原	著
---	---

コンポジットレジンの仕上げ研磨について

松 浦 順 子

東京医科歯科大学歯学部第1 歯科保存学教室 (主任指導: 総山孝雄教授)

(1981年12月11日 受付)

Surface Roughness of Composite Resin Polished by Various Techniques

Junko Matsuura

Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
(Director: Prof. Takao Fusayama)

Surface texture of a new composite resin, Clearfil, polished by various techniques was investigated by the profile recorder and scanning electron microscope and compared with the conventional composite. The findings were as follows:

1. No difference was observed between the profile recorder and the SEM observations in the relative comparison of the surface of the two materials produced by various techniques at different times.
2. The surface set in contact with the celluloid strip were the smoothest.
3. The finishing instruments generally produced a rougher surface than the polishing instruments. White Point reduced the surface roughness quite rapidly and produced a fairly smaller roughness. Among the polishing instruments, Silicone Cup Blue and Plastic Strips #600 and #1000 produced the smallest roughness. Polipaste, especially the coarse paste, abraded only the resin matrix and increased the roughness.
4. No difference was observed between the surfaces finished and polished at 15 minutes and 48 hours after the start of mixing.
5. When a series of instruments was used in the order of the routine clinical technique, the surface roughness was governed by the final instrument used. The polishing instruments which could not abrade efficiently failed to remove the surface roughness produced by the finishing instruments. The use of White Point which abrades more efficiently is recommended between the use of finishing and polishing instruments.

結 言

コンポジットレジンは、現在審美性を要求される部位の修復に広く用いられている¹⁾。しかし、研磨が困難であることが臨床上最も大きな問題である。すなわち、コンポジットレジンはフィラーとして各種の硬い無機質を含んでいるために、それと

軟らかいレジンマトリックスとを同時に削って滑らかにすることが難しい。ストリップス等で圧接したレジン表面が最も滑沢であるとされているが²⁻¹³⁾、圧接のみにより窩洞に過不足なく填塞することは臨床上不可能で、とくに過剰溢出部を除けば、その部の仕上げ研磨は避けられない。また、圧接加圧下に抑制されたまま重合したレジン

面は分子配列の歪みが著しく、変色しやすいので、表層を削除して研磨する必要がある^{14,15)}。

そこで本研究では、コンポジットレジンを仕上げ研磨するのに最も適した方法を見いだすために、Clearfil と Adaptic について、各種研削時期に各種研削用具で研削された面を、表面アラサ検査機および電子顕微鏡で観察比較した。

材料および方法

1. 試片の調整

厚さ 3 mm のテフロン製板に 12×7 mm の長方形の孔をあけ、これをセルロイドストリップスを敷いた同じテフロン製板に重ねて固定して、窩洞を作った(図 1)。その中にコンポジットレジンをメーカーの指示どおりに練和して填塞した。コンポジットレジンとして Clearfil (クラレ社製, B. N. 11147) と Adaptic (Johnson & Johnson 社製, B. N. 13 GG) を用いた。その上に再びセルロイドストリップスを敷き、スライドガラスをあてて指圧で 5 分間圧接した。その後さらに 5 分間放置し、試片を窩洞よりとり出してセルロイドストリップスを剝離し、バリを除いて試料とした。

研削は、セルロイドストリップスに接して硬化した面につき、半数の試片は填塞 15 分後に、残り半数の試片は 37℃ 蒸留水中に 48 時間浸漬後に、行った。

研削用具としては、エアータービン用では仕上げ用ジェットカーバイドバー (#7106)、電気エ

ンジン用ではカーボランダムポイント(#20)、ホワイトポイント(#44)、シリコンカップ(茶、青、白)、ラバーカップ、またはブラシコーンとポリペースト、手用ではスチールストリップス(#120, 280)とプラスチックストリップス(#280, 600, 1000)を用いた。

前段の実験では個々の研削用具の作る面アラサを知るために、先に述べた研削用具を単独に用い、臨床的に用いられる程度の圧力を加えながら、矩形の短軸方向に 2 分間行った。電気エンジンの回転数は 3,000 rpm とし、シリコンカップは注水下で研削した。

