

Application of a Glass Fiber-reinforced Composite Material to Clasps —The Effects of Immersion and Repeated Loading—

(ガラス繊維補強型高分子材料のクラスプへの応用—水中浸漬と繰り返し荷重の影響—)

所属・職 鹿児島大学医学部・歯学部附属病院 助手

(指導教員 長岡英一教授)

申請者氏名 木下智恵

I. 緒言

部分床義歯の構成要素であるクラスプについては、維持力や把持力などの力学的性質が詳細に検討され広く臨床に用いられている。しかしながら、鉤腕の金属色のために審美的に劣ることから、アタッチメントや鉤腕にレジンコーティングする方法が用いられている。また、アレルギーの原因物質となる問題がある。

そこで、著者らは、天然歯の色調を有するガラス繊維補強型高分子材料(以下、FRC)をクラスプ材料として応用することを目的とし、クラスプへの適用を想定した基礎的研究の一環として、FRCの機械的性質について検討した。

II. 材料および方法

機械的性質を検討するために、3点曲げ試験ならび疲労試験を行った。試料は、FRCである Vectris Pontic を用いて、3点曲げ試験用としては棒状試料、疲労試験用としては臨床での形状に近似したリング状試料を、各条件ごとに5個ずつメーカー指示に従い作製した。

1. 3点曲げ試験

棒状試料を用いて支点間距離を20mmに設定し、その中央を作用点として万能引張圧縮試験機により負荷し、荷重—変位曲線をペンレコーダーで記録し、曲げ強さと弾性率を算出した。測定は下記実験条件のもと空気中で行い、得られた計測値は分散分析と多重比較によって統計処理を行った。

<実験条件>

- 1)クロスヘッドスピードは、荷重速度の影響をみるため3種(20mm/min, 100mm/min, 500mm/min)
- 2)測定温度は、摂取食品の温度を想定した3種(4°C, 37°C, 60°C)
- 3)保存条件は、空気中保存したものと口腔内での使用を想定して水中保存したものの2種

2. 疲労試験

リング状試料を用いて自家製疲労試験機により、1回/秒のサイクルで所定の回数、一定荷重を繰り返し加えた。各所定回数後の荷重負荷時の変位量と荷重除去時の永久変形量を計測し、ペンレコーダーで記録した。測定は下記実験条件のもと空気中で行い、得られた計測値は分散分析と多重比較によって統計処理を行った。

<実験条件>

1)繰返し荷重の回数は、100回、1000回、5000回、10000回、20000回とした。20000回は、1日に平均3回義歯着脱を行うものとして、約20年間の使用に相当する。

2)荷重量はクラスプの維持力に相当し、維持力として臨床的に求められる大きさとして報告されている範囲内(4.9N, 9.8N, 14.7N)で設定した。

3)計測

(1)変位量は、荷重除去時と荷重負荷時の先端間距離の差とし、所定の繰返し回数終了直前10回分の平均値を求めた。この変位量は、その1/2の大きさが臨床で利用する支台歯のアンダーカット量に相当する。

(2)永久変形量は、疲労試験開始前と、所定の回数繰返し荷重後に荷重を除去してから1時間後との先端間距離の差とした。

Ⅲ. 結果と考察

1. 曲げ強さならびに弾性率(3点曲げ試験)

曲げ強さ、弾性率ともに、通常の口腔内温度37℃ではクロスヘッドスピードの違いによる差は見られず、クロスヘッドスピード100mm/minでは、測定温度が高いほど小さくなった。また、クロスヘッドスピード、温度の違いにかかわらず、水中保存試料の方が空气中保存試料よりも小さい結果を示した。金属材料と比べると、曲げ強さはタイプ4金合金(約85MPa)よりもFRC(約1200~1400MPa)の方が大きく、弾性率はコバルトクロム合金(約210GPa)や金銀パラジウム合金(約110~130GPa)よりもFRC(約25~35GPa)の方が小さい値を示した。

これらの結果において、FRCは金属材料より、曲げ強さが大きいことから折れにくい、弾性率が小さいことからたわみやすいということが示された。

2. 変位量ならびに永久変形量(疲労試験)

変位量は、空气中保存試料、水中保存試料ともに荷重量に比例して大きくなったが、どの荷重量でも、繰返し荷重の回数が増えてもほとんど変化しなかった。荷重量4.9Nの変位量(約0.41mm)に対し、荷重量9.8Nの変位量(約0.82mm)はほぼ2倍、荷重量14.7Nの変位量(約1.35mm)は3倍以上の値を示した。荷重量4.9Nと9.8Nでは、20000回負荷後でも試料は破折しなかったが、荷重量14.7Nでは空气中保存試料では1000回、水中保存試料では100回前後で破折した。

永久変形量は、水中保存試料の方が空气中保存試料より大きい値を示し、荷重量が大きいほど、また繰返し荷重の回数が多いほど、大きい値を示した。本実験の永久変形量の結果は、10000回後で約0.1~0.15mmであり、Co-Cr合金とほぼ同じ値を示した。

