

金属接着技法を応用した補綴治療について —接着ブリッジの基礎と臨床—

田中 卓男

鹿児島大学歯学部歯科補綴学第一講座

Adhesion Retaining Technique of Dental Alloys for Fixed Prosthodontic Treatment - Theory and Practice of Adhesion-Fixed Partial Denture -

Takuo Tanaka

Department of Fixed Prosthodontics
Kagoshima University Dental School
8-35-1 Sakuragaoka, Kagoshima 890

Abstract

A new prosthetic restoration attracting many dentists is the adhesion-fixed partial denture. The adhesion-fixed partial denture requires minimal teeth preparation and is easier to construct and manipulate than are conventional fixed partial dentures.

To attach an adhesion-fixed partial denture to abutment teeth, resin material must be bonded to the teeth and metal framework. The tooth surfaces require etching with acid and the retainers are surface treated to enhance the adhesive bonding with resin. In addition to the conventional oxidation surface treatment, metal primer new bonding system applied organic compounds with a mercapto group was introduced recently.

Structure design of metal framework was improved and the framework possesses several times larger strength against distortion compared with its early design. Indication and contraindication cases of adhesion-fixed prostheses are clearly defined. These improvements have brought this prostheses remarkable elongation of life period in oral cavity and fairly acceptable prognoses.

This article describes a current method for adhesion retaining of dental alloys and presents examples of clinical application of adhesion-fixed partial denture.

Key words

Adhesion-Fixed partial denture, Adhesive resin, Surface treatment, metal primer, Bridge design.

表1. 市販の接着性レジンセメント

| 接着性レジンセメント | 製 造 | 接着性成分 | 基 材 |
|----------------|---------|--------|--------|
| 1. スーパーボンド C&B | サンメディカル | 4-META | PMMA |
| 2. パナビア21 | クラレ | MDP | コンポジット |
| 3. ビスタイトセメント | トクヤマ | MAC-10 | コンポジット |
| 4. インパーバーデュアル | 松 風 | 4-AET | コンポジット |
| 5. オールボンド2 | ビスコ | BPDM | コンポジット |

された後、独自の形態のメタルフレームと組み合わされて接着ブリッジなどへと進化をしていった。

その後も新規接着性レジンの開発や改良は続けられ、最近では表1に示すように数種類のものが市販されている。また接着性レジンと組み合わせて用いられる各種プライマー類の開発も盛んに行われており、金属の新鮮面に接着が可能なシステムや、シランカップリング剤を応用してセラミックス材料への接着が可能なシステムなども実用化されている。

Ⅲ. 金属接着システムにおける金属の表面処理

接着ブリッジの金属の表面処理は、接着強さや耐久性を向上させるために不可欠な操作である。まずアルミナ粉末を用いたサンドブラストで機械的に前処理を行い、続いて、酸化処理やプライマー塗布などの化学的な処理が施される。

1. アルミナ・ブラスト前処理

アルミナ・ブラスティングは金属表面を粗造化して接着面積を増加させたり、マイクロ・メカニカルリテンションにより接着力を強化するなど、重要な役割りを担っている。また、被着面に付着した埋没材や油脂などの汚れを取り除くためにも有効である。現在行われているほぼ全ての接着システムにおいて不可欠とされ、これに代わる有効な前処理は見つかっていない。

処理はアルミナ粉末を使用して、金属面が完全なつや消しの状態になるまで行う（図6）。粒径は50 μ m前後のものが多く用いられているが、100 μ m以上のものを使うシステムもある。ガラスビーズは用いてはならない。またサンドブラスターは絶えず新鮮なアルミナが供給されるタイプの機種を使用するべきで、循環タイプのものは望ましくない（図7）。

サンドブラスト終了後、従来は洗剤を加えた水中で超音波洗浄を施すことが必要とされてきた。しかし、せっかく清浄にした金属面に、水や洗剤が吸着して



図6. アルミナサンドブラストによる前処理は絶対に省略してはならない。

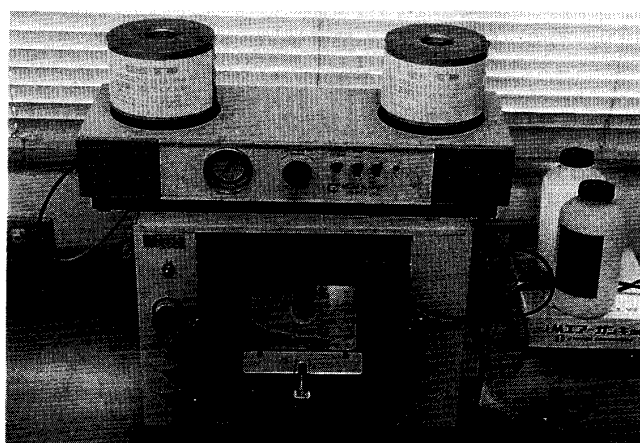


図7. サンドブラスターはアルミナを使い捨てタイプが望ましい。

接着性を低下させる恐れがあるので、最近ではエアー・ブローで切削屑を吹き飛ばすだけになってきた⁶⁾。

2. 化学的表面処理

サンドブラスト終了後、接着性レジンとの反応性を高めるために行われる金属の表面処理には、大きく

分けて二つの方法がある。

一つは接着性レジンに含まれる 4-META（スーパーボンド C&B）や MDP（パナビア 21）などの接着性モノマーと強く結合する性質を持った金属酸化物を生じさせる、従来からの方法である。これには、Sn 電析法や超音波洗浄法などがあり、長年の改良により安定した臨床成績が得られるようになってきた。

他の一つは、メタルの新鮮面に強く接着する硫黄 (S) 化合物モノマーを含んだプライマーを塗布する、全く新しい方法である。金銀パラジウム合金を始め、各種貴金属合金に広く応用されるようになってきた。

