ポーセレン・ジャケット・クラウンの 適合性に関する研究

II. 築盛ならびに焼成法とクラウンの適合度について

小 早 川 清*

Studies on the Fitness of the Porcelain Jacket Crown II. Relationship between the Crown Fitness and the Building Method or the Baking Method

Kiyoshi Kobayakawa

緒 言

歯冠補綴物と歯質の適合状態は臨床重要な課題といえよう。とくに歯頸部においては両者の間隙は 0μ を理想とし、支台歯との移行部も過不足のないスムーズな関係が望ましく、しかも補綴材料は生物学的に為害作用のないものが要求される。

しかし、今日の臨床の現状ではこれらの諸要求は満たされているとはいえない。

適合性が不良な場合に起こりうる障害は歯周組織に対する為害作用¹⁾、セメント層溶解による二次う蝕²⁾や破折³⁻⁵⁾、さらにセメントラインによる審美的障害などが考えられる。また維持力からみるとセメント層の厚みは $20\sim 30\mu$ が最大であると報告されているが^{9,10)}、これらの諸条件を満足しようとする補綴物を装着すべく多年にわたって多くの先人の研究がなされた。

近年、とくに全部鑄造冠の適合性に関する研究は多数報告されているが¹¹⁻¹³⁾、ポーセレン・ジャケット・クラウンについては製作上比較的高度な技術を要すること、適合性に影響すると考えられる因子の多いことなどから実験条件を規定することが困難なこともあつて研究は数少ない^{5),14-22)}。いうまでもなく、ポーセレン・ジャケッ

ト・クラウンの適合性を良くするためには、支台形成、印象採得、作業用模型、築盛、焼成、セメント合着などの一連のステップが正確でなければならず、これら多くの要素について検討を加えた上で統一されたシステムを確立しなければならない。

著者らは装着までの一連のステップの中から製作過程の一段階である築盛、焼成時の matrix の変形について注目した。すなわち、印象精度や作業模型などの寸法精度については比較的究明されているが、箔の圧接、築盛、焼成段階での寸法精度については十分明らかにされていない。現在臨床に応用されている築盛、焼成法は一回焼成法、Ditching 法、Film bake 法、Shoulder bake 法、などが基本的である。しかし、これら各種築盛、焼成法とクラウンの適合性との関係については大杉が多少ふれているにすぎない。

著者らは第一報において陶材と箔を比較的単純な平板状ないし円筒状とし、焼成によつて陶材と箔がどのような態度をとるかについて研究し、その結果、箔の種類や形態が異なれば変形の状態も異なつてくること、また陶材の種類や大きさ、形態が異なれば箔の変形も同様に異なつてくることを報告した。そこで今回は臨床的な形態を用いて実験を行なつた。

まず実験 I において長石系陶材を用い上記 4 種の築盛、焼成法を行なつてクラウンを作製し、箔を除去しないままで、しかも合着時に起こる浮き上がりを防止するためにポリエステル樹脂を用いて合着し、唇舌方向と近遠心方向に切断、歯型と箔との間隙を計測することによつて各種築盛、焼成法と matrix の変形の関係を追求し

* 広島大学歯学部歯科補綴学第 2 教室
(主任：山田早苗教授)

* Dept. of Crown and Bridge Prosthodontics, School of Dentistry, Hiroshima University,
(Chief: Prof. Sanae Yamada)
昭和 48 年 11 月 26 日受付

た。

また実験Ⅱにおいてアルミナ系陶材を用いコア焼成時 ditching を行なう方法と行なわれない方法の2方法でクラウンを作製し、実験Ⅰと同様に計測、観察した結果いくつかの知見を得たのでここに報告する。

実験方法

第一報の結果から明らかなように、陶材の種類が異なれば箔の焼成時変形も異なることから、本実験を実験Ⅰ（長石系陶材）と実験Ⅱ（アルミナ系陶材）の2つに分け、前者には高溶陶材Bioform 2300（Dentist's Supply社製）を用い、後者には空気焼成用アルミナ系陶材 Steele's Aluminous Porcelain（Columbus社製）を用いた。

1 試料の作製

実験Ⅰ 長石系陶材を用いた場合

1) 歯型

まず上顎右側中切歯のエポキシ製人工歯にジャケット・クラウンの支台形成を行なった²³⁻²⁵⁾。次いでshoulder下方1mmにエプロンの下縁を規定する線状の溝と、クラウン装着後唇舌方向に切断する時の切断位置をしめす溝を唇側および舌側 shoulder 部の最も低い位置にそれぞれ記入した。

また支台の下端は金属リング内に一定位置で装入できるように即時重合レジンで追加した（図1, 2）。この歯型原型をシリコンラバー印象材（G・C社製）を用いて印象し、Pri-Die（Jelenko社製）を注入し、1印象について1個の副歯型を作製した（図3）。

2) 箔の圧接

厚さ25 μ の白金箔（松風社製）を用い、各々の副歯型に圧接、近心隣接面で Tinner's joint した。スエージャーは、使用した場合としない場合の適合性に差がないという報告もあり^{15), 20)}、今回は使用せず、エプロンは shoulder 下方1mmの線までとした。なお、すべての試料の箔の圧接は熟練をつんだ同一術者が行なった。

