



Figure 4® Rigid 140C Black

제작 강성

공구 없는 직접 플라스틱 생산을 위해 높은 강도와 높은 연신율을 결합한 강성 내열성 소재

Figure 4 독립형

언더후드 및 전기 커넥터 최종 사용 구성품에 적합한 고성능 감광성 레진

Figure 4® Rigid 140C Black은 플라스틱 부품에서 진정한 기능적 내구성이 있는 적층 제조의 약속을 이행합니다. 두 부분으로 구성된 에폭시/아크릴산염 하이브리드 소재인 Figure 4 Rigid 140C Black은 다양한 환경에서 장기간의 기계적 안정성을 갖춘 생산 등급 부품을 제공합니다.

특히 받은 필러로 만들어진 이 혁신적인 소재는 사출 성형된 폴리부틸렌 유리 섬유 (PBT GF)에 필적하는 강성을 제공합니다. 또한 124°C @1.82MPa HDT의 엔진룸 및 실내용 자동차 응용 분야에 알맞은 소재이며 최종 사용 클립, 커버, 커넥터, 하우징과 패스너, 전기 래칭 및 보드 커넥터에 적합합니다.

Figure 4 Rigid 140C Black으로 생산된 엔진룸 구성품은 고온의 작동 수명(HTOL) 테스트를 받을 때 탁월한 신뢰성을 보여줍니다. 이러한 부품들은 또한 우수한 부품간 마찰을 입증하여 레버, 노브 및 클러치와 같은 산업 응용 분야를 위한 이상적인 소재가 됩니다. Figure 4 Rigid 140C Black은 ASTM D4329 및 ASTM G194 방법에 따라 실내에서 8년, 실외 환경에서 1년 반과 동등한 것으로 테스트되었습니다.

취급 및 후처리 가이드라인

Figure 4 Rigid 140C Black은 Figure 4 Standalone 3D 프린터에 사용할 수 있는 두 부분으로 구성된 소재입니다. 이 소재를 위해서는 적절한 혼합, 세척, 건조 및 경화가 필요합니다. 후처리 정보는 이 문서의 끝부분에서 확인할 수 있습니다.

참고: 모든 특성은 본 문서에 제시된 후처리 방법을 사용할 경우에 한합니다. 이 방법에서 벗어날 경우 다른 결과가 산출될 수도 있습니다.

자세한 내용은 다음 **Figure 4 사용자 안내서** 에서 확인할 수 있습니다:

<http://infocenter.3dsystems.com>

응용 분야

- 자동차 엔진룸 및 실내용 구성품
- 최종 사용 클립, 커버, 커넥터, 하우징 및 패스너
- 전기 래칭 및 보드 커넥터
- 최종 사용 생산 및 기능성 원형 제작 구성품

혜택

- 치수 안정성 또는 기능적 성능 저하를 최소화하면서 실내 UV 및 습도 노출을 수년간 견딜 수 있는 부품
- 사출 성형에 필적하는 표면 마감 처리
- 변형 없이 반복되는 스냅핏 사용에 적합

기능

- 연신율, HDT 및 인장 강도의 우수한 조합으로 다재다능
- 기계적 특성과 성능의 장기간 환경 안정성
- 우수한 부품간 마찰
- 탁월한 표면 품질, 정확도 및 반복성
- ISO 10993-5에 따른 생체 적합성 충족
- UL 94 HB 난연성
- 135C에서 짧은 열경화

소재 특성

전체 기계적 특성은 해당되는 경우 ASTM 및 ISO 표준에 따라 제공됩니다. 그 밖에 난연성, 유전 특성, 24시간 흡수성과 같은 특성이 제공되므로 이러한 특성들을 바탕으로 소재의 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 적절한 상태로 유지됩니다.

