原 著 論 文

リテンションビーズと接着材の併用による レジン前装法の研究

舟木 和紀

Resin Veneering Procedure with the Use of Retention Beads Combined with Dental Adhesive

Kazunori Funaki

Abstract : Six types of resin-retentive devices with different inter-beads distance were prepared and tensile bond strengths between metal specimens and opaque resins were evaluated. Maximum bond strengths were achieved when the inter-beads distance was one half of the beads-diameter or when the inter-beads distance was equal to the diameter of the retentive bead particle.

The effect of a metal adhesive primer combined with mechanical retentive devices on bond strength between metal substructure and opaque resin was also evaluated. The potential of reduction of mechanical retentive devices using metal adhesive promoter was examined by means of tensile test and dyepenetration test. The results suggested that the retentive beads may be approximately 40% removed when a metal adhesive primer was applied to the metal substructure.

Key words : resin-veneered prosthesis, retention beads, light-cured opaque resin, adhesive metal primer, thermocycle

I. 緒 言

近年、審美的な要求の高まりに伴い金属色を減らし、歯冠色を多くした歯冠補綴物が好まれるようになってきた。歯冠色をした歯科材料としては古くからポーセレンとレジンが使用されてきたが、それぞれに一長一短があり、ケースに応じて使い分けてきているのが現状である。

つまり、ポーセレンを応用した歯冠補綴物の代表的なものに陶材焼付鑄造冠やキャストブルセラミックスクラウンがあるが、これらは製作するのに高価な設備、材料と高度の技術が必要であり、結果として高価なものになり、その恩恵を被ることができるのは、相応の経済的負担に耐えられる人に限られてしまう。

一方、レジン大量生産、低コストが身上のプラスチックであり、適用できる金属には制約がなく、健康保険材料として採用されており、今では患者のニーズに応じてその適用範囲も前歯部単冠にまで拡大されており、将来性のある前装材料である。

このレジンを使った前装冠を、ポーセレンを用いたそれに近づけるために、前装用レジンの改良とレジン

長崎大学歯学部歯科補綴学第一講座（主任：熱田 充教授）
Department of Fixed Prosthodontics, Nagasaki University
School of Dentistry (Chief: Prof. Mitsuru Atsuta)
平成5年10月4日受付

のメタルフレームへの結合方法の研究がなされてきた。その結果、前装用レジンはペースト状の前装用コンポジットレジンとなり、操作性や耐摩耗性などに飛躍的な改善がなされ¹⁻³⁾、永久的な前装材として耐えられるものになってきたが、メタルフレームへの結合は、機械的な維持⁴⁻⁸⁾に頼らざるを得ず、完全な結合には至っていない。実験室では微細なリテンションビーズを前装面全体につけることにより、かなり良好な結合を得ることができるが、臨床のケースでは、色調再現や支台歯形態の制約があり、ビーズのみに維持を頼ることができない。

幸い、歯科用貴金属合金に強固な接着力を示す接着材やメタルフレームの被着面を接着しやすくする表面改質法の研究⁹⁻²²⁾も進み、機械的維持と併用することによって良好な結合が得られる見通しが立ってきた。

本研究は、機械的維持方法の代表とされるリテンションビーズ法を再検討すると共に、最新の接着材²³⁾を導入して、臨床的に最適なレジン前装法を見い出すことを目的とする。まず、リテンションビーズによる維持力のメカニズムを知るためにビーズ間距離を変えた場合の維持力を検討し、次に、得られた最適のビーズ間距離を用いて、接着材がその削減にいかにか寄与できるかを検討した。

II. 実験材料と方法

1. リテンションビーズのビーズ間距離がオパークレジンの維持力に及ぼす影響

1) 実験材料

バインダーレジンとしては、臨床的な有用性を考慮して使用頻度の高いデンタカラー、ニューメタカラーL、セシードに付属している光重合型オパークレジンを用いた。これらの材料の略記号、製造番号、製造メーカーを表1に示した。メタルフレーム作製には金銀パラジウム合金（キャストウエル MC 12、ジーシー）を用いた。

