

## Co-Cr-Ti 합금으로 제작한 conical telescope 외관의 변연적합도와 유지력에 관한 연구

부산대학교 치과대학 보철학교실

정희찬 · 정창모 · 전영찬 · 임장섭

### I. 서 론

Conical telescopic crown은 가철성 국소의치 유지 장치의 일종으로서 종래의 유지장치에 비하여 기능성이 우수하며 장착감이 좋고 또한 예후가 양호하기 때문에, 임상적 활용 빈도가 증가하고 있는 추세이다<sup>1)</sup>.

종래에는 conical telescopic crown의 내관과 외관을 주로 귀금속 합금으로 제작하였으나 귀금속 합금의 내마모성이 낮아 장기간 사용 시 유지력이 현저히 저하될 수 있다. 따라서 귀금속 합금을 사용할 경우에는 내관에 언더컷을 형성하거나<sup>2)</sup>, attachment와 같은 부가적인 유지장치를 사용하는 것이 추천되고 있다<sup>3)</sup>.

이러한 귀금속 합금이 갖고 있는 문제점을 극복하기 위한 방법으로 내마모성이 우수하고 경제적인 비귀금속 합금을 이용할 수 있다<sup>4)</sup>. 여러 가지 비귀금속 합금 중 특히 Co-Cr-Ti 합금은 생체친화성이 좋고 내마모성 등 기계적 성질이 우수하며 또한 도재와의 결합강도가 높기 때문에<sup>5)</sup>, conical telescopic crown 제작에 유용하게 사용될 수 있다.

그러나 비귀금속 합금의 과도한 주조수축으로 인한 내관과 외관의 불량한 적합도는 치주문제나 심미적인 문제 뿐만 아니라 유지력에도 불리한 영향을 미칠 수 있다. 비록 외관의 내면조정을 통하여 내관에 대한 외관의 변연적합도를 개선시킬 수 있으나 설계 당시 계획했던 유지력을 확보하는 것은 어렵다.

일반적으로 금속 주조관의 주조정확도는 매물재의 종류와 혼액비, 소환온도, 그리고 ring liner 등에 의하여 영향을 받을 뿐만 아니라, 납형재료의 종류에 의해서도 영향을 받는다<sup>6)</sup>.

고온주조용 합금에 사용되는 인산염계 매물재는 실리카로 이루어진 석영과 cristobalite를 내화재로 사용하고 제1인산염과 금속산화물을 결합제로 사용하는데, 같은 인산염계 매물재라도 경화팽창량과 열팽창량은 제1인산염의 종류, 실리카의 크기와 입도, 실리카와 결합제의 비율, colloidal silica 용액의 농도 등에 따라 달라진다<sup>7)</sup>. 따라서 합금제조사에서는 합금 종류에 따라 전용 매물재를 사용할 것을 권장하고 있으나 전용 매물재를 사용하더라도 금속의 주조수축은 보철물의 종류와 크기 등에 따라 달라지기 때문에 항상 일정한 주조결과를 기대할 수는 없다.

또한 매물재는 혼액비의 변화에 따라서도 경화팽창과 열팽창이 달라진다. 일반적으로 혼액비가 감소하면 경화팽창과 열팽창은 증가하고, 반대로 혼액비가 증가하면 경화팽창과 열팽창은 감소한다고 알려져 있다<sup>8)</sup>. 그러나 모든 매물재가 이러한 팽창 양상을 보이지는 않는다<sup>9)</sup>. 따라서 우수한 적합도의 주조체 제작을 위해서는 선택된 매물재에 따라 혼액비를 적절히 조절하는 것이 바람직하다.

Ring liner는 금속 주조링에 의한 매물재의 팽창 억제제를 방지하고 주조링과 매물재 분리를 용이하게 하기 위해 사용한다<sup>9)</sup>. 과거에는 asbestos liner를 주로 사용하였으나 asbestos의 유해성이 보고된 후부터는 asbestos liner 대신 cellulose liner나 ceramic lin-

er가 많이 사용되고 있다<sup>10)</sup>. Ring liner는 그 종류와 두께 그리고 건습상태에 따라 주조체의 적합도에 영향을 미친다<sup>11-14)</sup>. 따라서 적절한 팽창량을 얻기 위한 매몰조건에는 매몰재 특성과 혼액비는 물론 ring liner의 종류와 적용방법이 함께 고려되어야 한다.

한편 conical telescopic crown의 외관 제작에는 casting wax, plastic foil, pattern resin 등 여러 가지 납형재료가 사용되고 있으며, 납형재료에 따라 적합도와 유지력이 달라질 수 있다<sup>4,15)</sup>. 그러나 이러한 납형재료의 선택은 과학적 연구에 근거하기보다는 편리성이나 경험에 의존하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 티타늄 함유 코발트-크롬 합금으로 conical telescopic crown을 제작할 경우, 첫째 매몰조건에 따른 외관의 변연적합도를 알아보고, 둘째 납형재료에 따른 외관 변연적합도와 유지력의 차이를 비교해 보고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 내관모형 및 외관주형 제작

내관모형 제작을 위하여 원통형 Dentitan(Krupp Medizintechnik GmbH, Germany) block을 선반가공 하였다. 성인의 상악 소구치 평균 크기<sup>16)</sup>를 기준으로 Fig. 1과 같이 밑면 지름 7mm, 높이 6mm, 그리고 6°의 측면경사각을 갖는 원추형 내관모형을 가공하고, 외관의 회전을 방지할 수 있는 회전방지면을 원추 상부에 형성하였다. 그리고 원추형 내관모형의 하부에는 나사선을 형성하여 기저판과 착탈을 용이하게 하였다.