3) 築盛と焼成

臨床的な技法を用いて築盛した場合と同一な条件で、しかも同一実験群内の個々の試料にバラツキがないように築盛するため新たに規格築盛器を考案した（図4）。

パラジウム箔の表面をクロロホルムで清拭した後、陶

図1 支台形成されたエポキシ製の歯型原型
左：唇面観 右：隣接面観

図2 歯型原型の寸法

図3
左：副歯型（Pri-Die）
右：エポキシ製の歯型原型

材をやや多量に築盛し、十分コンデンスを行ない、ついで各々の形に作られた金属棒の中を通過させながら徐々に削つて一定の形態に修正した。この金属棒の外形は一回焼成用、Film bake 用、Shoulder bake 用の3種類

図 4 均一な形態に築盛するために考案された規格築盛器

図 5 金属棒の原型（唇面観）

左：1回焼成用
中：Film bake 用（opaque または core 用）
右：Shoulder bake 用

を作製し、それぞれ隣接面観と唇面観の2方向とし、最初近遠心方向に通過させ、次いで唇舌方向に通過させた（図5）。

なお試料は同一実験群につき10本焼成し、合計40本とした。以下各築盛、焼成法について述べる。

④ 1回焼成法：Bioform 2300 B 68 をやや多量に盛り、規格築盛器の1回焼成用の金属棒を通過させて形態を修正し、エブロン部についた余分な陶材を筆でよく清掃した。築盛を完了したクラウンを 650°C にセットされた電気炉パイロマート（G・C 社製）の炉口に置いて5

図 6

左：1回焼成用の金属棒を通過させて築盛された状態
右：1回焼成法によって焼成されたところ

図 7

左：Ditching 法の第1回焼成のために築盛された状態
右：Ditching 法の第1回焼成後、ショルダー上方の間隙は拡大されている。

分間乾燥し、5分間で徐々に炉中央に進め、毎分 40°C の上昇率で 1260°C まで温度を上げて焼成した。 1260°C まで上昇した後徐冷しながら炉外に出し、ガラスコップの中に入れて放冷した。この焼成条件はその他の方法も同様である。

冷却後、焼成収縮によって不足気味になった歯頸部付近に陶材を追加して第2回焼成を行なったが、歯頸部の再圧接は困難なため行なわなかった（図6）。

⑤ Ditching 法：箔圧接後 shoulder 部にパラフィンワックスを 0.5mm の厚みに盛り、その上から陶材を築盛し、1回焼成法で用いたものと同じ金属棒を通過させて形態修正し、第1回焼成を行なった（図7）。冷却後、焼成収縮によって約 1mm の厚みに拡大された shoulder 部の空隙を利用して十分に箔の再圧接を行な

図 8

左: Film bake 法の opaque を築盛したところ
右: opaque を焼成したところ

図 9

左: Shoulder bake 法の第 1 回焼成のために築盛されたところ
右: 焼成後

い、この部に陶材を追加して第 2 回焼成を行なった。

③ Film bake 法: opaque 陶材をやや多量に盛り、陶材の厚みが 0.4 mm になるよう作製された金属枠を通過させ、厚くなつた 4 つの隅角部はレクロンナイフで削り、全体を均一な厚みにして焼成した (図 8)。

opaque 焼成後、B 68 を築盛し、1 回焼成法に用いたものと同じ金属枠を通過させて第 2 回焼成を行なった。

④ Shoulder bake 法: 陶材を歯頸部付近に築盛し、十分コンデンスを行なった後、高さが 3 mm で shoulder 辺縁まで築盛できるように作られた金属枠を通過させ、4 つの隅角部はレクロンナイフを用いて修正し、第 1 回焼成を行なった (図 9)。

高さを 3 mm とした理由は、3 mm 以上の高さに築盛した場合、焼成後 shoulder 部のやや上方にき裂が生

図 10 改良を加えたサベヤーで合着しているところ

じ、shoulder 部辺縁が多少上方に引つ張られていると考えられること、また 3 mm 以下ではき裂が生じなかつたことによる。

第 2 回焼成は、1 回焼成法に用いたものと同じ金属枠を通過させて焼成した。

4) 合着

本実験は焼成時の matrix の変形を観察するため、matrix を除去しないままで歯型に合着する必要がある。この時、合着材として歯科用リン酸亜鉛セメントを使用した場合、合着時の浮き上がりが考えられるので合着には流動性の良いポリエステル樹脂エポラック (日本化学工業社製) を使用した。

エポラックの使用条件はベース 10 g に対し、キャタリスト 10 滴、リアクター 10 滴である。この時の硬化時間はおよそ 5 ~ 6 時間程度で、歯科用リン酸亜鉛セメントの JIS 規格 No T 6602 に準じて標準チョウ度試験を行なったところ、円板の広がり直径 80 mm となり、このときの非膜度 T は、 $T = \frac{V}{\pi \gamma^2}$ で求めることができる。 $V = 500 \text{ mm}^3$, $\gamma = 40 \text{ mm}$ であるから $T \approx 100 \mu$ となる。一方、歯科用リン酸亜鉛セメントの標準チョウ度におけるセメントの広がり直径は 29 ~ 31 mm であり、同様に T を求めると $T \approx 700 \mu$ ($\gamma = 15$) となる。このようにポリエステル樹脂は歯科用リン酸亜鉛セメントに比して硬化時間は長く、非膜度は小さく、流動性も良好である。し

