

## 치과용 시멘트의 결합강도에 관한 비교연구

서울대학교 치과대학 치과재료학교실

김 철 위

### COMPARATIVE STUDIES ON THE BOND STRENGTHS BETWEEN VARIOUS DENTAL CEMENTS

Cheol-We Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Dept. of Dental Materials, College of Dentistry, Seoul National University.*

.....>>Abstract<<.....

The aim of this study was to determine the strength of the bond between various dental cements of a group of commercial products.

Ten commercial products (table) including zinc phosphate cement, modified-zinc oxide eugenol cements, calcium hydroxide cements and carboxylate cements were tested and compared in the study.

Test specimens were prepared in 12 mm long × 6 mm diameter cylindrical split brass moulds. The cylindrical specimens were ground in a longitudinal plane to produce a hemi-cylindrical specimen. The hemi-cylindrical specimens were replaced in the mould which was then filled with one of the cements.

The completed cylindrical specimens were stored for one week at  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  in an environment of 100 per cent relative humidity and tested for bond strength using a diametral compression test using a Instron Universal Testing Machine. Strain rate was controlled by maintaining a constant cross head speed of 0.20 mm per minute. A minimum of five specimens were tested for each material.

From the experiments, the following results were obtained.

- 1) It can be seen that, a significant difference of bond strength was observed with a combination of different types of dental cement.
- 2) Zinc phosphate cement produced a high bond strength with carboxylate cement, and a good is also exhibited between zinc phosphate cement and zinc oxide eugenol cement. Poor bonding was exhibited between the calcium hydroxide cement.
- 3) Investigation reveals that zinc oxide eugenol cement and calcium hydroxide cement produced a high bond strength with zinc phosphtae cement, and a good bond is exhibited between zinc oxide eugenol cement, carboxylate cement. It exhibits poor bonding to calcium hydroxide cement.

4). Carboxylate cement produced a high bond strength with zinc phosphate cement, and a good bond is exhibited between carboxylate cement, zinc oxide eugenol cement. It exhibits also poor bonding to calcium hydroxide cement.

## 제 1 장 서 론

치과용 시멘트는 치과보철물이나 교정용밴드의 합착재, 와동이장재, 단열재, 겔버너전류의 차단재, 일시 또는 영구충전제, 근관충진이나 치수보호등 치과영역에서 널리 사용되고 있으며 그 용도에 따라 10여종 이상으로 분류되고 있다.

특히 근래에는 인산아연 시멘트보다 자극이 적게 특수 처리된 아연화유지늘계, 카복실레이트계, 폴리에틸렌계 시멘트등을 영구합착제로서 사용하는 경향이 점차 증가되고 있다.

치과보철물의 유지는 주조체의 유지형태나 적합성에 따라 차이가 있으나 치아경조직이나 보철물과 치과용 시멘트 사이의 결합력에 따라서도 크게 달라진다.

물론 시멘트가 직접 치아경조직에 접촉되는것이 이상적이나, 치수의 노출이 우려되는 경우에는 열에 대한 자극이나 산 또는 유독성물질로 부터 치수를 보호하며 시술후 통증을 감소시키기 위하여 수산화칼슘이나 아연화유지늘계의 각종 와동이장재로 여러겹의 보호층을 형성하여 치수의 손상을 감소시킨후 영구합착용 시멘트를 사용하며, 또 우식이 심할때나, 치질의 손상이 많은 경우 결손부분을 각종 치과용 시멘트로 회복한 후에 영구 접착을 한다. 그러므로 치과용시멘트의 실제 유지력은 와동내에서 각종 이장재와 최종 합착재 상호간의 결합력이 문제가 된다고 본다.

치과용 시멘트의 접착과 유지력에 관하여는 Beech<sup>1)</sup>, Ady와 Fairhurst<sup>2)</sup>, Smith<sup>3)</sup>, Richter의 2인<sup>4)</sup>, Smith<sup>5, 10)</sup>, Phillips의 2인<sup>6)</sup>, Mizrahi와 Smith<sup>7)</sup>, Grive<sup>8)</sup>, Roydhouse와 Lewis<sup>9)</sup>, Chong의 2인<sup>11)</sup>, Bowen<sup>12)</sup>, Oldham의 2인<sup>13)</sup>, Buoncore<sup>14)</sup>, Berenbaum과 Brodie<sup>15)</sup>, Swartz와 Phillips<sup>16)</sup>등의 연구보고가 있고, 치과용 시멘트의 강도에 관하여는 Phillips의 2인<sup>6)</sup>, Chong의 2인<sup>11)</sup>, Bryant와 Wing<sup>17)</sup>, Willson<sup>18)</sup>, Stevens<sup>19)</sup>, Plant의 Wilson<sup>20)</sup>, Savignac의 2인<sup>21)</sup>, Swartz의 3인<sup>22)</sup>, 등이 발표한 바 있고, Brauer의 2인<sup>23)</sup>, Coleman과 Kirk<sup>24)</sup>, Civizan과 Branger<sup>25)</sup>, Messing<sup>26)</sup>, Phillips와 Love<sup>27)</sup>, Roland의 2인<sup>28)</sup>, Weiss<sup>29)</sup>등은 여러종류의 보강재를 사용하여 시멘트강도에 큰 변화를 갖어온 바 있다.

