

# 수중수복재료의 열팽창계수의 측정에 관한 실험적 연구\*

서울대학교 치과대학 보존학교실

엄 정 문

## AN EXPERIMENTAL STUDY ON COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION OF RESTORATIVE FILLING MATERIALS

Chung Moon Um, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Operative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

### Abstract

The purpose of this study was to measure thermal expansions of Biofil resin (unfilled resin, B. L. Dental Co. U.S.A.), Hipol(Composite resin, Boo-Pyung Dental Chemicals. Korea), Estic microfill (Composite resin, Kulzer & GMBH, German), Cervident(Composite resin, S.S. White, U.S.A.), Clearfil(Composite resin. Japen), Syntrex(Silicate Cement LD Caulk, U.S.A.) and Dispersalloy (Type II, Class III Amalgam Johnson and Johnson. U.S.A.).

Thermal expansion of specimens(4mm in diameter and 50mm in height) was measured in quartz tube dilatometer from 20°C to 70°C.

The following results were obtained.

1. The coefficient of thermal expansion of unfilled resin was  $82.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  and those of composite resins were from  $32 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  to  $43.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ .

2. The coefficient of thermal expansion of silicate was  $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  and that of amalgam was  $25 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

### — 목 차 —

### 제 1 장 서 론

제 1 장	서 론
제 2 장	실험재료 및 실험방법
제 3 장	실험성적
제 4 장	총괄 및 고찰
제 5 장	결 론
	참고문헌

수복용 충전재는 치수 및 인체에 유해함이 없고 제반 물리적 성질이 치아와 근접함이 가장 이상적이라 볼수 있다.

수복재료의 제반물리적 성질중에서 열팽창계수는 치질에 percolation을 수반할수 있는 소인을 가질수 있다. 열팽창계수는 수복재료마다 상이하고 치질과 상당한 차이가 있어서 수복재료로 충전시 변연누출의 위험성이

\* 본 研究는 1979年度 서울大學病院 臨床研究造成費에 依하여 이루어졌음.

를 따르는 것이다.

Souder와 Paffenbarger<sup>1)</sup>는 수복재료의 열팽창계수를 비교 검토하였고 Power<sup>2)</sup>, Macchi<sup>3)</sup>, Lee<sup>4)</sup> 및 엄<sup>5)</sup>은 Composite resin을 자료로 하여 그 열팽창계수를 측정한다. Unfilled resin은 강도나 경도 및 제반물리적 기계적 성질이 낮고 methyl-methacrylate가 Polymethylmethacrylate로 중합반응할때 약 21%나 중합수축을 일으키는 외에도 열팽창계수가 큰 재료로 등장해 왔다. 이런 단점이 있음에도 불구하고 계속사용된 것은 배진충진후에 시간이 경과됨에 따라 변색되기는 하나 심미적인 면에서 우수성을 갖고 있다. unfilled resin은 치질에 비해 열팽창계수가 큼으로 인해 음식물의 냉은 섭취에 따라 구강내의 온도변화는 현저하여 percolation을 일으킬수 있다. 따라서 resin의 결점을 보강하기 위해서 Bowen<sup>6),7)</sup>은 resin matrix에 열팽창계수가 적은 fused silica, crystalline quartz, lithium aluminum silicate 또는 borosilicate glass와 같은 첨가재를 넣어 물리적성질 특히 열팽창계수를 감소시켰다.

필자는 시중에서 시판되고 있는 amalgam, unfilled resin, 수중의 composite resin 및 silicate을 자료로하여 percolation에 관여된 열팽창계수를 측정한다. 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## 제 2 장 실험재료 및 실험방법

본실험에서 사용된 unfilled resin, composite resin, silicate, amalgam은 다음과 같다.

1. Biofil (unfilled resin, B. L. Dental Co, U. S. A.)
2. Hipol (Composite resin. Boopyung Dental Chemicals. Korea)
3. Estic microfill(Composite resin. Kulzer & GMBH. German.)
4. Cervident (Composite resin. S. S. White. U. S. A.)
5. Clearfil (Composite resin. Japen)
6. Syntrex (Silicate. LD Caulk Co, U. S. A.)
7. Dispersalloy (Amalgam. Type II, class III Johnson and Johnson. U. S. A.)