지금까지 알려진 솔리드 소재 특성을 보면 수직축(ZX 방향)을 따라 프린트되어 있습니다. Figure 4 소재 특성은 등방성 특성 섹션에서 자세하게 설명하겠지만 프린트 방향을 따라 비교적 균일하게 나타납니다. 해당 특성을 나타내기 위해 특정 방향으로 맞출 필요가 없습니다.

액체 소재			
측정	상태/방법	미터 단위	영어
점도	Brookfield Viscometer @ 25°C (77°F)	900cPs	2177 lb/ft-h
컬러			흑색
액체 밀도	Kruss K11 Force Tensiometer @ 25°C (77°F)	1.16g/cm ³	0.04lb/in ³
기본 프린트 층 두께	내부	50 µm	.002 in
속도 - 표준 모드	내부	N/A	N/A
포장 부피		1kg 병 - Figure 4 Standalone	

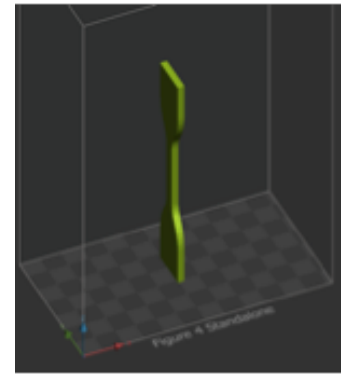
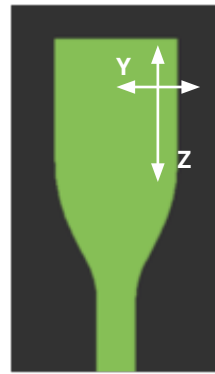
솔리드 소재						
미터 단위	ASTM METHOD	미터 단위	영어	ISO METHOD	미터 단위	영어
물리적				물리적		
고체 밀도	ASTM D792	1.19g/cm ³	0.043lb/in ³	ISO 1183	1.19g/cm ³	0.043lb/in ³
24시간 수분 흡수	ASTM D570	1.54%	1.54%	ISO 62	1.54%	1.54%
기계적				기계적		
극한 인장 강도	ASTM D638	80MPa	11600psi	ISO 527 -1/2	80MPa	11500psi
항복 인장 강도	ASTM D638	N/A	N/A	ISO 527 -1/2	N/A	N/A
인장 탄성률	ASTM D638	2800MPa	400ksi	ISO 527 -1/2	3400MPa	491ksi
연신율	ASTM D638	5.6%	5.6%	ISO 527 -1/2	4.5%	4.5%
항복신장률	ASTM D638	N/A	N/A	ISO 527 -1/2	N/A	N/A
굴곡 강도	ASTM D790	110MPa	15800psi	ISO 178	100MPa	14600psi
굴곡 탄성률	ASTM D790	2700MPa	390ksi	ISO 178	2700MPa	398ksi
아이조드 노치 충격	ASTM D256	16J/m	0.3ft-lb/in	ISO 180-A	1.9kJ/m ²	.9ft-lb/in ²
아이조드 연노치 충격	ASTM D4812	330J/m	6ft-lb/in	ISO 180-U	19kJ/m ²	9.2ft-lb/in ²
쇼어 경도	ASTM D2240	84 D	84 D	ISO 7619	84 D	84 D
열				열		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640 (1C/min에서 E")	124°C	256°F	ISO 6721-1/11 (1C/min에서 E")	124°C	256°F
HDT @ 0.455MPa/66PSI	ASTM D648	140°C	281°F	ISO 75- 1/2 B	121°C	250°F
HDT @ 1.82MPa/264PSI	ASTM D648	124°C	255°F	ISO 75- 1/2 A	96°C	204°F
CTE < Tg	ASTM E831	89ppm/°C	49ppm/°F	ISO 11359-2	89ppm/K	49ppm/F
CTE > Tg	ASTM E831	110ppm/°C	61ppm/°F	ISO 11359-2	110ppm/K	61ppm/F
UL 난연성	UL 94	HB	HB			
전기				전기		
유전 강도 (kV/mm) @ 3.0mm 두께	ASTM D149	16				
유전 상수 @ 1MHz	ASTM D150	3.32				
손실 계수 @ 1MHz	ASTM D150	0.027				
체적 저항(ohm - cm)	ASTM D257	5.44x10 ¹⁵				

