

造形失敗事例

光造形の場合

光造形でよくある失敗事例は以下の通りです。

- ・プラットフォームに何もできていない
- ・モデル部が何もできていない
- ・プラットフォームから造形物が落ちる
- ・プラットフォームから剥がれにくい
- ・造形物にサポート痕が残ってしまう
- ・積層痕が荒い



図1 スクレーパー

対象方法

・プラットフォームに何もできていない

ジョブ（印刷）が完了した後に、プラットフォーム（印刷する場所）に何もできていないことがあります。主に確認すべきことは次の5つです。

【露光部分が故障していないか確認する】

発光部は急に故障することがあります。露光テストをする機能が3Dプリンターに備わっていますので、確認してみましょう。

【レジンタンクに造形物が残っていないか確認する】

レジンタンク内のフィルムに、不要な造形物が付着している場合があります。その場合はフィルムに傷を付けないように、ゴム製やプラスチック製のスクレーパーを使って除去しましょう。（図1参照）

【プラットフォームの位置調整が正しいか】

プラットフォームのZ位置が上にずれてしまっているか確認しましょう。極端にずれている場合、層が厚くなってしまうためプラットフォームに定着してくれません。

【初期層（低層部）の露光時間を長く】

スライサーソフトの初期層の露光時間は、もともとは長く設定されていますが、プリントがうまくいかない場合は確認してみましょう。もし時間が短い場合は、30秒程度に変更すると改善できる場合があります。

【プラットフォームまたはレジンを温める】

レジンは温度を上げることで粘着力が上がります。例外として水洗いレジンは温めなくても使えますが、通常のレジンは多少温めた方が良いでしょう。

・モデル部が何もできていない

サポート部分は出来ているのですが、モデル本体がプリントされていないという状態です。主にできる対処方法は3つです。

【露光時間を長くする】

露光時間を少し長くすることで解決する場合があります。2, 3秒程度長くしてみましょう。

【サポートの密度を上げる】

サポート密度が低い場合に症状が見られるケースがあります。機種や形状により状態は異なりますが、密度を50~60%程度にするとよいでしょう。

【モデルを回転させる】

形状によりですが、サポート材が極力付着しない角度に回転をさせることをお勧めします。

・プラットフォームから造形物が落ちる

規則液面法を用いた光造形の場合は、造形物が宙づり状態で造形されます。そのため、大きい造形物などは自重によって落下してしまうことがあります。対処方法については以下の3つになります。

【プラットフォームの原点調整を行う】

Z軸の位置がずれていると、プラットフォームとの接着が弱まる場合があります。そのため、再度原点を調整することで改善が見込めます。

【初期層（低層部）の露光時間を長くする】

露光時間を長くすることで、硬化が進み、造形物が剥がれにくくなります。スライサーソフトを使って初期層を+10秒~+20秒ほど長くしてみましょう。

【プラットフォーム、レジンを温める】

プラットフォームやレジンを温めることにより接着力が増します。40°Cほどで湯せんを行ってみましょう。

・プラットフォームから剥がれにくい

プラットフォームテーブルに材料がくっついて取れないことがあります。対処方法については、以下の2つです。

【プラットフォームの原点調整を行う】

Z軸の位置がずれていると、不要にプラットフォームと発光部が近づいてしまい、硬くなってしまいます。改めてZ軸のホームポジションを正しい位置に設定しなおしましょう。

【初期層（低層部）の露光時間を短くする】

露光時間が長いと、不要に硬化されて、プラットフォームと造形物が接着してしまいます。初期層の露光時間を短くすることでこれらが改善する場合がありますので、実践してみましょう。

