

アプリケーション ガイド

3D プリントモデルによるホーレーリテーナーの作製

アクリル製のホーレーリテーナーは、耐久性と調整のし易さから、矯正歯科の動的治療後の保定によく使用されます。従来は石膏模型の上で作製されていましたが、3D プリントされたモデル上で装置を作製することでデジタル ワークフローを構築することができ、効率が大幅に向上します。このアプリケーション ガイドでは、Formlabs の3D プリンタを使用したアクリル製ホーレーリテーナーの作製工程を詳しく説明します。

formlabs  | dental

目次

Scan(口腔内のスキャン).....	3
Design(装置のデザイン).....	4
Print(3Dプリンティング).....	7
Prepare(後処理).....	9
Apply Separator(分離剤の塗布).....	11
Create the Wire Frame(ワイヤー ベンディング).....	12
Apply Acrylic(レジン作業).....	13
Finishing(仕上げ).....	14

新世代LFD方式3Dプリンタ

Form 4B



装置作製要件

矯正歯科医または歯科医から提供

- ✓ 患者の歯列のデジタル印象データ

必要なハードウェア、材料、ソフトウェア

- ✓ Form 4B / 4 3Dプリンタ
- ✓ レジンタンク
- ✓ ビルドプラットフォーム
- ✓ Form Precision モデル レジン
- ✓ Form Wash(フォーム ウォッシュ)、
又はフィニッシュキット
- ✓ Form Cure(フォーム キュア)
- ✓ 最新のPreFormとPCファームウェア

その他の主な使用材料・器材

- ✓ 口腔内 3D スキャナー
- ✓ 歯列矯正 CAD ソフトウェア
- ✓ リテーナー ワイヤー
- ✓ ワイヤー ベンディング プライヤーとワイヤー カッター
- ✓ 特殊器具用レーザー溶接機
- ✓ 歯科用ワックス
- ✓ アクリルレジン(ポリマー / パウダー)
- ✓ 液体 MMA モノマー
- ✓ 歯科用圧力ポット
- ✓ 後処理用品
- ✓ カーバイド バーと技工用エンジン
- ✓ バフ ペースト
- ✓ 他

1. Scan(口腔内のスキャン)



CAD で適切なモデルを作成するには、STL 形式のデジタル印象ファイルが必要です。このデータを取得するには、3D 口腔内スキャナー (IOS) で患者をスキャンするか、デスクトップ 3D スキャナーで石膏模型をスキャンします。

2. Design (デザイン)

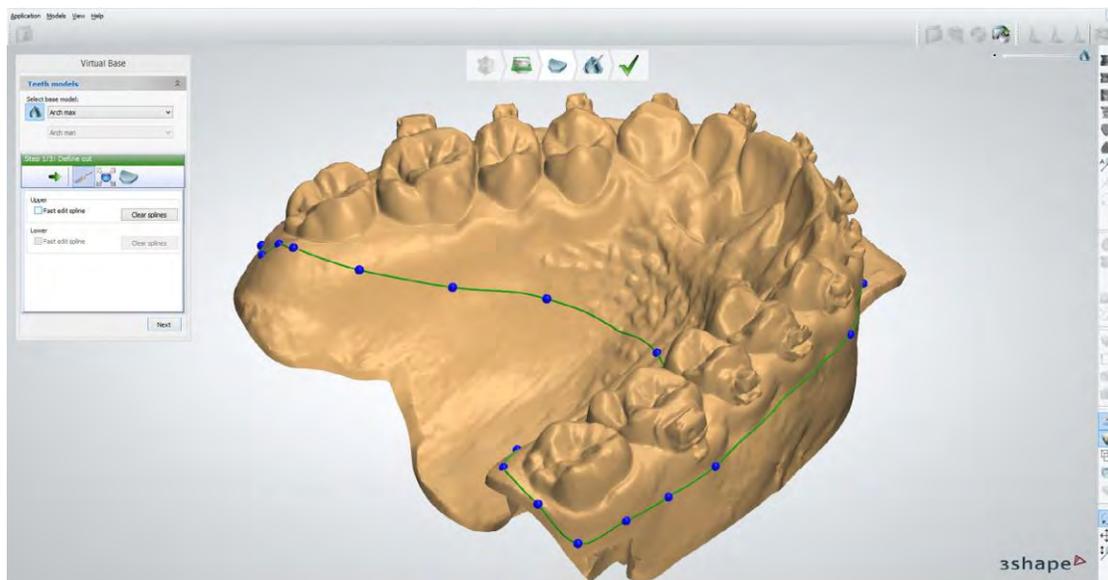
デジタル印象をキャプチャした後、スキャン ファイルを歯科用 CAD ソフトウェアにインポートしてスキャンを微調整し、ベースを構築し、必要に応じてブラケットを削除します。3D プリントの準備に使用するソフトウェアである PreForm との互換性を確保するために、オープン STL ファイルのエクスポートを提供する歯科用 CAD ソフトウェアを選択してください。

