



DuraForm® ProX® PA

Nylon/폴리프로필렌 유사 소재

생산 등급 Nylon 12 플라스틱은 인성, 내열성, 내화성, 생체 적합성을 모두 갖춘 고성능 소재입니다.

선택적 레이저 소결

내구성 및 인성을 모두 갖춰 기계적 속성과 정밀한 정밀 피처 표면 해상도를 자랑하는 열가소성 소재

DuraForm ProX PA는 실제 기능 테스트를 비롯한 중소량 생산 공정에 적합하게 설계되어 내구성, 인성, 충격 강도, 정확성, 정밀 피처 표면 해상도 등 다양한 속성을 빠짐없이 제공합니다. 이 소재는 USP Class VI 기준을 충족할 뿐만 아니라 흰색 마감으로 다양한 기능성 의료 기기 구성품이나 수술 도구 및 가이드에 이상적입니다.

DuraForm ProX PA는 기계적 속성을 장기간 유지할 수 있는 환경 안정성을 고려해 설계되었으며, ASTM 기준에 따라 테스트를 받아 실내에서 최대 8년까지, 그리고 실외에서 1.5년까지 사용할 수 있습니다. DuraForm ProX PA 부품은 증기 연마 공정을 거쳐 표면 마감 처리가 매우 매끄럽기 때문에 사출 성형 플라스틱 부품과 비교해도 전혀 손색이 없습니다. 그 밖에도 증기 연마는 SLS 부품의 다공성 표면을 씰링하는 데 효과적이어서 기밀/수밀 응용 분야에도 적합합니다.

응용 분야

- 뛰어난 내구성과 강도를 필요로 하는 원형
- 중소량의 최종 사용 제품을 직접 제조
- USP Class VI 기준을 따르거나 소독이 필요한 의료 부품
- 복잡하고 얇은 벽의 덕트
- 비행기 및 모터 스포츠 부품
- 외함 및 하우징
- 스냅식 및 휘어지는 경첩 부품
- 자동차 계기판, 방열판 및 범퍼

혜택

- 기계적 속성을 장기간 유지하는 안정성
- 균형 잡힌 기계적 속성과 처리 가능성
- 기능 테스트를 위한 원형 제작
- 툴링 없이 내구성이 우수한 최종 사용 제품 생산
- 제조업체의 요구에 따라 정확하고 반복 가능한 부품 제작
- 가공 및 페이팅을 통해 시연 부품 제작 가능

기능

- 우수한 표면 해상도와 정밀 피처
- 처리 용이
- 우수한 등방성 특성
- USP Class VI 테스트 기준 준수
- 고압 증기 멸균과 호환
- 자동차 유체 및 화학 물질과 호환

참고: 일부 국가에는 일부 제품과 소재가 제공되지 않을 수 있습니다. 현지 영업 담당자에게 제공 여부를 문의하시기 바랍니다.

소재 특성

전체 기계적 특성은 해당되는 경우 ASTM 및 ISO 표준에 따라 제공됩니다. 그 밖의 특성으로는 난연성, 유체 특성, 24시간 흡수성이 있습니다. 따라서 소재마다 이러한 특성들을 바탕으로 기능을 더욱 정확하게 판단하여 설계를 결정하는 데 도움이 될 수 있습니다. 모든 부품은 최소 40시간 동안 23°C 및 50% RH 에서 ASTM 권장 표준에 따라 특성이 좌우됩니다.

지금까지 알려진 솔리드 소재 특성을 보면 X-축을 따라 프린트되어 있습니다.

