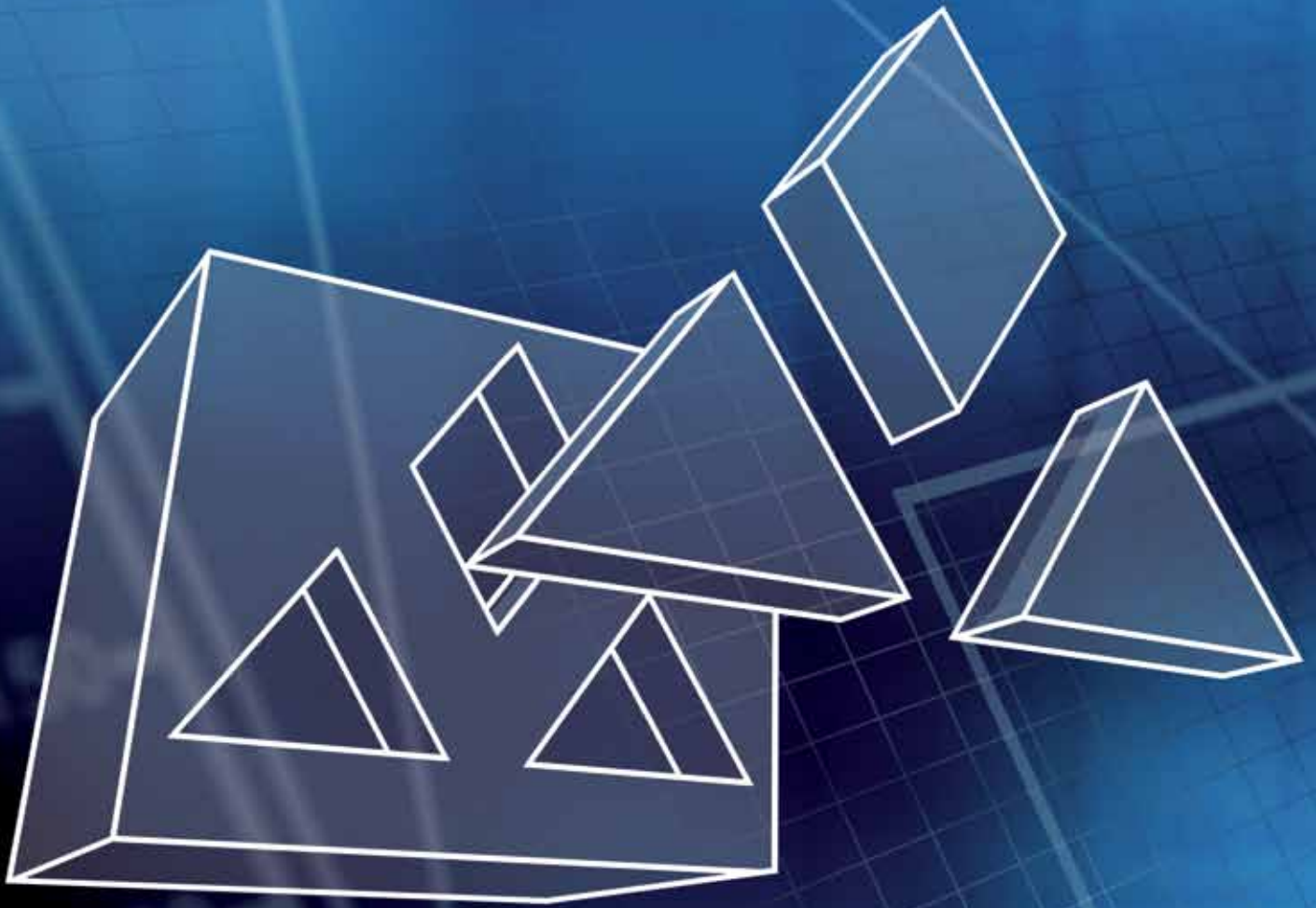




victrex®

PASSION • INNOVATION • PERFORMANCE



압축 성형 가이드

## 목차

소개	2
장비 및 금형 요건	2
압축성형 7 단계 공정	2
부품 특성	3
문제 해결	5

경쟁이 치열해 지는 오늘날 고객은 첨단원료 공급업체가 단순한 물건 공급 이상의 것을 제공해 주기를 기대합니다. 적절한 제품 선택, 최적의 가공 조건과 함께 제품 설계까지 고려된 고기능성 폴리머의 제공은 가장 저렴한 부품 비용으로 제품의 적용 가치를 극대화하고, 높은 생산성을 이루도록 합니다. 제품의 설계 및 원료 선택과 함께 공정 최적화는 고객의 제품 품질과 생산성을 더욱 증대 시키는데 중요한 요소입니다.

빅트렉스 폴리머 솔루션즈는 30년 이상의 경험을 바탕으로 고객들이 폴리아릴에테르케톤 (Polyaryletherketones, PAEK) 폴리머 제품들을 최대한 활용할 수 있도록 도와줄 수 있는 유일한 업체입니다. 광범위한 온도와 극한 환경에서 우수한 성능을 제공하는 다양한 빅트렉스 PEEK 폴리머 제품을 선보이고 있습니다. 그리고 각 제품은 표준 장비로 쉽게 가공할 수 있습니다.

빅트렉스 폴리머 솔루션즈는 고객들에게 폴리아릴에테르케톤을 위한 설계, 소재 선정, 공정 지원을 아우르는 뛰어난 기술력을 제공합니다. 이러한 노력의 일환으로, 이 가이드를 통해 고객들이 압출 공정 조건을 최적화하는데 도움을 주고자 합니다. 그리고 전 세계 빅트렉스 기술팀은 고객의 시제품 개발과 적용상품 개발, 설계 및 시뮬레이션을 도울 뿐 아니라 빅트렉스 제품으로 금속을 대체해 사용할 수 있도록 지원하고 있습니다.