図 11 平行形成器を使って歯型を切断しているところ

図 12 塩化ビニール製の箱に一定位置に仮着されている歯型と陶材冠

たがつて合着時の浮き上がりはほとんどなく、その適合状態はすなわち matrix の変形を現わしているものと考えられる。

各試料を常に同一条件で合着するために図 10 のような装置を考案した。まず各々の歯型を硬石膏中に埋入された金属リングに立て、改良を加えたサベヤー (Jelenko 社製) を使い、歯軸方向に 200 g の荷重を加えて合着した。

5) 試料の埋入と切断

試料は同一部位で切断され、比較されねばならない。このために試料は常に同一位置に埋入されねばならない。

図 13

左：唇舌方向に切断された試料
右：近・遠心方向に切断された試料

まず合着された各々の歯型を硬石膏中に埋入された金属リングに立て、平行形成器 (GALLONI 社製) に取り付けられたダイヤモンドディスクでエプロンの下縁より 1 mm 下方のところを切断した (図 11)。次いで各試料を立方体に作製した塩化ビニール製の箱の底面に一定位置に仮着し、上からポリエステル樹脂を流して埋入した (図 12)。

埋入を完了した試料を厚み 0.3 mm のダイヤモンドディスクを取り付けた試料切断器 (Hamco Mashin 社製) を用いてまず唇舌方向に切断した。この切断位置は歯型にあらかじめ記入しておいた唇側と舌側の溝を通る位置である。同じく唇舌断面の中央を通る位置で近遠心方向に切断した (図 13)。

実験 II アルミナ系陶材を用いた場合

- 1) 歯型、2) 箱の圧接は実験 I と同様に行なった。
- 3) 築盛と焼成

長石系陶材を用いて作製するポーセレン・ジャケット・クラウンと異なり、アルミナス・ポーセレン・ジャケット・クラウンの作製法は最初にアルミナ粉末を多く含んだコア用陶材を焼成してコアを作製し、その上にデンチン・エナメルを築盛、焼成する。しかし、コアの築盛形態は長石系陶材の opaque の築盛形態と近似であるから、今回はまったく同じ金属枠を通過させて同様な築盛形態とした。

コア焼成時歯頸部に ditching を行なったもの 10 本、行なわなかったもの 10 本の合計 20 本を焼成した。以下築盛、焼成法について述べる。

◎ ditching を行なわない場合：コア用陶材 LFC 25 をやや多量に盛り、十分コンデンスを行なった後 Film bake 法の opaque を築盛するとき用いたものと同じ金

図 14 アルミナス・ポーセレンのコアを
焼成したところ

属枠を通過させて形態を修正した。築盛後 650°C にセットされた電気炉の炉口に置き 5 分間乾燥し、5 分間で徐々に炉中央に進め、40°C 毎分の上昇率で 1050°C まで焼成した。

焼成後ひび割れの部分にコア用陶材を追加して再度焼成した(図 14)。ついでデンチン用陶材 D 23 を 1 回焼成法と同じ金属枠を通過させて焼成した。焼成温度は 950°C である。

① ditching を行なう場合: 10 本の試料を同一な条件で ditching するため shoulder 部全周にわたって 0.5 mm の厚みにワックスを盛り、コア用陶材を築盛した。コンデンス後 opaque 用の金属枠を通過させて形態を修正し第 1 回焼成を行なった。

焼成後 shoulder 部の箔を再圧接し、焼成収縮によって拡大された shoulder 部の間隙とひび割れの部分にコア用陶材を追加し、第 2 回焼成を行なった。焼成後さらに小さいひび割れが shoulder 部に生じていたものもあるので、その有無にかかわらずすべての試料に少量の陶材を追加し第 3 回焼成を行なった。

4) 合着、5) 試料の埋入と切断は実験 I と同様に行なった。

II 試料の計測

箔と歯型との間にできた空隙はポリエステル樹脂で満たされているが、切断時白金箔が圧延されて正しい計測ができないためエメリーペーパーの No 0/5 から No 0/9 まで順次研磨し、実体顕微鏡(×80)で観察計測した。なお、唇舌断面試料は遠心半分を計測し、近遠心断面試料は舌側半分を計測し、実験 I、実験 II と同様に行な

図 15 計測部位

った。

計測部位を図 15 に示す。臨床的に最も重要と思われる shoulder 部辺縁は、唇側 a、舌側 g、近心 h、遠心 m である。また、shoulder 部中央の位置は、唇側 b、舌側 f、近心 i、遠心 l である。軸壁部は軸壁と shoulder との隅角より 1 mm 上方の位置とし、唇側 c、舌側 e、近心 j、遠心 k である。切端部は唇舌断面試料の切端部頂点 d とした。

実験結果

実験 I (長石系陶材) では① 1 回焼成法、⑤ Ditching 法、⑥ Film bake 法、④ Shoulder bake 法、および実験 II (アルミナ系陶材) では⑥ コア用陶材に ditching を省略した場合、④ コア用陶材に ditching を行なつた場合、の各々の計測結果を表 I、図 16~21 に示す。

