原 著 論 文

義歯用硬質レジン歯の硬質レジン部分と 流し込み型レジンとの結合強さについて

高橋 裕 川口 稔* 立井 大介
稲永 昭彦 宮崎 光治* 羽生 哲也

Bond Strength of Highly Cross-linked Layers of Abrasion-resistant Plastic Denture Teeth Bonded to Pour-type Denture Base Resin

Yutaka Takahashi, Minoru Kawaguchi*, Daisuke Tachii,
Akihiko Inanaga, Koji Miyazaki* and Tetsuya Habu

Abstract : Bond strength between abrasion-resistant plastic denture teeth bonded to pour-type denture base resin was measured to evaluate the effect of five kinds of surface treatment. Bond strength to the enamel layer of teeth was significantly improved by applying of silane coupling agent. Etching of the enamel layer by 5% of hydrofluoric acid (HF) also improved the bond strength. The maximum bond strength was obtained from the surface which was etched by HF and then applied urethane dimethacrylate-based light-activated monomers (HF+UDMA treatment). Bond strength to the dentin layer of teeth was also significantly improved by HF+UDMA treatment. There was no significant reduction of the bond strength to the dentin layer after the thermo-cycling test (10,000 cycles), but statistically significant reduction was observed in the enamel layer. The results of this study suggested that the HF+UDMA treatment would be a useful method to improve the bond strength between highly cross-linked enamel and dentin layers of abrasion-resistant plastic denture teeth and pour-type denture base resin.

Key words : bond strength, abrasion-resistant plastic denture teeth, pour-type denture base resin, hydrofluoric acid, urethane dimethacrylate

I. 緒 言

義歯用硬質レジン歯は、従来のアクリリックレジン歯より耐摩耗性に優れ^{1,2)}、さらに陶歯より耐衝撃性が高いこと³⁾などから、現在広く臨床の場で使用されている。

人工歯については、それ自体の物性のみならず床用

福岡歯科大学歯科補綴学第1講座（主任：羽生哲也教授）
*福岡歯科大学歯科理工学講座（主任：宮崎光治助教授）
Department of Removable Prosthodontics, Fukuoka Dental
College (Chief : Prof. Tetsuya Habu)
*Department of Dental Materials and Devices, Fukuoka
Dental College (Chief : Assoc. Prof. Koji Miyazaki)
平成6年2月4日受付

レジンとの結合性も重要な問題であり、硬質レジン歯についても床用レジンとの結合強さに関していくつかの研究報告⁴⁻¹¹⁾がみられる。著者らも、従来のアクリリックレジン歯とは結合強さが低かった義歯床用流し込み型レジン¹²⁻¹⁴⁾について、硬質レジン歯との結合強さ⁹⁾や結合耐久性¹⁰⁾の検討を行ってきた。その結果、硬質レジン歯基底面の PMMA^{1,2,15)} と、流し込み型レジンとの結合強さや耐久性は不十分であること、また、これらを改善するにはジクロロメタンによる人工歯基底面の表面処理が有効であることを明らかにしてきた。

ところで、有床義歯では前歯部人工歯は唇側歯頸部のカラー部分まで床用レジンで被覆して作製することが多いが、硬質レジン歯の場合は、作製して数年を経た義歯の前歯唇側歯頸部と床用レジンとの接触界面が、唾液の侵入などで着色していることがあり、特に流し込み型レジンにおいて顕著に認められる。これは、硬質レジンで構成される唇側歯頸部と流し込み型レジンとの結合強さが不十分であることに起因しているものと考えられる。また、局部床義歯の人工歯排列時に、顎堤の状態や維持装置などの関係で、人工歯の基底面を大幅に削除しなければならないことがある。このような場合に、硬質レジン歯臼歯部ではデンティン部やエナメル部の硬質レジン部分が露出してくることがあり、硬質レジン歯と床用レジンとの結合強さが著しく損なわれることが懸念される。

