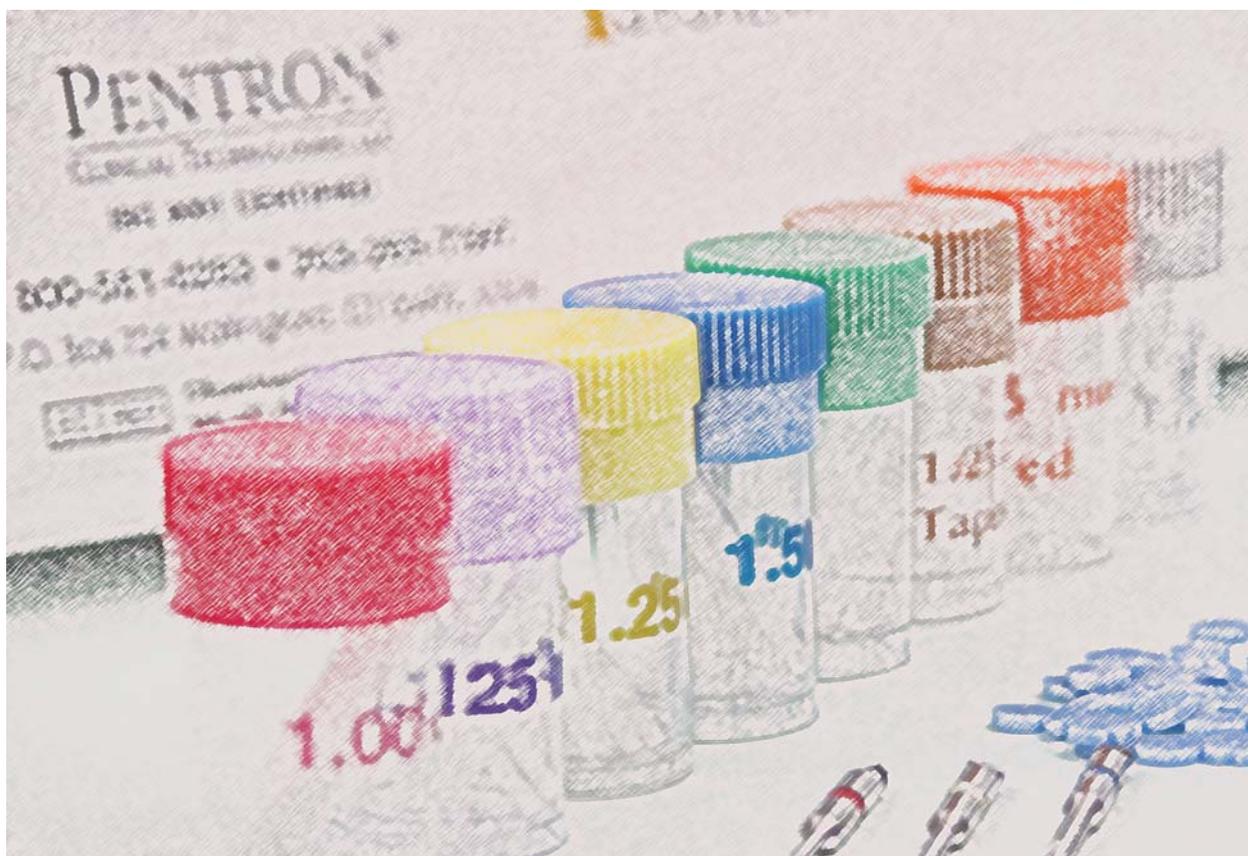


# Clinical Navigator

*Pentron wishes to see all dental partners' smile*

ペントロン クリニカル ナビゲーター



ペントロン クリニカル ナビゲーターは、ペントロン製品をご愛用いただいている先生方より寄せられた多くの情報をご紹介します、弊社製品の特性をよりご理解いただくことを目的として発刊いたしました。ペントロンは一人でも多くのデンタルパートナーの美しい笑顔が見れるよう応援いたします。Clinical Navigatorが先生方の臨床にお役立て頂けることを願っています。

