

# 도재소부용 비귀금속 합금의 표면처리가 금속과 도재간의 전단결합강도에 미치는 영향

경북대학교 치과대학 보철학교실

이청희 · 조성암

## I. 서 론

사회가 풍요해지면서 심미적인 보철치료에 대한 환자들의 요구가 계속 증가하고 있으며 이러한 요구에 부응하여 심미보철 치료방법이 계속 개발되어 보다 심미적인 도재전장관의 사용이 꾸준히 증가하고 있다.

그러나, 이러한 도재만을 사용하는 전장관의 경우에는 많은 문제점을 내재하고 있어, 이런 단점을 극복하기 위한 연구가 계속되고 있으나, 임상에서 제한적으로 사용되며 특히 계속가공의 치에서는 그 문제점이 완연하게 나타난다.

이러한 단점은 도재용 합금을 같이 사용할 경우에 많은 결점을 보완할 수 있어 도재소부 구조관으로 임상에서 널리 사용되어 왔으나, 금속과 도재의 결합은 많은 문제를 야기하였으며, 이를 증진시키기 위해서 많은 연구가 있어 왔다.

이러한 합금과 도재의 결합은 임상에서 성공과 실패의 큰 요인으로 작용하는데, 결합하는 방법은 기계적 결합, 화학적 결합, Van der Waal's force에 의한 결합, 그리고 도재와 금속의 열팽창 계수의 차이에 의해 발생하는 수축력에 의한 결합등이 있을 수 있으며 이러한 결합이 복합적으로 작용하여 도재와 합금의 결합력을 결정하게 된다.

이중 기계적 결합에 대해서 Shell과 Nielsen<sup>1)</sup>은 화학적 결합이 가장 중요하고 Van der

Waal's 결합력이 약간 기여하며, 기계적인 결합력은 미미하다고 하였고, Sced와 Mclean<sup>2)</sup>도 표면 조도가 결합력에 영향을 미치지 않는다고 하였으나, Carpenter 등<sup>3)</sup>은 특히 비귀금속에서 샌드브라스팅하므로 결합력이 약간 증가한다고 하였고, Lavine과 Custer<sup>4)</sup>는 표면을 거칠게 할 경우 결합력이 13~15% 증가한다고 하였다.

본 실험에서는, 이러한 기계적 결합이 도재와 합금 사이의 결합에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위하여 표면을 전처리 하는 방법으로 샌드브라스팅, 스퍼트에칭, 그리고 샌드브라스팅 후 스퍼트 에칭을 한 후 도재를 소성하여 이러한 표면 전처리가 도재와 금속의 전단결합강도에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 실험하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

: 치과용 니켈-크롬계 비귀금속합금인 Verabond(Aalba Dent. Co, U.S.A.)를 사용하였다.

### 2. 실험방법

가) 금속시편의 제작

: 시편의 규격을 일정하게 하기 위해 Fig. 1과 같은 금속 형틀을 제작하여 제 1형 인레이웍스

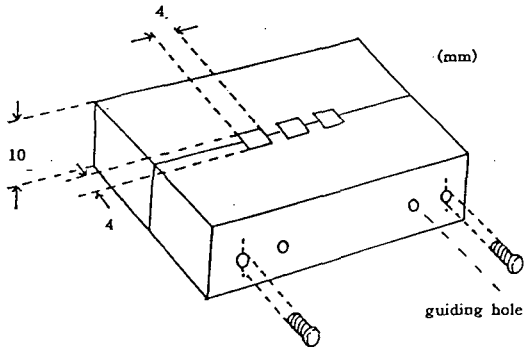


Fig. 1. Assembled view of metal mold for wax pattern

(G-C Dental Industrial Corp, Japan)를 사용하여 가로, 세로 각각 4mm, 높이 10mm의 납형을 60개 만든다음 10 gauge의 wax sprue와 Hi-Temp매물재 (Whip-Mix Co, U.S.A.)를 제조회사의 지시대로 사용하여 통상적으로 주조하였다.

주조된 시편을 50 $\mu$ m 알루미늄 옥사이드로 시편의 매물재를 제거하고 #400, #600, #800, #1200의 Sic paper로 연마한 후 이것을 5 $\mu$ m, 1 $\mu$ m, 0.3 $\mu$ m의 알루미늄으로 최종 연마하고 95%알코올 용액에서 15분간 세척하였다.

