歯科ろう着に関する研究

第3報 リン酸塩系埋没材の理工学的性質

津江 明伸 富田 豊 羽田京太郎
 行田 克則 守屋 義雄 小泉 政幸
 中沢 清* 東風 巧* 大島 修一*
 五十嵐孝義*

A Study of Dental Soldering

Part III. Technological Properties of Phosphate Investments

Akinobu Tsue, Yutaka Tomita, Kyotaro Hada, Yoshinori Nameta,
 Yoshio Moriya, Masayuki Koizumi, Kiyoshi Nakazawa*,
 Takumi Kochi*, Shyuichi Oshima* and Takayoshi Igarashi*

I. 緒 言

陶材焼付ブリッジは臨床に広く応用されている。一般に陶材焼付けブリッジの製作にはワンピースキャスト法¹⁾によることが多いが、ユニット数が多かったり彎曲部を含む場合には、ワンピースキャスト法のみでは適合精度に疑問な点が多く、やはり前ろう着あるいは後ろ着のいずれかをを用いて製作することが多い^{2,3)}。

著者らは、第2報⁴⁾で6種の市販ろう着専用埋没材を用い、その理工学的性質について報告したが、いずれも石膏を結合材としたものであり、そのろう着適用温度は900°C付近までで、900°C以上では石膏の分解による激しい収縮を示すことが分った。そのため陶材焼付金属冠の前ろう着の場合では、ろうの融点が1,000°C以上であるので、石膏系埋没材を用いることは不適當であると思われる。

そこで著者らは高温でも安定なリン酸塩系埋没材に着

眼した。しかしろう着専用のリン酸塩系埋没材は現在市販されておらず、いずれも鑄造および耐火模型を対象として市販されているものである。またこれらの埋没材の理工学的性質についての報告は数多くみられるが⁵⁻⁷⁾、ろう着における諸操作を考慮した場合について^{8,9)}は散見するにすぎない。

そこで今回、リン酸塩系埋没材 Ransom & Randolph 社製 Multi-Vest を用い陶材焼付金属冠の前ろう着を想定し、埋没後の経過時間、流蠟操作、予備加熱操作が埋没材の理工学的性質に与える影響について実験を行い、比較として高温用として表示されている第2報で用いた石膏系埋没材、Whip-Mix 社製 hi-heat soldering investment と比較した。また予備実験として、今後実験に使用する予定である松風社製、陶材焼付用貴金属合金 UNI-GOLD の熱膨張を測定し、埋没材の熱膨張と比較検討したところ若干の知見を得たので報告する。

II. 実験材料および方法

実験に使用するろう着埋没材は、本学湯田ら⁹⁾による東京都歯科技工士会100名の市販ろう着用埋没材使用状況調査結果から、リン酸塩系埋没材として、Ransom & Randolph 社製 Multi-Vest と、石膏系であるが高温用のろう着専用埋没材として市販されている Whip-Mix

日本大学大学院歯学研究科補綴学専攻

* 日本大学歯学部補綴学教室

Nihon University Graduate School of Dentistry, Major in Crown Bridge.

* Nihon University School of Dentistry, Dept. of Crown Bridge.

昭和58年8月31日受付

表 1 実験に用いた埋没材

試料名	Batch No.	混水比	略符号
Ransom & Randolph Multi-Vest	20512	0.12	M.V.12
		0.14	M.V.14
Whip-Mix Hi-heat Soldering Investment	0680002	0.28	W.M.

図 1 実験に用いた埋没材

社製 hi-heat soldering investment の 2 種を用いた。それらの Batch No. 混水比, 略符号は図 1 および表 1 に示す。ただし Multi-Vest は本来床用埋没材として市販されており, 使用にあたっては模型用として混水比 0.12, その後の埋没用として混水比 0.14 で使用するよう指示されている。そこで今回の実験にあたっては各々の混水比を用い, M.V. 12, M.V. 14 と略した。

実験にあたり各試料は, 容器をボールミルにて 30 分間回転させることにより十分攪拌した後使用した。また混水比はメーカー指示に従い, 山浦社製ハンドミキサーにてパイプレーター上で Multi-Vest は 1 分間 36 回転 (スパチュラによる 120 回練和に相当) Whip-Mix は 1 分間 54 回転 (スパチュラによる 180 回練和に相当) 練和を行った。なお環境条件は, 温度 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相対湿度 $50 \pm 1\%$ の恒温恒湿室内で, 練和水温 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ であった。

