

CAD/CAMによる歯科修復物の製作

その1 チタンコーピングの適合性と セラミックス-ステイン陶材の接合面観察

石田喜紀 岡田英俊 野口博志 龍方一朗
覚本嘉美 福井和徳¹⁾ 影山勝保²⁾ 長山克也

Dental Restoratives Manufactured by CAD/CAM System

1. Adaptation of Titanium Copings and Observation of Bonding Interface between Ceramics and Stain Porcelain

Yoshinori ISHIDA, Hidetoshi OKADA, Hiroshi NOGUCHI, Ichiro RYUKATA
Yoshimi KAKUMOTO, Kazunori FUKUI¹⁾, Masayasu KAGEYAMA²⁾ and Katsuya NAGAYAMA

In this study, a sample of titanium crown made by using DECSY, a dental CAD/CAM system, and one made by casting were compared to examine the adaptation, and the bonding interface of a special ceramic block and stain porcelain after baking was observed.

The space between the die and titanium crown, which was used as the design value, was set at 35, 55, and 75 μm respectively during manufacture of the titanium crown by CAD/CAM. The adaptation was compared in the marginal region.

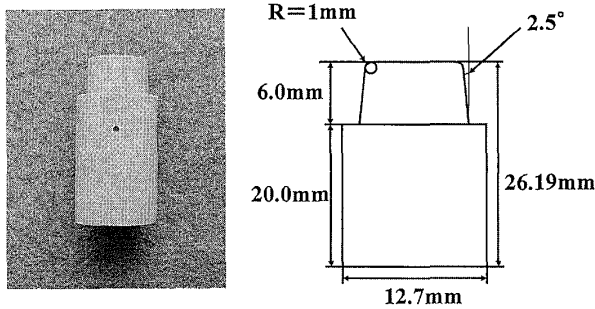
On the other hand, the cutting surface of the ceramic block was coated with the stain porcelain and cut perpendicularly to the bonding interface after baking in order to observe the bonding interface of the ceramics with SEM.

The comparison of the adaptation of samples made by CAD/CAM and casting showed that the adaptation of the marginal region of the titanium crown made by casting was satisfactory. There was no significant difference in the adaptation of the marginal regions of the titanium crowns made by casting and CAD/CAM when the thickness of the spacer was set at 75 μm . The state of the bonding interface between the ceramic block and stain porcelain was satisfactory.

Key words : CAD/CAM, titanium crown, adaptation, ceramics, stain porcelain bonding

受付：平成18年10月2日，受理：平成18年11月2日
奥羽大学歯学部生体材料学講座
奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野¹⁾
奥羽大学歯学部診療科学講座²⁾

Department of Biomaterials Science, Ohu University
School of Dentistry
Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Oral Growth and Development¹⁾
Department of Therapeutic Science²⁾



