

平成21年 4月 1日現在

研究種目：基盤研究 C

研究期間：2007年～2008年

課題番号：19592274

研究課題名（和文）

レジン床義歯の補強に用いるガラス繊維強化型コンポジット（FRC）の開発と応用

研究課題名（英文）

Development for Fiber Reinforced Composites (FRC) and its application to removable acrylic resin dentures

研究代表者

高橋 裕 (TAKAHASHI YUTAKA)

福岡歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：50154878

研究成果の概要：ガラス長繊維を使用した歯科用 FRP (Fiber Reinforced Plastics) を歯科領域の入れ歯へ応用することを目的として新規開発を行った。開発した歯科用 FRP を実際の総入れ歯形態をした試料に補強材として応用すると、1mm の厚さで強度が約 1.4 倍に増加し、従来の金属補強と同等の強さを示し、厚さを 1.5mm にすると約 1.7 倍に増加した。これらの結果から、新規開発した歯科用 FRP は入れ歯の補強材として有用なことが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：歯科補綴学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：FRC、レジン床義歯、補強

## 1. 研究開始当初の背景

従来の加熱重合型レジンとは、開発されて 60 年以上経過しているが、今でも卓越した義歯床用材料である。しかし、一般に強度の面でやや問題があり、たわみやすく衝撃時に脆弱で、疲労破折しやすい性質がある。そこで、長年にわたり、屈曲メタルバーや金属プレートによるレジン床義歯の補強が検討され、臨床で使用されてきた。

最近、ガラス繊維強化型コンポジットレジン (FRC: fiber-reinforced composites) が開発され、ブリッジのフレームワーク、

インプラント支持型のオーバーデンチャー、ポスト材料などに応用されるようになった。

一方、ガラス長繊維は、これまでに義歯に直接埋入して補強しようとする研究がかなり行われてきたが、屈曲メタルバーほどの補強効果は認められていない。

FRC は、クラウン・ブリッジの領域では、金属に代わる補強材として既に臨床応用されている。しかし、現在まで FRC の義歯補強材への応用に関してあまり検討がなされていない。また、現在臨床で使用されている FRC は、クラウン・ブリッジ

に応用して十分な強度を有しているが、主に10~30 mmの長さで使用されている。強度に関する研究でも、25 mmの試験片で実験がなされ評価されている。義歯に応用するには、50 mm以上の長繊維で十分な強度を発揮する必要があり、そのためには、さらに強度を向上させる必要があると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、レジン床義歯の補強材に用いるガラス繊維強化型コンポジットレジン (FRC: fiber-reinforced composites) を開発し、義歯へ応用することである。

## 3. 研究の方法

### 義歯補強用FRC単体の試作

#### (1) アクリル樹脂の調製

- ①UDMA を TEGDMA で希釈
- ②光重合開始剤 (0.7w%、CQ : DEAM = 1 : 2) 添加

#### (2) 各種繊維径のFRC単体の試作

ガラス繊維をアクリル樹脂に含浸させ、光重合してFRC単体を作製する。

#### ①アクリルシラン処理をした以下の径のガラス繊維を調製したアクリル樹脂に含浸

ガラス繊維の直径 (7, 10, 13, 16, 20, 25, 30, 45  $\mu$ m)

- ②可視光線重合器で重合
- ③幅 3 mm x 厚さ 1.0 mm x 長さ 65 mm に成形

#### (3) FRCを短冊型の床用レジン試料に埋入

①加熱重合型床用レジンの填入時 (餅状期) に、FRCを真ん中に埋入して、重合

②幅 10 mm x 厚さ 2.5 mm x 長さ 65 mm に成形

#### (4) 三点曲げ試験

オートグラフ (AGS-J、SHIMADZU) を用い、三点曲げ試験を行い、各種繊維径のFRCで補強した床用レジン短冊試料の強度を検討する。

- ①支点間距離 50 mm、クロスヘッドスピード 5 mm/min
- ②ストレス-ストレイン曲線から、比例限

での強度 (N) を算出

#### (5) FRC単体のガラス繊維含有率 (vol%) の測定

Ashing Method を用いて、ガラス繊維含有率 (vol%) を測定する。

#### (6) SEM 観察

FRC単体の断面を観察し、ガラス繊維とアクリル樹脂の impregnation の程度を確認する。

#### (7) 義歯補強用FRC単体の組成決定

必要に応じて、アクリル樹脂のUDMAとTEGDMAの比率を変えて、impregnation、ガラス繊維含有率を向上させる。曲げ強度、ガラス繊維含有率、SEM観察から、義歯補強用FRC単体の最適組成を決定する。

