レジン充填の表面亀裂と仕上げ研磨法 の影響について

井 上 雅 臣 平 野 忠 彦

東京医科歯科大学保存学教室 (指導: 総山孝雄教授)

(昭和 36 年 5 月 16 日受付)

Crazing of Acrylic Fillings and the Influence of Finishing and Polishing

by

Masaomi Inoue and Tadahiko Hirano

Department of Operative Dentistry, Tokyo Medical
and Dental University

即時重合レジンはその優れた特性によつて、従来硅酸セメント、アマルガムあるいは Metal Inlay でも充填が困難であつた根面齲蝕、楔状欠損の充填を容易にし、特に審美的要求の強いIV級および前歯部VI級窩洞の充填では、総山¹⁾の考案による銀骨保持等の新しい方法によつて、硅酸セメントでは見られなかつた成果をあげている。従つて、その適応範囲も広くなりその需要は日々に増大している。しかしながら未だ必ずしも満足の出来ない欠点も2, 3残つており、その1つとして充填物の変色の問題がある。

レジン充填物の変色の原因としては、レジン自体の化学的变化および外部からの汚染が考えられる。しかし最近の製品では、変色の原因となる硬化促進剤としての芳香族第3級アミン、あるいは重合抑制剤としてのヒドロキノンの添加量の調節により化学的变化による変色は著しく少なくされていると云われる。さきに総山ら²⁾の行つた臨床試験成績でも、充填総数117例中変色したもの10例を認めたが、これらはいずれも口腔清掃の悪い患者で、しかも歯垢などの貯溜している場所の充填物に多く見られたので、汚染による変色であ

るらしいと報告されている。

かような汚染による変色は、もしレジン充填の表面に無数の亀裂があれば、一そう起り易いものと想像される。

加熱重合レジンの亀裂発生に関してはすでに数多くの報告がある。Skinner³⁾, Sweeney⁴⁾, 河野⁵⁾らは、加熱重合レジンの表面にアルコールあるいは acrylic monomer を作用させて亀裂の生じることを報告している。Körber⁶⁾ および Meyer⁷⁾ は加熱重合レジンに苛激に研磨し、そこに有機溶剤を作用させると亀裂を生じると云っている。また吉田ら⁸⁾は C.C., F.C., ユージノールなどの歯科常用薬剤によつて継続歯の前装レジンが侵襲を受けた例を報告している。

そこで、即時重合のレジン充填の場合でもこの様な亀裂が発生するかどうかが重要な問題となるので、われわれはレジン充填の表面亀裂の起り方ならびにその深さ、さらに各種充填仕上げ研磨法による影響について実験を行つた。

実験方法

1. 実験材料

透明即時重合レジン（松風社製パイルAより色素を除いて特製したもの）

2. 試片の調製

A. 窩洞 内径約3mm、高さ約8mmの硝子管（図1のa）を用い、その底部約 $\frac{3}{4}$ に磷酸セメントを填塞して窩底を作り（図1のb）、開放された上部より室温でレジンを充填を行った（図1のc、d）。

a. 硝子管 b. 磷酸セメントを填塞した窩洞
c. レジンを填塞し錫箔を貼布
d. 錫箔を剝離した試片

図1 試片

B. 填塞法 次の2種類の方法で填塞した。

i) 筆積み法 前述の窩洞内に通法に従って、小筆の先にとった粉液混合体を反復積層して大体5～6回で窩洞を充たし、直ちに錫箔で被覆して硬化を待ち、錫箔剝離後硝子管ごと37°Cの蒸溜水中に24時間浸漬し、取出したものを試片とした。一部の試片では填塞後錫箔を貼布しなかつた。

ii) 加圧充填法 即時重合レジンの粉末2gに対して液1ccを加え、これが餅状になった時前述の窩洞に填入し、その上に錫箔を貼布し、さらにモデリングゴムパウンドで作った圧子により充填圧1kgで加圧硬化させ、錫箔剝離後硝子管ごと37°Cの蒸溜水中に24時間浸漬した。