빅트렉스는 기술 센터를 계속 늘려, 빅트렉스 PEEK 폴리머 전 제품을 시험할 수 있도록 지원하는 가공 장비를 갖추고 실제 가공 훈련과 다양한 소재 분석 및 특성 파악 서비스를 제공하고 있습니다. 그리고 특정 응용 프로그램에 맞춘 데이터를 작성하고, 계속 늘어나는 광범위한 제품 및 응용제품을 토대로 데이터세트를 개발하고 있습니다. 또한 지식을 넓히고 고객들을 위한 더욱 창조적인 솔루션을 개발하는데 도움을 받기 위해 학계와 협력하여 많은 업계 주도의 연구 프로젝트에 참여하고 있습니다.



HIGH PERFORMANCE PEEK POLYMERS

내열성이 더욱 우수한 변형물, 빅트렉스® HT™ 폴리머, 빅트렉스® ST™ 폴리머와 함께 빅트렉스® PEEK 폴리머는 세계 최고의 열가소성 소재 중 하나로 여겨집니다. 제품은 용융 여과된 입상, 가공된 미세분말 또는 다양한 기능성 보강재와 강화제가 포함된 화합물 등 다양한 형태로 제공되고 있습니다. 이러한 소재들은 고기능 제품을 설계, 생산할 때 금속이나 다른 소재를 대체하여 제품의 성능을 개선하고 설계의 유연성을 높이며 시설비를 절감하고 있습니다.

### 우수한 내열성

260℃의 온도에서 지속적으로 사용할 수 있는 우수한 내열성을 갖춰, 수명을 늘리고 신뢰도를 향상시키며 극한 환경에서의 안전마진을 높입니다.

### 기계적 물성 및 치수안정성

빅트렉스 소재의 우수한 강도, 인성, 장기 크리프, 피로 특성 때문에 내구성과 강도가 높은 경량 부품을 설계할 수 있게 합니다.

### 내마모성

습하거나 건조한 환경에서 마찰계수가 낮고 내마모성이 우수해 부품의 수명과 온전성을 유지하는데 도움을 줄 수 있습니다.