Figure 4 Rigid 140C Black

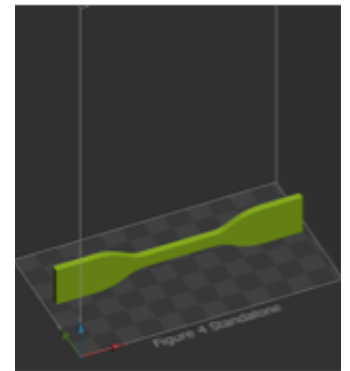
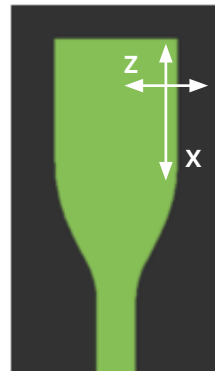
등방성 특성

Figure 4 기술은 기계적 특성이 전체적으로 등방성인 부품을 프린팅합니다. 따라서 XYZ축 중 하나를 따라 프린팅된 부품은 유사한 결과를 갖습니다.

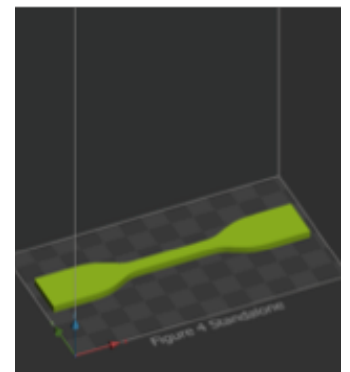
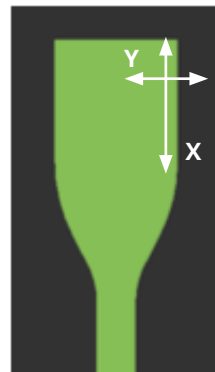
가장 높은 기계적 특성을 갖도록 부품의 방향이 정해질 필요가 없어 기계적 특성에 대한 부품 방향의 자유도가 더욱 향상됩니다.



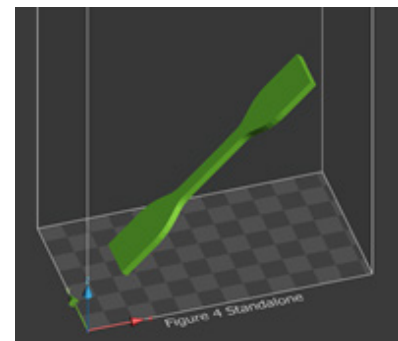
ZY - orientation



XZ - orientation



XY - orientation



Z45-Degree - orientation

슬리드 소재					
미터 단위	방법	미터 단위			
기계적					
		ZY	XZ	XY	Z45
극한 인장 강도	ASTM D638	80MPa	79MPa	76MPa	73MPa
항복 인장 강도	ASTM D639	N/A	N/A	N/A	N/A
인장 탄성률	ASTM D640	2800MPa	2800MPa	2800MPa	3000MPa
연신율	ASTM D641	5.6%	6.5%	5.1%	6.1%
항복신장률	ASTM D642	N/A	N/A	N/A	N/A
굴곡 강도	ASTM D790	110MPa	108MPa	99MPa	107MPa
굴곡 탄성률	ASTM D790	2700MPa	2700MPa	2500MPa	2600MPa
아이조드 노치 충격	ASTM D256	16J/m	17J/m	19J/m	20J/m
쇼어 경도	ASTM D2240	84 D	84 D	85D	84 D

응력 변형 곡선

이 그래프는 ASTM D638 테스트에 따른 Figure 4 Rigid 140C Black의 응력-변형 곡선을 보여줍니다.

