原 著 論 文

装着材の違いが全部被覆冠の適合精度 ならびに維持力に及ぼす影響

—従来型歯科用セメントと接着性レジンの比較—

赤瀬 公計 矢谷 博文 近藤 康弘 山下 敦

Influence of Luting Materials on Marginal Fitness and Tensile Strength of Full Veneer Crowns

— Comparison between conventional dental cements
and adhesive luting resins —

Kimikazu Akase, Hirofumi Yatani, Yasuhiro Kondo and Atsushi Yamashita

Abstract : The ability of luting materials to minimize the marginal opening during the cementing process is an important factor in preventing recurrent caries and gingival inflammatory response. The newly developed adhesive resins may have the possibility to achieve better retention and to minimize the microleakage at the tooth/restoration interface since they have the ability to adhere both dental alloy and tooth structure.

The purpose of this study is to compare the marginal fit and tensile strength of full veneer crowns cemented by two adhesive resins—Panavia EX and Super-Bond C&B—with those cemented by three usual luting materials—zinc phosphate cement, polycarboxylate cement, and glass-ionomer cement—.

The results were summarized as follows.

1. Panavia EX provided the most excellent marginal fit, whereas Super bond C&B the worst.
2. There was no significant difference in marginal fit between the shoulder and the chamfer configuration in every luting material examined.
3. The tensile strength of full veneer crowns cemented by the two resins was approximately 4~5 times as large as that cemented by other three luting materials.
4. The results show that Panavia EX was superior to other four materials in that it had the highest tensile strength and the least marginal opening at the crown/abutment interface.

Key words : dental cement, adhesive luting resin, full veneer crown, marginal fitness, tensile strength

I. 緒 言

歯冠補綴物の適合性および維持力は、その予後を大きく左右する因子として、従来から多くの検討が加えられてきた¹⁻⁸⁾。現在では間接法に必要な優れた歯科材料の開発ならびに鑄造技術の進歩により鑄造冠の適合精度は著しく向上した⁹⁻¹³⁾。しかし、鑄造冠試適時にセメントの被膜厚さに匹敵する良好な適合状態が得られていても、セメント合着時にしばしば鑄造冠の浮き上がりや傾斜が生じることが報告されている^{1,2,4,6,7)}。その結果、咬合調整に長時間を要したり、あるいは過高部の見落としによって咬合干渉を生じ、顎機能異常を招来する可能性も指摘されている¹⁴⁾。また、従来の合着用セメントはほとんど歯質と接着せず、辺縁封鎖性も十分でないため、合着時に鑄造冠の浮き上がりによって露出した冠辺縁部のセメントにはブランクが付着しやすく、二次カリエスや歯周疾患を惹起したり、辺縁漏洩により維持力が低下して鑄造冠が脱離することもあった¹⁵⁾。

一方、近年開発された歯科接着性レジンとは、歯質ならびに歯科用合金に対して高い接着性を有し、唾液溶解性が低く、辺縁封鎖性にも優れていることが報告されている¹⁶⁻¹⁹⁾。したがって、接着性レジンを用いて全部鑄造冠を装着すれば、前述した従来型セメントによる合着によって惹起される種々の問題が改善されることが期待される²⁰⁾。

そこで、著者らはクラウン・ブリッジの辺縁に起因する種々のトラブルを改善し、維持力を増強することを目的として、接着性レジン装着材として用いた場合の全部鑄造冠の適合精度および維持力について検討することにした。

本実験は辺縁形態がショルダーおよびシャンフアーの2つのタイプのステンレス製支台歯に、これに適合させて作製したステンレス製の全部被覆冠を接着性レジンを用いて装着した場合の適合精度と維持力を、リン酸亜鉛セメント、カルボキシレートセメント、ガラスアイオノマーセメントを用いて装着した場合と比較検討したものである。