・造形物にサポート痕が残ってしまう

サポート材を使うと、どうしても除去した痕が残ってしまいます。対処方法については以下の2つになります。

【モデルを回転させる】

光造形の場合は、モデルを斜めに配置してもきれいに造ることができます。そのため斜めに配置して、極力サポート材がつかないようにする方法もあります。

【サポートの設定を調整する】

スライサーソフトでサポートサイズや接触部のサイズを小さくすることが出来ます。小さくすることによって、サポート痕を目立たなくすることが出来ます。

・積層痕が荒い

光造形は基本的には積層痕は非常に目立ちにくいですが、設定次第では肉眼で見えてしまう場合があるので注意が必要です。目立たなくする方法については以下があげられます。

【積層ピッチ（レイヤーの高さ）を下げる】

積層ピッチを0.05mm以下に設定してみましょう。

FDMの場合

FDMをはじめとした光造形意外で発生する造形での問題は以下の通りです。

- ・剥がれる、浮く、反る、定着しない
- ・割れる、ひびや亀裂が入る
- ・積層間で割れる（クラックする）
- ・ノズル詰まり
- ・糸引き
- ・バリが残る
- ・ダマになる、玉になる
- ・中空造形、ぐちゃぐちゃ（もじゃもじゃ）の状態
- ・造形物が途中からずれる
- ・音がする（ぱちぱち、ガガガ、カタカタ）
- ・底面が汚い
- ・一層目の線と線の間隔が広い
- ・積層痕が目立つ
- ・積層が粗い、汚い
- ・オーバーハング（アンダー）が汚い、粗い
- ・スカスカな造形（ところどころに穴が空いている）、排出が弱い
- ・プラットフォームテーブル（ベッド）から剥がせない
- ・ラフトが造形物から剥がせない
- ・サポート材が造形物から剥がれない
- ・造形物がゆがむ、楕円になる

対処方法

・剥がれる、浮く、反る、定着しない

熱可塑性樹脂フィラメントは、ノズルからプラットフォームテーブルへ排出された後に急速に温度が下がっていきます。それによって樹脂が収縮して、テーブルから剥がれたり、浮いたりします。対処方法としては以下の通りです。

【3Dプリンターは正しく設定できているか】

はじめから材料を問題視するのではなく、まずは機器の設定不良を疑いましょう。例えばノズルと手ぶるの間隔値（ギャップ値）は正しい値に設定されているか、またテーブルは平面になっているかなどをチェックします。その後、部品の不良がないかどうかを調べます。テーブルに傷はないか、気泡が入っている場所はないか、ノズルから排出される吐出量が異常なくらい少なくなっていないかなどをチェックします。

【材料に問題がある場合は対策を取る】

機器の設定に問題がないとすると、材料である樹脂の収縮が強いことが原因にあげられるので、剥がれない工夫を行っていきます。

・割れる、ひびや亀裂が入る

FDM方式の3Dプリンターは、高温のノズルヒーターで樹脂を溶解させて、樹脂と樹脂をくっつけます。この時に何か問題があると接着力が低下し、割れたり、ひびが入ったりします。また、強度が弱くなるため目的の造形物もできません。対処方法は以下のようになります。

【機器設定が正しくできているか調べる】

【部品の不良が発生していないか調べる】

上記の状態が問題ない場合は以下の項目をチェックします。

【ノズルの温度を上げる】

ノズルの温度を10°Cほど上げてみましょう。高い温度で樹脂同士を塗りつけることで接着力が強くなります。

【庫内温度を保つ】

フィラメント排出後の冷却を抑えるために、庫内の温度を保てる環境にしてみましょう。外装カバーがないタイプの3Dプリンターでは熱を逃げにくくする必要があります。

【冷却ファンをOFFにする】

ノズルから排出されたフィラメントを冷やすためのファンが搭載されたモデルがあります。一度ファンを切って、接着を優先させましょう。

【造形速度を遅くする】

造形速度を遅くすることで丁寧に積層するため、しっかりとした積層間を作り出すことができます。

【押出幅（ライン幅）を増やす】

ライン幅を増やすことで、線の太さを太くできます。

【フィラメントを新品にする】

古いフィラメントは湿気を帯びているので、交換する必要があります。湿気を帯びたフィラメントを使用すると、ノズル排出後にパチパチと音がして、積層に阿多が空くことがあります。