したがって、硬質レジン歯と床用レジンとの結合強さの評価には、硬質レジン歯の基底面のみならず硬質レジン部分についても検討を加える必要があると考えられるが、これまでにこの点に関する研究報告はみられない。

そこで今回著者らは、義歯用硬質レジン歯の硬質レジン部分と流し込み型レジンとの結合強さを検討する目的で、圧縮剪断接着試験法を用いて、硬質レジン部分のエナメル部およびデンティン部と流し込み型レジンとの結合強さを測定し、さらにこれらの結合強さを向上させる硬質レジン部分の表面処理方法についても検討を行った。

II. 研究方法

1. 実験材料

硬質レジン歯の硬質レジン部分には、Endura Anterio (松風社) のエナメル部を板状に成形した試

図 1 エナメル部試料の作製

験体と、Endura Posterio (M 32, 松風社) 上顎第一大臼歯のデンティン部を、また義歯床用流し込み型レジンには Pour Resin P (松風社, Powder: # 029119, Liquid: # 0291186) を使用した。

2. 実験方法

1) 実験 1: エナメル部と流し込み型レジンとの結合強さおよび破断面の状態

実験 1 ではエナメル部 (板状) を用いて、表面無処理と各種の表面処理を施した場合の、流し込み型レジンに対する結合強さを測定し、さらに破断面の破壊状態を観察した。

結合強さ測定用試料の作製は図 1 に示すように、内径 14 mm のアクリル製チューブにエナメル部の板状試験体を即時重合レジンで包埋し、耐水研磨紙 400, 800, 1000 番の順で研磨後に、水洗して乾燥させた平滑な面を被着面とした。

この被着面に以下の表面処理を施した。

- (1) 無処理
- (2) ジクロロメタンを主成分とする接着助材 (Pour Resin System, 松風社) を 1 層塗布したジクロロメタン処理
- (3) UDMA を含有する Rebaron LC 液 (ジーシー

図 2 圧縮剪断接着試験装置

図 3 デンティン部試料の作製

社)を1層塗布し、1分後にガンタイプの光照射器(LUXOR, ICI社)で40秒間光照射したUDMA処理

(4) シランカップリング剤を含有するクリアフィルポーセレンボンド(クラレ社)を1層塗布したシランカップリング剤処理

(5) 5%フッ化水素酸を成分とするフッ酸ジェル(ジーシー社)を塗布し、1分後に水洗乾燥させたフッ酸処理

(6) フッ酸処理後に、UDMA処理を行ったフッ酸+UDMA処理

次に、この被着面に内径5mmのテフロンチューブをマスキングテープで固定し、その内側にメーカー指示の粉液比(粉:液=9g:5ml)で混和したPour Resin Pを流し込み、50°Cの温水中に4 kgf/cm²の加圧下で10分間浸漬し、重合を行った。重合後、テフロンチューブとマスキングテープを除去し、これを試料とした。

なお、試料は各条件につき10個作製した。

測定は、試料作製直後に37°C水中に24時間浸漬させた後に、万能試験機(TCM 200, ミネベア社)を用いて、クロスヘッドスピード5 mm/minの条件下で、圧縮剪断接着試験^{10,16)}を行い(図2)、破断時の荷重を結合強さとした。

さらに、圧縮剪断接着試験後の破断面の破壊状態を観察し、界面剥離した試料と凝集破壊した試料に分類した。

2) 実験2: デンティン部と流し込み型レジンの結合強さおよび破断面の状態

実験2では、デンティン部の表面無処理と、実験1

のエナメル部で有効であった表面処理方法をデンティン部に施した場合の、流し込み型レジンに対する結合強さを測定した。

試料の作製は図3に示すように、まずEndura Posteriorの基底部を削除し、平滑なデンティン部を露出させた。そして実験1と同様の方法で、このデンティン部が被着面となるように被着体を作製し、表面無処理の試料および実験1で有効であった表面処理方法を施した試料を実験1と同様の方法で作製し、結合強さの測定および破断面の観察を行った。試料数、測定方法および破断面の観察方法は実験1と同様に行った。