II. 実験材料

本実験で使用した従来型歯科用セメント（以下合着材と呼ぶ²¹⁾）は、リン酸亜鉛セメント (Elite cement 100, GC 社製, Batch No. L : 211241, P : 050741), カルボキシレートセメント (HY-bond carbo cement, 松風社製, Batch No. 0186), グラスアイオノマーセメント, (Fuji ionomer cement type I, GC 社製, Batch No. 301151) の3種である。

また、接着性レジンとは 4-META 含有 MMA 系レジン (Super-Bond C&B, サンメディカル社製, Batch No. 60101) およびリン酸エステル系コンポジットレジン (Panavia EX, クラレ社製, Batch No. 73118) の2種を用いた (表1)。

III. 実験方法

1. 金属支台および全部被覆冠の作製

実験に使用した支台および全部被覆冠はまず、吉田ら¹⁾、塩沢⁶⁾の用いた金型を参考にして、SUS 304 ステンレス製の金属支台を旋盤加工法で作製した。支台の外形は、大臼歯を想定して、歯頸部直径 8.6 mm, 高さ 6 mm, 軸面傾斜度は歯軸に対して 5° とし、1 mm 幅のショルダー

表 1 各種装着材料

	装着材料	製 品 名	
Cement	Zinc Phosphate Cement	Elite Cement 100 (GC)	Batch L : 211241 P : 050741
	Polycarbonylate Cement	HY-bond Carbo Cement (Shofu)	Batch 0186
	Glass-ionomer Cement	Fuji Ionomer Cement Type I (GC)	Batch 301151
Adhesive	MMA-4-META-TBB-O Resin	Super-Bond C & B (Sun Medical)	Batch 60101
	Phosphoric Ester Resin	Panavia EX (Kuraray)	Batch 73118

ーおよびシャンファアの辺縁形態をもつ 2 種の支台を作製した。つぎにこの金属支台の寸法に合致した全部被覆冠を旋盤加工法で作製した (図 1, 2)。旋盤加工法では均一な適合精度の模擬模型を作製することは困難なため、粒子径 $5\mu\text{m}$ の研磨用アルミナペーストを全部被覆冠内に充満し、金属支台に圧接して手動により金属支台と全部鑄造冠のすり合わせを行った。さらに、読取顕微鏡 (ピカ精工社製 PRM-2 XYZ) で検査して冠辺縁と金属支台辺縁との間隙量が全周約 $10\mu\text{m}$ の適合精度となった時点で粒子径 $1.3\mu\text{m}$ のペーストで再度すり合わせを行った。すり合わせの終了した模擬模型は再度読取り顕微鏡で検査し (図 3)、冠辺縁の間隙量が全周 $10\mu\text{m}$ のものを選んで試料とし、それ以上の間隙量を示すものは実験から除外した。

適合状態の確認を行った金属支台および全部被覆冠は中性洗剤で 30 分間超音波洗浄後、蒸留水で 5 分間超音波洗浄し、圧搾空気で乾燥した。

2. 合着操作

合着材および接着性レジンとも温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $50\pm 2\%$ の恒温恒湿室内で表 2 に示す粉液比、練和法、練和時間で練和した。練和後、全部被覆冠内面に気泡を迷入しないよう薄く一様に塗布し、練和終了後から 30

秒以内に金属支台に装着し、定荷重型圧縮試験機 (セイキ社製 A-001) を用いて 15kg の荷重を加え、各材料の初期硬化が終了するまで (5~10 分間) 圧接保持した。また、試料に対して垂直荷重がかかるようステンレス製の試料固定台を作製し、全部被覆冠の傾斜を防止した。