그러나 국내에서는 치과용 시멘트의 제반 실험에 관한 자료가 희소하며 규격제정도 검토 단계에 있다.

따라서 본실험은 각종 이장용 시멘트와 최종접착용 시멘트 상호간의 실제 결합강도를 측정하기 위하여 실시되었으며, 현재 국내시장에 나와있는 각종 치과용 시멘트를 자료로 각각 이장재와 접착제로서 함께 사용할 경우 시멘트 상호간의 결합력을 Instron시험기를 이용하여 비교측정한다. 그 결과를 보고하는 바이다.

## 제 2 장 실험재료 및 방법

### 1) Die 및 시료제작

현재 국내에서 시판되고있는 치과용 인산아연 시멘트 4종, 아연화유지늘 시멘트 4종, 수산화칼슘 시멘트 1종과 카복실레이트 시멘트 1종 등, 10종을 실험자료로 하였으며 (제 1 표), 본 실험에 사용된 시편제작용 die는 Phillips의 2인<sup>6)</sup>, Wilson<sup>18)</sup>, Kafalias의 2인<sup>30)</sup>, Plant와 Wilson<sup>20)</sup>, Hollenback<sup>31)</sup>, 등의 방법에 따라 6.0 mm × 12.0 mm의 원주형 시편 5개를 동시에 제작할수

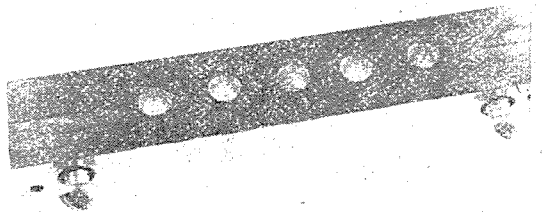


Fig 1. A view of a split multiple cavity mold. The two halves of this mold are slightly curved. When the screws are tightened they are drawn into accurate apposition, thus forming five circular cavities 6.0 mm × 12.0 mm. In use the screws are loosened as soon as initial set occurs. The specimens can then be removed without change of damage.

Table 1. Materials investigated.

Category	Material	Clinical consistency gm powder/0.5ml liquid	Manufacturer and/or Distributor
I	D. H. Zinc Cement	1.3-1.4	D. H. Dental Mfg. Co., Korea
	Lee Smith Zinc Cement	1.3-1.4	Lee Smith Co., U. S. A.
	G-C' S Crown Bridge Cement	1.3-1.4	G-C Dental Industrial Corp, Japan
	Shofu Super Cement	1.5	Shofu Dental Mfg, Co., Japan
II	Fynal	1.4	L. D. Caulk Co., U. S. A.
	I R M	3.0	L. D. Caulk Co., U. S. A.
	Zebacem	2.2	L. D. Caulk Co., U. S. A.
	EBA alumina Cement	2.5	Plastodent Inc., U. S. A.
III	Dycal	Equal lengths of base and catalyst	L. D. Caulk Co., U. S. A.
IV	Carbo Cement	0.9	Shofu Dental Mfg. Co., Japan

I : Zinc phosphate cements

II : Modified zinc oxide eugenol cements

III : Calcium hydroxide cements

IV : Carboxylate cements

있는 분리형신주모형의 주형안에 각각 표준점주도로 혼합한 시멘트를 주입하여 시편을 제작하여 (제 1 도),  $23 \pm 2.0^\circ\text{C}$ 와 100%비례습도의 조건에 24시간 동안 보관하였다.

다음 이 경화된 원주형 시편을 장축에 각각 평행하게 반원주형으로 중단하고, 그 단면을 실리콘카바이드 연마포 위에서 연마하여 다시 분리형 신주모형안에 고정한 후 표준점주도로 혼합한 다른 시멘트를 주입하여 먼저 반원주형시멘트와 서로 접촉시켰었다.

