

平成 22 年 5 月 10 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2008 ～ 2009  
 課題番号：20791593  
 研究課題名 (和文) 接着強度加熱可変型矯正接着材の基底面厚さの影響  
 研究課題名 (英文) Influence of base layer thickness in orthodontic adhesive whose bond strength is changed by heating  
 研究代表者  
 納村 泰弘 (NAMURA YASUHIRO)  
 日本大学・歯学部・助教  
 研究者番号：80386078

研究成果の概要 (和文)：接着強さが加熱することによって著しく減少する歯科矯正接着材を開発し、その層の厚さと接着強さの関係について検討した。接着材(50-200 $\mu$ m)の厚さを設定し、各厚さでの接着強さを測定し、100 $\mu$ mの接着材厚さが適切で、効果的であることがわかった。さらに、その接着材層が組み込まれたブラケットを使用して既存接着材にてその強さを測定し、100 $\mu$ mのその層をもつブラケットを使用して接着することが有用であることを確認した。

研究成果の概要 (英文)：We have developed an orthodontic adhesive whose bond strength is markedly decreased by heating and evaluated relationship between thickness and bond strength in the adhesive. Thicknesses of the adhesive (50-200 $\mu$ m) were set and the bond strengths were measured with each thickness. As the results, it was found that the bond strength of 100 $\mu$ m thickness is appropriate and available. In addition, we measured bond strength of existing adhesive using bracket built the adhesive layer and it was confirmed that bonding using a bracket with the layer of 100 $\mu$ m is acceptable.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,200,000	360,000	1,560,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児系歯学

キーワード：歯科矯正用接着材、マイクロカプセル

## 1. 研究開始当初の背景

永久歯の矯正治療のほとんどはマルチブラケット装置を用いて行われている。そのブラケットは歯面処理されたエナメル質に接着材を介して装着され、矯正治療が終了するまで歯面に維持される必要がある。しかしな

がら矯正治療終了後には、装着したブラケットを除去しなければならず、ブラケット撤去時の疼痛や歯質のクラック、破折等が問題になっており、特にセラミック製ブラケットが接着されていた場合その除去は困難であり、問題も大きい。

そこで、既存の 4-META/MMA-TBB のレジン接着材に約 80℃に加熱すると 70 倍膨張するマイクロカプセルを混入した試作接着材（特願 2006-154997）を作製し（図 1）、加熱により接着強さが 1/3 に減少する事を報告した（Takashi Tsuruoka *et al.* Dent Mater J 2007 Jan; 26(1):78-83.）。その後、セラミックブラケットを用いた場合についても報告したが（平成 19 年 第 66 回東京矯正歯科学会大会）、マイクロカプセルの混入量 30%と 40%で混合した接着材についてメタルブラケットに見られた接着強さの相違が認められなかった。セラミックブラケットとメタルブラケットでは熱の伝導率が異なるが、同一のブラケットにおいて接着強さが混合率に依存していなかったのは、マイクロカプセルの膨張が効果的でなかったことを意味する。そこでマイクロカプセルの膨張効果を十分に発揮するためには、10~20 $\mu\text{m}$ の粒径であるマイクロカプセルを含有した接着材の層をある程度確保する必要があると考え、ブラケット基底面の形状や接着材の厚さが大変重要と考えた。



図 1 熱膨張接着材：(左)加熱前、(右)加熱後

## 2. 研究の目的

そこで、マイクロカプセル含有接着材が熱膨張を効果的に発揮する接着材層について、ブラケット基底面下での接着材の量（厚さ）と加熱膨張させた時の接着強さの関連性を検討することを目的とした。加えて、その厚さの適用、精確性を考え、得られた成果の厚さで基底面をその接着材であらかじめ築盛形成したブラケットを用いて接着強さを計測確認し、基底面の接着材形成による応用が可能かについて検討した。

## 3. 研究の方法

(1) 牛歯歯冠部エナメル質に、熱膨張性マイクロカプセルを 30、40%混入した試作接着材を用いて、セラミックブラケットを接着材の厚さが 50、100、200 $\mu\text{m}$ になるよう設定して接着し（図 2）、加えて厚さを設定しない（0 $\mu\text{m}$ とする）ものも同様に接着した。その後、37℃の蒸留水に 24 時間保管後、300℃のヒーターをブラケット上面から 10 秒間押し付け加熱した（図 3）加熱群と非加熱群の各試料