3. 適合精度の測定

適合精度の測定は、セメントを介在させないで金属支台に全部被覆冠を適合させた状態で試料に定荷重型圧縮

図 2 金属支台および全部被覆冠の寸法

図 1 金属支台および全部被覆冠の実物写真
左: Shoulder Type 右: Chamfer Type

図 3 PRM-2 XYZ 読取顕微鏡による冠辺縁の間隙量の測定

表 2 練和方法

	粉 液 比 (g/g)	練和方法	練和時間 (秒)	硬化時間 (分)
Elite Cement 100	0.5m/1.45	JIS 規格	60	7
HY-bond Carbo Cement	1.0/2.2	一括練和	30	7
Fuji Ionomer Cement Type I	1.0/1.4	一括練和	40	5.5
Super-Bond C & B	4 drop/0.07	一括練和	5	15
Panavia EX	1.0/3.2	一括練和	60	5

図 4 装着材料別にみた全部被覆冠の浮き上がり量

試験機により 15 kg の荷重を負荷し、この時のダイヤルゲージ（三豊製作所製）の目盛りを基準点とし、これと各種セメント材料を介在し、試料を 15 kg の荷重下で初期硬化するまで圧接保持した後の目盛りとの差を全部被覆冠の浮き上がりとした。

試料数は各セメント材料とも 5 個とした。

4. 維持力の測定

維持力の測定は、装着の終わった各試料を 37°C 温水中に 24 時間浸漬後、オートグラフ（島津製作所製 DCS-2000）を用いてクロスヘッドスピード 2 mm/min で長軸方向へ引張り、クラウン離脱時の荷重量を維持力として求めた。

試料数は各セメント材料とも 5 個とした。

IV. 実験結果

1. 全部被覆冠装着時の適合精度

1) ショルダータイプの辺縁形態の場合

装着材では Elite cement 100 が平均 $103.6 \pm 4.7 \mu\text{m}$ 、HY-bond carbo cement が平均 $123.3 \pm 25.7 \mu\text{m}$ 、Fuji ionomer cement type I が平均 $159.8 \pm 28.3 \mu\text{m}$ の適合精度を示したが、接着性レジン Super-Bond C & B は平均 $210.3 \pm 54.0 \mu\text{m}$ と、最も悪い適合精度を示した。

これに対し、Panavia EX は平均 $55.7 \pm 24.0 \mu\text{m}$ と最も良好な適合精度を示した（図 4）。

2) シャンファータイプの辺縁形態の場合

辺縁形態がショルダーの場合とほとんど同様の傾向を示し、装着材の Elite Cement 100 が平均 $108.9 \pm 32.6 \mu\text{m}$ 、HY-bond carbo cement が平均 $134.5 \pm 23.6 \mu\text{m}$ 、Fuji ionomer cement type I が平均 $153.3 \pm 28.4 \mu\text{m}$ で、接着性レジンの Super-Bond C&B は辺縁形態がショルダーの場合と同様に平均 $178.2 \pm 19.7 \mu\text{m}$ と最も悪い適合精度を示した。また、Panavia EX は平均 $63.4 \pm 27.6 \mu\text{m}$ と最も良好な適合精度を示した（図 4）。

3) 辺縁形態の違いによる適合精度の差

各セメント材料ごとに student の t 検定を行った結果、ショルダータイプ、シャンファータイプの 2 種の支台辺縁形態の適合精度には有意差を認めなかった。

2. 全部被覆冠の維持力

1) ショルダータイプの辺縁形態の場合

装着材では Elite cement 100 が平均 $70.6 \pm 11.5 \text{ kg}$ 、HY-bond carbo cement が平均 $199.3 \pm 33.1 \text{ kg}$ 、Fuji ionomer cement type I が平均 $114.1 \pm 61.6 \text{ kg}$ を示したのに対し、接着性レジン Super-Bond C&B が平均 $607.0 \pm 60.8 \text{ kg}$ 、Panavia EX が平均 $599.3 \pm 31.3 \text{ kg}$ と高い維持力を示した（図 5）。

