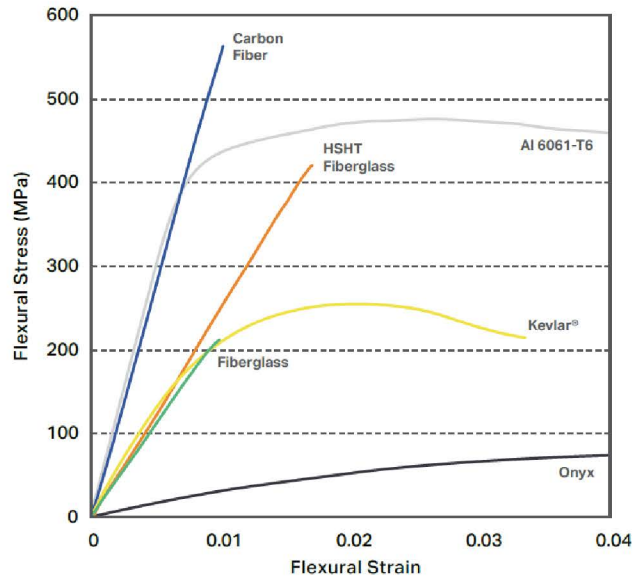
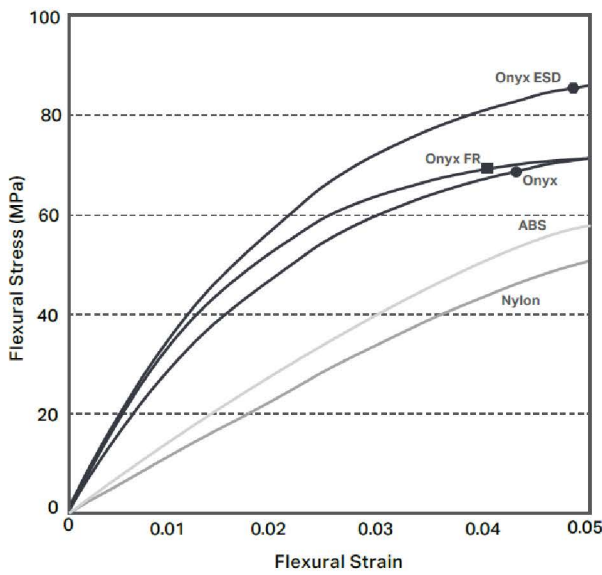


MATERIAL DATASHEET : 고강도 카본 파이버 3D 프린터 (복합소재 3D 프린터)



● Onyx : Flexural Stress : 71 MPa

Onyx(오닉스)는 잘게 잘린 탄소 섬유와 혼합된 나일론 복합소재로써 내열성, 표면 조도 및 내 화학성이 우수한 고강도 열가소성 수지를 제공하며 마크포지드의 복합 부품을 위한 열가소성 매트릭스 역할을 함. 단독으로 인쇄하거나 연속 섬유 중 하나로 강화하여 알루미늄과 비교할 수 있는 강도를 제공하여, 툴링 및 픽스처에서 최종 부품으로까지 사용 가능함

■ Onyx FR : Flexural Stress : 71 MPa

Onyx FR은 UL94 가연성 테스트에서 V-0 등급을 획득하면서 Onyx와 유사한 기계적 성질을 지녔으며 난연성, 경량성 및 강도가 필요한 어플리케이션에 가장 적합 ※ Onyx FR은 'Industrial Series'에서만 사용 가능

◆ Onyx ESD : Flexural Stress : 83 MPa

Onyx ESD는 민감한 전자 장치를 프린팅하는 데 최적화된 Onyx의 고성능 버전이며, ESD의 안전 요건을 충족하는 동시에 탁월한 강성 및 우수한 표면 품질을 가진 소재 ※ Onyx ESD는 'Industrial Series'에서만 사용 가능

● Nylon White : Flexural Stress : 50 MPa

나일론 화이트는 엔지니어링 열가소성 수지로, 지속적인 섬유 옵션으로 보강할 수 있으며 섬유 강화와 무보강 모두 가능한 다용도 소재

● Carbon Fiber : Flexural Stress : 540 MPa

무게 대비 가장 높은 강도를 가지고 있는 소재. Onyx보다 5배 더 강하고 18배 더 견고한 카본 파이버 소재는 가공된 알루미늄을 대체하는 부품에 일반적으로 사용됨. 매우 높은 강성과 강도로 인해 항공 우주 및 자동차 산업에서 널리 사용되며 알루미늄을 대체 할 수 있는 소재

● Fiberglass : Flexural Stress : 200 MPa

파이버 글라스 소재는 내열성, 내구성, 전기 절연성 및 높은 강도를 제공하고 또한 매우 경제적인 소재로 Onyx보다 2.5배 강하고 7배 단단하여 다양한 용도에 사용이 가능. 매우 얇은 유리 가닥이 섬유로 묶여 있으며 전통적으로 보트, 자동차 및 항공기 제조용 복합 재료에 사용됨

● HSHF Fiberglass : Flexural Stress : 420 MPa

고강도 고온 (HSHF) 파이버 글라스는 고온 환경 (105°C 이상, 열 변형 점이 150°C)에서 강한 부품이 필요한 사용자를 위해 독창적으로 설계된 소재. 일반 유리소재에 비해 더욱 강도가 높고, 내열성이 우수한 특수 필라멘트로 일반 Onyx보다 5배 강력하고 7배 단단함

● Kevlar : Flexural Stress : 240 MPa

케블라는 최고의 내마모성을 가지고 있으며 가장 유연한 섬유 소재입니다. 내구성이 뛰어나 반복적으로 하중을 받거나 큰 충격을 받는 부품에 최적인 소재로 유리섬유와 같이 강하면서도 연성의 성질도 가지기 때문에 EOAT 시스템에 많이 사용됨. Onyx보다 2.5배 강하고 7배 단단한 필라멘트로 전통적으로 타이어, 돛, 로프 및 보호 장비와 같은 제품과 강성, 탄성, 진동흡수력이 뛰어나 보강재, 방탄재로 에 사용됨

MATERIAL DATASHEET

Composites



Composite Base	Test (ASTM)	Onyx	Onyx FR	Onyx ESD	Nylon	<p>Markforged parts are primarily composed of Composite Base materials. Users may reinforce parts with one type of Continuous Fiber.</p> <p>Dimensions and construction of test specimens:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tensile: ASTM D638 type IV beams Flexural: 3-pt. Bending, 4.5 in (L) x 0.4 in (W) x 0.12 in (H) Heat-deflection temperature at 0.45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 Method B) <p>1. Measured by a method similar to ASTM D790. Composite Base -only parts do not break before end of flexural test.</p> <p>2. Onyx FR is UL 94 V-0 Blue Card certified down to a thickness of 3mm.</p> <p>3. Surface resistance measured on multiple part surfaces using recommended print settings by an accredited third party test facility. See Onyx ESD technical data sheet for more details.</p>
Tensile Modulus (GPa)	D638	2.4	3.0	4.2	1.7	
Tensile Stress at Yield (MPa)	D638	40	41	52	51	
Tensile Stress at Break (MPa)	D638	37	40	50	36	
Tensile Strain at Break (%)	D638	25	18	25	150	
Flexural Strength (MPa)	D790 ¹	71	71	83	50	
Flexural Modulus (GPa)	D790 ¹	3.0	3.6	3.7	1.4	
Heat Deflection Temp (°C)	D648 B	145	145	138	41	
Flame Resistance	UL94	—	V-0 ²	—	—	
Izod Impact - notched (J/m)	D256-10 A	330	—	44	110	
Surface Resistance (Ω)	ANSI/ESD STM11.11 ³	—	—	10 ⁵ - 10 ⁷	—	
Density (g/cm ³)	—	1.2	1.2	1.2	1.1	

Continuous Fiber	Test (ASTM)	Carbon	Kevlar®	Fiberglass	HSHT FG
Tensile Strength (MPa)	D3039	800	610	590	600
Tensile Modulus (GPa)	D3039	60	27	21	21
Tensile Strain at Break (%)	D3039	1.5	2.7	3.8	3.9
Flexural Strength (MPa)	D790 ¹	540	240	200	420
Flexural Modulus (GPa)	D790 ¹	51	26	22	21
Flexural Strain at Break (%)	D790 ¹	1.2	2.1	1.1	2.2
Compressive Strength (MPa)	D6641	320	97	140	192
Compressive Modulus (MPa)	D6641	54	28	21	21
Compressive Strain at Break (%)	D6641	0.7	1.5	—	—
Heat Deflection Temp (°C)	D648 B	105	105	105	150
Izod Impact - notched (J/m)	D256-10 A	960	2000	2600	3100
Density (g/cm ³)	—	1.4	1.2	1.5	1.5

Dimensions and Construction of Fiber Composite Test Specimens:

- Test plaques used in these data are fiber reinforced unidirectionally (0° Plies)
- Tensile test specimens: 9.8 in (L) x 0.5 in (H) x 0.048 in (W) (CF composites), 9.8 in (L) x 0.5 in (H) x 0.08 in (W) (GF and Kevlar® composites)
- Compressive test specimens: 5.5 in (L) x 0.5 in (H) x 0.085 in (W) (CF composites), 5.5 in (L) x 0.5 in (H) x 0.12 in (W) (Kevlar® and FG composites)
- Flexural test specimens: 3-pt. Bending, 4.5 in (L) x 0.4 in (W) x 0.12 in (H)
- Heat-deflection temperature at 0.45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 Method B)

Tensile, Compressive, Strain at Break, and Heat

Deflection Temperature data were provided by an accredited 3rd party test facility. Flexural data was prepared by Markforged, Inc. These represent typical values.

Markforged tests plaques are uniquely designed to maximize test performance. Fiber test plaques are fully filled with unidirectional fiber and printed without walls. Plastic test plaques are printed with full infill. To learn more about specific testing conditions or to request test parts for internal testing, contact a Markforged representative. All customer parts should be tested in accordance to customer's specifications.

Part and material performance will vary by fiber layout design, part design, specific load conditions, test conditions, build conditions, and the like.

This representative data were tested, measured, or calculated using standard methods and are subject to change without notice. Markforged makes no warranties of any kind, express or implied, including, but not limited to, the warranties of merchantability, fitness for a particular use, or warranty against patent infringement; and assumes no liability in connection with the use of this information. The data listed here should not be used to establish design, quality control, or specification limits, and are not intended to substitute for your own testing to determine suitability for your particular application. Nothing in this sheet is to be construed as a license to operate under or a recommendation to infringe upon any intellectual property right.