Today's Navigator: 中島 正俊 先生 (東京医科歯科大学う蝕制御学分野 講師)

田上 順次 先生 (東京医科歯科大学う蝕制御学分野 教授)

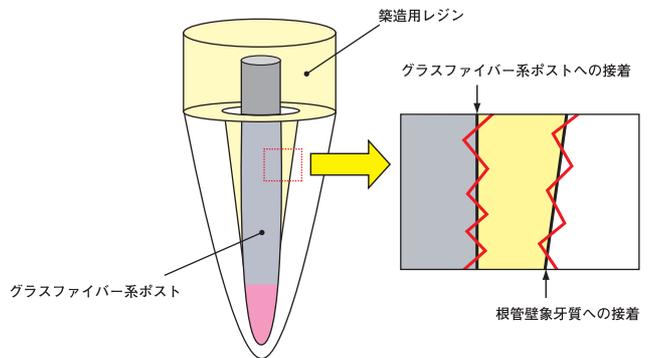
### ファイバーコア ポスト システムを用いた接着性コンポジットレジン支台築造 ～窩洞壁及びグラスファイバー系ポストへの築造用コンポジットレジンの接着～

#### ●はじめに

グラスファイバー系ポストと支台築造用コンポジットレジン(以下築造用レジン)の組合せによるレジンポスト・コアは、弾性率が象牙質と近似しているため一部分への応力集中を回避できるという特徴があり、従来の金属を用いた鑄造ポスト・コアに見られるポスト先端部への応力集中に起因する歯根破折を防止できると報告されています。また、オールセラミックスクラウンやハイブリッドセラミックスクラウンで修復する場合、鑄造ポスト・コアではどうしてもその金属色が修復物の色調に反映し、暗く沈んだような色調になってしまうのに対し、レジンポスト・コアでは透明感のある自然な色調を得ることができます。さらに、金属アレルギーを惹起する危険性をなくし、金属の溶出による歯根の変色や歯肉へのメタルトゥーを防止することができるなど、レジンポスト・コアは多くの利点が報告されています。

グラスファイバー系ポストはレジンポスト・コアのポスト部とコア部を補強し、さらに両者を連結する通し柱の役割を果たします。筆者らは、これらの効果を最大限に発揮させるために、グラスファイバー系ポストと築造用レジンの接着による一体化が必要であり、さらにレジンポスト・コアを保持するために、築造用レジンと残存歯質との接着

がレジンコア・ポスト修復を行う上で特に重要であると考えています(図1)。すなわち、グラスファイバー系ポストと築造用レジンによる支台築造法は接着性修復であり、レジンコア・ポストの保持は、グラスファイバー系ポストとポスト窩洞の適合によるものではなく、鑄造ポスト・コアのように厳密な適合を要求するものではありません。今回は、グラスファイバー系ポストを用いたレジンポスト・コアが、接着性材料を利用した修復法であるということに焦点を絞って、筆者らが行っている方法について述べたいと思います。



レジンポスト・コアによる支台築造を成功させるには、根管壁象牙質-築造用レジン界面、ポスト-築造用レジン界面両方の接着が重要となる。

図1

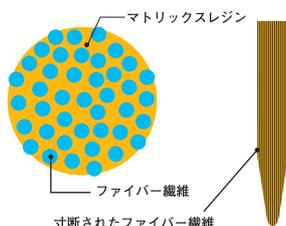
#### ●グラスファイバー系支台築造用ポスト

グラスファイバー系ポストは、レジン基材として数千本のガラスファイバーやクウォーツファイバーを束ねたものであり、マトリックスレジンとフィラーからなるコンポジットレジンと同様に複合材料です。現在市販されている製品の製造方法は、円柱状に成型されたものをミリング処理により外周形態を付与しているため、テーパ付与部は先端へいくに従って外周部のファイバー繊維が途中で寸断されていることとなります。(図2)。

筆者らはグラスファイバー系ポストの強度をより高く保ち、レジンポスト・コアに対する補強効果を最大限発揮させるためには、グラスファイバー系ポスト内に埋入されているファイバー繊維1本1本が分断

