

# 수중 접착성 레진 시멘트의 전단 결합강도에 관한 연구

오 상 천

- ABSTRACT -

## Shear Bond Strength Of Adhesive Resin Cement

Sang - Chun Oh, D.D.S.

This study was designed to investigate the shear bond strengths of cast metal restorations bonded to tooth structure with one of four metal adhesive bonding agents.

For the experiment, metal surfaces of 40 non-precious alloys were treated with sandblasting and cemented with one of four metal adhesive bonding agents(Super Bond C&B, Panavia 21-TC, All Bond-2, Bistite Resin Cement). Universal test machine was used to measure shear bond strength.

The results were obtained as follows :

1. The shear bond strengths of the Bistite Resin Cement and the Panavia 21-TC were higher than those of the Super Bond C&B and the All-Bond 2(  $p < 0.001$  ). But no significant difference was found not only between the Bistite Resin Cement and the Panavia 21-TC but between the Super Bond C&B and the All-Bond 2 (  $p > 0.001$  ).
2. In tested specimen, the fractures of enamel-resin-metal joints were mainly occurred between enamel and resin cement in Super Bond C&B but between resin cements in the other cases.

## 1. 서 론

고정성 가공의치의 성공여부는 치아와의 유지력, 변연접합도, 주조관의 영구성 그리고 교합 등

으로 결정된다<sup>(63)</sup>. 특히 이 고정성 가공의치가 보존적 술식으로 가역적이고 마취가 필요 없으며, 시술시간이 짧고, 최소한의 치질삭제와 치은연상변연의 장점<sup>(5,39)</sup>이 있는 레진 접착형 금속 수복물(resin bonded cast metal restoration)일 경우,

\* 해군 교육 사령부 치과 군의관

치아에서 유지력은 보철물의 성공여부 및 수명을 결정하는 중요한 요인중의 하나가 된다.

일반적으로 전치부에서 고정성 가공의치(금속도재관)에 의한 결손치아의 회복은 상당량의 치질을 삭제해야만 심미적인 수복물을 만들 수 있다. 그러나 삭제량이 많은 이러한 방법은 건전한 치질삭제에 따른 치수조직에 과민반응, 치수과사 등의 생물학적인 유해를 줄 수 있으며, 수복물 변연의 부적합은 2차우식이나 치수질환 및 치주질환의 원인이 된다<sup>17,21,55)</sup>. 이러한 문제점을 해결하기 위해 레진 접착형 금속 수복물이 등장하게 되었다. 이는 법랑질의 산부식처리<sup>16,35,46,47)</sup>, 금속 피착면의 처리<sup>15,24,26,48,49,51,52,53)</sup>, 유지부의 설계<sup>26,32)</sup>, 그리고 접착제의 물리적 성질 및 조작과정에 따라 성공이 좌우된다.

Rochette<sup>44)</sup>는 perforated retainer를 이용하여 하악 전치의 치주고정을 위해 복합레진을 이용한 resin bonded prosthesis를 고안 발표하였고, Howe와 Denely<sup>19)</sup>는 perforated retainer를 산처리된 지대치 법랑질에 부착시켜 복합레진을 이용한 접착형 금속 수복물과 치아 사이의 결합력을 연구하였다. 그리고 치아표면과 레진과의 접착력 증가를 위해서 Buonocore<sup>8)</sup>가 법랑질을 인산으로 부식시켜 레진을 접착한 이후, 치질의 연마<sup>2,10,15)</sup>, 산부식 처리<sup>16,35,46,47)</sup>, 중간 결합재 사용<sup>23,39)</sup> 등의 다양한 연구가 이루어 졌다. 또한 금속면의 접착을 증가시키기 위해 비귀금속을 etc-hing하여 기계적인 결합력을 강화시킨 미세기계적 접착제(micromechanical bonding agent)의 연구는 임상적으로 믿음직한 결과를 보여 주었으며<sup>18,24,27,45,61,62)</sup>, 새로운 접착제는 sandblasted metal surface에 직접 또는 표면활성 과정을 거쳐 기계적인 결합과 더불어 화학적인 결합까지

가능하게 하였다<sup>38,41,49)</sup>.

