原著論文

臨床例における磁性アタッチメント用キーパーと 歯科鑄造用合金との鑄接状態

浅野 彰夫 山内 六男* 堺 誠
岸井 次郎 都尾 元宣 長澤 亨

Conditions of Casting Au-Ag-Pd Alloy to an Embedded Keeper of Magnetic Attachment in Clinical Cases

Asano Akio, Yamauchi Mutsuo*, Sakai Makoto,
Kishii Jiro, Miyao Motonobu and Nagasawa Tooru

歯科補綴学的意義

基礎実験においてキーパーの根面板の鑄接に際して鑄造条件を厳密に規定しても、キーパーと鑄造用合金の接合部にわずかな間隙と反応相が観察された。一方、口腔内に装着されたキーパー付き根面板では、接合部における層が厚く、不均一であった。このような状態では接合部での腐食を生じる危険性があり、キーパーの根面板への鑄接に際しては適切な鑄造条件を厳守する必要がある。

抄 録

目的：われわれは先にキーパーと12%金銀パラジウム合金の鑄接状態について基礎的に検討し、接合部には酸素を固溶した反応層と間隙（黒色層）がわずかながら存在し、これは鑄型の係留温度や鑄造方法などによって影響を受けることを報告した。本報告では、実際に口腔内に装着されたキーパー付き根面板における鑄接状態について検討した。

方法：被験歯数は7歯で、すべて歯周疾患によって抜去されたものである。鑄造用合金にはすべて12%金銀パラジウム合金が使用されていた。鑄造はすべて遠心鑄造機により行われていた。根面板を支台歯とともにレジンにて包埋し中央にて割断後、金属顕微鏡および走査型電子顕微鏡にてキーパーと鑄造用合金との接合部を観察した。また、X線電子マイクロアナライザーによる分析を行った。これらを既報告で良好な鑄接状態が得られた条件における結果と比較した。

結果：金属顕微鏡観察からキーパーと鑄造用合金との接合部には黒色層が観察された。黒色層は、走査型電子顕微鏡およびX線電子マイクロアナライザー分析から、間隙と反応層から構成されていた。この黒色層は基礎実験の結果に比べて厚く、不均一であった。

結論：キーパーの根面板への鑄接に際しては適切な鑄造条件を厳守する必要がある。

和文キーワード

磁性アタッチメント、キーパー、根面板、鑄接、臨床例

朝日大学歯学部歯科補綴学講座（主任：長澤 亨教授）

*朝日大学歯科臨床研究所附属歯科診療所（主任：山内六男教授）

Department of Prosthodontics, Asahi University School of Dentistry (Chief: Prof. Nagasawa Tooru)

*Dental Clinic, Post-doctoral Institute of Clinical Dentistry, Asahi University (Chief: Prof. Yamauchi Mutsuo)

受付：2001年12月8日/受理：2002年3月8日

Received on December 8, 2001/Accepted on March 8, 2002

態について検討したので報告する。

I. 緒 言

II. 材料および方法

われわれは、これまで磁性アタッチメント用キーパーと铸造用合金との铸接に影響する因子について検討してきた。すなわち、キーパーと铸造用合金の接合部を金属顕微鏡で観察した場合、キーパーと铸造用合金との間に黒色の層が存在し、これは走査型電子顕微鏡観察およびX線マイクロアナライザー分析から酸素を固溶した反応層と間隙からなっていることを明らかにした¹⁾。また、この黒色層は铸型の係留温度や铸造方法などによって影響を受け、700°Cで係留を行い、真空圧迫铸造機で铸造を行った場合に最小になること²⁾、埋没材による影響は少ないことも明らかにした³⁾。

しかしながら、これまであくまでも実験室における結果であって、実際の臨床では違った結果が出ることも考えられる。そこでわれわれは、このことを確認すべく、口腔内に装着後歯周疾患によって抜去された歯に装着されていたキーパー付き根面板における铸接状

被験歯数は7歯で、すべて歯周疾患によって抜去されたキーパー付き根面板装着歯である(表1)。根面板に铸接されたキーパーはすべてマグフィット(ジーシー)であり、铸造用合金のメーカーは異なるが、すべて12%金銀パラジウム合金が使用されていた。技工所によれば、製作はメーカー指示書に従って行ったとのことであり、铸造はすべて遠心铸造機により行われていた。なお、金属の溶解は都市ガスとブローパイプを用いて行っており、フラックスも使用していた。

