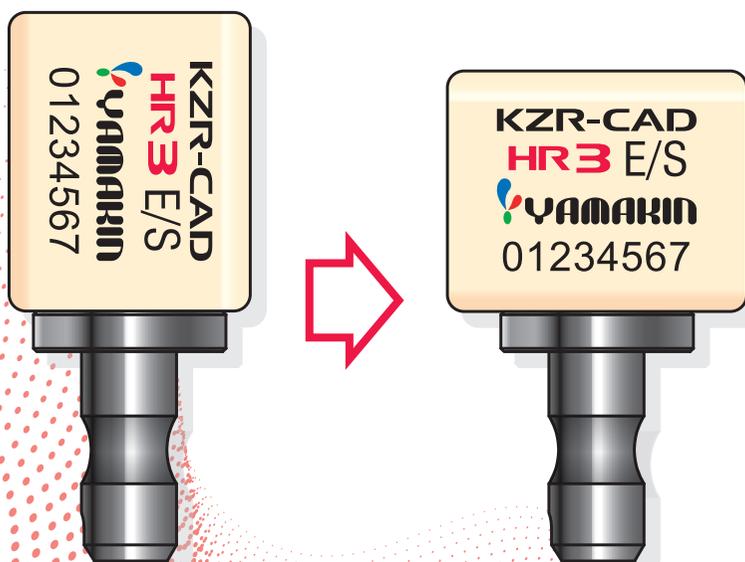


タテからヨコへの新発想

CAD/CAMインレー加工に適した「横向きブロック」と
サポートピン配置テクニックの紹介



Contents

はじめに	2
1 CAD/CAMインレーの現状	4
1-1 保険適用の経緯	4
1-2 CAD/CAMインレー加工の課題	5
1-3 加工方法のポイント	6
2 サポートピンによる適合改善	8
2-1 サポートピンの本数による効果	8
2-2 CAD/CAMインレーの横向き配置による効果	9
2-3 適合を改善するためのノブの付与	11
3 CAD/CAMインレー加工に適した 新発想レジンブロックサイズ	14
おわりに	16

はじめに

YAMAKIN株式会社 坂本 猛

患者のために、最良である歯科修復物を考えるとき、技術的に形態、加工、装着が重要であることは言うまでもない。さらに、歯科修復物の適合を最良にするためには、歯科医師や歯科技工士の試行錯誤だけではなく、材料を提供するメーカーも積極的な技術提供をおこなう必要があると考えている。

このような考え方で、2022年6月に発刊した「歯科用デジタルハンドブック別冊 知っておきたいCAD/CAMインレーのポイント」¹⁾では、同年4月に保険適用されたCAD/CAMインレーに関しては、CAD/CAM冠と同様の加工方法では適合不良となる場合があることを紹介し、CADデザイン、シーケンスの変更などによる解決方法を提案した。

CAD/CAMレジンプロックとしては、初めてのインレーへの保険適用であるため、加工や装着などの懸念が想定される中、ささやかではあるが、早期に広い情報提供をすることができたので、大きな反響をいただいた。

「歯科用デジタルハンドブック別冊 知っておきたいCAD/CAMインレーのポイント」¹⁾の検証では、同一の形状でサポートピンを1本(φ2.5)と2本(φ2.5 φ0.5)の適合を比較したところ、サポートピンを増やしたほうが良好な適合であったことが検証できた。

しかしながら、サポートピンを増やす場合、レジンプロックのサイズを1サイズ大きくする必要があり、材料コストが上がる課題があった。

そこで、本冊子では、サポートピンの配置の工夫と、レジンプロックサイズを変更せずに「横向きで配置した新発想のレジンプロックサイズ」により、レジンプロックのサイズを1サイズ大きくすることなく、サポートピンを増やして加工精度を高める方法を考案した。加工検証した結果、シーケンスを編集することなく、CAD/CAMインレーの適合を向上できた。

本冊子では、これらの検証内容と加工精度向上のテクニックを詳細に紹介する。

CAD/CAMインレーの現状

1-1 保険適用の経緯

CAD/CAM冠が2014年4月に保険適用されたことで、デジタル加工技術が積極的に歯科修復物の製作に応用されるようになった。これ以降、加工条件やCADデザインおよびCAD設計時の設定値改善が継続的におこなわれ、加工精度や形状再現性が向上している。また、材料の物性向上などにより、表1-1のとおりCAD/CAM冠の適応範囲が広がった。これら技術の進歩がCAD/CAM冠の急速な普及の要因となり、現在ではクラウン修復の選択肢として広く認知されている。

