

さらなる進化を遂げる i-TFCシステムの支台築造

東京都文京区 坪田デンタルクリニック 坪田 有史

はじめに

支台築造は、機能と審美性の回復を目的として歯冠補綴装置を装着する支台歯に対し、う蝕や外傷などにより失った歯質欠損を人工材料で補う臨床術式である。

特に根管処置歯はアクセスホールを含めて失われた歯質は多くなり、支台築造で適正な支台歯形態へ回復することで、歯冠補綴に耐えうる土台となる。そのような意味からも支台築造の臨床的意義は大きい¹⁾。

根管処置歯の支台築造は通常、金属鑄造による支台築造（鑄造支台築造）と

レジン支台築造がケースに応じて選択されている。

両者は共にメリットとデメリット（表1）があるが、象牙質接着の信頼性が高くなった現在、成形材料で歯質接着が前提となるレジン支台築造は健全歯質保存の観点から見ると高い優位性を有する²⁾。

さらに歯根破折の対策としてファイバーポストを併用したレジン支台築造が広く臨床で活用されている。

表2にファイバーポストの一般的な特長を示す。金属ポストと比較して象牙質の弾性係数に近似した物性を有するため、応力集中が発生しにくく歯根

破折への対策として有用性が高い。また、歯根破折への対策以外にも審美性の向上やメタルフリーの獲得など、そのメリットは多い³⁾。

支台築造用ファイバーポスト・コア「i-TFCシステム」

i-TFCシステム（サンメディカル）とはin-situ Treatment Filling and Core Systemの略称であり、従来、根管充填と支台築造を異なった日で行っていた治療を歯科接着の活用により、同日に一度で行うことを可能とするコンセプトによるシステムである⁴⁾。



新しくなった「i-TFCシステムセット」

表1 鑄造支台築造とレジン支台築造の比較

	鑄造支台築造	レジン支台築造
健全歯質の保存	×	◎
確実性	○	△
機械的強度	◎	△
象牙質に対する弾性係数	×	○
適度な応力集中の発生	×	○
吸水性・溶解性	◎	×
審美性	×	◎
歯肉・歯質の変色・着色	△	○
再根管治療の難易度	△	○
金属アレルギー	×	○
経済性	×	○
硬化時収縮	-	有（直接法） 無（間接法）
技工操作	有	無（直接法） 有（間接法）
来院回数	2回	1回（直接法） 2回（間接法）

表2 ファイバーポストの特長

弾性係数が象牙質に近似しているため、応力集中が起こりにくい
レジンセメントやレジンコア材料との接着性に優れている
白色または半透明であるため、ジャケットクラウンの審美性が向上する
腐食抵抗性が高く、歯質の変色が起こらない
支台歯形成時に起因するメタルタトゥーが生じない
メタルフリーを獲得することが可能となる
金属ポストと比較して容易に削り取ることができるため、再根管治療時に歯質の喪失が少ない

表3 i-TFCシステムの歴史

2005	根管充填用シーラー 「スーパーボンド根充シーラー / アクセル セット」
2007	i-TFC システム 支台築造用ファイバーポスト・コアシステム 「i-TFC システム セット」
2009	ファイバーポストとスリーブの長さを延長 「i-TFC ファイバー ポスト & スリーブ セット」 「i-TFC システム W セット」
2010	光ファイバーポスト 「i-TFC ファイバー 光ファイバーポスト & スリーブ セット」
2011	光ファイバーをメインにレジンを含んだセット 「i-TFC システム 光ファイバーポスト & レジン セット」
2012	ボンディングシステムを追加 「i-TFC ボンド セット」 「i-TFC システム 直接法 セット」
2015	追加製品 「i-TFC システム コアレジンフロー」 「i-TFC ファイバー アクセサリーファイバー」 「i-TFC システム ファイバーポストプライマー」

表3にi-TFCシステムの現在までの歴史を示す。

初めに2005年に接着性材料による根管充填材である「スーパーボンド根充シーラー／アクセル セット」が上市され、その2年後の2007年6月に支台築造用ファイバーポスト・コアシステムである「i-TFCシステム セット」が発売された。

その後、ファイバーポストとスリーブのサイズ変更、光ファイバーポストやボンディングシステム「i-TFCボンド」が追加され、システムとして進化を遂げてきた。

そして、本年8月に新たな製品が追加され、より一層様々な臨床ケースに対応することが可能となった。本稿では、追加されたアイテムを中心に紹介する。

1) i-TFCシステム コアレジンフロー (図1)

既存のi-TFCシステムの支台築造用コンポジットレジン、ポスト部とコア部の適用部位に応じたフロータイプのポストレジンとペーストタイプのコ

アレジンがラインナップされていた(図2)。

間接法でレジン築造体を製作する際には、操作性の点でコア部の築盛をペーストタイプのコアレジンで行うことに問題はない。しかし、口腔内で行う直接法では作業する方向が限定されているため、ペーストタイプは操作面で困難なケースがある。