図 5 装着材料別にみた全部被覆冠の維持力

破断面は合着材の Elite cement 100, Fuji ionomer cement type I では支台歯側における金属界面破壊を示したのに対し、合着材の HY-bond carbo cement, 接着材の Super-Bond C&B, Panavia EX では金属界面破壊と装着材の凝集破壊の混在した混合破壊を示した。

2) シャンファータイプの辺縁形態の場合

辺縁形態がショルダーの場合とほぼ同様の傾向を示し、Super-Bond C&B が平均 618.7 ± 13.3 kg, Panavia EX が平均 597.3 ± 31.6 kg と合着材に比べ高い維持力を示した (図 5)。

破断面はショルダータイプと同様に Elite cement 100, Fuji ionomer cement type I が界面破壊, HY-bond carbo cement, Super-Bond C&B, Panavia EX が一部凝集破壊の混合破壊であった。

3) 辺縁形態の違いによる維持力の差

各セメント材料ごとに student の t 検定を行った結果、ショルダータイプとシャンファータイプの 2 種の支台辺縁形態の維持力には有意差を認めなかった。

V. 考 察

1. 実験方法について

装着時の冠の適合精度に影響する因子として、① 装着

材料の種類、② 粉液比と練和時間、③ 練和終了後から装着までの時間、④ 装着材料の量、⑤ 装着時の圧力、⑥ 室内の温度、湿度、⑦ 冠の適合度、⑧ 支台歯辺縁形態等が考えられる^{4,6,8,21,22)}が、本実験では ②～⑦ の条件は一定として検討項目から除外し、① 装着材料の種類および⑧支台歯辺縁形態による影響について検討した。

なお、④ 装着材料の量については、セメント量を 2 倍にすると歯頸部の浮き上がり量は有意に増加するとの報告⁴⁾があるため、つぎのような予備実験を行った。すなわち、練和した装着材料を全部被覆冠の歯頸部まで一杯に満たした場合と、内面全体に薄く一様に塗布した場合における浮き上がり量を比較した結果、両者の間に有意差を認めなかった。そこで、今回はこの予備実験の結果に基づいて余剰材料が少なく、試料の清掃と測定に支障の少ない、内面に一層装着材料を塗布する方法で実験を行った。

全部被覆冠を金属支台に圧接する時の荷重量は、臨床的に手指で鑄造冠を支台歯に強く圧接すると約 15 kg の荷重がかかるという報告^{4,23)}を参考に決定した。

また、冠の適合精度を検討するためには、全部被覆冠装着時に冠の傾斜が起こってはならない。本実験ではステンレス製の試料固定台を作製し、荷重時に金属試料に対し常に垂直方向の荷重がかかるようにして装着時の冠の傾斜を防止した。

2. 全部被覆冠装着時の適合精度について

1) 装着材料の種類による違いについて

冠の浮き上がり量は Panavia EX が最も少なく、以下、Elite cement 100, HY-bond carbo cement, Fuji ionomer cement type I, Super-Bond C&B, の順となった。

この中で従来型の合着材である Elite cement 100, HY-bond carbo cement, Fuji ionomer cement type I で装着した全部被覆冠の浮き上がり量は、約 100~150 μm と Panavia EX の場合の約 2~3 倍の大きな値を示した。これらの合着材はいずれも練和直後から経時的に粘稠度が増すため、鑄造冠の合着時のように封じ込まれたセメントが冠辺縁から溢出しなければならぬ状況下では、歯頸部の狭い間隙からの溢出には大きな抵抗がかかって、セメント泥が冠内面に封じ込まれ^{4,6)}、その結果として大きな浮き上がりを生じたものと考えられる。

また、このうち HY-bond carbo cement と Fuji ionomer cement type I は液中に高分子化合物を含んでおり、この高分子化合物の存在によって生じる粘弾性がセメントの溢出を妨げる要因の1つとなり、Elite cement 100 よりも浮き上がり量が大きくなったものと推察できる。