이방법으로 서로 상이한 시멘트로 결합된 원주형 시편을 최소 1조에 5개 이상씩 즉, 인산아연 시멘트군에서는 260개, 아연화우지놀 시멘트군에서는 250개, 수산화칼슘 시멘트군에서는 60개와 카복실레이트 시멘트군에서는 65개등 총 635개를 제작하였고, 모든 시편은 실험전 1주일간  $23 \pm 2.0^\circ\text{C}$ 와 100%비례습도에 처리한후 결합강도 측정에 사용하였다.

## 2) 측정기구 및 방법

본 실험에 사용한 측정기는 Instron시험기(Instron Universal Testing Instrument, Model 1122, England) (제 2 도)로서 상하면 암반 사이에 상이한 시멘트로 결합된  $6.0\text{ mm} \times 12.0\text{ mm}$ 의 원주형 시편을 장치하고(제 3 도), 5kg의 하중과 0.2mm/min의 하중속도를 가하면서<sup>6, 22, 30)</sup> 시편이 파괴될때의 결합강도를 시험기에 부착되어 있는 기록장치에서 측정한다. 다음, Phillips의 2인<sup>6)</sup>, Kafalias의 2인<sup>30)</sup>, Bryant와 Wing<sup>17, 32, 33)</sup>, Phillips<sup>34)</sup>, Greener의 2인<sup>35)</sup>, Sweeney와 Burns<sup>36)</sup>, Rudnick의 2인<sup>37)</sup>, Berenbaum과 Brodie<sup>15)</sup> 등의 방법에 따라 diametral compression tests로서 결

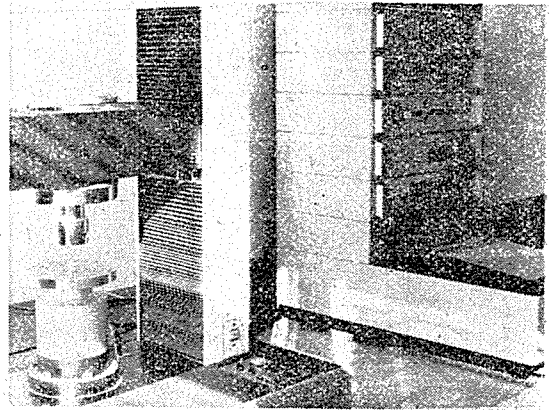


Fig 2. Instron Universal Testing Machine, Model 1122, England

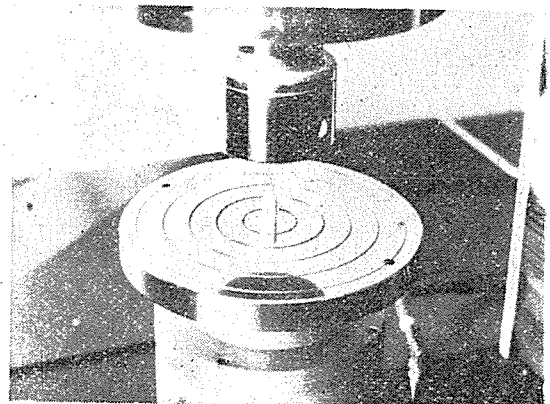


Fig 3. Platens and a cylindrical specimen in position for testing of diametral compressive strength on testing machine.

합강도를 산출하였다. 여기에 사용된 공식은 아래와 같다. (제 4 도)

$$\sigma_x = \frac{2P}{\pi D l}$$

P=the applied compressive load

D=specimen diameter

l=length of rod

$\sigma_x$ =tensile stress in diametral compression

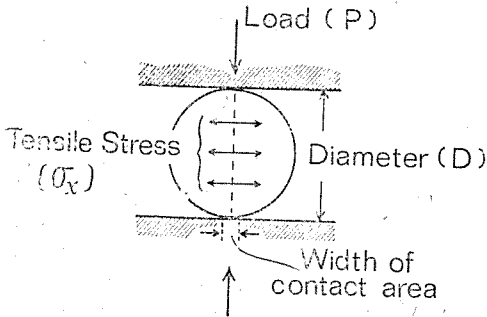


Fig 4. Diametral compression test-. A compressive load is applied diametrically to a cylindrical specimen. The arrows indicate the direction of the bonding stress. A bonding stress is set up at right angles to the direction of the applied load.

### 제 3 장 실험성적 및 고찰

#### 1) 인산아연 시멘트의 결합강도

4종의 인산아연 시멘트와 아연화유지늘 시멘트, 수산화칼슘 시멘트, 카복실레이트 시멘트등 10여종의 각종 시멘트 상호간의 결합력을 Instron측정기로서 계측한 결과는 제 2 표와 같다.

전반적으로 카복실레이트 시멘트군에서 31.85로 높은 결합강도를 보였고 인산아연 시멘트군(26.73), 아연화유지늘 시멘트군(26.53), 수산화칼슘 시멘트군(12.16)의 순위를 보이었다.