このほかにヨーロッパでは、珪素 (Si) 化合物を溶解した後、シランカップリング剤を用いて接着する、

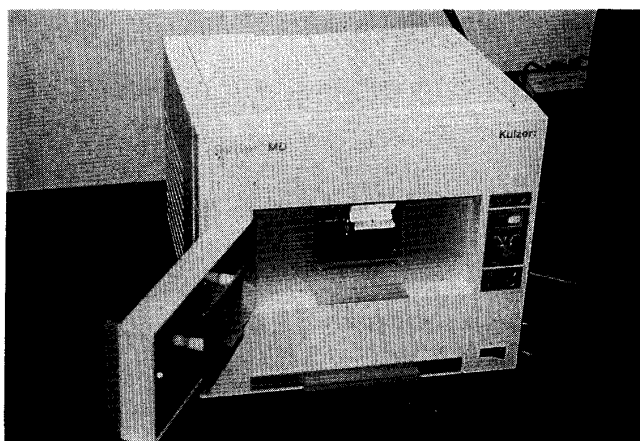


図 8. シリコーター MD 接着用表面処理装置



図 9. ロカテック接着用表面処理装置

シリコーター MD (Kulzer 社) やロカテック (Espe 社) などのシステムが考案されている (図 8, 9)。メタルだけに限らずセラミックスなどにも応用が可能とされているが、特殊な装置を必要とすることもあって、わが国ではあまり普及していない。

さて、現在使われている処理法はいずれも適応するメタルに限られ、すべてのメタルに応用できるオールマイティーな方法は実用化されていない。それぞれの処理法を、処理に適したメタルとともに紹介する。

1) Sn 電析法

本法は、スズ (Sn) メッキ層の表面に生じる酸化物を利用して接着を図るもので、金 (Au) の含有率が高い貴金属合金に適した数少ない処理法の一つである。金の含有率が 60% を超える Type III, IV, 陶材焼き付け用などの合金においても優れた接着性能が得られるため、接着ブリッジ以外の接着性補綴物にも広く応用されている。

電析のための装置はクラエース・ミニ (クラレ社) を始め、数社から発売されており、電析液の変質を防止するために液をカートリッジ化したり、安定性の高い組成にするなどの工夫が凝らされている (図 10)。

なお、非貴金属合金やパラジウム含有率の高い合金については、メッキ層の性状が変化して十分な接着性能が得られないことがあるため、本法による処理は望ましくないとされている^{7, 8)}。

2) 超音波洗浄法^{9, 10)}

本法は陶材焼付用 Co-Cr 合金のメタキャスト (サンメディカル社) を用いたシステムで、非貴金属合金用としては最も実用的なシステムだと思われる。メタキャストは酸化膜が生じやすいクロムを 30% 以上も含

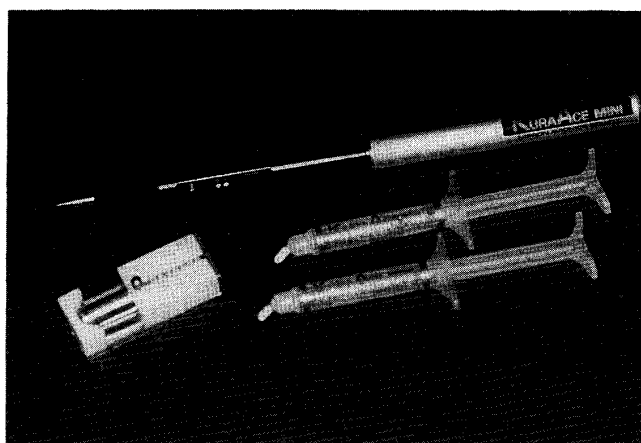


図 10. クラエース・ミニスズメッキ装置

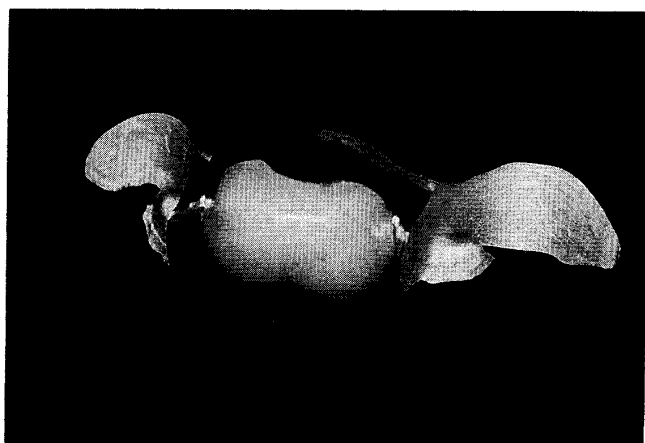


図11. 接着補綴用 Co-Cr 合金で作製された接着ブリッジ。

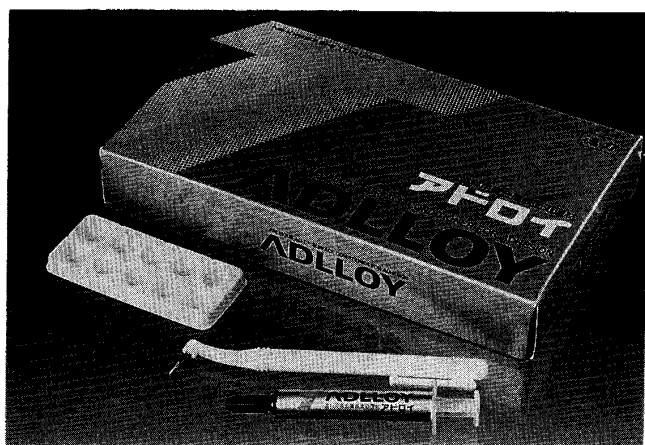


図12. アドロイ貴金属合金接着システム

有しているため、アルミナ・ブラスティング後に10分間の超音波洗浄を行うだけで、酸化処理は終了する(図11)。酸化クロム主体の酸化膜は安定性に優れていることから、高い接着耐久性を得ることができ、臨床成績は良好である。しかし、融点が高い Co-Cr 合金を使用することがネックとなって、本法が使われる機会は少なくなりつつある。

