

CURRENT LOCATION OF MONOLITHIC ZIRCONIA PROSTHESIS

モノリシックジルコニアの“いま”

口腔内スキャナー, CAD/CAMとの親和性の高い補綴装置の可能性を探る

白石大典 土屋雅一 編



医歯薬出版株式会社

図 15 口腔内スキャナーからのデータの特徴として、上下顎の歯が被圧変位することで咬頭嵌合位では食い込んだデータとなる。この食い込み量から個々の歯の動揺度を把握し、コンタクトの強さや咬合接触の強さをコントロールする

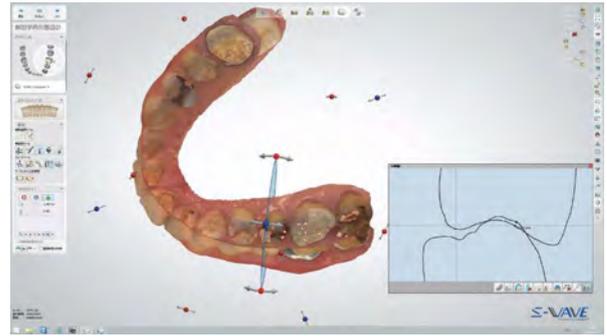


図 16 支台歯以外の歯は咬合による被圧変位をしているが、支台歯と対合歯は被圧変位していない場合がある。その結果、バイトが低くなることもある。モノリシッククラウンの研磨量を含め、症例により設定のコントロールが必要となる



図 17 模型レスでモノリシッククラウンを製作する場合、この段階でコンタクトの形と接触強さをコントロールしなければならない。隣在歯の動揺度の把握も必要となる

CAD/CAM システムと ジルコニア材料の相性

CAD/CAM システムを応用した技工作業の成果として、ラボサイドが最も期待するところは「生産性の向上」ではないだろうか。現在、歯科技工士養成校の定員割れや廃校、若い歯科技工士の離職、高齢化などに伴い、歯科技工士の求人難は極めて深刻である。この現状を改善するためには機械化、AI化などが注目されている。

CAD/CAM システムを用いて作業を機械化し、人の手による作業を限りなく少なくすることで、生産性を上げる効果が見込める。CAD/CAM システムを利用し、レイヤリング用フレーム製作や铸造用のワックスを加工するという技工作業の一部を行うことで、生産性向上に貢献している。

しかし、最も生産性に直結するのは、単一材料を使って（モノリシックで）補綴装置を製作することである。

補綴装置の最終形態を CAD 上で設計し、その形を加工することで、技工作業の工程を大幅に簡素化することができ、生産性向上に大きく寄与している。モノリシック材料の中でも、半焼結のジルコニアは軟らかく、加工しやすく、加工時間も短く、ドリルの消耗も少ない。ジルコニア以外の硬質材料（金属、ガラス系セラミックス、ハイブリッドレジンなど）の加工は基本的に注水・注油が必要となり、注水機能のある加工機が必要となる。また、硬い材料の加工は薄いところのチッピングが起るリスクもある。

一方、ドライ環境での加工を主に行う半焼結のジルコニアは、ドライ加工のみに対応する加工機でも使用できる利点がある。半焼結のジルコニアは 20% ほど収縮するため、その分大きく加工する必要があるが、半焼結の軟らかい時点で細部のカービング（咬合面の溝など）や表面のドリルの切削痕を研磨することができ、最終研磨の時間短縮ができるのも有利なところである。

Q3：ジルコニアの強度は各社で表示される数値が異なりますが、どのように計測しているのでしょうか？

ATD ジャパン (田中)：一つご注意いただきたいのは、メーカーの開示している強度というのはあくまで「平均値」であるということです。1,080MPaと強度を謳っているあるメーカーのディスクでは、最低値で600MPaが計測された例もあるようです。臨床家の方は、測定値にも幅があることを認識しておくべきだと思います。

