

# Clasp arm의 형상과 재료 탄성에 따른 단위 변위에 대한 힘

광주보건대학 치기공과  
임 동 천

=Abstract=

## Force per unit Displacement according to the Shape of a Clasp Arm and Flexibility of the Material

**Dong-Chun Lim**

*Dept. of Dental Lab. Technology, Gwangju Health College*

The purpose of this study is to evaluate force per unit displacements according to the shape of a clasp arm and flexibility of the material.

Effect of four shape parameters of a clasp, base width and thickness and tip width and thickness, on tip displacement and force per unit displacement was investigated to get the fact that displacement and force per unit displacement at the tip increase as thickness and width of clasp arm increase just as expected.

But force per unit displacement is much more affected by the change in thickness than by change in width. So it is effective to increase the thickness rather than width in order to increase the force at the tip using the same amount of the material.

\* Key words : clasp width and thickness, displacement

---

\* 본 논문은 2001년도 광주보건대학 학내 연구비의 지원을 받아 수행되었음.

**교신** · 성 명 : 임 동 천    · 전 화 : 062-958-7693    · E-mail : dclim@www.kjhc.ac.kr  
**저자** · 주 소 : 광주광역시 광산구 신창동 683-3

## I. 서 론

가철식 국부의치를 위한 clasp 유지력은 가장 중요한 요소 중의 하나이다.

Clasp의 유지력은 지대치에 적합되는 clasp 여러 부분의 적합성, 지대치의 조건, 유지암의 탄성 등에서 결정된다(Applegate, 1966; LaVere, 1993; Avan, 1971; Henderson 등, 1985; Schneider, 1987).

Clasp의 적합에서 정확성은 인상채득과 주조 과정에 의하여 주로 좌우되며, 부적합의 결과로는 유지력이 상실될 수 있다.

지대치의 조건은 만곡도, 지대치의 포위, 마찰 계수, 합몰부위를 포함하고, 탄성은 clasp의 유지력 조절을 위하여 균일화 할 수 있지만 clasp의 크기와 합금의 기계적인 성질에 의하여 영향을 받는다. clasp 크기 또는 합금의 기계적인 특성 사이의 관계는 탄성을 평가하는 결과에서 얻어질 수 있다(Warr, 1959; Norman, 1964).

Clasp arm의 탄성은 clasp의 강성 매개변수라는 용어로 표현될 수 있고, 제한된 강성의 지침은 다른 물체에 가해지는 압력의 완화를 시험하는 동안 생성되는 탄성 굴절의 한 단위에 대해 요구되는 힘이다(Morris 등, 1975; Morris 등, 1981).

Johnson 등(1983)은 반원형 주조 clasp의 탄력성에 대한 단순 평판 만곡도의 효과를 결정하기 위해 강성 매개변수를 사용하였지만 강성과 clasp크기 사이의 관계를 정량적으로 표현하지 못하였다. 탄성의 이론으로부터 Bates(1980)는 straight cantilever beam의 굴절을 평가하기 위하여  $Po.1(0.1mm)$ 에 의한 clasp tip의 위치에 대하여 요구되는 힘을 사용하여 공식을 추론하였고, Nokubi 등(1987)은 주조 clasp의 굴절을 평

가하기 위하여 다른 공식을 추론하였다.

Bates(1980)의 공식은 간단하여 실제 clasps의 굴절을 표현하지 못하였고, Nokubi 등(1987)에 의해 개발된 방정식은 횡단면 형상 전부를 같은 clasp에만 적용하였는 바, 근사 적분계산이 요구된다. 그러나 Yuasa 등(1990)은 Co-Cr 합금을 이용하여 clasp의 강성을 표현하기 위한 간단한 공식을 개발하였다.

따라서 이 연구의 목적은 Clasp arm의 형상과 재료의 탄성에 따른 단위 변위에 대한 힘을 조사해 보고자 한다.

## II. 연구내용 및 방법

그림 1에 나타난 바와 같이 소구치를 위한 원형 clasp arm의 형상을 위하여 clasp를 tip쪽으로 점차 가늘어지게 하고 반원형 횡단면으로 만곡시킨 다음, 만곡도의 반지름을 소구치의 반경에 따라 4mm로 하여(Wheeler, 1958), clasp arm에 의해 대응하는 각도는  $120^\circ$ 를 부여하였다.