これら抜去歯をレジンにて包埋後、中央部で切断し、切断面を自動研磨機にて鏡面研磨し、試料とした。切断面におけるキーパーと铸造用合金の接合状態を底面部と側面部に分けて金属顕微鏡(Leitz, Metroplan)および走査型電子顕微鏡(日本電子, JSM-35 C, 以下, SEMと略す)にて観察した。また、X線電子マイクロアナライザー(島津, EPMA-

表 1 Outline of extracted teeth in which a coping with keeper was cemented
調査したキーパー付き根面板の装着された歯の概要

Material	Age	Sex	Brand name	Location	Functioning periods
No. 1	66	Female	Magfit	Incisor	4 years and 2 months
No. 2	66	Female	Magfit	Cuspid	4 years and 2 months
No. 3	66	Female	Magfit	Incisor	5 years
No. 4	64	Female	Magfit	Molar	4 years and 10 months
No. 5	64	Female	Magfit	Molar	4 years and 10 months
No. 6	64	Female	Magfit	Cuspid	5 years
No. 7	74	Female	Magfit	Cuspid	4 years and 10 months

図 1 Metallic micrograph of the interface between keeper and Au-Ag-Pd alloy in the Magfit

A : Control, B : Clinical case

キーパーと铸造用合金との接合部の金属顕微鏡写真

A : コントロール, B : 臨床例

図 2 SEM photographs of the interface at side part

A : Control, B : Clinical case

接合部側面の SEM 写真

A : コントロール, B : 臨床例

図 3 SEM photographs of the interface at bottom part

of interface in the Magfit

A : Control, B : Clinical case

接合部底面の SEM 写真

A : コントロール, B : 臨床例

8705, 以下, EPMA と略す) による面分析および線分析を行った。さらに, SEM 写真上からキーパーと鑄造用合金との黒色層の幅を側面部中央 1 カ所ずつ, 底面部は 4 等分し, 中央の 3 カ所を測定した。

これらの結果とわれわれが先に報告した基礎実験の結果から, 同じ鑄造方法である遠心鑄造のデータ³⁾をコントロールとして比較した。

III. 結 果

1. 金属顕微鏡観察

図 1 にコントロールと臨床例の一例を示した。コントロール, 臨床例ともにキーパーと鑄造用合金との接合部に黒色層が認められたが, 臨床例はコントロールと比較すると, 幅が広く, 不均一であった。また, キーパー側面部の鑄造用合金の厚みはコントロールと比べて薄く, かつ咬合面部に向かって漸減していた。なお, キーパー底面部の突出物は, キーパーに溶接された維持部である。

2. SEM 観察

側面部および底面部の例を図 2, 3 に示した。側面部, 底面部いずれにおいてもキーパーと鑄造用合金と

図 4 Width of black layer measured in the interface at side part
接合部側面における黒色層の幅の測定結果

図 5 Width of black layer measured in the interface at bottom part
接合部底面における黒色層の幅の測定結果

の間に間隙と反応層が認められた。また、臨床例ではコントロールと比較してこの層が広く観察された。

3. 黒色層の幅

側面部、底面部ともに、いずれの部位でもコントロールと比較した場合、幅が広い傾向を示した (図 4, 5)。

4. EPMA 分析

分析は、臨床例についてキーパーおよび鋳造用合金でそれぞれ含有量の最も高い Fe, Ag および O に関して行った。

面分析では、接合部には O が多く、Fe はわずかに認められたが、Ag は存在していなかった (図 6)。したがって、両成分は相互拡散していることが確認された。

O の線分析では、黒色層に一致したピークがみられ、キーパーおよび鋳造用合金の表層に O を固溶した反応層が認められた。また、O の分布も不均一であった (図 7)。