① ADA規格試験No.2

② T2

図1 支台歯原型

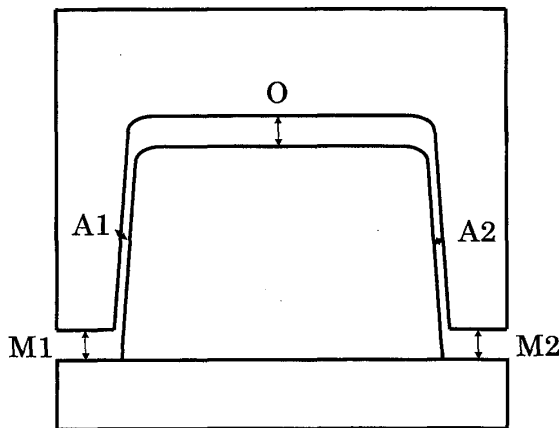


図2 測定部位

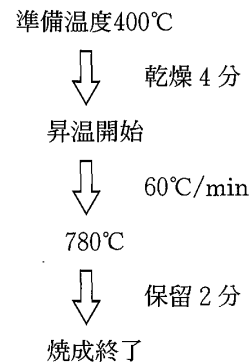
緒言

近年、計測技術の発達により、レーザー応用計測などの三次元計測が歯科にも応用され、またこれらとIT技術を組み合わせ、加工も可能な多数のCAD/CAMが開発され^{1,2)}、臨床で用いられている。CAD/CAMは、チタニウム(以後、Tiとする)やセラミックスが主な加工材料として用いられ、機械的強度や適合性の観点からクラウンへの応用が多く見受けられる³⁻⁸⁾。しかしながら、Tiクラウンの適合性に関してはいまだ鑄造との優位性に疑問点が残り、セラミックスに関しては切削後のステイン陶材との接合状態に問題が残っている。そこで今回、国産のCAD/CAMであるDECSY (MEDIA)を用い、チタンの切削により作製したクラウンの適合性を、鑄造により作製した試料の適合性と比較検討し、また専用のセラミックブロックに対してステイン陶材を塗布、焼成し、接合面の観察を行った。

表1 実験に用いた試料

		code
CAD/CAMスパーサーの厚さ	35 μ m	C3
	55 μ m	C5
	75 μ m	C7
コントロールに用いた埋没材	Titavest CB (Morita)	Tv
	Selevest CB (Selec)	Sv

表2 焼成スケジュール



材料と方法

1. 実験材料

今回の実験には鑄造用TiとしてJIS第3種純Ti (Yoshida)を、CAD/CAMの加工用にTiブロック (デクシーソフトチタンL, MEDIA)を、さらにセラミックスとステイン陶材の接合面観察にDECSY用セラミックブロック (ProCAD Blocks Refill 200/I14, Ivoclar vivadent) および専用シェード・ステインキット (ProCAD Glaze and Stain Liquid, Ivoclar vivadent) を使用した。また、ADA規格試験No.2 (T2-CM, NISSIN) クラウン型を支台歯原型として用い (図1 ①)、この支台歯原型の咬合面隅角相当部位を曲率半径約1mmとなるように全周を研削し、実験に供した (図1 ②; 以後、支台歯原型をT2と称する)。

2. 方法

1) CAD/CAMによるTiコーピングの作製と適合精度の測定

支台歯模型は、T2より採得した印象に硬質石膏 (ミレニウム, 下村石膏) を注入し作製した。今回の実験に使用したCAD/CAMシステム、

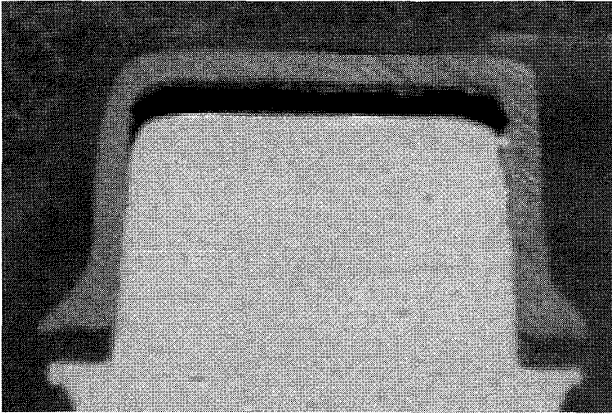


図3 C3切断面

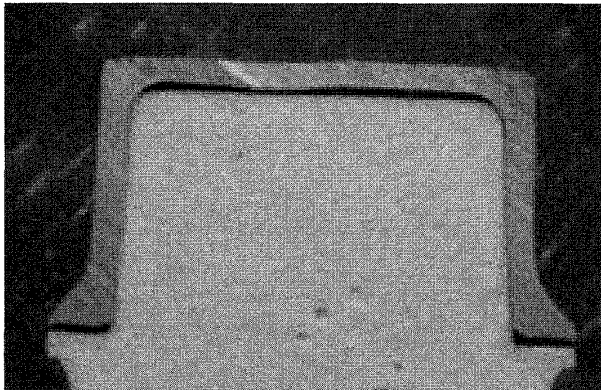


図4 C5切断面

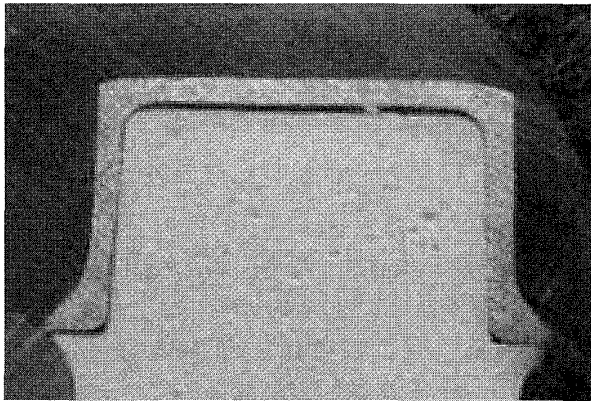


図5 C7切断面

方向から低速ダイヤモンドカッター (ISOMET, BUEHLER LTD.) で切断し、読み取り顕微鏡 (MEASURESCOPE, Nikon) にて適合精度の測定を行った。測定点は5点とし、それぞれ、辺縁部をM1, M2 (M1と180° 対称部位), 軸側部をA1, A2 (A1と80° 対称部位), 咬合面部をOとした (図2)。測定は各条件につき5回行い, M1とM2の平均値をM, A1とA2の平均値をAとし, 得られた結果は部位ごとにOne-way ANOVA, Tukey's HSD Testにて検定を行った。

2) Ti casting body manufacturing and fit accuracy measurement

T2に専用金型を用いてワックスパターンを作製した。Tiクラウンの鑄造は純Tiを使用し, Ti専用埋没材2種類 (表1) と加圧吸引型鑄造機 (Cyclarc, Morita) を用い, マニュアルに準じて行った。作製したTiクラウンは, コーピングと同様の方法で包埋, 測定および検定を行った。

3) CAD/CAM ceramic and stainless steel ceramic joint observation

実験用試料には, セラミックブロックを低速ダイヤモンドカッターにて4.5mmの厚さに切断し, シェードの500, スティンのkorkを専用液と混和後, セラミックブロックに可能な限り厚く塗布し, メーカー推奨のプログラムでポーセレンファネス (MASTER SUMMIT, KDF) にて焼成を行ったものを用いた。焼成スケジュールは, 準備温度400°Cにて4分間乾燥を行い, その後毎分60°Cにて780°Cまで昇温し, 2分間係留を行った (表2)。焼成した試料は, ポリエステル系冷間埋込用樹脂にて包埋後切断, SiC耐水研磨紙#1200まで研磨し, SEMで接合面を観察した。

結 果

1. CAD/CAMにより作製したチタン修復物の適合性

CAD/CAMにて加工されたTiコーピングにおいては, スペースの設定値が大きくなるほど辺縁部 (M) と咬合面部 (O) の適合性が良好になり, スペースの設定値が小さい条件においては適合が不良となった (図3~5)。

Mにおける測定結果については, CAD/CAMによる製作試料ではC3がC5, C7に対して有意に大

DECSY V6.0の計測器, DECSY-SCANにて支台歯模型を計測した。この設定画面上にて加工形態をコーピング形態として, さらにスペースの厚さを標準の55 μm から設計上可能な最小値35 μm と最大値75 μm に設定し設計を行った (表1)。設計後, Tiブロックを加工機に設置し, 切削加工を行った。加工したTiコーピングは, 支台歯模型へ適合させ, シアノアクリレートにて固定を行い, ポリエステル系樹脂にて包埋した。包埋後, 歯軸

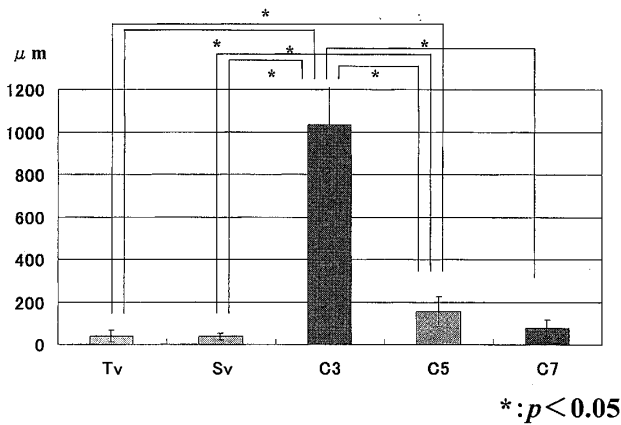


図6 Mにおける各試料の適合性

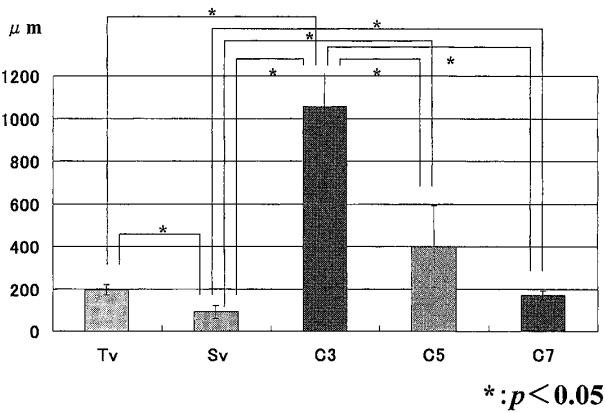


図7 Oにおける各試料の適合性

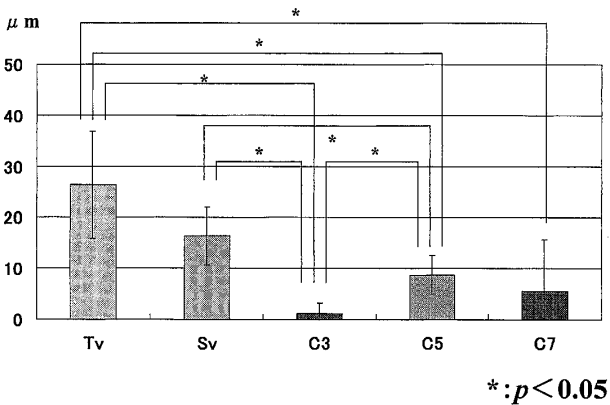


図8 Aにおける各試料の適合性

きな値を示した(図6)。比較対照であるTv, Svと有意差が認められなかったのはC7のみであり, C3, C5は有意に大きな値を示した。

Oにおける測定結果については, C3とC5, C7との間に有意差が認められた(図7)。鋳造体との比較においては, SvはすべてのCAD/CAM製

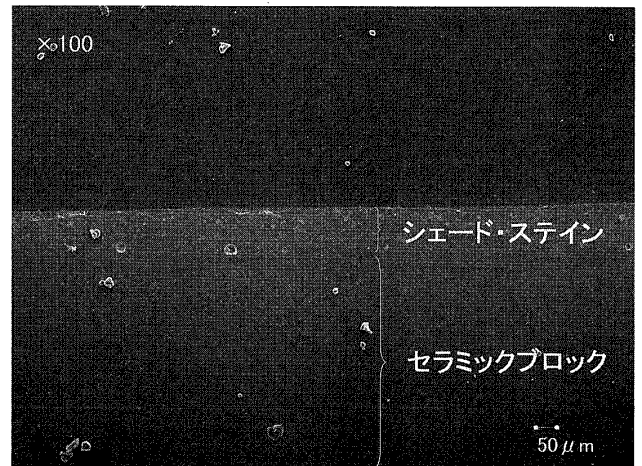


図9 SEMによる接合面観察像(低倍率)

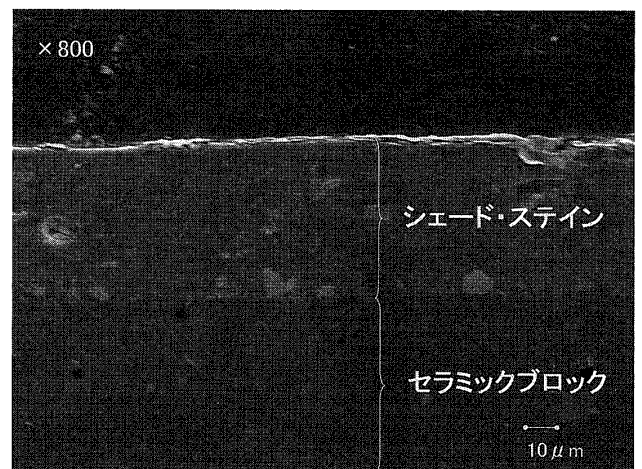


図10 SEMによる接合面観察像(高倍率)

作試料に対して有意差が認められたが, TvについてはC3のみ有意差が認められた。

Aにおける測定結果については, CAD/CAMによる製作物ではC3とC5との間にのみ有意差が認められた(図8)。鋳造体との比較においては, SvとC7のみに有意差が認められなかった。

2. CAD/CAM用セラミックスとステイン陶材の接合面観察

SEMによるセラミックスの接合面観察においては, クラック, 剥離などは認められず, 良好な接合状態が観察された(図9, 10)。

考 察

1. チタン修復物について

現在歯科臨床に應用されているCAD/CAMは, 計測方法において接触型と非接触型に分かれており, 非接触型にはレーザー計測を用いるものと

CCDカメラによる計測を行うものがある。接触型と非接触型にはそれぞれ利点、欠点があり、接触型はアナログ測定のため誤差が少ないと考えられるが、プローブ径以下の部位は測定不可能であり、模型や機器の破損の可能性はある。一方、非接触型は接触による破損の可能性はないが、デジタル制御のため誤差が生じる可能性が存在し、レーザー測定の場合は被測定材質が限定される場合や、アンダーカットの部位は計測不能となる。また、CCD測定を用いる機種には模型製作の必要も無いものがあるが、精度に疑問が残るために主にインレーの製作に用いられる。今回の実験に使用したCAD/CAMシステム・DECSYはラインレーザーを用いた分割計測が主で、CCDによる測定も行うことにより、計測をより精密に、迅速に行うことが可能となっている。これらの計測システムにより得られた情報をもとに、切削加工された修復物の適合性を鋳造により作製した修復物と比較検討した。

鋳造にて作製した試料の適合性は、肉眼的な観察からも読み取り顕微鏡による観察からも、Svは良好であったが、Tvはルーズであることが明らかとなった。この原因は杉山ら⁹⁾および小田ら¹⁰⁾も報告しているとおり、埋没材TvはSvより膨張量が大きいことに起因していると推察される。マージン部の適合精度については、Tvが39、Svが37 μm であり、この値はChristensen¹¹⁾やその他¹²⁻¹⁴⁾の報告にある適切なマージン部適合精度であることが認められ、臨床的に応用できることが示唆された。

一方、CAD/CAMを用いて作製した試料の適合性に関しては、スパーサーの設定値が35および55 μm の条件では不良であることが確認された。原型に対して55 μm のスペースを与えても適合が不良であることの原因は、支台歯のテーパーが片側2.5°と小さく、宇野らの報告⁶⁾でも論じられているように僅かな凹凸も許容できなかったことに加えて、垂直方向に対するレーザーによる読み取り精度が不十分であったのではないかと推察される。また、スパーサーの厚さが75 μm の条件ではマージン部の適合精度が79 μm となり、Tv、Svと有意差が認められないこと、前述した臨床的に許容

範囲の適合精度にあることから、CAD/CAM DECSYにて製作したチタンクラウンを臨床に用いるにはスパーサーの厚さが75 μm の条件が最も適切であることが示唆された。

