

VICTREX™ PEEK

THE FOUNDATION OF VICTREX INNOVATIONS



목차

서론	
기계적 물성	2
인장 물성	2
굴곡 물성	3
압축 물성	3
크리프 물성	3
피로 물성	4
충격 물성	4
열적 물성	5
열변형 온도	6
상대온도 지수	6
열노화	6
선팽창계수	7
열안정성	7
유동학	8
가연성 및 연소 물성	9
연소	9
가연성	9
연기 농도	9
연기, 유독성 및 내부식성	9
전기적 물성	10
체적 저항	10
표면 저항	10
유전 물성	10
정적 감쇄 물성 및 소산 재료	12
마찰공학	13
마찰 및 마모	13
Block on Ring	13
스러스트 와셔(Thrust Washer)	14
제한 압력 및 속도	15
내환경성	16
내가수분해성	16
가스 및 액체 투과율	16
내화학성	17
내방사능성	18
가스방출 특성	18
승인 및 사양	19
재료선택	20

빅트렉스(Victrex)는 40년 이상의 경험을 바탕으로 VICTREX™ PEEK 폴리머를 포함한 고기능성 PAEK 시장을 선도하는 글로벌 기업입니다. 빅트렉스는 다양한 범위의 PAEK 제품들을 시장에 공급하고 있습니다.

빅트렉스는 항공우주, 자동차, 에너지, 의료, 반도체 등 다양한 산업에 그 제품을 공급하고 있으며, 고객 및 최종 사용자와 밀접히 협력하여 기술 지향적 해결책을 제공함으로써 고객이 직면하는 문제를 해결하고 기회를 부여함은 물론 비용절감, 품질 및 성능향상을 이룰 수 있도록 새로운 차원의 도움을 제공합니다.

VICTREX PEEK 폴리머는 선형의 방향족 준결정성 수지로서, 가장 고기능의 물성을 지닌 열가소성 수지로 전세계에 널리 알려져 있으며 여러가지 탁월한 물성을 복합적으로 제공하고 있습니다.

빅트렉스는 VICTREX PEEK 폴리머를 비롯, 보다 극한 환경과 고온에서도 기계적 물성을 유지하는 VICTREX HT™ 폴리머 및 VICTREX ST™ 폴리머를 개발, 공급하고 있습니다.

최종 제품이 세 가지 이상의 고기능적 물성들을 요구하는 경우, 당사의 PAEK는 다양성을 무기로 뛰어난 소재의 이점을 제공해 줄 것입니다. 어느 특정 성능이 저하되지 않고 서로 다른 물성이 고루 조화를 이루기 때문에 빅트렉스 PAEK는 다양한 작동조건과 광범위한 어플리케이션에서 사용될 수 있습니다.

왜 빅트렉스 PAEK인가?

- 탁월한 물성의 조합
- 폭넓은 제품군
- 기존의 가공장비를 이용한 성형 가능
- 글로벌 승인 및 사양 준수
- 제품의 일관성
- 안정된 공급망
- 전 세계적으로 전문 기술팀이 기술 지원

고내열성

143°C~162°C의 유리 전이온도와
343°C~387°C의 용점의 우수한 내열특성.

기계적 강도 및 치수 안정성

우수한 강도, 인성, 장기적인 크리프 및 피로
물성.

내마모성

낮은 마찰계수와 더불어 높은 내마모성.

내화학성

다양한 산, 염기, 탄화수소 및 유기용매에
대한 내성.

내가수분해성

낮은 수분흡수성, 낮은 투과율과 더불어 스팀,
수분 및 해수에 대한 내성.

전기적 특성

광범위한 주파수 및 온도 범위에서 유지되는
전기적 물성.

낮은 연기 및 유독가스 방출

첨가제를 사용하지 않고도 고유의 난연성을
띠며 연소가스의 유독성이 낮음.

순도

추출물과 기체 발생이 현저하게 낮음.

친 환경성

가벼운 중량, 재활용 가능, 할로겐 불포함 및
RoHS 준수.

가공의 용이성

일반적인 열가소성 수지 성형 장비를 이용하여
가공할 수 있음.



HIGH PERFORMANCE PEEK POLYMERS

VICTREX™ PEEK 폴리머를 포함하는 PAEK

포트폴리오의 빅트렉스 제품은 다양한 온도와 극한
상황에서도 탁월한 성능을 보여줍니다.



aptiv

VICTREX™ PEEK FILM TECHNOLOGY

유연한 형태의 VICTREX™ APTIV™ 필름은 VICTREX
PEEK 폴리머의 모든 물성을 유지하면서 다목적
고기능 열가소성 수지 필름입니다.



VICOTE

VICTREX™ PEEK COATING TECHNOLOGY

친환경적인 VICOTE™ 코팅은 분말 및 분산액 형태로
제공되며 내열성, 탁월한 내스크래치성 및 내마모성과
높은 강도 및 내구성을 제공합니다.

빅트렉스 재료는 특정한 열가소성 수지의 성형 요구 조건을 충족
하기 위해 다양한 용융점도로 제공됩니다. 용융점도는 높은 흐름의
PEEK 90 폴리머에서 표준 용융점도의 PEEK450까지 증가
됩니다.

빅트렉스 재료는 용융 여과된 비보강 펠렛, 분쇄된 미세분말 또는
다양한 보강제를 사용한 컴파운드와 판재, 섬유, 파이프 및 코팅과
같은 완제품의 형태로 제공됩니다. 표 1은 빅트렉스의 폴리머 솔루션
포트폴리오를 보여줍니다.

표 1: 빅트렉스의 폴리머 솔루션 포트폴리오

VICTREX™ PEEK 폴리머				
용융점도 - 폴리머	90	150	450	650
비보강 조분말	90P	150P	450P	650P
비보강 미세분말		150PF	450PF	650PF
		150XF		
		150UF10		
비보강 펠렛	90G	150G / 150G903BLK	450G / 450G903BLK	650G
유리섬유 보강	90GL30	150GL15	450GL15	
	90GL60	150GL20	450GL20	
		150GL30 / 150GL30BLK	450GL30 / 450GL30BLK	650GL30
탄소섬유 보강	90CA30	150CA30	450CA20	
	90HMF20		450CA30	650CA30
	90HMF40		450CA40	
마모 그레이드		150FC30	450FC30	
		150FW30	450FE20	
VICTREX HT™ 폴리머		VICTREX ST™ 폴리머		
비보강 조분말	HT P22 / P45		ST P45	
비보강 미세분말	HT P22PF / P45PF			
비보강 펠렛	HT G22 / G45		ST G45	
유리섬유 보강	HT 22GL30		ST 45GL30	
탄소섬유 보강	HT 22CA30		ST 45CA30	
VICTREX™ 특수제품				
심도 여과 펠렛	151G / 381G		극도의 고순도를 위한 비보강 VICTREX PEEK 요구사항 (섬유방사, 전선피복)	
프리미엄 마모 그레이드	VICTREX WG™ 폴리머 WG101, WG102		고속에서 표준 마모 그레이드를 능가/하중 어플리케이션	
정전 방전	VICTREX PEEK-ESD™ 폴리머 ESD101, ESD201		특정 범위의 전기 저항 충족	

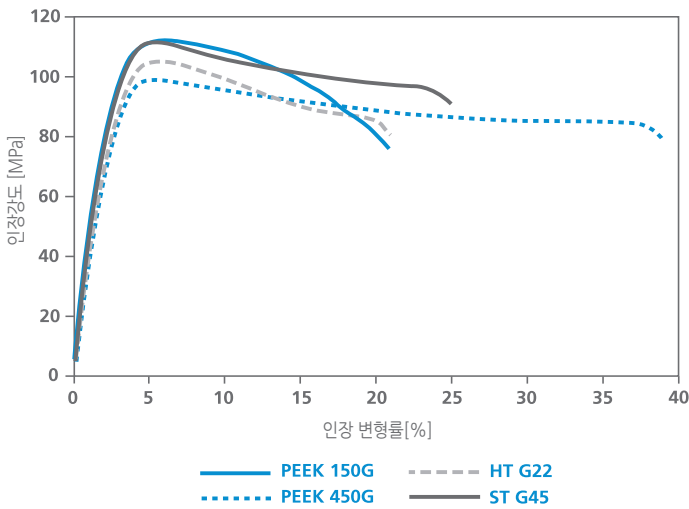
기계적 물성

빅트렉스 재료는 다양한 온도와 환경에서도 기계적 물성을 그대로 유지하는 고기능성 열가소성 수지로 널리 사용되고 있습니다.

인장 물성

빅트렉스 폴리머의 인장 물성은 대다수의 엔지니어링 열가소성 수지를 능가합니다. 인장 성능은 ISO 527에 따라 측정하였으며 그림 1은 비보강 빅트렉스 폴리머의 상대적 인장 좌표를 보여줍니다. 이러한 비보강 그레이드는 연성특성을 나타내며 항복점으로 대략 5%의 신장률과 100MPa 이상의 인장강도를 포함합니다.

그림 1: 비보강 빅트렉스 폴리머에 대한 일반적인 응력 - 변형곡선



보강제를 첨가하게 되면 그림 2와 같이 PEEK 컴파운드에 대한 강도와 인성이 증가됩니다. 일반적으로 보강 컴파운드는 항복점을 나타내지 않으며 깨지기가 쉽습니다. 보강제와 보강제 함유물에 따라 인장 탄성률, 강도 및 신장률은 현저히 다릅니다.

그림 2: PEEK 컴파운드에 대한 일반적인 응력 - 변형 곡선 (450G는 참고용)

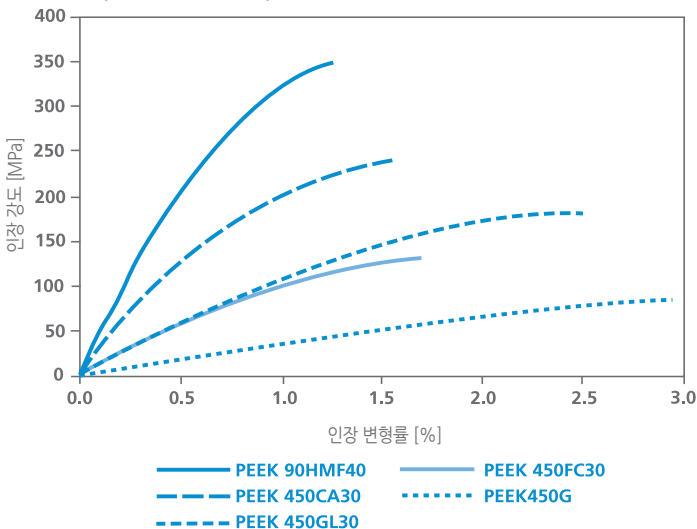
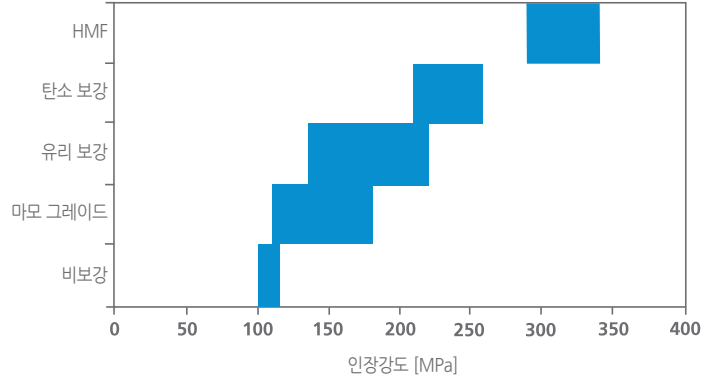


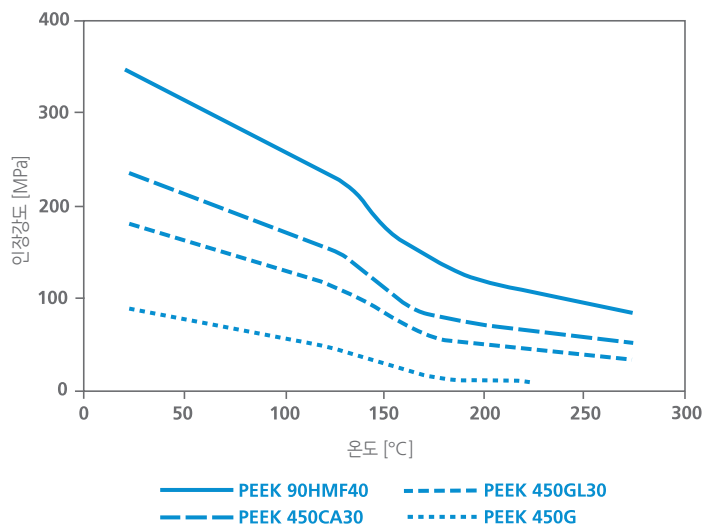
그림 3은 비보강, 유리섬유 보강, 탄소섬유 보강 재료 및 마모 그레이드에 대한 인장강도를 요약하였습니다.

그림 3: 빅트렉스 재료의 인장강도 범위



빅트렉스 재료는 고온에서 지속적으로 노출되거나 작동되는 구성부품에 적용됩니다. 그림 4는 다양한 빅트렉스 재료의 온도에 따른 인장강도를 나타내며 넓은 온도범위에서도 기계적 물성을 유지하고 있음을 보여줍니다.