表 1 実験に使用した光重合型オパークレジン

製品名	略記号	メーカー	Lot No.
デンタカラー (A-10)	DE	クルツァー	P : 931231525 L : 300693
ニューメタカラーL (LO-A 1)	ME	サンメディカル	P : 00201 L : 10601
セシード (DA 1)	CE	クラレ	11202

2) 試験片の作製

リテンションビーズはニッシン社製の可燃性プラスチックビーズを篩い分け、直径 200 μm 前後のものを使用した。図1にランダムに取り出したそれらのビーズを走査電子顕微鏡 (SEM) で観察したものを示した。

このリテンションビーズを規則的に配列させるために図2に示すジグを作製した。中央の 8×8 mm 四方の部分は、レーザー加工によって直径約 80 μm の穴を一定の間隔に開けてある。図3にレーザー加工によって穴を開けたジグの一例の SEM 像を示した。図3-a は真上からみた像を示すが、穴の直径は約 80

図 1 篩い分けによってサイズを等しくした直径 200 μm の可燃性リテンションビーズの SEM 像

図 2 リテンションビーズを規則的に配列させるために厚さ 1 mm のアルミナ製基板上にレーザー加工し作製したジグ (全体は直径 6 cm, 中央は一辺 8 mm)

図3 レーザー加工によって穴を開けたジグのSEM像の例
a: ジグを真上からみた像
b: ジグを斜め上からみた像

μm, 隣同志の穴の中心間距離は200 μmと規則的に穴が開いており, 図3-bの矢印に示すように穴は貫通している。

このジグの穴の上にビーズを並べると, ビーズ直径が約200 μmであるから, ビーズ間距離はビーズ直径の0倍, すなわち最密に詰まった状態にビーズが並んだことになる。このように隣同志の穴の中心間距離を, 200, 300, 400, 500, 600, 800 μmと変えることにより, この穴の上に並んだビーズのビーズ間距離は, ビーズ直径の0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3倍と並べることが可能になる。このように6種類のビーズ間距離で並べたビーズを粘着テープに写し取り, テープの裏面に瞬間接着材をつけて直径12 mm, 厚さ2 mmの亚克力円盤に接着させ, 通法に従い真空埋没後, 吸引加圧鑄造機(アルゴンキャスターDX, 松風)で鑄造²⁴⁾, 急冷後に10分間超音波洗浄し, 付着している埋没材を除去した。図4に鑄造したメタルフレームの一部のSEM像を示した。

このメタルフレームの表面に接着面積を規定するため, 直径6 mmの穴を開けたマスキングテープを貼り, 各オペークレジンに厚さが約200 μmになるように規制しながら2回に分けて塗布し, その都度, 光照射器(デンタカラーXS, クルツアー)で, 1回目は30秒, 2回目は90秒間光照射し重合させた。次に常温重合レジン(ユニファスト, ジーシー)を用いて直径8 mmの亚克力棒と固着し, 引張り試験片とした。なお, リテンションビーズのアンダーカットによるレジンの機械的維持力だけを知るために, 面を荒らすサンドブラスト処理は行わなかった。

3) 測定方法

完成した試験片は室温に1時間放置後, 37°Cの水

図4 リテンションビーズを規則的に並べ鑄造したメタルフレームのSEM像
a: ビーズ間距離0, b: ビーズ間距離0.5

図5 引張り試験方法

中に24時間保管し, 引張り試験に供した。測定にはオートグラフ(DCS-500, 島津製作所)を使用してクロスヘッドスピード1 mm/minの速度で引張り荷重を加え, 破断時の最大荷重から引張り接着強さを求めた。試験片の個数は各条件毎に10個とした。図5にその引張り試験方法のシェーマを示した。

2. リテンションビーズの削減がオペークレジン維持力に及ぼす影響

1) 実験材料

オペークレジンにはDEを用い, 金属は前述の金銀パラジウム合金を用いた。また金属接着性プライマーは, ジーシーメタルプライマー(以下MEPSと略記, ジーシー, Lot No. 170332)を使用した。

2) 試験片の作製

リテンションビーズのビーズ間距離は, ビーズ直径の0.5倍とし, ビーズの削減は, 臨床ではメタルフレームの唇面中央部ならびに歯頸部のビーズを省略することが多いので, 馬蹄型にビーズが並ぶようにジグ