3) ガリウム合金表面改質法¹¹⁾

アドロイ・システム(徳力)は、メタル面に液状のガリウム・スズ合金を塗布して酸化物を生じさせる、最も新しい処理法である(図12)。接着のメカニズムは酸化物を介した従来型のものながら、処理操作が簡単で専用の器具も必要としないなど、優れた実用性を有している。

4) 貴金属接着プライマーシステム¹²⁾

最近の接着補綴において広く用いられるようになって

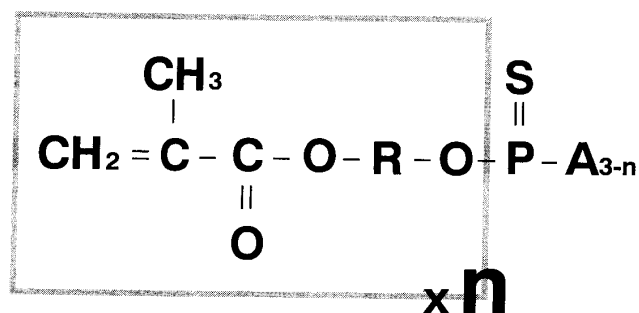


図13. MEPS モノマーは貴金属、非貴金属を問わず、合金の新鮮面に強く接着する。

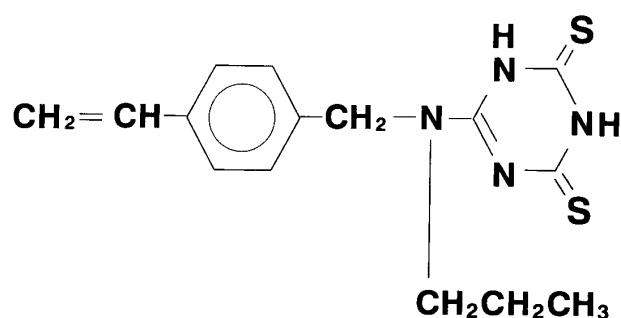


図14. VBATDT モノマーは貴金属合金の新鮮面に用いられる。

てきた。これは処理が簡単なことや、使用頻度が高い金銀パラジウム合金において優れた接着性を得られるためと思われる。貴金属接着プライマーはメタルの新鮮面にダイレクトに接着することを特徴としており、酸化膜を介した従来のシステムとは全く異なった接着機構を有している。図13, 14は金属接着性モノマーの代表的なものの構造式を示しており、いずれも SH 基を有することが特徴となっている。

2種類のプライマーが市販されているが、接着ブリッジの装着のように、口腔内で行われる作業には V-プライマー(サンメディカル社)が用いられる(図15)。メタルプライマー(ジーシー社)は金属床義歯の修理など、口腔外での使用を前提としており、接着ブリッジへの応用については今後の検討が待たれるところである(図16)。

硫黄化合物モノマーは銅、パラジウム、銀など金銀パラジウム合金に多く含まれる元素金属に強く接着する性質を持っている(図17)。このため、金銀パラジウム合金はプライマー・システムでの接着に最も適したメタルであり、臨床での成績も優れている。また、接着までの操作が簡単でミスが起こりにくいことも、接着効果を高めるうえで重要な役割りを果している。

本プライマーシステムで注意すべき点として、プラ

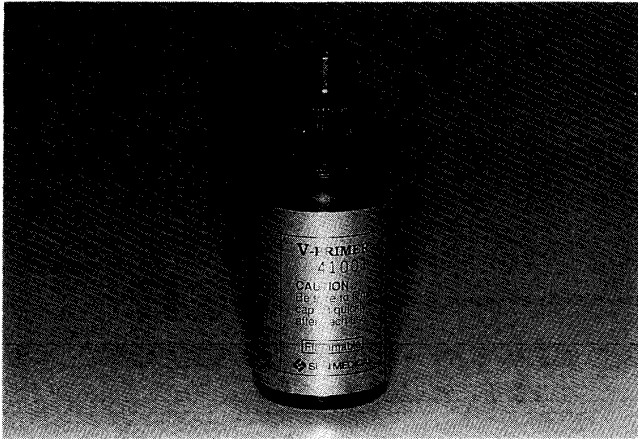


図15. V-プライマー（サンメディカル社）は VBATDT モノマーを含有する。



図16. MEPS モノマーを含有するメタルプライマーⅡ（ジーシー社）。

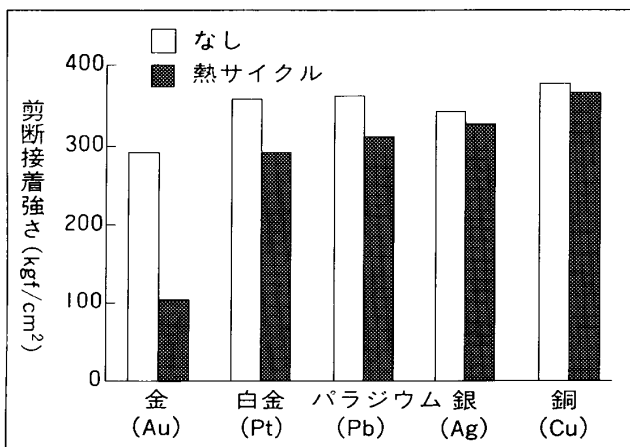


図17. 純金属に対するV-プライマーの接着強さ。

スーパーボンド C&B を使用し、熱サイクル5,000回後に剪断接着強さを測定した。

イマー層に接したレジンに重合不良を生じるため、BPO-アミン重合のレジンを使用できないことが挙げられる。支台歯への装着には MMA-TBB 系の重合開始システムを持つスーパーボンド C&B が用いられる。

IV. 接着性補綴物に適した合金の選択

最近の接着性補綴物は、接着技術の改良や発展に伴い、さまざまな材料での製作が可能となってきた。しかし接着性補綴物の中で最も大きな荷重に耐えることが要求される接着ブリッジについては、メタルが最良の材質と考えられている。口腔内で絶えず加わる強大な咬合圧に抗して長期間の装着を可能とするためには、メタルとレジンが強固に接着するだけでなく、その接着界面が劣化しないよう十分に保護されることが必要となる。これらの事項はいずれもメタルの性質に大きく依存したものであり、症例に合わせた適切な選択は、接着補綴を成功させる重要なポイントとなる。