一方、2種の接着性レジンでは適合精度に関しては対称的な結果を示した。すなわち、Super-Bond C&B で装着した全部被覆冠の浮き上がり量は Panavia EX の場合の約 3~4 倍で、3種の合着材をも上回る結果となった。

4-META 系接着材は粉末が PMMA で、モノマーの重合が粉末内で生じるため、空気(酸素)の重合阻害作用をあまり受けない。さらに、その粒子径が 1 μm と小さいものの不定形で、液中の MMA モノマーが粉末内に早期に膨潤する。したがって、練和後の操作時間を 30 秒以内と限定したにもかかわらず、重合反応の進行を上回って稠度の増加が早期に生じ^{24~27)}、操作性の面から最も大きい浮き上がり量を示したものと推察できる。

これに対し、Panavia EX は液成分が二官能性モノマーにリン酸エステル系の接着性モノマーを溶解したもので、粉末成分は無機フィラーに重合開始剤を添加したものであり、成分中にポリマーがないため練和しても膨潤が起こらない。さらに空気中の酸素に接しているペースト表面は、酸素の重合阻害作用で硬化が著しく遅延するという嫌気性重合特性を有している。このため冠装着時に安定して適切なフローを得やすく^{27~30)}、最も少ない浮き上がり量を示したものと推察できる。

今回の実験では冠装着時の適合精度に影響を及ぼす支

台歯形態や冠の適合性、装着時の荷重の大きさや方向は一定としたので、メーカー指示の標準粉液比におけるセメントの稠度の差が適合精度の良否として現れたものと思われる。

2) 金属支台の辺縁形態の種類による違いについて

塩沢⁶⁾は、金型のショルダータイプとショルダーレスタイプの支台歯において、セメント合着時の鑄造冠を比較し、ショルダータイプはショルダーレスタイプより浮き上がり量は大きく、辺縁形態は合着時の鑄造冠の偏位を左右する要因の1つであると報告している。しかし、本実験ではシャンファータップタイプとショルダータイプにおける適合精度の間には特に有意の差はみられなかった。

今回の実験結果が塩沢の報告と異なったのは、本実験のシャンファータップタイプの辺縁形態がショルダーに近いディープシャンファードであったため、装着時のセメント泥の流出抵抗が同程度となり、その結果としてショルダータイプとシャンファードタイプの間に浮き上がり量の違いがなく、適合精度に差が現れなかったものと思われる。

従来より、適合の良好な鑄造冠はセメント合着による浮き上がり量が大きくなるという報告^{4,16,31)}がある。また、浮き上がり防止するため、セメントの稠度を低くしても歯頸部の浮き上がりは避けられないといわれてきた⁴⁾。そこで、鑄造冠にセメントの流出孔を設けたり^{32~35)}、relief space を与える^{1,2,36,37)}ことによって、鑄造冠のセメント合着時の適合精度を高める工夫がなされてきた。しかし、前者の操作は煩雑で臨床応用には難点がある。また、後者は冠歯頸部分の適合精度は向上するが、肥厚な合着層は冠の維持力を減少させる。もし、被膜厚さが薄くて粘稠度が低く、硬化後の物理化学的強度が十分にある装着材料があれば、冠および支台模型に特別な操作を加えることなく装着時の冠の浮き上がりを防止できる⁶⁾。また、冠辺縁形態についても、その差異による影響を最小にできるものと思われる。

今回実験に使用した装着材料の中では、Panavia EX がコンポジットレジンであるため硬化後の機械的強度はきわめて高く、しかも浮き上がり量が最も小さかったことから、先に述べた諸条件を最も満たした装着材料であるといえる。他方の接着性レジン Super-Bond C&B は、室温に近い 23°C 前後では練和開始後短時間で稠度が増加することから、多数歯に及ぶ装着操作はやや困難であるといえる。したがって、本材料を用いる際にはレジンおよび付属のダッペンディッシュを 16~18°C に冷却し、操作時間を延長させて用いる³⁸⁾といった配慮が必要であると考えられる。