【フィラメントの商品・メーカーを変える】

どのように対策を講じても、ひびが入る製品があるのは事実です。（特に安価なものに多い）フィラメントには、ある程度の混ぜ物があり、その成分の割合によって出力後の状態に影響してきます。同じ製品で改善しない場合は、別のメーカーのものを使ってみましょう。

・積層間で割れる（クラックする）

サイズが大きくて、反りの力が強い樹脂でプリントしたときに起こりやすい症状です。積層間で大きく割れてしまうので、ほとんどの場合は使い物にならなくなってしまいます。対処方法は次の4つになります。

【ノズルの排出量を確認する】

ノズルから満身に樹脂が排出されているかどうかを確認しましょう。ページ（試し打ち）を利用して、太さを確認します。排出量が少ないと積層間の接着力が弱まりますので、ノズルの清掃や交換をする必要があります

【押出幅（ライン幅）を増やす】

積層間の接着力を強めるには、それぞれの線の幅を太くすると効果的です。スライサーソフトで押出幅の数値を0.4mm→0.48mmといったように変更します。

【径の大きいノズルを使用する】

ノズル径にはいくつかのサイズがありますので、穴の大きいものを使用するとよいでしょう。

【プリント速度を遅くする】

大きいものを造形する場合は、速度が速いと樹脂同士の接着が甘くなってしまうので、径の大きいノズルに変更した上で、速度を落とすことを推奨します。

ノズル詰まり

ノズルからフィラメントが排出されずに、送りギアでカタンカタンという音が鳴り、空回りします。その後、フィラメントの先端が変形しているため、うまく除去できないこともあります。

・糸引き

糸引きは、樹脂によって起きたり起きなかったりします。PCやTPUだと比較的発生しやすいです。糸引きは以下の5つの方法によって改善できます。

【ノズル温度を下げる】

ノズルが高温すぎると垂れやすくなるので、10°Cほど下げてみてください

【フィラメントが吸湿しないようにする】

使用しているフィラメントが湿気を帯びた状態である場合も、糸引きが発生しやすくなります。新品のフィラメントに交換したり、乾燥機や防湿ツールで対策を行います。

【リトラクトを調整する】

フィラメント垂れを防止する機能のことをリトラクトと言います。挿入されているフィラメントを逆回転させて、数ミリから数センチ程度を上に引き上げます。その後にノズルの移動（トラベル）を行い、ノズルから垂れにくくします。最後に順回転させて、ノズルからフィラメントを排出させます。

【トラベル（移動）ルートを調整する】

スライサーソフトによっては、ノズルのトラベルの通り道を調整変更できるものがあります。ものによっては中空部分を通るのを避けるという機能がありますので、モデルの形状によって対応可能です。

【複数個造形している場合は、1個ずつ造形する】

複数モデルを一括して造形している場合は、モデルの移動間で糸引きが起こることがあります。その場合は1つずつ造形することで改善する場合があります。

・バリが残る

プリントしたものにでっぱりや突起物、ささくれができることがあります。これがあると見栄えが悪くなってしまいうえにけがの原因になるので、避けたいところです。原因はノズルから垂れた樹脂になります。こちらはスライサーソフトを操作するなどして、以下の4つの方法で対処します。