1. 硬化時間
2. 硬化膨張

いずれの測定にあたってその方法は第 2 報に準じた。

3. 硬化熱

埋没材 100 g を秤量し, 所定の練和条件にて練和した

試料泥を, $40 \phi \times 40 \text{ mm}$ の硬化熱測定用ゴム枠に注入し, 練和開始 2 分後から 1 分毎に温度を測定した。なお測定は 25 分までとした。

4. 流蠟操作時の寸法変化

埋没材 60 g を秤量し, 所定の練和条件にて練和した試料泥を, $13 \phi \times 20 \text{ mm}$ のシリコン型に注入し, 室温に 1 時間放置後, 熱湯 200 ml を 30 秒で静かに流した後測定した。測定時間は, 流蠟操作開始時より 1 分までは 5 秒毎に, 以後 60 分までは 1 分毎に計測した。測定器具には精度 1/1,000 mm のダイヤルゲージを用いた。

5. 圧縮強さ

検体作製は第 2 報に準じたが, 製作操作を考慮し特に以下の操作を加えた検体を製作した。

操作 1 : 練和開始後 1 時間室温に放置。これを以後 (1h) と略す。

操作 2 : 操作 1 を加えた検体に流蠟操作を想定し, 沸騰水 600 ml を 1 分間で流した後再び 1 時間室温に放置。これを以後 (流ロウ→1h) と略す。

操作 3 : 操作 1 を加えた検体を予備加熱操作を想定し, 昇温速度毎分 10°C にて 700°C まで加熱し, 1 時間保留。これを以後 (1h→ 700°C) と略す。

操作 4 : 操作 2 を加えた検体を操作 3 と同様に予備加熱操作を加える。これを以後 (流ロウ→1h→ 700°C) と略す。

操作 5 : 練和開始後 24 時間室温に放置。これを以後 (24 h) と略す。

なお, 予備加熱温度については諸説がある¹⁰⁻¹⁵⁾が, Johnston¹⁶⁾ 亀井¹⁷⁾ 田村¹⁸⁾ 保母¹⁹⁾らは, 予備加熱温度 700°C を推奨している。そこで本実験では昇温速度毎分 10°C で 700°C まで加熱した。

6. 加熱膨張

検体の製作および測定方法は第 2 報に準じた。臨床操

作を考慮し特に以下の操作を加えた検体を製作した。

操作 1 : 練和開始後 1 時間室温に放置. これを以後 (1 h) と略す.

操作 2 : 練和開始後 24 時間室温に放置. これを以後 (24 h) と略す.

操作 3 : 操作 1 を加えた検体に流蠟操作を想定し, 沸騰水 200 ml を 1 分間で流した後再び 1 時間室温に放置. これを以後 (流ロウ→1 h) と略す.

なお昇温速度は毎分 10°C とし, ろうの融点温度前後の膨縮状態を調べるため $1,100^{\circ}\text{C}$ まで測定し, 原寸に対する変化率を算出した. また $1,100^{\circ}\text{C}$ から 100°C まで冷却時の寸法変化も続けて計測した.

予備実験として, 松風社製 UNI-GOLD を用い第 2 報に準じ検体を製作し, 熱膨張測定器にて昇温速度毎分 10°C で 1.060°C まで加熱し熱膨張曲線を得た.

以上硬化時間, 硬化膨張, 硬化熱, 流蠟操作時の寸法変化, 圧縮強さ, 加熱膨張および合金の加熱膨張は各試料, 各操作共に 5 検体とし, その平均値および標準偏差を求めた.

III. 結 果

1. 硬化時間について

3 種検体の硬化開始と硬化終了時間は, それぞれ, W.M. では 7.2 分, 10.3 分, M.V. 12 では 10.9 分, 13 分, M.V. 14 では 14.2 分, 18.4 分であった. 硬化開始, 終了ともに M.V. 14 は W.M. の約 2 倍の時間がかかった.

2. 硬化膨張について

3 種検体の経過時間に対する硬化膨張率を図 2 に示し

図 2 3 種検体の硬化膨張

た.

3. 硬化熱について

3 種検体の経過時間に対する発熱を図 3 に示した.

W.M. の硬化熱は, 練和開始 17 分後に最高 27.6°C を示した. M.V. 12 の硬化熱は 19 分後に最高 50.4°C を示した. M.V. 14 の硬化熱は 19 分後に最高 52.3°C を示した.

