

사출성형 일반

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. 사출성형이란?

대부분의 엔지니어링 플라스틱은 사출성형을 이용하여 제품을 만들기 때문에 사출 성형의 과정 및 주의할 점에 대해 이해하는 것이 매우 중요하다. 먼저 플라스틱에 안료(顔料), 안정제, 가소제, 충전제 등을 첨가하여 원통형 또는 원형으로 된 수 mm의 칩(chip 또는 pellet)을 호퍼에 넣는다. 투입된 재료는 가열실린더에서 재료에 따라 알맞게 가열하여 재료를 용융상태로 만든다. 이것을 스크류로 투입구를 통해서 금형(金型)속으로 사출한다. 금형의 구석까지 흘러 들어가면 전진되어 있던 스크류는 뒤로 돌아오고, 금형을 열어 고화된 성형품을 취출한다. 최적의 상태로 제품을 생산하기 위해서는 성형재료(수지)와 금형, 사출성형기 및 주변기기 등이 상호 보완적으로 적절히 준비되어야 한다.

2. 플라스틱 사출성형의 기본 요소

(1) 금형

금형이란 쉽게 말하면 우리가 통상적으로 알고 있는 “틀”을 말한다. 즉, 금속을 정해진 금형 설계에 따라 생산하고자 하는 제품과 동일한 형태로 가공한 성형상의 모체가 되는 것을 말한다.

(2) 사출성형기

금형을 부착하여 직접 생산활동을 할 목적으로 제작된 플라스틱 사출성형 전용기계를 말한다.

(3) 성형재료(수지)

성형재료는 1만 이상의 분자량을 가진 유기화합물을 주체로 해서 제조된 유기 고분자 화합물로서 저 분자량의 단량체(모노머)가 연결된 고체이다.

(4) 성형조건

성형조건이란 일정한 형태의 성형품을 만들기 위해서 구비하여야 할 제반 조건을 말하는데 이러한 조건을 사출성형기에 입력시켜주면 기계는 거기에 맞춰 동작을 진행하게 된다.

3. 사출성형기

(1) 사출기의 선택

양질의 제품을 생산하기 위해서는 성형품에 적합한 사출기를 선택해야 한다. 사출기의 선택 기준은 사출기의 용량을 기준으로 판단해야 한다. 사출기의 용량은 최대 형체력과 최대 사출량(이론적)으로 결정된다.

- 1) 형체력 : 용융수지가 금형 내로 유입될 때 금형이 열리지 않도록 지탱하는 최대 압력을 말한다.
- 2) 사출량(이론적) : 주로 GPPS 를 기준으로 하며 최대 계량량(1 회 사출시의 최대 사출량)을 의미한다.
- 3) 형판 면적 : 금형을 투영할 수 있는 최대 면적을 의미한다.

사출기 용량은 최대 형체력(사출량)의 40~70%가 적합하며, 제품이 클 경우에는 80% 선까지 가능하다. 필요에 따라서 더 큰 제품도 일부 작업은 가능하나 제품안전성, 사출기 사용연한에 영향을 미치므로 이를 지키는 것이 좋다.

(2) 사출성형기의 종류

- 1) 유압식 사출기 : 유압, 즉 기름의 압력에 의해 구동되는 방식을 채용하고 있다.
- 2) 전동식 사출기 : 전동식 서브모타에 의해 구동되는 방식을 채용하고 있다.
- 3) 하이브리드식 사출기 : 유압식와 전동식의 혼합 방식을 채용하고 있다.