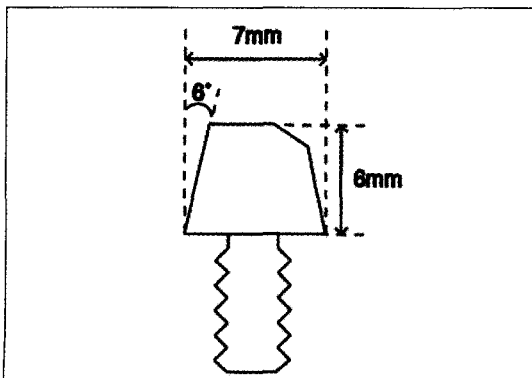


Fig. 1. Diagram of inner crown model.

Fig. 2와 같이 균일한 외관납형을 반복제작하기 위한 외관주형과, 이 외관주형을 내관의 정중앙에 정확히 위치시키기 위한 원판을 제작하였다. 이 원판은 내관모형의 나사선에 의해 기저판에 고정된다. 외관납형 상부에는 만능시험기(Instron Corp., England)에 연결하기 위하여 구멍이 있는 판상유지부를 형성하였다.

### 2. 실험 I : 매몰조건에 따른 외관의 변연적합도 측정

#### 2.1 시편제작

0.6mm plastic foil(Bego Co., Germany)을 균일하게 연화시켜 내관모형에 압접한 다음 변연보다 1mm 짧게 절제하여 plastic coping을 제작하였다. 내관모형을 기저판에 장착한 다음 외관주형을 설치하고 wax injector(Grobet, U.S.A.)와 전용 wax를 이용하여 외관 및 유지부의 납형을 제작하였다. 주형을 분리하고 기저판에서 제거한 내관모형에 납형을 다시 삽입한 다음 현미경하에서 변연적합도 측정을 용이하게 하기 위한 45° bevel 형성과 margin reflowing을 시행하였다.

외관납형에 지름 3.5mm round wax로 sprue를 형성하고 내관모형에서 제거한 후 건조한 상태의 ceramic liner(Einlagen, Krupp Medizintechnik GmbH, Germany)가 이장된 직경 40mm, 높이 45mm stainless steel ring에 위치시키고 매몰재를 진공교반기에서 90초간 혼합하여 매몰하였다.

이 때 매몰재는 인산염계 매몰재인 Uninvest-non-precious(Shofu, Japan)를 사용하였으며, Table 1의

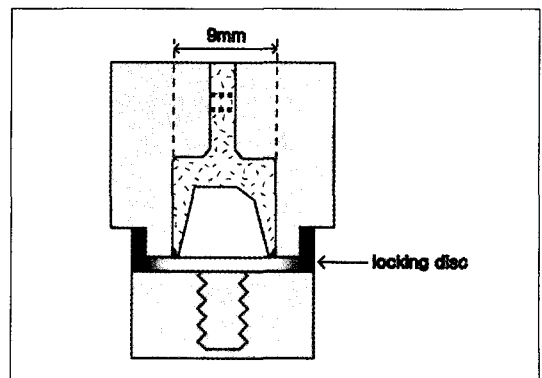


Fig. 2. Diagram of split cast mold for outer crowns.

Table 1. Summary of experimental groups and conditions

Liquid condition	Group	Liquid/powder ratio(ml/g)	Liner thickness
Decreased	DS	15.3/100	single layer
	DD	15.3/100	double layers
Standard	SS	17.0/100	single layer
	SD	17.0/100	double layers
Increased	IS	18.7/100	single layer
	ID	18.7/100	double layers

실험조건과 같이 제조사에서 지시하는 혼액비인 liquid/powder=17.0ml/100g을 표준혼액비로 하여 표준혼액비보다 10%감소시킨 것을 감소혼액비, 10% 증가시킨 것을 증가혼액비로 하였으며 각 혼액비 조건마다 1.3mm 두께의 ceramic liner를 한 장 또는 두 장 이상하였다.

매몰된 주조링을 제조사의 지시에 따라 1시간 이상 대기상태에서 건조시킨 후 소환로에 넣고 800℃ 까지 가열한 다음 60분간 계류시켰다. 고주파진공주조기(Globulocast, Krupp Medizintechnik GmbH, Germany)에서 Dentitan을 주조하고, 실온까지 서냉시킨 후 매몰재를 제거하였다. 여분의 매몰재 제거와 주조체 내면의 마무리는 작은 round bur를 이용하여 10배율의 기공용 현미경 하에서 시행하였다.

### 2.2 변연적합도 측정

내관모형에 외관을 위치시키고 만능시험기상에서 특별히 고안된 jig를 이용하여 평균교합력에 해당하는 15kg의 수직하중을<sup>17,18)</sup>, 2cm/min의 cross head speed로 가한 다음, 100배율 계측 현미경(Compact measuring microscope STM5, Olympus, Japan) 하에서 90°간격으로 네 곳의 외관 변연적합도를 측정하였다.

외관의 변연이 내관의 변연보다 긴 경우에는 측정할 외관의 변연 부위를 diamond disk로 disking한 후 측정하였다.

## 3. 실험 II : 납형재료에 따른 외관 변연적합도 및 유지력 측정

### 3.1 시편제작

외관 제작용 납형재료는 plastic foil, casting wax(Inlay wax, Whip-mix, U.S.A.), pattern

resin(Pattern resin, GC Co., Japan)을 사용하였다. Plastic foil을 사용한 납형제작은 실험 I과 동일하게 제작하였다.

Casting wax를 사용한 납형제작은 먼저 내관모형을 70℃로 연화된 wax pot에 dipping 하여 wax coping을 제작한 다음 변연보다 1mm 짧게 절제하였다. 이후의 과정은 실험 I의 방법과 같다.

Pattern resin을 사용한 납형제작은 pattern resin을 brush-on 방법으로 0.5mm 두께의 resin coping을 제작한 다음 20분 이상 유지한 후 다른 방법과 마찬가지로 coping의 변연을 1mm 절제한 다음 실험 I과 같은 방법으로 외관납형을 제작하였다.

