박판 Insert 사출성형시 Insert 변형 특성에 관한 기초 연구

정우철† · 신광호 · 허영무 · 윤길상 · 이정원
한국생산기술연구원 금형 · 성형기술연구부
(2008. 6. 17. 접수 / 2008. 9. 26. 채택)

A basic study on insert deformation characteristics of thin foil insert injection molding process

Woo-Chul Jung† · Gwang-Ho Shin · Young-Moo Heo · Gil-Sang Yoon · Jeong-Won Lee
Molding & Forming Technology R&D Department, Korea Institute of Industrial Technology
(Received June 17, 2008 / Accepted September 26, 2008)

Abstract : Recently, ultra precision and light-weight micro products are needed in various industries. Injection molding products with metal insert material is often satisfied with light-weight and precision simultaneously. The researches on macro-size insert deformation have been performed but, a research on micro-size insert is meager. In this paper, the injection molding product with 300㎛ thin foil insert is designed and insert injection molding process is performed. Finally, the deformation of thin foil insert is analyzed according to insert feature and gate length.
Key Words : Insert injection molding, Thin foil, Insert deformation

1. 서 론

최근 사출성형제품에 있어 인서트 사출성형(insert injection molding) 공정을 적용한 제품의 수요 및 생산이 증가하고 있는 추세이다. 인서트 사출성형은 조립공정 없이 제품을 생산할 수 있어, 인건비 및 제품 생산 시간을 단축할 수 있는 장점이 있다. 따라서 자동차 부품, 가전제품 등 대형 사출제품을 비롯하여 반도체 제품, 컨넥터 등 소형 사출제품까지 광범위하게 적용되고 있는 실정이다[1]. 현재, 대형 인서트 사출성형 시 발생하는 인서트 변형에 관한 연구[2-3]는 활발히 진행되고 있으나, 마이크로급 박판 인서트 변형에 관한 연구는 도입단계에 있는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 300㎛ 두께를 가지고 있는 인서트 사출물을 설계/제작 하였으며, 제작된 인서트를 이용하여 사출성형을 수행한 뒤, 인서트 형상과 게이트 길이에 따른 인서트의 변형에 대한 고찰을 수행하는데 그 목적이 있다.

2. 인서트 설계 및 게이트 설계

본 연구에서는 인서트 형상 및 게이트 길이에 따른 인서트의 변형을 확인하기 위하여, 300㎛ 두께를 가지는 구리재질의 T 타입, L타입, I타입 등 세 가지 인서트 형상을 설계하였고 설계된 인서트 형상은 Fig. 1에 도시 하였다. T타입 인서트는 수지유입 방향으로의 투영 면적이 1.8㎛^{2}이며, L타입은 T타입의 2/3인 1.2㎛^{2}, I 타입은 0.6㎛^{2} 로 설계하였다. 이는 동일 사출압력이 작용할 경우 인서트에 작용하는 힘의 크기를 서로 다르게 하기 위함이며, 동일 사출성형조건 적용 시 형상에 따른 미세 인서트의 확인할 수 있도록 설계 하였다. 또한 게이트 길이에 따른 인서트 변형을 고찰하기 위해 단면 형상이 직사각형인 팬 게이트(pan gate)를 적용하여 게이트 길이가 300㎛, 900㎛ 두 가지 형태의 게이트를 설계 하였으며, Fig. 2에 설계된 게이트 형상을 나타내었다.

3. 제품설계 및 금형설계

설계된 인서트를 이용하여 사출성형을 수행할 제

품은 T타입, L타입, I타입이며, 모두 인서트의 외곽 형상에서 1㎜의 오프셋(offset)을 가지도록 제품을 설계 하였다.(Fig. 3) 게이트는 상측 게이트 코어와 하측 게이트 코어가 각각 상측 코어, 하측 코어에 조립이 되며 조립된 게이트는 300㎛, 900㎛의 길이를 가질 수 있도록 설계 하였다. 또한 사출성형시 삽입되는 인서트의 정렬(alignment)을 위하여 하측 인서트 코어에 Alignment pin을 설치하였고, 마이크로 인서트는 설치된 Alignment pin과 조립될 수 있는 구조로 설계 하였다. 조립된 마이크로 인서트는 사출성형시 형합(型合)에 의하여 상측 인서트에 의해 하측 인서트사이에 밀착되어 Alignment를 확보할 수 있는 구조로 설계 하였으며, 설계된 금형 및 부품 형상을 Fig.4 - Fig.6에 도시 하였다.