されることなくポスト先端部からコア上部まで到達していることが理想と考えています。またテーパ付与部では、製造段階でのミリング処理によりマトリックスレジンによるサポートが欠落しているファイバーも見られ、築造用レジン接着の際の重合収縮によりマトリックスレジンからファイバー繊維が分断し、両者の接着界面に欠陥を生じる可能性もあります(図3)。筆者らは、レジンコア・ポストの補強及びグラスファイバー系ポストと築造用レジンとのより確実な接着を実現するため、製造メーカーの推奨する使用方法とは相反しますが、グラスファイバー系ポスト基部のストレート円柱部分のみを使用しています(図4)。

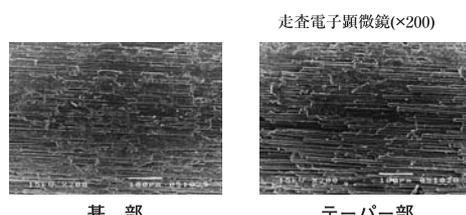
グラスファイバー系ポストの断面(イメージ)



グラスファイバー系ポストはファイバー繊維とマトリックスレジンの複合材料であり、テーパ部のファイバー繊維は製造工程により寸断された部分が存在する。

図2

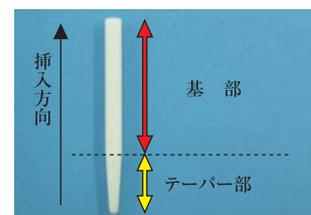
グラスファイバー系ポスト表面のSEM像



表面にファイバー繊維が露出しているのが観察され、テーパ部においては図2に示した寸断されたファイバー繊維が確認できる。

図3

筆者らの使用方法



筆者らはファイバー繊維の分断が少ない基部(ストレート円柱部)のみを使用している。すなわちポストの挿入方向は基部を下へ向けて挿入している。

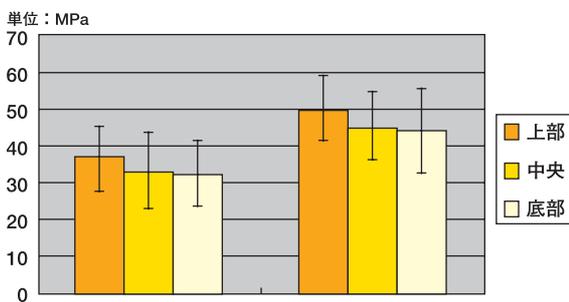
図4

## ●グラスファイバー系ポストへの接着

グラスファイバー系ポストに使用されているグラスファイバーはシリカが含有されており、レジンとの確実な接着を実現するにはシランカップリング処理が有効です。製品の中にはポスト表面にシラン処理済みと謳っている製品もありますが、シラン処理は保管状態により容易に劣化し、試験などでポスト表面に触れるだけでシラン処理の効果は失われます。ペントロン社の販売する「ファイバーコアポスト システム」は、製造工程においてファイバー繊維にシランカップリング処理を施し、成型・ミリング処理後にフィラーを含まないレジンにより表層をレジンをコーティングされているため、メーカー指示では表層に接着阻害となる因子が付着しない場合はシラン処理及びボンディング処理は不要とされています。しかしながら、ポスト表面を走査電子顕微鏡により観察すると、ポスト表面にファイバー繊維が露出していることが確認でき、シラン処理の効果が十分発揮するものと考え、筆者らはチェアサイドにおけるシランカップリング処理

及び、ポスト表面に対するレジン接着の確実性及び築造用レジンとの濡れ性を高めることを目的としてボンディング処理を施しています。事実、「ファイバーコア ポスト システム」(ペントロン社)に対するビルドイットFR (ペントロン社)の接着強さを検討したところ、シランカップリング処理による接着力の向上が認められました。(図5)。なお筆者らは、接着耐久性に優れ、シランカップリング処理とボンディング処理が一括で行える「クリアフィル フォトボンド」(クラレメディカル社)と「クリアフィル ポーセレンボンド アクティブーター」(クラレメディカル社)の混和液を用いて、ポスト表面のシランカップリング・ボンディング処理を行い、更に接着に対する確実性を上げるため、混和液塗布後ポスト表面に対し10秒間光照射を行っています。つまりポスト表面をチェアサイドにてレジンをコーティングしてから使用するということになります(図6)。