後段の実験では、臨床的な手順による仕上げ研磨の効果を検出するために、填塞して 5 分間圧接して硬化させた直後のレジンを、仕上げ用ジェットカーバイドバー(#7106)でほぼ平らに削成し、48 時間水中保管後に、ホワイトポイント、シリコンカップ青、ホワイトポイント+シリコンカップ青、ラバーカップとポリペースト、ブラシコーンとポリペースト、またはホワイトポイント+ラバーカップとポリペーストで研削した。

2. 測定法

研削面の表面アラサは、研削した試片を注水しながら軟毛ブラシで清掃して乾燥させたものにつき、万能表面形状測定器 MODEL SE-3C (小坂研究所製)(図 2)を用いて、研削方向と垂直方向に動かしながら測定した。触針 2 μm ダイヤモンド、測定速度 0.1 mm/sec、測定圧力 0.07 gr、測定距離 8 mm で、縦 2,000 倍、横 100 倍で記録し

図 1 テフロン製窩洞

左: 台座上にネジでとめて組み立てたところ

右: 分割された窩洞用鋳型

図 2 万能表面形状測定器

た。求めたアラサ曲線より最も代表的と思われる部位を図上で8 cm ずつとり、日本工業規格の最大高さ法 (Rmax 法)¹⁶⁾に従ってアラサ値を求めた。各研削法につき3個の試片のそれぞれにつき3箇所を測定し、計9個の測定値を得た。ただし、研削の基礎面としたセルロイドストリップス圧接面については、ばらつきがほとんどなかったため、試片1個の3箇所の測定値を平均してそのアラサ値とした。

また、研削面にはIB-3型イオンコーター（エィコーエンジニアリング社製）で金蒸着を施し、走査型電子顕微鏡（JSM-T20, 日本電子社製）による観察も行った。

成 績

1. 各種仕上げ研磨用具による削面のアラサ

a) アラサ値の比較

セルロイドストリップス圧接面を、各種仕上げ

研磨用具単独で研削した場合のアラサ値 (Rmax, μm) を表1に示した。これによると Clearfil と Adaptic では材料による表面アラサの違いはほとんどなかった。

研削用具別に比較すると、カーバイドバーによる削成面は部分的には細かいところもあるが、大きくえぐりとられている部分もあり、また表面にうねりを生じやすいので、アラサ値は大きくなった。

カーボンランダムポイントとホワイトポイントでは、カーバイドバーによるようなうねりを生ぜずに研削することができるので、アラサ値は安定してやや小さく、カーボンランダムポイントよりホワイトポイントによるアラサ値の方が小さかった。

シリコンカップ類では、茶と白は同じくらい大きいアラサ値を示した。これらに比べ、青は約半分のアラサ値であった。

表1 圧接面を各種仕上げ研磨用具単独で研削した時のアラサ値

材 料	Adaptic			Clearfil		
	5 分 後	15 分 後	48時間後	5 分 後	15 分 後	48時間後
研 磨 時 期						
圧 接 面	0	0	0	0	0	0
カ ー バ イ ド バ ー	8.1(0.5)	7.9(0.9)	7.7(0.8)	8.2(0.5)	8.1(1.0)	8.1(0.8)
カーボンランダムポイント	6.7(0.6)	5.5(0.4)	5.4(0.4)	6.2(0.7)	5.4(0.7)	5.3(0.9)
ホ ワ イ ト ポ イ ン ト	—	4.5(0.4)	4.5(0.5)	—	4.6(0.5)	4.6(0.7)
シ リ コ ン カ ッ プ 茶	—	9.0(0.9)	8.2(1.0)	—	8.7(0.6)	8.4(0.8)
シ リ コ ン カ ッ プ 青	—	3.9(0.5)	3.7(0.5)	—	4.1(0.7)	3.9(0.8)
シ リ コ ン カ ッ プ 白	—	9.2(0.6)	8.7(0.9)	—	8.6(0.6)	8.5(0.6)
ポ リ ペ ー ス ト 荒	—	5.2(0.6)	4.8(0.5)	—	5.7(0.5)	4.6(0.6)
ポ リ ペ ー ス ト 細	—	1.3(0.2)	1.3(0.3)	—	1.4(0.4)	1.4(0.3)
スチールストリップス #120	—	7.0(0.5)	6.8(0.5)	—	7.3(0.9)	6.6(0.7)
スチールストリップス #280	4.1(0.4)	3.9(0.8)	3.7(0.5)	4.6(0.5)	4.0(0.3)	3.9(0.5)
プラスチックストリップス #280	—	4.9(0.7)	4.9(0.4)	—	4.8(0.6)	4.6(0.7)
プラスチックストリップス #600	—	3.4(0.7)	3.1(0.2)	—	3.4(0.5)	2.9(0.3)
プラスチックストリップス #1000	—	3.1(0.4)	2.9(0.3)	—	2.9(0.3)	2.6(0.4)

