

니켈 - 크롬 합금과 Porcelain laminate의 결합력에 관한 연구

원광대학교 치과대학 보철학교실

이승로 · 진태호 · 동진근

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

치과용 도재가 Charles Land에 의해 소개된 이래로 우수한 심미성으로 인하여 치아의 수복재료로 널리 사용되어져 왔다⁴²⁾. 치과용도재는 도재전장주조관, 도재재킷관, 의치용 도재치아, porcelain laminate veneer 및 porcelain inlay 등에 사용되고 있으며 점차 다양한 범위에서 응용되어지고 있다^{1,2, 4, 13, 16, 25, 33, 35, 37, 38, 40)}.

도재전장주조관은 1956년 이래 치과임상에서 활발히 사용되어져 왔으며 이 기간 동안 합금, 도재, 매물재의 물리적 성질 및 성분, 재료를 다루는 방법, design에서 많은 개선이 있어 왔다. 그러나 이러한 개선에도 불구하고 도재의 파절은 아직도 여전히 발생되고 있다²⁾. 도재수복물의 구강 내에서의 파절의 원인은 부적절한 metal support, 파다한 도재의 두께, 기술적인 결합, 그리고 부적절한 교합 등이 있다³⁾.

도재파절시 몇몇 porcelain repair system이 통상적으로 사용되어지는데 이 system은 파절된 도재와 repair material(composite) 사이의 결합을 향상시키기 위해 silane coupling agent를 사용한다¹⁵⁾. Silane coupling agent는 결합촉진제로서 1960년대에 상품으로 소개되었고 점차적인 연구로 컴포짓 레진을

개발하여 응용이 확대되고 있다^{33, 35, 36)}.

그러나 컴포짓 레진은 구강에서 쉽게 마모되고, 시간이 지남에 따라 물리적, 화학적 변화가 일어나 심미적인 외양이 변하게 된다³¹⁾.

본 연구는 탈락된 도재전장주조관의 도재부 회복 방법으로서 porcelain laminate veneer를 이용하는 것도 하나의 좋은 회복 방법이라고 보아 그 기초 연구로서 금속면의 처리방법에 따른 도재전장주조관용 금속과 porcelain laminate veneer와의 결합강도를 측정하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 금속 시편 제작

도재를 접착시킬 금속 시편을 제작하기 위하여 두께 2mm, 직경 5mm의 stainless steel 주형을 만든 다음 분리재를 바르고 inlay wax로 wax pattern을 얻은 후에 18gauge wax로 강도측정시 사용될 직경 4mm의 고리를 부착하여 치과용 고온 인산염계 매물재(Hi-Temp, Whip Mix, U.S.A.)로 매물 후에 Ni-Cr계 비금속 합금(Rexillum III, Generic Gold co., U.S.A.)으로 통법에 의해 주조하였다.

주조된 시편은 #150 #400사포로 연마한 후에 15개씩 3군으로 나누어 다음과 같이 금속 피착면을 처리하였다.

1) 식각 처리

금속 피착면을 etching agent(G-CERA porcelain bonding system, G-C Co., Japan)로 5분간 식각하여 흐르는 물에서 1분간 수세한 후 건조하였다.

2) Sandblaster에 의한 기계적 처리

평균입자크기 50 μ m 산화알루미나를 40psi 압력으로 nozzle과 시편과의 거리 5mm를 유지하여 5초간 sandblaster(Cleanjet, YOSHIDA Co., Japan)로

sandblasting한 다음 초음파세척기로 3분간 세척 후에 건조시켰다.

3) Sandblaster에 의한 기계적 처리 및 식각 처리

금속 피착면을 평균 입자 크기 50 μ m 산화알루미늄으로 5초간 sandblasting하고 초음파 세척기로 세척 후에 건조시킨 다음 etching agent로 5분간 식각시키고 흐르는 물에서 1분간 수세한 후 건조시켰다.

2. 도재 시편제작

직경 10mm, 두께 2mm의 도재 시편을 제작하기 위하여 porcelain laminate veneer용매물재(G-C vest, G-C co., Japan)로 음형을 제작하였다.