### 내화학적

다양한 산성, 염기, 탄화수소, 유기용매에 내구성이 높아, 더 높은 온도에서도 부식되지 않습니다.

### 내가수분해성

빅트렉스 소재는 수분 흡수율과 침투성이 낮아 고온에서도 물, 증기 또는 해수에 가수분해되지 않기 때문에 부품의 신뢰도를 높이는데 유용하게 사용될 수 있습니다.

### 전기적 성능

다양한 주파수와 온도 범위에서 우수한 전기적 특성을 유지해 어려운 전기 및 전자 공학의 요구사항을 충족시킵니다.



VICTREX® PEEK FILM TECHNOLOGY

APTIV® 필름은 빅트렉스 PEEK 폴리머의 모든 특성을 얇고 유연한 필름 형태로 제공합니다. 열성형 가능성과 우수한 음향 성능을 포함한 다양한 특성은 고기능 다목적 열가소성 필름을 만들 수 있게 합니다. APTIV 필름은 시설비를 절감하고 제품 성능을 향상시키면서 설계의 유연성을 높이고 가공을 용이하게 하는 기술을 실현시킵니다.



VICTREX® PEEK COATING TECHNOLOGY

VICOTE® 코팅은 빅트렉스 PEEK 폴리머로 만든 다양한 친환경 고기능 코팅 전용제품입니다. 분말 및 액상 분말 방식은 우수한 내열성, 내스크래치성, 내마모성, 고강도, 내구성을 높입니다. 기존의 코팅 기술과 비교할 때, 이 코팅 기술은 성능을 높이고 제품의 수명을 연장시키며 다양한 설계를 가능하게 하고 시스템 비용을 절감시킬 수 있습니다.



victrex pipes™  
HIGH PERFORMANCE PEEK TECHNOLOGY

VICTREX Pipes™는 빅트렉스 PEEK 폴리머에서 압출성형된 내구성 있는 경량 파이프 및 튜브로, 우수한 내열성과 독특한 물성 조합을 이루고 있습니다. 금속과 저기능 폴리머를 대신할 수 있는 VICTREX Pipes는 폴리머로 만든 파이프와 튜브에 내화학적, 내부식성, 개투과성, 내마모성, 내충격성의 효과를 줍니다.

### 연기 및 유독가스 배출 최소화

첨가물을 사용하지 않고 본래 자기소화성(self extinguishing)을 지녀 유해가스를 적게 방출합니다.

### 순도

가스방출과 입자발진이 상당히 적어 보다 깨끗한 환경에서 제품 생산이 가능합니다.

### 환경친화성

100% 재활용 가능하고 할로젠을 포함하지 않으며, RoHS와 REACH 인증 마크를 획득했습니다.

### 품질 보장 및 공급 안정성

모든 생산 공정은 ISO 9001:2008 등록 및 EU 안전 및 환경보호 법률에 따라 진행됩니다. 빅트렉스는 각 폴리머 제품군마다 50회 이상의 시험을 실시하는 등 세부적인 부분까지 꼼꼼하게 신경 써 고객들에게 우수한 품질의 일관된 제품을 제공합니다.

빅트렉스는 수직 통합형 폴리케톤 용액을 공급하는 세계 유일의 업체로서, 폴리머의 품질을 일관되게 유지하는데 필수적인 주요 원자재를 완벽하게 관리하고 있습니다.

수요보다 생산능력을 늘리는 정책으로 고객들에게 제품을 안정적으로 공급해줄 수 있는 탁월한 능력을 갖추고 있습니다. 빅트렉스는 독립적으로 운영되는 2개의 폴리머 공장을 가동하고 있어, 중앙 물류 시스템과 각국 배급창고를 통해 보통 7일 이내에 전 세계 어디라도 신속하게 납품할 수 있습니다.

## 소개

압축성형 공정은 소량 생산이나 대형부품, 예를 들면 석유제품과 가스제품을 위한 지름이 큰 썸 링 또는 프로젝트 초기 단계에 소형 부품의 기계가공을 위한 형상을 생산할 때 아직도 매우 유용하고 비용 효과적인 전통적 기법입니다.

