

〔原著〕 松本歯学 15: 188~193, 1989

key words: 箔焼付ポーセレンクラウン — ボンディングエージェント — 焼付強さ

箔焼付ポーセレン・クラウンに関する研究 —ボンディング材の効果について—

岩井啓三, 片岡 滋, 石原善和, 甘利光治

松本歯科大学 歯科補綴学第2講座 (主任 甘利光治 教授)

Studies on Porcelain Bonding to Pleat Foil Crowns —Concerning the effect of bonding agent—

KEIZO IWAI, SHIGERU KATAOKA, YOSHIKAZU ISHIHARA and MITSU HARU AMARI

Department of Prosthodontics II, Matsumoto Dental College

(Chief: Prof. M. Amari)

Summary

We observed the effect of three bonding agents (IFA Powder, Gold Bonding Agent, and Uniseal) on the noble metal foil coping, and on the interface of the coping and the porcelain jacket of the metal ceramic Renaissance (or Cera-Platin) crown system.

The results are as follows.

1. IFA powder was judged best in terms of bond strength.

2. The bond strength of IFA powder is attributable to its principle ingredient, gold. When deposited on the metal foil, the lower portions of the gold particles of this product form acute angles with the surface of the foil, providing overhangs which give a tighter bond with the porcelain.

結 言

箔焼付ポーセレン・クラウンは陶材溶着鑄造冠やポーセレン・ジャケット・クラウンに代わる新しいセラモメタルクラウンとして紹介され、臨床に応用されつつある¹⁻³⁾。この技法には箔の圧接、スウェーピング、箔どうしの融着を図るバーニング操作など、いくつかの特徴的なテクニックがある。このうち、バーニングに関しては、加熱温度が重要な影響を及ぼしていることをすでに指摘し

た⁴⁾。

そこで今回は、箔と陶材の焼付強さに影響を及ぼすとされているボンディングエージェントについて検討した。

すなわち、本法に用いる専用のボンディングエージェントと市販の陶材溶着鑄造冠用のボンディングエージェント2種の計3種について、まずその成分分析を行ない、次に実際に陶材を焼き付けた場合の曲げ強さを測定、あわせてそのときの溶着状態を観察し検討を行なったので報告す

る。

材料および方法

1 材料

実験には前回⁴⁾同様，ユニコーン社製ルネッサンスクラウンを用いた。ボンディングエージェントは

- 専用パウダー：IFA パウダー
(ユニコーン社製 Lot. No. 730585)
- 金属系：Gold Bonding Agent
(日本歯研工業社製 Lot. No. K01106)
- 陶材系：Uniseal
(UNITEC 社製 Lot. No. 08228601)

の3種を用いた。

2 各ボンディングエージェントの成分分析

まずはじめに，各ボンディングエージェントの組成を知るために元素分析を行なった。分析にはX線マイクロアナライザー(JCXA-733型 日本電子社製)を用いた。

3 陶材圧縮側曲げ試験

1) 試料の作製

試料の作製にあたっては，まず傘型の箔を平らに引き伸ばし一枚の円型の箔とし，これを22×12×5 (mm)のプラスチックの平板に，陶材を焼き付ける側に両面テープで貼り付けた。プラスチック板からはみ出た余剰の部分は垂直に折り曲げておく。次にこのプラスチック板と箔全体を陶材用埋没材(ボルセル 松風社製)で埋没し，硬化後プラスチック板を取りはずし，陶材焼成用の型を作製した。すなわち，プラスチック板を除去することにより中央が凹部となり，その底面に箔が圧接された恰好となっている(図1)。こうすることにより，箔の折り曲げていた部分が埋没材中に埋め込まれるため，後の陶材焼成時において箔に変形が生じないようにした。