이 매물재로 제작된 음형을 degassing하기 위하여 소환 소성로(YDF 1001, YOSHIDA Co., Japan)에 넣어 분당 7~8 $^{\circ}$ C의 속도로 증온시켜 700 $^{\circ}$ C까지 올린 후 다시 도재용 소성로(Mark III-MODULAR, NEY, U.S.A)로 옮겨 분당 50~60 $^{\circ}$ C로 1000 $^{\circ}$ C까지 올린 후에 5분간 계류시키고 실온까지 서서히 냉각시켰다.

도재의 축성은 laminate용 porcelain powder(G-C porcelain powder, G-C Co., Japan)를 이용하였는데 아래쪽에서부터 masking dentin층 0.4mm, dentin층 0.9mm, enamel층 0.5mm, 그리고 translucent층 0.2mm의 두께가 되도록 mechanical condenser를 이용하여 축성하였으며 잉여수분은 흡수지를 이용하여 제거하였다. 축성된 도재시편은 제조회사의 지시에 따라 소성로 입구에서 650 $^{\circ}$ C로 10~15분간 건조시킨 후 720~760mmHg 진공상태에서 분당 50~60 $^{\circ}$ C로 940 $^{\circ}$ C까지 올려 소성시켰으며 다시 소성로 입구에서 10~15분간 식힌 후에 꺼내서 서서히 냉각시켰다. 냉각된 시편은 기공용 bur를 이용하여 매물재를 제거한 후에 glazing하였다. 금속시편과 접착될 면은 #150, #400사포로 연마하고 5% 불화수소산으로 5분간 부식시켰으며 3분간 초음파세척기로 세척한 후 수세 건조시켰다.

3. 접착 및 결합강도 측정

도재시편의 접착면에 세척제(G-C CLEANER, G-C Co., Japan)를 면구에 묻혀 잘 닦은 후에 primer(G-C PRIMER, G-C Co., Japan)를 바르고 air syri-

nge로 건조시켰다. 이와 같이 처리된 금속 및 도재시편은 접착용 컴포짓 레진시멘트(G-C porcelain bond, G-C Co., Japan)를 사용하여 finger pressure로 접착시킨 후 여분의 시멘트는 면구로 제거하고 visible light curing instrument(White light, DOKUYAMA SODA, Japan)로 40초간 중합시켰다(Fig. 1). 중합은 2~3회 반복하여 시행하였으며 접착된 시편은 37 $^{\circ}$ C생리식염수에서 48시간동안 보관한 후에 Fig. 1과 같이 부속장치를 이용하여 도재부를 파지(把持)하고 결합강도 측정을 위해 만능시험기(Instron. Model 4201, U.S.A.)를 이용하여 분당 1mm의 cross head speed로 결합강도를 측정하였다(Fig. 2).

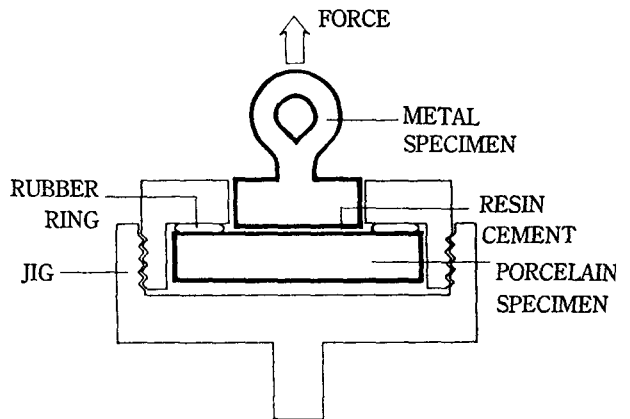


Fig. 1. Diagram of Test specimen

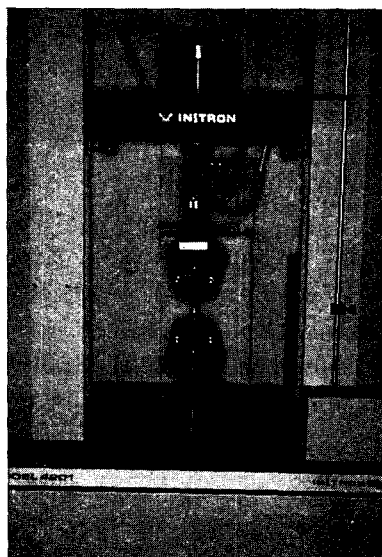


Fig. 2. Instron Universal Testing Machine

III. 연구성적

Sandblaster로 기계적 처리를 하고 etching 시킨 경우가 62.78kg/cm²으로 가장 높았으며 sandblasting만 한 경우가 39.02kg/cm²이었고 etching만 시킨 경우가 10.52kg/cm²로 가장 낮았다(Table 1, Fig. 3).

