

顎口腔系がクラウンに要求する精度からみた間接法

長谷川 成男

明倫短期大学 歯科技工士学科

The Indirect Method from the Point of Accuracy that the Stomatognathic System Requires of the Crown.

Shigeo Hasegawa

Department of Dental Technology, Meirin College

The indirect method of crown is constructed for the only aim of good marginal fitness to the abutment tooth in no specific consideration of the occlusal form, the proximal contact point or others. The form and size of the casted crown is, therefore, not necessarily satisfactory, the marginal fitness, and the adjustment of the other areas that cannot be avoided when the crown is set in the dental clinic.

In this review, the problems concerning the indirect method are proposed from the point of accuracy that the stomatognathic system requires of the crown.

キーワード：クラウン，間接法，顎口腔系

Key words : Crown, Indirect method, Stomatognathic system

1. はじめに

クラウンの間接法は，Peytonら¹⁾の吸水膨張の研究によって一応の完成をみたといわれている。我国では吉田²⁾，石原ら³⁾の実用化への研究があつて，1960年代からキャストクラウンが普及するようになった。以来40年，キャストクラウンによる補綴診療は多くの症例で好結果を得ている。

クラウンの間接法には，臨床での良好な術後経過が期待できるクラウンを作製するという目的に加えて口腔内での調整量が少ない，あるいは調整をまったく必要としないクラウンを作製するという目標もある。

本稿では生体，顎口腔系がクラウンに要求する精度という観点から間接法を考えてみる。

2. 顎口腔系がクラウンに要求する精度

クラウンは支台歯に装着され，顎口腔系の各要素と協調して口腔諸機能を営む。したがって，クラウン各部の形態は顎口腔系の作用に基づく口腔諸機能が円

滑，かつ十分に行われる形態が望ましく，逆に顎口腔系の各要素を阻害するような形態は避けなければならない。

クラウンの形態は，通常歯頸部マージン，咬合面，隣接接触点に代表される軸面に分けて検討される。ここでは，これら各部が顎口腔系に対してもつべき精度について述べる。

1) 歯頸部マージンの適合

クラウンの歯頸部マージンは，二次齲蝕の予防という観点からは歯肉縁下に設定され，歯周病の予防という観点からはクラウンの外表面が歯面にステップなく，スムーズに移行する状態が理想と考えられてきた。

最近では，口腔衛生思想の普及などもあつてクラウンのマージンは歯肉縁上に設定できれば，敢えて歯肉縁下に設定する必要はないと考えられるようになってくる⁴⁾。しかし，実際臨床においては齲蝕の位置あるいは外観などに原因して歯肉縁下にマージンを設定しなければならない症例が多く⁴⁾，クラウンのマージンと辺縁性歯周疾患との関係はなお大きな問題としてあり続けている。

佐藤⁵⁾は、クラウンのマージンの適合状態の良否を辺縁歯肉の炎症の有無によって判定しようと考え、Margin-Checker Type II⁶⁾で測定した既知の適合状態にある種々の金属焼付ポーセレンクラウンを被験者の支台歯に装着して、辺縁歯肉の状態に検討を加えている。辺縁歯肉の状態は『歯肉に充血やうっ血などの循環障害のために色調に変化をきたしたり、炎症性水腫や細胞浸潤のために腫脹を起こしたり・・・』という教科書⁷⁾の記載に基づいて、肉眼的観察に加えて歯肉の荷重変位量、歯肉の脈動状況、歯肉滲出液量を測定して、歯肉炎に関する無侵襲、客観的な早期診査を行っている。

クラウンは金属焼付ポーセレンクラウンで、まずマージンの適合がよいクラウン(オーバーハング量 $20\mu\text{m}$)を作製する。ついで、その歯頸部マージンにポーセレンを追加焼成して、オーバーハング量が $250\sim 400\mu\text{m}$ の不適合な状態とし(図1)、各クラウンの装着後の2

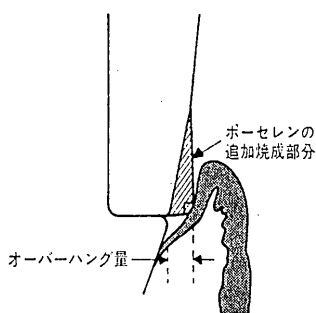


図1 オーバーハングの付与方法(説明図)