治療計画と設計の正確な手順はソフトウェア パッケージによって異なりますが、一般的には以下に説明するワークフローに従います。治療計画と設計に関する詳細なアドバイスについては、ソフトウェアの製造元にお問い合わせください。

2.1 未加工のデジタル印象データをインポートする

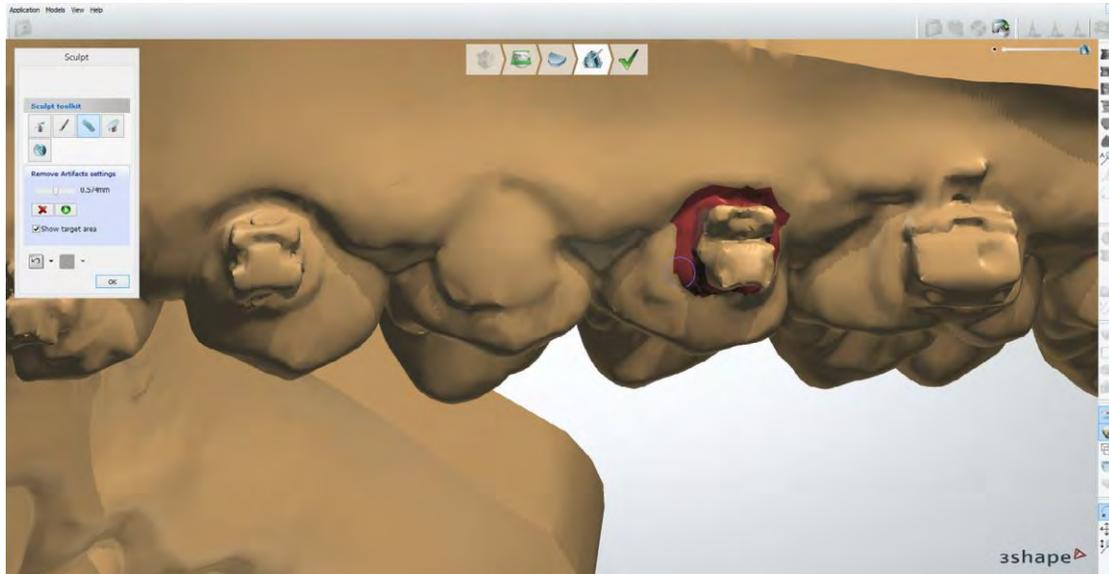
未加工のデジタル印象データを歯科用 CAD またはモデル構築ソフトウェアにインポートします。スキャンしたデータに欠落があったり、ソフトウェアで認識できない場合は、データを修正するか、または再スキャンが必要になる場合があります。

2.2 モデル ベースを構築する



製作する装置に応じて、モデルのアーチ ベースまたはフル ベースを作成します。まず、患者の口蓋全体または口蓋底を含むスプラインをモデル上に描き、ベースを自動生成します。自動生成されたベースが適切に位置合わせされていること、および口蓋と歯肉の縁がモデルの下部ベースより少なくとも 2 mm 上にあることを確認します。

2.3 ブラケットを除去(ある場合)



