原 著 論 文

コーヌスクローネの外冠に関する研究

—脚部荷重時の外冠のひずみと前装陶材破折—

瓜田 眞久

Studies on Outer Crown of Conical Double-Crown

—Deformation and Fracture of Porcelain Veneering for
Outer Crown on Loading at the Free-End Skeleton—

Michihisa Urita

Abstract : Recently, the metal fused porcelain work has been utilized to outer crown for conical telescopic dentures. However, it has the problem of porcelain fracture, caused by the deformation of the outer crown for lower premolar which is worked as a retainer of the free-end saddle denture. Three kinds of skeleton, $15 \times 6 \times 1.2$ mm in dimension (Standard), reinforced with beam (Beam), and increased thickness to double (Double), were cast with an outer crown. Two kinds of dental casting alloy, Au-Pt alloy and Co-Cr alloy containing Ti, were used. Conical angle was 6° , and retentive force was adjusted to 750 ± 50 g on the metal model. The deformation of outer crown were measured under loading at the free-end skeleton. Measurement was carried out at mesial, buccal (lingual), and distal parts of outer crowns, and then the fracture of metal fused porcelain's outer crowns was investigated.

Deformation of all test pieces increased at every additional stress. This tendency was more drastic in Au-Pt alloy than that of Co-Cr alloy containing Ti, due to different physical properties. Deformation of the Beam and the Double was more remarkably decreased than that of the Standard. The Beam exhibited the least fracture of metal fused porcelain's outer crown when compared with the other two types, due to the stress relieving function of the reinforced beams.

Key words : conical double-crown, fracture of metal fused porcelain's outer crown, deformation of outer crown, Cr-Co alloy containing Ti

I. 緒 言

昭和大学歯学部第III歯科補綴学教室
The Third Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Showa University
平成5年3月1日受付

部分床義歯の維持装置は今日まで種々のものが考案され使用されてきている。コーヌス・テレスコープはそれらの維持装置のひとつであるが、1950年代後半

に Korber, K.H. により考案されたものである¹⁾。この維持装置は部分床義歯の各種維持装置の長期の予後調査の結果^{2,3)}から最良の維持装置であることが明らかになって以来、今日臨床で頻用されはじめている⁴⁻⁶⁾。しかし、このコーヌス・テレスコープにもなお解決を図らなければならない課題が残されている。その最も大きなものが審美的な問題である。現在、審美的配慮から前歯および小臼歯の外冠には前装が施されており、その前装材には主に硬質レジンが使用されている。硬質レジンが用いられるのは適用範囲が広く、操作性も良好であり、そして修理も容易であるなどの長所を有しているためである^{7,8)}。しかし吸水性による色調の変化、耐摩耗性が劣るなどの短所も有している^{7,8)}ため、外冠前装には陶材の適用が必要となる。当教室では外冠前装に陶材を適用するべく研究を進めてきており、維持力を適正に調製すればコーヌス・テレスコープの外冠に陶材の適用が可能であることを報告し⁹⁻¹²⁾、また Lenz ら¹³⁾も同様な報告を行っている。しかし適正な維持力を付与しても、Kennedy I 級あるいは II 級の症例では破折が生じることがある。その主たる原因は外冠脚部に加わる応力による外冠のひずみであることを芝ら²⁾が報告しているが、外冠のひずみと陶材の破折との関係についての研究は Gilde ら¹⁴⁾の報告があるのみで、いまだその明確な作用機序の解析はなされていない。

そこで筆者は、外冠脚部へ荷重を作用させたときの外冠脚部の形態および材質の違いにより外冠のひずみと前装陶材破折との関係について基礎的実験を行ったので報告する。

II. 実験材料および方法

1. 実験材料

本実験の内冠および外冠の製作に使用した金型は、支台原型、内冠製作用、外冠製作用の3種類で構成されている。図1に示したように、支台原型はマージン部の直径6 mm、歯冠長5 mm、テーパ6度であり、ショルダー幅1 mmで、外壁に基準点が印されている。内冠製作用金型は支台原型上に重ね合わせることであり、テーパ6度、咬合面および軸面の厚さがそれぞれ0.5 mmの内冠が製作できるように作られている。また内冠製作後、外冠製作用金型を内冠上に重ね合わせることであり、テーパ6度、咬合面および軸面の厚さがそれぞれ0.5 mm、マージン部がシャンファータイプの外冠が製作できるように作られている。