(3) 가소화 및 사출방식에 따른 분류

- 1) 스크류 인라인(또는 인라인 스크류) type
- 2) 플랜저 type

(4) 사출기(유압식)의 기본 구조

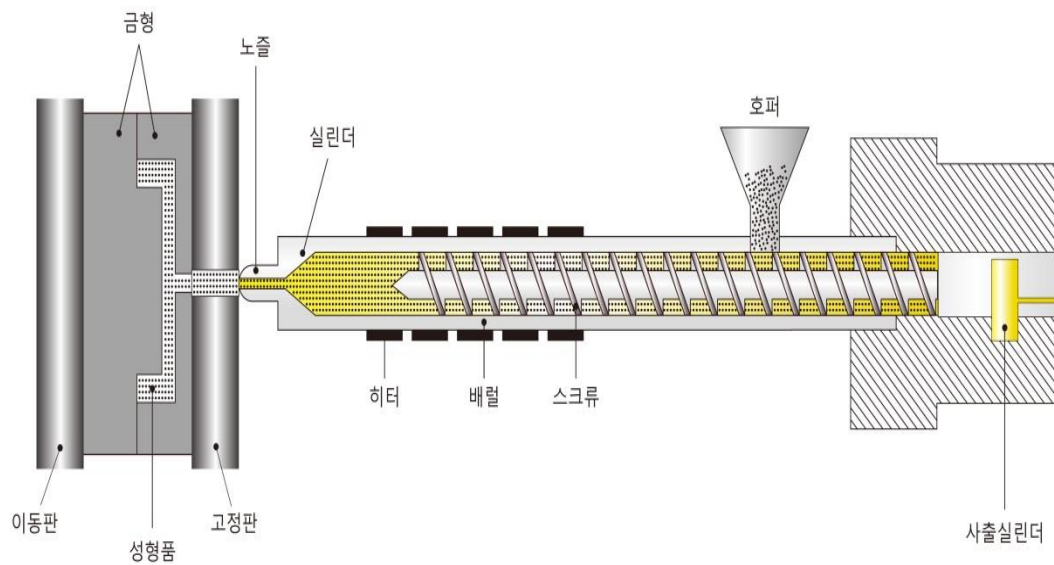
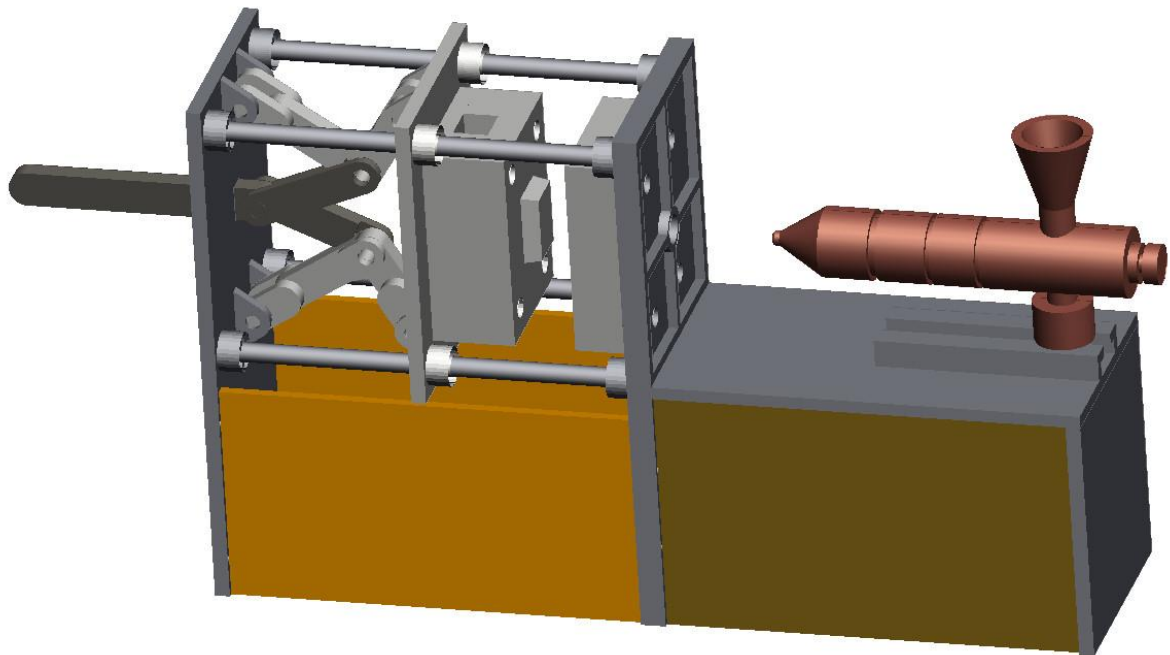


그림 1. 사출성형기의 기본 구조

1) 프레임 혹은 베드

사출 성형기의 각종 기구(형체 및 사출기구)와 유압 구동부를 설치하는 베이스 역할을 한다.

