

令和 2 年 5 月 13 日現在

機関番号：32710

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K17196

研究課題名(和文) グラスファイバー強化型ノンメタルクラスデンチャーに関する検証

研究課題名(英文) Investigation of glass-fiber-reinforced non-metal clasp dentures

研究代表者

徳江 藍 (Tokue, Ai)

鶴見大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号：20712102

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：目的：グラスファイバー強化型ノンメタルクラスデンチャーに対するエビデンスの構築を考えた。

材料と方法：グラスファイバー強化型ノンメタルクラスデンチャーの機械的性質を3点曲げ試験を行い、従来のノンメタルクラスデンチャーと比較検討(n=6)を行った。結果：弾性係数に関しては、ポリカーボネート系においてグラスファイバーありが、ファイバーなしと比べて高くなった($p < 0.05$)。一方、最大応力はグラスファイバーのありなしに関わらず有意差を示さなかった($p > 0.05$)。結論：ポリカーボネート系熱可塑性樹脂は、射出成型時にグラスファイバーの接着が可能であるが、接着が完全とは言えない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ポリアミド系熱可塑性樹脂は、グラスファイバーを接着させることはできなかった。また、ポリカーボネート系熱可塑性樹脂は、射出成型時にグラスファイバーの接着が可能であるが、接着が完全とは言えず、使用している間にグラスファイバーの破折が先に訪れ、接着が剥がれると考えられる。グラスファイバーを熱可塑性樹脂に接着するにはそれぞれの弾性係数の差もあり、接着力が弱いため困難と考える。

今後、粘弾性の高い接着剤などが出てきたら、グラスファイバーによる強化した熱可塑性樹脂義歯が出来るかもしれない。また、熱可塑性樹脂の破折を改善するために、熱可塑性樹脂の成分改良も含めて考えていく必要がある。

研究成果の概要(英文)：Objectives: The present study was performed as fundamental research to obtain evidence about the mechanical properties of glass-fiber-reinforced non-metal clasp dentures. Materials and methods: A three-point bending test was used to compare the mechanical properties of glass-fiber-reinforced non-metal clasp dentures and non-metal clasp dentures previously in use (n = 6). Results: The elasticity coefficient of polycarbonate dentures containing glass fiber was higher than that of dentures without glass fiber ($p < 0.05$). On the other hand, there was no significant difference in the maximum stress between polycarbonate dentures with and without glass fiber ($p < 0.05$).

Conclusions: During injection molding, polycarbonate thermoplastic resin could adhere to glass fiber, but this adhesion was not complete. Therefore, the fracture of the glass fiber before the resin is more likely to occur during use, and the adhered material is expected to peel off.

研究分野：有床義歯補綴学

キーワード：熱可塑性樹脂 グラスファイバー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ノンメタルクラスデンチャーが厚生労働省により義歯床用材料として薬事承認を得たことにより、急速に普及されている。ノンメタルクラスデンチャーとは、熱可塑性合成樹脂を射出成形し、金属製のクラスプを設置せずに樹脂の弾性を利用し義歯を維持させる部分床義歯のことをいう。各メーカーから様々な商品が輩出されているが、熱可塑性合成樹脂は材料学的にポリアミド系、ポリカーボネート系、ポリエチレンテレフタレート系の主に3種類に分類される。従来の義歯床用材料であるPMMAと比較して、吸水、溶解が少なく、耐衝撃性、耐熱性、そして大きな弾性を有することを特徴としている。これらの特徴を利用し金属製のクラスプを使用しないことから審美的に優れているとされ、クラスプの代用として支台歯のアンダーカット内に義歯床の一部を延長したフィンガー部と呼ばれるところで維持力を得る。

しかし、従来の義歯と比較して弾性率が高い合成樹脂材料で製作されているフィンガー部の破折が起こりやすく、臨床においてフィンガー部で破折を起こしている義歯を多く散見する。現在、修理法の確立など早急に解決しなくてはならない様々な課題は多く挙げられるが、早期に破折を起こすことは高額な費用を払った被験者にとって好ましくない状況と言える(図1)。