さらに、2022年4月にはCAD/CAMインレーが保険適用された。歯科用CAD/CAMシステムを用いて製作した歯科修復物による保険治療としては初のインレーへの適用である。



図1-1 CAD/CAM冠



図1-2 CAD/CAMインレー

表1-1 CAD/CAM冠およびCAD/CAMインレーの保険適用²⁾

適用時期	種類	適応範囲
2014年 4月	CAD/CAM冠	小臼歯
2016年 4月		大臼歯（アレルギー患者に限る）
2017年 12月		下顎第一大臼歯 ^{*1}
2020年 4月		上顎第一大臼歯 ^{*1}
2020年 9月		前歯
2022年 4月	CAD/CAMインレー	小臼歯・第一大臼歯 ^{*1, *2}

^{*1} 上下顎両側の第二大臼歯が全て残存し、左右の咬合支持がある患者に対し、過度な咬合圧が加わらない場合等において第一大臼歯に使用する場合

^{*2} 歯科用金属を原因とする金属アレルギーを有する患者において、大臼歯に使用する場合（医科の保険医療機関又は医科歯科併設の医療機関の医師との連携の上で、診療情報提供（診療情報提供料の様式に準ずるもの）に基づく場合に限る。）

CAD/CAMインレーはCAD/CAM冠と同様にレジンプロックが用いられるため、製作工程はCAD/CAM冠とほぼ同じである。しかしながら、CAD/CAM冠と同じ加工条件でCAD/CAMインレーを加工すると、削り残しを生じやすく、適合不良になることが多い。これは、MODインレーのようなクラウンよりも薄く細長い形状を加工する際に生じる“たわみ”によるものである。

この“たわみ”の影響を減らし、良好な適合を得るためには、CAD/CAMインレーの加工条件を最適化する必要がある。

1-2 CAD/CAMインレー加工の課題

CAD/CAMインレーの最適な加工条件を検証するため、まず、CAD/CAMインレーをCAD/CAM冠と同じ条件で加工した。なお、検証の詳細は2022年6月発行の「歯科用デジタルハンドブック別冊 知っておきたいCAD/CAMインレーのポイント」¹⁾（以下、冊子「CAD/CAMインレーのポイント」）3章の3-1、3-2を参照いただきたい。

検証の結果、前述のとおり適合不良となった。原因を確認するためにCAD/CAMインレーを中央で切断したところ、サポートピン側の適合は良好であったが、サポートピンの反対側では適合が著しく劣っていることが判明した。

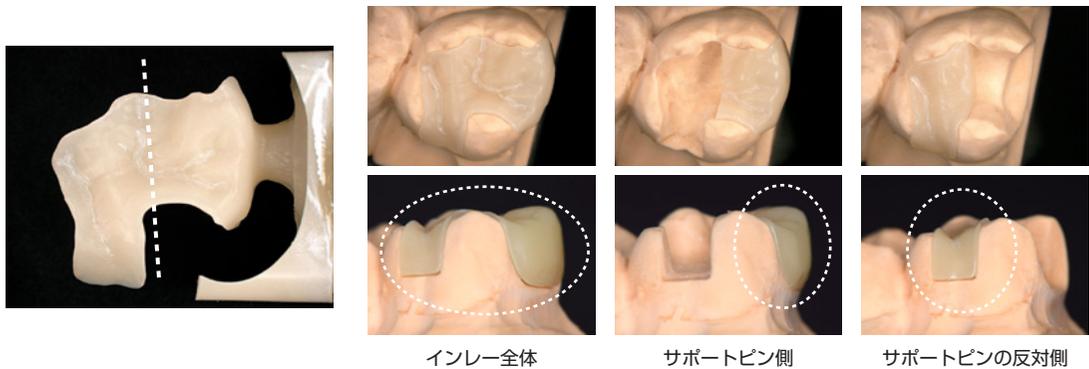


図1-3 CAD/CAM冠と同じ条件で加工したCAD/CAMインレーの適合

この検証結果から、適合不良の原因はたわみによるものであると推察される。サポートピンの反対側の加工では、切削時にかかる負荷によって咬合面の薄い箇所がたわんでCADデザインのとおりには削ることができず、削り残しが生じたものと考えられる（図1-4）。一方で、サポートピン側の加工は、CAD/CAM冠と同様にサポートピンを配置している隣接面が支えとなり、切削時にたわみにくく、咬合面部の加工に対して切削負荷の影響を受けなかったと考えられる。

