

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592168

研究課題名（和文） グラスファイバーで補強したレジnbrリッジの最適設計

研究課題名（英文） Optimum Design of Glass Fiber Reinforced Resin Bridge

研究代表者

五味 治徳 (GOMI HARUNORI)

日本歯科大学・生命歯学部・准教授

研究者番号：00235003

研究成果の概要（和文）：前歯部の一歯欠損に対し、一般的に応用されている金銀パラジウム合金の代替材料として、グラスファイバー補強レジnbrリッジに着目した。まず、曲げ強度試験結果からファイバーを補強することにより、全てのレジnbrの強度は有意に大きくなることを確認した。また、有限要素法を用いた構造解析により、ブリッジのファイバーフレーム形態が補強効果に影響を与えることがわかった。研究結果から金属を使用しない前歯部メタルフリーブリッジの臨床応用が期待できる。

研究成果の概要（英文）：In Japan, anterior teeth missing are restored with the bridge covered by resin material with metal core. We focused on the fiber enforced resin bridge as an advanced method. In the first step, we could confirm that fiber enforcement allows us to increase the bending stress in all available resin. Then in FEM analysis, the design of the fiber frame affects to the enforcement. This suggests us that metal free bridge may be applicable in dental practice. This will be a contribution for the people with missing anterior teeth.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学、補綴・理工系歯学

キーワード：歯学・ファイバー・レジnbrリッジ

1. 研究開始当初の背景

審美性を要求される前歯部への修復には、従来から金属焼付ポーセラウンが用いられてきた。しかし、金属を使用することにより金属アレルギーや歯周組織に対する悪影響も危惧されている。また、最近では市場での金の価格高騰が注目されていることや、以前にも日本歯科医師会は素材価格が安

定しないパラジウム合金に代わる歯科材料を探すための検討会を設置し、安全で價格的にも安定した材料を探索していた経緯もあり、今後メタルフリーの補綴修復が必要不可欠になってくる。

金属に代わる修復材料として、様々なセラミックスやレジnbrが国内外において、研究開発されている。我々も歯冠修復材料としてア

ルミナやジルコニアの高強度セラミックスの研究を行ってきたが、単体では白色が強いため歯冠色を再現することが難しいことから、金属焼付ポーセレンクラウンのメタルコーピングと同様にコーピングとして利用し、ポーセレンで色調を再現している。また、アルミナやジルコニアの加工には CAD/CAM システムのような特殊な設備が必要であり高価なものとなっているのが現状である。

一方、レジンの一番の特徴はセラミックスほど硬くないため天然歯を咬耗させないことにある。これら高分子材料であるレジンの研究は、従来の欠点であった靱性の低さや耐磨耗性を改良したハイブリッド型のレジンにより、大白歯クラウンへの応用も可能となり、審美を要求する患者や金属アレルギー患者への対応が可能となっている。しかし、歯の欠損を有する患者に対して単体でブリッジに応用するには連結部の強度の点で問題が生じる。そこで我々は、ファイバーを補強したレジブリッジに注目して研究を行ってきた。その結果、大白歯部クラウンに応用可能なハイブリッドレジンに補強するファイバーの量、種類や形態、ファイバーに含浸させるレジンボンディング材について脆性材料の評価としては最適な3点曲げ強度による評価を行い、最適条件を確立した。さらに、有限要素法を用いた応力解析により、臼歯部のファイバー補強部位の適正化をはかった結果、連結部からポンティック部のファイバー設置位置は、咬合力がかかる部位から離れたところに弧状形態に設置することが望ましいことを明らかにした。しかし、実際の臨床においては、欠損部の形態が異なることや色調再現を考慮したレジンの厚みの検討も必要になる。さらに、前歯部においては臼歯部ほどの咬合力がかからないことから、前装用などの審美性に優れた他のレジンの応用も考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、前歯部に適用できる前装用を含む審美性に優れたレジンと数種のファイバーを使用して、最適な材料を得ること。さらに、その臨床応用に際して、最適なデザインを確立するため、有限要素法を用いた構造解析により、グラスファイバーフレームで補強した前歯部レジブリッジの設計についての指針を示すことである。

3. 研究の方法

(1) 曲げ試験：セラミックやレジン等の脆性材料に対する材料試験法は数種類あるが、その中でも最も一般的な評価法である曲げ強度試験を採用した。

試料の作製には ISO 6872-1995 ; Dental ceramic 曲げ試験法規格に準じた 2×5×25mm

mの板状試験片作製用金型を使用した。ファイバーを25mmに切断後、ガラス板上に設置した2分割金型の長軸方向の底部に平面になるように設置し、その上からレジンを填塞した。さらにその上面にガラス板を重ねて両面から圧接後、光重合にて試験片を作製した。レジンには前装用を含む組成の異なった7製品をグラスファイバーは1製品を実験材料とした(表1)。