次に，この陶材築盛用の型に先のボンディングエージェントを通常通り塗布し焼成した。焼成条件はそれぞれ

- IFA パウダー 990℃
- Gold Bonding Agent 800℃→1010℃
- Uniseal 750℃→960℃

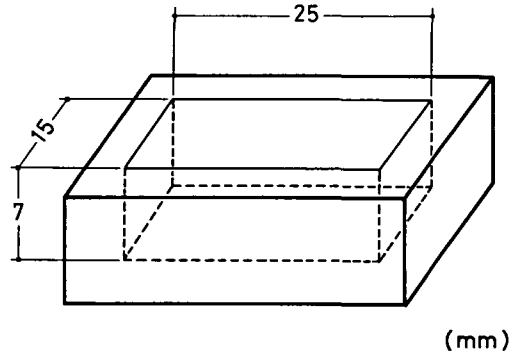


図1：ポーセレン築盛用の型

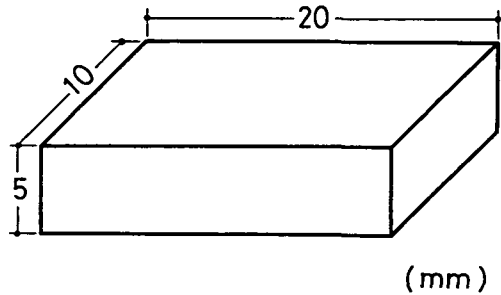


図2：試験片の形状

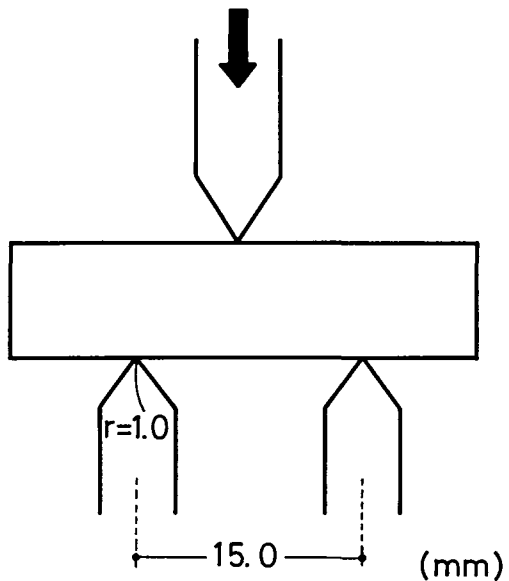


図3：曲げ試験

表1：ポーセレンの焼成条件

	preheated time (min.)	low temp. (°C)	heat rate (°C/min.)	high temp. (°C)
opaque	2	700	55	940
dentin	5	500	45	920

のとおりである。その後ひき続き、陶材の焼成に移った。陶材はノリタケスーパーポーセレン(NT-1)を用い、表1に示す条件で焼成した。焼成終了後、埋没材を除去し、余剰の箔を切り取った。試料はあらかじめ大きめに作製してあるので、エメリーペーパー(#120,400,800,1200)で順次研磨し、図2の大きさに仕上げた。なお試料は先に挙げた3種類、IFAパウダー(略号B)、Gold Bonding Agent (GB)、Uniseal (U) および、対照として箔に陶材を直接焼き付けたもの(P)を用いた。

2) 曲げ試験

曲げ試験は図3に示すように、箔が下、陶材が上になるような陶材圧縮側曲げ試験を行なった。

測定にはオートグラフ (DSS 500 島津製作所製)を用い、荷重速度0.5 mm/minとし、曲げ破折強度を測定、また各試験片の幅と厚みをマイクロメーターで測定し曲げ強さを算定した。

4 溶着状態の観察

溶着部の観察試料は曲げ試験を行なった試験片を用いた。すなわち、この試験片は陶材部に破折は生じているが箔とは剥離していないので、これをエポキシ樹脂に包埋、鏡面研磨を行ない、光学顕微鏡にて観察した。

結 果

1 成分分析

各ボンディングエージェントの分析結果を図4

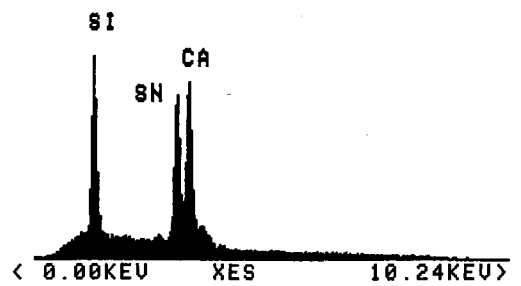
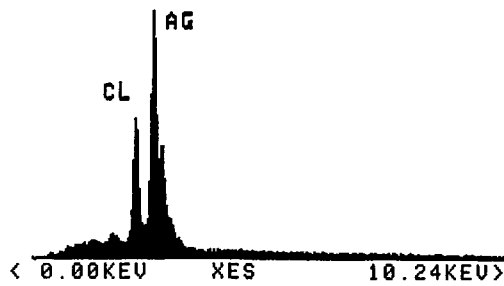
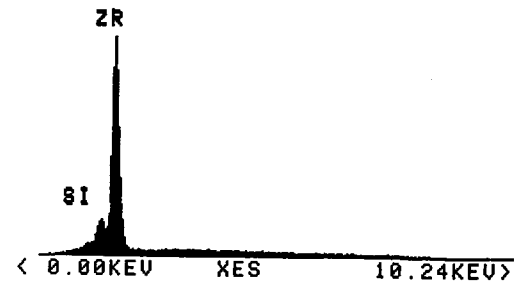
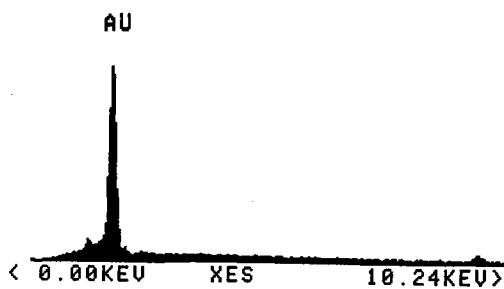


