



DuraForm® PAx Natural

나일론 코폴리머
선택 레이저 소결법(SLS)

사출 성형 폴리프로필렌과 유사한 특성으로 내충격성, 연신율 및 재활용성이 높아서 경량 생산 등급 부품에 적합한 SLS 소재입니다.

높은 연신율과 장기 안정성으로 높은 인성을 요구하는 플라스틱 부품에 적합한 생산 등급 고충격 나일론 코폴리머 소재

DuraForm PAx Natural은 사출 성형 플라스틱과 유사한 특성을 가진 나일론 코폴리머 소재로서 Z축을 포함해 모든 방향으로 높은 연신율을 제공하여 우수한 내충격성이 특징이며, DuraForm PAx Natural은 손쉬운 가공과 높은 재활용성을 고려해 설계되어 기계적 특성과 장기 안정성이 뛰어나기 때문에 기능성 원형 제작 및 최종 사용 제품에 이상적입니다.

DuraForm PAx Natural은 프린팅 온도가 낮기 때문에 처리량을 높이는 데 효과적일 뿐만 아니라 클린 러닝(clean running) 소재로 분류되어 오퍼레이터 유지보수도 자주 필요하지 않습니다. 또한 5년이 넘는 실내 장기 안정성으로 DuraForm PAx Natural은 오랜 기간 사용할 때 뛰어난 성능을 자랑하는 SLS 소재 중 하나입니다.

응용 분야

- 범용 원형 제작
- 보조 기구
- 열악한 환경에서 사용할 수 있는 툴링 핸들 및 그림
- 리빙 힌지
- 데이터 시트 규격에 따른 액체 저장용기
- 높은 내충격성과 인성을 요구하는 인클로저

장점

- 실제 기능성 플라스틱 부품에 적합한 내구성과 인성
- 높은 재활용율에 따른 폐기물 감소 및 생산 비용 절감
- 저온 프린팅으로 부품 제조 시간 단축
- 우수한 장기 안정성으로 실내에서 5년 이상 기계적 특성 및 색상 유지
- 증기 연마 부품에서 뛰어난 반투명도와 매끄러운 표면 마감 보장

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% RH에서 ASTM 권장 표준에 따라 특성이 좌우됩니다.

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

솔리드 소재						
미터 단위	ASTM METHOD	미터 단위	영어	ISO METHOD	미터 단위	영어
물리적			물리적			
컬러		자연색				
고체 밀도	ASTM D792	1.03g/cm ³	0.037lb/in ³	ISO 1183	1.03g/cm ³	0.037 lb/in ³
24시간 수분 흡수	ASTM D570	0.74%	0.74%	ISO 62	0.74%	0.74%
기계적			기계적			
극한 인장 강도	ASTM D638 Type I	40MPa	5,700psi	ISO 527 -1/2	43MPa	6300psi
항복 인장 강도	ASTM D638 Type I	40MPa	5,700psi	ISO 527 -1/2	43MPa	6300psi
인장 탄성률	ASTM D638 Type I	1,300MPa	190ksi	ISO 527 -1/2	1,500MPa	214ksi
연신율	ASTM D638 Type I	282%	282%	ISO 527 -1/2	174%	174%
항복신장률	ASTM D638 Type I	5.5%	5.5%	ISO 527 -1/2	4.6%	4.6%
굴곡 강도	ASTM D790	37MPa	5300psi	ISO 178	40MPa	5,800psi
굴곡 탄성률	ASTM D790	880MPa	130ksi	ISO 178	1040MPa	151ksi
아이조드 노치 충격	ASTM D256	41 J/m	0.8ft-lb/in	ISO 180-A	0.3kJ/m ²	0.1ft-lb/in ²
아이조드 언노치 충격	ASTM D4812	파손되지 않음	파손되지 않음	ISO 180-U	파손되지 않음	파손되지 않음
쇼어 경도	ASTM D2240	66 D	66 D	ISO 7619	66 D	66 D
열			열			
Tg(DMA E")	ASTM E1640(E"Peak)	34°C	93°F	ISO 6721-1/11 (E" Peak)	34°C	93°F
HDT 0.455MPa/66PSI	ASTM D648	105°C	221°F	ISO 75- 1/2 B	102°C	215°F
HDT 1.82MPa/264PSI	ASTM D648	46°C	114°F	ISO 75- 1/2 A	44°C	111°F
CTE -40~15C	ASTM E831	100ppm/°C	55ppm/°F	ISO 11359-2	100ppm/°K	55ppm/°F
CTE 55~125C	ASTM E831	231ppm/°C	128ppm/°F	ISO 11359-2	231ppm/°K	128ppm/°F
UL 난연성	UL 94	HB				
전기			전기			
유전 강도(kV/mil) @ 3mm 두께	ASTM D149	15.2				
유전 상수 @ MkHz	ASTM D150	2.974				
손실 계수 @ MkHz	ASTM D150	0.026				
체적 저항(ohm - cm)	ASTM D257	6.53 x 10 ¹⁴				