사출성형과 비교했을 때 압축성형은 다음과 같은 장점이 있습니다.

- 장비와 금형에 대한 설비 투자비용이 적음
- 크고 두꺼운 부품(사출성형은 최대 15~20mm 두께까지 가능)을 성형할 수 있음

압축성형의 가장 중요한 단점은 생산성이 낮다는 점입니다. 빅트렉스 PEEK 폴리머, 빅트렉스 HT 폴리머, 빅트렉스 ST 폴리머와 같은 열가소성소재의 경우, 운전시간이 보통 몇 시간 이상 걸립니다.

## 장비 및 금형 요건

유압 프레스는 무기포 성형을 위해 충분한 압력을 가할 수 있어야 합니다. 충전 단계에서는 금형부 내에 보통 350바의 압력이 필요합니다. 유압 프레스는 PEEK 또는 HT의 경우 최대 400°C까지, ST는 최대 450°C까지 금형에 열을 가할 수 있는 열판 두 개가 있어야 합니다.

성형하는 동안 냉점이 없도록 금형 주변에 독립적으로 제어되는 히터 밴드를 설치하는 것이 좋습니다. 긴 금형일 경우 특히 더 사용을 권고합니다. 보통 이러한 금형은 완성된 성형물보다 두 배 이상 길기 때문에 프레스가 금형을 가능하게 할 만큼 데이 라이트(형판 사이의 간격)가 충분하도록 해야 합니다.

금형은 로크웰 경도가 50HRc 이상인 내열성 및 내부식성 금속(예, H13)으로 생산되고 최대 400°C (또는 ST의 경우 450°C) 까지 많은 가열/냉각 작업 후에도 특성이 유지되어야 합니다. 금형을 설계할 때는 강철이 균열 발생의 위험 없이 가공 시 적용되는 고압을 충분히 견딜 수 있을 만큼 두껍게 만들도록 주의를 기울여야 합니다.

대부분의 압축 성형물은 벽이 두꺼워 냉각시에 고압이 유지되어야 합니다. 오랜 시간 동안 용융온도에서 고압을 유지하려면, 움직이는 부품 사이로 용융물이 과도하게 흐르지 않도록 공차를 엄격히 해 봉인하고 가동하는 것이 좋습니다. 썸 링과 움직이는 부품 사이의 유격은 50µm 미만이어야 합니다.

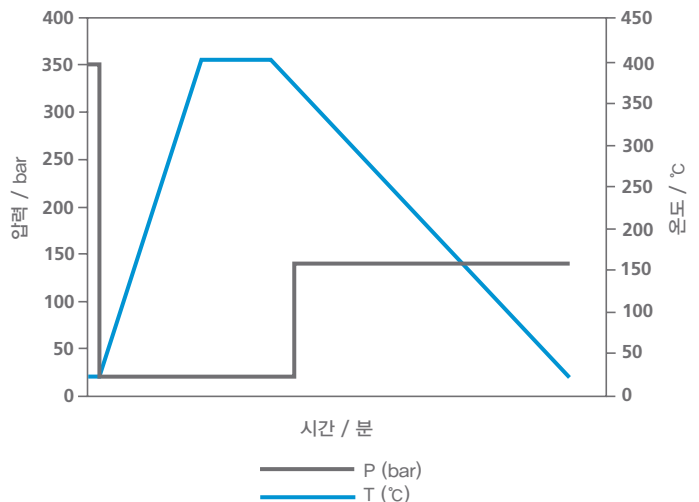
쉽게 취출하기 위해 금형 이형제 사용을 권고합니다. 이 이형제는 가공시에 도달한 최고 온도 이상에서도 안정을 유지해야 합니다.

