



カーボン複合素材

カーボン複合素材は強靱なナイロン素材にマイクロカーボンを加えて強化した、短繊維カーボン複合ナイロンです。Markforged 社独自の素材で同社のプリンターでしか造形できません。

造形方式は FDM 方式です。

また、内部を複合繊維で強化することで更に特性を伸ばし、強度・剛性・耐久性が極めて高いモデルの造形も可能です。

※強化繊維の添加をご希望の場合はフォームよりお問い合わせの上、別途お見積りとなります。

材質の特徴



ONYX

方位安定性に優れて反りに強く、ナイロンの靱性と繊維素材の硬性を備えています。また耐熱性が高く、表面の仕上がりが綺麗なのも特徴です。

Carbon Fiber

ONYX を強化するために作られた長炭素繊維です。

添加した場合 ONYX のみのモデルと比べて質量当たりの強度は 10 倍に達します。炭素繊維で強化することにより、樹脂のみでは不可能な軽さ・強度・硬度が実現可能です。

※強化繊維の添加をご希望の場合はフォームよりお問い合わせの上、別途お見積りとなります。

素材の外観と質感

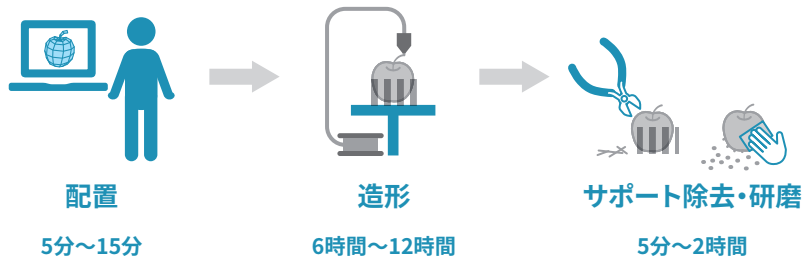


ONYX は黒色のフィラメントです。

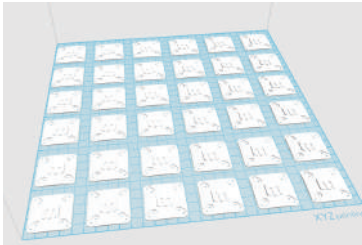
積層が滑らかで表面の仕上がりが美しく寸法精度に優れています。

Carbon Fiber を添加した場合も外形は ONYX で覆われるため、ONYX 同様に黒色の外観になります。

造形の主な工程と所要時間目安※データの形状や量によって異なります



造形方式ごとの配置の特徴（FDM方式）



FDM方式は機種により使用できる材質は様々ありますが、基本的にサポートはモデル下部に造形されます。モデルを重ねるとその上にサポートが造形されてしまうので平置き配置のみとなります。

積層方向が強度や美観に大きく影響する機種が多いため、モデルの方向はサポート付着箇所や積層方向を考慮して調整します。

アップロードされたデータの状態によっては、分割して最適方向での造形配置を行うことがあります。

造形方式ごとのサポート除去の特徴（FDM方式）

FDM方式では基本的にモデル材と同じ材質がサポートとして造形されます。（異なる場合もあります）

サポートは手や工具で大まかに剥がし、細かく残ったサポート跡を研磨で整えます。サポート除去や研磨の際に微細形状を損なう可能性があります。

サポートが内部にも付着するため中空形状は不可能です。

当社が定める造形方向と造形方向指定について

造形時の配置方向により製造負荷が高まる場合、装置の寿命低下と歩留まりに大きく影響がございます。その為、当社が定める造形方向は装置への負担を低下させることを基本としています。

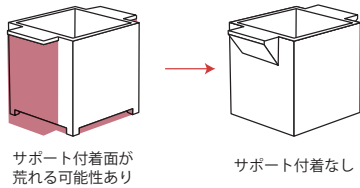
上記条件の中で最大限変形が抑制される配置方向を検討し造形を行なっておりますが、お客様のご利用目的によって本内容が即さない場合は造形方向指定オプション(有料)をご依頼ください。