그림 4: 다양한 빅트렉스 재료의 온도에 따른 인장강도

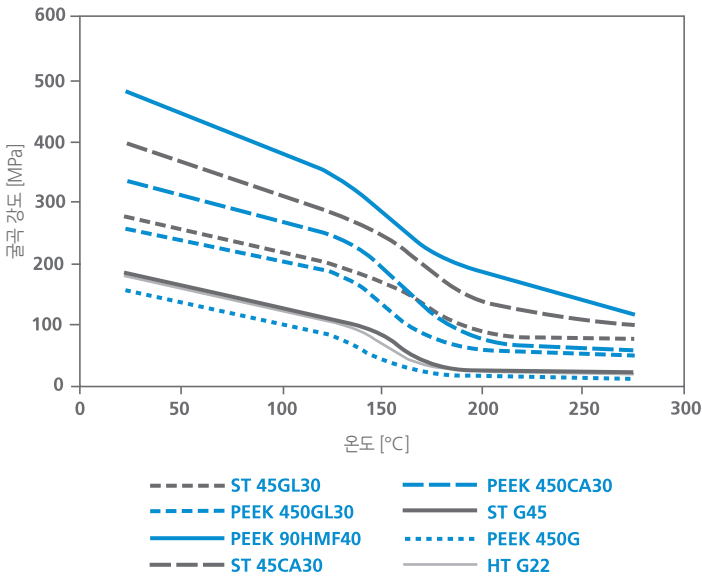


굴곡 물성

빅트렉스 재료는 넓은 온도 범위에서 우수한 굴곡 성능을 나타냅니다. 굴곡 강도는 ISO 178에 따라 측정하였으며 그림 5에는 그 결과가 온도에 대한 좌표로 도시되어 있습니다.

빅트렉스의 모든 준결정성 폴리머에서 나타나듯이, 굴곡 강도는 온도에 따라 변화하며 유리 전이온도(T_g)를 통해 큰 변화를 일으킵니다. 그렇다 하더라도, 보강재료의 굴곡 강도 값은 T_g 이상의 온도에서 200MPa가 넘게 도달할 수 있습니다. 본 그래프에서 굴곡 강도 유지의 호전 정도는 PEEK로부터 HT, ST까지 증가되는 T_g 온도로 설명할 수 있습니다.

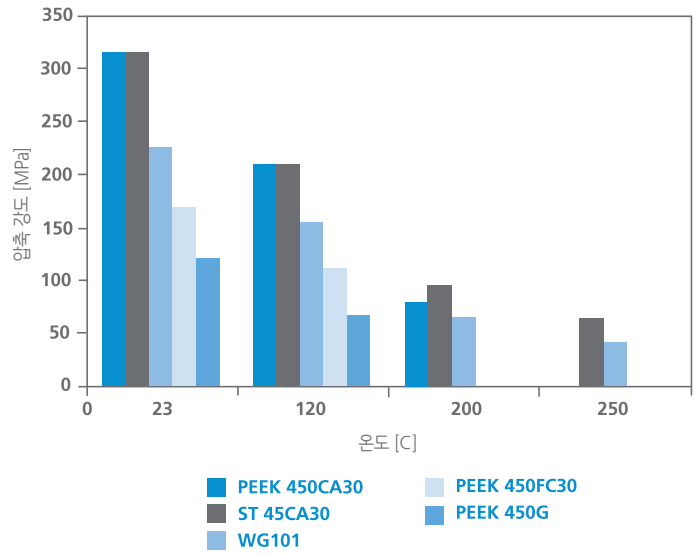
그림 5: 다양한 빅트렉스 재료의 온도에 따른 굴곡 강도



압축 물성

압축 강도는 250°C까지의 온도 범위에서 ISO 604에 따라 측정되었습니다. 그림 6은 마모와 극한의 고압환경의 제품에 사용되는 어플리케이션과 비보강 PEEK 450G의 온도에 따른 압축강도를 보여줍니다.

그림 6: 다양한 빅트렉스 재료의 온도에 대한 압축 강도

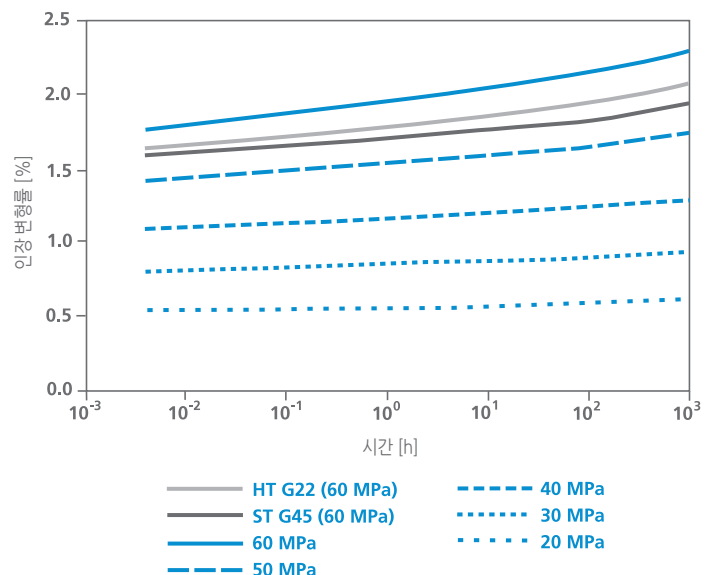


크리프 물성

빅트렉스 재료는 우수한 크리프 저항을 갖추고 있으며 시간 경과에 따라 변형이 적고 사용기간 동안 큰 응력을 유지합니다. 크리프(Creep)는 일정 응력하에서 시간에 따른 시료의 변형으로 정의됩니다. 인장 크리프는 23°C에서 1,000시간에 걸쳐 ISO 899에 따라 측정되었습니다.

23°C 온도에서 20MPa~60MPa 사이의 응력 레벨에 해당되는 450G의 인장 크리프 결과는 그림 7과 같이 나타나 있습니다. 비교 데이터를 위해 60MPa에서는 HT와 ST도 포함하여 측정했습니다. 순간변형(instantaneous deformation) (짧은 크리프 - 시간에서의 변형)은 인장시험에서 나온 응력 - 변형과 상관관계가 있습니다. 그러므로 크리프 곡선은 증가하는 적용 하중과 더불어 높은 신장률에서 시작됩니다. HT와 ST는 PEEK 450G와 비교했을 때 60MPa에서 약간 낮은 크리프를 나타냅니다.

그림 7: 23°C에서의 PEEK 450G, HT 및 ST에 대한 인장 크리프

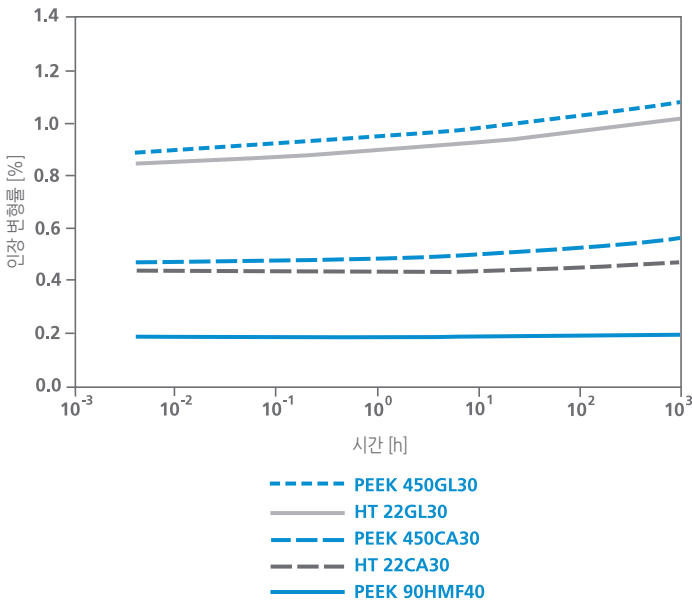


비보강 폴리머에 보강제를 첨가하면 그 보강제의 종류와 함량에 따라 강도와 인성과 같은 기계적 성능이 향상되고 따라서 크리프 성능도 향상됩니다. 그림 8은 23°C 온도와 일정 하중인 90MPa에서 PEEK와 HT 컴파운드의 고강도 및 인성 특성을 나타냅니다.

모든 빅트렉스 재료 가운데 가장 높은 강도와 인성 물성을 갖추고 있는 PEEK 90HMF40은 우수한 크리프 저항력을 보여줍니다.

PEEK 450CA30와 PEEK 450GL30은 PEEK 90HMF40과 비교했을 때, 시간에 따른 다소 높은 크리프를 보여주고 있습니다. HT 컴파운드는 다른 PEEK 혼합물과는 달리 약간 향상된 크리프 성능을 나타내었습니다.

그림 8: 23°C와 일정하중 90MPa에서의 PEEK 및 HT 컴파운드의 인장 크리프

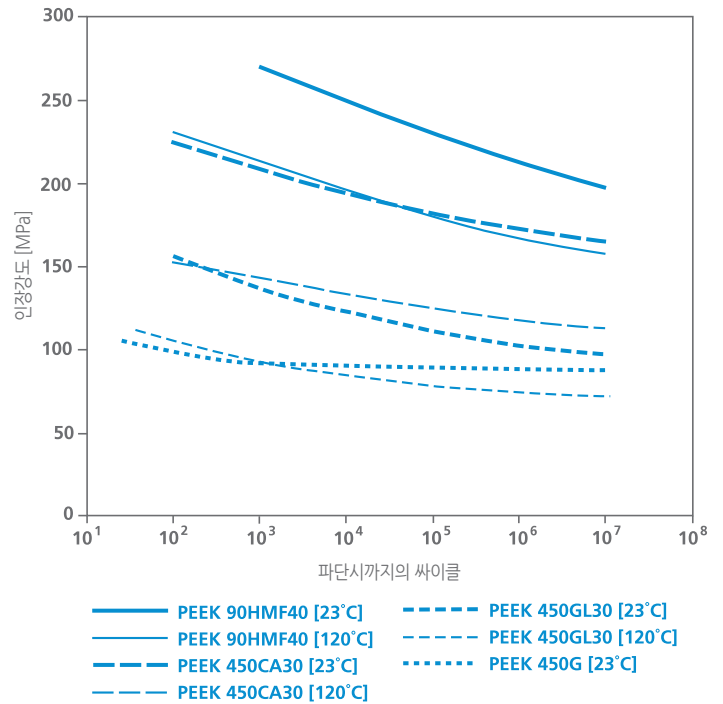


피로 물성

피로는 연속적인 순환 하중 동안 기계적 물성이 감소되는 현상이라고 정의할 수 있습니다. 인장피로는 사전에 정의된 하중의 10~100% 사이의 싸인파(sine wave)를 5Hz 주기로 가하여 측정됩니다.

그림 9는 23°C와 120°C에서 다양한 빅트렉스 재료의 우수한 피로 성능을 보여줍니다. PEEK 450G는 23°C에서의 인장피로 상황에서 매우 적은 감쇄를 나타냅니다. 비보강 PEEK에 보강제를 첨가하면 피로응력수준이 현저히 향상됩니다.

그림 9: 23°C와 120°C에서의 다양한 빅트렉스 재료에 대한 인장 피로(5Hz)



충격 물성

충격 시험은 특정 충격조건하에서 재료의 변화를 조사하고 시험조건 고유의 한계 내에서의 인성을 측정하기 위하여 사용됩니다. 이를 측정하는 다양한 종류의 시험방식이 있으며 진자 기하학을 응용하는 저 에너지 연구와 낙하운동기구를 사용하여 파손을 측정하는 고 에너지 연구가 있습니다. 진자 기하학에서 Izod 시험(ISO 180)은 캔틸레버(cantilever)를 사용하거나 Charpy 시험(ISO 179)은 3점 굽힘(3-point-bending) 구성을 사용합니다. 이 둘은 모두 노치 또는 비노치 충격 시험을 이용합니다.

그림 10과 11은 노치 및 비노치의 다양한 빅트렉스 재료에 대한 하중 샘플의 Izod 및 Charpy 충격강도를 나타냅니다. 비보강 빅트렉스 재료는 매우 단단하며 Izod 또는 Charpy의 비노치 구성에서도 깨지지 않습니다. PEEK에 보강제를 첨가하면 노치 인성이 향상됩니다.

그림 10: 23°C에서의 다양한 빅트렉스 재료에 대한 Izod 충격강도

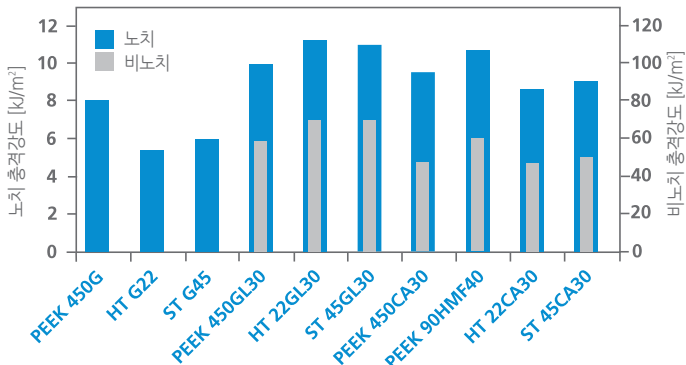


그림 11: 23°C에서의 다양한 빅트렉스 재료에 대한 Charpy 충격강도

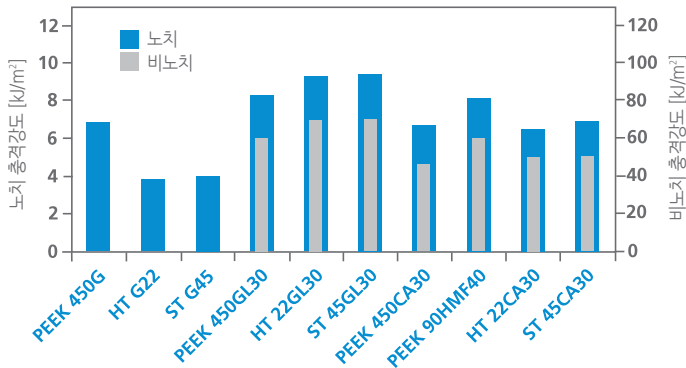
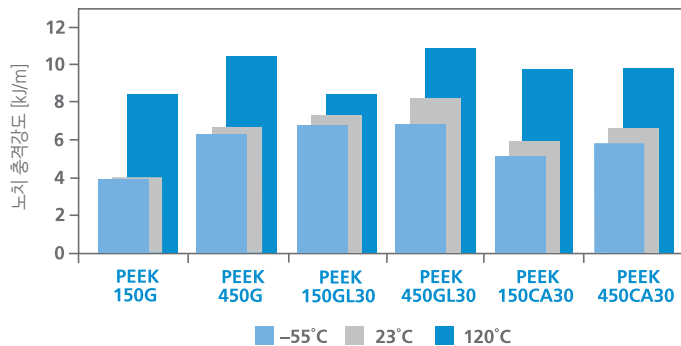


그림 12와 같이 다양한 빅트렉스 재료의 충격물성은 온도에 따라 변합니다. 온도가 -55°C에서 +120°C까지 증가할 때 인성 증가가 측정됩니다.