## 압축성형 7단계 공정

1. 모든 부품을 철저히 세척하고 금형을 조립합니다. 내부 표면을 깨끗이 닦아 성형물에 흑점이 생기지 않게 해야 합니다. 미세분말 형태의 빅트렉스 소재는 성형 전에 건조시켜야 합니다. PEEK 450PF와 HT P45PF는 150°C에서 3시간 동안 건조시키고, ST P45PF는 180°C에서 3시간 동안 건조시켜야 합니다. 건조 및 공정의 모든 단계에서 빅트렉스 소재는 깨끗하게 유지되어야 하고 오염되지 않게 해야 합니다.
2. 표면과 접촉한 모든 용융물은 금형 이형제로 코팅하고 건조시킵니다.
3. 금형에 원료를 채우고 충전합니다.  
부품 생산에 필요한 분말의 양은 대략 다음과 같을 수 있습니다.  
$$\text{분말 중량} = \text{부품 부피} \times \text{밀도} \times 102\%$$
  
금형에 분말을 채우고 상단에 썸 링을 놓고 고압을 가해 (350바 공동 압력) 분말을 충전합니다. 분말을 더 추가하고 금형이 필요한 양의 분말로 채워질 때까지 다시 충전합니다.
4. 형판과 금형을 위한 히터를 필요한 온도로 설정하고(보통 PEEK 450PF 또는 P45PF는 400°C, ST P45PF는 420°C), 금형내 압력은 적게 가하면서(≈20바) 가능한 빨리 열을 가합니다.
5. 시스템이 설정 온도에 도달하면, 일정한 온도와 압력(성형 크기에 따라 다름)을 한 동안 유지시켜 용융물이 균일해 지도록 합니다.
6. 고압을 가하고 가열장치를 끈 후 시스템이 자연스럽게 실온으로 식게 합니다.
7. 취출: 금형을 열어 PAEK 성형물을 꺼냅니다.

PEEK 450PF의 일반적인 압축성형 압력과 온도는 그림 1과 같고, 자세한 사항은 도구와 부품 설계에 따라 다를 수 있습니다.

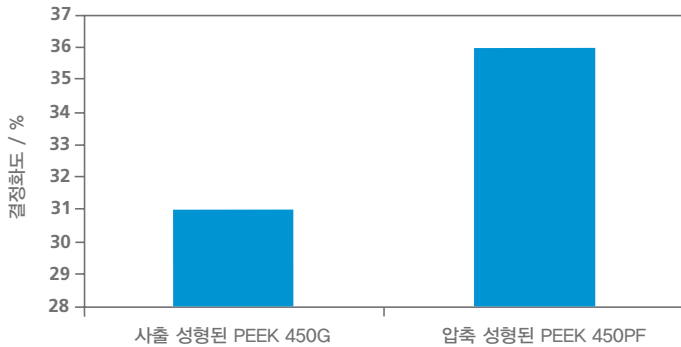
그림 1: 시간 대비 PEEK 450PF의 일반 압축성형 과정에 압력과 온도



## 부품 특성

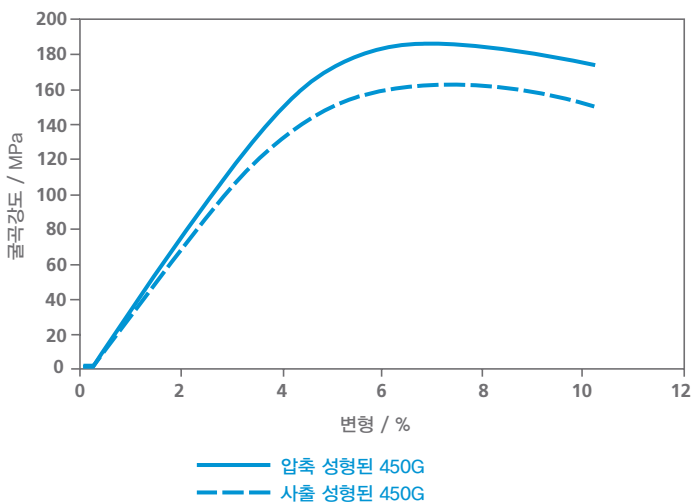
압축성형 공정은 사출성형 공정보다 냉각이 훨씬 느리게 진행됩니다. 그래서 제품이 사출 성형물(~20%~30%)과 비교해 압축 성형물(~35%)에서 더 높은 결정화도에 이릅니다. 이는 빅트렉스 소재의 기계적 물성에 영향을 줍니다.

