原 著 論 文

クラウンの適合精度に関する研究

—印象法, 埋没法の違いによる影響—

塩沢 育己 佐藤 尚弘 大導寺善啓 船山 憲彦 五郎丸知明
越後貫 淳 岡田 大蔵 栗山 實 長谷川成男

A Clinical Investigation on the Fit of Full Cast Crowns Made by Various Impression Materials and Investment Techniques

Ikumi Shiozawa, Takahiro Sato, Yoshihiro Daidohji, Norihiko Funayama, Tomoaki Gorohmaru,
Atsushi Ogonuki, Daizo Okada, Minoru Kuriyama and Shigeo Hasegawa

Abstract : The indirect method of full cast crown construction has been constantly improved by the introduction of new dental materials and impression techniques. However, the ideal materials and a technique for making crowns with a complete marginal fit have not been developed yet.

The purpose of this study was to clarify the influence of the indirect method on marginal fit of crown by altering various factors.

1. Conventional or fast-setting gypsum-bonded investments.
2. Three different types of impression materials : addition silicone with individual tray, double-mixed addition silicone and agar with irreversible hydrocolloid.
3. Water-saturated or dry ring lining material.

A microscope was used to measure the fit of castings. The fit of castings was defined as the casting margin difference from the original position when they were tried on a steel die.

The fit of castings made in the method using fast-setting gypsum-bonded investment was looser and the marginal difference was significantly smaller than that using conventional gypsum-bonded investment irrespective of the impression material and usage of ring lining materials.

Key words : full cast crown, indirect method, impression materials, ring lining materials, fast-setting gypsum-bonded investment

I. 緒 言

現在, 鑄造歯冠修復物のほとんどは間接法によって作製されている。間接法は適合の良い鑄造物を作ることを目

的として, 多くの先人達によって鑄造補償理論という面から検討されてきた^{1~4)}。しかし, その鑄造補償理論は研究者によってまちまちであり, 内側性修復物と外側性修復物の作製時では材料の使用方法にも若干の違いがあって, 教育の場をはじめ, 各方面に少なからぬ混乱を生じている。

さらに, 近年, 従来の鑄造補償理論では対応できない各種の材料が開発され^{5~12)}, 現状に見合った新たな鑄造補償理論の構築が急務となってきた。

今回, 著者らは現在入手可能な材料を使用して, 各種の間接法でクラウンを作製し, 現状における間接法の精度の

東京医科歯科大学歯学部歯科補綴学第2講座 (主任: 長谷川成男教授)

Department of Prosthodontics II, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Chief: Prof. Shigeo Hasegawa)

平成 10 年 7 月 1 日受付

再検討を試みる。

II. 研究方法

1. 原型

実験に使用する原型はステンレス鋼製金型で、高さ 5 mm、歯頸部直径 11 mm、ショルダー幅 1 mm、テーパ片側 4°である (図 1)。本金型のマージン形態はショルダータイプで、ショルダー部 (厚さ 4.5 mm のショルダーリング) と咬合面部 (厚さ 2 mm) が撤去可能な構造となっている (図 2)。また、歯頸側辺縁下の外形軸壁に、測定の際に原型となる金型と铸造したクラウンの位置関係をワックスパターン時の関係と一致させるための「けがき線」が刻印されている。

2. 試料

試料作製時に使用する各種材料の組合せならびに使用条件を表 1 に示す。

まず、ショルダー部と咬合面部を装着した金型を印象採得する。印象材は、図 3 に示す専用トレーを用いて厚さを一定にする。印象方法は付加型シリコン印象材 (プロピール・ハイドロアクティブ M+H、ヘレウスデンタルマテリアル) によるレジン個歯トレー法、同じく付加型シリコン印象材によるダブルミックス法 (プロピール・ハイドロアクティブ M+P ソフト、ヘレウスデンタルマテリアル)、寒天印象材 (デントロイドスーパーグリーン、デントロニクス) とアルジネート印象材 (アロマファイン DF II・ノーマルセット、ジーシー) による連合印象法の 3 種類である。