週～4ヶ月間、さらにオーバーハング除去後の3週～2ヶ月間にわたって辺縁歯肉の診査を行っている。その結果、マージンの適合がよいクラウンでは通例のように歯肉縁下にマージンを設定しても辺縁歯肉に問題を遺すことはなかった。一方、マージンの適合が悪いクラウンでは、たとえオーバーハング量が $250\mu\text{m}$ であっても辺縁歯肉に炎症に基づく強い反応を惹起することがわかった。また、オーバーハングの除去後も辺縁歯肉の炎症は完全には治癒しにくく、再発しやすいことを見出している。

しかし、この佐藤⁵⁾の研究では $20\sim 250\mu\text{m}$ の間のオーバーハング量と辺縁歯肉の炎症との関係が不明である。そこで、著者ら⁸⁾は臨床での各種のクラウンあるいはブリッジ装着後の辺縁歯肉に関する術後観察を行った。まず、クラウンのマージンの不適合の水平成分であるオーバーハング量だけを測定でき、臨床に容易

に適用できるMargin-Checker Type I⁶⁾を作製して、315例の各種のクラウン(うちフルキャストクラウン172例)についてオーバーハング量の測定を行った。クラウン315例中の82.7%はオーバーハング量にして $100\mu\text{m}$ 以下の適合度を示し、その315例中の299例、94.9%は装着後約7年の経過で辺縁歯肉を中心とする臨床的観察で良好な結果を示していた。McLeanら⁹⁾、木村ら¹⁰⁾も臨床での術後観察からほぼ同様の結論を導いている。以上のことから、歯周組織がクラウンの歯頸部マージンに要求している適合精度はオーバーハング量にして $100\mu\text{m}$ 以下と考えられる。

2) 咬合接触

クラウンの咬合接触関係の基本には咬合の高さがある。クラウンの咬合の高さは、咬合機能が円滑に行われ、顎口腔系が健康に維持されるという観点からクラウンを装着する歯列全体と同じ高さであることが理想と考えられている。

しかし、歯列全体としての咬合の高さは、咬合力によって歯根膜、歯槽骨などが歪むことから^{11), 12)}、垂直距離にして約 $50\mu\text{m}$ の変化を示す¹³⁾。そこで、クラウンの咬合の高さと、歪みを示す歯周組織を初めとする顎口腔系との関係が問題となる。

田中¹⁴⁾は、軽く咬合した状態を基準としてIP-Checker¹³⁾で測定した既知の種々の咬合の高さをもつクラウンを被験者に装着して、顎口腔系の反応に以下のような分析を加えている。すなわち、外傷性咬合によって歯根膜中の血管、歯周組織の循環系には早期に変化が起こる⁷⁾ので、まず歯の脈動を、そしてやや遅れて反応が現れる歯の動揺度、移動量を診査の指標としている。また、筋・神経系に関しては、咀嚼は顎口腔系の最も重要な機能の1つであり、各部の協調運動であることから咀嚼時の咬筋の筋活動も診査の指標に加えている。しかし、顎関節部には適当な指標が見当たらないので、前記4つの指標をもとに顎口腔系の総合的診査を行っている。

表1は、下顎第一大臼歯に種々の咬合の高さのクラウンを装着した結果で、 $0\mu\text{m}$ は理想的な高さのクラウンであって、 $100\mu\text{m}$ 高いクラウンでは咬合性外傷が惹起されることを示している。そして、僅か $30\mu\text{m}$ 高いクラウンでも顎口腔系には筋活動からみて咀嚼しにくくなるなどの変化、各種の異常が現れるので、クラウンが装着後に十分に機能を営める安全領域は $30\mu\text{m}$ 以下となる。したがって、咬合が、顎口腔系がクラウンの咬合接触に要求している精度は高さにして $30\mu\text{m}$ 以下ということになる。