1. 剛性強度の高いメタルを選択する

合金の選択に当たっては、接着性能に対する考慮は当然のことながら、もう一つの重要な要素として剛性強度の高さが挙げられる。これら二つの要素の兼ね合いから合金を選択し、その性能を十分に活かした設計を行うことで、優れた臨床成績を得ることが可能となる。

接着性補綴物に加わった咬合圧を、接着界面全体に広く分散させ、剥離の起始点となる局所的な集中を起こさせないようにすることは、脱落事故防止の基本的な原則となっている。そのためには十分な剛性をメタルフレームに持たせて、変形を生じさせないことが重要となる^{13,14)}。剛性を高める方法としては、メタルの厚さの増加や、設計の工夫なども行われているが、いずれも臨床的な制約があり万能な解決策とは言い難い。

当たり前ながら、最も効果的な方法は強度の高い合金の使用である。剛性の程度はヤング率（弾性係数、弾性率などともいう）で表わされる。これは材料に力が加わった時、どの程度変形するかを示す尺度であり、変形し難いものほどヤング率は大きい。ところが、市販の合金に添付されている説明書にはこの数値が記載されていないことが多く、具体的な数値を知ることは難しい。一般的には Co-Cr 合金が $200 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 前後の値で最も高く、Ni-Cr 合金、金合金（Type IV、Type III など）、金銀パラジウム合金などの順に低下する。また成分金属のヤング率などからもある程度の類推が可能である（表2）。

表2. 各種元素金属のヤング率

| 金 属 | ヤング率 (10 ⁴ kg/cm ²) |
|------------|--|
| コバルト (Co) | 214.0 |
| クロム (Cr) | 257.8 |
| ニッケル (Ni) | 208.9 |
| チタン (Ti) | 116.0 |
| 金 (Au) | 89.7 |
| 白金 (Pt) | 147.6 |
| パラジウム (Pd) | 119.5 |
| 銀 (Ag) | 102.9 |
| 銅 (Cu) | 138.6 |



図18. 接着補綴用 Co-Cr 合金は Ni や Be を含有せず、生物学的な特性にも優れている。

Co-Cr 合金や Ni-Cr 合金のような変形し難い金属を使用する場合は、嵌合維持の要素を減らし、接着維持を主体にした自由度の高い補綴物設計が可能となる。これに対し、ヤング率の低い合金では、デザインを嵌合維持の割合が高いものにするなどの対策が必要となる。従って接着性補綴用には貴金属系よりも、非貴金属系が適している。特にクロムを30%以上含有する Co-Cr 合金は、接着性レジンとの反応性も高く、優れた接着耐久性も得られることから最適の合金と思われる¹⁵⁾ (図18)。

最近話題となることが多いチタン (Ti) は、各種接着性モノマーとの反応性が高く、簡単な表面処理で良好な接着性が得られるなど、接着に適した特性を有している¹⁶⁾。機械的性質では Ti-6%Al-4%V などのチタン合金の方が優れているが、加工が難しいため実用化はなされていない。純チタンについては、強度の高い JIS 規格3種の材質などであれば十分に応用可能と思われる。将来、チタン合金の casting や研磨などの技工

作業が容易に行えるようになれば、接着補綴用合金の主流となる可能性を秘めている。

2. 貴金属系金属の選択について

接着補綴用には Co-Cr 合金が優れた適性を有しているが、融点が高いために複雑な技工操作が必要となる。このため最近では、適合精度の良さもあって、金銀パラジウム合金を中心とする貴金属系の合金が用いられる機会が増えてきた。

貴金属系の合金が広く使われるようになったもう一つの理由として、以前は難しかった貴金属合金の接着が、スズ電析法を始めとする各種接着システムの導入で容易かつ確実にできるようになったことが挙げられる。

金銀パラジウム合金は剛性強度こそいささか劣るものの、その低コストと操作性の良さから接着補綴用合金の主流になりつつある。強度の不足は金属の厚さをわずかに増加させることなどによって、実用性を損なわない範囲内での対応が可能である。また、含硫黄プライマー¹²⁾との接着反応性が高いパラジウムや銅などの元素金属を多く含み、優れた接着耐久性が得られることも、本合金の有用性を高める一因となっている。

貴金属合金の中では比較的高いヤング率を示す Type IV の金合金は、非貴金属合金の場合とほぼ同様の設計を行うことが可能である。Type IV を始め、金 (Au) 含有率が高い金属については、スズ電析やアドロイ¹¹⁾による接着が適している。

陶材焼き付け用合金で接着ブリッジなどを作製する際には、強度的な面を考慮して非貴金属系合金の使用が望ましいが、ヤング率を比較的高く設定した最近の貴金属系のものであれば、適応症例の選択を適切に行うことで応用が可能と思われる。

V. 接着ブリッジの臨床

接着ブリッジは、各種接着性補綴物の中でも高い荷重が加わる最も厳しい条件下で使用されるため、初期の実験的に試みられた時代から、脱落の防止が重要な課題となってきた。このため接着システムや設計などに関して絶えず新しいシステムの導入が行われてきたが、その再検討と淘汰が繰り返されて現在に至っている。

最近の接着ブリッジの術式はシンプルで洗練されたものになっており、臨床家にとって最大の関心事であ

る耐用年数についても、初期の術式に比べて格段の向上が果たされている。接着ブリッジのこのような目覚ましい改善は、第2世代の金属接着システムともいえるべきプライマー・システムの導入やブリッジの設計の改良などによって実現されたものである。最新の接着ブリッジの術式を、適応症例および設計時の留意事項などとともを紹介する。

1. 接着ブリッジの適応症例

臨床における実用性が大幅に向上したとはいえ、従来の嵌合維持のブリッジに比べればはるかに制約が多く、歯質の削除をエナメル質内にとどめなくてはならないことから生じるオーバーカントゥアを始め、まだまだ多くの問題が未解決のまま残されている。従って接着ブリッジによる補綴処置で良好な臨床成績を得るためには、これら未解決の問題ができるだけ障害とならないような症例を選択することが必要となる。

