

平成22年 5月 21日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20791485
 研究課題名（和文）FRCフレームワークを利用した、直接法による栓塞子作製方法の開発
 研究課題（英文）Development of a direct technique for making obturator used FRC framework.
 研究代表者
 津江 文武（TSUE FUMITAKE）
 福岡歯科大学・歯学部・助教
 研究者番号：80454932

研究成果の概要（和文）：試作FRCの曲げ強さを測定したところ、試作FRCは栓塞子を構成するフレームワークとして十分な強度を有することが分かった。また、試作FRCを利用した外来での栓塞子作製方法を考案し実際に栓塞子作製を試みたところ、FRCフレームワークは栓塞子の軽量化に大きく貢献することが分かった。しかしながら、手技的に練度を求められる面があり、より簡便で術者を選ばない方法を引き続き研究していく必要があると思われる。

研究成果の概要（英文）：(1) The unidirectional glass fiber-reinforced composite had a satisfactory strength on the flexural strength as a framework of obturator on a removable partial denture for patients had a maxillary defect. (2) Utilization of the glass fiber-reinforced composite framework led to reduce the weight of obturator itself.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯科医用工学・再生歯学

キーワード：FRC, 栓塞子, 直接法, 上顎顎義歯

1. 研究開始当初の背景

悪性腫瘍や事故などが原因で、歯牙だけでなく顎や顔面に実質欠損が生じた患者に対して行う補綴治療を顎顔面補綴と呼ぶ。顎顔面補綴において義歯を作製する場合、通常の

歯牙欠損に対する義歯に加えて、顎欠損部を補うための構成要素が付与される。これは栓塞子（オブチュレーター）と呼ばれ、こうした栓塞子を備えた義歯を、特に義顎あるいは顎義歯と呼ぶ。顎補綴診療は一般の義歯のそれとは違った観点から設計や術式が検討さ

れてきたが、基本的に難症例であり、より多くの期間を要することが多いため、最終補綴以前の段階で早期QOLの回復を目的に、即時的あるいは暫間的な顎補綴物が作製されることも少なくない。この場合、顎欠損部の創傷治癒が完了していないこと、顎欠損部の印象採得が困難であることなどから、間接法にて精密な栓塞子形態を与えることは不可能に近い。したがって栓塞子粘膜面の最終的な調整には、粘膜調整材や軟性床裏装材が利用されている。しかしながら、こうした粘膜調整材や軟性床裏装材は一般的な床用材料に対して比重が大きく、多用すると顎義歯の深刻な重量増加につながる。顎義歯は一般の義歯に比べ維持安定の点で不利な点が多く、特に上顎の症例で維持が十分でない場合、顎義歯の重量増加は維持困難や維持不能に直結するため、補綴装置としては致命的である。即時的・暫間的顎義歯は間接法で精密に作製された顎義歯とは異なり、装着後、直接法にて行う調整への依存度が高いため、軽量に作製していても装着後の粘膜調整材・軟性床裏装材の使用量が増えれば、結果として重量が過大になり、維持が困難になるケースもしばしばである。

応募者は日常、顎顔面補綴臨床に携わる一方で、ガラス繊維強化型樹脂 (FRC / Fiber Reinforced Composite) を利用した義歯の補強について研究を行ってきた。この研究の中でFRCは、従来の金属補強材料にとってかわる新しい義歯補強材料として着目・利用されたが、FRCは義歯補強材料以外にも義歯の金属構成要素への利用や、他の様々な歯科材料への応用が見込まれる汎用性に富んだ材料だと考えられる。義歯へ利用するという観点からFRCが優れていると思われる点をあげるとするならば、

- ① 光重合方式であるため、硬化させる前に自由に形態を与えることが出来る。
- ② 厚みや幅をコントロールすることで金属補強材料に匹敵する強度が得られる。
- ③ 床用材料との接着に関して特に前処理を必要としない。
- ④ 金属に比べて軽量である。

といったことが考えられる。こうしたFR

Cの特徴から、応募者は『FRCは栓塞子を直接法にて作製する際のフレームワークとして応用可能なのではないか』との仮説を立てた。

一般に義歯のフレームワークは、上顎総義歯の装着感を改善する目的で、口蓋部分を特に金属で構成する場合や、部分床義歯の床を連結し、残存歯に対して維持装置を設ける場合に、コバルト・クロム合金のような強度の高い金属を用いて間接法にて作製されるものである。したがって、特に応力が集中する訳でもなく、精密な維持・支持・把持が期待できる訳でもない栓塞子に対してフレームワークを構成しようという着想は、ある意味過剰品質であり、当然そうした研究も見られない。しかし、FRCフレームワークを、『直接栓塞子を構成することが可能な、軽量かつ強固な印象採得用トレー』と考えるならば、意義は十分に見いだせるものと思われる。