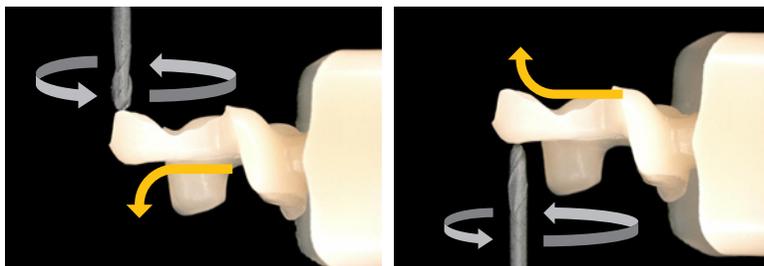


図1-4 咬合面部の加工（左：咬合面側 右：内面側）

1-3 加工方法のポイント

この課題に対して、冊子「CAD/CAMインレーのポイント」¹⁾では、たわみを抑制する次の3つの加工法を検証した。

- 1) 繰り返し加工法（同じ加工パスで繰り返し加工）
- 2) 補強加工法（咬合面部に厚みをもたせるため補強用のサポートピンを付与）
- 3) 分割加工法（3エリアに分割して加工）

その結果、分割加工法で最も良好な適合が得られた。なお、各加工法の検証結果および詳細については冊子「CAD/CAMインレーのポイント」¹⁾ 3章3-3-2を参照していただきたい。

分割加工法とは、レジンブロックを3エリア（① 内面加工、② 咬合面加工前半、③ 咬合面加工後半）に分割し、順番に加工することでたわみを抑える加工方法である。

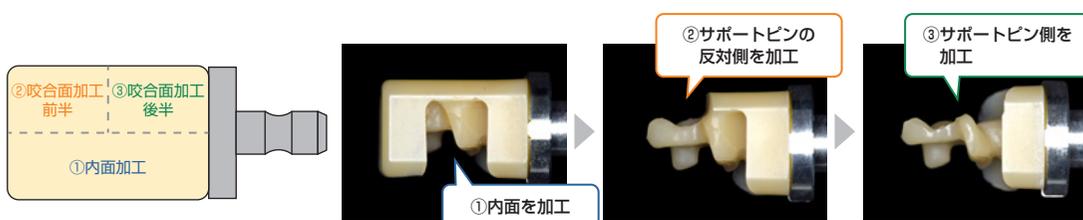


図1-5 分割加工法の流れ

しかしながら、分割加工法を実施するにはシーケンス^{*}の編集が必須であり、編集には歯科用のCAMソフトウェアに比べ高額で導入ハードルが高い専用のCAMソフトウェアが必要で、高度な専門知識も求められるため、すべての歯科医院や歯科技工所で実施できるわけではない。

^{*}加工パスの作成に必要な、加工条件などを登録したベースプログラム

さらに、編集時には回転数や送り速度などの加工条件に始まり、切削していない時の工具の動き方まで多くの項目を設定する必要があり非常に複雑である。しかもこの設定を誤ると材料への干渉などが発生し、加工物の脱落や工具の破損、加工機の故障などの原因になりうる。設定項目の一例として汎用CAMソフトウェアの加工時の切削条件を設定する画面を図1-6に示す。本設定画面だけでも多くの項目を設定しなければならないことがわかる。

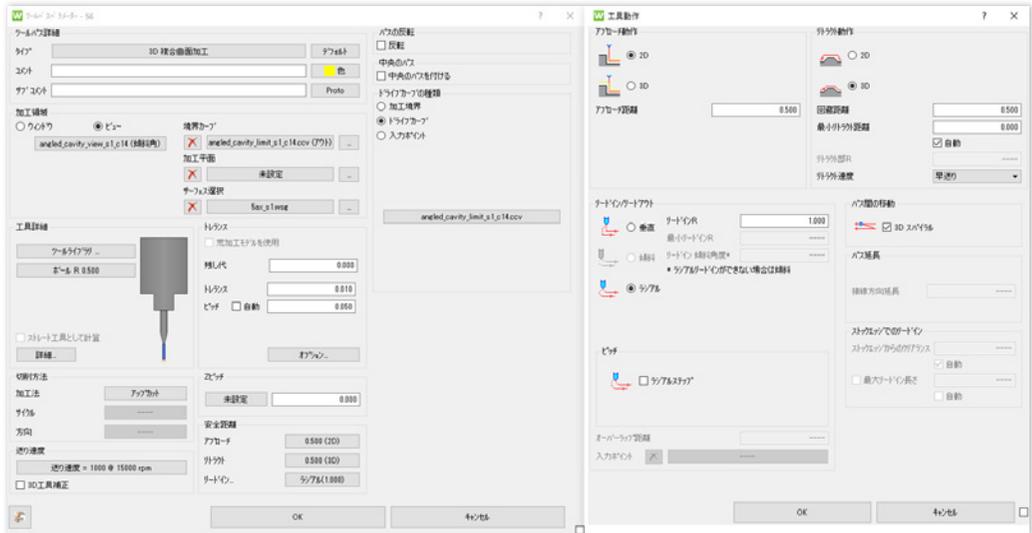


図1-6 汎用CAMソフトの設定画面一例

以上のことから、分割加工法は良好な適合が得られるものの、一方で課題もあるため、シーケンスを編集せずとも適合を改善できる方法として、多くの方に馴染み深い、サポートピンの付与による適合改善方法を次章で検証する。