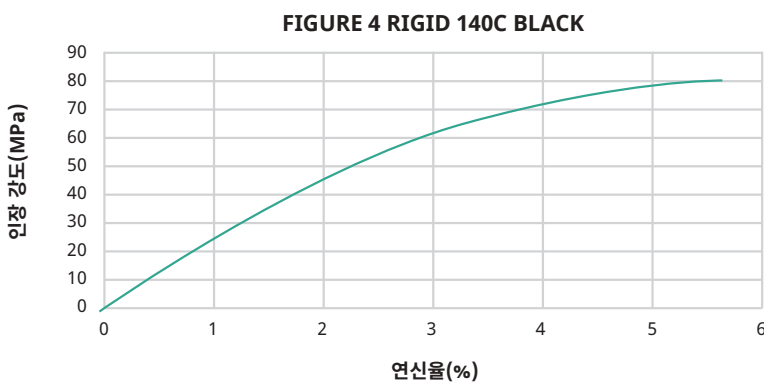


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

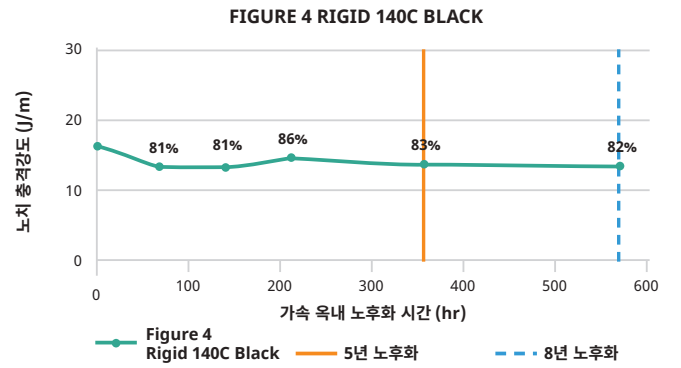
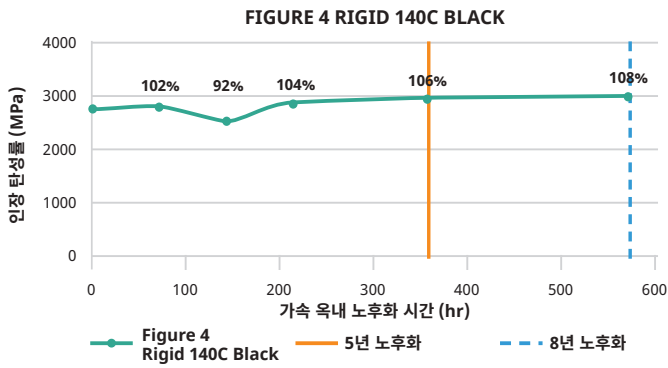
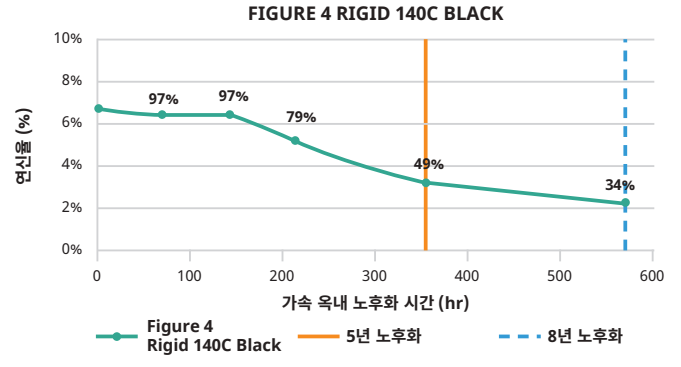
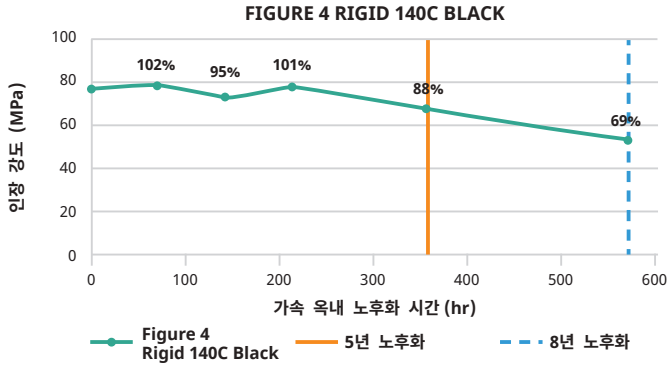
Figure 4 Rigid 140C Black

