前歯部接着ブリッジの接着強度に 及ぼすウイング厚さの影響

清水 博史 高木 明夫 森口 茂樹
田中 卓男 熱田 充

The Influence of the Thickness of Wing Portions of an Anterior Acid-etched Fixed Partial Denture on the Bond Strength to Abutment Teeth

Hiroshi Shimizu, Akio Takagi, Shigeki Moriguchi,
Takuo Tanaka and Mitsuru Atsuta

Abstract : A number of reports on the acid-etched fixed partial dentures have been made. How to prevent the falling of retainers from the abutment teeth has been one of the unresolved problem. H. miyairi et al. suggested that the adhesive strength between retainers and acid-etched abutment teeth might be significantly influenced by the rigidity of the metal framework.

The purpose of this study is to evaluate the influence of retainer's thickness on the adhesive strength of acid-etched fixed partial denture. The wax frameworks of various thickness were cast in cobalt-chromium alloy and Au-Ag-Pd alloy respectively.

The following conclusions were obtained.

1) The adhesive strength between the retainer and the bovine tooth increased according as the retainer's thickness increased, and reached the maximum and plateau with the thickness of 1.5 mm.

2) In case of using Super-Bond C & B, the adhesive strength of Au-Ag-Pd alloy to the teeth was better than that of Co-Cr alloy with the thickness of less than 1.2 mm.

Key words : acid-etched fixed partial denture, rigidity, adhesive strength, metal framework

緒 言

接着ブリッジは、最近ではその脱落事故の頻度も減少して、臨床の場でも積極的に用いられるようになってきた。しかしながら、脱落事故が皆無になった訳ではなく、2~3年の装着期間で3~10%の症例が脱落したと

報告されている¹⁻³⁾。著者らも約230症例中6件の脱落事故を経験したが、それらの脱落した接着ブリッジを詳細に観察したところ、脱落の主因はメタルフレームの剛性強度不足にあるのではないかと推察された。

そこで本研究においては、メタルフレームの剛性強度と密接な関係のある接着ブリッジのウイングの厚さとその接着強度との関連について検討を行い、興味ある知見を得たので報告する。

なお、臼歯部の接着ブリッジに関しては、その剛性強度と接着強度との関係についてすでにいくつかの報告がされているので^{4,5)}、本研究では前歯部の接着ブリッジの

長崎大学歯学部歯科補綴学第1講座（指導：熱田 充教授）
Dept. of Fixed Prosthodontics, Nagasaki, Univ. School
of Dentistry (Chief: Prof. Mitsuru Atsuta)
昭和60年7月17日受付

図 1 アクリル棒に固定し、被着面の調整の終了した牛の抜去前歯

場合についてのみ検討を行った。

実験材料および方法

1. 牛歯被着面の調整

人の上顎中切歯の代用として牛の抜去前歯を用いた。牛歯は引張り試験機取り付け用のアクリル棒に即時重合レジンで固定した後、ウイングを接着する部分の歯面を平らな面に調整し、最終的に 180 番のエメリーペーパーによる研磨を施した。この後、浮石末を主成分とするスクーリング用ペーストを付けたポリッシングブラシにて付着物除去後、エアーとウォーターの混合スプレーにより十分に洗浄した。

なお、被着面となる平面はすべてエナメル質とし、以上の操作中に象牙質が露出した牛歯は実験から除外した。

図 1 に、アクリル棒に固定し、被着面の調整の終了した牛歯を示す。

2. ウイングの作製

ウイングは、人の上顎中切歯を支台歯とする場合を想定して縦 8 mm、横 6 mm の長方形とし、接着面に対し 60° の方向に剝離力を加えるためのハンドルを切端側に連結した (図 2)。

金属は、陶材焼付用 Co-Cr 合金メタキャスト (サン

図 2 引張り試験機取り付け用ハンドルを連結したウイング

メディカル社) および金銀パラジウム合金キャストユニ MC 12% (G-C 社) を用い、メーカーの指示に従って鋳造した。

ウイングの厚さは、それぞれ 0.5, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0 mm の 6 種類とした。