ファイバーコア ポストに対するビルドイットFRの接着強さ



照射量が減るポスト先端部の方が接着強さは低下するが、有意差は認められなかった。無処理と比較して、シラン処理した場合の方が、どの部位も有意に高い接着強さを示した。

図5

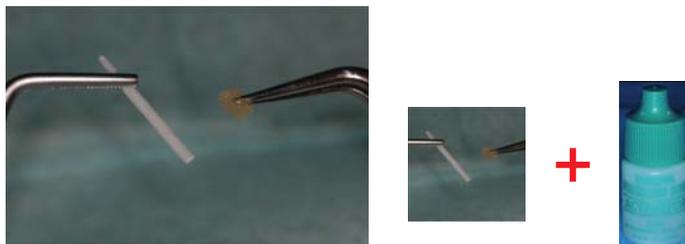
## ●根管壁象牙質への接着

一般に市販されている支台築造用デュアルキュアレジジンシステムでは、自家重合も可能なデュアルキュア型ボンディング材を用いることを推奨しています。これはポスト窩洞底部におけるボンディング材への光照射エネルギーが不足することを危惧してのことですが、一般にデュアルキュア型ボンディングシステムにおいても、光照射が十分でない場合(自家重合にたよる場合)、その象牙質接着性能は低下することが知られています。そのため、ポスト窩洞底部のボンディング材に対する光照射方法を工夫すべきであると考えています。

一方で、ボンディング材に対し十分な光照射が行える場合においても、光重合型ボンディングシステムの方がデュアルキュア型ボンディングシステムより象牙質接着性が高いことも報告されています。歯冠部高径が十分に確保できない場合には、特に歯頸部根面への接着がコア部の保持にとって重要であり、この部分の接着が破壊されたとき、ポスト窩洞内の接着でコア部が保持できるかどうか疑問です(図7)。ボンディング材に対して十分な光照射が行える歯頸部根面への接着を考えた時、高い接着性能を誇る光重合型ボンディングシステムを選択するべきであると考えています。

筆者らは、ポスト窩洞内の根管壁象牙質への接着に際して、光重合型ボンディングシステムの中でも高い象牙質接着性を示すクリアフィルメガボンド(クラレメディカル社)を光照射時間を延長して使用しています。もちろん、光重合型ボンディングシステムの接着性能は、照射量に大

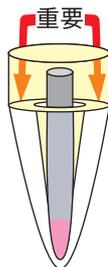
ポスト表面へのシランカップリング処理



シランカップリング処理には「クリアフィル フォトボンド」(クラレメディカル社)に「クリアフィル ポーセレンボンド アクティブーター」(クラレメディカル社)を混和して使用している。塗布後はエアブローにより薄層にし、光硬化させた後、速やかにレジン内へ埋入する。

図6

きく影響を受け、光が届きにくいポスト窩洞底部においては、業者指示の光照射時間(10秒)のみではボンディング材に対する光照射エネルギーが不足し、その接着強さは低下します。しかしながら、光照射時間を延長(20秒)することによって、ポスト窩洞底部においても、デュアルキュア型ボンディングシステムより高い象牙質接着強さを得ることができます(図8)。



レジンコア・ポストによる支台築造では、ポスト部だけでなく歯頸部根面への接着によりコア部を保持することができる。そして、コア部の保持にとって歯頸部根面の接着の比重は大きい。

