

原著論文

## キャストクラスプの維持力を求める コンピュータ・システムの開発

野首 孝祠    小野 高裕    守光    隆  
長島    正    奥野 善彦

### Development of a Computer System for determining Retentive Force of Cast Clasps

Takashi Nokubi, Takahiro Ono, Takashi Morimitsu,  
Tadashi Nagashima and Yoshihiko Okuno

**Abstract :** The purpose of this study is to develop a rational fabricating system for determining retentive force of cast clasps. The radius of curvature of a circumferential clasp arm is considered to be one of the important factors affecting dynamical properties of cast clasps. In this study, a device for determining the radius of curvature and a computer system for Akers clasps and I-bar clasps were developed.

It was suggested to be very significant in partial denture designing, that the retentive force and the bending rigidity required according to various conditions around abutment teeth can be easily obtained by using a personal computer, and that the proper part of a commercially available clasp pattern required to fabricate cast clasps providing rational retentive forces can be determined in this system.

**Key words :** cast clasp, retentive force, bending rigidity, computer system, measuring device

#### I. 緒 言

クラスプは、部分床義歯の重要な構成要素であり、これまで多くの力学的研究が行われている<sup>1-16)</sup>。その主な研究課題として、クラスプの維持力や鉤腕の曲げ剛性がとりあげられている。前者は、義歯が咬合面方向に離脱する際に生じる最大の抵抗力として定義されている。ま

た後者は、義歯に対して種々の機能力が加わった際、鉤腕の広がりによって生じる力（いわゆるブレーシング）の1つの評価値として定義し、著者らは特に鉤尖部における一定量（0.1 mm）のたわみに必要な曲げ荷重によって規定している。

これまで合理的な維持力や曲げ剛性を備えたキャストクラスプの製作を目的として、力学的解析を種々行った結果<sup>1,3-5,7,10,16)</sup>、これらクラスプの力学的性質に対する鉤腕長、鉤腕断面の寸法と形態、使用金属の弾性係数、アンダーカット量、鉤腕の曲率半径などの影響を明らかにした。特に、西山<sup>5)</sup>はパータイプ、山賀<sup>10)</sup>と小野<sup>16)</sup>は環状タイプの各クラスプの維持力を求める理論式を報告

大阪大学歯学部歯科補綴学第二講座（主任：奥野善彦教授）  
The Second Department of Prosthetic Dentistry, Osaka  
University Faculty of Dentistry (Chief: Prof. Yoshihiko  
Okuno)

昭和63年4月18日受付

している。

一方、これらクラスプの維持力と鉤腕の曲げ剛性との間には、きわめて密接な関係が存在していること<sup>5,10,15,16)</sup>、さらに各鉤歯の条件に適した維持力をもつキャストクラスプを製作するためには、良好な寸法安定性と一定のテーパ度を有する既製ワックスパターンが不可欠であること<sup>17)</sup>などについてもすでに報告している。また、鉤腕の形態が異なる環状タイプとバータイプのクラスプの間では、鉤歯の種類や形態、ならびにアンダーカット量などの差によって、これら力学的性質に及ぼす影響度の異なることも明らかにしている<sup>5,10,15,16)</sup>。

以上のようなキャストクラスプに関する力学的解析の結果を実際の臨床に広く応用するためには、各クラスプの維持力や曲げ剛性に及ぼすアンダーカット量や、鉤歯の歯軸方向の曲率半径、歯面の摩擦係数などの影響度を変動係数としてあらかじめ算出しておく必要がある。著者らは、これまで各クラスプにおける理論解析と模型実験の結果を利用し、それぞれに対応する数値を設定して<sup>12,15)</sup>、実際の症例に応用している。しかし、従来の計算方法においては、各症例に適した維持力や曲げ剛性を求めるための操作性や汎用性、さらには計算して得られた維持力の正確さなど、改善しなければならない点が残されている。

そこで本研究は、鉤歯の健康状態など種々の口腔内条件に対応して診断し、決定したクラスプの維持力が、容易かつ合理的に求められる方法を確認するために、環状タイプとバータイプの代表的な維持装置であるエーカー・クラスプと I パー・クラスプの 2 種類のクラスプをとりあげ、パーソナルコンピュータを応用した製作システムの開発を行った。

