

KEPITAL 사출성형 Guide

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. 안전상 주의사항

(1) 일반 안전상 주의사항

일반적으로 KEPITAL 사출 성형기 바로 위에 배기용 후드 설치를 추천한다. KEPITAL을 240 °C 이상의 고온으로 가열하거나, 200 °C 이상의 실린더(cylinder)에서 장시간 체류시키는 일은 가급적 피해야 한다. KEPITAL도 다른 회사의 폴리아세탈(POM) 수지와 마찬가지로 매우 높은 온도로 가열되거나, 실린더 내에서 오랜 기간 방치되면 열분해가 일어나 포름알데히드(formaldehyde) 가스가 발생하기 때문이다. 이 가스는 매운 냄새가 나며 눈을 따갑게 만들기 때문에 수지가 과열된 경우에는 실린더(cylinder) 온도를 내림과 동시에 수지를 배출한 뒤 과열수지를 즉시 물속에 담가 포름알데히드(formaldehyde)가스가 발생하지 않도록 처리하는 것이 바람직하다. 또한, 노즐(nozzle)이 막힌 상태에서 수지가 실린더 내에서 체류 할 때를 매우 주의해야 하는데, 이는 체류 시 발생한 포름알데히드(formaldehyde) 가스가 축적되어 실린더내의 압력을 높이기 때문이다. 압력이 어느 정도 이상으로 올라갈 경우 실린더 내의 수지와 가스가 폭발하듯이 호퍼(hopper) 쪽으로 분출되는데 이는 작업자와 사출기에 치명적인 손상을 줄 수 있다. 따라서, 노즐(nozzle)이 고화된 수지나 이물에 의해 막히지 않았는지 주의를 기울여야 한다.

KEPITAL 수지는 거의 모든 종류의 다른 소재와 섞어 사용할 수 없다. 만일 다른 소재가 혼입될 경우 오염, 박리 및 물성 저하 등의 문제가 발생하기 때문에 주의가 요구되며, 색상을 구현하기 위한 마스터배치(master-batch)의 경우도 KEPITAL을 베이스로 한 제품이 추천된다. 특히, PVC 수지의 경우 소량이라도 혼입될 경우 KEPITAL 수지에 심각한 분해를 유발하기 때문에 소재의 혼입 방지 노력뿐만 아니라, PVC 소재용 사출기와 KEPITAL 사출기는 완전 별도로 사용하는 것이 좋다.

(2) 재료교환

일반적으로 실린더(cylinder)내 재료 교환 시에는 PE나 PP를 넣어 깨끗이 한다.

(3) 보관 조건

- 1) KEPITAL 은 건조된 상태에서 포장 및 출하가 이루어진다.
- 2) 온도 조건 : 아세탈은 보관온도에 민감한 영향을 받지 않으나, 40 °C이하에서 보관하는 것을 추천한다.
- 3) 습도 조건 : 아세탈은 60 %RH 이하의 조건에서 보관하는 것이 좋다. 우기(雨期)에 사용시 혹은 장시간 개봉되었던 제품을 사용하는 경우에는 반드시 예비건조를 실시한 후 사용할 것을 추천한다. 포장재는 종이로 만들어져 있으므로 비나 눈에 노출 시 찢어질 우려가 있으므로 수분의 접촉을 금하여 주기를 권한다.

- 4) 입고된 제품은 선입선출(先入先出)로 사용하시고, 정밀성형 혹은 표면외관을 중요시 하는 부품의 경우는 반드시 예비 건조 후 사용할 것을 권한다.
- 5) 옥외 보관 시는 직사광선을 피하고, 지면과 직접 접촉하지 않도록 Pallet 상태로 보관하는 것이 좋다.
- 6) 상온 및 60 %RH 조건하의 직사광선이 없는 장소에서 보관 시 장기간 경과하더라도 품질의 변화는 없다.

(4) 작업 중단, 분해 청소

실린더(cylinder)내 수지는 벽면에서는 거의 흐르지 않기 때문에 장시간 작업 중단하는 경우 분해 수지 층이 형성되어 서서히 탄화된다. 이때 형성된 탄화 층은 금방 떨어지지 않으나 작업 중단이나 정지 후 실린더(cylinder) 내부 온도가 상온까지 내려가면 수축에 의해 떨어져 나와 다음 성형작업 시 혼입되기 때문에, 일시 작업 중단하는 경우에는 가열온도를 150 °C 이하로 유지하는 것이 좋다.