について、歯科材料万能試験機にてせん断接着強さを測定した（図 4）。そして非加熱群の接着強さに対する加熱群の接着強さの割合を算出し、接着材の厚さが接着強さに与える影響を検討した。また加えて、基底面構造・処理の異なるブラケットを用いて同様に接着強さを計測した。

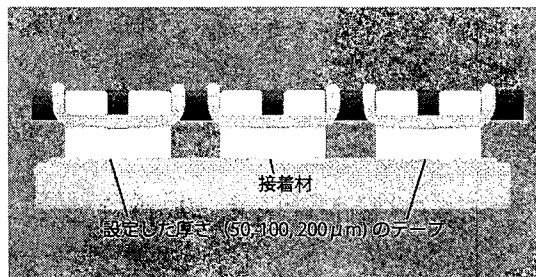


図 2 接着材の厚さの設定：固定された大きさの同じブラケットのうち、中央のブラケット基底面にテープの厚さ分の接着材層が形成され接着される

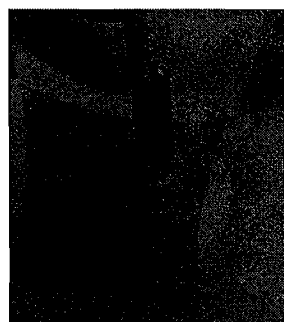


図 3 ヒーターにてブラケット上面から加熱



図 4 せん断接着強さを測定

(2) さらに得られた最も効果的な接着材厚さに関して、あらかじめブラケットにその厚さでマイクロカプセル含有接着材層を築盛し接着して、同様に非加熱、加熱群について、接着強さを測定した。

## 4. 研究成果

(1) 加熱前の接着強さに対する加熱による接着強さの割合（減少効果）については、含有量 30%では、接着材層を設定しない場合 56%であったのが、50 $\mu\text{m}$ で 39%、100 $\mu\text{m}$ で 61

%, 200 $\mu\text{m}$ で61%であった(図5)。厚さを設定しない加熱群に比較し、100および200 $\mu\text{m}$ の厚さの加熱群の接着強さは有意( $P<0.05$ )に減少していた。また、含有量40%の接着材では、層を設定しなかった場合62%であったのが、50 $\mu\text{m}$ で42%、100 $\mu\text{m}$ で76%、200 $\mu\text{m}$ で54%であった(図6)。含有量30%と同様に、厚さを設定しない加熱群に比較し100および200 $\mu\text{m}$ の厚さの加熱群の接着強さは有意( $P<0.05$ )に減少していた。したがって、最も76%と大きい、含有量40%の接着材を用いて100 $\mu\text{m}$ の厚さで接着する組み合わせが、効果的であるという事が示された。

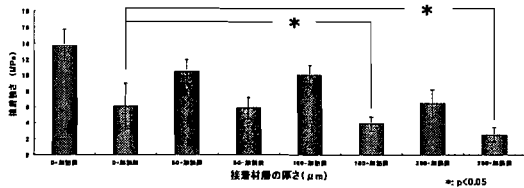


図5 含有量30%の熱膨張接着材の各厚さ(0(設定なし), 50, 100, 200 $\mu\text{m}$ )の接着強さ(青カラム-加熱前、ピンクカラム-加熱後): 厚さを設定しない加熱群に比較し100および200 $\mu\text{m}$ の厚さの加熱群は有意( $P<0.05$ )に減少していた。

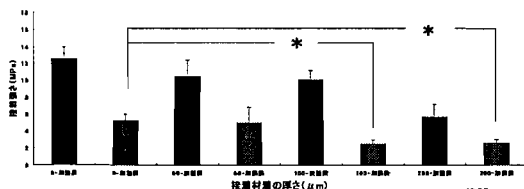


図6 含有量40%の熱膨張接着材の各厚さ(0(設定なし), 50, 100, 200 $\mu\text{m}$ )の接着強さ(青カラム-加熱前、ピンクカラム-加熱後): 厚さを設定しない加熱群に比較し100および200 $\mu\text{m}$ の厚さの加熱群は有意( $P<0.05$ )に減少していた。

加えて、セラミック製ブラケットの上部構造が同様に、基底面の構造・シラン処理の違うブラケットについて、上記同様に30%、40%のマイクロカプセル含有量の接着材で接着材層を設けず接着強さを計測したところ、30%は10.6MPaから3.5MPa(減少率67%)に40%は7.1MPaから3.1MPa(減少率56%)に減少した(図7)。この結果、用いたブラケットの基底面の形態・シラン処理は接着強さを若干減少させることが分かった。