3. 維持力について

歯科用セメントの被着体に対する維持力は、被着体の粗面による摩擦抵抗的な嵌合抗力およびセメントの被着体との接着力から成立っている。

従来型の合着材が接着性レジンと比較して低い維持力を示したのは、維持力のほとんどを被着体の粗面によるすべり抵抗、すなわち嵌合抗力に依存しているためと思われる^{40~43)}。このうち、カルボキシレートセメントは活性のある卑金属とは二次的結合をするという報告があり^{41, 43~45)}、今回の実験においても破断時に一時凝集破壊を示す試料が認められ、他の2種の合着用セメントに比較して大きな維持力を示した。

一方、接着性レジンの Super-Bond C&B および Panavia EX は 500~600 kg と従来型の合着用セメントに比べ、4~5 倍の高い維持力を示した。本実験で用いた支台および全部被覆冠はともに SUS 304 ステンレス鋼で、接着性レジンのステンレス鋼に対する引張り接着強度が、400 kg/cm² 以上と高い²⁹⁾ことに接着材と合着材の維持力の差が著しくなった一因があるように思われる。

最近になって、全部被覆冠の維持力測定に天然抜去歯が支台歯として用いられるようになってきた^{46, 47)}。しかし、新規接着性レジンの接着力は被着面性状に大きく影響を受けるため、天然歯を支台歯として用いた場合、被着面がエナメル質であるか、象牙質であるかといった条件によって維持力が大きく異なると考えられる。本実験において金属支台を選択せざるを得なかった理由もそこにあり、得られた結果がただちに臨床に結びつくものではない。しかしながら、従来から多くの研究者により行われてきた従来型セメントと、接着性レジンの接着強さの検討結果は本実験と矛盾するものではない。すなわち、接着性レジンエッチングされたエナメル質に対して 100 kg/cm² 以上、象牙質に対しても 50 kg/cm² 以上の引張り接着強さを有している^{19, 24, 26, 28)}のに対して、従来型セメントの中では歯質に対して優れた接着強さを有しているカルボキシレートセメント、あるいはグラスアイオノマーセメントであってもわずか 20~30 kg/cm² であると報告されている^{48~50)}。したがって従来の合着用セメントと接着性レジンの歯質、特にエナメル質に対する接着力には明白な差があると考えるのが妥当であり、臨床の場においても接着性レジン、従来の合着用セメントと比較して全部鑄造冠に対してより高い維持力を発現するものと思われる。

VI. 結 論

1. 3種の合着材ならびに2種の接着性レジンを用いて、模擬全部被覆冠装着時の適合精度を比較したところ、Panavia EX が最も良好な適合精度を示し、Elite cement 100, HY-bond carbo cement, Fuji ionomer cement type I がこれに続き、Super-Bond C&B が最も悪かった。