그리고 때때로 실린더(cylinder) 분해 청소를 하여 탄화 층을 제거하는 것이 필요하다.

(5) KEPITAL의 재생

재생재 혼합 사용에 있어 색차, 강도, 성형성에 특별히 지장이 없으나 재생률이 높은 경우에 이물의 혼입 등 문제 발생의 여지가 높으며 재생 회수에 따라 용융 흐름 지수(melt index)의 증가가 수반된다.

2. 사출성형기

KEPITAL을 사용하여 보다 좋은 품질의 제품을 얻기 위해서 사출성형기는 다음과 같은 사양을 갖고 있는 것이 좋다.

- (1) 스크류헤드(screw head)에 역류방지용 체크링(check-ring)이 있으며, 마모가 되지 않아야 한다. 체크링(check ring)이 마모될 경우 수지가 역류하여 싱크마크(sink mark)나 치수 및 중량 불 균일의 원인이 된다.
- (2) 노즐(nozzle)은 오픈 타입(open type)으로, 가열용 밴드히터(band heater)가 부착되어 별도로 온도 조절이 가능해야 하며, 노즐(nozzle) 부분이 냉각되어 막히면, 실린더(cylinder)내에 분해된 가스의 압력이 높아져서 위험할 때가 있다.
- (3) 스크류(screw)의 압축부(compression zone)의 비율이 25 % ~ 30 % 인 것이 좋다. 압축부(compression zone)가 작을 경우 급격한 전단발열로 인해 소재의 분해 현상이 발생할 수 있다.

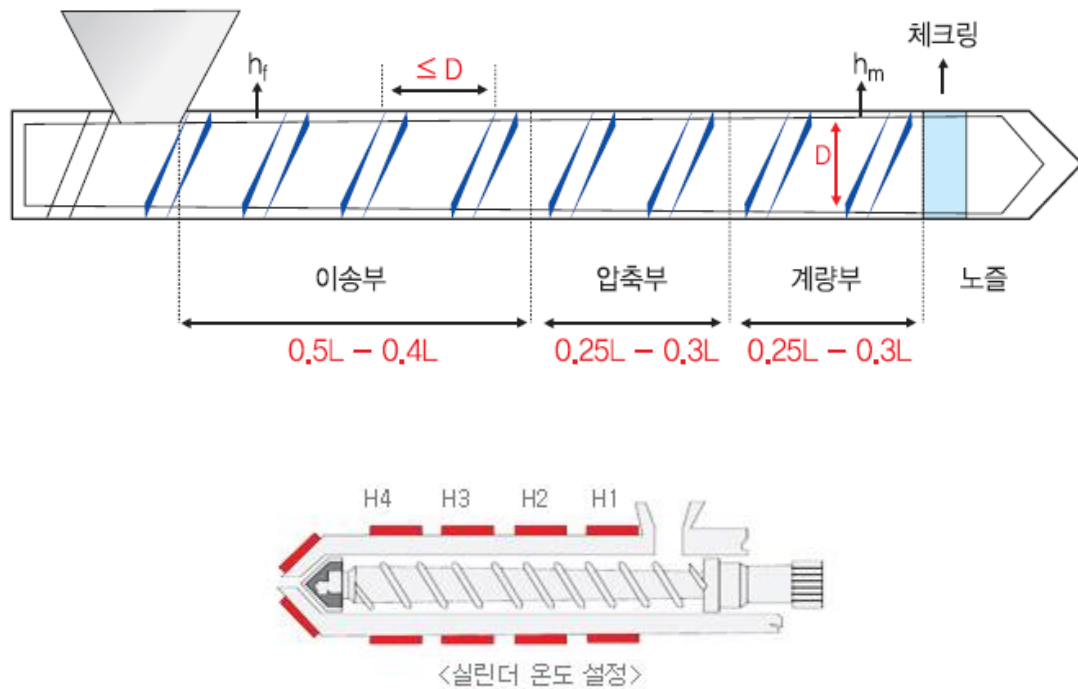


그림 1. 사출기 스크류 부위 및 구조

[KEPITAL의 추천 사출기 사양]