表1 クラウンの咬合の高さと顎口腔機能

外傷領域	300	{ 脈動の波高の増加(歯周組織の外傷) 動揺度の増加
適応可能(?)領域	100	
安全領域	30	{ 脈動の波高の減少(歯周組織の循環障害の危険性) 咀嚼パターンの変化は短期間で回復
	0	
低機能領域		{ 咀嚼しにくくなる 低荷重での歯周組織の歪み 歯根膜の感覚閾値 理想的咬合接触状態
		咬頭嵌合位の不安定化 新たなインターフィアランスの誘因 機能が不十分 歯根膜の廃用性萎縮

なお、この30 μ m以下という数値は臼歯部での歯根膜の感覚閾値である30~50 μ m^{15),16)}と数値的にほぼ一致していて、顎口腔系は30 μ m以上の咬合の齟齬に対しては咬合を忌避するという事に対応しているものと考えられる。

また、池田ら¹⁷⁾は咬合の精度に関してさらに詳細な研究を行い、大臼歯で93 μ m、小臼歯で75 μ m高いクラウンをそれぞれに装着した2名の被験者で顎機能障害が再発したことを報告して、咬合の微妙さを提示している。その上で坂東は、現在の咬合調整法¹⁸⁾で臨床において可能な10 μ m以下の精度を、咬合の高さに関する目標とするように主張している。

3) 隣接歯間関係

隣接歯間関係は食片圧入と関連してその接触強さが問題とされ、草刈¹⁹⁾は歯間離開度150~200 μ mの歯間に食片圧入が高率に起こると報告している。

最近笠原^{20),21)}は、機能時の歯の変位方向²²⁾や、安静時の歯の脈動²³⁾などから、歯の安静時には隣接歯間に空隙があると推論し、ハロゲン光とCCDカメラを用いた実験で小臼歯部に3~21 μ mの安静時隣接歯間空隙が存在することを証明している。また、機能時にはこの空隙が閉鎖する方向に歯は変位し、隣在歯同士は緊密に接触して食片圧入に備えていることを見出している(図2)。

このように隣接歯間関係は歯の安静時、機能時とさまざまな動態を呈するので、クラウン作製時に目指すところはいまだに明示されていない。これは、歯頸部マーatinの適合は1歯内のことであり、咬合

接触は極端にいえば対合歯1歯との関係であるのに対して、隣接歯間関係は対合歯列を含めて歯列全体と関係するという複雑さに原因してのことであろう。

現在、臨床的には歯の安静時にコンタクト・ゲージ(G-C社、厚さ50, 110, 150 μ m)と呼ばれるスチール板を隣接歯間部に挿入して、望ましい隣接接触

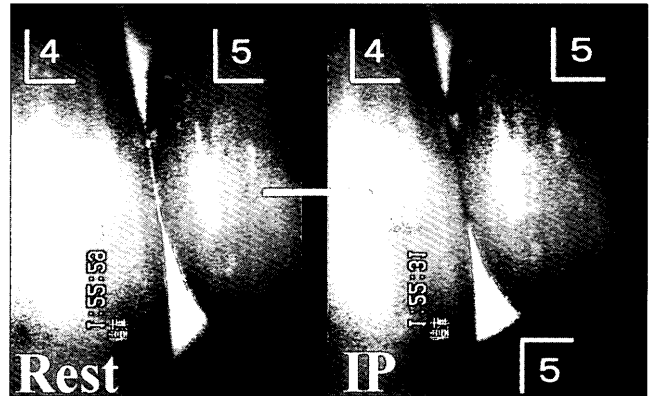


図2 上顎第1小臼歯、第2小臼歯間の隣接歯間関係
左：安静時、右：咬頭嵌合位での噛みしめ時

関係を求めている。坂東ら²⁴⁾は、この方法で規定通りに調整したクラウンの隣接接触点間歯間幅を40~60 μ m大きくすると、強い圧迫感、疼痛などからクラウンを支台歯に装着できないことから、顎口腔系がクラウンの隣接接触関係に要求している精度は20~30 μ m程度と推定している。しかし、これは歯間幅を大きくする方向での数値であって、隣接接触点歯間幅を小さくする方向への許容度があるか、否かについては食片圧入の問題とも関連して不明のままに残されている。また、この20~30 μ mという数値は咬合接触に関する精度の30 μ m以下とほぼ同じであるが、これは恐らく歯根膜の厚さ、各種の機械受容器などに関連してのことであろう。