上述の補強加工法もサポートピン（補強ピン）を付与する方法ではあるが、咬合面部に厚みをもたせる補強の目的で付与しているため、咬合面部との接地面が大きい。そのため、一般的なサポートピンのように手作業で容易に切り離すことができず、削り落とすための加工（2巡目の加工）が追加が必要となるため加工時間が長くなってしまふ。

そこで、より効率のよい方法として、一般的なサポートピンの付与方法を工夫することにより、たわみを抑制する方法を検証する。

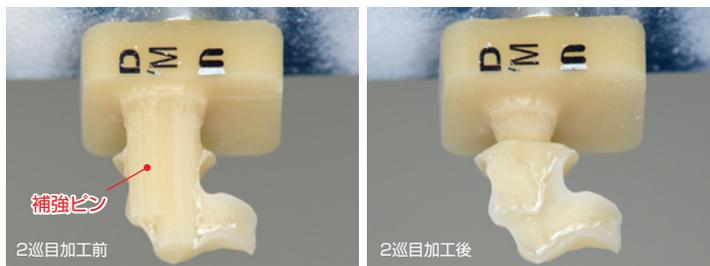


図1-7 補強加工法のサポートピン（補強ピン）除去前と除去後

2

サポートピンによる適合改善

本章では、サポートピンの付与方法を工夫することによる適合改善を検証する。

CAD/CAMインレーの保険適用条件は隣接歯との接触面を含む複雑な窩洞に限られているため、窩洞形状によってはサポートピンの位置に制限が出てしまい複数サポートピンを植立することができない。そのため、サポートピンの位置と窩洞形状の関係が加工物の適合に影響することに留意しなければならない。

2-1 サポートピンの本数による効果

冊子「CAD/CAMインレーのポイント」¹⁾ 3章の3-3-1では、サポートピンを増やすことによって適合が改善するか検証した。同一形状のサポートピン1本(φ2.5)と2本(φ2.5 φ0.5)において、加工物の適合を比較したところ、サポートピン2本のほうが良好な適合であった。

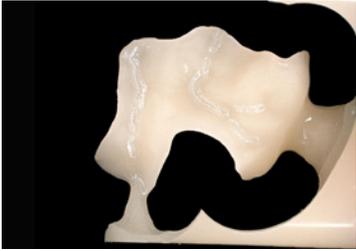
	サポートピン1本	サポートピン2本
加工後		
適合		
判定	△ 適合調整すれば使用できる	○ 微調整のみで良好な適合

図2-1 サポートピンの本数による適合比較

2-2 CAD/CAMインレーの横向き配置による効果

サポートピンを増やす方法は容易であるが、配置や本数によってはCAD/CAMインレーのサイズに適したレジブロックより大きいサイズを選択しなければならず、材料コストが上がるため、十分に有効な方法とは言えない。

そこで、CAD/CAMインレーのサイズに適したサイズのレジブロックで加工できる方法として、CAD/CAMインレーを横向きで配置し、サポートピンを増やすことにより適合を改善する方法を検証する。

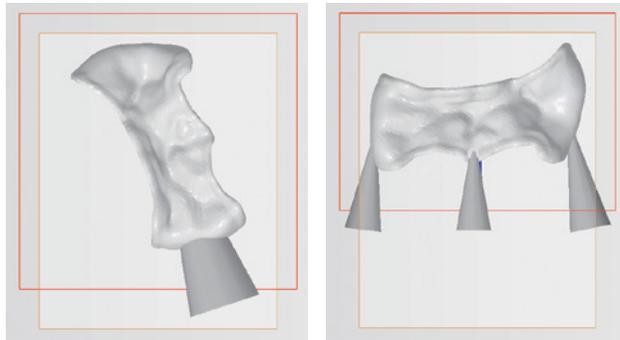


図2-2 CAD/CAMインレーの配置（左：従来配置 右：横向き配置）

複数の形成模型を用いて検証をおこなったところ、横向きに配置したことで、大きいサイズを選択せずにサポートピンを3本に増やすことができた。しかしながら、たわみによる適合は改善されず、適合調整の時間を短縮できなかった。このことから、本数を単に増やすだけではたわみは改善されないことがわかった。

しかしながら、いずれの症例もサポートピンの本数を増やしたことで、サポートピン1本1本を細くできたため、コンタクト部を避けてサポートピンを付与することができ、図2-5のようにコンタクト部の調整箇所が少なくなり、調整が容易になった。

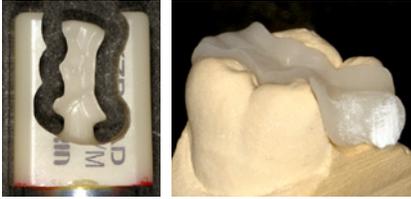
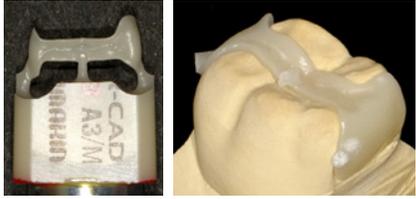
	サポートピン1本	サポートピン3本
症例1	 <p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：サポートピンが太く、除去部分の調整に時間を要する</p>	 <p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：調整が容易</p>
症例2	 <p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：サポートピンが太く、除去部分の調整に時間を要する</p>	 <p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：調整が容易</p>
症例3	 <p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：サポートピンが太く、除去部分の調整に時間を要する</p>	 <p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：調整が容易</p>

図2-3 サポートピンの本数による適合の検証結果

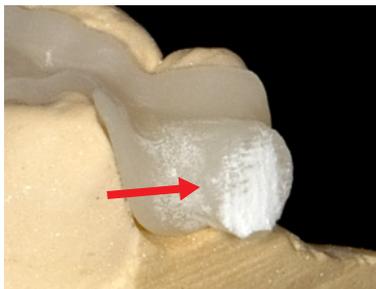


図2-4 サポートピン除去箇所
(サポートピン1本の場合)

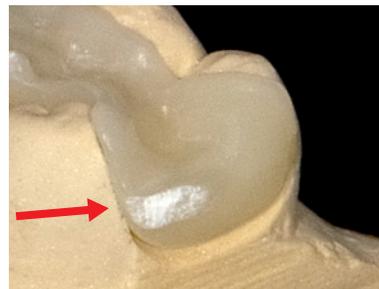


図2-5 サポートピン除去箇所
(サポートピン3本の場合)

CADデザインで患者にあわせたコンタクトの強さを設定しても、サポートピンをコンタクト部に付与してしまうと、切削後にサポートピンを除去する際、手作業の調整が必要になり、品質にバラつきが生じやすくなるが、サポートピンを増やし、1本1本を細くできる横向き配置の方法であればそれを回避することができる。

今後IOS（口腔内スキャナー）が普及すると、模型なしで歯科修復物を製作することが増え、内面やコンタクトを模型上で調整することができないケースが増えると考えられるため、内面やコンタクト部にサポートピンを立てずに加工する必要性は高まっていく。

そこで次項では、細いサポートピンをコンタクト部や形態修正に影響しない位置に複数付与でき、なおかつ、たわみが生じにくい方法を検証する。

2-3 適合を改善するためのノブの付与

本項では、新たな方法としてCAD/CAMインレーにノブを付与し、そのノブにサポートピンを付与する方法を検証する。

図2-6のようにノブを付与することで、CAD/CAMインレーを横方向から挟み込んで支えられるため、サポートピンを直接CAD/CAMインレーに付与するよりも、より安定して支えることができ、たわみが軽減されると予測される。

また、ノブはCADソフトウェアのアタッチメント機能で簡単に付与することが可能であるため実施しやすい改善方法である。

検証では、図2-8のように付与したノブを挟み込むようにサポートピンを付与した。

検証の結果、ノブありの方がノブなしよりたわみが減り、良好な適合が得られ、適合調整の時間を大幅に短縮できた。

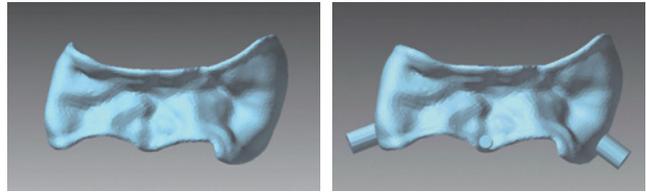


図2-6 ノブの付与
(左：付与前 右：付与後)