模型にブラケットがある場合は、まずデジタル上でブラケットを削除します。

注意: この機能は、特定の歯科用 CAD ソフトウェアでのみ使用できます。

2.4 モデルの切除 (オプション)

治療計画の各モデルについては切除することで次のことが可能になります:

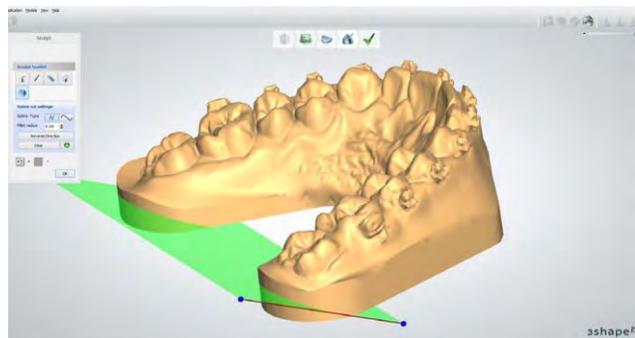
- ・プリント可能性の向上。
- ・効率的なパーツの除去。
- ・識別タグなどのワークフロー固有の機能の追加。

これらの手順はオプションであり、ワークフローと必要なプリント方法によって異なります。

2.4.1 モデルベースを面取りする

モデルベースを面取りすると、プリント後にビルドプラットフォームからパーツを取り外すのがはるかに簡単になります。これは、平面カットツールを使用してモデルの背面で簡単に行うことができます。

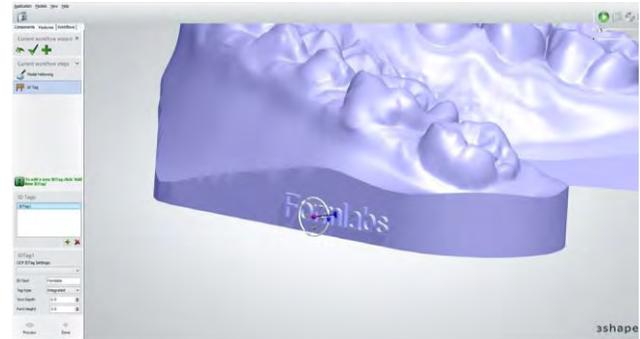
パーツ取り外しツールを簡単に挿入できるように、面取り角度は 30 ~ 45°、面取り高さは 2 ~ 3 mm にすることをお勧めします。



2.4.2 模型に識別タグをエンボス加工する

プリントした模型に識別情報をエンボス加工すると、リテーナーを大量に生産する場合に役立ちます。治療段階の番号、ID 番号、患者名は、模型の底面を除く歯肉縁下の任意の場所にエンボス加工できます。

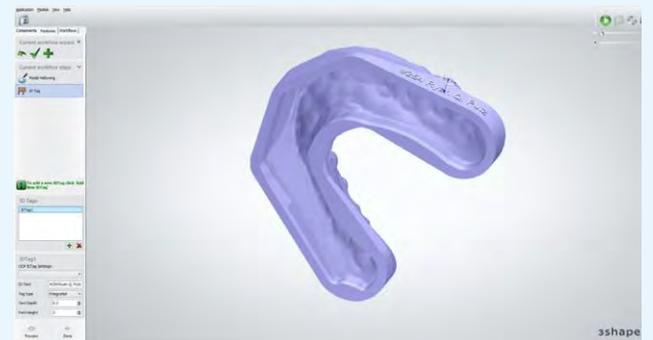
最適なプリント結果を確保するには、エンボス加工した情報はベースの垂直壁に配置します。



2.4.3

中空モデルとソリッドモデル

モデルを中空にすると、プリント時間が短縮され、1個あたりコストが削減されますが、この構造は特定の歯列矯正 CAD ソフトウェアでのみ作成できます。パーツを中空にする場合は、壁の厚さが少なくとも 2 ~ 3 mm あることを確認してください。Formlabs では、後処理の難しさを軽減するためにソリッドモデルを印刷することを推奨しています。