以下実験 I、II の結果について述べる。

① 1 回焼成法 (図 16)

唇側 shoulder 部辺縁 a の平均値は 13 の計測部位の中で最も大きく 82.2 μ 、唇側 shoulder 部中央 b は 47.8 μ 、唇側軸壁部 c は 35.3 μ 、切端部 d は 10.9 μ と減少している。また舌側 shoulder 部辺縁 g は 36.3 μ 、舌側 shoulder 部中央 f は 26.6 μ 、舌側軸壁部 e は 18.4 μ であり、唇側と同様に減少している。

一方、近心 shoulder 部辺縁 h は 2.4 μ 、近心 shoulder 部中央 i は、16.7 μ 、近心軸壁部 j は 37.8 μ と大きくなっているが、遠心側では shoulder 部辺縁 m 15.2 μ 、shoulder 部中央 l 18.4 μ 、軸壁部 k は 16.6 μ とほとんど同じ値を示している。

⑤ Ditching 法 (図 17)

1 回焼成法、Film bake 法、Shoulder bake 法など

表 1 各種築盛、焼成法の計測結果

() は標準偏差

方法	部位	a	b	c	d	e	F	g	h	i	j	k	l	m
One app.		82.2	47.8	35.3	10.9	18.4	26.6	36.3	2.4	16.7	37.8	16.6	18.4	15.2
		(28.5)	(22.4)	(29.6)	(10.3)	(13.4)	(14.4)	(17.5)	(5.8)	(22.2)	(35.6)	(14.0)	(13.3)	(14.2)
Ditching		27.8	16.0	9.0	25.9	12.8	6.7	17.7	4.9	21.6	27.7	14.6	16.7	2.4
		(16.8)	(11.1)	(7.6)	(25.8)	(12.2)	(8.0)	(15.8)	(9.1)	(18.8)	(22.6)	(12.8)	(16.9)	(5.1)
Film		89.7	57.8	32.9	22.9	21.1	37.2	50.4	5.5	9.7	12.9	12.8	13.0	5.5
		(42.2)	(42.2)	(27.9)	(18.3)	(16.3)	(19.5)	(15.0)	(24.5)	(11.8)	(12.0)	(15.7)	(11.5)	(14.5)
Shoulder		104.2	64.7	40.9	11.6	24.1	34.7	47.4	5.5	13.0	27.7	21.6	13.5	7.3
		(31.9)	(21.9)	(19.1)	(8.6)	(25.1)	(23.7)	(31.8)	(9.9)	(21.8)	(22.4)	(7.1)	(12.7)	(8.6)
Aluminous P.		26.4	20.9	6.0	8.5	11.5	15.3	15.9	5.5	6.7	10.5	11.1	8.4	4.8
		(12.5)	(12.5)	(11.1)	(7.5)	(8.8)	(9.4)	(7.5)	(9.4)	(9.9)	(10.6)	(18.1)	(13.9)	(7.0)
Aluminous P. Ditching		15.7	19.4	17.2	34.6	20.4	12.2	18.0	9.6	15.8	35.0	24.5	7.2	4.8
		(12.6)	(8.1)	(18.4)	(15.5)	(8.6)	(7.6)	(9.6)	(6.3)	(11.3)	(21.1)	(7.5)	(6.2)	(6.3)

図 16 1 回焼成法の計測値

と比較すると全体的に値は小さく適合のよいことを示している。しかし、切端部 d が 25.9 μ と比較的大きいことを除けば、各測定部位間の値は同様の傾向を示している。すなわち唇側 shoulder 部辺縁 a は 27.8 μ 、舌側 shoulder 部辺縁 g は 17.7 μ と大きく、b, c, e, f はこれらより小さい。一方、近、遠心 shoulder 部辺縁 h, m はそれぞれ 4.9 μ , 2.4 μ と小さい。

© Film bake 法 (図 18)

各計測部位の値を示すグラフの形が 1 回焼成法のグラフと非常によく似ており、同様な傾向が認められる。

すなわち、唇側 shoulder 部辺縁 a が最大で、89.7 μ 、舌側 shoulder 部辺縁 g も大きく 50.4 μ である。しかし切端 d は 22.9 μ と比較的小さい。したがって、焼成

図 17 Ditching 法の計測値

図 18 Film bake 法の計測値

図 19 Shoulder bake 法の計測値

図 20 アルミナス・ポーセレン (ditching を省略した場合) の計測値

時の箔の変形による切端部の浮き上がりは比較的小さいといえる。

④ Shoulder bake 法 (図 19)

本法の計測結果も 1 回焼成法, Film bake 法と同様な傾向を示している。すなわち, 唇側 shoulder 部辺縁 a は 104.2μ で最も大きく, 同様に舌側 shoulder 部辺縁 g も 47.4μ と大きい。しかし切端 d は 11.6μ と小さい。

一方, 近, 遠心 shoulder 部辺縁 h, m はそれぞれ 5.5μ , 7.3μ と小さい。

⑤ アルミナス・ポーセレン: ditching を省略した場合 (図 20)

