原 著 論 文

鑄造用コアを応用した金属鑄造築造法

水川 一廣

A One Piece Casting Dowel-Core Technique for Divergent Rooted Teeth with Core for Casting

Kazuhiro Mizukawa

Abstract : The rebuilding abutment teeth with the metal core is one of the most important procedures for the long-term maintenance of the teeth which are due to treated with the crown prosthesis. Hitherto, dental cement, dental amalgam, metal casting, and the combined method with the ready-made post and composite resin have been applied generally for the rebuilding abutment teeth. The rebuilding abutment teeth with the metal casting has been widely applied for a long time and had a good reputation clinically, while it has been improved for the clinical use. But, this method brings difficulties when applied for the divergent and multi-rooted teeth. Therefore, the split method has been used for the divergent and multirooted teeth, since it is difficult to insert the one piece casting dowel-core into the non-parallel root canals. Although this difficulty is originated from the divergence in the direction of the root canals, some techniques such as the application of carbon rods and of the investment materials have been designed to remove this problem. But, these method has not been accepted for the difficulty in the laboratory technique. This study was performed to improve the defects of these previous techniques. The results showed that the relatively precise fitness between the ready-made post and the post channels can be obtained by using the carbon rods, and that the combined technique with ready-made screw post can accomplished the primary object of this study.

Key words : carbon steel, screw post, one piece casting dowel core, cast dowel and core for divergent rooted teeth, core for casting

I. 緒 言

支台築造は歯冠補綴において、歯の保存という観点から重要な要素の1つである。

従来から応用されている方法としては、古くは歯科用セメント、アマルガム、および金属鑄造体によるも

のが一般的であったが、20 数年前頃から、既製ピンおよびポストを保持装置としたセメント、あるいはアマルガムによる方法¹⁻⁴⁾、次いで既製スクリューポストのコアへの応用^{5,6)}、そして現在では、コンポジットレジン⁷⁾の普及によって、既製ポストおよびピンを保持装置としたコンポジットレジンによる支台築造法が一般的に臨床応用されている^{3,4,7)}。この間においても、金属鑄造体による支台築造は、これらと比較して臨床的適応範囲が広く、力学的利点から^{8,9)}その臨床的評価は高く、古くから臨床応用され、数々の技法が多くの先人達によって考案改良されてきた¹⁰⁾。その中でも特に複数の非平行性歯根を利用した金属支台築造は、金属一塊鑄造による調製法では、非平行性の歯根内のポスト孔に嵌合するポストが非平行性であるために、鑄造パターン、および築造体の着脱が全く不可能となり、その調製を困難にしている。よって一根管のみを主維持として、他の根管は補助的維持として応用されているが、維持不足による築造体の脱落が多々みうけられ、維持をより確実にするために、鑄造築造体を分割して、それぞれの鑄造体と平行性が得られるポストを 1 本含む複数の鑄造体に分割調製し、支台歯に各々の築造体を合体させて、セメント合着する複雑な方法が、応用されてきた¹¹⁻¹³⁾。

このように一塊鑄造法の難しさは、非平行性の根管に挿入されるポストにあるために、現在では、非平行性のポストのみを分割し、築造体と平行性が得られるポストのみを一塊鑄造し、支台歯に適合させ、他のポストは単独に調製して、鑄造築造体に付与されているポスト孔にあらためて挿入合着する方法が臨床応用されている。

この方法の難しさは、ポストを挿入するポスト孔を鑄造体に付与することにある。そのために、以前から数多くの工夫が行われてきた。その 1 つは鑄造用コアにカーボンに応用する方法と^{10,14)}、現在も応用されている埋没材の注入による方法とがある¹⁵⁻¹⁸⁾。

カーボンによる方法は、鑄造後、鑄造体から固くて脆いカーボンを除去する際に、カーボンが破損しやすく、そして除去が難しく、あらためてドリリングする必要があるために、調製が困難である¹⁹⁾。埋没材による方法は、鑄造パターン内の細長いポスト孔内に埋没材を注入して、パターンを埋没する方法であるが、埋没材の強度が小さいために、鑄造操作中に埋没材が破損しやすく、細心の注意が必要とされ、この破損を防止するために、埋没材にリン酸塩系の硬い埋没材が応用