2. ショルダータイプとシャンファータイプの、支台歯辺縁形態の適合精度の間には有意差を認めなかった。

3. 模擬全部被覆冠装着時の維持力は、従来型の合着材が 70~200 kg と低いのにに対し、接着性レジンが約 600 kg とその約 4~5 倍の値を示した。

4. 以上の結果より、全部被覆冠の装着に Panavia EX を用いれば、従来の合着材より高い適合精度ならびに維持力が得られることが示唆された。

本研究の要旨は第75回日本補綴歯科学会学術大会(昭和61年6月)および第4回接着歯学研究学会(昭和61年6月)において発表した。

文 献

- 1) 吉田恵夫, 佐藤 弘, 鹿沼晶夫, 田端恒雄: セメント合着による鑄造冠の浮き上がりについて, 補綴誌, 4: 157~161, 1960.
- 2) 井手喜美子, 総山孝雄: セメント合着による全部鑄造冠の浮き上がりを防止する一法について, 日歯保誌, 4: 118~126, 1961.
- 3) 井田一夫, 森脇 豊, 山賀礼一: 歯科用セメントとの接着性に関する研究, 第4報, 歯材器誌, 30: 41~51, 1973.
- 4) 中西哲生: 鑄造冠における再現性とセメント合着後の適合性に関する研究, 歯科学報, 75: 1797~1817, 1975.
- 5) 井田一夫, 森脇 豊, 山賀礼一, 平田棟一: セメントによる保持力について, 歯材器誌, 32: 32~40, 1975.
- 6) 塩沢育己: セメント合着による全部鑄造冠の三次元的変位に関する研究, 補綴誌, 23: 86~102, 1979.
- 7) 木村幸平, 志村俊晴, 小野寺勉, 吉田恵夫: グラスアイオノマーセメント合着による鑄造冠の浮き上がりについて, 補綴誌, 25: 304~310, 1981.
- 8) 青木潤一: 全部鑄造冠の支台歯形態と保持力に関する実験的研究, 補綴誌, 25: 695~714, 1981.
- 9) 吉田恵夫: 歯科鑄造法の実用的精度について, 補綴誌, 2: 55~82, 1958.
- 10) 石原寿郎: 鑄造冠, 91, 而至化学, 東京, 1959.

