에서 성형가공 하였을 때 제품의 중량은 3.22g이었다.

3.6 진공 성형가공 결과

성형가공에 사용되는 나이론 수지의 온도: $262 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 캐비티 진공압력을 0mmHg에서 710 mmHg로 높이므로 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- (1) 성형압력(성형기 게이지압력): $64\text{Kg}/\text{cm}^2$ 에서 $41\text{Kg}/\text{cm}^2$ 로 36% 낮출 수 있다.
- (2) 냉각시간은 12sec에서 10sec로 17%, 사출시간은 4sec에서 3sec로 25% 낮출 수 있다.
- (3) 금형온도를 72°C 에서 55°C 로 낮출 수 있어, 싸이클 타임이 30.4sec에서 24.3sec로 20%의 성형가공 시간을 단축시킬 수 있다.
- (4) 제품의 중량은 3.11g에서 3.22g로 증가된다.
- (5) 컨넥터 리브의 미성형 및 웰드라인 불량률 49.8%에서 2.9%로 감소시킬 수 있다.

4 결 론

본 연구는 Connector Mold의 Terminal (리브)에 가스 모임으로 인한 미성형 및 웰드라인이 생성되어 이를 방지하기 위해 과도한 사출압력, 금형온도 및 수지온도를 높이므로 Burr등의 불량 현상이 발생하게 된다. 이를 위해 Connector Mold의 Terminal을 형성하는 공간을 짧은시간에 진공화 시킬 수 있는 진공시스템을 적용한 것으로 이로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 캐비티외측의 파아팅면에 패킹과 밀핀에 O-Ring를 설치하고 가스벤트시스템을 적용함으로써 좁고 깊은 성형부의 미성형, 웰드라인

- 및 Burr의 극소화가 가능하게 되었다.
- (2) 캐비티진공도의 증가에 따라 금형온도, 싸이클타임, 사출압력이 작아지는 현상이 나타난다.
- (3) 컨넥터 리브의 미성형 및 웰드라인이 진공도 증가에 따라 극소화되는 현상이 있으며, 수지 온도: 262℃, 금형온도: 55℃, 싸이클타임: 24.3Sec, 성형압력(성형기계이지압): 41Kg/cm², 진공도 710mmHg의 성형조건에서는 웰드라인 현상이 나타나지 않고 있다.

참 고 문 헌

- [1] Spencer, R. S. and Gilmore, G. D., "Some Flow Phenomena in the Injection Molding of Polystyrene", *Journal of Applied Physics*, Vol.6, pp. 118-132, 1950.
- [2] Spencer, R. S. and Gilmore, G. D., "Equation of State for High polymers", *Journal of Applied Physics*, Vol.21, pp.525-526, 1950.
- [3] Kamal, M. R. and Keing, S., "The Injection Molding of Thermoplastic, Part: Theoretical Models", *Polymer Engineering and Science*, Vol.12, No.4, pp.294-301, 1972.
- [4] Kamal, M. R. and Keing, S., "The Injection Molding of Thermoplastic, Part II: Experimental Test of the Model", *Polymer Engineering and Science*, Vol.12, No.4, pp.302-308, 1972.
- [5] Sherbelis, G. and Friedl, C., "the Importance of Low Temperature Viscosity to CAE Injection Molding Simulation", *SPE ANTEC*, pp.954-957, 1992.
- [6] Richardson, S. M., "Injection Moulding of Thermoplastics : Freezing During Mould Filling", *Rheologica Acta*, Vol.22, No.2, pp.223-236, 1993.
- [7] Malguarnera, S. C. and manisali, A., "The Effects of Processing Parameters on the Tensile Properties of Weld Lines in Injection Molded Thermoplastics". *Polym. Eng. Sci.*, Vol.21, No.10, pp.586-593, 1981.