以上、クラウン各部の形態に顎口腔系が要求する精度について小括すると、いずれの部位においても数10 μ mという厳しい精度が要求されていることになる(図3)。

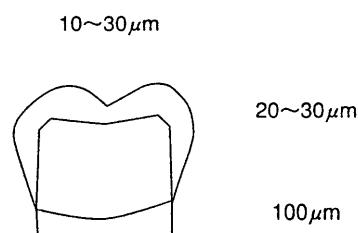


図3 クラウン各部の形態に顎口腔系が要求する精度

3. 間接法で作製されるクラウン

歯トレイ、ラバー系弾性印象材による作業用模型、そして精密鑄造という間接法で作製されるクラウンの形態、大きさを、クラウンの支台歯試適時について考えてみる。

1) 歯頸部マージンの適合

クラウンの歯頸部マージンの適合はクラウンが支台歯に合着された段階での適合状態が重要である。

そこで、実際臨床で装着された315例の各種のクラウン（クラウン172例、金属焼きつけポーセレンクラウン111例、ポストクラウン21例、ポーセレンジャケットクラウン11例）についてマージンでの不適合の水平成分、すなわちオーバーハング量あるいはディフィシエンシー量（(-) 方向）をMargin-Checker Type I⁶⁾を用いて測定した。測定⁸⁾は各クラウンの頬側、舌側マージンについて各3カ所程度で行い、その絶対値の最大値をもって頬側あるいは舌側のオーバーハング量、ディフィシエンシー量とした。

白金加金製クラウンの94例のオーバーハング量は0~300 μm であったが、その84.4%は100 μm 以下であった(図4)。また、315例の各種のクラウンでオーバーハング量は(-)180~400 μm と広範にわたったが、その82.7%は100 μm 以下であった。

したがって、現在の間接法によるクラウンのマージンの適合状態は、前章での顎口腔系が要求する精度の100 μm 以下に照らして十分に近いほどになっているといえよう。しかし、原因は明らかではないが、ときとしてオーバーハング量が100 μm を超えて300 μm 、400 μm となることもあるので、クラウンの装着に際してはマージンの適合状態を精査する必要はある。

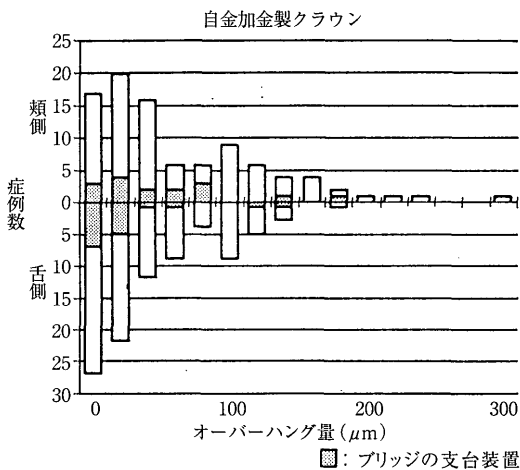


図4 白金加金製クラウンのオーバーハング量（歯列不正のために舌側で2例が測定できなかった）

2) 咬合の高さ

間接法によって作製されるクラウンの咬合の高さを求めるために、鑄造した白金加金製のクラウンの隣接接触関係だけを調整し、咬合調整を行うことなく口腔内の支台歯に試適してIP-Checkerでの測定を行った。

表2 クラウンの口腔内咬合調整前後での咬頭嵌合位へ向かう咬合の高さ (μm)

被験例	試適時	咬合調整後
1	322	3
2	161	-3
3	242	-3
4	307	-25
5	319	-25
6	275	0
7	285	0
8	310	0

下顎第一大臼歯のクラウン8例についての結果が表2で、間接法で作製されるクラウンは咬頭嵌合位に向かって161~322 μm 、平均278 μm 咬合が高くなっていることがわかる¹⁸⁾。松下^{25), 26)}は、このクラウンの咬合が高くなる原因を実験的に検討して、口腔内と咬合器との模型上での咬合の高さの差違が、その最大の理由であることを明らかにしている。この結果は、いずれにしても顎口腔系が咬合に要求している精度の10~30 μm とは大きく乖離しているので、口腔内でのクラウンの咬合調整は毎々必要となっている。