따라서 본 연구에서는 이렇게 발전해 온, 수중의 접착성 레진 시멘트의 접착력을 평가하기 위하여 국내에서 쉽게 구할수 있고 임상에서도 많이 사용되고 있는 몇가지 접착형 레진 시멘트를 치아에 접착시켜, 각각의 전단강도를 측정하고 법랑질 시편과 금속면 시편 사이의 탈락양상을 광학 현미경으로 관찰한 결과, 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1) 금속 시편 제작 및 금속 피착면 처리

높이 3 mm, 직경 4 mm의 원통형태의 납형을 제작하고 10 gauge wax sprue를 세운 후, 내열성 매몰제인 Hi-Temp로 매몰하여 Ni-Cr계합금인 Rexillum III(General gold Co., U.S.A.)로 통법에 따라 주조하여 40개의 금속시편을 제작하였다. 주조면을 50 μm의 산화알루미나로 sand-blasting하여 매몰제 및 금속 산화물을 제거하고 이 시편을 다시 금속도재관 제작과정과 같은 방법으로 열처리했다. 그후 금속 피착면을 평균 입자크기 50 μm의 산화알루미나로 nozzle과의 거리는 2cm, 분출시간은 5초로 하여 다시 sandblasting처리한 후, 초음파 세척기에서 10분간 세척하였다.

### 2) 법랑질 시편 제작

치주질환에 의해서 발견된 성인 전치를 생리 식염수에 보관하였다가 치면을 깨끗이 세척한 후 치경부 하단을 disk로 절단하여 치관의 순면

이 위로 향하게 하여 직경 12 mm, 높이 10 mm의 원통형의 resin block내에 포매한 후, 순면을 SiC 연마지에서 600 grid 까지 연마한 후, 증류수에서 5 분간 초음파 세척하여 총 40개의 법랑질 시편을 제작하고 생리식염수에 보관하였다. 이 과정에서 피착면에 상아질이 노출된 것은 실험에서 제외하였다.

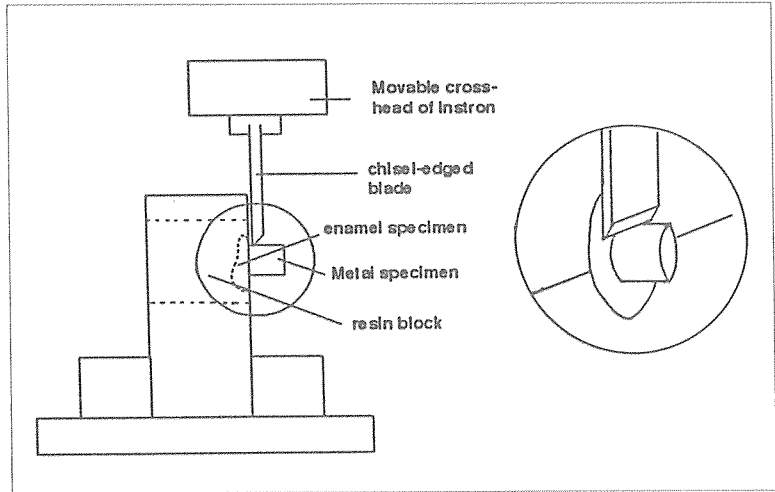


Fig. 1. Assembly of specimen to be tested for shear bond strength

### 3) 접 착

접착제로는 자가중합(self-cure)되는 Super-Bond C&B( Sun Medical Co., Japan)와 Panavia 21-TC(Kuraray Co., Japan) 그리고 이중 중합(Dual cure)되는 All- Bond 2(Bisco Co., U.S.A.) 와 Bistite Resin Cement(Tokuyama Soda Co., Japan)을 사용하여 각 회사의 사용지시서에 따라 법랑질 시편과 금속 시편을 처리한 뒤 접착제를 혼합하여 금속 피착면에 얹은 후, constant static load pressure를 이용하여 3.5kg의 하중으로 각 회사에서 제시하는 경화시간동안 가압하였다. 제작된 금속시편 주위로 밀려난 과잉 접착

제는 경화되기 전에 brush로 제거하였다. 이렇게 완성된 시편을 증류수에 넣어 48시간 보관하였다.

### 4) 전단 결합강도 측정

전단 결합강도를 측정하기 위하여 시편을 고정시킬 수 있고, 금속면과 결합된 접착제의 계면에 평행하게 힘을 가할수 있는 봉을 가진 jig를 제작하여 Universal test machine( Istron co., Canton, Mass U.S.A. )에서 cross head speed 1 mm/min로 전단결합 강도를 측정하였다( Fig.1 ).

Table 1. Dental adhesive system examined in this study

Brand Name	Manufacturer
Super Bond C & B	Sun Medical Co., Japan
All-Bond 2	Bisco Co., Japan
Panavia 21-TC	Kuraray Co., U.S.A.
Bistite Resin Cement	Tokuyama Soda Co., Japan

### 5) 파절 양상 관찰

전단 실험 후 파절된 계면 양상을 분석하기 위하여 광학 현미경(Nikon Co., Japan)을 이용하여 파절된 계면 부위를 자세히 관찰하고 그 양상을 분류한 결과에 따라 주 탈락양상을 분석하였다.