そこで、コアレジンのフロー化が検討され、フロータイプでありながらペーストタイプのコアレジンと近似した機械特性を有したコアレジンフローが開発された。

なお、コアレジンとコアレジンフローのどちらを選択しても硬化後のコンポジットレジンの強度は同等であり、また機械特性が近似しているため、両ペーストを併用することも可能である。

コアレジンフローの操作性は、垂れを抑えたローフロータイプの設計となっており、容易にコア部を築盛して形態を作ることができるため、直接法での作業効率が向上する(図3)。

2) i-TFCファイバー アクセサリーファイバー (図4)

i-TFCシステムの各種ファイバーポストおよび補強材料(以下:i-TFCファイバー)は、レジンモノマーで含浸硬化させガラスファイバー束が3次元的に編み込まれているFRPポストである。

さらにi-TFCシステム開発時のコンセプトとして、コアの補強を目的としたファイバーの外周配置があり、スリーブが考案された。したがって、必要であればファイバーポストとスリーブを組み合わせたファイバーアレンジメントが可能である。

スリーブはファイバーポストに対してその位置を適宜変えることができるため、様々なテーパを持ったポスト孔に適合させることができる(図5)。

特にファイバーポスト併用レジン支台築造の場合、歯頸部付近の補強が重要である。スリーブの効果は実験的に立証されており⁵⁾、このコンセプトはi-TFCシステムの大きな特長の一つと言える。

しかし、臨床では外径2.0mmの

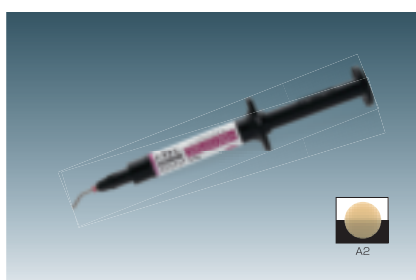


図1 i-TFCシステム コアレジンフロー。

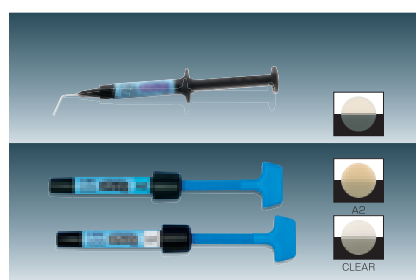


図2 i-TFCシステム ポストレジンとコアレジン、ならびに硬化後の色調。

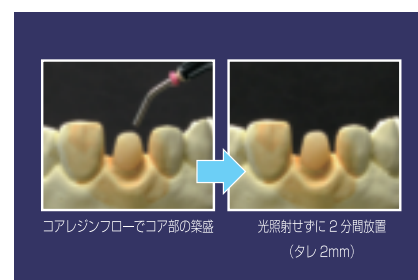


図3 i-TFCシステム コアレジンフローは垂れを抑えたローフロータイプ。

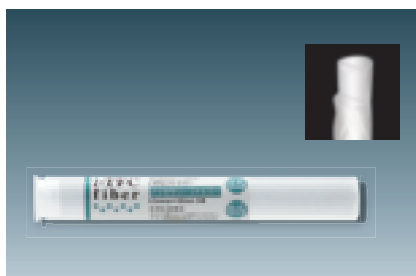


図4 i-TFCファイバー アクセサリーファイバー。

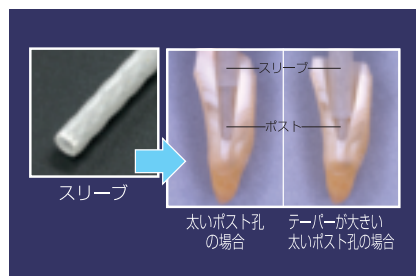


図5 i-TFCスリーブならびにファイバーポストとスリーブを併用した場合の断面。

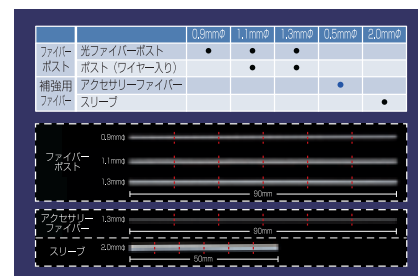


図6 i-TFCファイバーのラインナップ。

Clinical Report

チューブ状のスリーブが入らないポスト孔、あるいはスリーブを使用しても隙間が残るポスト孔がある。咬合関係や残存歯質の状態などから、築造体自体を少しでも補強しておきたいケースがあり、その対応のため直径0.5mmの極細ファイバーであるアクセサリーファイバーが開発された。