一方、工業材料の分野でファイバーの複合化技術が広く普及し、最新鋭飛行機のフレームなどに使用され話題になっている。歯科で多く用いられているグラスファイバーはシリカ(SiO₂)を原料としている。そのなかでもEグラスは、高強度、高い剛性、電気絶縁性、引張強さを持つ。グラスファイバーは、比重が小さい(2.1~2.6)にも関わらず引張強さ(2.5~4.5 GPa)や弾性係数(55~85 GPa)が大きく比強度に優れた特徴を示し、半透明~白色であるため、軽くて強い審美的な材料として補綴装置に応用されている(図2)。

審美的要求度の高いノンメタルクラスデンチャーに、補強効果及び審美的効果の高いグラスファイバーを組み込んだフィンガー部の実験的検証を行い長期安定性と臨床効果を比較検討するため本研究を企図した。

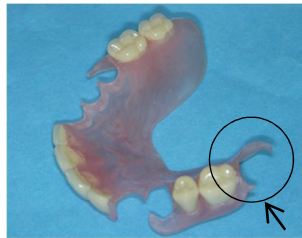


図1 破折したノンメタルクラスデンチャー



図2. 各種グラスファイバー

2. 研究の目的

ノンメタルクラスデンチャーに、補強効果及び審美的効果の高いグラスファイバーを組み込んだフィンガー部を想定し、接着、強度の観点から3点曲げ試験を行った。

3. 研究の方法

技工操作の容易さにも重点をおき、グラスファイバーを熱可塑性樹脂の射出前に接着処理を行い接着もしくは合着させる方法と、熱可塑性樹脂を射出後に表面を80番の耐水研磨紙にて研磨し、表面処理を行い、グラスファイバーをセラミックプライマーとボンディング処理を用いて接着する方法と比較したところ、後者の射出した熱可塑性樹脂にグラスファイバーを接着させた場合は、実験をする余地もなく、接着はしているが一体になって弾性を示すことはなかった。表面では、弾性率の差を補うほどの接着力は得られないことがわかった。

そのため、今回の実験には、グラスファイバーを熱可塑性樹脂の射出前に接着処理を行い接着もしくは合着させる方法を用いることとした。

グラスファイバー強化型ノンメタルクラスデンチャーの機械的性質を3点曲げ試験を行うことにより、従来のノンメタルクラスデンチャーと比較検討を行った。

材料と方法：試料は、幅10mm×厚さ2.5mm×長さ65mm(JIS T 6501に準じる)とし、グラスファイバーを内部に埋入した試料とコントロールとして熱可塑性樹脂のみの試料を製作し、600番の耐水研磨紙にて湿式研磨を行った(n=6)その後37℃の蒸留水中へ50時間浸漬した。

グラスファイバーを内部に埋入させる方法

試料片の形態と同じサイズのシリコンをフラスコに埋没させた。埋没材が硬化した後に、シリコンを外し、試料片状に陥凹した部分にグラスファイバー(EGファイバー、クラレノリタケデンタル株式会社、東京)をモデリングリキッド(クラレノリタケデンタル株式会社、東京)を塗布し均等に広げ、照射にて180秒照射し硬化させた後に、シランカップリング処理(アドオンプライマー、クラレノリタケデンタル株式会社、東京)を塗布した。

フラスコは90度の乾燥機に入れて4時間温めた。ペレットを90℃、4時間乾燥器にて乾燥させた。樹脂溶解炉(MIS-CAST, 京都)でアルミケースに入れたペレットを280℃、25分溶解させた。その後、義歯用成型器(MIS-CAST, 京都)を用いて射出し、フラスコ内に充填させた。室温にて冷却後、幅10mm×厚さ2.5mm×長さ65mmに600番の耐水研磨紙にて湿式研磨により形態を整えた。

3 点曲げ試験

試験片を万能試験機(AGX-V, 島津製作所, 京都)にて 37℃, クロスヘッドスピード 5mm/min. 支点間距離 50mm で荷重を加えた。

得られた測定データを以下の ISO 規格の公式に代入し, 曲げ強さおよび弾性係数を算出した。

弾性係数 $(E)=FL^3/4ybd^3$

曲げ応力 $(S)=3PL/2bd^2$

F: 曲げ荷重, L: 支点間距離, y: たわみ, P: 熱可塑性樹脂の最大曲げ応力,

b: 試料片の幅, d: 試料片の厚さ

材料に関して, ポリアミド系としてアミドデシヨット (i-CAST, 京都), ポリカーボネート系として, エステシヨットブライト (i-CAST, 京都) を用いた。