각 군간의 유의수준을 검정하기 위하여 ANOVA (일원변량분석)를 사용하여 99%의 유의 수준에서 검정한 결과 각 군간에 유사한 차이(p<0.01)를 보였다.

한편 시편이 탈락양상을 금속현미경(Olympus Model PME 3, Olympus optical Co., Japan)으로 관찰한 결과 탈락은 주로 금속과 레진 시멘트 사이에서 일어났다.

Table 1. Mean values of bonding strength

Surface treatment	(kg/cm ²)	
	Mean	S. D.
Etching	10.52	3.76
Sandblasting	39.02	9.54
Sandblasting+Etching	62.78	13.38

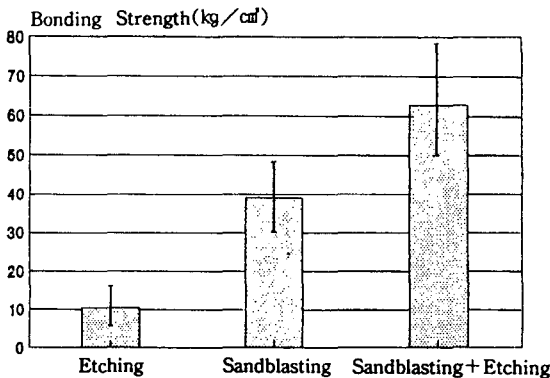


Fig. 3. Histogram of bonding strength

IV. 총괄 및 고찰

도재 수복물이 널리 사용되면서 부터 porcelain repair system의 필요성이 점차 증대되어 왔으며²⁴⁾ 많은 연구자들이 파절된 도재전장주조관이나 porcelain jacket crown의 repair system에 대하여 연구하였다^{25, 33, 39)}. 도재전장주조관의 파절시에는 over

casting, pin retained casting으로 수복하는 방법이 있으며 최근에는 컴포짓 레진을 사용하여 구강 내에서 직접 수복하는 방법도 사용되어진다^{2, 13, 46)}.

Newburg와 Pameijer³³⁾는 치과용 도재에 컴포짓 레진을 결합시키기전에 실란용액을 사용하면 유지력 등에 크게 증가시킬 수 있다는 것을 발견했다.

또, Semmelman과 Kulp⁴⁰⁾는 실란을 결합재로 평가하고 실란이 아크릴릭레진과 도재의치의 유지력을 증가시킨다고 보고하였다.

Simonsen과 Calamia^{6, 43)}는 불화수소산으로 porcelain laminate veneer을 부식처리함으로써 접합을 개선시켰고, Bertolotti¹⁴⁾ 등은 불산과 ADFgel 등을 도재면에 부식처리하여 결합력이 증가됨을 보고하였다.

이밖에도 Calamia⁷⁾, Horn²¹⁾, Simonsen과 Calamia⁴³⁾, 이⁴⁸⁾ 등이 불화수소산과 silane coupling agent의 처리방법을 porcelain laminate veneer에 도입시켜 임상응용이 가능한 결합력을 얻었다고 보고하였다.

Silane coupling agent의 분자식은 X-(CH₂)₃Si-(OR)₃로 이루어 졌는데 무기질과 유기질 양쪽에 화학결합을 할 수 있고¹⁵⁾ 도재에 흡착되어 표면을 변화시켜 줌으로써 물리화학적 과정을 통하여 상호결합의 촉진작용을 한다¹⁷⁾.

Silane coupling agent는 결합을 위하여 도재표면에 화학적인 처리를 하기 위하여 개발되어져 왔다^{2, 13, 14, 32, 34, 35)}. 최근에 실란 결합제가 함유된 불화수소산이 porcelain laminate system에 도입되었다^{5, 8, 9, 18, 19, 20, 21, 23)}.

Silane coupling agent가 함유된 불화수소산을 사용해서 얻어진 도재에 대한 컴포짓 레진의 결합력은 Calamia와 Simonson⁸⁾은 2078pai, Hsu²²⁾는 3485psi 라고 불화수소산을 도재식각제로 사용함으로써 도재표면의 microporosity를 증가시켜 기계적인 유지력을 증가시킨다^{20, 21, 33)}.