네 가지 각각의 형상매개변수( $t_1, t_2, w_1, w_2$ )인 clasp base와 tip의 두께를  $t_1, t_2$  그리고 base와 tip의 폭을  $w_1, w_2$ 로 하고, 두께  $t_1$ 과  $t_2$ , 폭  $w_1$ 과  $w_2$ 의 비율은 표 1에 나타나 있는 것처럼 다양하게 구성한 후, 변수 값을 기하학적 급수로 구성하기 위하여 각각의 형상매개변수에  $\sqrt{2}(1.414)$ 의 공통 비율을 부가하였다.

Clasp tip의 변화량과 단위 변위에 대한 힘의 조사를 위하여 5N의 하중을 clasp의 안쪽 tip에 적용하고 Michael 등(1986)에 보고된 Titanium 합금의 탄성계수 117000MPa, poisson's ratio 0.32 값을 부여하여 Yuasa 등(1990)에 의해 보고된 공식을 적용하였다.

임동천 : Clasp arm의 형상과 재료 탄성에 따른 단위 변위에 대한 힘

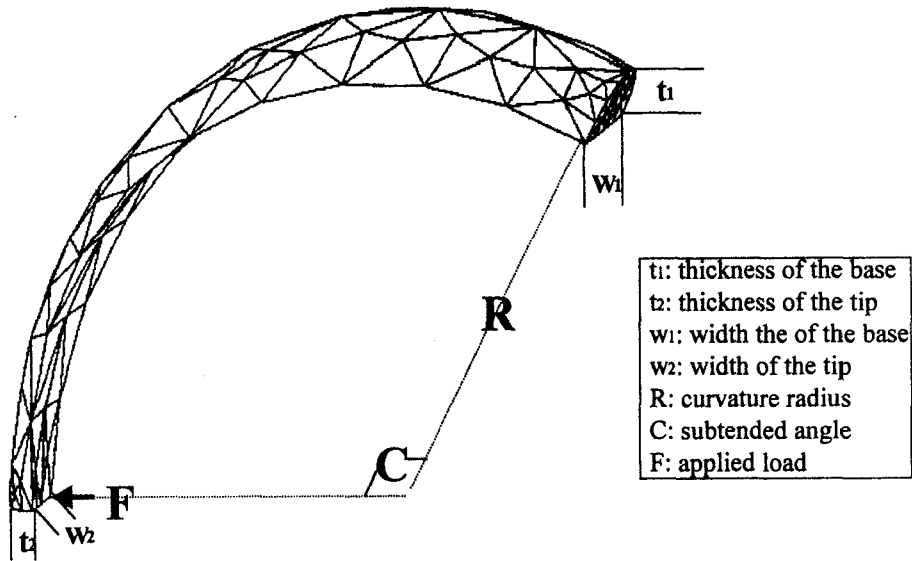


그림 1. Shape of clasp arm

표 1. Four individual parameters of a clasp arm

Parameters				
$t_1$ (mm)	0.6	$0.6 \sqrt{2}$	1.2	$1.2 \sqrt{2}$
$t_2$ (mm)	0.3	$0.3 \sqrt{2}$	0.6	$0.6 \sqrt{2}$
$w_1$ (mm)	1.0	$1.0 \sqrt{2}$	2.0	$2.0 \sqrt{2}$
$w_2$ (mm)	0.5	$0.5 \sqrt{2}$	1.0	$1.0 \sqrt{2}$

#### IV. 결과 및 고찰

네 가지 각각의 형상매개변수( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $w_1$ ,  $w_2$ )인 clasp base의 두께  $t_1$ 과 tip의 두께  $t_2$  그리고

base의 폭  $w_1$ 과 tip의 폭  $w_2$ 의 비율을 다양하게 구성하여  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $w_1$ ,  $w_2$  사이의 관계에서 clasp tip의 변위량과 단위 변위에 대한 힘,  $F_d$ 를 조사한 결과는 그림 2~5에 나타나 있다.