솔리드 소재						
미터 단위	ASTM METHOD	미터 단위	영어	ISO METHOD	미터 단위	영어
물리적				물리적		
컬러		자연색				
소결된 부품 밀도	ASTM D792	0.95g/cm ³	0.034lb/in ³	ISO 1183	0.95g/cm ³	0.034lb/in ³
24시간 수분 흡수	ASTM D570	0.65%	0.65%	ISO 62	0.65%	0.65%
혼합비 - % 신규 공급		40%				
기계적				기계적		
극한 인장 강도	ASTM D638 Type I	48MPa	7000psi	ISO 37	49MPa	7100psi
항복 인장 강도	ASTM D638 Type I	48MPa	7000psi	ISO 37	49MPa	7100psi
인장 탄성률	ASTM D638 Type I	2100MPa	300ksi	ISO 37	1900MPa	273ksi
연신율	ASTM D638 Type I	19%	19%	ISO 37	17%	17%
항복신장률	ASTM D638 Type I	13%	13%	ISO 37	12.3%	12.3%
굴곡 강도	ASTM D790	63MPa	9100psi	ISO 178	60 MPa	8100psi
굴곡 탄성률	ASTM D790	1,700MPa	240ksi	ISO 178	1,700MPa	244ksi
아이조드 노치 충격	ASTM D256	47J/m	0.9ft-lb/in	ISO 180-A	3.7kJ/m ²	1.8ft-lb/in ²
아이조드 언노치 충격	ASTM D4812	460J/m	9ft-lb/in	ISO 180-U	22kJ/m ²	1.7ft-lb/in ²
쇼어 경도	ASTM D2240	74D	74D	ISO 7619	74D	74D
열				열		
Tg(DMA, E")	ASTM E1640(1C/min일 때 E"Peak)	46°C	115°F	ISO 6721-1/11(E" Peak)	46°C	115°F
HDT @ 0.455MPa/66PSI	ASTM D648	176°C	349°F	ISO 75- 1/2 B	153°C	308°F
HDT @ 1.82MPa/264PSI	ASTM D648	82°C	180°F	ISO 75- 1/2 A	58°C	136°F
CTE -20~70°C	ASTM E831	91 ppm/°C	51 ppm/°F	ISO 11359-2	91ppm/K	51ppm/°F
CTE 95~180°C	ASTM E831	201 ppm/°C	112 ppm/°F	ISO 11359-2	201ppm/K	112ppm/°F
비열 용량	ASTM E1269	1.55 J/g·°C	0.37 BTU/lb·°F			
열전도율	ASTM E1530	0.21 W/m-K	1.46 BTU-in/hr-ft ² °F			
UL 난연성 등급	UL 94	HB	HB			
전기				전기		
유전 강도(kV/mil) @ 3mm 두께	ASTM D149	15				
유전 상수 @ 1kHz	ASTM D150	2.85				
손실 계수 @ 1kHz	ASTM D150	0.022				
체적 저항(ohm - cm)	ASTM D257	1.5x10 ¹⁵				
표면 저항(ohm/sq)	ASTM D257	4.7x10 ¹⁵				

등방성 특성

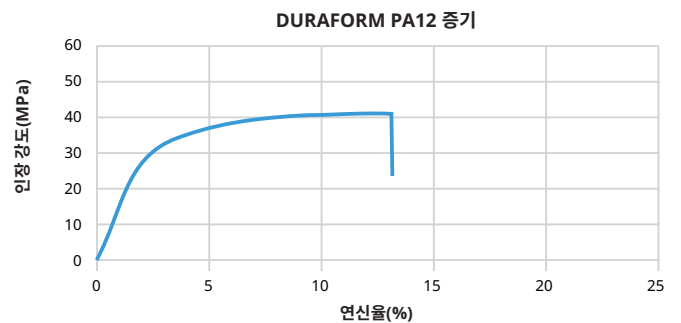
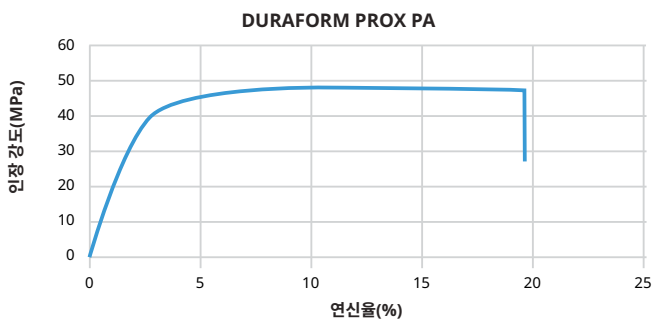
부품을 XYZ 및 비스듬한 방향으로 테스트하여 기계적 속성 내에서 등방성 범위를 결정합니다.

가장 높은 기계적 특성을 갖도록 증기 연마 부품의 방향이 정해질 필요가 없어 기계적 특성에 대한 부품 방향의 자유도가 더욱 향상됩니다.

