流し込みレジン重合時に生ずる変形の可能性について

守川 雅男* 益田 正美* 堀 孝良* 山崎 純*
 帆鷺 郷一* 林 和夫* 三宅 茂樹** 滝 豊**
 豊田 静夫* 井上勝一郎***

Dimensional Change in Curing Processes of Pour Type Resin

Masao Morikawa *, Masami Masuda *, Takayoshi Hori *,
 Atsushi Yamazaki *, Goichi Howashi *, Kazuo Hayashi *,
 Shigeki Miyake **, Yutaka Taki **, Shizuo Toyoda *
 and Katsuichiro Inoue ***

1. ま え が き

1967年, Winkler¹⁾, Shepard²⁾ らによって, 従来より使用されてきた加熱加圧型レジンにかわる流し込みレジンの紹介された. このレジンは Polymer に対する Monomer の量 (L/P) が多いためにキャストし易いこと, 常温で重合できるために寸法精度が高いこと, 鋳型材として粘弾性の性質に富んだ寒天を用いるために従来の石こう鋳型で重合したレジンに比べて義歯歯肉面, 粘膜面が比較的滑沢になり重合後の技工的操作が容易なことなど数多くの長所を持つといわれている. その反面, 加熱加圧型レジンの場合に比べて床の機械的強度が幾分劣ること, 重合後咬合高径の減少, 人工歯の位置の移動がおこり易いこと, レジン歯と床の接着がやや不確実なこと, 加圧しないため重合体に気泡が発生し易いことなどの短所も挙げられている. これらの短所はいずれも材料の重合収縮, あるいはそれによって生ずる変形に起因するものと思われるが, これらについて定量的に測定した研究は少なく, いぜんとして不明な点が多い^{3~11)}.

そこで著者らは, その手初めとして今回, 長さ, 径の異なる9種類の単純な棒状基準金型を基にしてレジン片を作製し, 重合時に生ずる収縮量から各基準金型について収縮の生じ方, 重合体の変形の可能性について, その挙動を検討したので報告する.

2. 実験方法

2-1 測定装置

本実験においては, 基準金型を用いてレジン片を作製し, それらの基準金型に対する膨縮量を計測することにより種々の比較検討をおこなった. 計測には形状測定器(小坂研究所製 EF-1 型)ならびに X-Y レコーダー(渡辺測器製作所製 W-X 432 型)を用いた. 方眼紙上に X 軸方向 5 倍, Y 軸方向 50 倍で記録しておき, 倍率 10 倍のルーペを用いて読取った. 装置の写真ならびに原理図については, 図 1, 2 に示す.

図 1 測定装置

* 九州歯科大学第1補綴学教室 (主任: 豊田静夫教授)

** 九州歯科大学大学院歯学研究科補綴学専攻

*** 九州歯科大学理工学教室

* First Department of Prosthetic Dentistry
 (Chief: Prof. Shizuo Toyoda), Kyushu Dental College

** Kyushu Dental College Graduate School of Dentistry (Major in prosthodontics)

*** Department of Dental physicotecnology, Kyushu Dental College.

昭和 51 年 1 月 12 日受付

図2 測定装置原理図

図4 重合用フラスコならびに基準金型

図3 基準金型の種類

2-2 実験装置

2-2-1 基準金型

本実験には、長さを100mm(最長)、50mm(中間)、30mm(最短)にし、それぞれの長さのものについて径を15.8mm(最太)、8.5mm(中間)、4.8mm(最細)にした9種類の棒状基準金型を使用した。これらについての模型図は図3に示す。以後、最短-最太、最短-中間、最短-最細、中間-最太、中間-中間、中間-最細、最長-最太、最長-中間、最長-最細の各基準金型をそれぞれ $LsDl$, $LsDm$, $LsDs$, $LmDl$, $LmDm$, $LmDs$, $LlDl$, $LlDm$, $LlDs$ と呼ぶことにする。各基準金型の表面には長軸と直角に Base Line を、平行に Leading Groove をつけた。この Leading Groove は基準金型とそれより作製したレジン片の同一部位を測定できるようにしたものである。基準金型に対するレジンの収縮量は形状測定器の Stylus の先端を Leading Groove に沿って移動させたときの Base Line 間の長さの変化で測定した。また基準金型の底部中央部には直径約1.5mmの孔があけてある。この孔は流し込みレジン用重合フラス

コにその基準金型を装着し、鋳型材である寒天を注入し、冷却させた後基準金型をひき抜く際に生ずる寒天壁との間の陰圧を消去して、寒天の変形を最小限にとどめるためにつけた Vent である。寒天注入時にはこの孔を棒を用いて封じておき、寒天冷却後、まず棒を抜去してつぎに基準金型を除去した。図4は後述の重合用フラスコに基準金型ならびに底部の Vent に栓をするための棒を装着し、寒天注入の準備のできた状態を示す。