2) 형체기구

성형기의 금형을 열고 닫는 장치로 용융수지 충전시에 금형이 열리지 않게 압력을 가하는 기구로 직압식, 토글식, 조합식, 전기식 등이 있다.

- ① 다이 플레이트(mold plate) : 일명, 조방이라고도 하며, 금형을 취부하는 곳으로서 고정판(금형으로 말한다면, 상측 혹은 고정측)와 이동 플레이트(금형으로 말한다면, 하측 혹은 이동측)로 구분된다.
- ② 타이바 (tie-bar) : 4 개의 축으로 되어 있으며, 다이 플레이트가 형개폐 동작을 할 때 지지해 주는 역할을 한다.
- ③ 형체 실린더 : 금형을 개폐하고 형체력을 발생시키는 유압 실린더이다.
- ④ 금형 두께 조절장치 : 금형은 그 종류에 따라서 두께가 각기 다르므로, 금형 교환 시에는 그 두께에 맞춰서 조절을 해줘야 성형작업이 가능하다. 이러한 경우에 사용되는 장치이다.
- ⑤ 돌출장치(ejector) : 금형으로부터 성형품을 취출할 수 있도록 밀어내는 장치이다.
- ⑥ 안전문(safety door) : 작업자의 안전사고를 사전에 방지하기 위한 장치이며, 문이 열려있는 상태에서는 형폐동작(mold close) 진행이 안 되도록 해 놓았다.
- ⑦ 급유 장치 : 성형기 가동 시 미끄러지는 부분이나 마찰이 되는 부분에 윤활유를 공급하는 장치이다.

3) 사출기구

성형재료를 가소화시켜 사출하는 기구로 스크류, 노즐, 히터, 금형 및 부대 장치로 구성되어 있다. 사출성형기에서 성형조건과 관련하여 가장 중요한 역할을 수행한다.

주요부분의 명칭 및 역할은 다음과 같다

- ① 호퍼(hopper) : 사출 성형용 재료는 작은 펠렛 또는 칩 형태로 제공되며, 호퍼는 이 펠렛을 담고 있다. 펠렛은 호퍼로부터 호퍼 목을 통해 배럴과 스크류 조합으로 중력에 의하여 이송된다.
- ② 가열 실린더 : 사출 성형용 재료를 열(heater)로 용융 또는 가소화하는 기능을 수행한다.
- ③ 노즐(nozzle) : 사출 시 금형의 스프루(sprue)와 터치(touch)상태를 유지하며 용융수지를 금형 안으로 유입시키는 역할을 하는데 유로의 첫 번째 통로가 된다.
- ④ 사출 램 실린더(injection ram cylinder) : 사출 압력 및 속도의 발원지로서 스크류를 전진(사출)시키는 역할을 한다.
- ⑤ 스크류 구동장치 : 스크류에 유압모터 또는 전동기를 연결하여 스크류를 회전시킴으로써 수지의 가소화를 가능케 하는 장치이다.
- ⑥ 사출대 : 사출장치에서 가장 핵심이 되는 부분이다.

스크류 헤드 부분에는 역류방지 밸브를 부착시키는데, 이것은 사출 시에 용융 수지의 역류(수지가 금형 안으로 들어가지 않고 거꾸로 스크류 뒤쪽, 즉 호퍼 쪽으로 흐르는 현상)을 방지하는 역할을 하며, 체크밸브(check valve)라고도 한다. 역류방지밸브는 스크류 헤드와 스크류 바디가 시작되는 부분인 스크류 어깨 부분 사이의 좁은 공간을 왕래하며 사출공정 중에는 스크류가 앞으로(노즐쪽) 전진하므로 사출압력에 밀려서 뒤로(스크류 어깨 부분) 붙고, 계량공정 중에는 스크류가 뒤로(호퍼 쪽) 후퇴하므로 계량되는 용융 수지의 압력에 밀려서 다시 스크류 헤드 쪽으로 밀착된다. 주목할 것은 체크밸브가 사출 공정 중에 스크류 어깨부분에 밀착됨으로써 용융수지의 역류를 막아 준다는 것이다.