内冠および外冠脚部製作用金属は、貴金属合金として白金加金合金 (Degulor M, Degussa 社)、陶材焼付用の卑貴金属合金としてチタン含有コバルトクロム合金 (DENTITAN, KRUPP 社) を使用した。埋没材には白金加金合金は石膏系埋没材クリストバライト・マイクロ (ジーシー社) を、チタン含有コバルトクロム合金はリン酸塩系埋没材ユニベスト・ノンプレジャス (松風社) を用いた。チタン含有コバルトクロム合金の casting には高周波遠心 casting 機グローブキャストを用いた。また、焼付陶材は VITA VMK 68 (VITA 社) を使用した。

2. 試料の製作

内冠製作用パターンは支台原型および内冠製作用金型に万能分離剤テフロセップ (MASTER WORKS

単位: mm

図1 金型模式図

表 1 使用合金の埋没鑄造法

	白金加金合金 (Degulor M : Degussa)	チタン含有コバルトクロム合金 (DENTITAN : KRUPP)
埋 没	石膏型埋没材 (CRISTOBALITE MICRO : ジーシー) W/P : 0.33 ml/g	リン酸塩系埋没材 (UNIVEST NON-PRECIOUS : 松風) W/P : 0.17 ml/g
↓ 加 熱	700°C 20 分	990°C 30 分
↓ 鑄 造	遠心鑄造 (CENTRIFICO CASTING MACHINE : KRUPP)	高周波遠心鑄造 (GLOBUCAST : KRUPP)

図 2 脚部の形態

社)を塗布し、金型を適合させたのち、その間隙にブルーインレーワックス(ジーシー社)を流し込み、圧接法により製作した⁹⁾。2種類の合金の埋没、鑄造条件は表1に示したごとく行った。内冠の研磨は通法に従って行ったが、最終研磨は金属中仕上用のシリコン・ポイント(松風社)までとした。完成した内冠は支台原型上にリン酸亜鉛セメント(Elite Cement 100, ジーシー社)で合着した。

外冠および脚部の形態は、脚部からの応力に最も影響を受けると考えられる小臼歯を支台歯とした遊離端欠損を想定した。外冠製作用パターンは内冠を合着した支台原型上に外冠製作用金型を適合させた後、その間隙にパターン用レジン(Palavit G, Kulzer 社)を筆を用いて注入し、硬化後、外冠製作用金型を撤去したのち、室温中にて約2時間放置して製作した。また支台原型に一致させて基準点を、咬合面には維持力調製用の突起を付与した⁹⁾。脚部の形態は図2に示したごとく3種類とした。すなわち15.0×6.0×1.2 mm

の形態をStandardとし、Standardに等辺3.0 mm、その挟む角度が96度の二等辺三角形で厚さが1.2 mmの補強梁を付与したものをBeam、Standardに対して厚さを2.4 mmと2倍にしたものをDoubleと略称する3種類の形態のものとした。これらの脚部はパラフィンワックス(ジーシー社)を用いて製作したのち外冠へ付着し、この部位を遠心側と規定した。

ひずみ測定用の試料は、2種類の合金を用いて3形態についておのおの5個、計30個、陶材前装部破折用試料はチタン含有コバルトクロム合金のみを使用し、3形態についておのおの5個、計15個製作した。チタン含有コバルトクロム合金は鑄造後、表面粗さを均一にするためDENTASTRAHL combi (KRUPP 社)を使用し、90~125 μmのアルミナでサンドブラスト処理を行った⁹⁻¹¹⁾。また陶材前装外冠のディギッシングおよび陶材焼盛条件はメーカー(VITA 社)の指示に従った。オペーク陶材およびボディー陶材の築盛焼盛はおのおの2回行い、形態修正を加えな

図 3 ゲージ貼付部位と方向

がら陶材の厚さを一定にし、グレージングまでとした。なお外冠咬合面には維持力調整用の突起を付与したため、陶材築盛は軸面のみとした。

内外冠の維持力の調整には加圧試験機（セイキ社）と引張圧縮試験機（TCM 100, NMB 社）を使用し、10 kg 荷重時の内外冠の維持力を 750 ± 50 g に調整した。維持力の調整は TCM 100 引張圧縮試験機に 5 kg のロードセルを装着し、クロスヘッドスピード 5 mm/min の条件で行った。なお加圧時、外冠の咬合面に長さ 10 mm、外径 6 mm、内径 3.6 mm の中空円筒形のステンレス製金型をのせ、水平補正を行った⁹⁾。

3. ひずみゲージの付与

外冠には専用の接着剤であるストレインゲージセメントを使用して、一軸ひずみゲージ KFR-02-C 1-11 を貼付した。貼付部位および方向を図 3 に示したが、外冠の近心、側方、遠心の 3 カ所とし、近心および側方は 3 形態とも各部位中央マージン部としたが、遠心は脚部が設置されているため、Standard はマージン部から 2 mm 上方の中央部に貼付した。Double は脚部の厚さが 2 倍となっているため、Standard よりさらに 1 mm 上方とし、Beam は補強梁が付与されているため、側方にずれた位置に貼付した。方向は垂直および水平方向の 2 方向とした。