나) 금속 시편의 표면처리

: 금속시편을 각 시험군에 15씩 사용하여 4개의 실험군으로 나눈 다음 실험 I 군은 대조군으로 어떠한 처리도 하지 않았으며, 실험 II 군은 표면에 50 $\mu$ m 알루미늄 옥사이드로 4기압 하에서 3초 간 샌드브라스팅 하였고, 실험 III 군은 스퍼트 에칭만 하였으며, 실험 IV 군은 샌드브라스팅후 스퍼트 에칭을 하였다(Table 1).

각 실험군의 시편을 도재용료(Mark III, Ney

Table 1. Surface Treatment of Experimental Groups

Group	Sandblasting	Sputter etching
I		
II	0	
III		0
IV	0	0

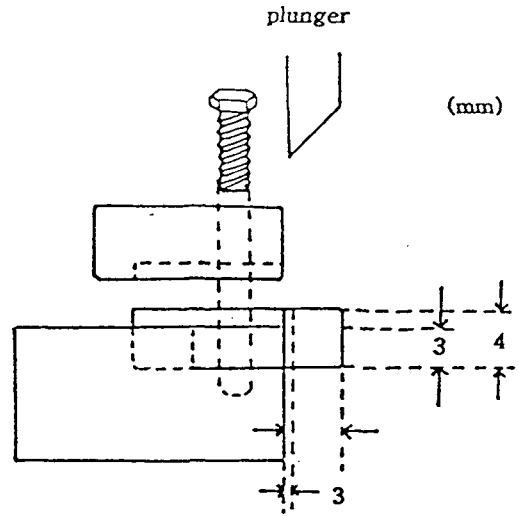


Fig. 2. Measuring the shear bond strength

Co, U.S.A.)를 사용하여 공기중에서 1200°F에서 1분간 75°F씩 1850°F까지 상승시킨 후 냉각시켰다.

다) 도재의 축성

: 도재는 Ceramco회사의 도재 소성방법에 따라 #59 paint-on-pack 및 gingival porcelain을 각각 두번씩 가로 4mm 세로 4mm 두께 3mm가 되도록 축성하였으며 돌출된 부위는 #600 및 #1200 Sic paper로 연마하였다.

라) 전단결합강도의 측정

: 전단결합강도의 측정을 하기 위해 Fig. 2와 같은 시편의 고정장치를 제작한 뒤 여기에 시편을 고정하고 인스트론 만능시험기(Model 4202, Instron Corp, U.S.A.)를 사용하여, cross head speed 1mm/min의 속도로 압축력을 가하였으며, 파절 시의 순간 최대 하중을 자동 기록기에 기록하였다.

III. 성 적.

도재와 합금간의 전단결합강도는 Table 2와 Fig. 3과 같이 나타났으며 실험 IV 군에서 68.41 kg으로 가장 높았고 실험 II 군 실험 III 군 그리고 대조군인 실험 I 군 순으로 나타났다.

각 실험군 상호간의 Duncan's multiple range test에서 IV 군과 II 군이 대조군인 I 군에 대해

Table 2. The mean & standard deviation on the shear bond strength

G	n	failure load(kg)
I	12	47.48±12.97
II	14	67.10±10.97
III	14	55.78±10.86
IV	14	68.41±14.64

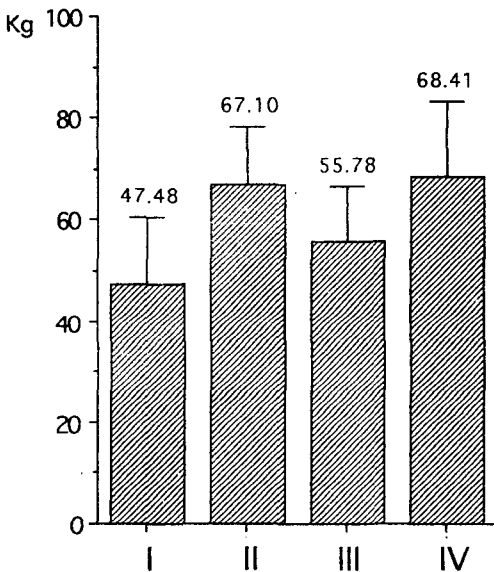


Fig. 3. The Mean & standard deviation on the shear bond strength

Table 3. Comparison of mean failure load between each group

G	I	II	III	IV
I				
II	*			
III	NS	NS		
IV	**	NS	NS	

\* : significantly different by one way ANOVA(P<0.05)

\*\* : severe significantly different(P<0.01)

NS : no-significant

통계적 유의한 차이를 나타냈다.(Table 3)

파절양상을 관찰한 결과 완전한 동종파절이나 이종파절을 보인 시편은 없었으며 혼합된 양상으로 나타났다.

#### IV. 고 찰

치과에서 사용되는 도재는 타액에 불용성이며 연조직에 잘 적합하며 내마모성이 강하고 색깔 및 체적의 안정성등으로 다양한 형태로 응용되고 있으나 낮은 인장력, 전단력, 충격력의 결점으로 인하여 치과용 합금과 같이 소성하여 많이 사용되고 있으나<sup>5)</sup> 도재와 합금과의 결합이 임상에서의 성공에 큰 영향을 준다.

치과용 합금에는 귀금속합금, 반귀금속합금, 및 비귀금속합금이 있으며 비귀금속합금은 귀금속합금에 비하여 경제적이며 단단하고 sag resistance가 크며 영구 변형에 대한 저항성이 좋으나 임상적으로 도재와 금속간의 결합의 실패가 우려된다<sup>6)</sup>.

그래서 이러한 도재와 금속간의 결합기전을 밝히고 결합력을 증진시키기 위해 많은 연구를 하여왔다. 금속과 도재의 결합에는 기계적 결합, 화학적 결합, Van der Waal's force, 및 열팽창 계수 차이에 의한 수축력에 의한 결합 등이 복합적으로 작용하는데, 도재-금속간의 결합력 부족, 열수축의 부적합, 디자인과 작업잘못, 잘못된 교합, 및 충격압 등에 의해 도재 및 금속간의 이종파절 혹은 동종파절로 실패할 수 있다<sup>7)</sup>.

금속 표면처리가 기계적 결합에 미치는 영향에 대한 연구에서 Shell과 Nielsen<sup>1)</sup>은 화학적 결합이 가장 중요하고 Van der Waal's force는 약간 결합에 기여하며 기계적 결합은 중요한 역할을 못하여 표면 거칠기가 결합력에 미치는 영향은 미미하다 하였고, Sced와 McLean<sup>2)</sup>도 표면조도가 도재와 금속의 결합력에 큰 영향을 주지 않는다고 하였다.

Winkler와 Wongthai<sup>8)</sup>은 샌드브라스팅, 초음파세척, radio frequency, glow discharge를 같이 사용하므로 금속과 도재의 결합력을 증진시킬 수 있다고 하였으며, Daftary와 Dono-

van<sup>9)</sup>은 금속면을 전처리하는 방법으로 현행의 degassing, double degassing, 산 부식법, 고온 소성을 비교하였으며 금속의 종류에 따라 결합력의 차이가 있다고 하였다.

정<sup>10)</sup>은 금속표면의 전처리로 유지용 bead, 식각, 그리고 샌드브라스팅을 한 후 degassing과 도재소성을 한 실험에서 식각한 군에서 높은 결합력이 나타났다고 하였으며, 이<sup>11)</sup>는 degassing과 식각의 순차적 적용이 도재와 금속간의 결합력에 미치는 영향에 대한 연구에서 식각한 후 degassing한 것이 degassing 후 식각한 것보다 degassing만 한 것보다 높은 결합력을 나타내며 이것은 식각에 따른 표면적의 증가 후 degassing하므로 산화막의 손상없이 표면적의 증가에 의한 결합력의 증가로 사료된다고 하였다.

또한 Carpenter 등<sup>3)</sup>은 표면처리가 결합력에 미치는 영향에 대한 실험에서 매끈한 면보다 air-abraded한 면에서 특히 비귀금속에서 결합력이 조금 증가한다고 하였으며, 윤<sup>12)</sup>은 비귀금속의 표면처리에 따른 결합력 연구에서 샌드브라스팅한 경우가 연마하는 경우보다 높은 결합력을 나타내었다고 하였으며, Mclean<sup>13)</sup>과 Phillips<sup>14)</sup>도 도재와 금속의 기계적인 결합이 결합력을 증진시킨다고 하였으며, Lavine과 Custer<sup>4)</sup>는 표면을 거칠게 함으로 13~15% 결합력이 증가된다고 하였다.

본 실험에서는 표면조도에 따른 기계적 결합이 도재-금속간 결합력에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 60개 시편의 금속면을 순서대로 #1200까지 Sic paper를 사용하고 5  $\mu$ m, 1  $\mu$ m, 0.3  $\mu$ m 순으로 알루미나 페이스트로 매끈하게 한 다음 각 15개씩 4개의 실험군으로 나눈 다음, 실험 I군은 대조군으로 어떠한 처리도 하지 않았으며, 실험 II군은 샌드브라스팅, 실험 III군은 스퍼트 에칭, 그리고 실험 IV군은 샌드브라스팅 후 스퍼트 에칭으로 전처리 한 후 통상대로 degassing하고 도재를 소성한 후 전단결합강도를 측정하였다.

실험결과 샌드브라스팅후 스퍼트 에칭한 IV군이 68.41 $\pm$ 14.64kg으로 가장 높게 나왔으며, 샌드브라스팅만 한 II군이 67.10 $\pm$ 10.97kg, 스

퍼트 에칭만 한 III군이 55.78 $\pm$ 10.86kg, 그리고 대조군인 I군이 47.48 $\pm$ 12.97kg의 순으로 나타나 금속표면을 전처리한 경우가 결합력을 증진시킨다는 것을 나타내주었으나 통계적 유의성 검사에서 IV군과 II군만이 I군에 대해 유의한 차이가 있고 I군과 III군, IV군과 II군 사이에는 유의한 차이가 없었는데, 이것은 김<sup>15)</sup>의 연구와 일치하는 것으로 스퍼트 에칭이 금속면의 오염된 물질의 제거에는 유용하여 금속-도재간 결합력을 증가시키나 유의할 정도의 표면 조도의 변화를 생기게 하지는 못하는 것으로 사료된다.

Carpenter 등<sup>3)</sup>은 매끈한 면보다 air-abrading함에 따른 장점으로 (1) wettability가 증진되고 (2) 기계적결합으로 결합강도가 증가되고 (3) 화학 결합할 표면적이 증가하며, 단점으로는 (1) 표면이 너무 거칠어 응력 집중이 야기되고 (2) 요입각도가 너무 급격해서 완전 wetting이 안되고 기포가 생길수 있다고 하였다.

이러한 것으로 볼 때 표면의 전처리로 전기 화학적 방법을 이용한 식각을 하거나, 샌드브라스팅을 하는 방법은 표면에 요철을 형성하므로 도재와 금속의 결합에서 기계적 결합을 증진시켜 줌과 동시에 표면적을 증가시켜 화학적 결합이 일어날 수 있는 부위를 증가시켜 줌으로 결합력이 증가한다고 설명할 수 있다. 아울러 스퍼트 에칭 그 자체만으로는 결합력의 증가를 기대하기 어려운 것으로 사료되나 다른 방법의 전 단계 방법으로는 더욱 연구할 필요가 있다고 사료된다<sup>16,17)</sup>

이러한 연구에 이어서 금속 표면을 전처리한 경우의 단점을 없애면서 장점을 강화시킬 수 있도록 다양한 표면처리 방법을 연구할 필요가 있을 것으로 사료되며 이러한 표면처리후 화학적 결합을 증진시킬 수 있는 방법을 같이 연구하면 좋은결과가 있을 것으로 사료된다.

## V. 요약

도재 소부용 비귀금속합금의 표면처리가 금속과 도재간의 전단결합강도에 어떠한 영향을

미치는지 알아보기 위하여, 비귀금속 합금의 표면에 어떠한 처리도 하지 않은 대조군과 샌드브라스팅한 실험군, 스퍼트 에칭한 실험군, 그리고 샌드브라스팅후 스퍼트 에칭한 실험군으로 나눈 후에 각각의 시편에 통상적인 방법으로 도재를 소성한 후 인스트론 만능 시험기를 사용하여 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 샌드브라스팅후 스퍼트 에칭한 실험군과 샌드브라스팅한 군은 대조군에 대해 높은 값을 나타내었다( $P < 0.05$ ).
2. 스퍼트 에칭한 실험군은 대조군에 대해 차이가 없었다( $P > 0.05$ ).

#### 참고문헌

1. Shell, J. S. and Nielsen, J. P. : Study of the band between gold alloys and porcelain. *J. Dent. Res.* 41 : 1424, 1962.
2. Sced, I. R. and Mclean, J. W. : The strength of metal/ceramic bonds with base metal containing chromium, *Brit. Dent. J.* 132 : 232, 1972.
3. Carpenter, M. A., and Goodkind, R. J. : Effect of varying surface texture on bond strength of one semiprecious and nonprecious ceramo-alloy. *J. Prosth. Dent.*, 42 : 86, 1979.
4. Lavine, M. H. and Custer, F. : Variables affecting the strength of bond between porcelain and gold, *J. Dent. Res.*, 45 : 32, 1966.
5. Moffa, J.D., Lugassy, A.A., Guckes, A.D., and Gentleman, L. : A evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part I. Physical properties. *J. Prosthet. Dent.*, 30 : 424, 1973.
6. Bowers, T.E., Vermilyea, S.G., and Griswold, W. H. : Effect of metal conditioners on porcelain-alloy bond strength. *J. Prosthet. Dent.*, 54 : 201, 1985.
7. Anusavice, K. J., Ringle, R. D., and Fairhurst, C. W. : Identification of fracture zones in porcelain-veneered-to-metal bond test specimens by ESCA analysis. *J. Prosth. Dent.*, 42 : 417, 1979.
8. Winkler, S., and Wongthai, P. : Increasing the bond strength of metal ceramic restorations. *J. Prostet. Dent.*, 56 : 396, 1986.
9. Daftary, F., and Donovan, T. : Effects of four pretreatment techniques on porcelain-to-metal bond strength. *J. Prosth. Dent.*, 56 : 535, 1986.
10. 정극모, 박남수, 우이형 : 이온선 혼합법이 도재-금속 계면 변화에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *대한치과보철학회지* 30 : 135, 1992.
11. 이은희 : 금속표면의 식각이 도재 소부용 니켈-크롬 합금과 도재의 결합강도에 미치는 영향. *경북대학교 대학원 석사학위논문*. 1989. 12월
12. 윤일중 : 치과도재용 합금의 도재간의 결합력에 관한 연구. *대한치과보철학회지* 17 : 29, 1981.
13. McLean, J. W. : *Dental ceramics proceedings of the first international symposium on ceramics*, Quintessence Publishing Co., Chicago, 1983. pp.77-440
14. Phillips, R. W. : *Skinner's science of dental materials* 8th ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1982, pp.502
15. 김진태 : AL RF Sputter deposition시 Sputter etching이 치과용 도재와 비귀금속 합금의 결합에 미치는 영향, *경북대학교 대학원 석사학위논문*. 1995. 12월
16. 조성암, 김광남 : 금속박막이 치과용합금과 도재의 화학적 결합에 미치는 영향. *서울치대논문집* 11 : 203, 1987.
17. 김광남, 조성암 : 비귀금속 산화물이 치과용 합금과 도재의 화학적 결합에 미치는 영향. *대한치과보철학회지* 25 : 317, 1987.

Abstract

EFFECT OF SURFACE TREATMENT OF NONPRECIOUS METAL  
FOR PORCELAIN IN THE SHEAR BOND STRENGTH  
BETWEEN METAL AND PORCELAIN

Cheong-Hee Lee, Sung-Am Cho

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Kyungpook National University*

A study of shear bond strength between porcelain and alloy pretreated with sandblasting, sputter etching, and sputter etching after sandblasting was established by Instron universal testing machine.

1. Sputter etched group after sandblasted (group IV) and sandblasted group (group II) were stronger than control group (group I) ( $P < 0.05$ ).
2. Sputter etched group (group III) and control group (group I) were not different ( $P > 0.05$ ).