

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4月8日現在

機関番号：37114

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009年度～2012年度

課題番号：21592485

研究課題名（和文）

ガラス繊維強化型コンポジット(FRC)の開発と義歯応用への実用化に向けた検討

研究課題名（英文）

Development and application of Fiber Reinforced Composites (FRC) 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（和文）：ガラス繊維強化型コンポジットレジジン（FRC: fiber reinforced composites）を開発し、そのFRCを補強材として上顎レジジン床総義歯に使用した場合の強度を検討した。その結果、総義歯のいずれの部位（前パラタル部、中パラタル部、前後パラタル部、人工歯リッジラップ部）に埋入した場合でも、補強材無しの総義歯と比較して1.54～1.75倍の強度で、さらに、従来のメタル補強材を使用した義歯よりも高かった。本研究結果から、FRC補強材のレジジン床義歯への高い有用性が認められた。

研究成果の概要（英文）：This study evaluated the effect of the location of glass-fiber-reinforced composites (FRC) reinforcement on the flexural load of a maxillary acrylic resin complete denture. Maxillary acrylic resin complete dentures strengthened with FRC reinforcement were tested. Reinforcement was embedded in the denture base resin and placed 1) under the ridge lap region; 2) in the anterior region; 3) in the middle region or 4) in the anterior and posterior regions. The flexural load of the reinforced maxillary denture specimens was tested. All of the reinforced dentures with FRC reinforcement had a higher flexural load than the denture without reinforcement and were not significantly different from each other.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

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

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 [Powers et al. Craig's Restorative Dental Materials, 12th edition. 2006:518-522]。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 [Vallittu et al 1992, 1993, 1995, Polyzois et al 1996, 2001]、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) が開発され、ブリッジのフレームワーク [Freilich et al 1998, 2002, Vallittu et al 1999, 2000, Gohring et al 1999, Monaco et al 2003]、ポスト材料 [Monticelli et al 2003, Naumann et al 2005] などに応用されるようになり、現在、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広く臨床応用されるようになった。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、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、クラウン・ブリッジ用よりさらに強度を向上させる必要があると考えられた。

われわれはガラス繊維の FRC に着目し、市販の FRC の諸性質について基礎的に検討した。その結果、市販の FRC (25 mm x 2 mm 2 mm 試料) はかなりの強度を有していることが認められた [Int J Prosthodont 17:195-199, 2004., 18:28-33, 2005., Dent Mater 22:291-297, 2006.]。

FRC を試作したところ、FRC の単体は、ガラス繊維径を変えることにより FRC の強度が向上し、FRC 中のガラス繊維の含有率を高めることによりさらに強度が向上することが明らかになった [Dent Mater J 27:541-548 2008.]。さらに、試作した長繊維 FRC を短冊型床用レジン試料に包埋すると金属補強と同等あるいはそれ以上の曲げ強度が得られた [Acta Odontol Scand 65: 141-148 2007.]。

しかし、実際の義歯に応用し実用化するためには、プリプレグ (硬化前の餅状物) の状態で良好な操作性を有し、さらに硬化後に十分な強度を発揮する必要がある。予備実験では、操作性を上げるとマトリックスの配合比が増加しガラス繊維の含有率が低下することにより強度が低下した。さらに FRC を応用した義歯が十分な強度を有するような義歯

内での FRC の適正な配置を検討する必要がある。

操作性を向上させるには以下の 3 通りが考えられる。①FRC のガラス繊維とマトリックスの配合比を変えずに、プリプレグ作製時には液体で、常温では粘性を有するペースト状を呈する様な urethane dimethacrylate を用いてプリプレグを作製する。②マトリックスの配合比を増加させて賦形性を高め、シリカやケイ酸塩ガラスなどのマイクロフェラーを配合して強度を上げる。③ガラス繊維あるいはマトリックスを変える。

上記のブレイクスルーにより、ガラス長繊維でも操作性が良好で十分な強度を有する FRC を試作することができることが予想され、これによりレジン床義歯の補強材に使用するガラス長繊維強化型コンポジットレジン の作製が可能になり、屈曲メタルバーと同等またはそれ以上の強度を有する補強材ができると考えられる。また、FRC 補強は、メタルバー補強と異なり、義歯の形状に合わせた賦形が簡単に行え、床用レジンとの化学的な結合も期待でき、補強材の幅や厚さを変えることによりさらに強度を上げることや、義歯の破折修理にも応用が可能であると考えられる。さらに、この研究が発展すると、パーシャルデンチャーの金属フレーム部分や維持装置にも応用でき、金属アレルギー患者のメタルフリーの新しい補綴歯科治療が展開し、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、社会的にも大変意義があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、良好な操作性と十分な強度を有す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、FRC を補強材として応用した義歯が十分な強度を有するような、義歯内での FRC の適正な配置を検討することである。

3. 研究の方法

(1) ガラス繊維強化型コンポジットレジン (FRC: fiber reinforced composites) の試作

シラン処理をした E-glass fibers (直径 20 μm) とジメタクリレートレジンで FRC を試作した。ジメタクリレートレジンには、UDMA (urethane dimethacrylate) と TEGDMA (triethyleneglycol dimethacrylate) を 1:1 で混和し、CQ (camphorquinone) と DEAM