【書き出し位置を変える】

各レイヤーの書き出し位置を、固定からランダムに変更します。これによりバリやダマが散布するので目立たなくなります。

【書き出しタイミングを変える】

各レイヤーの書き出しタイミングを遅らせることにより対処します。するとバリやダマが小さくなる可能性があります。

【リトラクト設定を見直す】

リトラクトの引き戻し距離の値を増やします。すると、ノズルから樹脂が垂れにくくなるため、バリの発生を抑えることができます。

【バリを除去する】

工具を使ってバリを除去します。バリを除去するにはペンカッター、エッジニッパー、ダイヤモンドやすり、リューター、バリ取りカッターのいずれかを使います。

・ダマになる、玉になる

製品に玉のようなぽつぽつが出来てしまう状態です。原因としては次の2つがあります。

【ノズルが移動したときに、樹脂が垂れ落ちてしまう。】

対象方法は、リトラクト量を増やすことで、下へ垂れるのを防ぐことです。引き戻し量に関しては樹脂により異なるので注意が必要です。

【調整値のバランスが取れていない】

対象方法は、積層ピッチ（レイヤーの高さ）や流量の値を大きく変えていないかを確認することです。変えている場合は、初期値に戻して症状が治まるかどうかを確認します。それでも直らない場合は、オーバーハングがきつい形状になっているのかもしれませんが。その場合は、ライン幅の値を増やすことで緩和されることがあります。

・中空造形、ぐちゃぐちゃ（もじゃもじゃ）の状態

形がしっかりと定まらずに、毛糸玉のように複雑にフィラメントが絡まってしまっただけの状態です。考えられる原因は定着不良です。造形物がテーブルから剥がれることによって発生します。対処方法については次の2つになります。

- ・テーブルから造形物が剥がれないようにする。
- ・サポートを正しく設定して、造形物がノズルと接触しないようにして、反りが起きないようにする。

・造形物が途中からずれる

考えられる原因は3つあります。1つ目はボビン内部でフィラメントが絡まっていることです。その結果、エクストルーダーが実際にいる位置と制御上（ソフト上）にある位置とずれが出てしまいます。対処方法は次の2つになります。

- ・フィラメントの詰まりを直す。
- ・フィラメントを交換する。

もう一つの原因は、造形物が沿ってしまい、ノズルと接触したということです。収縮力の高い樹脂を使用したり、面積の広い造形を行うと、プラットフォームから剥がれたり、浮いたりすることがあります。浮いた個所にノズルが接触することで、エクストルーダーの移動の妨げになるわけです。これが悪化すると印刷する座標がずれます。対処方法は次の2つがあります。

- ・プラットフォームの定着力を上げる。
- ・樹脂を反りにくい樹脂に変更する。

最後に上げられる原因としては、エクストルーダーの駆動部のギア・プーリーなどが故障していることです。これにより、座標軸がずれます。対処方法は次の通りです。

- ・メーカーの修理に出す。
- ・プーリー部のピスを締め直して復旧する。
- ・駆動ベルト部のゴミや誇りを除去する。
- ・ベルト自体が劣化している場合は交換する。

・音がする（ぱちぱち、ガガガ、カタカタ）

【パチパチ音】

プリント中にノズル付近からパチパチと音がすることがあります。これはフィラメント内に含まれる水分が蒸発する音です。音だけなら問題がないのですが、水分が蒸発した箇所に小さい穴が空きます。これが仕上がりや強度に大きく影響してくるので注意が必要です。対処方法は次の通りです。

- ・フィラメントを新品に交換する。
- ・PolyBoxなどの防湿ツールや乾燥機を使う。

【ガガガ音】

エクストルーダーなどの駆動部に負担がかかっているときの音です。フィラメントがボビン内で絡まっていないかを確認してください。絡まっているとフィラメントがエクストルーダーを引っ張ってしまうため、駆動部に負担がかかります。対処方法は次のようになります。

- ・フィラメントの絡まりを直す。
- ・新品のフィラメントを使う。
- ・造形物が反らないように定着力を上げる。
- ・破損箇所を修理する。

【カタカタ音】

ノズルが詰まっている時の音です。ノズルからフィラメントが排出されずに負荷が上流にかかっています。そうするとギア部が空回りを起こし、カタカタと音がなります。原因は3つあります。