### 義歯補強用FRCのサイズ (幅、厚さ) の検討

義歯補強用FRCの幅と厚さを変えた場合の曲げ強さに及ぼす影響について検討する。

#### (1) 補強した短冊型の床用レジン試料の作製

以下の補強材を埋入した床用レジン試料を作製する。

①幅 (1, 3, 5 mm) x 厚さ (0.5, 1.0, 1.5 mm) x 長さ 65 mm のFRC

コントロール群として、以下の補強材を埋入して床用レジン試料を作製する。

- ②補強材無し、③メタルバー (Sun-Cobalt pataral bar wire, Remanium)、④Clasp wire、⑤市販FRC (FibreKor 他)

(2) 三点曲げ試験を行う。

### 義歯補強用FRCの総義歯への応用

#### (1) 上顎総義歯へのFRCの埋入

①レジン人工歯を排列して、上顎総義歯のろう義歯を作製

②床用レジンの填入時 (餅状期) に、短冊型床用レジン試料で有効であったサイズのFRC、ならびにメタルバーを埋入して、重合する。補強材のないものも作製する。

③埋入位置 (前パラタル、中パラタル、後パラタル、前後パラタルなど) を検討

(2) 破壊試験

オートグラフ (AGS-J、SHIMADZU) を用い、直径 25 mm のボールアタッチメントでクロスヘッドスピード 5 mm/min にて、義歯の破壊試験を行う。

#### 4. 研究成果

##### (1) FRC の試作

###### ① FRC の試作

light-cure dimethacrylate monomer liquid (urethane dimethacrylate-triethyleneglycol dimethacrylate) と、silanized E-glass fibers (長繊維、直径：7, 10, 13, 16, 20, 25, 30, 45  $\mu\text{m}$ ) を用いて、最密にガラス長繊維を包埋した FRC を試作した。

###### ② FRC の曲げ強度、ガラス繊維含有率

ISO-10477 に準じて曲げ強度を検討したところ、20 ~ 45  $\mu\text{m}$  直径のガラス長繊維で作製した試料の強度は他と比較して有意に高く、664 ~ 700 MPa を示した。この FRC のガラス繊維含有率を調べてみると、強度と比例し、20 ~ 45  $\mu\text{m}$  のガラス繊維で作製した試料は有意に高く 54.6 ~ 63.2 vol% であり、このガラス繊維の含有率が曲げ強度に影響したものと考えられる。比較実験として、ガラス繊維の含有率を一定 (30 vol%) にして FRP を作製し、その曲げ強度を調べると、20 ~ 30  $\mu\text{m}$  直径のガラス長繊維で作製した試料の強度が最も高く、45  $\mu\text{m}$  直径のガラス繊維径の試料は有意に低かった。これは太いガラス繊維の脆性が影響したと考えられる。今回の結果から、20 ~ 30  $\mu\text{m}$  の直径を有するガラス長繊維で作製した FRC は強度に優れることが明らかになった。

##### (2) FRC のレジン床義歯への応用

###### ① 短冊型の義歯床用レジン試料での補強効果

まず、試作した FRC を短冊型の義歯床用レジン試料に応用し強度を検討した。その結果、FRC の厚さを 1.0 mm にして応用した場合は、義歯床用レジンの強度が約 1.8 倍に増加し、従来の金属を応用した場合と同等の強度を示し、従来のクラウン・ブリッジ用の FRP よりも有意に高く、さらに FRC の厚さを 1.5 mm にすると約 3.2 倍に強度が増加し、義歯床用レジンの顕著な補強効果が認められた。

###### ② 上顎レジン床総義歯試料での補強効果

さらに、実際の上顎レジン床総義歯に応用し、その強度を検討したところ、短冊型試料と同様の結果を得た。

##### (3) 結論

以上の結果から、試作したガラス長繊維の FRC はレジン床義歯の補強材として有用なことが明らかになった。

##### (4) 臨床的意義

FRC の義歯への応用は、メタル補強と異なり、義歯の形状に合わせた賦形が容易に行え、義歯床用レジンと化学的にも結合し、さらに、補強材の幅や厚さを変えることにより強度を向上させることや義歯の破折修理にも応用が可能であり、歯科臨床上大変意義があると考えられる。

##### (5) 今後の展望

この研究が発展すると、歯科領域でのあらゆる金属部分にも応用でき、メタルフリーの新しい歯科治療が展開するとともに、さらに人工関節や人工大腿骨など硬組織代替材料として医科領域への波及効果も期待できる。

#### 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)

[雑誌論文] (計 2 件)

① Tsue F, Takahashi Y, Shimizu H. Reinforcing effect of glass-fiber-reinforced composite on flexural strength at the proportional limit of denture base resin. Acta Odontologica Scandinavica 65: 141-148 2007. 査読有り

② Obukuro M, Takahashi Y, Shimizu H. Effect of diameter of glass fibers on flexural properties of fiber-reinforced composites Dental Materials Journal 27:541-548 2008.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

##### (1) 研究代表者

高橋 裕 (TAKAHASHI YUTAKA)

福岡歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：50154878

##### (2) 研究分担者

清水博史 (SHIMIZU HIROSHI)  
福岡歯科大学・歯学部・准教授  
研究者番号：80162709