3) 実験3: 硬質レジン部分と流し込み型レジンの結合耐久性

実験1, 2で有効であった表面処理方法について熱サイクル試験を行い、結合耐久性を検討した。

エナメル部およびデンティン部の表面無処理の試料と、実験1, 2で結合強さの向上に有効であった表面処理を施した試料について、24時間37°C水中に浸漬後に、4°Cと60°Cの水中に各1分間浸漬する熱サイクル試験を10,000回行い、その後に結合強さを測定した。なお、試料の作製方法、試料数、測定方法および破断面の観察方法は実験1, 2と同様に行った。

4) エナメル部被着面のSEM観察

ジクロロメタン処理およびフッ酸処理後のエナメル部被着面の表面形状を、SEMで観察した。

実験1と同様の方法で作製したエナメル部被着面の表面無処理の試料と、ジクロロメタン処理およびフッ酸処理を行った試料を、デシケーター中で24時間減圧乾燥させ、金蒸着を施したのちに、SEM(JSM

図 4 エナメル部の各種処理方法での結合強さ
(* $p<0.05$, ** $p<0.01$)

図 5 デンティン部の結合強さ
(* $p<0.01$)

表 1 エナメル部の各種処理方法での破断面の状態

	界面剥離	凝集破壊
無処理	10	0
ジクロロメタン	10	0
UDMA	9	1
シランカップリング剤	2	8
フッ酸	2	8
フッ酸+UDMA	0	10

(試料数)

MPa, フッ酸+UDMA 処理の試料は 26.6 ± 3.1 MPa の結合強さを示し、無処理に対してシランカップリング剤処理は危険率 5% で、フッ酸処理およびフッ酸+UDMA 処理は危険率 1% で有意に高い結合強さであった。

破断面の状態を破壊様式から分類した結果を表 1 に示し、表中の数字は試料の個数を表している。無処理およびジクロロメタン処理はすべての試料が界面剥離であり、UDMA 処理では 9 試料に界面剥離がみられた。これに対してシランカップリング剤処理およびフッ酸処理は 8 試料が凝集破壊で、フッ酸+UDMA 処理はすべての試料が凝集破壊であった。

-T3 30, 日本電子社) を用いて加速電圧 5 kV, 倍率 2,000 倍で観察した。

III. 結 果

1. 実験 1: エナメル部と流し込み型レジンの結合強さおよび破断面の状態

エナメル部の表面無処理および各種方法で表面処理した場合の結合強さを図 4 に示した。図中の棒グラフは結合強さの平均値 (MPa) を、縦線はその標準偏差を表している。また、その結果は無処理と各種処理方法間で平均値の差の検定を行った。

無処理の試料は 9.5 ± 4.0 MPa, ジクロロメタン処理の試料は 8.8 ± 3.1 MPa, UDMA 処理の試料は 9.4 ± 2.7 MPa, シランカップリング剤処理の試料は 12.5 ± 2.6 MPa, フッ酸処理の試料は 14.2 ± 4.4

2. 実験 2: デンティン部と流し込み型レジンの結合強さおよび破断面の状態

実験 1 の結果からエナメル部表面に対するフッ酸+UDMA 処理の有効性が確認されたので、実験 2 ではデンティン部表面に対するフッ酸+UDMA 処理について実験を行い、その結果を図 5 に示した。

無処理の試料は 7.7 ± 1.9 MPa, フッ酸+UDMA 処理の試料は 17.5 ± 6.1 MPa の結合強さで、フッ酸+UDMA 処理は無処理に対して危険率 1% で有意に高い結合強さを示した。

破断面の破壊状態の分類結果を表 2 に示した。無処理ではすべての試料が界面剥離を示したのに対して、

表 2 デンティン部の破断面の状態

	界面剥離	凝集破壊
無処理	10	0
フッ酸+UDMA	0	10

(試料数)

表 3 熱サイクル試験 10,000 回後の破断面の状態

	界面剥離	凝集破壊
エナメル部		
無処理	10	0
フッ酸+UDMA	0	10
デンティン部		
無処理	10	0
フッ酸+UDMA	0	10

(試料数)

フッ酸+UDMA 処理はすべての試料が凝集破壊であった。

3. 実験 3：硬質レジン部分と流し込み型レジンの結合耐久性

エナメル部およびデンティン部の表面無処理の試料と、実験 1, 2 で結合強さの向上に有効であったフッ酸+UDMA 処理の試料について、熱サイクル試験を 10,000 回行った後の結合強さを測定し、その結果と熱サイクル試験を行っていない実験 1, 2 の測定結果(熱サイクル 0 回)を、エナメル部は図 6、デンティン部は図 7 に示した。また、熱サイクル 0 回と 10,000 回の結果について平均値の差の検定を行った。

エナメル部の熱サイクル 10,000 回後の結合強さは、無処理の試料が 3.2 ± 1.3 MPa、フッ酸+UDMA 処理の試料が 21.4 ± 3.0 MPa の結合強さを示し、いずれも熱サイクル 0 回と比べて危険率 1% で有意に結合強さが低下した。

デンティン部では、無処理が 0.3 ± 0.7 MPa、フッ酸+UDMA 処理が 14.7 ± 3.8 MPa の結合強さで、無処理の場合は熱サイクル 0 回に比べて危険率 1% で有意に結合強さが低下した。

熱サイクル 10,000 回後の破断面の破壊状態(表 3)は、エナメル部、デンティン部ともに無処理の試料はすべて界面剥離、フッ酸+UDMA 処理の試料はすべて凝集破壊であった。

4. エナメル部被着面の SEM 観察

エナメル部被着面の無処理、ジクロロメタン処理お

図 6 エナメル部の熱サイクル試験 10,000 回後の結合強さ (** $p < 0.01$)

図 7 デンティン部の熱サイクル試験 10,000 回後の結合強さ (** $p < 0.01$)

およびフッ酸処理の SEM 像を、それぞれ図 8~10 に示した。

無処理の被着面には、全面にわたって溝状の研磨痕が無数に認められた。ジクロロメタン処理およびフッ酸処理の被着面にも同様の研磨痕が観察されたが、表面の溶解や亀裂の形跡は認められず無処理と同様の SEM 像を示した。

図 8 エナメル部被着面の無処理の SEM 像

図 10 エナメル部被着面のフッ酸処理後の SEM 像

図 9 エナメル部被着面のジクロロメタン処理後の SEM 像

IV. 総括と考察

本研究は、義歯用硬質レジン歯の硬質レジン部分と義歯床用流し込み型レジンとの結合強さを検討する目的で、硬質レジン部分のエナメル部およびデンティン部と流し込み型レジンとの結合強さを測定し、さらに結合強さの向上を目的とした表面処理方法についても検討を行った。

表面無処理の試料では、流し込み型レジンに対する結合強さはエナメル部が 9.5 ± 4.0 MPa、デンティン部が 7.7 ± 1.9 MPa で、著者らがすでに報告¹⁰⁾した基底部での 27.7 ± 2.1 MPa よりは著しく低い結合強さであった。また、破断面の状態も、基底部は凝集破壊¹⁰⁾であったのに対して、エナメル部およびデンティン部はともに界面剥離による破断であった。このことから、硬質レジン歯では部位によって流し込み型レジンとの結合状態は大きく異なり、硬質レジン部と流し

込み型レジンの結合強さは、当初の予想どおり不十分であることが明らかになった。

そこで、この結合強さの向上を目的として、エナメル部を用いて各種の表面処理方法についての検討を行った。まず、接着助材を用いたジクロロメタン処理では、結合強さは無処理と比べて有意な差は認められず、破断面も無処理と同様ですべての試料が界面剥離であった。また、SEM 像でも、基底部では著しく溶解して多孔質化した像が明確に認められた^{9,10)}のに対して、エナメル部では処理前後で処理面の形態に変化はみられなかった。このジクロロメタン処理は、基底部の結合強さや結合耐久性の向上には有効であった^{9,10)}が、本研究の結果から硬質レジン部分に対しては表面処理効果が期待できないことが明らかとなった。

次に、本研究で用いた硬質レジン歯の硬質レジン部分はウレタン系のレジンと超微粒子フィラーで構成されている¹⁾ので、まずウレタン系のレジンに類似した組成の液状モノマーをボンディング材として用いることにより、床用レジンとの結合強さを向上させる処理方法に着目した。類似組成モノマーとしては、UDMA を含有する Rebaron LC 液¹⁷⁾を選択し、これを硬質レジン部分に塗布し光重合させる UDMA 処理について検討を行った。しかし、結合強さは無処理と有意な差は認められず、また破断面もほとんどの試料が界面剥離で、結合強さの向上はみられなかった。これは、加熱重合によって成型された硬質レジン部分は、非常に緻密な架橋構造を形成しており、残存二重結合量も少ないため、類似組成をもつモノマーを光重合させても硬質レジン部分との化学結合が形成されなかったためと考えられる。

そこで、硬質レジン部分のもうひとつの構成相であるフィラー部分に着目し、このフィラーを介して結合強さを向上させる処理方法を検討した。まず、研磨面に露出したフィラーに、シランカップリング剤を含有するクリアフィルポーセレンボンドを作用させるシランカップリング剤処理については、結合強さは無処理に比べて危険率5%で有意に高く、平均値で約1.3倍の結合強さの向上がみられ、破断面の状態もほとんどの試料に凝集破壊が認められた。このシランカップリング剤については、硬質レジン歯デンティン部に光重合型コンポジットレジンを添加する場合の表面処理材として用いた研究¹⁸⁾でも、結合強さの向上に有効であることが報告されている。本研究の結果やこの報告を考え合せると、シランカップリング剤処理を行うことによって、硬質レジン部分のマイクロフィラー表面のシラノール基とシランカップリング剤とが反応し、被着面全体が疎水化され、流し込み型レジンとの間に化学結合が形成された結果、結合強さが向上したものと考えられる。しかし、シランカップリング剤によって形成されたSi-O-Si結合は、口腔内の水分によって加水分解を起こすため、結合性は経時的に低下していくと報告¹⁹⁾されている。このため、硬質レジン歯と流し込み型レジンとの結合強さは、たとえ初期の結合強さが高い場合であっても、義歯の長期間の使用とともに化学的な結合が分解され、徐々に低下していくことが予想される。したがって、さらに大きな初期の結合強さが得られるような、他の処理方法についても検討を行う必要があると考えられる。

そこで次に、フィラー部分を溶解して表面を粗造化し結合強さを向上させる処理方法として、ポーセレンラミネートベニア修復法でポーセレンシェル内面の酸処理に使用されている、フッ酸ジェル (5% フッ化水素酸)²⁰⁾を用いたフッ酸処理方法について検討を行った。その結果、結合強さは無処理に比べて危険率1%で有意に高く、平均値で約1.5倍結合強さが高くなり、破断面の状態もほとんどの試料に凝集破壊が認められた。このフッ酸処理面は、硬質レジン部分の微粒子フィラーが溶解して表面が粗造になっているものと考えられるが、処理面のSEM観察からはこれを立証するような所見は得られず、無処理と比べて大差ない表面形状であった。これは、微粒子フィラーが0.1 μm 程度の大きさ²¹⁾であるためSEMによる直接観察は困難であったが、おそらく処理面はフィラーの溶解により多孔質となって粗造化し、被着面積が増大した