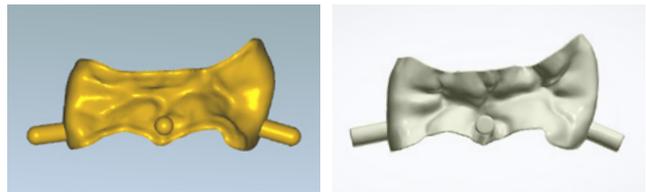


図2-7 ノブ付与イメージ
(左：exocad社 右：3Shape社)



図2-8 ノブを挟み込むように付与したサポートピン

また、形態修正をできるだけ抑えられる箇所にノブを付与したことで、形態修正の時間を短くすることもできた。さらに、ノブは細いため、コンタクト部をできるだけ避けて付与でき、コンタクト調整に要する時間も削減できた。3症例中1症例は適合がノブなしと変わらなかったものの、その症例においてもコンタクト調整は容易になり改善された。

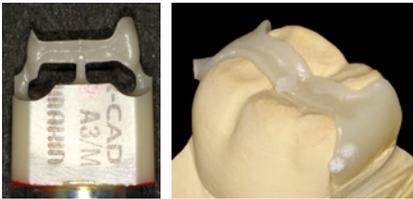
	ノブなし	ノブあり
症例 1		
	<p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：調整が容易</p>	<p>適合：ノブなしよりも若干適合が良好 コンタクト部：ノブなしよりも調整が容易</p>
症例 2		
	<p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：調整が容易</p>	<p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：ノブなしよりも調整が容易</p>
症例 3		
	<p>適合：適合不良のため、適合調整に時間を要する コンタクト部：調整が容易</p>	<p>適合：ノブなしよりも良好 コンタクト部：ノブなしよりも調整が容易</p>

図2-9 ノブの有無による適合の検証結果

さらに、ノブの付与が加工精度に与える影響について試験体を用いて検証した。

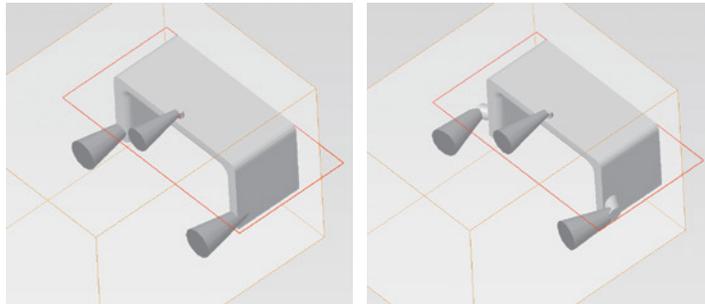


図2-10 試験体モデル（左：ノブなし 右：ノブあり）

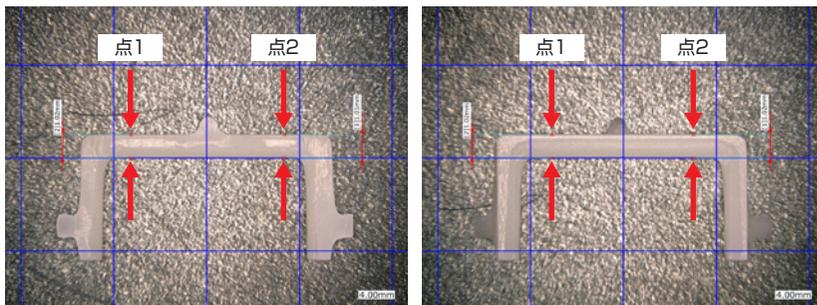


図2-11 寸法測定箇所（左：治具側 右：先端側）

測定結果を表2-1に示す。ノブなしと比べ、ノブありは、試験体の治具側と先端側（レジンブロックの治具の反対側）での差異が小さく、ノブありの方がたわみを抑制していることが明らかとなった。

表2-1 測定結果（単位：mm）

	治具側			先端側			平均 差異
	点1	点2	平均	点1	点2	平均	
ノブなし	0.94	0.95	0.95	0.99	0.99	0.99	0.04
ノブあり	1.00	1.02	1.01	1.02	1.03	1.03	0.02

3

CAD/CAMインレー加工に適した 新発想レジンブロックサイズ

このように、サポートピンの本数やノブの付与といった工夫をすることで、CAD/CAMインレーの保持を安定させることができ、加工精度と適合を改善することができた。

しかし、症例によってはノブを付与した分、CADデータの横幅が大きくなり、結局は大きなサイズのレジンブロックを選択せざるを得なくなる場合があり、本来の目的であるCAD/CAMインレーに適したレジンブロックサイズでサポートピンを増やし精度よく加工するという目的が果たせない可能性がある。

