

라미네이트 도재와 복합레진 시멘트의 결합강도에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보철학교실

김성일 · 임호남 · 박남수

I. 서 론

전치부의 심미성을 회복하고자 각종재료를 이용한 라미네이트 수복법에 관해 많은 연구가 이루어져 왔다. 이러한 시술 방법으로는 1976년 Mouradian 등⁽¹⁾이 아크릴릭 전장을 산부식된 법랑질에 결합시키는 방법을 처음 소개한 이래, Faunce와 Myers⁽²⁾가 의치용 레진치아를 이용하는 방법을, Jordan 등⁽³⁾은 복합레진 전장을 치아에 접착시키는 방법을, Chalkley⁽⁴⁾는 기성 레진 제품을 이용하는 방법을, Ronk⁽⁵⁾와 Cheung 등⁽⁶⁾은 모형상에서 레진 라미네이트를 제작하는 방법을, 그리고 Elledge 등⁽⁷⁾은 구강내에서 레진 라미네이트를 만드는 방법을 소개하였다. 이처럼 초기에는 레진 라미네이트가 널리 사용되었으나⁽⁸⁾, 색조의 불안정, 변색, 변연누출, 파절, 그리고 마모등이 Boyer와 Chalkley⁽⁹⁾에 의해 지적되었고, Cannon 등⁽¹⁰⁾은 레진 라미네이트의 마모와 치태 침착을, 그리고 Walls 등⁽¹¹⁾과 Roberts⁽¹²⁾는 시간경과에 따른 결합강도저하는 관찰 보고하였다.

따라서 이러한 문제점을 극복하기 위하여 도재 라미네이트 술식이 1983년 Calamia^(13, 14)와 Horn⁽¹⁵⁾에 의해 발표되었는데, Calamia⁽¹³⁾가 소개한 술식에는 불화수소산을 이용하여 도재 내면을 산부식하는 방법과 실란을 이용하여 레진과 부식된 도재를 결합시키는 방

법이 포함되었으며, Calamia와 Simonsen⁽¹⁶⁾은 도재 라미네이트의 결합강도를 실험적으로 측정하여 구강 내에서 사용이 가능하다고 보고하였다.

그러나 이러한 도재 라미네이트 술식은 지대치 형태에 의한 유지력이 거의 없고, 대부분의 유지력을 광중합형 레진으로 부터 얻고 있다. 따라서 무기질 도재와 실란 그리고 유기질 레진간의 결합강도가 매우 중요하며 임상적 내구성을 결정짓는다고 할 수 있다.

이에 관해 Stangel 등⁽¹⁷⁾은 도재 라미네이트와 레진의 결합강도에 영향을 미치는 여러 요인중 도재내면의 산부식 정도가 결합강도에 가장 큰 영향을 미친다고 하였고, Sheth 등⁽¹⁸⁾과 Lacy 등⁽¹⁹⁾은 도재의 내면처리가 접착용 레진과의 결합강도에 미치는 효과를 관찰 보고하였으며, Tjan 등⁽²⁰⁾은 소성된 도재 라미네이트와 주조된 도재 라미네이트의 변연이 상아질위에 위치하는 경우에는 많은 누출이 있었다고 보고하였고, Nicholls⁽²¹⁾는 실란에 의한 결합강도의 증진을 관찰 보고한 바 있다.

국내에서는 이⁽²²⁾가 산부식시킨 도재 라미네이트와 화학중합레진의 접착강도를 측정 보고하였고, 조와 이⁽²²⁾는 도재 라미네이트를 산부식시키는 정도가 인산에 스텔계 시멘트와의 결합강도에 미치는 영향을 보고하였으며, 이와 계⁽²⁴⁾는 도재인공치와 광중합형 레진의 결합력을 연구하였고, 강과 양⁽²⁵⁾은 치아에 대한 도

재 라미네이트의 전단접착강도를 측정보고한 바 있다.

도재 라미네이트를 치아에 접착시킬때, 조사된 빛이 도재층을 통과하는 동안 광량의 변화가 나타날 수 있고, 레진의 기계적 성질이 변화될 수 있으며 이로 인한 결합력의 감소가 나타날 수 있을 것이다.

Strang 등⁽²⁶⁾은 도재 라미네이트 층에서 광원으로 부터 생성된 광량의 40% 내지 50%가 흡수될 수 있다고 밝히고 이러한 사실이 레진의 중합을 방해할 수 있음을 지적하였다. 이러한 빛의 흡수정도는 도재층의 두께에 의해서도 영향을 받을 수 있을 것이다. 이러한 사항에 착안하여 Blackman 등⁽²⁷⁾은 도재 라미네이트의 두께에 따라 레진의 비커스 경도가 영향을 받음을 확인하고 이는 광량의 감소에 따른 중합억제가 관찰된 것이라고 하였다.

平井 등⁽²⁸⁾의 연구에서, 도재 라미네이트 시술 1년 내지 4년후 검사한 바에 의하면, 도재의 파절 및 레진과의 분리 그리고 치수괴사가 문제점으로 지적된 바 있고, Tjan 등⁽²⁹⁾의 연구에서는 법랑질과 상아질의 변연 누출을 비교한 결과 상아질과의 결합은 아직 문제

점이 있는 것으로 시사되었다. 따라서 도재 라미네이트-레진-치아간의 결합은 도재-레진간의 결합강도와 레진-치아간의 결합강도가 별도로 측정되고 있다.

이와 같이 도재 라미네이트와 복합레진 시멘트의 결합강도를 측정한 많은 연구가 이루어졌지만, 도재층의 두께, 도재의 종류, 부식액의 종류, 광조사시간, 시간 경과 그리고 화학중합성분이 결합강도에 미치는 영향은 검토되어진 바 없다. 이에 본 연구에서는 이러한 요인들이 도재와 광중합 레진 및 이중중합레진의 결합강도에 미치는 영향을 관찰하고, 전자현미경으로 도재의 산부식된 내면과 결합강도 측정후 분리된 도재의 산부식 표면, 그리고 도재와 결합된 레진의 단면을 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

본 실험을 위하여 라미네이트용 도재는 G-Cera porcelain system(G-C international Co., Japan)

Table 1. Laminate porcelain and resin products used in this study.

Material	Code	Brand	Shade	Batch No.	Manufacturer
Laminate porcelain	T	G-Cera porcelain system	T1	T020281	GC Int., Japan
	E		E2	E190201	
	D		DA2	D020281	
	M		MDB2	M200201	
Light cured resin	GC	G-Cera bonding system	Universal	011171	GC Int., Japan
Dual cured resin	CP	Claparl	Universal	31001 (L)	Kuraray Co., Japan
			-	21001 (D)	
Dual cured resin	BS	Choice	B1	128189 (L)	BISCO Co., U.S.A.
			-	039300 (D)	

(L) : Light cured component in dual cured resin

(D) : Dual cured component in dual cured resin

을 택하였고, 각 도재의 종류에 따른 차이를 비교하기 위하여 투명층 도재중 T1, 법랑질 도재중 E2, 상아질 도재중 DA2 그리고 불투명 상아질 도재중 MDB2 색조를 각각 선택하였다.

결합강도의 비교를 위해 광중합형 레진 시멘트로 단순광중합형 레진(Light cured resin)과 광-화학 이중중합형 레진으로 G-Cera bonding system(G-C Int., Japan)을, 그리고 광-화학 이중 중합형 레진으로는 Clapearl(Kuraray Co., Japan)과 Choice adhesive system(BISCO Co., USA)을 택하였다(Table 1).