2-2-2 重合用フラスコ

流し込みレジン重合用フラスコは上面に、各基準金型間に十分な寒天の間隙がとれると思われる位置に9種類の基準金型の植立孔を設け、さらに寒天注入孔、寒天排出孔ならびに空気抜き孔をつけたものを自作し本実験に使用した。

2-3 試験片作製

流し込みレジン用鋳型材としては松風製キャストゲルを用いた。寒天1.188gに水200ccを加えメーカ指示に従って注入冷却後、前述の順序で基準金型を抜去した。また予備実験の結果、寒天壁に付着した水分が試料の形態に影響を及ぼすことがわかったため、レジン注入直前に綿花で軽く寒天壁の水分を拭き上げた。キャストレジン(松風)の粉液比(L/P)は0.56, 1.11とし、メーカ指示に従って重合し、重合後、室温(25°C)で30分間冷却した後直ちに計測した。なお計測した試料は、室温(25°C)に保存して経時的变化も併わせて測定した。

3. 実験結果

3-1 長さの依存性について (L/P=0.56)

メーカ指示に従って重合し、室温(25°C)で30分間冷却後直ちに計測した。収縮量の測定は鋳込口側からおこなった。径が最小の基準金型($LsDs$, $LmDs$, $LlDs$)

図 5 試料収縮量の長さ依存性

図 6 試料収縮量の長さ依存性

図 7 試料収縮量の長さ依存性

を用いて作製したレジン片（以後、それぞれを L_sDs , L_mD_s , L_lDs 試料と呼び、以下これに準ずる）では、 L_lDs 試料が最も小さい収縮量を示した（図 5）。 L_sDm , L_mDm , L_lDm 試料では、長さのちがひによる収縮量の差は、前試料間にみられた差より小さくなり、鑄込口からおよそ 30 mm 位のところまではほとんど同じ挙動を示した（図 6）。 L_sDI , L_mDl , L_lDI 試料の収縮量ではこれら 3 試料間の差は、さらに小さくなった（図 7）。しかし、いずれの試料においても長さの最も短いものが最も小さい収縮量を示し、長さが大になるに従って収縮量も大きくなった。これらの収縮量の変化をより見易くするために収縮曲線上の各測定点で図上微分をおこなった。これを用いて各試料の収縮率をみると、 L_sDs 試料ではその値は小さく、鑄込口からおよそ 20 mm 位まではほぼ一定しており、それ以後ゆるやかな低下を示した。 L_mD_s 試料では、鑄込口付近での収縮量の変化は L_sDs 試料に比

図 8 試料の収縮量変化の長さ依存性

図 9 試料の収縮量変化の長さ依存性

図 10 試料の収縮量変化の長さ依存性

して著しく大きく、鑄込口から遠ざかるに従って急激な低下を示した。 L_lDs は試料、 L_mD_s 試料ほど急激な収縮率の低下はなく鑄込口より約 30 mm のところまではほとんど一定した値を示し、それ以後はゆるやかに減少した（図 8）。 L_sDm , L_mDm , L_lDm 試料では、鑄込口付近で高い収縮率を示したが、それより遠ざかるに従って漸次低下した。その低下の度合いは、 L_sDm , L_mDm , L_lDm 試料の順に大であった（図 9）。 L_sDI , L_mDl , L_lDI 試料においても同じような傾向を示したが、これら 3 試料間には前試料間にみられた程の収縮率の差はみられなかった（図 10）。

3-2 径の依存性について ($L/p=0.56$)

L_sDs 試料以外のものでは、同一長さの試料間には収

図 11 試料収縮量の粉液比による影響

図 12 粉液比による収縮量の変化率

図 13 重合後の試料収縮量の経時的変化

図 14 重合時の試料収縮率

縮量の差はほとんどみられず、ほぼ同じ挙動を示した(図5～7)。

3-3 粉液比の変化 (L/P=1.11) による影響

粉液比の影響は、L/DI 試料についてのみ検討をおこなった。L/P 比を 1.11 にした試料の収縮量は、L/P 比を 0.56 にした試料の収縮量の約 2 倍の値を示した(図 11)。これによると L/P=1.11 とした試料の鋳込口より 44 mm のところの収縮量は、L/P=0.56 の試料の最大収縮量(鋳込口から 100 mm のところで約 1.34 mm)と同じとなった。またこの試料の 100 mm での収縮量は約 2.74 mm であった。このグラフを図上微分することによって求めた収縮の変化率でも鋳込口付近では、著しく高い値を示したが、鋳込口より遠ざかるに従って急激な低下を示した(図 12)。

3-4 重合後の経時的変化

メーカ指示に従って重合したレジンを室温(25℃)で 30 分間冷却したものと、室温中に 48 時間放置したものととの間の線ひずみ率を比較した(図 13)。これによると体積の小さいもの程大きい値を示し、2～3 cm³ 以上の体積ではほぼ一定した値(0.8)を示した。