제작된 납형들을 실험 I과 동일한 방법으로 매몰, 소환 및 주조하였는데 매몰재의 혼액비는 실험 I의 결과에서 가장 우수한 변연적합도를 보인 15.3ml/100g(감소 혼액비)으로 하였고, ceramic liner는 두 장을 이상하였다.

### 3.2 변연적합도 측정

실험 I과 같은 방법으로 시행하였다.

### 3.3 유지력 측정

변연적합도 측정이 끝난 외관시편과 내관모형을 만능시험기상에서 2cm/min cross head speed로 15kg의 수직하중을 가하여 안착시킨 후, 동일한 속도로 당길 때 나타나는 최대 하중을 유지력으로 정하고 각 시편마다 5번씩 반복하여 측정하였다.

## III. 연구성적

### 1. 실험 I : 매몰조건에 따른 변연적합도 측정 결과

혼액비와 ring liner의 두께에 따른 각 시편들의 변

Table 2. Measurements of marginal discrepancy of castings at different investing conditions(mm)

Group	Points of measurement	Specimens					
		1	2	3	4	5	6
DS	I	0.021	-0.124	-0.059	-0.155	0.038	-0.129
	II	-0.075	-0.144	-0.249	-0.230	0.086	-0.129
	III	-0.060	-0.176	-0.149	-0.251	0.028	-0.155
	IV	-0.050	-0.226	-0.117	-0.155	0.140	-0.149
	mean	-0.041	-0.168	-0.144	-0.198	0.073	-0.141
DD	I	-0.063	0.085	0.025	0.024	-0.044	0.022
	II	0.009	0.019	-0.039	-0.039	-0.057	0.018
	III	0.015	0.016	-0.049	-0.049	-0.024	0.021
	IV	-0.057	0.059	-0.064	0.044	-0.037	0.024
	mean	-0.024	0.045	-0.032	-0.005	-0.041	0.021
SS	I	-0.131	0.101	-0.111	-0.331	-0.308	-0.181
	II	-0.156	0.045	-0.192	-0.200	-0.266	-0.190
	III	-0.141	0.069	-0.194	-0.222	-0.118	-0.311
	IV	-0.132	0.112	-0.166	-0.264	-0.259	-0.210
	mean	-0.140	0.082	-0.166	-0.254	-0.238	-0.223
SD	I	-0.108	-0.087	-0.107	-0.053	-0.078	0.046
	II	0.001	-0.064	-0.070	-0.079	-0.151	0.048
	III	-0.100	-0.067	-0.070	-0.072	-0.166	0.005
	IV	-0.155	-0.051	-0.059	-0.081	-0.136	0.036
	mean	-0.091	-0.067	-0.077	-0.071	-0.133	0.034
IS	I	-0.280	-0.236	-0.239	-0.310	-0.239	-0.186
	II	-0.194	-0.223	-0.266	-0.294	-0.294	-0.154
	III	-0.207	-0.149	-0.294	-0.236	-0.266	-0.128
	IV	-0.296	-0.190	-0.317	-0.353	-0.313	-0.186
	mean	-0.244	-0.200	-0.279	-0.298	-0.278	-0.164
ID	I	-0.139	-0.066	-0.029	-0.067	-0.070	-0.174
	II	-0.151	-0.054	-0.081	-0.129	-0.058	-0.073
	III	-0.166	0.018	-0.054	-0.067	-0.078	-0.035
	IV	-0.158	-0.104	-0.084	-0.067	-0.044	-0.127
	mean	-0.154	-0.052	-0.062	-0.083	-0.063	-0.102

(-) values mean the short margin of outer crown, and (+) values the overhanging margin.

Table 3. Means and standard deviations of marginal discrepancy of castings at different investing conditions(mm)

Group	Mean	SD
DS	0.129	0.056
DD	0.038	0.009
SS	0.184	0.066
SD	0.079	0.033
IS	0.244	0.053
ID	0.087	0.036

연적합도는 Table 2와 같으며 외관의 변연이 내관의 변연보다 짧은 경우는 음의 값으로, 긴 경우는 양의 값으로 나타내었다. 각 실험군 간에 변연오차만을 상호비교하기 위하여 Table 2의 값을 절대값으로 변환하여 계산한 각 실험군별 변연적합도의 평균과 표준편차를 Table 3에 나타내었다.

혼액비와 ring liner의 두께가 변연적합도에 미치는 영향을 통계학적으로 검증하기 위해 이원분산분석한 결과는 Table 4와 같다. 분석 결과 혼액비와 ring liner의 두께는 각각 변연적합도에 유의성 있는 차이가 있었으며(P<0.05), 두 요인사이의 상호작용은 없

Table 4. Two-way ANOVA for marginal discrepancy of castings at different investing conditions

Source	Sum of squares	DF	Mean squares	F	P
Liner thickness	0.125	1	0.125	58.742	0.000
L/P ratio	0.041	2	0.020	9.634	0.001
Interaction	0.007	2	0.003	1.649	0.209
Error	0.064	30	0.002		

Table 5. Measurements of marginal discrepancy of castings using different pattern materials(mm)

Group	Points of measurement	Specimens					
		1	2	3	4	5	6
Plastic foil	I	-0.063	0.085	0.025	0.024	-0.044	0.022
	II	0.009	0.019	-0.039	-0.039	-0.057	0.018
	III	0.015	0.016	-0.049	-0.049	-0.024	0.021
	IV	-0.057	0.059	-0.064	0.044	-0.037	0.024
	mean	-0.024	0.045	-0.032	-0.005	-0.041	0.021
Casting Wax	I	0.041	0.058	0.046	0.094	0.100	0.064
	II	0.066	0.080	0.026	0.086	0.041	0.096
	III	0.027	0.047	0.033	0.096	0.113	0.094
	IV	0.000	0.023	0.047	0.076	0.123	0.111
	mean	0.034	0.052	0.038	0.088	0.094	0.091
Pattern resin	I	0.154	-0.027	0.094	0.017	0.027	0.060
	II	0.132	-0.023	0.076	-0.031	-0.030	0.036
	III	0.000	-0.039	0.185	-0.027	0.017	0.046
	IV	0.059	-0.028	0.179	0.009	-0.024	0.075
	mean	0.086	-0.029	0.134	-0.008	-0.003	0.054

(-) values mean the short margin of outer crown, and (+) values the overhanging margin.