1. 시편제작

액과 혼합하지 않은 라미네이트 도재 분말을 내경 6mm의 유리관내에 주입한뒤 유리관의 상하를 외경 6mm 유리봉으로 막고 정하중 압축 시험기에서 55.6kg/cm²의 하중을 15분간 가하여 압축성형하였고, 분말 시편이 붕괴되는 것을 막기 위해 약 0.5cc의 도재형성액(Porcelain liquid, Kuraray Co., Ltd., Japan)을 모세관 원리로 주입하였다. 유리관으로 부터 제거된 높이 1cm 직경 6mm의 원주형 도재시편을 도재로(DM-501A, Shofu Co., Japan)로 옮겨, 490℃로 예열된 도재로에서 7분간 건조시킨 뒤 도재로의 도가니를 달고 620mmHg 진공하에서 분당 50℃의 속도로 940℃까지 가열하여 원주형 도재시편을 준비하였다. 소성된 도재 원주시편의 크기는 소성시 수축되어 직경 5.1mm 높이 8mm였다.

원주형 도재시편을 폴리에스터 레진내에 포매한뒤, 다이아몬드절단기(Isomet 11-1180, Buehler, USA)에서 0.5mm 두께가 되도록 절단하여, 직경 25mm 레진원판의 중앙에 직경 5.1mm의 도재원판이 들어 있는 상태의 시편을 준비하였다. 도재내면의 샌드블라스팅은 50 마이크론 알루미늄으로 행하였다(Pencil Jet, Yoshida Co., Japan).

도재내면을 불화수소산으로 산부식한 뒤에, 레진원판에 포매되어 있는 도재 원판에 내경 3.5mm 외경 10mm의 수용성 테이프를 마스크 테이프로서 부착하

고, 그위에 내경 3.5mm 외경 6mm 두께 1.5mm의 금속판을 얹은 뒤, 실란 결합재(Cosmotech primer, GC, Japan)을 도재표면에 도포하였고, 레진을 주입한뒤 유리관으로 압박하여 고정하였다. 이것을 뒤집어 반대쪽의 도재층으로 부터 광조사(Luxor, Imperial chemical industries, PLC, UK)하여 레진이 도재를 투과한 빛에 의해 중합되도록 하였다.

2. 결합강도 측정

레진시편이 부착되어 있지 않은 도재면을 시아노아크릴레이트로 직경 25mm의 원형 레진 블럭에 접촉시켜 시편하중장치에 고정이 가능하도록 한뒤, 37℃ 상대습도 100%의 항온습습기에 보관하였고, 강도측정기(Autograph IS-5100, Shimatzu, Japan)에서 분당 0.5mm의 속도로 하중을 가하여 전단 결합강도를 측정하여 단위 면적으로 환산, 시편의 결합강도로 하였다.

모든 실험에서 대조군으로 사용된 도재시편의 조건은 상아질 도재로 제작된 것으로 두께가 0.5mm였고, 도재내면만 샌드블라스팅 하였으며, 레진과의 결합시 산부식용액은 GC 도재부식액으로, 산부식시간은 60초로 하였고, 실란 결합재의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 80초로, 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로 하였다. 도재와 레진의 결합후 측정시간은 2시간후로 하였으며, 각 조건당 시편의 수는 3 내지 5개로 하였다.

(1) 광중합레진에서 도재층의 두께와 레진과의 결합강도

도재 라미네이트의 두께가 단순광중합레진(GC)과의 결합강도에 미치는 영향을 관찰하기 위하여, 도재층의 두께가 0.28mm 내지 1.23mm가 되도록 37개의 도재 원판을 만든뒤 각각의 두께를 두께측정기(Thickness gauge, Peacock Co., Japan)에서 10 μ 단위로 측정하고, 샌드블라스팅하였으며, 레진(GC)과

결합시 산부식용액은 GC도재 부식액으로, 산부식시간은 60초로 하였고, 실란 결합재의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 80초로, 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로 하였다. 도재와 레진의 결합후 측정시간은 2시간후로 하였으며 시편의 갯수는 37개였다.

(2) 광중합레진 및 이중중합레진에서 도재층의 두께와 결합강도

상아질 도재 두께가 0.5mm인 경우를 대조군으로 하여 이것보다 두껍거나 얇은 경우에 나타나는 결합강도를 관찰하기 위하여, 상아질 원주도재를 절단하여 원판형 시편을 제작할때 다이아몬드 절단기에 부착되어 있는 게이지로 도재의 두께가 0.3mm, 0.5mm, 0.7mm 그리고 1.0mm가 되도록 절단하여 4가지 두께의 도재원판을 준비한 뒤, 샌드블라스팅하였으며, 3종 레진과의 결합시 산부식용액은 GC 도재 부식액으로, 산부식시간은 60초로 하였고, 실란 결합재의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 80초로, 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로 하였다. 도재와 레진의 결합후 측정시간은 2시간후로 하였으며, 각조건당 시편의 수는 3 내지 5개로 하였다. 모두 12가지 조건의 결합강도를 비교하였다.

(3) 도재의 종류와 결합강도

상아질도재외에 투명질도재, 범랑질 도재, 그리고 불투명 상아질 도재등 도재의 종류에 따른 결합강도의 차이를 관찰하기 위해 4종류의 도재분말로 4종류의 원주형 도재 시편을 소성한뒤, 시편 두께가 0.5mm가 되도록 절단하여, 3종류의 레진과 결합시켰다. 도재의 내면은 샌드블라스팅하였으며, 레진과의 결합시 산부식용액은 GC 도재 부식액으로, 산부식시간은 60초로 하였고, 실란 결합재의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 80초로, 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로

하였다. 도재와 레진의 결합후 측정시간은 2시간후로 하였으며, 각 조건당 시편의 수는 3 내지 5개로 하였다. 모두 12가지 조건의 결합강도를 비교하였다.

(4) 산부식액의 종류와 결합강도

산부식액의 종류에 따른 차이를 관찰하기 위해서, 두께 0.5mm 상아질 도재 내면을 샌드블라스팅한 뒤, GC 도재 부식액, BISCO 도재부식액 그리고 도재 수리에 사용되는 인산(Clearfil Repair Kit, Porcelain etching solution)도재 부식액을 이용하여 각각 60초간 산부식시킨 뒤 3종류의 레진과 결합시켜 9가지 조건의 결합강도를 비교하였다. 실란 결합재의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 80초로, 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로 하였다. 도재와 레진의 결합후 측정시간은 2시간후로 하였으며, 각 조건당 시편의 수는 3 내지 5개로 하였다. 모두 9가지 조건의 결합강도를 비교하였다.

(5) 광조사시간과 결합강도

광조사기로 40초 광조사군, 80초 광조사군, 120초 광조사군으로 나누어 3가지 종류의 레진을 접착시켜 9가지 군의 결합강도를 측정함으로써 광조사시간에 의한 효과를 검토하였다. 모든 조건에서 도재시편의 조건은 상아질 도재로 제작된 것으로 두께가 0.5mm였고, 샌드블라스팅하였으며, 레진과의 결합시 산부식용액은 GC 도재 부식액으로, 산부식시간은 60초로 하였고, 실란 결합재의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 40초, 80초, 혹은 120초로 하였다. 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로 하였다. 도재와 레진의 결합후 측정시간은 2시간후로 하였으며, 각 조건당 시편의 수는 3 내지 5개로 하였다. 모두 9가지 조건의 결합강도를 비교하였다.

(6) 시간 경과와 결합강도

대조군의 시편은 2시간후에 결합강도를 측정하였으나, 레진의 결합강도는 시간 경과에 따라 변화할 것이라고 사료되어 1종의 도재에 대한 3가지 레진의 결합강도를 40분, 2시간 그리고 1일후에 각각 측정하여 시간 경과에 따른 결합강도의 변화 9가지를 비교하였다. 모든 조건에서 도재시편의 조건은 상아질 도재로 제작된 것으로 두께가 0.5mm였고, 샌드블라스팅하였으며, 레진과의 결합시 산부식용액은 GC 도재 부식액으로, 산부식시간은 60초로 하였고, 실란 결합제의 건조시간은 실온에서 10분으로 하였으며, 광조사시간은 80초로, 광조사기와 시편간의 거리는 셀루로이드판 1매의 두께(약 0.1mm)로 하였다. 도재와 레진의 결합 후 측정시간은 40분후, 2시간후, 혹은 24시간후로 하였으며, 각 조건당 시편의 수는 3 내지 5개로 하였다. 모두 9가지 조건의 결합강도를 비교하였다.