## II. キャストクラスプの維持力を求めるソフトウェアの開発

### 1. クラスプの維持力と鉤腕の曲げ剛性との関係

#### 1) エーカー・クラスプの場合

Occlusally approaching clasp 中の代表的なエーカー・クラスプの鉤腕は、鉤歯の種類によってさまざまな彎曲を有しているが、前述したようにこの環状タイプのクラスプの維持力は、その近似形態である円弧型鉤腕の曲げ剛性と密接な関係を有している。小野<sup>16)</sup>は、基本的な形態として、図 1 に示すような円弧型鉤腕を想定し、その鉤尖部内面に法線方向の荷重 ( $P(A)$ ) を加えた場合の同一方向のたわみ ( $\delta$ ) について、片持ちはりの

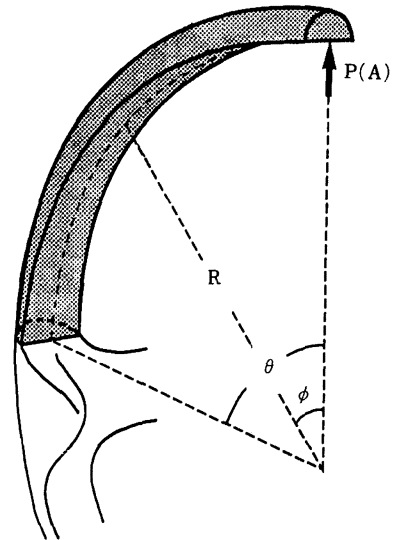


図 1 円弧型鉤腕の解析モデル

$P(A)$  : 鉤尖部内面における法線方向の荷重

$R$  : 円弧型鉤腕の曲率半径

$\theta, \phi$  : 鉤腕全体と任意の円弧の中心角

原理を用いて解析し、 $\delta$  と  $P(A)$  の関係式を次のように表している。

$$\delta = \frac{P(A)R^3}{EI_0} \int_0^\theta \frac{\sin^2\phi}{(1+\nu\phi)^4} d\phi \dots\dots\dots (1)$$

ただし、

$$\nu = \frac{h_\theta - h_0}{\theta \cdot h_0}$$

この式を利用して、 $\delta = 0.1 \text{ mm}$  とし、さらに鉤歯に対するクラスプの製作条件 ( $E$  : 弾性係数,  $I_0$  : 断面 2 次モーメント,  $R$  : 円弧型鉤腕の曲率半径,  $h_0, h_\theta$  : 鉤尖部ならびに鉤腕基部の厚さ,  $\theta$  : 鉤腕の中心角) を入力することによって、鉤尖部を  $0.1 \text{ mm}$  たわませるのに必要な荷重、すなわち鉤腕の曲げ剛性 ( $P_{0.1}(A)$ ) が算出される。ただし、式の中には数値積分が含まれており、この式から厳密解は計算できないため、近似積分を行う必要がある。本システムでは、パーソナルコンピュータを用い、シンプソンの解法に従って分割数を 20 とした近似積分のソフトウェアを作成して、曲げ剛性の近似値を求めている。

次に、山賀<sup>10)</sup>は歯面上の鉤腕に対して作用する力のつりあいから、エーカー・クラスプの 1 腕の維持力 ( $F(A)$ ) を求める理論式を導いている。また、この種のクラスプの維持力は、前述の鉤腕の曲げ剛性と密接に関係していること、その他鉤尖部のアンダーカット量、歯軸

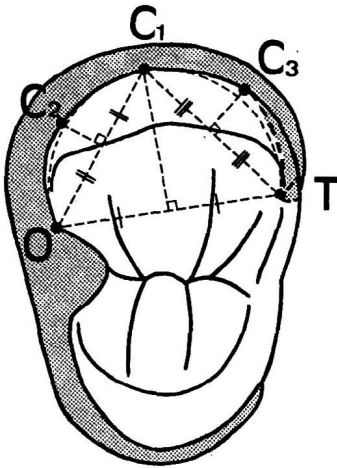


図 2 鉤腕の曲率半径を求める場合の基準点

O: 鉤腕基部 T: 鉤尖部  
C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>: OT, OC<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>T の各垂直二等分線と鉤腕内面との交点