*인장 테스트는 ASTM D638 표준에 따라 5mm/min에서 일정 시간이 지난 후 50mm/min에 실시함



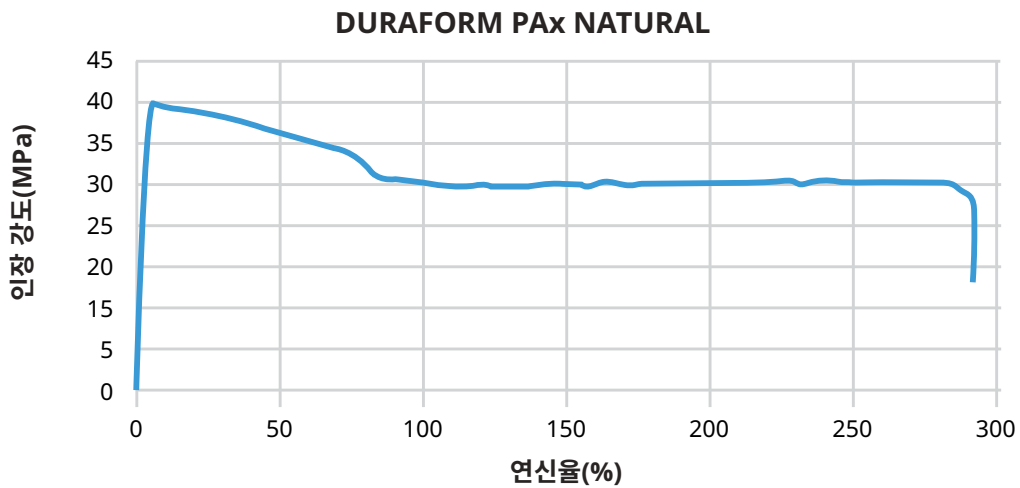
혼합 비율

부품 테스트는 사용자에게 기계적 특성에 따른 운영 데이터를 제공할 목적으로 다양한 혼합 비율로 진행됩니다. 또한 사용자는 혼합 비율 범위를 통해 DuraForm PAx Natural 소재의 혼합 용량과 경제적 사용량 사이에서 적정량을 맞출 수 있습니다. 그 밖에도 증기 연마 후처리 공정의 이점을 보여주기 위해 새로운 소재의 혼합 비율이 30%일 때 증기 연마 데이터가 포함되었습니다.

솔리드 소재					
특성	ASTM METHOD	새로운 소재 30%	새로운 소재 증기 연마 30%	새로운 소재 40%	새로운 소재 50%
물리적					
고체 밀도	ASTM D792	1.03g/cm ³	1.02g/cm ³	1.02g/cm ³	1.02g/cm ³
24시간 수분 흡수	ASTM D570	0.74%	NA	0.86%	0.79%
기계적					
극한 인장 강도	ASTM D638 Type I	40MPa	37MPa	40MPa	41MPa
항복 인장 강도	ASTM D638 Type I	40MPa	29MPa	40MPa	41MPa
인장 탄성률	ASTM D638 Type I	1,300MPa	1,300MPa	1,600MPa	1,600MPa
연신율	ASTM D638 Type I	282%	900%	282%	286%
항복신장률	ASTM D638 Type I	5.5%	21.2%	5.2%	5.1%
굽힘 강도	ASTM D790	37MPa	25MPa	37MPa	40MPa
굴곡 탄성률	ASTM D790	880MPa	620MPa	885MPa	953MPa
아이조드 노치 충격	ASTM D256	41 J/m	32J/m	36J/m	36J/m
쇼어 경도	ASTM D2240	66 D	60 D	66 D	66 D

응력 변형 곡선

이 그래프는 ASTM D638 테스트에 따른 DuraForm PAx Natural 플라스틱의 응력-변형 곡선을 나타냅니다.