の穴を開けた。また、ビーズの削減率はビーズの数によって調整するために 4 種類のジグを用いた。すなわち削減率 0% のジグはビーズの省略を全く行わないもので、中央の直径 6 mm の円内に 367 個の穴を開け、削減率 20, 40, 60% のジグは、それぞれ 295, 222, 148 個の穴を開けている。したがって、これらのジグの穴に並ぶビーズの個数は規定されるため、削減率は正確になる。そして前述と同様にしてメタルフレームを作製した (図 6)。なお、ビーズを全く付与していないものを削減率 100% とした。

これらのメタルフレームに平均粒径 50 μm のアルミナ粒子でサンドブラスト処理を行い、前述と同様に直径 6 mm の穴を開けたマスキングテープを貼り、DE を塗布後光重合で硬化させ、接着性レジン、スーパーボンド C & B (以下 SB と略記、サンメディカル) を用いて、直径 8 mm のステンレス棒と固着し試験片とした。

また同様に作製した 5 種類のメタルフレームに、サンドブラスト処理後、MEPS を一層塗布してから同様に試験片を作製した。なお、試験片は各条件毎に 10 個とした。

3) 測定方法

完成した試験片は室温に 1 時間放置後 37°C の水中に 24 時間保管した後、4°C と 60°C の水中に各 1 分間ずつ交互に浸漬する熱サイクルを 2 万回まで与えた。その後、0.5% 塩基性フクシン水溶液中に 24 時間浸漬し、前述と同様の方法で引張り試験に供した。色素の進入度は引張り試験後、ステンレス棒側に残ったオペーク上の着色を、デジタルプランイメーター (PLANIX 6, タマヤテクニクス) でその面積を測定し、被着面全体に対する色素の侵入度合をパーセント

で示した。

III. 結 果

1. リテンションビーズのビーズ間距離がオペークレジンの維持力に及ぼす影響

3 種類のオペークレジンのビーズ間距離における維持力への影響を図 7 に示した。DE, ME はともにビーズ間距離が、ビーズ直径の 0.5 倍に並べたときに最大の維持力を示し、0, 1.5, 2, 3 倍に配列したものと比べ有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。一方 CE ではビーズ間距離が、ビーズ直径の 1 倍に並べたとき最大の維持力を示し、0, 1.5, 2, 3 倍と比較して有意差を認めた ($p < 0.05$)。しかし 3 種類のオペークレジンとも、ビーズ間距離がビーズ直径の 0.5 倍と 1 倍においては有意差はなかった。また、最大の維持力を示したビーズ間距離 0.5, 1 倍において、被着体であるアクリル棒の一部が破折したのもあった。

引張り試験後の破断面を観察すると、各ビーズ間距離における破壊様式は、いずれのオペークレジンにおいても同じ様相を呈した。つまりビーズ間距離が 0, 0.5, 1 倍ではレジン内の凝集破壊と、リテンションビーズの球面に沿って生じた界面破壊からなる混合破壊を示した。またビーズ間距離が 1.5, 2, 3 倍と増えていくと、破壊様式は界面破壊が増え、凝集破壊はビーズの周辺部にしか起きなかった。

図 8 に各ビーズ間距離における引張り試験後の破断面のシェーマを示した。ビーズ間距離が 0 倍ではビーズが密に並んでいるためアンダーカットの再現性が悪く、ビーズの下 1/3 近くがメタルフレームと同じ金属で埋まっていた (図 8-a)。0.5 倍ではアンダーカットの再現性もよく、ビーズ間でレジンの凝集破壊をし

図 6 リテンションビーズを削減したメタルフレーム (全体は直径 12 mm, ビーズ付着部の直径 6 mm)
a : 削減率 0%, b : 削減率 20%
c : 削減率 40%, d : 削減率 60%
e : 削減率 100%

図 7 ビーズ間距離がオペークレジンの維持力に及ぼす影響

図 8 引張り試験後の破断面のシェーマ

図 9 リテンションビーズの削減率がオペークレジンの維持力に及ぼす影響 (プライマー処理なし)

図 10 リテンションビーズの削減率が辺縁封鎖性に及ぼす影響 (プライマー処理なし)