図7

根管壁象牙質に対する24時間後の接着強さ

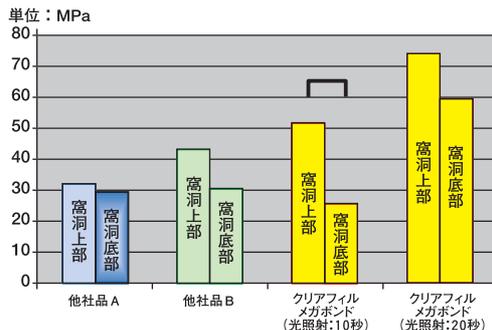


図8

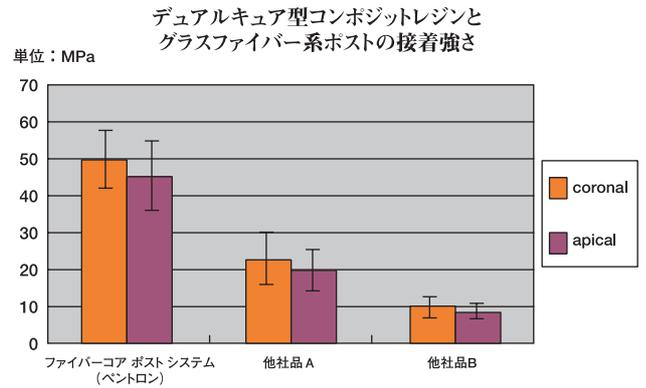
他社品A(デュアルキュア型ボンディングシステム)は業者指示の光照射時間10秒、他社品B(デュアルキュア型)は20秒であり、両者ともポスト窩洞上部と底部の接着強さに有意差は認められなかった。一方、光重合型ボンディングシステム・メガボンドを業者指示通り光照射時間を10秒で用いた場合、ポスト窩洞底部の接着強さは上部に比べ有意に低い値となったが、光照射時間を20秒に延長すると、ポスト窩洞上部および底部ともにデュアルキュア型ボンディングシステムより有意に高い接着強さを得ることができた。

## ●根管壁象牙質—デュアルキュア型コンポジットレジン—グラスファイバー系ポスト

筆者らは実際の臨床に即し、歯根に形成したポスト窩洞へデュアルキュア型コンポジットレジンを用いてグラスファイバー系ポストを接着させた場合についても評価を行いました。根管壁象牙質に対する接着は「クリアフィル メガボンド」(クラレメディカル社)を用い、光照射時間を20秒(メーカー指示10秒)に延長して用い、各グラスファイバー系ポストの表面には「クリアフィル フォトボンド」に「クリアフィル ポーセレンボンド アクティブーター」を混和した液を塗布し、シランカップリング・ボンディング処理を行いました。デュアルキュア型コンポジットレジンでポスト窩洞に填入し、表面処理を行った3種のグラスファイバー系ポストを挿入した後、歯頸側方向より60秒間の光照射を行いました。ポスト窩洞内では、根管壁象牙質とレジン接着界面及びレジンとグラスファイバー系ポスト接着界面が存在することになりますが、このような接着界面が多数存在する試片の引っ張り試験では、その数値と同様にどこで破断が生じたかが重要になります。試験の結果、根管壁象牙質—レジン接着界面での破断した試片は1例も無く、全てグラスファイバー系ポスト側での破断が認められました。このことは、「クリアフィル メガボンド」による象牙質接着がレジン重合時の収縮応力に十分対抗することができ、その後レジンポスト・コアの保持に十分に寄与できることを意味しています。一方、破断したレジン—グラスファイバー系ポスト側においては、メーカーによりその破断性状が異なり、「ファイバーコア ポスト システム」(ペントロン社)はポスト表面での破断となり、「ファイバーコア ポスト システム」に対する接着強さを単独で計測した場合と同等の値を示しました(図5・9)。他社品A及びBは「ファイバーコア ポスト システム」が破断した値よりもかなり低い値で、ポスト表面ではなくポスト内部での凝集破壊したことが認められ、横方向への引っ張り強さが「ファイバーコア ポスト システム」より劣っているか、ポスト内部にお

るファイバー繊維とマトリックスレジンの接着強度が低いことが考えられます。

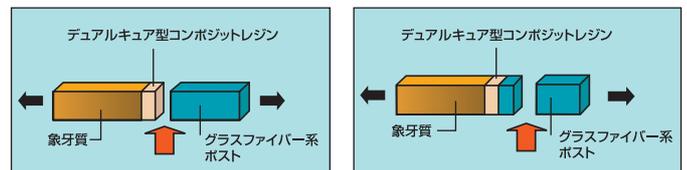
(図10)