4. 実験方法

1) 脚部荷重時の外冠のひずみ量とその分布

各試料の外冠のひずみ量の測定は、すべて同一条件および同一方法で行った。すなわち外冠を支台原型上の基準点に一致させた後、加圧試験機を用いて 10 kg 荷重で嵌合させた。荷重除去後、100 kg のロードセルを装着した引張圧縮試験機を用いてクロスヘッドスピード 5 mm/min、チャートスピード 50 mm/min の条件で外冠脚部遠心端を 0~10 kg 加重し、外冠のひ

ずみ動態を観察すると同時に、2, 5, 10 kg で加重した時の外冠の垂直および水平方向のひずみ量と分布を測定した。外冠のひずみ測定はユニットベース CDV-550 A とシングルコンディショナー CDV-55 A を 3 基組み込んだインテリジェントデータアナライザ DAA-100 A（共和電業社）にブリッジボックス DB-120 を接続して行った。ひずみ量はおのおの 5 回測定し、その平均値を算出した。なお正(+)の測定値は引張りひずみ、負(-)の測定値は圧縮ひずみである。

2) 脚部荷重による陶材前装部破折時の荷重量と脚部遠心端の変位量

脚部遠心端が 2 mm 変位するまで引張圧縮試験機で荷重し、陶材破折時の荷重量および脚部遠心端の変位量を測定した。陶材前装部破折の確認は聴診法に従った⁹⁾。

III. 結 果

1. 脚部荷重時の外冠のひずみ量

Standard, Beam, Double 形態の試料おのおの 5 個の脚部に 0~10 kg まで荷重した時の外冠のひずみ動態を表 2 に示した。圧縮ひずみは-, 引張りひずみは+で、荷重時に圧縮および引張りの両方向を示したのものには±で表示した。両方向を示したのものには 2 つのタイプがあり、1 つは荷重の増加とともに+から-, あるいは-から+に移行するもの、他の 1 つは+と-をくり返すタイプのものであった。ひずみが一定の傾向を示した試料の測定部位および方向は、白金加金合金では Standard の遠心の垂直方向および水平方向でいずれも引張りひずみ、Beam の近心垂直方向で圧縮ひずみ、遠心水平方向で引張りひずみ、Double の近心水平方向で引張りひずみ、コバルトクロム合金では Standard の側方の垂直方向で圧縮ひずみ、遠心垂直方向で引張りひずみ、Beam の側方の垂

表 2 脚部荷重時の外冠のひずみ動態

		白金加金合金					チタン含有コバルトクロム合金				
		垂直方向			水平方向		垂直方向			水平方向	
Standard	近 心	-	+	-	±	+	-	+	-	+	+
	側 方	-	-	-	-	±	+	-	-	-	-
	遠 心	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Beam	近 心	-	-	-	-	-	+	+	±	±	+
	側 方	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-
	遠 心	±	±	-	-	-	+	+	+	+	+
Double	近 心	-	-	-	±	-	+	+	+	+	+
	側 方	-	-	-	+	-	-	-	-	-	±
	遠 心	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-

+ : 引張りひずみ
- : 圧縮ひずみ
± : 両方のひずみ

直方向で圧縮ひずみ、遠心垂直方向で引張りひずみ、Beam の側方および遠心方向で圧縮ひずみ、遠心水平方向で圧縮ひずみ、Double の近心および側方の垂直方向で圧縮ひずみであった。

次に 2, 5, 10 kg で脚部を荷重したときの外冠のひずみ量の平均値とその分布を図 4 に示した。ひずみ量が正負の両方向を示したため、その絶対値で示し、試料数はそれぞれの 5 個の平均値である。図 4-1 は Standard, 図 4-2 は Beam, 図 4-3 は Double の結果で、それぞれ a が白金加金合金、b がチタン含有コバルトクロム合金の結果である。グラフの縦軸がひずみ量、横軸が荷重量を示し、V は垂直方向、H は水平方向で、M は近心、L は側方、D は遠心を示した。2 種類の合金とも荷重量の増加とともにひずみ量も増加したが、この傾向は白金加金合金の方がチタン含有コバルトクロム合金よりも強く認められた。なお白金加金合金における Standard と Beam の 10 kg 荷重時の測定は脚部に変形が生じたため、測定は不能であった。