Table 2. Statistical analysis (ANOVAs and Duncan's multiple range tests) of shear bond strength(MPa)

Brand Name	평균 결합강도	Mean	S.D.	ANOVA	Duncan Group
Super Bond C&B		19.86	5.10		
All-Bond 2		18.75	3.38		
Panavia 21- TC		29.36	3.61	***	
Bistite Resin Cement		32.61	5.60		

\*\*\* : p<0.001

### III. 연구성적

#### 1) 접착강도

평균 전단 결합강도는 Bis-tite Resin Cement가 32.61 MPa로 가장 높았으며, Pan-avia 21-TC가 29.39 MPa, Super Bond C&B가 19.86 MPa, 그리고 All-Bond 2가 18.75 MPa 순이었다( Table 2.

Fig. 2 ). 이들의 통계학상의 유의성을 검정하기 위하여 일원

배치법에 의한 분산분석을 시행한 결과 유의한 차이를 보였으며(  $p < 0.001$  ), 각군을 Duncan's multiple range test program을 이용하여 각각의 유의성을 검정한 결과, Panavia 21-TC와 Bistite Resin Cement 그리고 All-Bond 2 와 Super Bond C&B와는 유의한 차이를 보이지 않았으나(  $p > 0.001$  ), Panavia 21-TC와 Bistite Resin Cement 그리고 All-Bond 2 와 Super Bond C&B 간에는 유의한 차이를 보였다(  $p < 0.001$  ).

#### 2) 탈락양상

탈락양상은 법랑질과 시멘트간의 탈락, 시멘

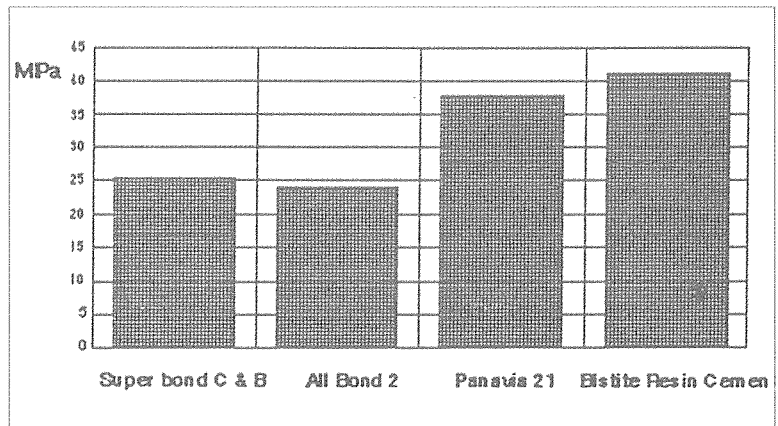


Fig. 2. Histogram of shear bond strength

트와 금속간의 탈락 그리고 이 두 양상이 복합된 탈락으로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 이 3 가지 양상의 탈락이 모두 나타났다( Table 3 ). Super Bond C&B는 법랑질과 시멘트간의 탈락이 가장 많았으나( 60% ), 이를 제외한 대부분의 경우에는, 법랑질에서 탈락과 금속에서의 탈락이 같이 일어나는 복합된 양상의 탈락이 가장 많았다( 70-80% ). Panavia 21-TC와 Bistite Resin Cement에서는 법랑질에서의 탈락은 한건도 없었으며, 특히 Panavia 21-TC는 2개 시편이 치질(법랑질) 자체가 떨어져 나올 정도로 치아와의 우수한 결합력을 보였다.

Table 3. Fracture mode ( % )

	Super Bond C&B	All-Bond 2	Panavia 21-TC	Bistite Resin Cement
1) enamel-to-cement	60	10	.	.
2) cement-to-metal	10	10	30	20
3) combination 1) + 2)	30	80	70	80

#### IV. 총괄 및 고찰

수복물의 치아에 대한 유지력이 기계적 개념에서 화학적 개념으로 영역을 넓혀가는 연구가 계속 되고 있다. 특히 다량의 건전한 치질 삭제를 피하면서 수복물의 유지력을 향상시키기 위한 기술적인 접근은 치의학 분야에서 이미 괄목할 만한 성과를 거두고 있다.

이것은 치아 심미성 향상을 위해 개발된 치색 충전재의 개발과 밀접한 관계가 있는데, 1878년 영국의 Thomas Fletcher가 최초의 자연치 색상의 충전재인 silicate cement를 소개한 이후로, 1940년대에는 PMMA(Polymethyl methacrylate)가 소개되어 Silicate 시멘트를 대신하게 되었으며, 1962년에는 PMMA의 최대 단점인 미세누출을 방지하기 위해 Raphael Bowen이 bis-GMA macrofilled 복합레진을 개발하였다. 이는 bis-GMA 단량체에 다량의 무기필터를 배합하여 중합시킬 경우 물성이 향상됨으로 해서 치과 충전용 레진으로서 가능성을 시사했고 이 bis-GMA를 기질로 하고 각종 무기물을 배합한 레진이 현재의 컴포지트 레진이다.