図4：IFAパウダーの元素分析

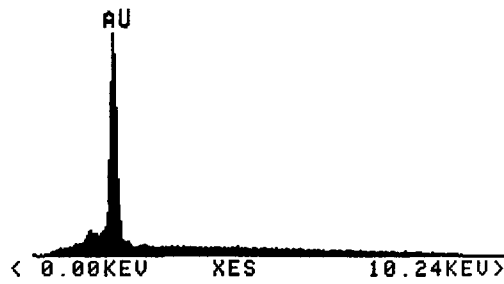


図6：金属系ボンディングエージェントの元素分析 (Gold Bonding Agent)

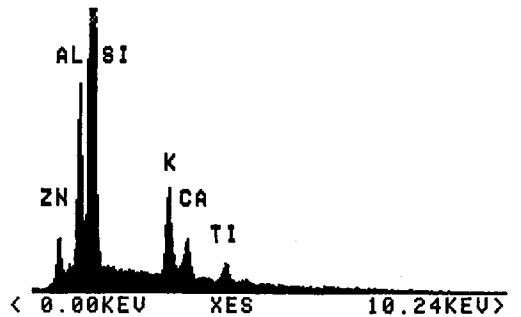


図5：陶材系ボンディングエージェントの元素分析 (Uniseal)

～6に示す。IFAパウダーの元素分析では、Au, Ag, Clが検出された。ただし、数ヶ所の測定部のうち大部分はAuで、部分的にAgも検出され、しかもAgの検出された部位は必ずClも同時に検出された。また、Gold Bonding AgentではAuのみが、Unisealからは、Al, Si, Zn, K, Ca, Ti, Zr, Snが検出された。

2 曲げ強さ

曲げ強さの測定結果を図7に示す。各試料とも破折時の降伏荷重から破折強さを求めたもので、値はいずれも各試片の幅と厚みを計測し、支点間距離20mmとし、

$$\frac{3wl}{2bd^2} \quad \left(\begin{array}{ll} w: \text{荷重} & l: \text{支点間距離} \\ b: \text{試料の幅} & d: \text{試料の厚み} \end{array} \right)$$

より算定した。

試料Bが9.49 kg/mm² (±1.73) と最も大きな値となり、以下試料GBの8.71 kg/mm² (±1.16), 試料Pの8.64(±1.06), 試料Uの7.42(±1.53) となった。

3 顕微鏡観察

各試料の顕微鏡写真を図8から図11に示す。まず、専用のIFAパウダーを用いた試料Bでは、粒子の大きさに大小はあるものの金の粒子が箔の表面に溶着しているのが観察できた。これに対して、試料GBでは金の粒子が小さく、箔の表面に小さな凹凸を形成し、また試料Uでは粒子間に間隙が多数存在し、試料Bや試料GBのような、箔との

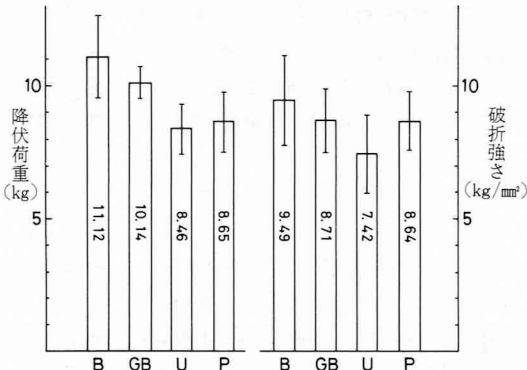


図7：各試料の降伏荷重および破折強さ

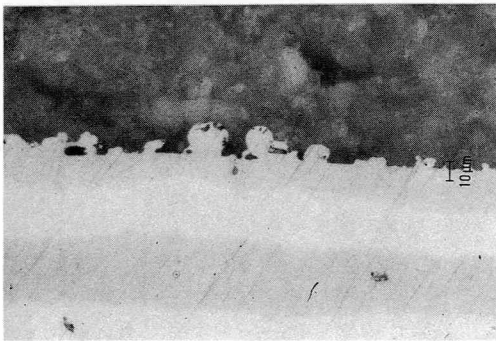


図8：溶着状態 (1) IFA パウダー

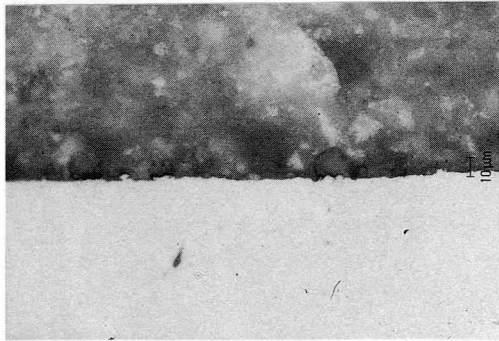


図10：溶着状態 (3) Gold Bonding Agent

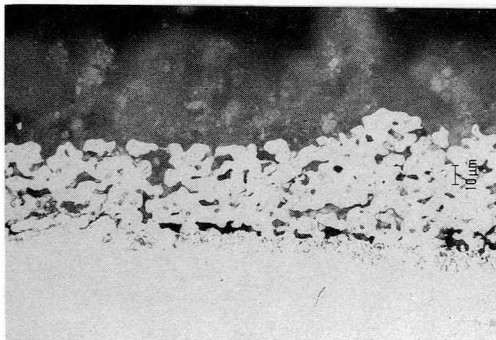


図9：溶着状態 (2) Uniseal

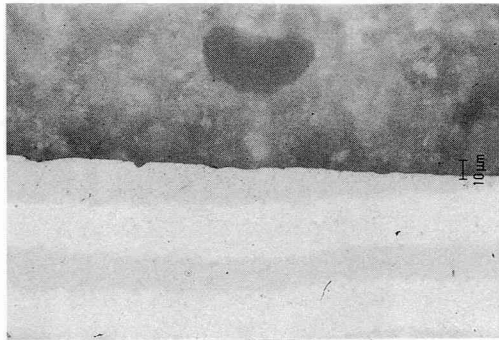


図11：溶着状態 (4)箔に直接陶材を焼き付けたもの

溶着はみられなかった。対照の試料 P では、箔の平らな表面と、それに接した陶材が観察できた。

考 察

箔焼付ポーセレン・クラウンはノンキャストセラモメタルクラウンといわれるように、鑄造操作を必要としないことから製作時間が短くて済み、また150 μm と極めて薄い貴金属箔を用いることから支台歯の削除量が少なく、審美的にも優れているなど多くの利点を有している¹⁻³⁾。しかし箔の圧接からバーニングに至る作業は本法独自の手法であり、その巧拙がこのシステムの成功の鍵を握っているともいえる。したがって本法の製作過程の一つであるボンディングエージェントの応用に関してその効果を調べ、またその溶着状態を観察することは本法の確立にとって重要な課題と考えられる。

ところで、陶材溶着鑄造冠においては金属の表面処理、あるいはボンディングエージェントの使用の可否について多く論議されているが⁵⁻⁸⁾、特殊な貴金属箔を用いる本法では果たしてボンディングエージェントを用いる事が適当かどうか明らかにされていない。一般に陶材溶着鑄造冠におけるボンディングエージェントの役割としては、焼付強さの向上、あるいは合金の酸化色を隠蔽するといった目的がある。後者の場合を特にメタルコンディショナーと表現することもあるが、この両者を明瞭に区別する定義はなく、広くボンディングエージェントと称しているのが現状である^{5,6)}。また、ボンディングエージェントをその成分からみると、金属系のもは主として焼付強さの効果を、陶材系のもは酸化色の隠蔽を目的としたものが多い⁷⁾。

本研究に用いた貴金属箔は、金、白金を主成分とし、それ自体黄金色を呈しており、酸化膜を形成するものではないから色調を抑制する必要がない。そして実際に専用のボンディングエージェントを分析すると金が大部分を占めていた。このことは逆に、金を主成分とするボンディングエージェントを用いることにより箔の黄金色を損なわないようにするという側面があるということができる。また金以外には銀が一部検出された。ただその場合、必ず同時に塩素も存在していたことから、パウダーの溶剤として塩化銀が用いられてい

たと考えられる。さらに、銀は溶解温度が962°Cであることから、ボンディングエージェントの焼成時には当然溶融しており、したがってその添加目的としては、箔の表面を平滑化し、また金の粒子の溶着を助ける働きをしているのではないかと考えられる。