었다(P>0.05).

두 요인이 변연적합도에 영향을 미치는 정도

(Omega-square :

$$\omega^2_{인자} = \frac{\text{제공합}_{인자} - \text{자유도}_{인자} \times \text{평균제공}_{전차}}{\text{제공합}_{전차} + \text{평균제공}_{전차}}$$

를 보면  $\omega^2_{liner두께} = 0.5168$ ,  $\omega^2_{혼액비} = 0.1555$ ,  $\omega^2_{혼액비 \times liner두께} = 0.0126$ 으로 전체분산에 대한 ring liner 두께가 가지는 영향력이 약 52%로 가장 높았으며, 다음으로 혼액비, 상호작용 순이었다.

이러한 실험 결과로부터 가장 우수한 변연적합도 (평균 38 $\mu$ m)를 보인 DD실험군의 매몰조건을 실험 II에 적용하였다.

## 2. 실험 II : 납형재료에 따른 변연적합도와 유지력 측정 결과

### 2.1 변연적합도 비교

각 납형재료에 따른 변연적합도는 Table 5와 같다. 이를 다시 절대값으로 변환하여 계산한 변연적합도의 평균과 표준편차를 Table 6에서 나타내었으며, 상호비교를 용이하게 하기 위해 이를 그래프로 정리하였다(Fig. 3). 변연적합도는 plastic foil군, casting wax군, pattern resin군의 순으로 좋았으며, plastic foil군이 다른 두 납형재료에 비해 매우 낮은 표준편차를 보였다. 그러나 Kruskal-Wallis 비모수검정 결과 세 가지 납형재료에 따른 변연적합도에는 유의성 있는 차이가 없었다(P>0.05).

Table 6. Means and standard deviations of marginal discrepancy of castings using different pattern materials(mm)

Group	Mean	SD
Plastic foil	0.038	0.009
Casting wax	0.066	0.028
Pattern resin	0.058	0.044

There were no significant differences in marginal discrepancy among pattern materials at P=0.05.

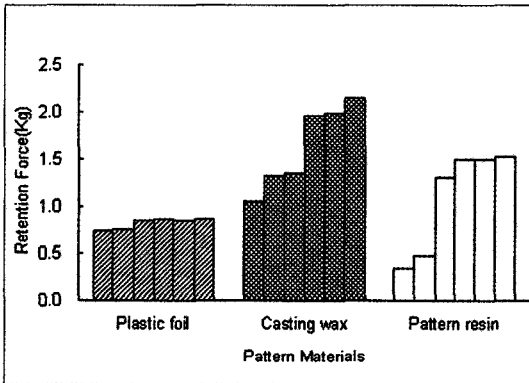


Fig. 4. Histograms of retention force of each casting specimen using different pattern materials.

## 2.2 유지력 비교

납형재료에 따른 각 외관의 평균 유지력은 그림 4에 나타내었으며, 평균과 표준편차는 Table 7과 같다.

Plastic foil군, casting wax군, pattern resin군은 각각 820g, 1640g, 1110g의 평균 유지력을 보였으며, 유지력에서도 역시 plastic foil군이 가장 낮은 표준편차를 나타내었다. 납형재료에 따른 유지력의 차이를 일원분산분석과 Duncan 다중범위검정법으로 검정한 결과 plastic foil군과 pattern resin군간에 유의성 있는 차이가 없었으나(P>0.05), casting wax군은 두 재료보다 높은 유지력을 보였다(P<0.05).

## IV. 총괄 및 고안

Conical telescopic crown은 내관과 외관으로 구성되어 있다. 내관은 지대치와 통상 30 $\mu$ m의 시멘트공간을 확보하도록 제작하고, 외관은 내관의 축벽과

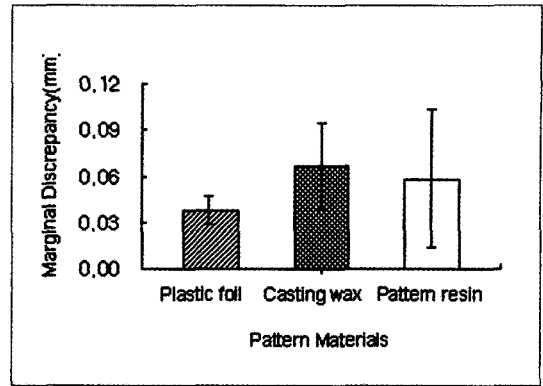


Fig. 3. Histograms of means and standard deviations of marginal discrepancy of castings using different pattern materials.

Table 7. Means and standard deviations of retention forces of castings using different pattern materials(kg)

Pattern materials	Mean	SD	Duncan grouping*
Plastic foil	0.82	0.06	A
Casting wax	1.64	0.45	B
Pattern resin	1.11	0.55	A

\* Groups with the same letters are not significantly different at P=0.05.

긴밀하게 적합되면서 추후 유지력 확보를 위하여 외관의 교합면은 내관의 교합면과 200 $\mu$ m정도 공간을 가질 것을 추천한다<sup>4)</sup>.

내관과 외관을 비귀금속으로 주조하는 경우의 문제점은 주조수축으로 인한 불량한 내관과 외관의 적합이다. 금속의 수축은 통상적으로 매몰재 팽창으로 보상하려 하지만 매몰재의 팽창량은 매몰재의 종류, 매몰재 용액의 농도와 액량, 혼합시간, ring liner의 종류와 적용방법, 매몰위치 등 여러 가지 요소에 의하여 영향을 받기 때문에 팽창량을 정확히 조절한다는 것은 매우 어렵다<sup>1)</sup>.

이러한 많은 요소 중 매몰재의 팽창량을 조절하기 위하여 흔히 이용하는 방법은 혼액비 조절법인데, 일반적으로 제조사가 지시하는 혼액비에서 10% 범위 내에서 증감 조절한다<sup>1)</sup>. 따라서 본 실험에서는 제조사가 지시하는 혼액비와 이 혼액비에서 10% 감소 그리고 증가시킨 경우를 각각 적용하였다.

또한 매몰재의 팽창량을 조절하기 위한 다른 방법으로 ring liner가 이용되는데, 전술한 바와 같이 ring liner의 종류와 두께 그리고 견습상태에 따라 매몰재의 팽창량은 달라진다. Ring liner의 종류가 미치는 영향에 관한 연구 중 Steinbock과 Asgar<sup>11)</sup>, Warfield 등<sup>19)</sup>은 asbestos liner와 ceramic liner는 구조체의 정확도에 있어서 유의한 차이를 보이지 않는다고 보고하였으나, Yli-Urpo 등<sup>12)</sup>은 ceramic liner가 asbestos liner보다 더 좋은 적합도를 보인다고 보고한 바 있다.

Nasu와 Noguchi<sup>14)</sup>와 Nagasawa 등<sup>20)</sup>의 보고에 의하면 본 실험에 사용된 ceramic liner는 원래 두께의 50%까지 압축되어 완충효과가 우수하며, Nasu와 Noguchi는<sup>14)</sup> ceramic liner를 두 장 이장할 때 구조 ring 안에서 매몰재의 팽창은 억제 받지 않는다고 하였다.

흔히 매몰재의 경화팽창을 증가시키기 위하여 습한 상태의 ring liner를 이용하는 반수화팽창법을 적용하고 있지만 ceramic liner는 대기압하에서는 물을 흡수하지 않으므로 특별히 압력을 가하여 물을 침투시키지 않는 한 반수화팽창은 기대할 수 없다. 습한 상태의 ring liner를 이용하는 방법 외에 경화중인 매몰체에 물을 첨가하거나 매몰체를 물에 담구어 수화팽창을 유도할 수 있다<sup>21)</sup>. 그러나 이러한 수화팽창은 첨가하는 물의 양과 온도, 매몰 후부터 물을 첨가하는데 걸리는 시간 등에 따라 달라질 뿐만 아니라 그 팽창량도 일정한 결과를 보이지 않는다<sup>22)</sup>.

따라서 본 실험에서는 수화팽창을 배제하고 경화팽창과 열팽창만을 이용하는 것이 편차가 적은 매몰재 팽창을 유도할 것으로 생각되어, ceramic liner를 건조한 상태에서 두께를 달리하여 팽창량을 조절하고자 하였다.

본 실험에 사용된 Co-Cr-Ti 합금인 Dentitan은 전용 매몰재인 Dentivest(Krupp Medizintechnik GmbH, Germany)와 같이 공급되고 있다. Ikeda<sup>1)</sup>는 내관의 교합면은 물론 외관의 변연부에서 200 $\mu$ m 정도의 공간이 생길 때를 이상적인 내외관 적합상태로 전제하고, Dentitan으로 외관 구조 시 Dentivest 분말 180g에 전용액과 물의 비율을 각각 18ml와 2ml로 섞어 적용하는 것이 최적 혼액비라고 보고한 바 있다. 그러나 본 실험에 앞서 시행한 예비실험에서는 위와 같은 매몰조건에서 Ikeda<sup>1)</sup>의 실험결과보다

구조정확도가 매우 불량하였으며, 구조체의 표면도 거칠었다. 한편 변연적합도를 개선시키기 위한 노력으로 더 큰 매몰재 팽창을 얻기 위하여 혼액비를 감소시켜 보았으나 작업시간이 너무 짧고 점조도가 높아 납형 내면에 매몰재 주입이 힘들었다. 따라서 비귀금속 합금 구조에 사용되는 다른 인산염계 매몰재의 선택이 불가피하였으므로, 본 실험에서는 팽창량이 비교적 크고, Dentivest보다 구조체가 비교적 활택한 표면을 보이는 Univest-nonprecious를 사용하였다.

Conical crown의 내관에는 여러 가지 변연형태를 부여할 수 있다. 이 중 feather edge 변연형태에서는 외관에 피개되는 도재나 레진에 충분한 두께를 부여하기 위하여 치경부에 형성하는 metal collar로 인하여 심미성이 저하 될 수 있으나, shoulder와 같이 추후 유지력 확보를 위한 외관 변연의 공간이 필요 없기 때문에 외관의 제작이나 치주위생적 관점에서 유리하다. 따라서 본 실험에서는 내관의 변연형태를 feather edge로 하였으며, shoulder와는 달리 이러한 변연형태에서는 변연오차가 최소인 외관을 제작하는 것이 임상적으로 보다 더 바람직하다고 생각된다.

매몰조건에 따른 외관의 변연적합도 측정 결과, liner를 두 장 이장하고 혼액비를 10% 감소시킨 경우, 즉 가장 큰 매몰재 팽창이 예상되는 매몰조건에서 가장 우수한 변연적합도를 보였으며 변연오차는 평균 38 $\mu$ m이었다. 한편 이 매몰조건보다 더 큰 매몰재 팽창을 유도할 수 있다면 더 우수한 변연적합도를 얻을지 모른다는 가정 하에 혼액비를 더 감소시킨 매몰조건에서 예비실험을 시행해보았다. 그러나 그 결과 예비실험의 Dentivest처럼 Univest-nonprecious의 혼액비를 10%이상 감소시킨 경우에도 매몰재의 점조도가 너무 높아서 납형 내면에 매몰재 주입이 힘들었다. 따라서 Univest-nonprecious 매몰재를 사용하는 경우, 변연적합도가 우수한 외관 제작을 위해서는 표준혼액비보다 혼액비를 10%감소시키고 ring liner를 두 장 이장하여 일반구조관을 제작하는 경우보다 매몰재 팽창을 더 많이 유도하는 것이 유리하다고 생각하며, 이러한 매몰재 팽창을 조절하는 것은 혼액비보다는 ring liner의 두께를 조절하는 것이 더 효과적인 것으로 생각된다.