なお, ポリアミド系は, 以前のポリアミド系と比べて接着剤が存在するが, どの接着剤を用いても, 残念ながらグラスファイバーと接着できなかった。

そのため, 実験ができた材料は, ポリカーボネート系のみとなった。

統計解析

得られたデータは t 検定を行い, ($\alpha = 0.05$) にて統計解析を行った。

4. 研究成果

(1) 結果

弾性係数に関しては, ポリカーボネート系においてグラスファイバーありが, ファイバーなしと比べて高くなった ($p < 0.05$) (図 3)。一方, 最大応力はグラスファイバーのありなしに関わらず有意差を示さなかった ($p > 0.05$) (図 4)。

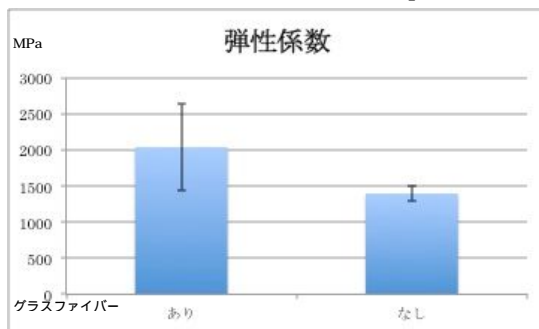


図 3. グラスファイバーありなしによるポリカーボネート系熱可塑性樹脂の弾性係数の比較

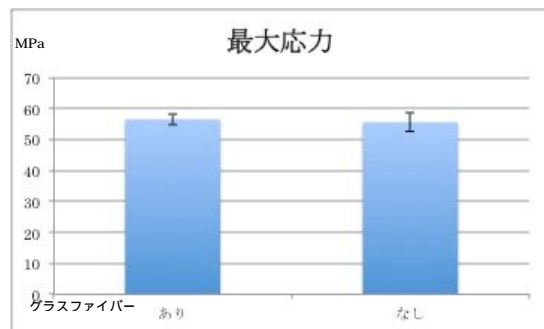


図 4. グラスファイバーありなしによるポリカーボネート系熱可塑性樹脂の最大応力の比較

(2) 考察

グラスファイバーをポリカーボネート系熱可塑性樹脂に埋入させた場合, 弾性係数の向上は認められたが, 最大応力はほとんど変わらない結果となった。これは, グラスファイバーの埋入により弾性が減少し硬くなったが, 最大応力に行くまでに, グラスファイバーは全て破断したため, 最大応力は熱可塑性樹脂自体の応力となったと考える。つまり, グラスファイバーとポリカーボネート系熱可塑性樹脂は, 完全な接着がされているとは言い難いと考えられる。

ポリアミド系は, 以前のポリアミド系と比べて接着剤が存在するが, どの接着剤を用いても, 残念ながらグラスファイバーと接着できなかった。これは, 射出中の熱可塑性樹脂と他の材料とは接着が難しいと以前から言われている。またポリアミド系は, 射出成型後の熱可塑性樹脂も再射出や他の材料と接着をさせるのは難しいとされているが, 改良を重ね, 射出成型後の熱可塑性樹脂用には, 専用の接着剤によって即時重合レジンを使用できたり, 再射出できたりと幅は広がってはいるのだが, グラスファイバーを接着するには弾性係数の差もあり, 接着力が弱いためと考えられる。

粘弾性の高い接着剤などが出てきたら, グラスファイバーによる強化した熱可塑性樹脂義歯が出来るかもしれない。熱可塑性樹脂の破折を改善するために, 熱可塑性樹脂の成分改良も含めて考えていく必要がある。

(3) 結論

ポリアミド系熱可塑性樹脂は, グラスファイバーを接着させることはできなかった。また, ポリカーボネート系熱可塑性樹脂は, 射出成型時にグラスファイバーの接着が可能であるが, 接着が完全とは言えず, 使用している間にグラスファイバーの破折が先に訪れ, 接着が剥がれると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鈴木恭典, 徳江藍, 大久保力廣
2. 発表標題 CAD/CAMIにより製作したインプラントオーバーデンチャーの2症例
3. 学会等名 日本インプラント学会第47回学術大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----