- 1) 사출용량 : 1 shot의 중량이 최대사출용량의20~50 %
- 2) 스크류(screw) 직경 : Small or medium (A or B type screw)
- 3) 압축비(compression ratio) : 1.8/1 ~ 2.5/1
- 4) L/D : 18 ~ 22

3. 사출성형공정

실제의 사출성형에서는 수지의 유동 특성, 성형수축률, 치수정도, 성형품의 품질 안정성, 균일성, 경제성 등을 고려할 필요가 있고 이러한 것은 금형 제작 전에 검토하는 것이 바람직하다.

(1) 재료의 예비건조

KEPITAL 표준 Grade는 흡수율이 낮으므로 개봉 후 바로 사용이 가능하다. 하지만, 성형품의 외관을 좋게 하거나, 노즐부 흘러내림(drooling) 방지, 실버 스트리크(silver streak) 방지 등이 요구되는 경우에는 열풍건조기에서 80 ~ 90 °C, 3 ~ 4시간의 예비 건조를 할 필요가 있다. 또한 건조하여 사용하면 금형 부착물(mold deposit)의 발생이 적다.

(2) 수지온도

수지 온도는 190 ~ 210 °C 범위가 일반적이며, 수지의 실제 온도가 실린더(cylinder) 설정 온도보다 10 ~ 15 °C 상승하는 경우가 있는데 이는 스크류(screw) 회전에 의한 전단 발열에 기인하는 것이다. KEPITAL 저취기 grade인 LOF series는 성형품의 취기 발생을 최소화하기 위해 170 ~ 190 °C 범위가 적합하다.

표 1. 실린더 온도 설정 표준(°C)

Grade	Nozzle	실린더 전부	실린더 중부	실린더 후부
표준 내후 내충격	180 ~ 210	190	180	170
FG MF FB		200	190	170

(주)상기 온도는 표준 조건에 의한 것이며 사출기 및 금형의 크기에 따라 변경 될 수 있다.

수지를 고온의 실린더 내에 방치하게 되면 고열로 인해 열화가 발생하며, 이로 인해 수지의 황변, 가스 등이 발생 할 수 있다. 그림 2는 KEPITAL 표준 Grade의 실린더 체류시간에 따른 성형이 가능한 온도구간 그래프이다.

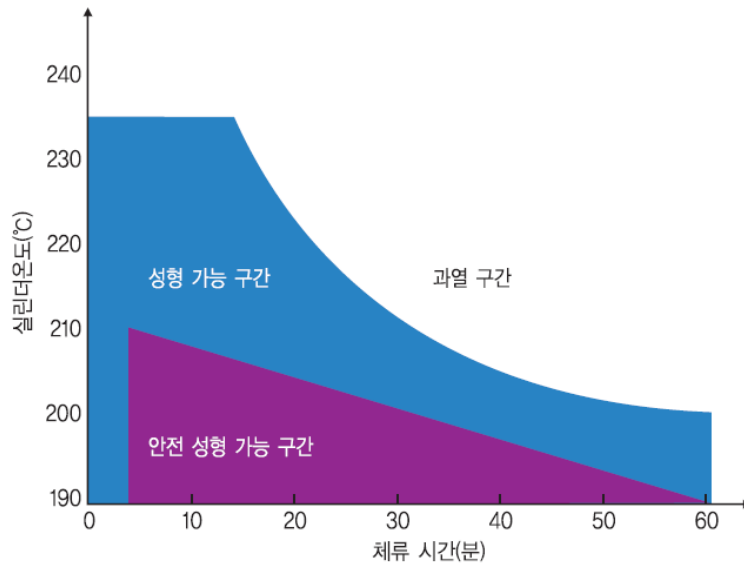


그림 2. 실린더 체류 시간에 따른 성형 온도 구간 곡선

(3) 사출 압력

설정된 사출속도를 낼 수 있도록 사출압력을 충분히 높게 설정해야 하며, 사출 압력이 낮아 사출 속도가 저하되지 않도록 해야 한다. 사출 압력은 일반적으로 600 ~ 1200 bar 사이가 적당하다.