C. 仕上げ研磨法 充填物の表面は、仕上げ研磨を行なったものを行わなかつたものとが比較された。

仕上げ研磨方法としては次の4種類が試みられ

た。

i) 仕上げは乾いた仕上げ用バーで行ない、研磨はごく少量の浮石末泥を用いほとんど乾燥した状態で、しかもラバーカップを押しつけるようにして行なった。

ii) 仕上げは乾いた仕上げ用バーで行ない、研磨は通法に従ってラバーカップに浮石末泥を充分つけて荒磨きし、さらに亜鉛華泥で研磨した。

iii) 仕上げは乾いたカーボランダムポイントで行ない、研磨は通法に従ってラバーカップに浮石末泥および亜鉛華泥を充分つけて研磨した。

iv) 注水しながらカーボランダムポイントで仕上げを行ない、研磨は浮石末泥、亜鉛華泥を充分つけて行なった。

3. 亀裂観察方法

A. アルコール浸漬 前述の方法で調製した試片を24時間後に蒸溜水中より取出し、レジン表面の水分を濾紙で充分吸取り乾燥させた。次に予め用意しておいた10、20、30、40、50、60、70、80、90、100%の各種濃度のエチルアルコールを各群50コの試片の表面に30秒間づつ作用させた。アルコールはいわゆる無水アルコールを硫酸銅で処理して、さらに一そう純にしたものを100%アルコールと考えて使用した。

B. 染色と観察 アルコールを作用させた試片の亀裂の観察を容易にする目的でヨード染色を行なった。すなわち、37°Cの恒温水槽中に保管したヨードヨードカリ溶液中にこれらの試片を12時間浸漬した。なお、このヨードヨードカリ溶液への浸漬だけではレジン表面に亀裂の生じないことを予め確認しておいた。ヨードヨードカリ溶液中より取出した試片を37°Cの蒸溜水中で良く洗い過剰のヨードヨードカリ溶液を除いてから、レジン表面の亀裂発生状況を倍率50で鏡検比較観察した。

4. 亀裂発生部削除後の再試験

筆積み法によつてレジンを填塞し、錫箔を剝離後仕上げ研磨しなかつた試片に100%アルコールを30秒間作用させ、ヨード染色によつて亀裂の存在を確認した後、亀裂が消失するまでその表面

表1 各実験群5例中の亀裂発生率例数

試料		アルコールの濃度(%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
筆積法	錫箔貼布	錫箔剝離後表面削除せず	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0
		乾いたバで仕上げ, 乾いたラバーカップで研磨	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		乾いたバーで仕上げ	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
		浮石末亜鉛華で研磨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		乾いたポイントで仕上げ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		浮石末, 亜鉛華で研磨	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	錫箔貼布せず	湿ったポイントで仕上げ	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0
加圧充填	錫箔貼布	錫箔剝離後表面削除せず	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0
		乾いたポイントで仕上げ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		浮石末, 亜鉛華で研磨

a. 筆積法 錫箔剝離後表面削除研磨す 100 %アルコール
 b. 筆積法 錫箔剝離後表面削除せず 100 %アルコール
 c. 筆積法 錫箔剝離後表面削除せず 60 %アルコール
 d. 筆積法 錫箔貼布せず表面削除せず 100 %アルコール
 e. 加圧充填 錫箔剝離後表面削除せず 100 %アルコール
 f. 加圧充填 錫箔剝離後表面削除せず 60 %アルコール

図2 各種填塞法によるレジンの表面亀裂

を乾いたカーボランダムポイントで削除した。この試片に再び各種濃度のアルコールを作用させて亀裂が再発するかどうかを調べた。

実験成績

1. 填塞, 仕上げ研磨法と亀裂発生との関係

表1に示す如く, 筆積み法によつたもので, 錫箔を剝離したままで表面の仕上げ研磨を行わなかつたレジンの表面では60%以上のアルコールにより, 程度の差はあるが, 全て亀裂の発生が見られた。(図2のb, c)

表面の仕上げ研磨を行なつたものでは, 90%以上のアルコールを作用させたものに僅かに亀裂の発生が見られたが, 一般に亀裂はほとんど生ぜず(図のa), 仕上げ研磨の方法による明かな成績差は無いようであつた。

次に, 填塞後錫箔を貼布しなかつたものでは, 表面は極めて粗造であり(図のd), 観察がやや困難であつたが, 表1に示す如く60%以上のアルコールにより亀裂の発生を認めた。しかしその発生の程度は錫箔貼布群より幾分軽いようであつた。

一方加圧充填群においては, 仕上げ研磨を行わなかつたものでは亀裂の発生が最も著しく(図のe, f), 40%アルコールですでに亀裂の発生が見られた。しかし仕上げ研磨を行なつたものではいずれも亀裂の発生を見なかつた。

2. 亀裂の深さ

亀裂の生じた試片を硝子管から取出し, その横断面を作り接眼測微計で亀裂の深さを測定した。表2は亀裂の発生した各群の100%アルコールに

よる亀裂の深さの比較である。

筆積み法によつて填塞し, 錫箔剝離後仕上げ研磨しなかつた試片の亀裂の深さは, アルコールの濃度による差はほとんどなく, 平均40 μ , 最大49 μ であつた(図3のb, c)。