장기적 환경 안정성

Figure 4 Rigid 140C Black은 장기적인 환경 UV 및 습도 안정성을 제공하도록 엔지니어링되었습니다. 이 소재는 지정된 시간 동안 최초 기계적 속성을 높은 비율로 유지하는 테스트를 거쳤습니다. 작업 또는 제품에 대해 고려할 실제 설계 조건을 제공합니다. **실제 데이터 값은 Y축에 있으며, 데이터 지점은 최초 값의 비율(%)입니다.**

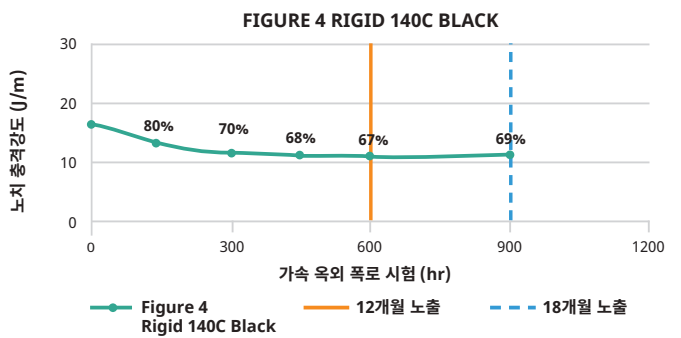
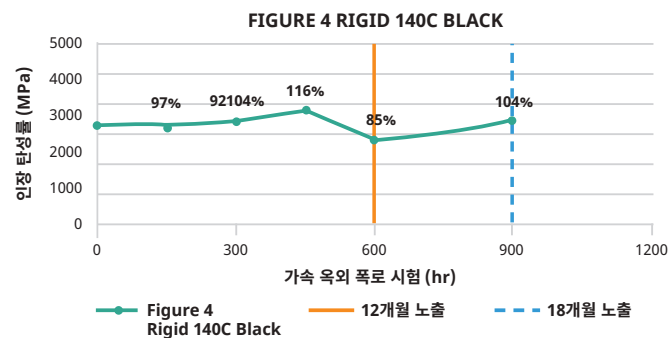
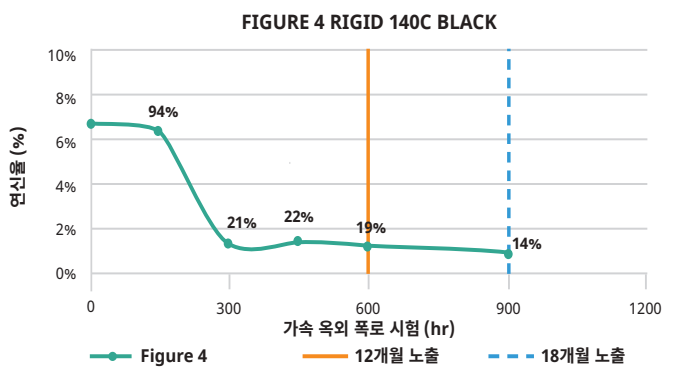
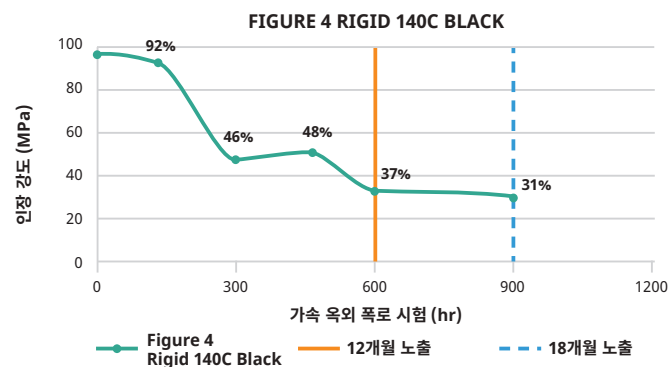
실내 안정성: ASTM D4329 표준 방법에 따라 테스트됨.