본 실험에서 외관 제작을 위한 납형재료로는 plas-

tic foil, casting wax, pattern resin을 사용하였다.

납형재료에 따른 외관의 변연적합도 측정 결과 통계학적으로 변연적합도는 납형재료에 의해 영향을 받지 않았으나, 평균치만으로 비교해 볼 때 plastic foil군의 변연적합도가 가장 우수하였으며 다음으로 pattern resin군, casting wax군의 순으로 좋았다. 납형재료에 따른 매몰재 팽창에 관한 연구에서, Takahashi 등<sup>15)</sup>은 납형재료에 따라 수직적인 매몰재 팽창량에는 차이가 없으나, 수평적 매몰재 팽창량은 납형재료가 견고할수록 팽창량은 감소하였으며 일정하지도 않다고 보고한 바 있다. 본 실험 결과 비록 통계학적으로는 차이가 없었으나, pattern resin군이 plastic foil군에 비하여 변연적합도가 불량하고, 다른 두 납형재료보다 변연적합도의 편차가 큰 것은 아마도 pattern resin의 견고성 때문인 것으로 생각한다.

물론 납형재료에 따른 외관의 변연적합도 측정실험에서 실험 I의 결과로부터 얻은 plastic foil을 위한 최적의 매몰조건을 사용하였기 때문에 세 가지 납형재료 중 plastic foil군의 변연적합도가 가장 우수하게 나타났을지 모른다. 그러나 세 가지 납형재료별 변연오차의 표준편차를 비교해 보면 plastic foil군에 비해 casting wax군이나 pattern resin군의 변연적합도의 편차가 큰 것이 단지 매몰조건에만 의한 것이라고 보기는 어렵다. 비록 pattern resin과 casting wax의 변연적합도를 개선시킬 수 있는 최적의 매몰조건을 찾는다 하더라도, 결국 주조된 외관은 납형재료의 특성으로 인하여 다양한 편차를 보일 것이다. 따라서 plastic foil이 변연적합도가 우수하고 일정한 외관을 제작할 수 있는 유용한 납형재료라고 생각한다.

외관의 유지력과 관련해 Körber는 외관의 유지력이 평균 700g으로 유지되는 것이 가장 적절하고, 500g 이하인 경우에는 의치의 유지에 불충분하며, 1000g 이상인 경우 치주조직에 손상을 가한다고 하였다<sup>23)</sup>. 본 실험의 결과 plastic foil군은 평균 820g의 유지력과 매우 작은 표준편차를 보였으나 pattern resin군과 casting wax군은 1000g 이상의 유지력과 큰 표준편차를 나타내었다. Pattern resin군의 유지력이 일정하지 않은 것은 견고한 resin coping을 내관 모형에 장착할 때 내면에 갇히게 되는 공기의 압력과 resin coping을 균일한 두께로 삭제하는 동안 발생한 변형과 지속적인 중합수축으로 인하여 견고한

resin coping이 내관모형에 정확히 재안착 되지 않았기 때문인 것으로 생각된다. 본 실험에서 비록 레진 적용 후 20분간 resin coping을 내관모형상에서 유지하였으나, Mojon 등<sup>24)</sup>이 보고한 바와 같이 아크릴릭 레진의 중합수축의 80%가 17분 이내에 일어나고 24시간 이후까지도 지속된다. 따라서 견고한 pattern resin을 사용하여 외관을 제작하는 경우에는 레진의 중합이 완전히 끝날 때까지 내관 위에서 충분한 시간동안 유지해야 하며, wax로 외형을 마무리하기 위하여 재안착 시킬 때에는 resin coping의 교합면에 공기 방출 구멍을 하는 것이 중요하다고 생각한다.

Casting wax군은 pattern resin군에 비하여 비교적 유지력의 편차가 작게 나타났는데, 이것은 pattern resin과는 달리 casting wax는 부드럽기 때문에 wax coping을 내관모형에 쉽게 재안착 시킬 수 있었기 때문으로 생각된다. 한편 Shiba<sup>4)</sup>는 casting wax를 이용하여 외관을 제작할 때는 적절한 유지력을 얻기 힘들다고 보고하였으나, 본 실험에서는 casting wax로 제작한 외관의 유지력이 가장 우수한 것으로 나타났다. 본 실험에서 이처럼 casting wax군의 유지력이 높게 나타난 이유는 측면의 적합도가 좋았거나, 아니면 wax의 변형에 의해 주조된 외관과 내관 사이의 불특정 부위에 마찰력이 증가하여 일어난 결과일 수도 있을 것이다. 이에 대한 정확한 검증은 외관의 반복착탈 실험을 통해 확인할 가능하다.

Plastic foil은 casting wax와 마찬가지로 유연성 때문에 coping 재안착의 어려움은 없었으며, 다른 두 납형재료 보다는 낮지만 일정한 유지력을 보였다. 비록 casting wax군과 pattern resin군의 유지력이 plastic foil군에 비하여 높게 나타났다고 하더라도 두 납형재료 모두 유지력의 표준편차가 크게 나타났다는 것은 그만큼 납형의 변형이 크게 일어났음을 의미한다고 생각된다. 이것은 변연적합도를 통해서도 어느 정도 짐작이 가능하다. 본 실험에서 유지력 측정 시 먼저 외관의 안착을 위하여 15kg의 수직하중을 가하였는데 이러한 크기의 하중 하에서 긴밀한 측면적합에 의한 쉼기효과와는 달리 변형된 외관 구조체의 일부 내면만이 내관과 접촉하여 끼임현상에 의해 오히려 유지력이 크게 나타날 수 있다. 그러나 이런 유지력의 문제점은 유지력이 필요이상으로 크고 따라서 전체적인 유지력 조절이 어렵고 또한 유



지력 조절을 위하여 외관 내면의 조기접촉점을 삭제했을 경우에는 갑자기 유지력이 크게 감소될 수 있다. 마찬가지로 이러한 조기접촉점은 보철물의 반복 착탈 시 마모되어 역시 유지력이 갑자기 없어지는 결과를 초래할 것이다. 따라서 임상적으로 적절한 유지력을 제공하면서도 일정한 유지력을 재현할 수 있는 plastic foil이 유지력 측면에서도 바람직한 납형 재료라고 생각된다.