37°Cの恒温槽に24時間水中浸漬後、3点曲げ試験装置を材料試験機(サーボパルサー EHF-FD1, 島津)に接続し、クロスヘッドスピード0.5mm/minで試験片が破壊するときの最大荷重を測定した。なおこの際、試験片はレジン側を上面の荷重点にして、ファイバー側を下面に設置した後に試験を行った。実験により算出した曲げ強度について検定を行い、最適なレジンとファイバーの組合せを検討した。

表1 使用材料

Table 1 List of materials used		
Material	Code	Manufacturer
Composite Resin:		
Estenia C&B	ES	Kuraray Medical (Tokyo, Japan)
Gradia Forte	GR	GC (Tokyo, Japan)
Prime art	PR	Sun medical (Shiga, Japan)
Ceramage	CE	SHOFU (Kyoto, Japan)
Epicord	EP	Kuraray Medical (Tokyo, Japan)
GNH400N	GN	GC (Tokyo, Japan)
GCUC	GC	GC (Tokyo, Japan)
Fiber:		
EG Fiber		Kuraray Medical (Tokyo, Japan)

(2) 有限要素法を用いた構造解析：解析モデルは、上顎右側側切歯欠損に対し中切歯、犬歯を支台歯としたブリッジにグラスファイバー補強した解析モデル(以下、GFR-FPDs)の製作を行った。フレーム形態は、両支台歯舌側面からポンティックの唇側面に凸型の形態(以下、D1、図2)。ポンティックの舌側面に直線の形態(以下、D2、図3)の2形態とした。ハイブリッド型レジンには、材料特性を、高い弾性率(以下、High)と低い弾性率(以下、Low)の2種類想定した。以上の4種の解析モデルとした。

荷重は、ポンティック部の近遠心的中央部の切縁に一点集中荷重とし、拘束は支台歯基底面の完全拘束を定義した。全ての解析は汎用有限要素法解析プログラム ANSYS13.0 (ANSYS Inc.) 上にて行った。

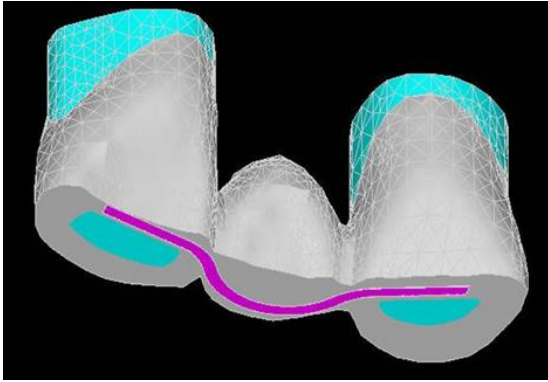


図1 ポンティックの唇側面に凸型の形態(以下, D1)

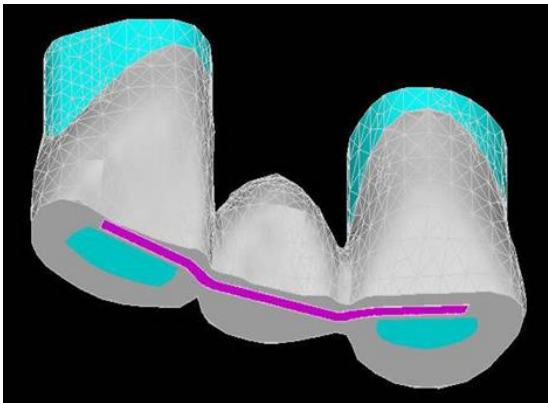


図2 ポンティックの舌側面に直線の形態(以下, D2)

4. 研究成果

(1) 曲げ試験：前歯部用レジンとファイバーの組合せにおいて、各試料に曲げ荷重を加え、結果から最適なレジンとファイバーの組合せを確立することにあつたが、研究結果からすべてのレジンの曲げ強度はレジン単体に比較してファイバーで補強することにより有意に大きくなった(図3)。このことにより、現在前歯部に応用されている歯冠用硬質レジンのメタルフリーブリッジ応用が期待できる。

