

Onyx GF™

고강도 컬러 복합 소재

Onyx GF는 산업용 톨링 및 최종 사용 부품을 위해 제작된 유리단섬유 강화 나일론 필라멘트입니다. Onyx의 뛰어난 표면 마감, 치수 정밀도 및 출력 신뢰성에 기능성 컬러와 비전도성(절연) 특성을 추가하여 제공합니다.

연속 섬유 보강(Continuous Fiber Reinforcement) 기술과 호환되어 구조적 성능이 중요한 고하중 응용 분야에서 추가적인 보강이 가능합니다.

6가지 색상으로 제공되는 Onyx GF는 추가적인 공정 단계 없이 작업 현장에 시각적 구별성을 부여합니다. 색상 구분에 따른 식별형 톨링이 필수적인 현장에서 Onyx GF의 다양한 색상은 안전 규정 준수 및 오류 방지(에러 프루핑) 워크플로우를 지원합니다.

자동차, 항공우주, 방산 및 기타 까다로운 제조 환경을 위해 설계된 Onyx GF는 소재 성능과 시각적 체계화를 동시에 필요로 하는 팀을 위해 구현되었습니다.



Material Properties	Unit	Test (ASTM)	Onyx GF™ XY Orientation	Test (ASTM)	Carbon Fiber
Tensile Strength at Yield	MPa (ksi)	D638 ¹	57.9 ± 0.7 (8.4 ± 0.1)	-	
Tensile Strength at Break	MPa (ksi)	D638 ¹	56.5 ± 0.9 (8.2 ± 0.1)	D3039	800 (116)
Tensile Modulus	GPa (ksi)	D638 ¹	3.1 ± 0.1 (446 ± 10)	D3039	60 (8,702)
Elongation at Break	%	D638 ¹	6.2 ± 0.6	D3039	1.5
Flexural Strength	MPa (ksi)	D790	88.2 ± 2.4 (12.8 ± 0.3)	D790	540 (78.3)
Flexural Modulus	GPa (ksi)	D790	2.4 ± 0.1 (343 ± 8)	D790	51 (7,397)
Compressive Strength	MPa (ksi)	D695 ²	71.8 ± 4.0 (10.4 ± 0.6)	D6641	420 (60.9)
Compressive Modulus	GPa (ksi)	D695 ²	1.8 ± 0.1 (261 ± 17)	D6641	62 (8,992)
Notched Izod Impact Resistance	J/m (ft*lb/in)	D256 A ³	161 ± 9 (3.0 ± 0.2)	D256	960 (18)
Density	g/cm ³	-	1.21 ± 0.01	-	1.4
Heat Deflection Temperature (1.8 MPa)	°C (°F)	D648 A ⁴	138 (280)	-	-
Mean CTE (30 to 50°C)	µm/(m*°C)	E831 ²	35.8	-	-
Mean CTE (60 to 160°C)	µm/(m*°C)	E831 ²	45.7	-	-
Thermal Conductivity	W/(m*K)	E1530 ²	0.280 ± 0.002	-	-

별도 언급이 없는 한, Onyx GF 시편은 FX10 프린터에서 기본 솔리드 채우기(Solid fill) 설정 및 125 µm 적층 높이로 출력되었으며, ASTM D618 Procedure A에 따라 52% RH, 23 ± 2°C 조건에서 44 ± 2시간 동안 조습 처리되었습니다. 카본 파이버 데이터는 순수 섬유 시편에서 도출되었습니다. 실제 부품의 강도는 부품 내 섬유의 양과 배치 경로에 따라 달라집니다.

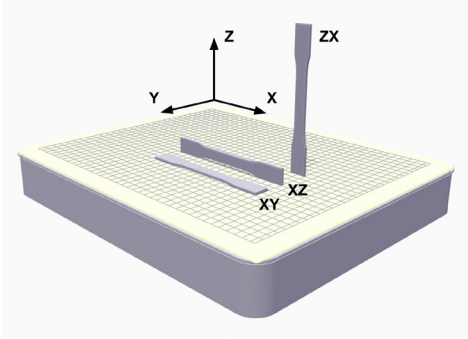
- 인장 시편은 ASTM D638 Type IV 덤벨형 구조입니다.
- 압축, CTE 및 열전도율 데이터는 공인된 제3자 시험 기관에서 제공받았습니다.
- 충격 시편은 너비 12.7 mm이며, ASTM D256에 명시된 형상에 따라 노치가 출력된 상태로 테스트되었습니다.
- HDT는 ASTM D648에 기반한 자체 내부 방식을 사용하여 DMA로 측정되었습니다

이 대표 데이터는 표준 방법에 따라 시험, 측정 또는 계산되었으며 통보 없이 변경될 수 있습니다. Markforged는 상업성, 특정 목적에의 적합성 또는 특허 침해 방지에 대한 보증을 포함하지 이에 국한되지 않는 어떠한 명시적 또는 묵시적 보증도 하지 않으며, 이 정보의 사용과 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. 여기에 기재된 데이터는 설계, 품질 관리 또는 사양 한계를 설정하는데 사용되어서는 안 되며, 귀하의 특정 응용 분야에 대한 적합성을 결정하기 위한 자체 시험을 대체하기 위한 것이 아닙니다. 본 사이트의 어떤 내용도 지적 재산권 행사 라이선스나 침해 권고로 해석될 수 없습니다.

