

치과용 합금 주조 시 주조링의 계류시간에 따른 보철물의 변형 적합도 실험에 관한 연구

동우대학 치기공과, (주)우리동명*
황 성 식, 이 상 혁*

=Abstract=

An Experimental Study on Margin Consistency of Prosthesis According to the Continued Time of Casting-Ring in the course of the Casting of Dental Alloy

Seong-Sig Hwang, Sang-Hyeok Lee*

*Dept. of Dental Lab. Technology, Dong-u College
We Dong Myong Co.**

With regard to the manufacture of dental prosthesis, all the dental mechanism is of vital significance at the aspect of activating its function by fixing the prosthesis to Patient's oral cavity. However, if there we will take our immediate action without the discretion about its process none the less for the importance of dental mechanism, then we might have a serious problem. Accordingly, there need to pay attention to the dilatibility makes up for the shrinkage state occurring by the feature of metal materials and manufacturing process which appeared in the process of dental mechanism, which eventually is expected to play a very important role in casting a dental prosthesis appropriate to one's oral tissue.

This study was designed to take into account of the effects on margin consistency of prosthesis according to the continued time of casting-ring in the course of the casting of dental alloy. For this, the researcher made an experiment on the casting of dental alloy, its dilatibility, and the change of phase.

The results of this study were as follows :

First, the researcher could see that the sample which was cast under the condition of 650℃/20 Minutes(the continued time) was far superior to others at the aspect of margin consistency.

* 이 논문은 2001학년도 동우대학 학내연구비의 지원을 받아 수행되었음.

교신 · 성 명 : 황 성 식 · 전 화 : 017-372-1669 · E-mail : sshwang@duc.ac.kr
저자 · 주 소 : 속초시 교동 동부아파트 104동 1002호

Second, according to the measurement of expansion coefficient by Dilatometer, the researcher perceived the fact that the expansion-coefficient showed a maximum of $37.1\mu\text{m}$ considering the sample's length which was cast with ordinary temperature under the condition of $650^\circ\text{C}/20$ Minutes.

Third, from the result of X-ray diffraction under the condition of $650^\circ\text{C}/20$ Minutes(the continued time), the researcher could find that there's no difference between the change of phase and its intensity.

As mentioned above, the researcher could ascertain the fact that its contraction don't give rise to the change of phase.

* Key words : margin consistency, dental alloy, dental prothesis.

1. 서론

오늘날 생활 수준의 향상으로 건강에 대한 관심도에 비례하여 구강내에 대한 관심도 예전에 비해 월등히 높아졌다. 음식문화의 서구화와 의료 기술의 발전, 평균 수명의 연장 등으로 문화병이라고 불리울 만큼 구강 질환은 예방 관리가 중요하지만 일단 예방하지 않은 경우 인공적인 방법으로 회복시킬 수밖에 없으며 그에 따른 경제적, 정신적 부담도 크기 마련이다(김정숙, 1996). 또한 구강은 음식을 섭취하여 소화시키는 기시부로서의 저작기능 외에(김주환, 1982) 회복된 치관 보철물이 환자의 구강내에 장착된 후에도 발음, 연화의 기능은 물론 환자가 불편함을 느끼지 않고 사용할 수 있도록 우수해야 한다(Anusavice, 1987; Cooney, 1979).

그러므로 보철물이 이러한 기본적인 기능은 물론 2차 질병을 유발시키지 않고 장기간 사용되려면 무엇보다도 치관 보철물 치경부 변연의 적합성이 우수해야 하는데(황경숙, 1996) 치경부 변연의 적합도에 관한 임상적인 허용한계는 연구자에 따라 많은 차이를 보여주고 있다.

미국치과 의사규격(ADA specification)에 의

하면 접합된 주조체의 변연 적합도는 $25\mu\text{m}$ 이하이어야 한다고 규정짓고 있으나(ADA, 1978) 실제로 이 정도의 임상적 적합도를 얻기란 매우 어려운 일이다. 또한 Assif는 평균 변연간격이 $140\mu\text{m}$ 라고 보고한 바 있다(이인규, 1992).

주조체 치경부 변연의 적합성에 영향을 미치는 요인들 중에는 인상재의 종류, 치경 및 모형재의 종류, 납형의 크기, 형태, wax up 상태, 주입선의 설치 방법, 매몰재의 종류, 소환 방법, 합금의 선택, 합금의 용융 및 주조 방법 등 여러 가지가 있겠지만 무엇보다도 마모 및 변형이 없는 치형 재료를 사용하므로써 더욱 견고한 보철물을 얻을 수 있다(이인규, 2000).

또한 기공과정에서 우리의 막연한 느낌으로 일을 하는 것은 엄청난 문제를 가져올 수 있음을 인식하여야 하며 기공작업에서 나타나는 변연 적합에 미치는 여러 요인 중 공정에 따라 발생하는 수축을 팽창을 통해 보상하여 정확한 보철을 제작하는 것이 큰 관건이라 하겠다.

따라서 납형 제작과 주조체에서 발생하는 수축은 매몰을 통한 경화팽창과 수화팽창에서 팽창을 얻기도 하지만 소환을 통해 얻어지는 열팽창은 팽창에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 소환의

목적으로 링의 습기제거, 납형을 제거하여 주형 형성, wax제거 시 남아 있는 탄소 잔유물을 제거하거나 주조 시 용융된 금속이 주입될 수 있도록 주형을 적절히 온도 상승하여 유지하여 준다.

주조 후 냉각하여 일어나는 금합금은 수축을 보상하기 위해 온도를 상승함으로써 매몰재가 팽창하여 정확한 주조체를 얻게 된다. 그러므로 연구하고자 하는 부분은 석고 매몰재인 경우를 선택하여 소환온도에 따라 고온 소환법과 저온소환법으로 나누어진다(김사학, 1996; 김웅철, 1983; 황경숙, 1996) 여기에서는 고온 소환법에 의한 방법을 택하여 소환시간은 링의 크기에 따라 차이가 있겠으나 매몰한 링을 실온의 소환기에 넣고 약1시간에 걸쳐 700°C까지 상승시키고 이 온도에서 15~30분간 계류하여 주조를 하지만, 본 연구에 사용된 매몰재에 대한 소환방법은 650°C까지 분당 10°C 로 상승하여 650°C도에서 60분간 계류하여 열팽창을 측정 한 결과 점점 수축하는 경향을 띠므로써 650°C에서 10분씩 끊어서 매몰재의 상의 변화가 있는지를 살펴보고 주조 시 얻게 되는 주조체의 변연 적합성을 알아보았다.

II. 실험재료

- Prestobalite inlay investment(Whip-Mix Co., U.S.A)〈표 1, 표 2〉
- Dm76(We Dong Myung Co., (Korea)
- Green Inlay Casting Wax Type I (KEER Co., U.S.A.)
- Thowax(YETI Co., Germany)
- Dr. Camscope(Sometech Inc., Korea)
- Dilatometer(DIL402, Netzsch Co., Germany)
- X-ray Diffractometer (M03XHF²², Mac

Science., Japan)

진공매몰기(VM-113 J.Morita Co., Japan)

진공주조기(AuTi 2.0 High-Frequency Casting Machine, Linn Co., Germany)

표 1. Prestobalite inlay investment의 조성

(단위:%)

재 료	화 학 명	함 유 량
gypsum	Calcium sulfide	20-30%
Quartz	Silica	70-80%

표 2. 시험방법 및 기준(ISO 7401990-06-15)

물/분말	응고시간	응고팽창	강 도
32-36ml/100gr	13-16분	0.4-0.5%	4-6MPa

III. 시편제작 및 실험방법

시편은 We Dong Myung Co.,(Korea)에서 시판중인 치과주조용 합금인 Dm76과 같은 조성으로 준비하였으며 표 3에 시편의 조성을 나타내었다.

표 3. 치과주조용합금(DM76)의 조성

(단위:%)

성 분	Au	Pt	Pd	기 타
함 량	76	1.5	1.5	21

시편제작을 위해 그림 1에서와 같은 작업용 Die를 제작 Green Inlay Casting Wax Type I (KEER Co., U.S.A) 를 이용하여 반복 첨가법으로 Crown을 제작한 후 변연 상방을 1mm를 절개한 후 Thowax(YETI Co., Germany)를 사용하여

Margin Sealing하였고 확대경(×8)을 이용하여 검사한 뒤 다시 그림 2에서와 같이 네오바이오 텍에서 보유한 ×800배율까지 관찰할 수 있는

Dr. Camsope(Sometech Inc., Korea)를 사용하여 2차로 ×300배율에서 변연 적합을 확인하였다.

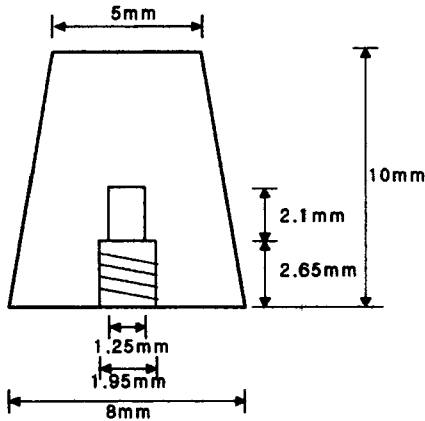


그림 1. 작업용모형

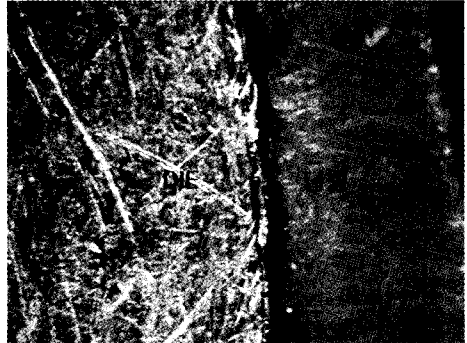


그림 2. ×300 변연적합

납형은 16개를 제작하여 각각 주조링 하나에 3개의 납형을 달고 Prestobalite inlay investment(Whip-Mix Co., U.S.A)로 100g/32cc(±0.05)의 혼수비로 2차 증류수를 사용하여 22°C에서 진공매물기(VM-113 J.Morita Co., Japan)로 40sec 동안 혼합한 후 주조링 내면에 라이너로 두른 후 압박 매물기에서 매물을 시행하였다.

경화한 6 개의 주조링을 실온에서부터 10°C/min씩 650°C까지 상승시킨 후 10, 20, 30, 40, 50, 60분간 계류하여 각 온도가 유지되고 있는 동안 전기로에서 10분단위로 빼내어 고주파 진공주조기(AuTi 2.0 High-Frequency Casting Machine, Linn Co., Germany)를 이용하여 주조를 하였다. 이때 산화를 가급적 방지하기 위해서 주조기 내부를 진공상태로 한 다음 불활성 가스(inert gas)인 Ar 분위기를 유지 하였다. 각각의 온도에

서 주조후 수냉 하는 방법으로 총 6 종류의 시편을 제작하였다.

주조된 시편들은 확대경(×8)을 이용하여 내부의 결함을 제거한 후 Dr. Camsope를 사용하여 ×300배율에서 장비에 내장되어 있는 측정도구를 사용하여 변연적합 및 이개량을 측정하였다.

시편들의 변연적합에 미치는 매물재의 변화를 관찰하기 위하여 매물재의 길이 5mm를 봉상형으로 시편을 제작하고 Dilatometer(DIL402, Netzsch Co.,Germany)를 사용하여 열팽창을 측정하였다. 또한 각각의 계류시간에 따른 매물재를 수거하여 건조기에서 건조시킨후 매물재의 상변화를 관찰하기 위하여 X-ray Diffractometer(M03XHF22,Mac Science,Japan)를 사용하여 X선 회절분석을 하였다. X선 회절 분석은 CuK α 선을 이용하여 2 θ 20~80° 범위에서 Scanning speed 4°/min, 40KV, 30mA로 하였다.

IV. 실험결과 및 고찰

실제 임상에서 보철물 제작 시 기공과정에 따른 문제점이 각 공정별로 있을 수가 있다. 그 중 수축에 따른 팽창을 보상하기 위해 매몰재의 경화팽창과 열팽창에 의하여 보상을 하지만 소환 시 주조링의 계류시간에 따라 변연부 적합이 달라질 수 있음에 기인하여 보철물의 변연적합에 미치는 영향을 관찰하기 위해 본 실험을 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 계류시간 변화에 따른 주조체 변연적합

계류시간 변화에 따른 실제 주조체의 적합을

Dr. Camscope를 사용하여 $\times 300$ 배율에서 변연적합을 <그림 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f>에서와 같이 측정하였다.

이와 같이 650°C 에서 20분 계류하여 주조한 주조체가 가장 정확한 변연 적합도를 보였고 다음은 $10 > 30 > 40 > 50 > 60$ 순으로 변연 적합도를 나타내었다

표 4에서는 변연 둘래의 5점을 측정하여 그림 3과 같이 계류시간 따른 변연 적합도를 알아보았다.

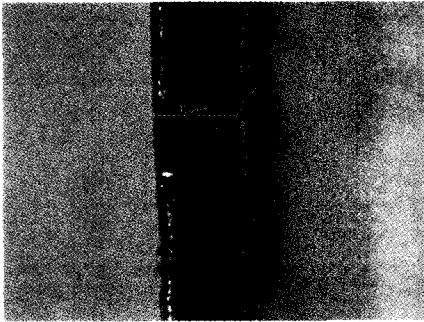


그림 3a. $650^{\circ}\text{C}/10\text{min}$

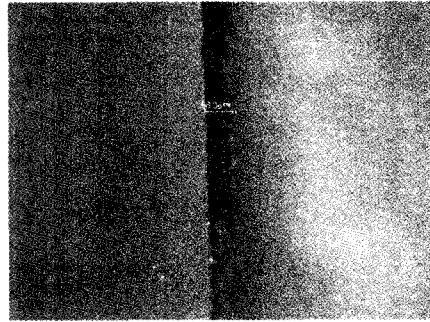


그림 3b. $650^{\circ}\text{C}/20\text{min}$

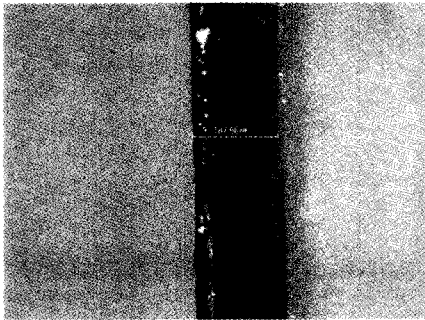


그림 3c. $650^{\circ}\text{C}/30\text{min}$

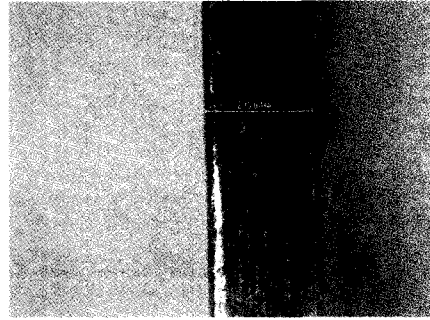


그림 3d. $650^{\circ}\text{C}/40\text{min}$

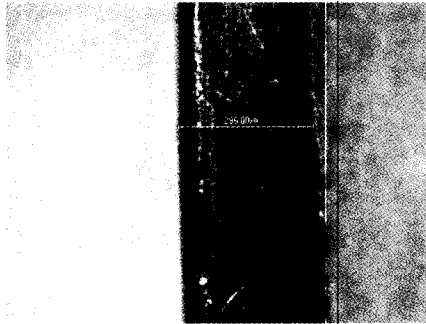


그림 3e. 650°C/50min



그림 3f. 650°C/60min

그림 3a, b, c, d, e, f. 650°C에서 계류시간에 따른 변연 적합 ×300

표 4. 65°C에서 계류시간에 따른 변연 적합 측정값

(단위: μm)

계류시간 \ 측정회수	10분	20분	30분	40분	50분	60분
1	182.04	68.08	187.96	233.84	296.00	353.72
2	195.36	72.52	201.28	242.72	307.84	367.04
3	189.44	75.48	198.32	256.04	306.36	371.48
4	199.80	69.56	196.84	232.36	300.44	350.76
5	201.28	60.68	205.72	239.76	298.98	344.84
평균	193.58	69.26	198.02	240.94	301.92	357.56

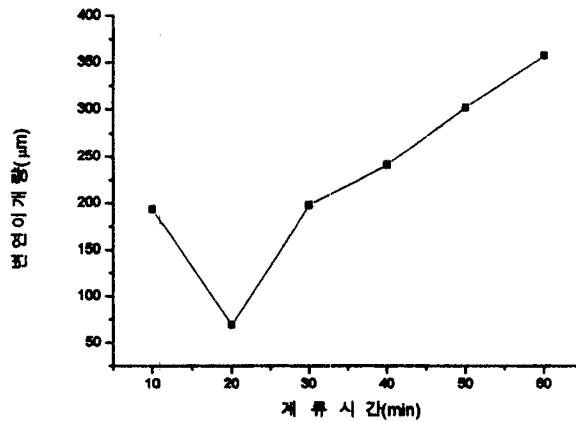
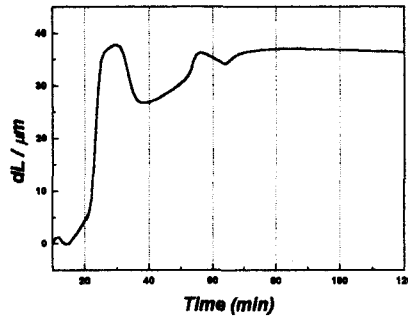


그림 4. 계류시간에 따른 변연 적합도

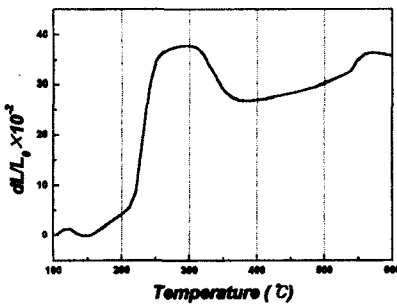
2. 계류시간 변화에 따른 변형 적합 측정

매몰재의 변화를 관찰하기 위하여 매몰재의 길이 5mm를 봉상형으로 시편을 제작하고

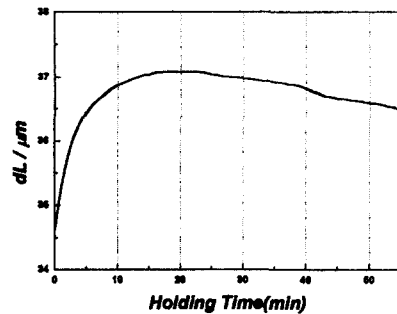
Dilatometer(DIL402, Netzsch Co.,Germany)를 사용하여 그림 5a, 5b, 5c에서와 같은 열팽창곡선을 측정하였다.



<그림 5a>



<그림 5b>



<그림 5c>

그림 5a, 그림 5b. prestobalite inlay investment를 20°C부터 650°C까지 시간에 따른 열팽창곡선
그림 5c. prestobalite inlay investment 650°C에서 60분 계류에 의한 열팽창곡선

열팽창 곡선 표 5a에서 나타난 것처럼 초기 온도에서 127°C까지 팽창곡선을 그리다가 155°C에서는 약간의 수축을 보였다. 이는 금합금 주조를 위해 사용되는 매몰재의 결합재에는 석고(α -calcium sulfate hemihydrate)로써 이 석고는 모형용 석고와 마찬가지로 반응을 하여 calcium sulfate dihemihydrate로 전환되고 반응하지 않고 남은 물은 여분의 물로 남아 있다(127°C ~155

°C에서 수분의 증발에 의한 것으로 생각되고 다시 저온인 155°C ~332°C까지의 최대 팽창을 볼 수 있는데, 이 같은 팽창은 매몰재내의 실리카에 의한 팽창으로 보여진다. 더 높은 온도에서는 실리카의 α -form이 β -form으로 변하면서 부가적인 팽창을 볼 수 있다(김경남, 1995).

표 5a. prestobalite inlay investment 25°C에서 650°C까지의 변화량

온도(°C)	25~93	93~127	127~155	155~227	227~332	332~465	465~542	542~650
변화량 (*10 ⁻⁶ /°C)	16.935	14.643	-8.743	40.067	34.133	-1.988	17.271	10.225

표 5b. prestobalite inlay investment 650°C에서 60분 계류에 의한 변화량

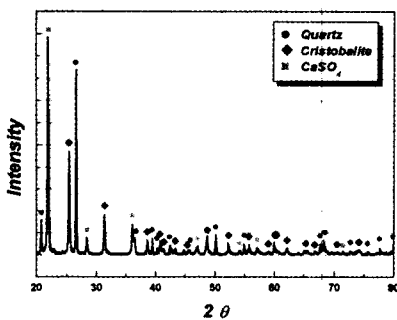
시간(Min)	10	20	30	40	50	60
변화량 (dL/μm)	36.4	37.1	37.0	36.9	36.7	36.5

표 5b에서의 열팽창 값을 살펴보면 650°C/20min에서 가장 큰 팽창을 볼 수 있고, 실온의 온도에서의 시편의 길이보다 결국 37.1μm의 선팽창을 볼 수 있는데 3차원인 납형에서는 더 많은 팽창량을 생각할 수 있었다. 그 이후로는 점점 줄어드는 경향이 있다.

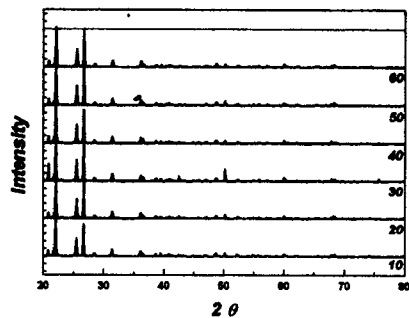
표 2 650°C에서 계류시간에 따른 변연 측정값에서와 표 5b 비교해 보면 최대 선팽창을 보인

650°C/20min시편와 변연 적합이 제일 좋은 것을 알 수 있다.

3. 매물재의 繫계류시간 다른 X선 회절 분석
 각각의 계류시간에 따른 주조링을 주조한 후 매물재를 수거하여 건조기에서 건조시킨 후 매물재의 상변화를 관찰하기 위하여 X선 회절 분석을 시행하였다.



<그림 6a>



<그림 6b>

그림 6a. prestobalite inlay investment 650°C/10min X선 회절 분석

그림 6b. 650°C/10,20,30,40,50,60min 매물재(prestobalite inlay investment) 계류시간에 따른 X선 회절 분석

그림 6a, 6b에서 보는 것과 같이 Quartz, Cristbalite, 상이 관찰되었고 650°C에서 계류시간에 의한 새로운 상의 형성이나 intensity의 차이도 거의 없음을 알 수 있었다. 이에 650°C 계류시간에 따른 Dilatometer의 측정에서 매몰재의 선수축 팽창에 미치는 영향은 β -form을 이룬 매몰재의 상변화는 관찰할 수 없고 20분 이후로 선수축이 측정된 것은 소결 수축에 의한 것으로 보여진다.

보철물 치경부 변연과 작업 치형 변연과의 적합도를 측정함에 있어 문제점으로 측정하려고 하는 변연의 두 점이 동일 평면상에 있기 어렵고, 정확한 간격을 계측하기가 매우 힘들어 좀더 정확한 계측을 해야한다. 그러므로 작업 치형에 주조체를 시적한 후 절단하여 그 절단면을 측정하거나 절단 과정 중 가해지는 외력이나 열에 의해 측정부위의 간격이 변형될 수 있다(ADA, 1978).

또한 Cooney는 매몰재 선택 또한 중요하다고 말하고 있다. 특히 오차가 발생될 수 있는 부분은 주조 후 주조체를 치형에 시적할 때 실험자가 주조체 내면을 얼마만큼 동일하게 연마하는냐에 따라 다르다. 또한 현미경으로 계측 시 실험자의 주관에 따라 상당히 많은 차이가 날 수 있다고 말하고 있다(Cooney, 1979). 이와 같이 비교적 문제를 많이 안고 있으며 본 연구에서는 변연 적합을 측정하기 위해 매몰재의 계류시간에 따른 상변화를 관찰하여 X선 회절 분석을 시행하므로 보다 정확성을 기하여 변연 적합성에 대한 실험을 통해 계류시간에 따른 소환의 중요함을 인식하고 양질의 보철을 제작하기 위하여 오차를 줄일 수 있도록 가능한 정확한 장비를 구비하여 상태에 따라 선택되는 재료를 올바르게

사용 할 뿐 아니라 과정을 중시하여 제작하므로 정확한 보철물을 제작할 수 있음을 인지할 필요가 있으며 지속적인 기술개발과 심도 있는 꾸준한 연구가 요망된다.

IV. 결 론

치과주조용 매몰재의 계류시간의 변화에 대한 주조체의 변연 적합에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 작업용 Die를 제작 Green Inlay Casting Wax Type I (KEER Co., U.S.A)를 이용하여 반복 첨가법으로 Crown을 제작한 후 변연 상방을 1mm를 절개한 후 Thowax(YETI Co., Germany)를 사용하여 Margin Sealing하였고 확대경($\times 8$)을 이용하여 검사한 납형을 매몰하여 각각의 온도에서 주조 후 수냉하는 방법으로 총 6가지 시편을 제작 확대경을 이용하여 네오바이오텍에서 보유한 $\times 800$ 배율까지 관찰할 수 있는 Dr. Camscope(Sometech Inc., Korea)를 사용하여 2차로 $\times 300$ 배율에서 변연 적합 및 이개량을 측정하였으며, 매몰재의 변화를 관찰하기 위하여 매몰재의 길이 5mm를 봉상형으로 시편을 제작하고 Dilatometer(DIL402, Netzsch Co., Germany)를 사용하여 열팽창을 측정하였고, 각각의 계류시간에 따른 매몰재를 수거하여 건조기에서 건조시킨 후 매몰재의 상변화를 관찰하기 위하여 X-ray Diffractometer(M03XHF22, Mac Science., Japan)를 사용하여 X선 회절분석을 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 650°C/20분 계류하여 주조한 시편의 변연 적합도가 제일 양호한 것으로 관찰되었다.
2. Dilatometer로 선팽창량을 측정한 결과 650°C/20분에서 상온의 시편길이에 비하여 37.1 μ m의

최대 선팡창을 보였다.

3. 650°C에서 계류시간에 의한 매몰재의 X선 회절 분석에서는 새로운 상의 형성이나 intensity의 차이도 거의 없음을 확인하였다. 이는 상변화에 의한 수축이 아님을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- 김경남 외6. 치과재료학. 381, 1995.
- 김사학. 석고계 및 인산염 매몰재의 special liquid의 온도변화에 따른 margin 적합도에 관한 실증적 연구. 대한치과기공학회지, Vol 18, 1996.
- 김웅철. 납형의 직경 및 소환방법이 도재 금속 보철물용 비귀금속 합금의 구조성에 미치는 영향, 대한치과기공학회지. Vol 5, 2. 1983.
- 김은숙. 인산염 매몰재 special liquid의 농도변화에 따른 구조체 적합도에 관한 연구. Vol 19, No 1. 1997.
- 김정숙. 치과보존 보철에 대한 인식도, 대한치과기공학회지. Vol 18, No 1, 1996.
- 김주환 외. 구강보건학. 고문사, 1982.
- 문희경. 관교의치기공학, 청구문화사, 181~187, 1998.
- 이인규, 최운재. 매몰재 종류에 따른 치관보철물 제작용 비귀금속 합금의 치경부적합성. 원광보건대학 논문집, Vol 15, 175 - 179, 1992.
- 이인규, 최운재, 정희선. 치관보철물 제작시 사요되는 치형재료에 따른 치경부변연의 적합성에 관한 연구. Vol 22, No 1, 2000.
- 황경숙. 매몰재의 혼수비가 치관 보철물 변연의 적합성에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과기공학회지, Vol 18, 2. 1996.
- ADA Specification No 8. Council on dental materials and devices. Am Dent Assoc, Jan, 1978.
- Anusavice KJ. Quality evaluation of dental restorations:Criteria for placement, and replacement:Proceedings of the international symposium on criteria for restoraions, and replacement of dental restorations. Lade Buena Vista, 1987.
- Cooney JP, Doyle TM, Caputo AA. Surface smoothness and marginal fit with phosphate bonded investment. J Pros Dent 41:416, 1979.
- Craig RG. Restorative dental materials. Mosby, 1985.