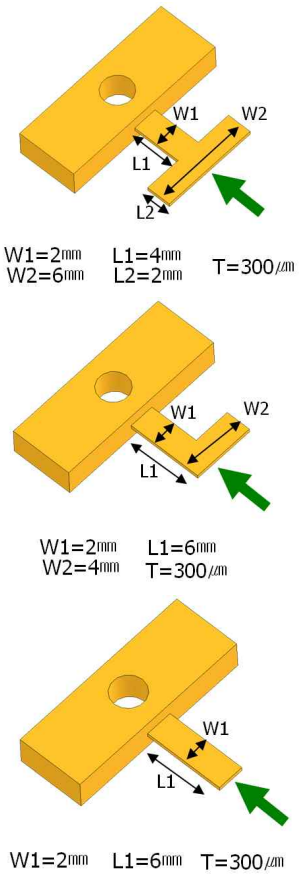
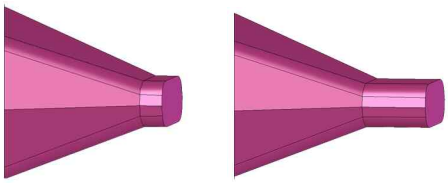
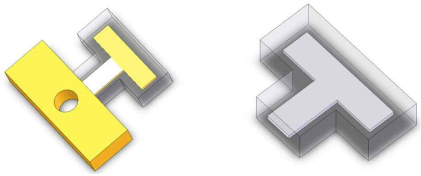


Fig. 1 Inset design
(top:T-type, Middle:L-type, Bottom:I-type)