내경 4mm의 유리 tube에 상기재료를 조작하여 직경 4mm 높이 50mm의 시편을 한 재료에 5개를 제작하였고 각재료의 취급법은 제조업자의 지시에 따라 행함을 원칙으로 하였으며 Amalgam의 경우는 Alloy와 수은과의 혼합비율 1:1로 하여 mechanical amalgamater (Wig-L-Bug amalgamater)로 연화하여 협착하지 않은

채 직경 3mm의 Condenser로 수동으로 응축하여 시편을 제작하였고 모든시편은 제작후 48시간 후에 측정하였다.

열팽창계수의 측정은 ASTM D-696<sup>8)</sup>에 기본을 두어 Dilatometer(成瀬科學器械株式會社, 自動記錄熱膨脹測定裝置 Fig-1)을 사용하였다. 본 Dilatometer는 표준시편과 시험시편을 동시에 가열하면서 이때 팽창하는 상태를 비교실험하는 방법으로서 표준시편은 열팽창율이 가장 적은 석영유리를 사용하였다. 그리고 가열속도는 200°C/1 hour로 하여 20°C에서 70°C까지 측정하였고 환산식은 다음과 같다.

$$\text{열팽창계수} = \frac{\Delta l}{l \times (T_2 - T_1)}$$

$l$  : 원래의 시편 50mm

$\Delta l$ : 70°C에서 길이의 변화

$T_2$  : 70°C

$T_1$  : 20°C

열팽창계수의 곡선은 주어진 온도에서 Tangent로서 환산하였다.

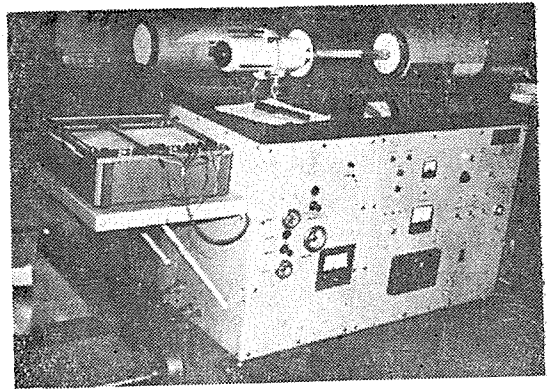
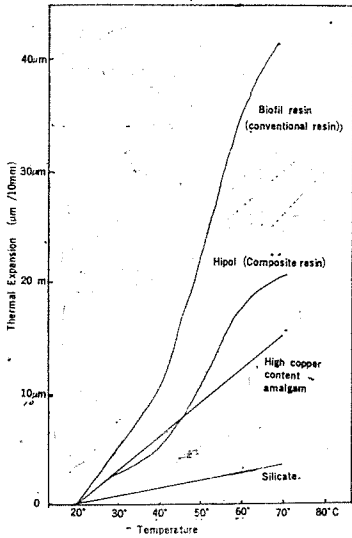


Fig. 1. Dilatometer.

## 제 3 장 실험성적

상기방법에 의해서 측정된 실험값은 다음과 같으며 Graph-1와 같다.

- |                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1. Biofil resin    | 82.5 × 10 <sup>-6</sup> /°C (5.0) |
| 2. Hipol           | 41.2 × 10 <sup>-6</sup> /°C (1.2) |
| 3. Estic microfill | 40.4 × 10 <sup>-6</sup> /°C (2.4) |
| 4. Clearfil        | 43.4 × 10 <sup>-6</sup> /°C (1.1) |
| 5. Cervident       | 32.0 × 10 <sup>-6</sup> /°C (2.0) |
| 6. Syntrex         | 7 × 10 <sup>-6</sup> /°C (0.5)    |
| 7. Amalgam         | 25.0 × 10 <sup>-6</sup> /°C (1.5) |



Graph-1 Thermal Expansion.

#### 제 4 장 총괄 및 고안

열팽창계수란 온도가 1°C상승 또는 하강 할때 물체의 길이의 변화를 단위길이의 변화로 표시한 것이다.

열팽창계수가 중요시 되는 이유는 수복재료와 치질과의 팽창계수가 다르기 때문에 온도의 변화에 따라서 수복물질과 치질사이에 변연누출을 야기시키기 때문이다.

다음표는 Souder<sup>1)</sup>가 측정한 자연치아의 열팽창계수 11.4/°C로 상기 실험성적에서 나온 측정값과의 열팽창율의 비이다.

