金属原型による模型用埋没材の精度について

青柳光宏* 安藤正明* 高田宣*
木村幸平* 安藤申直** 木村忠史**
鹿沼晶夫* 吉田恵夫*

Dimensional Accuracy of Refractory Die-Investing Materials by Standard Metal Models

Mitsuhiro Aoyagi, Masaaki Ando, Nobuyuki Takada,
Kohei Kimura, Nobunao Ando, Tadashi Kimura,
Akio Kanuma, Keifu Yoshida

I. 緒 言

冠橋義歯の分野において、間接法を用いて補綴物を製作する方法は、かなり古くから用いられているが^{1,2)}、わが国では最近 20 数年間に様々な研究が進み^{3,4)}、なかでも弾性印象材、模型材等の進歩により、より正確な鑄造による歯冠補綴物が、比較的容易に作られるようになった。しかしこの間接法も、印象採得から模型製作、蠟型採得、埋没、鑄造、補綴物完成に至るまでの過程においては、依然として種々な問題点を含んでいる⁵⁾。なかでも、蠟型採得および埋没操作の影響によつて起こる鑄造体の寸法変化は、ワックス自体の物理的性質は勿論、人為的操作による変形が最も大きな影響を与えるものと考えられる³⁾。

近年これらの影響を極小に抑えるため、蠟型を歯型毎埋没する埋没材（以下模型用埋没材と呼ぶ）の種類が多くなるにつれ、基礎的、臨床的な面での研究報告が多い^{6~12)}。

しかしこれらの報告では、鑄造によつて歯型が使用できなくなるため、鑄造後模型上での、接触点、咬合面の調整、研磨等の操作が不可能となる。従つて間接法に模型用埋没材を応用した場合の利点を、充分に活かすこと

ができないことになる。

我々はこれらの模型用埋没材を、臨床上有効に使用するため、従来教室で用いている副歯型法に 응용する試みを行なつた。すなわち、副歯型に模型用埋没材を用いる方法で、この場合の歯型の寸法精度、さらにこれを用いて、全部鑄造冠型の鑄造体を製作した場合の適合度について実験を行ない、若干の知見を得たので報告する。

II. 実験方法ならびに結果

1) 予備実験

(1) 実験方法

金属原型より 3 種類の印象材、2 種類の支台歯印象用トレー、さらに 2 種類の超硬石膏計 12 の組み合わせにより歯型を作製した。各組み合わせについて 10 個の歯型をつくり、寸法変化はスタンダードキャップ法^{13~16)}により、精度 $1/1000$ mm のトプコン万能工具顕微鏡で測定した。

① 金属原型およびスタンダードキャップ

図 1 金属原型とスタンダードキャップおよびその寸法
(単位: mm)

* 東北大学歯学部歯科補綴学第 1 講座(主任: 吉田恵夫教授)
1st Department of Prosthetic Dentistry, School of
Dentistry, Tohoku University (Chief Prof.: Keifu
Yoshida)

** 東北大学歯学部附属病院中央技工室
昭和 49 年 12 月 4 日受付

金属原型およびスタンダードキャップは、図1に示すごとくステンレス鋼製であり、金属原型は全部鑄造冠の支台形態を模型化したもので、その寸法は歯頸部ショルダーの幅1mm、歯頸部の直径8mm、高さ6mm、両側でのテーパ $1/10$ となっており、スタンダードキャップは歯型が金属原型より小さくなった場合でも測定できるように、原型ショルダー部と、間隔をもつて適合するように作られている。

② 印象材およびトレー

使用した印象材、支台歯印象用トレーおよび歯型材は、表1に示すごとくで、印象材はチオコールラバー2

表1 印象材、トレーおよび歯型材の種類

印象材	チオコールラバー印象材	G-C 社 シュールフレックス 松風社 エクセル
	シリコンラバー印象材	G-C 社 フレキシコン
トレー	支台歯印象用トレー	銅パター 即時重合レジン
歯型材	超硬石膏	KERR社 ペルミックスストーン 松風社 デンサイト

種類、シリコンラバー1種類である。銅パタートレーは厚さ0.3mmの銅パターバンドを用い、印象材の厚さが約1mmとなるように作製(図2)、その上面の部分に直径約1mmの孔をあけた。これは後で述べるように、原型から印象をはずす際、陰圧により印象が変形するのを防ぐためである^{13,17,18}。レジントレーは即時重合レジンを用い、筆積み法により作製し、銅パタートレーと同様に印象材の厚さが約1mmとなるようにし、上面

図2 各種支台歯印象用トレーと歯型
トレー { 左: レジントレー
右: 銅パタートレー
歯型 { 左: 超硬石膏歯型
右: 模型用埋没材歯型

に直径約1mmの孔をあけた。チオコールラバー印象材と銅パタートレーとの接着は^{19~22}、銅パター表面の汚れや酸化膜の除去後、練和したチオコールラバーによりコーティングを行ない、レジントレーとの接着については、未重合レジンを用いて行つた。シリコンラバー印象材については、銅パタートレー、レジントレー共、日硝産業の接着剤を用いて行つた。

③ 歯型の作製

i. 印象採得

印象採得は各メーカーの指示に従い、チオコールラバーの印象は、練和後室温に15分間²³、シリコンラバーの印象は10分間放置後²⁴、トレー上面部の孔より注射器で水を注入しながら、金属原型より撤去した。

ii. 歯型材の注入および硬化

金属原型から撤去した印象を水洗、エアーで水分を除去した後、気泡、練和むらなど印象の欠陥をチェックした。そのうちの印象の良好なものを選び、直ちに表1に示す2種の超硬石膏をメーカーの指示に従い、練和後バイブレーターを用い、気泡が入らないように注意しながら注入し、相対湿度100%の容器中で硬化させた。

④ 歯型の測定

歯型の測定は注入24時間後に行つた。歯型についての測定法は図3に示すように、金属原型に対して小さめに適合するスタンダードキャップを用い、それを歯型に約20gの指圧により挿入し、スタンダードキャップ下縁から歯型ショルダー部までの間隔を、精度 $1/1000$ mmのトプコン万能工具顕微鏡で測定した。測定部位は歯型周囲4カ所を選び、その平均値をもつて測定値とした。

すなわち、スタンダードキャップを金属原型に適合した時の、スタンダードキャップ下縁と金属原型ショルダー部との間隔をa mm、作製した歯型に適合した時の間隔をb mmとすると、原型のテーパは $1/10$ であるか

図3 測定法

A: 金属原型とスタンダードキャップ

B: 歯型とスタンダードキャップ

$$\text{寸法変化量} = \frac{b-a}{8} \times \frac{1}{10} \times 100 (\%)$$

表 2 各種印象材，印象法による超硬石膏歯型の寸法変化

印象材	歯型材の種類 トレー	ベルミックス ストーン 寸法変化量 (標準偏差)	デンサイト 寸法変化量 (標準偏差)
シュール フレックス	カ ッ パ ー	+0.15% (0.02)	+0.10% (0.01)
シュール フレックス	即重レジン	+0.16% (0.03)	+0.12% (0.05)
エ ク セ ル	カ ッ パ ー	+0.16% (0.01)	+0.17% (0.04)
エ ク セ ル	即重レジン	+0.14% (0.04)	+0.16% (0.03)
フレキシコン	カ ッ パ ー	+0.17% (0.02)	+0.15% (0.02)
フレキシコン	即重レジン	+0.13% (0.05)	+0.11% (0.02)

ら，歯型の原型に対する変化量を%で表わすと， $\frac{b-a}{8}$

$\times \frac{1}{10} \times 100$ となる。

(2) 結果

表 2 に示すごとく，各種印象材，印象法による超硬石膏歯型の寸法変化量は，ベルミックスストーンで+0.13～+0.17%，デンサイトでは+0.10～+0.17%の範囲に入り，ここで使用した印象材，印象法，歯型材による差はあまりみられなかった。この値は従来報告されている^{13,25,26)} チオコールラバー，シリコンラバー，支台歯印象用トレーを用いて製作された，超硬石膏歯型の寸法変化量 +0.1～+0.2%の範囲内にある。

2) 各種模型用埋没材を用いた歯型の寸法変化

(1) 実験方法

はじめに予備実験の結果をふまえて，印象材，印象方法，超硬石膏の組み合わせのうちの 1 種類により，超硬石膏歯型を作った。

すなわち印象材としてシュールフレックスを用い，カップパートレー法により印象，歯型材としてベルミックスストーンを使用し，硬化後撤去した。さらにその印象に

図 4 各種模型用埋没材

- 1 : ダイベストメント (WHIP MIX 社)
- 2 : モデルインベストメント (G-C 社)
- 3 : リアルベスト (松風社)
- 4 : クリストパライトモデルインベストメント (G-C 社)

表 3 各種模型用埋没材歯型の寸法変化

模 型 用 埋 没 材 の 種 類	歯型の寸法変化量 (標準偏差)
リ アル ベ ス ト	+1.63% (0.16)
モデルインベストメント	+0.47% (0.09)
クリストパライトモデルインベストメント	+0.50% (0.07)
ダイベストメント	水 和 有 +1.32% (0.13)
	水 和 無 +0.94% (0.19)

図 4 の各種模型用埋没材を，各メーカーの指示に従って注入，歯型を製作した。従って 1 個の印象から超硬石膏と模型用埋没材の歯型各 1 個が，作られることになる。各々の模型用埋没材について 10 個の各歯型を作り，前述のスタンダードキャップ法により測定を行い，金属原型に対する模型用埋没材歯型の寸法変化量とした。なおダイベストメントについては，水和膨張させたものと，させないものについても検討した。

(2) 結果

表 3 に示すごとく最も大きいものは，リアルベストで平均+1.63%であり，以下ダイベストメントで水和膨張させたもの+1.32%，させないもの+0.94%，クリストパライトモデルインベストメント+0.50%で，最も小さいものはモデルインベストメントの+0.47%であった。

3) 各種模型用埋没材，各種金属を用いて製作した鑄造体の適合度

(1) 実験方法

印象材としてシュールフレックスを用い，カップパートレー法により印象，各種模型用埋没材で製作した歯型の中で値が最大であった松風リアルベストと，最小であった G-C モデルインベストメントの 2 種類を用い，20K 金合金，K 金属，金パラジウム銀合金による鑄造体各々 10 個の適合度をみた。さらに追加実験として，クリストパライトモデルインベストメントと，ダイベストメントを用い，金属は K 金属により各々 10 個の鑄造体を作り適合度をみた。

この際模型用埋没材歯型には，Jelenko 社製のモデルスプレーを噴霧し，これに G-C 社製のブルーインレーワックスを用い，厚さがショルダー部，咬合面部共約 1 mm となるように蠟形成を行い，直径 1.2 mm のスプルー線を咬合面中央に立て，歯型の余分な部分を削除し，歯型がリングの中央にくるように円錐台に植立した²⁷⁾。アスベストは 2 重裏装し，その表面にワセリンを塗布した。次に内径 30 mm，高さ 36 mm のリングに歯型と同じ混水比および混液比の埋没材泥を，真空埋没機

表 4 各種模型用埋没材による鑄造体の適合度

鑄造金属の種類 と適合度	模型用埋没材の種類		
	K 金属 適合度 (寸法変化)	20K 金合金 適合度 (寸法変化)	金パラジウム 銀合金適合度 (寸法変化)
リアルベスト	± 10 個	± 10 個	± 10 個
モデルインベスト メント	- 10 (-0.66%)	- 10 (-0.68%)	- 10 (-0.70%)
クリストバライト モデルインベスト メント	- 10 (-0.29%)		
ダイベスト メント	水和有	± 10	
	水和無	+5, ±2, -3 (-0.09%)

図 5 各種金属による鑄造体の適合度
M: モデルインベストメント
R: リアルベスト

を用いて縦埋没した。2 時間後円錐台を取りはずし、80°C の乾燥機中で 2 時間充分乾燥した。その後 350°C の炉中で 30 分、700°C の炉中で 15 分間加熱して、Jelenko 社のサーモロールを使用し²⁸⁾、所定の鑄造温度で鑄造した。鑄造後埋没材を除去、洗浄後鑄造体の欠陥等を精査した後、適合状態についてみた。原型に対してゆるすぎるものを +、ややゆるいものを +, frictional fit のものを ± で表わし、きつくてショルダーとの間隙のあるものについては、鑄造体下縁と金属原型ショルダー部との間隔を c とし、原型に対する鑄造体の適合度を % で表わすと、 $-\frac{c}{8} \times \frac{1}{10} \times 100$ となる。

(2) 結果

表 4、図 5 に示すごとく、リアルベストを用いた場合には、各金属による鑄造体は 10 個すべてがゆるく適合した。モデルインベストメントを用いた場合には、各金属による鑄造体すべてが原型に対してきつかった。

後者の場合における適合度の平均は、20K 金合金で

図 6 各種模型用埋没材による鑄造体の適合度

R: リアルベスト
M: モデルインベストメント
C: クリストバライトモデルインベストメント
D-1: ダイベストメント (水和有)
D-2a: ダイベストメント (水和無) 適合するもの
D-2b: ダイベストメント (水和無) 適合しないもの

-0.68% となり、K 金属で -0.66%、金パラジウム銀合金で -0.70% となり、3 種類の金属間に殆ど差はみられなかった。

その他の模型用埋没材について、K 金属を用いた場合の適合度は、表 4、図 6 に示すごとく、クリストバライトモデルインベストメントでは、10 個すべてがきつく、適合度は平均 -0.29% であった。また、ダイベストメントについては、水和膨張をさせたものは 10 個すべてがゆるく、水和膨張をさせないものは、10 個のうち 5 個がゆるく、2 個が frictional fit でよく適合し、3 個がきつくその適合度は平均 -0.09% であった。

以上の結果より、リアルベストと水和膨張させたダイベストメントについて、メーカーの指示通りに専用液を用いて製作した歯型から作られた鑄造体は、すべて原型に対してゆるく適合することがわかった。しかしリアルベストは、専用液を水で希釈して用いることにより、硬化膨張を少なくすることができるから、専用液を適度に水で希釈して用いれば、適合のよい鑄造体を得ることができると判断し、次の実験を行った。

4) リアルベスト専用液の希釈と歯型の寸法精度

(1) 実験方法

リアルベストの専用液を水で希釈した。すなわち水の割合を、30% から 10% 増しに 7 種類の希釈液を作った。さらに専用液だけのもの、水だけのものを加え、9 種類の練和液を用いた場合の、歯型の寸法変化を調べ

表 5 リアルベストの専用液を希釈した際の歯型の寸法変化およびそれを用いた際の鑄造体の適合度

水の割合 (%)	0	30	40	50	60	70	80	90	100
寸法変化量 および適合度									
歯型の寸法変化量 (%)	+1.63	+1.57	+1.52	+1.48	+1.46	+1.12	+1.00	+0.87	+0.73
(標準偏差)	(0.16)	(0.03)	(0.02)	(0.03)	(0.11)	(0.10)	(0.10)	(0.04)	(0.08)
鑄造体の適合度	± 5	± 5	± 5	+ 4 ± 1	+ 4 ± 1	± 5	± 5	± 3 - 2	- 5
(寸法変化量 %)								(-0.12)	(-0.20)

た。

前述した2項と同じ印象材、印象法、すなわちシュールフレックス、カップパートレー法による印象に、はじめ歯型材としてベルミックスストーンを注入、硬化後これを撤去した。次いでそれぞれの印象に、9種類の液で練和したリアルベストを注入、硬化後撤去し前項と同じように、リアルベストの歯型の寸法変化を、各々10個についてスタンダードキャップ法により測定した。

(2) 結果

その結果は表5に示すごとく、専用液だけで練和した場合+1.63%であったものが、水で希釈しその割合が増すにつれて歯型は小さくなり、水だけで練和した場合には+0.73%となった。

5) リアルベスト専用液の希釈と鑄造体の適合度

(1) 実験方法

予備実験として、前項と同じようにリアルベストの専用液を水で希釈し、作製した各9種類の歯型について蠟形成を行い、同じ割合の液を用いて埋没し、Kメタルによる鑄造体を作り、その適合度を各々5個について調べた。

その結果、表5、図7に示すごとく作製された各々5個の鑄造体の適合度は、専用液を希釈する水の割合が、

図 7 リアルベストの専用液希釈の差による鑄造体の適合度

40%以下ではすべてがゆるく、50、60%ではそれぞれ4個がややゆるいが、1個が良好な適合すなわち frictional fit、70、80%ではそれぞれ5個すべてが frictional fit を示し、90%では3個が frictional fit、2個がきつく不適合でその値は-0.12%であった。水だけで練和したものは、5個すべてがきつく、その値は-0.20%であった。

このことから、水の割合70、80%を中心に、その前後60、90%をも含めて、4種類の専用液を用いた場合の鑄造体を作り、その適合状態を断面について検討することにした。すなわち、ステンレス鋼製金属原型とほぼ同じ形態、寸法の、真鍮製金属原型を使用し、前項と同じ条件下で作製したKメタル鑄造体咬合面相当部に、直径約1mmのセメント流出路を設け^{3,29)}、磷酸亜鉛セメントを用いて30kg荷重を10分間かけた。硬化後、合着した鑄造体と金属原型に、断面セメント層の測定を妨

図 8 各種希釈専用液による鑄造体断面のセメント層

表 6 リアルベストの専用液を希釈した際の
鑄造体断面のセメント層

水の割合 (%)		60	70	80	90
計測部位					
咬 合 面 部		41	46	35	37
軸 面 部	1	26	15	8	6
	2	26	13	9	6
	3	24	11	8	6
	4	21	8	8	7
辺 縁 部		8	13	14	11

(単位: μ)

図 9 各種希釈専用液による鑄造体断面のセメント層の厚さ
(単位: μ)

A : 辺 縁 部
1~4 : 軸 面 部
B : 咬 合 面 部

げないと思われる部分に、ラウンドバーで穿孔し、アマルガムによって固定した。

さらに標本埋没材であるBPSセットで包埋し、一昼夜放置後平和工業商事のFine-cutを用いて切断し、表面を砥石で研磨してセメント層を明示した。セメント層の測定部位は左右対称的に、辺縁部2カ所、軸面部8カ所、咬合面部2カ所、計12カ所について、精度 $1/1000\text{mm}$ のトプコン万能工具顕微鏡を用いて計測した。

(2) 結果

図8は断面の拡大写真で、そのセメント層の厚さは、表6、図9のようになる。軸面部のセメント層の厚さは、60%の場合が最も厚く平均 24μ 、90%の場合が最も薄く平均 6μ となつてゐるが、咬合面部および辺縁部のセメント層の厚さには、あまり差が見られなかつた。

III. 総括ならびに考察

模型用埋没材により間接法用作業模型を作り、この模型を用いて鑄造体を作ると、歯型毎埋没するため、鑄造後に作業模型として使用できなくなつてしまう。このことは模型用埋没材を作業模型として用いる上で、大きい欠点の1つである。従つて従来報告されているような、可撤式、分割式模型に模型用埋没材を用いると、歯型がなくなるため、鑄造体を模型上で調整することができない。当然咬合面、接触点の調整、研磨等は、口腔内で行なわなければならない。また鑄造が失敗してしまうと、再印象ということになる。しかしこれらの問題は、副歯型に模型用埋没材を使用することにより解決されるし、鑄造失敗時の再製作の問題を考慮するなら、模型用埋没材を再注入して、さらに歯型を作ることによつて解決される。

以上の理由により、この模型用埋没材を臨床上有効に用いるためには、副歯型法に応用することが、現時点では最良であると考え実験を行つた。

従来我々の教室で用いている副歯型法は、支台歯印象用トレー、超硬石膏を用いているため、両者の歯型の注入順序による寸法精度の差は、 0.07% 程度であるといわれており³⁰⁾、その違いは極めて少ない。したがつて最終的に蠟型調整に用いる副歯型を、はじめに作製している。

しかしながら、今回用いた模型用埋没材を、副歯型に応用した場合、硬化膨脹が超硬石膏の10倍程度となるため、これを先に副歯型に用いると、表7のように後で超硬石膏を用いて製作する歯型に、大きな影響を与えるばかりでなく、鑄造体を歯列模型上に戻すことができないから、模型上で鑄造体を調整することができなくなる。したがつて、まず超硬石膏を注入し歯列模型を作り、模型用埋没材を注入して副歯型を製作する方法をとることとし、以下実験結果について考察する。

表 7 超硬石膏と模型用埋没材の注入順序を変えた際の
各歯型の寸法変化

注入順序	歯型材の種類	寸法変化量 (標準偏差)
1 回目	ベルミックスストーン	0.15% (0.02)
2 回目	リアルベスト	1.63% (0.16)
1 回目	リアルベスト	1.59% (0.06)
2 回目	ベルミックスストーン	0.75% (0.14)

まず超硬石膏2種類、支台歯印象用トレー2種類、印象材3種類、各々の組み合わせにより作られた計12種類の、超硬石膏歯型の寸法精度は、スタンダードキャップ法で計測したところ、 $+0.10 \sim +0.17\%$ となり、ここで行なつた12種類の組み合わせのいずれを用いても、殆ど差はない。それは超硬石膏、印象材、トレー、トレーとの接着剤および接着法等が、研究、改良されたこと、また本実験では、歯型の寸法変化に大きな影響を与えると考えられている印象材の厚さ^{12,25,31)}を、均一、一定に規定したために、この様な実験結果になつたものと思われる。またこの値は、従来報告されているスタンダードキャップ法による、支台歯印象用トレーを用いての、超硬石膏歯型の寸法変化^{12,25,31)} $+0.1 \sim +0.2\%$ の範囲内にあつた。次に各種模型用埋没材の寸法変化についてみると、本実験では $+0.47 \sim +1.63\%$ となり、各々のメーカーで表示してある硬化膨張の値に比べて大きくなる。これは主として測定方法の差であり、ばらつきの大きいのは、模型用埋没材の硬化膨張が大きいための影響であると思われる。

各種模型用埋没材中、硬化膨張の最大であつた松風リアルベストと、最小であつたG-Cモデルインベストメントについて、3種類の金属を使用しその鑄造体の適合度の差をみた。松風リアルベストではすべてが大きく、客観的に比較できなかったがG-Cモデルインベストメントでは、すべてが小さく不適合であり、その適合度は $-0.66 \sim -0.70\%$ で、3種類の金属には差が殆どみられず、またばらつきも少なかった。

これは合金、特に金パラジウム銀合金が改良されたこと³²⁾、従来行われていた蠟型を歯型より取りはずして埋没する方法と違い、蠟型の変形が鑄造体に影響をおよぼすことが、少なくなつたためと考えられる。

そこでKメタルを用いて、その他の模型用埋没材に関して適合度をみたところ、G-Cクリストバライトモデルインベストメントでは、10個すべてがやや小さく不適合、ダイベストメントで水和膨張させたものは、10個すべてが大きく、水和膨張させないものは、10個のうち5個が大きすぎ、2個が良好な適合を示し、3個がやや小さく不適合であつた。

すなわち、松風リアルベストでは、専用液を用いた場合硬化膨張量 $+1.50\%$ 、熱膨張量 $+0.60\%$ 、したがって総合膨張量は $+2.10\%$ と表示されている。一方本実験に用いた金属の鑄造収縮は、 $+1.5 \sim +2.0\%$ ^{3,17,33)}といわれている。さらに吉田³⁾によれば、金属の実用上の鑄造収縮を補償し、良好な適合の全部鑄造冠型の鑄造体を得

るのに必要とする、埋没材の実効膨張量は、 $+1.7\%$ 程度とされている。このことからすれば、松風リアルベストにおいては、大きな鑄造体が得られたものと思われる。G-Cモデルインベストメントにおいては、硬化膨張量 $+0.35\%$ 、熱膨張量 $+0.80\%$ 、総合膨張量 $+1.15\%$ と表示されており、鑄造収縮を補償できないためすべてが小さすぎ、不適合になつたものと思われる。G-Cクリストバライトモデルインベストメントにおいては、硬化膨張量 $+0.40\%$ 、熱膨張量 $+1.10\%$ と表示されており、総合膨張量が $+1.50\%$ 位となり、鑄造収縮を補償するのにやや不足なので、すべてやや小さな鑄造体ができしたが、このクリストバライトモデルインベストメントは、練和の際コロイダルシリカを用いて、硬化膨張を増加することができるという報告もある¹²⁾。ダイベストメントにおいては、水和膨張をさせたものでは水和膨張量が $+1.20\%$ 、熱膨張量 $+0.60\%$ と表示されており、総合膨張量が $+1.80\%$ 位と推定され、金属の鑄造収縮を過剰に補償するため、すべて大きめの鑄造体ができたとと思われる。一方水和膨張させないものでは、硬化膨張量 $+0.90\%$ 、熱膨張量 $+0.60\%$ と表示されており、総合膨張量が $+1.50\%$ 位と推定される。しかし10個の鑄造体のうち、5個がやや大きめのものとなり、2個が良好、3個が小さく不適合となつた、これは前記の成績より推定できるように、ダイベストメントの歯型は、他の模型用埋没材に比して硬化膨張の値にばらつきが大きく、これが鑄造体に影響したものと思われる。

松風リアルベストは専用液を水でうすめることによつて、中間の膨張量が得られることになつており、このことについて検討した結果、専用液100%の場合に $+1.63\%$ であつたものが、水の割合が増すに従つて歯型が小さくなり、水100%の場合には $+0.73\%$ となつた。そこで水の割合を30%から100%まで変え、Kメタルを用いて鑄造を行つたところ、専用液希釈の水の割合が50、60%のものでは、大きめのものが多く、90%のものでは小さすぎて不適合なものが生じた。70、80%のものでは、すべてが良好な適合を示した。

さらに精査するため、ステンレス鋼製の金属原型と同じ形態の真鍮製金属原型を用い、水の割合が60、70、80、90%になる専用液を使用、Kメタルにより鑄造体を製作し、セメント合着、切断後セメント層を計測した。この際90%のものは、原型に適合するものを選んで用いた。その結果水の割合が70、80、90%のものは、辺縁部、軸面部のセメント層がそれぞれ 10μ 前後となり、良好な適合を示し特に軸面部においては、従来報告され

表 8 リアルベスト再注入時の歯型の寸法変化と鑄造体の適合度

(70%専用液を使用してリアルベストの歯型を製作した後、各%の専用液で練したリアルベストを再注入)

水の割合	寸法変化量 及び適合度	歯型の寸法変化量 (標準偏差)	鑄造体の適合度 (寸法変化量)
70 %		+1.13% (0.02)	+ 2個, ± 3個
80 %		+1.00% (0.08)	+ 4, ± 1
90 %		+0.97% (0.07)	+ 1, ± 3 - 1 (-0.08%)
100 %		+0.84% (0.11)	- 5 (-0.18%)

ているように³⁾、歯頸部に近くなるにしたがつてセメント層が厚くなる傾向は示さず、均一であつた。

これは模型用埋没材の歯型の上に蠟形成したため、歯型から取りはずし埋没した場合に起こる、埋没材の膨張による蠟型の変形が起きなかつたため、模型用埋没材を用いた場合の長所を、明確に示していると思われる。

また鑄造失敗による再製作の問題を考慮するならば、模型用埋没材を再注入して、2つ歯型を製作しておくことで解決されるわけで、その際に用いる専用液希釈の水の割合は、表8のごとく70~80%のものをいれればよい。しかし再注入歯型の寸法変化、鑄造体適合度をみると、硬化膨張量の大きな模型用埋没材の撤去による影響で、歯型は若干大きくなる傾向を示し、鑄造体の適合もばらつきの大きなものとなる。また実際には、印象の経時的変化による影響も考えられるので、失敗のない鑄造に心がけることが必要なのはいうまでもないことである。

IV. 結 論

模型用埋没材を臨床上有効に応用する方法を考慮し、その方法で製作した歯型の寸法精度、および鑄造体の適合度について実験、考察の結果、以下のような結論が得られた。

1. 模型用埋没材を鑄造冠の製作に用いるには、副歯型法に応用するのが最良の方法である。
2. モデルインベストメントとクリストバライトモデルインベストメントとを、鑄造冠の製作に応用した場合、金属の鑄造収縮を補償するには膨張量が不足であつた。
3. リアルベストと水和膨張させたダイベストメントは、専用液をそのまま用いると、製作した全部鑄造冠型

の鑄造体は、ゆるすぎて不適合となる。

4. リアルベストを用いて、適合のよい全部鑄造冠型の鑄造体を得るためには、専用液を希釈する水の割合が70~80%の範囲になる。

5. リアルベストを用いて製作した全部鑄造冠型の鑄造体の適合状態について、断面のセメント層からみると、軸面においては均一であつた。

今回は各種模型用埋没材を用いた場合の、間接法における歯型の寸法精度と、鑄造体の適合度について基礎的な検討を加え、その中の一種である松風リアルベストについてさらに精査したところ、単冠について充分臨床応用できるであろうと思われる。また単冠以外の種々の補綴物についても広い応用が考えられ、現在までいくつかの報告もある^{10,12,34)}。しかしそれぞれに多くの問題点を含んでおり、今後検討を加えてゆくつもりである。

文 献

- 1) LeGro : Ceramics in dentistry, London, 1925, Claudiash Son & Co.
- 2) Gillet, H.W. & Irving, A.J. : Gold inlays by the indirect system, New York, 1932, Dental Items of Interest Publishing Co.
- 3) 吉田恵夫 : 歯科鑄造法の実用的精度について、補綴誌, 2 : 55, 昭 33 (1958)。
- 4) 総山孝雄 : 間接法歯型の膨縮変形に関する総合的研究、口病誌, 20 : 229, 昭 28 (1953)。
- 5) 歯科理工学会編 : 歯科鑄造に関する諸問題、東京、昭和 44 (1969)。医歯薬出版株式会社, 127 頁。
- 6) Melvin, R.L. and Edwin, F.S. : Casting made directly to refractory dies, J. Pros. Dent., 18 : 251, 1967.
- 7) 桜井貞雄 : 模型ごと埋没する鑄造方式について、歯材器誌, 3 : 19, 昭 34 (1959)。
- 8) 細田裕康、他 : 耐火性模型・埋没兼用材料について、歯材器誌, 21 : 11, 昭 45 (1970)。
- 9) 松野晃、他 : 型ごと埋没材による全部鑄造冠の適合度について、歯材器誌, 23 : 124, 昭 45 (1970)。
- 10) Lloyd Baum, 他 : ダイベストメント・テクニック、補綴臨床, 6 : 63, 昭 48 (1973)。
- 11) 細田裕康、他 : 型ごと埋没法について、歯界展望, 42 : 717, 昭 48 (1973)。
- 12) 松本義敏 : 埋没材模型法による鑄造体の精度に関する研究、歯理工誌, 15 : 47, 昭 49 (1974)。
- 13) 吉田恵夫 : 金属原型による弾性印象材の精度試験につい

- て，歯界展望，14：140，昭32(1957).
- 14) James, A.G. : Maintenance of equilibrium in reversible hydrocolloid impressions, J.D. Res., 28 : 108, 1949.
- 15) Phillips, R.W. : Factors influencing the reversible hydrocolloid impressions, J.A.D.A., 43 : 1, 1951.
- 16) Phillips, R.W. : The use of alginate for indirect restorations, J.A.D.A., 46 : 393, 1953.
- 17) 石原寿郎：鑄造冠，東京，昭和39，而至化学工業株式会社.
- 18) 内山洋一，他：弾性印象材の残留変形に関する一考察，補綴誌，3：4，昭34(1959).
- 19) 石井正敏，他：チオコールラバー印象材と銅板の接着について，歯理工誌，7：4，昭41(1966).
- 20) 増原英一，他：メタクリル樹脂とチオコールラバー印象材の接着について，歯理工誌，7：32，昭41(1966).
- 21) 吉田恵夫，他：継続歯の間接法について(その1)，歯科時報，20：20，昭41(1966).
- 22) 伊藤公一，他：印象に関する基礎的研究，第1報，ゴム印象材と各種トレー材料との接着について，補綴誌，17：64，昭48(1973).
- 23) 大石忠雄，他：チオコールラバー印象材の残留ひずみよりみた硬化時間，補綴誌，10：187，昭41(1966).
- 24) 大石忠雄，他：シリコンラバー印象材の残留ひずみよりみた硬化時間，補綴誌，10：191，昭41(1966).
- 25) 吉田恵夫：弾性印象材による歯型の実用的精度について，歯界展望，15：74，昭33(1958).
- 26) 鹿沼晶夫：各種歯型材についての研究，補綴誌，13：149，昭44(1969).
- 27) Ralph, W.P. : Studies on the density of castings as related to their position in the ring, J.A.D.A., 35 : 329, 1947.
- 28) 中村健吾，他：遠心鑄造機をテストする，D. E., 19：16，昭46(1971).
- 29) 吉田恵夫，他：セメント合着による鑄造冠の浮き上りについて，第1報，金属原型使用の場合，補綴誌，4：57，昭35(1960).
- 30) 石原寿郎，他：歯冠補綴のための間接法作業模型，歯界展望，15：106，昭33(1958).
- 31) 野川勇：間接法作業模型の寸法精度に影響する因子について，チオコールラバー印象材ならびにシリコンラバー印象材による方法，歯学，56：184，昭43(1968).
- 32) 金竹哲也：金12%のパラジウム合金について，歯界展望，39：733，昭47(1972).
- 33) 金竹哲也：鑄造について，歯界展望，14：604，昭32(1957).
- 34) 細田裕康，他：コンポジットレジンによるジャケット冠，歯界展望，41：993，昭48(1973).