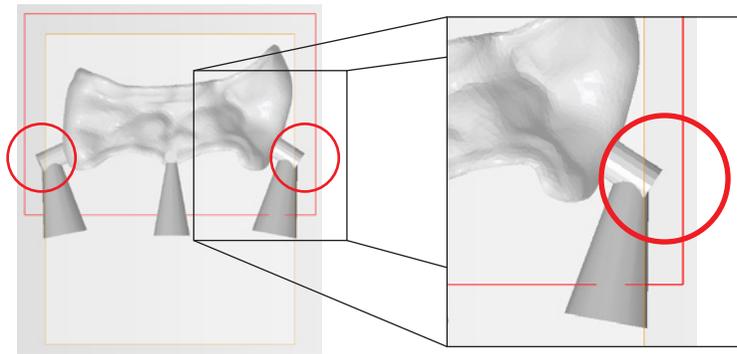


図3-1 ノブ付与のCADデータ

そこで本章では、まったく別の角度からのアプローチとして、材料であるレジンブロック自体を改良することで、ノブを付与する方法をCAD/CAMインレーに適したレジンブロックサイズのまま実現できないか検証する。

通常、レジンブロックは治具を短辺側（各面のうちで面積が小さい面）へ取り付けた“縦向き”であるが、これを長辺側に取り付けた新発想の“横向き”のレジンブロックサイズを考案し、この試作品を用いて、ノブを付与したCADデータがレジンブロック内に収まるかの確認と加工の検証をおこなった（図3-2）。



図3-2 通常のレジンブロックと新発想サイズのレジンブロック
（左：通常製品（縦向き） 右：新発想サイズ試作品（横向き））

試作品は「KZR-CAD HR ブロック3 ガンマシートz (YAMAKIN株式会社)」のSサイズ (15×12×10 mm) で製作した。

その結果、ノブを付与したCADデータを横向き配置で収めることができ、レジンブロックのサイズを大きいサイズに変更することなくCAD/CAMインレーを加工できた。また、治具付近には、サポートピンの配置やCAD/CAMインレーの外周加工時のミリングバーのスペース確保、ミリングバーと治具との干渉防止などの理由から、STLデータを配置できない領域が設定されることがあるが、レジンブロックを横向きにすることで、同じレジンブロックサイズでも加工できる範囲に違いが出て、加工できるCAD/CAMインレーが増えた。

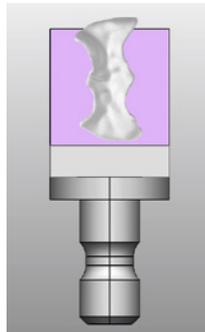


図3-3 縦向きに配置

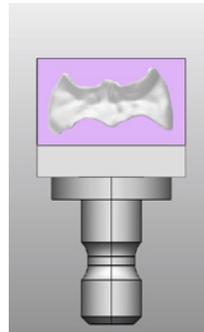


図3-4 横向きに配置

図3-3、3-4の紫色部がSTLデータを配置することができる範囲である。図3-3のように縦向きのレジンブロックサイズではSサイズに収まらない症例が、図3-4のように横向きでは収まることがわかった。

さらに、レジンブロックを“横向き”にしたことで、切削中のCAD/CAMインレーの位置が治具から近くなり、たわみを抑制する効果が働いて、加工精度が向上し、良好な適合となった (図3-5)。

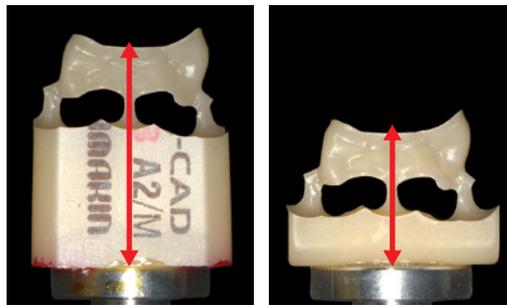


図3-5 CAD/CAMインレー加工後の比較
(左：通常製品 (縦向き) 右：新発想サイズ試作品 (横向き))

今回考案した“横向き”の新しいレジンブロックサイズの試作品であれば、CAD/CAMインレーに適したサイズのままサポートピンをノブ付きで付与することができ、シーケンスを編集することなく、CAD/CAMインレーの加工精度の向上および適合改善が可能となることがわかった。

おわりに

YAMAKIN株式会社 坂本 猛

本冊子では、CAD/CAMインレーの良好な適合のための加工方法として、サポートピンの本数を増やし、配置方法を工夫することを提案した。専門知識を要求するCADソフトウェア上のシーケンス編集をすることなくサポートピンだけの調整だけで適合良くCAD/CAMインレーを製作できるという観点で広く普及可能な加工方法と考えている。