2.5 モデルのエクスポート

最後に、モデルを STL または OBJ ファイル形式でエクスポートします。

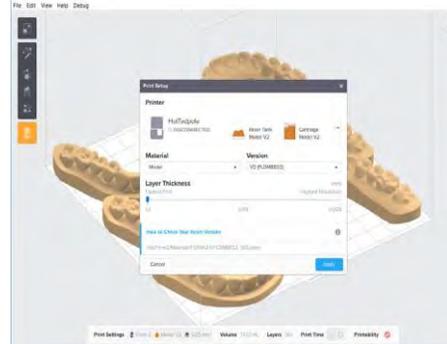
3. プリント

3.1 モデル ファイルを PreForm にインポートします

PreForm を開き、生成された STL または OBJ ファイルをインポートして、プリントの準備を開始します。

3.2 プリント設定を構成する

PreForm の「印刷設定」メニューで、2 つの単語を組み合わせたシリアル名に基づいて、使用するプリンターを選択します。[マテリアル] メニューから [モデル] または [グレー] を選択し、レイヤーの厚さを 0.1 mm に設定します。



注意: プリントされた歯列矯正モデルの精度に関する分析では、レイヤーの厚さが 0.05 mm の場合、精度と精密度にわずかな違いしか生じず、プリント時間は 2 倍になることが示されました。臨床上に許容できる精度を確保しながらプリント時間を短縮するには、歯列矯正モデルを 0.1 mm の厚さで印刷することをお勧めします。

3.2a サポートなしでプリントするパーツの向きを決める

ビルド プラットフォーム上で直接プリントするモデルは、表面が平らでなければなりません。PreForm のスライサー ツールを使用すると、パーツがプラットフォームに正しくスナップされているかどうかを再確認できます。パーツのベースをビルド プラットフォームに直接向けるには、[方向] > [面の選択] でモデルのベースを選択します。

horizontal



プリント時間が短縮されるが、ビルドプラットフォームあたりのパーツ数が少なくなる

vertical



プリント時間が遅くなるが、ビルドプラットフォームあたりのパーツ数が増える

注意: Formlabs では、正確さと精度を最大限に高めるために水平方向のモデルをプリントすることを推奨していますが、多くのユーザーは、垂直方向の矯正モデルをプリントすることにも成功しています。

3.2b サポート付きでプリントするためにパーツを配置する

サポート付きでプリントすると、パーツの取り外しが非常に容易になり、生産性が高まりますが、ベースとサポートピラー用に追加のレジンとプリント時間が必要になります。

3.2b.1 モデルの向きを決める

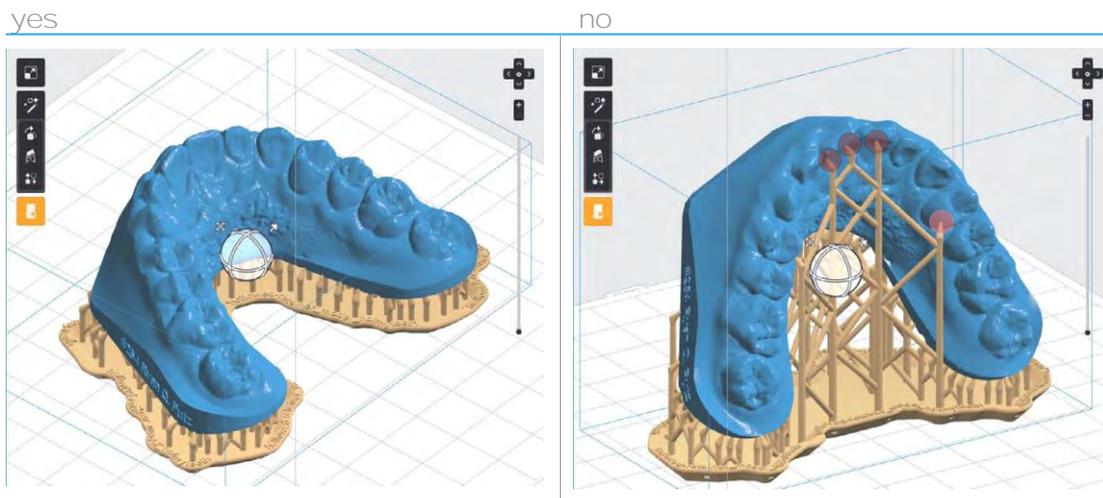
モデルを、咬合面が上を向き、ビルドプラットフォームから離れるように方向づけします。