ていた部位は、ビーズの上縁ないし上半分のあたりで起きており (図 8-b), 1 倍でも似た所見を示していた。ビーズ間距離が 1.5, 2 倍では、凝集破壊はビーズの下方 1/3~1/4 あたりからメタルフレームに対し斜めに起こっており、それ以外の部位は界面破壊が生じメタルが露出していた (図 8-c, d)。

2. リテンションビーズの削減がオペークレジンの維持力に及ぼす影響

1) プライマー処理を行わなかった場合

リテンションビーズの削減率が引張り強さに及ぼす影響を図 9 に示した。リテンションビーズの削減による維持力の変化は、熱サイクルを与える前では、ビーズを 20, 40, 60% と削減すると、維持力はそれぞれ 23, 33, 62% 減とほぼ削減率に比例して低下し、各削減率において有意差が認められた ($p < 0.05$)。

熱サイクルを 2 万回与えると、削減率 0, 20% では 5~8% の若干の維持力の低下が認められたが、同じ削減率における熱サイクルの前後では有意差は認められなかった。しかしビーズを 40, 60, 100% 削減すると、維持力は 30~50% 近く低下し、熱サイクル前後において有意差を認めた ($p < 0.05$)。

引張り試験後の破断面は、リテンションビーズを付与している部位では、レジ内凝集破壊とビーズの球面に沿った界面破壊からなる混合破壊を示したが、ビーズを付与していない部位では界面破壊を示した。

図 10 に熱サイクル 2 万回後の色素侵入度の結果を示した。削減率 0% では色素の侵入はみられず、削減率 20, 40, 60% でそれぞれ 2.6, 5.6, 12% と削減率の増加に従い色素侵入度も漸増し、前述の維持力の結果を反映していた。また色素の侵入はリテンションビーズを付与している部位からはみられず、ビーズを

図 11 熱サイクル 2 万回後、色素侵入が認められた試験片の例（プライマー処理なし）
a：削減率 40%，b：削減率 60%

図 12 リテンションビーズの削減率がオペークレジン
の維持力に及ぼす影響（プライマー処理あり）

付与していない部位から起きていた（図 11）。

2) プライマー処理を行った場合

熱サイクルを与えずに引張り試験をすると、すべての試験片において被着体である SB で破壊され、接着界面での接着強さを求めることができなかったため、熱サイクル 2 万回後の引張り試験の結果のみを示す（図 12）。ただし削減率 0, 20, 40% の試験片では熱サイクルを与えてもまだ SB の被着体で破壊されているものもあり、真の接着強さは求められなかったが、その場合は実測値を接着強さで表した。

そこで熱サイクル 2 万回後の接着破壊様式の結果を表 2 に示した。プライマー処理を行わなかった場合、前述したようにどの削減率においても、ビーズありの部位では破壊様式 B が、ビーズなしの部位では A を示した。ところがプライマー処理を行った場合、全く異なった破壊様式を示した。すなわち、ビーズありの部位では削減率が増加するにつれ、破壊様式 B が増え C

表 2 接着破壊様式とその出現頻度（熱サイクル 2 万回）

ビーズの 削減率	プライマー 処理の有無	破断部位	
		ビーズあり	ビーズなし
0%	あり	B : 1*, C : 9	—
	なし	B : 10	—
20%	あり	B : 2, C : 8	B : 1, D : 9
	なし	B : 10	A : 10
40%	あり	B : 4, C : 6	B : 5, D : 5
	なし	B : 10	A : 10
60%	あり	B : 8, C : 2	B : 10
	なし	B : 10	A : 10
100%	あり	—	A : 4, B : 6
	なし	—	A : 10

A：オペークレジンとメタルの界面剥離

B：A + オペークレジンの凝集破壊

C：B + SB の被着体破壊

D：オペークレジンの凝集破壊 + SB の被着体破壊

*数字は試験片の個数

が減少した。一方、ビーズなしの部位では削減率が増加するにつれ、破壊様式 D がなくなり A と B が増加した。

色素の侵入は削減率 60% まで全く認められず、削減率 100% で約 3% 程度侵入が認められた。

IV. 考 察

1. リテンションビーズについて

今回使用したリテンションビーズは篩い分けによってサイズをほぼ等しくした。図 1 に示したように直径が約 200 μm の均一な粒径を持ち、きれいな球状を呈していた。このようにしてリテンションビーズの大きさのバラツキを少なくすることによって、アンダーカット部に抱え込むレジン量の不均一性をなくすることができ、ビーズ間距離による影響のみを検討することができる。