実験 I の Ditching 法と同様すべての計測点での値は小さく非常に良い適合性を示している。唇側, 舌側

図 21 アルミナス・ポーセレン (ditching をした場合) の計測値

shoulder 部辺縁, a, b は, 26.4μ , 15.9μ と大きく, 近, 遠心 shoulder 部辺縁 h, m は 5.5μ , 4.8μ , と小さい。

⑥ アルミナス・ポーセレン: ditching を行なった場合 (図 21)

実験 I の Ditching 法, 実験 II のアルミナス・ポーセレンの ditching を省略した場合の計測結果と同様全体的に値は小さく, 適合性の良いことを示している。しかし, 切端 d, 軸壁 j は比較的大きく, これは実験 I の Ditching 法と同様な傾向である。

唇側 shoulder 部辺縁 a は 15.7μ , 舌側 shoulder 部辺縁 g は 18.0μ と小さく, 近, 遠心 shoulder 部辺縁 h, m も 9.6μ , 4.8μ と小さい。

図 22 は臨床的に重要な意義をもつ shoulder 部辺縁の適合性を比較したもので, 左側は唇, 舌側の平均値 $\frac{a+g}{2}$ を現わし, 右側は近, 遠心の平均値 $\frac{h+m}{2}$ を現わしている。

近, 遠心では $4 \sim 10 \mu$ といずれも良く適合しており, 実験 I, II の 6 種類の方法の間に有意な差は認められない²⁶⁾。したがって, これらの部位では材質による差, 築盛, 焼成法による差は現われていない。これとは逆に, 唇, 舌側では明らかに差が認められ, 長石系陶材を使用した方法のうち 1 回焼成法, Film bake 法, Shoulder bake 法は Ditching 法の 20μ に比していずれも大きく, $60 \sim 80 \mu$ である。しかし, 1 回焼成法と Ditching 法との間に有意差を認めたが, Film bake 法, Shoulder bake 法との間には有意差を認め得なかつた。これは, Film bake 法, Shoulder bake 法で作製された 10 本の試料の値のパラツキが大きく, 有意差検定を行なうことができなかったためである。

一方、アルミナ系陶材を使用した2方法の間にも有意差は認められなかった。

同様に、アルミナ系陶材と長石系陶材を用いた Ditching 法との間にも有意差は認められなかった。

以上のことから、唇、舌側 shoulder 部の適合性は長石系陶材では Ditching 法が最も良く、アルミナ系陶材では ditching の効果は十分現われず、いずれも良い適合性を示している。

考 察

一般に陶材に関する実験結果にはバラツキが多く、また実験条件を規定することは困難だといわれる²³⁾。ポーセレン・ジャケット・クラウンの適合性を研究する場合もその例外ではなく、matrix の圧接、コンデンス、築盛形態などを均一化することは非常に困難である。

そこで本実験では熟練をつんだ同一術者が箔の圧接を行ない、さらに同一術者が十分コンデンスを行なった後に規格築盛器を用いて形態を修正するという方法で試料の標準化につとめた。

また、臨床では焼成体の箔を除去して支台歯に合着するのであるが、本実験では築盛、焼成法による matrix の変形の差異を明らかにすることが目的なので、matrix を除去せずに歯型に合着し、合着材にはポリエステル樹脂を用いた。

このポリエステル樹脂は前述したごとく非常に流動性が良く、200 g の圧でクラウンの浮き上がりはほとんど防止できると考えられ、また matrix を除去せずに合着することから、以前の研究に見られた Tinner's joint 部の間隙が大きくなるという欠点もなくなり^{16,22)}、さらに

matrix があるため歯型とクラウン内面との間の「あそび」が少なくなり、合着時クラウンが一方に傾くという危険もなくなる¹⁹⁾。

これらのことがらを配慮して実験を行なったが、6種類の方法の実験結果を比較検討すると、各方法間に共通してみられる傾向と共通しない点とを認めることができる。

実験 I, II の共通点について

まず図 22 にみられるごとく、唇、舌側 shoulder 部辺縁 a, b が近、遠心 shoulder 部辺縁 h, m より常に大きい値を示していることは、畑、鹿沼および著者らが以前行なったアルミナ・ポーセレン冠での研究結果と同様の傾向である。

matrix 上での陶材の収縮は非常に複雑で簡単に表現できないが、第一報での実験結果や大杉の研究などから図 23 に示すように収縮方向を考えてみた。

図の a, b, c に共通してみられる箔に向つての収縮は、箔と陶材とが緊密に付着しているために生じるもので、平板状試験片において焼成後陶材の厚さを減じることから推測できる。

また、図の c にみられる収縮は円周の長さを縮めようとするもので、クラウン状試験片の焼成後にみられる縦方向のき裂や、築盛時歯冠の舌側などに縦方向に ditching を行なつて焼成した場合の溝の拡大などから明らかである。

図の a, b にみられる切端方向への収縮は、歯頸部に ditching を行なつた場合、焼成後その間隙がさらに大きくなるという事実から推察でき、逆に歯頸部方向へ