されて^{20,21)}、それなりの成功を納めている。

しかし、これらのいずれの方法も、精度の高い既製ポストの応用、および技工操作の簡易化に関して、まだ改良の余地があると考えられる。

著者は、従来から先人達のこの試みを引き継ぎ、改良を試みていたが、耐熱性を有し、金属の重ね鑄造を行った鑄造体からの離型性が良く、そして使用に耐え得る強度を有する鑄造用コアに応用できる材料がみ当たらず、苦慮していたが、数年前これに該当するカーボンスチールを入手することができて、比較的精度の高いポスト孔を簡単に付与することが可能となり、初期の目的に達することができた。

さらに、この術式に既製ポストの併用を試みた結果、従来の方法よりも容易に調製することができた。そしてより強固な金属一塊鑄造による支台築造を行うことができたので、その術式を報告する。

II. 術式および材料

金属一塊鑄造による金属支台築造の調製法の改良は、非平行性の歯根管内に挿入される既製ポストのポスト孔を金属鑄造体に付与することにその目的がある。

調製には、主として口腔内において行われる要素の多い直接法と、技工室で行われる要素の多い間接法があるが、印象採得等の手順がない直接法について、その手順を以下に述べる。

III. 使用材料

この調製に必要とされる材料は、従来の金属鑄造支台築造の調製に必要な材料に加えて、カーボンスチールロッドと、そのポストダミー、ポストパターン (焼却用レジン)、既製ポストおよびパターン用レジンに応用する (図 1)。

1. カーボンスチールロッドは、強度、耐熱性、鑄造体からの分離性および加熱による寸法変化の変動が、鑄造金属のそれと適度であるなどの性質が要求される。今回試供された材料は臨床的使用において、十分その性質を備えている。

2. ポストダミーは、既製ポストに置き換えられるもので、印象採得およびパターンの調製に一時的に応用される真鍮ロッドである。

3. ポストパターンは、印象採得あるいは鑄造用パ

図1 各種既製ポスト、ポストパターン、カーボンスチールロッド、ポストダミー

ターンに应用される既製の焼却用レジンポストで、炉内で完全焼却される材質である。

4. 既製ポストは、市販品で多種多様の種類のポストが応用できる。

このポストは、適合精度をより高くするために、ポストの寸法および形態に適応した大きさの専用ドリルで根管形成を行う。

これらの材料、すなわちカーボンスチールロッド、ポストダミーおよび既製ポストと、それに付随するドリルの寸法と形態は、すべて应用される既製ポストに統一されている。よって、いずれかの既製ポストを任意に選択して応用することができる。

IV. 調製法

調製法には、直接法と間接法とがあり、その相違は、直接法は鋳造パターンを口腔内で調製するが、間接法は支台歯の印象採得を行い、作業模型上で鋳造パターンを調製する方法である。

当術式の主体となる直接法について、通法と異なっている手順を主体に述べる。

1. 直接法

1) 口腔内処置

(1) 第一次支台歯形成

第一次の歯冠部支台形成の後に、支台歯の根管孔の方向を基準にして、複数の非平行性歯根の中から、築造体の着脱方向に適応する根管を定める。

この根管には、築造体とポストとの一塊鋳造が可能なのでポストパターン、あるいは金属既製根管ポスト^{22,23)}を応用する。これらのポストは、鋳造体の着脱方

図2 ポストパターン、ポストダミーの根管内への試適

向が厳密でなく、多少のゆとりがある円錐形の形態が調製を容易にする。

着脱方向と非平行性の根管には、適合精度が良く、維持力のある既製ポストを選ぶ。

(2) 根管拡大

通法によって、既製ポストの大きさの一步手前までの太さに根管拡大を行う。

(3) 根管形成

应用される既製ポストおよびポストパターンのそれぞれの専用ドリルで根管形成を行う。

(4) 既製ポスト、ポストダミーおよびポストパターンの根管への試適

次いでポストパターンおよび既製ポストに代わるポストダミーを根管孔へ適合させる(図2)。

(5) 支台の築盛

窩洞内に分離剤を塗布し、パターン用レジンあるいは、ワックスで支台築盛を行う(図3)。

築造支台の調製時の修正あるいは築盛体の変形の防止のために、築盛の一部分をパターンレジンで築盛し、他の部分は調製を容易にするためにワックスを併用する方法もある。

(6) 支台歯の調整

支台築盛完了後、支台歯形成を行い、支台を整える。

(7) パターンの取り出しおよび修正

ポストダミーをパターンから抜き出し、支台歯から築造パターンを撤去し、修正を行う(図4)。

図 3 パターン用レジンによる支台築盛と 2 本のポストダミー

図 4 パターン：レジンプストと 2 本のカーボンスチールロッド

2) 技工操作

(1) ポストダミーとカーボンスチールロッドとの交換

ポストダミーを除去した後の築造パターンのポスト孔に、築造体を完全に貫通するようにカーボンスチールロッドを挿入する。この貫通させたロッドの部分が後に、埋没材中のロッドの固定に役立つ。