ことによって結合強さの向上につながったものと推察される。

そこで、フッ酸による処理効果をさらに向上させるために、フッ酸処理後にUDMA処理を施した場合について検討を行った。その結果、結合強さは $26.6 \pm 3.1 \text{ MPa}$ に向上し、無処理に比べて危険率1%で有意に高く、平均値で無処理の2.8倍の結合強さを示した。この結合強さは、硬質レジン歯基底部 (PMMA) と流し込み型レジンの結合強さの $27.7 \pm 2.1 \text{ MPa}$ ¹⁰⁾に匹敵する値であった。また、破断面もすべての試料が凝集破壊であった。このことから、単独では全く効果が認められなかったUDMA処理も、フッ酸処理と併用することにより結合強さが著しく向上することが明らかになった。この結合強さの向上は、フッ酸処理により粗造化した硬質レジン表面に、硬質レジンと類似した組成であり、さらに低粘度で流動性がよいRebaron LC液を塗布したことで、被着面とのヌレが向上し、その結果微細な粗造面にも液状モノマーが流れ込んでいったため、光重合によるモノマー硬化後は効果的に機械的維持が得られたことによると推測される。

以上のことから、エナメル部に対しては、今回行った各種の表面処理のうちシランカップリング剤処理、フッ酸処理そしてフッ酸+UDMA処理が、無処理より有意に結合強さの向上が認められた。この中でも、フッ酸+UDMA処理は、シランカップリング剤処理およびフッ酸処理と比較しても危険率1%で有意に高い結合強さを示し、表面処理効果が最も大きかったので、硬質レジン部分のデンティン部についても処理効果の検討を行った。その結果、デンティン部でも結合強さが $17.5 \pm 6.1 \text{ MPa}$ で無処理より危険率1%で有意に高くなり、平均値で無処理の約2.3倍結合強さが高くなった。また、破断面もエナメル部と同様にすべて凝集破壊であった。このことから、フッ酸+UDMA処理は、硬質レジン部分のエナメル部およびデンティン部のいずれに対しても結合強さの向上に有効であることが明らかになった。

そこでさらに、フッ酸+UDMA処理の結合耐久性を検討する目的で、熱サイクル試験10,000回後の結合強さを、熱サイクル試験を行っていない試料と比較した。その結果、エナメル部では、フッ酸+UDMA処理の結合強さは、熱サイクル試験後が $21.4 \pm 3.0 \text{ MPa}$ で熱サイクル試験によって有意に低下するものの、無処理の熱サイクル試験後の $3.2 \pm 1.3 \text{ MPa}$ に比

べると依然として高い結合強さを示した。また破断面もすべての試料が凝集破壊であった。デンティン部では、フッ酸+UDMA 処理の結合強さは、熱サイクル試験後が 14.7 ± 3.8 MPa で熱サイクル試験による有意な低下はみられず、また破断面もすべての試料が凝集破壊であり、熱サイクル試験後に 0.3 ± 0.7 MPa まで低下した無処理と比べると、結合耐久性に優れていることがうかがえる。このフッ酸+UDMA 処理方法は、エナメル部およびデンティン部に対して初期の結合強さが高く、さらに熱サイクル試験後の低下率も小さいことから、結合耐久性にもかなり優れた表面処理方法であると考えられる。

なお本研究で使用したフッ酸+UDMA 処理方法には5% フッ化水素酸を用いているが、今回使用したフッ酸ジェルは、最近まで陶材溶着冠のフッ酸処理時に用いられていた高濃度（約50%）のフッ酸と比べるとかなり低濃度（5%）であり、また使用時の操作性がよいジェル状であること、さらにポーセレンラミネートベニア修復法でポーセレンシェル内面の酸処理にも用いられている市販品なので入手も容易であることなどから、操作時の取り扱いを慎重に行い、さらに処理後の水洗を十分に行えば、通常の技工操作での使用は十分に可能であり、また術者および患者への安全性についても問題はないものと考えられる。