リテンションビーズの大きさに関しては、直径が 180 μm のビーズが最大の維持力を示したという報告がある⁸⁾。また、ビーズをワックスパターンに接着させる接着材の種類²⁵⁾や、オペークレジンの重合様式が加熱型か、光重合型かの違い²⁶⁾によって、維持力に差が生じたという報告がある。以上の報告を参考にし、本研究では従来のサイズの直径 200 μm のビーズを選択した。

この直径約 200 μm の微小なリテンションビーズを、正確にかつ一定の距離に等間隔に並べることがで

図 13 ビーズ型維持装置における引張り破壊様式

a : オペークレジン内の引張り破壊

b : オペークレジン内の剪断破壊

Nicholls ら²⁷⁾より引用

きるように特殊なジグを作製した。図3に示したようにジグの中央部にはレーザー加工によって直径約80 μm の穴が一定の間隔に開いており、またその穴は貫通している。そのためビーズをこのジグの穴に並べる際に、ジグの下を吸引しながらビーズを振りかけ、余剰のビーズはエアで軽く吹き飛ばしてやると規則的にビーズが並び、前述のように等間隔にビーズが並んだメタルフレームを作製することができた(図4)。

2. ビーズ間距離による維持力の影響

今回の実験結果から、DE、MEではビーズ間距離をビーズ直径の0.5倍に、CEでは1倍に並べたとき最大の維持力が得られた。

一般に機械的維持装置の維持力は、その持つアンダーカット量とアンダーカット部にはいつているレジンの強度、さらに維持部への応力集中の程度で決まるといわれている⁴⁾。今回の引張り試験におけるレジンとビーズ界面での破壊様式から次のことが考えられる。つまりビーズサイズは等しいことからアンダーカット量は無視でき、ビーズ型維持装置における破壊様式は大きく2つに分類することができる²⁷⁾(図13)。すなわち図13-aに示すようにビーズ間距離 S がだんだん短くなると、ビーズ間内のレジンの引張り強度は減少し、その結果破壊様式は引張り破壊が起こりやすくなる。逆に図13-bに示すように、ビーズ間距離 S が長くなると、レジンの引張り強度は増加し、剪断破壊が起こりやすくなる。そして維持力が最大となるビーズ間距離 S は応力集中のバランスのとれた距離、いかえれば破壊様式が引張り破壊様式から剪断破壊様式に変わる境界部位と推測され、これがDE、MEではビーズ直径の0.5倍、CEでは1倍であった

と考えられる。一方熱田ら⁴⁾は試作硬質レジン(TSR-1)を用いた場合、CEと同様にビーズ間距離がビーズ直径の1倍つまり1つ置きに並べたときが、最大の維持力が得られることを計算式より求めている。これらDE、MEとTSR-1、CEの最大の維持力を示したビーズ間距離の違いは、レジン自体の機械的強度によるものと思われる。すなわちTSR-1、CEはモノマーとして共に剛直なジフェニルプロパン鎖を持つBPDMAとBis GMAをそれぞれ60、38%添加しており^{28,29)}、重合体はかなり硬くなるのに対し、DE、MEは比較的弱くかつ光重合性の悪いMMAをそれぞれ68,33%含んでいる。したがってこれらバインダーレジンとしてのオペークレジンの機械的強さの違いが、応力様式に影響を与え、最高値を示すビーズ間距離に差を生じたと考えられる。

3. ビーズの削減が維持力に及ぼす影響

1) プライマー処理を行わなかった場合

ビーズの削減による維持力の変化は、熱サイクルを与える前では、削減率が増えるに従い、ほぼ削減率に比例して低下した。この結果からリテンションビーズによるアンダーカット量がレジンの維持力に直接影響していると考えられる。

一方、レジンにパナビアEXを用いてメタルフレームの表面にビーズを付与したものと付与していないものとで維持力を調べたところ、差がなかったことからビーズのアンダーカットは維持力に関与していないという報告がある³⁰⁾が、引張り試験後の破断面を観察すると、アンダーカット部の細部までレジンがはいっていないかったり、レジン内に気泡も存在していたとあるので、ビーズによるアンダーカットの維持力が十分に