(4) 금형 온도

금형 온도는 특히 결정성 수지의 사출 성형에 있어서 중요한 조건으로 60 ~ 120 °C 범위 내에서 상황에 따라 설정할 수 있으나, 일반적으로 70 ~ 90 °C로 설정하는 것이 좋다. 특히 제품 외관이 중요하거나 제품의 실제 사용 온도가 높은 경우에는 금형 온도를 높게 할 필요가 있다. 특히, 양질의 제품을 얻기 위해서 금형온도가 일정하게 유지되고, 금형 내 온도 분포의 균일 제어가 가능하며, 수지에 의해 발생된 열의 제거가 가능해야 한다.

(5) 사출 속도

사출 속도는 수지의 유동성, 외관(finger print, flow mark, sink mark 등)을 고려하여 조절해야 한다. 양호한 외관을 얻기 위해서는 사출 속도를 높이고, 플래쉬(flash)와 탄화 자국(burn mark)을 줄이거나 사출 시 발생하는 전단력을 감소시키기 위해 사출 속도를 줄이는 것이 일반적이다.

(6) 보압

보압은 수지가 금형에서 냉각 수축이 일어나며 발생하는 체적 수축을 보상하기 위해 수지를 더 공급해주는 공정이다.

보압 시간은 게이트가 완전히 고화되는 시간(gate seal time) 이상으로 설정하여야 균일한 제품을 얻을 수 있다.

그림 3에 보는 바와 같이 보압 시간에 따라 제품의 중량이 증가하다가, 게이트 고화 시간(gate seal time) 이후에는 중량이 일정해 짐을 알 수 있다. 제품의 중량이 일정해야 균일한 치수의 제품을 생산할 수 있다. 일반적으로 1 ~ 4 mm의 두께를 갖는 성형품의 경우, 성형품의 두께 x 8 초/mm를 보압 시간으로 설정한다.

압력의 경우 제품의 치수, 싱크마크(sink mark) 등을 감안하여 설정해야 하며, 일반적으로 사출압력의 50 ~ 80 % 수준으로 설정한다.