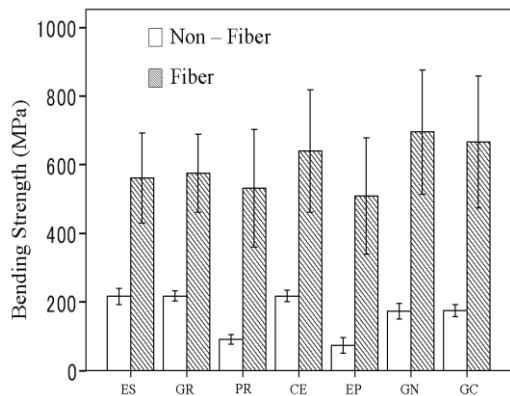


図4 曲げ試験結果

(2) 有限要素法を用いた構造解析：全ての解析モデルは、連結部周囲に高い最大主応力分布を認めた。同部位の応力値は、High より Low において値が低い傾向を示した。フレーム形態は、High および Low とも D2 よりも D1 において連結部のハイブリッドレジンの応力値が減少する傾向を認めた。レジンの最大主応力値は、D1-High は 182MPa、D1-Low は 159MPa。D2-High は 197MPa、D2-Low は 192MPa を示した。ファイバーフレームの最大主応力値は、D1-High は 138MPa、D1-Low は 188MPa。D2-High は 94MPa、D2-Low は 148MPa を示した(図5、6)。

以上から、フレーム形態は材料特性に関わらず唇側面に凸に配置することで補強効果が高いことが示唆された。

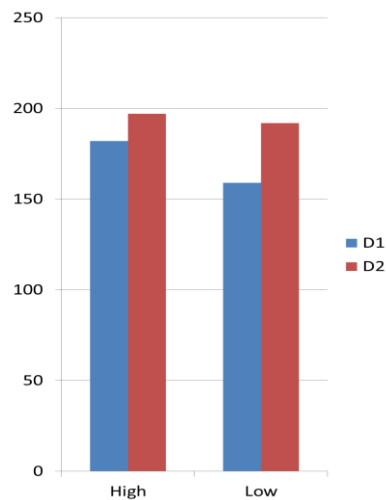


図5 レジンの最大主応力値

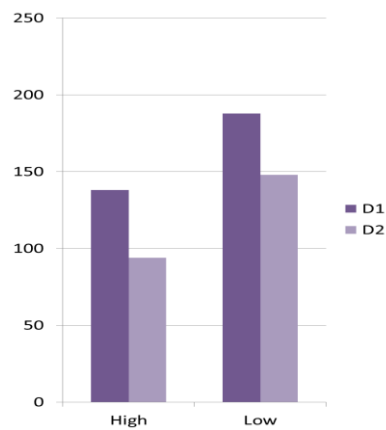


図6 ファイバーフレームの最大主応力値

(3) 本研究結果から前歯部のグラスファイバーで補強したレジnbridgeの適正設計が示唆された。このことは、有限である金属を使用しないことによる経済的効果および金属アレルギー患者の口腔内の審美性による満足感や機能回復など社会に寄与することが大きいと考えられる。

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)

[学会発表] (計 3 件)

- ① Harunori GOMI、Daiichiro YOKOYAMA、Akikazu SHINNYA、Akihiro SHINNYA、Kosuke HARADA、Yasuo HATANO and Akiyoshi SHINNYA、Optimum Design of Glass Fiber Reinforced Resin Bridge: An Occlusal Consideration、AES 58th Annual Meeting、2013. 2. 20-21
- ② 五味治徳、新谷明一、横山 大 一 郎、新谷明宏、片桐慎吾、新谷明喜、グラスファイバーで補強したレジンプリッジの最適設計、日本補綴歯科学会 東海支部学術大会、2012. 12. 15-16
- ③ Harunori GOMI、Akikazu SHINNYA、Daiichiro YOKOYAMA、Akihiro SHINNYA、Akiyoshi SHINNYA、Optimum Design of Glass Fiber Reinforced Resin Bridge: Part 1 Effect of Glass Fiber Reinforce for Flexural Strength、The Internal Dental Materials Congress 2011、2011. 5. 29

6. 研究組織

(1) 研究代表者

五味 治徳 (GOMI HARUNORI)
日本歯科大学・生命歯学部・准教授
研究者番号：00235003

(2) 研究分担者

新谷 明一 (SHINNYA AKIKAZU)
日本歯科大学・生命歯学部・講師
研究者番号：60440054
横山 大 一 郎 (YOKOYAMA DAIITIROU)
日本歯科大学・生命歯学部・助教
研究者番号：40434146