수복물과 자연치아와의 열팽창율의 비

material	α for material
	α for tooth
Biofil	7.2
Hipol	3.6
Estic microfill	3.5
Cervident	2.8
Clearfil	3.8
Syntrex	0.6
Dispersalloy	2.2

α=Coefficient of thermal expansion

따라서 Unfilled resin은 자연치아의 7.2배나 되며 Composite resin은 3.6~3.8배이며 Amalgam은 2.2배

그리고 Silicate는 0.6배이다.

빙수를 마실때 구강내의 온도는 9°C까지 하락하고 뜨거운 커피를 마실때 52°C까지 상승한다<sup>9)</sup>. 따라서 섭취하는 음식물의 온도에 따라 수복물의 변연에 간격이 생기며 타액이 흡수됐다. 배출되는 Pumping작용의 percolation이 수복물과 치질사이에서 생길수 있다. 따라서 percolation으로 인해서 치아의 2차 우식의 위험성이 늘 따르며 결과적으로 충전의 실패를 가져올수 있다.

본 실험에서 Unfilled resin인 Biofil resin은 치질에 비해서 7.2배나 팽창계수가 크기 때문에 충전재료로서는 적합치 않으며 이 레진을 개조시킨 Composite resin은 혈선 감소된 수치를 갖기는 하나 치아의 약 3배나 되는 수치를 나타내었다. 이와 같이 Composite resin이 Unfilled resin에 비해서 열팽창계수가 적은 것은 열팽창계수가 적은 첨가제가 Composite resin matrix 속에 다량 들어 있기 때문이다.

치질에 가장 가까운 열팽창계수를 갖는 수복재료는 silicate라고 볼수 있다. 그러나 silicate는 다른 물리적 성질이 훨씬 떨어지며 치수에 미치는 영향이 좋지 않아 Amalgam이 유리할 것으로 사료된다. 그러나 amalgam도 치아의 2.2배나 크기 때문에 치아의 열팽창계수와 같은 재료의 개발이 가장 이상적이라고 생각된다.

#### 제 5 장 결 론

필자는 Unfilled resin, 수종의 Composite resin, Amalgam 및 Silicate을 자료로 하여 직경 4mm, 길이 50mm의 원주형 시편을 20°C에서 70°C까지 Dilatometer로 열팽창계수를 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Unfilled resin은  $32.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 이었으며 Composite resin은  $32 \times 10^{-6} \sim 43.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 였으며
2. Silicate는  $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  그리고 Amalgam은  $25 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 이었다.

<본 실험에 여러가지로 협조하여 주신 김상주교수님 이전교수님께 충심으로 감사드립니다.>

#### 참 고 문 헌

- 1) Souder, W., and Paffenbarger, G.C.: Physical Properties of Dental materials. National Bureau of Standards. Circular C 433.
- 2) Power, J.M, and Dennison, J.B. Thermal Expansion of Composite Resins and Sealants. J. Dental Research Feb. 1978. 584~587.

- 3) Macchi, R.L. and Craig, R.G. Physical and Mechanical Properties of Composite Restorative materials. JADA Vol. 78. Feb. 328~334. 1966.
- 4) Lee, H.L., Schwartz, M.L. and Smith, F.F. Physical Properties of Four Thermosetting Dental Restorative Resins. J. Dental Research. Aug. 526~535. 1969.
- 5) Um, C.M. An Experimental study on Hardness in Composite Resins J. Korean Academy of Operative Dentistry 35~38. Vol.3 No.1, 1978.
- 6) Bowen, R.L. Properties of a silica reinforced Polymer for dental Restoration. JADA 66 : 57. 1963.
- 7) Bowen, R.L. Dental Filling Material Comprising Vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. U.S. Patent No. 3,066, 112. Nov., 1962.

- 8) Standard method of Test for Coefficient of Linear Thermal Expansion of plastics ASTM Designation. o-696-44. ASTM. standards. 1966. Part 27. 256p.
- 9) Phillips. R.W. Skinner's Science of Dental Materials 7th Ed. Sounder Company. 228p.

정성  
鄭誠齒科技工所

---

☎ 22-2217

---

서울시 인정 제42호  
서울特別市中区南大門路 5街 12-4  
(향남빌딩 802号)  
代表 鄭 秉 洙

경기도 인정 제 6 호

日新

齒科技工所

대 표 우 광 소

인천시 중구 경동 240번지(애관극장앞)

전 화 72-7316