

폴리아세탈의 Mold Deposit

한국폴리아세탈(주)
KOREA POLYACETAL CO., LTD.

KPAC

서울시 중구 소공로 94, 14층 (소공동, OCI빌딩)
14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel +82-2-728-7400 Fax 82-2-714-9235 www.gpac-kpac.com

1. 개요

몰드 데포지트(Mold Deposit, 이하 "M/D)는 플라스틱을 장기 사출성형시에 발생된 분해물들이 금형에 부착되어 생성된 백색(주로)의 침적물을 의미합니다. 특히, 폴리아세탈 수지는 mold deposit 생성이 용이한 수지이며, 부착된 mold deposit 또한 쉽게 제거되지 않는 경우도 종종 있습니다.

금형에 mold deposit이 부착되면 미성형, 광택 불량, 중량 미달, 외관 불량, 이형 불량 등의 현상이 발생될 수 있습니다.

폴리아세탈 수지로부터 발생된 휘발성 gas 성분들은 금형온도가 낮을수록 금형 표면에 용이하게 침적될 수 있습니다.

2. Mold Deposit 생성 원인

- (1) 폴리아세탈 수지(pellet) 내 수분
- (2) 폴리아세탈 수지 속 첨가제 성분의 성형품 표면으로의 이동(migration)
- (3) 폴리아세탈 수지 내에 존재하는 미량의 포름알데히드(HCHO) 가스가 금형 표면에서 재 중합하여 생성된 파라 포름알데히드[HO(CH₂O)_nH]

상기 원인 중 파라포름알데히드가 부착된 경우에는 금형 표면과의 결합력이 강해서 제거가 곤란하게 됩니다.

3. 성형조건이 Mold Deposit에 미치는 영향

- (1) 수지온도 : 수지온도가 낮을수록 mold deposit 발생량이 적습니다.
 - 1) 실린더 온도 : 180 ~ 210 °C
- (2) 사출속도 : 사출속도가 빠를수록 mold deposit 발생량이 많습니다.
사출속도가 과도하게 빠를 경우, 캐비티(cavity) 내의 공기 배출이 어려워져 단열압축이 일어나 mold deposit 생성을 촉진하게 합니다.

[표 1] 성형 조건의 영향

구분	수지온도(°C)	사출속도(%)	Mold Deposit 발생량(상대치)		
			고형분	가스분	합계
조건 1	230	85	10	90	100
조건 2	190	50	4	36	40

주) 1. 적용 Grade : KEPITAL F20-03

- (3) 수지의 사출기 실린더 내 체류시간 : 체류시간이 길수록 mold deposit 발생량이 많습니다.
- (4) 사출성형기 : 제품 중량(shot 당 중량)에 적합한 사출기를 사용해야 합니다.
제품 중량 대비 사출기 용량이 너무 클 경우 사출기내 체류시간이 길어져 mold deposit 발생량이 증가합니다.
- (5) 금형온도 : 금형온도가 높을수록 mold deposit 발생량이 적습니다.
 - 1) 금형온도 : 60 ~ 80°C

[표 2] 금형온도의 영향

금형온도	실린더온도(°C)	사출속도(%)	Mold Deposit 발생 Shot 수	비 고
25°C	230	85	400	
90°C	230	85	1,400 ↑	

주) 1. 적용 Grade : KEPITAL F20-03 미 건조품

(6) 수지의 건조 : Pellet 내 수분 및 포름알데히드(HCHO) 존재 시 mold deposit의 생성을 촉진하기 때문에 수지의 건조는 충분히 행하는 것이 좋습니다.