モデルは 15° 以上の角度で向きを決めることをお勧めします。角度を低くすると、プリント時間が短縮されます。角度を高くすると、同じビルドプラットフォームでプリントできるモデルの密度が高くなります。

3.2b.2 サポートの生成

PreForm の自動生成機能を使用して、サポート > すべて生成 を選択してサポートを生成します。モデルを検査して、歯の表面や歯肉に接触しているサポートがないことを確認します。印刷の一貫性を向上させるには、ポイント サイズを 0.7 mm に設定します。

[サポート > 編集] で余分なサポートを削除するか、モデルの角度を緩やかにします。



3.3 プリンタとレジンを準備します

レジンカートリッジを数回振ったり回転させたりして、よくかき混ぜます。レジンタンク、デンタルモデルまたは標準のグレーレジンカートリッジ、およびビルドプラットフォームをプリンターに挿入します。

標準レジンタンクとレジンタンク LT の使用

最高の精度と精密さを求めるなら、歯科用モデルのプリントにはレジンタンク LT が推奨されます。レジンタンク LT でグレーと歯科用モデルをテストしたところ、タンクの寿命を通じて精度や精密さが低下しないことがわかりました。

標準レジンタンクを使用する場合、レーザー照射によりレジンタンクのシリコン層の表面に白く曇った跡が残ります。この曇りは最終的に精度に影響を与えるほどひどくなります。タンクの曇りによるフィットの問題を回避するには、連続 50 回の印刷後、またはレジンのカートリッジ 2 つごとに、どちらか早い方で新しい標準レジンタンクに切り替えてください。

3.4 プリント

PreForm のオレンジ色の「Print」ボタンをクリックし、ジョブをプリンターにアップロードします。データがアップロードされたら、プリンターのボタンを押してプリントを開始します。



4. 後処理

4.1 パーツの洗浄

モデルを取り付けたまま、Formlabs が開発した洗浄ステーションである Form Wash にビルドプラットフォームをセットするか、またはモデルをビルドプラットフォームから取り外し、バスケットに入れて洗浄します。90% 以上のイソプロピル アルコール (IPA) が充填された Form Wash で 10 分間パーツを洗浄し、モデルから余分なレジンを取り除きます。

警告！ビルドプラットフォーム上で直接プリントされた中空モデルは、モデルの中空領域に液体レジンを含み込みます。中空モデルは、洗浄する前にビルドプラットフォームから取り外す必要があります。

フィニッシュキットを使用する

Formlabs では、最適なレジン除去と表面仕上げのために Form Wash の使用を推奨しています。フィニッシュキットを使用する場合は、まずパーツ取り外しツールを使用してビルドプラットフォームからパーツを取り外します。96% 以上のイソプロピル アルコール (IPA) が入ったバケツ 2 つにパーツを入れ、最初の洗浄は 10 分間、2 回目の洗浄は 5 分間行います。

4.2 パーツの取り外し

次に、パーツをビルドプラットフォームから取り外します。面取りされたモデルの場合は、付属のパテナイフをしっかりと面取りに挿入し、ナイフを左右にゆっくりと回します。それ以外の場合は、付属のフラッシュカッターを使用して臼歯の基部をつかみ、同じ回転動作を適用します。