方向の曲率半径、鉤腕内面と歯面との摩擦係数などによっても大きく影響をうけることが明らかである。したがって、本システムでは、クラスプの維持力に及ぼすこれらの各因子の影響度を、変動係数 ( $K(A)^{12,15}$ ) として表し、各条件に応じたエーカース・クラスプの維持力 ( $F(A)$ ) を求める式を次のように簡素化した。

$$F(A) = K(A) \times P_{0.1}(A) \dots\dots\dots (2)$$

## 2) I パー・クラスプの場合

西山<sup>5)</sup>は、Gingivally approaching clasp の中から代表的な I パー・クラスプの維持力 ( $F(B)$ ) を求める理論式を導いている。

しかし、このタイプの維持力を求める場合では、円弧型鉤腕の曲げ剛性 ( $P_{0.1}(A)$ ) を利用するエーカース・クラスプとは異なり、直線型鉤腕における荷重 ( $P(B)$ ) とたわみ ( $\delta$ ) との関係式 (3) において、 $\delta=0.1\text{mm}$  を代入して得られる曲げ剛性 ( $P_{0.1}(B)$ ) によく対応していることを実験的に確認している<sup>9)</sup>。

$$P(B) = \frac{\delta \cdot E \cdot a_x^3 \cdot b_x}{3.037 \cdot l^3 \cdot \gamma^3} \dots\dots\dots (3)$$

また、この種のクラスプの維持力に影響を及ぼす他の因子については、前述のエーカース・クラスプと同様であるが、その影響度が異なるため、これを変動係数 ( $K(B)^{12,15}$ ) として表し、各条件に応じた I パー・クラスプの維持力 ( $F(B)$ ) を求める理論式を、エーカース・クラスプの場合と同様に次のように簡素化した。

$$F(B) = K(B) \times P_{0.1}(B) \dots\dots\dots (4)$$

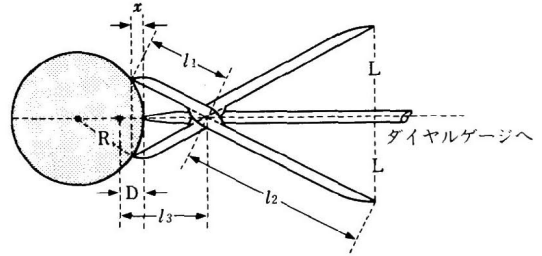
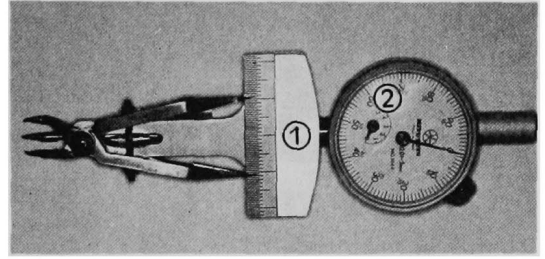


図 3 曲率半径測定装置と構造の概略

① キャリパス部 ② ダイアルゲージ部

## 2. エーカース・クラスプにおける鉤腕の曲率半径を求めるための測定装置の開発

前述の理論式 (1), (3) からも明らかなように、エーカース・クラスプでは鉤腕の曲率半径 ( $R$ ) によって影響されることが、I パー・クラスプと大きく異なる点である。したがって、臨床においてエーカース・クラスプの維持力をより正確に計算するためには、この曲率半径の計測方法を確立する必要がある。

小野<sup>16)</sup>によれば、図 2 に示した  $OC_2C_1$ ,  $OC_1T$ ,  $C_1C_3T$  の 3カ所から求めた鉤腕の曲率半径の中で、鉤尖部 ( $T$ ) と鉤腕基部 ( $O$ )、およびその中点 ( $C_1$ ) の、いわゆる鉤腕全体を想定した 3 点から曲率半径を求めることによって、前述の理論式から得られた理論値と実験値がよく近似していると報告している。

そこで本研究では、これら 3 点から鉤腕の曲率半径 ( $R$ ) を求める測定装置 (図 3, 4) を考案した。本装置は、その中点の突出量を求めるためのダイアルゲージ ( $D$ ,  $0.01\text{mm}$  精度) と、鉤尖部と鉤腕基部の 2 点間距離を求めるためのキャリパス ( $2 \times L$ ,  $0.5\text{mm}$  精度) から構成されている。本システムでは、鉤歯上に設計した鉤腕の走行から本装置を用いて測定したそれぞれの値 ( $D$  と  $L$ ) を入力することによって、鉤腕全体の曲率半径 ( $R$ ) が容易に求められる機構を備えている。なお、本システムに内蔵した計算式は、以下の通りである。

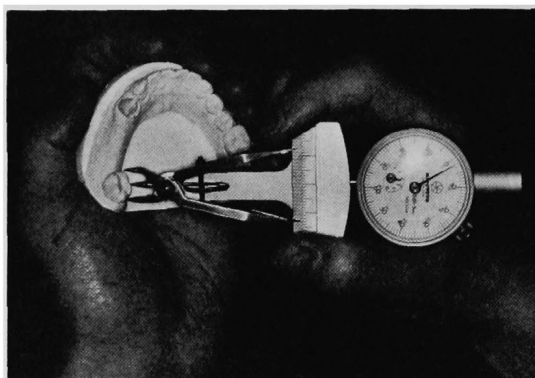


図 4 鉤腕の曲率半径の測定方法

$$R = \frac{1}{2x} \left\{ x^2 + \left( \frac{l_1 L}{l_2} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (5)$$

ただし,

$$x = D - l_3 + \frac{l_1}{l_2} \sqrt{l_2^2 - L^2}$$

・  $l_1, l_2, l_3$  は, 本装置における構造上の値 (一定) である.

### 3. キャストクラスプの維持力を求めるコンピュータ・システム

エーカース・クラスプ, ならびに I パー・クラスプの各 1 腕の維持力 (F) を算出する場合, 前述の式 (2), (4) のように本システムにおいてはいずれも,

$$F = K \times P_{0.1}$$

の関係式が利用されている.

この式の中で, 変動係数 (K) は, クラスプの形態, アンダーカット量, 鉤歯の歯軸方向の曲率半径などによって変化する値である. また, 曲げ剛性 ( $P_{0.1}$ ) は, 前述した円弧型鉤腕 (エーカース・クラスプ) と直線型鉤腕 (I パー・クラスプ) に関するそれぞれの理論式 (1), (3) から, 各鉤尖部を 0.1 mm たわませるのに必要な荷重として得られる値である.

一方, 各クラスプにおける所要の維持力を求めるためには, 良好な寸法安定性と一定のテーパ度を有する既製ワックスパターンの利用箇所とクラスプの維持力との関係を知る必要がある.

そこで, 本システムはこの点を重視して, 鉤腕長, 鉤腕の曲率半径 (エーカース・クラスプの場合), 使用金属の弾性係数, さらに鉤尖部のアンダーカット量などの各条件を以下の手順に従って入力することにより, 各クラスプの条件に応じた維持力と, 著者らが現在使用している既製ワックスパターンの各維持力に適した利用箇所

部 位	( )	タイプ
鉤腕長	mm	
キャリバス値	mm	
ダイヤルゲージ値	mm	曲率半径
使用金属		(弾性係数)
アンダーカット量	mm	kg/mm <sup>2</sup>
希望の維持力	g	(許容幅 %)

部位を入力して下さい

7654321	12345678
87654321	12345678

図 5 初期画面

とが出力されるように構成されている.

#### 1) 初期画面 (図 5)

初期画面として, クラスプの設計に必要な全項目が枠組み表示されており, その枠外ではそれぞれの項目を順次数値ボードあるいはカーソルを操作して入力する.

#### 2) 鉤歯部位とクラスプの種類

まず, 設計するクラスプの部位, 頬側腕と舌側腕の別, さらにクラスプの種類 (エーカース・クラスプあるいは I パー・クラスプ) について, それぞれカーソルを移動させて入力する.

#### 3) 鉤腕長

次に, 設計した各鉤腕の鉤尖部と鉤腕基部との走行距離, すなわち鉤腕長 (mm) を正確に計測し, その値を入力する.

#### 4) エーカース・クラスプにおける鉤腕の曲率半径

鉤腕の曲率半径 (mm) は, 前述の測定装置 (図 3, 4) を用いて, 鉤腕の midpoint におけるダイヤルゲージの読み (D) と, その midpoint を通る鉤尖部と鉤腕基部の 2 点間距離の半分の読み (L) をそれぞれ入力することによって, 前述の計算式 (5) を介して, その計算結果 (曲率半径) が表示される.