1) 건조 조건 : 80 ~ 100°C, 3 ~ 4 h (필요 시 100 ~ 120°C)

[표 3] 예비 건조의 영향

구분	수분율(%)	Mold Deposit 발생량(상대치)		
		고형분	가스분	합계
미 건조품	0.4	65	53	118
건조품	0.0	15	85	100

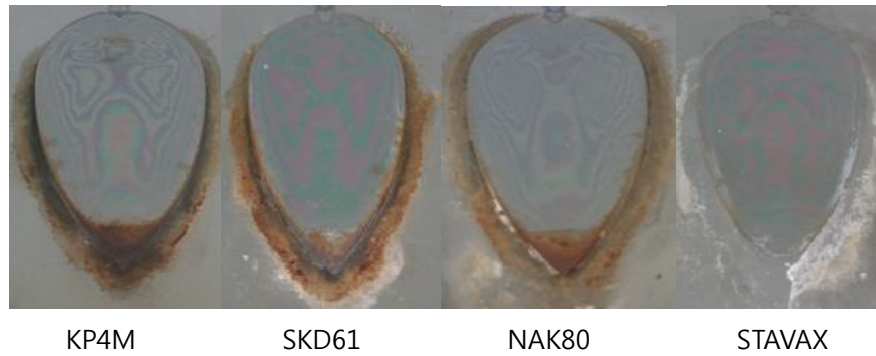
주) 1. 적용 Grade : KEPITAL F20-03

[표 4] 수분 함유량의 영향

구분	수분율(%)	Mold Deposit 발생량(μg)	비고
상대습도 75%에서 조습(96h)	0.45	6	
상대습도 60%에서 조습(96h)	0.26	4	
예비 건조 80°C, 2h	0.00	3	

4. 금형 상의 주의점

- (1) 가스 벤트 부를 충분히 설치하여야 합니다.
- (2) 제품 형상은 가스가 체류하는 부분을 가능한 한 없도록 하는 것이 좋습니다.
- (3) 수지의 유동 선단에는 반드시 가스 벤트를 설치하여야 합니다.
- (4) 수지의 유동거리보다 여유 있게 설계하여 성형조건의 완화를 기할 수 있어야 합니다.
- (5) 캐비티는 형판을 직접 가공하는 직조방식보다는 별도의 부품(인서트)에 가공하여 형판에 삽입하는 인서트방식이 좋습니다.
- (6) 냉각회로를 충분히 설치하는 것이 좋습니다.
- (7) 가능하다면 캐비티 내를 감압 또는 진공으로 하여 수지를 충전하는 것이 좋습니다.
- (8) 샤프 코너(sharp corner)는 가능한 한 피하여야 합니다.
- (9) 금형의 청소가 용이하도록 금형 구조를 설계하는 것이 좋습니다.
- (10) 금형 재질로서는 내식성이 우수한 재질을 사용하고, 특히 부식이 염려되는 곳에는 SUS계 STAVAX, NAK101 등이 좋습니다. 크롬 도금, 표면 코팅 등도 유용한 방법입니다.



[그림 1] 금형 재질별 Mold Deposit 발생 수준
(평가 조건 : 수지온도 220 °C, 2000 shots, gas vent 無)

(11) Mold deposit 저감 방법

1) 발저스 코팅(Balzers Coating)

- ① 개요 : 박막이지만 강철보다 단단하고 내마찰마모성이 좋은 PVD(Physical Vapor Deposition, 물리적 증착법)를 1/1,000 mm 두께로 코팅하는 방식입니다.(플라즈마 코팅과 유사)
- ② 장점
 - 금형 면이 매끄러워 mold deposit 발생 가능성이 감소합니다.
 - 박막 코팅으로 복잡한 성형품의 금형에도 적용이 가능합니다.
- ③ 단점 : 성형품이 클 경우, 발저스 코팅 적용이 곤란한 경우가 있습니다.

2) 크롬 도금

- ① 개요 : 금형 표면을 크롬으로 도금하는 방법입니다.
- ② 주로 평판형의 금형에 적용하는 방법입니다.
- ③ 도금 방식이므로 금형이 복잡한 성형품이거나, 정밀한 금형에는 적용이 곤란한 경우가 있습니다.

5. 금형 가스빼기

금형 내에 gas vent를 확보하는 것이 mold deposit을 줄이는 가장 유용한 방법입니다.

금형의 가스 빼기 방법에는 여러 가지가 있으나, 크게 다음의 3가지로 분류할 수 있습니다.

- ◎ 금형 분할면에서의 가스빼기
- ◎ 캐비티나 코어 부분에서의 가스빼기
- ◎ 기타 특수한 방법에 의한 가스빼기

(1) 금형 분할면에서의 가스 빼기

가스빼기 방법 중 가장 일반적인 방법이 금형의 분할면(파팅라인)에 얇은 홈을 설치하는 것이다. 벤트의 깊이는 용융수지가 충전되어도 플래시가 발생하지 않고, 가스 성분이 잘 배출될 수 있는 치수를 선택해야 합니다.

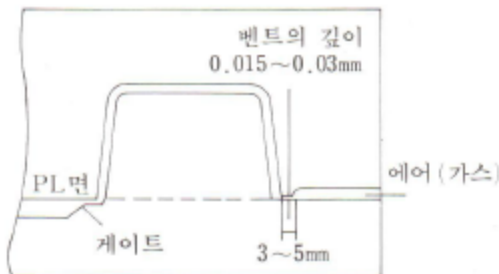
아래의 표는 플래시가 발생하지 않는 벤트 깊이를 나타냅니다.

[표 5] 플래시가 발생하지 않는 벤트의 깊이

수지명	벤트 깊이 (mm)
POM	0.01 ~ 0.02
ABS	0.01 ~ 0.03
M-PPO	0.02 ~ 0.03
PPS	0.01 ~ 0.03
PBT	0.005 ~ 0.015
PA	0.005 ~ 0.015
PC	0.02 ~ 0.03

[벤트를 설치하는 위치]

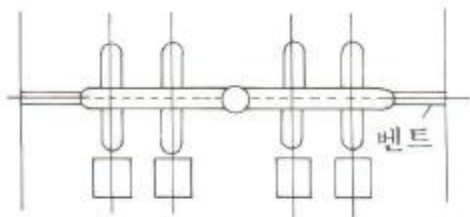
① 게이트로 부터 가장 먼 곳



[그림 2] 벤트부 위치

② 웰드 라인(용융수지가 만나는 부분)

③ 런너 또는 서브런너의 말단부



[그림 3] 런너 부위의 벤트

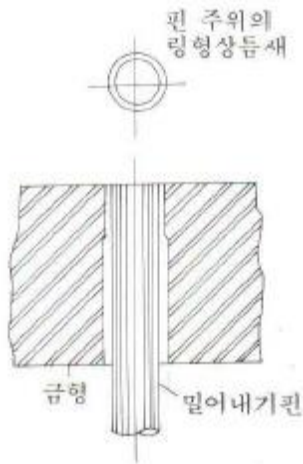
(2) 캐비티나 코어 부분에서의 가스 벤트

캐비티 내의 공기, 가스 성분을 캐비티 주변에서 충분히 벤트시킬 수 없을 경우에는 다음과 같은 방법을 사용하면 됩니다.

1) 밀핀(ejector pin)을 이용하는 방법

밀핀과 밀핀 구멍 사이의 틈새를 이용하는 방법으로서 공기, 가스 등이 모이는 부분에 밀핀이 있을 경우에 효과적인 방법입니다.

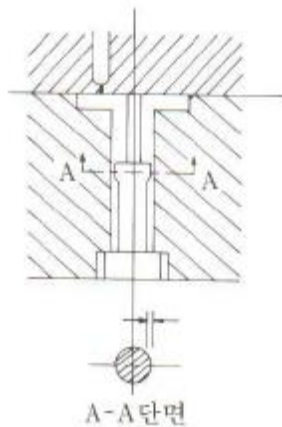
핀과 핀 구멍의 틈새는 핀지를 5~10 mm에서는 0.02~0.03 mm, 이보다 작을 때는 0.01 ~ 0.02 mm 정도가 표준입니다.



[그림 4] 밀핀에 의한 가스빼기

2) 코어 핀을 이용하는 방법

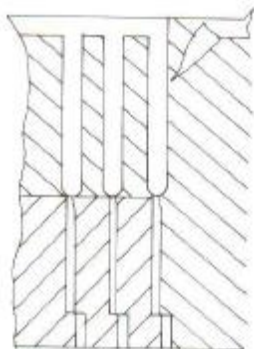
제품 일부에 높이가 높은 보스나 리브가 있을 때는 밀핀에 의한 가스 빼기가 곤란할 때가 있습니다. 이때는 밀핀의 주위에 클리어런스를 설치하여 가스 빼기를 하는 방법도 있습니다.



[그림 5] 코어 핀에 의한 가스빼기

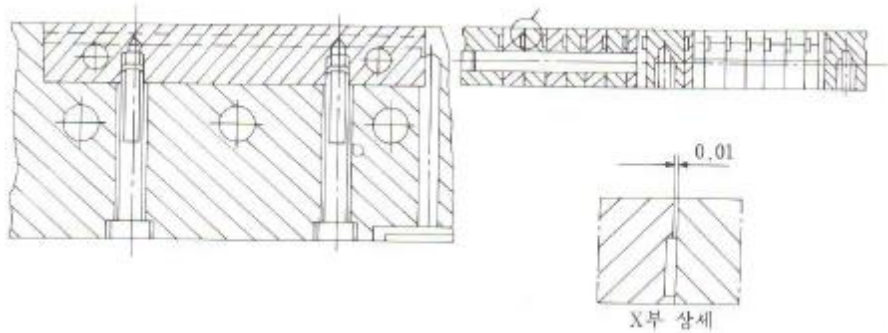
3) 분할상의 인서트 블록에 의한 가스 빼기

높이가 높은 리브가 있을 때의 가스 빼기 방법으로, 얇은 판을 증형상으로 겹쳐 인서트로서 삽입한 후 이 얇은 판의 클리어런스를 이용하는 방법입니다.



[그림 6] 높은 리브의 가스빼기

또, 캐비티의 한쪽의 평탄한 부분에 얇은 판을 중첩하여 인서트로서 삽입하여, 그 얇은 판의 클리어런스로부터 가스 성분을 벤트시키는 방법도 있습니다.



[그림 7] 얇은 판을 층 형상으로 겹친 가스빼기 홈

(3) 기타 특수한 방법의 의한 가스 빼기

1) 로직실법의 이용

로직실법은 미국의 로직 디바이스사(Logic Device Inc.)가 개발한 금형의 냉각수 순환 시스템으로서, 냉각수를 부압(수로내의 압력을 대기압보다 낮게 합니다.)으로 하여 냉각수를 순환시키는 것을 말합니다.

2) 진공 흡입에 의한 가스 빼기

진공 펌프를 이용해서 캐비티 내를 고도의 진공상태로 만들고 순간적으로 가스 빼기를 하는 방법입니다. 이 방법은 가스 빼기 방법으로서 가장 이상적인 방법이고 예전부터 알려져 왔으나, 설비비가 많이 들고 금형 구조가 복잡하기 때문에 지금까지는 거의 실용화되지 않고 있습니다. 진공 흡입에 의한 가스 빼기 방법의 특징은 종래에는 공기나 가스 성분의 배출에 의해 충전 불량이나 가스 화상의 발생을 방지하는 것이 주 목적이었으나, 이와 병행해서 앞으로는 진공 흡입에 의해 금형 캐비티에 대한 전사정밀도의 향상과 그에 수반되는 치수 정밀도의 향상이 기대됩니다.

6. Mold deposit의 제거 및 금형 보관상의 주의점

(1) 금형의 청소를 자주 실시해야 합니다.

Mold deposit이 미량 부착된 상태에서는 포로 문질러서 용이하게 제거할 수 있습니다.

(2) Mold deposit이 부착된 상태로 금형을 방치하면 녹 발생의 원인이 됩니다.

특히, 장마철의 고온 다습한 시기에는 세밀한 주의를 요합니다.

(3) Mold deposit가 부착된 경우

- 1) 심하게 부착된 경우에는 금형을 손상하지 않는 대나무 주걱, 구리, 신주 등을 사용하여 제거합니다.
- 2) 금속 연마제를 사용하는 방법도 효과적입니다.
- 3) Mold deposit 제거제를 사용합니다.