() 内は標準偏差

(Rmax, μm)

図3 アラサ曲線
上：シリコンカップ青
下：ポリペースト細とラバーカップ

ポリペーストをラバーカップにつけて磨いた場合には、荒ペーストではホワイトポイントや、シリコンカップ青によるものよりも大きなアラサ値を示した。しかし、細かいペーストを用いた時のアラサ値は小さく、単独で圧接面を研削した場合の最小であった。

ストリップス類では、スチールストリップス #120 によるアラサ値が最大であったが、スチールストリップス #280 ではプラスチックストリップス #280 より小さかった。プラスチックストリップス #600 と #1000 ではアラサ値にあまり差がなかった。

臨床的な手順に従って填塞直後（練和開始 5 分

後）にカーバイドバーで削成し、それを48時間後に各種の方法で研削した場合のアラサ値 (R_{max} , μm) を表 2 に示した。Clearfil と Adaptic の材料による差はほとんどなかった。

カーバイドバー削成面をホワイトポイントで研削したものは、約半分のアラサ値となったが、これは圧接面をホワイトポイントで研削した時のアラサ値とほとんど同じであった。さらにシリコンカップ青、またはポリペーストで研削するとかえってアラサ値がやや増加した。ただし、この値はカーバイドバーによる削成面のアラサ値よりはかなり小さくなっていった。また、シリコンカップ青とポリペーストの研削面のアラサ値は、ややシリコンカップ青の方が小さかった。また、アラサ曲線の形には差があり、シリコンカップ青によるものの方がポリペーストによるものより、曲線のピークの頂点が丸みを帯びていた(図3)。

カーバイドバー削成面を直接シリコンカップ青、またはポリペーストで研削した場合には、カーバイドバーによる面アラサが全くとれていないので、圧接面を各々の用具で研削したものに比べてかなり大きなアラサ値を示した。ポリペーストの細かいペーストで研削すると、カーバイドバーによるアラサ値がほとんどそのまま残り、荒いペーストを用いるとそれよりもさらに荒くなってい

表 2 臨床的な手順で研削したときのアラサ値

		Adaptic	Clearfil
コントロール	カーバイドバー 5 分 後	8.1(0.5)	8.2(0.5)
カーバイドバー+	ホワイトポイント	4.2(0.6)	4.0(0.3)
	シリコンカップ青	8.3(1.1)	8.1(0.9)
	ポリペースト 荒, カップ	11.9(0.5)	10.5(1.1)
	ポリペースト 細, カップ	8.0(0.6)	8.6(0.3)
	ポリペースト 細, ブラン	8.9(1.0)	9.4(0.6)
カーバイドバー+	シリコンカップ青	5.8(0.5)	5.7(0.6)
ホワイトポイント+	ポリペースト 細, カップ	6.8(0.7)	6.6(0.6)

() 内は標準偏差

(R_{max} , μm)

図4 Clearfil の48時間後の各種研削用具による研削面の走査電顕像 (×750)

図5 Adaptive の48時間後の各種研削用具による研削面の走査電顕像 (×750)

