

# 비귀금속합금 표면처리방법과 레진시멘트 종류가 접착인장강도에 미치는 영향에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학교실

양태진, 임주환, 조인호

## 1. 서론

많은 보철환자들은 기능적, 심미적인 회복을 원하는 동시에 보다 보존적인 치료를 원한다. 레진 접착 수복물은 이런 요구를 충족시켜주는 술식의 하나로써 1973년 치주고정을 위해 천공유지장치(perforated retainer)를 사용한 Ro-chette으로부터 시작되었다<sup>(33)</sup>.

레진 접착 수복물은 마취가 필요없고 시술시간이 짧으며 최소의 치질삭제와 치은연상변연등의 장점을 갖추고 있으나, 비교적 유지력이 약하기 때문에 힘을 적게 받는 부위에 사용될 수 있으며 치아고정의 목적으로 이용되기도 한다.

임상적 실패의 가장 큰 요인으로 접착력 상실로 인한 탈락을 들수 있으며 이런 탈락 양상은 치아와 레진 사이, 레진 자체내에서, 레진과 금속면 사이에서 발생할 수 있다.

Thompson등<sup>(4)</sup>은 비귀금속합금에 전기화학적 식각법을 사용하여 기계적 유지를 향상시켜으며, Livaditis와 Thompson<sup>(24)</sup>은 전기화학적 식각법에 의한 연구에서 레진과 식각된 금속 표면간의 접착강도는 레진과 탈회된 법랑질간의 접착강도의 2-3배에 이른다고 보고하였다. 그러나 실제 임상에서는 금속의 적절한 식각 그러나 실제 임상에서는 금속의 적절한 식각 여부, 온도변화와 같은 구강내 환경요인에 영향을 받아 레진과 금속 사이의 탈락이 많이 보고되고 있다

(10, 35, 44)

레진과 금속의 접착력 향상을 위한 금속표면처리 방법으로는 기계적 방법과 화학적 방법으로 분류할 수 있다. 이를 살펴보면 기계적 방법으로 framework 천공법<sup>(6, 20, 33, 45)</sup>, durali-ngual mesh<sup>(34-35, 45)</sup>, retention bead<sup>(5, 20)</sup>, sandb-lastion<sup>(10, 13, 16, 25, 32, 37, 44)</sup>, 전기화학적 식각법<sup>(5, 9, 23, 39, 44, 52)</sup>, 화학적 식각법<sup>(6, 9, 20, 47)</sup> 등이 있으며 화학적 방법으로는 주석도금법<sup>(10, 52)</sup>, silicoating법<sup>(2, 3, 5, 8, 11-12, 14, 17-19, 21-22, 27-28, 31, 38, 42-45, 50)</sup>, 열가열법<sup>(36, 52)</sup> 등을 들 수 있다.

과거 Bis-GMA 시멘트에 대한 기계적 방법으로 많이 이용되어 왔던 전기화학적 식각법은 레진 접착 수복물에 있어서 우수한 유지 구조를 얻는 방법이었으나 여러 단계의 과정을 거치면서 오차가 생길 수 있고 식각의 균일성을 얻기 어려운 단점과 함께 임상적으로도 금속과 레진 사이의 결합실패가 많이 보고되어왔다<sup>(15, 41)</sup>.

이러한 단점을 보완하는 접착제에 대한 연구가 있어 왔으며 phosphate ester계 시멘트나 4-META 함유 시멘트가 개발되어 전기화학적 식각법의 복잡한 과정을 거치지않아도 산화막에 의한 화학적 결합이 가능하게 되었다<sup>(1, 17, 29, 36-38)</sup>.

이에 저자는 임상적으로 많이 사용되는 금속피착면 처리방법 중 전기화학적 식각법에 비해 술식을 간편화 하면서도 더 높은 접착인장강도를 얻을 수 있는 것으로 생각되는 sandb-lasting, EZ-Oxisor,

silicoating의 세가지 방법과 수중 레진 시멘트 종류가 접착인장강도에 미치는 영향을 비교해보고 파절양상을 관찰해 보기 위해 본 연구를 시행하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서는 금속시편으로 Ni-Cr-Be계 비귀금속합금인 Verabond®(Aalba Dent Inc., Concord, CA., USA)를 사용하였고, 레진시멘트는 최근 널리 사용되고 있는 다음의 세 종류를 사용하였다.

- 1) All-Bond C & B®(Bisco, Inc., Itasca, IL., USA)
- 2) Panavia 21®(Kuraray Co., Ltd., Okayama, Japan)
- 3) Superbond C & B®(Sun Medical Co., Ltd., Kyoto, Japan)

### 2. 실험군의 분류

실험군의 금속면의 표면처리 방법에 따라 다음과 같이 분류하였다.

250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말(Cobra®, Ren-fert, Germany)로 sandblasting만 시행하고 접착한 시편을 1군, 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 sandblasting을 시행한 후 EZ-Oxisor 처리하여 접착한 시편을 2군, 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 sandblasting을

시행한 후 sili-coating 처리하여 접착한 시편을 3군으로 분류하였다.

### 3. 금속 음형 주형 및 시편 제작

동일한 접착면적을 얻기 위해 시편의 모형을 10X10X2mm의 크기가 되도록 three-piece stainless steel 음형주형을 제작하였다(Figure 1).