なお, I パー・クラスプの維持力に対してこの因子はほとんど影響しないため, 自動的に次の項目に移行する.

#### 5) 使用金属の弾性係数

使用金属については, 表示された 5 種類 (Co・Cr, Ni・Cr, Pt・Au, Au・Pd, Ni・Ti)の中から使用する金属名をカーソルで選択し入力することによって, 各合金の標準的な弾性係数が表示され, その値が適切である場合はそのまま入力する. また, 表示された以外の弾性係数が必要な場合には, その値を数値で入力する.

#### 6) 鉤尖部のアンダーカット量

アンダーカット量を測定する場合、デジタル機構やアナログ機構を備え、各鉤歯の状態に応じて正確に測定できるデンタル・サベヤーが必要であり、それによって測定した値を 0.05~0.50 mm (0.05 mm 幅) の範囲で入力する。また、前述の変動係数 (K) について、本システムではアンダーカット量に対応させているため、各アンダーカット量を入力することによって、その係数は自動的に理論式の中に読み込まれる機構になっている。

#### 7) 希望する維持力

各鉤歯の条件に対して、臨床的に適切と考えられる 1 腕ごとの維持力 (g) と、それを中心としたある出力幅 (5~50%) をそれぞれ入力する。

以上の項目について全データの入力が完了すると、ワックスパターンのカット量とクラスプの維持力を求める計算が開始される。

#### 8) ワックスパターンのカット量と維持力の表示 (図 6)

希望した維持力を中心に、その出力幅に応じた範囲内の各維持力と、それぞれに対応した既製ワックスパターンの利用箇所 (先端からカットする量 (mm)) が出力される。すなわち、クラスプ用ワックスパターンの先端から表示した量だけをカットし、あとに残ったパターンの先端をクラスプの鉤尖部とする。

次に、指定した維持力の範囲内で表示された各カット

量と維持力の組合せの中から、適切な維持力を示すワックスパターンのカット量を選択し、その数値で入力する。しかし、該当するカット量がない場合には、入力の完了したデータをすべて表示した状態で初期画面に戻り、アンダーカット量などの設計条件を変更して、適切な維持力が得られるまで繰返し操作を行う。

#### 9) プリントアウト (表 1)

1 腕の設計条件が求められると、同様の方法で他の鉤腕の入力操作に進む。特に二腕鉤の場合、前述の 1 腕のデータが画面上に表示され、新たな 1 腕の設計を行う時の参考資料になる。さらに、両腕の設計が完了すると、すべての条件が画面上に表示され、同時にプリントアウトされる (表 1)。これらは各症例に関する臨床データベースとして保存でき、また歯科技工所への指示書としても利用できる。

### III. 考 察

鉤腕に関する重要な力学的性質の 1 つとして、弾性領域における荷重とたわみとの関係があげられるが、著者らは特に鉤尖部を 0.1 mm たわませるのに必要な荷重として表す鉤腕の曲げ剛性を提唱している。また、この曲げ剛性は、クラスプの維持力と密接に関係しており、これらの性質に対して影響する因子としてはほぼ共通しており、特に鉤腕長、鉤腕断面の寸法と形態、アンダーカット量、使用金属の弾性係数、クラスプの種類、鉤腕の彎曲などがあげられる。しかし、実際の症例に対する適切な維持力や曲げ剛性を備えたクラスプの製作法については、現在十分に確立されているとはいえない。

一方、臨床においてキャストクラスプの維持力や曲げ剛性があらかじめ設定できることは、部分床義歯の経過観察において、設計したクラスプの維持力や曲げ剛性が临床上妥当であるかどうかを再評価する上で、貴重な判断基準となり、この点を確立することは临床上きわめて意義深いものと考えられる。

これまで西山<sup>5)</sup>、山賀<sup>10)</sup>、野首<sup>15)</sup>、小野<sup>16)</sup>は、理論解析によってエーカース・クラスプと I バー・クラスプの代表的な 2 種類のキャストクラスプにおける維持力が得