採得した印象に石膏を注入して歯型を作製する。石膏の注入は、シリコン印象では印象採得の 3 時間後、寒天・アルジネート連合印象では印象採得直後に行い、使用する

図 1 The dimensions of a steel die
金型の寸法

石膏はシリコン印象には超硬質石膏 (ニューフジロック、ジーシー)、寒天・アルジネート連合印象には硬質石膏 (ニュープラストーン、ジーシー) である。

完成した各歯型にワックス分離剤 (ジーシーセップ、ジーシー) を塗布し、インレーワックス (インレーワックス・ミディアム、ジーシー) を使用してクラウンのワックスアップを行う。ワックスパターンは金型に付属しているリングを用いて外形を一定とし、マージン細部を修正して、ワックスパターンと歯型との間に間隙のない完全な適合を与える。その後、ワックスパターンの外面に原型に印記されている「けがき線」の延長線を記入する。完成したワックスパターンは 8 時間以上室温中に放置した後に、埋没する。

スプルー線は線铸造用ワックス (レディーキャストイングワックス・R 25、ジーシー) を使用し、クラウンの咬合面と軸面の隅角部に 2 本植立する。埋没には中リングを使用する。その際、リングライニング材 (ニューキャストイングライナー、ジーシー) にワセリンを塗布したドライ方式と水を含ませたウェット方式を採用する。埋没材は従来型石膏系埋没材 (クリストバライト、松風) と近年開発された急速加熱型石膏系埋没材 (クリストバライト PF、松風) の 2 種類で、リングの加熱スケジュールは、従来型石膏系埋没材では 200°C に 20 分間、400°C に 60 分間、700°C に 15 分間铸造リングを係留した後に铸造し、急速加熱型石膏系埋没材では埋没終了 30 分後に直ちに铸造リングを 700°C の炉内に挿入し、30 分間係留した後に铸造する。铸造は金銀パラジウム合金 (キャストウェル M.C. 金 12%、ジーシー) を使用し、定温加熱型遠心铸造機 (TS 3, DEGUSSA) を用いて行う。

試料数は各組合せごとに 4 個ずつ、合計 48 個である。

3. 測定

金型のショルダー部 (ショルダーリング) を撤去して、クラウンを試適する (図 4)。このとき、铸造したクラウ

図 2 The structure of a steel die. The occlusal 2/5 of the steel die and the shoulder part are removable.
金型の構造 (可撤部)

表 1 Materials used in this investigation
使用材料ならびに条件

<印象法>

印象法	印象材	歯型材
個歯トレー法	プロビールハイドロアクティブ M+H	ニュー フジロック
ダブルミックス法	プロビールハイドロアクティブ M+P ソフト	ニュー フジロック
寒天・アルジネート連合印象法	デントロイドスーパーグリーン アロマファイン DF II	ニュー プラストーン

<リングライニング材>

ニューキャストイングライナー (0.7 mm)

リングライニング法	巻数
ドライ方式	ワセリン塗布 二重巻き
ウェット方式	水分付与 一重巻き

<埋没材>

種類	商品名
従来型石膏系	クリストバライト
急速加熱型石膏系	クリストバライト PF

図 3 The tray for impression
印象用トレー

ンに再現された細線と金型の「けがき線」を一致させ、500 g の定荷重を 10 分間加える。そして、ショルダーリングの下面と接していた台座部の上面からクラウンのマージンまでの距離を歯軸と平行な方向に測定する。測定にはミクロン深さ高さ測定機 (KY-60, 日商精密光学) を用い、ステージの移動方向と垂直的変位の方向を一致させる。最小読み取り単位は $1\mu\text{m}$ とする。得られた測定値からショルダーリングの厚さ 4.5 mm を差し引き、マージンの垂直的変位量とする。垂直的変位量はクラウン内面の金型に対する適合度によって決まり、クラウンが浮き上がって、変位量が「+」で表示される場合には内面の適合はタイトであり、逆に沈下して、変位量が「-」で表示される

図 4 Measurement of crown marginal displacement
(The shoulder ring is removed)
ショルダーリングのみを撤去した変位量の測定

場合には内面の適合はルーズであることを表している。測定は、各試料ともマージン周囲の 4 点で行い、平均値をもってその試料の変位量とする。データの統計処理には 2 標本間の比較には Student-t 検定を、多重比較を必要とする場合には Tukey 検定を用いる。