発揮できなかった可能性も考えられる。

リテンションピースなどの機械的維持装置をメタルフレーム上に万遍なく付与することによって、その上から塗布したオパークレジンに網目状に広がる。これによりメタルフレームとレジンの熱膨張係数の差に起因するストレスが緩和され、熱サイクル負荷などの耐久性試験後もオパークレジンとメタルフレームの維持力の耐久性は良好であるといわれている^{4,30)}。本実験もそれを裏づける結果になっており、削減率が0, 20% の場合は熱サイクル前後で維持力はほとんど低下せず有意差は認められなかった。しかし、削減率が40% を越えると維持力は約30~50% 低下し有意差を認めた。これは色素侵入度からみてもわかるように、熱サイクルによってピースを付与していないレジナーメタル界面に水分が侵入したため、大幅に維持力が低下したと考えられる。

2) プライマー処理を行った場合

今回使用した金属接着性プライマーは接着性モノマーとしてチオリン酸系メタクリレートを含み非金属、貴金属の両方に接着するといわれている²³⁾。また従来からある金属の表面処理法と比較してこのプライマーは、メタルフレームに一層塗布するだけでよいので操作も簡単である。

ピース間距離による維持力の影響を調べる際、DE のとき最大の維持力を示したピース間距離0.5 倍において引張り試験を行った時、被着体であるアクリル棒の一部が破折したものがあったので、ピース削減による維持力の影響を調べる実験においては、アクリル棒の代わりにステンレス棒を用いた。プライマー処理を行わなかった場合は問題なかったが、プライマー処理を行うと熱サイクルを与える前では、すべての試験片においてSBの被着体破壊が起き、熱サイクル2万回後でも、ピース削減率0, 20, 40% の試験片ではSBの被着体破壊が生じるものがあり、プライマーを用いた場合、真の接着強さを測定するのは困難であった。

そこで、熱サイクル2万回後の被着破壊様式(表2)で比較することにしたが、それによると、まずピースありの部位では、削減率が40% までは破壊様式Cが半数以上を占め、削減率が40% を越えると破壊様式Bが増加した。一方ピースなしの部位では、削減率40% までは破壊様式Dが認められたが、40% を越えるとDはなくなりAならびにBが増加した。この破壊様式はA, B, C, Dの順に接着強度が増加すると思われ、削減率40% は削減率0% と似た破壊様式

図 14 リテンションピースを約40% 削減したメタルフレーム (1)

を示した。

以上の結果から削減率40% を境として、削減率がそれ以下であればピースの機械的維持力とプライマーの接着力の相乗効果があらわれることが示唆された。

一方、接着性オパークレジンを用いてリテンションピースの削減について検討した報告³¹⁾では、リテンションピースを50% 削減しても、接着性オパークレジンを用いれば維持力の低下を防止できると報告されている。本報告とは幾分異なる結果を示したが、リテンションピースの削減方法が同心円状であるのに比べ、今回はより臨床的な馬蹄型にした違いによると推察される。

4. 臨床への応用

今回の実験結果を臨床に応用しようとして、ピース間距離をピース直径の0.5, 1 倍に正確に並べることはほとんど不可能に近い。そこでリテンションピースを臨床で行う振りかけ法⁸⁾で並べ、前述と同じ方法でメタルフレームを作製しSEMで配列状態を観察した。なお、術者は1名で10個の試料を作製した。ピースの中心間距離は平均289 μm でほぼピース直径の0.5 倍に近い並びだった。このメタルフレームにDEを用いて前述と同様に引張り試験を行ったところ、ピース間距離1 倍に近い維持力を示した。したがって、従来の振りかけ法でも十分満足できる配列になっていると思われる。

図14にリテンションピースを約40% 程度削減したメタルフレームを示した。粘着材を前装面の隣接面と切縁寄りだけに塗布し、歯頸部ならびに唇面中央部は省略して、ピースを振りかけて作製した。このメタルフレームにMEPSを塗布し、DEを築盛して通法に従い歯冠色レジン(デンタカラー)を盛って仕上げ

図 15 装着された硬質レジン前装冠 (1)

た。唇面中央部のビーズを削除することにより色調に深みがだせ、歯頸部のビーズを省略することによりオーバーカントゥアも防げるなど色調再現性、ならびに歯周組織との関係が良好に保たれている (図 15)。

V. 結 論

リテンションビーズのビーズ間距離と削減および金属接着性プライマーの使用が、オペークレジンとメタルフレームの維持力に及ぼす影響を検討した結果、以下の結論を得た。

1. リテンションビーズのビーズ間距離を、ビーズ直径の 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3 倍の 6 種類において調べたところ、DE, ME は 0.5 倍、CE では 1 倍に並べたとき最大の維持力が得られた。

2. ビーズ間距離はビーズ直径の 0.5 倍で、ビーズの削減率を 0, 20, 40, 60, 100% の 5 種類において、維持力、辺縁封鎖性を調べた。その結果、プライマー処理を行わなかった場合、削減率が 20% 以下なら、熱サイクルを与えても維持力はあまり低下せず、辺縁封鎖性も良好であったが、削減率が 40% を越えると、維持力ならびに辺縁封鎖性とも低下した。

3. 金属接着性プライマーを併用すると、削減率 40% においても、プライマーの接着力の効果が表れ、削減率 0% と似た破壊様式を示した。

上記の結果から、硬質レジン前装冠のメタルフレームの歯頸部および唇面中央部のリテンションビーズを 40% 程度削減しても、金属接着性プライマーを併用すれば十分な維持力ならびに辺縁封鎖性が得られ、前装レジンを厚く築盛で色調再現性の上でも有効であることが明らかになった。

本論文の要旨は、平成 4 年度日本補綴歯科学会九州支部学術

講演会 (平成 4 年 8 月, 北九州市) ならびに平成 5 年度日本補綴歯科学会九州支部学術講演会 (平成 5 年 8 月, 福岡市) において発表した。

稿を終えるにあたり、本研究に際し終始ご懇篤なるご指導、ご校閲を賜りました長崎大学歯学部歯科補綴学第一講座熱田充教授に深甚なる感謝の意を表します。

また、日頃よりご助言ご協力をいただきました長崎大学歯学部歯科補綴学第一講座医局員各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 平澤 忠, 平野 進, 原嶋郁朗ほか: 歯冠用硬質レジンの機械的性質と寸法に関する性質, 歯理工誌, 20: 209~216, 1979.
- 2) 鈴木司朗: 有機質複合フィラーを用いた歯冠用硬質レジンの研究, 口病誌, 48: 261~276, 1981.
- 3) 熱田 充: レジン前装冠について, 歯界展望, 79: 1142~1146, 1992.
- 4) 熱田 充, 中林宣男, 菊池弥太郎ほか: 硬質レジン前装冠の維持装置について一切縁をメタルで被覆した前装冠の場合一, 補綴誌, 17: 373~380, 1974.
- 5) 長沢 享, 豊岡博夫, 津留宏道ほか: レジン前装冠の維持装置に関する実験的研究 第 1 報 ビーズ型維持装置について, 補綴誌, 18: 46~45, 1974.
- 6) 池守宏介, 長沢 享, 津留宏道: レジン前装冠の維持装置に関する実験的研究 第 2 報 ループ型維持装置について, 補綴誌, 18: 46~49, 1974.
- 7) 田中卓男, 熱田 充, 内山洋一: 硬質レジン前装冠の維持装置について, レジンで全部被覆した前装冠の場合一, 補綴誌, 20: 5~12, 1976.
- 8) 田中卓男, 熱田 充, 内山洋一: 硬質レジン前装冠の維持装置について一球形パウダー状維持装置と他の維持装置との維持力と辺縁封鎖性の比較一, 補綴誌, 20: 97~106, 1976.
- 9) 熱田 充, 樽見二郎, 内山洋一: 硬質レジン前装冠の維持方法についての試み一金パラジウム銀合金と即硬性レジンの接着一, 歯理工誌, 15: 200~204, 1974.
- 10) 田中卓男, 永田勝久, 竹山守男ほか: 歯科用合金に接着するオペークレジンの研究, 歯理工誌, 21: 95~102, 1980.
- 11) 熱田 充, 田中卓男: 接着性オペークレジンをを用いた硬質レジン前装冠の破折強度, 補綴誌, 28: 781~787, 1984.
- 12) 熱田 充, 黒岩 学: 接着性オペークレジン応用の硬質レジン前装冠の製作法と臨床経過, 補綴誌, 28: 816~824, 1984.
- 13) 山下 敦, 近藤康弘, 藤田元英: 歯科接着性レジン・パナビア EX の歯科用合金に対する接着強さ その 2. 貴金属合金との接着について, 補綴誌, 28: 1023~1033, 1984.