ウイング内面の被着面処理として、粒径 50 μ のアルミナ粉末によるサンドブラスト処理を行った後、Co-Cr 合金では超音波洗浄法⁶⁾、金銀パラジウム合金は 400°C 加熱法⁷⁾による被着面酸化処理を施してから実験に供した。

今回は、金銀パラジウム合金の硬化熱処理等は行わなかった。

3. 接着試験片の作製

表面を清浄にした牛歯の被着面は、接着性レジン付属のリン酸により所定のエナメルエッチング処理を行った後、混合スプレーにより付着したリン酸を十分に除去してから、圧縮空気で乾燥した。

この後、2 種類の接着性レジンスーパーボンド C & B (サンメディカル社) およびパナビア EX (クラレ社) を用いてウイングを牛歯に接着して、試験片とした。

試験片の数は、各条件ごとに 5 個とした。

4. 接着強度の測定

完成した試験片は、接着性レジンの硬化後、37°C の水中に 24 時間浸漬してから、接着強度を測定した。測定にはオートグラフ (DCS-500、島津製作所) を用い、図 3 に示すようにウイングの切端側に接着面に対し 60° の方向に剝離力を加え、その最大接着強度を測定した。クロスヘッドスピードは 0.5 mm/min とした。

図3 剝離力を加えた引張り試験

図4 ウイングの厚みの違いが前歯部接着ブリッジの装着強度に及ぼす影響 (Co-Cr 合金の場合)
 ●：スーパーボンド C & B
 ○：パナビア EX

実験結果

図4, 5はウイングの厚さの違いが接着強度に及ぼす影響を検討した結果である。

図4の Co-Cr 合金ではスーパーボンド C & B で接着した場合、ウイングの厚さが 1.0 mm より大きくなると接着強度の急激な増加が認められ、1.5 mm では 65 kg/cm² 以上の値に達したが、それ以上の厚さを与えても強度の増加はみられなかった。

パナビア EX で接着した場合は、厚さ 1.0 mm までは強度の増加が認められ、40 kg/cm² 弱の値に達したが、その後の増加はみられなかった。

また図5に示す金銀パラジウム合金の場合には、いずれの厚さにおいてもスーパーボンド C & B を用いた場合の接着強度がパナビア EX のそれを上回った。スーパーボンド C & B では、0.8 mm までの強度増加が著しく、0.8 mm では 43 kg/cm² の値を示したが、それ以上

図5 ウイングの厚みの違いが前歯部接着ブリッジの装着強度に及ぼす影響 (金銀パラジウム合金の場合)
 ●：スーパーボンド C & B
 ○：パナビア EX

の厚さにおいては増加の度合いはわずかであった。

パナビア EX で接着した場合は、厚さが 1.2~1.3 mm に至るまでの強度の増加が顕著に認められ、40 kg/cm² の値に達したが、それ以後の増加はわずかであった。

引張り試験後の試験片の破断面は、メタル、レジンの種類を問わず、大部分がエナメル質-レジン間での界面剝離であったが、接着強度の大きな試験片の中には、レジン内部での凝集破壊の像を呈しているものがみられた。

しかしながら、スーパーボンド C & B で接着した試験片のうち、ウイングの厚さが 1.5 mm より大きなものの半数以上では、ウイングを接着した部のエナメル質が象牙質との界面から剝離してしまった。図6はその例を示している。この場合にはウイングのエナメル質に対する接着強度は、得られた測定値よりもさらに大きいものと推察された。

考 察

接着ブリッジの脱落を防止する上で、これまで金属や歯牙の被着面処理の重要性が強調され、数多くの報告が成されており、ある程度満足できる成果が上がっている⁶⁻¹¹⁾。

しかしながら、接着ブリッジの基本的な設計については系統だった理論的な検討が行われたことはなく、臨床における試行錯誤の結果、経験的に妥当と考えられる方法を採用しているのが現状であろう。しかも、もし脱落した場合には接着面積を増してやるか、あるいは機械的な嵌合力を追加するという解決策が取られてきたため、