4. 考 察

以上の実験結果より、寒天鋳型中に流し込まれるレジ

ンの量が多くなるに従って重合時に生ずるレジンの収縮量は大きくなっている(図5～7)。また各試料の鋳込口からの収縮率(図8～10)は、いずれの径の場合もレジンの長さが長くなるに従って大きくなる。このことは、重合時に生ずる反応熱が周囲の寒天にうばわれ、十分な重合がなされないためと思われる。図14は、実験結果をもとにして鋳込口より 30 mm のところまでの収縮量と使用したレジンの量との関係を図示したものである。これによると収縮率は、レジンの使用量が 2～3 cm³ までは、使用量が増すに従って著しく大きくなる。それ以上の使用量では収縮率はほとんど変化なく一定した値を示すようになる。従ってレジンに十分な重合反応をおこさせるには、本実験のような棒状試験片の場合でも、2～3 cm³ 以上のレジが必要であることが予想される。レジ重合時の収縮率は、L/P 比の影響を受け易く、L/P が大きくなると収縮量も著しく大きくなる(図11)。L/P と収縮量との関係、あるいは L/P を大きくした場合レジンの重合反応がメーカ指示に従っての重合条件下で十分進むための最低量等については本実験では十分な考察ができないが、かなりの Mass を必要とするものと思われる。

本実験では、単純な棒状レジンの収縮をとりあつか

ったが、実際臨床で使用する場合は厚さが不均一であるとともに複雑な形状を呈している。したがって重合したレジンは部位によつてかなり収縮率に差があるものと推測される。図13はメーカ指示にしたがって重合したレジンを25°Cの空气中に48時間おき、その間の収縮量と使用したレジン量との関係を図示したものであるが、これによると体積が小さい試料ほど重合操作後48時間にみられる収縮量は大きくなっている。したがって重合時の収縮量が小さい試料、すなわち重合が不十分でかなりの残留 Monomer を含むと思われる試料程、通法の重合操作後に大きな収縮がみられることになる(図13, 14)。この重合操作後にみられる収縮あるいはレジンの厚さの不均一によつて生ずる収縮率の差は、重合後の重合体を変形させる大きな要因の1つになりうるため、流し込みレジンを使用する場合には十分メーカ指示の重合温度に保つておくことが必要であると考えらる。

5. 結 論

以上の考察をまとめると、次のように結論づけられる。

1. 粉液比(L/P)を2倍にすると収縮量もおおよそ2倍になるため、適合性のよい重合体を得るためには、キャストする上に支障がない限り Monomer 量を少なくすることが望ましい。
 2. 重合体の収縮率は、鋳込口の方が大きく、鋳込口より遠ざかるにしたがって小さくなる。
 3. 体積が小さいもの程、重合操作時に生ずる重合体の収縮率は小さくなる。
 4. 体積が小さいもの程、重合してから後の重合体の収縮率は大きくなる。
- 本実験では、棒状レジン片の長軸方向への収縮だけをとり上げ、長さの依存性、径の依存性を2通りの粉液比

で調べ、重合体の変形の原因について考察した。しかし臨床における義歯床の変形を吟味するには、一軸方向の収縮だけでは十分な検討ができない。したがって、今後種々の形状のレジン片を用いて3軸方向での収縮で検討を重ねていく予定である。

文 献

- 1) Winkler, S.: Pour technique for denture base processing, Dent. dig., 73: 200~203, 1967.
- 2) Shepard, W.L.: Denture bases processed from a fluid resin, J. Pros. Dent., 19: 561~572, 1968.
- 3) 鈴木暎ほか: 寒天型レジン重合の二三の問題, 歯材器誌 29: 74~80, 1973.
- 4) Goodkind, R.J. et al.: Dimensional accuracy of pour acrylic resin and conventional processing of cold-curing acrylic resin bases, J. Pros. Dent., 24: 662~668, 1970.
- 5) 松本直之ほか: 流し込みレジンの加工精度, 補綴臨床, 4 (1), 117~123, 1971.
- 6) 安田登ほか: 流し込みレジンのスプルーの形態と重合収縮, 人工歯の移動, 歯界展望, 44 (4), 498~504, 1974.
- 7) 岸野常朝: 流し込み形床用レジン(キャストレジン)に関する基礎的検討, 歯材器誌, 31 (4): 259~268, 1974.
- 8) 奥野善彦ほか: 注入型レジン床義歯の経過観察からみた問題点とその対策, 歯界展望, 44 (2), 219~227, 1974.
- 9) 安田登ほか: 流し込みレジンによる正確な義歯床の製法, 歯理工誌, 15 (33), 205~210, 1974.
- 10) Grant, A.A.: Comparison between dimensional accuracy of dentures produced with pour type resin and with heatprocessed materials, J. Pros. Dent., 26: 296~301, 1971.
- 11) 熱田充ほか: 流し込み法による正確なレジン床のつくり方, DE, 17 (4), 4~13, 1971.