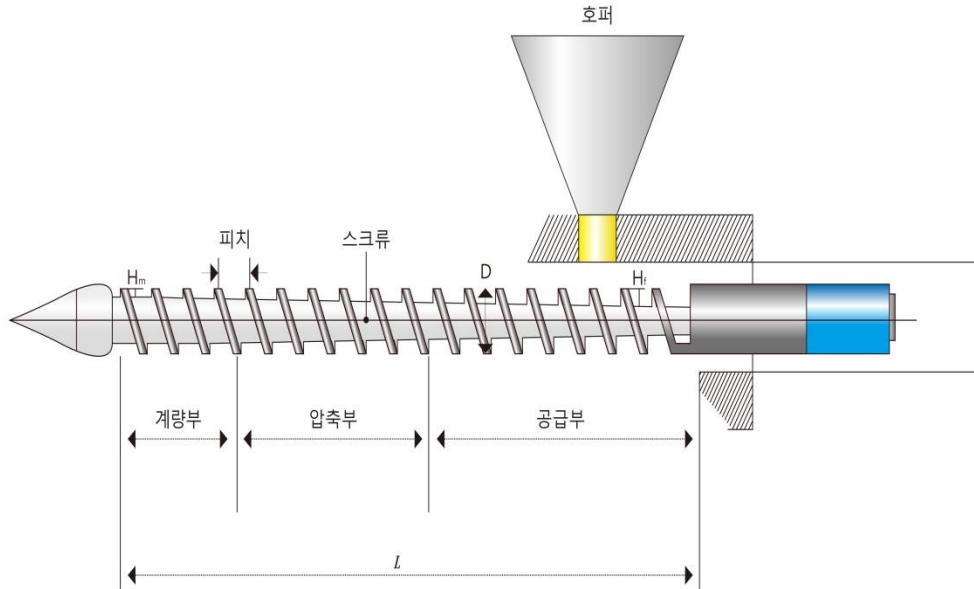


그림 2. 스크류 구조

플라스틱 종류별로 적합한 L/D 와 압축비(H_f 와 H_m 의 비)가 다르므로 이에 대한 고려도 필요하다. [H_f : Feed부 높이, H_m : 계량부 높이]

스크류는 공급부, 압축부 및 계량부로 구성되어 있다.

① 공급부

플라스틱 재료를 가소화(유동화)시키기 위해 가열실린더 내부(압축부까지)로 재료를 공급해주는 역할을 수행한다. 공급부의 위치는 호퍼 밑의 최초 원료 투입구에서 중앙부까지이며, 스크류의 회전에 의해 골과 산에 말려 들어온 플라스틱 재료를 누르면서 외부의 가열실린더 열과 함께 어느 정도 유동상태로 만들어 압축부로 보낸다.

② 압축부

스크류의 중앙부분에 해당되며 공급부에서 넘어온 불완전 용융(가소화) 상태의 재료를 완전한 유동상태(가소화 완료 상태)로 만들어 최종 종착지인 계량부로 이송시키는 역할을 한다. 플라스틱 재료는 압축부에서 완전히 유동화 된다. 수지를 완전 유동화시키기 위해서 스크류를 공급부에서 압축부로 갈수록 '골 깊이'가 서서히 작아지도록 만들어 강하게 압축될 수 있도록 한다.

③ 계량부

압축부에서 이송되어온 가소화 완료된 용융수지의 체류 장소이다. 매 쇼트(shot)마다 이 부분이 수지가 사출압력에 의해 금형 내로 유입되어 성형을 하게 된다.

4) 유압 구동부

사출 성형기는 유압에 의해 작동되며 유압을 발생시키기 위해서는 동력원인 펌프가 있고, 그 외에 출력 장치인 실린더, 오일모터 그리고 제어 부품인 방향전환 밸브 등이 있다. 이러한 장치들이 형체기구나 사출기구가 성형작업을 원활히 수행할 수 있도록 그 각각의 유압실린더에 동력을 제공하며, 이러한 역할을 하는 것을 유압 구동부라 한다.