欠損歯数は少ないほど有利で、原則的には1歯欠損が望ましい。これは多数歯欠損で支台歯数を増した時に生じるリテーナー間の結合部をできるだけ少なくして清掃性を高めるとともに、ブリッジの全長をできるだけ短くすることにより最低限のメタル厚さで十分な剛性強度を得るためである。初期の頃の接着ブリッジ脱落の主な原因の一つとして、メタルフレームの変形による支台歯からの剥離が挙げられる。リテーナーの数が増えて全体のスパンが長くなればなるほど、メタルを厚くしたり、嵌合形態を追加するなどしての補強が必要となる。

支台歯は生活歯が望ましく、健全な象牙質に裏打ちされたエナメル質の存在が必須条件となる。最近では10-3処理¹⁷⁾を初め数々の表面処理法やプライマーが開発されて、デンティンとの接着の性能も向上してきたが、接着性補綴物のなかで最も厳しい条件下で使用される接着ブリッジについては、接着の主体をエナメル質に求めることが必要と考えられている。失活歯を支台歯に用いることはできるだけ避けた方がよい。これは接着維持を主体の設計を行った場合に、エナメル質がリテーナーに付着したまま、デンティンとの界面からむしり取られてくる例がしばしば認められるためである(図19)。失活歯を使用する場合には、根管孔や髓室腔を利用した嵌合維持の要素が強いリテーナーを設計して、歯質の補強をはかることが必要となる(図20)。

従来法のブリッジでは、装着強度があまりにも違う2種類以上の支台装置を同一のブリッジ内で使用する

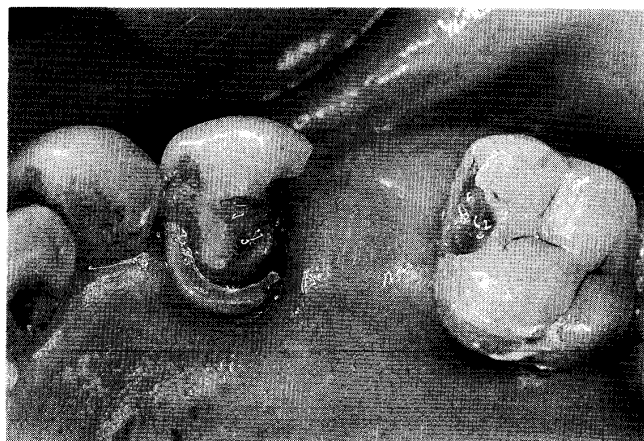


図19. 失活支台歯における剥離事故。4において、リテーナーに固着したエナメル質が剥離して、デンティンが露出した。

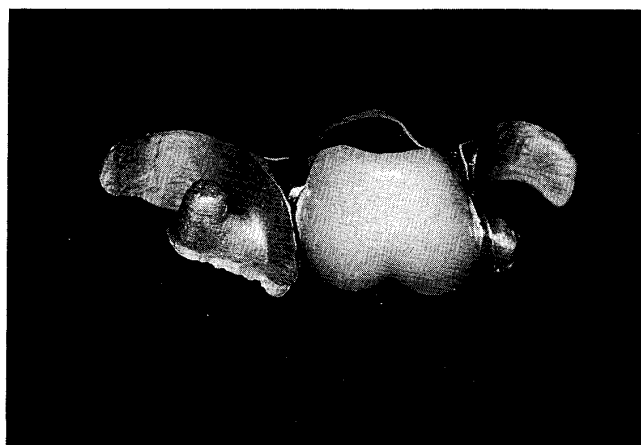


図20. 失活支台歯に用いられるポストを併用したリテーナー。

ことは望ましくないとされている。事実、全部被覆冠と2級インレーを組み合わせたブリッジにおいて、インレーだけがはずれて重篤な2次齲蝕を生じているのはしばしば目にするところである。接着ブリッジについてもインレーや全部被覆冠などの嵌合維持タイプのリテーナーとの併用は望ましくないとされてきた。しかし、少なくとも全部被覆冠との併用に関しては、コンビネーションタイプにおける剥離や脱落などの事故が多いという根拠はなく、十分に臨床での応用が可能と思われる(図21)。

またリテーナーが接着される部位に、すでにインレーやアマルガム充填が施されている症例では、いったん充填物を除去してしまった後、インレーを組み合わせたリテーナーとして設計することが望ましい。既存の充填物の上からリテーナーを接着した場合には、その部分に応力が集中したり、接着が不十分であったりし

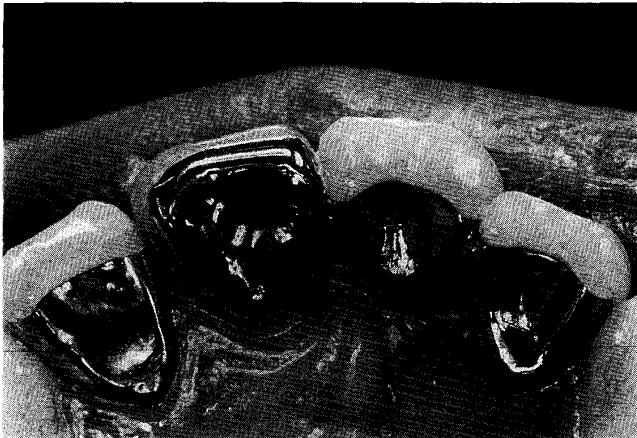


図21. 接着リテーナーと前装冠を併用したコンビネーション・ブリッジ。



図22. 前歯部における支台歯形成。

て、脱落の原因となりやすい。

2. 接着ブリッジの設計

支台歯の動員数は従来法のブリッジの場合と同様に考えれば良く、欠損部歯牙の歯根膜面積が、動員する支台歯の歯根膜面積の総和とほぼ一致することを原則として行えば良い。1 歯欠損の症例であれば、欠損部隣在の2 歯を動員することが普通である。通常の歯冠長を持つ支台歯であれば接着面積が不足することではなく、かえってブリッジの装着強度の不足を恐れて支台歯数をむやみに多くすることは、すでに述べたように臨床ささまざまなトラブルの原因となる。