(2) 埋没、鑄造

通法によって行うが、レジンプターンの焼却には 1 つの配慮が必要とされる^{24,25)}。加熱によるレジンの膨潤によって埋没材内面の肌荒れあるいは破裂による埋没材の崩壊を引き起こす危険性がある。その対策とし

図 5 金属鑄造体：表面のカーボンの崩壊

図 6 カーボンスチールロッドの撤去
金属鑄造体にポスト孔が形成される

て埋没時、鑄造リングの基底面からパターンを約 10 mm の位置に埋没し、低い温度から焼却を開始し、徐々に時間をかけて温度を高くして、係留時間を少し長くして焼却を行う (図 5)。

(3) カーボンスチールロッドの撤去

鑄造体のカーボンスチールロッドの撤去は、プライヤーで簡単に行える (図 6)。撤去が困難な場合には、超音波の下で塩酸中に浸触させる方法あるいはブローパイプで鑄造体を加熱して、金属の熱膨張の差を利用してロッドを撤去する方法がある。

(4) 金属鑄造支台の調整

通法による。

(5) ポスト孔の調整 (ドリリング)

カーボンスチールロッド撤去後のポスト孔は、既製ポストに付属する金属用ドリルを用いて、手動で残留カーボンの除去ならびにポスト孔の調整を行う。

次いで既製スクリーポストを応用する場合には、専用タップを用いて、手動でポスト孔にネジ山を切って、既製ポストを金属支台に試適する。金属鑄造支台上面のポスト孔の開口部を、既製ポスト装着用ドライバが使用できるように部分的に拡大する。その必要性がない既製ポストの場合は、その限りではない (図7)。

図7 2本の既製ポストの鑄造体への試適

図8 金属鑄造体、既製ポストの支台歯への試適、ポストの長さの調整

3) 口腔内処置

(1) 支台歯への試適

専用ドリルを用いて、手動で根管内の清掃を行い、調整した後に、金属築造体を支台歯へ試適し、調整する。

(2) 歯根管の調整

既製スクリーポストの応用では、専用タップを用いて、手動で根管壁にネジ山を形成し、ポストを根管に試適する。

(3) 支台歯への支台築造体および既製ポストの試適
築造体を支台歯へ試適し、築造体を通して、根管内に既製ポストを試適する (図8)。ポストの長さの調節は、ポストの先端を切断して調整する。

セメント合着時、セメントによる水圧現象を生ずる恐れがある場合には、減圧対策として既製ポストの側面に縦溝を付与する。

(4) 金属鑄造支台および既製ポストの支台歯への合着

金属築造支台次いで既製ポストの順に合着する。

セメントの硬化後、ポスト孔の開口部の余剰セメントを除去し、アマルガム、あるいはコンポジットレジンで封鎖する。

(5) 最終支台歯形成

通常の支台歯形成を行い完了する。

図9 鑄造体と各種ポストの適合性：

1. キュラーアンカーのクラウンセイバー
2. 一塊鑄造のポスト
3. カーボンスチールで付与されたポスト孔
4. 重ね鑄造の金属根管ポスト
5. RS-post