Ag の線分析では、キーパーの接合部で急激に濃度が低下していた (図 8)。

Fe の線分析では、キーパー表層で急激にピークが低下したが、黒色層のなかにわずかにピークがあり、

図 6 Surface analysis of Fe and Ag in the Magfit
Fe および Ag の面分析

図 8 Line analysis of Ag in the Magfit
Ag の線分析

図 7 Line analysis of O in the Magfit
O の線分析

図 9 Line analysis of Fe in the Magfit
Fe の線分析

Fe がわずかではあるが拡散していた (図 9)。

なお、これらの所見はほかの試料でも同様の所見が得られた。また、これら元素の分布はコントロールも同様の傾向であったが、反応層の幅は臨床例で広がった。

IV. 考 察

全部鑄造冠や前装鑄造冠あるいはブリッジの臨床的

適合性を調べた報告では、臨床的、技工的操作により誤差が蓄積されるため、基礎実験のデータよりもセメント層が厚く、適合性が劣っていることが報告されている⁴⁻⁸⁾。一方、磁性アタッチメントのキーパーも、根面形成、模型製作、埋没などの種々の臨床的、技工的操作後に、根面板に鑄接されて用いられる⁹⁻¹²⁾。そのため、全部鑄造冠と同じく基礎実験の結果よりも前回報告した黒色層の幅は¹⁻³⁾大きくなることは十分予想できる。そこで今回われわれは、口腔内に装着後歯

周疾患によって抜去された歯に装着されていたキーパー付き根面板の鑄接状態について検討した。

基礎実験^{1,2)}では、キーパーと鑄造用合金との接合部にみられる黒色層の幅は狭く、キーパーと鑄造用合金は緊密に接していた。しかし臨床例では、接合部に不均一で幅の広い黒色層が観察された。このように、キーパーと鑄造用合金との間に幅の広い黒色層が生じた場合、この黒色層は多孔質であることから、この部に唾液や飲食物あるいはプラークが浸入し、この部位において腐食を惹起する危険性がある。

製作した技工所に問い合わせたところ、今回の試料は急速加熱型埋没材を用い、係留温度約 700°C でメーカー指示より長い、1 時間から 1 時間 30 分の係留後に鑄造された可能性が高いことがわかった。これまでの検討から、係留温度 700°C で最も黒色層が狭くなり、埋没材による差はないことがわかっている^{1,3)}。そのため、係留時間が長くなったことが黒色層の幅の増加に関連していることが考えられる。すなわち、鑄型の加熱時間の延長により埋没材の膨張が十分得られない¹³⁾。また、一般的に技工所では多数の鑄造物を一緒に鑄造する場合が多いため、埋没位置によっては鑄造圧が異なることも考えられる¹⁴⁾。臨床例の鑄造はすべて遠心鑄造で行われているが、この方法は真空圧迫鑄造や加圧吸引鑄造に比べてもともと黒色層の幅が広い²⁾。加えて、必ずしも鑄造圧が適正にかけられていたとはいえない。このようなことが蓄積された結果、臨床例での黒色層の結果となって表れたことが考えられる。一方、基礎実験ではワックスアップ時、キーパーと根面板側壁のワックスの厚みは均一な幅にとったが、臨床例では薄く、また咬合面部に向かって薄くなっていた。これは、支台歯に用いられている歯種としては前歯が多く、ワックスアップ時に鑄接を考慮してキーパー側面部のワックスを厚くすると、オーバーカントゥアーになることから、薄く仕上げたため臨床例のような形態となったものと思われる。そのため、湯回りが悪く、鑄造用合金の温度が急激に低下し、キーパーとの接合が悪くなったことが考えられる。

今回の結果から、キーパーと鑄造用合金との鑄接に際しては、鑄型温度、係留温度、鑄型材および鑄造圧などの条件に加えて、鑄造用合金の厚みを確保することが重要と思われた。このため、底面では支台歯を凹面に形成することや、側面で金属が薄くなるような場

合には、ワックスアップは大きめに仕上げ、鑄造後に削合によって薄くするなどの工夫が必要であると思われる。

V. 結 論

われわれは、口腔内に装着後歯周疾患によって抜去された歯に装着されたキーパー付き根面板の鑄接状態について検討した。その結果、臨床例では基礎実験とは異なり接合部に不均一で幅の大きい黒色層が観察された。