방향별 기계적 및 열적 특성 (DIRECTIONAL MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES)

Onyx GF의 기계적 및 열적 특성은 적층 방향에 따라 달라질 수 있습니다. 인장 응력 작용 시 대부분의 부품은 출력 방향과 하중 방향이 평행할 때 가장 강하며, 출력 방향과 하중 방향이 수직일 때 가장 약합니다.

가열 시 Onyx GF 부품은 출력 레이어가 쌓이는 Z 방향에서 열팽창이 가장 높고, X 및 Y 방향에서 가장 낮습니다.

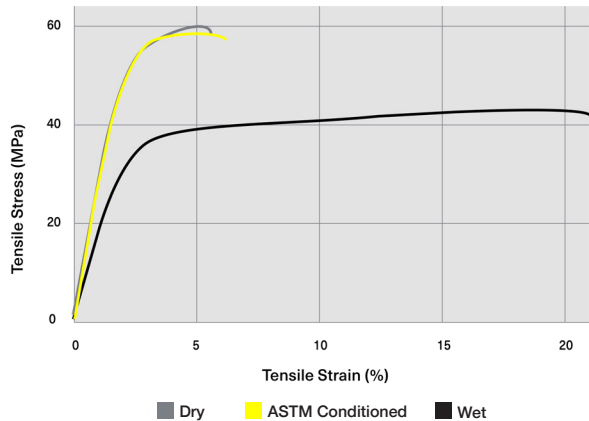


Property	Unit	XZ Orientation	XY Orientation	ZX Orientation ⁵
Tensile Strength at Yield	MPa	73.7 ± 2.1	57.9 ± 0.7	-
Tensile Strength at Break	MPa	70.7 ± 1.8	56.5 ± 0.9	25.9 ± 3.5
Tensile Modulus	GPa	4.2 ± 0.2	3.1 ± 0.1	1.5 ± 0.2
Elongation at Break	%	5.9 ± 0.4	6.2 ± 0.6	3.2 ± 0.3
Mean CTE (30 to 50°C) ⁶	μm/(m*°C)	35.8	35.8	121
Mean CTE (60 to 160°C) ⁶	μm/(m*°C)	45.7	45.7	284

다양한 환경에서의 기계적 특성 (MECHANICAL PROPERTIES IN DIFFERENT ENVIRONMENTS)

Onyx GF의 기계적 특성은 주변 환경에서 흡수한 수분량에 따라 변할 수 있습니다.

수분 함량이 증가하면 부품의 내구성(충격강도 및 연성)이 향상되는데, 이는 나일론계 재료의 전형적인 특성입니다.



Property (XY Orientation)	Unit	Dry ⁷	Conditioned ⁸	Wet ⁹
Tensile Strength at Yield	MPa	60.4 ± 1.9	57.9 ± 0.7	41.7 ± 0.7
Tensile Strength at Break	MPa	59.4 ± 1.7	56.5 ± 0.9	40.4 ± 0.9
Tensile Modulus	GPa	3.1 ± 0.1	3.1 ± 0.1	1.9 ± 0.1
Elongation at Break	%	5.5 ± 0.3	6.2 ± 0.6	21.9 ± 3.0

별도 언급이 없는 한, Onyx GF 시편은 FX10 프린터에서 기본 솔리드 채우기 설정 및 125 μm 적층 높이로 출력되었으며, ASTM D618 Procedure A에 따라 52% RH, 23 ± 2°C 조건에서 44 ± 2시간 동안 조습 처리되었습니다. 카본 파이버 데이터는 순수 섬유 시편에서 도출되었습니다. 실제 부품의 강도는 부품 내 섬유의 양과 배치 경로에 따라 달라집니다. ZX 인장 시편은 FX10에서 솔리드 채우기 설정, Wall 4개, Floor 4개로 출력된 직육면체 튜브에서 가공되었습니다.

- CTE 시편은 직육면체 형상이므로 XY 및 XZ 시편이 동일합니다.
- 건조(Dry) 시편은 시험 전 75°C 진공 상태에서 24시간 동안 건조되었습니다.
- 조습(Conditioned) 시편은 ASTM D618 Procedure A에 따라 52% RH 및 23 ± 2°C에서 44 ± 2시간 동안 조습 처리되었습니다.
- 습윤(Wet) 시편은 시험 전 72시간 동안 물에 침지되었습니다.

이 대표 데이터는 표준 방법에 따라 시험, 측정 또는 계산되었으며 통보 없이 변경될 수 있습니다. Markforged는 상업성, 특정 목적에의 적합성 또는 특허 침해 방지에 대한 보증을 포함하지 않으며 국한되지 않는 어떠한 명시적 또는 묵시적 보증도 하지 않으며, 이 정보의 사용과 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. 여기에 기재된 데이터는 설계, 품질 관리 또는 사양 한계를 설정하는데 사용되어서는 안 되며, 귀하의 특정 응용 분야에 대한 적합성을 결정하기 위한 자체 시험을 대체하기 위한 것이 아닙니다. 본 시트의 어떤 내용도 지적 재산권 행사 라이선스나 침해 권고로 해석될 수 없습니다.