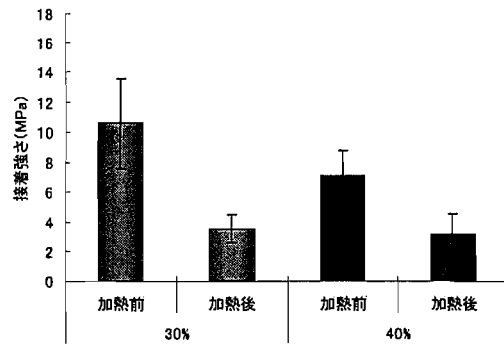


図7 基底面形態・シラン処理が異なったブラケットを用いたそれぞれの含有量(左30%、右40%)の接着強さ(青カラム:加熱前、ピンクカラム:加熱後)

(2) 得られた最も効果的な40%含有接着材での100 $\mu\text{m}$ の厚さの組み合わせについて、あらかじめブラケットに築盛形成し(カプセル含有接着材層の合計が100 $\mu\text{m}$ の群と、100 $\mu\text{m}$ の厚さでカプセル含有接着材を築盛し既存接着材にて接着した群)接着強さを測定した。その結果、合計が100 $\mu\text{m}$ の群は、加熱前の接着強さが4.57MPaと、層を設定しなかった接着強さと比較して有意( $P<0.05$ )に減少していた(図8)。一方100 $\mu\text{m}$ の厚さで築盛し、既存接着材にて接着した群では8.11MPaと層を設定しなかった接着強さと有意差を認めず、適度な接着強さを持ち、加熱することによって2.69MPaと接着強さが有意( $p<0.05$ )に減少し、その減少率は66.8%であった(図9)。

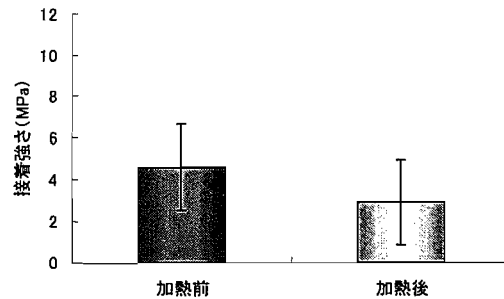


図8 あらかじめ築盛された層と熱膨張接着材との合計が100 $\mu\text{m}$ の接着強さ: 加熱前の接着強さが大きく減少している

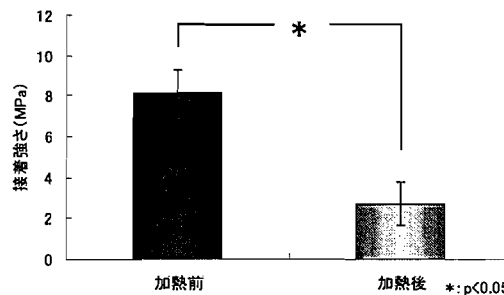


図9 あらかじめ100 $\mu\text{m}$ 築盛されたブラケットに既存接着材で接着したときの接着強さ: 加熱後有意に接着強さは減少した

以上の結果より、本研究を通してマイクロカプセル含有接着材は、加熱による効果的な接着強さの減少を得るためには、100 $\mu$ mの厚さが有効であるということが示された。そのため、この接着材を用いて適切な厚さをもって利用されれば、国内外問わず矯正歯科臨床での問題点である、矯正装置の歯面からの撤去時に生じる疼痛や歯質のクラック、破折等が引き起こされる可能性が、接着強さを意図的に減少することで、回避されると考えられる。また、その厚さを精確に適用することを考えると、100 $\mu$ mの厚さでブラケット基底面に事前に組み込まれた状態で、既存の接着材を用いて接着することにより、同様の加熱による接着強さの減少効果が得られるため、より現実的であることが確認できた。しかし、ブラケット基底面構造・処理の影響で接着力が低下し、その層の厚さとの関係が複雑化するため、今後熱膨張接着材層とブラケット基底面、または既存接着材と熱膨張接着材層の構造・処理等細部の評価を行って、より効果的な装置撤去可能な層構造について検討することが必要であろう。

#### 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1件)

龍 智弥子、納村泰弘、濱 友彦、清水典佳：  
熱膨張接着材の厚さがセラミックブラケットの接着強さへ与える影響、日本矯正歯科学会、2009年11月17、18日、福岡国際会議場（福岡県）

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

納村 泰弘 (NAMURA YASUHIRO)

日本大学・歯学部・助教

研究者番号：80386078