ファイバーコア ポスト システムは、接着強さを単独で計測した場合(図5)と同等の値を示し、試験製品中最も高い接着強さを示した。

図9

### デュアルキュア型コンポジットレジンと グラスファイバー系ポストの接着における破断面位置の観察



ファイバーコア ポスト システム (ペントロン)

他社品A及びB

ファイバーコア ポスト システムは全てポスト表面での破断に対し、他社品A及びBはポスト内部での破断が認められた。なおデュアルキュア型コンポジットレジンと根管壁象牙質接着界面で破断した試料は1例認められなかった。

図10

## ●直接法か?間接法か?

レジンコア・ポストによる修復方法には周知の通り口腔内で直接支台築造を行う直接法と、作業模型上で製作したレジンコア・ポストを口腔内で接着する間接法の2種類があります。間接法の利点として、接着操作が短時間かつ確実にに行えることが挙げられていますが、確かにコア部の築盛・形成までの操作時間を考えれば間接法に分があると思われる(図11)。しかしながら、象牙質に対する接着操作の時間においては、両者それほど変わらないと考えます。直接法にしても間接法にしても、どのボンディングシステムを使用するかによって接着操作時間は変わってきますが、間接法で製作したレジンコア・ポストをデュアルキュア型の築造用レジンで装着する術式においては、装着後光照射するまでの時間と、直接法におけるグラスファイバー系ポスト挿入、デュアルキュア型築造用レジンの光硬化までの時間とほとんど変わりません(図12)。直接法の場合においてはコア部を追加築盛・成形する必要がありますが、間接法による築造の操作時間が直接法と比べ、はるかに短いとは言いきれず、加えて象牙質との接着操作における防湿処置は、直接法も間接法も重要であることには変わりありません。なお、筆者らは直接法におけるコア部の追加築盛の際に賦形のしやすい築造用光重合型コンポジットレジンを用いています。

**間接法か?直接法か?**

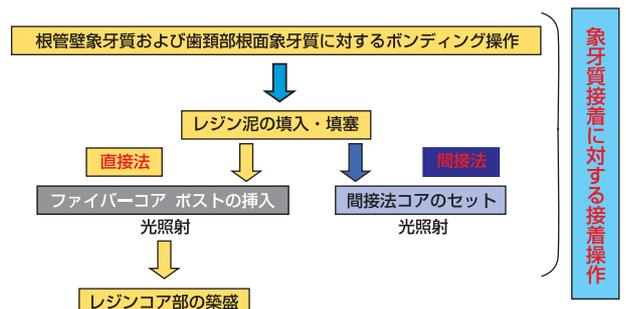
**間接法レジン支台築造の利点・欠点**

<b>利点</b>	重合収縮を補償できる	?
	保持力が向上する	?
	確実な接着操作ができる	?
	作業模型上で修復物の形態を修正できる	
<b>欠点</b>	来院回数が増える	
	技工作業を必要とする	
	アンダーカットの削除を要する	
	仮封が必要である	→ 仮封材による被着面の汚染

接歯学より、接牙

一般的に直接法より間接法の方が操作時間が短く、接着も確実にできると言われているが、実際には両者に優劣は付けづらいと思う。

図11



“確実な接着操作が行える”という点に焦点をおけば、根管壁象牙質への接着操作にかかる時間は直接法、間接法共に同じであり、共に細心の注意を払って操作することに変わりはない。