Calamia¹⁰⁾ 등은 5%, 7.5%, 10%의 불화수소산으로 2분 30초와 20분간 도재부식시결합강도를 비교연구해 보고했으며, Stangel⁴⁴⁾ 등은 컴포짓 레진을 부착시키기 위한 도재의 식각에는 20%의 불화수소산을 2분 30초간 적용시키는 것이 가장 적합하다고 보고하였다. Sheyth⁴¹⁾ 등과 Lacy³⁹⁾ 등은 도재의 내면 처리가 접착용 레진과의 결합강도에 미치는 영향을 보고하였다.

Cooly²¹⁾ 등은 금속과 4-META 함유 레진과 인산 ester계 레진의 결합강도를 비교하여 모두 도재의 결합력¹⁵⁾에 비해 금속과의 결합력이 낮았다고 보고한 바 있다. 본 실험에서도 시편 탈락양상이 주로 금속시편과 레진 시멘트 사이에서 일어났는데 이는 sandblaster로 금속피착면을 처리했음에도 불구하고 레진과 금속간의 결합강도가 레진과 도재의 결합강도보다 낮음을 의미한다.

금속이 동반된 도재전장주조관이 파절시 금속과 레진간의 결합력 개선을 위해 Cooly¹²⁾, Carpenter¹¹⁾, Jochen과 Caputo²⁸⁾, Lacy²⁹⁾, Shimizu⁴²⁾ 등은 diamond bur나 sandblaster를 이용하여 기계적 유지형태를 부여했으며 Livaditis와 Thompson³⁰⁾은 금속을 전해 부식 시켜서 유지를 얻었다고 보고했다.

1979년에 Tanaka⁴⁵⁾는 금속에 대하여 레진의 유지력을 증가시킬 목적으로 Ni-Cr-Cu합금을 pitting corrosion처리를 하였다. Ni-Cr계 합금에 대한 기계적 처리 방법으로 산화 알루미늄으로 sandblasting하는 방법이 있는 데 300 μ m와 50 μ m의 산화 알루미늄으로 sandblasting한 것이 300 μ m의 산화 알루미늄으로 처리한 것보다 미세한 요철구조를 얻었으며 4-META 함유 접착성 레진인 Super-Bond로 접착하여 결합강도를 측정된 결과 50 μ m의 산화 알루미늄으로 sandblasting 한 쪽이 약 2배의 결합강도와 내수성이 있는 것을 보여 주었다⁴⁷⁾.

본 실험에서 단지 etching한 군이 낮은 결합강도를 나타내었는데 이러한 결과는 산화 알루미늄으로 sandblasting하여 얻은 미세한 요철구조가 기계적인 유지력으로 작용하여 결합강도에 커다란 영향을 주는 것을 알 수 있다.

Porcelain laminate veneer와 레진 시멘트간의 결합강도를 살펴보면 sandblasting과 etching을 실시한 군과 sandblasting만 실시한 군이 단지 etching만 실시한 군보다 약 4~6배의 높은 결합강도를 나타내었는데 porcelain laminate veneer를 탈락된 도재전장주조관에 이용할 때는 반드시 sandblasting하는 것이 좋다고 사료된다.

또, 시편의 탈락양상이 금속현미경으로 보아서 대부분이 금속시편과 레진 시멘트 사이에서 일어났는데 이것은 불화수소산으로 처리된 도재시편과 레진 시멘트 사이의 결합력은 porcelain laminate veneer를 탈락된 도재전장주조관에 응용할 수 있을

만큼 충분한 결합력을 얻기 위해서는 보완이 필요하고 금속의 투영으로 인한 색조의 영향에 대하여 많은 연구가 진행된다면 porcelain laminate veneer가 심미적으로 우수하므로 임상적용에 활성화를 기할 수 있다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 탈락된 도재전장주조관의 수복방법으로서 porcelain laminate veneer의 임상적 이용에 보탬이 되고자 금속피착면 처리를 달리하여 porcelain laminate veneer를 레진 시멘트로 접착시켜 결합강도를 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Sandblasting시킨 후 etching시킨 경우가 sandblasting이나 etching을 단독으로 시킨 경우보다 높은 결합강도를 나타내었다.

2. Etching만 시킨 경우보다는 sandblasting만 시킨 경우가 높은 결합강도를 나타내었다.

3. 시편의 탈락양상은 주로 금속시편과 레진 시멘트 사이에서 일어났다.

REFERENCES

1. Babram Ghassemi Tray : Direct bonding to porcelain an in vivo study. Am J. Orthod, 76 : 80, 1979.
2. Barreto, M. T. and Bottaro, B. F. : A practical approach to porcelain repair. J. Prosthet Dent, 148 : 349-351, 1982.
3. Bello Antonio, J. et. al. : Bond strength and microleakage of porcelain repair material. J. Prosthet Dent, 54 : 788, 1985.
4. Bowen, R. L. : Properties of a silica-resin forced polymer for dental restoration. JADA, 66 : 57, 1963.
5. Boyer, D. B. and Chalkley, Y. : Bonding between acrylic laminate and composite resin. J. Dent Res, 61 : 489-492, 1982.
6. Calamia, J. R. : Etched porcelain facial veneers : A new treatment modality based on scientific and clinical evidence. N. Y. J. Dent, 53 : 255, 1983.
7. Calamia, J. R. and Simonsen, R. J. : Effect of cou-

- pling agents on bond strength of etched porcelain. *J. Dent Res*, 63 : 179, 1984.
8. Calamia, J. R. and Simonson, R. S. : Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. *AADR/IADR Abs.*, 925, 1986.
 9. Calamia, J. T., Vaidyanathan, J. and Hanberg, M. : Shear bond strength between acid etched Dictir™ and composite resin. *AADR/IADR Abs.*, # 79, 1984.
 10. Calamia, J. R., et al. : Shear bond strengths of etched porcelain. *J. Dent Res*, 65 : 296, 1985.
 11. Carpenter Michael, A. and Goodking Richard, J. : Effect of varying surface texture on bond strength of one nonprecious cerametalloy. *J. Prosthet Dent*, 42 : 86, 1979.
 12. Cooley Rodert, L. et. al. : Bond strength of resin to amalgam as affected by surface finish. *Quint Int*, 20 : 237-240, 1989.
 13. Dent, R. J. : Repair of porcelain fused to metal restoration. *J. Prosthet Dent*, 41 : 661-664, 1979.
 14. Dertolotti Raymond, L. et. al. : Adhesive monomers porcelain repair. *Int J. Prosthodontics*, 2 : 483, 1989.
 15. Diaz - Arnold, A. M., Schneider, R. L., and Aquilino, S. A. : Bond strengths of intraoral porcelain repair materials. *J. Prosthet Dent*, 61 : 305-309, 1989.
 16. Fairthrust, C. W. et. al. : Porcelain metal thermal compatibility. *J. Dent Res*, 60 : 815, 1981.
 17. Highton, R. M., Caputo, A. A., and Matyas, J. : Effectiveness of porcelain repair system. *J. Prosthet Dent*, 42 : 53, 1979.
 18. Hobo, S. and Iwata, J. : A new laminate veneer using a castable apatite ceramic material. II. The practical procedures. *Quint Int*, 16(8) : 509-517, 1985.
 19. Hobo, S. and Iwata, T. : A new laminate veneer technique by castable apatite ceramics. I. The practical consideration. *Quint Int*. 16(7) : 451-458, 1985.
 20. Horn, H. R. : A new lamination : The porcelain bonded to enamel. *N. Y. S. Dent. June/July*, 401-403, 1983.
 21. Horn, H. R. : Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. *DCNA*, 27 : 671, 1983.
 22. Hue, C. S. : Shear bond strength of resin to etched porcelain. *AADR/IADR Abs.*, # 1905, 1985.
 23. Ibsen, R. L. and Strassler, H. E. : An innovative method for fixed anterior tooth replacement utilizing porcelain veneer. *Quint Int*. 17(8) : 455-459, 1983.
 24. Jean Marc P. Ferrando. : Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials. *J. Prosthet Dent*, 50 : 44-50, 1983.
 25. Jochen, D. G. : Repair of fractured porcelain denture teeth. *J. Prosthet Dent*, 29 : 228, 1973.
 26. Jochen, D. G. and Caputo, A. A. : Composite resin repair of porcelain denture teeth. *J. Prosthet Dent*. 28 : 673, 1977.
 27. Jones, G. E., Bousman, L., and MaConnell, R. J. : Effect of etching technique on the clinical performance of porcelain veneers. *Quint Dent Tech*, 10 : 635-637, 1986.
 28. Krager Caller, S. R. and Joos, R. W. : Investigation of silane solution to repair fractured porcelain crowns. *J. Dent Res. (Abstract)*.
 29. Lacy, A. M. et. al. : Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite resin. *J. Prosthet Dent*, 61 : 291, 1988.
 30. Livadits, G. J. and Thomposon, V. P. : Etched castings improved retentive mechanism for resin bonded retainers. *J. Prosthet Dent*, 47 : 52, 1982.
 31. Loke, J. C. G. : A method of testing the wear properties of porcelain and human tooth enamel. Thesis, Indian University, 1976.
 32. Nayyar, A., Wenner., and Kincaid, J. : Bond strength of porcelain repair system. *AADR/IADR Abs.*, # 1294, 1985.
 33. Newburg, R. and Pameijer, C. H. : Composite resin bonded to porcelain with silane solution. *J. Am Dent Associ*, 96 : 288, 1978.
 34. Newman, G. V. : Bonding to porcelain. *I. C. O. Inc.*, 17 : 53-55, 1983.
 35. Nowlin, T. P., Barghi, N., and Norling, B. K. :

- Evaluation of the bonding of three porcelain repair systems.* J. Prosthet Dent, 46 : 516, 1981.
36. O'Brien, W.J. and Ryge, G. : An outline of dental materials and their selection. W. B. Saunders Co. Philadelphia, 1978.
 37. Paffenbarger George, C. et. al. : Bonding porcelain teeth to acrylic resin denture bases. JADA, 74 : 1018, 1967.
 38. Pedersen John, D. : Type III or IV gold alloy crowns with soldered porcelain fused to metal facing. J. Prosthet Dent, 43 : 634, 1980.
 39. Rehany, A., Zalkind, M., and Revah, A. : Repair of fractured porcelain jacket crowns with a composite resin. J. Prosthet Dent, 46 : 455, 1981.
 40. Semmelman, J.O. and Kulp, P.R. : Silane bond porcelain teeth to acrylic. J. Am Dent Associ, 76 : 69, 1968.
 41. Sheth, J., Jensen, M., and Tolliver, D. : Effect of surface treatment on etched porcelain bond strength to enamel. Dent Mater, 4 : 328-337, 1988.
 42. Shimizu, M., Nitta, Y., Nakajima, A. et. al. : Evaluation of various surface treatment for the maximum adhesion between a new resin cement three types of alloys. Dent Mater, 4 : 254-266, 1985.
 43. Simonsen, R.J. and Calamia, J.R. : Tensile bond strength of etched porcelain. J. Dent Res, 61 : 297, 1983.
 44. Stangel, I., Nathanson, D., and Hsu, C.S. : Shear strength of the composite bond to etched porcelain. J. Dent Res, 66 : 1460-1465, 1987.
 45. Tanaka T., Atsutz, M., Uchiyama, Y., Kawashima, I. : Pitting corrosion for acrylic resin facings. J. Prosthet. Dent, 42 : 282-2, 1979.
 46. Welsh Stephen, L. and Schwab Joel, T. : Repair technique for porcelain fused to metal restoration. J. Prosthet Dent, 38 : 61, 1977.
 47. 山下敦 : A dental adhesive and its clinical application, Quint publishing Co., 歯科接着性 レシンの基礎と臨床, Tokyo, 1983.
 48. 이종갑 : Etched porcelain laminate의 접합강도에 관한 연구, 대한치과 의사 협회지, 24 : 243, 1986.

-Abstract-

BONDING STRENGTH OF THE PORCELAIN LAMINATE TO Ni - Cr ALLOY

Seung - Lo Lee, D. D. S., Tai - Ho Jin, D. D. S., Ph. D.,
Jin - Keun Dong, D. D. S., Ph. D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to evaluate the bonding strength between porcelain laminate and Ni - Cr alloy in the various surface treatments of the bonding faces.

For this study the metal surface of specimens were treated : 1) etching only, 2) sandblasting only, and 3) sandblasting and etching.

The porcelain laminate were made and bonded to the metal specimens with light curing composite resin cement.

Instron testing machine was used to measure their bonding strength ; and the result was obtained as follows :

1. The bonding strength of the double treatment of the sandblasting and etching group was higher than that of the single treatment of sandblasting or the etching group.
2. The bonding strength of the sand blasting group was higher than that of the etching group.
3. The debonding were mainly occurred between the Ni - Cr alloy and the composite resin cement.