DURAFORM PROX PA						DURAFORM PROX PA 증기 연마				
	방법	미터 단위				방법	미터 단위			
기계적						기계적				
		X	Y	Z	Z45		X	Y	Z	Z45
극한 인장 강도	ASTM D638 Type I	48MPa	48MPa	42MPa	46MPa	ASTM D638 Type I	41MPa	35MPa	46MPa	47MPa
항복 인장 강도	ASTM D638 Type I	48MPa	48MPa	N/A	N/A	ASTM D638 Type I	41MPa	34MPa	46MPa	47MPa
인장 탄성률	ASTM D638 Type I	1,900MPa	2,000MPa	2,100MPa	2,000MPa	ASTM D638 Type I	1,500MPa	1,200MPa	1,600MPa	1800MPa
연신율	ASTM D638 Type I	19%	21%	5%	8%	ASTM D638 Type I	13%	13%	14%	20%
항복신장률	ASTM D638 Type I	13%	13%	N/A	N/A	ASTM D638 Type I	13%	13%	14%	15%
굴곡 강도	ASTM D790	63MPa	58MPa	62MPa	60 MPa	ASTM D790	52MPa	55MPa	60 MPa	56MPa
굴곡 탄성률	ASTM D790	1,700MPa	1,500MPa	1,700MPa	1,600MPa	ASTM D790	1,400MPa	1,500MPa	1,700MPa	1,500MPa
아이조드 노치 충격	ASTM D256	47J/m	42J/m	42J/m	48 J/m	ASTM D256	38J/m	36J/m	42J/m	42J/m
쇼어 경도	ASTM D2240	74D	74D	75D	N/A	ASTM D2240	73D	73D	73D	74D
24시간 수분 흡수	ASTM D570	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	ASTM D570	0.23%	0.23%	0.23%	0.23%

응력 변형 곡선

이 그래프는 ASTM D638 테스트에 따른 DuraForm ProX PA 플라스틱의 응력-변형 곡선을 보여줍니다.

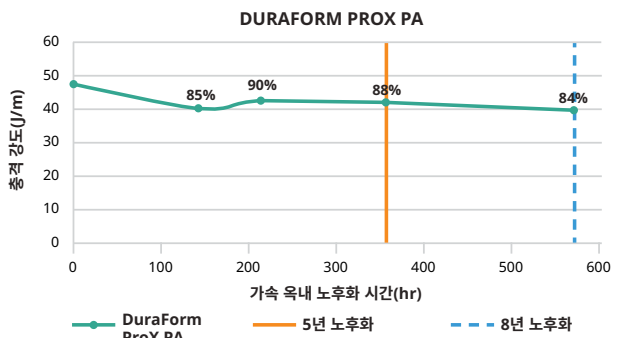
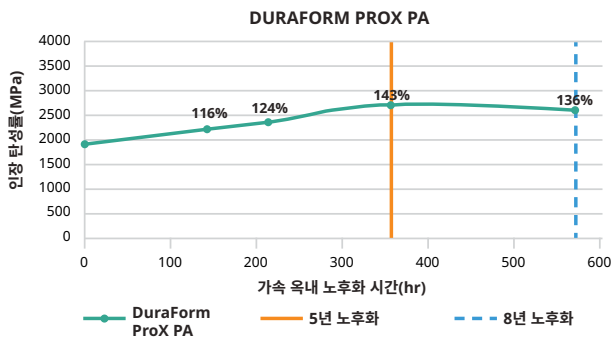
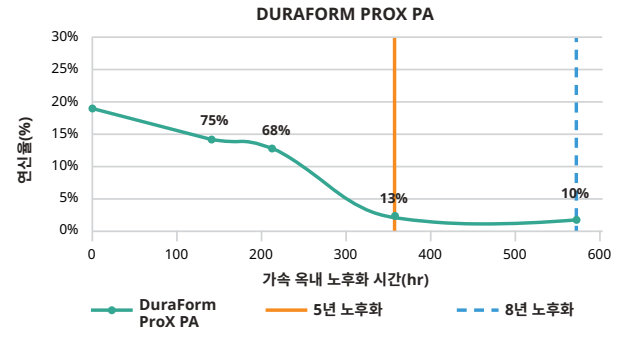
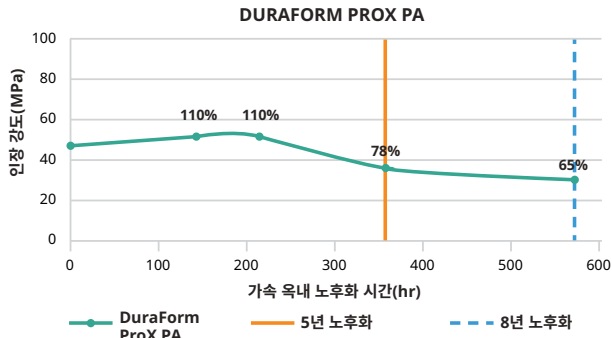