III. 結 果

結果を表 2, 3, 図 5, 6 に示す。

従来型石膏系埋没材で埋没したクラウンはいずれも浮き上がり、その変位量は付加型シリコン印象材の個歯トレイ法による歯型上で作製したクラウンではドライ方式で埋没した場合に $+79\text{ }\mu\text{m}$ (SD 24)、ウェット方式で埋没した場合に $+98\text{ }\mu\text{m}$ (SD 60)であった。付加型シリコン印象材のダブルミックス法による歯型上で作製したクラウンの変位量は、ドライ方式で $+176\text{ }\mu\text{m}$ (SD 42)、ウェット方式で $+285\text{ }\mu\text{m}$ (SD 81)であった。寒天・アルジネート連合印象法による歯型上で作製したクラウンの変位量は、ドライ方式で $+86\text{ }\mu\text{m}$ (SD 39)、ウェット方式で $+48\text{ }\mu\text{m}$ (SD 30)であった (表2, 図5)。

印象法の違いによるクラウンの変位量は、付加型シリコン印象材のダブルミックス法で歯型を作製した場合に最も大きく、個歯トレイ法とダブルミックス法、ダブルミックス法と寒天・アルジネート連合印象法との間には有意差が認められ、個歯トレイ法と寒天・アルジネート連合印象法との間には有意差は認められなかった (Tukey 検定: ドライ方式 $p<0.05$, ウェット方式 $p<0.01$)。クラウンの変位に対するリングライニング材の影響は、印象法の違いにかかわらず有意差は認められなかったが、シリコン印象材を使用して歯型を作製した場合には、ドライ

方式で埋没したほうがクラウンの変位量のばらつきは小さな値を示した。寒天・アルジネート連合印象法による歯型上で作製したクラウンでは、ウェット方式で埋没した方がクラウンの変位量のばらつきは小さな値を示したが、両者間に大きな差は認められなかった。

急速加熱型石膏系埋没材を使用した場合には、従来型石膏系埋没材で埋没した場合と比較して、印象法、リングライニング材の種類にかかわらず、各方法とも垂直的変位量は減少していき、内面の適合がルーズになることがわかった。付加型シリコン印象材の個歯トレイ法による歯型上で作製したクラウンの変位量はドライ方式で $+4\text{ }\mu\text{m}$ (SD 24)、ウェット方式で $-44\text{ }\mu\text{m}$ (SD 17)、付加型シリコン印象材のダブルミックス法による歯型上でのクラウンではドライ方式で $+26\text{ }\mu\text{m}$ (SD 36)、ウェット方式で $+29\text{ }\mu\text{m}$ (SD 34)、寒天・アルジネート連合印象法による歯型上でのクラウンでは、ドライ方式で $-11\text{ }\mu\text{m}$ (SD 12)、ウェット方式で $+29\text{ }\mu\text{m}$ (SD 29)であった (表3, 図6)。

急速加熱型石膏系埋没材を使用すると、歯型を作製するための印象法やリングライニング法の違いによる有意差は認められず、クラウンのマーギンの位置はワックスパターン時の位置とほぼ同じになり、垂直的には適合度は良好で

表2 The internal fit of a crown made with conventional investment
ショルダーリングのみを撤去した場合の変位量 (従来型石膏系埋没材)

	ドライ方式	ウェット方式
個歯トレイ法	79 (24)	98 (60)
ダブルミックス法	176 (42)	285 (81)
寒天・アルジネート連合印象法	86 (39)	48 (30)

単位: μm Tukey 検定: $p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$
() 内 SD

図5 The marginal displacement of the crowns made with conventional gypsum-bonded investment material (only shoulder ring is removed)
ショルダーリングのみを撤去した場合の変位量 (従来型石膏系埋没材)

表 3 The internal fit of a crown made with fast-setting gypsum-bonded investment
ショルダーリングのみを撤去した場合の変位置 (急速加熱型石膏系埋没材)

	ドライ方式	ウェット方式
個歯トレー法	4(24)	-44(17)
ダブルミックス法	26(36)	29(34)
寒天・アルジネート連合印象法	-11(12)	29(29)