3) 隣接接触点

隣接歯間関係は歯の安静時と機能時で変化すること、加えてその変化様相が完全には把握されていないので、口腔内でどのような状態を基準としてどこを計測するべきかということが必ずしも明らかになっていない。

佐々木²⁷⁾は、金型を用いた実験でクラウンの外形の寸法精度を求め隣接接触点部は一般的には30~100 μm 小さくなると報告している。この結果は、作業用模型上で隣在歯と隣接接触点で丁度接するように作製したクラウンの蠟型が、鑄造後に30~100 μm の隙間を隣在歯との間に生ずることを意味している。したがって、現在はクラウンの蠟型採得後に隣接接触点部にワックスを盛り足して、鑄造後に歯の安静時

の歯間部での接触強さを基準として調整を行うことになっている。

4. クラウンの間接法

クラウンの間接法とは口腔内での印象採得に始まる鋳造までの一連の操作過程を指すが、作業用模型上で正しく蠟型を採得して、鋳造し、支台歯に試適すると一般的には図5に示すようなクラウンができる。

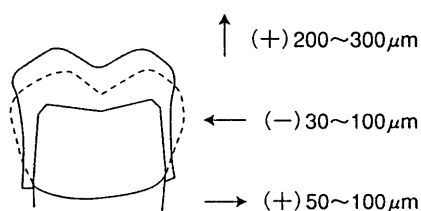


図5 鋳造前後のクラウンの形態
点線：正しく採得されたクラウンの蠟型
実線：鋳造後のクラウン（試適時）

すなわち、歯頸部マージンには50~100 μm のステップが生じ、咬合は200~300 μm 高くなり、隣接接触点部は30~100 μm ほど小さくなる。

ここで、歯頸部マージンだけは顎口腔系が要求する精度の範疇に入っているが、これは現在の間接法がマージンの良好な適合を目指して組み立てられてきたという経緯をもつだけに当然の結果でもあるし、また1つの目的を達成した方法ともいえる。

間接法が完成した1960年頃はバンドクラウンの歯頸部マージンの不適合による辺縁性歯周疾患が大きな問題となっていた³⁾ので、その普及は意義が深いことであった。しかし、その後は咬合が歯科学全体での課題となり、クラウンでの咬合には10~30 μm という精度に加えてさらに細かい咬合接触関係^{2,8)}までが要求されるようになってきている。したがって、鋳造したクラウンが現状の歯頸部マージンの適合性に加えてほどよい咬合の高さ、ほどよい隣接歯間関係となるような間接法を考案していくことが急務となっている。咬合印象法など^{2,8)}によるクラウンの咬合と関連した間接法の改良なども進められているが、現在のところ十分な結果は得られていない。CAD/CAM法^{2,9)}も含めての広汎な検討が必要とされているようにも考えられる。

5. おわりに

バンドクラウンがキャストクラウンに変わり、クラウンの形態はワックスで採得することが可能となり、形態に関する自由度は高かった。同時に、クラウンの形態と顎口腔系の機能との関係も次第に明らかとなり、機能面を重視したクラウンの作製が理論的には可能となった。

しかし、そこには歯は剛体と見做しても顎口腔系は剛体とは見做せない、さらに埋没材を含めての蠟型の埋没法などの問題もあって、蠟型は任意の形態に採得できても、鋳造体は任意の形態にはならないという事象がしゅったいしている。いま、顎口腔系がクラウンに求める精度という観点からクラウンの間接法の全過程を再検討するべき時期にきている。