できるだけ歯を削らないという初期の接着ブリッジから、最近ではある程度の歯牙の削除は止むを得ないという方向へ、その概念も移ってきた感がある¹²⁻¹⁶⁾。

最近、接着面積を増したり嵌合力を併用する方法以外に、ブリッジの剛性強度を高めることにより接着強度を向上させ、脱落を防止しようとする考えも現れてきた。宮入や野口らは、剛性強度の高いブリッジでは、ストレスが接着界面全体に分散して加わるため、接着強度の向上がはかれるとしている^{17,18)}。

一方、われわれが脱落を経験した 6 例の接着ブリッジにおいても 4 例にメタルフレームの破折が伴い、残る 2 例にもウイングに極端に薄い部分が存在していた。この事実は、脱落の主因がメタルフレームの剛性強度不足にあるということを示唆するものである。

そこでわれわれは、メタルフレームの剛性強度と密接な関係にある接着ブリッジのウイングの厚みや形状が、その接着強度に及ぼす影響について検討することにした。今回は特に、ウイングの厚さに限って検討を加えた。

なお、現在数多くの種類の金属が接着ブリッジに応用されているが、今回の研究では比較的簡単な被着面処理で優れた接着強度や耐久性が得られ、臨床においても普及している Co-Cr 合金と金銀パラジウム合金を用いた。

1. ウイングの厚さと接着強度について

図 4, 5 に示すように、メタル、レジンの組合せにより各々の挙動は異なるものの、ある一定のウイングの厚さを確保すれば接着強度は最大値に達し、その後の増加はほとんどあるいは全くみられなかった。

これはある一定以上の厚さをもつメタルフレームが剛体とみなしてよい状態になるためと考えられる。つまり、厚さの十分なメタルフレームの場合はフレームの 1 点にかかる荷重が接着界面に均等に分散するのに対し、厚さが不足している場合には、フレームがたわみ、荷重が局所的に集中するため、部分的に剝離を生じ、接着強度の差となって現れたものと思われる。したがって、臨床における接着ブリッジの各々のウイングには接着強度が最大値に達するところのある一定の厚さがそれぞれ決定されることが想像できる。

しかしながら、本実験に用いたウイングの形状は実際の前歯部接着ブリッジのものと異なっており、さらに各症例ごとに支台歯の形態や面積も異なっているため、臨床においてどれだけの厚さを確保すれば最大接着強度を得ることができるかということについては、図 4, 5 の

図 6 エナメル質-象牙質界面から剝離を生じた試験片の例

結果をそのまま当てはめることはできないであろう。

2. Co-Cr 合金と金銀パラジウム合金を用いた場合の差異について

従来より金銀パラジウム合金を用いた接着ブリッジの場合は、非貴金属合金を用いる場合に比べ、ウイングの厚さをより大きく確保する必要があるといわれてきたが¹⁹⁾、本実験では金銀パラジウム合金をスーパーボンド C & B で接着したものが、1.2 mm 以下の厚さにおいて同じ条件下の Co-Cr 合金よりも大きな接着強度を示した (図 4, 5)。

これは、ウイングの厚さが小さい場合に、硬化熱処理を行っていない金銀パラジウム合金は機械的強度が Co-Cr 合金に比べて劣るものの、展延性や靱性において優れているため、剝離力が金属内部で緩和されること、同様に柔らかいスーパーボンド C & B がパナビア EX に比べて剝離力に対する抵抗力が高いことなどによるものと考えられる。

3. 本実験の臨床的意義

本実験により、ウイングの厚さの確保が前歯部接着ブリッジの接着強度を高め、ひいてはブリッジ体の脱落防止に有効であることが明らかとなった。そして、ある一定の厚さを確保すれば、その接着強度は最大値に達し、それ以上に厚さを増しても強度の増加は起こらず、無制限にウイングを厚くする必要はないことも判明した。

このことは、臨床においてウイングの厚さが咬合関係その他により、大きく制約を受けることを考えれば有利であるが、口腔内では色々な不確定要素が多く、一般にウイングの厚さを決定する目安も明らかではない。

ただ、下顎前歯部の接着ブリッジのように比較的咬合関係などによる制約を受けにくい部位では、歯周組織に

対する影響や舌感に支障がなければ、現時点ではウイングを可及的に厚く作製することで、大きな接着強度を期待でき、脱落も生じにくくなるものと思われるがこれは例外的で、通常は最大接着強度を得ることができるウイングの厚さは確保できない、と考えるのが妥当であろう。