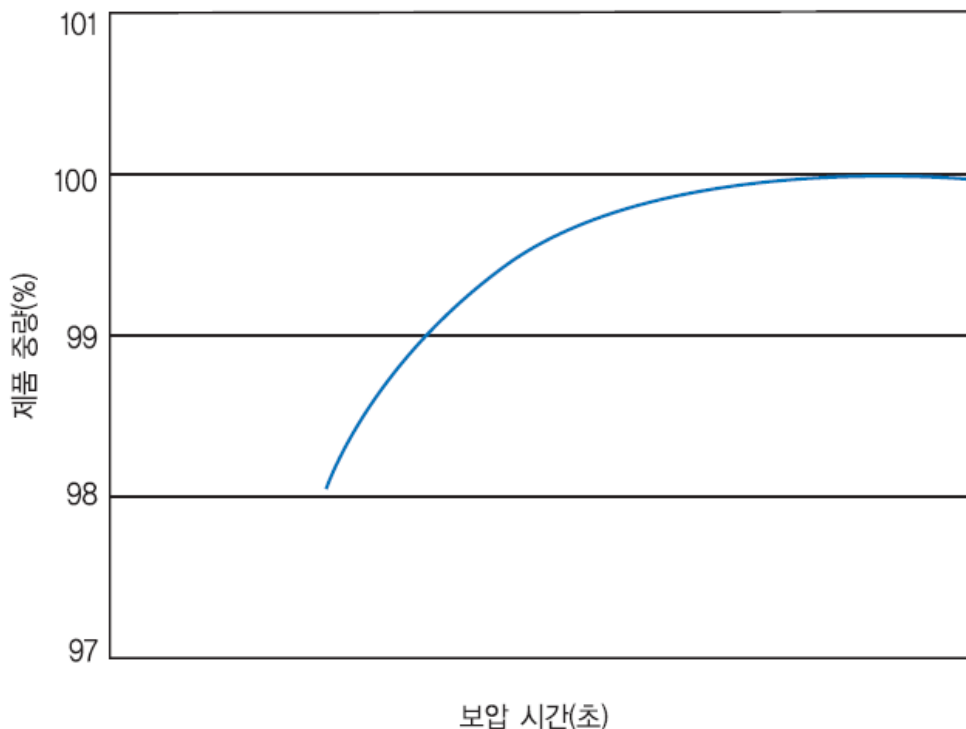


그림 3. 보압 시간과 제품 중량

(7) 계량

과도한 속도로 계량 시 전단발열로 인해 수지의 분해를 유발할 수 있으므로 사이클타임(cycle time)에 영향이 없는 한 가급적 낮은 속도로 계량하는 것이 좋다. 일반적으로 100 rpm 이하의 속도가 추천되나, 동일한 rpm이라도 스크류(screw)의 직경에 따라 선 속도가 다르기 때문에 성형기 크기가 커질수록 rpm을 낮추어야 한다.

표 2. 일반적인 스크류(screw)직경에 따른 계량rpm

Screw Φ	25 mm	40 mm	55 mm
계량 rpm	120	100	70

배압의 경우 50 ~ 100 bar 수준이 적당하다. 하지만, 컬러 마스터배치(color M/B)나 안료의 분산성을 증대하기 위해서 배압과 속도를 높여 계량할 수도 있다.

(8) 냉각조건

실제 냉각 시간은 보압시간 + 추가적인 냉각 시간(계량 시간+ α)으로 표현될 수 있다. 따라서 보압 시간이 적절하게 설정되었다면 추가적인 냉각 시간은 계량 시간만을 고려하면 된다.

KEPITAL과 같은 고결정성 수지의 경우 잔류 응력을 제거하기 위해 냉각 시간을 늘리기도 한다.

| 이론적인 냉각 시간의 계산 |

$$S = \frac{t^2}{\pi^2 \alpha} \ln \left[\frac{8}{\pi^2} \frac{(T_c - T_m)}{(T_x - T_m)} \right] \quad \alpha = \frac{R}{C_p \rho}$$

- S = 이론적인 냉각 시간
- t = 최대 부품 두께
- α = 물질의 열확산계수
- R = 물질의 열전도도
- C_p = 물질의 비열
- T_x = 제품 취출 온도
- T_m = 금형 온도
- T_c = 실린더 온도