図12

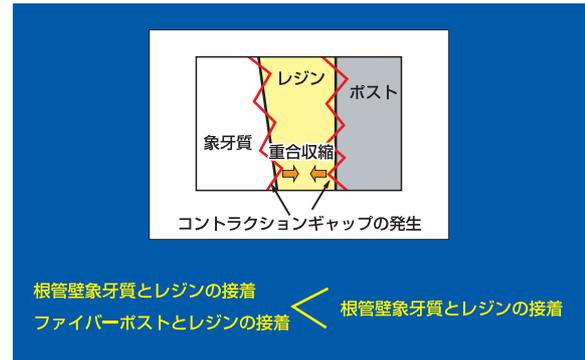
さらに間接法では、レジンの重合収縮に関する問題点、すなわち窩洞内でレジンが重合収縮することで接着が破断してしまうことのリスクを軽減することができるとの指摘もありますが、これについては疑問が残ります。確かに間接法は口腔内で重合硬化させるレジン量を減らすことができるので、接合界面にかかる重合収縮応力を小さくすることができ、これは接着の破断を防止する要素の一つとなります(図13)。一方で、コンポジットレジンの重合収縮応力よりも強く接着していれば、その影響(接着界面での破断)を少なくすることができます。一般に間接法で使用する接着システムはデュアルキュア型ボンディングシステムであり、しかもボンディング材を光硬化させることはできません(セット前に窩洞内でボンディング材を硬化させると、間接修復物が浮く危険性が大きい)。上述したようにデュアルキュア型ボンディングシステムをボンディング材に光照射しないで用いた場合、その接着性能は光重合ボンディングシステムよりかなり劣ります。つまり、間接法では接合界面にかかる重合収縮応力は小さいが、それに対抗するのは低い接着力であり(図14)、直接法では大きな重合収縮応力に対し、高い接着強さで対抗することになります(図15)。どのボンディングシステム、どのレジンセメント(築造用レジンを用いるか)によって結果は違ってくるかと思いますが、はたしてどちらが優れた方法であるかは“重合収縮を小さくできる”という点だけをもって一概に言うことはできないと思います。

また、間接法において使用する仮封材は象牙質接着に影響を及ぼすことが知られており、接着操作前に完全に除去することはなかなか困難です。一方で新鮮切断面に対し接着させることができる直接法は、確実な接着を得るために非常に有利であるため、筆者らは殆どの症例に対し、象牙質に対するレジン接着の第一段階が完了する、すなわちボンディング材を光硬化させることができる直接法を用いています。

## ●まとめ

グラスファイバー系ポストとコンポジットレジンによる支台築造法は接着修復です。これまでの非接着修復では、“なぜこのような窩洞形態が必要であるか”を考え、厳密な窩洞形成を行ってきました。しかし接着性修復法では、非接着性修復法ほど窩洞形態が修復物の予後に影響を及ぼしません。そのかわりに“どの接着材料を選択するのか”、“接着操作は確実に行えたか”が予後に大きな影響を及ぼします。レジンコア・ポストによる修復を成功させるには、接着材料の内容、手技や接着させる対象の特徴を十分に認識した上で使用することが不可欠であると考えます。

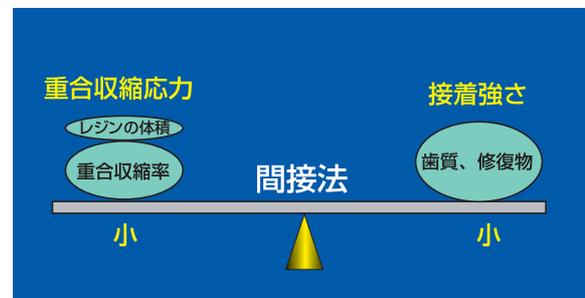
### 接着強さは、レジンの重合収縮応力に対抗する



レジンの重合収縮応力の方が接着強さより大きければ、レジンの硬化時に接着界面で破断する。

図13

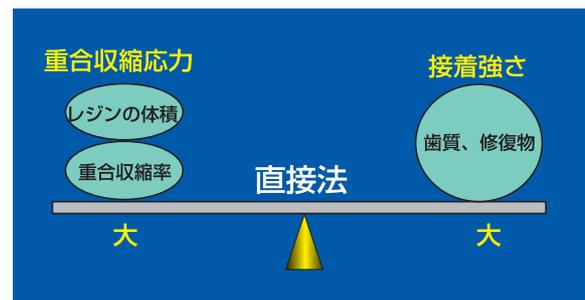
### 間接法におけるレジン重合硬化時に接着界面に働く力の関係



直接法と同じレジンでポストコアをセットするのであれば重合収縮率が変わらないが、その体積を少なくすることができるので重合収縮を小さくすることができる。しかしながら、対抗する接着強さも間接法の場合小さい。