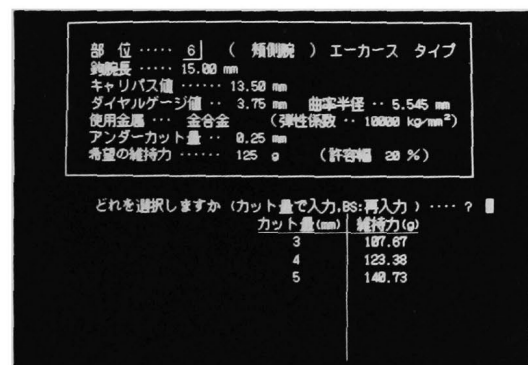


図 6 全データの入力完了に伴って出力されたワックスパターンのカット量と維持力

表 1 プリントアウトの一例

	タイプ	鉤腕長 (mm)	使用金属	アンダーカット量 (mm)	パターンカット量 (mm)	維持力 (g)	総維持力 (g)	曲げ剛性 (g/0.1mm)
6)	頬	エーカース	15.0	金合金	0.25	4.0	247.15	232.79
	舌	エーカース	14.0	金合金	0.25	2.0		233.58

られることを明らかにしており、模型実験においてもほぼ近似した維持力が得られたと報告している。そこで本研究は、このことを基盤としてこれら 2 種類のキャストクラスプにおける合理的ならびに汎用性の高いコンピュータ・システムの開発を試みたものであり、以下キャストクラスプの維持力や曲げ剛性を求めるための本システムの特長について考察する。

### 1. キャストクラスプの維持力に影響を及ぼす因子

本研究で開発したコンピュータ・システムを有効に臨床応用するためには、以下の項目について十分留意する必要がある。すなわち、前述したように、キャストクラスプの維持力や鉤腕の曲げ剛性に影響を及ぼす因子の中で、まず各鉤腕における鉤尖部のアンダーカット量やその位置、さらには鉤腕長を正確に測定する必要がある。従来は、3 種類のアンダーカット・ゲージ (0.25, 0.50, 0.75 mm) のみを用いてクラスプを設計するという臨床上きわめて不合理な方法が採用されていた。そこで、クラスプの機能性や審美性、維持歯ならびにその周辺組織の健康維持、あるいは使用金属の弾性係数などを考慮して鉤尖部の位置を合理的に決定するためには、アンダーカット量を連続的に測定可能なデジタル機構あるいはアナログ機構を備えたサベヤーや、その鉤尖部の位置が正確に表示できる器具が必要である。また、鉤尖部の位置と鉤腕の走行によって決まる鉤腕長についても、維持力や鉤腕の曲げ剛性に対する重要な因子の 1 つであることから、専用の測定器具を用いて正確に計測する必要がある。

一方、キャストクラスプの維持力に影響を及ぼす因子は、術者が任意に設定できる因子と、鉤歯の形態によって決まる因子に大別できる。前者には、クラスプの種類 (エーカー・クラスプ、I バー・クラスプなど)、鉤腕長、鉤腕断面の寸法ならびに形態、鉤腕のテーパード、アンダーカット量が含まれ、後者には鉤歯側面における歯軸方向の曲率半径、鉤腕の彎曲度が含まれる。実際の臨床においては、欠損歯数や欠損部位、さらには鉤歯の健康状態や鉤歯の数などによって、クラスプの維持力を変化させなければならないが、クラスプの維持力や鉤腕の曲げ剛性を計算する際、術者が任意に変えることができるクラスプの製作上の因子は少ない。その中で、最も効果的な因子として鉤腕の断面寸法があげられる。

### 2. 本システムと既製ワックスパターン

キャストクラスプを製作する場合、現在でもまだ一部行われているワックスの盛り上げ法は、前述の理論式

(1), (3) から、維持力や曲げ剛性に対してはきわめて大きく影響する因子である断面寸法が不正確であるとともに、製作したクラスプの力学的性質も不明であることが明らかである。したがって、著者らはキャストクラスプの製作に際して既製のワックスパターンを利用するよう提唱しており、しかもその臨床的有用性についてもすでに報告している<sup>9,12,15)</sup>。すなわち、本システムにおいては、良好な寸法安定性と一定のテーパードをもつ既製ワックスパターン (デグサ社製, Rapid Flex) の一部を鉤腕として使用することによって、口腔内の諸条件に応じて各鉤腕の断面寸法が変えられ、同時にクラスプの維持力や鉤腕の曲げ剛性が変更できる。したがって、以上の条件を備えた既製ワックスパターンは、汎用的かつ合理的なキャストクラスプを製作するための必須材料であるといえる。