인산아연 시멘트와의 결합력을 품목별로 보면 Fynal (32.29), Carbo (31.85), IRM (31.40)등이 가장 높았고, EBA(14.81), Dycal(12.16)등은 가장 낮았다. 각 제품별로는 Lee Smith와 Shofu(39.82) G-C와 IRM (37.16), DH와 Fynal(30.08)등이 가장 높았고, G-C와 Dycal(13.27), DH와 EBA(10.61), Shofu와 Dycal (8.84)등은 가장 낮은 수치를 보이었다.

인산아연제 시멘트와 10종의 시멘트와의 전체 결합력은 25.40이었고, 이중 Shofu가 (27.51) 가장 높았고, DH(22.29)는 가장 낮았다.

Bryant와 Wing<sup>33)</sup>은 인산아연 시멘트와 각종 시멘트 사이의 결합력을 Hounsfield Tensometer로 측정한 바 인산아연 시멘트에서 가장 높은 결합력을 보였고 다음 아연화 유지늘에 EBA와 alumina를 보강한 Opatow EBA Cement, 카복실레이트 시멘트인 Durelon, 아연화유지늘에 PMMA를 보강한 Fynal등으로 나타났으며, 아연화유지늘에 zinc acetate를 넣은 Kalsogen 이나 수산화칼슘 시멘트인 Dycal과는 가장 낮았는데 본 실험에서는 인산아연 시멘트는 카복실레이트 시멘트와 가장 높았으며 다음 인산아연 시멘트, 아연화유지늘 시멘트 순으로 나타났고 수산화칼슘 시멘트에서는 비슷한 결과를 보이었다. 인산아연 시멘트와 아연화유지늘 시멘트 간에 결합력이 낮은것은 잔여 유지늘 때문 이라고 생각되나 Bryant와 Wing<sup>33)</sup>은 유지늘을 인산아연 시멘트 표면에 도포하고 접촉시 결합강도에는 큰 차이가 없었다고 하였다. Sweeney의 3인<sup>38)</sup>, Rose의 2인<sup>39)</sup>은 치과용 시멘트와 치아조직간에는 이분자간에 분자인력에 의한 접촉성은 없으며, Berkson<sup>40)</sup>은 인산아연 시멘트의 접촉성은 보철물과 치아 사이의 시멘트의 두께나 압축, 인장강도, 표면장력등의 자체 내부성질에 따라 영향을 받는데 시멘트 자체는 공소나 내부구조의 결합이 발생되기 쉽다고 하였다.

Table 2. Bond strengths between combinations of zinc phosphate cements and various dental cements.

Cementing materials	Bond strength, kg/cm <sup>2</sup>											
	I				II				III	IV		Average
Zinc phosphate cements	D. H.	L. Smith	G-C	Shofu	Fynal	IRM	Zeba	EBA	Dycal	Carbo	Average	
D. H. (32.74)	23.00	26.54	26.54	17.69	30.08	29.20	22.12	10.61	10.61	26.54	22.29	
L. Smith(39.82)	26.54	24.77	30.97	39.82	26.54	28.31	30.08	14.15	15.92	29.20	26.63	
G-C (42.47)	26.54	30.97	23.00	23.89	33.62	37.16	23.00	15.92	13.27	34.51	25.18	
Shofu (40.70)	17.69	39.82	23.89	26.54	38.93	30.97	35.39	18.58	8.84	37.16	27.51	
Average (38.93)	23.44	30.52	26.10	26.98	32.29	31.40	27.64	14.81	12.16	31.85	25.40	
			26.73			26.53			12.16	31.85	25.40	

I, II, III, IV: Same as Table 1.

### 2) 아연화유지질 시멘트의 결합강도

4종의 아연화유지질 시멘트와 인산아연 시멘트, 아연화유지질 시멘트, 수산화칼슘시멘트, 카복실레이트 시멘트 등 10여종의 각종 시멘트 상호간의 결합강도를 측정 한 결과는 제 3 표와 같다.

인산아연 시멘트군이 26.54로 가장 높았고, 아연화유지질 시멘트군(25.03), 카복실레이트 시멘트군(24.10), 수산화칼슘 시멘트군(8.84)등의 순위로 나타났다.