그림 12: 다양한 빅트렉스 재료에 대한 노치 Charpy 충격강도

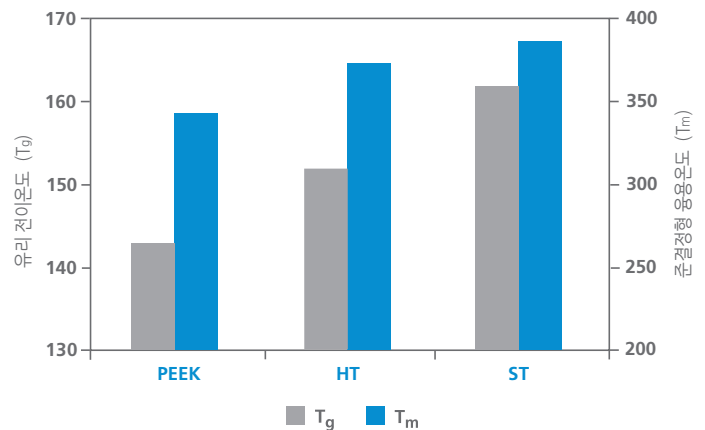


비행기 착륙기어 허브 캡에 적용되는 VICTREX™ PEEK 폴리머는 공중파편의 충격을 견딜 수 있으며 약조건에서도 우수한 내환경성을 보입니다.

열적 물성

빅트렉스 폴리머는 그림 13과 같은 범주의 유리 전이온도(T_g)와 결정용융점(T_m)을 띠고 있습니다. 이러한 폴리머의 준결정형 특성 때문에 높은 수준의 기계적 물성이 용융온도에 근접한 온도까지 유지됩니다.

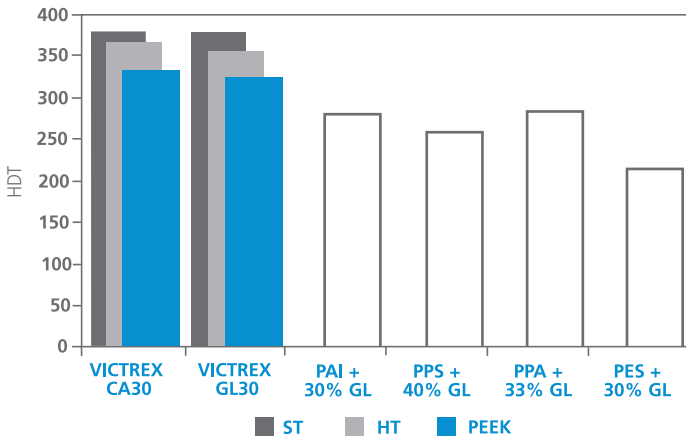
그림 13: DSC(ISO 11357)에 의해 결정되는 빅트렉스 폴리머의 유리 전이온도(T_g) 및 준결정형 용융온도(T_m)



열변형 온도

폴리머의 단기 내열특성은 열 변형 온도(HDT, ISO 75)에 따라 특징지어질 수 있습니다. 이는 지속적인 응력 하(1.8MPa)에 일정 가열비율에 따라 시료에서 정의된 변형을 관찰할 수 있습니다. 빅트렉스 재료는 고온에서도 우수한 강성을 보이기 때문에 다른 고기능성 폴리머와 비교했을 때 높은 열변형 온도 값을 나타냅니다.

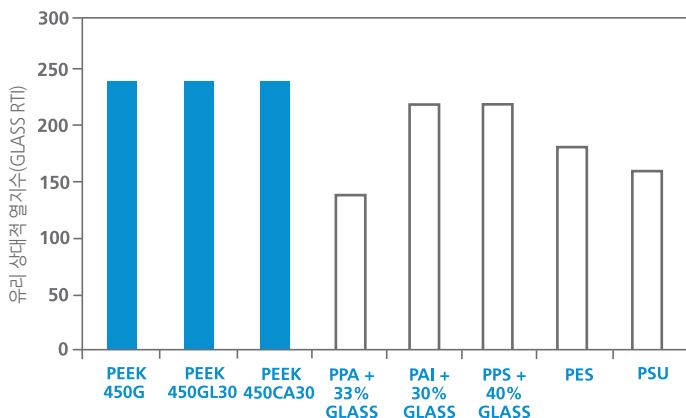
그림 14: 빅트렉스 재료 및 다른 고기능 폴리머에 대한 (1.8MPa에서의) 열변형 온도



상대온도 지수(RTI)

폴리머는 고온에서 열적노화 발생이 심합니다. 이러한 현상은 UL(Underwriters Laboratories 746B)에서 규정한 상대온도 지수(Relative Thermal Index: RTI)를 측정하여 평가할 수 있습니다. 본 시험은 RTI가 이미 정해진 제어재료와 비교하여 특정 재료 물성의 50%가 유지되는 온도를 결정합니다.(RTI는 60,000~100,000시간 사이에서 일반적으로 일치합니다.) 그림 15는 빅트렉스 재료의 UL 상대온도 지수를 다른 고기능성 폴리머와 비교하여 보여줍니다.

그림 15: 고기능 재료에 대한 상대온도 지수(RTI) - 충격 없는 기계적 특성



열노화

대기 중 다양한 노화온도에서 비보강 PEEK가 기계적 물성을 우수하게 유지한다는 사실은 열 노화 저항의 척도로 평가할 수 있습니다. 이에 대한 결과는 그림 16과 17에 나타나 있습니다. 그림 16에 표시된 인장강도의 초기 증가는 열처리로 인해 증가된 결정성 때문입니다. 시간이 경과함에 따라 강도가 연속적으로 감소하는 것은 열 분해 때문입니다.

그림 16: 비보강 PEEK의 유지 인장강도 대 고온에서의 조절시간

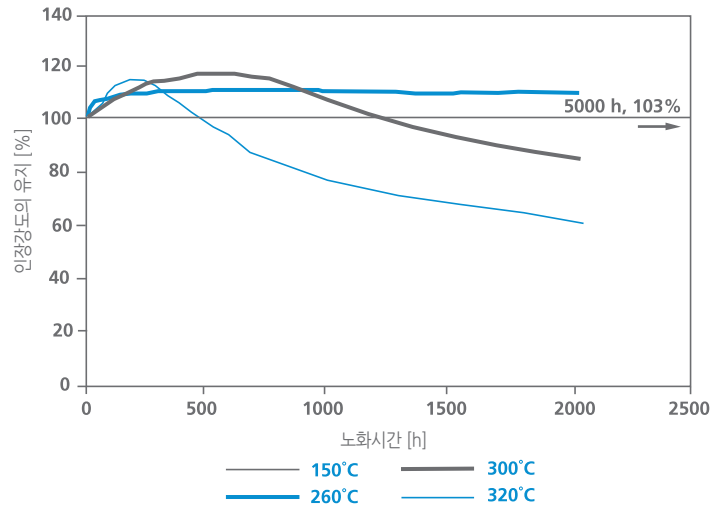
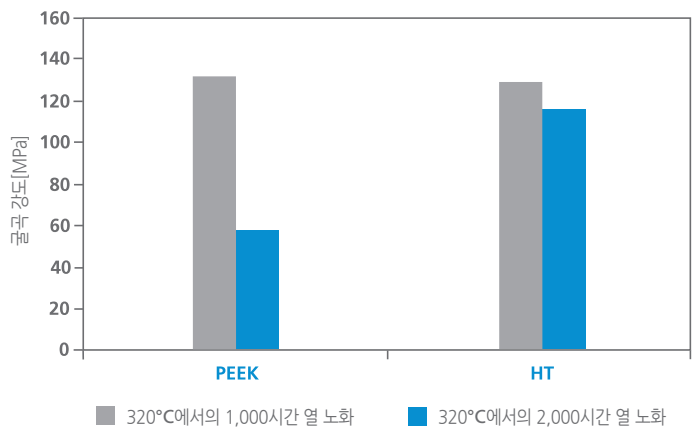


그림 17: 비보강 PEEK 및 HT의 고온 노화에 따른 유지 굴곡 강도



선팅창계수

선팅창계수(CLTE)는 ISO 11359에 따라 측정되었습니다. 3개의 축으로 재료를 연구하여 보강 그레이드의 이방성 효과를 온전히 설명하였습니다. 그림 18은 유동방향에 따른 표준 PEEK 그레이드에 대한 CLTE 변화율을 보여주며 3방향의 평균치를 나타냅니다. PEEK 450G와 같은 비보강 그레이드는 거의 등방성이며 서로 다른 방향에 따른 팽창률에 차이가 거의 없습니다. 그러나 유리섬유와 탄소섬유 보강 그레이드는 이방성을 띠며 유동방향에서 낮은 팽창률을 나타내지만 유동 반대방향에서는 현저히 높은 팽창률을 보입니다. 또한, 온도가 T_g 보다 높아지면 CLTE가 상당히 증가하고 특히 유동방향에서 혼합물의 경우 그 차이가 적습니다.

그림 18: T_g 이하/이상에서의 다양한 빅트렉스 재료에 대한 선팅창계수

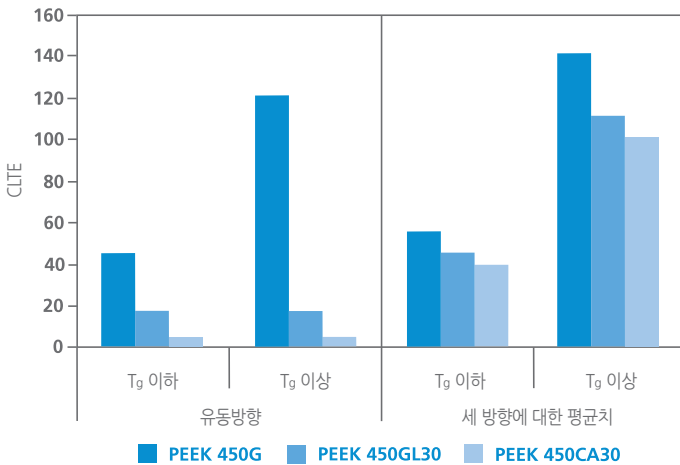
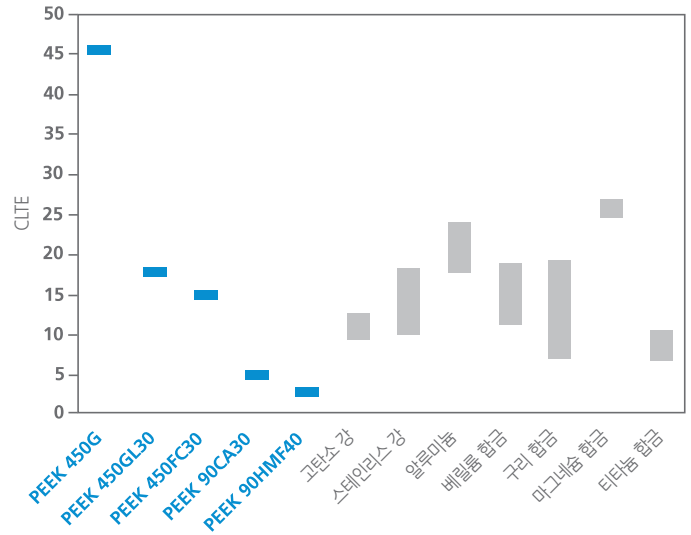


그림 19는 T_g 미만의 유동방향과 유리 전이온도 미만에서 다양한 빅트렉스 재료의 CLTE와 다양한 금속을 비교하여 표시합니다.

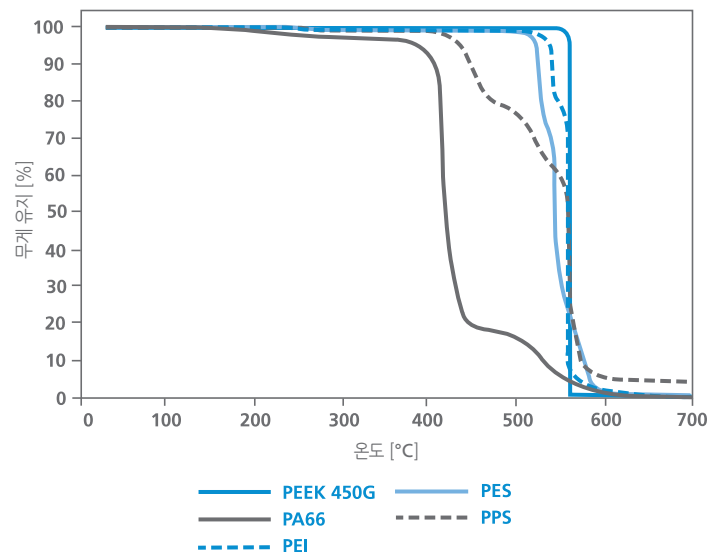
그림 19: 금속과 비교한 다양한 빅트렉스 재료에 대한 선팅창계수 (CLTE) (유동방향, T_g 미만)



열안정성

TGA(열중량 분석기)는 대기 중 PEEK의 열안정성을 설명합니다. 열적 분해는 550°C 이상에서 시작되며 분해 이전 온도에서 적은 양의 가스를 방출합니다. 그림 20은 PEEK 450G 및 다른 고기능성 폴리머에 대한 좌표를 비교하여 보여줍니다.

그림 20: PEEK 및 기타 고기능 폴리머에 대한 열무게 측정 (TGA) 분석



VICTREX™ PEEK 폴리머는 치수 안정성, 낮은 무선 주파수(RF) 손실 및 새로운 1-파트 설계를 가능하게 한 가공성으로 인해 쿨링 재킷에 활용되었습니다.

유 동 학

대다수의 열가소성 수지와 마찬가지로 빅트렉스 재료의 용융 점도는 온도에 따라 변하며 전단박화현상(shear thinning)이 발생합니다. 그림 21은 전단율 1,000/초에서의 다양한 고기능성 폴리머에 대한 용융점도를 비교하여 보여줍니다. PEEK의 가공 온도가 가장 높기는 하지만 PEEK 450G의 용융점도는 폴리카보네이트의 용융점 범위 내에 있습니다.

용융점도는 베이스 수지, 보강제 종류 및 보강제 수준에 따라 달라집니다. PEEK 450을 기본으로 하는 재료는 PEEK 150과 PEEK 90을 기본으로 하는 재료보다 점도가 더 높습니다. 빅트렉스 폴리머를 유리 또는 탄소섬유와 같은 보강제와 섞으면 그림 22에서 표시된 바와 같이 더 높은 점도를 갖게 됩니다. 고유동 그레이드인 PEEK 90G에 60% 무게의 보강제를 섞은 컴파운드는 표준 점도 PEEK 450G의 30% 보강된 컴파운드보다 더 낮은 점도를 갖게 됩니다. 30% 무게의 보강제를 섞은 내마모 그레이드는 30% 보강된 다른 제품들과 유사한 점도를 나타냅니다.

그림 21: 전단율 1,000/초의 일반적인 가공온도에서 다양한 열가소성 수지에 대한 용융점도

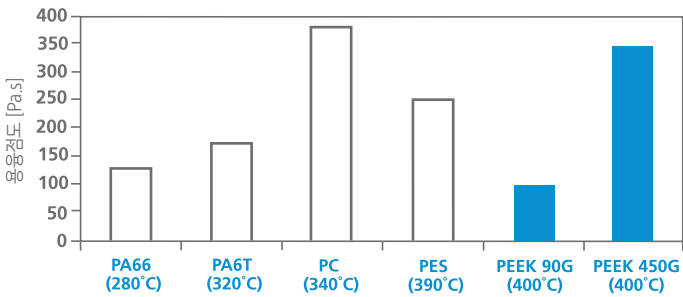
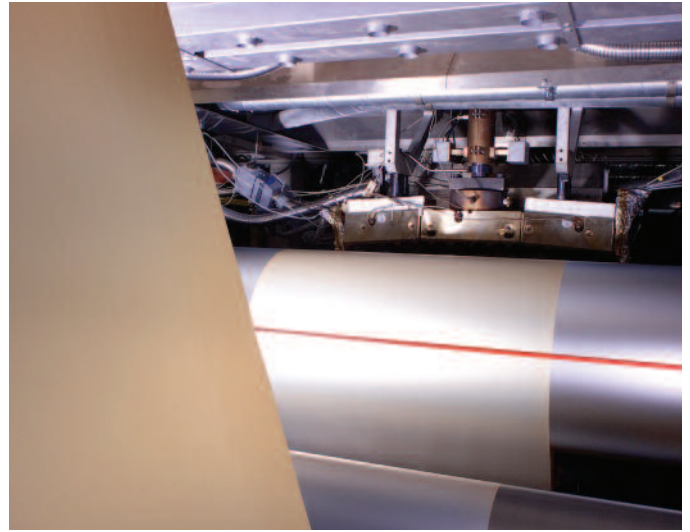
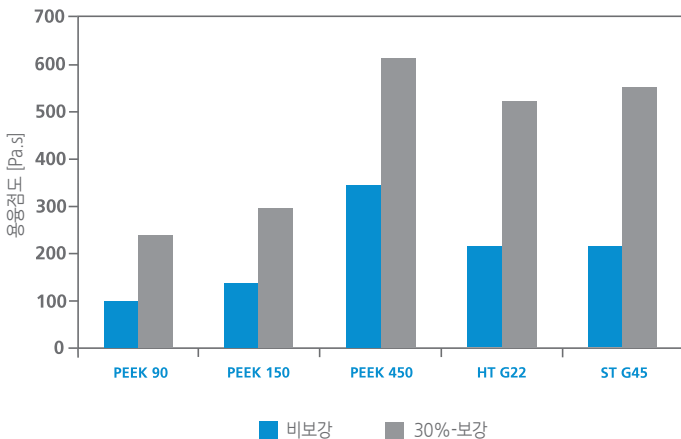


그림 22: 다양한 빅트렉스 재료(420°C에서의 ST)의 용융점도 (1,000/초; 400°C)



빅트렉스 폴리머의 유동학은 표준 사출성형과 APTIV™ 필름의 압출성형을 포함하는 중요한 용융가공에 적합합니다.



VICTREX™ PEEK 폴리머는 의료산업에서 사용하는 분산기용 고속 로터와 정교한 베어링 셸의 강철 소재를 대체하였습니다.

가연성 및 연소 물성

가연성은 물질이 연소할 수 있는 능력으로 정의할 수 있으며 가연성 물질은 쉽게 점화되고 빠르게 타입니다.

빅트렉스 재료는 연소 저항성을 지니고 있으며, 연소 시 다른 폴리머와 비교했을 때 적은 양의 독성 또는 부식가스를 방출합니다. 보강제(유리 또는 탄소섬유)를 첨가하면 빅트렉스 재료의 연소 저항성을 훨씬 개선할 수 있습니다.

인화성

Glow Wire Test(IEC 695-2-1)는 점화에 대한 물질의 저항력과 자가소화 능력을 측정합니다. 비보강 PEEK 및 컴파운드는 GWFI 960°C 등급을 획득합니다. 이들은 960°C에서 점화 되지만 글로우 와이어를 제거하면 자가소화(self-extinguish) 됩니다.

가연성

플라스틱 재료의 가연성 테스트로 가장 널리 활용되는 것은 UL94-V 수직연소 시험으로 이는 점화 시 플라스틱 재료의 자가연소 능력을 측정하며 점화 저항성을 측정하지는 않습니다. 비보강 PEEK 450G는 1.5mm에서 UL94-V0 등급을 달성하며, 유리 또는 탄소섬유 보강 그레이드는 다양한 보강제 수준에 대해 0.5mm에서 UL94-V0 등급을 달성합니다.

연기농도

플라스틱이 타면 불완전 연소에 의해 연기가 발생합니다. 연기가 발생하면 가시성이 떨어지고 그 때문에 화재시 탈출이 어렵게 됩니다. 빅트렉스 재료의 연기 레벨은 항공 가연성 기준에서 명시한 한계보다 95% 이상 낮습니다(예: Boeing BSS 7238).

연기, 유독성 및 부식성

플라스틱이 타면 시안화수소(HCN), 황산가스(SO₂, H₂S), 질소 가스(NO, NO₂) 및 일산화탄소(CO)와 같은 다양한 유독성 가스가 방출됩니다. 이는 화재 자체보다도 치명적일 수 있는데 사람들이 화재 시 탈출하지 못하도록 막을 수 있기 때문입니다. 불화수소(HF) 및 염화수소(HCl)와 같은 부식성 가스는 민감한 전자기기에 영구적인 손상을 입힐 수 있습니다.

빅트렉스 재료의 연소생성물은 주로 이산화탄소(CO₂)와 일산화탄소(CO)입니다. 일산화탄소의 양은 항공 유독성 기준에서 명시한 한계인 5% 보다 낮습니다(예: Boeing BSS 7239, Airbus ATS-1000).

유독성에 관한 자료는 인간에게 치명적인 가스의 양에 상대적으로 제시됩니다. 표 2는 NBS 연실에서 수행한 시험결과를 나타냅니다. 유독가스로는 일산화탄소만이 검출 가능한 양으로 발생했음을 보여줍니다.



난연성의 VICTREX™ PEEK 폴리머는 우주공학 P-클램프에서 금속을 대체하여 무게를 줄여주고 설치시간을 단축시킵니다.

표 2: NBS 연실시험에서의 연소가스 유독성

	불꽃이 없는 시험 [ppm]		불꽃이 있는 시험 [ppm]		최대 허용농도 [ppm]	
	90초 후	4분 후	90초 후	4분 후	90초 후	4분 후
일산화탄소 (CO)	미량	1	30	100	3000	3500
염화수소 (HCl)	0	0	0	0	50	500
시안화수소 (HCN)	0	0	0	0	100	150
황이 함유된 가스 (H ₂ S, SO ₂)	0	0	0	0	50	100
질소산화물 (NO _x)	0	0	0.5	1	50	100
불화수소 (HF)	0	0	0	0	50	50

전기적 물성

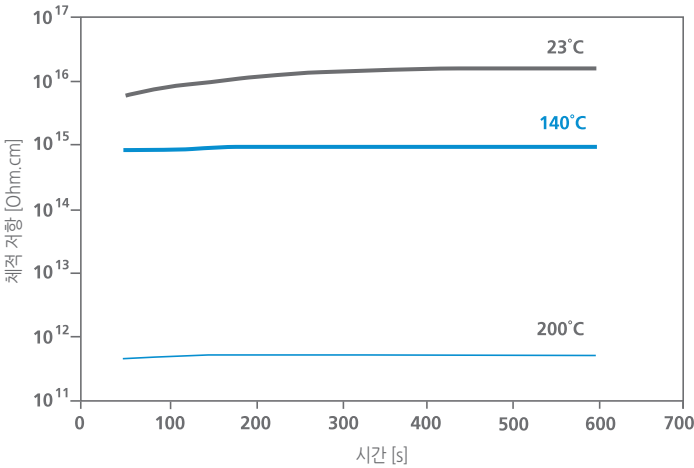
빅트렉스 재료는 우수한 내열, 친환경성 및 기계적 성능을 갖추고 있는 전기 절연제로 널리 활용됩니다.

체적 저항

재료의 체적 저항은 재료의 전류에 평행한 전위차[volts]와 전류밀도[amps]의 비로 정의할 수 있습니다.

모든 절연재료와 마찬가지로 온도, 습도, 부품의 외형 및 시간은 상당한 저항의 변화를 가져오며 운영조건에 따라 설계 시 이를 고려해야 합니다. PEEK 450G의 체적 저항 대 대전시간과 온도라는 측면은 그림 23에서 보여주고 있습니다. 이러한 조건 하에 HT는 PEEK 450G와 유사한 체적 저항 물성을 나타냅니다.

그림 23: 다양한 온도에서의 PEEK 450G에 대한 체적저항 대 대전시간

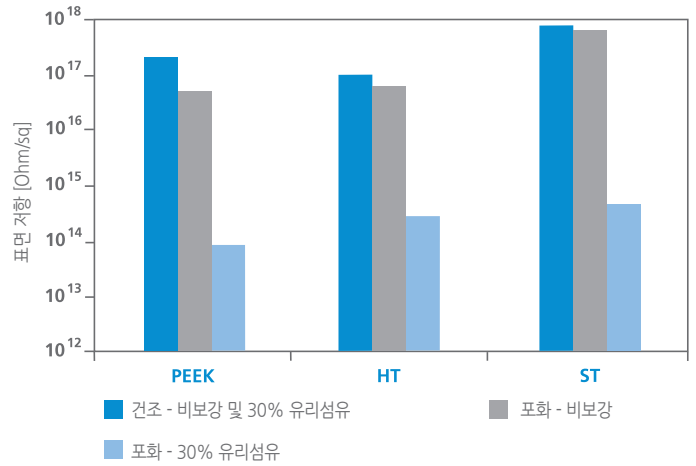


표면 저항

재료의 표면 저항은 시료표면의 정방형 모양을 형성한 두 전극 사이에 적용된 전압과 그 전극 사이의 유동 전류의 비에 의해 규정됩니다. 빅트렉스 재료는 고기능성 폴리머의 일반적인 표면 저항력을 갖추고 있습니다.

그림 24는 ESD S11.11에 따라 시험을 수행한 빅트렉스 재료의 표면 저항과 수분의 영향을 보여줍니다. 침수 후에 저항은 모든 경우에서 감소합니다. 보강 컴파운드에는 현저한 변화가 있었으나 PEEK, HT 및 ST은 여전히 절연성을 유지합니다.

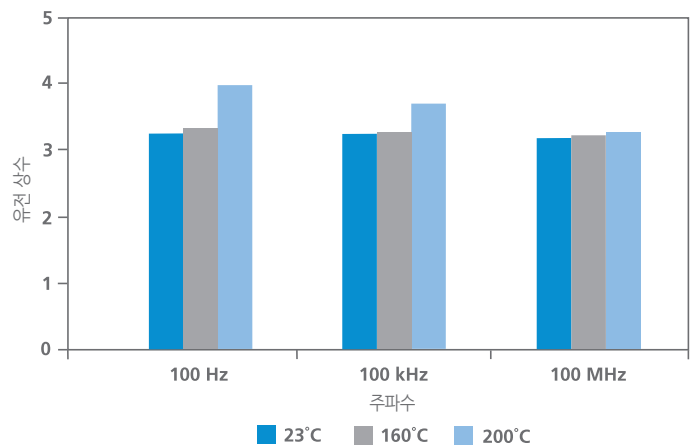
그림 24: 수분 흡수가 빅트렉스 재료의 표면 저항에 미치는 영향



유전 물성

유전 상수(또는 비유전율)는 진공 유전율에 대한 재료 유전율의 비로 정의할 수 있습니다. 폴리머의 유전 상수는 주파수와 온도의 기능입니다. 그림 25는 다양한 온도와 주파수에 따른 PEEK 450G의 유전 상수를 나타냅니다.

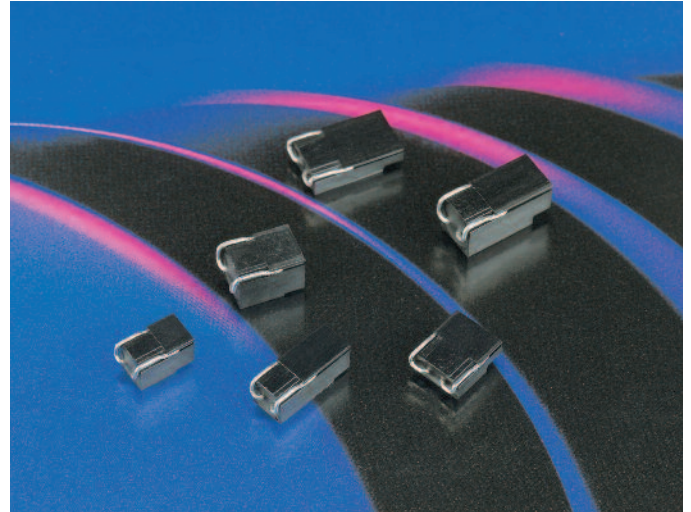
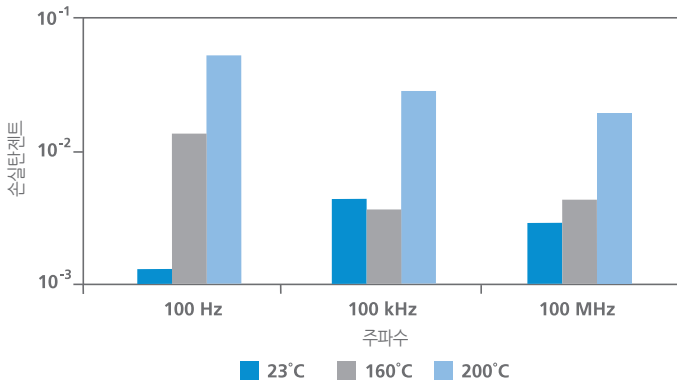
그림 25: 온도 23°C~200°C와 주파수 100Hz~100MHz에서의 PEEK 450G에 대한 유전 상수



손실탄젠트(유전정접)는 유전재료에서의 전력손실과 이를 통해 전달되는 전력의 비로 표현할 수 있습니다.

그림 26은 다양한 온도와 주파수에서의 PEEK 450G에 대한 손실탄젠트를 보여줍니다. 이 결과는 다른 고기능 재료와도 비교 가능합니다.

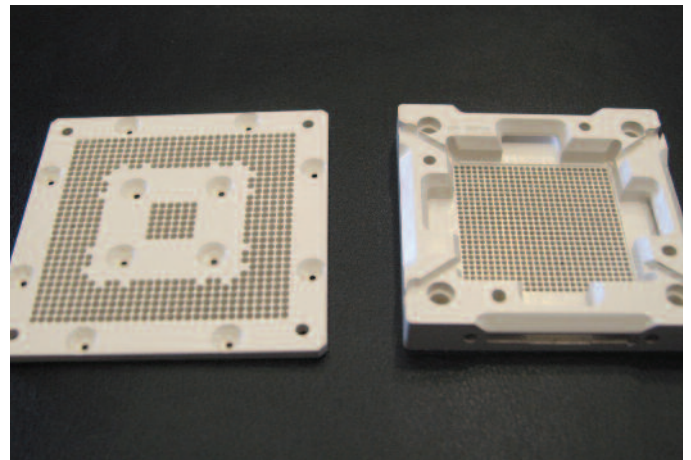
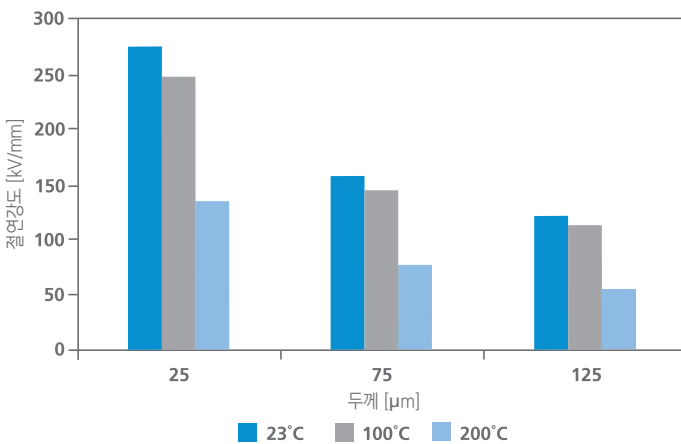
그림 26: 온도 23°C~200°C와 주파수 100Hz~100MHz에서의 PEEK 450G에 대한 손실탄젠트



VICTREX™ PEEK 폴리머는 알루미늄 콘덴서의 하우징(housing)으로 사용되고 있으며 전자산업에 있어서 무연 납땜기술의 요구조건에 부합하는 것입니다.

절연내력이란 재료의 절연파괴를 발생시키기 위해 필요한 전압이며 절연체로서의 전기적 강도를 측정하는 것입니다. 재료의 종류를 제외하고는 시료의 두께 및 온도와 같은 외적 요소들이 절연내력에 영향을 미칩니다. 그림 27은 PEEK 필름의 두께 및 온도와 절연내력의 연관성을 보여줍니다.

그림 27: 두께와 온도가 결정형 PEEK 필름의 절연내력에 미치는 영향

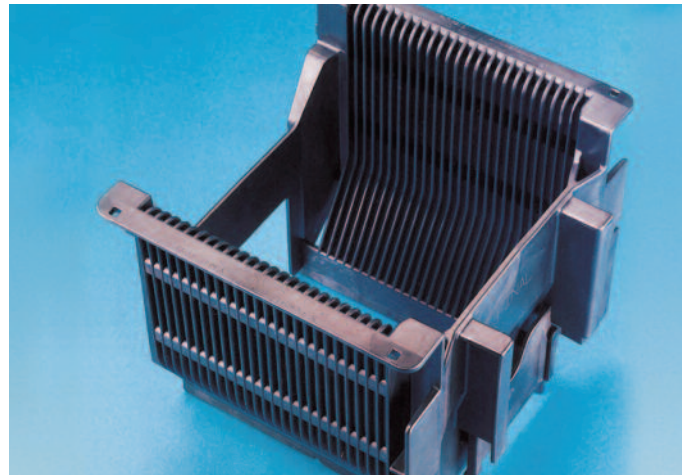
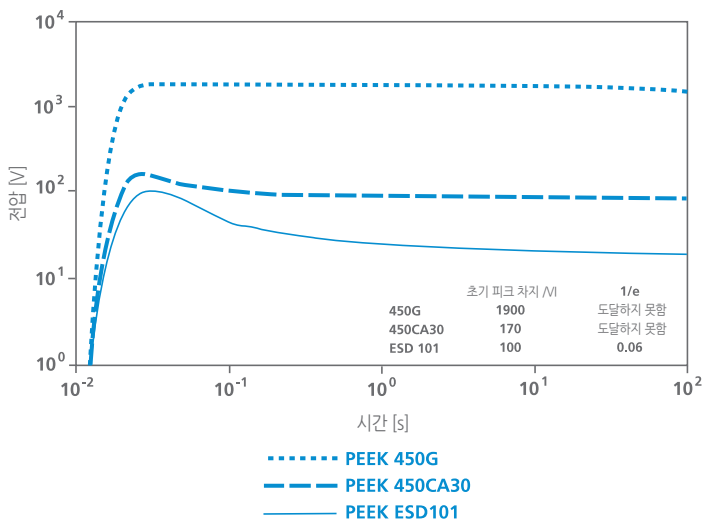


VICTREX™ PEEK 폴리머는 최적의 피치(pitch)까지 향상된 절삭성과 더불어 Back-End Test OEM의 성능을 개선시켜줍니다. 또한, 가공찌꺼기(burr)가 적고 다수의 싸이클 동안에도 유전 물성이 유지되는 등 우수한 전기적 물성을 가집니다.

정전 감쇄 물성 및 소산 재료

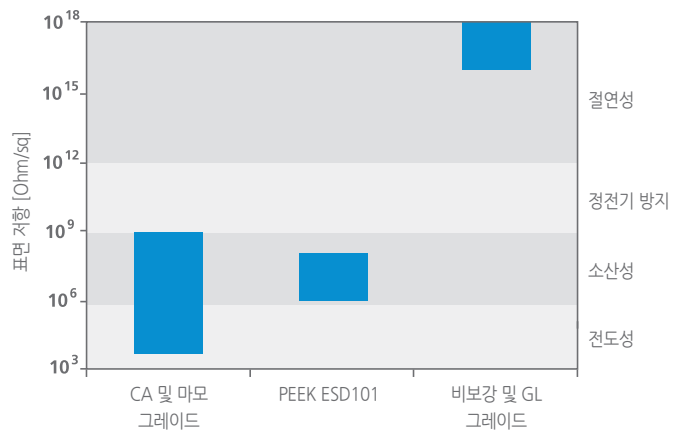
재료의 표면의 정전기 유지와 그로 인한 표면 전위차는 전자 분야 어플리케이션에 있어서 중요합니다. 그림 28은 9kV 코로나에 노출된 후에 3가지 빅트렉스 재료에 대한 반응을 보여 줍니다. 마찰전기를 띠는 환경에서 이 재료가 적합한지를 평가 하는 데는 시료의 표면에 흐르는 초기 전압량과 소산되는데 소요 되는 시간이 활용됩니다. 그 결과, PEEK 450G는 대전이 용이하며 감쇄속도가 느립니다. PEEK ESD101은 대전 방지가 되며 감쇄 속도가 더 빠른 이점을 가집니다. [1/e는 초기 피크 차지(peak charge)가 가치값의 36.8%로 감쇄하는데 소요된 시간을 초단위로 측정하는 것입니다.]

그림 28: PEEK 450G, 450CA30 및 ESD101의 정전 특성



VICTREX™ PEEK-ESD™ 폴리머로 만들어진 웨이퍼 카세트는 조절된 정전하를 소산시키며 정전기 축적을 감소시키고 방지하여 정전기 인력으로 인한 웨이퍼의 손상과 오염을 막아줍니다.

그림 29: 빅트렉스 재료의 저항성에 대한 도식도



전기저항성의 측면에서는 PEEK ESD101이 정전소산성이 좋습니다. 이는 주요한 ESD 영역인 10^6 과 10^9 내에서 표면저항을 엄격히 제어할 수 있습니다.

다른 빅트렉스 재료는 표면저항에 대한 엄격한 제어가 불가하며 그림 29는 비보강 또는 유리보강 재료처럼 절연성을 띠거나 전도 영역에서 소산 영역에 이르기까지의 영역 내에서 탄소보강 재료 처럼 표면 저항성에 대한 큰 차이를 보여줍니다.



커넥터와 센서를 제조하는 데 사용하는 VICTREX™ PEEK 폴리머는 다양한 온도와 주파수에서 우수한 유전 물성을 유지하며 무연 납땜 과정, 기계적 강도, 내마모성 및 RoHS에 대한 준수를 통해서 치수 안정성을 추구합니다.

마찰 공학

마찰 공학은 설계, 마찰, 마모, 윤활 및 하중 하의 상대운동 접촉면 사이의 상호작용을 다루는 공학입니다.

빅트렉스 재료는 고압과 고속 조건에서도 우수한 내마모성을 유지하기 때문에 내마찰 부품에 많이 사용됩니다.

마찰 및 마모

마모는 상대운동 중에 표면으로부터 재료가 점진적으로 손실되는 것을 의미합니다. 마모는 표면피로, 연마마모 및 접착마모와 같은 다양한 과정에 의하여 표면을 매끄럽거나 거칠게 만들 수 있습니다. 마모율이 낮을수록 특정 상황에서의 내마모성이 우수할 것입니다. 마모율은 특정 마모환경에서의 높이 감소로 정의될 수 있으며 이는 상대마모율 또는 마모계수라고 부릅니다(마모율 / (압력 × 속도)).

마모율은 실험조건(압력 및 속도)의 영향을 받으며 마모계수가 고속/저압시험 또는 저속/고압시험으로부터 기인한 것인지를 파악하는 것이 매우 중요합니다.

마찰은 두 개의 표면 사이를 움직이는 데 필요한 저항력을 의미합니다. 이는 속도, 압력, 온도, 윤활상태 및 접촉면의 거칠기와 특성에 따라 달라지는 마찰계수(μ)입니다.

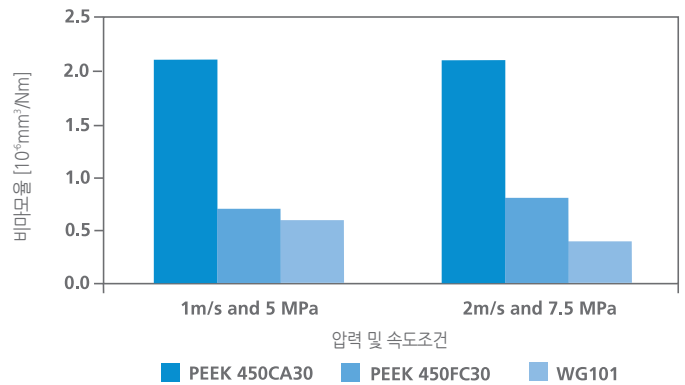
마찰열은 구성 부품의 온도를 증가시키며 특히 시스템으로부터 열을 제거하는 데 한계가 있을 경우에 더욱 증가됩니다. 특정 재료에서 T_g 이상으로 온도가 상승하면 마모율도 증가하게 됩니다(재료가 더 부드러워짐).

BLOCK ON RING

Block on Ring 시험(ASTM G137)은 건조한 미끄럼 상태에서 폴리머의 내마모성을 측정합니다. 이는 높은 하중과 고속에서 지속적인 마모율을 측정하는 시험으로 과열(용융으로 인한 조기 파손)이 발생할 수 있는 ASTM D3702 스러스트 와셔(thrust washer) 형태보다 더욱 적합합니다. 실험구성이 다르긴 하지만 2개의 방법에서 내마모성에 대한 좋은 연관관계를 파악할 수 있습니다.

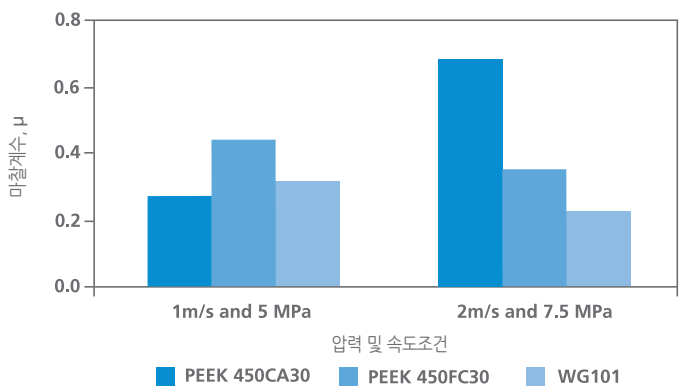
압력과 속도 범위가 5~15Mpa.m/s에서 실행된 다양한 빅트렉스 재료에 대한 Block on Ring 시험에서 내마모 그레이드는 PEEK 450CA30과 비교했을 때 현저히 낮은 마모율을 보여주며 이는 그림 30에 표시되어 있습니다.

그림 30: Block on Ring 방법을 적용한 다양한 빅트렉스 재료의 비마모율



저속 및 저압 조건에서는 마찰계수의 차이가 적습니다. 윤활 컴파운드의 마찰계수는 고속 및 고압조건에서 감소하며 그림 31과 같이 비윤활 PEEK 450CA30에서는 증가합니다.

그림 31: Block on Ring 방법을 적용한 다양한 빅트렉스 재료의 마찰계수



스러스트 와셔(THRUST WASHER)

ASTM D3702 스러스트 와셔 실험도구(자가윤활 접촉에 의한 재료의 마모율 및 마찰계수)는 폴리머를 비교하고 등급화하기 위한 도구로써 자동차 산업에 널리 활용됩니다.

1~4m/s의 속도와 of 0.35~0.65MPa의 하중으로 수행한 실험은(PV 레벨 0.35~2.6MPa.m/s) 다양한 빅트렉스 재료의 마모 성능에 미치는 영향을 보여주며 이는 그림 32에 표시 됩니다.

탄소섬유 재료(CA 및 HMF코드)는 유리섬유 혼합물(GL 코드)와 비교했을 때 마모율을 줄여주었습니다. 이러한 실험조건 하에 마모 첨가제(FC, FW 및 WG 코드)를 넣은 재료는 가장 낮은 마모 율을 보였습니다.

그림 32: 스러스트 와셔 방법을 적용한 낮은 PV 레벨에서의 다양한 빅트렉스 재료의 평균 마모율

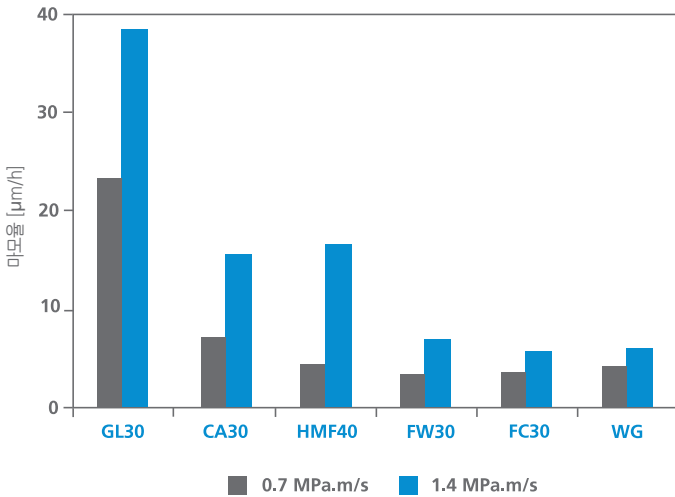
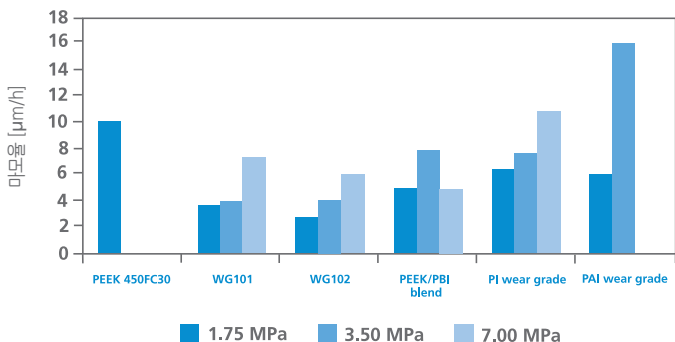


그림 33은 ASTM D3702 실험방법을 적용하여 극한의 마찰 상태 - 6m/s 속도의 파괴에서 사용하는 빅트렉스 컴파운드와 다른 고기능성 폴리머의 마모율 결과를 보여줍니다. 실험결과에 따르면 빅트렉스 WG 폴리머가 다른 고기능성 재료보다 우수한 마모성능을 보입니다.

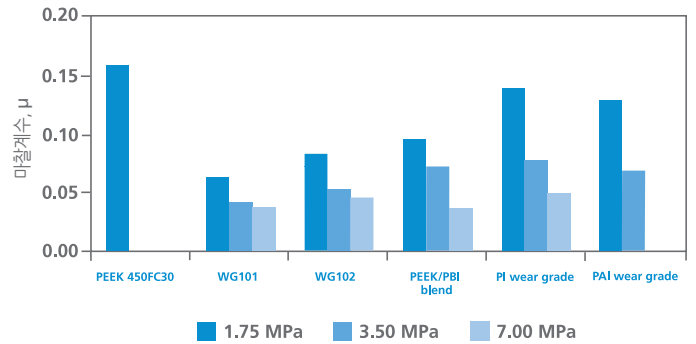
그림 33: 스러스트 와셔 방법을 적용한 1m/s 실험속도에서의 다양한 빅트렉스 재료와 고기능 재료의 마모율 비교



*VICTREX PEEK 450FC30은 1.75MPa의 실험조건을 견디지 못하였으며 PAI 마모 그레이드는 3.5MPa의 실험조건을 견디지 못하였습니다.

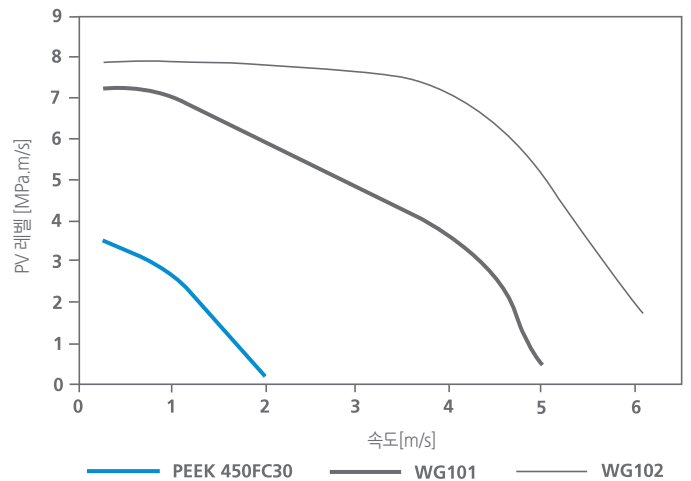
그림 34는 빅트렉스 WG 폴리머가 다른 고기능성 재료와 달리 낮은 마찰계수에서도 유지됨을 보여줍니다. 이 전에 언급한 block on ring(ASTM G136) 방법으로 얻은 결과와 비교 시, 마찰계수가 4배는 높음을 주목해야 합니다.

그림 34: 스러스트 와셔 방법을 적용한 1m/s 실험속도에서의 다양한 빅트렉스 재료와 고기능 재료의 마찰계수 비교



ASTM D3702실험방법을 토대로 빅트렉스 내마모 컴파운드는 대한 활용은 그림 35와 같습니다. WG101와 WG102는 450FC30보다 훨씬 높은 속도와 PV 조건에서 사용할 수 있습니다. WG102는 실험조건 중 가장 높은 속도에서 우수한 성능을 보여줍니다.

그림 35: 빅트렉스 마모 그레이드에 대한 활용



제한 압력 및 속도

마찰학적으로 민감한 어플리케이션에 사용되는 재료는 제한 (Limiting) PV(Lpv)에 따라 등급화됩니다. Lpv는 운동에 따른 과도한 마모, 경계면 용융 또는 균열이 발생하기 전에 재료가 견딜 수 있는 최대 압력과 속도를 의미합니다. 임계 마찰 상호작용 시, 재료는 압력 또는 속도에 의한 파손을 유발할 수 있습니다. 압력으로 인한 파손은 거친 면의 제거로 인해 시료에 피로 균열이 발생하는 점까지 하중이 증가할 때 발생합니다. 속도에 의한 파손은 표면 사이의 상대 운동이, 재료 경계면의 열적 상태가 급격한 마모율의 증가를 야기하기에 충분한 상태에 이르는 경우에 유발됩니다.

자동차 마모시험 시나리오로는 상대적으로 저속(스러스트 와셔처럼)에서 높은 하중이 적용되는 제품과 상대적으로 낮은 하중(다이내믹 씰처럼)에서 고속이 적용되는 제품을 포함합니다. 동일한 PV 조건 하에 스러스트 와셔(thrust washer)는 다이내믹 씰(dynamic seal) 보다 더 높은 하중을 견디지만 훨씬 천천히 회전합니다.

저속/높은 하중 및 고속/낮은 하중에서의 Lpv 데이터를 획득하기 위해 변형된 ASTM D3702 스러스트 와셔 기하모형을 사용하여 실험을 수행하였습니다.

저속/높은 하중 조건에서는 모든 재료가 20MPa 하중과 0.7m/s 속도를 견뎌했습니다. 프리미엄 마모 그레이드(WG101 및 WG102)가 표준 빅트렉스 재료(150FW30 및 450FC30)보다 훨씬 낮은 마찰계수와 상대면 온도를 유발하였습니다.

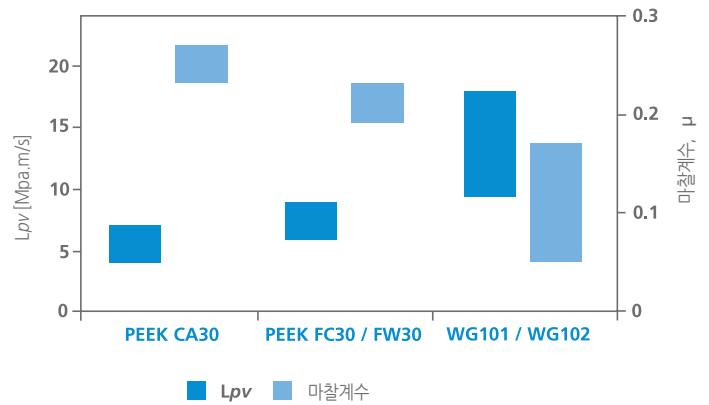
고속/낮은 하중 조건에서는 컴파운드들이 3개의 성능범주로 분류되었으며 그림 36을 참고하시기 바랍니다(그림 30과 31 같이 ASTM G137 block on ring 실험방법을 적용한 동일한 등급). 상대면 온도가 ~300°C를 초과하자 모든 시료는 파손되었습니다.

마모 첨가제를 넣지 않은 탄소섬유보강제는(450CA30 및 HT 22CA30) 낮은 Lpv(7MPa.m/s 미만)와 높은 마찰계수(~0.25)를 나타냅니다.

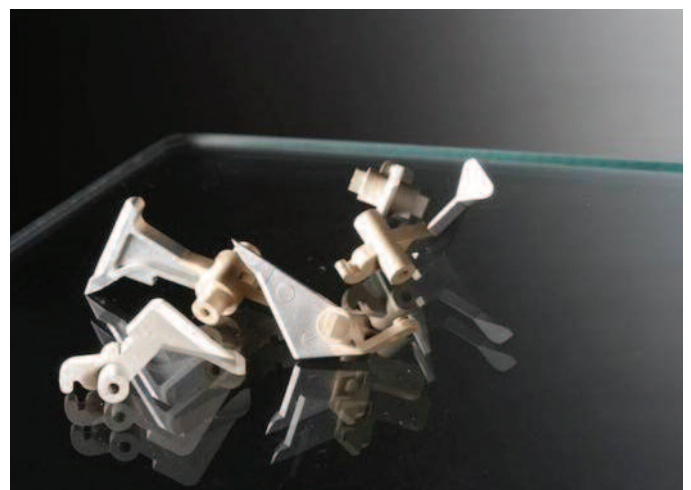
표준 마모 그레이드는(150FW30 및 450FC30) 높은 Lpv (6~9MPa.m/s)와 낮은 마찰계수(~0.20)를 나타냅니다.

프리미엄 마모 그레이드(WG101, WG102)는 상당히 향상된 Lpv(10-18 MPa.m/s)와 현저히 낮은 마찰계수(0.05~0.15)를 보였다. WG102는 실험 중에 최대 하중/속도를 모두 초과하여 그 성능을 유지하였습니다.

그림 36: 고속/ 낮은 하중조건에서의 빅트렉스 재료에 대한 Lpv 및 마찰계수



VICTREX™ PEEK 폴리머는 내구성, 신뢰성 및 향상된 효율성을 제공하여 밸런스 샤프트 (balance shaft) 모듈에서 사용되는 기어 설계 시 철 소재를 대체할 수 있습니다.



VICTREX™ PEEK 폴리머는 마찰환경에서도 우수한 내열성을 제공하며 별도의 2차 가공을 없애고 프린터 스펙트럼 핑거의 불소수지 코팅이 된 금속을 대체할 수 있습니다.



고온의 살균공정을 견디고 내마모성을 갖춘 VICTREX™ PEEK 폴리머는 음료용 병입 설비의 스테인리스 강 밸브와 하우징을 대체할 수 있습니다.

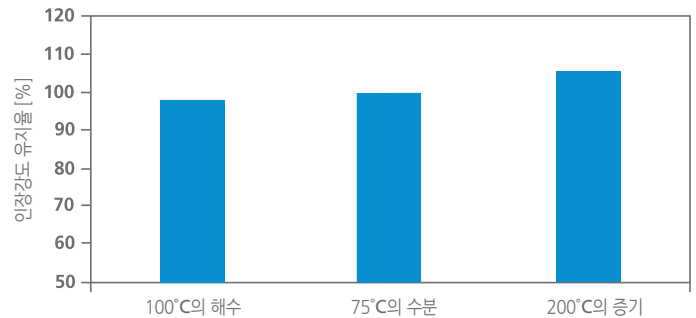
내 환경성

빅트렉스 폴리머는 전반적으로 고온에서도 우수한 내환경성을 유지합니다. 빅트렉스 폴리머는 유전분야에서의 굴착 또는 반복되는 증기멸균에의 노출과 같은 가혹한 환경에서 구성 부품을 형성하는 데 사용될 수 있습니다.

내 가수분해성

빅트렉스의 고기능 폴리머는 수분, 해수 또는 증기에 노출되어도 영향을 받지 않으며 이러한 이유로 의료 부품, 수중장비 및 밸브 구성 부품에 활용하기에 이상적인 소재입니다.

그림 37: 75°C의 수분, 100°C의 해수, 200°C의 증기와 14기압에서의 시간에 따른 PEEK의 인장강도 유지율



VICTREX™ PEEK 폴리머는 유전산업에서 사용하는 내마모성 배관을 위한 고기능 라이너에 사용되며 PEEK는 화학물질과 가스 투과를 막아줍니다.

가스 및 액체 투과율

PEEK은 액체와 가스의 투과를 막아주는 효과적인 장애물(차단막) 역할을 합니다. 액체와 가스의 용해성, PEEK 폴리머를 통한 확산 및 PEEK 폴리머로부터의 투과는 흔히 사용하는 폴리머보다 몇 단위가 더 낮습니다. 온도 상승으로 인하여 폴리머의 움직임도 활발해지지만 가스의 용해성은 온도가 상승하면서 거의 일정하게 유지되며 유리 전이온도를 초과하면서 투과율 변화는 거의 없습니다. 또한, 고압으로 인한 영향은 미비합니다: 가령, 압력이 100배 증가해도 투과율을 고작 10배가 증가합니다. 높은 탄성율과 PEEK에서의 다양한 액체와 가스의 낮은 용해성으로 인하여 PEEK은 급속 가스 감압(Rapid Gas Decompression)의 영향을 받지 않습니다.

표 3: 100µm 결정성 PEEK 필름을 투과하는 다양한 가스의 투과율

가스	투과율 cm ³ m ² day ⁻¹
이산화탄소	420
헬륨	1600
수소	1400
메탄	8
질소	15
산소	76
수증기	4

PEEK 파이프로 실행한 황화수소(H₂S)와 같은 가스의 투과율에 관한 연구에 따르면 PEEK는 다른 고기능 폴리머와 비교했을 때 우수한 차단성능을 제공합니다. 이는 표 4에 표시되어 있습니다.

표 4: PEEK와 다른 고기능 폴리머의 상대 투과율 자료

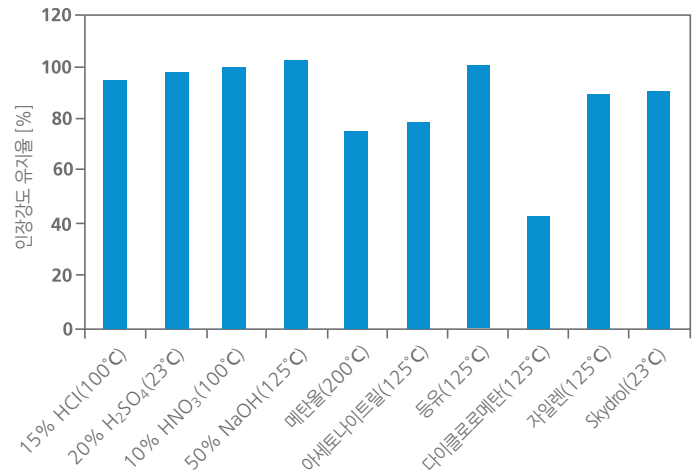
재료	온도 (°C)	투과율 계수 Q (cm ² s ⁻¹ atm ⁻¹)	확산계수 D (cm ² s ⁻¹)
PEEK	155	6.2 x 10 ⁻⁹	6.5 x 10 ⁻⁸
PEEK	110	1.2 x 10 ⁻⁹	1.3 x 10 ⁻⁸
PVDF	100	1.3 x 10 ⁻⁶	이용불가
PA 11	100	6.6 x 10 ⁻⁷	0.8 x 10 ⁻⁶

내화학성

VICTREX PEEK는 다양한 온도에서의 뛰어난 내화학성을 가진 재료로 널리 인식되고 있으며 팽윤 또는 변색이 거의 발생하지 않으면서도 높은 수준의 기계적 물성을 유지합니다. PEEK의 우수한 내화학성을 입증하기 위해 PEEK 450G를 다양한 온도조건 하의 여러 화학물질에 28일 간 담가두어 인장강도 유지율을 측정하였으며 그 결과가 그림 38에 나타나 있습니다.

당사의 웹사이트에서 내화학성 재료의 최근 목록을 다운로드 받으실 수 있습니다. www.victrex.com

그림 38: PEEK 450G를 다양한 화학물질에 4주간 담가둔 후의 인장강도 유지율

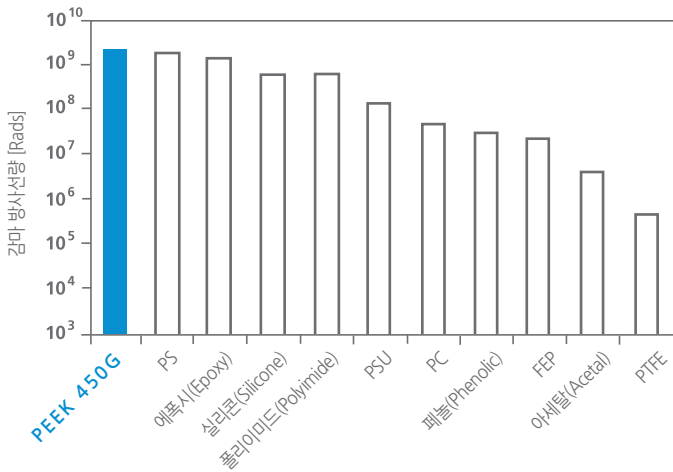


특허 받은 PEEK-SEP 차단막 기술에 사용되는 VICTREX™ PEEK 폴리머는 분리기술분야에서 천연가스 경제, VOC 감소 및 공격성 용매의 여과에 활용됩니다.

내방사선성

전자기 또는 이온화 방사선 공정은 열가소성 수지 소재의 취성을 증가시킵니다. VICTREX PEEK는 에너지적 화학구조가 안정적이기 때문에 높은 선량의 이온화 방사선에 의한 빈번한 살균공정에서 구성부품으로 이용될 수 있습니다. 그림 39는 PEEK 450G와 기타 고기능 폴리머에 대한 비교 막대도표를 보여주며, 미세한 굴곡 물성의 감소가 관찰되는 시점에서의 노출량을 볼 수 있습니다. 데이터에 따르면 빅트렉스 재료는 다른 고기능 폴리머보다 방사선 손상에 대한 월등한 저항성을 가지고 있음을 보여주고 있습니다.

그림 39: 미세한 굴곡 물성의 악화가 발생할 정도의 산화 감마 방사선량



VICTREX™ PEEK 폴리머는 FOUP(Front Opening Unified Pod) 실리콘 웨이퍼 기술에서의 웨이퍼 접촉 구성 부품에 대한 최적의 치수 안정성과 순도를 제공합니다.

가스 방출 특성

빅트렉스 재료는 극소량의 저분자량 휘발성 유기화합물을 포함하는 고유순도가 높은 물질입니다. 표 5는 ASTM E595에 따라 생성된 데이터입니다. 빅트렉스 재료는 5×10^{-5} Torr의 진공 상태에서 24시간 동안 125°C로 가열되었습니다. 모든 값은 시험 시료의 중량에 대한 백분율로 표시됩니다. ASTM E595는 TML의 허용한계를 최대 1.0%로 CVCM의 경우에는 최대 0.1%로 규정하고 있습니다.

표 5: 다양한 빅트렉스 재료의 가스 방출 특성

PEEK	%TML	%CVCM	%WVR
450G	0.26	0.00	0.12
450GL30	0.20	0.00	0.08
450CA30	0.33	0.00	0.12

TML (Total Mass Loss) - 특정한 온도에서 일정한 시간 동안 유지되는 시험 시료에서 방출된 재료의 총 질량

CVCM (Collected Volatile Condensable Material) - 주어진 온도와 시간 동안 응집되고 수집된 시험 시료에서 방출된 물질의 질량

WVR (Water Vapour Regained) - 24시간 동안 50%의 상대습도와 23°C 상태를 조건화 한 후, 시험된 시험 시료에 의해 유지된 물의 질량

승인 및 사양

빅트렉스 제품은 항공우주산업(상업 및 국방), 자동차산업, 해양산업 및 에너지 산업(화석연료 및 재생 가능한 에너지)를 포함하는 다양한 분야에서 널리 활용되고 있습니다. 최종 사용자는 완제품이 최종 사용자의 요구기준 또는 해외시장 기준에 부합하는지를 확인해야 합니다. 본 제품은 Airbus, Boeing, Daimler-Chrysler, Bosch와 미군을 포함하는 다양한 산업체의 사양기준을 만족합니다. 표 6은 빅트렉스 제품이 획득한 중요한 해외승인의 목록을 요약합니다.

표 6: 빅트렉스 제품이 획득한 주요 해외승인에 대한 요약

물과 접촉하는 제품(WATER CONTACT)

WRAS - (BS 6920)	VICTREX PEEK 450G, 450GL30, 450CA30과 450FC30은 WRAS 기준을 만족함(영국음용수 규격: Water Regulations Advisory Scheme) - 가정용 85°C까지의 냉수/온수와의 접촉에 적합한 비금속 및 접합을 위한 구성 부품의 제조에 대한 수질효과(BS 6920)
DVGW - (W270)	VICTREX PEEK - 비보강, GL30, CA30과 FC30은 DVGW 기준을 만족함 - (독일 가스 및 식음료 전문가 협회: German Association of Gas and Water), 식수와 접촉하는 제품에 대한 미생물 개선을 위한 W270 기준 - 시험 및 평가측정

FOOD CONTACT

2002/72/EC	VICTREX PEEK - 비보강, 비보강 블랙 903, GLxx, GLxx Blk와 VICTREX HT-비보강은 유럽집행위원회(European Commission Directive 2002/72/EC)의 규정, 개정안 975/2009와 법규 (EC) No 1935/2004의 기준을 만족하며 음식과 접촉하는 모든 제품 및 품목과 관련된 기준을 준수합니다. (주의 - "xx"보강제가 추가로 첨가된 양을 표시합니다).
FDA 21 CFR 177.2415	VICTREX PEEK - 비보강, 비보강 블랙 903 GLxx, GLxx Blk, CAxx, FE20, FW30과 VICTREX HT-비보강은 미 식약청(FDA)의 음식이 닿는 플라스틱 구성에 관한 규정 FDA 21 CFR 177.2415을 준수합니다.
3A 위생기준 (Sanitary Standard) 다목적 용도 플라스틱 제품	VICTREX PEEK 비보강 (점성도90, 150, 380 및 350에 따른 모든 그레이드), APTIV 1000 및 2000 시리즈 압출필름과 VICOTE 700 시리즈 분쇄 분말

가연성

UL94	VICTREX PAEK 폴리머와 혼합물은 UL(Underwriters Laboratory) 가연성 기준 94-V의 일반적인 요구사항을 준수합니다. 빅트렉스에 직접 요청을 하거나 QMFZ2.E161131을 참고하여 UL 웹 사이트를 방문하여 그레이드에 관한 상세한 정보를 확인할 수 있습니다.
-------------	--

일반사항

ISO 9001:2008	빅트렉스 제조사의 관리 시스템은 고기능 폴리 케톤의 설계, 제조 및 판매에 대하여 평가를 받고 ISO 9001:2008 인증을 획득하였습니다.
REACH	빅트렉스 폴리머는 REACH 등록을 위한 요구사항이 면제됩니다. 폴리머 제조에 사용되는 모너모 (Monomers)는 REACH의 요구사항에 따라 사전 등록되었습니다. 현재 빅트렉스 제품은 0.1% (중량 비) 이상의 SVHC(고위험성 물질)을 함유하지 않고 있습니다. 기존 및 신규 공급 업체가 0.1% (중량비) 이상의 고위험성 물질을 공급하지 않도록 감시하는 것이 당사의 방침입니다.
RoHS	VICTREX PEEK, VICTREX HT, VICTREX ST와 혼합물은 RoHS(전기전자 제품 환경 유해물질 사용제한 지침)에 대한 2002/95/EC(2003년 1월 27일)의 규정을 준수합니다.
ELV	VICTREX PEEK, VICTREX HT, VICTREX ST와 혼합물은 ELV(자동차 재활용 처리지침)에 대한 2000/53/EC 규정을 준수합니다. 차량, 폐차량과 이와 관련된 구성부품과 재료가 포함됩니다.
WEEE	RoHS 규정과 더불어 빅트렉스 제품은 WEEE (전기전자제품 폐기물 처리지침)에 대한 유럽연합 규정기준 2002-96-EC를 준수합니다.
FM 4910 승인	VICTREX PEEK-비보강은 미국 국가규격협회의 클린룸(cleanroom) 제품 가연성 시험 프로토콜인 ANSI/FM 4910 기준을 준수합니다. FM 4910은 반도체 산업에서 내화성 제품의 필요성을 충족시키기 위하여 고안되었습니다.
MITI 승인	VICTREX PEEK는 MITI(통상산업부)의 승인을 받았습니다.
환경방침	빅트렉스는 환경방침을 준수하며 영국환경청이 발행하고 감사한 허가기준에 따라 운영됩니다(참고 번호 BU5640IA). 또한 당사는 사내 환경관리 시스템을 갖추고 있어서 ISO:2008 등록의 일환으로 감사를 받습니다.

빅트렉스 폴리머 솔루션은 PAEK 제품을 새롭게 활용할 수 있는 방안을 지속적으로 연구하고 있으며 이에 따라 제품에 대한 승인과 사양의 수가 지속적으로 증가하고 있습니다.

현지 빅트렉스 지사에 직접연락을 하거나 웹사이트(www.victrex.com)를 통해 문의하시길 바랍니다.