- 11) 住井俊夫：精度の高い鑄造体を作るにあたって，歯科学報，74：1952～1959，1974.
- 12) 木村幸平：間接法における鑄造冠外形の寸法精度に関する研究—各種間接法作業模型の寸法精度について—，補綴誌，19：545～569，1976.
- 13) 野口八九重：鑄造精度に関する基本的操作，最近の歯科技術，84～104，医歯薬出版，東京，1976.
- 14) 田中伐平：咬頭嵌合位における補綴物の高さが顎口腔系に及ぼす影響，補綴誌，19：480～506，1976.
- 15) 井上昌幸：辺縁性歯周疾患における歯冠補綴物の原因性に関する研究，第2報 特にその歯頸部辺縁に関する検討，補綴誌，21：10～20，1977.
- 16) 熱田 充，田中卓男，日景 盛，内山洋一：接着性レジンセメントのクラウン合着時の被膜度と接着性および溶解性について，補綴誌，28：767～774，1984.
- 17) 三島信好，藤田元英，近藤康弘，矢谷博文，山下 敦：クラウンに用いられる各種装着材の辺縁漏洩について，補綴誌，31：88～100，1987.
- 18) 柴谷貴子，前田まほ，菅原恭子，鳥井康弘，竹村金造，土谷裕彦：接着性レジンセメントの辺縁封鎖性，日歯保誌，27：924～930，1984.
- 19) 内山洋一：接着性レジンの保持力を考える，補綴誌，30：444～450，1986.
- 20) 佐藤一夫，腰原 好，羽賀道夫：各種合着材のクラウン合着後における浮き上がりに関する研究（第一報），第76回日本補綴歯科学会学術大会講演抄録集，73，1985.
- 21) 長谷川二郎：合着から接着へ，Dental Diamond 増刊号「合着」，10～17，デンタルダイヤモンド社，東京，1984.
- 22) 橋本 収：鑄造冠の支台歯形態に関する実験的研究—軸面傾斜度ならびに歯頸部辺縁形態について—，補綴誌，16：24～44，1972.
- 23) 倉賀野勲：カルボキシレート，コンポジットタイプおよびリン酸セメントの操作条件が合着性能に及ぼす影響，歯材器誌，32：231～261，1976.
- 24) 永田勝久，竹山守男，中林宣男，増原英一：4-META を含む接着性レジンセメントの理工学的性質について，歯理工誌，22：143～146，1981.
- 25) 増原英一：歯科接着性レジンの基礎と臨床（上），37～53，クインテッセンス出版，東京，1982.
- 26) 中林宣男：レジン系接着材の特性（1）〔4-META/MMA-TBB〕，Dental Diamond 増刊号「合着」，86～93，デンタルダイヤモンド社，東京，1984.
- 27) 山下 敦：歯科接着性レジンの基礎と臨床（下），69～84，クインテッセンス出版，東京，1983.
- 28) 和田 徹：レジン系接着材の特性（2）〔パナビア EX〕，Dental Diamond 増刊号「合着」，102～109，デンタルダイヤモンド社，東京，1984.
- 29) 増原英一：パナビア EX の理工学的性質，接着性レジンセメントとその臨床応用，13～20，クインテッセンス出版，東京，1986.
- 30) 和田 徹：パナビア使用上の要点，接着性レジンセメントとその臨床応用，191～196，クインテッセンス出版，東京，1986.
- 31) 高橋重雄：セメント合着時の浮き上がりとその対策：国際歯科ジャーナル，6：187～194，1977.
- 32) Selberg, A.: A full cast crown technique, J Prosthet Dent, 7：102～122，1957.
- 33) Gerson, I.: Cementation of fixed restoration, J Prosthet Dent, 7：123～125，1957.
- 34) 三谷春保，山下 敦：最近歯科補綴アトラス，163～170，198～200，医歯薬出版，東京，1970.
- 35) Selberg, D.C.: A simplified venting procedure for cementation of full veneer crowns, J Am Dent Assoc, 86：145～148，1973.
- 36) 小谷野英一，佐藤剛太郎，河野 篤：間接法模型へのモデラック塗布による鑄造冠内面のレリーフ効果，日歯保歯，12：151～156，1970.
- 37) 小野 喬，久保田稔，山崎正隆，中里迪彦，奥田礼一，和久本貞雄：鑄造修復物のセメント合着による浮き上がりを防止する方法について，日歯保誌，16：61～65，1973.
- 38) 真坂信夫：接着支台築造の考え方とその実際，歯界展望，71：1354～1368，1988.
- 39) 越中 優，中村かおり，小園江芳之，野口八九重：合金の表面酸化と歯科用セメントの接着強さに関する研究，歯材器誌，4：692～700，1985.
- 40) 岩本次男：磷酸亜鉛セメントの被膜厚さと合着力，歯材器誌，4：98～106，1959.
- 41) 倉賀野勲，何 宗英，岸野常朝，下村光史，内藤孝行：カルボキシレートセメントとリン酸セメントの比較検討，歯材器誌，29：119～128，1973.
- 42) 井田一夫，森脇 豊，山賀礼一：リン酸亜鉛セメントと金属との接着性，歯材器誌，32：23～32，1975.
- 43) 倉賀野勲：カルボキシレート，コンポジットタイプおよびリン酸セメントの操作条件が合着性能に及ぼす影響，歯材器誌，32：231～261，1976.
- 44) 井田一夫，森脇 豊，山賀礼一：カルボキシレートセメントと金属との接着性，歯材器誌，30：259～269，1973.
- 45) 赤坂 巖：カルボキシレートセメントの基礎的研究，歯材器誌，34：17～29，1977.
- 46) Brukl, C.E., Nicholson, J.W. and Norling, B.K.: Crown retention and seating on natural teeth with a resin cement, J Prosthet Dent, 53：618～622，1985.
- 47) Tjan, A.H.L. and Sarkissian, R.: Effect of preparation finish on retention and fit of complete crowns, J Prosthet Dent, 56：283～288，1986.
- 48) 平野義也：合着用ガラスイオノマーセメントの経時的変

- 化に関する研究, 歯材器, 2: 691~707, 1983.
- 49) 山賀禮一: 生物学的な性質をもたせたセメントの特性 (ハイボンド), Dental Daiamond 増刊号「合着」, 72~79, デンタルダイヤモンド社, 東京, 1984.
- 50) 入江正郎: グラスアイオノマーセメントの合着性に関する研究, 歯材器誌, 38: 250~289, 1981.