錫箔を貼布せず, しかも仕上げ研磨をしなかつた試片においては, 表面の凹凸が激しく測定がやや困難であつたが, 一般に亀裂は幾分浅く, 最大37 μ でアルコールの濃度によつて亀裂の深さはほとんど差が見られなかつた(図のd)。

加圧充填群で仕上げ研磨を行わなかつたものにおいては, 亀裂が著しく深くなつており, 最大110 μ に及んだ(図のe)。そして濃度の高いアルコールの方が幾分深い亀裂を作つているように思われた。

3. 亀裂発生部を削除した後の亀裂再発

亀裂発生部を削除した面に再びアルコールを作用させた実験では, 実験試片30コの内1例も亀裂の再発生を認めることができなかった。

考 察

1. 亀裂発生の原因について

現在まで加熱重合レジンの亀裂発生に関する研究は, 多くの材料学者あるいは臨床家によつて, 種々な方法によつて行われ, その報告も数多くある。

1958年 Sweeney, 1959年河野は既製レジン歯および加熱重合レジンの表面に acrylic monomerあるいはアルコールを作用させて亀裂が生じることを確め, その原因として, 重合硬化途中における acrylic monomer の収縮により polymer と polymer の間に引張りの力が働き, その結果生じた応力が成型後内部に残留し, このような成型物に有機溶剤を接触させると表面が溶解されて, 内部応力が解放され亀裂が生じるし, さらに重合操作中に加わる外力ならびに冷却時の収縮によつて生じた応力も加わるものであるとしている。1959年亀田ら⁹⁾も加熱重合レジンの亀裂発生の実験を行ない, その原因について次のごとく考察している。すなわち, 亀裂が発生する原因が内部応力分

表2 各種填塞法による亀裂の深さ

		亀裂の深さ	
		平均	最大
筆積み法	錫箔剝離後表面削除せず	40 μ	49 μ
	錫箔貼布せず表面削除せず	30 μ	37 μ
加圧充填	錫箔剝離後表面削除せず	75 μ	110 μ

a. 筆積法 錫箔剝離後表面削除研磨す100%アルコール
 b. 筆積法 錫箔剝離後表面削除せず100%アルコール
 c. 筆積法 錫箔剝離後表面削除せず60%アルコール
 d. 筆積法 錫箔貼布せず表面削除せず100%アルコール
 e. 加圧充填 錫箔剝離後表面削除せず100%アルコール

図3 各種填塞法によるレジン表面の亀裂の断面

布の不均一にあり、重合中に吸収した水分はさらに応力の偏在を助長する結果亀裂発生を促がすと考え、この考え方は、溶液論を適用すれば理論的にも説明出来るので最も妥当な考え方であろうと述べている。

われわれの実験で用いられたのは即時重合レジンであるが、錫箔剝離後仕上げ研磨を行わなかった面では、加熱重合レジンと同様に、アルコールのような弱い有機溶剤を作用させただけで亀裂が発生した。錫箔を貼布しなかった面にも亀裂の発生を見たが、その数は少なく、しかも深さが浅いことから、この亀裂発生の大きな因子として、レジンが重合硬化途中に錫箔によりなんらかの物理的な抑制を受け、内部に歪が生じたと考えること

ができる。また加圧充填では、加圧による応力が加わり、さらに一そう内部にまで歪が生じたものと考えられる。

2. 仕上げ研磨法と亀裂発生について

1960年 Körber は、苛激に研磨したレジン表面にクロロホルム小滴を作用させると数秒にして亀裂を生じ、侵蝕が内部にまでおよぶと報告している。1960年 Meyer は、亀裂発生のメカニズムについて次のように説明している。すなわち、レジンの鎖状結合は分子の数と長さが均一でないため結晶体のように並んでいない。機械的な表面仕上げによる摩擦熱が表面を可塑性にして、研磨した方向に分子の位置をずらし、次に急に冷却すると分子は無理に歪んだ状態で静止する。これに有

機溶媒が作用すると分子間のエネルギーの平衡関係が破れて、元の状態に戻ろうとするために引裂かれ、亀裂となると述べている。さらに亀裂と色素の付着について実験を行ない、亀裂の発生はレジン汚染の原因になると云っている。

今回の実験では、相当の熱が発生すると思われる方法で仕上げ研磨を行なったものでもアルコールによつて亀裂が発生しなかつた。この事実は、Meyer らの云う研磨は鋭い面を持つた道具で、しかも十分な注水のもとで行なうべきであるとの説に相反する結果であるが、これは、われわれの扱った試片そのものが小さく、研磨の道具も義歯を研磨するときのように大きなものを使わなかつたので、歪を生じる程の熱が発生しなかつたためではないかと思われる。