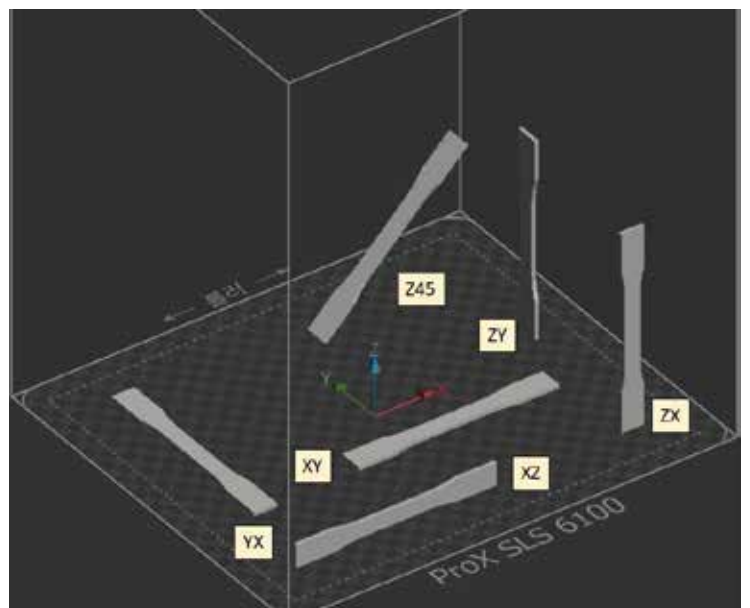
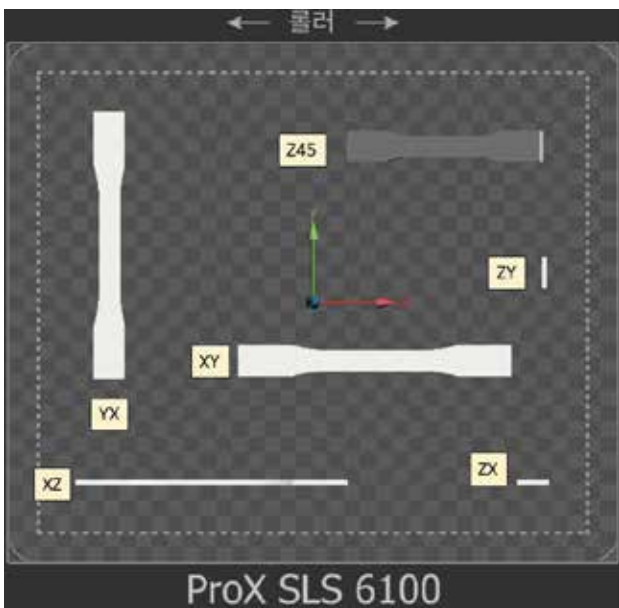


등방성 특성

선택 레이저 소결(SLS) 기술은 기계적 특성이 전체적으로 등방성인 부품을 프린팅합니다. 따라서 XYZ축 중 하나를 따라 프린팅된 부품은 유사한 결과를 갖습니다.

기계적 특성에서 유효한 등방성을 얻기 위해 부품의 방향을 정할 필요가 없어 기계적 특성에 대한 부품 방향의 자유도가 더욱 향상됩니다.

DURAFORM PAx NATURAL 새로운 소재 30%							DURAFORM PAx NATURAL 증기 연마 데이터					
	방법	미터 단위					방법	미터 단위				
기계적							기계적					
		XY	YX	XZ	ZY	Z45		XY	YX	XZ	ZY	Z45
극한 인장 강도	ASTM D638 Type I	40MPa	38MPa	41MPa	40MPa	39MPa	ASTM D638 Type I	37MPa	35MPa	36MPa	36MPa	34MPa
항복 인장 강도	ASTM D638 Type I	40MPa	38MPa	41MPa	40MPa	39MPa	ASTM D638 Type I	29MPa	27MPa	28MPa	26MPa	26MPa
인장 탄성률	ASTM D638 Type I	1,300MPa	1,400MPa	1,500MPa	1,400MPa	1,400MPa	ASTM D638 Type I	1,300MPa	1,300MPa	1,400MPa	1,300MPa	1,200MPa
연신율	ASTM D638 Type I	282%	327%	31%	33%	42%	ASTM D638 Type I	900%	950%	41%	46%	482%
항복신장률	ASTM D638 Type I	5.5%	5.5%	5.4%	5.9%	6.9%	ASTM D638 Type I	21.2%	17.7%	16%	16.3%	19.2%
굴곡 강도	ASTM D790	37MPa	32MPa	34MPa	34MPa	32MPa	ASTM D790	25MPa	23MPa	25MPa	25MPa	25MPa
굴곡 탄성률	ASTM D790	880MPa	740MPa	820MPa	870MPa	820MPa	ASTM D790	620MPa	540MPa	600MPa	620MPa	590MPa
아이조드 노치 충격	ASTM D256	41 J/m	36J/m	26J/m	38J/m	32J/m	ASTM D256	32J/m	33J/m	25J/m	24J/m	30J/m
아이조드 언노치 충격	ASTM D4812	파손되지 않음	270J/m	280J/m	350J/m	330J/m	ASTM D4812	파손되지 않음	파손되지 않음	파손되지 않음	파손되지 않음	파손되지 않음
쇼어 경도	ASTM D2240	66 D	65 D	64 D	65 D	65 D	ASTM D2240	60 D	60 D	59 D	60 D	60 D

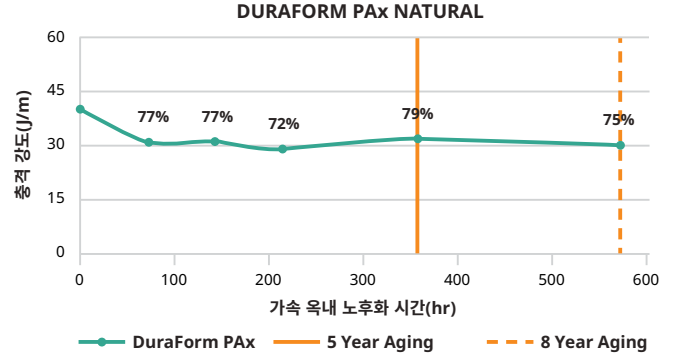
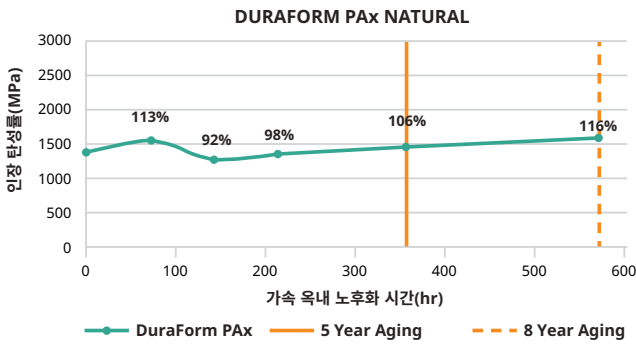
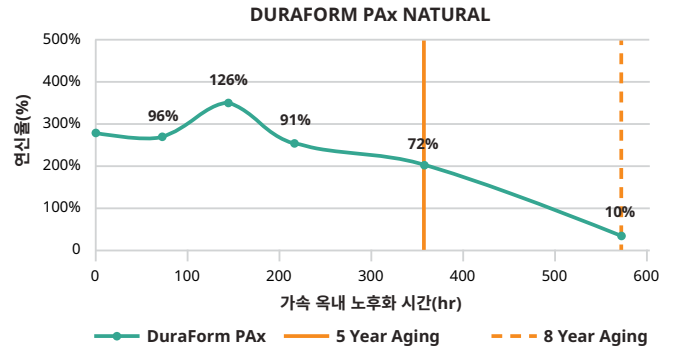
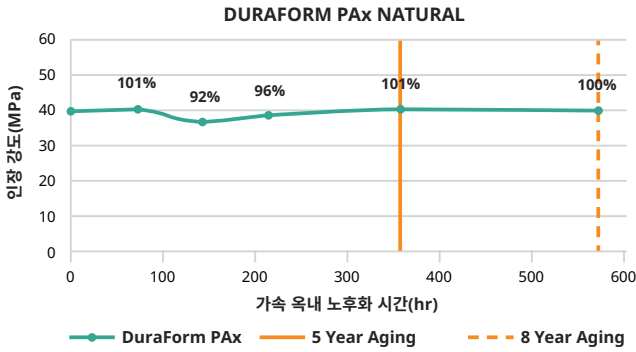


장시간의 환경 안정성

DuraForm PAx Natural은 장기적인 환경 UV 및 습도 안정성을 제공하도록 엔지니어링되었습니다. 이 소재는 지정된 시간 동안 최초 기계적 특성을 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.**

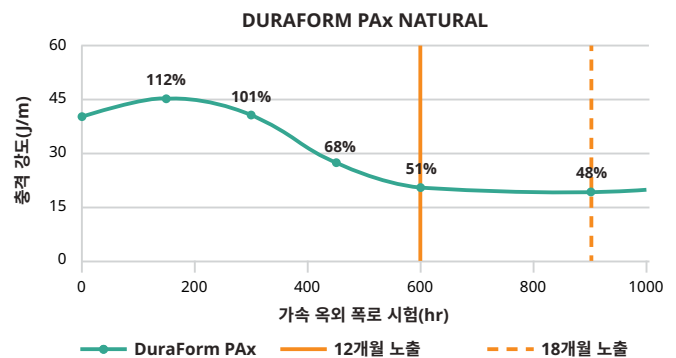
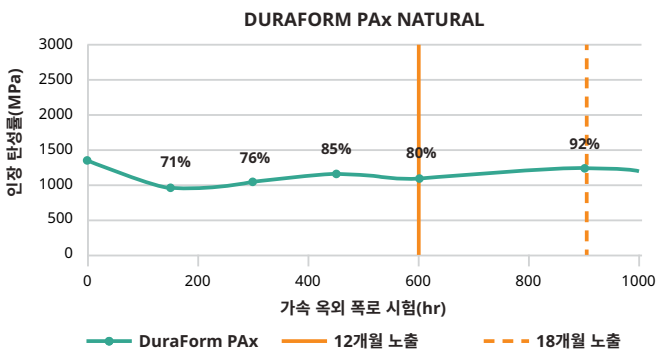
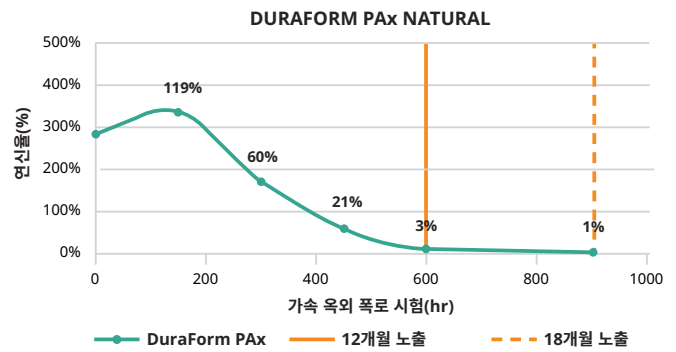
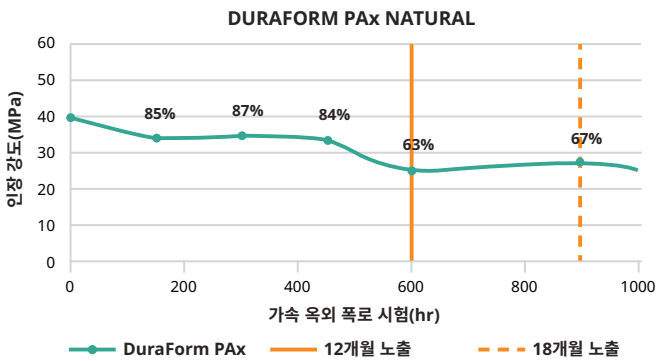
실내 안정성: ASTM D4329 표준 방법에 따라 테스트됨.

실내 안정성



실외 안정성: ASTM G154 표준 방법에 따라 테스트됨.