아연화유지질계 시멘트와의 결합력을 품목별을 보면 Shofu(30.96), Fynal(30.30), G-C(27.42)순으로 높았고, Dycal(8.84)은 가장 낮았다. 또 각 제품별로는 Fynal과 Fynal(42.47), Zeba와 Zeba(38.01), IRM과 G-C(37.16), EBA와 Shofu, Fynal(18.58)순으로 높은 결합력을 보였고 Fynal과 Dycal(10.61), Zeba와 Dycal(9.73), EBA와 Dycal (7.96), IRM과 Dycal (7.07)등은 가장 낮은 결합강도를 보였다. 아연화유지질계 시멘트와 10여종 시멘트와 전체 결합력은 23.67 이었고, 이중 Fynal(29.10)이 가장 높았고, EBA는 (13.50) 가장 낮았다. Bryant와 Wing<sup>33)</sup>은 아연화유지질 시멘트인 Fynal시멘트는 인산아연 시멘트인 S.S. White Zinc Cement Improved와는 전혀 결합되지 않

았으며 또 아연화유지질 시멘트와의 결합력은 인산아연 시멘트보다 훨씬 낮다고 하였다. 아연화유지질 시멘트의 압축강도는 불과 100~240 kg/cm<sup>2</sup>으로 교합압이나 아말감충전에 충분히 저항할수 없으나<sup>35)</sup>, 최근 합성 레진을 보강하거나 유지질을 o-ethoxy benzoic산으로, 또는 분말의 일부를 광물성 충전제로 대체함으로써 영구합착체로서의 효과를 얻고있다. 아연화분말의 20%를 미립자의 fused quartz로, 유지질의 2/3를 ethoxybenzoic산으로 대체한 경우 강도와 연화성이 증가되었으 며<sup>23)</sup>, 압축강도가 140 kg/cm<sup>2</sup>일때 분말에 레진을 넣는 경우 385 kg/cm<sup>2</sup>으로 증가 되었고<sup>41)</sup>, 제 2인산칼슘을 넣을때 강도는 300%까지 증가하였다<sup>28)</sup>. 또 aluminum oxide를 혼합한 경우 강도는 358 kg/cm<sup>2</sup>에서 990kg/cm<sup>2</sup>으로 증가하였는데 aluminum oxide로 보강한것이 fused quartz보다 더 우수하였고<sup>42)</sup>, fused quartz를 넣은것은 EBA시멘트와 비슷하였다. Civizan과 Brauer<sup>25)</sup>는 석영이 함유된 EBA시멘트는 접착성이 높아 비교적 두터운 막을 형성하며 또 액과분말을 연화한후 조작시간이 긴경우 접착성은 상실되어 유지력은 약해진다고 하였다.

Table 3. Bond strengths between combinations of modified zinc oxide eugenol cements and various dental cements.

Cementing material	Bond strength, kg/cm <sup>2</sup>										
	I				II				III	IV	
Modified ZOE cements	D.H	L. Smith	G-C	Shofu	Fynal	IRM	Zeba	EBA	Dycal	Carbo	Average
Fynal (38.93)	30.08	26.54	33.62	38.93	42.47	30.97	28.31	18.58	10.61	30.97	29.10
IRM (38.05)	29.20	28.31	37.16	30.97	30.97	35.39	27.43	13.27	7.07	24.77	26.45
Zeba (34.51)	22.12	30.08	23.00	35.39	28.31	27.43	38.01	15.92	9.73	26.54	25.65
EBA (21.23)	10.61	14.15	15.92	18.58	19.46	13.27	15.92	15.00	7.96	14.15	13.50
Average (33.18)	23.00	24.79	27.42	30.96	30.30	26.76	27.41	15.69	8.84	24.10	23.67
	26.54				25.03				8.84	24.10	23.67

I, II, III, IV: Same as Table 1.

### 3) 수산화칼슘 시멘트의 결합강도

수산화칼슘 시멘트와 인산아연 시멘트, 아연화유지질 시멘트, 수산화칼슘 시멘트, 카복실레이트 시멘트 등 10종의 각종 시멘트와 결합강도를 측정한 것은 제 4 표와 같다. 인산아연 시멘트군이 12.38로 가장 높았고, 아연화유지질 시멘트군(8.84), 카복실레이트 시멘트군(7.07), 수산화칼슘 시멘트군(5.30)등의 순위를 보였다. 수산화칼슘계 시멘트와 10여종의 시멘트와의 결합력은 9.72였고, 이중 Dycal과 Lee Smith(15.92)가 가장 높

았고, Dycal과 Dycal(5.30)이 가장 낮았다. Chong의 2인<sup>11)</sup>은 수산화칼슘 시멘트는 저작력하에서 회복물을 유지 할 수 있는 강도는 없다고 하였고, Bryant와 Wing<sup>33)</sup>은 Opotow EBA 시멘트의 인장강도는 73 kg/cm<sup>2</sup> 이나 Dycal과 결합할때 23~33kg/cm<sup>2</sup>으로 감소된다고 하였다. 또 Roydhouse와 Lewis<sup>9)</sup>는 수산화칼슘 시멘트 위에 인산아연 시멘트의 base를 하여도 shear strength는 수산화칼슘 시멘트만 있을때 보다는 증가되지 않는다고 하였다.