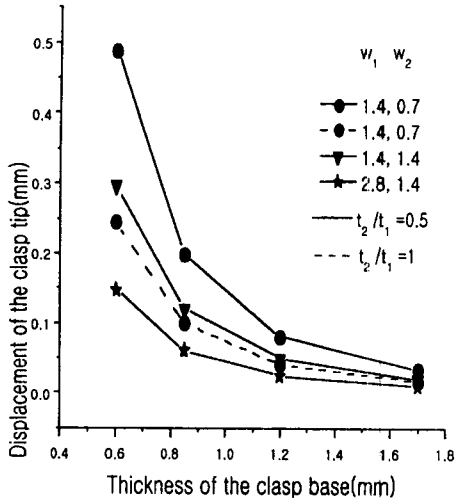


그림 2. The displacement of the clasp tip as a function of the thickness of the clasp

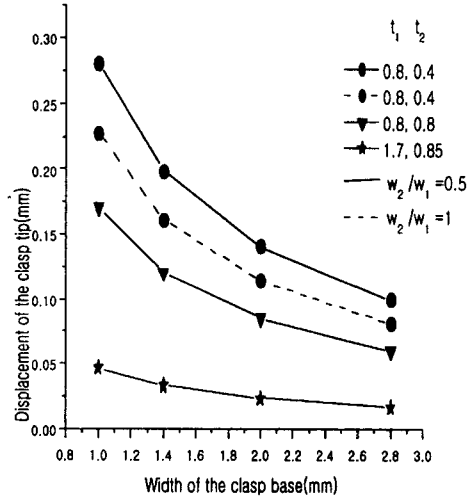


그림 3. The displacement of the clasp tip as a function of the width of the clasp

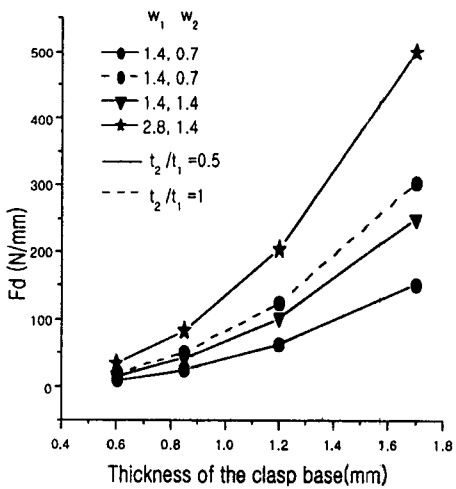


그림 4.  $F_d$  as a function of the thickness of the clasp arm

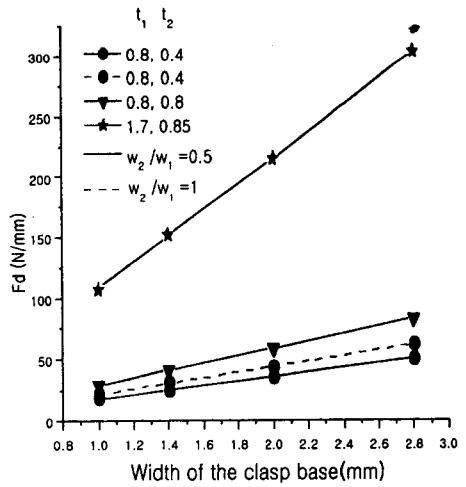


그림 5.  $F_d$  as a function of the width of the clasp arm

본 연구에서는 다음과 같은 식(1), (2)를 적용하여 clasp tip의 변위량(displacements)과 단위 변위에 대한 힘(force per unit displacement)을 조사하였다.

$$\text{Displacements} = \{K * F / E\} \\ \{t_1^{1.87} * t_2^{0.72} * w_1^{0.70} * w_2^{0.30}\} \quad (1) \\ K = 2116(\text{mm}^{2.39})$$

여기서 K는 상수, F는 clasp tip에 적용된 하중, E는 Young's 계수,  $t_1$ 은 clasp base의 두께,  $t_2$ 는 clasp tip의 두께,  $w_1$ 은 clasp base의 폭,  $w_2$ 는 clasp tip의 폭이다.

$$Ed = \{E / K\} * \{t_1^{1.87} * t_2^{0.72} * w_1^{0.70} * w_2^{0.30}\} \quad (1) \\ K = 2116(\text{mm}^{2.39})$$