造形方向の指定は製造負荷が上がってしまう為、その分の費用をご負担頂く事をあらかじめご了承ください。

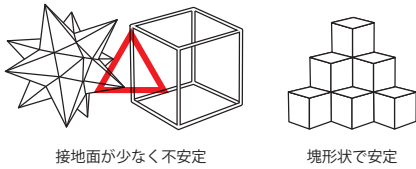
造形が不可能な方向でご指定頂いた場合、方向指定をお断りさせていただく可能性がございます。また、お客様のご希望の方向で造形した場合でも、歪みや変形を起こす可能性がございますことをご了承ください。

造形方向指定を頂いていない場合のサポート箇所に由来する再造形はお受けしておりません。

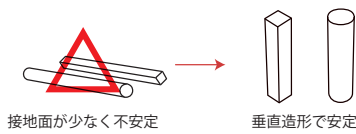
デザインの秘訣



カーボン複合素材のサポート除去作業はブレイクアウェイのため、サポート痕が残ります。サポート付着面は他の面と比べて多少表面が荒くなります。サポート付着面や浮いた形状が最小限となるようなデザインにすることで造形物の美観が向上します。



微細な形状、底面と地面の接地面が少ない形状は不得意です。底面の接地面積が多く、塊に近い安定する形がおすすめです。

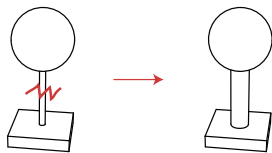


円柱または角柱の角が下に来る形状を寝かせて造形した場合、モデル下部のフィラメントが安定せず、形状の再現が難しくなります。

太さを増すことで垂直に造形が可能なるため形状が安定します。

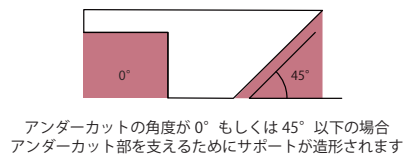
また円柱形状を水平に造形した場合、円形状が歪むことがあります。

四角形で底面積が大きい形状は歪む可能性があります。



最小肉厚は形状によって変わります。ブレイクアウェイの作業は破損の危険が高いため、モデルの形状によっては最小肉厚の数値に関わらず十分な太さ、厚みをもたせてください。

アンダーカットの角度とサポート



サポートは造形物の自重や熱による変形を防ぐなどの重要な機能を果たしますが、それを取り除くのに多大な労力を要します。

サポートを必要としないデザインをご検討いただくことが理想的ですが、実際にサポートを必要としない形状は少ないです。



デザインを曲線にする、またはアンダーカット角度を大きくしていただくことでサポートが必要なくなります

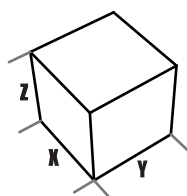
サポートが最小限となるようなデザインにすることで後処理加工が減り、造形時間が短縮されます。また造形物の仕上がりも良くなります。

アンダーカットの角度が45°以下になるとサポートが付きます。

開いた形状に付いたサポートは除去可能ですが、抜き穴の小さい中空形状など物理的に届かない箇所はサポートが除去できず残ってしまいます。

また、45°はサポートが生成されるボーダーラインのため、稀に生成される場合がございます。

最大造形可能サイズ



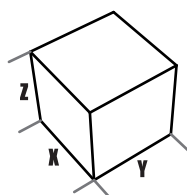
320×132×154mm
(X:Y:Z)

カーボン複合素材の最大造形可能サイズはプリンターの造形可能領域で決定されています。

モデルのサイズはこの範囲内に収まっていなければなりません。複数のモデルが1つのファイルに含まれている場合も、すべてのモデルを含めたバウンディングボックスのサイズをこの範囲内に収めてください。

もし作成したモデルがこの範囲に入らない場合、「モデルのスケールを小さく変更する」「不必要な部位を取り除く」等の修正を検討、もしくはより大きなモデルが造形可能なマテリアルの使用を検討して下さい。