실외 안정성



자동차 유체 호환성

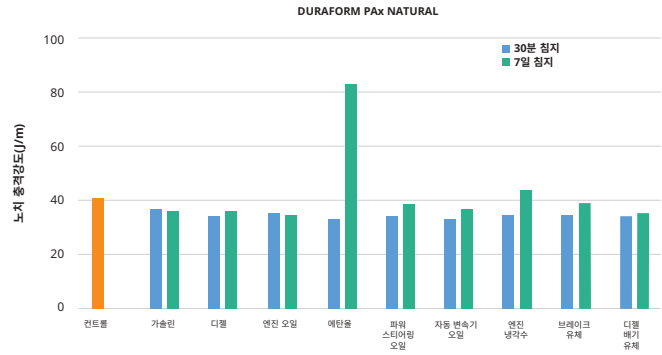
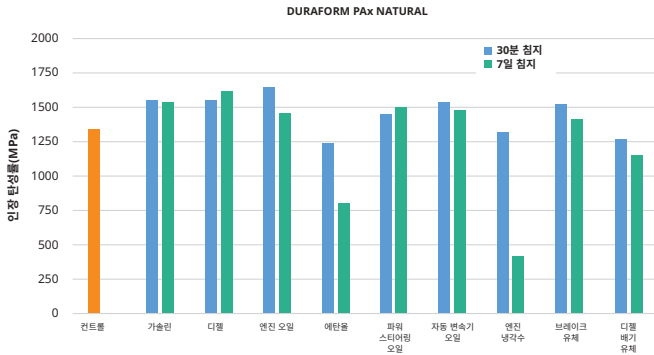
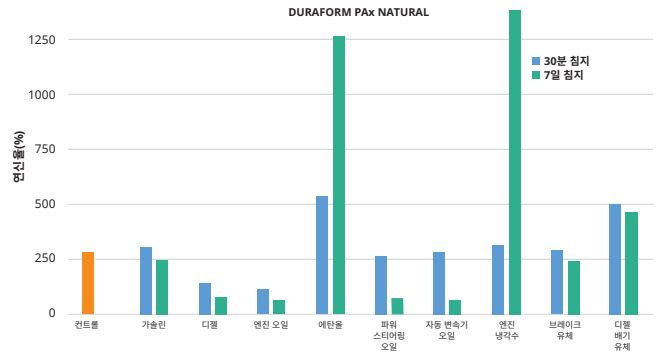
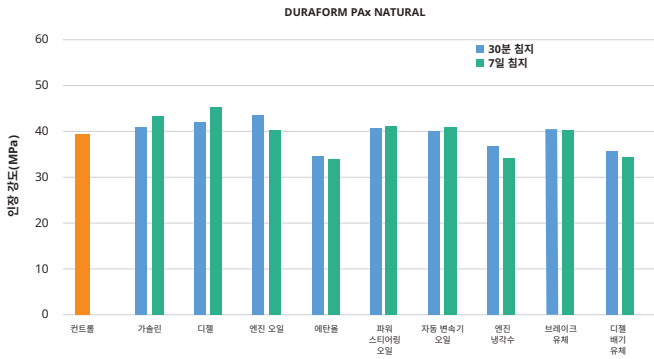
탄화수소 및 세척 화학물질과 소재의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. DuraForm PAx Natural 플라스틱 부품은 USCAR2 테스트 조건에 따라 밀봉 및 표면 접촉 호환성 테스트를 거쳤습니다. 유체는 사양당 다음 두 가지 방법으로 테스트되었습니다.

- 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(복미 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.