（原因1）

ノズルヒーターブロック内に樹脂やゴミが蓄積している可能性があります。

対処方法

- ・ノズル、ヒーターブロックなどを清掃する。
- ・部品を交換する。

（原因2）

プリント速度が適切ではない可能性があります。

あまりにも速すぎると排出のバランスが取れずにつまりが発生します。

対処方法

- ・速度を遅くする。

（原因3）

フィラメントの通り道に残骸や異物が残っている可能性があります。

対処方法

- ・機器の清掃を行う。

・底面が汚い

造形物の底面が汚れてしまうことがあります。原因としては、ノズルとプラットフォームの隙間が適切にセットされていない可能性があります。シックネスゲージで隙間を調節しましょう。または、ラフトを設定して多少の隙間の誤差を緩和し、仕上がりをきれいにしましょう。

・サポートと接するモデルの底面が汚い・粗い

サポートと接するモデル面が汚くなってしまうことがあります。FDM方式では苦手とされる部分ではありますが、スライサーソフトの調整によって症状を緩和することは可能です。

・一層目の線と線の間隔が広い

樹脂によってはほとんど問題視されない部分ではありますが、TPUの場合は問題になります。TPUは柔らかい素材のため、造形線を触ると分離してしまいます。そのため隣り合った線がしっかりとくっついていなければなりません。考えられる原因と対処方法は次のようになります。

(原因1)

一層目の暑さが厚めに設定されていると線が細くなります。

対処方法

一層目の厚さを薄めに変更してみましょう。TPUの場合は、薄めにしすぎるとノズル詰まりの原因になるので、その場合はノズルの径が大きいものに変更すると効果的です。

(原因2)

ノズルとテーブルの間隔があきすぎている可能性があります。

対処方法

シネックスゲージなどを使用して、正しくギャップ調整を行います。

(原因3)

ノズル径が小さいと1本1本の線が細くなります。

対処方法

ノズルを0.5mm以上に変更すると効果が高いです。

(原因4)

スライサーソフトの押出幅の設定値が高いと線が細くなります。

対処方法

押出幅設定箇所がある場合は低く設定します。(通常100%を98%などに変更する)

・積層痕が目立つ

FDM方式の3Dプリンターは、原則的には積層痕は残りますが、目立たなくすることは可能です。方法は3つあります。

【積層ピッチを調整する】

0.1mmなどに積層ピッチを調整することで、積層痕を目立たなくすることができます。

【やすりで削る】

ABSやPCなどはやすりで表面を削ることで、積層痕を目立たなくすることができます。

【Polysherを使用する】

造形物の表面の積層痕をきれいにしてくれるPolymaker製のPolysherというツールが販売されています。樹脂は限られていますが、見た目も重視したい場合は効果的です。

・積層が粗い、汚い

原因としては、熱の影響が考えられます。対処方法としては、ファンが回っているかどうかを確認し、必要に応じて部品を交換します。

・オーバーハング（アンダー）が汚い、粗い

FDM方式の3Dプリンターではよくあることで、オーバーハング部分の積層が粗くなってしまふことがあります。サポートを設定すれば必ずしもきれいになるわけではないので、非常に悩ましいところです。対処方法は3つあります。

【ノズル不良を起こしていないか確認をする。】

ノズルが古いと、造形線が細くなってしまふことがあります。細い線だと積み上げが不安定になり、オーバーハング部分が汚くなってしまふます。この場合はページ（試し出力）で線の太さを確認します。細い場合はノズルを交換します。

【ノズル径と積層ピッチのバランスを確認する。】

ノズル径と積層ピッチをセットで調整することで、オーバーハング部をきれいに出力することが可能です。

【押出幅を増やす】

オーバーハング部分は、土台の積み上げの安定度が如実に表れてしまふます。対処方法としては、押出幅（1本あたりの線の太さ）を増やしてあげること、安定感が良くなるがあります。

・スカスカな造形（ところどころに穴が空いている）、排出が弱い

これはノズルから十分なフィラメントが排出されていない場合に発生します。まずはノズルから試し打ち（パージ）を行って、目視で十分にフィラメントが排出されているかを確認してみましょう。