本論文の要旨は第 101 回日本補綴歯科学会学術大会（平成 11 年 5 月 21 日，福岡）において発表した。

文 献

- 1) 浅野彰夫, 堺 誠, 都尾元宣ほか. 磁性アタッチメント用キーパーと歯科鑄造用合金との鑄接 第 1 報 係留温度の影響について. 補綴誌 44: 122-128, 2000.
- 2) 浅野彰夫, 山内六男, 堺 誠ほか. 磁性アタッチメント用キーパーと歯科鑄造用合金との鑄接 第 2 報 鑄造方法による影響について. 補綴誌 44: 410-415, 2000.
- 3) 浅野彰夫, 山内六男, 堺 誠ほか. 磁性アタッチメント用キーパーと歯科鑄造用合金との鑄接 第 3 報 埋没材による影響について. 補綴誌 44: 683-689, 2000.
- 4) 内山洋一, 本間盛太郎, 草刈 玄ほか. 全部鑄造冠の 1 臨床例における適合度の観察. 補綴誌 9: 125-134, 1965.
- 5) 小野 喬. 口腔内における各種鑄造修復物の適合状態に関する研究. 日歯保存誌 22: 1-13, 1978.
- 6) 林 優美, 重頭直文, 名原行徳ほか. 連結冠および架工義歯における臨床的適合度について. 補綴誌 17: 10-15, 1979.
- 7) 塩山 司, 三浦幹也, 石橋寛二ほか. 陶材焼付鑄造冠の臨床的適合度に関する検討. 岩匠大歯誌 9: 7-15, 1984.
- 8) 宮本茂樹, 山内六男, 中浜 淳ほか. 固定性架工義歯の臨床的適合度. 顎頭蓋誌 6: 17-28, 1993.
- 9) 田中貴信, 本蔵義信, 岸本康男ほか. サンドイッチ型磁性アタッチメントに関する臨床的検討. 補綴誌 35: 599-608, 1991.
- 10) 田中貴信, 坂東永一, 長町直樹ほか. サンドイッチ型磁性アタッチメント「マグフィット 600」の臨床使用結果の検討. 補綴誌 36: 471-480, 1992.
- 11) 有田正博, 鱒見進一, 守川雅男ほか. 新しく開発された磁性アタッチメントの臨床的評価. 九州歯会誌 46: 422-427, 1992.
- 12) 柿谷幸男, 堺 誠, 都尾元宣ほか. 補綴臨床における

磁性アタッチメントの応用. 岐歯学誌 21:380-386, 1994.

- 13) 西山 實. 鑄造欠陥とその対策. 大橋正敬, 中井宏之, 橋本弘一ほか編, 最新歯科理工学 127-134, 東京:学建書院, 1987.
- 14) 土居 寿. 歯科用マッフル炉における鑄型の温度差に与える配置の影響. 歯材器 13:451-458, 1994.

著者連絡先: 浅野 彰夫

〒501-0246 岐阜県本巣郡穂積町穂積
1851-1

TEL・FAX: 058-329-1109

Conditions of Casting Au-Ag-Pd Alloy to an Embedded Keeper of Magnetic Attachment in Clinical Cases

Asano Akio, Yamauchi Mutsuo*, Sakai Makoto,
Kishii Jiro, Miyao Motonobu and Nagasawa Tooru

Department of Prosthodontics, Asahi University School of Dentistry
(Chief : Prof. Nagasawa Tooru)

*Dental Clinic, Post-doctoral Institute of Clinical Dentistry, Asahi University
(Chief : Prof. Yamauchi Mutsuo)

J Jpn Prosthodont Soc 46 : 377-384, 2002

ABSTRACT

Purpose : We previously reported that an oxidation layer and space (black layer) were observed between the keeper and 12% Au-Ag-Pd alloy in a basic study. The black layer was affected by the mold temperature and casting method. In this report, conditions of casting dental alloys to an embedded keeper of magnetic attachment in clinical cases were investigated.

Methods : Seven extracted teeth were investigated. These teeth were extracted due to periodontal disease. A 12% Au-Ag-Pd alloy was used as a casting alloy. Coping was cast by a centrifugation-type casting machine. The interface between the keeper and casting alloy was observed by light microscopy and scanning electron microscopy. Additionally, this interface was analyzed with an X-ray electron microprobe. These resulting data were compared with those of a previous report.

Results : By microscopic observation, the black layer was observed between the keeper and casting alloy in all specimens. By scanning electron microscopy and X-ray electron microprobe analysis, the black layer was composed of an oxidation layer and a casting defect. These black layers were larger than those of the bench test, and they had irregular thicknesses.

Conclusions : The proper casting conditions are needed for casting Au-Ag-Pd alloy to an embedded keeper of magnetic attachment.

Key words

dental magnetic attachment, keeper, coping, cast-soldering method, clinical case