4.3 エアまたはブロー乾燥

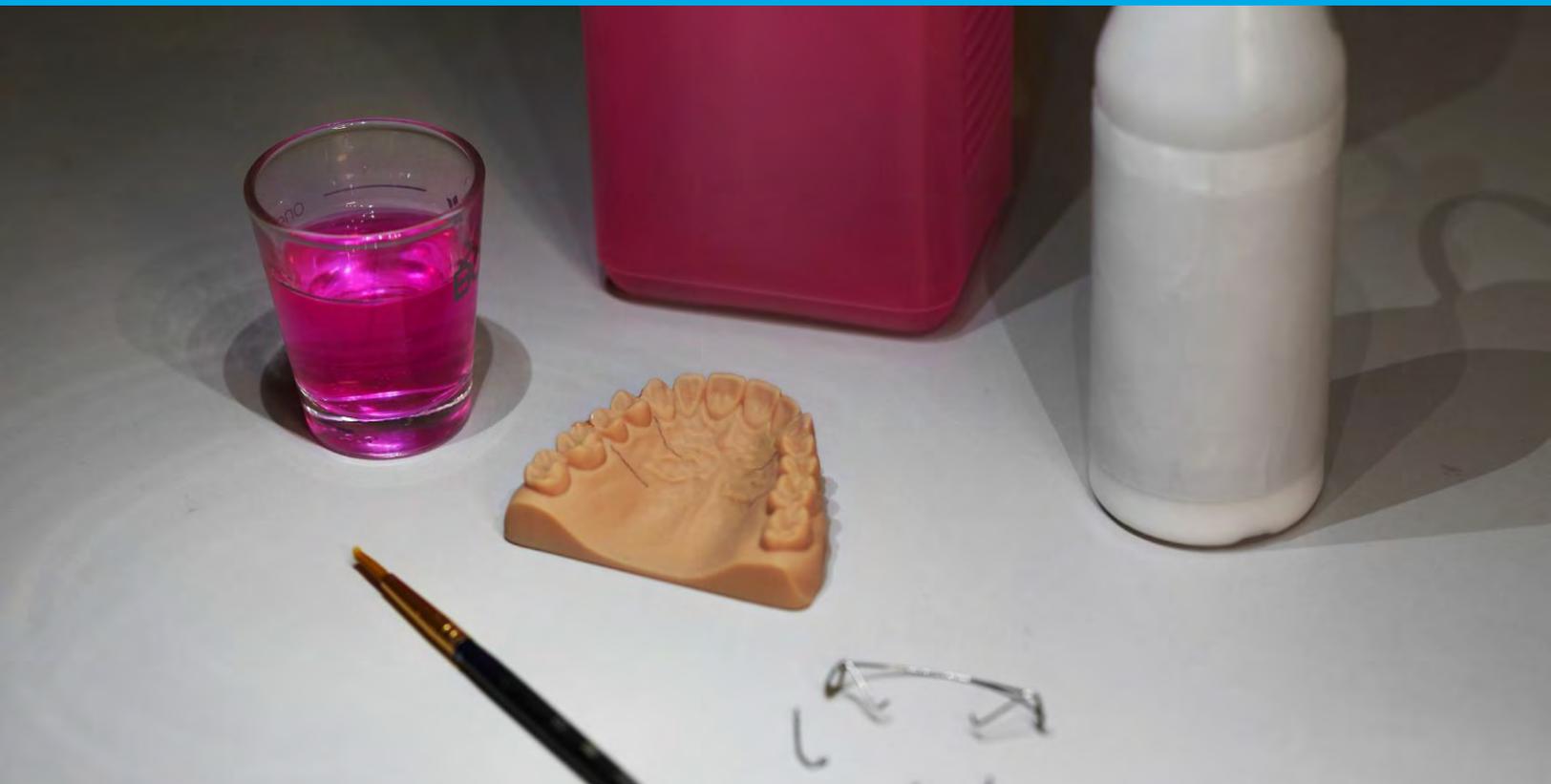
バキュームエアーを使用して、表面から IPA を吹き飛ばします。パーツを注意深く検査し、未硬化のレジジンがすべて除去されていることを確認します。必要に応じて洗浄を繰り返します。もしバキュームエアーが利用できない場合は、チェックの前にパーツを空気乾燥させます。

4.4 必要に応じてサポートを取り外す

フィニッシュキットに含まれるフラッシュカッターを使用して、サポートがパーツに接続されているポイントで慎重に切断します。サポートを切断するときは、素材が脆い可能性があるため注意してください。サポートは、カッティングディスクやカーバイドバーなどの丸いカッティング器具など、他の特殊な器具を使用して取り外すこともできます。