以上のことから、本研究の結果を総括すると、高密度に架橋された硬質レジン歯の硬質レジン部分に流し込み型レジンを経結合させることは容易ではなく、その結合強さは不十分であった。そして、この結合強さを向上させるにはフッ酸処理後にUDMA 処理を施す方法が有効であり、結合耐久性にも優れた処理方法であることが示唆された。

しかしながら、この処理方法は処理操作のステップ数が多く、またフッ酸をエッチング材として使用していることから、今後は操作の簡便化やフッ酸に代わるエッチング材の検索などについての検討も必要であると考えられる。

今回は硬質レジン歯の硬質レジン部分と義歯床用流し込み型レジンとの結合強さについて検討を行ったが、前述のように硬質レジン部分への流し込み型レジンとの結合性は低く、硬質レジン歯の基底面処理の重要性^{9,10)}を再認識する結果となった。したがって実際の義歯作製時には、硬質レジン歯は従来のアクリリックレジン歯以上に床用レジンとの結合性に対する配慮が必要であり、この点を踏まえて義歯の作製を行

えば、硬質レジン歯のもつ優れた特性を十分に発揮することが可能であろう。

最後に、従来のアクリリックレジン歯では、現在使用中の義歯を利用して咬合関係の改善をはかる場合に、咬合面部に即時重合レジンを追加して咬合治療を行ってきた。ところで、硬質レジン歯の普及に伴い、硬質レジン歯を使用した義歯においても、咬合関係の改善をはかるケースが多くなってくることが予測される。そこで、硬質レジン歯の使用にあたっては、咬合面部に添加する即時重合レジンとの結合強さについての検討も、今後の重要課題であると考えられる。

V. 結 論

義歯用硬質レジン歯の硬質レジン部分と義歯床用流し込み型レジンとの結合強さを検討する目的で、圧縮剪断接着試験法を用いて、硬質レジン歯のエナメル部およびデンティン部と流し込み型レジンとの結合強さを測定し、さらに結合強さの向上に有効な表面処理方法についても検討を行い、以下の知見を得た。

1. 硬質レジン歯の硬質レジン部と流し込み型レジンとの結合強さは、表面無処理ではエナメル部が 9.5 ± 4.0 MPa、デンティン部が 7.7 ± 1.9 MPa で、破断面はすべての試料が界面剝離であった。

2. 硬質レジン部分と流し込み型レジンとの結合強さの向上には、本研究で検討した5種類の表面処理方法のうち、フッ酸処理後にUDMA 処理を施す方法が有効であり、表面無処理の場合と比較してエナメル部は2.8倍、デンティン部は約2.3倍結合強さが向上し、また、破断面はエナメル部とデンティン部ともにすべての試料が凝集破壊であった。

3. フッ酸処理後にUDMA 処理を施す表面処理方法は、熱サイクル試験10,000回後に、エナメル部では結合強さが有意に低下するものの依然高い結合強さを示し、デンティン部は結合強さの低下は認められず、またエナメル部およびデンティン部のすべての試料が凝集破壊であった。

以上の結果から、義歯用硬質レジン歯硬質レジン部と流し込み型レジンとの結合強さは、通常の操作では不十分であり、結合強さを向上させるには、硬質レジン部表面にフッ酸処理後にUDMA 処理を施す表面処理方法が有効であることが示唆された。