(7) 이중중합 레진의 자가중합정도

광-화학 지중중합형인 경우(CP와 BS)에는 화학중합형으로서의 능력을 가진다고 생각하여, 빛을 조사하지 않고 빛을 차단한 상태에서 37℃의 온도에 1일간 보관한뒤 결합강도를 측정하여 그 결과를 빙을 조사하여준 균의 결과와 비교하였다.

(8) 화학중합성분과 결합강도

단순 광중합형 레진(GC)에 화학중합형 성분(Dual cured paste, Clapearl Co., Japan)을 1 : 1로 첨가하여 준 경우(GC+)와 이중 중합형 레진(CP와 BS)으로부터 화학 중합형 성분을 혼합하지 않고 단순 광중합형으로만 사용하였을 경우(CP-와 BS-)의 결합강도를 측정하여 비교하였다.

3. 주사전자현미경적 관찰

결합강도 측정에 사용되는 도재시편의 내면처리 과정에 따른 도재내면의 변화를 관찰하기 위하여 상아질 도재로 원주형 시편을 제작하여⁽¹⁾ 다이아몬드 절단기로 절단한 때의 도재 내면과⁽²⁾ 다이아몬드 절단기로 절단된 도재 내면을 주수하에서 60번 emery paper로 연마한 도재의 내면 그리고⁽³⁾ 다이아몬드 절단기에서 절단된 도재 내면을 샌드블라스팅한 경우의 도재내면과⁽⁴⁾ 샌드블라스팅한 후 불화수소산으로 60초 동안 산부식시킨 도재내면,⁽⁵⁾ 불화수소산으로 60초 동안 산부식시 얻어진 도재내면요철의 측면,⁽⁶⁾ 불화수소산으로 120초동안 산부식한 경우의 도재 내면을 준비하였다.

실란처리가 도재의 레진 사이에 형성되는 미세틈새에 미치는 영향을 관찰하기 위하여⁽⁷⁾ 불화수소산으로 60초동안 산부식시킨 뒤, 실란처리를 하지 않고 도재와 레진을 결합시켰고, 다이아몬드절단기로 도재와 레진의 단면이 노출되도록 절단하였으며,⁽⁸⁾ 불화수소산으로 60초 동안 산부식시킨 뒤, 실란처리를 행하고 도재와 레진을 결합시켜 역시 다이아몬드 절단기로 도재와 레진의 단면이 노출되도록 절단하여 도재와 레진의 단면을 관찰하기 위한 시편을 준비하였다.

결합되었던 도재와 레진이 분리된 표면에서 나타나는 현상을 관찰하기 위하여, 결합강도 측정시 분리된 도재와 레진의 시편을 관찰하였고, 그중⁽⁹⁾ 레진 태그가 관찰되는 경우,⁽¹⁰⁾ 도재 내면에 크랙이 형성된 경우와⁽¹¹⁾ 파절된 레진이 산부식된 도재 내면에 함몰되어 있는 경우등의 시편을 준비하였다.

준비된 모든 시편을 백금증착하고 전자현미경(Hitachi S-430, Japan)에서 10Kv로 관찰하였다.

III. 실험성적

1. 도재와 레진의 결합강도

(1) 광중합레진에서 도재층의 두께가 레진과의 결합강도에 미치는 영향

Fig. 1은 상아질 도재 두께의 증가에 의해 단순광중합형 레진(GC)의 결합강도가 감소하는 것을 보이고 있다. 도재 두께가 0.28mm 내지 0.31mm인 경우에는 101.3kg/cm² 내지 219.2 kg/cm² 정도의 결합강도를 나타내었으나 도재의 두께가 1.08mm를 초과하는 경우에는 22.9 kg/cm² 내지 99.8 kg/cm²의 결합강도를 보

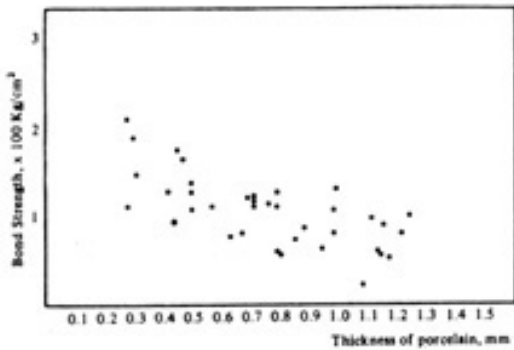


Fig. 1. The inverse relationship between the porcelain thickness and the bond strength of light cured resin. As the rising of the porcelain thickness, the bond strength measured between resin and porcelain is decreased gradually.

여 최대 결합력을 보인 219.2 kg/cm²에 비해 약 1/2 이하의 감소효과를 나타내었다.

(2) 광중합레진이나 이중중합레진에서 도재층의 두께가 결합강도에 미치는 영향

그러나 Fig. 1에 있는 것은 단순 광중합형 레진(GC)에 국한된 것으로서 이러한 현상이 이중중합방식(CP와 GC)에서도 적용이 되는가를 알기 위해 비교한 것

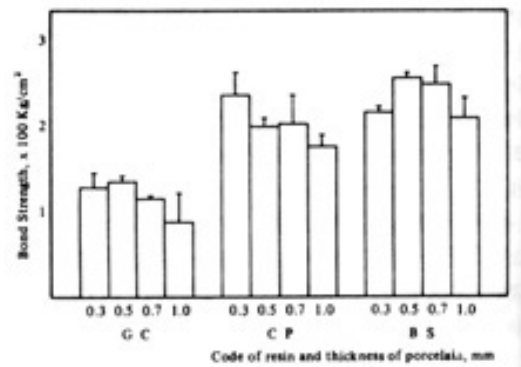


Fig. 2. Porcelain thickness and bond strength. This is a graph to compare the changes of bond strength of light cured resin and dual cured resin by the thickness porcelain. Light cured resin GC and dual cured resin CP show the decreased bond strength by the increased porcelain thickness. It may be caused by the reduced transmission of the light through the porcelain disc. However another dual cured resin BS to not show the decreased bond strength even though the thickness is increased.

Table 2. Effects of porcelain thickness to bond strength.

	Porcelain Thickness : mm			
	0.3	0.5	0.7	1.0
GC	127.9(16.5)	118.2(5.7)	112.2(4.4)	86.8(33.3)
CP	233.3(26.8)	196.5(10.5)	200.3(33.8)	173.4(17.2)
BS	212.8(8.8)	253.0(6.0)	248.7(21.5)	205.0(27.3)

Unit : Kg/cm²

Parentheses indicate the standard deviation.

이 Table 2와 Fig. 2이다. GC의 경우 도재 두께가 0.3mm, 0.5mm, 0.7mm 그리고 1.0mm로 증가함에 따라 각각 127.9 kg/cm², 118.2 kg/cm², 112.2 kg/cm² 그리고 86.8 kg/cm² 순으로 결합강도가 감소하여 Fig. 1과 같은 효과를 보였으며, 이중중합형 레진중 CP도 각각 233.3 kg/cm², 196.5 kg/cm², 200.3 kg/cm² 그리고 173.4 kg/cm²으로 결합강도의 감소를 보였다. 그러나 BS는 도재두께의 증가에 따라 각각 212.8 kg/cm², 253.0 kg/cm², 248.7 kg/cm² 그리고 205.0 kg/cm²로 나타났다.