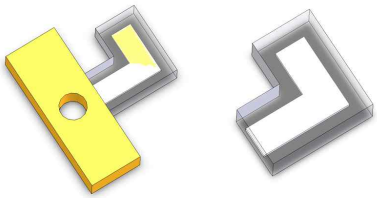


(a) gate length=300㎛ (b) gate length=900㎛

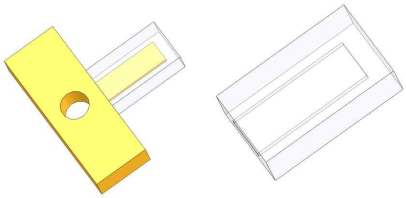
Fig. 2 Gate design



(a) T type



(b) L type



(c) I type

Fig. 3 Product design according to insert shape

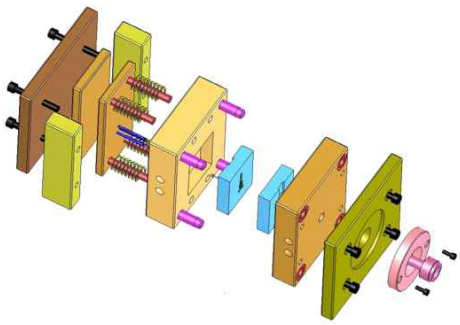


Fig. 4 Mold design and assembly shape

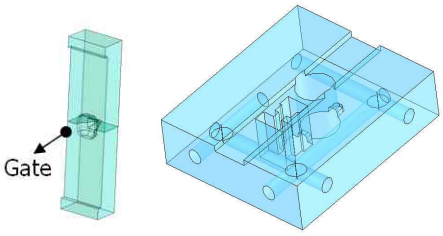


Fig. 5 Insert core(gate) assembly and cavity

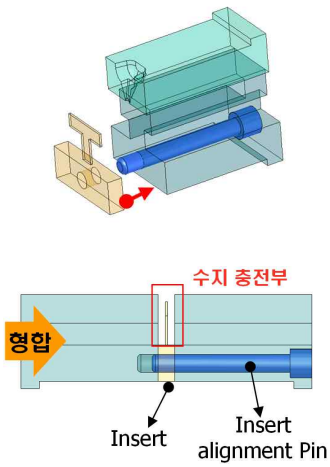


Fig. 6 Insert alignment method in the mold

4. 금형제작

설계된 3D 모델 데이터를 이용하여 마이크로 인서트 사출금형을 제작 하였으며, 코어, 캐비티, 상측코어, 하측코어 등 사출압력에 직접적인 영향을 받는 부품은 열처리된 KP4를 사용하였고, 그 외 몰드베이스 및 기타 부품은 S45C를 사용 하여 금형을 제작 하였다. 특히 게이트 인서트코어의 경우 1차적으로 밀링가공을 통하여 기본 형상을 가공 하였고, 게이트는 정밀도, 표면조도 확보를 위하여 연삭가공을 통하여 제작 하였다.

본 연구는 게이트의 길이에 따른 인서트 변형의 결과를 확인하는데 목적이 있으므로 게이트의 길이를 제외한 게이트의 폭, 표면조도의 가공 상태는 모두 동일하여야 한다. 따라서 게이트 인서트 연삭가공시 동일한 표면조도 및 게이트 폭을 확보하기 위하여 같은 규격의 연삭공구 및 연삭조건으로 가공을 수행하였으며, 제작 후 3차원 표면조도 측정기를 이용하여 표면조도를 측정을 수행하였다.

측정결과 게이트 길이 300㎛, 900㎛ 모두 정량적으로 양호한 결과를 나타내었고, 측정 결과는 각각 0.93㎛, 0.95㎛로 서로 유사한 값을 갖는 것을 확인하였다.

5. 성형실험

본 연구에서 사출성형 실험에 적용된 사출기는 현대정공 SPF-100 사출성형기를 사용하였고, 수지는 GE Lexan 141R(PC)를 사용하였다. 사출성형 조건은 모든 게이트, 인서트 형상에서 동일하게 적용하였으며, 인서트 형상 및 게이트 형상 교환 후에는 최초 성형된 10개의 제품은 폐기 처분한 뒤 10개의 제품을 수거하였다. 인서트 변형 측정은 비전 측정기를 이용하여 인서트 변형각을 측정한 뒤 변형량을 계산하여 결과값으로 정리하였다.

Table 1. Gate core shape and surface roughness measurement result

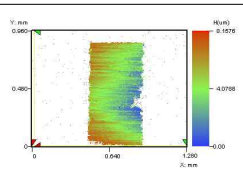
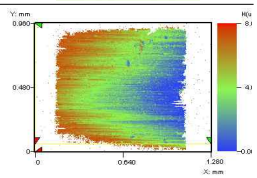
Gate Length 300㎛	Gate Length 900㎛
	
Ra=0.93㎛	Ra=0.95㎛

Table 2. Injection molding experimental conditions

I/M machine	SPF-100
Polymer	GE Lexan 141R
Melt Temp.	240℃
Mold Temp.	40℃
Injection time	2sec
Packing	None

Fig. 7 Injection molding part
(T-type, Gate Length 300㎛)

6. 실험결과

6.1 T타입 측정결과

게이트의 길이가 300㎛인 경우 최대 변형량 약 500㎛, 최소 변형량 약 20㎛로 측정되었으며 평균 변형량은 290.44㎛로 계산 되었다. 게이트 길이 900㎛인 경우에는 최대 변형량 약 350㎛, 최소 변형량 약 10㎛ 평균 170㎛ 가장 작은 변형 결과로 측정되었다. 측정결과 및 측정 형상은 Fig.8과 Fig.9에 나타내었다.