본 실험에서 유지력과 변연적합성과의 상관관계에 대해서는 조사하지 않았다. 이론적으로는 매몰재의 팽창이 모든 방향으로 균일하게 일어나 내관과 외관의 적합이 완벽할 경우, 외관의 교합면과 내관의 교합면 사이에는 전혀 공간이 생기지 않는다. 이런 경우 순수한 마찰력 외에는 유지력은 발생하지 않게 되므로, 썩기효과에 의한 유지력의 발생을 위해서는 외관과 내관의 교합면 및 외관의 변연부에서 공간이 존재해야 할 것이다. 그러나 실제 외관의 주조과정에서는 외관과 내관 사이에 변연오차가 없더라도 외관과 내관 상면 사이에는 공간이 형성된다. 이 같은 현상이 일어나는 것에 대해 명확히 밝혀진 적은 없지만 Takahashi<sup>15)</sup>의 실험에서 나타났듯이 금속 주조링에 주조관을 위한 납형을 매몰한 경우 매몰재의 팽창은 수평보다는 수직적으로 훨씬 크게 일어난다. 따라서 변연적합도 개선을 위해 매몰재의 팽창을 많이 유도하여 변연오차가 없는 외관을 주조하였다 하더라도 내관 교합면과 외관 교합면 사이에는 항상 공간이 존재하고 따라서 썩기효과에 의한 유지력은 확보될 것으로 생각된다. 이러한 추론은 본 실험에 사용된 외관을 수직으로 절단하여 관찰했을 때, 변연오차에 비해 내관 교합면과 외관 교합면 사이에 존재하는 더 큰 공간에 의해 확인할 수 있었다. 따라서 변연오차가 없는 외관을 제작한다 하더라도, 외관은 유지력 확보에 필요한 충분한 교합면 공간을 가지므로, 변연적합도가 우수한 외관을 제작하기 위한 매몰조건을 찾고, plastic foil을 납형재료로 이용하여 적절하면서 일정한 유지력을 갖는 conical 외관을 제작하는 것은 기능과 심미성 면에서 여러 가지 장점을 제공해 줄 수 있을 것이다.

그러나 이상의 실험결과를 모든 conical telescopic crown의 외관 제작에 적용할 수는 없을 것이다. 왜냐하면 전술한 바와 같이 외관의 변연적합도나 유지력에 직접적인 영향을 주는 매몰재 팽창에 관여하는

요인들이 너무나 다양하고 복잡하기 때문이다. 따라서 정확한 외관제작을 위해서는 사용하는 금속의 종류와 보철물의 형태나 크기 등에 따라 적절한 매몰재와 매몰조건을 찾아야 할 뿐만 아니라 납형재료 선택에 있어서도 주의를 기울여야 할 것으로 생각한다.

## V. 결 론

Co-Cr-Ti합금(Dentitan)과 인산염계 매몰재인 Univest-nonprecious를 이용하여 conical telescopic crown의 외관을 제작할 경우, 매몰조건에 따른 외관의 변연적합도와 유지력의 차이를 비교분석하였다.

외관의 변연적합도에 영향을 미치는 매몰조건을 조사하기 위하여 세 가지 서로 다른 혼액비 조건(표준혼액비, 10% 감소혼액비, 10% 증가혼액비)을 적용하였고, 각 혼액비 조건마다 ceramic ring liner를 한 장 또는 두 장 이장하였다.

납형재료에 따른 외관의 변연적합도와 유지력에 영향을 조사하기 위하여, 납형재료로는 plastic foil, casting wax, pattern resin을 사용하였으며, 매몰조건은 앞선 실험의 결과에 따라 10% 감소혼액비와 두 장의 ceramic liner를 사용하였다.

본 실험조건하에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 외관의 변연적합도에는 혼액비보다 ring liner 두께가 더 큰 영향을 미쳤으며, 일반주조관 제작을 위해 매몰재 제조사에서 지시하는 매몰조건으로 만족할 만한 변연적합도를 얻을 수 없었다.
2. 외관의 변연적합도는 세 가지 납형재료에 의해 영향을 받지 않았다.
3. 외관의 유지력은 casting wax군(1640g), pattern resin군(1110g), plastic foil군(820g)의 순으로 컸으나, plastic foil과 pattern resin군간에는 유의한 차이가 없었다.
4. 다른 두 납형재료에 비해 Plastic foil군이 비교적 일정한 유지력과 변연적합도를 보였다.

이상의 결과를 종합해보면 Dentitan과 같은 비귀 금속 합금을 사용하여 conical telescopic crown 외관을 제작할 때 혼액비와 ring liner 두께의 조절을 통하여 일반주조관 제작 시 보다 더 큰 매몰재 팽창을

얻는 것이 바람직하며, 외관 납형재료로는 우수한 변연적합도와 일정한 유지력을 얻을 수 있는 plastic foil이 유용한 재료라고 생각한다.