【参考文献】

- 1) Beumer J. , III, Curtis, T. A. and Firtell, D.N.: Maxillofacial Rehabilitation, Prosthodontic and surgical considerations, Mosby, St. Louis, 188-243, 1979.
- 2) 大山喬史: Obuturator の設計に関する考察. 口病誌 1-10, 1980.
- 3) 白川正順, 黒田勇一, 須田郁夫: 上顎欠損補綴 10 症例の経験. 顎顔面補綴 5: 44-50, 1982
- 4) 吉田展也, 菊池利也, 鎌田政善, 他: 顎顔面欠損患者の一治療例 軟質材料による中空型栓塞部 および発泡ポリウレタンエピテーゼの応用. 補綴誌 39:27-34, 1995
- 5) Rogers, W. A., Salinas, T.J., Novoselsky, A.: Maxillary definitive obuturators: rationale of design. J Dent Technol 13:19-26, 1996
- 6) Keyf, F.: Obuturator protheses for hemimaxillectomy patients. J Oral Rehabil 28:821-29, 2001
- 7) F. Tsue, Y. Takahashi, H. Shimizu: Reinforcing effect of glass fiber-reinforced composite on flexural strength at the proportional limit of denture base resin. Acta Odontol Scand ; 2007 65: 141-148

2. 研究の目的

仮説が証明されることにより、次の様なメリットが生じる。

- (a) 直接法においても、より容易に、より欠損形態に則した栓塞子形態を付与することが可能となる。
- (b) フレームワークの補強効果により栓塞子の薄床化が可能となること、(a)の結果として、粘膜調整材・軟性床裏装材の使用量も少なくなることから、即時的・暫間的顎義歯の軽量化が図れる。

以上より、今回の研究目的は、

(i) FRCは栓塞子のフレームワーク構成材料として十分な強度を有しているか、また、FRCフレームワークを利用することで栓塞子の軽量化がはかれるかどうか、明らかにすること

(ii) FRCフレームワークを使用し直接法にて栓塞子を作製する際の臨床ステップを考案すること

の2点である。

3. 研究の方法

(i) 『外来での栓塞子作製を念頭においた、FRCフレームワークに関する材料学的検討』

直接法による栓塞子作製を念頭におき、FRCフレームワークに関する材料学的検討を行った。FRCは幅5.0mm、厚さ1.0mmの棒状に規格化された状態で完成するよう、光重合器(UniXS II, ヘレウスクルツァー)にて3分間光重合させた。FRCを構成するガラス繊維は、アクリルシラン処理された繊維径 $20\mu\text{m}$ (旭ファイバークラス)のものを使用し、マトリックスレジンはUDMA:TEGDMA=1:1, 1:2, 1:3の3種を調査し採用した。直接法ということで、FRC補強を行う材料は通常の床用レジンではなく、硬質の床裏装材3種(デンチャーライナー・松風, マックスフィット・クラレメディカル, メタベースM・サンメディカル)と修理用レジン2種(ユニファーストIII・GC, プロビナイス・松風)を対象とした。ISO1567に準拠した板状の試料(2.5 x 10 x 65 mm)を作製し、試料の中心部にFRCの硬化体が配置されるよう、試料を完成させた。

試料は37°Cの蒸留水中に50時間浸漬後、オートグラフ(AGS-J, 島津製作所)にてクロスヘッドスピード5mm/min、支点間距離50mmの条件で三点曲げ試験を行った。

得られた結果に対し、一元配置分散分析とNewman-Keuls多重比較検定を行った。信頼区間は95%とした。

(ii) 『FRCフレームワークを使用した、直接法による栓塞子の作製法』

FRCフレームワークを使用して歯科外来で直接法にて構築される栓塞子の実際の手技、診療の流れを考案した。

工業界のFRP製品に見られるような、ガラス繊維材料による立体構築の手法、樹脂の被覆方法や、歯科界におけるFRCの応用の実際等を参考に、作製方法を模索した。今回採用した方法は、プリプレグ(ガラス繊維束に樹脂を含浸させ半硬化体としたもの)を複数積層することで所望の形態を構築し熱硬化させる、オートクレーブと呼ばれる工業界の手法を参考とした。

