接着性ブリッジの維持力に影響する因子について

熱田 充 須堯 博 田中 卓男

Factors Related to the Retentive Strength of Adhesion Bridges

Mitsuru Atsuta, Hiroshi Sugyō and Takuo Tanaka

I. 緒 言

接着性レジンが一定の表面処理を行ったエナメル質と歯科用合金の双方に対し強固に接着し、水や温度変化に対しても比較的安定しているという基礎的データが積み重ねられ¹⁻¹¹⁾、接着ブリッジの臨床での普及¹²⁻¹⁹⁾に役買っている。

しかしながら、これらのデータは実際に口腔内に装着された接着ブリッジとは異なる環境の実験で得られたものであり、臨床成績との相関性は低い。これまでの基礎実験が臨床での条件と特に異なっていたと思われるのは、歯質と金属それぞれへの接着性の個別的な検討が主であり、両者が口腔内で接着され一体化した状態での検討がほとんどなされてこなかったこと、ブリッジが口腔内で受ける力を単純な引張力やせん断力で表現しようとしたことなどである。最近ではこれらの点を考慮した実験報告もいくつかなされているが²⁰⁻²²⁾、まだ緒についたばかりである。

本研究は臨床成績とのより高い相関性を持つ基礎データを得ることが可能な実験方法を見出し、ほとんど削らないですむという接着ブリッジ本来の趣旨²³⁻³⁰⁾に沿った設計法を考案するために行っているもので、今回は特に口腔内でブリッジが受ける力を実験室で可及的に再現し、維持力に及ぼす因子について検討を加えた。

II. 実験材料

接着ブリッジのメタルフレーム用の金属として、Co-Cr 系陶材焼付合金 Biocast (ジェネリックゴールド)

長崎大学歯学部歯科補綴学第1講座 (主任: 熱田 充教授)
Dept. of Fixed Prosthodontics, Nagasaki University
School of Dentistry (Chief: Prof. Mitsuru Atsuta)
昭和59年4月27日受付

を用い、接着性レジンとしてオルソマイト スーパーボンド (サンメディカル、以下 Super Bond と略記) とパナビア EX (クラレ、以下 PANA VIA と略記) を使用した。エナメル質は水中に保管してある牛歯と人の抜去歯のそれを用いた。

III. 実験方法

Biocast をエナメル質に接着性レジンを経して接着し、その接着力を測定するのに、単純な突合わせ一引張試験から、実際に接着ブリッジを作製し形成歯に装着してから行う方法まで計4通りを行った。

いずれの場合も Biocast は鑄造後、被着面を粒径 50 μ のアルミナス粉末 (矢田化学) を用いて5気圧で満遍なくサンドブラストしてから、超音波洗滌器を用い始めは中性洗剤溶液中で、ついで蒸留水中でそれぞれ15分間洗滌したあと、エアブローで乾燥してから接着させた。

エナメル質は荒いサンドペーパーで平滑面を作ったあと、エメリーペーパー (6/0) ないしは超微粒子ダイヤモンドバーで滑沢に仕上げ、各接着性レジンの指示書に従い、エッチング処理を行い、蒸留水で払拭後エアブローで乾燥した。

接着性レジンに所定量の粉液比で混和し接着した後、PANA VIA では付属のオキシガードで周囲を封鎖し、自重大ないしは輪ゴムによるわずかな加圧を行い、20分間室温に放置してから 37°C 空気恒温槽内に1時間入れ、さらに室温の水中に24時間浸漬した後、残っている余剰のレジンのバリを除去してから実験に供した。

以下実験項目ごとにその方法を述べる。

III-1. 接着性レジンの被膜厚さと繰返し荷重が接着力に及ぼす影響

先端に厚さ 2mm、直径 5mm の円板状の Biocast 製

の鑄造体を鑢付したステンレス棒を、アクリル樹脂ブロック中に即重レジンを埋め込んだ牛歯の滑沢に仕上げたエナメル質に接着性レジンを介して突合わせにより接着し、一定時間ないしは一定の繰返し荷重を加えた後、引張試験を行った(図1)。

従来の突合わせ接着—引張試験と異なるのは、① スペーサとして厚さ 50μ のセロテープ1枚の他に、4枚重ねて 200μ としたものも用いたこと、② 試験片のいくつかは、ステンレス棒側から 100 kg の荷重を 100 回繰返し負荷した後、引張試験に供したことである。オートグラフ(DCS-500型、島津製作所)を用い、繰返し荷重速度は 10 mm/分 、引張速度は 2 mm/分 、測定温度は室温で

図1 Biocast 円板を接着性レジンでエナメル質と突合わせ接着する(矢印は繰返し荷重の方向で、スペーサの厚さは2種類で中央に直径 3.3 mm の孔あり)

行った。

III-2. 支台歯の動揺が接着力に及ぼす影響

Biocast を鑄造して作った直径約 3.8 mm 、長さ 11 mm の丸棒を向かい合わせた牛歯のエナメル質の間に挿んで接着し、硬化後、棒の中央に垂直荷重を加え脱落するまでの値を測定した(図2)。

まず、牛歯の前歯を幅 10 mm 、長さ 18 mm に切断し、最大面積のエナメル面が床面と垂直になるよう即重レジンをを用いてアクリル樹脂ブロック中に埋入した。レジンが硬化後、レジンブロックの面の平行性を利用しながら、エナメル質表面をエメリーペーパーで順次研磨し、最終的に #6/0 で滑沢に仕上げた。いくつかの牛歯はあらかじめ、厚さ 0.8 mm の軟性樹脂(クレペート、クレハ化学)で $3/4$ 冠のように唇面以外を覆ってから包埋した。なお、クレペートでカバーし切れない彎曲した部分にはシリコン印象材を塗り込んで同等の厚さが保てるようにした。

Biocast の棒は正確な長さと同様な被着面を確保するために精密切断機(クリスタルカッター MC-202, マルター)を用い、切断面をサンドブラスト処理したのち接着した。

接着の実際の方法は、図3に示した如く、正確な厚さと直角に交わる面を持つアクリル樹脂ブロックを組立てて行った。つまり、棒をその中心が高さ 10 mm でかつ中央に位置するよう半円型のガイドグループをつけた支持台にのせ、接着性レジンを盛ってから両端のエナメル質を直角に押し当て、アクリルブロックで両脇を把持しつつ、輪ゴムの力で接着面を保持した。

図2 Biocast 棒を向かい合わせたエナメル質の間に挿んで接着し、硬化後、棒の中央に垂直荷重を加える(矢印は荷重方向)

図 3 Biocast 棒を支持台にのせ、アクリルブロックで両脇を挟みながら、エナメル面を両端に押し当て輪ゴムで保持する

図 4 上顎小臼歯をアクリルブロック中に即重レジンで埋没する（ブロックは上、下に分割可）

Ⅲ-3. 頬舌的な回転力が維持力に及ぼす影響

アクリル樹脂ブロック中に、その歯根部分を埋没した一対の人の抜去歯上で接着ブリッジを作製し、ポンティックに相当する部分につけた、頬側ないしは舌側への突起物の先端に垂直方向への力を加えることによって頬舌的な回転力を与え、ブリッジの離脱するまでの力を測定した。

上顎小臼歯は根尖を切除し長さ 18 mm に揃え、あとの操作がしやすいよう上、下 2 分割できるようにしたアクリル樹脂ブロック中に即重レジンでその根を埋没した（図 4）。一部のものは根面にクレペートを張りつけてから埋没した。

ワックスアップができる程度の形成面を確保するために、平行形成器（Cendres & Metaux）にテーパー O のダイヤモンドポイント（K2L）をつけ隣接面、舌面を削除し、超微粒子ダイヤモンドポイント（K2ff）で仕上げた（図 5）。なお、ブリッジの位置を固定するためのレス

図 5 隣接面、舌面に平行形成器につけたテーパー O のダイヤモンドポイントでワックスアップできる程度の形成面を確保する

ト座をダイヤモンドポイント（103R）でポンティック側に付けた。

ワックスアップは直接法で行った。つまり、厚さ 1.4 mm、幅 3.1 mm のリングバー用のレディーキャスティングワックス（ジーシー）を長さ 10 mm に切断し、歯面に L 字型に軟化圧接し、ブルーインレーワックス（ジーシー）で周囲を追加、補強し、レストも付けてから両支台歯を長さ 10 mm に切断した直径 4 mm のレディーキャスティングワックス（R-2、ジーシー）で連結し、さらにその中央にテーパー 30° で頬側ないしは舌側へ水平距離にして 5 mm 突出する突起をつけた（図 6）。Biocast で铸造後、被着面積が一定になるよう、カーボランダムポイントで外形を整え、内面をサンドブラスト処理してから図 3 に示したレジンブロックを利用して支台歯に接着した。

硬化後、頬側および舌側の突起にそれぞれ 2 mm/分の速度で垂直に荷重をかけ離脱した時の値を測定した。コントロールとして突起をつけないものを作り中央に荷重をかけ、ブリッジのレストやフレームの一部が破折し離脱する時の値を測定した。

Ⅲ-4. ブリッジの軸面が維持力に及ぼす影響

Ⅲ-3 でコントロール用としたのと同じブリッジを作り、倒立させポンティックに相当する部分に垂直の荷重

図 6 接着ブリッジのワックスアップと頬側に突出させた突起の隣接面観（矢印は荷重方向）

図 8 接着性レジン被膜厚さと繰返し荷重が接着力に及ぼす影響

図 7 ブリッジを倒立させ垂直荷重を加える（矢印は荷重方向）

を加え、離脱する時の力を測定した（図 7）。いくつかのものでは、倒立させる前にあらかじめ 100 kg の荷重を 100 回、10 mm/分の速度で加えてから実験に供した。

IV. 実験結果と考察

IV-1. 接着性レジン被膜厚さと繰返し荷重が接着力に及ぼす影響

各条件ごとに 5 コの試験片を用い、平均値を/cm²に換算して図 8 に示した。

Super Bond はスペーサーを 1 枚、つまり接着性レジン

の被膜厚さを 50 μ とした場合、平均で 120 kg/cm² を示し、繰返し荷重を加えたあとでも変わらないが、200 μ になると 40% 減になり、負荷後はさらにそれが半減している。

PANAVIA の場合、50 μ の厚さで平均 130 kg/cm² 近くの値を示すが、繰返し荷重によって 40% 減になっている。200 μ でも 100 kg/cm² 強の値を保っており、荷重によっても 20% 減にとどまっている。

100 kg の荷重を加えるのは接着界面に 1,170 kg/cm² の圧縮力が加わっていることになる。

被膜厚さが 50 μ の場合、繰返し荷重による影響が異

なるのは、両接着性レジン（Super Bond は粉、液ともにメチルメタクリレート（MMA）をその主成分としており、即重レジンのようにヤング率やフローの起こり始める実用的な降伏点（比例限）は約 800 kg/cm^2 （メーカー値）と低いものの、柔軟なので繰返し荷重をある程度緩衝でき、界面剝離に直結しなかったと推察できる。これに対し PANA VIA は多官能性メタクリレートモノマーと無機質フィラーをその主成分とするいわゆるコンポジットレジンであるので³¹⁾、圧縮強さは $2,600 \text{ kg/cm}^2$ （メーカー値）と高いが、脆いので、降伏点以下の $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 強の荷重でも繰返し加わることによって接着界面に影響を及ぼし約 40% 減となったと思われる。

被膜厚さが 200μ になると、重合収縮の大きい Super Bond では、接着界面やレジン内部に欠陥が生じ、接着強さが 40% 減になり、繰返し荷重の影響も強く受けて接着強さはさらに半減している。PANA VIA はそのような重合収縮による欠陥は生じにくく、被膜厚さが 4 倍になった影響は少ないし、繰返し荷重によっても 20% 減と Super Bond と比べるとかなり高い値を保っている。

これらの実験成績を臨床に当て嵌めてみると、Super Bond を使う場合には適合を良くし、被膜厚さを大きくしないことがこのレジンの接着力を発揮させるのに大切であり、PANA VIA では被着面積を広げるか支台歯数を増すことなどで力を分散して受けることが有効な手段といえよう。

IV-2. 支台歯の動揺が接着力へ及ぼす影響

各条件ごとに 10 コの試験片を用いて行い、その平均値と標準偏差を図 9 に示した。左縦軸には脱離した時の荷重を維持力として目盛り、右縦軸には垂直荷重が両端に 2 分されると仮定して求めた kg/cm^2 の値をせん断引張強さとして示した（図 9）。

平均値で検討すると、両レジン（両支台歯が即重レジンで固定されている場合に比べ、片側支台歯に動揺があると 30~50% その維持力が減少し、両支台歯に動揺があれば逆に 10~15% 増加している。荷重によって一方の支台歯が動けば、固定してある支台歯の接着界面には圧縮せん断力以外に捻れが加わり、維持力が低下する。両支台歯に動揺がある場合、両者が同一方向に動き荷重を緩衝すれば、維持力は大きくなり、逆に両者が頰舌的に逆方向に動けば捻れの度合は片一方が動く時よりもより大きくなり、小さな力でさえも脱落してしまう。したがってその標準偏差も大きくなったと推察できる。

図 9 支台歯の動揺が接着力へ及ぼす影響

(F: 両支台歯に動揺なし, S: 片側支台歯に動揺あり, M: 両側支台歯に動揺あり)

本実験の標準偏差は総じて大きいですが、これは ① Bio-cast 棒の両端をエナメル質と平行に置き、レジン（一定の厚さに保ちながら接着することの難しさ）、② 棒の中央に負荷した力が 2 分されず、弱い方つまり欠陥が有ったないしは負荷中に生じた方に集中して作用することなどによると考えられる。相対的に PANA VIA の方がそのバラツキが大きいのは、脆いものの方が一度欠陥部分が生じると簡単にクラックが伝播しやすいことを考えれば納得できる³²⁾。

歯がレジンプロック中でも動くよう、歯の周りを歯根膜のようにとり囲んだのは厚さ 0.8 mm の義歯床用の軟性樹脂であるが、これはショアー硬さ（Durometer タイプ D 使用）で 20~30 とシリコン系の Neosnugger の約 2 倍の硬さを持っている³³⁾。臨床的な判定としてはせいぜい M_1 ぐらいの動揺度にしかない。

これらの実験結果は、単純な突合わせによる接着法では、歯周疾患で動揺度の大きい場合はもとより生理的な範囲内の動揺でさえもその維持力が著しく減少する可能性を示唆している。臨床的には、隅角を越えて延ばすとか、動揺歯を対象とする固定のためのスプリントでは、骨植の良い健全歯にまで延長し片持ちや捻れの外力が接着界面に働かないようにする必要があるだろう。

Super Bond と PANA VIA のせん断接着強さの平均値は、固定してある場合は 140 と 170 kg/cm^2 であったのが、半固定で 100 と 80 kg/cm^2 に減少し、両方動けば 150 と 200 kg/cm^2 でやや増加している。圧縮せん断法による Super Bond と PANA VIA の人のエナメル質への

図 10 頬舌的な回転力が維持力に及ぼす影響

(B : 頬側に突起付, L : 口蓋側に突起付, Ls : 片側支台歯に動揺があり, 口蓋側に突起付)

接着強さは, Ni-Cr 系合金が相手であるが, 187 kg/cm^2 と 134 kg/cm^2 であると報告されており³⁴⁾, PANAVIA の接着強さの方が大きい本実験とは逆な結果となっているが, その値は固定してある場合のそれに近似している。

IV-3. 頬舌的な回転力が維持力に及ぼす影響

それぞれの条件ごとに 5 コの試験片を用い, 平均値を図 10 に示した。レジンの種類による差はほとんどなく, 頬側への回転力を与えると $70 \sim 74 \text{ kg}$, 口蓋側への場合には $90 \sim 100 \text{ kg}$ を示すが, 一方の歯が動けば $50 \sim 60 \text{ kg}$ に低下する。しかしながら頬側へ力を加えた場合には約半数, 口蓋側への場合にはほとんど総べてに歯冠の一部ないしは全部の破折が生じる。ただし, 一方の支台を動くようにしておけば, 口蓋側からの荷重でも歯が破折することなく, ブリッジが離脱する。

頬舌的に水平距離で 5 mm という長さは, 回転力を生じかつ可及的に歯軸に近い点を試行錯誤の結果として選択したものである。テコの原理でより長くなればもっと小さな値になるので, 維持力の絶対値としての意味はない。

突起を付けず中央部に垂直荷重をかけると, メタルフレームのレストかアームの付け根か歯の一部が破折するまで耐え, 200 kg 以上の値になる。

これらの実験成績を臨床的な観点からみると, 頬舌的な回転力が加わると, ブリッジの維持力は垂直荷重に対する場合に比べ著しく減少し, 片一方の歯が動けば, 捻

図 11 支台歯の軸面が維持力に及ぼす影響

れが生じ, その値はさらに減少するといえる。今回の実験のように, L 字型で頬側の隅角部を越えていない形成の場合, 舌側よりも頬側からの回転力に対する維持力が小さくなる。実際には審美的に許される限り頬側へ延ばし, かつ頬側からの回転力が生じないようなポンティックの咬合面の傾斜や幅径などに工夫が必要になってくるだろう。

IV-4. 支台歯の軸面が維持力に及ぼす影響

各条件ごとに 5 コの試験片を用い, その平均値を図 11 に示した。離脱するに要した力を維持力とし左縦軸にとり, 右縦軸には力が両支台歯へ 2 分されると仮定し, その値を被着面積で割った値をせん断引張り強さとして表示した。

繰返し荷重を加える前の PANAVIA の維持力は, Super Bond より 20% 大きいものの, 荷重による減少率は 35% で Super Bond の 10% と比べてかなり大きい。ブリッジにはレスト座があり, 今回のような負荷では目にみえるようなブリッジの沈下は起こらないが, 軸面の接着界面ではせん断力が働いているのが予想できる。その場合, 実験 IV-1 で考察したのと同じような理由から脆い PANAVIA の方が繰返し荷重の影響が強くあらわれたと考えられる。

Super Bond と PANAVIA を用いた場合のせん断引張り強さは, 荷重を加える前は 80 と 100 kg/cm^2 であり, 実験 IV-2 の結果 (図 9) と比較すると, 固定した場合よりもそれぞれ 40% 減, 60% 減となっており, 片一方の支台歯が動く場合にその値に近い。

これは被着面が隣接面と口蓋面の 2 面にわたり, ワッ

クスアップから鑄造に至るまでの変形をおこす要素が増して、適合度が低下していることが原因と考えられる。したがってレジン被膜厚さや硬化時の加圧も均一になっていないと思われる。

特に Super Bond の場合、圧縮せん断引張強さの結果の 187 kg/cm^2 ³⁴⁾ と比べ 60% も減少している。PANAVIA では 25% 減である。この減少率を 0 に近づけることが、とりもなおさず接着性レジンの真価を発揮させた正しい使い方ということになるだろう。

V. 結 論

接着性レジンの Super Bond と PANAVIA を用いて、Biocast 製の丸棒や接着ブリッジをエナメル質に接着し、その引張りやせん断による接着強さを 4 通りの実験方法で求め、つぎの結果を得た。

1) 接着性レジンの性質によって、レジンの被膜厚さや繰返し荷重の接着強さへの影響は異なる。

2) Super Bond は被膜が薄いと良好な接着強さを示し荷重後も変わらないが、厚いと著しく減少し荷重によっても大きく影響を受ける。PANAVIA は厚さが薄いと荷重によってその良好な接着強さが減少するが、厚さが増してもその影響は少ない。

3) せん断接着強さは、両支台歯の一方に動揺があれば著しく減少し、両方が動けば減少しない。

4) 頬舌的、特に頬側に加わる回転力は、垂直方向の力に比べ、ブリッジの維持力を著しく低下させる。一方の支台歯に動揺があれば舌側に力が加わってもその値は小さくなる。

5) 接着ブリッジにあらかじめ繰返し荷重を加えてから倒立させ、垂直方向への力を与え維持力を測定すると、Super Bond ではわずかな変化しかないが、PANAVIA ではかなり低下する。

本論文の要旨は第 2 回接着歯学研究会（東京，1984）で発表した。

Summary

This investigation was made to clarify the factors which had influences upon adhesive strength of the adhesion bridge to the enamel in the clinical conditions. Tension and shear force were applied onto the specimens for measuring the adhesion strength under the various conditions. The results obtained in this study were summarized

as follows: 1) Film thickness of the resin and loading of 100 kg repeatedly on the adhesive resin effected onto the adhesive strength of the resin to enamel and Co-Cr dental alloy. The degree of influences varied, depending on the physical properties of the adhesive resin. 2) Even a slight movility in one abutment tooth decreased remarkably the retentive strength of the adhesion bridge. On the contrary, the movility of both abutment teeth increased it slightly. 3) The rotation force produced by applying load to the bucco-lingual direction decreased remarkably the retentive strength of the adhesion bridge compared with the vertical force.

文 献

- 1) 竹山守男, 樫淵信郎, 中林宣男, 増原英一: 歯科用即硬性レジンに関する研究 (第 17 報) — 歯質および歯科用金属に接着するレジン —, 歯理工誌, 19: 179~185, 1978.
- 2) 安田 登, 佐々木三男, 茂木知治, 藍 稔, 中林宣男: Co-Cr 系金属床義歯の Finishing Line における金属とレジンの結合状態について (第 2 報) 新しい接着性レジンモノマー-4-META の Finishing Line への応用, 補綴誌, 23: 525~531, 1978.
- 3) 田中卓男, 永田勝久, 中林宣男, 増原英一: 鑄造用ニッケル・クロム合金に接着するオペークレジンの研究 (第 1 報), 接着力とその安定性について, 歯理工誌, 20: 79~84, 1979.
- 4) 田中卓男, 永田勝久, 中林宣男, 増原英一: 鑄造用ニッケル・クロム合金に接着するオペークレジンの研究 (第 2 報), 不動態被膜による接着耐久性の向上, 歯理工誌, 20: 221~227, 1979.
- 5) 田中卓男, 永田勝久, 竹山守男, 中林宣男, 増原英一: 金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.
- 6) 茂木知治: メタクリルレジンと床用 Co-Cr 合金の接着に関する基礎的研究 — メタクリロキシエチルトリメット酸無水物の効果 —, 補綴誌, 23: 76~92, 1982.
- 7) 山下 敦, 山見俊明: 架工義歯における接着性レジンの応用 — その 1. 歯科用非貴金属合金の種類と金属被着面処理が接着力に及ぼす影響について, 補綴誌, 26: 584~591, 1982.
- 8) 山下 敦, 山見俊明, 石井雅之, 山口 威, 浦本利生: 架工義歯における接着性レジンの応用 — その 3. 接着性レジン用ニッケルクロム金とその接着強さならびに接着耐久性について, 補綴誌, 26: 1118~1127, 1982.
- 9) 田中卓男, 熱田 充: 4-META 系接着剤による金合金の接着 — 理論と臨床への応用 —, 日本歯科評論, 479: 50~

- 10) 田中卓男, 藤山えり子, 清水博史, 熱田 充: アドヒージョン・ブリッジ用メタルの表面処理法に関する研究—非貴金属系合金の場合—, 補綴誌, 27: 706~712, 1983.
- 11) 近藤康弘, 藤田元英, 永木孝典, 三宅二郎, 山下 敦: 新しい歯科用接着材に対する合金被着面処理法ならびに接着耐水性について, 第 70 回日本補綴歯科学会学術講演抄録, 69, 1983.
- 12) 増原英一: 接着性レジンと歯科技術, 第 67 回日本歯科補綴歯科学会学術大会特別講演, 神奈川, 1980.
- 13) 増原英一: 歯科接着性レジンと基礎と臨床 (上巻), クインテッセンス出版, 東京, 1982.
- 14) 山下 敦: 歯科接着性レジンと基礎と臨床 (下巻), クインテッセンス出版, 東京, 1984.
- 15) 堀内 章, 春日 均, 伊東邦彦, 水沼 徹, 中村光夫, 中林宜男, 増原英一: 4-META 接着性レジンを用いた新しい橋義歯 Adhesion Bridge の臨床応用—1. 前歯部欠損補綴について, 日本歯科評論, 473: 41~49, 1982.
- 16) 春日 均, 堀内 章, 伊東邦彦, 水沼 徹, 中村光夫: 4-META 接着性レジンを用いた新しい橋義歯 Adhesion Bridge の臨床応用 II. 臼歯欠損補綴への試み, 日歯評論, 475: 41~52, 1982.
- 17) 堀内 章, 春日 均, 伊東邦彦, 興口正昭, 高久 弘: クインテッセンス, デンタルテクノロジー, 9: 39~49, 1984.
- 18) 山下 敦, 山見俊明: 架工義歯における接着性レジンと応用—その 2. Adhesion Bridge (Adhesion splint) のデザインならびに臨床術式について, 補綴誌, 26: 592~598, 1982.
- 19) 山下 敦, 柏田聡明, 伊藤橋樹, 吉井哲之, 鳥越二郎, 立野義雄, 山見俊明: 接着ブリッジのリテーナーデザインと臨床試用の経時観察, 第 70 回日本補綴歯科学会学術講演抄録, 69, 1983.
- 20) 里田拓治, 丸山剛郎: メタルとレジンと接着強さと破断面の観察, 接着歯学, 1: 50~59, 1983.
- 21) Renk, A., Hartman, D.: Untersuchungen über die Haftfestigkeit von Palliag M-Komposite—Ätz brücken nach Vorbehandlung der Metalloberfläche, D.Z.Z., 37: 954~956, 1983.
- 22) 荒木 繁, 片田博子, 渡辺英雄, 里田拓治, 高橋純造, 丸山剛郎: 接着ブリッジの維持力に関する研究, 第 2 回接着歯学会研究会講演会, 東京, 1984.
- 23) Rochette, A.L.: Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. J. Prosthet. Dent., 30: 418~423, 1973.
- 24) Ibsen, R.L., Neville, K.: Adhesion Restrative Dentistry. W.B. Saunders, Philadelphia, 133~137, 1974.
- 25) Lutz, F., Lüschen, B., Ochsenbein, H., Mühlemann, H.R.: Adhäsive Zahnheilkunde, 149~157, Satz und Druck, Zürich, 1976.
- 26) 後藤謙治: 若年者の前歯部に用いる Cast Etch Bridge (接着ブリッジ) について, 日本歯科評論, 458: 93~100, 1980.
- 27) Livaditis, G.J.: Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth, JADA, 101: 926~929, 1980.
- 28) Livaditis, G.J., Thompson, V.P.: Etched castings: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers, J. Prosthet. Dent., 47: 52~58, 1982.
- 29) Thompson, V.P., Livaditis, G.J.: Etched casting acid etch composite bonded posterior bridge, Pediatric Dent., 4: 38~43, 1982.
- 30) Thompson, V.P., Castillo, E.D., Livaditis, G.J.: Resin-bonded retainers. Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys, J. Prosthet. Dent., 50: 771~779, 1983.
- 31) 増原英一, 小島克則, 窪田敏之, 郭 永昌, 門磨義則: 新しい接着性コンポジットレジンと理工学的性質に関する研究, 器材誌, 2: 486~492, 1983.
- 32) Atsuta, M., Turner, D.T.: Strength and structure of glassy networks formed from dimethacrylates, Polymer Eng., Sci., 22: 438~443, 1982.
- 33) 増原英一, 永田勝久, 他: 義歯床用軟質フッ素系ポリマーに関する研究, 歯理工誌, 20: 115~120, 1979.
- 34) 越中 優, 中村かおり, 小園江芳之, 菊地敏成, 野口八九重: 歯質接着性レジン系セメントの理工学的性質について, 歯材器, 3 (special A): 65~66, 1984.