単位: μm () 内 SD

図 6 The marginal displacement of the crowns made with fast-setting gypsum-bonded investment (only shoulder ring is removed)
ショルダーリングのみを撤去した場合の変位置 (急速加熱型石膏系埋没材)

あった。

IV. 考 察

1. 研究方法について

1) 原型ならびに測定方法

従来、クラウンの適合は垂直的な変位置、すなわち浮き上がり量で評価されてきた。そのため、実験に使用される原型 (支台歯や金型) のマージン形態はショルダータイプで設定され、クラウンの変位は原型とクラウンのマージンとの間に生じるギャップで測定されてきた。この方法はクラウンが収縮して、内面の適合がタイトで浮き上がりを生じるクラウンの適合性を評価することは可能である。しかし、クラウンが過膨張して内面の適合がルーズな場合には、支台歯や金型とクラウンは咬合面や軸面では接触せず、クラウンのマージン部が原型のショルダー部と接触することもある。このとき、ショルダー部での接触がなければ、本来は沈下し、マージン部にはオーバーハングが生じるはずであったクラウンはマージン部で沈下を阻止され、それ以上は沈下できずに、適合が良好と判定されることもある。内面の適合状態がルーズなクラウンを水平的な適合

状態も含めて評価するためには、マージン形態をショルダーレスタイプにすれば可能であるが、クラウンは沈下するのでマージンが形成限界より歯根側に突出し、正確な沈下量を測定することはできない。

本金型の特徴の1つはショルダー部が撤去できることである。クラウン試適時にショルダー部を撤去して、ショルダーリングの下面と接する台座部上面からクラウンマージンまでの距離を測定し、その値からショルダーリングの厚さ 4.5 mm を差し引くことによって、内面の適合がタイトでクラウンが浮き上がった場合はもちろん、内面の適合がルーズでクラウンが沈下した場合にも変位置を測定することができる (図 4)。さらに、ショルダータイプのクラウンによってマージン形態がショルダーレスタイプのクラウンにおける適合も評価できる。

2) 測定誤差

測定にはミクロン深さ高さ測定機を使用した。本測定機は非接触での三次元座標測定が可能で、試料への接触圧や測定子の形状などの影響を受けないことが特徴である。さらに、測定には光切断を応用したスリット基準線と投射スリットによる輝線の重ね合せを利用しているため、観察者の視覚に依存していた従来の非接触型測定機に比べて測定

精度は高い。

ショルダーリングを撤去した原型にクラウンを試適し、定荷重を加えた後にミクロン深さ高さ測定機のXYステージ上に試料を設置し、クラウンのマージンとショルダーリングの下面と接していた台座部との距離を10回測定した結果、その標準偏差は $2\mu\text{m}$ であり、これを読み取り誤差と考える。また、微動載物台の傾斜はゲージブロックを用いた測定の結果、 $1\mu\text{m}$ 以内であり、微動送り装置の精度は直線性、ヒステリシスとも読み取り誤差の範囲内であった。

2. 結果について

1) 印象方法の影響

従来型石膏系埋没材でワックスパターンを埋没した場合には、ドライ方式でもウェット方式でも、付加型シリコーン印象材のダブルミックス法による歯型上で作製したクラウンの変位量は大きく+方向、すなわち浮き上がる方向に変位していた。このことはクラウン内面が金型とタイトに適合していることを意味していて、歯型が原型より小さくできたことに由来する。一般に、付加型シリコーン印象材は印象精度に優れ、ダブルミックス法で印象採得しても、歯型は原型を忠実に再現するとされている¹³⁾。今回使用した付加型シリコーン印象材は操作時間が短いため、印象の精度がバテタイプの硬化の影響を受け、ダブルミックス法ではやや小さな模型ができ、クラウンの適合がタイトになったものと思われる。一方、シリコーン印象材の個歯トレー法と寒天・アルジネート連合印象法による歯型上で作製したクラウンはやや浮き上がるものの、両者間に有意差は認められず、ダブルミックス法による歯型上で作製したクラウンと比較するとその浮き上がり量は小さい。本実験のように隣在歯が存在しない孤立歯の場合には、両者間には有意差は生じなかったが、隣在歯が存在すると、寒天・アルジネート連合印象法では隣在歯のアンダーカットの影響を受けることが知られている¹³⁾。したがって、隣在歯がある場合には両印象法で作製したクラウンの適合状態には差が生じる可能性がある。