4. 流蠟操作時の寸法変化について

3 種検体の流蠟操作時の経時的線膨張率を図 4 に示し

図 3 3 種検体の硬化熱

図 4 3 種検体の流ロウ操作時の寸法変化

図 5 3 種検体の圧縮強さ

図 6 加熱および冷却時の膨縮曲線 (M.V. 12)

図 7 加熱および冷却時の膨縮曲線 (M.V. 14)

た。

W.M. は流蠟操作時のみ急激に膨張し、35秒以後は0.11%の膨張を示し、流蠟操作時の膨張は硬化膨張の約1/2であった。M.V. 12 は流蠟操作終了後も3分まで膨張し、20分まで収縮し、その後17分で一定になる。その膨張率はM.V. 12の硬化膨張の約6倍であった。M.V. 14 はM.V. 12と同様の膨縮傾向を示し、13分後から一定になる。その膨張率は0.036%とM.V. 14の硬化膨張の約6倍であった。

5. 圧縮強さについて

3種検体に5操作を加えた場合の圧縮強さを図5に示した。

1hにおいて3種検体を比較すると、最も圧縮強さが強いのは、M.V. 12で78.4 kg/cm²、次いでM.V. 14の50.2 kg/cm²、W.M. では25.9 kg/cm²であった。M.V. 12はW.M.の約3倍、M.V. 14はW.M.の約2倍の圧縮強さであった。1hと他の操作を比較すると、石膏系埋没材のW.M.では他の4操作ではいずれも強度が低下しているのに対して、リン酸塩系埋没材であるM.V.ではM.V. 12、M.V. 14ともに強度が増すという全く異なった傾向がみられた。

6. 加熱膨張について

図 8 加熱および冷却時の膨縮曲線 (1h), 合金の加熱膨張曲線

図 9 加熱膨縮曲線 (第2報で用いた石膏系ろう着専用埋没材 1h)

M.V. 12 と M.V. 14 に各操作を加えた熱膨張曲線を図6～7に示し、1hにおける3種検体の熱膨張曲線と陶材焼付用貴金属合金 UNI-GOLD の熱膨張曲線を図8に、同じく1hにおける第2報で用いた石膏系埋没材の熱膨張曲線を図9に示した。

M.V. 12 では、3操作共加熱時にほぼ同様な膨張傾向を示した。膨張率は600°Cからなだらかになり、1,100°Cでの最終膨張率は、流ロウ→1hが0.88%、1hが0.87%、24hが0.81%であった。冷却時には、1,100°Cから400°Cまでは加熱時とほぼ同様の逆の冷却収縮を示し、300°C以下では原寸よりも収縮し、100°Cでは流ロウ→1hが-0.5%、24hが-0.48%、1hが-0.42%であった(図6)。

M.V. 14 は、M.V. 12 に比べて熱膨張率は僅かに小さ

いが、その膨縮傾向は M.V. 12 と同様であった。1, 100°C での最終膨張率は流ロウ→1 h で 0.83%, 1 h で 0.81%, 24 h で 0.76% であった (図 7)。

W.M. は 600~800°C で安定した膨張率を保ち、その値は約 0.85% であった。しかし 900°C 以上では急激に収縮した (図 8)。

なお第 2 報で用いた石膏系埋没材についても W.M. と同様に 900°C 以上で、いずれも収縮傾向を示した (図 9)。

松風社製 UNI-GOLD の 1,030°C での膨張率は 1.84% であった。

IV. 考 察

1. 硬化時間について

3 種検体の硬化時間は W.M. が最も短く、硬化開始が 7 分、終了が 10 分であった。次いで M.V. 12, M.V. 14 であり、M.V. 14 は W.M. に比べ約 2 倍の時間が必要であった。臨床技工操作上硬化時間が必要以上に長いものは望ましくないと考えられるが、第 2 報で使用した埋没材のうち硬化開始時間が最も短いものは 3 分であった。また硬化終了が最も長いものは 21 分であり、今回の M.V. 12, M.V. 14 はいずれもこの時間内に含まれるため、練和から埋没までの操作時間は、石膏系の市販ろう着埋没材と同様に十分であることが分った。

2. 硬化膨張について

ろう着埋没材の硬化膨張に関しては、一般にゼロ^{8,11,20,21)}に近いものが望ましいとされている。3 種検体の膨張率については、M.V. 12 が 0.016%, M.V. 14 が 0.007% と 0 に近いのに対して、W.M. は 0.185% と M.V. の約 26~30 倍と大きな膨張を生じた。また M.V. 12 は M.V. 14 よりわずかに大きな膨張を生じた。