### 3. 本システムと鉤腕の彎曲

次いで、エーカー・クラスプにおける鉤腕の彎曲 (曲率半径) は、小野<sup>16)</sup>によれば、クラスプの維持力や鉤腕の曲げ剛性に大きく影響を及ぼすと報告している。

そこで、本システムを開発するに際して、エーカー・クラスプにおける円弧型鉤腕の曲率半径が簡単に計測できる装置を考案した。すなわち、本装置 (図 3, 4) を用いて、前述のとおり鉤腕の midpoint における指示ピンの移動量をダイヤルゲージで、また鉤尖部と鉤腕基部との midpoint を通る 2 点間の距離をキャリパスでそれぞれ読み取った値を本システムに入力すると、ソフトウェアに組み込まれた計算式 (5) によって鉤腕の曲率半径が出力される。しかも、その得られた曲率半径の精度は、測定誤差が約 1% ときわめて良好であり、臨床に十分使用できることが示された。なお、本装置の詳細については、別稿において報告する予定である。

### 4. 本システムと鉤腕の曲げ剛性

キャストクラスプの維持力を求める際、これまで著者ら<sup>7,12,15)</sup>は、各理論式を簡略化し、独自の計算図表 (ノモグラム) や、直線型鉤腕の曲げ剛性を求めるためのチャートを作成して臨床応用を試みてきた。しかし、従来の計算法では、いろいろな条件のクラスプに利用する際の汎用性に問題があり、またすべてのクラスプに対して直線型鉤腕の曲げ剛性を準用していたことや、鉤歯の形態、特に鉤腕の曲率半径の影響が含まれていなかったことなどによって生じる計算上の誤差にも問題が残されていたことから、より合理的にしかもより正確な値を容易

に得るためには、従来の計算方法を改善する必要性が生じてきた。

そこで、これまでの研究結果<sup>5,10,12,15,16)</sup>によって、エーカース・クラスプは円弧型鉤腕の曲げ剛性に、またIバー・クラスプは直線型鉤腕の曲げ剛性にそれぞれ関係が深いことが明らかになったことから、これら2種類のクラスプに対して、異なった曲げ剛性を求める理論式を採用する必要がある。特に、エーカース・クラスプにおいて密接に関係している円弧型鉤腕の曲げ剛性を求める際、理論式(1)からも明らかなように数値積分が含まれており、その厳密解が求められないことから、本システムでは、シンプソンの近似解法によって鉤腕の曲げ剛性が出力されるパーソナルコンピュータのソフトウェアを開発した。

## 5. 本システムの汎用性

以上のように、コンピュータの応用によって多くの条件を簡便かつ高速に処理することができ、より臨床的有用性の高いシステムを構築することが可能となった。さらに、将来各症例に関するデータの蓄積や検索などの機能を付加することによって、経過観察において多角的な再評価を行う上で、きわめて有効なシステムとして機能しうものと考えられる。

また、本研究の結果、開発されたキャストクラスプの製作システムは、歯科医師が各症例に応じて設定したクラスプの維持力に可及的に近似させるために、既製ワックスパターンの使用する部分と維持力との組合せがいくつか表示され、その中から製作者が任意に選択できる機能を備えており、臨床的にみてもきわめて合理的であり、しかも汎用性の高いシステムであると考えられる。

今回は、このコンピュータ・システムの機構について報告したが、鉤歯(歯根膜)と義歯(クラスプ)との生体力学的な関係が不明な現状で、このようなシステムを確立することは、部分床義歯の設計、特に鉤歯の健康維持を再評価する上で、今後貴重な資料が得られるものと考えられる。現在このシステムを利用して部分床義歯を製作しており、その経過観察から、鉤歯の各種条件とクラスプの設計との関係について検討していく予定である。