そこで、著者らはウイングの厚さの不足に起因する剛性強度の低下を補い、大きな接着強度を得るためには、厚さばかりでなくウイングの形状をも適切に付与することが、現作的な方法であろうと考えているが、これについては、次回に報告する予定である。

結 論

接着ブリッジのメタルフレームの剛性強度不足が、脱落の原因のひとつになっているという想定のもとに、剛性強度と密接な関係のあるウイングの厚さが、前歯部接着ブリッジの接着強度に及ぼす影響について、接着面に対し 60° の方向に剝離力を与えて検討した。

その結果、以下の知見が得られた。

1. ウイングの厚さが増加するにつれて、その接着強度も増大し、厚さ 1.5 mm において最大値に達した。それ以上厚さが増加しても強度の増大は認められなかった。
2. スーパーボンド C & B を用いた場合、厚さ 1.2 mm 以下の薄いメタルフレームでは、金銀パラジウム合金が Co-Cr 合金よりも大きな接着強度を示した。
3. 臨床的には、ウイングの厚さを確保することのみで、最大接着強度を得ることには限りがあり、適切なウイングの形状をも加味することが大切であると考えられる。

文 献

- 1) 高木明夫, 清水博史, 田中卓男, 熱田 充: 接着ブリッジの脱落とその対策—160 症例の術後経過から考える—, 補綴臨床, 65: 452~464, 1984.
- 2) 山下 敦: 接着ブリッジの臨床, 第 1 回接着歯学研究会・発足記念講演会, 東京, 1983.
- 3) 山下 敦, 吉井啓之, 伊藤楯樹, 柏田聡明, 石井雅之: 接着ブリッジのリテーナーデザインと経時観察, 第 2 回接着歯学研究会講演会, 東京, 1984.
- 4) 熱田 充, 須堯 博, 田中卓男: 接着性ブリッジの維持力に影響する因子について, 補綴誌, 28: 695~702, 1984.
- 5) 荒木 繁, 片田博子, 渡辺英雄, 黒田拓治, 高橋純造, 丸山剛郎: 接着ブリッジの維持力に関する研究—臼歯部ブリッジの引張剪断力について—, 補綴誌, 29: 325~336, 1985.
- 6) 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.
- 7) 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: 50~61, 1982.
- 8) 田中卓男, 清水博史, 藤山えり子, 高木明夫, 熱田 充: アドヒージョン・ブリッジのためのメタルの表面処理と接着性, 歯界展望, 63: 735~767, 1983.
- 9) 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合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.
- 10) 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.
- 11) 山本昌雄: エナメル質の酸処理と接着性, G.P., 1: 33~41, 1977.
- 12) 岡本光生, 岡本幸代, 上原秀樹, 小城辰郎, 郭 明毅: Cost Ring Bridge の臨床 (臼歯部接着性ブリッジの新しいデザイン), 九州歯会誌, 37: 1101~1109, 1983.
- 13) 森 正文, 珍坂俊弘, 宮本由美子, 前田憲昭, 吉岡 済: 接着性レジンをを用いたブリッジの新しい設計—現在における脱落傾向に対する一提案, ザ・クインテッセンス, 2: 57~66, 1983.
- 14) 堀内 章, 春日 均, 伊東邦彦, 水沼 徹, 中村光夫, 中村宣男, 増原英一: 4-META 接着性レジンを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.
- 15) 山下 敦: 歯科接着性レジンの基礎と臨床 (下巻), 105~114, クインテッセンス出版, 東京, 1983.
- 16) 難波浜夫, 今牧 謙: 接着ブリッジの臨床技工, クインテッセンスデンタルテクノロジー, 9: 1402~1408, 1984.
- 17) 野口八九重, 他: 接着強さ測定法に関する一考察, 第 2 回接着歯学研究会・講演会, 東京, 1984.
- 18) 宮入裕夫: 接着ブリッジの設計と力学, 第 1 回接着歯学研究会・発足記念講演会, 東京, 1983.
- 19) 真坂信夫: 接着ブリッジの投工操作について (座談会), クインテッセンス, 9: 24~38, 1984.