これらの結果において、変位量は支台歯のアンダーカット、荷重量はクラスプの維持力と想定すると、約0.2mm~0.4mmのアンダーカットで約4.9N~9.8Nの維持力を得ることができ、20000回の義歯着脱に耐えることが示された。

Ⅳ. 結論

FRCは、機械的性質を検討した結果から、クラスプとして臨床応用可能であることが示された。

(DENTAL MATERIAL JOURNAL Vol.23, No.4, Page528-532, 2004, December)

論文審査要旨および担当者

様式15

報告番号	歯論 第 56 号		氏名	木下 智恵
論文審査担当者	主査	長岡 英一		
	副査	伴 清治	山崎 要一	梶原 浩忠

**Application of a Glass Fiber-reinforced Composite Materials to Clasps
-The Effects of Immersion and Repeated Loading-**

(ガラス繊維補強型高分子材料のクラスプへの応用－水中浸漬と繰り返し荷重の影響－)

部分床義歯のクラスプとして金属材料が用いられているが、金属はその色が審美的に劣り、アレルギーの原因物質となる問題がある。一方、天然歯の色調を有する歯冠修復材として開発されたガラス繊維補強型高分子材料(以下、FRC)がブリッジに用いられるようになってきた。そこで、FRCの審美性と強度に着目し、クラスプ材料として応用するために、FRCとしてVectris Pontic[®]を用い、その機械的性質についての基礎的研究を計画した。本研究は、その研究の一環として、3点曲げ試験ならびに疲労試験を、それぞれ棒状試料とリング状試料を各条件ごとに5個ずつ作製して行った。

3点曲げ試験は、実験条件としてクロスヘッドスピードを3種、測定温度を3種、試料の保存条件を2種とし、万能試験機を用いて荷重－変位曲線を記録し、曲げ強さと曲げ弾性係数を算出し、分散分析と多重比較によって統計処理を行った。疲労試験は、繰り返し荷重を行い、荷重量(臨床で必要とされる維持力を想定)を3種(4.9N,9.8N,14.7N)、繰り返し荷重の回数を20000回(100回, 1000回, 5000回, 10000回, 20000回で測定)、試料の保存条件を2種(空気中と水中)とし、疲労試験機を用いて、1回/秒のサイクルで所定の回数、一定荷重を繰り返し加え、各所定回数荷重後の荷重負荷時の変位量と荷重除去時の永久変形量を計測した。変位量は試料の先端間距離の差としたが、この1/2がアンダーカットに相当する。測定は空気中ならびに水中で行い、得られた測定値は分散分析と多重比較によって統計処理を行い、以下の結果を得た。

曲げ強さ、曲げ弾性係数ともに、クロスヘッドスピードの違いによる差は見られず、測定温度が高いほど小さくなった。また、クロスヘッドスピード、温度の違いにかかわらず、水中保存試料の方が空気中保存試料よりも小さい結果を示した。金属材料と比べると、FRCは金属材料より、曲げ強さが大きいことから折れにくいだが、曲げ弾性係数が小さいことからたわみやすいということが示された。変位量は、空気中保存試料、水中保存試料ともに荷重量に比例して大きくなったが、どの荷重量でも、繰り返し荷重の回数が増えてもほとんど変化しなかった。荷重量4.9N(0.5kgf)と9.8N(1.0kgf)では、20000回負荷後も試料は破折せず、変位量は0.41～0.82mmを示した。永久変形量は、水中保存試料の方が空気中保存試料より大きい値を示し、荷重量が大きいほど、また繰り返し荷重の回数が多いほど、大きい値を示したが、20000回後で0.1～0.15mmであった。

以上の結果から、FRCは金属材料より折れにくいだがたわみやすい性質を有するが、臨床において必要とされる維持力を得るのに必要な変位量では破折せず、クラスプとして臨床応用可能であることが示された。

(DENTAL MATERIAL JOURNAL Vol.23, No.4, Page528-532, 2004, December)

試験（学力確認）の結果の要旨および担当者

様式16

報告番号	歯論 第 56 号	氏名	木下 智恵	
論文審査担当者	主 査	長岡 英一		
	副 査	伴 清治	山崎 要一	梶原 浩忠
<p>審査委員会は、平成17年12月14日（水）、上記学位申請者から、スライドを用いての学位申請論文の説明を受けたのち、説明内容についての質疑応答と関連事項についての試問を行った結果、いずれも満足すべき回答が得られた。</p> <p>また、第二外国語試験（独語）についても独文和訳の結果から、学位取得に十分な語学力を有することが認められた。なお、第一外国語試験（英語）については、平成17年3月19日に実施された学位取得のための試験に合格していることが確認された（登録番号45番）。</p> <p>以上のことから、申請者は大学院歯学研究科博士課程修了者と同等の学力と識見を有するものと認め、博士（歯学）の学位を与えるに十分な資格を持つものと判断した。</p>				