白石：そんなに幅が出るものなのですね。

東ソー (植田)：ISO で指定された試験方法にも種類があって (表 4)、よく示されている3点曲げ試験は比較的力の掛かる範囲が狭い計測法です。計測もしやすく、強度的に高い値が出やすいので、多用されているのだと思います。

一方、4点曲げ試験は材料の欠点を見つけやすいのですが、計測が難しい試験です。3点曲げ試験の強度値に0.8～0.9掛けすると、大体4点曲げ試験での強度になります。当社でもこれまで3点曲げ試験で数値を出していたのですが、この傾向を反省して現在は4点曲げ試験

も行っています。表示強度は下がりますが4点曲げ試験を標準的な基準に変えていこうかとも考えています。

土屋：3点、4点とは聞いたことがありましたが、そういう違いがあったのですね。

ATD ジャパン (田中)：4点曲げ試験はロングスパンブリッジのような本当に強度が必要な場合に注目すべきだと思います。試験ごとの特性も理解して材料を選べると良いと思います。

白石：同じ『Zpex Smile』を原料としたディスクでも、曲げ強度が500～600MPaのものと1,000MPaを超える製品がありますが、この違いも試験方法によるものなのでしょうか。

東ソー (植田)：我々の認識では、『Zpex Smile』を使用すれば強度は必然的に下がると考えていますので、その可能性はありますね。歯科用との基準となるISOについては元々ガラスのような弱い材料を測定する方法であるということもあって、測定条件にかなりの幅があります。例えば、スパンが短いほうが力の掛かる範囲が狭くなるので、短いスパンで測ったほうが強度は高く出やすいということになります。

白石：では、東ソーさんはどのような基準で計測されて

表 4 JIS T 6526 にて規定される曲げ試験法の分類 (ISO 6872 : 2008 より)

試験法	3点曲げ試験	4点曲げ試験	2軸曲げ試験
支点間距離	12.0～40.0mm (±0.5mm)	16.0～40.0mm (±0.5mm)	直径10～12mmの支持円上に120°間隔で配置
試験片の寸法	幅 w = 4.0 ± 0.2mm 厚さ b = 1.2～3.0mm (±0.2mm) シャンファ c = 0.09～0.15mm の直方体状 長さは支点間距離より2mm以上長く、厚さと長さの比は0.1以下		直径12～16mm 厚さ およそ1～2mm のディスク状
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 比較的圧力の掛かる範囲が狭く、強度的に高い値が出やすい 計測が比較的容易である 	<ul style="list-style-type: none"> 材料の欠点を見つけやすく、強度的に低い値が出やすい (3点曲げ試験の0.8～0.9倍) 1点でもずれると間違った値が出やすく、計測が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> 海外で多用される 支点間距離が短くなりやすいので、強度的に高めめの値が計測される

設計 1

モノリシックブリッジ



1-9, 10 プロビジョナルレストレーションをスキヤニングして、CAD/CAMにて同型のワックスを出力し、模型上の手作業にて形態修正を施す。バーチャルではなく肉眼にて、歯列の連続性や咬合を確認することが、質の高い補綴装置製作に重要と考えている



1-11, 12 白歯部の最終構造の選択肢としてモノリシックジルコニアが挙がったため、残存歯列との審美的な調和を図れるかどうかを、先の下顎を補綴することで確認した。下顎の最終補綴装置は、シタリング後の表面ステインにて仕上げた



1-13 ~ 16 残存歯とのシェードマッチが可能であることを確認した後、上顎もモノリシックでの製作に移行した



1-17 ~ 22 完成した最終補綴装置の模型上並びに口腔内装着時. 上顎は 7 6 5 4], [3 4 5 6 が連結, その他は単冠で仕上げた. 構造はすべてモノリシックジルコニアである〔症例担当: 榊原 毅先生 (横浜市港北区 / さかきばら 歯科)〕