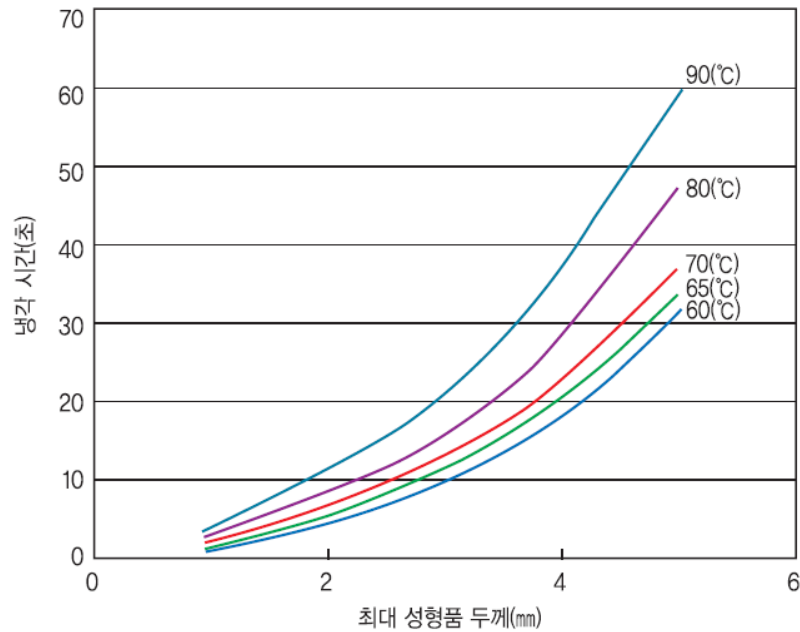


그림 4. 금형 온도별 냉각 시간

(9) 유동성

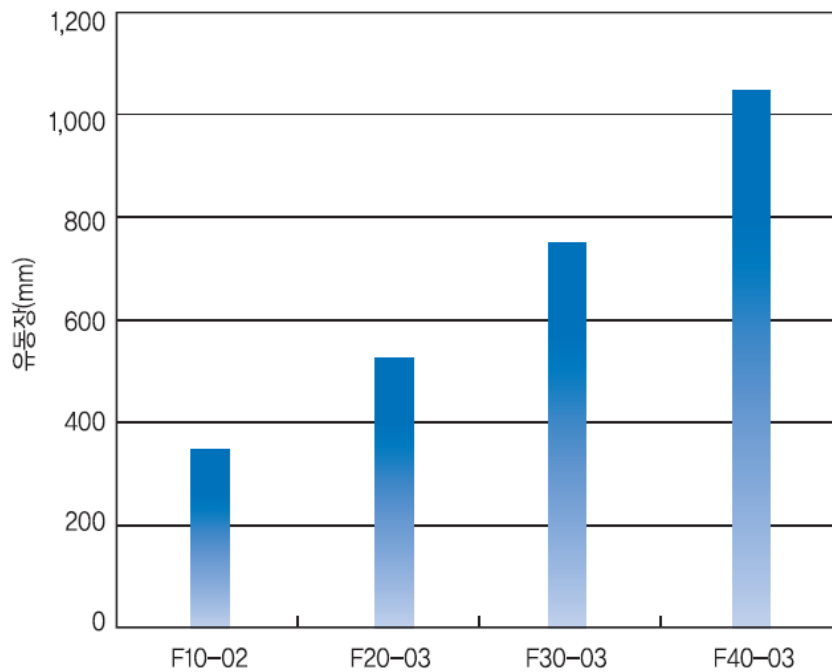


그림 5. KEPTAL 주요 grade의 유동장

(수지 온도 200 °C, 사출 압력 600 bar, t = 3 mm 유동장)

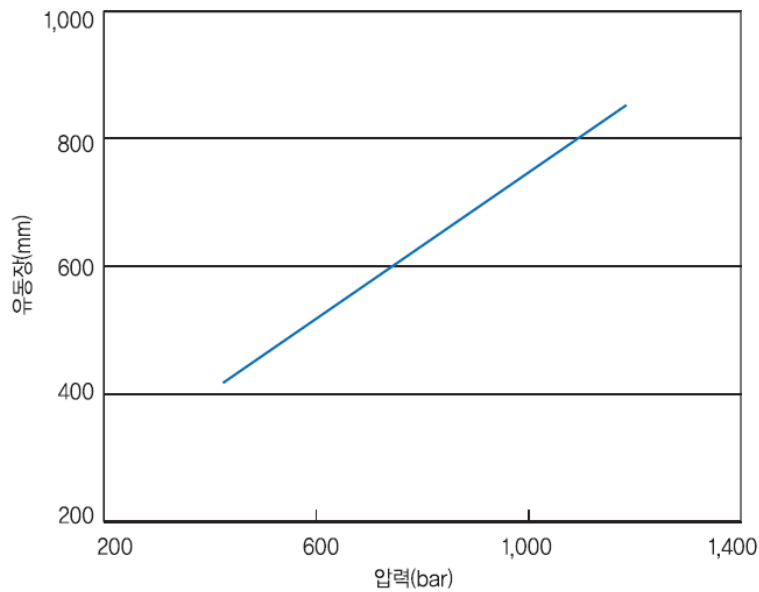


그림 6. F20-03의 사출 압력에 따른 유동장(수지 온도 200 °C, t = 3 mm 유동장)

KEPITAL 주요 Grade의 유동성을 평가한 유동장 시험 결과는 그림 5와 같다. 분자량에 따라 유동성의 영향이 크게 나타나고 있다. 또한 그림 6는 F20-03의 사출압력에 따른 유동장 시험 결과로 사출 압력에 따라 유동성이 증가하는 경향이 있다.