文 献

- 1) Asgars K, Mahler DB and Peyton FA : Hygroscopic technique for inlay casting using controlled water additions. *J Prosthet Dent*, **5** : 711-729, 1955
- 2) 吉田恵夫 : 歯科鋳造法の実用精度について. 補綴誌, **2** : 159-190, 1958
- 3) 石原寿郎 : 鋳造冠. 1-101, 而至化学工業, 東京, 1959
- 4) 長谷川成男 : クラウンのマージンに関する一考察. 口病誌, **62** : 373-380, 1995
- 5) 佐藤尚弘 : 歯冠補綴物の適合状態が辺縁歯肉に及ぼす影響. 口病誌, **50** : 30-63, 1983
- 6) 望月洋 : 歯冠補綴物の辺縁適合状態に対する機械的測定—マージンチェッカーの開発. 補綴誌, **27** : 987-1000, 1983
- 7) 石川梧朗, 秋吉正豊 : 口腔病理学I. 394-473, 486-495, 永末書店, 京都 東京, 1972
- 8) 長谷川成男, 望月洋, 佐藤尚弘, 三浦宏之 : 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
- 9) McLean JW and Fraunhofer JA : The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Brit Dent J*, **131** : 101-111, 1971
- 10) 木村英敏, 塩山司, 山森徹雄, 石橋寛二 : 歯冠補綴物と歯肉に関する臨床的研究. 第2報 歯冠補綴物装着後3年間の評価. 補綴誌, **31** : 74-81, 1987
- 11) 長谷川成男 : 咬合力による歯列の動態. 口病誌, **66** : 235-243, 1999
- 12) 三浦宏之 : 咬合機能と歯周組織. **67** : 1-10, 2000

- 13) 坂東永一, 田中伐平, 長谷川成男: 半導体ストレージを用いた咬頭嵌合位測定装置. 補綴誌, **18**: 329-336, 1975
- 14) 田中伐平: 咬頭嵌合位における補綴物の高さが顎口腔系に及ぼす影響. 補綴誌, **19**: 666-692, 1976
- 15) Tryde G, Frydenberg O and Brill N: An assesment of the tactile sensibility in human teeth. An evaluation of a quantitative method. *Acta Odont Scand*, **20**: 233-256, 1962
- 16) Siirila HS and Laine P: The tactile sensibility of the teeth. *Acta Odont Scand*, **21**: 415-429, 1963
- 17) 池田隆志, 横山正秋, 久保吉廣, 坂東永一: 強い咬合接触が顎口腔系に及ぼす影響. 顎機能, **6**: 81-86, 1988
- 18) 長谷川成男: 咬合学序説. 243-265, 医歯薬出版, 東京, 1988
- 19) 草刈玄: 接触点に関する研究, 特に歯間離開度について. 補綴誌, **9**: 161-182, 1965
- 20) 笠原健一: 機能時における隣接歯間関係の観察. 口病誌, **66**: 370-381, 1999
- 21) Kasahara K, Miura H, Kuriyama M, Kato H and Hasegawa S: Observations of interproximal contact relation during clenching. *Int J Prosthodont*, **13**: 289-294, 2000
- 22) 三浦宏之: 隣接歯間関係の動態に関する研究. 補綴誌, **29**: 1134-1142, 1985
- 23) 加藤均: 歯周組織の機能状態に関する研究. 第2報 白歯の機能時の変位と安静時の脈動. 補綴誌, **26**: 133-147, 1982
- 24) 坂東永一, 田中伐平: 生体側からみた精度. 補綴臨床: 別冊調節性咬合器, 147-158, 1977
- 25) 松下和夫: 歯冠補綴物の咬合面精度に関する研究-全部鑄造冠の製作過程が咬合の高さに及ぼす影響-. 補綴誌, **26**: 150-166, 1982
- 26) 松下和夫, 塩沢育己, 長谷川成男, 土平和秀: 模型の作製法が鑄造冠の咬合の高さに及ぼす影響. 補綴誌, **29**: 1143-1149, 1985
- 27) 佐々木金也: 間接法における鑄造冠外形の寸法精度に関する研究-蝨型の外形と鑄造体外形について-. 補綴誌, **29**: 399-417, 1985
- 28) 菅原規子: 側方滑走運動時の咬合接触様相. 口病誌, **67**: 251-263, 2000
- 29) 市川伸彦, 根岸政明, 神田俊昭, 佐野裕子, 新井俊二, 下河辺宏功: 新しく開発した歯冠修復用3D-CAD/CAMシステムにより製作したクラウンの臨床応用. 明倫歯誌, **3**: 25-32, 2000