V. 検討および考察

金属一塊鑄造による支台築造の術式の考案は、長年の望みであったが、カーボンスチールロッドの応用によって容易に鑄造体にポスト孔を付与することができた。現在唯一臨床応用されている須堯ら²⁰⁾、末瀬ら²²⁾の方法はこのパターン上のポスト孔の付与に既製ポストを応用し、鑄造段階でこのポスト孔内にクリストパライト埋没材を注入して、埋没するために、鑄造操作中に破損を招く危険性がある。しかしこのカーボンスチールロッドを鑄造用コアとして応用によって簡単に精度の高いポスト孔を付与することができた。鑄造体と各種ポストとの適合状態を図 9 に示す。左から、1. キュラーアンカーシステムのクラウンセイパーの適合度を示す。鑄造体と既製ポストのネジ山の良好な鑄接状態が観察できる。2. は、ポストパターンの鑄造状態を示す。一塊鑄造の状態が観察できる。中央の 3. はカーボンスチールロッドによるポスト孔の鑄造状態を示し、良好な状態である。4. は金属根管既製ポストと鑄造体との良好な嵌合状態を示すが、末瀬ら^{22,23)}は、金属の選択の必要性を説き、純チタンが物性的に最も安定していると推奨している。右は 5. RS-Root ポスト適合状態を示し、ネジ式ポストのネジ山と金属との良好な嵌合状態が観察できる。

以上のようにポスト孔、既製ポストおよび鑄造体のいずれも臨床的に支台築造として、十分応用できる適

合状態である。維持力については、キュラーアンカーシステムの維持力は約 60 kg にも及び、円錐形ポストで約 4 kg, RS-Root ポストで約 50 kg の維持力が得られ、大臼歯の築造体の維持力としては十分と考えられる²⁶⁾。当術式によると、個々のポストの維持力に加えて、各ポスト間の非平行性に起因する抵抗が、支台築造体に対する大きな維持力として発揮される。この維持力の測定を試みたが、維持力が歯の強度に比べて大きく、試験体すなわち歯および支持ブロックが破損し、測定不可能であった。

ポストの維持特性としては次のような要素が考えられる。

1. ネジのピッチの大きさ、形状、数
2. ポストの大きさ、長さ、形状
3. ポストと根管との適合度

図 11 金属支台築造体の小臼歯支台歯への合着

図 10 小臼歯の支台築盛

図 12 臼歯部への応用例

これに加え、他の要素としては、

4. セメントの物性
5. ポスト間の非平行性による抵抗などがある。

これらの種々の条件の相違によって、ポストの維持力も自ら変わってくる。ちなみに Johanson、Sakumura²⁷⁾は、ポストの維持特性の変化によって維持力が変わると次のように述べている。

1. ポストの表面の凹凸によって4~5倍維持力は増加する。
2. ポストの長さが7~9 mm から11 mm の長さになると、24~30% 維持力が増加する。
3. 直径が0.9 mm から1.3 mm になると、24% 維持力が増加する。

以上のことから、当術式では、既製ポストを自由に選択することが可能であり、歯および根管などの支台歯の状態に応じて、ポストの数、太さ、長さおよび種類を選択することができる。金属鑄造支台築造の臨床への応用は、すべての失活歯が対象であるが、既製ポストならびに、コンポジットレジンなどによって、比較的簡単に臨床的に有効な支台築造を行うことができるようになった現在では、特に金属による支台築造が必要とされる症例に応用するという選択的応用が、最も有効的と考えられ、その適応は、

1. 歯根管利用の支台築造
2. ポストコア
3. 歯冠歯軸の変更
4. 失活歯冠歯質の補強
5. 歯冠歯質の崩壊が著しい支台歯

などであるが、特に歯冠歯質の崩壊が著しい支台歯への応用は、その崩壊が歯内囊底部に接近している症例においては、白金加金による金属鑄造支台が最も適すると考えられる。

臨床例を(図10~12)に図示する。

カーボンスチールは、鑄造による金属との離型が非常に良く、強度も有し、金属加工表面も滑らかであるなどの特徴を備えているので、歯科技工等の複雑かつ精密な加工に応用することによって、技工操作の簡易化、より複雑な技工物調製の可能性および口腔内における補綴的治療への応用による、より高度な、複雑な補綴治療の可能性が示唆される。

結 論

1. 従来から困難とされていた複数の非平行性歯根を利用した金属一塊鑄造による金属支台築造が、ポスト孔の付与にカーボンスチールを応用することによって容易に行えるようになった。
2. 既製ポストおよび既製スクリューポストの応用が容易になり、鑄造築造体の維持力をより高めることができた。
3. 以上の方法によって術式を簡略化することができた。
4. 鑄造用コアシステムの他の歯科技工への応用の可能性が示唆された。