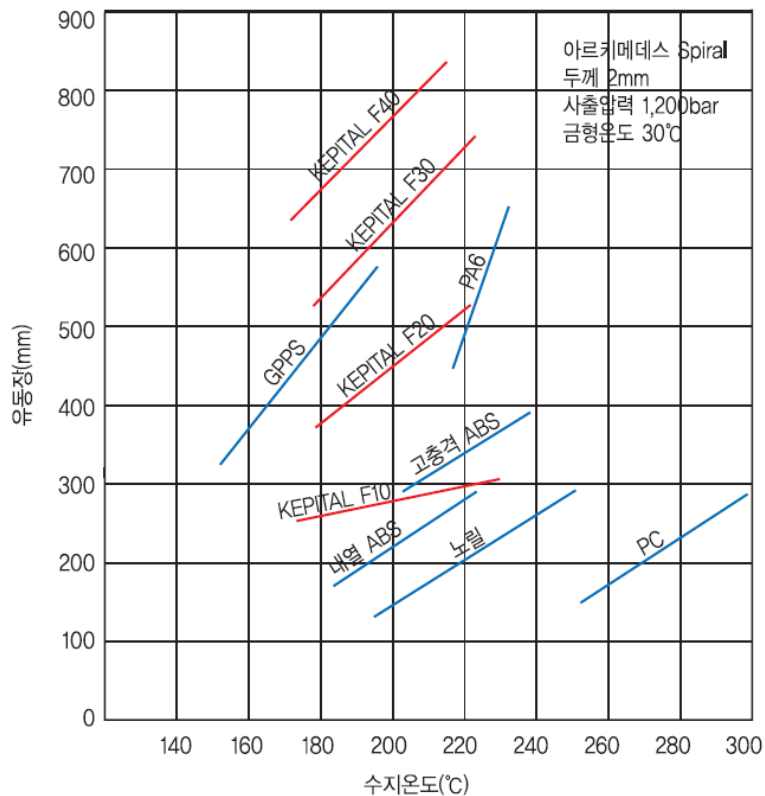


그림 7. KEPITAL과 타수지의 사출 성형시 유동 특성

(10) 사이클타임(cycle time)

사이클타임(cycle time)은 사출 시간, 보압 시간, 냉각시간, 사이클간 유보 시간 등에 의해 달라진다. 보압시간은 게이트 고화(gate seal)가 완료될 때까지 유지하는 것이 좋다.

게이트 고화 시간(gate seal time)은 게이트 단면 형상, 금형 온도에 따라 변화하기 때문에 성형품의 중량, 치수가 일정 범위 내에 있도록 적정 사출시간을 찾아낼 필요가 있다.

(11) 수축률

수축률은 성형시 초기수축과 후수축의 결과로 제품의 치수를 결정하는 가장 중요한 인자이며, 변형을 일으키는 가장 큰 요인이다. 수축률은 플라스틱의 특성뿐만 아니라 가공 조건, 제품디자인에 의하여 변하게 된다. 따라서 제품 디자인 과정에서 반드시 수축률을 고려해야 한다.

금형 온도가 증가하게 되면, 성형수축률은 증가하게 되고, 후수축률은 감소하게 된다.

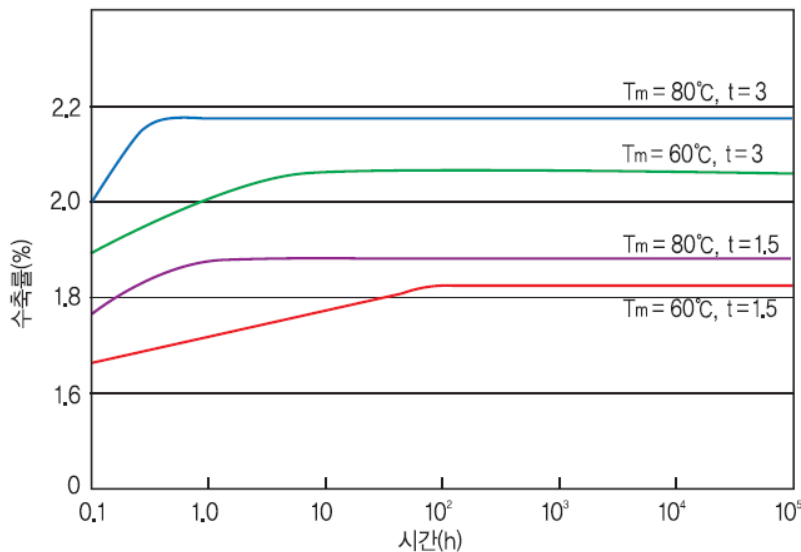


그림 8. 금형 온도 및 시험편 두께별, 수축률 변화

일반적으로 사출 압력이 증가하게 되면, 수축률은 감소하게 된다. 사출압력 및 보압의 변화를 통해 제품의 치수를 조정할 수 있다.