Table 4. Bond strengths between combinations of calcium hydroxide cements and various dental cements.

Cementing materials	Bond strength, kg/cm <sup>2</sup>										
	I				II				III	IV	Average
Calcium hydroxide cements	D. H.	L. Smith	G-C	Shofu	Fynal	IRM	Zeba	EBA	Dycal	Carbo	
Dycal (8.84)	11.50	15.92	13.27	8.84	10.61	7.07	9.73	7.96	5.30	7.07	9.72
Average(8.84)	12.38				8.84				5.30	7.07	9.72

I, II, III, IV: Same as Table 1.

4) 카복실레이트 시멘트의 결합강도

카복실레이트 시멘트와 인산아연 시멘트, 아연화유지물 시멘트, 수산화칼슘 시멘트, 카복실레이트 시멘트 등 10종의 각종 시멘트와 결합강도를 측정한 것은 제 5 표와 같다.

인산아연 시멘트군이 32.25로 가장 높았고, 카복실레이트 시멘트군(28.31), 아연화유지물 시멘트군(24.10), 수산화칼슘 시멘트군(7.07)의 순위를 보이었다.

카복실레이트계 시멘트와 10여종의 시멘트와의 결합력은 26.01이었고, 품목별로는 Carbo와 Shofu(37.16)가 가장 높았고, Carbo와 Dycal(7.07)은 가장 낮았다.

Bryant와 Wing<sup>33)</sup>은 카복실레이트 시멘트인 Durelon을 접착제로 사용할때 Fynal, Opatow EBA등의 아연화유지물 시멘트나 Dycal같은 수산화칼슘 시멘트와

는 전여 결합이 안되었는데 이것은 시멘트가 경화시 수축되어 내부가 파괴됨으로서 접착된 다른 시멘트를 굴절시키는 때문이라고 하였다. Phillips의 2인<sup>34)</sup> 및 Grieve<sup>35)</sup>에 의하면 PAZ시멘트의 압축강도는 인산아연 시멘트와 유사하나 인장강도는 인산아연 시멘트나 EBA시멘트 보다 30%더 높으며, 상아질과 유지력은 인산아연시멘트와 비슷하다고 하였다.

Smith<sup>43)</sup>는 PAZ시멘트는 칼슘, 은, 동, 수은, 철과 같은 금속이온과 chelate되기 때문에 금속이나 석회질 또는 단백질과 화학적 결합을 하나, 도제나 레진은 금속이온이 없고, 금합금은 화학반응을 하지 않기 때문에 PAZ시멘트와의 완전한 접착은 어렵고 기계적인 유지를 얻어야 하며 또 상아질은 칼슘량이 적고 다공성 구조이므로 법랑질 보다 접착성이 낮다고 하였다.

Table 5. Bond strengths between combinations of carboxylate cements and various dental cements.

Cementing materials	Bond strength, kg/cm <sup>2</sup>										
	I				II				III	IV	Average
Carboxylate cements	D. H.	L. Smith	G-C	Shofu	Fynal	IRM	Zeba	EBA	Dycal	Carbo	
Carbo cement (30.97)	26.54	30.08	34.51	37.16	30.97	24.77	26.54	14.15	7.07	28.31	26.01
Average (30.97)	32.07				24.10				7.07	28.31	26.01

I, II, III, IV: Same as Table 1.

치과용 시멘트는 치과보철물의 합착, 와동이장재, 단열재, 일시 충전재, 근관충전과 치수절차 처치 등 치과 영역에서 가장 널리 쓰이고 있으나 경화시간, 산에 대한 치수의 반응, 구강내에서의 용해도, 치질과의 접착성, 충전압이나 교합압에 대한 압축, 인장강도 등 여러 가지 특이성 때문에 실제 사용시에는 각종 시멘트가 함께 사용된다. 물론 완전한 유지는 건전한 상아질에서 얻어야 하나, 실제로 항상 가능한것은 아니며 깊은와동에서는 수산화칼슘이나 아연화유지물 또는 인산아연시

멘트로 치수를 보호한 후에 접착용 시멘트를 사용하게 된다. Smith<sup>43)</sup>는 인레이나 금관의 유지력은 기계적 결합과 관계되며 이것은 시멘트의 강도와 상관되며 따라서 압축, 인장강도는 보철물의 유지력을 측정하는 수치가 된다고 하였다. Richter의 2인<sup>44)</sup>은 치과용 시멘트의 실제강도는 인장강도로 평가되며 인장강도가 높을때는 탄력성이 더 크다고 하였다. 또 Smith<sup>43)</sup>는 시멘트의 유지력은 치질과 회복물 사이에서 기계적 결합으로 얻는데 모든경우 접착제가 크기변화나 용해도 때문에