(2-dimethylaminoethyl methacrylate) を 1:2 で混和した light initiator (0.7 wt%) を添加して作製した。

(2) 試作 FRC の総義歯への応用

試作した FRC を上顎総義歯に埋入し、補強効果を検討した。コントロールとして、補強していない上顎総義歯及び従来の補強材であるメタル補強材を埋入した上顎総義歯の強度も検討した。

人工歯を排列して、上顎総義歯のろう義歯を作製した。床用レジンの填入時（餅状期）に、操作性および強度が良好であった試作 FRC を各位置に埋入して、重合した。補強材の埋入位置は、前パラタル部、中パラタル部、前後パラタル部、および人工歯リッジラップ部とした。

オートグラフを用い、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^{1, 2)}を行った。

1) Fracture strength of metal-based complete maxillary dentures with a newly designed metal framework. Shimizu H, Tsue F, Obukuro M, Kido H, Takahashi Y, Ohmura H. Int Chin J Dent 5(2):33-38, 2005.

2) Fracture strength of newly designed metal-based complete maxillary dentures made from a cobalt-chromium alloy with high elastic modulus. Shimizu H, Tsue F, Obukuro M, Kido H, Takahashi Y, Ohmura H. Int Chin J Dent 5(3):61-64, 2005.

測定結果から、各義歯の圧縮強度と圧縮たわみ量を算出した。

4. 研究成果

従来のメタル補強材は、前パラタル部および前後パラタル部に埋入した場合に補強材無しの上顎レジン床総義歯より有意に補強効果が認められ、両者間に有意差は認められなかった。そのときの強度は、補強材無しの上顎レジン床総義歯と比較して、それぞれ 1.48 倍、1.31 倍であった。また、たわみ量は、前後パラタル部に埋入した上顎レジン床総義歯が、他の位置に埋没した義歯および補強材無しの義歯よりも有意に小さく、剛性の増加が認められた。

これに対して、試作した FRC 補強材は全ての埋入位置で補強材無しの上顎レジン床総義歯より有意に補強効果が認められ、各位置間に有意差は認められなかった。そのときの強度は、補強材無しの上顎レジン床総義歯と比較して、前パラタル部が 1.59 倍、中パラタル部が 1.75 倍、前後パラタル部が 1.54 倍、人工歯リッジラップ部が 1.65 倍で、メタル補強材より高い強度を示した。また、たわみ量は、全ての埋入位置で補強材無しの上顎レジン床総義歯より有意に小さく、剛性の向上が認められた。

本研究結果から、FRC 補強材のレジン床義歯への高い有用性が認められた。

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 3 件)

① Takahashi Y, Yoshida K, Shimizu H, Fracture resistance of maxillary complete dentures subjected to long-term water immersion, Gerodontology, 査読有、29 巻、2012、e1086-1091、DOI: 10.1111/j.1741-2358.2012.00616.x

② Takahashi Y, Yoshida K, Shimizu H, Effect of location of glass fiber-reinforced composite reinforcement on the flexural properties of a maxillary complete denture *in vitro*, Acta Odontol Scand, 査読有、69 巻、2011、215-221

③ Yoshida K, Takahashi Y, Shimizu H, Effect of embedded metal reinforcements and their location on the fracture resistance of acrylic resin complete dentures, J Prosthodont, 査読有、20 巻、2011、366-371

[学会発表] (計 7 件)

① 吉田兼義、上顎レジン床総義歯の破壊抵抗に対する FRC 補強材の補強効果、第 37 回福岡歯科大学学会学術大会、2010 年 12 月 12 日、福岡市

② Yoshida K, Location of fiber-reinforced composites reinforcement of maxillary resin complete denture, 88thIADR, 2010 年 7 月 17 日、Barcelona, Spain

③ 吉田兼義、上顎レジン床総義歯の圧縮強度に及ぼす FRC 補強材の位置効果、第 119 回日本補綴歯科学会学術講演会、2010 年 6 月 12 日、東京

④ 吉田兼義、上顎レジン床総義歯の圧縮強度に対する金属補強体の位置効果、第 36 回福岡歯科大学学会学術大会、2009 年 12 月 23 日、福岡市

⑤ 吉田兼義、各種床用レジンで作製した上顎レジン床総義歯の圧縮強さ、平成 21 年度日本補綴学会九州支部学術大会、2009 年 10 月 11 日、福岡市

⑥ Takahashi Y, Effect of the location of metal reinforcement on the compressive strength of an acrylic resin denture, 37th annual meeting of the Scandinavian Society for Prosthetic Dentistry (SSPD), 2009 年 8 月 28 日、Naantali, Finland

⑦ Yoshida K, Effect of the location of metal reinforcement on the compressive strength of a maxillary acrylic resin complete denture, The 6th biennial congress

of AAP(Asian Academy of Prosthodontics)、
2009年4月25日、Seoul、Korea

6. 研究組織

(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