5) 전기 제어부

전기계통의 장치로 제어반을 말한다. 히터회로와 제어회로, 모터회로가 있으며, 성형온도를 제어하고 제어회로는 각종 유압기구의 동작을 제어하며 모터회로는 힘의 원동력인 동력을 제어한다.

4. 금형

사출 성형용 금형은 기본적으로 용융 또는 가소화된 성형재료를 원하는 캐비티에 의해 설계된 형태와 세부 치수로 고화시키는 열교환기이다. 사출 성형용 금형은 캐비티, 스프루 및 런너시스템을 지지하는 성형판, 취출핀, 냉각라인, 타이바, 이동판 및 고정판으로 이루어져 있다.

사출 성형용 금형은 일반적으로 공구강으로 만들어진 평판과 금형판의 조립체이다. 고정판은 사출성형기의 배럴 측면에 붙어 있으며 타이바에 의해 이동판과 연결되어 있다. 캐비티판은 일반적으로 고정판에 붙어 있어 사출 노즐이 지지한다. 코어판은 타이바에 의해 이동판에 연결되어 있다.

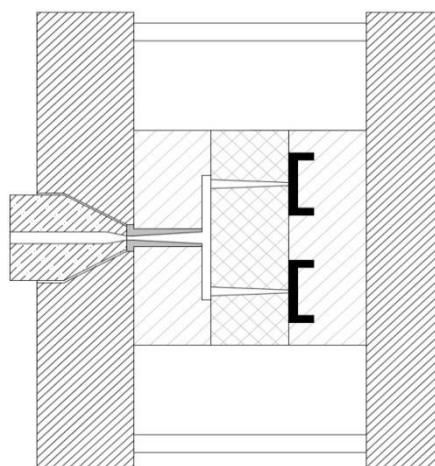


그림 3. 일반적인 금형의 구조

일반적으로 금형은 2 단 금형, 3 단 금형, 특수 금형 등으로 나눌 수 있다.

금 형(mold)		
2 단 금형		3 단 금형
<ul style="list-style-type: none"> - 다이렉트 게이트 - 사이드 게이트 - 서브머린 게이트 (혹은 터널 게이트) - 특수 게이트 	<ul style="list-style-type: none"> - 슬라이더(사이드)코어 금형 - 분할 금형 - 나사 금형 - 기타 조합형 금형 	<ul style="list-style-type: none"> - 핀 포인트 게이트 - 사이드 게이트

(1) 2 단 금형

파팅라인(형 분할면)에 의해 스프루(sprue), 런너(runner), 게이트(gate) 그리고 성형품이 되는 캐비티(cavity)가 각각 반씩 나뉘어져 고정측과 이동측으로 분리되는 사출성형 금형에 있어서 가장 일반적인 구조이다. 분할된 고정측과 이동측면에 (약간의 예외는 존재한다.) 스프루, 런너, 게이트, 캐비티가 대부분 같이 존재한다.

(2) 3 단 금형

고정측과 가동측 외에 또 하나의 판(중간 판)이 있는 금형을 말한다. 중간 판은 고정측과 가동측의 중간에 위치하며 런너가 성형 되므로 런너 플레이트(runner plate)라고도 한다.

(3) 특수 금형 : 유압코어 금형, 공기 장치 금형 등이 있다.

냉각 수로는 금형의 내부에 위치하는 통로로 이를 통해 열매(물, 증기, 오일 등)가 순환된다. 열매의 기능은 금형 표면의 온도를 조정하는 것이다. 냉각 수로는 또한 필요에 따라 히터 봉 등과 같은 다른 형태의 온도제어장치와 연결되는 경우도 있다.

5. 주변기기

- (1) 건조기 : 열풍(순환)건조기, 제습건조기, 진공건조기, 질소건조기 등이 있다.
- (2) 호퍼 드라이어 : 사출기에 부착된 건조기를 말한다.
- (3) 호퍼 로더 : 호퍼 드라이어로 원료를 공급하기 위해 호퍼 드라이어와 직접 연결하여 사용하는 원료 자동 공급 장치이다. 호퍼 로더를 작동시키면 모터가 회전하면서 이송 호스를 통해 원료를 호퍼 드라이어로 빨아 올린다.
- (4) 분쇄기 : 성형 작업 중 발생한 스크랩(scrap, 성형불량품과 런너를 말한다.)을 다시 재사용할 목적으로 잘게 부수는 데 사용하는 기계를 말한다.
- (5) 성형품 취출기 : 금형에서 성형품을 취출하는데 사용하는 기계를 말한다.
- (6) 금형온도장치(금형온도조절기): 금형온도를 자동으로 조절할 수 있도록 만든 장치이다. 종류로는 온유(수)기와 칠러(chiller)가 있다.

6. 사출성형공정

(1) 먼저, 필요에 따라 예비 건조된 성형재료를 호퍼에 투입한다. 또한 사출기 호퍼에 부착된 호퍼 드라이어를 가동시킴으로서 건조도 가능하다.

(2) 호퍼에 투입된 성형재료는 가열실린더 내부로 공급되는데, 이때 수지를 가열실린더 앞쪽으로 보내는 역할(계량이라 한다.)을 하는 것은 가열실린더 내부에 있는 스크류다, 이렇게 보내진 용융수지(녹은 원료)에 일정한 압력(사출압력)과 속도(사출속도)를 가하면 가열실린더 내에 있는 수지는 금형 내부로 제품을 형성하기 위해 빠른 속도로 유입되는데(사출공정, injection process) 일정한 시간(사출시간, 냉각시간 등)이 경과하면 자동적으로 금형이 열리면서 제품(성형품)을 받아볼 수 있게 된다.

[사출성형 공정]

형체 → (nozzle 전진) → 사출 → 보압 → 계량 → (냉각) → 이형 취출 → 형체 →

1) 형체

금형 체결 공정으로 형폐 시점으로 사출 준비 완료 단계이다. 형체 후에는 사출시 금형이 유동수지의 압력에 의해 밀리는 것을 방지하기 위해 가동 측 금형을 받쳐주게 된다.

2) Nozzle 전진

금형의 체결이 완전히 이루어진 후 사출부가 앞으로 전진하여 nozzle 이 sprue bushing 과 접촉하는 단계이다.

3) 사출공정

스크류가 고속, 고압으로 직선운동을 하는 상태로 nozzle 과 sprue bushing 이 결합되면 사출 screw 가 앞으로 전진하면서 금형안으로 용융된 수지가 공급된다.

4) 보압 공정

성형재료가 금형 내에서 고화되면서 체적 수축이 발생하게 되는데 이러한 수축을 보완하기 위한 단계이다. 즉, 제품의 형상을 원하는데로 유지하고 sink mark 나 void 와 같은 불량을 방지하기 위해 충전이 완료된 후에 일정 시간의 압력을 지속적으로 가해주는 공정이다.

5) 계량(냉각, 가소화 포함)

가소화 단계로 성형재료가 금형에서 냉각되는 동안 노즐이 금형에 접촉된 상태에서 스크류가 회전하여 수지를 용융(가소화)시켜 스크류 선단으로 이동시키는 공정이다.

냉각은 사출과 보압에 의해 제품의 형상이 금형내에 채워진 상태에서 제품의 원하는 형상과 안정적인 치수를 얻기위해 일정시간동안 특정 금형온도에서 고화되는 과정이다.

가소화는 금형내에서 수지가 고화되는 시간 동안 사출부에서 다음 cycle 의 사출을 준비하기 위해 수지의 용융을 시작하는 단계이다.

6) 이형취출 공정

수지의 고화가 완료되어 성형이 끝난 후 금형이 열린 후 고정측의 eject pin 이 작동하여 성형품을 금형에서 분리시키는 공정이다. 즉, 금형이 열리면서 성형품이 취출되는 상태이며, 이때 사출부에서는 계량이 완료되어 스크류가 정지한 후 노즐이 후퇴하면서 금형이 열린다.

본사

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

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

연구소

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

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.