6

ジルコニアインレーの有用性

白石大典 Daisuke Shiraishi
 湘南セラミック（神奈川県藤沢市）

ジルコニアインレーの有用性

現在、セラミックインレーは二ケイ酸リチウム系ガラスのものが主流となっている。製作法はプレスして圧入するタイプと、CAD/CAM システムによってミリング後に加熱処理するタイプのものがある。最終製品はどちらも同様の物性を持ち、色調や透光性は天然歯に近く審美性が高い。適合性はプレスして製作するタイプが優れ、設備投資も比較的少なく済み、操作性も優れている。

一方、CAD/CAM システムで製作するタイプは高額な設備投資が必要なうえ、硬いブロックを加工するのでインレーなどの複雑で薄くなる加工には適していない。現在主流のプレスした二ケイ酸リチウム系ガラス製のインレーは優位性が高いが、欠点も存在する。それは、一般的にグレージング仕上げする表面のグレージング材が剥がれ落ちる点である。

特に咬合接触があるところは口腔内へ装着後、早い時期にその現象が起こる。グレージング材が剥がれ落ちた二ケイ酸リチウム系ガラス製のインレーは、咬み心地も良くない。また、研磨仕上げしてもすぐに艶がなくなっ

てしまううえ、薄くなったマージン部は欠けるリスクも高い。

一方、モノリシックジルコニアインレーは薄くなっても十分な硬度があり、研磨したものは永く口腔内で機能しても艶が落ちない。また、ジルコニアはモース硬度が高く傷付きにくい特性と靱性があるので、補綴装置の材料として優れている。

物性に優れるジルコニアインレーがこれまで普及しなかったのは、精密加工の難しさ（図1～3）と口腔内での接着に問題があったからである。プレスした二ケイ酸リチウム系ガラスセラミックス並の適合精度がジルコニアの加工で可能で、接着強度が得られれば、ジルコニアインレーが最良の選択であると筆者は考える。

そこで、高精度のスキャナーを使い、CAD ソフトウェアの設定、CAM ソフトウェアの設定、加工機を選択を極めていくことで、高精度のジルコニアインレー製作が可能と考え、チャレンジした結果、無調整で適合の良いジルコニアインレーの製作が可能となった（図4～17）。口腔内スキャナー、CAD/CAM システム、ジルコニアインレーこれらの組み合わせは今後の歯科補綴には欠かせないものとなると予想される。



図1 マージン部が厚く調整に時間が掛かるフルジルコニアインレー。CAD/CAM 技工を始めた頃はこのような状態だった



図2 マージンは薄くなったが、窩洞に全く適合していない



図3 マージンも薄く、ほとんど適合しているが、加工時のチッピングによる不適合箇所がある



図 4, 5 無調整でほぼ適合しているモノリシックジルコニアインレー。適合させる方法はスキャン精度の向上（できるだけ精度の高いスキャナーを使用する）、CAD ソフトウェアの設定値の最適化、CAM ソフトウェアの加工パスをインレー用に最適化することが必要となる。加工時間は多少長くなってもチッピングせず、精密に加工したほうが生産性が向上すると考える。人の手で時間を掛ければ高精度の適合を得ることができるが、それでは CAD/CAM システムを使うメリットを活かせない



図 6, 7 モノリシックジルコニアインレーは、薄いマージン部もほとんどチッピングしないで加工できる。それは、半焼結のジルコニアは軟らかく加工しやすく、焼結時に 20%程度収縮するので大きく加工できるからである。また、ジルコニアは薄くなってもチッピングしにくく、研磨したジルコニアは傷が付かず長期間滑沢なため、対合歯に優しい、靱性もあるのでモノリシックインレーには適していると言える



図 8, 9 適合状態が良いと調整時間がほとんど掛からないので、研磨を短時間で行うことができる。また、模型の損傷や汚れもなく完成することができる