図14

### 直接法におけるレジン重合硬化時に接着界面に働く力の関係



重合収縮は大きいですが、対抗する接着強さも大きい。このバランスが崩れ、重合収縮応力が大きければ、接着界面で破断する。

図15



上顎左側 側切歯の前装冠脱離  
症例：う蝕除去後



根管壁及び歯頸部象牙質へのボン  
ディング操作。  
(クリアフィル メガボンド使用)



光照射：20秒



ビルドイットFR 4mLシリンジにアクセ  
スチップ(スモール)を装着し、気泡を  
巻き込まないようにレジンを注入



シランカップリング処理及びボンディ  
ング処理を施したファイバーコア  
ポスト  
(テーパー)を基部より挿入



光照射：60秒



築造用光重合型コンポジットレジンに  
て追加築盛・賦形し、光硬化させる。



形成終了

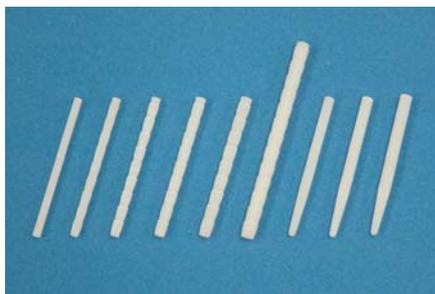


## ファイバーコア ポスト システム



ストレートタイプ6種+テーパータイプ3種の  
9種類となったファイバーコア ポスト

承認番号:21500BZY00371



左からストレートタイプ 1.0mm, 1.125mm, 1.25mm,  
1.375mm, 1.50mm, 1.75mm,  
テーパータイプ 1.25mm, 1.375mm, 1.50mm



## ビルドイット FR



切削感が象牙質に近似し、ファイバーコア ポストとの接着  
も確実なデュアルキュア型支台築造用レジン「ビルドイット  
FR」。従来の25mlカートリッジ(写真右)に加え、狭いポスト  
孔へも確実な充填を可能にしたコンパクト設計の4mlシ  
リンジが登場し、より使いやすくなりました。

承認番号:21400BZY00278

## ファイバーコア ポスト システム関連製品

### ポスト孔清掃用ブラシ MY POST BRUSH マイポスト ブラシ

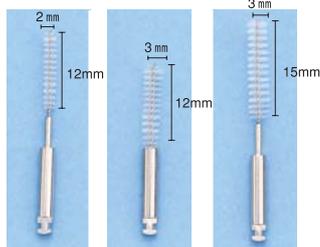


#### 確実な接着を実現する第一歩 はポスト孔の清掃から

プロビジョナルレストレーションの装着時  
に用いるテンポラリーセメントや、根管充  
填後の仮封材の残留は、レジン支台築造の  
接着に大きく影響を及ぼします。マイポ  
ストブラシは、お手持ちのコントラに装着し、  
ポスト孔内を低速回転清掃することで、ス  
ピーディーに接着阻害因子を取り除くこと  
ができます。

販売元：サンデンタル株式会社  
製造元：背戸製作所

許可番号：08B3X00018



RA #1 RA #2 RA #3

### ポータブル式エアブロー Bond Air Ease ボンドエアージーズ



#### ポスト孔内の水分コントロールやボン ディング材の乾燥に最適

ボンドエアージーズは、ブロー圧の繊細な  
コントロールを可能にした噴射ボタンと、  
専用ノズルにより狭く閉塞型のポスト孔内  
でも最適なエアブローを行うことができ  
ます。また、噴射するエアはマイクロエ  
ッチ・ブローから供給され、接着に影響を  
及ぼす水分やオイルミストなどの接着阻害  
因子を含みません。

販売元：株式会社 モリムラ  
製造元：有限会社 秋山歯科器具製作所

届出番号：13B3X00243000001



レジン支台築造時の狭いポスト孔  
内の乾燥に最適です。