2 種類の合金比較では、Standard におけるひずみの分布は両者とも遠心に集中する傾向を示した。ひずみ量は白金加金合金で 5 kg 荷重時に遠心側垂直方向で $1,700.80 \pm 237.51$ を示し、チタン含有コバルトクロム合金でも 10 kg 荷重時、遠心側垂直方向で $1,418.88 \pm 1,279.21$ を示した。Beam における外冠のひずみの分布は Standard と異なり、遠心に集中する傾向は示さず、各測定部位に分散される傾向を示した。また Standard と比較して水平方向のひずみ量の増加が認められたが、この傾向は、チタン含有コバルトクロム合金でも同様であった。Double における外

冠のひずみは、Standard と比較して全体のひずみ量が減少し、特に遠心垂直方向のひずみが著しく減少した。また白金加金合金とチタン含有コバルトクロム合金の比較では白金加金合金のひずみは大きく、遠心水平方向で危険率 0.5% で有意な差が認められた。

各試料の各測定部位のひずみ量の平均値の合計を総ひずみ量とした時の結果を図 5 に示した。各試料とも荷重量の増加とともにひずみ量も増加した。Double と Beam では Standard と比較して、白金加金合金およびチタン含有コバルトクロム合金ともに著しくひずみ量が減少し、2 種類の合金間ではコバルトクロム合金の方が小さな値を示したが、両合金間での有意差は認められなかった。白金加金合金において 2 kg 荷重時では Double が最小値 364.28, 5 kg 荷重時では Beam が最小値 792.31 を示し、チタン含有コバルトクロム合金では各荷重時で Double が最小値を示し、2 kg 荷重時 174.41, 5 kg 荷重時 435.98, 10 kg 荷重時 776.70 であった。

2. 陶材焼盛前後の内外冠の維持力の変化

陶材前装前に調整した 750 g の維持力を 100% とした時の陶材前装後の維持力の平均値および標準偏差を百分率で現したものを図 6 に示した。3 形態の維持力の平均値は、Standard が 1.79 kg で 238.7%, Beam が 3.15 kg で 420.0%, Double が 1.92 kg で 256.0% で 3 形態とも増加し、Beam は Standard および Double と比較して、危険率 0.5% で有意に高値を示した。

図 4-1 a

図 4-1 b

図 4-2 a

図 4-2 b

図 4-3 a

図 4-3 b

図 4 脚部荷重時の外冠のひずみ量とその分布

3. 脚部荷重による陶材前装部破折時の荷重量と脚部遠心端の変位量

脚部荷重による陶材前装部破折時の荷重量と脚部遠心端の変位量を表3に示した。試料数は各形態とも5個である。Standardでは5個のうち3個が、Beamでは5個のうち2個が、Doubleでは5個のすべてに破折が生じた。Standardで破折した試料の荷重量は

7.2 kg, 9.2 kg, 4.6 kgで、他の2個は9.9 kg, 10.1 kgで荷重しても破折しなかった。Beamで破折した試料の荷重量は9.3 kg, 11.7 kgで、他の3個は12.2 kg, 12.3 kg, 13.1 kgで荷重しても破折しなかった。Doubleでは5個すべてが破折し、その平均値が14.7 kgであったが、荷重量は7.9~24.0 kgとばらつきが大きかった。

破折した試料の脚部遠心端の変位量は、Standardでは1.6 mm, 1.7 mm, 1.5 mm, Beamでは1.6 mm, 1.8 mm, Doubleは5個の平均値で0.9 mmであった。

4. 前装陶材の破折部位および破折状態

3種類の形態の破折試料の代表例を図7に示した。Standardの破折が生じた3例は明確な亀裂は認められず、前装陶材は外冠遠心部のみで剝離した程度であった。Beamの2例では近心の方に破折が現れ、その破折状態は亀裂が1カ所に認められたのみであった。Doubleではすべての試料において全周にわたって前装陶材の亀裂や剝離が生じていた。

図5 外冠の総ひずみ量

図6 陶材焼成前後の内外冠の維持力の変化

表3 陶材破折時の荷重量および変位量

*: 非破折

試料 No.		1	2	3	4	5	Av. (S.D.)
Standard	荷重 (kg)	7.2	9.2	4.6	(9.9)*	(10.1)*	—
	変位量 (mm)	1.6	1.7	1.5	(2.0)*	(2.0)*	—
Beam	荷重 (kg)	9.3	11.7	(12.2)*	(12.3)*	(13.1)*	—
	変位量 (mm)	1.6	1.8	(2.0)*	(2.0)*	(2.0)*	—
Double	荷重 (kg)	24.0	13.2	18.2	10.0	7.9	14.7(6.51)
	変位量 (mm)	1.2	0.8	1.0	0.8	0.7	0.9(0.20)

図 7-1 破折試料 (Standard)

図 7-2 破折試料 (Beam)

図 7-3 破折試料 (Double)