(3) 도재의 종류가 결합강도에 미치는 영향

Table 3과 Fig. 3은 도재 두께가 0.5mm로 같을 경우 투명질, 법랑질, 상아질, 그리고 불투명 상아질 도

재 종류에 따른 효과를 비교한 것이다. 단순 광중합형인 GC는 투명질 도재에서 125.8 kg/cm² 법랑질 도재에서 126.8 kg/cm² 상아질 도재에서 92.9 kg/cm²를 보인 반면 불투명 상아질 도재에서는 70.7 kg/cm²로 현저한 차이를 보였다. 이중중합형인 CP의 경우 역시 각각 1567.3 kg/cm², 160.1 kg/cm², 149.0 kg/cm²를 보인 반면 불투명 상아질 도재에서는 120.6 kg/cm² 정도의 결합강도를 보여 GC레진보다 큰 결합력을 보이거나 전체적인 변화는 유사하였다. 그러나 이중중합형중 BS는 도재의 종류에 거의 영향을 받지 않아 투명질도재에서 126.8 kg/cm² 법랑질도재에서 232.9 kg/cm² 상아질도재에서 157.3 kg/cm² 그리고 불투명 상아질도재에서 211.8 kg/cm²을 보였다.

Fig. 3. Bond strengths of GC and CP composite resin cements to various porcelain discs were decreased as the order of translucent porcelain(T), enamel porcelain(E), dentin porcelain(D) and then masking dentine porcelain(M) with the lowest bond strength. If these cements(GC, CP) are used under masking porcelain layer, it is hard to get the optimal bond strength because of low degree of polymerization. However another dual cure type composite resin BS did not show the same effect, and bond strength was increased to masking porcelain.

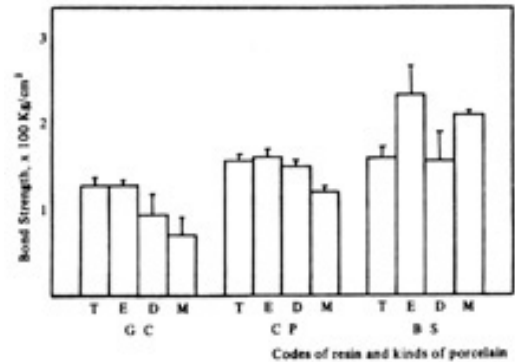


Table 3. Effects of the kind of porcelain powder to the bond strength.

	Kinds of Porcelain Disc			
	T	E	D	M
GC	125.8(11.4)	126.8(7.2)	92.9(23.9)	70.7(20.0)
CP	156.3(6.2)	160.1(10.5)	149.0(5.7)	120.6(5.5)
BS	126.8(14.5)	232.9(32.4)	157.3(33.8)	211.8(4.2)

Unit : Kg/cm²

Parentheses indicate the standard deviation.

T: Translucent porcelain disc.

E: Enamel porcelain disc

D: Dentin porcelain disc.

M: Masking porcelain disc.

(4) 산부식액의 종류가 결합강도에 미치는 영향

Table 4와 Fig. 4는 산부식액의 종류가 결합강도에 미치는 영향을 검토한 것으로서 GC 레진의 경우 GC 산부식액에 대해 123.0 kg/cm²의 결합강도를 보였고 BS 산부식액에 대해서는 151.8 kg/cm²를 그리고 인산 산부식액에 대해서는 120.9 kg/cm² 정도의 결합강도를 보였다. 이중중합레진 CP는 GC 산부식액에 대해 230.1 kg/cm²를 그리고 BS 산부식액에 대해 238.8 kg/cm²를 보였으나 인산 산부식액에 대해서는 170.9

Table 4. Effects of etching agent to the bond

	Etching Agent		
	GC	BS	PA
GC	123.0(16.1)	151.8(27.5)	120.9(49.4)
CP	230.1(76.9)	238.8(61.1)	170.9(11.4)
BS	211.1(55.3)	259.6(54.9)	165.0(4.6)

Unit : Kg/cm²

Parentheses indicate the standard deviation.

Etching agent GC and BS are hydrofluoric acid.

Etching agent PA is a mixture of phosphoric acid and nitric acid.

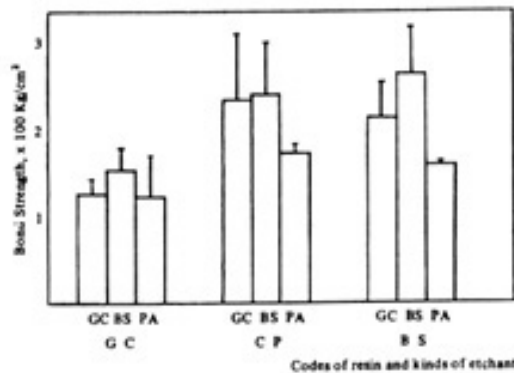


Fig. 4. Effects of the etching agents on the bond strength. Generally hydrofluoric acid etchants(GC, BS) showed the higher bond strength than the results by the phosphoric acid etchant(PA for porcelain repair). Phosphoric acid etchant showed the lower bond strength to dual cured resins(CP, BS).

kg/cm²으로 현저히 낮은 결합강도를 보였으며, 다른 이중중합레진인 BS의 경우도 GC 산부식액에 대해서 211.1 kg/cm² 그리고 BS 산부식액에 대해서 259.6 kg/cm²를 보인 반면 인산 산부식액에 대해서는 165.0 kg/cm²으로 CP 레진과 비슷한 수치를 보여 인산 산부식액이 이중중합형 레진에 대해 결합강도가 낮음을 보였다.

(5) 광조사시간이 결합강도에 미치는 영향

Table 5와 Fig. 5는 광조사시간에 의한 효과를 관찰한 것으로서 광조사시간이 40초 80초 그리고 120

Table 5. Effects of time for the illumination to strength, the bond strength.

	Illumination Time, sec.		
	40	80	120
GC	76.6(8.6)	118.2(5.7)	119.9(12.4)
CP	113.0(20.2)	196.5(10.5)	213.8(24.7)
BS	193.0(1.5)	253.0(6.0)	239.2(13.7)

Unit : Kg/cm²

Parentheses indicate the standard deviation.

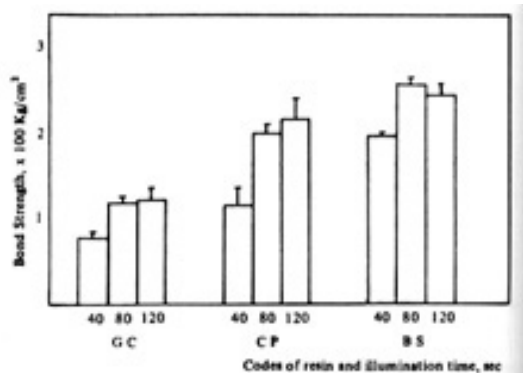


Fig. 5. Effects of time for illumination on the bond strength of resin cements. Differences were not exist between the illumination time of 80 seconds and 120 seconds, so clinically 80 seconds illuminations are sufficient for bonding resin and for patient conveniences. But the shortened illumination time showed a lowered bond strength.

초 증가함에 따라 GC 레진은 각각 76.6 kg/cm², 118.2 kg/cm², 119.9 kg/cm²로 증가하였고, CP는 각각 113.0 kg/cm², 196.5 kg/cm², 213.8 kg/cm²로 증가하였으며, BS는 각각 193.0 kg/cm², 253.0 kg/cm² 그리고 239.2 kg/cm²로 변화였다. 대부분의 경우에 있어 80초와 120 초간에는 큰 차이가 없었다.

(6) 시간 경과에 따른 결합강도의 변화

시간 경과에 따라 레진의 결합강도가 변화하는 양상이 Table 6과 Fig. 6에 나타나 있다. 40분과 2시간 그리고 1일후 측정된 결과는 GC의 경우 각각 92.9 kg/

Table 6. Time dependent bond strength increase pattern.

	Measurement Time, Hour		
	0.6	2	24
GC	92.9(23.9)	118.2(5.7)	123.0(16.1)
CP	149.0(5.7)	196.5(10.5)	230.1(76.9)
BS	157.3(33.8)	253.0(6.0)	211.1(55.3)

Unit : Kg/cm²
Parentheses indicate the standard deviation.

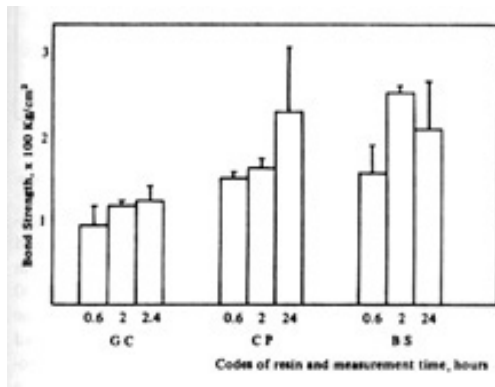


Fig. 6. Comparison of increasing pattern of bond strength for each composite resin cement by time. Composite resin cements GC and CP display the increasing pattern of bond strength by the delayed time of measurement. In this experiment the duration to get a maximum bond strength were not measured, but for the term of this experiment GC and CP resin cements show the continuous increasing pattern of bond strength.

cm², 118.2 kg/cm², 123.0 kg/cm²으로 미약하게 증가하였으나, 이중중합형인 CP의 경우 각각 149.0 kg/cm², 196.5 kg/cm², 230.1 kg/cm²으로 현저히 증가하였고, BS의 경우는 각각 157.3 kg/cm², 253 kg/cm², 239 kg/cm²로 초기에 증가한 후에는 낮아지는 것으로 나타났다.

(7) 이중중합 레진의 자가중합정도

이중중합형 레진은 광조사를 하지 않아도 중합이 이

Table 7. Comparison of autopolymerization for dual cured resin.

	Polymerization Method	
	LC	AC
CP	230.1(76.9)	173.3(23.2)
BS	211.1(55.3)	206.6(12.5)

Unit : Kg/cm²

Parentheses indicate the standard deviation.

Polymerization LC is a condition of light curing.

Polymerization AC is a condition of autopolymerization without light.

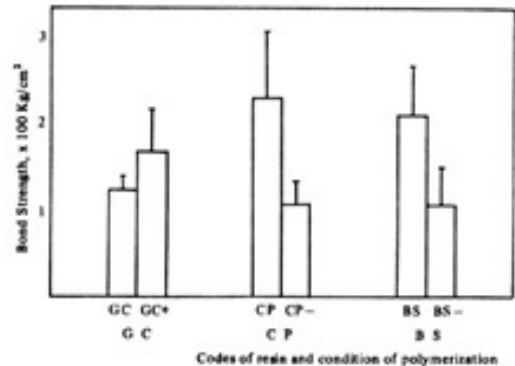


Fig. 7. Degree of chemical cure occurred in the dual cure type resin named as CP and BS. In a graph, it is shown that a high bond strength can be obtained without light. LC means a polymerization condition of light cured and AC means a condition of autopolymerization without light.

루어져 어느 정도의 결합강도를 나타내었다. Table 7 과 Fig. 7에 나타나 있는 바와 같이 이중중합형 레진 중 CP는 광조사를 한 경우 230 kg/cm²을 보인 반면 광조사를 하지 않아도 173.3 kg/cm²의 결합강도를 보여, 광조사를 하지 않아도 광조사를 한 경우 얻을 수 있는 결합강도에 비해 75%의 결합강도를 보였으며, BS의 경우는 광조사를 한 경우 211.1 kg/cm²을 보인 반면 광조사를 하지 않은 경우도 206.6 kg/cm²의 결합강도를 보여 광조사를 하지 않아도 광조사를 한 경우 얻을 수 있는 결합강도에 비해 98%의 결합강도를 보였다.

(8) 화학중합성분이 결합강도에 미치는 영향

전반적으로 이중중합 레진이 높은 결합강도를 나타내는 것으로 되어 있으나, Table 8과 Fig. 8에 보이는 바와 같이 이중 중합 레진의 혼합재료중 화학중합성분을 혼합하지 않았을 경우는 CP가 106.7 kg/cm², BS가 107.8 kg/cm²고 서로 비슷한 결합강도를 보였고 단순 광중합형인 GC의 123.0 kg/cm²에 비해 오히려 적은 수치를 보였다. 반대로 GC 단순 광중합 레진에 화학중합레진을 혼합한 경우는 165.3 kg/cm²를 보여 현재

히 강도가 증가하였다. 따라서 아직은 광중합레진의 기계적 성질이 우수하다고 할 수 없으며 화학중합형에 의존하고 있다고 할 수 있다.

2. 주사전자현미경의 관찰

Photo 1에 있는 것은 다이아몬드 절단기에 의해 절단된 상아질 도재의 내면으로서 다이아몬드에 의해 얻어진 미약한 거칠음을 보이고 있으며, 소성시 도재내에 형성된 기포가 절단시에 생긴 부스러기에 의해 메꾸어져 있다. Photo 2는 600번 emery paper에 의해 연마된 상아질 도재의 표면으로서 활택한 표면과 함께 기포가 노출되어 있었다. Photo 3은 샌드블라스트 된 상아질도재 내면의 모습으로 불규칙한 표면이 형성되

Table 8. Changes of bond strength without orith chemical cured resin.

GC	GC	GC+
	123.0(16.1)	165.3(50.0)
CP	CP	CP-
	230.1(76.9)	106.7(25.0)
BS	BS	BS-
	211.1(55.3)	107.8(42.7)

Unit : Kg/cm²

Parentheses indicate the standard deviation.

GC+ means the mixture of light cured resin plus chemical component.

CP- means the dual cured resin without chemical component.

BS- means the dual cured resin without chemical component also.

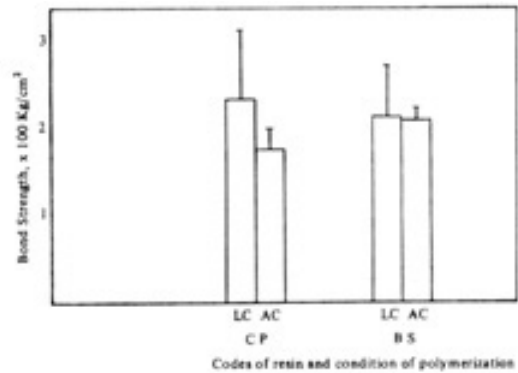


Fig 8. Effects of addition of chemical cure component on the bond strength. The dual cured composite resin consist of the light cured resin and the chemical cured resin that is mechanically strengthened. So by theremoval of the chemical cured component from dual cured resin, the bond strength and mechanical properties will be changed and the comparison between the resin systems will be possible. In this experiment, without chemical cured component the bond strength of light cured resin and dual cured resins are almost same.(GC:GC light cured resin only, GC+:GC light cured resin + CP chemical cured resin, CP:CP dual cured resin, CP-:CP light cured resin only without chemical cured component, BS:BS dual cured resin, BS-:BS light cured resin only without chemical cured component)

어 있다. Photo 4는 불화수소산으로 60초 동안 산부식시킨 모습으로서 불규칙한 표면이 형성되어 있음을 보이고 있고 산부식이 더 많이 이루어진 부위는 유리상 조직이 있는 부위이다. Photo 5는 산부식된 표면을 측면에서 관찰한 것으로서 요철이 명확히 나타나 있다. Photo 6는 120초동안 과도하게 산부식시킨 표면이다. 과도하게 산부식이 이루어져 표면의 초철이 감소하고 있다. Photo 7은 실란처리를 하지않은 도재와 레진의 결합부를 절단한 모습으로서 수마이크론에 이르는 틈새가 형성되어 있고, 우측에 필러가 나타나 있다. 이에 비하여 Photo 8는 실란을 도포하여준 절단면의 모습으로서 전혀 틈새가 형성되지 않았다. Photo 9에는 도재로부터 분리된 레진의 표면에 도재로부터 빠져 나온 레진태그의 모습이 보이고 있다. Photo 10는 도재와 레진의 분리시 도재의 응집성 파절에 의해 도재에 균열이 생긴 모습이다. Photo 11은 도재의 산부식된 요철내에 레진이 함몰되어 있었다.