이러한 레진의 발전을 근간으로 접착형 금속 수복물의 연구도 진행되었는데, 1955년 Buono-core<sup>8)</sup>는 메틸메타크릴레이트에 기초한 자가중합형 아크릴릭 레진을 산처리된 법랑질 표면에 접

착시킬수 있음을 최초로 보고하였다. 그후 Silverstone<sup>등<sup>46,47)</sup></sup>, Nelson<sup>등<sup>35)</sup></sup>, Gottlieb<sup>등<sup>16)</sup></sup>은 주사전자 현미경 관찰과 접착강도를 측정하여 30-40% 인산용액으로 1분간 산부식 시키는 것이 효과적이고 균일한 양상을 보인다고 하였고, Coniff<sup>등<sup>10)</sup></sup>은 법랑질면의 연마시 연마하지 않은 경우보다 접착력이 증가되었다고 보고하였으며 Barnes<sup>5)</sup>, Aker<sup>등<sup>2)</sup></sup>은 산처리 전에 법랑질 표면을 거친 회전기구로 삭제할 경우 기계적 결합을 감소시킨다고 보고하였다. 산으로 etching된 법랑질은 표면적이 증가되어 etching되지 않은 법랑질과 레진간의 접착강도는 겨우 35kg/cm<sup>2</sup> 이나 etching된 법랑질에 대한 접착강도는 150kg/cm<sup>2</sup> 로 증가되어 나타난다. 특히 최근에 발표된 몇가지 접착제는 etching된 법랑질과 접착강도를 법랑질 자체의 응집력(cohesive strength)과 비슷한 수준( 230kg/cm<sup>2</sup> )까지 증가 시켰으며, 이러한 접착력은 사용한 산에 따라 다르게 되는데, 대부분은 37% 인산을 사용하며 최근에는 10% maleic acid를 사용하여 더 좋은 효과를 보았다는 보고가 나오기도 한다<sup>12,29,43)</sup>.

한편 법랑질과 금속간의 접착기전이 연구되는 동안 레진과 금속간의 결합력을 강화시켜 보려는 연구도 진행되었다. 1973년 Rochette<sup>44)</sup>는 하악 전치의 고정을 위해 perforated retainer에 복합레진을 이용한 resin bonded prosthesis( Rochette

bridge), 즉 금속 수복물을 치질에 직접 접착시키는 기계적 유지형태의 새로운 계속 가공 의치 술식을 고안 발표하였다. 1976년 Dunn과 Reisbick<sup>15)</sup>는 ceramic coating을 위해 etching된 Co.-Cr. 합금으로 기계적 결합을 증가 시키기 위해 시편을 질산에 넣고 낮은 직류를 통과 시켜 etching된 범랑질과 유사한 요철미세구조를 얻었다고 보고하였다. Howe와 Denethy<sup>19)</sup>는 상악전치 결손부에 유지공과 금속 두께를 증가시킨 비귀금속 합금의 금속 유지부를 복합레진으로 치아에 직접 접착시켜 보려 했지만 유지력과 레진의 노출에 의한 마모등이 문제점으로 지적됐다. 1979년 Tanaka등<sup>48)</sup>은 acrylic facing의 기계적 유지를 위해서 비귀금속 합금을 전기적으로 pitting시키는 부식법을 사용하여 비귀금속합금의 요철미세구조를 얻었다고 보고했다. Livaditis<sup>26)</sup>와 Thompson<sup>52-54)</sup> 그리고 Del Castillo등<sup>13)</sup>은 비귀금속합금의 주조체 내면을 전기 화학적으로 부식 처리하여 각 금속성분에 따른 부식조건으로 보고하였다. Taleghani등<sup>51)</sup>은 mesh형태의 요철면과 전기 화학적 부식처리에 의해서 기계적인 결합을 얻을 수 있다고 보고하였고, Musil과 Tiller<sup>34)</sup>등, 그리고 Laufer등<sup>24)</sup>은 SiOx-C intermediate layer와 silane bonding agent를 이용하여 레진과 금속간에 결합력을 증진시키는 silicoating방법을 소개하였으며 Tanaka<sup>48)</sup>와 Yamashida<sup>60)</sup>는 금속 피착면을 50 $\mu$ m alumina로 blasting한 후 EZ-oxisor로 산화처리하여 4-META계(4-methacryloxyethyl trimellitic anhydride) 접착제와의 화학적 결합을 도모하였다. 레진으로 접착하는 산부식형 주조 수복물의 한가지 단점은 부식 처리가 Ni.-Cr.과 Cr.-Co.합금에서만 가능하다는 것이다. 이는 합금의 부식을 위해서 세심한 주의를 요하

게 되고 기공소에서 여러 어려운 점을 맞게 된다<sup>20)</sup>. 그러나 보다 물성이 개선된 접착 시스템이 개발되어 산부식이나 기계적 유지형태 없이 주조 합금에 직접 부착이 가능하게 되었다<sup>60)</sup>.

레진 접착형 금속 수복물에 주로 사용하는 금속으로는 Ni.-Cr.계 합금이 일반적이다. 금합금과 같이 비교적 균질 상태로 경화되는 금속에는 retentive etching을 부여할수 있는 금속학적 구조를 갖지 못하나 Ni.-Cr.-Be.계 합금에서는 Beryllium이 1-2%함유되어 합금의 용점을 낮추고 결정입자 크기를 작게 하여 우수한 형태의 미세요철구조를 형성한다<sup>6,9)</sup>. 본 연구에서 Rexillum III(General gold Co., U.S.A.)를 사용한 것도 이러한 이유이다.

본 연구에서 사용한 Panavia 21-TC(Kuraray Co., Japan)는 2개의 연고형으로 되어있는 phosphate ester계 시멘트로 bis-GMA 레진 혹은 실란 처리한 석영 필터로 구성되어 있다. 이것은 Omura등<sup>38)</sup>에 의해서 소개된 Panavia EX를 임상 에 좀더 쉽고 안전하게 사용할 수 있도록 안정성, 조작성, 기능성을 강화시킨 것으로 산에 의한 치면처리제가 필요없는 친수계 ED primer가 들어 있어 치아와 다양한 치과금속 그리고 포셀린에 향상된 접착성을 보인다. 그리고 이 시멘트의 구성 성분 중의 하나인 인산은 산소에 민감해 중합이 지연되므로 경화가 일어나기 전 수복물의 변연에 산소와 접촉을 차단하기 위해 중합 촉진제를 함유한 gel을 도포해야 한다. 또한 phosphate의 인산기는 치아의 칼슘과 산화금속에 반응하고 접착성 모노머를 함유하여 sandblast처리 또는 주석도금된 금속면에 강하게 접착하여 레진 접착 수복물에 사용할수 있는 합금의 종류도 늘려주었다. 특히 Omura<sup>38)</sup>나 Phillips<sup>42)</sup>등은

Panavia EX가 air-abraded Ni.-Cr.합금과 Co.-Cr.합금 뿐만 아니라 주석 도금된 금과 주석 도금된 도재용 금 그리고 주석 도금된 gold palladium 계통의 합금에 탁월한 결합력을 보이는 것으로 보고했으며<sup>38,42)</sup>, 본 연구에서도 Panavia 21-TC는 우수한 전단 결합강도(29.39 MPa)를 나타냈다.

Super Bond C&B(Sun Medical Co., Japan)는 methyl methacrylate 단량체와 아크릴릭 레진 필러로 구성되어 있는 4-META system으로 tri-n-butyl borane(TBB)을 촉진제로 사용하며 Tanaka<sup>50)</sup>등은 이 4-META가 치아와 비귀금속 그리고 표면 처리된 귀금속에 향상된 접착력을 제공하는 것으로 보고했다. 그러나 Super Bond C & B는 다기능 단량체와 무기질 필러를 함유하고 있는 타 컴포지트 레진에 비해 다소 낮은 압축과 인장 강도를 보이고<sup>23,14)</sup> 물흡수도 큰 것으로 보고되고, Ohno<sup>36)</sup>은 이 시멘트가 접착 레진 시스템의 비귀금속 합금과 가장 큰 초기 접착강도를 보이거나 시간이 지남에 따라 가수분해되어 접착강도가 떨어 지는 것으로 보고했다. 그러나 이 레진은 unfilled resin으로써 그의 cement film은 탄력성과 점착성이 강할 것이고 따라서 깨지기 쉬운 filled resin에 비해 충격이나 torque에 대한 저항력면에서는 다소 다른 결과가 나올 것으로 사료되나 추후에 연구해 볼 문제이다.

Bistite Resin Cement(Tokuyama Soda Co., Japan)은 두개의 연고형으로 adhesive monomer MAC-10(11-methacryloxy-1, 1-undecanedicarboxylic acid)을 함유하여 치아와 금속 그리고 세라믹에 강한 결합력을 보이며 기존의 분말-용액 형태보다 얇은 10 $\mu$ m 이하의 film thickness를 갖는 dual cured adhesive resin cement로 그

의 물성에 관한 연구는 Wakabayashi<sup>57)</sup>가 1994년에 비스타이트 시멘트의 특성과 조작방법 및 임상에서 사용된 결과를 보고하였을 뿐 이 재료에 대한 연구가 현재로는 아주 미약한 상태이다. 그러나 이번 연구결과 이 비스타이트 레진이 전단 결합 강도면에서 가장 우월하게 나타난 것(32.61 MPa)은 주목할 만한 것으로 추후에 그의 접착력과 내구성에 대해서 여러 각도로 연구해 보아야 할 것이다.