IV. 考 察

義歯による口腔内組織の再構築の主たる目的の1つに審美性の回復があげられる。これまでコーヌス・テレスコープデンチャーでは審美性の回復のために外冠前装材に硬質レジンが多用されてきたが、さらなる審美性の高揚を計るためには陶材の適用が不可欠である。しかし、コーヌス・テレスコープの維持力発生機構¹⁾を考慮した場合、外冠には引張りおよび圧縮応力が生じる。そのため外冠前装陶材破折が生ずることが予想される。これらの応力の発生源は、脚部に加わる荷重が主な原因であるといわれている¹⁴⁾。そこで本研究では典型的な症例と考えられる下顎小白歯を支台歯とした遊離端欠損症例を用いることにした。

支台歯つまり支台原型の大きさは、日本人の平均的な下顎小白歯を想定した²²⁾。外冠に付与する脚部の形

態は補強梁を有するものと有しないものとに分け、長さは15 mmとした。補強梁は現在当教室の臨床で最も頻用されている形態を参考に決定した。補強梁の付与は外冠と脚部の接合部の補強を目的とすると同時に、外冠の強度も増加すると考えられる。そこで今回は補強梁の有用性を確認する目的もあり、補強梁を付与しなかったものと脚部の厚さを2倍にしたもので比較検討した。

コーヌス・テレスコープの審美的な面を重要視し、外冠に陶材を適用する場合、外冠合金の陶材焼付性を考慮する必要がある。陶材の破折の危険性を少なくするためには、ひずみ量の少ない卑貴金属合金の適用が考えられる⁵⁾。本実験では陶材焼付性^{9,16-20)}や鑄造後の内外冠の適合性¹⁰⁾、適正な維持力の付与⁹⁾にも優れたチタン含有コバルトクロム合金 DENTITAN を使用し、貴金属合金と比較検討することにした。

コーヌス・テレスコープデンチャーの陶材前装外冠の陶材破折に直接関与すると考えられる外冠への応力を考慮した場合、咀嚼機能が重要な問題となる。つまり義歯の咬合力を想定した荷重量を設定しなければならない。これまでに咬合力に関するいくつかの報告がなされている²¹⁻²⁴⁾が、これらの研究を参考にして脚部への荷重量を最大10 kgと規定した。

外冠のひずみの測定には一軸ひずみゲージを使用し、垂直方向と水平方向を別々に測定した。これは1つには外冠の大きさが小さく、二軸ひずみゲージを貼付することが困難であったこと、もう1つには一軸ひずみゲージの同一測定部位への2枚貼付では測定誤差が大きくなる危険性があることを考慮したためである。

ひずみには引張りひずみと圧縮ひずみがあり、計測値は前者が正の値、後者が負の値として表されるのが一般的な方法である。陶材は圧縮ひずみよりも引張り

ひずみに弱く、これは曲げ試験の結果からも明白である²⁵⁾。つまり陶材前装の破折に最も大きな影響を及ぼすのが引張りひずみであるため、外冠に生じたひずみが引張りひずみか圧縮ひずみであるかを測定することも非常に重要である。本実験の結果から、各測定部位における2方向のひずみの正負には、一定の傾向を示す部位と正負の両方向を示す部位があった。また、両方向のひずみを示した中でも正負を交互にくり返すものと、荷重増加中に逆のひずみへと移行するものがみられた。同一の試料を同一の条件で計測したにもかかわらず、5個すべてが同一傾向を示したのは計測36部位中12部位のみであった。このひずみのばらつきの原因は内外冠が点接触であること、さらに接触部位が共通でないことが主たるものと推測される。2種類の合金を比較した場合、引張りまたは圧縮ひずみの一定の傾向を示した部位は表2に示したごとく、チタン含有コバルトクロム合金のほうが7部位と白金加金合金よりも多く、3種類の形態で比較した場合、Beamが5部位と最も一定の傾向を示した。チタン含有コバルトクロム合金が白金加金合金よりも安定した傾向を示したのは物理的特性、特にビッカース硬度が白金加金合金は235 Hvであるのに対し、チタン含有コバルトクロム合金は300 Hvという大きな値を示すことが関与したものと推察される。またBeamが最も一定の傾向を示したのは、荷重方向が歯軸方向つまり垂直方向であるため、StandardとDoubleと異なりBeamでは補強梁が垂直方向の荷重に強く抵抗したものと考えられる。全体的にみて引張りひずみは水平方向に多く、圧縮ひずみは垂直方向に多く現れた。これは内外冠が円錐型であり、荷重方向が歯軸方向と同じ垂直方向であったために外冠が広がる傾向を示したためと考えられる。川崎ら²⁶⁾は外冠に荷重を作用させたときに生じる外冠のひずみは外冠の形態やその厚さによって変化が生じ、主に垂直方向で圧縮ひずみが、水平方向で引張りひずみが生じると報告しているが、今回の筆者の実験は川崎らの報告とほぼ一致する結果となった。これらの結果は外冠に荷重を作用させたときも脚部に荷重を作用させた場合も外冠に生じるひずみの動態は全体的にみて一致していることが示唆された。