실내 안정성



실외 안정성: ASTM G154 표준 방법에 따라 테스트됨.

실외 안정성



자동차 유체 호환성

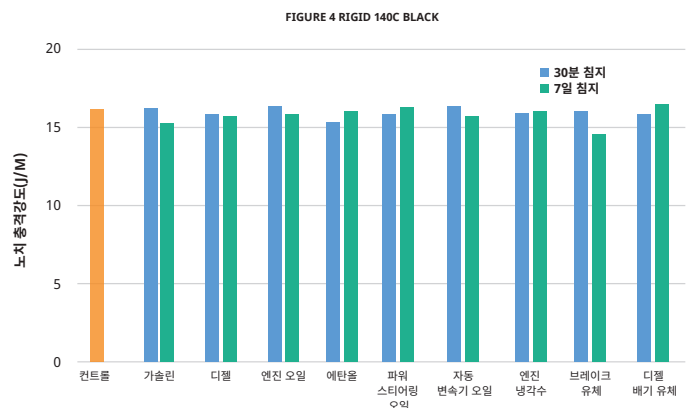
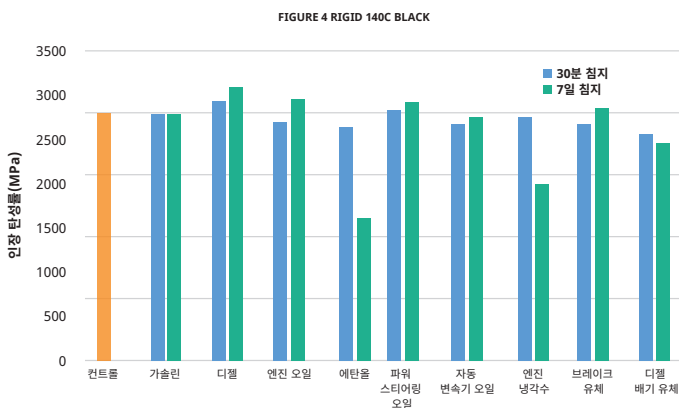
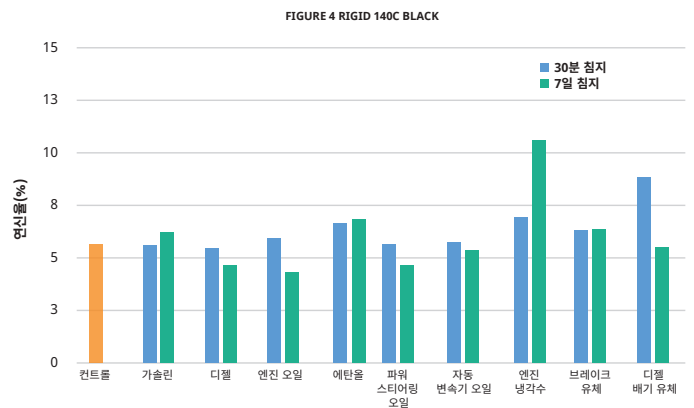
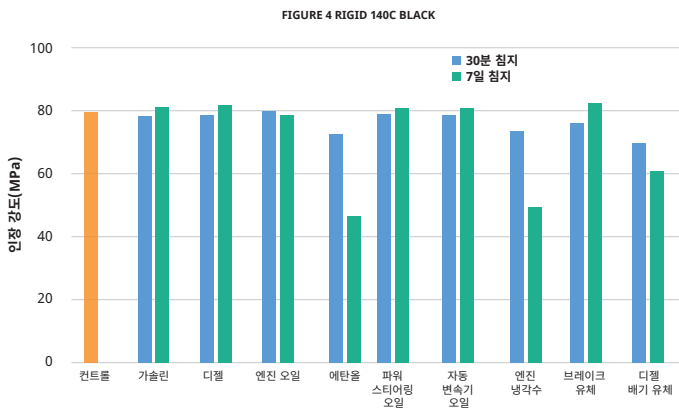
탄화수소 및 세척 화학물질과 소재의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. Figure 4 Rigid 140C Black 부품은 USCAR2 테스트 조건에 따라 밀봉 및 표면 접촉 호환성 테스트를 거쳤습니다. 유체는 사양당 다음 두 가지 방법으로 테스트되었습니다.