2) リングライニング法の影響

リングライニング材の違いによる影響は各印象法間で有意差は認められなかった。また、ばらつきもドライ方式とウェット方式の間では差がなかった。しかし、1983年に産業衛生学会からアスベストの発ガン性が指摘され、リングライニング材としてアスベストリボンを使用することができなくなったために、それ以降はセラミックファイバー系のリングライニング材¹²⁾が使用されている。このリングライニング材は注水しても水分を吸収しにくく、ウェット方式ではリングライニング材に水分を均一に吸水させるためには熟練を必要とする。したがって、現在のライナーでは、ドライ方式によるリングライニング材の付与のほう

図7 The internal fit of a crown made with conventional investment

クラウン内面の適合（従来型石膏系埋没材）

が、術者の熟練度とは無関係に安定した精度のクラウンを得ることができるものとする。

3) 埋没材の影響

急速加熱型石膏系埋没材でワックスパターンを埋没したクラウンは、従来型石膏系埋没材で作製したクラウンと比較して、いずれの印象法でも浮き上がり量は減少していて、内面の適合がややルーズになっていることを示している。ショルダー部分を撤去した測定方法で、垂直的な適合はシリコーン印象材の個歯トレー法と寒天・アルジネート連合印象法による歯型上で作製したクラウンの浮き上がり量の間には有意差がなく、マージン部の垂直的な変位量はセメント合着による浮き上がり量を考慮すると、臨床的には問題なからう。しかし、適合はややルーズな手応えて、クラウンの内面軸壁と支台歯の軸面との間には水平的な間隙があるものと思われた。そこで、シリコーン印象材（フィットチェッカー+バイトチェッカー、ジーシー）を用いて内面の適合状態を検査した。

図7は従来型石膏系埋没材で埋没したクラウンの適合状態で、間隙はマージン部では約 $40\mu\text{m}$ と狭く、咬合面では約 $200\mu\text{m}$ と広がっていた。図8は急速加熱型石膏系埋没材による歯型上で作製したクラウンの場合で、咬合面、軸面とも、間隙は約 $70\mu\text{m}$ であり、これが全試料のほぼ平均値であった。すなわち、急速加熱型石膏系埋没材で埋没すると、クラウンマージン部での水平的なセメントラインは $70\mu\text{m}$ 前後であり、この $70\mu\text{m}$ の値が大きい小さいかは見解の分かれるところであるが、臨床的には許容範囲内にある値であると考えられる。

4) 内面軸壁の適合性を考慮した変位量と急速加熱型石膏系埋没材の臨床的意義

先にも述べたように、ワックスパターンを急速加熱型石膏系埋没材で埋没したクラウンは従来型石膏系埋没材で埋没したクラウンと比較して、いずれの印象法による歯型上でパターンを作製しても適合はややルーズであり、クラウンの内面と軸面との間に間隙があった（図8）。このように適合がルーズなクラウンで、ショルダーリングを撤去し

図 8 The internal fit of a crown made with fast setting gypsum-bonded investment
クラウン内面の適合 (急速加熱型石膏系埋没材)

て変位量を測定すると、クラウンは内面の咬合面に対応する部位が金型の咬合面と接触するまで沈下するが、クラウン内面の適合状態がさらにルーズな場合でも、クラウンの沈下量には変化がなく、垂直的な適合度は同じと評価される。しかし、水平的な適合度には違いがあり、内面の適合度がルーズになればなるほどクラウンマージン部の幅径は大きくなり、マージン部に水平的なオーバーハングが生じる。すなわち、内面の適合がルーズなクラウンでは、ショルダーリングのみを撤去して台座部とクラウンマージンとの間に生じるギャップを測定するだけではクラウンの内面軸壁の適合状態を正確に評価することはできないことになる。そこで、ショルダーリングのみではなく、本金型のもう 1 つの特徴である可撤性の咬合面部も撤去して、クラウンの垂直的変位を測定した (図 9)。こうすることによって、クラウンは内面軸壁に生じた間隙の分だけ沈下するので、クラウン内面の水平的な適合度を評価することが可能となる。