Clasp tip의 변위량을 조사하기 위하여 공식(1)을 그림 2에 나타난 바와 같이  $t_2/t_1=0.5$ ,  $w_1=1.4$ ,  $w_2=0.7$ ,  $w_1=2.8$ ,  $w_2=1.4$ ,  $w_1=1.4$ ,  $w_2=1.4$  등과  $t_2/t_1=1$ ,  $w_1=1.4$ ,  $w_2=0.7$ 인 경우 그리고 그림 3에 나타난 바와 같이  $w_2/w_1=0.5$ ,  $t_1=0.8$ ,  $t_2=0.4$ ,  $t_1=1.7$ ,  $t_2=0.85$  등과  $w_2/w_1=1$ ,  $t_1=0.8$ ,  $t_2=0.4$ 인 조건으로 적용한 바, clasp base의 두께와 폭, tip의 두께와 폭이 감소할수록 변위량이 증가되었다. 또한 Fd를 조사하기 위하여 그림 4에 나타난 바와 같이  $t_2/t_1=0.5$ ,  $w_1=1.4$ ,  $w_2=0.7$ ,  $w_1=2.8$ ,  $w_2=1.4$ ,  $w_1=1.4$ ,  $w_2=1.4$  등과  $t_2/t_1=1$ ,  $w_1=1.4$ ,  $w_2=0.7$ 인 경우 그리고 그림 5에 나타난 바와 같이  $w_2/w_1=0.5$ ,  $t_1=0.8$ ,  $t_2=0.4$ ,  $t_1=0.8$ ,  $t_2=0.8$ ,  $t_1=1.7$ ,  $t_2=0.85$  등과  $w_2/w_1=1$ ,  $t_1=0.8$ ,  $t_2=0.4$ 의 조건으로 적용한 바, 단위 변위에 대한 힘은 clasp arm의 두께와 폭이 증가할수

록 증가고, 폭의 증가에 따른 단위 변위에 대한 힘의 증가는 두께보다 폭의 증가에서 작아짐을 알 수 있다.

예를 들어 그림 4와 5에서  $w_1=w_2=1.4$ ,  $t_1=t_2=0.8$ ,  $t_1=t_2=1.6$ 과  $t_1=t_2=0.8$ ,  $w_1=w_2=1.4$ ,  $w_1=w_2=2.8$ 이었을 경우 같은 폭에서 두께가 2배이었을 경우 단위 변위에 대한 힘은 6배로 증가하고, 같은 두께에서 폭이 2배이었을 경우 선형적으로 변화되기 때문에 2배인 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 clasp tip의 변위량 단위 변위에 대한 힘에 대하여 조사한 바, clasp base의 두께와 폭, tip의 두께와 폭이 감소할수록 clasp tip의 변위량이 증가됨을 알 수 있고, 폭의 증가에 따른 clasp tip의 단위 변위에 대한 힘의 증가는 두께에 따른 힘의 증가보다 작아 폭보다 두께를 증가시킴이 효과적임을 알 수 있지만, clasp 탄성은 clasp의 크기와 구성성분을 이루는 합금의 특성에 영향을 있어 clasp arm 제작시 두께를 무한정으로 할 수 없다. 따라서 titanium 합금을 이용하여 clasp arm을 제작시에는 표 2에 기록된 것을 참조하여 제작하는 것이 바람직하다고 사료되고, Fd는 식(1)에서 F/변위와 대응되므로 그 결과로써 식(2)는 clasp arm을 위한 각각의 형상 매개변수와 Fd 사이의 관계를 규정할 수 있는 공식이라 할 수 있다.