4) 드라이아이스를 이용한 mold deposit 제거하는 방법도 효과적입니다.

- ① 금형에 발생된 mold deposit을 드라이아이스로 냉각하여 동결한 후 에어로 제거하는 방법입니다.
- ② 사출기에 금형이 장착된 상태에서 금형의 분해 없이 mold deposit 제거가 가능합니다.

(4) Mold deposit 제거제

1) Slide Resin Remover

Mold deposit가 부착되기 전에 금형에 분사하여 mold deposit의 부착을 억제합니다. Mold deposit가 심하게 부착된 경우에는 제거 효과가 적지만, 통상 연속성형시의 mold deposit 제거 및 예방에 널리 사용됩니다.

2) MG Cleaner-S Type

Mold deposit를 상온에서 용해하는 용제가 주성분으로서 성형시 금형에 분사하면 성형품이 용해되어 금형 표면에 고착되는 경우가 생기므로 분사한 후에는 반드시 금형을 깨끗이 닦아야 합니다. 이와 같이 사용방법에는 주의가 필요하지만, mold deposit의 제거 효과는 매우 좋은 편입니다.

3) Mold deposit 제거에 유효한 시약

① 벤질알콜[(C₆H₅)CH₂OH]

금형의 인서트 부분을 이 시약에 150°C, 10분간 담가서 mold deposit를 용해시킵니다. 그러나 가연성 물질이므로 화재의 위험에 주의하여야 합니다.

② 아황산수소나트륨[NaHSO₄]

Mold deposit를 상온에서 용해시키지만, 사용 후에는 금형의 수분, 시약을 깨끗이 닦아내지 않으면 안 된다. 시약이 금형 표면에 남아 있으면 금형이 부식될 위험이 있으므로 주의해야 합니다.

본사

04532, 서울특별시 중구 소공로 94 (OCI빌딩, 14층)
Tel. 02-728-7481 Fax. 02-714-9235

연구소

15850, 경기도 군포시 고산로 166, 104동 201호 (당정동, SK벤티움)
Te Tel. 031-436-1300 Fax. 031-436-1301

Headquarters

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7481 Fax. +82-2-714-9235

EU & America Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7467 Fax. +82-2-714-9235

Asia Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7491 Fax. +82-2-714-9235

China Sales

上海聚醚醚化工贸易有限公司
上海市长宁区天山路1717号SOHO天山广场2幢T2-903C室(200051)
Tel. +86-21-6237-1977 ; E-mail: cpac.sales@gpac-kpac.com

Disclaimer: 1. 상기 자료는 본 제품에 대해 당사의 현재 기술 수준에서 측정된 것이며, 측정 방법 및 조건에 따라 변경될 수 있습니다. 본 제품에 고객에 의해 안료 및 기타 첨가제가 사용된 경우 상기 자료는 적용되지 않습니다. 본 제품은 (치)의학 Implants 용으로는 적합하지 않으며, 고객은 안전 및 보건 기준에 따라 본 제품을 사용해야 합니다. 제품 사용의 결정 및 책임은 고객에게 있으며, 상기 자료는 법적 소송 및 근거자료로 활용될 수 없습니다.

2. 상기 성형수축률은 당사 시험편 금형을 이용하여 특정 사출조건에 한하여 측정된 수치이므로, 측정조건에 따라 다소 변동될 수 있습니다. 귀사에서 제작하고자 하는 금형의 경우 두께, 디자인, 사출기, 사출조건 등이 당사 시험편 금형과 상이하여 상기 수축률과 차이가 있을 수 있으므로, 귀사의 설계조건, 사출성형조건 등을 충분히 검토하신 후 필요 시 보정하여 적용하시기 바랍니다. 제작하고자 하는 금형과의 수축률 차이가 발생할 경우 당사에서는 어떠한 법적 책임도 질 수 없으며, 모든 책임은 귀사에 있음을 분명히 밝혀 드립니다.