연단누출이 생기기 때문에 실제 접착력은 결합면과 접착제사이의 화학적인 반응으로 이루어 진다고 하였다. 또 보다 접착력을 높이기 위하여는 응력집중을 방지할 수 있도록 접착면을 깨끗히 하고, 경화열수축률이 적은 접착제로 화학적 결합을 시켜야 하며, 결합시 압력집중을 최소화 할수있도록 접착제는 유연성이 있어야 된다고 하였다. 본 실험의 결과 최종 접착제의 선택은 각종 와동이장계의 종류에 따라 달라질수 있다는 것을 제시 할수 있다.

#### 제 4 장 결 론

현재 국내 치과계에서 사용하고 있는 인산아연 씨멘트, 아연화유지늘 씨멘트, 수산화칼슘 씨멘트와 카복실레이트 씨멘트등 10여종의 각종 치과용 씨멘트를 자료로 상호간 결합시키었음에 나타나는 각종 씨멘트 사이의 결합강도를 Instron시험기를 이용하여 비교측정한바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 서로 다른 씨멘트를 사용하였을때 상호간에는 결합력에 상당한 차이가 있음을 볼 수 있었다.
2. 인산아연 씨멘트는 카복실레이트 씨멘트와 가장 높은 결합력을 보였고 다음 인산아연 씨멘트, 아연화유지늘 씨멘트 순으로 나타났으며 수산화칼슘 씨멘트와는 가장 낮은 결합력을 보이었다.
3. 아연화유지늘 씨멘트와 수산화칼슘 씨멘트는 인산아연 씨멘트와 가장 높은 결합력을 보였고, 다음 아연화유지늘 씨멘트, 카복실레이트 씨멘트, 수산화칼슘 씨멘트 순위로 나타났다.
4. 카복실레이트 씨멘트는 인산아연 씨멘트와 가장 높은 결합력을 보였고 다음 카복실레이트 씨멘트, 아연화유지늘 씨멘트, 수산화칼슘 씨멘트 순위를 보이었다.

#### References

- 1) Beech, D.R.: Improvement in the adhesion of polyacrylate cements to human dentine, Brit. D.J., 135 : 442, 1973.
- 2) Ady, A.B., Fairhurst, C.W.: Bond strength of two types of cement to gold casting alloy, J. Pros. Den., 29 : 217, 1973.
- 3) Smith, D.C.: A review of the zinc polycarboxylate cements, J. Can Dent Assoc., 37 : 22, 1971.
- 4) Richter, W.A., Mitchem, J.C., and Brown,

J.D.: Predictability of retentive values of dental cements, J. Pros. Den., 24 : 298, 1970.

- 5) Smith, B.G.N.: The effect of the surface roughness of prepared dentine on the retention of castings, J. Pros. Den., 23 : 187, 1970.
- 6) Phillips, R.W., Swartz, M.L., and Rhodes, B.: An evaluation of a carboxylate adhesive cement, J.A.D.A., 81 : 1353, 1970.
- 7) Mizrahi, E., and Smith, D.C.: The bond strength of a zinc polycarboxylate cement, Brit. D.J., 127 : 410, 1969.
- 8) Grieve, A.R.: A study of dental cements, Brit. D.J., 127 : 405, 1969.
- 9) Roydhouse, R.H., and Lewis, D.R.: Punch shear strengths of zinc phosphate cement and calcium hydroxide mixtures, J. Can. Dent. Ass., 35 : 72, 1969.
- 10) Smith, D.C.: A new dental cement, Brit. D.J., 125 : 381, 1968.
- 11) Chong, W.F., Swartz, M.L., and Phillips, R.W.: Displacement of cement bases by amalgam condensation, J.A.D.A., 74 : 97, 1967.
- 12) Bowen, R.L.: Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissue, I. Method of determining bond strength, J. Dent. Res., 44 : 690, 1965.
- 13) Oldham, D.F., Swartz, M.S., and Phillips, R.W.: Retentive properties of dental cements, J. Pros. Dent., 14 : 760, 1964.
- 14) Buoncore, M.G.: Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials, J. A.D.A., 67 : 382, 1963.
- 15) Berenbaum, R., and Brodie, I.: Measurement of the tensile strength of brittle materials, Brit. J. Appl. Physics, 10 : 281, 1959.
- 16) Swartz, M.L., and Phillips, R.W.: A method of measuring the adhesive characteristics of dental cement, J.A.D.A., 50 : 172, 1955.
- 17) Bryant, R.W., and Wing, G.: The rate of development of strength in base forming materials for dental amalgam, Aust. D.J., 21 : 153, 1976.
- 18) Willson, A.D.: Examination of the test for compressive strength applied to zinc oxide