一般に鑄造用埋没材をろう着用に用いることは好ましくないとされ²²⁾、その理由は、

(1) 鑄造用埋没材は硬化膨張が大きく、通常の操作で被ろう着体をワックスなどで仮着した場合、その被ろう着体の形状、大きさなどによって埋没材の硬化膨張が不均等に抑制されるため。

(2) 上記の硬化膨張時仮着ワックスとの拮抗によって、さらに硬化膨張が複雑に変化すると考えられていること。

以上の 2 つである。しかし今回用いた鑄造床用リン酸塩系埋没材でも、水で練和した場合には、硬化膨張が石膏系のろう着専用埋没材よりも小さくなり、十分ろう着

に利用できるのではないかと考える。

硬化終了直後あるいは硬化膨張終了前に種々の操作を加えると、被ろう着体の位置関係を変化させる原因となるため硬化膨張終了時間は可及的に早い方が望ましい。W.M. では約 60 分で終了した。しかし M.V. は 60 分でほぼ一定となるが、その後も膨張し約 90 分間硬化膨張が続いた。第 2 報で用いた石膏系の硬化膨張終了時間は、6 種のうち 3 種は 160 分以上であり、これに比べると埋没後、硬化膨張終了までに必要な放置時間は特に長い時間が必要ではないことが分った。

3. 硬化熱について

リン酸塩系埋没材と石膏系ろう着用埋没材とでは、この硬化熱において非常に異なった様相を示し、ろう着時に注意が必要だと思われる。谷・木本・篠崎ら²³⁾は、市販リン酸塩系埋没材の硬化熱を測定し、最高で 74.8°C に達する埋没材もあり、最高温度に達する時期についても初期硬化時、最終硬化時の 2 つの時期があると報告している。図 3 に示すように石膏系の W.M. が室温からあまり変化しないのに対して、M.V. は最終硬化時に最高温度の 50°C 以上に達した。ろう着時一般に被ろう着体の仮着にはワックスが使用されている。その融点はパラフィンワックスで 60°C 前後、スティッキーワックスで 70°C 前後で、M.V. の硬化熱では融点には達しないが、軟化する危険性のある温度である。特に高い発熱を示し初期硬化時に最高温度に達する埋没材を使用する時には、仮着材に及ぼす影響が大きいと思われる。そこで、リン酸塩系埋没材を用いる時には、熱による影響を受けない仮着材を用いる方が望ましいと考えられる。

4. 流蠟操作時の寸法変化

今回第 2 報の実験項目に加え、被ろう着体を仮着したワックスの流蠟操作が埋没材の寸法変化に及ぼす影響について計測した。

流蠟操作時の寸法変化としては、野本²¹⁾が石膏系試作埋没材の熱湯中での吸水膨張を測定し、ろう着専用埋没材では吸水膨張が少ないものが望ましいと述べている。

今回の流蠟操作時の寸法変化では、リン酸塩系、石膏系埋没材共に膨張していることが判明した。最終膨張率は、W.M. で 0.11% の膨張と硬化膨張の約 1/2 であった。M.V. は複雑な膨縮を示し、最終膨張率は硬化膨張の約 6 倍の 0.036% で W.M. の 1/3 と小さな寸法変化であった。この流蠟操作時の寸法変化についても硬化膨張と同様、膨張が小さいものが望ましいと考えられる。M.V. は W.M. に比べ、この流蠟操作の影響も 1/3 と小さいが、硬化膨張の 6 倍もあるため、この膨張を避ける

ため仮着材として流蠟操作が必要なワックスを使用しない方が望ましいと思われる。

この流蠟操作までの段階で、埋没ブロックのユニットの位置関係が、口腔内あるいは作業模型上での位置関係を正確に再現する埋没材の方がろう着後の適合性が良いといわれており、そこで M.V. と W.M. を比べると、W.M. は M.V. よりも硬化膨張、流蠟操作時の膨張ともかなり大きな膨張をしているため、M.V. の方がより好ましい埋没材と思われる。しかし M.V. は流蠟操作時の膨縮状態が複雑な様相であり、その影響については現時点では不明である。