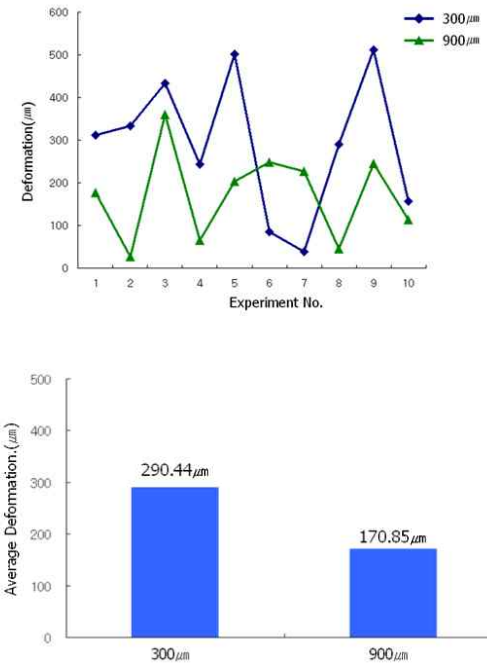


Fig. 8 T-type insert deformation measurement result and average deformation

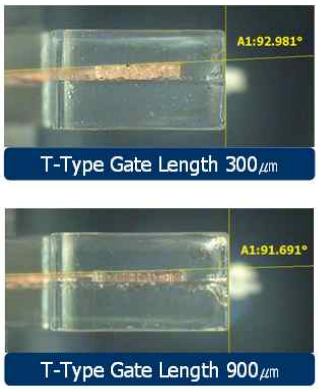


Fig. 9 Deformation shape(T-type)

6.2 L타입 측정결과

게이트의 길이가 300㎛인 경우 최대 변형량 약 350㎛, 최소 변형량 0㎛로 측정되었으,며 평균 변형량은 232.50㎛로 계산 되었다. 게이트 길이 900㎛인 경우 평균 변형량 운 102.71㎛로 300㎛인 경우 보다 작은 변형 결과를 보였으며, T타입 게이트길이 900㎛의 평균값 보다 40%가량 감소하는 것을 확인 하였다.

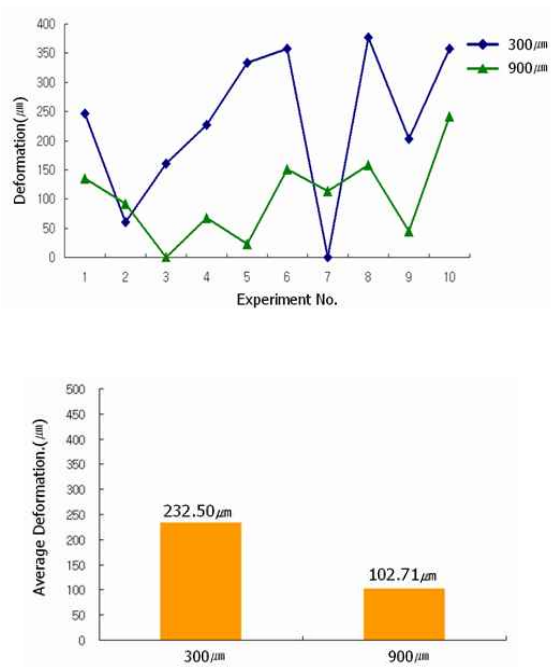
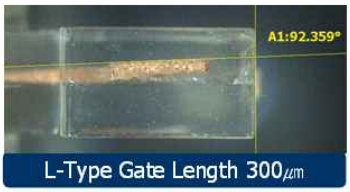


Fig. 10 L-type insert deformation measurement result and average deformation



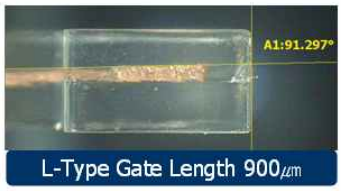


Fig. 11 Deformation shape(L-type)

6.3 I타입 측정결과

I타입의 경우 게이트 길이 300㎛, 900㎛일 경우 각각 평균 변형량은 101.09㎛, 41.86㎛로 측정되었다. 측정결과를 통하여 같은 길이의 게이트를 적용한 T 타입, L타입 보다 평균 변형량이 크게 감소한 것을 확인 할 수 있었다.

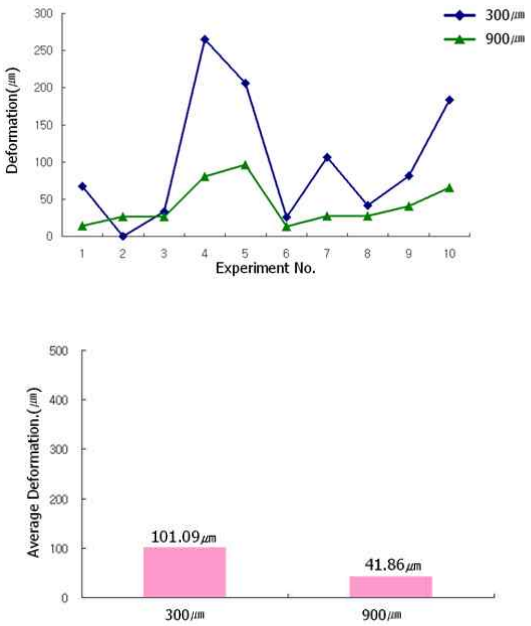
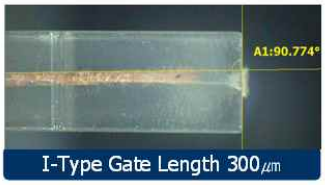


Fig. 12 I-type insert deformation measurement result and average deformation



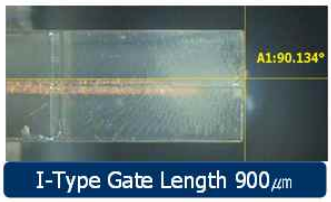


Fig. 13 Deformation shape(I-type)

7. 결 론

본 연구의 결론은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 사출성형시 발생하는 마이크로 인서트 변형 테스트를 위하여, 3가지 마이크로 인서트 및 2종류의 게이트를 설계 하였으며, 설계된 인서트에 적용될 제품설계를 수행하였다.
- 인서트의 형상, 게이트의 형상에 따라 사출성형 후 인서트의 변형을 확인하기 위하여 금형을 설계/제작 하였다.
- 게이트의 표면조도를 비접촉식 측정기를 이용하여 측정하였으며, 측정결과 게이트의 길이 300㎛인 경우 Ra=0.93㎛, 900㎛는 Ra=0.95㎛로 측정되었으며, 상호 유사한 크기의 결과를 나타내었다.
- 실험결과 게이트 길이 900㎛인 경우가 게이트 길이 300㎛인 경우보다 변형이 작은 것으로 측정되었다.
- 측정결과 같은 길이의 게이트를 사용한 경우에는 I타입, L타입, T타입 순으로 변형의 크기가 증가하였다.
- 게이트의 위치, 성형조건, 사용수지 및 인서트 재료 등의 변화에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1) Rong-Yeu Chang, Yi-Hui Peng, David C. Hsu & Wen-Hsien Yang, “Three-Demensional Insert

Molding Simulation in Injection Molding", ANTEC 2006
2) 박형필, 최권일, 이영주, 잉병옥, 차백순, 홍석관, 구본홍, “전자제품용 전원플러그의 사출-구조 연계해석”, 한국소성가공학회 2007년 추계학술대회
3) Alexander Bakharev, Zhiliang Fan, Franco Costa, Sejin Han, Xiaoshi Jin & Peter Kennedy, " Prediction of Core Shift Effects Using Mold Filling Simulation", ANTEC 2004

후 기

본 연구는 「생산기반혁신기술개발사업」의 일환으로 수행중인 “초박판 융합형 미세금형기술개발”의 지원을 통하여 수행되었습니다.