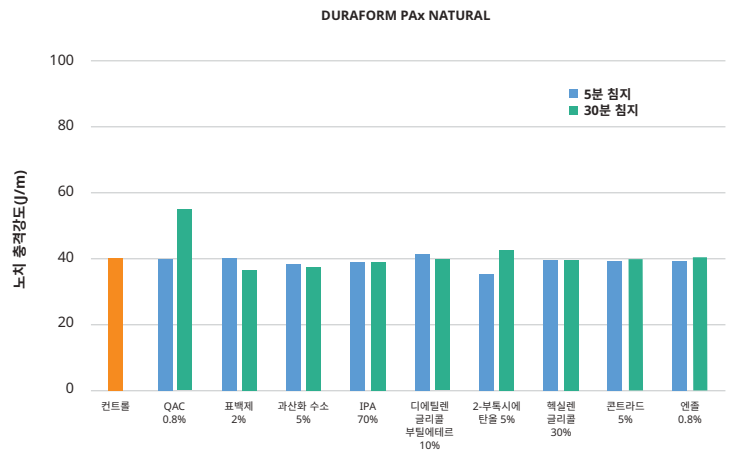
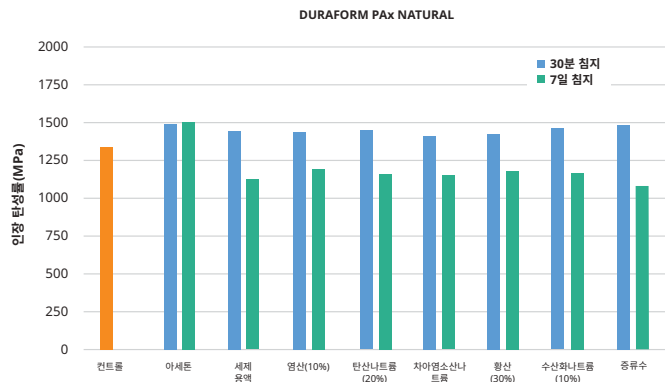
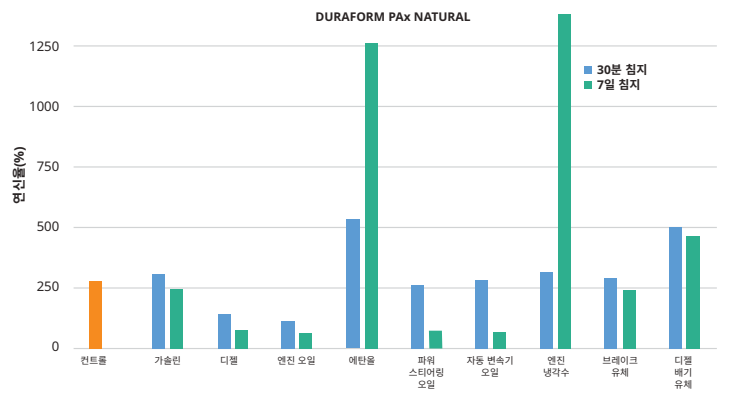
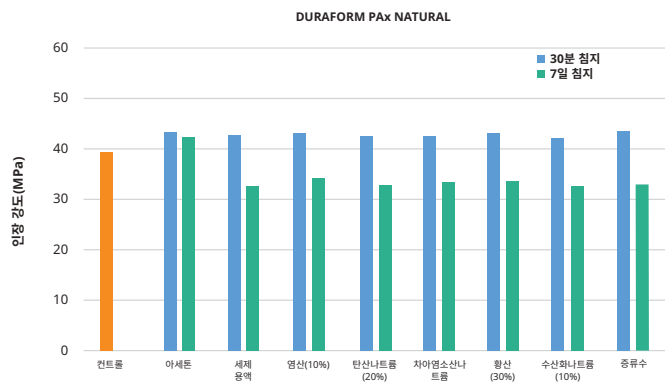
화학적 호환성

세척 화학물질과의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. DuraForm PAx Natural 부품은 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 기계적 특성 데이터를 수집합니다.

데이터는 그 기간 측정된 특성 값을 반영합니다.

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



의료용 유체 호환성

소재와 소독용 화학물질의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. DuraForm PAx Natural 부품은 ASTM D543 테스트 조건에 따라 표면 접촉 및 장기 호환성 테스트를 거쳤습니다. 유체는 사양당 다음 두 가지 방법으로 테스트되었습니다.

- 5분 동안 침지한 후 꺼내서 비교를 위해 기계적 특성 데이터를 수집합니다.
- 30분 동안 침지한 후 꺼내서 비교를 위해 기계적 특성 데이터를 수집합니다.

데이터는 그 기간 측정된 특성 값을 반영합니다.

소독용 화학물질 호환성

6.6.1 4차 암모늄 화합물(QAC) 0.8%(중량 기준 이소프로필 알코올 60% 포함)

6.6.3 표백제, 소듐 하이포클로라이트 2% 함유

6.6.4 과산화 수소 5%(중량 기준 벤질 알코올 5% 포함)