た。また、ポリペーストのためにブラシコーンを用いると、ラバーカップを用いた場合よりも面をやや荒くした。

b) 走査電顕像の比較

図4, 5に Clearfil および, Adaptic の48時間後の各種研削用具による研削面の走査電顕像(×750)を示した。アラサ値と同様に電顕像においても, Clearfil と Adaptic との間には明らかな差がなく, 研削方法による面の性状の変化についても同様の傾向を示していた。

圧接面は表面が全体的にレジンマトリックスに被われて平らな面を示していた。カーバイドバー削成面では, バーの刃先でえぐられてフィラーが露出したり, マトリックス部分もかなり荒く削られていた。カーボランダムポイントやホワイトポイントでは, フィラーが比較的平らに削られ, その断面には砥粒による傷がみられるものもあっ

た。マトリックス部分もこすりつけられたような外観を呈していた。シリコンカップ茶と白はともにかかなりの切削力でフィラーを削って, その面に傷をつけて角ばらせ, 全体の面はカーボランダムポイント削面以上に荒くなっていた。これに対してシリコンカップ青ではフィラーが強く削られた跡はなく, フィラーがマトリックス部分よりやや突出して削面の縁が丸みをおびていた。ポリペーストの荒いものでは間質のレジンが強く削られて, フィラーが著しく浮き出していたが, 細かいペーストではマトリックス部分の低下がほとんどなく, 研削面は著しく平坦であった。ストリップ類では付着砥粒のサイズに応じて, 細かいものほど面が平滑になっていた。

2. 仕上げ研磨の時期を変えた場合の面アラサ

a) アラサ値の比較

練和開始後 5 分, 15分, 48時間後にカーバイド

図6 Clearfil の研削時期を変えた時の研削面の走査電顕像 (×750)

バー, カーボランダムポイント, スチールストリップス #280 で研削した時のアラサ値(Rmax, μm)は, 表 1 に示されているように Clearfil と Adaptic の間にほとんど差はなかった。

カーバイドバーでは研削時期を変えてもアラサ値はほとんど変わらなかったが, カーボランダムポイントとスチールストリップス #280 では, 練和開始 5 分後の面アラサがそれ以後のものよりやや大きかった。しかし, いずれも 15 分後と 48 時間後の面アラサにはほとんど差がなかった。

b) 走査電顕像の比較

研削時期を変えた時の Clearfil の研削面の走査電顕像 ($\times 750$) を図 6 に示した。カーバイドバーでは研削時期による違いはあまりはっきりせず, どの時期の削面もよく似た状態であった。カーボランダムポイントとスチールストリップス #280 では, 練和開始 5 分後のものがそれ以後のものよりマトリックス, フィラーともに荒く削られ, 表面が荒れていた。しかし, 15 分後と 48 時間後では, フィラーも比較的平らに削られ同じような像を示した。

考 察

1. 面アラサ値と用具について

主に大きな余剰部分を除いたりトリミングする目的の仕上げ用具では, 面アラサはカーバイドバーで約 $8.0\mu\text{m}$, カーボランダムポイントで約 $5.7\mu\text{m}$, スチールストリップス #120 で約 $6.9\mu\text{m}$ とかなり大きなアラサ値(Rmax, μm)を示した。ホワイトポイント (約 $4.5\mu\text{m}$) やスチールストリップス #280 (約 $4.0\mu\text{m}$) は, かなり能率良く仕上げ修正できる割にはアラサ値が小さかった。一般につや出しを目的とする研磨用具とされているもののうち, ポリペーストの荒ペーストが約 $5.0\mu\text{m}$, シリコンカップ茶, 白が約 $8.7\mu\text{m}$ と, 仕上げ用具とあまり変わらないアラサ値を示した。しかし, シリコンカップ青 (約 $3.9\mu\text{m}$) と, プラスチックストリップス #600, 1000 (約 $3.0\mu\text{m}$) は細かった。プラスチックストリップス #280 は, スチールストリップス #280 よりアラサ値が大き

かったが, これはプラスチックストリップス #280 の砥粒が, 研磨時に脱落しやすいためではないと思われる。したがって最終的なつや出し研磨には, シリコンカップ青とプラスチックストリップス #600, 1000 のみが適するものと思われる。