最小造形可能サイズ



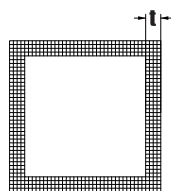
$X+Y+Z \geq 15 \text{ mm}$

カーボン複合素材の最小造形サイズはプリンターが造形できる最小寸法で決定されています。

造形可能とする為にモデルのサイズは最小造形可能サイズより大きくして下さい。複数のモデルが1つのファイルに含まれている場合も、それぞれのモデルがこのサイズより大きくなければ造形できません。

もし作成したモデルがこの大きさより小さい場合、「モデルのスケールを大きく変更する」「厚みを増やす」「結合が可能な部位は結合する」「パーツや各部位を大きくする」などの修正を検討、もしくはより小さなモデルが造形可能なマテリアルの使用を検討して下さい。

支えられた壁の最小肉厚



ONYX : $t=2\text{mm}$

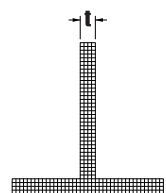
カーボン複合素材 : $t=4\text{mm}$

"支えられた壁"とは2つ以上の側面が他の壁に接続されている壁のことを言います。

カーボン複合素材の"支えられた壁"の最小肉厚は材料強度とサポート除去の工程に依存します。

肉厚が薄い場合、サポート除去中に破損する可能性があります。

支えられていない壁の最小肉厚



ONYX : $t=2\text{mm}$

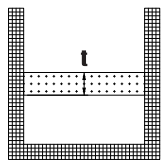
カーボン複合素材 : $t=4\text{mm}$

"支えられていない壁"とは1つの側面のみが他の壁に接続されている壁のことを言います。

カーボン複合素材の"支えられていない壁"最小肉厚は材料強度とサポート除去の工程に依存します。

肉厚が薄い場合、サポート除去中に破損する可能性があります。

支えられた線形状部の最小肉厚



ONYX : $t=2\text{mm}$

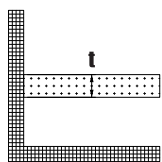
カーボン複合素材 : $t=4\text{mm}$

"支えられた線形状部"とは両端が壁で支えられた"線形状部"のことであり、"線形状部"とは長さが幅の2倍以上ある部位のことです。

カーボン複合素材の"支えられた線形状部"の最小肉厚は材料強度とサポート除去の工程に依存します。

肉厚が薄い場合、また線形状部の奥にサポートが付いている場合、サポート除去中に破損する可能性があります。

支えられていない線形状部の最小肉厚



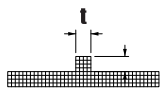
ONYX : $t=2\text{mm}$

カーボン複合素材 : $t=4\text{mm}$

"支えられていない線形状部"とは1つの端のみが壁で支えられた"線形状部"のことであり、"線形状部"とは長さが幅の5倍以上ある部位のことです。カーボン複合素材の"支えられた線形状部"の最小肉厚は材料強度とサポート除去の工程に依存します。

肉厚が薄い場合、また線形状部の周りにサポートが付いている場合、サポート除去中に破損する可能性があります。

浮き彫りのディティールの最小値



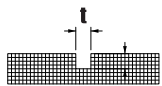
$t = 1\text{mm}$

(幅と高さの両方共)

"浮き彫りのディティール"とはサーフェスから突き出た箇所のことです。

カーボン複合素材の"浮き彫りのディティール"はプリンターの最小分解能で決まっています。ディティールがこの最小値を下回る時はプリンターはこの部位を正確に造形することが出来ません。

彫り込みのディティールの最小値



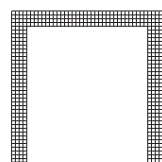
$t = 1\text{mm}$

(幅と深さの両方共)

"彫り込みのディティール"とはサーフェスから突き出た箇所のことです。

カーボン複合素材の"彫り込みのディティール"はプリンターの最小分解能で決まっています。ディティールがこの最小値を下回る時はプリンターはこの部位を正確に造形することが出来ません。

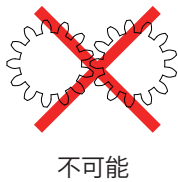
マテリアル用抜き穴について



開口させてください

マテリアル用抜き穴とは中空モデルからサポート材を取り除くための穴です。カーボン複合素材のサポートはブレイクアウェイのため、十分な抜き穴がない場合抜き穴からサポートを除去する事が出来ません。よって内部が複雑な構造をしたモデルの造形は対応できません。