接着ブリッジが咬合圧に耐えて支台歯に維持されるのは、主に接着力によるものと誤解されやすい。しかし実際には、咬合圧や側方圧の大部分を圧縮荷重として支台歯に負担させることが必要で、接着界面には圧縮以外の応力、すなわち引っ張りや剪断の応力ができるだけ加わらないようにすることが、長期に渡って接着維持を可能にする要件の一つと考えられる。

1 歯欠損における接着維持主体の基本的デザインの支台歯形成は図22, 23に示したようなものである。歯質の削除が少ないことが最大のメリットとともいっても、欠損側隣接面、レスト部分および接着の主体をなす舌・口蓋側の削除は必要と考えられる。特に隣接面の削除は、ポンティックとリテーナーの結合部を強化して剛性を高めるために不可欠とされている¹⁸⁾ (図24)。またレストに相当する部分には、咬合圧をできるだけ負担させて、接着界面への荷重を減少させる重要な役割がある。変形や破折を生じないように厚く、大きめの形態とすることが望ましい。また舌・口蓋側歯面の削除は、リテーナー部分に十分な厚さを確保してもで



図23. 臼歯部における支台歯形成。

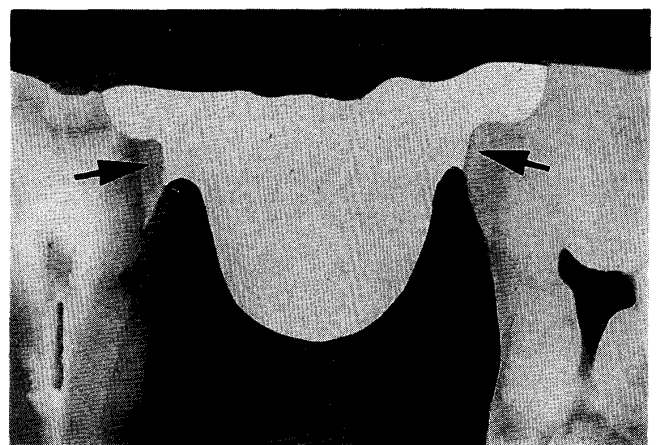


図24. 接着ブリッジ断面 (1)

隣接面の歯質削除はメタルフレームの剛性を高めるために必要。

きだけオーバーカントゥアにならないようにするために行われる(図25)。

本稿では、接着維持の要素を強くして、嵌合維持に頼るのをできるだけ避けたリテーナーのデザインを紹介したが、この他に嵌合維持の要素を加える度合によって、様々なデザインが考案されている。付与する嵌合維持の形態としては隣接面のボックスやグループ、咬合面のディンプルなど様々なものが考案されているが、これらはメタルフレームの剛性強度を高めるうえでも

有効に働いている。

採用するデザインの決定は、リテーナーの接着面積、メタルフレームに確保できる剛性強度、メタルの接着

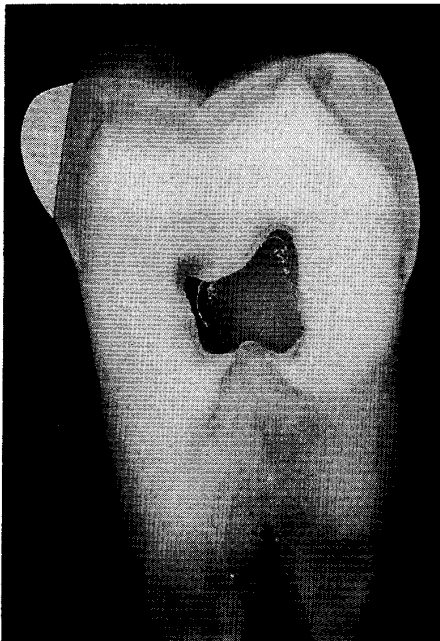


図25. 接着ブリッジ断面 (2)