2. CAD/CAM用セラミックスとステイン陶材の接合面について

ステイン陶材は一般的にフラックス成分が多く、強度が弱いとされている。そのため、焼成時の熱膨張係数の違いがセラミックブロックとステイン層の接合界面に応力集中を引き起こした場合、界面での剥離やクラックの発生が懸念される。本研究で用いたIvoclar vivadent社製のセラミックブロックとステイン陶材は熱膨張係数(100~400°C)がそれぞれメーカー表示値によるとセラミックブロック：16.0~17.0、ステイン陶材：13.0~14.0 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)である。通常、この程度の熱膨張係数の差があると、ステイン陶材には圧縮応力が働き、一般に“はがれ”といわれる亀裂が入る。本研究において“はがれ”が確認できず、良好な接合界面が観察されたのは、ステイン陶材の築盛層が100 μm 程度と薄かったこと、焼成温度(780°C)からの冷却スケジュールが適切であったこと、試料形態が単純であったこと、などの理由によるものと考えられる。

結 論

CAD/CAMシステムDECSYを用いて製作したチタンクラウン内面の適合性を鋳造により製作したものと比較検討し、また専用セラミックブロックに対するステイン陶材の接合面の観察を行った結果、以下の結論が得られた。

1. マージン部における適合性は鋳造によって製作されたチタンクラウンが良好であった。

2. CAD/CAMにて製作したチタンクラウンは、スパーサーの厚さを75 μm に設定した条件のみ鋳造によるものとマージン部の適合性において有意差が認められなかった。

3. セラミックブロックとステイン陶材の接合面は、良好な接合状態が観察された。

本稿の要旨の一部は、第40回奥羽大学歯学会(2005年6月、郡山)において発表した。

文 献

- 1) 高橋純造：歯科修復物作製用CAD/CAMの現状. 阪大歯学誌 **41**；1-6 1996.
- 2) 莊村泰治：CAD/CAM開発の変遷と現在. QDT **25**；1504-1509 2005.
- 3) 白井将樹, 新谷明喜, 横塚繁雄：CAD/CAMによるチタンクラウン内面の加工精度. 補綴誌 **43**；160-170 1999.
- 4) 大野孝文, 黒岩昭弘：純チタン製歯冠補綴物の作製方法の違いが適合度に及ぼす影響. 歯材器 **20**；287-299 2001.
- 5) 太田 亮, 丸谷善彦, 芝 燦彦, 鈴木 潔ほか：CAD/CAMシステムを用いて製作した純チタンクラウンの内面適合精度について. 昭歯誌 **24**；172-178 2004.
- 6) 宇野光乗, 古谷昌義, 石神 元, 倉知正和：CAD/CAMシステムによって作製した純チタンクラウンの適合精度. 補綴誌 **46**；34-43 2002.
- 7) 堀田康弘, 宮崎 隆, 李 元植, 小林幸隆：試作CAD/CAM装置で製作したセラミック製クラウンの適合精度. 昭歯誌 **16**；230-234 1996.
- 8) 小林幸隆：試作CAD/CAM装置二号機で製作されたセラミッククラウンの適合精度に及ぼす計測条件の影響. 昭歯誌 **20**；165-172 2000.
- 9) 杉山和孝, 玉置幸道, 宮崎 隆：チタン精密鑄造によるインプラント上部構造製作の検討—市販埋没材から得られる鑄造体の適合性—. 日口腔インプラント誌 **16**；232-237 2003.
- 10) 小田 豊, 沈 斌, 住井俊夫：チタン鑄造体の適合性に関する研究—鑄造システムの比較について—. 歯科学報 **94**；641-646 1994.
- 11) Christensen, G. J.：Marginal fit of gold inlay castings. J Prosthet Dent **16**；297-312 1966.
- 12) 吉田恵夫：歯科鑄造法の実現的精度について. 補綴誌 **2**；159-190 1958.
- 13) 竹花庄治：クラウンの適合 適合の意味と限界. 歯科技工 別冊；12-15 1980.
- 14) 長谷川成男, 望月 洋, 佐藤尚弘, 三浦広之：マージン・チェッカーにて診査した歯冠補綴物の辺縁適合状態. 補綴誌 **32**；1331-1335 1988.

著者への連絡先：石田喜紀, (〒963-8611)郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部生体材料学講座
 Reprint requests：Yoshinori ISHIDA, Department of Biomaterials Science, Ohu University School of Dentistry
 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan