

歯科 CAD/CAM クラウン用 GFRTP ブロックの試作と強度評価

日大生産工(院) ○後藤 一希 日大生産工 染宮 聖人 日大生産工 平山 紀夫
日大・歯学 永田 俊介 日大・歯学 谷本 安浩

1. 緒言

従来の歯科材料は貴金属のみが保険適用されていたが、コンポジットレジンが小臼歯や大臼歯など限定的な歯科材料として新たに保険適用となった。コンポジットレジンとは非金属かつ歯の色調に近いため、金属アレルギー患者への適用と審美性の向上を実現することができた。

近年では、歯科用 Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing (以下、CAD/CAM) 技術の発展により、繊維強化プラスチック (以下、FRP) を用いた CAD/CAM クラウンが開発され、より強度と剛性が要求される部位に適用され始めた。一方で、市販されている FRP 製 CAD/CAM クラウンのマトリックスはエポキシ樹脂が採用されているが、エポキシ樹脂は硬化反応の時間が長く、常温では生産性が悪いという欠点がある。

そこで本研究では、硬化速度がエポキシ樹脂よりも速く、古くから歯科材料に使用されてきた熱可塑性アクリル樹脂をマトリックスとする歯科 CAD/CAM クラウンの開発を目的とする。本報告では、目付 (織物の単位当たりの重量) の異なる 2 種類のガラス繊維で歯科 CAD/CAM クラウン用ブロック材を作製し、静的 3 点曲げ試験から歯科 CAD/CAM クラウンの機械的特性を明らかにした。

2. 成形方法および試験方法

2.1 供試材

GFRTP のマトリックス樹脂としてアルケマ(株)製の現場重合型熱可塑性アクリル樹脂 (以下、PMMA) を採用した。また、強化繊維は日東紡績(株)製の目付 215 g/m² のガラスク

ロス (以下、ガラスクロス 1) と、目付 47 g/m² のガラスクロス (以下、ガラスクロス 2) の 2 種類を用いた。

2.2 成形方法

成形方法は、ハンドレイアップ成形で GFRTP 積層板を作製し、加熱により熔融させることで重ねた積層板を圧着させ、ブロック材を作製した。はじめに、ガラスクロス 1 を強化材とした場合は PMMA に対して 1.0 wt% の硬化剤を添加し、十分に攪拌した。次に、離型処理された PET フィルムの上で PMMA をガラスクロス 1 に含浸させ、9 ply 積層した。最後に、離型処理されたフィルムで包み、板厚 2 mm のスペーサーを設置し、平板形状の金型で挟み込んだ。硬化条件 40 °C×3 h+80 °C×1 h、プレス圧力 2.3 MPa で加熱プレス成形を行い、GFRTP 積層板を作製した。一方で、ガラスクロス 2 を強化材とした場合は積層枚数 40 ply で同様の成形方法および硬化条件とし、プレス圧力 0.23 MPa で加熱プレス成形を行った。

次に、作製した各 GFRTP 積層板の表面の接着性を向上させるために、サンドペーパーで粗し、6 枚積層した。次に、ナイロン製のバッキングフィルムで包み、板厚 12 mm のスペーサーを設置し、内部を真空状態にした。次に、平板形状の金型で挟み込み、硬化条件 160 °C×15 min、プレス圧力 0.78 MPa で加熱プレス成形を行い、圧着させた。試作したブロック材の寸法は長さ 80 mm、幅 40 mm、板厚 12 mm とした。

2.3 静的 3 点曲げ試験

GFRTP の曲げ特性を評価するために、静的 3 点曲げ試験を行った。試験は JIS K 7017 に準拠し、試験機に万能試験機 (AG-I, 榊島津

Study on Prototyping and Strength Evaluation of GFRTP Block for Dental CAD/CAM Crown