표 2. Force per unit displacement in various dimensions of a titanium clasp arm

t	t <sub>2</sub>	w <sub>1</sub>	0.8			1.2			1.6			2.0			2.4			2.8		
			w <sub>2</sub>	0.4	0.6	0.8	0.6	0.9	1.2	0.8	1.2	1.6	1.0	1.5	2.0	1.2	1.8	2.4	1.4	2.1
0.6	0.3		9	10	11	13	15	16	18	20	22	22	25	27	26	30	32	31	35	38
	0.4		12	13	14	18	20	22	24	27	29	29	33	36	35	40	43	41	47	51
	0.6		14	16	18	22	25	27	29	33	36	36	41	45	43	49	53	51	57	62
0.8	0.4		19	21	23	28	31	34	37	42	46	46	52	57	56	63	68	65	73	80
	0.6		25	28	31	37	42	46	50	56	61	62	70	76	74	84	92	87	98	107
	0.8		30	34	38	46	52	56	61	69	75	76	86	94	91	103	113	107	121	131
1.0	0.5		33	37	41	49	56	61	66	75	81	82	93	102	99	112	122	115	130	142
	0.8		44	50	54	66	75	82	88	100	109	110	125	136	133	150	163	155	175	190
	1.0		54	61	67	82	92	100	109	123	134	136	153	168	163	184	201	190	215	234
1.2	0.6		53	60	65	79	90	98	106	120	130	132	149	163	159	179	195	185	209	228
	0.9		71	80	87	106	120	131	142	160	174	177	200	218	213	240	262	248	280	305
	1.2		87	98	107	131	148	161	174	197	215	218	246	268	261	295	322	305	345	376
1.4	0.7		79	89	97	118	134	146	158	178	194	197	223	243	237	267	291	276	312	340
	1.05		106	119	130	158	179	195	211	239	260	264	298	325	317	358	390	370	417	455
	1.4		130	147	160	195	220	240	260	293	320	325	367	400	390	440	480	455	514	560
1.6	0.8		111	126	137	167	189	206	223	252	274	279	315	343	334	378	412	390	441	480
	1.2		149	169	184	224	253	276	299	337	368	373	421	459	448	506	551	522	590	643
	1.6		184	207	226	275	311	339	367	415	452	559	518	565	551	622	678	643	726	791

Units : shape parameters(mm): Fd(N/mm).

Metal : Titanium, Elastic modulus 117000MPa, poisson's ratio 0.32

V. 결 론

네 가지 형상매개변수인 clasp base의 두께와 폭, tip의 두께와 폭의 비율에 따른 tip의 변위량과 단위 변위에 대한 힘을 조사한 바, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 변위량은 clasp arm의 두께와 폭이 감소할수록 증가하고, 둘째, 단위 변위에 대한 힘은 clasp arm의 두께와 폭이 증가할수록 증가하지만, 폭의 증가에 따른 힘의 증가는 두께보다 폭의 증가에서 작아 두께를 증가시키는 것이 효과적임을 알 수 있다.

## 참고 문헌

- Applegate OC. Essentials of removable partial denture prosthesis, 3rd ed. Philadelphia, WB Saunders, 185, 1966.
- Avant WE. Factor that influence retention of removable partial dentures. J Prosthodont Dent, 25:265~270, 1971.
- Bates JF. Retention of partial dentures. Br Dent J, 149:171~174, 1980.
- Henderson D, McGivney G, Casteberry D. McCracken's partial removable prosthodontics, 7th ed. St Louis, Mosby-yearBook, 183, 1985.
- Johson DL, Stratton RJ and Duncanson MG. The effect of single plane curvature on half-round cast clasps. J Dent Res, 62:833-836, 1983.
- LaVere AM. Clasp retention the effects of five variables. J Prosthet Dent, 2:126~131, 1993.
- Michael BB. Encyclopedia of materials science and engineering. The mit press, cambridge, massachusetts, Vol 2: 1059, 1986.
- Morris HF, Asgar K, Tillitson E. Stress relaxation testing. J Prosthet Dent, 46:133-141, 1981.
- Morris HF, Asgar K. Physical Properties and microstructure of four new commercial partial denture alloys. J Prosthet Dent, 33:36-46, 1975.
- Nokubi T, Ono T, Morimitsu T and Nakashima T and Okuno Y. Development of a rational fabricating system for cast clasps. J Osaka Univ Dent Sch 27:175-187, 1987.
- Norman RL. Frictional resistance and dental prosthetics. J Prosthet Dent, 14:45~51, 1964.
- Schneider RL. Significance of abutment tooth angle of gingival convergence on removable partial denture retention. J Prosthet Dent, 58:1946, 1987.
- Warr JA. Frictional and partial denture retention. J Dent Res, 38:1066~1074, 1959.
- Wheeler RC. A textbook of dental anatomy and physiology, 3rd ed. Philadelphia W.B., Saunders Co., 193-200, 1958.
- Yuasa Y, Sato Y, Ohkawa S, Nagasawa T, Tsuru H. Finite element analysis of the relationship between clasp dimension and flexibility. J Dent Res, 69:1664~1668, 1990.