액크릴릭 자가 중합레진 Jet resin®(Lang Dental MFG Co., USA)을 혼합하여 금속음형주형내에 넣고, 유압 플라스크 프레스(hydraulic flask press)로 50kg/cm<sup>2</sup>의 압력을 가하여 레진모형을 제작한 후, 제작된 레진모형의 중앙에 10 gauge round wax,로 내경이 3.25mm가 되도록 고리를 달았다(Figure 2).

제작된 모형을 통법에 따라 인산염 매물재인 Unovest®(부평화학, 한국)로 진공혼합하여 매물한수, 구조하여 완성하였다(Figure 3).

금속시편의 개수는 각 군마다 3종의 시멘트로 각각 10쌍씩 제작되도록 총 90쌍 제작하였다(Table 1).

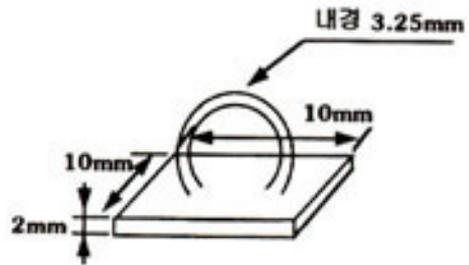


Figure 2. Design of specimen

Table 1. The number of specimen

Surface treatment method	Group 1	Group 2	Group 3
	Sandblasting	Sandblasting + EZ-Oxisor	Sandblasting + Silicoating
All-Bond C&B	n=10	n=10	n=10
Panavia 21	n=10	n=10	n=10
Superbond C&B	n=10	n=10	n=10

Total : n=90

#### 4. 금속시편의 처리

모든 완성된 금속시편을 먼저 잡착면이 균일해지도록 사포(#80, 120, 600, 1000)를 사용하여 흐르는 물에서 연마하였고, 도재소성과 균일한 조건을 부여하기 위해 Flagship furnace<sup>®</sup>(J.F. Jelenko co., Japan)를 사용하기 1800 ° F까지 4회 소성하였다.

1군의 시편들은 Basic duo<sup>®</sup>(Renfort Inc., Germany)를 사용하여 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 4기압, 30초 동안 하고 증류수 3분간 초음파세척하였다.

2군은 시편들은 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 4기압, 30초 동안 sandblasting하고 증류수로 3분간 초음파세척한 후 공기 중에서 건조시킨 다음 EZ-Oxisor로 30부 처리하고 다시 증류수를 3분간 초음파 세척하였다.

3군의 시편들은 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 4기압, 30초 동안 sandblasting하고 ethyl-lacetate인 Siliclean<sup>®</sup>(Kulzer, Germany)으로 10분간 초음파세척한 후 공기 중에서 건조시키고, silica용액은 sililink<sup>®</sup>(Kulzer, Germany)를 도포하여 Silicoater MD<sup>®</sup>(Kulzer Inc., USA)내에 위치시켜 가열처리한 후 공기중에서 식히고 silane primer인 Siliseal<sup>®</sup>(Kulzer, Germany)를 도포하였다.

#### 5. 금속 시편의 접착

금속 시편은 각각 All-Bond C& B, Panavia 21, Super bond C& B의 레진시멘트로 각 군당 10쌍씩을 제조회사의 지시대로 접착하였다.

여분의시멘트의 미리 제거하였고, Figure 4와 같이 'ㄷ'자 모양의 holding device를 제작하여 만능 실험역학 기계인 Autograph S-2000으로 1kg의 정하중을 10분간 가하여 완전한 경화가 이루어지도록 하였다.

#### 6. 인장 강도 측정과 파절양상 관찰

모든 시편은 thermocycling machine(Type K 178, 東京技研, Japan)을 사용하여 5 $^{\circ}$ C와 55 $^{\circ}$ C 수조에서 30초 간격으로 500회 교대 침수시킨 후(Figure 5), 만능 실험역학 기계인 Autograph S-2000을 사용하여 crosshead speed 5mm/min의 속도 인장강도

를 측정하였다(Figure 6).

이때 금속시편의 고리에 직경 3mm의 wire rope를 끼워 시편과 grip 사이를 연결하였다.

#### 7. 통계처리

금속과 레진시멘트간의 접착인장강도에 대한 각 군간의 그리고 각 시멘트간의 비교분석은 컴퓨터 프로그램인 window용 SPSS version 5.02(SPSS Inc., USA)를 사용하여 one-way ANOVA(An analysis of variance) test와 Dun-can's multiple range test를 95% 유의수준으로 검증하였다.

### III. 실험 결과

#### 1. 금속과 레진 시멘트간의 접착 인장강도

본 실험에서 사용된 금속표면처리 방법과 레진 시멘트의 종류에 따른 평균 인장강도와 표준편차는 Table 2, Figure 7에 나타나 있다. 접착인장강도는 3군의 Superbond C & B로 접착한 경우 평균 243.8 $\pm$ 14.37 kg/cm<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났다.