- 14) Musil, R. and Tiller, H.J.: Die molekular ekopplung kunststoff-verblendung an die legierungsoberfläche, Dental labor, 32: 1155~1161, 1984.
- 15) 森 栄, 河村訓陸, 岩井正彦ほか: シリコーター法による金属とレジン接着強さの評価, 愛院大歯誌, 25: 170~175, 1987.
- 16) 小島克則, 門磨義則, 今井庸二: トリアジンジチオン誘導体モノマーを利用した貴金属の接着, 歯材器, 6: 702~707, 1987.
- 17) 田中卓男, 平野正美, 松村英雄ほか: 金属酸化物をコーティングする接着用表面処理法の研究 第1報 貴金属合金に対するCuターゲットの効果について, 補綴誌, 32: 181~188, 1988.
- 18) 田中卓男, 平野正美, 松村英雄ほか: 金属酸化物をコーティングする接着用表面処理法の研究 第2報 金銀パラジウム合金に対するSnおよびCu-Snターゲットの効果について, 補綴誌, 33: 621~625, 1989.
- 19) Ohno, H.: A new conversion method of metal surface for resin bonding—conversion effects for pure metals in dental precious metal alloys—, Dentistry in Japan, 27: 101~108, 1990.
- 20) 鳥山尚代, 若林 元, 加藤丈晴ほか: 貴金属接着プライマーを用いた金属被着面処理法, 歯材器, 10: 739~747, 1991.
- 21) Atsuta, M., Matsumura, H. and Tanaka, T.: Bonding fixed prosthodontic composite resin and precious metal alloys with the use of a vinyl-thiol primer and an adhesive opaque resin, J Prosthet Dent, 67: 296~300, 1992.
- 22) Yoshida, K., Taira, Y., Atsuta, M. et al: Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals, J Prosthet Dent, 69: 357~362, 1993.
- 23) 今井庸二: 金属表面の新しい処理法, 補綴臨床/別冊, 265~267, 医歯薬出版, 東京, 1991.
- 24) 福井淳一, 下江宰司, 永野清司: リテンションピースの脱落を防止し確実に再現する鑄造法, 歯科技工, 20: 603~609, 1992.
- 25) 田中卓男, 前山秀樹, 平野正美ほか: マイクロパウダーを使用するレジン維持システムの研究, 第1報: 感圧型接着剤の応用, 補綴誌, 34: 285~293, 1990.
- 26) 三宅宗次, 鈴木 寛, 西田彰宏ほか: 可視光線重合型レジンの維持接合強度について, 日歯技工誌, 7: 48~51, 1986.
- 27) Nicholls, J.I. and Shue, S.L.: Effect of bead spacing on the tensile bond strength of resin veneers to cast alloys, Quintessence Dent Technol, 10: 511~515, 1986.
- 28) Atsuta, M., Nakabayashi, N. and Masuhara, E.: Hard methacrylic polymers II. copolymers of methacrylate and 2,2-di(4-methacryoxyphenyl) propane, J Biomed Mater Res, 5: 183~195, 1971.
- 29) 吉田圭一, 松村英雄, 田中卓男ほか: 光重合型オペークレジンの物理的性質に関する研究 (第1報) モノマー組成の検討について, 歯材器, 9: 583~590, 1990.
- 30) 加藤丈晴, 酒井秀之, 野村尚代ほか: 金属被着面にマイクロピースを付与した接着技法 その1. 基礎的検討, 補綴誌, 33: 1398~1407, 1989.
- 31) 川原光正, 吉田圭一, 熱田 充: 接着性オペークレジンによるリテンションピースの削減について, 補綴誌, 32: 618~623, 1988.