なお、アクセサリーファイバーはメインとなるファイバーポストとの併用が原則である。

現在のi-TFCファイバーのラインナップは図6の通りとなっている。

図7-a, bはアクセサリーファイバーの補強効果を示す3点曲げ試験の結果である。

直径3.0mm、長さ25.0mmのポストレジンの中に入れて図7-aの試験サンプルの断面に示すファイバーを配置し、試験を行った。

その結果(図7-b)、光ファイバーポストにアクセサリーファイバーを併用することで補強効果があり、複数本の配置でさらに補強効果が増すことが分

かった。すなわち、臨床での様々なケースに応じて、i-TFCファイバーの豊富なラインナップを活用することで、今まで以上に築造体自体の破折への対策を講じることが可能となった。

3) i-TFCシステム ファイバーポストプライマー (図8)

レジン支台築造は、コンポジットレジンとファイバーポストなどの築造材料、および支台歯との界面で良好な接着を獲得することが重要である。

このことは、保持力の向上による脱離・脱落への対策以外に、弾性係数が象牙質に近似した人工材料と支台歯の一体化(モノブロック構造)を図ることにある。

その結果、応力集中の発生が抑制され、抜歯に転帰する可能性が高い重篤な歯根破折の対策となる。

i-TFCファイバーは、編み込み構造による凹凸が機械的嵌合を発揮し、さらにレジンモノマーが含まれているため、ポストに前処理をしなくてもポストレジンと高い接着性が得られる。

しかし、さらなる接着性を向上させるオプションとしてファイバーポストプライマーが開発された。ファイバーポストプライマーを一層塗布することで、ぬれ性が向上してi-TFCファイバーとポストレジンの接着に信頼性が増すことになる(図9-a, b)。

また、i-TFCファイバーは切断して使用するため、その切断面の処理にも有効である。

4) i-TFCシステム コアレジンのシリンジ変更

i-TFCシステムの追加製品の開発に合わせてコアレジンのシリンジがリニューアルされた。

これまでのコアレジンでは、一般的なコンポジットレジン同様に先端部が細い形状であったが、新しいコアレジンではペーストを最後まで押し出せるストレートタイプが採用された(図10)。

なお、シリンジ以外の変更はないため、これまでと同じ感覚で使用することができる。

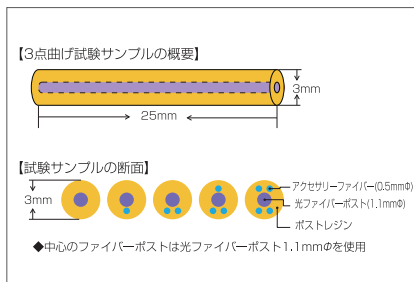


図7-a i-TFCファイバー アクセサリーファイバーの3点曲げ試験の試料。

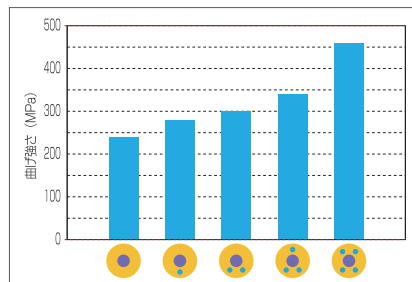


図7-b 3点曲げ試験の結果。
＜サンメディカル(株)測定データ＞



図8 i-TFCシステム ファイバーポストプライマーと各ファイバー処理。

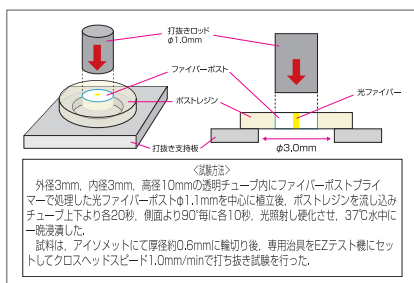


図9-a ファイバーポストプライマーの打ち抜き試験方法。

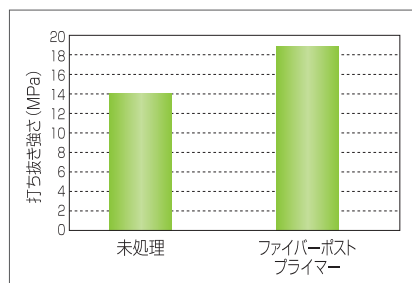


図9-b 打ち抜き試験の結果。
＜サンメディカル(株)測定データ＞



図10 i-TFCシステム コアレジンのシリンジ変更。

臨床例

1) i-TFCシステム コアレジンフローによるコア部の築盛 (図11)