Panavia 21-TC와 Super Bond C&B간의 결합강도 비교는 Atta 등<sup>3)</sup>이 주장한 Panavia-Ex가 SuperBond C & B보다 비귀금속과의 결합강도면에서 더욱 우수했다는 결과와 일치됨을 보였다.

탈락된 양상은 Super Bond C&B를 제외한 대부분의 경우, 법랑질에서 탈락과 금속에서 탈락이 복합된 양상의 탈락이 가장 많았으며, Panavia 21-TC와 Bistite Resin Cement에서는 법랑질과 레진 사이에서 탈락이 한건도 없었으며 특히, Panavia 21-TC에서 일부 법랑질이 떨어져 나온 경우(2 case)를 보면 Panavia 21-TC가 법랑질에 아주 높은 결합력을 갖고 있음을 알 수 있었다.

본 실험에서 Super Bond C&B는 낮은 전단 결합강도(19.86 MPa)를 나타냈는데 이는 Panavia 21-TC와 Bistite Resin Cement 등은 무기질 filler를 70% 이상 함유하고 있어 물에 대한 흡수율이 낮은데 반해, Super Bond C&B는 조성 중에 filler를 함유하고 있지 않기 때문에 증류수에 보 관하고 있는 동안에 결합강도가 다소 떨어진 것으로 사료된다. 전반적으로 Bistite Resin Cement와 Panavia 21-TC는 높은 접착력을 보였으나, All-Bond 2와 Super Bond C&B의 전단결합

강도는 회사에서 제시한 수치와 상이한 결과를 보였으며, 아직도 이러한 결합력은 낮은 것으로 인식되고 있으며 그로 인한 접착의 실패가 점점 레진 접착형 금속 수복물의 임상 기술을 기피하게 하고 있다. 따라서 이러한 가장 보존적인 개념의 치료가 성공하기 위해서는 레진과 더욱 더 강한 결합을 이룰 수 있는 금속 산화막 형성방법과 화학적 결합력이 우수한 레진 adhesive의 개발이 안전성, 기능성 그리고 특히, 조작성의 차원에서 요구되고, 더불어 그에 대한 지속적인 연구와 분석이 필요하리라 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 수중의 접착성 레진 시멘트의 전단 결합강도를 평가하기 위해 편의상 금속면 처리 상태를 각 회사가 공통적으로 추천하고 있는 sandblasting 처리로 동일하게 한 후, 국내에서 쉽게 구할 수 있는 Super Bond C&B, All-Bond 2, Panavia 21-TC, 그리고 Bistite Resin Cement 등, 몇가지 접착성 레진 시멘트를 치아에 접착시켜 각각의 전단 결합강도를 측정하고 범랑질 시편과 금속 시편 사이에서 탈락양상을 광학 현미경으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Bistite Resin Cement 와 Panavia 21-TC의 전단 결합강도는 Super Bond C&B와 All-Bond 2에 비해서 월등히 높았다(  $p < 0.001$  ). 그러나 Bistite Resin Cement와 Panavia 21-TC 그리고 Super Bond C&B와 All-Bond 2 간에는 유의한 차이가 없었다(  $p > 0.001$  ).
2. 범랑질 시편과 금속 시편 간의 탈락 양상은 Super Bond C&B는 범랑질과 시멘트 사이에

서 주로 탈락( 60% )되었으나, 그 외의 resin cement는 복합된 양상의 탈락( 70-80% )을 보였다.

## REFERENCES

1. Aboush, Y.E.Y., and Jenkins, L.B.G. : Tensile strength of enamel-resin-metal joints. J. Prosth. Dent., 61 : 688-694, 1989.
2. Aker, D.A., Aker, J.R., and Sorensen, S.E. : Effect of methods of tooth enamel preparation on the retentive strength of acid etch composite resin. J. Am. Dent. Assoc., 99 : 185, 1979.
3. Atta, M.O., Smith, B.G.N., and Brown, D. : Bond strength of three chemical adhesive cements adhered to Nickel-Chromium alloy for direct bonded retainers. J. Prosth. Dent., 63 : 137, 1990.
4. Barrack, G. : Recent advances in etched cast restoration. J.Prosth.Dent., 52 : 619-629, 1984.
5. Barnes, Z.E. : The adaptation of composite resin to tooth structure. Part I, Br. Dent. J., 142 : 185, 1977.
6. Baran, G.R. : The metallurgy of Ni.-Cr. alloys for fixed partial prosthodontics. J. Prosth. Dent., 50 : 639-650, 1983.
7. Brady, T., Doukoudakis, A. and Rasmussen, S. : Experimental comparison between perforated and etched-metal resin-bonded retainers. J. Prosth. Dent., 54 : 361, 1985.
8. Buonocore, M.G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J. Dent. Res., 34 : 849-853, 1955.
9. Caputo, A. : Effect of surface preparation on bonding strength of non-precious and semi-precious alloys. J. Calif. Assoc., : 42, 1978.
10. Coniff, J.N., and Hamby, G.R. : Preparation of primary tooth enamel for acid conditioning. J. Dent.