3. 亀裂防止のための臨床的対策

日常われわれの臨床をふりかえつてみるに、筆積み法によつてレジンを填塞した後に、毎回錫箔を貼布しているが、この箔を剝離したままの面は亀裂を発生しやすい歪を含んでいる。しかし前述の実験成績で明らかなごとく、歪を内蔵していると思われる表層は 50μ 以内であるから、これだけ削除してしまえば、削除した面にまた亀裂が生ずることはない。従つて、充填時 50μ 以上にやや過剰に盛り上げ、仕上げ研磨時にその量を削除すればよいことになる。錫箔を貼布しないとレジンの硬度が低下することは、さきに渡部¹⁰⁾の指摘するところでもあり、錫箔はやはり使用すべきである。

仕上げ研磨の方法については、従来総山は加熱重合レジンについての報告に基づいて、レジン填塞後の仕上げ研磨は、注水下になるべく発熱をさけて行なうよう指示してきた。しかし今回の実験成績より、レジン充填物のような比較的小さなものを研磨するときには、必ずしも注水を必要とせず、乾燥したままの状態で行なつても臨床上有害でないということが判つた。注水をしないで研磨をすれば、充填物も良く見え、その辺縁の仕上げなども一そう容易になると思う。しかしながら、乾いたラバーカップなどをこすりつ

けるようにして研磨をすれば、その表面は非常に粗造になり、レジン充填の特徴である色調、透明度も失われ、しかも汚物の停滞も起り易くなる。従つて、充填物辺縁の仕上げを終つた後の研磨はやはり浮石末泥および亜鉛華泥を充分に使つて慎重に行うべきであると思う。

総括ならびに結論

メタクリル酸即時重合レジン充填物の変色の原因として、レジン自体の化学的变化および外部からの汚染が考えられる。この汚染の有力な原因となり得るレジン充填物表面の亀裂発生について実験を行なった。

硝子管を用いてそれに無色の透明即時重合レジンを充填した。その試片の表面にアルコールを作用させて亀裂を発生せしめ、ヨード染色を施してそれを観察した。さらに断面について亀裂の深さをも測り、次のような知見を得た。

1. 筆積み法で填塞し、錫箔を剝離したままの表面では 60% 以上のアルコールで亀裂を生じた。亀裂の深さは平均 40μ 、最大 49μ であつた。

2. 筆積み法で填塞し、錫箔を貼布しなかつたものでも 60% 以上のアルコールで亀裂を生じたが、その発生度も深さも前者に比しやや少ないようであつた。

3. 加圧充填法によるものでは、錫箔剝離後研磨しない表面では 40% 以上のアルコールで亀裂の発生を見た。またその深さは平均 75μ 位で筆積み法によるものよりもはるかに深かつた。

4. 筆積み法による填塞では、錫箔剝離後表面を 50μ 程削除研磨することによつて亀裂の発生を予防することができる。

5. 即時重合レジンを筆積み法によつて填塞したものでは、乾いたパーやポイントで仕上げをしても亀裂発生を増大する心配はないことが判つた。

稿を終るにあたり、御指導ならびに御校閲を賜つた総山教授に感謝の意を表するとともに終始御援助を頂いた本教室員各位に心から御礼申し上げます。また本実験のために、特に材料を寄贈下さいました松風陶歯製造株

式会社に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) 総山孝雄：レジン充填，77，京都，1961，永末書店。
- 2) 総山，岩本，黒須，渡部，稲葉：レジン充填の臨床成績，歯材器学誌，3：172，1959。
- 3) Skinner, E. W. : The Science of Dental Materials, Philadelphia, 185, 1960, W.B. Saunders Co.
- 4) W. T. Sweeney, E. L. Yost and J. G. Fee : Physical properties of plastic teeth. J. A. D. A. Vol. 56, June 1958.
- 5) 河野寿雄：急硬化樹脂による義歯床修理について，歯材器学誌，4：1，1959。
- 6) Körber, E. : Oberflächebearbeitung zahnärztlicher Kunststoffe. D. Z. Z. 15, 562, 1960.
- 7) Meyer, H. : Über Verfärbungen an der Oberfläche von Prothesenkunststoffen infolge fehlerhafter Bearbeitung mit Berücksichtigung der sogenannten Spannungsrisse, D. Z. Z., 15 : 572, 1960.
- 8) 吉田，山本，長野，大野：根管治療薬のレジンにおよぼす影響について（第1報），保存学会例会講演，小倉，1960，2。
- 9) 亀田，水野，鶴巻，一つ子，宮本，岡戸，清水，永井：義歯床用レジンの亀裂発生原因について，歯材器学誌，3：163，1959。
- 10) 渡部光太郎：レジン充填の硬度に関する研究，保存学誌，2：1，1959。