2. セルロイドストリップス接触硬化面について

セルロイドストリップス接触硬化面は気泡が少し入るほかは全く平坦で光沢があり, アラサ値は $0\mu\text{m}$ (Rmax) であった。したがって, できるだけ窩洞からはみ出さないように填塞し, なるべく圧接面を残した方がよいという説もある²⁻¹³⁾。しかしながら, 平野¹⁷⁾, 久光¹⁴⁾, 蜂谷ら¹⁵⁾によればアクリルレジンでも, コンポジットレジンでも, ストリップス圧接硬化面の変色が最も大きかった。これは圧接加圧下に抑制されたまま重合したレジンは, 分子配列の歪みが著しいためと思われる。蜂谷ら¹⁵⁾によれば Clearfil の場合もやはり同様の傾向がみられた。したがって審美性が重要な前歯部に用いることの多いコンポジットレジンにとって, このような変色しやすい圧接面を露出部にそのまま残しておくことは好ましくないと思われる。

3. 仕上げ研磨の時期について

セルロイドストリップス圧接硬化面を仕上げ用具で 5 分後, 15 分後, 48 時間後に研削した場合, 15 分後と 48 時間後の研削面のアラサ値, および電顕像ともにほとんど差がなかったのは, コンポジットレジンが 15 分経過するとかなり安定した硬さに達するためと思われる。しかし, 林ら¹⁸⁾, 蜂谷ら¹⁵⁾によれば 48 時間後に仕上げ研磨した方が, 15 分後のものより変色が少なかったもので, アラサ値や電顕像には現れなくても, 硬化不完全のレジンに分子配列の歪みや, フィラーとレジンの結合の弛みを生じている恐れがある。したがって本実験の成績にかかわらず, 仕上げ研磨は一両日以上たってから行った方がよいと思われる。

4. 臨床的手順について

最終的なアラサ値は最後に用いた研磨用具によるが, 初めからアラサ値の小さい研磨用具を用い

たのでは能率が悪い。したがって、最終研磨の前に切削能率の高いカーバイドバー、またはカーボランダムポイントでトリミングしてから次回研磨するのが得策と思われる。ホワイトポイントはカーバイドバーによるアラサ値を容易に半分にし、かなり有効であると思われる。ホワイトポイントを用いないと、カーバイドバーによる大きな表面のうねりが除かれなため、アラサ値は大きいままであった。とくにポリペーストの荒ペーストは、マトリックス部分だけを削るため、アラサ値はカーバイドバー削成面以上に大きくなったと思われる。ホワイトポイント削成後シリコンカップ青、またはポリペーストの細かいペーストを用いた場合、カーバイドバー削成面よりかなりアラサ値は減ったが、ホワイトポイント削成面よりはやや大きくなった。ポリペーストの細かいペーストではやはりマトリックス部分しか削れないため、アラサ値が大きくなったと思われる。

ホワイトポイントで仕上げた面をシリコンカップ青で磨くと、アラサ値は逆にわずかに増大した。しかしながら、蜂谷¹⁵⁾によればレジンの変色性はシリコンカップ青による削面が最も少なかった。この理由は十分明らかではないが、ホワイトポイントは鋭利な刃先で切りとるのではなく砥粒の先をこすりつけて削るので、半ば破壊されたレジン末がフィラーの間に残っており、これを注水下のシリコンカップ青で磨くと、フィラーの突出部がある程度削れる半面に、フィラーの間に残っているレジン末が除かれる。したがってアラサ値はある程度増大しても変色の可能性が減るのではないと思われる。いずれにしろ最終目的は変色の防止であるから、シリコンカップ青の使用はやはり必要であろう。

総括ならびに結論

コンポジットレジンを仕上げ研磨するのに最も適した方法を見いだすために、Clearfil と Adaptic について各種時期に各種の研削用具で仕上げ研磨された面を、表面アラサ値検査機および電子顕微鏡で観察比較した。