- Res. 43 :41, 1976.
11. Craig, R.G. : Restorative dental materials. 7th ed. The C. V. Mosby Co., 1985.
  12. Creo, A., Steen, D. : Product profile-Scotchbond 2 dental adhesive system. 3M Product Profile, 1987.
  13. Del Castillo, E., and Thompson, V.P. : Electrolytically etched non-precious alloy : Resin bond and laboratory variable. J. Dent. Res., 61 : 186, 1982.
  14. Diaz-Arnold, A.M., Williams, V.D., and Aquilino, S.A. : tensile strengths of three luting agents for adhesion fixed partial dentures. The International Journal of Prosthodontics., 2 : 115-122, 1989.
  15. Dunn, B., and Reisbick, M.H. : Adherence of ceramic coatings on chromium cobalt structures. J. Dent. Res., 55 : 328, 1976.
  16. Gottlieb, E.W., Retidf, D.H., and Jamison, H.C. : An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I : Tensile bond strength studies. J. Prosth. Dent., 48 : 48, 1982.
  17. Grant, D.A., Stern, I.B. and Everett., F.G. : Periodontics in the tradition of Orban and Gottlieb, The C. V. Mosby Co., St. Louis, 1979.
  18. Hood, A.M., Brockhurst, P., Harcourt, J. : The bond strengths of various adhesives used for Maryland bridges. Aust. Dent. J., 34 : 449-453, 1989.
  19. Howe, D.F. and Denehy, G.E. : Ant. fixed partial denture utilizing the acid etching technique and a cast metal framework. J. Prosth. Dent., 37 : 28-31, 1977.
  20. Hussy, D.L., Gratton, D.R., McConnell, R.J., and Sands, T.D. : The quality of bonded retainers from commercial laboratories, J. Dent. Res., 68 : 919, 1989
  21. Johnston, J.F., Phillips, R.W. and Dykema, R.W. : Mordern practice in crown and bridge prosthodontics. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1971.
  22. Jorgensen, K.D. : The relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns. Acta. Odontol. Scand., 13 : 35, 1955.
  23. Kempler, D., Stark, M.M., Leung, R.L., and Greenspan, J.S. : Enamel composite interface retentive to cavosurface configuration, abrasion and bonding agent. J. Oper. Dent., 1 : 137, 1976.
  24. Laufer, B.Z., Nichills, J.L., Townsend, J.D. : SiOx-C coating : A composite-to-metal bonding mechanism. J. Prosth. Dent., 60 : 320, 1988.
  25. Levine, W.A. : An evaluation of the film thickness of resin luting agents. J. Prosth. Dent., 62 : 175, 1989.
  26. Livaditis, G.J. : A chemical etching system for creating micromichanical retention in resin bonded retainers. J. Prosth. Dent., 56 : 181, 1986.
  27. Livaditis, G.J., Thompson, V.P. : Etched casting: an improved retentive mechanism for resin-bonded ewtainers. J. Prosth. Dent., 47 : 52-58, 1982.
  28. Lorey, R.E., and Myers, G.E. : The retentive qualities of bridge retainers. J. Am. Dent. Assoc., 76 : 568, 1968.
  29. Litkowski, L.J. : A review of five dentin-bonding systems. Esthetic Dentistry Update. Vol.1 No.4, 1990.
  30. Love, L.D., Breitman, J.B. : Resin retention by immersion-etched alloy. J. Prosth. Dent., 53 : 623-624, 1985.
  31. Marinello, C.P., Kerschbaum, B., Hinz, R., et al. : Experiences with resin bonded bridges and splints. J. Oral. Rehabil., 14 : 251-260, 1987.
  32. Miller, L.L. : Framework design in ceramo-metal restorations. Dent. Cli. North Am., 21 : 4, 1977.
  33. Moon, P.C. : Resin bonded bridge tensile strength utilizing porous patterns (Astract). J. Dent. Res., 63 : 320, 1984.
  34. Musil, R. jand Filler, H-T. : The adhesion of dental resins to metal surfaces. The silicoater technique.