65歳、女性。根管処置歯の 3]。
う蝕染色液にて脱灰象牙質を除去し、



図11-a 3] 根管処置歯。髄腔保持型の築造窩洞形成終了。

コアレジンフローによる髄腔保持型のレジン支台築造を選択した。

積層法3回でコア部の築盛を行ったが、レジンの垂れも少なく、短時間で支台築造が完了した。



図11-b ボンディング処理で使用したi-TFCボンド。

2) i-TFCシステムによる間接法レジン支台築造 (図12)

63歳、女性。根管処置歯の 2]。
直径1.3mmの光ファイバーポストとスリーブに加え、周辺の際間に直径0.5mmのアクセサリーファイバーを3



図11-c ボンディング処理後、コアレジンフローによりコア部を築盛 (1回目) し、光照射した。



図11-d コアレジンフローによりコア部を築盛 (2回目) し、光照射した。



図11-e 3回目のコア部の築盛。垂れも少なく短時間で築盛が終了する。



図12-a ポスト保持型の築造窩洞形成終了。



図12-b 接着阻害因子を考慮して寒天・アルジネート連合印象で印象採得を行う。



図12-c 作業模型上でファイバーポストとスリーブを組み合わせて調整し、試適した。



図12-d 調整の終わったファイバーポスト、スリーブと3本のアクセサリーファイバー。



図12-e ファイバーポストプライマーでファイバーの接着前処理を行う。



図12-f ポストレジンポスト孔に充填し、各種ファイバーを配置して光照射した。

Clinical Report

本配置して強度の補強を行ったレジン築造体を製作し、スーパーボンドで接着した。

ジルコニアコーピングオールセラミッククラウン(カタナ・クラレノリタケデンタル)をスーパーボンドにて装着し、良好な審美性が得られた。

おわりに

著者も参加した「接着臨床研究会・支台築造研究部会(会長:眞坂信夫先生)」によってプロジェクトが1997年4月に生まれ、様々な検討を行われた。

2007年に支台築造用ファイバーポスト・コアシステムとしてi-TFCシステムが製品として具現化された。

当初からi-TFCシステムは、プロジェクトで考えられた開発目標を満たすシステムであったが、その後、ユーザーの意見などを反映し、様々な追加製品やリニューアルを行い進化を続けてきた。

今後もユーザーのため、さらにはi-TFCシステムの活用で根管処置歯の良好な経過が得られ、長期にわたって十分に機能させるため、よりよい進化を遂げることを期待する。

参考文献

- 1) 福島俊士監修:MI時代の失活歯修復 一歯根を破折させないために、クインテッセンス出版、2004.
- 2) 坪田有史:接着と台着を再考する -支台築造を中心に-。補綴誌、4:364-371、2012.
- 3) 坪田有史:支台築造の臨床的ガイドライン。歯科審美、27:108-111、2015.
- 4) 眞坂信夫・諸星裕夫編著:i-TFCシステムの臨床。ヒョーロン・パブリッシャーズ、2009.
- 5) 佐々木圭太:漏斗状根管に対するファイバーポスト併用レジン支台築造の補強に関する研究。補綴誌、2(3):157-166、2010.
- 6) 瀧美克幸:予知性の高い支台築造を考える ~ファイバーポストへのモノマー含浸によるレジンとの接着性向上効果について~。第33回 日本接着歯学会学術大会、2014.



図12-g コア部をコアレジンフローで染盛。

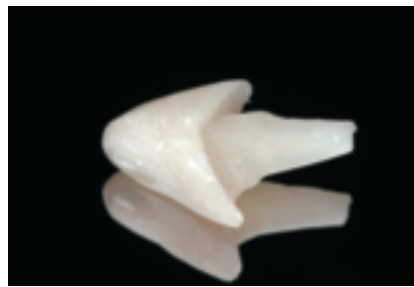


図12-h 完成したファイバーポスト併用レジン築造体。



図12-i 支台歯に試適後、接着面にサンドブラスト処理を行う。



図12-j スチームクリーナーで洗浄、乾燥後、スーパーボンドPZプライマーを塗布。



図12-k スーパーボンド(ポリマー粉末:混和ラジオペーク)で接着。



図12-l 支台歯形成後、プロビジョナルクラウンで辺縁歯肉のマネージメント終了時。

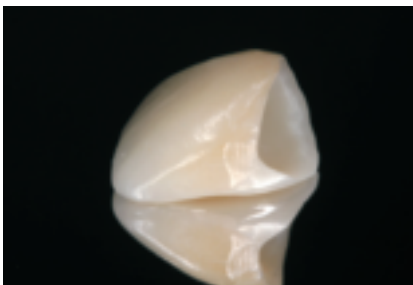


図12-m 製作したジルコニアコーピングオールセラミッククラウン(カタナ・クラレノリタケデンタル)。



図12-n スーパーボンド(ポリマー粉末:混和クリア)で装着。