**그림 2: 압축 성형된 PEEK 450PF 부품과 비교해 사출 성형된 PEEK 450G 부품의 일반적인 결정화도**



압축 성형된 비보강 PEEK 폴리머를 기계 가공한 샘플은 사출 성형된 샘플보다 강도와 강성이 더 우수합니다. 마찬가지로 인장 특성도 높습니다.

**그림 3: 사출 성형된 부품과 비교해 압축 성형된 부품의 일반적인 굴곡특성**



깨끗하게 세척한 금형에 정확한 양의 빅트렉스 PEEK 분말을 조심스럽게 채워야 합니다.

최고의 부품 성능을 얻으려면 미세분말 형태의 빅트렉스 제품군을 사용해야 합니다. 압축성형 공정에서 전단력이 부족하다는 것은 펠릿 성형에 적합하지 않다는 의미입니다. 그 결과 얻은 부품은 압축된 펠릿 사이에 입자 경계가 생겨 웰드라인과 비슷하게 기계적 성능을 낮출 것입니다. 게다가 금형에 동일하게 높은 충전밀도를 얻기 더 힘들어 부품 전반에 기포가 생길 수 있습니다.

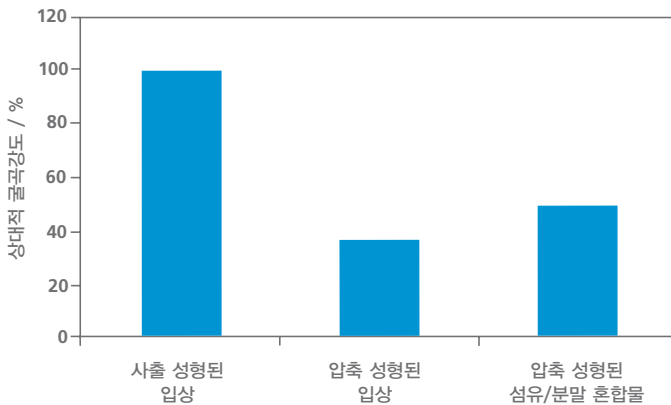


굴곡 시험을 수행해 압축성형 부품의 품질을 모니터링할 수 있습니다.

마찬가지로 압축 성형된 섬유강화 입상재료를 사용할 때, 전단력이 부족하면 다시 펠렛 사이에 웰드라인 형태의 경계가 생길 것입니다. 그리고 그 기계적 성능은 보통 비보강 사출성형 부품의 기계적 성능보다 낮을 것입니다. 게다가 입자 경계 사이에 부품의 갈라짐이 자주 나타납니다. 강화된 부품을 성형하는 바람직한 방법은 PAEK 미세분말과 가공섬유를 혼합하는 것입니다. 그 동안의 경험에 의하면 이 기법으로 우수한 기계적 물성을 지닌 부품을 얻을 수 있었습니다.

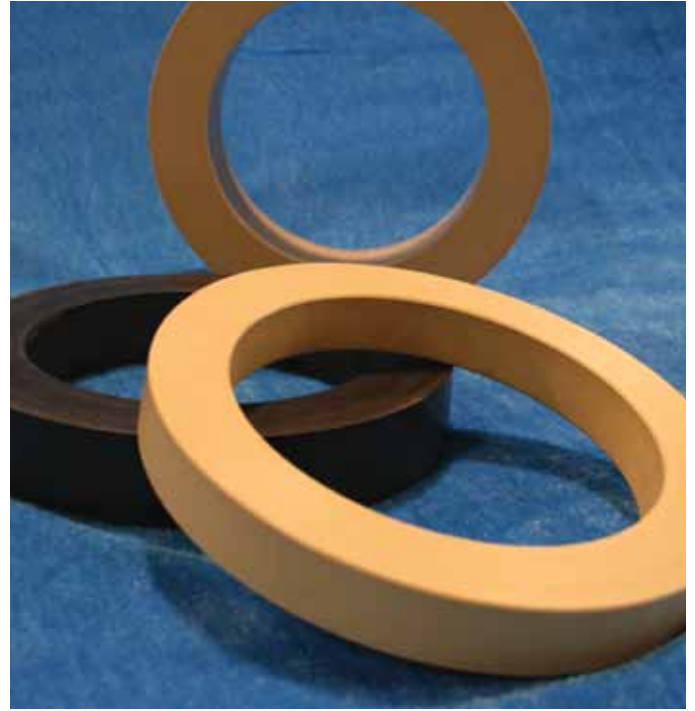
그림 4처럼 압축 성형된 섬유강화 입상재료를 만든 샘플은 굴곡강도와 인성이 같은 제품군의 사출성형된 시험 샘플보다 매우 낮습니다(인장거동은 비슷할 것입니다). 그러나 PEEK 450PF와 가공섬유의 혼합분말로 만든 압축성형물의 특성은 압출한 판재나 봉재(stock shape)에서 얻게 되는 특성과 비슷하게 크게 향상되었습니다.