- eugenol cements, *J. Dent. Res.*, 55:142, 1976.
- 19) Stevens, L.: Comparison of impact strength of joints made with four dental cements, *Aust. D.J.*, 20:326, 1975.
  - 20) Plant, C.G., and Wilson, H.J.: Early strengths of lining materials, *Brit. D.J.*, 126:269, 1970.
  - 21) Savignac, J.R., Fairhurst, C.W., and Ryge, G.: Strength, solubility and disintegration of zinc phosphate cement with clinically determined powder-liquid ratio, *Angle Orthod.*, 35:126, 1965.
  - 22) Swartz, M.L., Phillips, R.W., Norman, R.D., and Oldham, D.F.: Strength, hardness and adrasive characteristics of dental cement, *J.A.D.A.*, 67:365, 1963.
  - 23) Brauer, G.M., McLaughlin, R., and Haged, E.F.: Aluminium oxide as a reinforcing agent for zinc oxide-eugenol-o-ethoxybenzoic acid cement, *J. Dent. Res.*, 47:622, 1968.
  - 24) Coleman, J.M., and Kirk, E.E.: An assessment of modified zinc oxide-eugenol cement, *Brit. D.J.*, 118:482, 1965.
  - 25) Civizan, S., and Branger, G.M.: Physical properties based on zinc oxide, hydrogenated rosin, o-ethoxybenzoic acid and eugenol, *J. Dent. Res.*, 43:281, 1964.
  - 26) Messing, J.J.: A polystyrene-fortified zinc oxide-eugenol cement, *Brit. D.J.*, 110:95, 1961.
  - 27) Phillips, R.W., and Love, D.R.: The effect of certain additive agents on the physical properties of zinc oxide-eugenol mixture, *J. Dent. Res.*, 40:294, 1961.
  - 28) Roland, N., Kutscher, A.H., and Ayres, H.D.: Effect of dicalcium phosphate on the crushing strength of zinc oxide-eugenol cement, *New York State D.J.*, 25:84, 1959.
  - 29) Weiss, M.B.: An improved zinc oxide and eugenol cement, III, *Dent. J.* 27:261, 1958.
  - 30) Kafalias, M.C., Swartz, M.L., and Phillips, R.W.: Effect of manipulative variables on the properties of a polycarboxylate cement, *Aust. D.J.*, 20:73, 1975.
  - 31) Hollenback, G.M.: The physical properties of gypsum plasters, *J. of S.C.S.D.A.*, 31:14, 1963.
  - 32) Bryant, R.W., and Wing, G.: The effect of manipulative variables on base forming materials for amalgam restorations, *Aust. D.J.*, 21:211, 1976.
  - 33) Bryant, R.W., and Wing, G.: Bases for gold inlays and crown restorations, *Aust. D.J.*, 20:392, 1975.
  - 34) Phillips, R.W.: Skinner's science of dental materials, W.B. Saunders Co. p.38, 1973.
  - 35) Greener, E.H., Harcourt, J.K., and Lautenschlager, E.P.: Materials science in dentistry, The Williams & Wilkins Co., p.52, 1972.
  - 36) Sweeney, W.T., and Burns, C.L.: Application of the diametral-compression test to dental materials, *I.A.D.R. Abstracts*, 43:122, 1965.
  - 37) Rudnick, A., Hunter, A.R., and Holden, F.C.: An analysis of the diametral-compression test, *Materials Res. and Standards*, 3:283, 1963.
  - 38) Sweeney, M.L., Phillips, R.W., Day, R.A., and Johnston, J.F.: A laboratory and clinical investigation of certain resin restorative and cementing materials, *J. Pros. Den.*, 5:698, 705, 1955.
  - 39) Rose, E.E., Cal, J., Williams, N.B., and Falectti, J.P.: The screening of materials for adhesion to human tooth structure, *J.D. Res.* 34:577, 1955.
  - 40) Berkson, R.: Dental cement: A study of its property of adhesion, *Am. J. Orthodont.*, 36:701, 1950.
  - 41) Brauer, G.M., White, E.E., and Moshonas, M.G.: The reaction of metal oxides with o-ethoxybenzoic acid and other chelating agents, *J.D. Res.*, 37:547, 1958.
  - 42) Brauer, G.M.: New developments in zinc oxide eugenol cement, *Ann. Dent.*, 26:24, 1967.
  - 43) Smith, D.C.: Dental cements, *The Dental Clin. of North. Amer.*, p. 3, 1971.