통계적 유의성 검증을 위해 시행한 ANOVA test 결과는 Table 3과 같다. 접착인장강도에 대한 금속표면처리 방법과 레진 시멘트간의 상호작용은 없었으며,

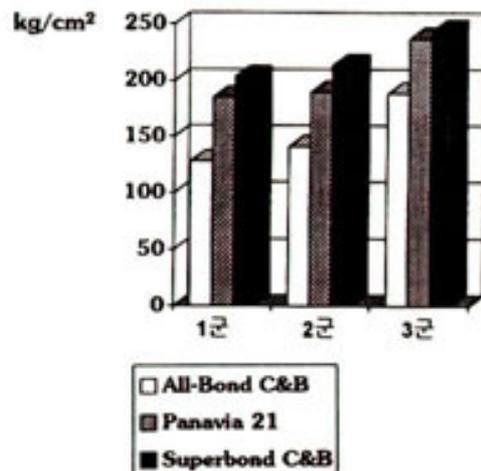


Figure 7. Mean of tensile bond strengths between the metal and resin cement

Table 2. Mean of tensile bond strengths between the metal and resin cement

	All-Bond C&B	Panavia 21	Superbond C&B	Mean
Group 1	128.3 ± 16.63	185.5 ± 24.33	203.5 ± 24.21	172.43 ± 38.92
Group 2	141.2 ± 17.87	190.0 ± 17.77	213.3 ± 21.91	181.50 ± 35.77
Group 3	188.7 ± 15.30	236.8 ± 19.28	243.8 ± 14.37	223.10 ± 29.54
Mean	152.73 ± 30.91	204.10 ± 30.88	220.20 ± 26.45	

Table 3. Results of ANOVA test

Source of variation	Sum of square	DF	Mean square	F	Sig of F
Main effect	118293.711	2	29573.428	78.673	.000
Material	74494.956	2	37247.478	99.088	.000
Method	43798.756	4	21899.378	58.258	.000
2-way interaction					
Material Method	1412.511	4	353.128	.939	.416
Explained	11970.222	8	14963.278	39.806	.000
Residual	30448.100	81	375.902		
Total	150154.322	89	1687.127		

금속표면처리 방법과 레진 시멘트 각각은 측정값에 영향을 주는 것으로 나타났다.

#### (1) Resin cement 종류에 따른 접착인장강도

Resin cement 종류에 따른 접착인장강도의 경우, 통계적 유의성 검증을 위한 one-way ANOVA test 결과와 multiple range test 결과는 각각 Table 4, 5와 같다.

접착인장강도는 Superbond C & B(220.20 ± 26.45 kg/cm<sup>2</sup>), Panavia 21(204.10 ± 30.88kg/cm<sup>2</sup>), All-Bond C & B(152.73 ± 30.91kg/cm<sup>2</sup>)의 순으로 나타났으며 각

군 사이에 모두 통계적 유의차가 있었다(p<0.05).

#### (2) 금속표면 처리방법에 따른 접착인장강도

금속표면 처리방법에 따른 접착인장강도의 경우 통계적 유의성 검증을 위한 one-way ANOVA test 결과와 multiple range test 결과는 각각 Table 6, 7와 같다.

접착인장강도는 3군(223.10 ± 29.54kg/cm<sup>2</sup>), 2군(181.50 ± 35.77kg/cm<sup>2</sup>), 1군(172.43 ± 38.92kg/cm<sup>2</sup>)의 순으로 나타났으며 3군이 1군, 2군과 각각 통계적 유의차가 있었다(p<0.05).

Table 4. Results of one-way ANOVA test tensile bond strengths according to resin cements

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F ratio	F Prob.
Between Groups	2	74494.9556	37247.4778	42.8305	.0000
Within Groups	87	75659.3667	869.6479		
Total	89	150154.3222			

Table 5. Results of multiple range test tensile bond strengths according to resin cements (Duncan's) (Mean  $\pm$  SD) kg/cm<sup>2</sup>

(Mean  $\pm$  SD) kg/cm<sup>2</sup>

	All-Bond C&B (152.73 $\pm$ 30.91)	Panavia 21 (204.10 $\pm$ 30.88)	Superbond C&B (220.20 $\pm$ 26.45)
All-Bond C&B			
Panavia 21	*		
Superbond C&B	*	*	

\* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 6. Results of one-way ANOVA test tensile bond strengths according to surface treatment methods

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F ratio	F Prob.
Between Groups	2	43798.7556	21899.3778	17.9129	.0000
Within Groups	87	106355.5667	1222.4778		
Total	89	15154.3222			

Table 7. Results of multiple range test tensile bond strengths according to surface treatment methods(Duncan's)(Mean ± SD)kg/cm<sup>2</sup>

	(Mean ± SD) kg/cm <sup>2</sup>		
	Group 1 (172.43 ± 38.92)	Group 2 (181.50 ± 35.77)	Group 3 (223.10 ± 29.54)
Group 1	/		
Group 2			
Group 3			

\* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 8. Types of failure

	All-Bond C&B			Panavia 21			Superbond C&B		
	C	A	C+A	C	A	C+A	C	A	C+A
Group 1	0	10	0	6	2	2	8	1	1
Group 2	0	10	0	6	3	1	8	0	2
Group 3	5	3	2	8	0	2	9	0	1

C : Cohesive

A : Adhesive

C+A : Cohesive and Adhesive

## 2. 파절양상

Phosphate ester계 시멘트인 Panavia 21과 4-META 시멘트인 Super C & B는 모든군에서 레진 내의 응집성 파절(cohesive failure : 레진면과 금속면 사이의 파절)양상이 많은 반면, Bis-GMA 시멘트인 All-Bond C & B의 경우는 silicoating처리한 3군에서만 응집성 파절양상을 관찰할 수 있었으며 1군과 2군에서는 부착성 파절(adhesive failure : 레진면과 금속면 사이의 파절)양상을 보였다. 또한 All-Bond C & B로 접착한 1군과 2군을 제외하고 모든군에서 응집성 파절과 부착성 파절이 함께 관찰되었다(Table 8).

## IV. 총괄 및 고안

레진접착 수복물에 있어 접착강도는 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 일반적으로 금속과 레진은 열팽창 계수의 차이가 크고, 레진 중합시 수반되는 수축으로 인해 접착면에 응력이 생겨 강력한 접착이 어려울 뿐만 아니라 구강내의 습한 환경, 음식물 섭취에 따른 온도변화, 저작압 등으로 인해 사실상 견고하게 결합을 유지하기에는 불리한 환경에 처해있다<sup>(49)</sup>.

초기의 접착방식은 주로 기계적인 유지에 의존하였으나, 기계적인 방법은 한계가 있기 때문에 화학적인

결합을 위한 시도가 많이 이루어지고 있다. 화학적 결합을 위해서는 금속 표면에 적절한 산화막이 존재해야 하므로 이를 위해 Yamashita와 Yamami<sup>(46)</sup>는 EZ-Oxisor를 고안했고, Tanaka<sup>(37)</sup>은 산화용액을 고안하여 Ni-Cr계 합금을 산화용액으로 산화 시킴으로써 4-META레진 시멘트와의 결합력이 증가됨을 보고하였다.

1989년 임 등<sup>(53)</sup>은 접착제의 종류나 금속유지장치의 설계 및 금속피착면 처리방법 등은 접착인장강도에 크게 영향을 미치지 않는다고 하였으며, 1990년 정 등<sup>(54)</sup>은 전기화학적 식각법이 복잡한 장비와 처리과정을 거치는 것에 비해 산화 알루미늄 분사법은 보다 효율적인 접착강도를 얻을 수 있고, EZ-Oxisor에 의한 양극 산화군과 산화알루미늄 분사군의 접착강도 비교에서 산화알루미늄 분사군의 접착강도가 더 크게 나타나 EZ-Oxisor의 효과에 대해 의문을 제기하였다.

본 실험에서는 sandblasting, EZ-Oxisor, Silicoating의 세가지 방법을 사용하여 접착강도를 비교하였으며, 먼저 sandblasting은 금속표면에 미세한 요철을 형성하여 표면적을 증가시키고 실온에서도 일과성의 전자방사가 금속표면으로부터 발생되는 exoelectron 현상을 일으켜 이 전자가 금속표면에서 여러 화학 반응에 관여하여 접착강도를 향상시키는 것으로 알려져 있다<sup>(56)</sup>.

Sandblasting시 산화 알루미늄의 크기에 관한 연구에서 1994년 최 등<sup>(55)</sup>은 50 $\mu$ m와 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄을 사용하여 결합력을 비교한 결과 두 시편 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없다고 보고하였으며 표면이 단단한 비귀금속 합금에서는 sandblasting시 입자의 크기가 표면적을 넓히는데 큰 영향을 주지 않는다고 하였다. 본 실험에서는 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄을 사용하였으며, 이는 silicoating 시에 추천되는 크기로서, 모든 군에서 동일한 조건으로 비교하였다.

EZ-Oxisor는 10% 과황산 암모니움액을 이용하여 0.3mA의 미약한 전류로 금속에 전위를 주어 금속표면의 부동태화와 식각을 하는 화학적 결합을 위한 간이 산화처리장치이다.

Tompson<sup>(39)</sup>, Pegoraro와 Barrak<sup>(30)</sup>은 sandblasting한 후 EZ-Oxisor 처리한 시편의 인장강도가

전기화학적 식각법과 비교하여 차이가 없다고 하여 복잡한 전기화학적 식각 처리법의 사용의 불필요함을 보고하였다.

1984년 Musil<sup>(26)</sup>에 의해 소개된 silicoating 방법은, veneer resin을 금속에 화학적으로 결합시키기 위해 개발되었다. 이 방법은 금속 표면에 SiO<sub>x</sub>-C intermediate layer를 형성하여 OH group를 제공하므로써 금속면과 silane간에 결합을 가능하게 하고, silane bonding agents와 레진의 화학적 결합을 통해 결과적으로 금속과 레진이 강한 화학적 결합을 이루게 해준다.

SiO<sub>x</sub>-C의 기본 구조는 유리이고 탄소 또는 수산화기가 첨가되면 금속피착면은 탄성이 생겨 구강내에서의 온도변화로 인한 변형과 응력을 분산시켜 레진과 금속과의 접착 소실을 방지하는 역할도 한다고 보고되고 있다<sup>(44)</sup>.

Silicoating을 사용한 금속과 레진과의 접착에 대해서는 많은 연구가 있어왔다<sup>(7, 8, 11, 16, 17, 27, 45)</sup>. 1988년 Creugers<sup>(8)</sup>은 silicoating처리방법이 식각 등 다른 방법보다 우수한 결합력을 보인다고 하였고, Laufer<sup>(21)</sup>은 silicoating의 결합강도에 영향을 주는 인자로 SiO<sub>x</sub>-C분자가 화학적으로 결합할 수 있는 금속산화막의 양과 종류 그리고 sandblasting시 금속입자의 정도차이에 따른 표면적 차이를 보고하였다. 1987년 Twesme<sup>(43)</sup>은 silicoating된 것이 다른 표면처리 방법에 비해 thermocycling의 영향을 덜 받는다고 하였으며, 1990년 Caeg<sup>(7)</sup>은 금속과 레진 접착제간의 결합강도에 있어 전기화학적 식각법보다 silicoating이 더 우수하다고 하였다. 1992년 Imbery<sup>(16)</sup>은 비귀금속합금과 레진 접착제간의 결합강도에 있어 sandblasting보다 silicoating이 더 우수하다고 하였는데 이는 본 실험에서 1군과 3군의 비교시 3군이 더 높은 결합력을 보이는 것과 그 결과가 같았다.

본 연구에서는 Ni-Cr-Be계 합금인 Vera-bond를 사용하였는데, Be이 1-2% 함유되어 있는 경우 합금의 용점을 낮추고 결정입자의 크기를 작게 하여 우수한 형태의 미세요철 구조를 형성한다고 보고된 바 있다<sup>(4, 51)</sup>.

접착성 레진 수복물에 사용되는 시멘트에서는 일반

적으로 Bis-GMA 시멘트, phosphate ester계 Bis-GMA 시멘트, 4-META 함유 시멘트의 3종류가 있다. 본 실험에 사용된 시멘트를 살펴보면 먼저 All-Bond C & B는 Bis-GMA 시멘트로써 금속과의 결합시 All-Bond 2의 primer와 prebond를 함께 사용하며 단지 기계적인 결합에만 의존하다.

Panavia 21은 Omura<sup>(29)</sup>이 개발한 Panavia EX를 보다 편리하도록 2개의 연고형태로 만든 것이며 Phosphate ester계 Bis-GMA 시멘트이다. 금속과의 결합은 접착성 단량체인 MDP의 인산기(P-OH, P=O)와 금속표면의 산화막 사이 수소결합, 금속이온과 접착제의 음이온 사이에 생기는 정전기적 상호작용 및 van der Waal's force에 의한 분자간 결합에 의하여<sup>(48)</sup>, 이 시멘트의 구성 성분인 인산은 산소와 접촉시 중합이 지연되므로 중합촉진제를 함유한 옥시가드 2<sup>(®)</sup> (Kuraray Co., Japan)를 도포해 주어야 한다<sup>(51)</sup>.

Omura<sup>(29)</sup>은 Panavia EX를 표면 처리된 귀금속과 비귀금속에 사용했을 때 우수한 결합력이 보이는 것을 보고하였다.

Superbond C & B는 methyl methacrylate 단량체에 접착성 단량체인 4-META가 함유되어 있고 tri(0n)butyl borane(TBB)를 촉매제로 사용한다. 금속과의 결합은 4-META분자의 극성이 금속면을 향하여 배열하여 산화막에 있는 산소나 수산화기와 수소결합을 하게 된다<sup>(48)</sup>.

Tanaka<sup>(36-38)</sup>은 비귀금속 합금을 EZ-oxisor 또는 산화용액으로 처리했을 때와 귀금속 합금을 열처리했을때 금속에 산화막이 형성되어 4-META레진과 금속이 더 강하게 결합함을 보고하였다.

Panavia EX와 Superbond C & B와의 결합강도를 비교해보면 Atta 등<sup>(4)</sup>은 Panavia EX가 Superbond C & B보다 비귀금속과의 결합 강도면에서 우수하다고 하였고, Ishijima<sup>(17)</sup>은 Superbond C & B가 Panavia EX와 비교해 대부분의 금속에서 비슷하거나 더 큰 인장강도를 갖는다고 보고하여 4-META 레진 시멘트의 사용을 추천하였다.

본 실험에서는 Superbond C & B가 Panavia 21보다 더 우수한 접착인장강도를 보여 Ishijima<sup>(17)</sup>의 실험결과와 일치하였다.

파절양상을 살펴보면 Sandblasting하여 접착한 경우의 파절양상에 대해 Imbery<sup>(16)</sup>은 Com-span으로 접착한 경우 주로 부착성 파절양상을 보인다고 하였는데 이는 본 실험에서 사용한 All-Bond C & B가 같은 Bis-GMA 시멘트로써 부착성 파절양상을 보였으므로 Imbery<sup>(16)</sup>의 결과와 같았다. 이런 결과는 레진내의 결합보다 금속과 레진과의 결합이 약한 것을 의미한다.

한편 silicoating 후 금속과 레진간의 파절양상에 대해 Naegeli<sup>(27)</sup>과 Verzijden<sup>(44)</sup>은 레진내의 응집성 파절이 일어난다고 하였다. 본 실험에서 역시 접착제 종류의 관계없이 3군 모두에서 응집성 파절이 관찰되었으며 이것은 silicoating처리에 의한 금속과 레진간의 결합이 레진내의 결합력보다 크다는 것을 의미한다.