Kazuki GOTO, Masato SOMEMIYA, Norio HIRAYAMA,

Shunsuke NAGATA and Yasuhiro TANIMOTO

製作所), 試験速度 1 mm/min, 支点間距離 40 mm, 試験片寸法は長さ 60 mm, 幅 15 mm, 板厚 2 mm として実施した。

3. ブロック材の外観および実験結果

3.1 ブロック材の外観

ガラスクロス 1 を強化材としたブロック材 (以下, ブロック材 1) を図 1, ガラスクロス 2 を強化材としたブロック材 (以下, ブロック材 2) を図 2, 各ブロック材の断面を比較した写真を図 3 に示す。

図 1 と図 2 から分かるように, ブロック材 2 はブロック材 1 と比較して歯に近い色合いであることが確認できた。また, 図 3 の断面観察から, ブロック材 1 の断面はガラス繊維束が目視で確認できるのに対して, ブロック材 2 は繊維束が目視では確認できず, 均質性が高いといえる。そのため, 加工後の表面性状も滑らかになると考えられる。

3.2 試験結果

静的 3 点曲げ試験によって得られた各 GF RTP の曲げ強さを図 4 に示す。図 4 に示すように各 GF RTP の曲げ強さは, ガラスクロス 1 は 431 MPa, 繊維径が細いガラスクロス 2 は 503 MPa と曲げ強さが約 17% 向上した。この理由としては, ガラス繊維の繊維径が細くなるほど, 引張強さが上昇することが知られている²⁾。そのため, 繊維径が細いガラスクロス 2 を強化繊維としたブロック材 2 の曲げ強さが向上したと考えられる。

4. 結言

本報告では, 目付の異なる 2 種類のガラス繊維を使用し, 熱可塑性アクリル樹脂をマトリックスとする歯科 CAD/CAM クラウン用 GF RTP ブロック材の試作, 機械的特性の評価を行った。その結果, 以下の知見を得た。

1. 目付の小さいガラスクロス 2 を強化材としたブロック材は, 繊維束が目視で確認できず, 均質性が高いことが確認できた。
2. 目付の小さいガラスクロスを強化材としたブロック材の曲げ強さは, 目付の大きいブロック材の曲げ強さよりも約 17% 向上

した。

参考文献

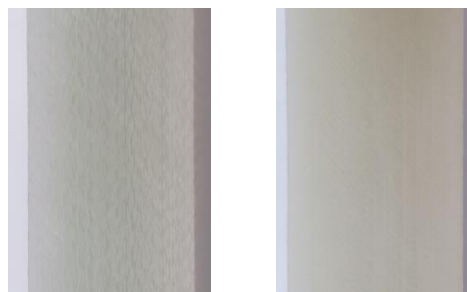
- 1) 宮崎隆, 歯科理工学からみた歯科材料の変遷と今後の展望, 国際歯科学士会, Vol. 52, No.1, (2021), pp.49-53.
- 2) A.A.Griffith, "The phenomena of rupture and flow in solids", Phil. Trans. Roy. Soc., Vol. 221, (1921), pp.163-198.



図 1 ブロック材 1 の外観



図 2 ブロック材 2 の外観



(a) ブロック材 1 (b) ブロック材 2

図 3 ブロック材の断面

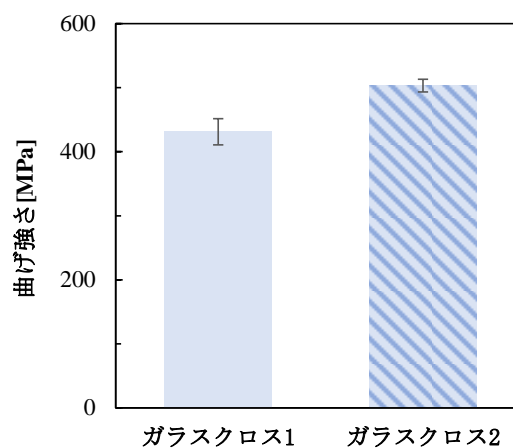


図 4 各 GF RTP の曲げ強さ