さらに、材料の技術に踏み込みSサイズのレジブロックの長辺側（いわゆる横向き）に治具を取り付けたレジブロックを考案し、加工時のたわみを防止するような材料形状を検証した。

今後、横向きのレジブロックサイズに関して、加工以外での有効性を確認して製品化の道を模索したい。

このようにCAD/CAMインレーの課題に対して、材料と加工技術の両面からアプローチしてさまざまな検証をおこなったが、さらに、材料や加工技術などほかの要因も視野を広げて検証していきたいと考えている。それらの検証結果は、引き続き本冊子のようなかたちで情報をお伝えし、CAD/CAMインレーを多くの方が便利に使用できる方法を普及したいと考えている。

最後に、付録として、今回考案した横向きのレジブロックサイズに各メーカーのCAMソフトウェアが対応可能かについてまとめたリストを付する。本冊子で紹介した方法で加工する場合はCAMソフトウェアが対応しているかご確認いただきたい。

表 横向きレジンブロックサイズへの各CAMソフトウェアの対応可否 (2022年8月現在)

メーカー名	CAMソフトウェア	対応可否
(株)アイキャスト	hyperDENT	○
朝日レントゲン工業(株)	AG セラミルシリーズCeramill Match2	検討中
クルツァージャパン(株)	WorkNC Dental	○
コアフロント(株)	DentalCAM8	
(株)ジオメディ	hyperDENT	○
(株)データ・デザイン	WorkNC Dental	○
デジタルプロセス(株)	OCS-9	○ ※加工ブロックテーブルの変更が必要
デンケン・ハイデンタル(株)	MILLBOX	○
トーシンデンタル(株)	Zirkonzahn.Cam	要相談
(株)モモセ歯科商会	WorkNC Dental	○
(株)ヨシダ	hyperDENT	○
(株)C・C・A・A	DentalCAM7	

※各メーカーの許諾を得て記載した。

※対応検討中のメーカーがあるため最新情報については各メーカーにお問い合わせください。

本文掲載製品

KZR-CAD HR ブロック3 ガンマシータ z
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料 認証番号：303AKBZX00111000

製造販売元：YAMAKIN 株式会社 〒781-5451 高知県香南市香我美町上分字大谷 1090-3

文献

- 1) 一般財団法人ヤマキン学術文化振興財団：歯科用デジタルハンドブック別冊 知っておきたいCAD/CAMインレーのポイント、2022.
- 2) 厚生労働省：保医発0304第1号「診療報酬の算定方法の一部改正に伴う実施上の留意事項について」



歯科用デジタルハンドブック別冊

知っておきたい

CAD/CAMインレーの ポイント

CAD/CAMインレーの概要から、形成、設計、加工、装着のポイントまで幅広く紹介した1冊。

CAD/CAM冠と同条件でCAD/CAMインレーを加工すると生じることが多い適合不良の改善方法など、臨床的な面にスポットをあて、加工検証で得た情報や技術を紹介しています。

2022年6月発行

CAD/CAMインレー セミナー

無料

主なメニュー（組み合わせ自由）

- 形成のポイント
- 設計および加工のポイント
- 装着の注意点
- 接着理論
- 材料特性 など



少人数~大人数
まで対応可能

ご希望の場所で
開催いたします

オンライン可

開催ご希望の方は弊社営業担当者まで
ご連絡ください。

監修

ヤマキン博士会

一般財団法人ヤマキン学術文化振興財団

高橋 元一

高知工科大学大学院起業マネジメントコース修士課程修了
有限会社ベップワン 代表取締役
YAMAKIN株式会社 主席客員研究員
一般財団法人ヤマキン学術文化振興財団 主席研究員

執筆

(氏名掲載は50音順)

黒岩 良介

高知工科大学大学院起業マネジメントコース修士課程修了
YAMAKIN株式会社 高知先端デジタル技術研究所 係長

坂本 猛

北海道大学大学院博士課程修了 博士 (薬学)
一般財団法人ヤマキン学術文化振興財団 理事
YAMAKIN株式会社 常務執行役員 兼 技術・情報マーケティング本部 本部長
ヤマキン博士会 幹事長
高知大学医学部 特任准教授

知っておきたい CAD/CAMインレーのポイント②

タテからヨコへの新発想

歯科用デジタルハンドブック別冊

CAD/CAM インレー加工に適した「横向きブロック」とサポートピン配置テクニックの紹介

2022年8月26日 第1版発行

発行責任者 山本 裕久

発行所 一般財団法人ヤマキン学術文化振興財団
〒780-0901 高知県高知市上町5丁目4番1号 YAMAKINビル5F

非売品

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられております。