図 22 Shoulder 部辺縁の適合性
左：唇・舌側の平均値、右：近・遠心の平均値

図 23 ポーセレンの焼成収縮の方向

の収縮は shoulder bake 法の第 1 回焼成を行なった際、陶材が shoulder 部に緊密に付着していることから明らかであるが、これは最初に述べた箔に向かつての収縮と同じものと考えられる。

これらのことから唇、舌側 shoulder 部辺縁 a, b が近、遠心 shoulder 部辺縁 h, m より大きな値を示した理由については次のように考察できる。

第 1 報において述べたごとく、平板状の箔の上では陶材の長さが大になれば、また陶材の層が薄くなれば焼成による箔の変形は大きくなる性質がある。本実験に使用した歯型の唇、舌側 shoulder 部から切端までの長さは、近、遠心のそれよりも長く、また唇、舌側の陶材層は近、遠心のそれよりも薄い（図 2, 13）。したがって、切端方向への収縮量は唇、舌側の方がより大きくなり、結果的に唇、舌側 shoulder 部辺縁の間隙が大きくなったものと考えられる。もちろん、唇、舌側のエプロンは切端方向に引かれる力に対抗するが、その抵抗力以上に

切端方向への収縮力が働いたと推測される。

また、一般に唇、舌側 shoulder 部では $a > b$, $f < g$, 近遠心 shoulder 部では $h < i$, $l > m$ という傾向が認められ図 24 の a, b はその代表的な顕微鏡所見である。

このような傾向を示したことは matrix の圧接技術と密接に関係していると思われる。

すなわち、Derand も述べているごとく、一般に隅角部の正確な圧接は非常に困難であるが、唇、舌側 shoulder 部の隅角部の圧接は比較的正確に行なうことができる反面、隣接面部ではこの部を強く圧接すると箔が破れてしまうという心配があり、この部の圧接が十分行なえない。したがって、隣接面部では焼成前から、 $h < i$, $l > m$ という関係があつたものと推察される。

これに対し、唇、舌側 shoulder 部 a, b, f, g は箔圧接時比較的良好な適合を示しているが、焼成時上方に引かれ、しかも辺縁ほど長さが大になるためより多く引かれると考えることができる。

一方、6 種類の方法の間に共通しなかつた点としていくつか挙げることができ、実験 I と実験 II についてそれぞれつぎのように考察した。

実験 I, II の相異点について

① 実験 I において

図 22 に示すごとく長石系陶材で最も唇、舌側歯頸部の適合の良かったものは Ditching 法であり、次いで一

図 24 顕微鏡所見の例

- a : 長石系, 1 回焼成法の遠心 shoulder 部
- b : 長石系, 1 回焼成法の唇側 shoulder 部
- c : アルミナ系の唇側 shoulder 部

回焼成法, Film bake 法, Shoulder bake 法となつて
いる。

Ditching 法は1回焼成法と異なり, 第1回焼成後変
形した shoulder 部を十分再圧接することができ, また
第2回焼成においてわずかに切端方向に引かれるのみで
あるから適合は良くなる。

Shoulder bake 法については, 当初良好な適合性を期
待していたが, むしろ悪く1回焼成法と同じような結果
となつた。

第1回焼成によつて陶材は shoulder 部の隅角や箔に
向かつて収縮し, この時の shoulder 部の変形は少ない
ものと推測されるが, 第2回焼成によつてこれらの部の
陶材と matrix は shoulder 方向でなく切端方向に引か
れたと推測され, shoulder 部のみ強く condense を行な
つて築盛する Shoulder condense 法も同様の結果にな
ることが予想される。しかし, 一度ハイビスケットの状
態にまで焼成された陶材が追加陶材の焼成時に再び変形
し箔に変化を加えることになるかどうかについては今後
検討しなければならない点であろう。

大杉の実験ではこの Shoulder bake 法に似た重積焼
成法が Ditching 法よりも適合が良好で, 今回のわれわ
れの実験結果と一致しなかつた。

この原因については, 実験条件に多少の相異があるこ
とを考慮しなければならない。すなわち, 菌型の形態や
使用材料の違い, また Ditching 法そのもののテクニッ
クにも問題がある。大杉は考察の中で, Ditching 法は
1次焼成で箔の浮き上がりが生じ, かつ正確な再圧接が
困難であることもあつて当然のことながら結果は悪く,
shoulder 部へ陶材を追加して, 正確に辺縁の形態を再
現するにはかなりの熟練を要するものと思われると述べ
ている。

この中で注目したいのは, 再圧接の方法である。第1
回焼成のとき shoulder 部の ditching を十分に, かつ
陶材を完全に除去しておけば再圧接は比較的容易にしか
も正確に行なえるものである。しかし, 焼成後追加部を
顕微鏡的に観察すると中には新, 旧陶材の接合部に気泡
が迷入しているものや, 小さなき裂が認められるものも
あり, これらの点に問題はあるが, 菌頸部の適合は良好
であつた。