## IV. 結 論

本研究は、キャストクラスプに関するこれまでの基礎的な研究結果を基にして、口腔内の状態、特に鉤歯ならびにその周辺組織の診断によって設計されたクラスプの

維持力や曲げ剛性が、より合理的かつ正確に求められる製作システムの開発を目的として行ったものである。

まず、エーカース・クラスプの場合、その鉤腕の曲率半径を求めるための測定装置を考案した。ついで、キャストクラスプの代表としてエーカース・クラスプとIバー・クラスプを選択し、種々の口腔内条件に対応できる合理的な維持力と曲げ剛性が容易に求められるコンピュータ・システムの開発を行った。

その結果、本システムは部分床義歯の設計上、さらにはこのシステムによって製作された義歯に対する各鉤歯の健康状態を再評価する上で、貴重な資料が得られるきわめて有用かつ汎用性の高いシステムになる可能性が示唆された。

本論文の要旨は、第75回日本補綴歯科学会学術大会(昭和61年6月、大阪)において発表した。

## 文 献

- 1) 奥野善彦：鑄造鉤の形態に関する力学的研究, 阪大歯学誌, 13: 341~352, 1968.
- 2) Firtell, D.N.: Effect of clasp design upon retention of removable partial dentures, J Prosthet Dent, 20: 43~52, 1968.
- 3) 野首孝祠, 堤 定美, 山賀 保, 奥野善彦: クラスプの力学的研究, (第1報) 有限要素法の適用性, 補綴誌, 19: 611~617, 1976.
- 4) 山賀 保, 堤 定美, 野首孝祠, 奥野善彦: クラスプの力学的研究, (第2報) 鉤腕の外形・寸法について, 補綴誌, 19: 618~626, 1976.
- 5) 西山 暉: 鑄造鉤の維持力に関する実験的研究, 一gingivally approaching clasp (I-bar type) について一, 補綴誌, 20: 43~62, 1976.
- 6) Morris, H.F., Farah, J.W., Craig, R.G. and Hood, J.A.: Stress distribution within circumferential clasp arms, J Oral Rehabil, 3: 387~394, 1976.
- 7) Nokubi, T., Yamaga, T., Okuno, Y., Takeuchi, M., Tsutsumi, S., Ida, K. and Yamaga, R.: Nomograms for determining deflections and stresses in tapering clasps, J Osaka Univ Dent Sch, 17: 43~53, 1977.
- 8) 平沼謙二, 服部正巳, 金沢俊文, 栗本清勝, 佐藤忠貴, 長谷川幸洋: 鑄造鉤に与えるアンダーカット量について, 一変位を加えた場合の永久変形量の推移より一, 日歯評論, 415: 41~45, 1977.
- 9) 奥野善彦, 野首孝祠: クラスプ・ワークにおける理論と実際 (1~8・完), 歯科技工, 6: 241~252, 331~343, 433~

- 443, 529~537, 7 : 81~92, 181~189, 277~287, 323~336, 1978~1979.
- 10) 山賀 保 : 鑄造鉤に関する力学的研究. —鉤腕の力学的性質ならびに維持力に影響する因子について—, 補綴誌, 23 : 271~287, 1979.
- 11) Brudvik, J.S. and Morris, H.F. : Stress-relaxation testing, Part III Influence of wire alloys, gauges and lengths on clasp behavior, J Prosthet Dent, 46 : 374~379, 1981.
- 12) 奥野善彦, 野首孝祠, 山賀 保 : クラスプ・ワークの現状と展望 (I~IV・完), 日歯評論, 486 : 85~95, 487 : 67~77, 490 : 81~91, 493 : 101~111, 1983.
- 13) Frank, R.P., Brudvik, J.S. and Nicholls, J.I. : A comparison of the flexibility of wrought wire and cast circumferential clasps, J Prosthet Dent, 49 : 471~476, 1983.
- 14) Johnson, D.L., Stratton, R.J. and Duncanson, Jr., M. G. : The effect of single plane curvature on half-round cast clasps, J Dent Res, 62 : 833~836, 1983.
- 15) 野首孝祠, 奥野善彦 : 合理的なキャストクラスプを製作する必要性とその方法, 歯科技工, 14 : 831~839, 1986.
- 16) 小野高裕 : キャストクラスプの維持力に及ぼす鉤歯形態の影響, 阪大歯学誌, 32 : 229~250, 1987.
- 17) 野首孝祠, 小野高裕, 奥野善彦 : 既製ワックスパターンによるキャストクラスプの寸法安定性, 歯科技工, 14 : 840~846, 1986.