**그림 4: 가공한 섬유/분말 혼합물의 입상과 비교한 압축성형 및 사출성형된 450CA30 입상의 굴곡특성**



분명, 강도는 여전히 사출 성형한 샘플보다 낮습니다. 그 이유는 섬유배향 효과 때문입니다. 사출 성형물은 흐름 방향으로 섬유가 잘 정렬되어 섬유/흐름 방향으로 우수한 기계적 물성을 주는 한편, 흐름 반대 방향으로의 기계적 물성은 크게 줄어듭니다. 압축 성형물로 기계 가공한 샘플은 공정에서 전단력이 부족해 더 큰 등방성을 갖습니다.

향후 사출 성형품의 시제품을 만들 때는 압축성형을 이용해 가공된 부품의 물성과 매우 다르기 때문에 많은 주의를 기울여야 합니다. 특히 가공된 섬유 보강 압축 성형품의 얇은 부품은 사출사출성형 비교하여 매우 약해질 수 있습니다.



빅트렉스 미세분말 제품군을 사용할 때 최고 성능의 부품을 얻습니다.



기계가공과 같은 2차 공정은 이 전기도금 링에서 볼 수 있듯이 압축 성형된 부품에 수행할 수 있습니다.

## 문제해결

그 동안 가장 일반적인 가공 문제는 부정확한 가공 조건이나 불충분한 청결이 원인이었습니다. 아래 표에서는 자주 발생하는 결함, 그 원인, 교정 권장사항에 대해 간략히 설명하고 있습니다.

### 결함

#### 기포

가능한 원인	해결책
냉각 시 불충분한 압력	압력을 증가
과도한 플래싱	금형 실링을 확인
너무 빨리 냉각	냉각 속도를 낮춤
전체 냉각 주기 동안 압력이 유지되지 않음	취출할 때까지 압력 유지

#### 표면에 흑점

가능한 원인	해결책
금형 표면의 오염	금형을 더 철저히 세척 (보푸라기 없는 천을 이용)

#### 대량 흑점

가능한 원인	해결책
분말의 오염	건조 오븐의 청결상태와 다른 오염원 가능성을 확인

#### 상당한 변색과 흑점

가능한 원인	해결책
고온에서 과도한 유지시간	온도와 시간을 최소화하도록 공정을 수정

#### 분해

가능한 원인	해결책
과도한 온도	온도 설정을 낮추고, 설정 온도의 정확성을 확인
과도한 유지시간	공정을 최적화
너무 낮은 가열 시스템	히터 전력을 높이거나 가능한 경우 히터를 추가할지 고려
금형 내 너무 많은 공기 잔존	최초 충전 공정을 조정

#### 녹지 않은 분말

가능한 원인	해결책
불충분한 온도	설정 온도를 높임
불충분한 유지시간	유지시간을 높임
불균형한 금형	금형에 냉점을 확인

### 기술 지원

빅트렉스 폴리머 솔루션즈는 폴리아릴에테르케톤(Polyaryletherketones) 제품을 생산하고 다양한 품질과 기술로 안정적인 서비스를 제공하고 있습니다. 오늘날과 같은 경쟁적 환경에서는 첨단 기술과 가장 심층적이고 대응적인 기술 서비스를 제공하는 최고의 공급업체와 협력하는 것이 성공의 열쇠입니다.

더 많은 정보나 지원을 원하는 경우 빅트렉스 폴리머 솔루션즈 담당자에게 문의하거나 [www.victrex.com/kr](http://www.victrex.com/kr)을 방문하십시오.

빅트렉스 계열사인 빅트렉스 폴리머 솔루션즈는 폴리아릴에테르케톤(Polyaryletherketones)을 비롯한 고기능 폴리머를 제조하는 선도적, 세계적 제조업체로, 빅트렉스® PEEK 폴리머, VICOTE® 코팅, APTIV® 필름, VICTREX Pipes™와 같은 브랜드를 판매합니다. 빅트렉스의 시장 개발, 영업, 기술지원 전담팀은 영국 및 전세계 세계 30개국 이상에 걸쳐 설치된 영업 및 유통 센터 지원 설비를 토대로 오랫동안 최종 사용자(OEMs), 설계자, 제조업체들과 긴밀하게 협력하여 공정, 설계, 응용 분야 개발 부문에서 비용 절감, 품질 및 성능 개선을 실현할 수 있도록 지원하고 있습니다.

## 빅트렉스 코리아

서울시 강남구 수서동 713번지 수서현대벤처빌 1324호

전화: (02) 2182-1200 팩스: (02) 2182-1212

이메일: [krsales@victrex.com](mailto:krsales@victrex.com)

VICTREX PLC BELIEVES THAT THE INFORMATION CONTAINED IN THIS BROCHURE IS AN ACCURATE DESCRIPTION OF THE TYPICAL CHARACTERISTICS AND/OR USES OF THE PRODUCT OR PRODUCTS, BUT IT IS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO THOROUGHLY TEST THE PRODUCT IN EACH SPECIFIC APPLICATION TO DETERMINE ITS PERFORMANCE, EFFICACY AND SAFETY FOR EACH END-USE PRODUCT, DEVICE OR OTHER APPLICATION. SUGGESTIONS OF USES SHOULD NOT BE TAKEN AS INDUCEMENTS TO INFRINGE ANY PARTICULAR PATENT. THE INFORMATION AND DATA CONTAINED HEREIN ARE BASED ON INFORMATION WE BELIEVE RELIABLE. MENTION OF A PRODUCT IN THIS DOCUMENTATION IS NOT A GUARANTEE OF AVAILABILITY. VICTREX PLC RESERVES THE RIGHT TO MODIFY PRODUCTS, SPECIFICATIONS AND/OR PACKAGING AS PART OF A CONTINUOUS PROGRAM OF PRODUCT DEVELOPMENT. VICTREX® IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTREX MANUFACTURING LIMITED. VICTREX PIPES™ IS A TRADEMARK OF VICTREX MANUFACTURING LIMITED. PEEK-ESD™, HT™, ST™ AND WG™ ARE TRADEMARKS OF VICTREX PLC. VICOTE® AND APTIV® ARE REGISTERED TRADEMARKS OF VICTREX PLC.

VICTREX PLC MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, A WARRANTY OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR OF INTELLECTUAL PROPERTY NON-INFRINGEMENT, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO PATENT NON-INFRINGEMENT, WHICH ARE EXPRESSLY DISCLAIMED, WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, IN FACT OR BY LAW. FURTHER, VICTREX PLC MAKES NO WARRANTY TO YOUR CUSTOMERS OR AGENTS, AND HAS NOT AUTHORIZED ANYONE TO MAKE ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OTHER THAN AS PROVIDED ABOVE. VICTREX PLC SHALL IN NO EVENT BE LIABLE FOR ANY GENERAL, INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, INCIDENTAL OR SIMILAR DAMAGES, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR HARM TO BUSINESS, LOST PROFITS OR LOST SAVINGS, EVEN IF VICTREX HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION.