장시간의 환경안정성

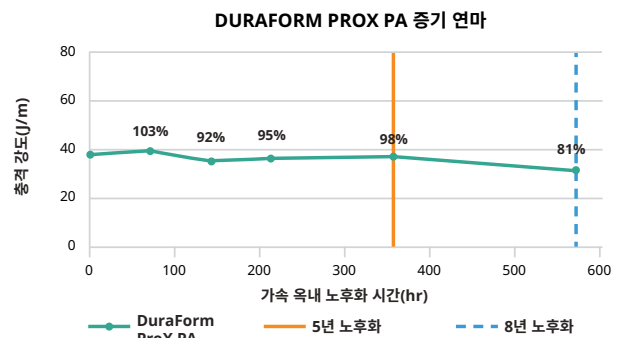
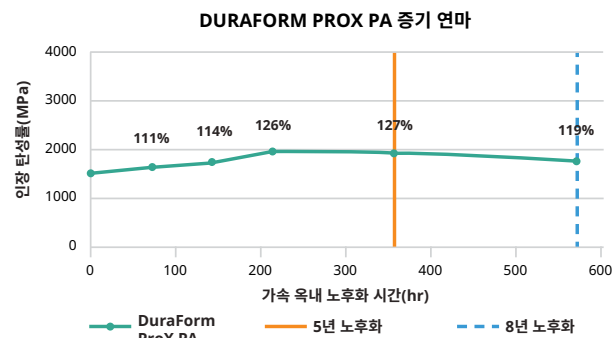
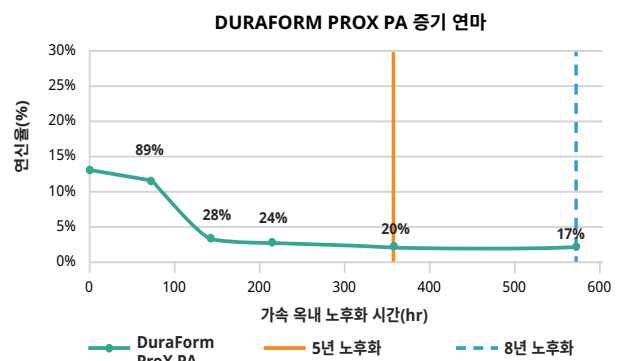
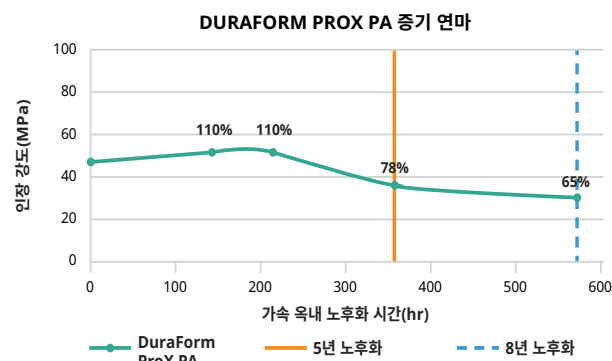
DuraForm ProX PA 는 장기적인 환경 UV 및 습도 안정성을 제공하도록 엔지니어링되었습니다. 이 소재는 지정된 시간 동안 최초 기계적 속성을 높은 비율로 유지하는 테스트를 거쳤습니다. 작업 또는 부품에 대해 고려할 실제 설계 조건을 제공합니다. **실제 데이터 값은 Y축에 있으며, 데이터 지점은 최초 값의 비율(%)입니다.**

실내 안정성: ASTM D4329 표준 방법에 따라 테스트됨.

실내 안정성



실내 안정성 - 증기 연마

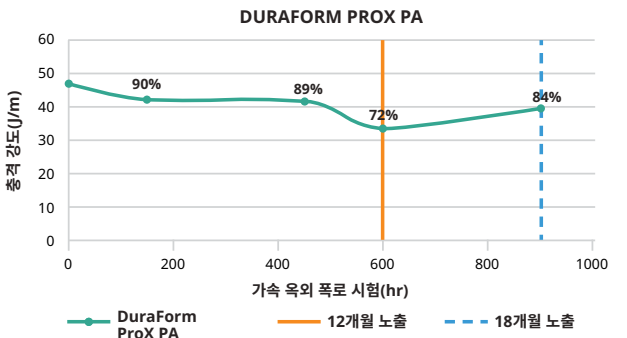
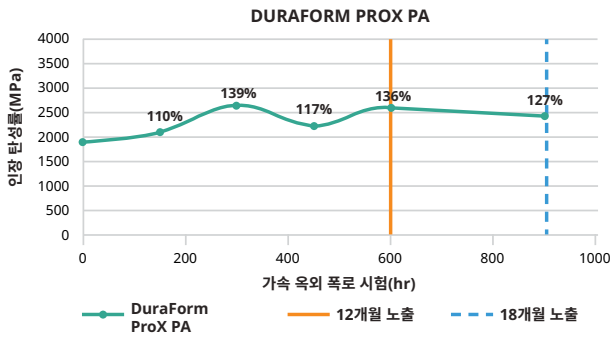
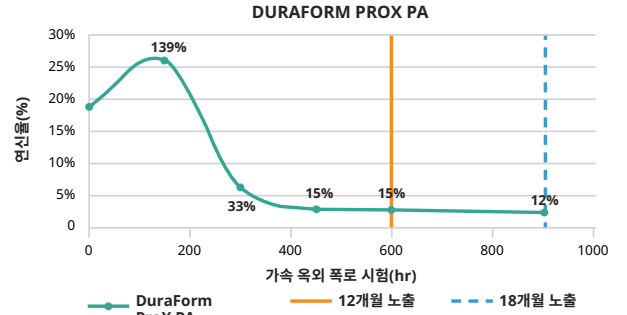
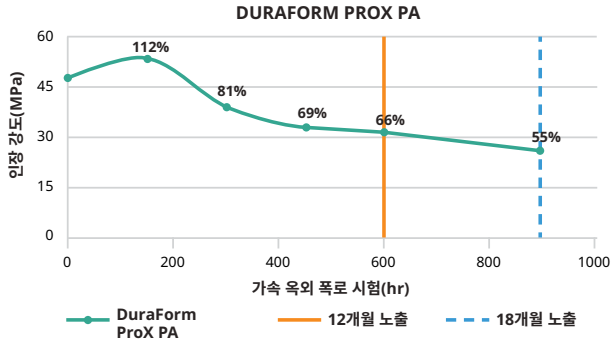


장시간의 환경 안정성

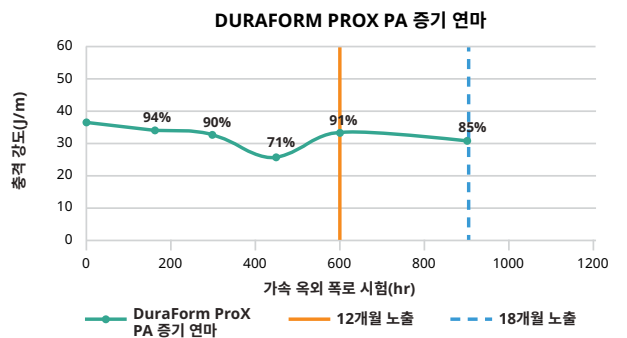
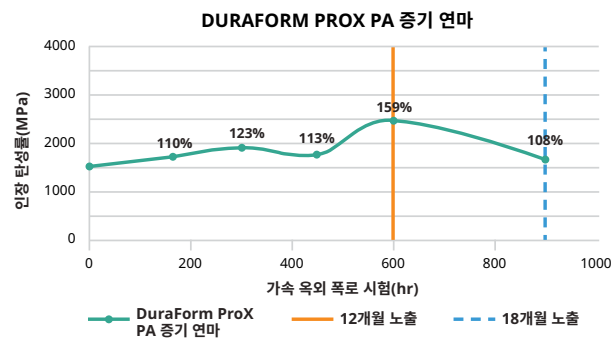
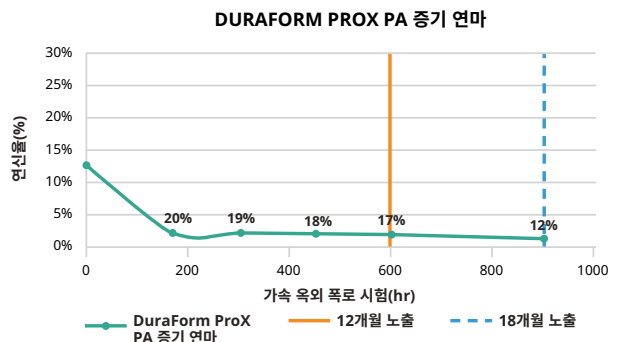
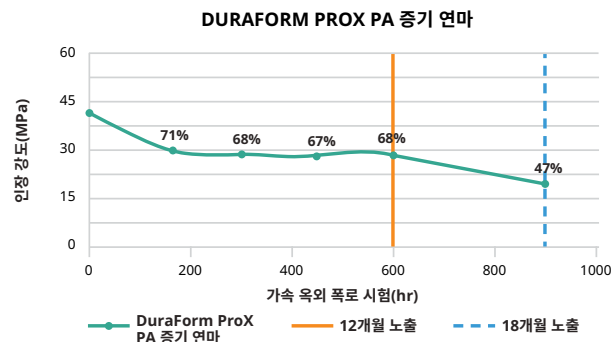
DuraForm ProX PA는 장기적인 환경 UV 및 습도 안정성을 제공하도록 엔지니어링되었습니다. 이 소재는 지정된 시간 동안 최초 기계적 속성을 높은 비율로 유지하는 테스트를 거쳤습니다. 작업 또는 부품에 대해 고려할 실제 설계 조건을 제공합니다. **실제 데이터 값은 Y축에 있으며, 데이터 지점은 최초 값의 비율(%)입니다.**

실외 안정성: ASTM G154 표준 방법에 따라 테스트됨.