6.6.6 이소프로필 알코올 70%

6.6.7 디에틸렌 글리콜 부틸에테르 10%

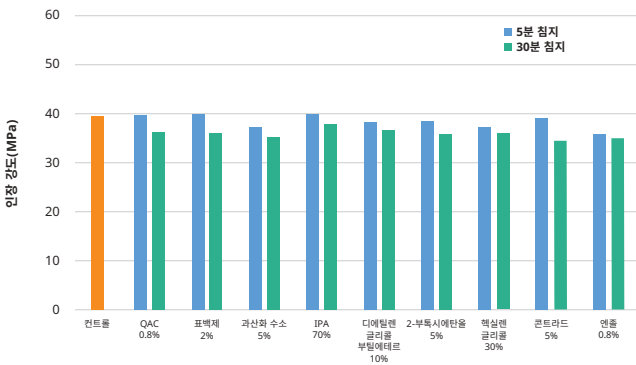
6.6.8 2-부톡시에탄올 5%

6.6.9 헥실렌 글리콜 30%

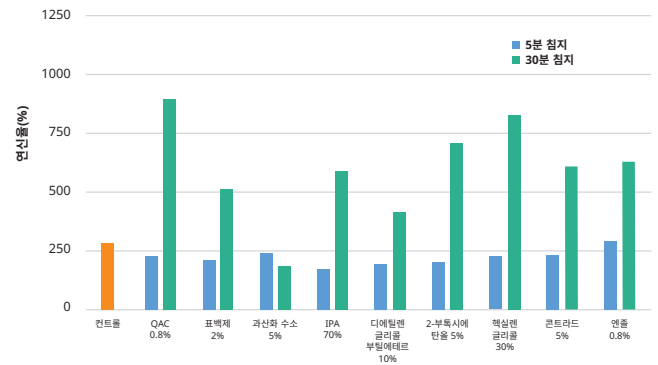
콘트라드 5%

엔졸 0.8%

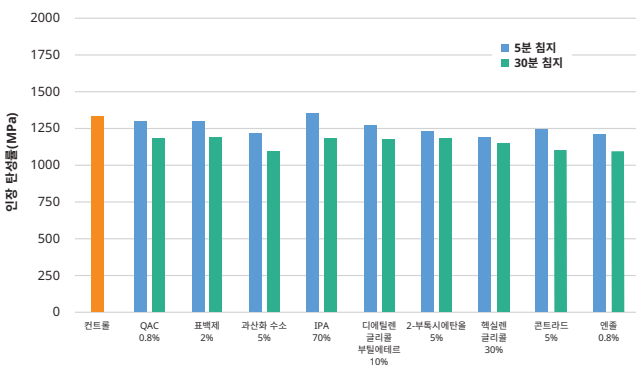
DURAFORM PAx NATURAL



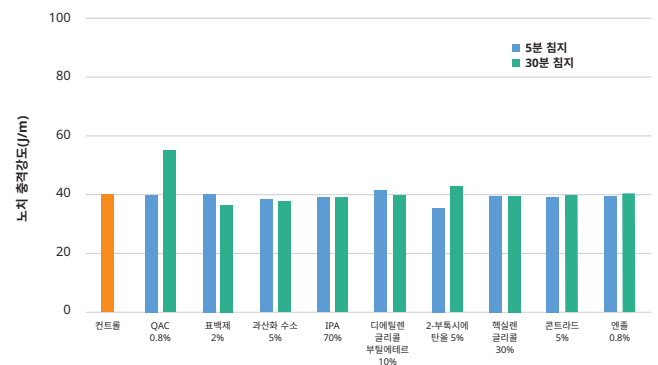
DURAFORM PAx NATURAL



DURAFORM PAx NATURAL



DURAFORM PAx NATURAL



생체 적합성 정보

표준 방법에 따라 프린트 후 처리된 DuraForm PAx Natural 테스트 쿠폰은 ISO 10993-5, 의료 기기의 생물학적 평가 - Part 5: 체외 세포 독성 시험에 따른 평가를 목적으로 외부 생물학 시험 기관으로 보내졌습니다. 테스트 결과는 DuraForm PAx Natural이 위 시험에 따른 생체 적합성 기준을 통과하였음을 보여줍니다.

DuraForm PAx Natural 소재를 고객이 원하는 응용 분야에 사용할 때 안전한지, 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 Systems는 이러한 소재의 상태가 앞으로 바뀌지 않거나, 특정 용도에서 생체적합성을 충족할 것이라고 보장하지 않습니다. 따라서 3D Systems는 고객이 이러한 소재를 계속해서 사용할 경우 정기적으로 상태를 확인하도록 권장합니다.