本研究ではひずみが引張りひずみと圧縮ひずみの両方に生ずるため、外冠全体のひずみ量を絶対値として観察することにした。外冠のひずみ量は両合金とも脚部荷重量の増加とともに増加したが、白金加金合金の

方がチタン含有コバルトクロム合金よりも大きな値を示す傾向が認められた。これは金属の物理的特性の差異によるものであると考えられる。脚部の形態の違いでは白金加金合金、チタン含有コバルトクロム合金ともにStandardが最も大きな値を示した。しかも両合金とも遠心側で、水平方向よりも垂直方向のひずみが顕著に現れた。これは遠心側は直接脚部荷重が伝達される部位であり、その部位に応力が集中したためと考えられる。Doubleにおいても両合金のひずみは遠心側に集中する傾向を示したが、そのひずみ量はStandardと比較して著しく減少した。これは脚部の強度が増加しているためであると推測できる。また遠心側のゲージ貼付部位が咬合面方向へ1.2 mm移動したことによる影響も考えられる。Beamにおける脚部荷重時のひずみは、各測定部位にひずみが分散する傾向を示し、しかもひずみ量が明らかに減少した。特にStandardと比較した場合、脚部付着部である遠心の垂直方向のひずみ量が著しく減少した。これは補強梁が歯軸方向と同方向に付与されているため、荷重方向に対して最も有効に作用したものと考えられる。Gildeら¹⁴⁾は脚部荷重による外冠のひずみについて報告している。すなわち脚部の長さを20 mm、Standardと類似した形態とし、脚部遠心端が2 mm沈下した時のひずみをみた結果、外冠遠心部のひずみは200 μm の正のひずみ、すなわち引張りひずみが生じ、近心ではひずみが生じていなかったと報告している。この結果は本実験結果と異なっていた。それは本実験の外冠と脚部との接合状態と比較してGildeの実験の方が接合状態が強固でなかったことが原因とも考えられる。

外冠全体に加わる総ひずみ量は各試料とも荷重量の増加とともに増加したが、Standardと比較してBeamおよびDoubleではその増加率が著しく低く、両者の間には大きな差異は認められなかった(図5)。しかしその分布状態は異なり、Beamではひずみが全体に分散する傾向を示したのに対して、Doubleでは遠心に集中する傾向を示した。

これらの結果を総合的にみても、Standardはひずみ量が大きく、さらに遠心に引張りひずみが集中したことから、最も前装陶材破折の危険性が大きいことが示唆された。またBeamとDoubleとでは総ひずみ量に大きな差異が認められないという結果を踏まえ、実際に陶材前装を施した外冠試料で実験を行うことにした。実験には最も陶材焼付性に優れていると報告⁹⁾されているチタン含有コバルトクロム合金DEN-

TITAN を使用した。陶材前装後の維持力の変化は、主に陶材焼盛時の陶材の収縮と合金の加熱により発生する変形、さらに前装形態の相違によって陶材の収縮方向が規定されること²⁷⁻³⁰⁾から、脚部の形態の相違による陶材前装後の内外冠の維持力の変化も十分考えられる。そこで3種類の異なる脚部の形態による陶材前装後の内外冠の維持力の変化をみてみた。その結果すべての形態で内外冠の維持力は増加し、その中でも Beam が最も顕著に現れ、Standard および Double に対して有意に高い値を示した。これは、補強梁の付与による影響と考えられるが、今後の検討課題である。

前装陶材の破折の因子には荷重量と脚部の変位量が主に関与する。本実験では臨床上各個人により咬合力が異なることから、荷重量を変化させて脚部の変位量を一定にして陶材破折の状態をみてみた。脚部変位量は粘膜の被圧縮性を考慮し、遠心端を 2 mm まで変位させることにした¹⁾。その結果 Standard では変位量 1.6 mm, 1.7 mm, 1.5 mm で 5 個の試料のうち 3 個が破折し、破折時の荷重量は 4.6~9.2 kg であり、3 形態中最小の荷重量であった。5 個の試料のうち 2 個が破折しなかったのは脚部および外冠との接合部の強度が弱いこと、脚部に変形が生じたことが原因と考えられる。Double では変位量 0.7, 0.8, 1.0, 1.2 mm で 5 個すべてが破折したが、その時の荷重量は 7.9~24.0 kg とばらつきが大きいものの、荷重量は 3 形態中最大の値を示した。これは脚部の厚さが 2 倍と脚部自体の強度が増加したこと、外冠と脚部との接合部の強度が増大したことが起因したものと推察される。また Beam では変位量 1.6, 1.8 mm で 2 個が破折した。その時の荷重量は 9.3, 11.7 kg であった。5 個の試料中 3 個は 12.2~13.1 kg の荷重量で 2 mm まで脚部を変位させても破折が生じなかった。これは脚部からの応力を補強梁が緩和して外冠全体に平均化して伝達した結果であることが示唆された。また本実験で荷重量が少ないにもかかわらず陶材が破折したのは、支台歯には歯根膜様の組織を介在させていなかったこと、脚部下に顎堤を介在させずにフリーの状態にしたことが大きな原因と考えられる。