- kulzer & Co. GnuBH, Wehrhein, 1985.
35. Nelson, D.G.A., et al. : Morphology of enamel surfaces treated with topical fluoride agent : SEM consideration. J. Dent. Res., 62 : 1201, 1983.
  36. Ohno, H., Araki, Y., Sagara, M., and Yamane, Y. : The adhesion mechanism of dental adhesive resin to the alloy-experimental evidence of the deterioration of bonding ability due to absorbed water to the oxide layer. Dent. Mat. J., 5 : 211, 1986.
  37. Oilo, G., and Jorgensen, K.D. : The influence of surface roughness on the retentive ability of two dental luting cements. J. Oral Rehabil., 5 : 377, 1978.
  38. Omura, I., Yamaushi, J., Harada, I., Wada, T. : Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive (Abstract). J. Dent. Res., 63 : 233, 1984.
  39. Ortiz, R.F., Phillips, R.W., Swartz, M.L., and Osborne, J.W. : Effect of composite bond agent on microleakage and bond strength. J. Dent. Res., 55 : 183, 1976.
  40. Pegorago, L.F., Barrack, G. : A comparison of bonding strengths of adhesive cast restorations using different designs, bonding agents, and luting resins. J. Prosth. Dent., 57 : 133-138, 1987.
  41. Rheinberger, V., Beham, G. : Adhesive bridges-new prosthetic possibilities. Schaan, Liechtenstein: Ivoclar Vivadent Report No.2, 1985
  42. Phillips, R.W. : Skinner's science of dental materials, 8th ed. W. B. Saunders Co., 126, 1982.
  43. Prati, C., Nucci, C., Montanari, G. : Shear bond strength and microleakage of bonding systems. J. Prost. Dent., 65 : 401-7, 1991.
  44. Rochette, A.L. : Attachment of a splint to enamel lower ant. teeth. J. Prosth. Dent., 30 : 418-423, 1973.
  45. Shen, G., Forbes, J., Boettcher, R., Dvivedi, N., and Morrow, R. : Resin bonded bridge bond strength using a cast mesh technique (Abstract). J. Dent. Res., 62 : 221, 1983.
  46. Silverstone, L.M. : Fissure sealants : Laboratory studies, Caries Res., 8 : 2, 1974.
  47. Silverstone, L.M., Saxon, C.A., Dogon, I.L. and Fejerskov, O. : Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy, Caries Res., 9 : 373, 1975.
  48. Tanaka, T., Atsuta, M., Uchiyama, Y., Kawashima, I. : Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. J. Prosth. Dent., 42 : 282, 1979.
  49. Tanaka, T., et al. : 4-META opaque resin-A new strongly adhesive to Nickel Chromium alloy. J. Dent. Res., 60 : 697, 1981.
  50. Tanaka, T., Nagata, K., Takeyama, M., Atsuta, M., Nakabayashi, N., Masuhara, E. : 4-META opaque resin: a new resin strongly adhesive to Ni.-Cr. alloy. J. Dent. Res., 60 : 1697-1706, 1982.
  51. Taleghani, M., et al. : An alternative cast etched retainers. J. Prosth. Dent., 58 : 424, 1987.
  52. Thompson, V.P., and Livaditis, G.J. : Etched casting acid etch composite bonded posterior bridges. Pediatr. Dent., 4 : 38, 1982.
  53. Thompson, V.P., et al. : Statistical distributions of tensile adhesive bond strengths. J. Dent. Res., 65 : 237, 1986.
  54. Thompson, V.P., Grolman, K.M., Liao, R. : Bonding of adhesive resins to various non-precious alloys (Abstract). J. Dent. Res., 64 : 314, 1985.
  55. Thompson, V.P., et al. : Resin bonded retainers. Part I : Resin bonded to electrolytically etched non-precious alloys. J. Prosth. Dent., 50 : 771, 1983.
  56. Tylman, S.D., Malone, W.F.P. : Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics. The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1978.
  57. Wakabayashi, K. : 접착성 레진 시멘트를 검증하는 "비스타이트 레진 시멘트"의 임상평가. 치과연구., 36

: 55, 1994.

58. Watanabe, F., Powers, J.M., Lorey, R.E. : Bonding strengths of resin cements to gold and nickel alloys (Abstract). J. Dent. Res., 66 : 206, 1987.
59. Williams, V.D., Denehy, G.E., Thayer, K.E. and Boyer, D.B. : Acid-etched retained cast metal prosthesis. : A seven year retrospective study. JADA., 108 : 629, 1984.
60. Yamashida, A. : A dental adhesive and it's clinical applications. Quintessence Publishing Co., Tokyo, 1983.
61. 박찬운 : 산부식가공의치의 금속피착면에 관한 연구. 대한치과보철학회지., 29 : 17, 1991.
62. 박현식, 이선영, 양재호, 장완식 : 비귀금속 합금과 범랑질을 복합레진계 시멘트로 접착시킨 경우의 접착인상 강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지., 24 : 85, 1986.
63. 백해순 : Adhesive Bridge의 접착강도에 관한 연구. 원광대학교 치과대학석사학위 논문., 1986.