本論文の要旨は、第42回日大歯学会(1990.12)において発表した。

文 献

- 1) Welk, D.A. and Diltz, W.E.: Influence of pins on the compressive and transverse strength of dental amalgam and retention of pins in amalgam, J Am Dent Assoc, 78: 101, 1969.
- 2) Collard, Earl A. and Caput, Angelo A.: Rationale for pin-retained amalgam restorations, Dent Clin North Am, 14: 43~51, 1970.
- 3) Lloyd Baum: Operative Dentistry for the General Practitioner, 15~49, Charles C. Thomas publisher, Illinois, 1972.
- 4) Gerard, L. Courtade and John J. Timmermans: Pins in Restorative Dentistry, 102~154, The C.V. Mosby Co. Saint Louis, 1971.
- 5) Kurer, P.F.: Retention of post crowns A solution of the problem, Br Dent J, 15: 167~169, 1967.
- 6) 水川一廣, Kurer, P.F., 小池国晃ほか: Kurer anchor system について, 日歯評論, 370: 1~19, 1973.
- 7) Fedrich, D.R.: An application of the dowel and composite resin core technique, J Prosthet Dent, 32: 420~424, 1974.
- 8) 横山健介: 前歯部に応用されるキャストコアの形態に関する力学的研究, 補綴誌, 20: 43~55, 1977.
- 9) 大野清美: 支台築造を含めた支台歯, および歯冠補綴物の応力分布の研究, 補綴誌, 31: 371~380, 1987.
- 10) 野田 稔, 原 三正, 多田陽太郎ほか: 余等の考案せる所謂「ジョイントトレーによる支台築造法」, 歯界展望, 6: 6

- ～9, 1949.
- 11) Harry Rosen : Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth, J Prosthet Dent, 11 : 973～986, 1961.
 - 12) Sami Issa Abdulah and Arne M. Bjorndal : A cast gold base for endodontically treated molar roots where divergent form precludes parallel post construction, Dental Digest, 76 : 187～189, 1970.
 - 13) 加賀谷忠樹 : 複根メタルコア作製法, 日歯評論, 394 : 176～180, 1975.
 - 14) Poul E. Lovdahl and Thomas D. Dumont : A dowel core technique for multirooted teeth, J Prosthet Dent, 27 : 44～47, 1972.
 - 15) Allen L. Weiner : A nonparallel cast post and core technique for teeth with divergent canals, J Prosthet Dent, 46 : 290～292, 1981.
 - 16) Lister A.E.A. : A post crown for molars with divergent roots, Br Dent J, 15 : 161～162, 1972.
 - 17) Stephan L. Welsh and William L. Priddy : Direct fabrication of interlocking endodontic post, J Prosthet Dent, 39 : 115～117, 1978.
 - 18) Bruce T. Michnick and Robert B. Raskin : A Multiple post core technique, J Prosthet Dent, 39 : 622～626, 1978.
 - 19) Said-Jalil Sadri : Direct pattern technique for fabrication of the cast post-core for divergent-rooted teeth, Quintessence Int, 8 : 519～524, 1985.
 - 20) 須堯 博, 熱田 充, 川口 彰ほか : 既製メタルポストを用いた大白歯分割コア, 補綴誌, 29 : 508, 1984.
 - 21) Mark R. Spector : A cast core system with interlocking posts, J Prosthet Dent, 56 : 16～19, 1986.
 - 22) 末瀬一彦, 川添堯彬, 山下秀介ほか : 既製金属ポストと鑄造金属コアの併用法に関する基礎的研究, 補綴誌, 32 : 1171, 1988.
 - 23) 末瀬一彦, 川添堯彬, 楠本哲次ほか : 純チタン既製ポストと鑄造金属コアの鑄接強度, 歯科医学, 51 : 856, 1988.
 - 24) 水川一廣, 小池国晃, 藤野正保ほか : パターン用レジンの補綴的応用に関する研究, 第一報 レジンパターンの鑄造条件に関する研究, 日大口腔科学, 7 : 261～268, 1986.
 - 25) 水川一廣, 小池国晃, 中里 清ほか : パターン用レジンの補綴的応用に関する研究, 第二報 各種パターン用レジンの, およびその切削研磨における表面粗さ, 日大口腔科学, 8 : 46～50, 1987.
 - 26) 水川一廣, 小池国晃, 松永俊雄ほか : Threading post, 保持力, 保持物性, 適合状態について, 歯界広報, 31 : 19～27, 1972.
 - 27) Jerry K. Jonson, and Joseph S. Sakumura : Dowel form and tensile force, J Prosthet Dent, 40 : 645～649, 1978.