

내통의 플래시 및 충전불량에 대한 해결방법에 관한 연구

김세환¹ · 최계광^{† 1} · 이춘규²

공주대학교 금형설계공학과¹ · 유한대학교 금형설계과²

A study on the flashes and filling defects of inner part and on problem-solving measures

Sei-hwan Kim¹ · Kye-kwang Choi^{† 1} · Choon-kyu Lee²

Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University¹

Department of Metal Mold Design Engineering, yuhan University²

Abstract : Inner part is used as an insulator in wire fuses. After injection molding, inner part has been showed flashes, filling defects and deformation. After production, operators have to cut off flashes, one by one. this process leads to continuous low productivity and loss of source materials. This study focuses on identifying the causes for flashes, filling defects, clamping force of injectors, mold adhesion, resin of liquidity and others, and on resolving those issues.

Key Words : wire fuse, insulator, flash, injection molding, filling defect, clamping force, mold of adhesion, resin of liquidity

1. 서 론

전선휴즈의 절연체로 사용되는 "내통"이라는 제품을 인젝션몰딩 하였던 내통에 플래시(flash), 쇼트샷(short shot, 충전 부족), 변형 등의 불량현상이 발생되었다. 생성된 플래시의 해결 방법은 사출 작업자가 면도칼로 1개씩 잘라내는 후가공을 병행하고 있었으므로 생산 사이클 지연으로 생산성이 저하되고 원재료의 로스가 지속적으로 발생되고 있었다. 충전 불량품은 파쇄 하여 재사용 하고 있으므로 인력 증원이 요망 되며 품질저하, 제조원가 상승 등의 애로사항이 많이 발생되고 있다.

2. 본론

2.1. 문제점 도출

● 플래시생성

금형의 접합부에 상응하는 제품부분에 재료가 여분으로 성형된 현상이다. 인젝션 몰딩에서의 플래시 발생 원인은 금형의 피팅(fitting)면 즉, 고정형과 가동형의 사이 슬라이드 부분, 인서트의 틈새(클리어런스), 이젝터핀의 간격 등에 수지가 흘러 들어가 성형품에 여분의 수지가 붙어 생성된 것이 플래시이다. 이 플래시는 한번 발생하면 지렛대의 원리로 점차 확대되어 큰 플래시를 발생시키므로 금형을 보수 및 정비하여야 한다.

이것들의 발생 원인으로서는,

- (1) 금형 및 가이드 핀이 마모되어 있으면 플래시가 발생한다.
- (2) 금형면에 이물질이 들어 있으면 플래시가 나오기 쉽다.
- (3) 제품의 성형 면적이 성형기의 형체력보다 크면 형체능력 부족으로 사출할 때 금형이 열리므로 플래시가 나오게 된다.
- (4) 재료의 온도가 높으면 점도가 떨어져 좁은 격간

[†] To whom correspondence should be addressed.
ckkwang@kongju.ac.kr
접수 : 2012. 08. 29. 채택 : 2012. 11. 30.

에도 수지가 흘러 들어가 플래시가 생성되기 쉽다.

- (5) 소요 사출량보다 재료의 공급량이 많으면 재료가 과잉 사출 되므로 플래시가 생성 된다.

● 충전 불량

수지가 캐비티(cavity)에 완전히 충전 되지 않은 상태로 그 원인과 대책은 다음과 같다.

- (1) 사출용량에 비하여 제품용적이 큰 경우에 발생 되는 것의 대책은, 다수개 취하는 경우 1개의 캐비티를 막고 다른 캐비티에 완전히 충전 되도록 하며, 1개를 취하는 경우에는 용량이 큰 사출기로 바꾼다.
- (2) 노즐이 냉각되어 있는 경우나 색분산용 오리피스 등에 의한 압력저하가 현저한 경우 러너나 게이트가 너무 작아도 충전 부족이 일어난다. 이런 경우 노즐이나 오리피스 지름을 크게 한다거나 노즐의 온도를 올리고 러너의 저항을 작게 하기 위하여 굵게 설치한다. 러너가 작으면 유동의 마찰 저항이 크게 되며 저항에 의하여 사출 속도가 느리고 수지의 고화가 빨라진다. 다수개 취하는 경우는 각 게이트의 밸런스가 유지되지 않으면 게이트의 저항이 큰 곳의 캐비티는 충전 불량이 된다.
- (3) 캐비티내에 재료의 유동거리가 길거나 제품두께가 얇은 곳이 있으면 재료가 충전 되기 전에 냉각 고화한다. 이때는 냉각된 재료의 여유를 설치하여 캐비티내에 재료가 충분히 충전할 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 금형의 온도가 낮은 경우에도 충전 불량이 일어난다. 이때는 금형온도를 높이고 재료의 냉각속도를 낮추면 충전 상태가 좋아진다.
그러나 성형 사이클이 길어지므로 생산성을 고려하여 적합한 금형온도를 결정해야 한다.
- (5) 용융수지의 온도가 낮다거나 사출속도가 느린 경우에는 재료가 캐비티내에 충전 되기 전에 고화된다.
- (6) 금형내의 공기가 사출 중에 빠져 나가지 않으면 잔류 공기압 때문에 충전 부족이 생긴다. 이때는 사출속도를 늦추거나 에어벤트를 설치한다. 또는 게이트의 위치를 변경할 필요가 있다.
- (7) 사출압력이 낮으면 충전 부족이 생긴다.

● 사출기 성능 점검 확인

사출기의 형체력(clamping force, locking force), 금형의 밀착성, 수지의 유동성 및 공급량, 금형의 변형과 이물질 등이 원인이 되어 발생 하므로 이것들에 대한 사전 조사와 확인으로 대책을 세워야 한다.

2.2. 기술지원 내용 및 방법

● 형체력

형체력이 부족할 경우에 플래시는 생성 된다. 성형품의 투영면적보다 형체력이 작으면 사출압력에 의하여 고정형과 가동형의 사이가 벌어지기 때문에 플래시가 발생하고, 그 때문에 더욱 투영 면적이 커져서 플래시가 발생하기 쉽다.
일반적으로 성형품의 투영면적에 작용하는 압력과 형체력 사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$P=A \times B \quad (\text{Kgf})$$

P=형체력(Kgf)
A=성형품의 투영면적(cm²),
B=캐비티내의 압력(Kg/cm²)

캐비티내의 압력은 성형수지, 살 두께, 크기 및 성형품의 형상, 성형조건(수지온도), 사출압력, 사출 속도, 게이트크기, 러너 굵기, 성형기종류인 플런저형, 스크루 및 성형에 따라 차이가 있으나 일반적으로 200~400Kg/cm²의 값이며, 투영면적은 러너도 포함 시킨 값이다. 그래서 형체력이 부족할 때는 충분한 성형기로 교체 하여야 한다.

특히, 중앙부에 구멍이 있고, 그 구멍을 이용하여 사이드게이트(side gate) 등으로 성형할 경우는 러너 부분에 사출압력이 크게 걸리므로 플래시가 쉽게 생성 된다.

따라서, 이것을 방지하기 위하여서는 사출압력을 내리거나 형체력을 높이는 방법과 경우에 따라서는 유동성이 좋은 수지로 하면 사출압력이 낮아도 성형이 가능하기 때문에 효과가 있다.

● 형의 밀착성

금형 자체의 먼다듬질 미흡으로 인하여 밀착불량이 되는 경우가 있는데, 특히, 중앙에 구멍이 있는 경우에는 이 부분의 접촉을 강하게 하여 형체력이 더 많이 작용 하도록 하지 않으면 플래시가 잘 발생한다.

슬라이드 코어에서는 이 작동기구의 헐거움 때문에

플래시가 발생하는 경우가 있다. 슬라이드 코어의 밀어 짓힘을 충분하게 하여야 한다.

플래시는 금형에 약간의 틈이 있어도 쉽게 발생하며, 한번 플래시가 발생하면 플래시가 플래시를 조성하고 성형품의 낙하불량, 이젝터핀의 고장 등을 일으킨다.

● 금형의 변형과 이물질

금형의 두께가 부족하면 금형이 사출압력에 의하여 변형이 발생되고, 이로 인하여 중앙부 가까운 곳에 구멍이 있으면 그 둘레에 플래시가 발생되며, 그 구멍을 사이드게이트로 하여 성형할 때는 러너구멍 및 구멍 주위에 플래시가 발생한다.

이와 같은 원인으로 발생하는 플래시는 금형제작 불량에 의한 것이므로 고도의 금형제작 기술이 필요하다.

또한, 금형면에 이물질이 있으면 플래시 발생은 당연하다. 그래서 형면을 깨끗이 하고 형면의 밀착성을 좋게 하여야 한다.

● 불량현상 원인 체크 리스트

1) 사출기에 의한 불량

(1) 충전불량 원인

- a 사출압력이 너무 낮다.
- b 실린더의 온도가 너무 낮다.
- c 실린더 또는 노즐이 막혀 있다.
- d 노즐이 너무 작다.
- e 재료의 공급이 적다.
- f 호퍼가 막혀 있다.
- g 사출속도가 너무 느리다.

(2) 플래시생성 원인

- a 사출압력이 너무 높다.
- b 형체력이 부족하다.
- c 수지의 공급량 많다.
- d 가압시간(보압, 형조이기)이 너무 길다.

2) 금형에 의한 불량

(1) 충전 불량 원인

- a 게이트의 위치가 부적당하다.
- b 가스빼기 부적당 하다.
- c 러너가 너무 좁다.
- d 금형온도가 너무 높다.
- e 콜드슬러그와 러너 또는 게이트가 막혀 있다.
- f 성형품의 일부에 얇은 곳이 있다.

(2) 플래시 생성 원인

- a 금형이 딱 들어맞지 않는다.
- b 금형에 이물이나 플래시가 생겨서 완전하게 닫을 수가 없다.
- c 캐비티의 설계가 나빠 둘레 부분에서 재료가 잘 고이게 된다.

상기의 불량원인 체크리스트를 기본으로 하여 현장 진단과 동시에 대책을 세워 금형을 머디파이하여 제작 하였다.

● 현장진단에 따른 대책

1) 제품의 플래시 발생

금형의 정비수리 과정에서 분해 조립 및 줄 작업, 연마가공 등을 수가공에 의하였기 때문에 코어, 러너, 캐비티의 정밀도가 나빠졌고, 파팅면이 사출압력으로 일그러져 가라앉아 틈이 생겨 플래시가 발생되고 있었다.

이에 대한 대책으로, 금형의 문제 부품을 재제작하여 가라앉은 틈이 생기지 않도록 조치하였고, 사출시 형체력을 높여서 시사출 하면서 조정 하여 해결 하였다.

2) 충전 불량

형체력 조정과 사출기의 스크루 상태를 확인 하였더니 편마모와 노후된 상태에서 작업을 진행하고 있었다. 이 때문에 정확한 원료의 공급이 안되었으므로 충전 불량이 발생된 것이다.

이에 대한 대책으로, 사출기의 스크루를 교체 시켰더니 해결 되었다.

3) 변형

중래의 변형발생에 대한 것은 머디파이 된 게이트의 위치결정을 정확히 함으로써 해결되어 수축을 최소화 하였다.

3) 홀 진직도

캐비티 배치와 러너배열을 기존의 5러너(방사형식) 10캐비티를 1러너 8캐비티 병렬로 설계 변경하여 사출기 용량에 적합 하도록 하였다.

3. 지원성과

3.1. 기술적 성과

● 금형에 의한 충전 불량 대책기술 습득

- 1) 게이트의 위치 확인 능력
- 2) 에어벤트(가스빼기) 점검 능력
- 3) 러너의 크기조정 능력

- 4)러너와 게이트 막힘 파악 능력
- 5)금형온도 냉각 능력

- 금형에 의한 플래시 생성 제거 대책기술 습득
 - 1)고정형과 가동형의 밀착여부 판정 능력
 - 2)캐비티, 러너, 게이트, 스프루 등의 동작과 기능 확인 능력
 - 3)단힘 부분의 청결 확인 능력
 - 3)캐비티배치와 러너배열에 따른 충전 불량발생과 제품정밀도의 연계성 제고

- 사출기에 의한 충전 불량 대책기술 능력
 - 1)사출압력, 속도 조정 능력
 - 2)실린더 온도 감지 능력
 - 3)실린더 및 노즐, 호퍼의 막힘 현상 감지 능력
 - 4)수지 공급량 조절 능력

- 사출기에 의한 플래시 생성 대책 기술 습득
 - 1)사출압력, 형체력 조정능력
 - 2)가압시간 조정능력
 - 3)사출기 용량과 캐비티 수의 적정성



Fig. 1. Runner and cavity before technical support

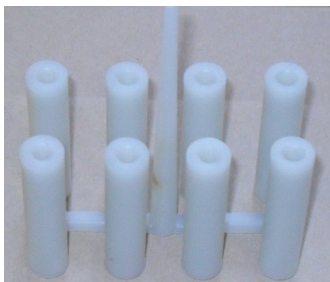


Fig. 2. Runner and cavity after technical support

3.2. 경제적 성과

- 불량률 감소
90%불량률을 0.01%로 감소시킴
- 생산량 증가
10% 증가
- 매출 증가
10% 증가
- 제조원가 저감
10% 감소

3.3. 기타 성과

- 고용 창출
- 지원 받은 기술을 응용하여 타금형에 머디파이 실시

4. 결론

사출성형품에 가장 많이 발생하는 불량현상은 플래시(mold flash) 생성과 충전 불량(short shot) 및 변형이다.

내통(제품명)의 재료는 폴리아미드(poly Amide)계 섬유인데 상기의 불량률이 많이 발생되어 제품의 품질저하, 생산성저감, 불량률 및 제조원가 상승 등 생산현장에서의 애로사항을 기술지원을 통하여 해결되어 기업의 경제발전에 기여 하였다고 판단된다. 사출성형 제품에 발생하는 문제 해결 방법의 첫 단계는 현장에서 사용하고 있는 사출성형기의 정상적인 구동상태와 성능을 점검하는 것부터 시작이다. 그 다음이 금형의 작동 상태 점검이며, 금형의 설계 단계와 제작 및 수리정비의 기술정보 파악을 어느 수준까지 하고 있는가 이다.

따라서 이들(품질저하 및 불량)에 대한 해결대책을 세울 때는 사출성형기와 금형에 의한 발생 원인이 될 수 있는 리스트(본 기술지원에서 제시 됨)를 작성하여 해당 사항을 찾아 추적하면 용이하게 대책을 얻을 수 있다.

금형설계 및 제작기술에 대한 노하우는 없다고 판단되며, 특히, 금형기술의 연구개발 이라는 용어는 없어져야 한다고 생각 된다.

왜냐 하면, 문제의 금형을 수정보완 기술로 머디파이 하면 모두 해결 되고 있기 때문이다. 한국에는 금형기술에 관한 전문적인 지식과 실무를 갖춘 기술자가 많이 분포 되어 있음을 알아야 한다.

후기

본 연구는 지식경제부 지원 광역경제권연계협력사업 공주대학교 금형 및 열처리기술 지원사업단의 지원에 의해 태형산업(주)에 기술지원한 것입니다

참고문헌

- 1) 신남호, 이균덕, “실무형 플라스틱 금형”, 엘비컴, pp94~145, 2006.
- 2) 신남호, “사출금형설계”, 대광서림, pp.64~119, 2008.
- 3) 신남호, 오희성, 강승규, “CAE를 응용한 사출성형 최적화”, 대광서림, pp. 234 ~266, 2007.
- 4) 태형산업, “www.taehyung.co.kr”
- 5) 공주대학교 산학협력단, “New IT부품과 부품산업용 금형 및 열처리기술지원 사업에 관한 보고서, 2011.