### 참 고 문 헌

1. Ikeda M. Application of chrome-cobalt alloys containing titanium in inner and outer cone-telescope crown. *J Jpn Prosthodont Soc* 1990;34:54-67.
2. Ohkawa S, Okane H, Nagasawa T, Tsuru H. Changes in retention of various telescope crown assemblies over long-term use. *J Prosthet Dent* 1990;64:153-8.
3. Minagi S, Natsuaki N, Nishigawa G, Sato T. New telescopic crown design for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1999;81:684-8.
4. Shiba A. The conical double-crown telescopic removable periodontic prosthesis. St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica Inc.; 1993. pp. 29-32.
5. Krupp Medizintechnik. Krupp lieferprogramm für labor und praxis. Essen; 5th ed. p. 13.
6. 김경남, 김교한, 김형일 등. 치과재료학. 서울: 군자출판사; 1995. pp. 378-414.
7. Jeong C, Kim CW. A study on the characteristics of phosphate-bonded dental investment. *J.K.D.M.* 1984;11:21-43.
8. Shin SA, Lim JS, Jeong CM, Jeon YC. A study for setting and thermal expansion of dental soldering investments. *J Korean Acad Prosthodont* 1999;37:730-740.
9. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. St. Louis: Mosby; 1995. p. 469.
10. Priest G, Jack A, Horner BS. Fibrous ceramic aluminium silicate as an alternative to asbestos liners. *J Prosthet Dent* 1980;44:51-6.
11. Steinbock DJ, Asgar K. A possible substitute for asbestos as a casting lining material. *J Dent Res* 1978;57:255:Abstr 724.
12. Yli-Urpo A, Gudbrand, Øilo, Syverud M. The effect of asbest-alternatives on the accuracy of cast veneer crowns. *Swed Dent J* 1982;6:127-131.
13. Earnshaw R. The effect of casting ring liners on the potential expansion of a gypsum-bonded investment. *J Dent Res* 1988;67:1366-1370.
14. Nasu T, Noguchi H. The cushion ability of lining materials for the setting and heating expansion of plaster bonded investment in the castion ring. *Shika rikogaku zasshi* 1982;23:65-75.
15. Takahashi J, Okazaki M, Taira M, Kubo F. Nonuniform cervical and horizontal setting expansion of a phosphate-bonded investment. *J Prosthet Dent* 1999; 81:368-91.
16. Ash MM. Wheeler's dental anatomy, physiology, and occlusion. 6th ed. Philadelphia: W.B.Saunders; 1984. p. 176.
17. Haraldson T, Carlsson GE. Bite force and oral function in patients with osseointegrated oral implant. *Scand J Dent Res* 1977;85:200-208.
18. 深水皓三. 總義齒の第一大臼齒部における咀嚼力および交合力に関する研究. 補綴誌 1974;17:491-516.
19. Warfield DK, Lipson SW, Priest GF. Relative casting accuracies using asbestos and non-asbestos liners. *J Dent Res* 1982;62:186:Abstr 68.
20. Nagasawa S, Ito M, Takahashi S, Suzuki Y, Amano K. Studies on the accuracy of the casts. Part III. On the influence of lining materials to the expanding stress, amounts of expansion and reacting temperature during setting of investments. *Shikwa gakuho* 1975;75:286-92.
21. O'Brien WJ. Dental materials. Chicago: Quintessence publishing Co.; 1989. p. 113.

22. Ohta Y, Hasegawa J, Hayashi K, Terai S. Hygroscopic expansion of phosphate-bonded investment. 齒科理工學會誌 1978;19:53-7.
23. 우이형 역. 원추관. 서울: 신흥인터내셔널; 1998. pp. 80-81.
24. Mojon P, Oberholzer JP, Meyer JM, Belser UC. Polymerization shrinkage of index and pattern acrylic resins. J Prosthet Dent 1990;64:684-8.

---

**Reprint request to:**

**Chang-Mo Jeong, D.D.S., M.S.D., Ph.D.**  
Department of Prosthodontics, College of dentistry, Pusan National University  
1-10 Ami-dong, Seo-Gu, Pusan, 602-739, Korea  
cmjeong@hyowon.cc.pusan.ac.kr

## ABSTRACT

# MARGINAL DISCREPANCY AND RETENTION FORCE OF CONICAL TELESCOPE OUTER CROWN WITH CO-CR-TI ALLOY.

Hi-Chan Jung, Chang-Mo Jeong, Young-Chan Jeon, Jang-Seop Lim

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Pusan National University*

The purpose of this study was to investigate the effects of investing conditions on the marginal discrepancy of conical telescope outer crown with Co-Cr-Ti alloy (Dentitan) and to compare the marginal discrepancy and the retention force of outer crowns using different pattern materials (plastic foil, casting wax, pattern resin).

To evaluate the effects of investing conditions on the marginal discrepancy, patterns with plastic foil were invested under three different liquid/powder ratio conditions using phosphate bonded investment (Uninvest-nonprecious): standard, 10% decreased and 10% increased. At each liquid/powder ratio condition, metal ring was lined with single or double layers of ceramic ring liner.

The marginal discrepancy of outer crown at different investing conditions was measured by  $\times 100$  compact measuring microscope (STM5, Olympus, Japan).

For measurement of the marginal discrepancy and the retention force of outer crown using different pattern materials, the investing condition of 10% decreased liquid/powder ratio and double layers of ring liner was selected because this investing condition resulted in the best fit of outer crown.

Marginal discrepancy was measured in the same way above and retention force on universal testing machine.

Under the conditions of this study, the following conclusions were drawn:

1. The thickness of ring liner had more influence on the marginal discrepancy of outer crown than the liquid/powder ratio, and the acceptable marginal fitness could not be expected at the investing condition directed by investment manufacturer.
2. There were no differences in the marginal discrepancy of outer crown among three different pattern materials ( $P > 0.05$ ).
3. Casting wax showed the greatest retention force (1640g) of outer crown, followed by pattern resin (1110g), plastic foil (820g). However, there was no significant difference between plastic foil and pattern resin ( $P > 0.05$ ).
4. Plastic foil showed the least variation in marginal discrepancy and retention force.