- 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

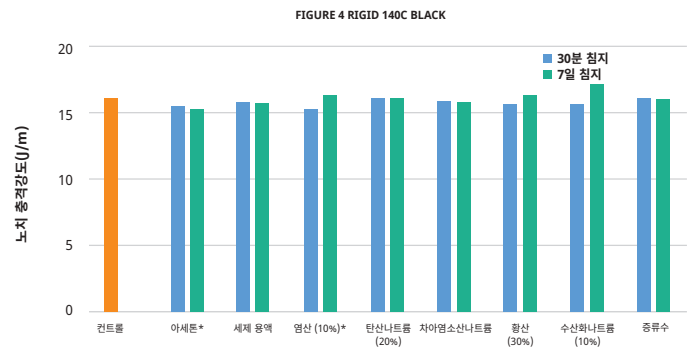
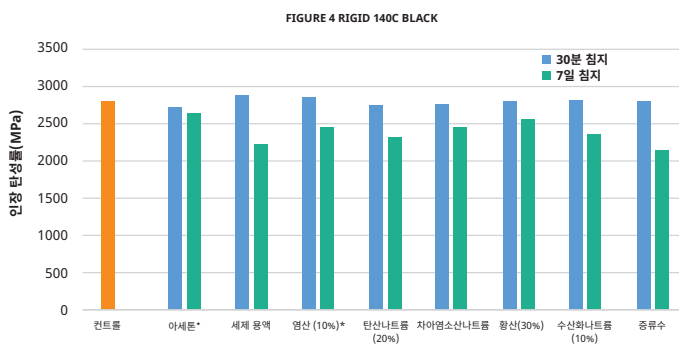
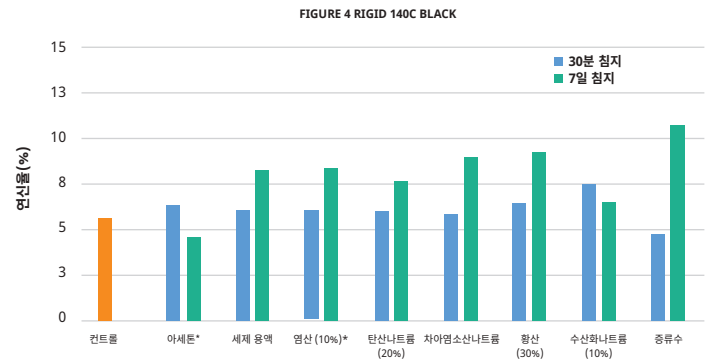
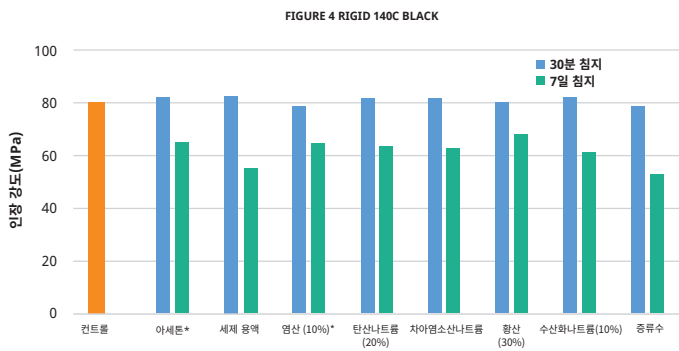
세척 화학물질과의 호환성은 부품 응용 분야에 중요합니다. Figure 4 Rigid 140C Black 부품은 ASTM D543 테스트 조건에 따라 밀봉 및 표면 접촉 호환성 테스트를 거쳤습니다. 유체는 사양당 다음 두 가지 방법으로 테스트되었습니다.