また、本作製方法の効果を確認するために、シミュレーションモデルを用いてサージカルオブチュレーターを作製し、FRCフレームワークを利用する場合と利用しない場合とのサージカルオブチュレーターの重量を比較した。上顎無歯顎で顎欠損を有する患者5名の診断用模型の複模型を歯科用硬石膏(ニュープラストーンLE, GC)にて作製した。顎欠損部内面をおよそ10mmの厚さで削合した後、シリコン印象材(デュプリコーン, 松風)にて削除した顎欠損部粘膜面を復元して、シミュレーションモデルとした。一方、顎欠損部をシリコンで置換していない複模型を利用して、サージカルオブチュレーターの床口蓋部を作製した。床口蓋部は加熱重合床用レジン(アクロン, GC)を使用した。オブチュレーター部に用いるレジン材料は床裏装材(デンチャーライナー, 松風)とした。またFRCフレームワークにはガラス繊維(直径 $20\mu\text{m}$, Eガラス)を任意の長さに切断し、光重合レジン(UDMA/TEGDMA=1:1)を含浸させた、FRCプリプレグを用いた。

1名のシミュレーションモデルにつき、従来法で作製するサージカルオブチュレーターと、FRCフレームワークを利用し作製するサージカルオブチュレーターの計2床を作製し、両者の重量を比較した。

4. 研究成果

(i) 『外来での栓塞子作製を念頭においた、

FRCフレームワークに関する材料学的検討』

今回、3種の床裏装材と2種の修理用レジンに対してこのような実験を行ったところ、FRC補強を行った試料は補強なしの試料に対して、1.5~1.7倍の曲げ強さを示した。これは一般の加熱重合型床用レジンを有意に上回る強さであった。3種のマトリックスレジン間において強度に有意差は認めなかった。また、床裏装材群および修理用レジン群における群間内での比較においても強度に有意差は認めなかった。

今回の結果から、FRCをフレームワークとして床裏装材や修理用レジンにて栓塞子を構成した場合の曲げ強さは、臨床応用に十分耐えるものであることが示唆された。このことは栓塞子のレジンの厚みを従来より薄く作製することが可能であることを意味しており、上顎の顎補綴物の軽量化に寄与するものであることを示すものである。

(ii) 『FRCフレームワークを使用した、直接法による栓塞子の作製法』

今回考案した作製法を以下に示す。

(1) FRC 作製 (プリプレグ状) : ガラス繊維 (直径 20 μm , E ガラス) を任意の長さ切断し、光重合レジン (UDMA / TEGDMA =1:1) を含浸させ、FRC プリプレグとする。

(2) 栓塞子骨格の構築 : 診断用模型や実際の口腔内等を参考にしながら、複数の FRC プリプレグを格子状に構成する。必要に応じて歯科用コンポジットレジン重合用の光照射器を用いて予備重合を行いつつ、徐々に栓塞子骨格を構築していく。栓塞子骨格を口腔内に試適し、骨格形態を見いだしていく。

(3) 栓塞子骨格の光重合 : 最終的な形態を決定した後、栓塞子骨格の光重合を行う。この場合の光重合器は歯科用コンポジットレジン重合用の光照射器ではなく、歯科技工用の強力なものが望ましい。

(4) 栓塞子骨格と義歯本体とを接着 : 栓塞子骨格と義歯本体との位置関係を決定した後、栓塞子骨格と義歯本体とを接着させる。接着材料には、接着強度の観点からはスーパーボンドC&B (サンメディカル) が優れていた。

(5) 栓塞子骨格を床用材料で被覆 : 任意の修理用レジンもしくは床裏装材で栓塞子骨格を1本ずつ被覆した後、骨格間の間隙を

埋めていく。最終的には床裏装法の要領で栓塞子骨格を床用材料で完全に被覆し、顎欠損部に適合させる。

またシミュレーションモデルを使用し、実際にFRCフレームワークを利用してサージカルオブチュレーターを作製したところ、5つのモデルのうち4例で、従来法によるサージカルオブチュレーターよりも有意に軽量であった。また軽量化の程度は32%から41%の範囲であった。

以上のことから、FRCフレームワークを利用した、直接法による栓塞子の作製は、サージカルオブチュレーターの軽量化に寄与することが示唆された。しかしながら、FRCによる栓塞子骨格の構築は、栓塞子形態をあらかじめ予測できるある種の感覚が必要であり、栓塞子骨格の形態が、重量も含めた最終的な栓塞子のデザインを大きく左右するという問題点も生じた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計0件)

〔学会発表〕 (計0件)

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

津江 文武 (TSUE FUMITAKE)

研究者番号 : 80454932

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :