

Inlay wax의 열팽창에 관한 연구

남 상 용, 곽 동 주, 차 성 수*
대구보건대학 치기공과, 진주보건대학 치기공과*

A study on Thermal expansion of Inlay waxes

Sang-Yong Nam, Dong-Ju Kwak, Sung-Soo Cha*
Department of Dental Laboratory Technology, Taegu Health College
Department of Dental Laboratory Technology, Jinju Health College*

[Abstract]

The purpose of this study was to observe the thermal expansion of the inlay waxes at temperature. Inlay pattern wax shows not only a high coefficient of expansion but also a tendency to warp or distort when allowed to stand unrestrained.

The thermal expansion of inlay waxes was tested according to the treatment conditions for 10 minutes at 40°C. The thermal expansion of inlay waxes at various temperatures was measured with an electro dial gauge.

The results were as follows:

1. It is shown that the rate of thermal expansion of wax A is 0.2%, wax B is 0.29%, wax C is 0.38%, and wax D is 0.22% at 40°C
2. It is shown that the coefficient of thermal expansion of wax A is $106 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, wax B is $152 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, wax C is $199 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, and wax D is $116 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ at 40°C
3. The thermal expansion of the inlay waxes at 40°C was shown to increase in the order of wax C, B, D, A.

◉Key word : Inlay wax, Thermal expansion, Coefficient of thermal expansion

교신저자	성명	남 상 용	전화	053)320-1326	E-mail	nasayo@mail,dhc.ac.kr
	주소	대구광역시 북구 태전동 산 7번지, 대구보건대학 치기공과				

I. 서 론

치과용 왁스의 성분은 천연왁스, 합성왁스, 고무, 지방, 지방산, 오일, 천연수지, 합성수지 등으로 구성되며, 용도에 따라서 많은 종류의 왁스가 사용되어지고 그 조성과 형태가 다양하다. Inlay, crown & bridge 같이 주조를 위한 납형(wax pattern)제작에 사용되어지는 왁스는 체적변화에 따른 정밀성이 요구되며, 기타 보조적으로 사용되는 왁스는 그 용도에 적합한 조작 편리성이 요구된다(김교한 등, 2008).

모든 인레이 왁스(Inlay wax)는 온도에 의한 체적 변화와 보관 시 뒤틀림 변형이 초래되어 기공물 제작의 정밀성에 심각한 문제를 야기 시키며 특히 Inlay, crown & bridge 등의 납원형 소각(lost wax technic)에 의한 주조과정으로 이루어지는 합금 주조체의 변형은 납형 형성시 왁스의 변형이 주된 원인으로 주조 결과의 정확성과 유용성은 납원형의 정확도와 정밀 정도에 달려 있다(Coleman, 1928; Craig et al, 1967; Power & Craig, 1974). 주조시 좋은 결과를 위해서는 치과용 왁스는 그 용도에 적합한 물리적 특성을 가져야 한다. 치과용 왁스는 치과 수복재료 가운데 열팽창이 가장 크며 탄성계수, 비례한계, 압축강도가 낮은 기계적 성질을 가지며 또한 납형(wax pattern) 제작 과정에 잔류응력(residual stress)이 존재하여 보관온도와 시간이 경과할수록 잔류응력의 해방으로 뒤틀림변형(warpage)이 일어나 주조 후 정밀한 주조체를 얻는데 큰 문제를 야기한다(Hollenback & Rhodes, 1959; Ohashi & Paffenbarger, 1966).

치과용 왁스의 물성에서 열팽창은 유동성과 잔류응력 및 연성 등과 함께 납형 제작 시 변형에 주요한 요인이므로 임상에서 기공물 제작 시 널리 사용되고 있는 치과용 왁스의 물성변화를 이해하면 wax up시 납형의 변형을 줄이고 정밀한 주조체를 얻는데 도움이 될 것으로 사료된다.

기존의 선학들의 왁스의 특성에 관한 많은 연구가 있었으나 최근 시판되고 있는 왁스에 대한 열팽창에 관한 보고가 미흡하고, 현재 임상에서 사용되는 인레이 왁스의 팽창이 규격에 적합한지도 알려지지 않고 보고도 미미한 실정이다.

본 연구는 임상에서 사용되는 인레이 왁스의 열팽창 정

도를 비교분석하고자 한다.

II. 실험 방법

1. 시편제작

본 실험의 인레이 왁스는 임상에서 사용되고 있는 A(Yety, Germany), B(Kerr, germany), C(Deadong, Korea), D(Sd, Korea)의 4종을 준비하여 열팽창 측정 시편용 주형(Fig. 1, 2)을 제작하여 왁스 용융 온도로 예열하여둔다.

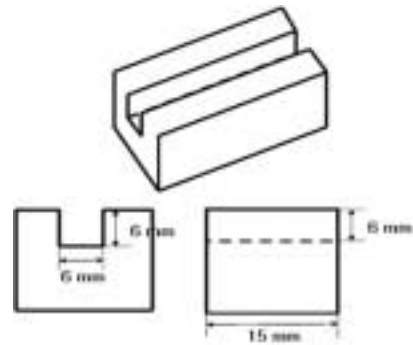


Fig. 1. Mold of wax examination



Fig. 2. Mold of wax examination

준비된 4종의 왁스를 70℃ 물에 간접 가열식(중탕)으로 용융하여 55℃로 가열하여 둔 주형에 용융된 액상 왁스를 추가하여 냉각 후 다듬어 시편을 얻었다. 준비된 wax 시편은 50℃ 물에 담구어 내부응력을 제거한 다음 시편의 최초의 길이를 측정하였다(Fig. 3, 4).

2. 열팽창 측정

열팽창 측정 mold를 Fig. 5, 6과 같이 제작하여, 측정용 mold를 항온조(water bath)에 시험 전 20분간 미리 담구어 예열한 다음 측정용 mold에 wax 시편을 삽입하

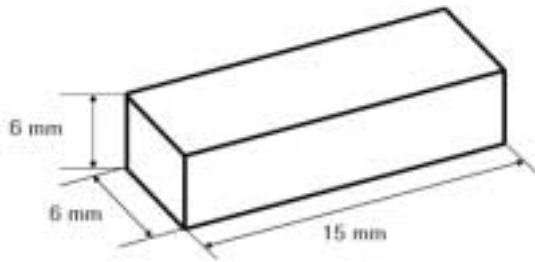


Fig. 3. Specimens of wax

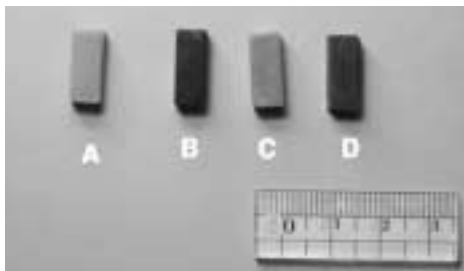


Fig. 4. Specimens of wax

고 mold를 항온조에 담구어 항온조의 온도를 40℃로 유지하여 10분 후 길이 변화를 측정하였다(Fig. 7, 8).

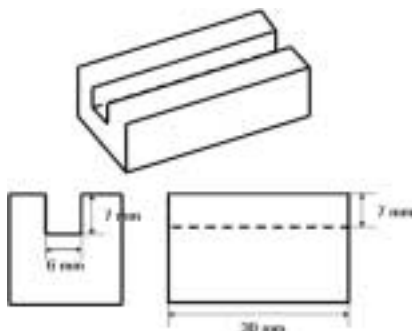


Fig. 5. Mold of thermal expansion



Fig. 6. Mold of thermal expansion

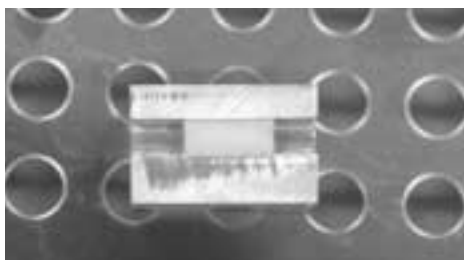


Fig. 7. Wax of thermal expansion



Fig. 8. Constant-temperature water bath

각 시편은 3회 측정을 하여 평균치를 얻었다. wax의 선형 열팽창율과 열팽창계수는 이하의 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{열팽창계수}(40^\circ) = \frac{40^\circ\text{길이} - \text{실온길이}}{\text{실온길이}(40^\circ - \text{실온수온도})}$$

$$\begin{aligned} \text{열팽창율(선형)} &= \frac{40^\circ\text{길이} - \text{실온길이}}{\text{실온길이}} \times 100 \\ &= \frac{\Delta l (\text{변형길이})}{(\text{원래길이})} \times 100 \end{aligned}$$

III. 실험 결과 및 고찰

1. 시험편의 열팽창율

인레이왁스 제조에 사용되는 주요성분은 광물성왁스인 파라핀, 미세결정왁스, 세레신, 식물성왁스인 카나우바, 켄텔리라, 곤충왁스인 밀납 등이다. 대표적인 인레이 왁스의 조성은 파라핀60%, 카나우바 25%, 세레신 10%, 밀납 5%이다. 이들은 탄화수소와 에스테르 유기 화합물로 적절한 조성 비율에 따라 용융범위, 유동성, 열팽창 등의 물성 변화가 생기며 기계적 성질이 달라진다. 일반적으로 광물성 왁스는 2차 원자 결합이 약하기 때문에 식물성 왁스보다 더 높은 선 열팽창계수를 가지는 반면 식물성 왁스는 에스테르의 농도가 높기 때문에 높은 2차 원자결합을 나타낸다.