- 7일 동안 침지한 후 꺼내 7일 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



효율적인 열경화 후처리

Figure 4 Rigid 140C Black은 효율적인 열경화 후처리 덕분에 마감 처리 시간을 단축하면서 탁월한 표면 품질, 정확도 및 반복성의 생산용 부품을 생성합니다. Figure 4 Rigid 140C Black은 경쟁사 시스템에서 제공되는 다른 유사 소재에는 꼭 필요한 부품 소금 패킹 필요 없이 135°C 에서 3시간의 열경화 후처리만 필요합니다. 뿐만 아니라, 경화 시간도 경쟁사 시스템에서 제공되는 유사 소재는 8시간에서 12시간이 필요하지만 이 소재는 그보다 약 75%나 빠릅니다

생체 적합성 정보

아래의 후처리 지침에 따라 프린트 및 처리된 Figure 4 Rigid 140C Black 테스트 쿠폰은 *ISO 10993-5, 의료 기기의 생물학적 평가 - Part 5: 체외 세포 독성 시험*에 따른 평가를 목적으로 외부 생물학 시험 기관에 제공되었습니다. 테스트 결과는 Figure 4 Rigid 140C Black이 위 시험에 따른 생체 적합성 기준을 통과하였음을 보여줍니다.

Figure 4 Rigid 140C Black 소재를 안전하고 합법적이며 고객이 의도한 응용 분야에 기술적으로 적합하게 사용하도록 결정하는 것은 각 고객의 책임입니다. 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.

FIGURE 4 RIGID 140C BLACK 생체적합성 후처리

혼합 지침

이 소재에는 프린트하기 전에 시간이 지남에 따라 매우 천천히 침전되는 안료가 있습니다. 최상의 결과를 얻으려면 병에 다음 소재를 혼합하십시오.

1kg 병 - Figure 4 Standalone

1. 첫 사용 시 3D Systems LC-3D Mixer에서 1시간 동안 부품 A 병 회전
2. 후속 사용 시 10분 동안 회전
3. 19:1 혼합 비율 부품 A : 부품 B 사용.
4. 혼합 용기 2-5분간 세게 흔들기

프린트 작업 사이 30초 동안 트레이의 소재를 교반하려면 레진 믹서를 사용하십시오.

수동 클리닝 지침

- 2개의 용기(TPM 1개, IPA 1개(세척 및 헹굼))로 수동 클리닝
- 부품을 교반하는 동안 5분간 '클리닝' TPM으로 헹굼
- 부품을 교반하는 동안 5분간 '세척' IPA로 클리닝
기계적 특성을 보존하기 위해 IPA로의 총 노출 시간을 10분 이상 초과하지 마십시오.
- 수동 교반 및/또는 부드러운 브러시를 사용하여 클리닝
- 클리닝이 효과적이지 않을 때는 IPA 교체

건조 지침

- 오븐에서 35°C로 25분간 건조

UV 경화 시간

- 3D Systems LC-3DPrint Box UV 경화 후처리 장치 또는 Figure 4 UV 경화 장치 350: 90분

열경화 후처리

- 130C까지 3분의 증감발률(Ramp rate)로 3시간 동안 유지합니다. 부품을 취급기 전에 냉각합니다.

자세한 내용은 다음 Figure 4 사용자 안내서에서 확인할 수 있습니다. <http://infocenter.3dsystems.com>

Figure 4 Standalone: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