4.5 モデルのポストキュア

最適な機械的特性、精度、精密さを得るために、光と熱を使用して歯科モデルを硬化します。Formlabs が開発した硬化ステーションである Form Cure を使用する場合は、印刷したモデルを Form Cure 内に配置し、60 ° C で 30 分間硬化させます。



5. セパレーター(分離剤)を使用する

分離剤は、アクリルの重合プロセス中にプリントモデルがアクリルリテーナーに結合するのを防ぎます。3D プリント モデルは石膏のモデルとは化学的に異なるため、使用する分離剤については特別な注意が必要です。

メーカーの分離剤の適用に関する指示に従ってください。分離剤の材料が溜まらないように、歯科用モデルを斜めにして乾燥させます。

ヒント: 模型を温めておくとワセリンなど粘性のある分離剤の作業が容易になります。光硬化後、モデルがまだ温かい間に分離剤を塗布するか、Form Cure を使用してモデルを温めます。

Formlabs は、分離効果とワックス保持に基づいて、次のミネラル オイルおよびシリコン ベースの歯科用分離剤をテストし、推奨していますが、一部のラボでは他の分離剤で成功しています。テストの結果は、以下の表に示されています。(参考)

分離剤	分離効果	ワックス保持
Siliform BEA (silicone)	Very effective	Not good
Henry Schein Separating Film, Clear , P/N 101-8847 (mineral oil)	Effective	Very effective
Valplast V-sep Denture Separator , P/N 20256 (mineral oil)	Effective	Very effective
Petroleum jelly (e.g. Vaseline)	Effective	Effective



6. ワイヤフレームを作成する

このステップから、ワークフローはホーレーリテーナーを作製する従来のワークフローと同じです。

ワイヤー ベンディング プライヤーを使用してアーチワイヤーを形成し、患者の歯列に合わせて形を整えます。ワイヤーが適切に曲げられたら、歯科用ワックスを使用してワイヤーを固定し、アクリル加工を行います。Formlabs のテストでは、プリントされたモデルをベースに行うワイヤー加工は石膏モデルと変わりありませんが、ワックス用いた固定は外れやすく、注意が必要であることが分かりました。

また、プリントされたモデルで製造された装置に溶接が必要な場合は、レーザー溶接が推奨されます。従来の溶接方法とは異なり、レーザー溶接ではモデルが熱によって変形することはありません。



7. アクリルレジンの塗布

Formlabs のテストでは、アクリルレジンは従来の石膏モデルと同様に塗布および仕上げる必要があることが判明しました。ラボのユーザーの中には、アクリル塗布の直前にプリントモデルに剥離剤を薄く塗布すると、作業効率が向上することを発見した人もいます。

警告！ 液体 MMA モノマーは、非常に可燃性、揮発性が高く、健康に害を及ぼす可能性があります。すべてのアクリル作業が特定の材料の危険性と安全上の注意事項に準拠していることを確認し、使用手順に従ってください。



8. 仕上げ

歯科用スパチュラを使用し、必要に応じて力を加えて、模型からアクリル製リテーナーを取り外します。カーバイドバー付きの歯科用回転バーを使用して余分なアクリルを削り、リテーナーを最終的な形にカットします。

リテーナーを注意深く研磨し、見た目とフィット感を改善します。歯科用旋盤でラグホイールと軽石を使用してすべての表面を滑らかにし、ワックスコートを塗って光沢のある仕上げにします。

追加条項

Formlabs の歯科リソースでは、詳細なガイド、ステップバイステップのチュートリアル、ホワイトペーパー、ウェビナーなどをご利用いただけます。

この推奨ワークフローに関する貴重な情報を提供してくださった New England Orthodontics Laboratory に心より感謝申し上げます。



製造販売元 フォレスタデント・ジャパン株式会社

〒107-0052 東京都港区赤坂2-10-12 生駒硝子ビル2F

TEL.03-6277-6980 | FAX. 03-3568-8864

<http://www.forestadent.co.jp> | E-mail: info@forestadent.co.jp