これとは別に、市販のボンディングエージェントの中から金属系、陶材系のものをそれぞれ選んで成分分析を行なったが、金属系の Gold Bonding Agent では金のみが、陶材系の Uniseal では陶材と同様の成分が検出され、それぞれ焼付強さの向上および金属色の隠蔽を意図とした成分構造と考えられる。

そこで次に、これらのボンディングエージェントを用いた時の焼付強さに対する影響を調べた。焼付強さの測定法には引張り試験法、せん断試験法をはじめ各種の測定が紹介されているが⁹⁻¹³⁾、今回用いた曲げ試験は最も単純化した比較方法として広く用いられている方法である¹³⁾。これによる焼付強さの比較では、専用のボンディングエージェントである IFA パウダーを用いた時が一番強く、以下 Gold Bonding Agent、対照試料であるボンディングエージェントを用いなかったとき、Uniseal の順となった。しかしいずれも際立った差はなく、また IFA パウダーや Uniseal はバラツキの大きい傾向を示した。

溶着部の光顕像からみると、試料 B では金の粒子が箔の表面に溶着しているのがみられ、アンダーカットを形成していることから、機械的結合力の増強に寄与していることがうかがわれる。これに対して、試料 G は試料 B と同様の成分であるがボンディングエージェントの存在は見にくくなっている。これは、それぞれの焼成温度が990°C、1010°C と違うことから、試料 G では、箔の表面上の金が拡散してしまい、凹凸が消失したものと考えられる。また、試料 U はその成分からもわかるように、当然のごとく箔に溶着していないが気泡の存在が多数みられ、これは逆に焼付強さの低下につながるということが十分予想される。

今回用いたボンディングエージェントの焼成温度は、下は960°Cから上は1010°Cまでと50°Cの温度差の範囲内であり、箔のバーニングと同様、わずかな温度の違いにより大きく様相を変えることが想像される。すなわち、ボンディングエージェン

トの使用にあたっては、塗布の仕方、焼成温度などに十分注意しなければならないと考える。

結 論

1. 専用のボンディングエージェントの主成分は金であった。
2. ボンディングエージェントの使用により、焼付強さの向上がみられた。
3. 専用のボンディングエージェントは、金の粒子が箔に溶着し、アンダーカットを形成していた。

文 献

- 1) Dieter Schössow (1984) Kera-Platin ジャケットクラウン-ジャケットクラウンのルネッサンスー. QDT. 9 : 62-67.
- 2) H. G. Truetsch (1985) Zur Herstellung von metall verstärkten Keramikkrone. QDT. 10 : 1409-1418.
- 3) 田村勝美, 岩田健男, 保母須弥也 (1986) ルネッサンス・クラウン, クインテッセンス出版, 東京.
- 4) 岩井啓三, 石原善和, 片岡 滋, 甘利光治(1988) 箔焼付ポーセレン・クラウンに関する研究 そのバーニング効果について. 補綴誌. 32 : 1115-1121.
- 5) K. H. Körber (1985) Metallkeramik ohne Gussgerüst-Die Cera-Platin-Folienkrone-Ce-platec. the Quintessence. 4 : 617-625.
- 6) 佐藤博明, 田村勝美 (1986) ノンキャストセラモメタルクラウンの技工上の要点. 歯科技工. 14 : 1123-1132.
- 7) 山下 敦 (1986) 金属箔焼付ポーセレンクラウンの製作から口腔内装着に至るまでの諸問題と評価. 歯科技工. 14 : 1097-1113.
- 8) 松浦智二, 右近普一, 長岡幸一, 緒方 稔, 松浦哲郎, 赤木幸一, 岸本省三, 西原義一, 鳥山英世 (1985) 箔焼付ポーセレン・ジャケット・クラウンの力学的検討 第一報 基礎的研究. 補綴誌. 29 : 301-309.
- 9) Peter Schärer, Tomohiko Sato, Arnold Wohlwend (1987) Marginal Fit in the Cera-Platin Crown System. QDT. 11 : 11-25.
- 10) 堀内茂貴, 高橋英和, 川和忠治, 青嶋 仁(1986) セラプラチンクラウンの適合性について. 歯科技工. 14 : 1115-1122.
- 11) H. Truetsch (1985) Ceraplatin クラウンのコーピングを高める方法. QDT. 10 : 39-41.
- 12) K. H. Körber, K. Ludwig (1986) Ein Gerät zur temperatur-kontrollierten Diffuss ionsverschmelzung von Ceraplatin-kronen gerüsten. QDT. 11 : 193-201.
- 13) K. H. Körber, K. I. Kiel (1985) Temperatur-kontrollierte Diffusions-verschmelzung des Ceraplatin-Kronengerüstes, dental-labor. 33 : 765-773.