5. 圧縮強さについて

リン酸塩系埋没材は圧縮強さが大きくリングレスによる鑄造操作にも耐えるといわれている¹⁾。1 h の強度は M.V. 12 で 85 kg/cm²、M.V. 14 で 50 kg/cm² と、W.M. の 25 kg/cm² に比べて 2～3 倍の強さである。しかし第2報で用いた石膏系の1つである Ransom & Randolph 社製 Soldering Investment は 1 h で 135 kg/cm² と M.V. より強い値を示すものもあり、1 h においては特にリン酸塩系が強いとはいえない。またリン酸塩系埋没材は石膏系と比べ 600～700°C での圧縮強さが大きいといわれている¹⁾。1 h→700°C についてみると、石膏系の W.M. は 20 kg/cm² と 1 h より低下しているが、M.V. では、M.V. 12 で 135 kg/cm²、M.V. 14 で 80.5 kg/cm² といずれも 1 h よりも強度の上昇がみられる。W.M. では図8に示す加熱膨張のグラフからもわかるよう、900°C 以上で急激に崩壊、収縮しており、前ろう着温度付近で必要な操作に耐え、位置関係を保持しているかはなはだ疑問である。また流蠟操作を加えた第2報の石膏系埋没材はすべて強度が低下したが、リン酸塩系では M.V. 12 で 105 kg/cm²、M.V. 14 で 66 kg/cm² と強度の増加がみられる。流蠟操作について保母¹⁹⁾、Johnston¹⁶⁾ は熱湯を使用すると埋没材の強度を低下させるため望ましくなく、クロロホルムを使用すべきであると述べている。しかし一般的には熱湯を使用していることが多い。加熱、流蠟操作を加える場合、リン酸塩系埋没材 M.V. は強度が増加するので、強度が低下する石膏系に比べ、埋没ブロックのヒビ割れ、破損などの危険に対し、より安心して使用できるのではないと思われる。また保母¹³⁾ は石膏系の W.M. を前ろう着に推奨しているが、強度を増加させるため、補強線の使用を勧めている。しかしリン酸塩系の M.V. では強度的にみても特に補強線の必要はないであろう。

ろう着用埋没材にどれくらいの圧縮強度が必要である

かという点に関し、松葉²⁰⁾が、

- 1) 常温、高温において適当な強さを有すること
- 2) 急熱、急冷に耐えること
- 3) 仮着ワックスの流蠟による影響が少ないこと

をあげているが、他にも被ろう着体金属の熱膨張、あるいはろうの凝固収縮に対しての抵抗などに関しても考慮しなければならず、その他不明な点が多くあり今後検討する必要があると思われる。

6. 加熱膨張

- 1) 埋没材の加熱膨張について

第2報で用いた石膏系埋没材の加熱膨張傾向は大別して、

- ① 金属の直線的膨張に近いもの
- ② ろう着温度範囲で熱膨張曲線がなだらかであり、温度上昇によって急激な伸び縮みが起こらないものの

という2通りの傾向であった。M.V. の膨張傾向は②に類似していた。

熱膨張率では、ろう着専用埋没材は大きいもので約0.8%、中程度のもので0.5%、最も小さいもので約0.2%であった。この熱膨張率については、

- ① 金属と同じ膨張率を示すものが良いとする考え
- ② 使用するろうの凝固収縮を補うだけの膨張を示すものが良いとする考え
- ③ 膨張率が0に近いものが良いとする考え

などがあり、第2報では①の考え方にあてはまる埋没材はなく、いずれも②あるいは③の考え方にあてはまるものであった。M.V. の膨張率については、1,100°C で最大になり、M.V. 12 で 0.87%、M.V. 14 で 0.83% であり、石膏系の W.M. は 600°C で最大 0.85% であった。三者の最大膨張率は近似しており、ろう着専用埋没材でも、最も加熱膨張の大きいグループである。また石膏系の埋没材は、1 h、流ろう→1 h、24 h など操作の違いにより、加熱後の膨張率に差が出る場合が多いが、リン酸塩系の M.V. では操作の違いによる膨張率には有意差が認められなかった。

加熱方法は、一般に火焰ろう着法と炉内ろう着法が行われている。火焰ろう着では、埋没ブロックのろう着部位とその周辺では温度分布に差が出ると考えられ、ろう着温度前後において埋没材の膨張率に差がでると埋没ブロックに変形が生じると考えられる。そこで火焰ろう着を行う場合、ろう着温度前後において膨張率が一定であるものが望ましいと考え、“ろう着適用温度範囲”と第2報で定義した。前ろう着の場合は、一般に火焰ろう着が

行われ、W.M. M.V. のように膨張率が安定している埋没材が適していると考えられるが、そのろう着適用温度範囲について比較すると、W.M. では 600~900°C 付近の 300°C の幅であり、M.V. では 600~1,100°C の約 500°C の幅で膨張率が安定しており、M.V. のろう着適用温度範囲が高温方向に広いことが分る。またろう着温度は、ろうの融点よりも約 50~80°C 高いといわれ²⁴⁾、陶材焼付金属冠の前ろうの融点は、たとえばユニソルダーで約 1,050°C であることより、埋没ブロックは約 1,100~1,130°C 付近まで加熱される。このような高温がろう着適用温度範囲に含まれるのはリン酸塩系埋没材だけであり、第 2 報で用いた石膏系埋没材ではすべてろう着適用温度範囲外であることが分る。

一般に鑄造用埋没材は、ろう着に適していないといわ²²⁾れ、その理由に鑄造用埋没材はその熱膨張曲線の凸凹が甚しいため、加熱時に起こる部分的熱の不均一が、ろう着間隙の寸法に大きく影響しやすいといわれている。しかし膨縮傾向は床用の M.V.、ろう着用の W.M. とともに似た様相であるのが分る。また 900°C 以上での使用を考えると、床用のリン酸塩系埋没材 M.V. の方が優れていると思われる。

ユニゴールドは、メーカー表示の融点は 1,160~1,230°C であるが、実験では、1,030°C までは温度に比例して膨張するが、1,040°C からは熱による軟化のため、圧迫され収縮することが判明した。ユニゴールド専用のろうユニソルダーは融点が 1,050°C であるため、ろう着温度の 1,100~1,130°C では、すでにユニゴールドの被ろう着体自体もかなり軟化しているのではないかと考えられる。

井手²⁵⁾、総山らは、鑄造体を埋没再加熱した場合、高温で金属が軟化し、埋没材との膨張率のちがいから、膨張率の小さい埋没材では鑄造体に変形が生じ、膨張率が金属に近いものでは適合がよいと述べている。陶材焼付用金属は融点が高いため高温まで膨張し、膨張率も大きく、M.V.、W.M. の約 2 倍の膨張をするため、このような変形が起きる可能性があると思われる。

2) 埋没材の冷却について

前ろう着終了後の埋没ブロックは、室温まで放冷するのが良いとされている。この放冷中にろうが凝固し強度を持つまでには、ろう着温度から少なくとも 100°C 以上冷却しなければならないと考えられる。この温度低下によって埋没材も収縮するので、被ろう着体の位置関係も変化させてしまうと思われる。また火焰で 2 カ所以上のろう着を行う時、先にろう着された部位でも同じこと

が起こると考えられる。そこで、埋没材は冷却時にも安定した収縮率を保った方が良いのではないかと考え、1,100°C からの冷却についても埋没材の収縮を測定した。冷却時のグラフは 1,100°C から 600°C まではほぼ安定しているため、ろうが冷却し強度を持つまでに十分であると考えられる。その後収縮し 300°C 以下では原寸よりも収縮しているが、すでにろうは十分に冷却してしまっているので、被ろう着体の変形には大きく影響しないであろうと推察する。なお熱膨張曲線のグラフは 1 h についてのみ掲載しているが、流ロウ→1 h、24 h についても同様の膨縮傾向、膨張率であった。

今後、他のリン酸塩系埋没材についても理工学的性質を調べ、この理工学的性質の違い、あるいは埋没法の違いが、ろう着精度にどのような影響を及ぼすかについて実際に前歯部の彎曲型を含む大型の陶材焼付架橋義歯のろう着を行い検討していく所存である。

V. 結 論

リン酸塩系埋没材 M.V. を前ろう着用埋没材として応用した場合について実験を行い、以下の結論を得た。

1. 硬化時間

W.M. では硬化開始が 7 分、終了が 10 分であり、M.V. 12 では W.M. の約 1.5 倍、M.V. 14 では W.M. の約 2 倍の時間がかかる。

2. 硬化膨張

リン酸塩系埋没材 M.V. は膨張率が 0 に近いのに対し、石膏系埋没材 W.M. ではリン酸塩系の約 26~30 倍と膨張率が大きかった。

3. 硬化熱

石膏系埋没材においては、ほとんど発熱がないのに対し、リン酸塩系埋没材では高い発熱を示し、被ろう着体の位置の確定にワックスを用いるのは危険であると思われる。

4. 流蠟操作時の寸法変化

石膏系埋没材では硬化膨張の約 1/2 の、リン酸塩系埋没材では硬化膨張の約 6 倍の寸法変化が、流蠟操作時に起きていることが判明した。

5. 圧縮強さ

圧縮強さは、M.V. は W.M. に比べ約 2 倍から 3 倍の強さを示した。リン酸塩系埋没材 M.V. は各種操作を加えると強くなり、それに反し石膏系埋没材は、各種操作を加えると弱くなることが判明した。

6. 加熱膨張

900°C 以上で、石膏系埋没材は収縮したが、リン酸塩系埋没材は安定した膨張率であることが判明した。

陶材焼付用合金 UNI-GOLD は、1,030°C まで膨張し、その値は、M.V. の加熱膨張率の約 2 倍であった。

以上により、陶材焼付架橋義歯の前ろう着にはリン酸塩系埋没材が適していると思われる。

文 献

- 1) 真坂信夫：精密なワンピース・キャストブリッジの作り方，DE，15：4～13，1970.
- 2) 長谷川二郎：陶材焼付合金の鑄造に関する注意，補綴臨床別冊金属焼付ポーセレン：52～64，1976.
- 3) 高橋重雄：陶材焼付架義歯における鑲付の理論と実際，補綴臨床別冊金属焼付ポーセレン：52～64，1976.
- 4) 富田 豊，他：歯科ろう着に関する研究 (第2報) — ろう着専用埋没材の理工学的性質一，補綴誌，27：823～832，1983.
- 5) 川原春幸：高融金属鑄造床用リン酸系埋没材をテストする，DE，16：20～27，1971.
- 6) 住井俊夫，他：埋没材をテストする一埋没材の特性と鑄造体の精度一，DE，32：20～29，1975.
- 7) 高間龍彦，他：リン酸塩系鑄型材の理工学的性状の再検討，愛院大歯誌，16：11～20，1978.
- 8) 丹羽正勝：ろうづけ専用埋没材の試作に関する研究—主として埋没材の組成と寸法変化およびろうづけ間隙との関係について一，歯材器誌，36：187～201，1979.
- 9) 湯田 努：鑲付用埋没材の研究 (第一報)—主として市販鑲付用埋没材の硬化膨張 圧縮強度，重量変化，および加熱膨張について一，日本歯科技工士学会会誌，95～108，1977.
- 10) Jelenko, J.F. & Co. INC.：最新版クラウン・ブリッジの製作法，89～122，医歯薬出版，東京，1978.
- 11) Ryge, G：Dental Soldering Procedures, D. Clin. North Am., 11：747～757，1958.
- 12) Tylman, S.D.：ティルマン・クラウン・ブリッジ (下) 6th ed., 714～732，医歯薬出版，東京，1974.
- 13) 保母須弥也：オーラルリハビリテーション，742～749，医歯薬出版，東京，1974.
- 14) Phillips, R.W.：最新版 (7th ed.) スキンナー歯科材料学 (下)，527～545，医歯薬出版，東京，1975.
- 15) 湯田雅士：歯科技工における鑲付について—第4回一，歯科技工，6：258～271，1978.
- 16) Johnston, J.F. & 2：最新ポーセレンテクニック，206～224，医歯薬出版，東京，1973.
- 17) 亀井輝也：デンタルテクニクス ブリッジの製作法，177～186，書林，1975.
- 18) 田村勝美：アトラス歯科技工大系，391～455，クインテッセンス出版，1980.
- 19) 保母須弥也：金属焼付ポーセレン，55～57，医歯薬出版1980.
- 20) 松葉 久：鑲接用埋没材の研究，歯材器誌，3：47～59，1959.
- 21) 野本 直，他：ろう付用埋没材とその使用条件，歯材器誌，6：82～90，1961.
- 22) 湯田雅士：歯科技工における鑲着について—第12回一，歯科技工，7：563～577，1979.
- 23) 谷 茂樹，他：リン酸塩系埋没材の硬化熱について，歯科技工，4，61～66，1976.
- 24) 川勝一郎：ろう接工学，91～107，朝倉書店，東京，1972.
- 25) 井手喜美子，他：鑄造体の埋没再加熱による変形について，歯材器誌，10：21～27，1964.