複数パーツの連動



カーボン複合素材では物理的なサポートが付くため連動するパーツを作成することは出来ません。

サポート除去後に組み合わされているパーツが連動する様な設計を行う事は可能ですが、困難な作業となります。

購入後の取り扱い方について

以下の点にご注意下さい

- 食べて安全ではありません。
- リサイクルできません。
- 防水ではありません。
- 高温化でのご使用は材質の特性が大きく変化する可能性があります。
(耐熱温度…ONYX/145℃、carbonfiber/105℃)
- 実用品としてご利用される場合はお客様側で十分な検証を踏まえ、自己責任のもとご利用下さい。

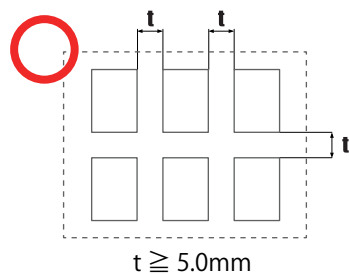
1 ファイル内の複数シェル

100 シェル

平面配置のみ製造可能です。

立体的にシェルが配置されたデータはキャンセルさせていただく可能性があります。詳細は「1ファイル内に複数パーツを配置する場合の注意事項」並びに「造形方式ごとの配置の詳細」をご参照ください。

1 ファイル内に複数シェルを配置する場合の注意事項

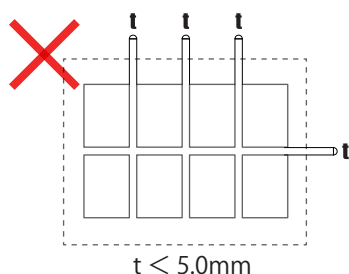


シェルの立体配置に関して

可動部品以外で1ファイルに複数のシェルが含まれている場合、シェルは平面的に配置してください。立体的にシェルが配置されたデータはキャンセルさせていただく可能性があります。

シェルの間隔と密度に関して

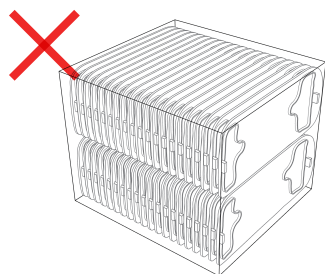
可動部品以外で1ファイルに複数のシェルが含まれている場合、シェルは最低5mm以上の間隔を開けてください。



複数のシェルが含まれたモデルは直方体に納めたときのバウンディングボックス容積とモデル容積の割合を10%未満とさせていただきます。密度が高すぎる場合は装置故障の原因となる為、キャンセルさせていただく可能性があります。

ランナー不可に関して

同一形状のモデルのランナー接続はサポート除去時に不具合や破損を生じる可能性があるためキャンセルさせて頂く可能性があります。



シェルの重なりに関して

データ作成時はシェル同士が重ならないようにご注意ください。重なっているデータはシェルが結合した状態で造形されます。

造形方式ごとの複数シェル配置の方法に関して

造形方式ごとに、モデルを立体的に配置できる方式と平面的にしか配置できない方式がございます。方式に応じた配置でない場合はキャンセルさせていただく可能性があります。

詳細は「造形方式ごとの配置の特徴」をご参照ください。

造形方式ごとのサポート除去に関して

造形方式ごとに造形時のサポート方法とその除去方法が異なります。除去不能な形状の場合はキャンセルさせていただく可能性があります。

詳細は「造形方式ごとのサポート除去の特徴」をご参照ください。

造形時の配置方向に関して

製造時の装置の不具合および造形時の破損を回避するため、お客様がアップロードされた際の3Dデータの配置と製造時の配置は異なる可能性があります。

詳細は「当社が定める造形方向と造形方向指定について」をご参照ください。

複数シェル時の納期に関して

大量に配置されている場合等、条件に応じて納期は変動する可能性があります。