・プラットフォームテーブル（ベッド）から剥がせない

原因は以下の3つが挙げられます。

【使用方法の間違えによるもの】

隙間間隔が適正に調整されているか、テーブルが平面になっているか、ノズルやテーブル、庫内の温度は適正か、流量は適正值になっているか、押出幅は適正值になっているかといった観点で調べてみましょう。

【部品不良によるもの】

パーツが劣化すると剥がれにくくなってしまふことがあります。プラットフォームに汚れ・傷・浮き・よれなどはないか、プラットフォームテーブルが平らにならないならない場合がないかなどの状態がある場合は、部品の交換を行いましょう。

【樹脂によるもの】

適正な設定をしていても、樹脂の性質により張り付いてしまう場合があります。これは一層目の流量を下げる、一層目の高さを変更する、ギャップ値を変更するといったことによって改善される場合があります。これらを剥がすのためには以下の工具を使うことが推奨されています。

- ・スクレーパー
- ・プラスチックハンマー

・ラフトが造形物から剥がせない

もしラフトが剥がせないと、造形物ごと廃棄しなければならなかったり、無理に力を加えた時に割れるという症状も起きます。主に以下の原因が考えられます。

【樹脂の性質によるもの】

樹脂同士の接着性が高すぎるとラフトが剥がしにくくなります。TPUはそもそもラフトの使用は困難です。他にはPPやPAがあります。対処方法としては、スライサーソフトで空白層を多めに設定することで、ラフトを除去しやすくします。

【造形物とラフトの間隔が狭い】

空白層がしっかり保たれていないと、剥がしにくくなります。（この空白層がないと完全にくっついてしまうため）反対に、空白層が広すぎると、造形物の一層目の仕上がりが悪くなってしまいます。そのため、一層目の仕上がりと剥がしやすさのバランスを調節しながら設定する必要があります。

(調整例)

- ・ ABS : 0.15mm~0.2mm
- ・ PC : 0.15mm~0.3mm
- ・ PETG : 0.18mm~0.3mm

【一層目の流量・押出幅が多い】

造形物の一層目の流量や押出幅が多いとラフトとくっついてしまいます。定着性をよくしたい場合や、底面をきれいにしたい場合にこれらを大きい数値にする場合がありますが、上げすぎるとラフトへの接着性が高くなり、剥がしにくくなるため、数値を下げます。

- ・ フィラメントが古い・吸湿している

フィラメントが古かったり、吸湿していたりすると割れやすくなる場合があります。フィラメントがこのような状態だと、強度が著しく低下するため、ラフトを剥がす際に割れるというわけです。試しに素手でフィラメントを折ってみて簡単に折れる場合は買い替えが必要です。

・ サポート材が造形物から剥がれない

サポート材が剥がれにくい原因は以下の3つです。

【部品不良】

- ・ ノズル不良

長時間ノズルを使うとノズルが削れることがあります。それにより排出される樹脂の量が増加し、サポートが密着しすぎてしまいます。この場合はノズルを交換しましょう。

- ・ プラットフォームが平面でない

プラットフォームが平面に保たれていないと、場所によってはモデルと密着しすぎることがあります。この場合は、キャリブレーション（調整）を行うことで対処します。

- ・ 設定・調整不足

確認項目は以下の通り。

- ・ ノズルとプラットフォームの間隔は適正か
- ・ プラットフォームは平面になっているか
- ・ 流量は適正か
- ・ 形状は適正か
- ・ 充填率は適正か
- ・ モデルとサポートの間隔は適正か

- ・ 樹脂によるもの

サポートに使える樹脂

- ・ PLA
- ・ ABS

サポートに向かない樹脂

- ・ TPU
- ・ PA
- ・ PP

- ・ **造形物がゆがむ、楕円になる**

主に原因としては、X軸またはY軸がゆがんでいる可能性があります。対処方法についてはメーカーごとに問い合わせを行います。