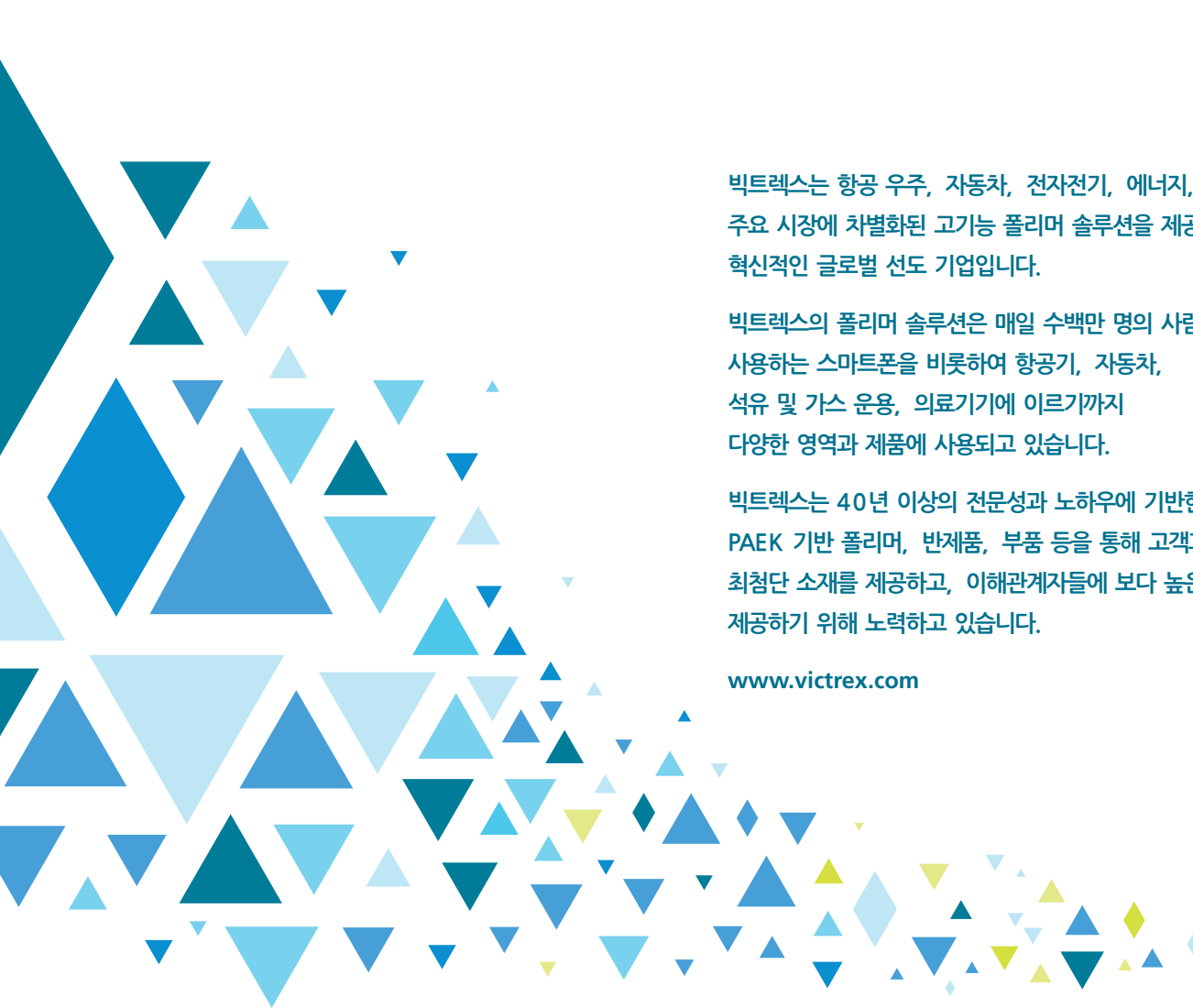
재료 선택

	조건	실험방법	단위	비보강				
				PEEK 90G	PEEK 150G/151G	PEEK 381G	PEEK 450G	PEEK 650G
기계적 물성								
인장강도	항복, 23°C	ISO 527	MPa	110	110	100	100	95
	파단, 23°C							
	파단, 125°C							
	파단, 175°C							
	파단, 275°C							
파단신장률	23°C	ISO 527	%	15	25	40	45	45
인장탄성률	23°C	ISO 527	GPa	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5
굴곡 강도	23°C	ISO 178	MPa	180	175	170	165	155
	125°C			95	90	90	85	85
	175°C			20	19	18	18	16
	275°C			14	13	13	13	9
굴곡탄성률	23°C	ISO 178	GPa	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0
압축 강도	23°C	ISO 604	MPa	130	130	125	125	120
	120°C			80	80	70	70	65
	200°C							
	250°C							
Charpy 충격강도	노치, 23°C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	4.0	4.0	6.0	7.0	0.8
	비노치, 23°C	ISO 179/1U		no break	no break	no break	no break	no break
Izod 충격강도	노치, 23°C	ISO 180/A	kJ/m ²	4.5	5.0	6.5	7.5	9.5
	비노치, 23°C	ISO 180/U		no break	no break	no break	no break	no break
열적 물성								
용융점		ISO 3146	°C	343	343	343	343	343
유리 전이온도(T _g)	시작(Onset)	ISO 3146	°C	143	143	143	143	143
열팽창계수	유동방향(Along flow) < T _g	ISO 11359	ppm/°C	45	45	45	45	45
	평균(Average) < T _g			55	55	55	55	65
	유동방향(Along flow) > T _g			120	120	120	120	125
	평균(Average) > T _g			140	140	140	140	160
열변형온도	1.8MPa	ISO 75A-f	°C	156	156	152	152	152
열전도성	23°C	ISO 22007-4	W/m°C	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
RTI	기계적	UL 746B	°C		260	260	260	
	기계적 비충격				240	240	240	
	기계적 충격				180	180	180	
유동 물성								
용융점도	400°C	ISO 11443	Pa.s	90	130	300	350	500
	420°C							
기타 물성								
밀도	23°C	ISO 1183	g/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
전기적 물성								
절연강도	2.5mm 두께	IEC 60243-1	kV/mm	16	16	16	16	20
비교 트레이킹 지수(CTI)	23°C	IEC 60112	V	150	150	150	150	150
손실-탄젠트	23°C, 1MHz	IEC 60250	n/a	0.004	0.004	0.004	0.003	0.005
유전율	23°C, 1kHz	IEC 60250	n/a	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
체적 고유저항	23°C	IEC 60093	Ωcm	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶
권장 가공조건								
사출 온도 설정	호퍼-노즐		°C	350-365	350-365	350-370	355-375	375-395
금형 온도 설정(최대 250°C)			°C	160-200	160-200	170-200	170-200	170-200
스파이럴 플로우(Spiral flow)	1mm 벽 두께	Victrex	mm	245	220	130	110	125
	3mm 벽 두께						700	630
성형수축(Mould Shrinkage)	유동방향 (Along flow)	ISO 294-4	%	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
	유동직각방향(Across flow)		%	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

		유리 섬유 보강						탄소 섬유 보강			
HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK
G22	G45	90GL30	150GL30	450GL30	650GL30	22GL30	45GL30	90CA30	150CA30	450CA30	650CA30
115	115										
		190	190	180	170	200	200	260	260	260	250
		130	125	115	95	125	130	180	150	160	150
		80	75	60	50	75	80	110	95	85	85
		45	45	35	30	55	50	65	55	50	50
20	20	2.3	2.5	2.7	2.9	2.8	2.5	1.3	1.5	1.7	2.2
3.7	4.3	12.0	12.0	11.8	11.5	12.0	12.0	27	26	25	24
185	180	290	280	270	260	300	270	360	360	380	370
110	110	230	230	190	170	210	180	250	250	250	250
32	36	115	115	80	75	120	120	120	120	120	120
16	21	75	75	50	45	85	70	60	60	60	60
4.2	4.1	12.0	11.5	11.3	10.0	11.0	11.0	24	23	23	22
140	145	250	250	250	190	290	290	300	300	300	280
90	90	160	160	160	120	180	190	200	200	200	180
30	35	55	55	55	35	75	75	70	70	70	60
						50	50				
3.8	4.0	7.5	7.5	8.0	12.0	9.0	9.5	6.0	6.0	7.0	10.5
no break	no break	45	55	55	70	70	70	45	45	45	60
5.0	6.0	8.5	9.0	10.5	12	11	11	7.0	7.5	10	12
no break	no break	40	55	60	65	70	60	40	40	50	60
373	387	343	343	343	343	373	387	343	343	343	343
152	162	143	143	143	143	152	162	143	143	143	143
45	45	20	20	18	18	20	21	5	5	5	6
55	55	45	45	45	45	45	40	40	40	40	50
75	105	20	20	18	22	25	23	5	6	6	6
130	125	110	110	110	120	110	100	90	100	100	135
163	172	335	335	328	320	360	380	342	339	336	333
0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.95	0.95	0.95	0.95
			240	240							
			240	240					240	240	
			220	220					200	200	
190		220	280	560	750	500		260	320	675	
	220				620		550				650
1.30	1.30	1.52	1.52	1.51	1.51	1.53	1.53	1.40	1.40	1.40	1.40
17	21	17	17	20	20	16	19				
150	150	150	150	150		150	150				
0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004				
3.2	3.0	3.3	3.3	3.2	3.5	3.2	3.3				
10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵
375-395	375-395	355-370	360-380	360-385	385-405	375-395	385-410	360-380	365-385	375-395	390-415
190-215	200-220	170-200	170-200	180-200	180-200	190-215	200-220	170-200	180-210	180-210	180-210
200	160	185	150	85	90	105	100	130	140	75	80
	680			410	450		440			330	375
1.0	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5

				마찰 및 마모 그레이드				특수 제품		
HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	WG101	WG102	PEEK
22CA30	45CA30	90HMF20	90HMF40	150FC30	450FC30	150FW30	450FE20			ESD101
260	270	280	330	150	140	180	78	180	190	120
170	180	190	220	100	95	115		125	130	75
110	120	120	145	65	55			85	85	
70	70	80	85	35	35			55	55	
1.6	1.7	1.9	1.2	2.0	2.2	1.8	25	1.9	1.9	1.5
26	25	22	45	12.5	12.5	15	2.9	19	19	11.5
370	380	400	480	220	230	270	125	280	290	190
240	290	290	350	160	160	170	70	220	220	135
170	190	180	220	80	80	105	18	140	145	65
90	100	100	120	45	45	65	13	70	75	35
23	23	20	37	11.5	11.5	14.5	3.2	17	17	10.5
300	310	270	310	170	170	210	105	220	250	170
210	210	200	250	110	110	155	65	160	175	115
95	95	90	120			60		65	80	45
65	65							45	55	
6.5	7.0	7.5	8.0	4.0	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	2.5
45	50	60	60	30	35	35	no break	35	35	17
9	10.0	9.5	10.5	5.0	6.5	5.0	7.5	6.0	6.0	3.5
45	50	60	60	30	35	35	no break	35	35	25
373	387	343	343	343	343	343	343	343	373	343
152	162	143	143	143	143	143	143	143	152	143
5	10	5.5	3.0	12	15	9	40	9	9	25
35	40	40	35	45	45	45	60	35	35	40
5	13	3.0	1.0	15	20	9	120	10	10	70
90	95	100	80	110	115	110	140	90	90	125
368	383	347	349	315	315	>300	150	343	367	258
0.95	0.95	1.0	2.0	0.87	0.87			1.3	1.3	
				240	240					
				180	180					
550		200	330	290	550	260	340	350	600	275
	560									
1.41	1.41	1.37	1.45	1.45	1.45	1.43	1.40	1.44	1.44	1.65
							21			
							0.004			
							2.8			
10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ⁷	10 ¹⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁹
380-405	390-415	365-385	365-385	360-380	365-385	365-385	355-375	370-390	390-410	365-385
190-215	200-230	180-200	190-200	170-200	170-200	170-200	170-200	180-210	190-215	180-220
80	90	180	100	130	80	165	130	135	85	140
	410				380				360	
0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	1.2	0.0	0.1	0.4
0.7	0.7	0.6	0.4	0.7	0.7	0.6	1.7	0.5	0.6	0.5

NOTES



빅트렉스는 항공 우주, 자동차, 전자전기, 에너지, 의료 등 주요 시장에 차별화된 고성능 폴리머 솔루션을 제공하는 혁신적인 글로벌 선도 기업입니다.

빅트렉스의 폴리머 솔루션은 매일 수백만 명의 사람들이 사용하는 스마트폰을 비롯하여 항공기, 자동차, 석유 및 가스 운송, 의료기기에 이르기까지 다양한 영역과 제품에 사용되고 있습니다.

빅트렉스는 40년 이상의 전문성과 노하우에 기반한 PEEK 및 PAEK 기반 폴리머, 반제품, 부품 등을 통해 고객과 시장에 최첨단 소재를 제공하고, 이해관계자들에 보다 높은 가치를 제공하기 위해 노력하고 있습니다.

www.victrex.com

빅트렉스 코리아

서울특별시 강남구 테헤란로

528 슈퍼리어타워 14층

전화 : (02) 2182-1200

팩스 : (02) 2182-1212

이메일 : krsales@victrex.com

©Victrex plc. Aug 2019

Victrex plc and/or its group companies (Victrex plc) believes that the information contained in this document is an accurate description of the typical characteristics and/or uses of the product(s) and is based on information that we believe is reliable. However, it is provided for information only. It is not intended to amount to advice on which you should rely and should not be construed as, or used as a substitute for, professional or specialist advice. In particular, 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 product uses should not be taken as inducements to infringe any particular patent. Mention of a product in this document is not a guarantee of its availability. Victrex plc reserves the right to modify products, specifications and/or packaging as part of a continuous program of product development. 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 authorised 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, or any 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. The foregoing does not seek to affect any liability (including to individual consumers) which cannot be excluded or limited under any applicable law.

Supporting information is available on request for claims referenced in this document.

Victrex plc is the owner or the licensee of all intellectual property rights in this document.

All rights are protected by copyright and other intellectual property laws and treaties around the world. All rights reserved.

VICTREX™, APTIV™, VICOTE™, VICTREX PIPES™, VICTREX HT™, VICTREX ST™, VICTREX WG™, VICTREX FG™, VICTREX HPG™, VICTREX AE™, VICTREX CT™ and SHAPING FUTURE PERFORMANCE™ are trademarks of Victrex plc or its group companies.