1. 研削方法および研削時期による面の性状は、面アラサ値および電顕像においても、Clearfil と Adaptic には明らかな差がなく同様の傾向を示した。

2. セルロイドストリップス接触硬化面は最も平坦であった。

3. 一般に仕上げ用具は研磨用具より大きなアラサ値を示した。しかし、ホワイトポイントは能率良く仕上げ修正できる割にはアラサ値が小さかった。研磨用具のうちシリコンカップ茶および白は仕上げ用具と変わらないくらい大きなアラサ値を示したが、シリコンカップ青と、プラスチックストリップス #600, 1000 はかなり小さなアラサ値を示した。ポリペースト、とくに粗粒のものは粒間のレジンのみを削ってかえって面アラサを増す傾向があった。

4. 15分後および48時間後と研削時期を変えても、面アラサ値および電顕像はほとんど変わらなかった。

5. 臨床的術式に従って仕上げ用具と研磨用具を使用すると、研磨面のアラサは最終使用用具によって支配されるが、削磨能率の低い研磨用具では、仕上げ用具による面アレを十分除きえないことがあるので、やや切削能率の高いホワイトポイントを中間的に用いるのが有利である。

謝 辞

本研究にあたり、終始懇切丁寧な指導とご校閲をいただきました総山孝雄教授に深く感謝致します。

文 献

- 1) 総山孝雄：無痛修復。1979, 東京, クインテッセックス, 79-117ページ。
- 2) 福田和彦, 竹村金造, 岩崎 直：複合レジンの表面アラサ。日歯保誌, 14: 113-121, 1972。
- 3) 勝山 茂, 長谷川慧：複合レジン修復材の正しい使い方—Adaptic—。歯界展望, 39: 61-67, 1972。
- 4) 後藤譲治：コンポジットレジンの仕上げ研磨について。歯科評論, 477: 141-149, 1980。
- 5) Chandler, H. H., Bowen, R. L. and Paffendarger, G. C.: Method for finishing composite restorative materials. J.A.D.A., 83: 344-348, 1971。
- 6) Johnson, L. N., Jordan, R. F. and Lynn, J. A.:

- Effect of various finishing devices on resin surfaces, J.A.D.A., 83: 321-331, 1971.
- 7) Dennison, J. B. and Craig, R. G.: Physical properties and finished surface texture of composite restorative resins. J.A.D.A., 85: 101-108, 1972.
 - 8) Glanz, P. O. and Larson, L. A.: Surface roughness of composite resins before and after finishing. Acta. odont. scand., 30: 335-347, 1972.
 - 9) Health, J. R. and Wilson, H. J.: Surface roughness of restorations, Brit. dent. J., 140: 131-137, 1976.
 - 10) Weitman, R. and Eames, W. B.: Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. J.A.D.A., 91: 101-106, 1975.
 - 11) Horton, C. B., Paulus, H. H., Pelleu, G. B. and Rudolph, J. J.: An evaluation of commercial paste for finishing composite resin surface. J. Prost. Dent., 37: 674-679, 1977.
 - 12) Smales, R. and Joyace, K.: Finished surface texture, abrasion resistance and porosity of Aspa glass-ionomer cement. J. Prost. Dent., 45: 549-553, 1978.
 - 13) Rajstein, J. and Tal, M.: A study of the contour and external surface of class V composite resin fillings, J. Oral. Rehab., 6: 21-25, 1979.
 - 14) 久光 久, 酒井彬博, 横山尚人, 高山恭一, 岩久正明, 大庭譲治: コンポジットレジンの変色に関する研究—表面処理法と測定器機について—。日歯保誌, 20: 149-153, 1977.
 - 15) 蜂谷幸正, 松浦順子, 岩久正明: 新接着性複合レジンの変色に関する研究—色素液浸漬試験と臨床観察について—。日歯保誌, 24: 181-187, 1981.
 - 16) 表面粗さ: 日本工業規格 B0601, 1976.
 - 17) 平野忠彦: レジン充填の変色について (その 2. 有機色素による変色)。口病誌, 35: 275-281, 1968.
 - 18) 林 弘之, 前島和子, 毛塚和宏, 大串貫太郎, 河野 篤: コンポジットレジンと比較成績 (Ⅲ. 変色試験成績)。歯材器誌, 26: 76-79, 1972.