最後に、本実験に対して Endura Anterio エナメル部の板状

試験体を提供していただいた(株)松風に感謝の意を表します。

なお、本論文の要旨は、第 90 回日本補綴歯科学会学術大会 (平成 5 年 10 月, 北九州) において発表した。

文 献

- 1) 長谷川二郎: 陶歯の耐久性に挑む硬質レジン歯—エンデュラアンテリオ, *Dental Diamond*, 12(3): 104~107, 1987.
- 2) 高橋好文, 長谷川二郎, 平沼謙二ほか: 試作硬質レジン人工歯の歯科理工学的性質について, *愛院大歯誌*, 28: 271~281, 1990.
- 3) 鈴木司郎, 酒匂充夫, 芝 燐彦: 硬質レジン人工歯の破折に関する研究, *補綴誌*, 32: 780~786, 1988.
- 4) Caswell, C.W. and Norling, B.K.: Comparative study of the bond strengths of three abrasion-resistant plastic denture teeth bonded to a cross-linked and a grafted, cross-linked denture base material, *J Prosthet Dent*, 55: 701~708, 1986.
- 5) Whitman, D.J., McKinney, J.E., Hinman, R.W. et al: In vitro wear rates of three types of commercial denture tooth materials, *J Prosthet Dent*, 57: 243~246, 1987.
- 6) 山内六男, 奥村清和, 堺 誠ほか: 硬質レジン歯と床用レジンとの結合力について, *補綴誌*, 32: 1275~1282, 1988.
- 7) Clancy, J.M.S. and Boyer, D.B.: Comparative bond strengths of light-cured, heat-cured, and autopolymerizing denture resins to denture teeth, *J Prosthet Dent*, 61: 457~462, 1989.
- 8) Clancy, J.M.S., Hawkins, L.F., Keller, J.C. et al: Bond strength and failure analysis of light-cured denture resins bonded to denture teeth, *J Prosthet Dent*, 65: 315~324, 1991.
- 9) 高橋 裕, 武内哲二, 西原浩平ほか: 義歯床用流し込み型レジンと硬質レジン歯の結合強さについて, *補綴誌*, 37: 543~551, 1993.
- 10) 高橋 裕, 川口 稔, 立井大介ほか: 義歯床用流し込み型レジンと硬質レジン歯の結合耐久性について, *補綴誌*, 37: 713~720, 1993.
- 11) 安井 栄, 野首孝祠, 北森喜美恵ほか: 注入型レジンと硬質レジン歯の接着強さについて, *補綴誌*, 37: 1272~1282, 1993.
- 12) 奥野善彦, 野首孝祠, 松代浩明ほか: 注入型レジンによる補綴の予後に関する臨床的研究, *補綴誌*, 16: 380~386, 1973.
- 13) 奥野善彦, 野首孝祠, 佐野敬一: 注入型レジンとレジン歯との接着に関する研究, *補綴誌*, 17: 445~453, 1974.
- 14) 堀部 隆, 宮崎光治, 松本洋一ほか: 義歯床用レジンに関する研究 第 3 報 射出成型型レジンと人工歯の結合強さ, *福岡歯大誌*, 9: 355~362, 1982.
- 15) 斉藤季夫: 硬質レジン歯 GC デュラデント (前歯), *Dental Diamond*, 15(186): 146~149, 1990.
- 16) 福島忠男, 井上勇介, 堀部 隆: 2-Methacryloxyethyl hydrogen maleate の合成と歯質への接着性, *歯材器*, 7: 675~679, 1988.
- 17) 川口 稔, 高橋 裕, 福島忠男ほか: 光重合型リライニング材からの溶出モノマーについて, *歯材器*, 12: 211~214, 1993.
- 18) 十河基文, 岡田政俊, 瀬谷直也ほか: 硬質レジン歯への光重合型コンポジットレジン添加時における効果的な表面処理について, *補綴誌*, 34: 1039~1043, 1990.
- 19) Söderholm, K.J., Zigan, M., Ragan, M. et al: Hydrolytic degradation of dental composites, *J Dent Res*, 63: 1248~1254, 1984.
- 20) 高橋英登, 朝田文郷: ポーセレン・ラミネートベニア修復法における接着操作, 柏田聡明, 真坂信夫編, *補綴臨床別冊 接着歯科の最前線*, 155~162, 医歯薬出版, 東京, 1991.