さらに、ひずみが集中した部位と破折が生じた部位について検討した。Standard では破折は遠心に生じた。これは遠心に垂直および水平方向の引張りひずみが集中したことに起因している。破折状態は外冠から陶材が剥離した程度で、亀裂や欠損は生じなかった。これは低荷重で脚部が変形したため、外冠自体には大

きなひずみが生じなかったためである。Beam では近心と比較して遠心のひずみ量が大きかったにもかかわらず、破折状態は 2 個とも近心に亀裂が生じた。これは遠心に補強梁を設置したため陶材を遠心に築盛できなかったためと考えられるが、2 mm 変位したにもかかわらず 3 個が破折しなかったのは補強梁が有効に作用し外冠のひずみ量を均一化し、かつ著しく増加させなかったことによるものと考えられる。Double では近心の水平方向で引張りひずみが生じる傾向を示したが、5 個すべての試料は全周に及ぶ剥離破折状態を示した。これは Double では外冠と脚部との接合強度が大きいこと、脚部の応力が直接外冠に伝達されたためと考えられるが、Standard と比較して破折時の荷重量が増大したことは、脚部の厚さの増大も前装陶材破折を防止するうえで効果があることが示唆された。

V. 結 論

コーヌス・テレスコープデンチャーの外冠脚部に作用する荷重が外冠に及ぼす影響を及ぼすかについて、異なる 3 種類の脚部形態を有する 2 種類の歯科用鑄造用合金を用いて比較検討した。またチタン含有コバルトクロム合金の外冠に陶材前装を施したのち、脚部を荷重し、3 種類の脚部形態における陶材前装外冠の破折時の荷重量と破折状態を比較検討した結果、以下の結論を得た。

1. 脚部荷重時の外冠のひずみは圧縮ひずみと引張りひずみの両方が生じ、両方のひずみを示す部位もみられた。
2. 外冠のひずみ量は脚部荷重量の増加とともに増加し、その値はチタン含有コバルトクロム合金の方が白金合金より小さい値を示した。
3. Standard では脚部接合部に引張りひずみが集中する傾向を示した。
4. Beam ではひずみは全体に分散して生じる傾向を示し、近心と遠心の水平方向に引張りひずみが生じた。
5. Double では脚部接合部にひずみが集中する傾向を示したが、引張りひずみは近心の水平方向で生じた。
6. 総ひずみ量は Standard が最大で、Beam と Double では Standard と比較して半分以下に減少した。
7. 陶材前装後の維持力の増加は Beam が最も顕

著で、他の2形態より有意に高い値を示した。

8. 脚部荷重時の陶材前装破折は、Standardでは遠心に、Beamでは近心に、Doubleでは全周に生じたが、Beamの破折が最小であった。

稿を終わるにあたり、終始ご懇篤なるご指導、ご鞭撻、ご校閲を賜りました芝 燁彦教授に深甚なる謝意を表します。また、終始多大なるご協力をいただきました第3歯科補綴学教室員に感謝の意を表します。