실험결과를 살펴보면 EZ-Oxisor 처리방법은 sandblasting만 한 것과 비교해 통계적으로 유의할만한 차이는 없었으나 수치상으로는 보다 높은 접착인장강도를 나타냈으며, silicoating 방법은 다른 군들보다 우수한 접착력을 보였다. 그러나 이것은 역시 실험실에서의 결과이고 구강내에서는 여러가지 불리한 환경요인이 존재하므로 보다 안정된 결합과 유지를 위해 금속산화막 형성 방법과 레진 시멘트의 지속적인 연구와 개발이 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 보다 결합력이 우수한 레진접착 수복물의 표면처리방법을 알아보기 위하여 Ni-Cr-Be계 비귀금속 합금인 Verbond로 그 표면을 sandblasting(1군), sandblasting과 EZ-Oxisor(2군), sandblasting과 silicoating(3군)의 세가지 방법으로 표면 처리하였고, 레진 시멘트와의 접착강도를 알아보기 위하여 각 군을 All-Bond C & B, panavia 21, Superbond C & B로 접착하고 thermocycling을 거쳐 만능 역학 실험기를 이용하여 측정하고 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레진 시멘트의 종류에 따른 접착 강도는 Superbond C & B가 가장 크고 Panavia 21, All-Bond C & B의 순으로 나타났으며 서로간의 유의차가 있었다( $p < 0.05$ ).
2. 금속표면처리 방법에 따른 접착강도는 3군이 가장 높게 나타났으며 1군 및 2군과 유의차가 있었고( $p < 0.05$ ), 1군과 2군간에는 유의차가 없었다.
3. 파절양상을 보면 Superbond C & B와 Panavia 21의 경우 모든 군에서 주로 응집성 파절을 많이 보였으며, All-Bond C & B는 3군에서는 복합적인 파절양상을 보였고 1군과 2군에서는 부착성 파절만을 보였다.
4. 이상의 결과로 보아 금속표면처리 방법은 silicoating 방법이, 접착제로는 4-META함유 레진시멘트가 레진 접착 수복물을 위해 우수하다고 사료된다.

## 참고문헌

1. Atta, M.O., Smith, B.G.N., and Brown, D. : Bond strengths of three chemical adhesive cements adhered to Nickel-Chromium alloy for direct bonded retainers. *J Prosthet Dent.* 63 : 137, 1990.
2. Bahannan, S.A., Connelly, M.E., MueniOnghoff, L.A. : Application of silica coating technique for removable prosthodontics. A clinical report. *J Prosthet Dent.* 65 : 1, 1991.
3. Bahannan, S., Lacefield, W.R. : An evaluation of three methods of bonding resin composite to stainless steel, *Int J prosthodont.* 6 : 502, 1993.
4. Baran, G.R. : The metallurgy of Ni-Cr alloys for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 50 : 639, 1993.
5. Barzilay, I., Myers, M.L., Cooper, L.B., Graser, G.N. : Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. *J Prosthet Dent.* 59 : 131, 1988.
6. Brady, T., Doukoudakis, A., Rasmussen, S.T. : Experimental comparison between perforated and etched-metal resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent.* 54 : 361, 1985.
7. Caeg, C., Leinfelder, K.F., Lacefield, W.R., Bell, W. : Effectiveness of a method used in bonding resins to metal. *J Prosthet Dent.* 64 : 37, 1990.
8. Creugers, N.H.J., Welle, R.R., Vrijhoef, M.M.A. : Four bonding systems for resin-re-tained cast metal prostheses. *Dent Master.* 4 : 85, 1988.
9. El-Sherif, M.H., El-Messery, A., Halhoul, M.N. : The effects of alloy surface treatments and resins on the retention of resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent.* 65 : 782, 1991.
10. Gates, W.D., Diaz-Arnold, A.M., Aquilino, S.A., Ryther, J.S. : Comparison of the adhesive strength of a BIS-GMA cement to tin-plated and non-tin-plated alloys. *J Prosthet Dent.* 69 : 12, 1993.
11. Hasson, O., Moberg, L-E. : Evaluation of three silicoating methods for resin-bonded prostheses. *Scand J Prosthet Dent.* 101 : 243, 1993.
12. Hasson, O. : Strength of bond with Comspan Opaque to three silicoated alloys and titanium. *Scand J Prosthet Dent.* 98 : 248, 1990.
13. Hail, T., Mink, J.R., Mitchell, R.J. : Bond strength of resin bonded to a sandblasted Ni-Cr-Be alloy. *J Dent Res.* 272, [Abstract]#724, 1989
14. Hansson, O. : The Silicoater technique for resin-bonded prostheses : Clinical and laboratory procedures. *Quint int.* 20 : 85, 1989.
15. Hill, G.L., Zidan, O., Gomez-Marin, O. : bond strengths of etched base metals : Effects of errors in surface area estimation. *J Prosthet Dent.* 56 : 41, 1986.
16. Imbery, T.A., Burgess, J.O., Naylor, W.P. : Tensile strength of three resin cements following two alloy surface treatments. *Int J Prosthet.* 5 : 59, 1992.
17. Ishijima, T., Caputo, A.A., Mito, R. : Adhesion

- of resin to casting alloys. *J Prosthet Dent.* 67 : 445, 1992.
18. Kolodney, H., Puckett, A.D., Breazeale, M. S., Patterson, K.L., Lentz, D.L. : Shear bond strengths of prothodontic adhesive systems to a nickel-chromium-beryllium alloy. *Quintessence Int.* 23 : 65, 1992.
  19. Kolodney, H., Puckett, A.D., Brown, K. : Shear strength of laboratory-processed composite resins bonded to a silane-coated nickel-chromium-beryllium alloy. *J Prosthet Dent.* 67 : 419, 1992.
  20. LaBarre, E.E., Ward, H.E. : An alternative resin-bonded restoration *J Prosthet Dent.* 52 : 247, 1984.
  21. Laufer B-Z., Nicholls J.I., Townsend J.D. : SiO<sub>2</sub>-C Coating : A composite-to-metal bonding mechanism. *J Prosthet Dent.* 60 : 320, 1988.
  22. Laufer B-Z., Nicholls J.I., Time delay effects on the tensile bond strength developed by the silicoaler *Quintessence Dent Tech.* 11 : 199, 1987.
  23. Lawson, J.R. : Alternative alloys for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent.* 65 : 97, 1991.
  24. Livaditis, G.J., Thompson, V.P. : Etched castings : an improved retentive mechanism for resin bonded retainers. *J Prosthet Dent.* 47 : 52, 1982.
  25. Matsumura, H., Kawahara, M., Tanaka, T., Atsuta, M. : Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent.* 66 : 10, 1991.
  26. Musil, R., Tiller, H.J. : Die molekulare Kopplung der Kunststoff-Verblendung an die Legierungsoberfläche. *Dental-labor XXXII Heft.* 1155 : 1161, 1984.
  27. Naegeli, D.G., Duke, E.S., Schwartz, R., Norling, B.K. : Adhesive bonding of composites to a casting alloy. *J Prosthet Dent.* 60 : 279, 1988.
  28. O'Keefe, K.L., Powers, J.M., McGuckin, R. S., Pierpont, H.P. : In vitro bond strength of silica-coated metal posts in roots of teeth. *Int J prosthodont.* 5 : 373, 1992.
  29. Omura, I., Yamaushi, J., Harada, I., Wada, T. : Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive. *J Dent Res.* 63 : 233, [abstract] #561, 1984.
  30. Pegoraro, L.F., Barrak, G. : A comparison of bond strengths of adhesive cast restorations using different designs, bonding agents, and luting resins. *J Prosthet Dent.* 57 : 133, 1987.
  31. Peutzfeldt, A., Asmussen, E. : Silicoating : Evaluation of a new method of bonding composite resin to metal. *Scand J Dent Res.* 96 : 171, 1988.
  32. Re, G.J., Kaiser, D.A., Malone, W.F.P., Garcia-Godoy, F. : Shear bond strengths and scanning electron microscope evaluation of three different retentive methods for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent.* 59 : 568, 1988.
  33. Rochette, A.L. : Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 30 : 418, 1973.
  34. Stokes, A.N., Tidmarsh, B.G. : Porous metal coatings for resin-bonded systems. *J Prosthet Dent.* 56 : 170, 1986.
  35. Taleghani, M., Leinfelder, K.F., Taleghani, A.M. : An alternative to cast etched retainers. *J Prosthet Dent.* 58 : 424, 1987.
  36. Tanaka, T., Atsuta, M., Nakabayashi, N. : Surface treatment of gold alloys for adhesion. *J Prosthet Dent.* 60 : 271, 1988.
  37. Tanaka, T., Fujiyama, E., Shimizu, H., Takaki, A., Atsuta, M. : Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion-fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 55 : 456, 1986.
  38. Tanaka, T., Nagata, K. Takeyama, M., Atsuta, M., Nakabayashi, N., Masuhara, E. : 4-META

- opaque resin-A new resin strongly adhesive to Nickel-Chromium alloy. J Dent Res. 60 : 1697, 1981.
39. Thompson, V.P., Castillo, E.D., Livaditis, G.J. : Resin-bonded retainers. Part I : Re-sin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. J Dent Res. 50 : 771, 1983.
40. Thompson, V.P., Livaditis, G.S., Del-Castillo, E. : Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys for resin bonded prostheses. J Dent Res. 60 : 377. [Abstract]#265, 1981.
41. Thompson V.P., Wood, M. : Etched casting bonded retainers recalls : Results at 3-5 years. J Dent Res. 65 : 748. [Abstract]#205, 1986.
42. Twesme, D.A., Lacefield, W.R., O' Neal, S.J. : Effect of silicoating and etching on alloy-composite bonding J Dent Res. 65 : 314.(Abstract)#1304, 1986.
43. Twesme, D.A., Lacefield, W.R., O' Neal, S.J. : Effects of thermocycling, silicoating and etching on composite bonding to Cu, Au and Ni base alloys. J Dent Res. 66 : 206.(Abstract)#799, 1987.
44. Verzijden, C.W.G.J.M., Feilzer, A.J., Creu-gers, N.H.J., Davidson, C.L. : The influence of polymerization shrinkage of resin cements on bonding to metal. J Dent Res. 71 : 410,1992.
45. Veen, J.H., Bronsdijk, A.E., Slagter, A.P., Poel, A.C.M., Arends, J. : Tensile bond strength of Comspan resin to six differently treated metal surface. Dent Mater. 4 : 272, 1988.
46. Yamashita, A., Yamami, T. : Procedures for applying adhesive resin(MMA-TBB. to crown and bridge restorations. Part 1 : The influence of dental nonprecious alloy and the treatment of inner surface of metal to adhesion. J Jpn Pros Soc. 29 : 584, 1982.
47. 박상원, 양홍서 : 식각된 비귀금속 합금과 범랑질간의 접착인장 강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 25 : 303,1987.
48. 설영훈, 정찬모, 전영찬 : Au-Ag-Cu-Pd합금과 복합 레진간의 접착인장강도에 대한 연구. 대한치과보철학회지. 32 : 378,1994.
49. 성무경, 김광남, 장익태 : 4-META 의치상 레진과 Cobalt-Chromium 계 합금의 접착강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 28 : 29,1990.
50. 신현수, 한동후, 이근우 : Silicoating이 수지접합 수복물의 결합력에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한치과보철학회지. 27 : 101,1989.
51. 오상천 : 수중 접착성 레진 시멘트의 전단 결합강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 33 : 359,1995.
52. 이근우 : 수지접합 수복물용 합금의 피착면처리에 따른 결합력에 관한 실험적 연구. 대한치과보철학회지. 29 : 13,1991.
53. 임주환, 조인호, 이재현 : 접착성보철물의 설계와 접착제의 종류 및 사용방법에 따른 접착인장 강도의 비교 연구. 대한치과교합학회지. 5 : 71,1989.
54. 정금태, 양재호, 이선형, 정현영 : 반복주조된 치과용 합금의 피착면 처리방법에 따른 접착성 수지와와의 접착강도에 관한 실험적 연구 대한치과보철학회지. 28 : 53,1990.
55. 최낙준, 방몽숙 : 레진전장관의 금속면 처리방법이 레진과 금속간 접착강도에 미치는 영향. 대한치과보철학회지. 32 : 471,1994.
56. 치원사역 : 치과 접착성 Resin의 기초와 임상. 도서출판 내의학술. P60. 1986.