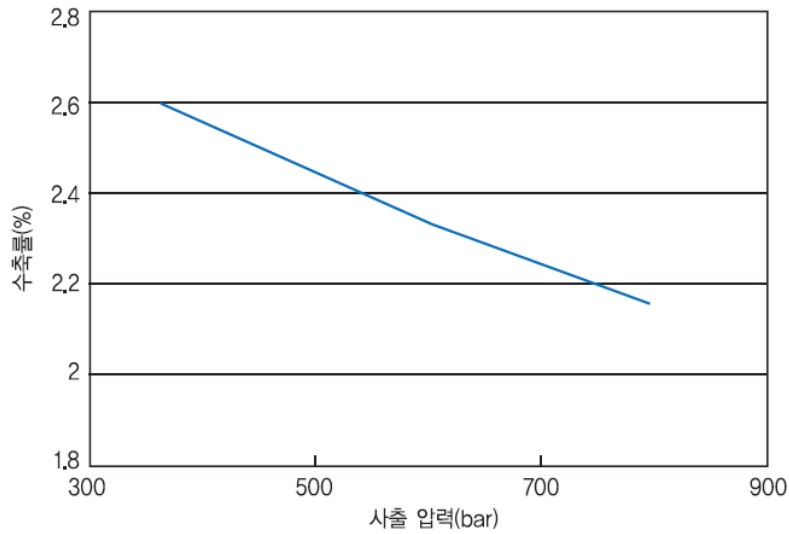


그림 9. 사출 압력에 따른 수축률 변화

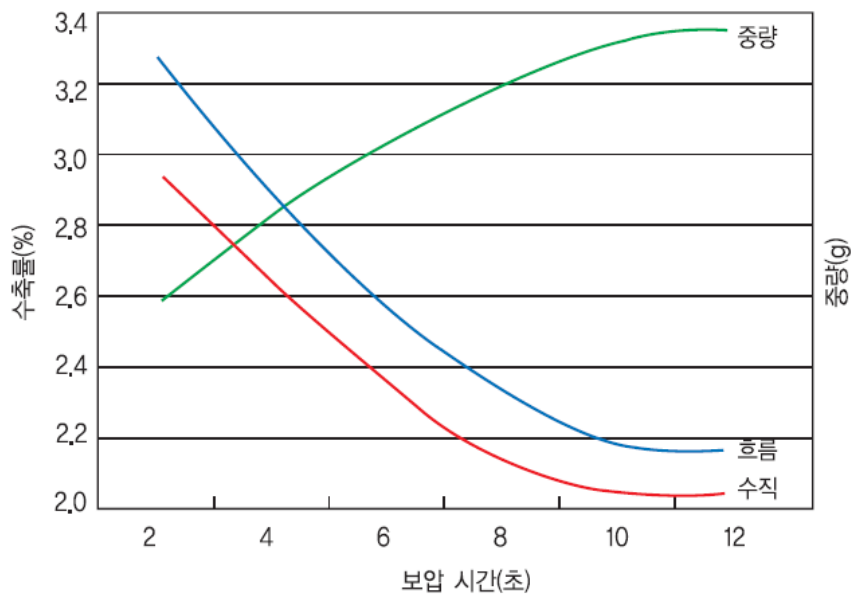


그림 10. 보압 시간별 수축률 변화

그림 10에서 보는 바와 같이, 보압 시간이 게이트 고화시간보다 짧을 경우에는 수축률이 큰 것을 알 수 있다.

제품의 두께가 얇을 경우에는 캐비티 내에서 압력 손실이 크기 때문에 증가하게 된다. 반면 제품의 두께가 두꺼울 경우에는 압력 손실이 적게 되는 효과와 서서히 냉각이 이루어짐에 따라 결정화가 용이해지는 효과 때문에 성형 수축률이 증가하게 된다.

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.