舌面の削除により、リテーナーに十分な厚さを確保する。

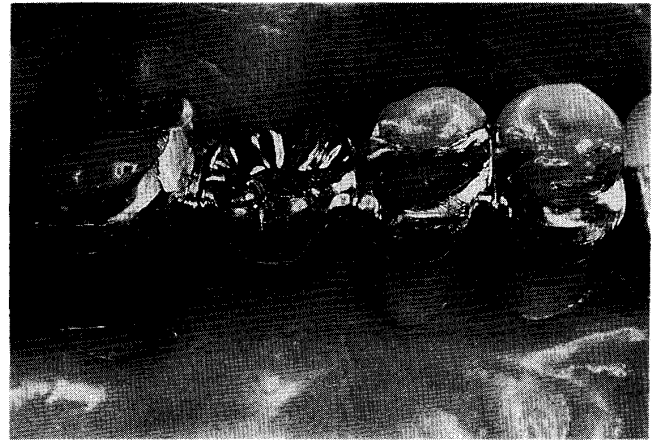


図27. 動揺歯の固定を兼ねた接着嵌合型ブリッジ。



図28. 術前の状況を示しており、3、5はいずれも健全歯であった。

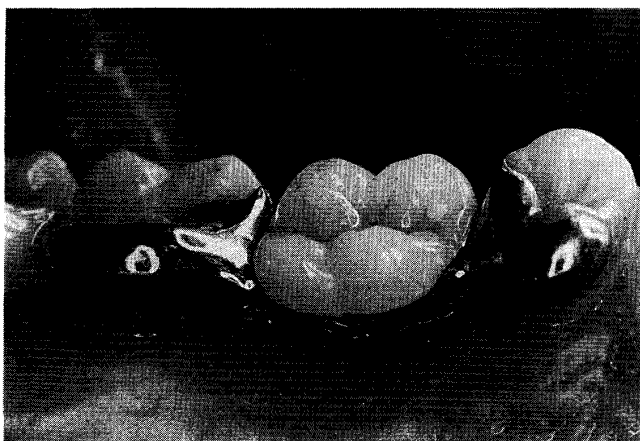


図26. 装着後13年を経過した接着ブリッジ。

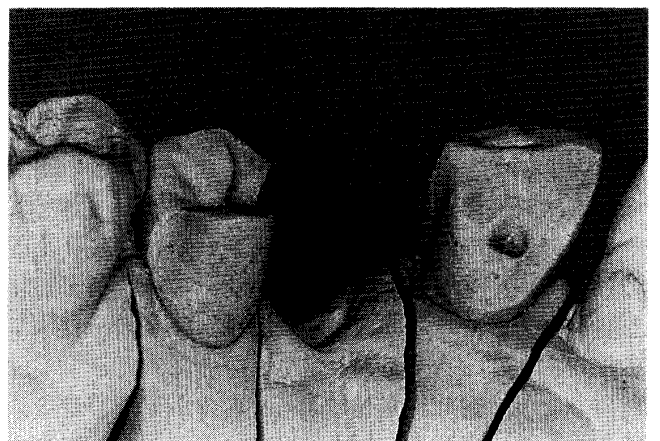


図29. 歯型固着式の作業用模型を示しており、歯質削除はエナメル質内にとどめることを原則とする。

システムなどを考慮して行うが、条件が厳しい程、嵌合維持の要素の強いものとなる¹⁹⁾。図26は維持の主体を接着に求めた設計のブリッジで、装着後12年を経過した現在も正常に機能を果たしている。また図27は嵌合維持の要素が強い接着ブリッジを示している。

3. 貴金属接着プライマーシステムの臨床

現在の臨床では、メタル表面に生じさせた金属酸化物の薄層を介して接着性レジンで接着するシステムと、メタルの新鮮面に接着プライマーを塗布してから接着性レジンで接着するシステムのいずれかが行われている。最近では特別な装置を必要とせず、簡単に確実な効果が得られることから、接着プライマーを応用したシステムを使う機会が増えてきた。