## 논문 사진부도 설명

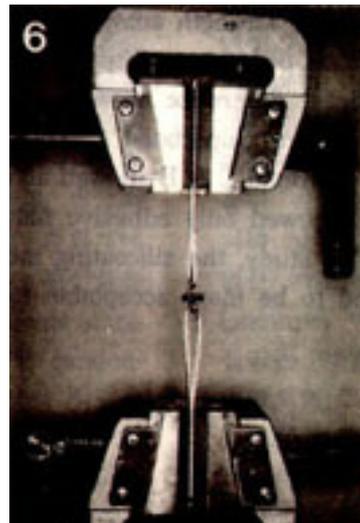
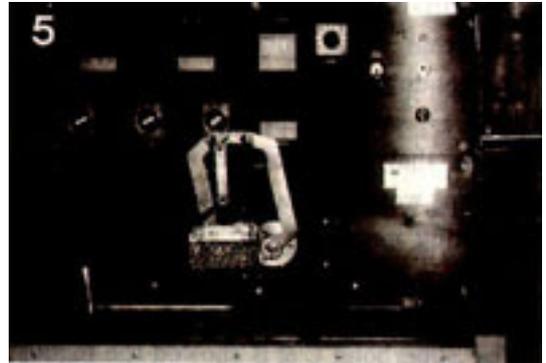
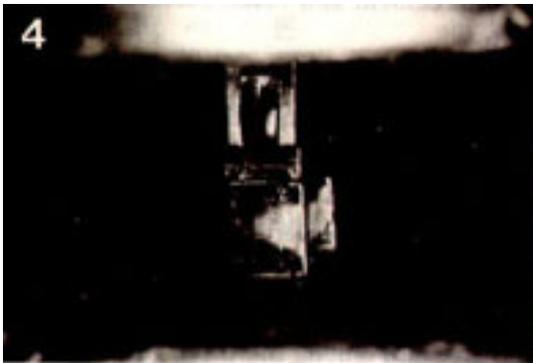
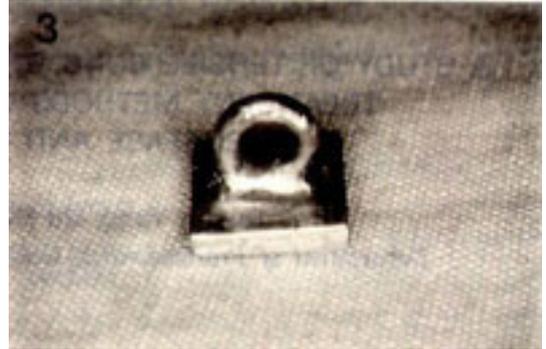
Figure 1. Three-piece negative stainless steel mold.

Figure 3. Specimen Figure 4. Holding device.

Figure 5. Thermocycling.

Figure 6. Autograph to test the tensile bond strength

논문사진부도



=Abstract=

## **A STUDY OF TENSILE BOND STRENGTH ACCORDING TO VARIED TREATMENT METHODS OF NONPRECIOUS METAL SURFACE AND RESIN CEMENTS**

**Tai-Jin Yang, Ju-Hwan Lim, In-Ho Cho**

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University*

Retention is one of the major factors deciding the success and longevity of resin bonded restorations.

The purpose of this study was to find a better resin cement and metal surface treatment method that would enhance the bonding strength.

The bonding surfaces of Verabond, one of Ni-Cr-Be alloys, were treated with sandblasting(Group 1), sandblasting and EZ-Oxisor(Group 2), sandblasting and silicoating(Group 3), and than they were bonded with All-Bond C & B, Panavia 21, Superbond C & B. The specimens were thermocycled, and the tensile bond strength was measured using the universal testing machine. Also the mode of bond failure was observed.

The results were as follows.

1. The Superbond C & B showed the highest bond strength among the three resin cements and decreased in the order of Panavia 21, All-Bond C & B. There was significant difference among them( $p<0.05$ ).
2. Group 3 showed the highest bond strength among the three metal surface treatment methods, and there was significant difference compared with Group 1 and Group 2( $p<0.05$ ). But there was no significant difference between Group 1 and Group 2.
3. Observing the mode of bond failure, Superbond C & B and Panavia 21 showed mostly cohesive failure in all groups. All-Bond C & B showed all types of bond failure in Group 3, but Group 1 and Group 2 showed only adhesive failure.
4. According to the results of this study, the silicoating method and 4-META containing resin cement were considered to be more acceptable for resin bonded restoration.