ショルダーリングならびに咬合面部を撤去した場合の結果を表 4, 5 に示し、ショルダーリングのみを撤去した場合との比較を図 10, 11 に示す。

ショルダーリングならびに咬合面部を撤去してクラウンを試適すると、ショルダーリングのみを撤去したときと比較して、いずれの場合にもクラウンの垂直的変位は減少した。

従来型石膏系埋没材で埋没した試料では、付加型シリコーン印象材の個歯トレー法による歯型上で作製したクラウンの垂直的変位量はドライ方式で $+3\mu\text{m}$ (SD 29)、ウェット方式で $+69\mu\text{m}$ (SD 80) となり、ショルダーリングのみを撤去した場合よりそれぞれ 76, $29\mu\text{m}$ 減少した。付加型シリコーン印象材のダブルミックス法による歯型でのクラウンの垂直的変位量はドライ方式で $+77\mu\text{m}$ (SD 31)、ウェット方式で $+213\mu\text{m}$ (SD 72) であり、ショルダーリングのみを撤去した場合よりそれぞれ 99, $72\mu\text{m}$ 減少した。寒天・アルジネート連合印象法による歯型上でのクラウンの変位量は、ドライ方式で $-104\mu\text{m}$

図 9 The measurement of crown marginal displacement (shoulder ring and occlusal 2/5 of the steel die are removed)

ショルダーリングと咬合面部を撤去した変位量の測定

(SD 55)、ウェット方式で $-130\mu\text{m}$ (SD 58) であり、ショルダーリングのみを撤去した場合よりそれぞれ 190, $178\mu\text{m}$ 減少した (表 4, 図 10)。

従来型石膏系埋没材で作製したクラウンは、ショルダーリングに加えて咬合面部を撤去した金型に試適すると、リングライニング材の種類とは無関係に、個歯トレー法とダブルミックス法による歯型上で作製したクラウンの変位は浮き上がりの傾向を示したが、寒天・アルジネート連合印象法の場合にはクラウンは沈下の方向に転じていた。また、個歯トレー法とダブルミックス法との間には有意差は認められなかったが、個歯トレー法と寒天・アルジネート連合印象法、ダブルミックス法と寒天・アルジネート連合印象法との間には有意差が認められた。リングライニング材の影響は、各印象法間で有意差は認められなかった。

急速加熱型石膏系埋没材でクラウンを埋没した試料では、付加型シリコーン印象材の個歯トレー法による歯型上で作製したクラウンの垂直的変位量は、ドライ方式で $-327\mu\text{m}$ (SD 19)、ウェット方式で $-222\mu\text{m}$ (SD 39) となり、ショルダーリングのみを撤去した場合よりそれぞれ 331, $178\mu\text{m}$ 減少した。付加型シリコーン印象材のダブルミックス法による歯型でのクラウンの垂直的変位量はドライ方式で $-57\mu\text{m}$ (SD 38)、ウェット方式で $-47\mu\text{m}$ (SD 86) であり、ショルダーリングのみを撤去した場合よりそれぞれ 83, $76\mu\text{m}$ 減少した。寒天・アルジネート連合印象法による歯型上でのクラウンの変位量は、ドライ方式で $-230\mu\text{m}$ (SD 49)、ウェット方式で $-229\mu\text{m}$ (SD 98) であり、ショルダーリングのみを撤去した場合よりそれぞれ 219, $258\mu\text{m}$ 減少した (表 5, 図 11)。

急速加熱型石膏系埋没材で作製したクラウンをショルダーリングと咬合面部を撤去した金型に試適すると、クラ

表 4 The marginal displacement of the crowns made with conventional gypsum-bonded investment (shoulder ring and occlusal 2/5 of the steel die are removed)
ショルダーリングと咬合面部を撤去した場合の変位量 (従来型石膏系埋没材)

	ドライ方式	ウェット方式
個歯トレー法	3(29)	69(80)
ダブルミックス法	77(31)	213(72)
寒天・アルジネート連合印象法	-104(55)	-130(58)

単位: μm Tukey 検定: $p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$
() 内 SD

図 10 The marginal displacement of the crowns made with conventional gypsum-bonded investment (only shoulder ring is removed, shoulder ring and occlusal 2/5 of the steel die are removed)
ショルダーリングのみを撤去した場合とショルダーリングと咬合面部を撤去した場合の変位量の比較 (従来型石膏系埋没材)

ウンのマーゲンはいずれも沈下していたが、ドライ方式では個歯トレー法とダブルミックス法 (Tukey 検定: $p < 0.01$)、個歯トレー法と寒天・アルジネート連合印象法 (Tukey 検定: $p < 0.05$)、ダブルミックス法と寒天・アルジネート連合印象法 (Tukey 検定: $p < 0.01$) との間にはいずれも有意差があり、ウェット方式では個歯トレー法と寒天・アルジネート連合印象法の間には有意差が認められず、個歯トレー法とダブルミックス法、ダブルミックス法と寒天・アルジネート連合印象法の間には有意差が認められた (Tukey 検定: $p < 0.05$)。リングライニング材の影響は、各印象法間で有意差は認められなかった。

急速加熱型石膏系埋没材でクラウンを埋没した場合には、従来型石膏系埋没材を使用した場合と比較して、印象法、リングライニング材の種類にかかわらず、クラウンの垂直的変位量は大幅に減少した。

以上のことより、従来型石膏系埋没材を使用して作製したクラウンは、印象採得時にシリコン印象材を使用す

ば、個歯トレー法、ダブルミックス法のいずれで印象採得しても、咬合面部を撤去したときの沈下量には大きな変化はなく、内面軸壁の適合がよいことがわかった。しかし、寒天・アルジネート連合印象法では 180~200 μm 沈下していた。寒天・アルジネート連合印象法による歯型上で作製したクラウンは、原型に咬合面部があるときは垂直的適合度は良好であることから、寒天・アルジネート連合印象法で作製した歯型はマーゲ付近の軸壁の近遠心、頬舌幅径が大きくなり、その歯型上で作製したクラウンは適合がルーズになることが明らかとなった。

急速加熱型石膏系埋没材で埋没した場合のクラウンの適合をみると、タイトに適合したダブルミックス法では咬合面部の有無で浮き上がり量の違いはあまり認められなかったが、シリコン印象材による個歯トレー法、寒天・アルジネート連合印象法では 200~300 μm 沈下していた。金型のテーパー 4° から計算すると、200~300 μm の沈下は軸面に 15~20 μm の間隙があるときに生じる。このよう

表 5 The marginal displacement of the crowns made with fast-setting gypsum-bonded investment (shoulder ring and occlusal 2/5 of the steel die are removed)
ショルダーリングと咬合面部を撤去した場合の変位量 (急速加熱型石膏系埋没材)

	ドライ方式	ウェット方式
個歯トレ法	-327(19)	-222(39)
ダブルミックス法	-57(38)	-47(86)
寒天・アルジネート連合印象法	-230(49)	-229(98)

単位: μm Tukey 検定: $p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$
() 内 SD

図 11 The marginal displacement of the crowns made with fast-setting gypsum-bonded investment (only shoulder ring is removed, shoulder ring and occlusal 2/5 of the steel die are removed)
ショルダーリングのみを撤去した場合とショルダーリングと咬合面部を撤去した場合の変位量の比較 (急速加熱型石膏系埋没材)

に、わずかな水平的な不適合、すなわち軸面のほんの少しの間隙でも、咬合面での適合が失われると、垂直的適合度に大きく影響することが明らかとなった。

臨床では、このような現象は、歯型にダイスペーサーを塗布したときやクラウンの内面を削除したときに起こる。咬合面や軸面にダイスペーサーを塗布した歯型上で作製したワックスパターンを、急速加熱型石膏系埋没材で埋没すると、マージン形態がショルダーレスタイプの場合には、クラウンは口腔内で沈下して、マージンのオーバーハングをまねく危険性がある。同様に、クラウン内面を過度に調整すると、マージンの適合が低下することになるので好ましくない。

急速加熱型石膏系埋没材は技工作業時間を短縮し、能率を向上させるうえで有効な材料であるが、本埋没材にて作製したクラウンの適合度はやルーズになることを考慮したうえで使用することが重要である。

V. 結 論

ショルダー部 (ショルダーリング) と咬合面部が撤去可能な金型を使用して、各種間接法で作製したクラウンの適合度を測定し、以下の結論を得た。

1. クラウンの変位量を測定する際に、ショルダーリングのみを撤去して測定することによってクラウンの垂直的な適合度を、ショルダーリングと咬合面部の両者を撤去して測定することによってクラウンの水平的な適合度を求めることが可能となった。

2. 印象法の違いについて：クラウンを従来型石膏系埋没材で作製すると、付加型シリコン印象材による個歯トレ法と寒天・アルジネート連合印象法との間には、垂直的な変位量に有意差は認められなかった。また、急速加熱型石膏系埋没材で作製すると、3者間での垂直的な変位量

には有意差は認められなかった。

3. リングライニング法の違いについて：ドライ方式とウェット方式のいずれのリングライニング材を用いても、クラウンマージンの垂直的な変位量に有意差は認められなかったが、安定性ではドライ方式の方が優れていた。

4. 埋没材の違いについて：従来型石膏系埋没材で作製したクラウンと急速加熱型石膏系埋没材で作製したクラウンの垂直的な変位量を比較したところ、いずれの印象法でも、急速加熱型石膏系埋没材によるクラウンの浮き上がり量は減少していて、内面の適合がルーズになっていた。

5. 急速加熱型石膏系埋没材でワックスパターンを埋没したクラウンの垂直的な適合度（浮き上がり量）は良好であり、水平的な適合度は臨床的許容範囲内にあった。

本論文の要旨の一部は、第96回日本補綴歯科学会学術大会（平成8年11月1日、札幌）ならびに第61回口腔病学会学術大会（平成8年11月29日、東京）において発表した。

文 献

- 1) 吉田恵夫. 歯科鑄造法の実用的精度について. 補綴誌 2: 159-186, 1958.
- 2) 細田裕康. 弾性印象材による硬石膏模型の精度に関する研究. 歯材器 3: 32-46, 1959.
- 3) 総山孝雄, 和久本貞雄, 河野 薫. 鑄造修復のためのアルジネート間接法. 歯界展望 31: 751-759, 1968.
- 4) 長谷川二郎. 鑄造収縮の補償について. 歯科技工 1: 49-55, 1973.
- 5) 吉川郁司. わたくしの寒天印象に対する考え方とその方法. 補綴臨床 5: 421-428, 1972.
- 6) 吉川郁司, 吉田隆一. アルジネートと寒天の連合印象. DE 29: 6-13, 1974.
- 7) MaCabe JF, Wilson HJ. Addition curing silicone rubber impression materials. Br Dent J 145: 17-20, 1978.
- 8) 斉藤 修. 親水性を付与した付加重合型シリコーン印象材の諸物性 第1報 めれ性と含水間隙侵入度, ヤング率および接着剤の効果. 日歯保存誌 29: 1350-1363, 1986.
- 9) 坂口賢司, 谷内秀寿, 宮川 崇ほか. 吸水・急加熱による短時間鑄造法—表面粗さおよび適合精度について—. 歯科技工 15: 905-913, 1987.
- 10) 坂口賢司, 宮川 崇, 谷内秀寿ほか. 短時間鑄造法—その経過と展望—. QDT 16: 455-471, 1991.
- 11) 高橋英和, 中村英雄, 岩崎直彦ほか. 急速加熱型石膏系埋没材による鑄造冠の精度に及ぼす鑄造条件の因子について. 口病誌 61: 242-249, 1994.
- 12) 高橋英登. アスベストからセラミックス・ファイバーへ. QDT 11: 104-111, 1986.
- 13) 和田邦子. 各種印象法による作業用模型の寸法精度に関する研究—アンダーカットが寸法精度に及ぼす影響—. 口病誌 59: 218-240, 1992.