貴金属接着プライマーを応用した接着ブリッジの術式を図28～36の臨床例で示した。アルミナ・ブラスト処理を行ったメタル面に、プライマーをスポンジペレッ

トで塗布したり、ボトルから滴下するだけの簡単な操作のため、支台歯の形成からブリッジの装着までを2回の患者来院で行うことが可能である。

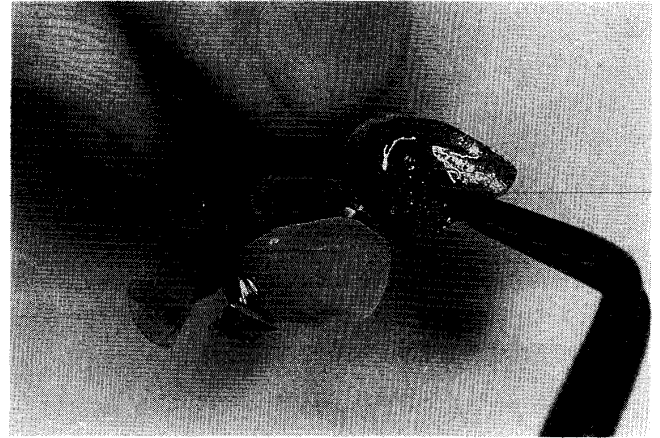


図32. サンドブラスト面にV-プライマーを塗布する。

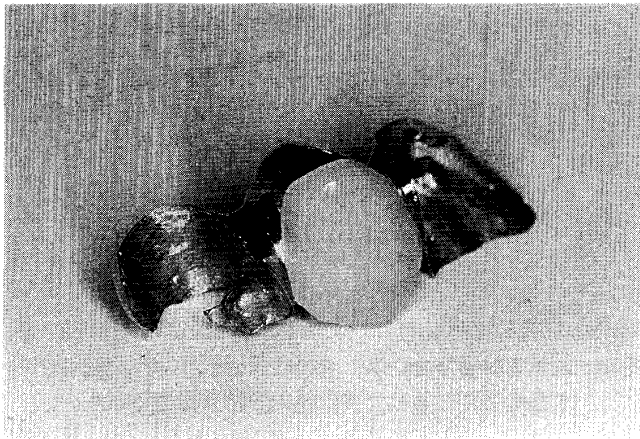


図30. 12%金銀パラジウム合金を使用してメタルフレームを作製した。前装は硬質レジンで行った。

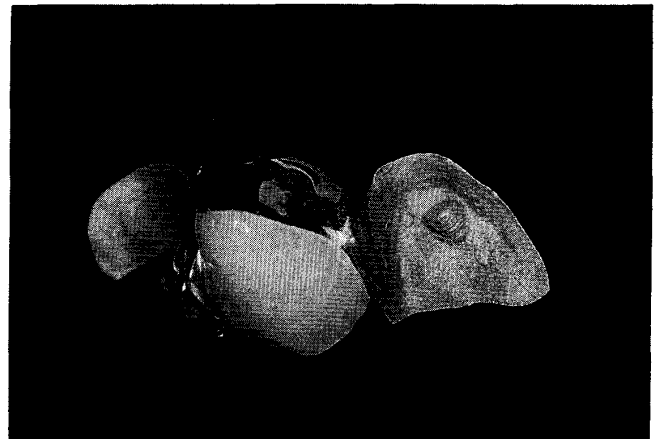


図33. プライマーは間もなく乾燥して、塗布面にわずかな着色が生じる。



図31. アルミナ粉末を用いてサンドブラスト処理を行う。



図34. 支台歯のリン酸エッチング処理。



図35.ブリッジの装着はスーパーボンド C&B のオペーク・アイボリー色を用いて行った。



図38. 装着時に溢出した余剰レジン、モノマーを浸ませた小綿球で拭きとる。

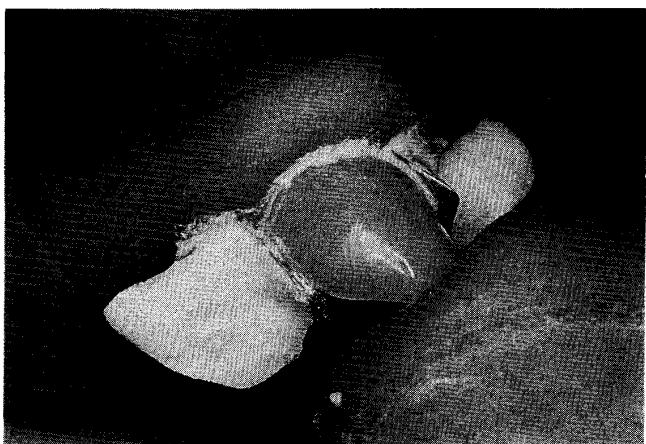


図36. リテーナー内面にスーパーボンド C&B を筆盛りする。

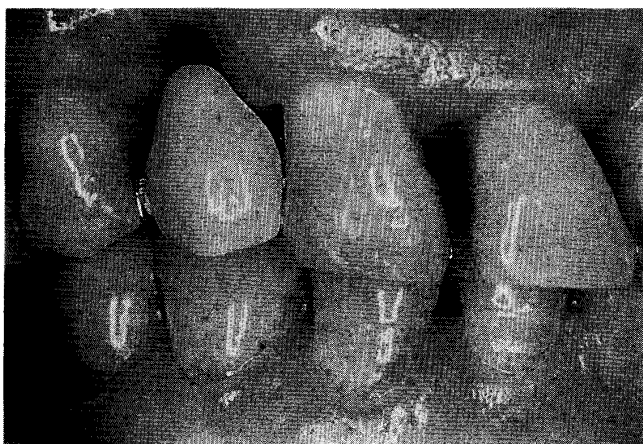


図39. 装着を終了したブリッジの唇面観を示している。オペーク色の使用により、支台歯の変色は認められない。



図37. エッチングを施した支台歯に圧接する。

VI. 接着補綴への今後の期待

プライマーシステムの臨床導入により、熟練とかなりの時間を要した接着性補綴物の装着作業が、短時間で容易に行えるようになってきた。従来の酸化処理を必要とするシステムに比べて、接着強度や耐久性の向上はわずかであっても、操作の簡易化による失敗の少ない接着作業が、良好な臨床成績に繋がったものと思われる。最近の接着性補綴物は従来法の補綴物に匹敵する操作性を持ちつつあり、今後、象牙質を含めた歯質への接着性が改善されればより広い症例への応用が可能になるものと期待されている。

本稿では歯科用合金の接着技法だけを紹介したが、補綴領域における接着技法は歯質を始めセラミックスや高分子材料、生体の硬組織に至るまで重要な対象となっている。しかし歯科用合金の場合に比べ、これら

を被着体とする接着システムの開発はかなり遅れをとっており、有効なシステムが見い出されていない材料も数多く残されている。高齢者人口の増加とともに急増する床義歯の作製や修理を例に挙げるまでもなく、歯科用接着の技法は診療の質的、量的向上にとって重要な意義を有している。金属以外を被着体とする接着研究においても進展が強く望まれている。

参考文献

- 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冠する研究(第17報). 歯理工誌, 20, 221-227, 1979.
- 2) 田中卓男, 永田勝久, 竹山守男, 中林宣男, 増原英一: 鑄造用 Ni-Cr 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強度と耐久性の向上. 歯理工誌, 20, 221-227, 1979.
- 3) 田中卓男, 永田勝久, 竹山守男, 中林宣男, 増原英一: 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.
- 4) Rochetto, A.L.: Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth, J. Prosthet. Dent., 30, 418-424, 1973.
- 5) Livaditis, G.J. & Thompson, V.P.: Etched castings/An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. J. Prosthet. Dent., 47, 52-58, 1982.
- 6) Tanaka, T., Hirano, M., Kawahara, M., Matsumura, H. & Atsuta, M.: A new ion-coating surface treatment of alloys for dental adhesive resins. J. Dent. Res., 67, 1376-1380, 1988.
- 7) 西島奉一, 新谷明喜, 横塚繁雄: 接着試験法に関する基礎的研究. 補綴誌, 32, 137-150, 1988.
- 8) 松村英雄: 歯科用合金の接着に関する研究. 歯材器, 5, 209-216, 1986.
- 9) 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/非貴金属合金の場合. 補綴誌, 27, 706-712, 1983.
- 10) Tanaka, T., Fujiyama, E., Shimizu, H., Takagi, A. and Atsuta, M.: Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion-fixed partial dentures. J. Prosthet. Dent., 55, 456-462, 1986.
- 11) 大野弘機: Adloy による貴金属合金の表面改質. 補綴臨床/別冊 (接着歯科の最前線), 252-255, 1991.
- 12) 小島克則: SH 基を有する官能性モノマーの歯質および歯科用合金への接着に関する研究. 歯材器, 5, 92-105, 1986.
- 13) 宮入裕夫: 接着ブリッジの設計と力学. 接着歯学, 1, 12-12, 1983.
- 14) 野口八九重, 越中 優: 接着強さ測定法に関する一考察. 接着歯学, 2, 26-26, 1985.
- 15) 田中卓男, 松村英雄, 平野正美, 川原光正, 熱田 充: 接着用合金処理と設計の改良. 歯界展望, 73, 581-592, 1989.
- 16) 平曜輔, 今井庸二: 歯科用金属接着におけるチオリン酸系プライマーへのリン酸系モノマー及び過酸化物の添加効果. 歯材器, 13 (特別号), 190-191, 1994.
- 17) 中林宣男: 接着界面の象牙質側に生成した樹脂含浸層について. 歯材器, 1, 78-81, 1982.
- 18) 篠原直幸: 接着性補綴物が歯牙の動揺度と支持組織の負担力に及ぼす影響. 補綴誌, 33, 991-999, 1989.
- 19) 増原英一: 歯科臨床における接着技法の変遷と展開. 補綴臨床/別冊 (接着歯科の最前線), 6-12, 1991.