一方, Film bake 法については, Shoulder bake 法
と同様良好な結果を期待したが, 1回焼成法と似た結果
となつた。

opaque はおよそ 0.4 mm の厚みに築盛したため, 焼
成収縮は箔の方向に向かい, matrix の変形は小さくな

ると考えることもできるが, 第1報において述べたごと
く, 一定の範囲内においては陶材の厚みが薄ければむし
ろ箔の変形は大きくなる傾向があり, この opaque の焼
成時にある程度変形し, さらに dentine の焼成におい
ても matrix の変形が起こりうる可能性がある。しかし
Shoulder bake 法のとときと同様一度ハイビスケットにな
つた陶材が追加陶材の焼成時にさらに変形するか否かは
今後検討すべき問題点であろう。

② 実験Ⅱにおいて

アルミナ系陶材の適合性は両者とも良好であり, 図24
のcはその顕微鏡所見の1例である。しかし, $\frac{a+g}{2}$ で
は ditching を行なつた方が良く, $\frac{h+m}{2}$ では逆に ditch-
ing をしない方が良かったが, 両者とも有意差は認め
られない。

このようにアルミナ系陶材においては, 築盛, 焼成法
にあまり関係なく一般に良好な適合性を示すものと考え
られるが, その原因については, このアルミナ系陶材の
築盛形態と同じ形態である長石系陶材の Film bake 法
と比較してみた。

まずアルミナス・ポーセレン・ジャケット・クラウン
のコアーの焼成と Bioform 2300 の opaque の焼成に
ついて比較すると, コアー用陶材の焼成収縮率は11~12
%であり, Bioform 2300 は13%であつて前者がやや小
さく, 平板状試験片における箔の変形の大きさも前者が
小さい。また笠井によればアルミナを多量に含むコアー
用陶材は長石系陶材と異なり焼成時の収縮は相似적であ
つて球状傾向がみられないという点²⁷⁾, さらに Bioform
2300 の焼成温度はコアー用陶材の焼成温度より 210°C
高く, 焼成時の白金箔の抵抗力や箔圧接によつて生じた
応力の解放も異なると考えられ, これらのことからコアー
用陶材の方が安定しているのではないかと推測される。
またさらに, dentine 用陶材の焼成においても, コ
アー用陶材は dentine 用陶材よりも高溶で硬度もあり,
もはや dentine の焼成時には変形しないと考えることも
できるが, Bioform 2300 の dentine と opaque は焼成
温度が同じであつて, dentine 用陶材の焼成時にも ma-
trix の変形が起こることも十分考えられる。

以上, 各種の築盛, 焼成法および陶材の種類によつて
matrix の変形の大ききすなわちクラウンの適合性に差
を生じることが明らかになつたが, その変形は主として
唇側と舌側の shoulder 部に著明に現われ, matrix 全
体の変形することは比較的少ないと考えられる。また,
Ditching 法は再圧接が有効であれば, 唇, 舌側 shoul-

der 部の適合性を良好にする良い方法といえるし、アルミナ系陶材は長石系陶材と比較して matrix の変形をあまり起こさせないといえる。

本実験では上顎の中切歯を使用した。他の歯牙たとえば上顎犬歯や小臼歯において実験した場合、量的には本実験と異なるが、原則的には同様な傾向が認められると推測する。

臨床的に長石系陶材とアルミナ系陶材の優劣を考えると、陶材の強度の面からアルミナ系陶材は長石系陶材より優れていると報告され^{28,29)}、临床上の重要な問題点である色調の点でもアルミナ系陶材は近年長石系に比して遜色のないものとされている。さらにアルミナ系陶材は長石系陶材の各種築盛、焼成法よりも作製方法が比較的簡単で³⁰⁻³²⁾、しかも適合性が良好で安定している点などを考え合わせると優れた陶材といえる。

焼成の完了したクラウンは臨床において、箔の除去、セメント着合の操作が入り、最終的な適合状態をしめすことになる。

今後、箔を除去することによってできた間隙が、鑄造冠におけるメタルストリップと同様の効果を示すものか、また歯科用セメントの浮き上がりの大きさをポリエステル樹脂と比較し、さらに歯科用リン酸亜鉛セメントの物理的性質を極端に落とさない範囲でセメントのチョウ度を下げた場合や、他のカルボン酸系セメント、ユージオール系セメントなどを用いて合着した場合の適合度について追求する必要がある。

結 論

臨床的な術式でポーセレン・ジャケット・クラウンを焼成し、各種築盛、焼成法や陶材の種類とクラウンの適合度との関係について研究を行なった結果次のことがわかった。

1. ポーセレン・ジャケット・クラウンの焼成時におこる matrix の変形は、築盛、焼成法や陶材の種類に関係なく主として唇側、舌側 shoulder 部に起こり全体的な変形は少ない。