本論文の要旨の一部は、第86, 87回日本補綴歯科学会学術大会、第12回昭和歯学会総会において発表した。

文 献

- Körber, K.H.: Konuskronen-Teleskope, 64~90, A. Hüthig, Heidelberg, 1969.
- 芝 燁彦, 五十嵐順正: コーヌス・テレスコープデンチャー, 179~185, 永末書店, 京都, 1984.
- N. Müller und T.L. Diepgen: Kammschleimhaut und Knochen unter der Beanspruchung von abnehmbarem Zahnersatz, Dtsch zahnärztl Z, 45: 473~477, 1990.
- 芝 燁彦, 宮田孝義, 金子一芳: コーヌスクローネ, Dental Diamond, 9: 14~28, 1984.
- 芝 燁彦: コーヌス Q & A-基礎と臨床の手引き, 69~204, 永末書店, 京都, 1990.
- Shiba, A.: The Conical Double-Crown Telescopic Removal Periodontic Prosthesis, 40~55, Ishiyaku Euro America, Inc., Tokyo, 1993.
- 草刈 玄, 飯原 仁, 皆川陽子ほか: 硬質レジン前装冠の問題点 (上)-予後観察から-, 歯界展望, 59: 533~541, 1982.
- 草刈 玄, 飯原 仁, 皆川陽子ほか: 硬質レジン前装冠の問題点 (下)-臨床的対策-, 歯界展望, 59: 1329~1336, 1982.
- 松山忠司: コーヌス・テレスコープデンチャーの前装に関する研究 金属焼付陶材の前装への応用, 補綴誌, 32: 561~576, 1988.
- 池田増夫: チタン含有コバルトクロム合金のコーヌス・クローネ内外冠への応用, 補綴誌, 34: 54~67, 1990.
- 芝 燁彦, 松山忠司, 瓜田真久ほか: コーヌス・テレスコープ・デンチャーへの金属焼付ポーセレン・クラウンの適用-市販ポーセレン焼付強さ-, QDT, 14: 62~70, 1989.
- 芝 燁彦, 松山忠司, 瓜田真久ほか: コーヌス・テレスコープ・デンチャーへの金属焼付ポーセレン・クラウンの適用 (続)-維持力を考慮した市販ポーセレン焼付合金の選択-, QDT, 14: 1022~1028, 1989.
- Lenz, P., Gilde, H. und Süßmann, K.: VMK-Konuskronen im Dauerverschleißversuch, Dtsch zahnärztl Z, 33: 453~455, 1978.
- H. Gilde, P. Lenz und N. Fuchs: Dauerversuche an keramisch verblendeten Konuskronen, Dtsch zahnärztl Z, 43: 504~506, 1988.
- 上條雅彦: 日本人永久歯解剖学, 93~112, アナトーム社, 東京, 1962.
- Kappert, H.F., Riedling, W., Weyhmann, J. et al.: Eine vergleichende Studie von drei Methoden zur Untersuchung des Metall-Keramik-Verbundes bei NEM-Legierungen, Dtsch zahnärztl Z, 40: 1179~1186, 1985.
- 小司裕昭: 賤金属と陶材の焼付強さ (第1報) 加圧築盛法による焼付強さ, 歯理工誌, 17: 112~119, 1976.
- 高橋重雄: ノンプレシラス陶材焼付合金の陶材焼付強さをテストする, DE, 59: 14~23, 1981.
- 石崎雅一郎: 陶材焼付用 Co 系合金に関する基礎的研究 (第1報) Co-Cr, Co-Ni, Co-Pd 二元系合金について, 歯理工誌, 5: 791~797, 1986.
- 石崎雅一郎: 陶材焼付用 Co 系合金に関する基礎的研究 (第2報) 70% Co-30% Pd 二元系合金に対する Au, Pt, Ti 添加の影響, 歯理工誌, 6: 64~72, 1987.
- 山崎 健: 各種補綴物における咬合力の比較に関する研究, 歯医学誌, 12: 1~10, 1960.
- 河野修己: 維持装置の異なる遊離端義歯の咬合力, 日歯評論, 349: 1495~1500, 1971.
- 深水皓三: 総義歯の第1大臼歯における咀嚼力および咬合力に関する研究, 補綴誌, 14: 491~516, 1974.
- 金 鮮妃: konuskronenを適用した義歯による咀嚼機能の回復に関する研究-全部床義歯に對する症例一, 補綴誌, 35: 745~756, 1991.
- 西山嘉重: 金属焼付ポーセレンの焼付強度に及ぼす因子について, 歯科学報, 70: 35~53, 1970.
- 川崎貴生, 山田 亨, 沢田勝範ほか: コーヌス・クローネの維持力と外冠の変形について, 歯界展望, 64: 83~89, 1984.
- 金子行夫: 金属焼付陶材冠の適合性に関する研究 臼歯 (6) フルベークタイプの歯頸部辺縁形態の相違による影響, 補綴誌, 24: 246~268, 1980.
- 中島利行: 陶材焼付鑄造冠の陶材焼成時における鑄造体の変形について, 歯科医学, 39: 541~561, 1976.
- 宮内修平: 金属焼付ポーセレン冠の適合性に関する研究 歯頸部辺縁形態ならびに陶材被覆形態について, 補綴誌, 20: 63~86, 1976.
- 小森富雄, 北上徹也, 坂口邦彦ほか: 貴金属系合金を用いた陶材溶着鑄造冠の鑄造時および陶材焼成過程における変形について, とくに Facial veneer type と Full veneer type との比較, 補綴誌, 22: 1~5, 1978.