실외 안정성



실외 안정성 - 증기 연마



자동차 유체 호환성

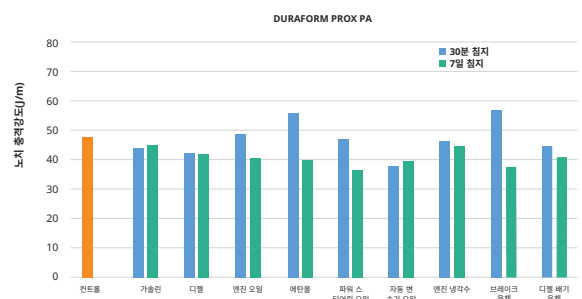
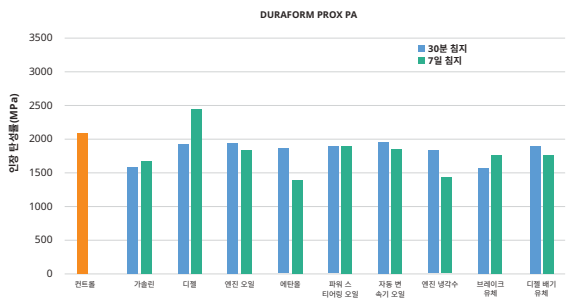
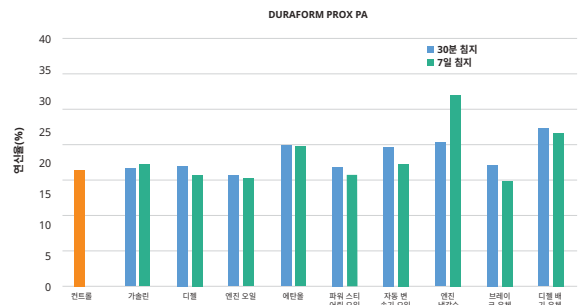
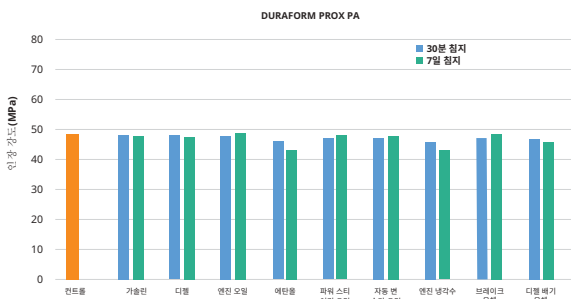
탄화수소 및 세척 화학물질과 소재의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. DuraForm ProX PA 플라스틱 부품은 USCAR2 테스트 조건에 따라 밀봉 및 표면 접촉 호환성 테스트를 거쳤습니다. 유체는 사양당 다음 두 가지 방법으로 테스트되었습니다.

- 7일 동안 침지한 후 비교를 위해 기계적 특성 데이터를 취합니다.
- 30분 동안 침지한 후 꺼내 7일 후 비교를 위해 기계적 특성 데이터를 취합니다.

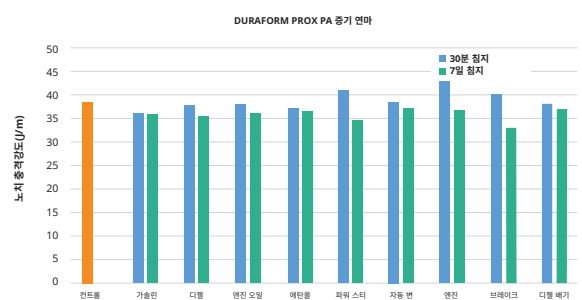
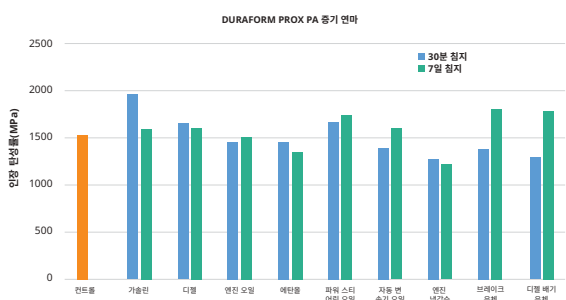
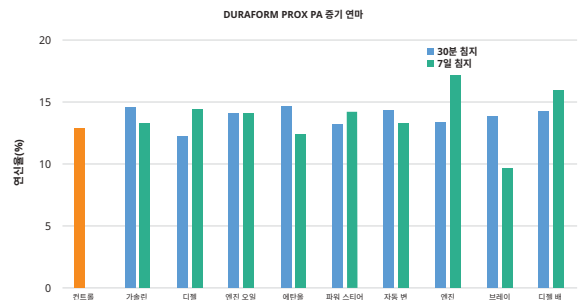
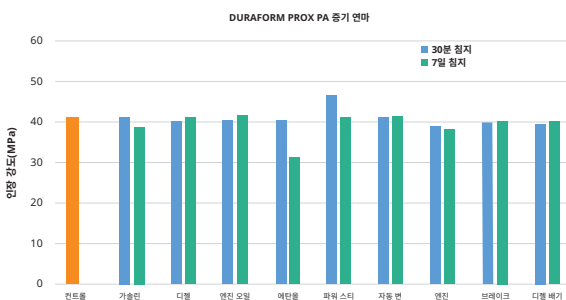
데이터는 그 기간 측정된 특성 값을 반영합니다.

자동차 오일		
오일	사양	테스트 온도 °C
가솔린	ISO 1817, 액체 C	23 ± 5
디젤 연료	905 ISO 1817, 오일 No. 3 + 10% p-자일렌*	23 ± 5
엔진 오일	ISO 1817, 오일 No. 2	50 ± 3
에탄올	85% 에탄올 + 15% ISO 1817 액체 C*	23 ± 5
파워 스티어링 오일	ISO 1917, 오일 No. 3	50 ± 3
자동 변속기 오일	Dexron VI(복합 특정 연료)	50 ± 3
엔진 냉각수	50% 에틸렌글리콜 + 50% 증류수*	50 ± 3
브레이크 유체	SAE RM66xx(xx는 최신 가용 유체로 대체하여 사용)	50 ± 3
디젤 배기 유체(DEF)	ISO 22241에 따른 API 인증	23 ± 5

*해결 방안은 부피에 따른 백분율로 결정됩니다.



증기 연마



화학적 호환성

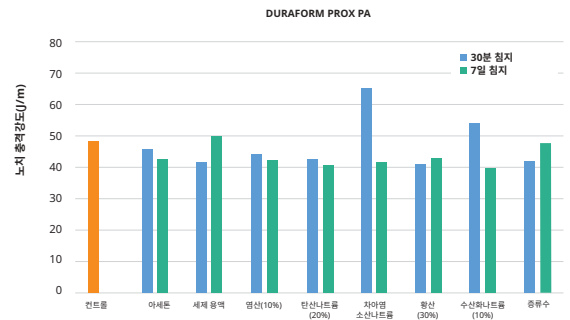
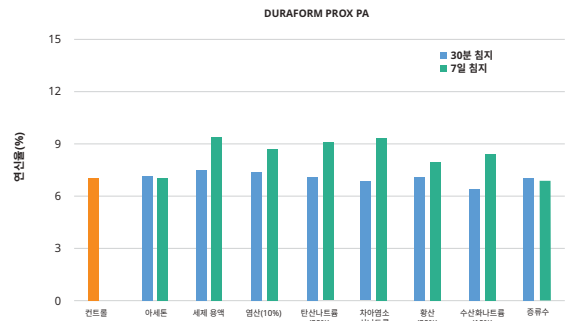
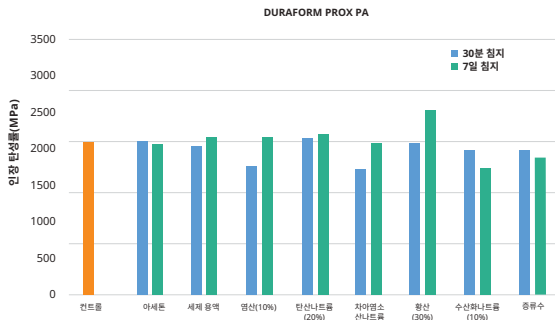
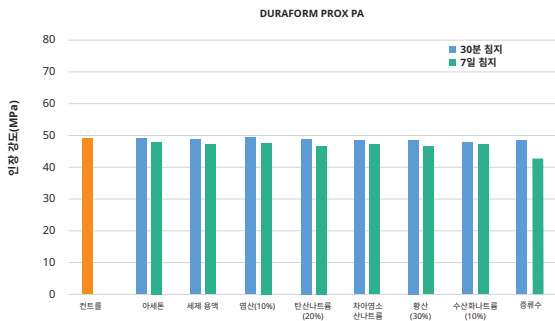
세척 화학물질과의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. DuraForm ProX PA 제품은 ASTM D543 테스트 조건에 따라 밀봉 및 표면 접촉 호환성 테스트를 거쳤습니다. 유체는 사양당 다음 두 가지 방법으로 테스트되었습니다.