2. 長石系陶材を用いた場合、一回焼成法、Film bake 法、Shoulder bake 法に比較して Ditching 法が最も良好な適合性を示した。

3. アルミナ系陶材は長石系陶材と比較すると築盛、焼成法に関係なく比較的良好な適合性を得ることがわかった。

本研究の要旨は、第 59 回日本補綴歯科学会において発表し、

その会誌に抄録を掲載した。

文 献

- 1) 井上時雄, 栗本 浩, 紫田昌治, 若野洋一: 各種補綴物乃至充填物と歯槽膿漏症との関係に就いて, 阪大歯学誌, 1: 302~309, 昭和 31.
- 2) 吉井 久: 金属冠装着による歯牙および歯頸部附近組織の変化に関する病理組織的研究, 歯科学報, 57 (2): 1~22, 昭和 32.
- 3) 荒木啓之: 歯肉に対する全部鉤造冠の影響に関する実験的研究, 補綴誌, 13: 44~60, 昭和 44.
- 4) 秋吉正豊: 支台歯の歯周組織の変化について, 歯界展望, 41: 235~242, 昭和 48.
- 5) Derand, T.: The importance of an even shoulder preparation in porcelain crowns, Odont. Revy, 23: 305~314, 1972.
- 6) Tylman, S.D.: Theory and practice of crown and bridge prosthodontics, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 617~717, 1965.
- 7) 多和田泰一, 横塚繁雄: ポーセレン・ジャケット・クラウンの破折について, 歯界展望, 28: 825~832, 昭和 41.
- 8) 石井 恒: ジャケット・クラウンの変形および破折の機構に関する実験的研究, 歯科学報, 68: 1571~1604, 昭和 43.
- 9) Jorgensen, K.D. and Esbensen, A.L.: The relationship between the film thickness of zinc phosphate cement and the retention of veneer crowns, Acta Odont. Scand., 26: 169~175, 1968.
- 10) 張 勝利: キャスト・コア支台におけるポーセレン・ジャケット・クラウンの維持力ならびに強度に関する研究, 歯学, 59: 177~192, 昭和 46.
- 11) 吉田恵夫: 歯科鉤造後の実用的精度について, 補綴誌, 2: 55~82, 昭和 33.
- 12) 金竹哲也: 歯科理工学通論, 京都, 永末書店, 昭和 45.
- 13) 総山孝雄: メタルインレー, 東京, 医歯薬出版, 昭和 42.
- 14) 渡辺嘉一, 畑 好昭, 木村幸雄, 大竹博明: Porcelain Jacket Crown の寸法精度について, 第 4 報, 歯学, 52: 281~285, 昭和 39.
- 15) 横塚繁雄, 田外弘之, 鯉沼陽作, 阿部権重: Porcelain Jacket Crown の寸法精度について, 補綴誌, 8: 72~76, 昭和 39.
- 16) 田外弘之, 阿部権重, 鯉沼陽作, 川嶋三郎, 黒江良治: Porcelain Jacket Crown の寸法精度について, 第 5 報, 歯学, 53: 100~105, 昭和 40.
- 17) 畑 好昭, 黒江良治, 木村正博, 八幡昌介, 我妻興一, 久保木弘: ポーセレン・ジャケット・クラウンの寸法精度について, 第 6 報, 歯学, 58: 392~398, 昭和 45.

- 18) 仲井孝志, 栗本久幸, 木村正博, 我妻与一, 岡山 明, 久保木弘, 張 勝利: ポーセレン・ジャケット・クラウンの寸法精度について, 第7報, 歯学, 58: 513~518, 昭和45.
- 19) 鹿沼鼎夫: 各種歯型材についての研究, 補綴誌, 13: 149~173, 昭和44.
- 20) 小早川清, 大野昌蔵, 妹尾輝明, 川重節二, 津留宏道: アルミナス・ポーセレン・ジャケット・クラウンの適合性に関する研究, 廣大歯誌, 1: 146~157, 昭和44.
- 21) 小早川清, 長沢 亨, 高橋一雄, 山田早苗: ポーセレン・ジャケット・クラウンの適合性に関する研究, 第1報, 補綴誌, 16: 10~21, 昭和47.
- 22) 大杉尚之: ポーセレン・ジャケット・クラウンの寸法変化について, 補綴誌, 16: 407~419, 昭和47.
- 23) 小森富夫, 山田早苗: ポーセレン・ワーク, 東京, 医歯薬出版, 昭和47.
- 24) Johnston, J.F., Munford, G. and Dykema, R.W.: Modern practice in dental ceramics, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1967.
- 25) Johnston, J.F., Phillips, R.W. and Dykema, R.W.: Modern practice in crown and bridge prosthodontics, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1971.
- 26) 田中恒男: 統計のまとめ方つかい方, 東京, 医歯薬出版, 昭和44.
- 27) 笠井 彰: 歯科用陶材の焼成過程における形状変化に関する実験的研究, 補綴誌, 15: 149~176, 昭和46.
- 28) McLean, J.W. and Hughes, T.H.: The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides, Brit. Dent. J., 119: 251~267, 1965.
- 29) 大塚 豊, 金原弘司, 富永育徳, 関口美美子, 横塚繁雄: アルミナス・ポーセレンの物理的性質と臨床的技法に関する研究, 第1報, 歯学, 56: 838~839, 昭和43.
- 30) 小池澄雄, 仲井孝志, 大塚 豊, 林 匡一, 岡山 明, 張 勝利, 横塚繁雄: アルミナス・ポーセレンを用いた陶歯前装ポーセレン・ジャケット・クラウンについて, 歯学, 59: 105~111, 昭和46.
- 31) 多和田泰一: アルミナス・ポーセレンの使い方, D.E., 7: 4~13, 昭和43.
- 32) 多和田泰一, 仲井孝志: アルミナス・ポーセレンの応用, 歯界展望, 33: 61~72, 昭和44.