현재 임상에서 사용되고 있는 인레이 왁스들의 열팽창율의 정도와 제조회사 마다 열팽창율 차이가 어느 정도 인지를 알아보기 위하여 실험한 결과는 40℃ 온도에서의 각 시편의 평균 열팽창율은 A왁스는 0.2%, B왁스는 0.29%, C왁스는 0.38%, D왁스는 0.22%로 나타났으며 팽창을 크기는 C, B, D, A 순으로 크게 나타났다. 또한

열팽창 계수 평균은 A왁스는 $106 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, B왁스는 $152 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, C왁스는 $199 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, D왁스는 $116 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다(Table 1, 2).

왁스는 치과 수복에 사용되는 재료 중에서 열팽창이 가장 크며, 광물성 왁스가 식물성 왁스보다 열팽창계수가 훨씬 높다.

Table 1. Thermal expansion of specimens

Specimens /No.	Original length(mm)	Final length(mm)	Change length(mm)	Thermal expansion(%)	Coefficient $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	
A	1	14.87	14.90	-0.03	0.201748	0.000106183
	2	14.92	14.94	-0.02	0.134048	0.000070551
	3	14.89	14.93	-0.04	0.268637	0.000141388
B	1	14.96	15.02	-0.06	0.401070	0.000211089
	2	14.98	15.01	-0.03	0.200267	0.000105404
	3	14.98	15.02	-0.04	0.267023	0.000140538
C	1	14.94	14.98	-0.04	0.267738	0.000140915
	2	14.98	15.04	-0.06	0.400534	0.000210807
	3	14.97	15.04	-0.07	0.467602	0.000246106
D	1	15.16	15.19	-0.03	0.197889	0.000104152
	2	15.12	15.16	-0.04	0.264550	0.000139237
	3	15.15	15.18	-0.03	0.198020	0.000104221

Table 2. Thermal expansion of specimens(Average)

specimens	Thermal expansion(%)	Coefficient of thermal expansion($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
A	0.20	106.04
B	0.29	152.34
C	0.38	199.28
D	0.22	115.87

본 실험 결과 열팽창 계수 평균은 A왁스는 $106 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, B왁스는 $152 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, C왁스는 $199 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, D왁스는 $116 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 로 나타났으며 Table 3과 비교하면 광물성 왁스에 비하면 열팽창계수가 작으나 Keer inlay 왁스나 식물성보다 작게 나타난 것은 용융범위가 서로 현저하게 다르기 때문으로 사료된다.

식양청 기준의 선열팽창율은 제1형 직접용 봉상왁스 경우 선열팽창율 시험방법에 따라 시험할 때, 25~30 $^{\circ}\text{C}$ 에서 0.2 % 이하 및 25~37 $^{\circ}\text{C}$ 에서 0.6 %이하 이어야 한다고 규정되어 있을 뿐 임상현장에서 사용되는 제2형에 대해서는 기준이 명시되어있지 않다(Table 4).

Table 3. Thermal expansion of dental wax

Classification	Wax	Temperature range (°C)	Coefficient×10 ⁻⁶ °C
Minerral	Paraffin	20.0-27.8	307
		27.8-34.0	1631
	Ceresin	22.0-27.4	307
		27.4-34.7	849
Plant	Carnauba	22.0-52.0	156
	Candelilla	22.0-40.2	182
Inlay	Keer inlay(regular)	22.0-32.7	263
		32.7-40.9	662

Table 4. Thermal expansion of KFDA

Temperature range	25°C ~30°C	25°C ~37°C
Type I inlay wax	0.2% <	0.6% <

현재 임상에서 널리 사용되는 제2형 인레이 왁스의 열 팽창율을 알아보고자 본 실험을 하였으나 제조회사 및 제품마다 그 수치가 현저하게 차이가 났으며, 열팽창에 대한 기준도 없는 실정이다. 인레이 왁스의 유동성 역시 열 팽창, 잔류응력 등과 함께 납형 제작 시 변형에 주요한 요인이 되며 직접법과 간접법으로 납형을 제작할 때 그 용도에 따라 왁스의 유동성 정도는 달라야 한다. 하지만 인레이 왁스의 온도에 따른 유동성 변화를 알아보기 위하여

본 실험에 사용된 인레이왁스(A, B, C, D)와 같은 왁스로 실험한 기존의 연구 결과를 보면(남상용, 2006), C 왁스는 기존 실험에서 45°C에서 유동성이 가장 낮으면서도 40°C에서의 열팽창이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 제조회사마다 조성 성분을 달리하기 때문으로 사료된다. 인레이 왁스의 열팽창율 정도가 매몰시 경화팽창에 미치는 영향에 대해서는 추가적인 실험이 필요하다고 사료된다. 열팽창율과 열팽창 계수는 Fig. 9, 10과 같다.

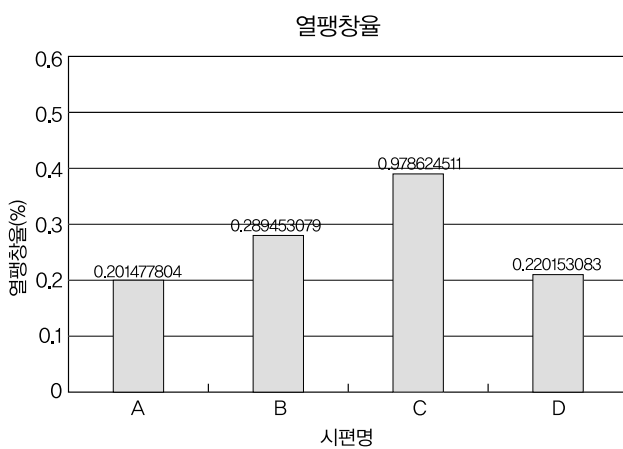


Fig. 9. Thermal expansion of specimens

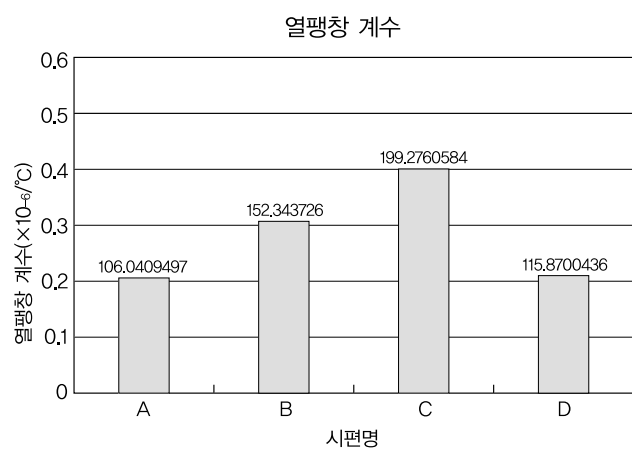


Fig. 10. Coefficient of expansion of specimens

IV. 결 론

본 연구는 인레이 왁스의 온도에 따른 열팽창 변화를 알아보기 위하여 현재 시판중인 4종의 인레이왁스를 40℃에서 열팽창 정도를 측정하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 각 시편의 평균 열팽창율은 A왁스는 0.2%, B왁스는 0.29%, C왁스는 0.38%, D왁스는 0.22%로 나타났다.
2. 열팽창 계수 평균은 A왁스는 $106 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, B왁스는 $152 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, C왁스는 $199 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, D왁스는 $116 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다.
3. 온도에 따른 열팽창율은 C, B, D, A순으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 김교한 외. 크레이그 치과재료학. 지성출판사, 376, 2008.
- 남상용. 온도변화에 따른 인레이 왁스의 유동성 변화. 대한치과기공학회지, 28, 2, 2006.
- Coleman RL. Physical properties of dental materials. US Bureau of Standards, Research Paper No 32, Jres Nat Bur Stand, 1: 867, 1928.
- Craig RG, Eick JD, Peyton FA. Strength properties of waxes at various temperatures and their practical application. J Dent Res, 46: 300, 1967.
- Hollenback GM, Rhodes JE. A study of the behavior of pattern wax. J south Calif Dent Assoc, 27: 419, 1959.
- Ohashi M, Paffenbarger GC. Melting, flow, and thermal expansion characteristics of some dental and comerial waxes. J Am Dent Assoc, 72:1141, 1966.
- Power JM, Craig RG. Penetration of comerial and dental waxes. J Dent Res, 53:402, 1974.