- 7일 동안 침지한 후 비교를 위해 기계적 특성 데이터를 취합니다.
- 30분 동안 침지한 후 꺼내 7일 후 비교를 위해 기계적 특성 데이터를 취합니다.

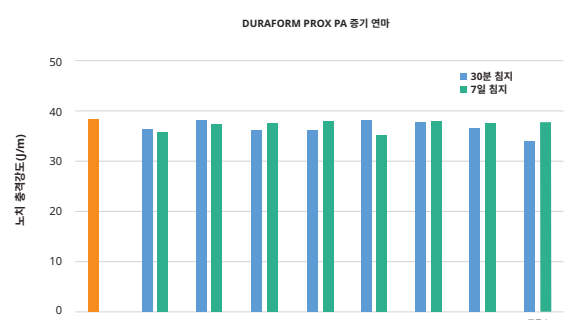
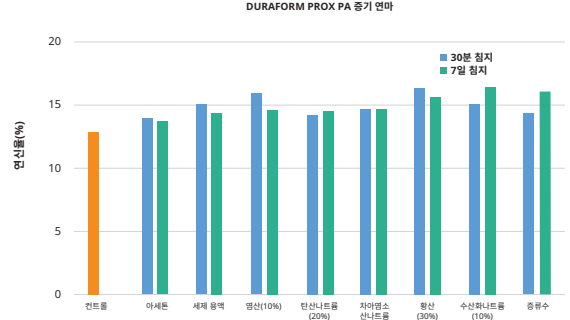
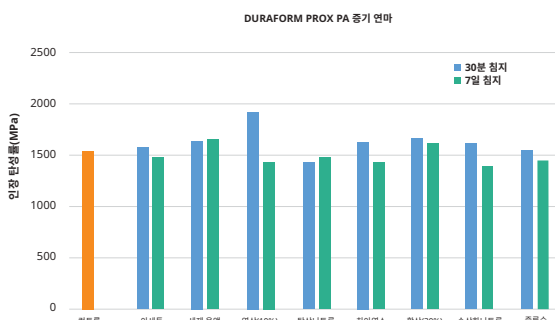
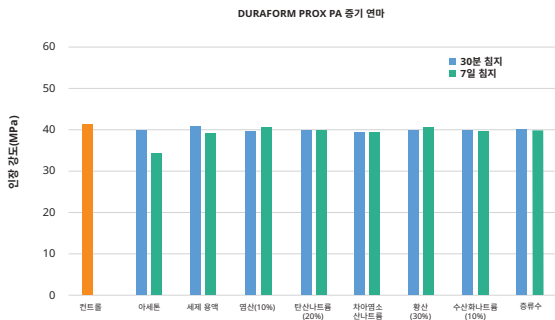
데이터는 그 기간 측정된 특성 값을 반영합니다.

*소재가 7일 담금 훈련을 거치지 않았음을 나타냅니다.

화학적 호환성
6.3.3 아세톤
6.3.12 강력 세제 용액
6.3.23 염산(10%)
6.3.38 탄산나트륨 용액(20%)
6.3.44 차아염소산나트륨 용액
6.3.46 황산(30%)
6.3.42 수산화나트륨 용액(10%)
6.3.15 증류수



증기 연마



생체 적합성 정보

표준 방에 따라 프린트 및 처리된 DuraForm ProX PA 테스트 쿠폰은 *ISO 10993-5, 의료 기기의 생물학적 평가 - Part 5: 체외 세포 독성 시험*과 *ISO 10993-10, 의료 기기의 생물학적 평가 - Part 10: 피부 자극 및 민감도 시험(GPMT)*에 따른 평가를 목적으로 외부 생물학 시험 기관으로 보내졌습니다. 테스트 결과는 DuraForm ProX PA 가 위 시험에서 생체 적합성 기준을 통과하였음을 보여줍니다.

DuraForm ProX PA 소재를 고객이 원하는 응용 분야에 사용할 때 안전하지, 합법적인지, 기술적으로 적합한지 결정할 책임은 각 고객에게 있습니다, 고객은 자체적인 테스트를 수행하여 이러한 적합성을 확인해야 합니다. 관련 법률 및 규정의 잠재적 개정을 비롯해 이러한 소재의 변경 가능성으로 인해 3D Systems 는 이러한 소재의 상태가 앞으로 바뀌지 않거나, 특정 용도에서 생체적합성을 충족할 것이라고 보장하지 않습니다. 따라서 3D Systems 는 고객이 이러한 소재를 계속해서 사용할 경우 정기적으로 상태를 확인하도록 권장합니다.