IV. 총괄 및 고안

레진 라미네이트의 단점을 보완하기 위해 1983년 Horn⁽¹⁵⁾이 도재를 이용하는 방법을 소개한 이래 다양한 적용중에 도재 라미네이트 술식이 이용되고 있다. 도재 라미네이트 제작은 백금박을 이용하는 방법과 내화성 매물재를 이용하는 방법이 있다⁽²⁸⁾. 그러나 이들 간에 큰 결합강도의 차이가 없는 것으로는 보고되고 있으며, Tjan과 Nemetz⁽²⁹⁾가 비교한 연구에 따르면, 동일한 조건으로 산부식을 한 경우 소성 라미네이트가 주조 라미네이트에 비하여 더 큰 결합강도를 나타내는 것으로 보고한 바 있다.

도재와 레진의 결합에는 실란을 이용한 화학적 결합과 표면의 거칠기를 이용한 기계적 결합 모두 이용되고 있다. Photo 4에서 불화수소산은 도재의 표면에 미세한 요철을 만들어 기계적인 결합을 얻도록 하고 있다. 그러나 불화수소산이 가지는 위험성 때문에 도재의 산부식에는 인산이 함께 검토되어 왔다. Pratt 등⁽³⁰⁾의 연구에서 불화수소산과 인산에 의한 결합강도를 비교하였는바 큰 차이를 인지할 수 없다고 하였으나,

본 실험에서는 Fig. 4에 보이는 바와같이 인산을 이용한 경우 광중합형 레진은 결합강도의 감소를 보이지 않았으나, 이중중합형레진에서는 현저한 결합강도의 감소를 관찰할 수 있었다.

Stangel 등⁽¹⁷⁾의 연구에서 불소산의 농도가 52%인 경우 유리화 조직의 선택적인 용해가 일어난다고 하였는데, 본 연구에서도 Photo 4에서 50%시판 불화수소산에 의해 도재의 산부식이 유리화 조직에 선택적으로 일어나 그들의 연구와 일치하였다. 불화수소산의 농도가 미치는 영향은 5%부터 30%까지 증가시키는 경우 결합강도는 정비례관계를 가지고 증가하는 것으로 보고되었으며, 산부식시간은 60초가 최적의 것으로 보고되어있다⁽²⁷⁾.

최근에는 1.23% APF(acidulated phosphate fluoride)가 비교되고 있다^(31, 33). APF는 sodium fluoride와 orthophosphoric acid의 혼합물로 제조되며, 동일한 시간동안 산부식하는 경우 결합강도는 불화수소산에 비하여 절반정도인 것으로 보고되고 있다^(19, 32).

인산을 이용한 레진의 결합을 측정할 실험⁽³⁴⁾의 결과에 의하면 27kg/cm² 내지 160 kg/cm²의 결합강도를 보인 반면, 본 실험에서는 120 kg/cm² 내지 170 kg/cm²의 결합강도를 보였다. 인산으로 산부식하여 결합강도를 측정할 Diaz-Arnold 등⁽³⁴⁾의 실험에서는 도재의 응집성 파절이 관찰되지 않았으며, 미약한 결합강도를 보였다고 보고하였다.

도재와 레진은 화학적 결합이 불가능하였기 때문에 이들의 결합방법으로 시아노아크릴레이트와 아크릴릭 레진이 우선 검토되었으나, 기계적 성질의 취약성과 열팽창계수의 차이때문에 임상적으로 이용되지 않고 있으며^(35, 36), 그후 1963년 Bowen⁽³⁷⁾이 organosilane을 소개하면서 도재와 레진간의 화학적 결합이 가능해졌다. 그후 실란의 개선에 관하여 연구가 이루어져⁽³⁸⁾ 의치용 도치와 레진의 결합에 적용되었고, 도재의 파절시 레진 부착에 이용케 되었다^(39, 40).

실란 결합제의 일반적 분자식은 X-(CH₂)₃ Si-(OR)₃로 이루어져 있으며, 무기질과 유기질 양쪽에 화학 결합을 형성할 수 있다⁽³⁴⁾.

실란 효과에 관하여는 실란을 매개체로 하여 도재와

아크릴릭의 결합강도^(39, 41, 42) 그리고 도재와 복합 레진 간의 결합강도^(43, 44)가 측정된 바 있으나, 그러나 이러한 실란은 금속의 표면과는 결합을 하지 않는다는 것이 밝혀져 파절된 도재 전장 금속 구조관의 레진의 결합에는 아직도 표면을 거칠게 하는 방법이 이용되고 있다^(34, 44).

치과용 실란으로는 γ -MPTS(γ -Methacryloxy-propyl-trimethoxy-silane), VS(Vinyltrichloro-silane), γ -GPTS(γ -Glycidoxo-propyl-trimethoxy-silane), AMDS(n - β , γ -aminopropyl-methyl-dimethoxy-silane) 그리고 ATS(n - β , γ -aminopropyl-trimethoxy-silane) 등이 이용된다⁽³¹⁾. 이중 현저히 높은 결합강도를 보이는 것이 γ -MPTS와 VS이기 때문에 주로 시판 상품에서는 이것들이 결합제로 공급되고 있다.

실란에 의해 도재의 표면에는 레진의 피막이 형성되기 때문에 수복물의 시적시 타액에 의해 오염이 되어 도재의 표면을 불화수소산으로 다시 산부식할 필요 없이 인산으로 오염물질을 제거하여도 레진의 피막은 인산에 의해 영향을 받지 않으며, 결합강도에 영향을 미치지 않음이 Nicholls⁽²¹⁾에 의해 밝혀졌다.

Diaz-arnold⁽³⁴⁾의 연구에서는 도재와 레진의 결합강도가 시간의 경과에 의해 감소하였다고 하였으나, Ferrando 등⁽⁴⁵⁾의 연구에서는 시간의 경과에 의해 증가하였다고 하고 실험 방법의 차이로 이를 설명하고자 하였다. 본 실험에서는 Table 6과 Fig. 6에 보이는 바와 같이 시간의 경과에 따라 증가하였다.

Cochran 등⁽⁴⁶⁾의 연구에서는 레진과 도재의 결합강도가 시간의 경과에 따라 증가함이 관찰 보고 되었는데, 이후 Pratt 등⁽³⁰⁾은 이를 반복 실험하여 시간의 경과에 따라 실란의 결합강도가 증가함을 다시 관찰하고 이러한 결합강도 증가의 원인이 실란의 가수분해(hydrolysis) 및 중합(polymerization)에 의한 것이라고 설명하였다. 가장 최근 연구인 숙井⁽³¹⁾은 실란의 가수분해시 생기는 물을 제거하여 주면 중합반응의 속도가 빨라져 결합강도의 증진을 얻을 수 있다고 주장하였고, 물을 제거하여 주는 방법으로는 가열건조법을 소개하였다. 따라서 본 실험에서도 실란을 도포한후 100℃ 내지 200℃ 온도로 가열 건조하여 주면 상당한

결합강도의 증진을 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 최근 소개되는 실란 대체제로는 4-MET를 이용하고자 하고 있으나 아직 그 결합강도는 보고되고 있지 않다⁽³¹⁾.

Bailey⁽²⁸⁾의 연구에 의하면, 도재와 레진간의 결합에는 매우 큰 편차가 존재하기 때문에 자신이 선택한 재료들간의 결합강도에는 통계학적으로 유의한 차이가 없다고 하였다.

본 실험에서는 이중중합형 레진의 편차가 매우 큰 것으로 나타나 있다. 이와 유사한 현상은 혼합형레진의 경우 기포의 유입으로 인하여 나타난다는 보고가 있었다⁽³⁸⁾.

Nicholls⁽²¹⁾에 따르면 좀더 두께가 얇은 레진의 층을 부여하여 결합강도를 측정할 수 있다면 얇은 레진의 피막에는 그만큼 결손 부위나 기포부위가 감소하게 될 것이므로 편차가 줄어들고 동시에 증가를 기대할 수 있다.

도재와 레진의 열팽창계수는 서로 차이가 크기 때문에 열변화를 가하는 것은 결합강도에 치명적인 악영향을 미친다. Pratt 등⁽³⁰⁾의 연구에서는 과거의 연구^(42~44) 결과와는 달리 열변화를 가한 경우 도재층의 파절이 아닌 결합부의 파절이 일어났으며, 결합강도 역시 심하게 감소하였다고 하였다. 도재 라미네이트의 경우도 열을 받은 부위는 도재층이며 치아 쪽은 거의 열변화를 받지 않을 것이기 때문에 20,000회 정도의 열변화를 가하면, 좀더 임상적인 결과를 얻지 않았을까 사료된다.

Photo 9에 나타난 바와 같이 도재와 레진의 분리면에는 레진태그의 존재를 확인할 수 있었으며, 이는 Nicholls⁽²¹⁾가 관찰한 결과와 일치하였다.

Lacy 등⁽⁴⁹⁾의 결과에서는 300kg/cm² 이상의 결합강도를 보이는 경우 도재층에 응집성 파절을 보인다고 하였다. 본 연구에서는 이보다 낮은 200 kg/cm² 정도의 결합강도에서 부터 도재의 응집성 파절을 관찰할 수 있었는데, 응집성 파절이 일어난 경우 도재의 면에 형성되는 대표적인 균열이 전자현미경 상에 나타나 있다. Lacy 등의 결과에 비해 낮은 결합강도에서 응집성 파절을 보이기 시작한 것은 도재 자체의 기계적 성질에 차이가 있었기 때문인 것으로 사료된다.

Stangel 등⁽¹⁷⁾의 연구에서는 도재와 레진 사이에 존재하는 틈의 폭과 결합강도는 반비례관계를 보인다고 하였으나, 본 실험에서는 실란을 도포하는 경우 전혀 틈새를 확인할 수 없었고, 실란을 처리하지 않을 경우 미약한 틈새가 존재함을 확인할 수 있었을뿐 공식화하기에는 무리가 있다고 사료되었다.

Tjan 등⁽²⁰⁾은 미세틈새의 형성을 레진의 경화시 수축에 의한 것으로 설명하였는데, 수축량이 2.2% 내지 3.2%에 이른다고 하였다. 그의 이론에 따르면, 레진의 수축은 치아쪽과 도재쪽 양쪽에 발생하며 이로 인하여 결합부에 잔류응력이 존재하게 되고, 이들간의 비교에 의해 더 약한 쪽에서 파절을 일으킬 것이라고 하였다. 도재 라미네이트의 경우에는 광중합 레진을 사용하므로 빛이 조사되는 방향으로 수축하고자 하는 경향을 가져 치아와 레진사이의 응력이 더 클것이라고 주장하였다. 그리고 그 응력의 분포는 변연부에 집중되게 되는데, 따라서 필연적으로 변연부 누출이 발생할 수 있고, 만약, 법랑소주의 방향이 이 응력을 견디기 유리한 쪽으로 배열하고 있는 경우에는 결합강도가 매우 증가되며, 파절은 도재쪽에서 일어날 것이라고 하였다.

복합레진의 결합강도에는 wetting이 큰 요인으로 작용한다. 이러한 관점에서 실란이 개발되기 전까지는 unfilled resin으로 이루어진 결합제를 이용하여 이러한 문제점을 해결하고자 하였다⁽³⁴⁾.

Nicholls⁽²¹⁾는 결합강도의 약화를 wetting의 부족으로 설명하고, 도재의 내면을 산부식한 후 도재의 내면에 잔류되는 불소나 인산이 실란과 레진의 wetting을 억제할 것이라고 하였다. 따라서 향후 도재면의 산부식후 잔류 불소를 초음파 세척이나 중화법으로 제거함에 따라 나타날 수 있는 결합강도와 틈새의 변화를 연구하는 것이 요망된다고 사료된다.

최근들어 도재 역시 습기에 의해 물리 기계적 성질이 영향을 받을 수 있다는 보고가 있으며, 열변화를 주는 경우도 레진과 도재의 결합강도에 영향을 받을 수 있다. 따라서 앞으로 이에 관한 추가적인 연구가 요망된다고 하겠다⁽³⁸⁾.

레진내에 존재하는 필러 역시 빛의 투과를 방해하는 역할을 하며 경우에 따라 빛의 산란을 일으켜 결합을 방해한다. 따라서 최근에는 빛의 굴절을 이루지 않는

필러나 실리카를 만들고자 하는 노력이 있으며^(47, 48) TEOS(Si(OC₂H₅)₄)와 EtOH(C₂H₅OH)의 화합물이 대상이 되고 있다.

도재와 레진간의 열팽창계수의 차이때문에 열변화를 가하면 결합강도는 틀림없이 변화하게 될 것이다. 그러나 이에 관하여, Boyer와 Chalkley⁽⁹⁾ 그리고 Walls 등⁽¹¹⁾은 임상적인 의미를 가지는 열변화 횟수는 수만번 이상이어야 한다고 하였다. 좀 더 장시간에 걸친 열변화를 부여한 실험적 연구가 필요하다고 사료된다.

平井 등⁽²⁸⁾은 라미네이트의 문제점으로서 산부식시 치수의 자극이나 상아질 노출후 레진에 의한 치수괴사의 예를 들고 있다. 따라서 앞으로 라미네이트 용 레진과 치아의 사이에 이장 층의 설정에 관한 연구가 요망된다.

V. 결론

본 연구에서는 도재층의 두께, 도재의 종류, 부식액의 종류, 광조사시간, 시간 경과 그리고 화학중합성분 등의 요인들이 라미네이트 도재와 복합레진 시멘트의 결합강도에 미치는 영향을 관찰하고, 광중합레진(light cured resin)과 이중중합레진(dual cured resin)에서의 효과를 비교하였다. 아울러 주사전자현미경으로 도재의 산부식된 내면과 도재와 결합된 레진의 단면, 그리고 결합강도 측정후 분리된 도재의 내면을 관찰하였다.

실험재료로 라미네이트용 도재 1종, 광중합형 레진 1종 그리고 이중중합형 레진 2종을 택하여, 원주형으로 소성된 도재를 다이아몬드절단기에서 절단하여 원판형 도재 시편을 제작한 뒤 복합레진 시멘트를 부착하고, 원판형 도재층을 통과하도록 빛을 조사하여 레진을 결합시켰다. 도재의 두께를 달리한 경우, 도재의 종류를 달리한 경우, 산부식액의 종류를 달리한 경우, 광조사시간을 달리 한 경우, 측정시간을 달리한 경우 등의 주건을 부여한 뒤 결합강도를 측정하였고, 이중중합레진에서 자가중합에 의한 결합강도와 화학중합성분을 제거한 경우에 나타나는 결합강도를 측정하였

다.

도재와 레진의 결합강도는 전단응력을 가하여 측정하였고, 부식된 도재내면, 도재와 레진의 단면, 결합강도 측정후 분리된 도재와 레진표면을 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 광중합레진의 결합강도는 라미네이트 도재층 두께증가에 반비례하여 감소하였으며, 4중 도재층 불투명 상아질도재가 가장 낮은 결합강도를 보였다.
2. 이중중합형레진에 광조사를 하지 않고 화학중합에 의해 얻어질수 있는 결합강도는 광조사를 해주었을 때 얻을 수 있는 결합강도의 75%의 (CP) 내지 98%(BS)였다.
3. 이중중합형레진으로 부터 화학중합 성분을 제거할 경우 결합강도는 단순 광중합형의 것과 유사하였다.
4. 실란처리를 해준 경우에는 도재와 레진간에 틈새를 확인할 수 없었다.
5. 모든 레진에서 광조사시간 80초 이상에서는 현저한 결합강도 증가를 보이지 않았다.

Reference

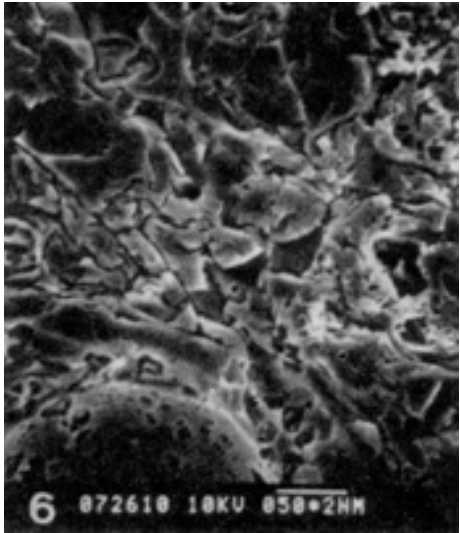
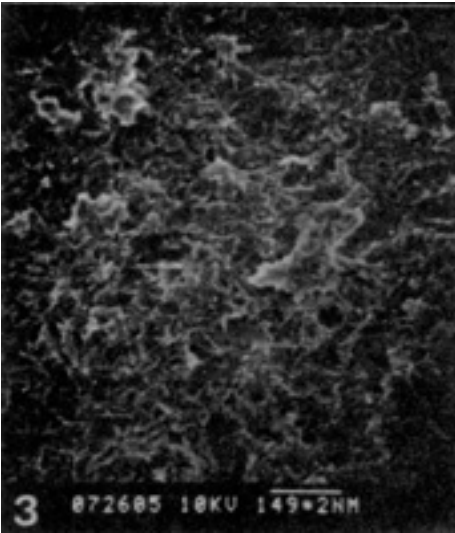
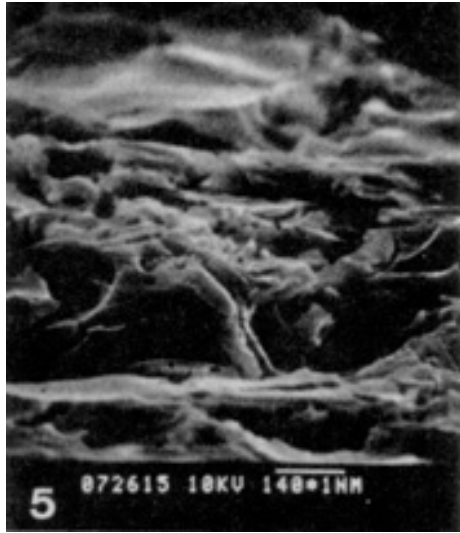
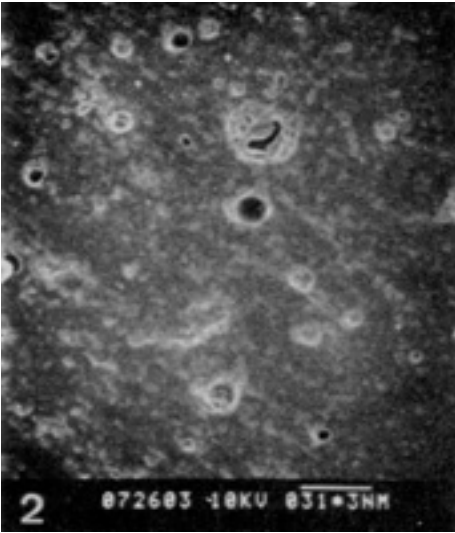
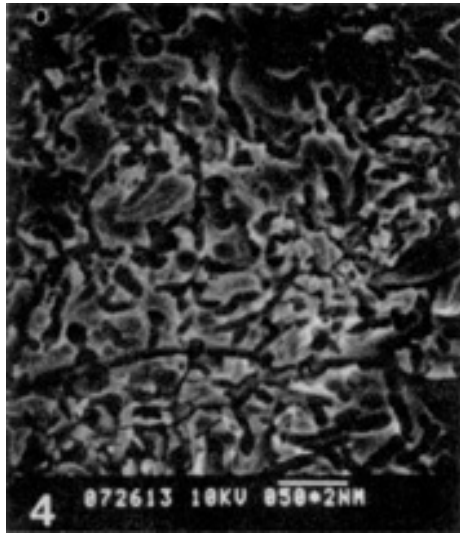
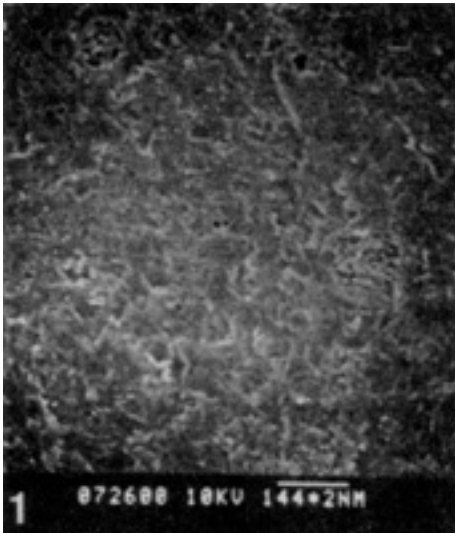
1. Mouradian, W. F., Graham, D., and Fernald, L. : A new approach to treatment of tetracyclinstained teeth; Report of a case, *J. Dent. Child.*, 43 : 103-105, 1976.
2. Faunce, F.R., and Myers, D.R. : Laminate veneer restoration of permanent incisors, *J. Am. Dent. Assoc.*, 93 : 790-792, 1976.
3. Jordan, R.E., Suzuki, M., Gwinnett, A.J., and Hunter, J.K. : Restoration of fractured and hypoplastic incisors by the acid etch resin technique : A three year report, *J. Am. Dent. Assoc.*, 95 : 795-803, 1977.
4. Chalkley, Y. : Clinical use of anterior laminates - construction and placement, *J. Am. Dent. Assoc.*, 101 : 485-487, 1980.
5. Ronk, S.L. : Dental laminate : Which technique ?, *J. Am. Dent. Assoc.*, 102 : 186-188, 1981.
6. Cheung, W.S., Pulner, F., and Smith, D.C. : Custom made veneers for permanent anterior teeth, *J. Am. Dent. Assoc.*, 105 : 1015-1019, 1982.
7. Elledge, D.A., Hart, J.K., and Schorr, B.L. : A provisional restoration technique for laminate veneer preparations, *J. Prosthet. Dent.*, 62 : 139-142, 1989.
8. Christensen, G.J. : Veneering of teeth, *Dent. Clin. North Am.*, 29(2) : 373-391, 1985.
9. Boyer, D.B., and Chalkley, Y. : Bonding acrylic laminates and composite resin, *J. Dent. Res.*, 61 : 489-492, 1982.
10. Cannon, M.L., Marshall, G.W., Marshall, S.J., and Cooley, R.O. : Surface resistance to abrasion of preformed laminate resin veneers, *J. Prosthet. Dent.*, 52 : 323-330, 1984.
11. Walls, A.W.G., McCabe, J.F., and Murray, J.J. : The bond strength of composite laminate veneers, *J. Dent. Res.*, 64 : 1261-1264, 1985.
12. Roberts, G.J. : Mastique acrylic laminate veneers, clinical evaluation over two years, *Br. Dent. J.*, 155 : 85-88, 1983.
13. Calamia, J.R. : Etched porcelain facial veneers : A new treatment modality based on scientific and clinical evidence, *NY J Dent*, 53 : 255-259, 1983.
14. Calamia, J.R. : Etched porcelain veneers, the current state of the art, *Quintessence Int.*, 1 : 5-12, 1985.
15. Horn, H.R. : Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel, *Dent. Clin. North Am.*, 27 : 671-684, 1983.
16. Calamia, J.R., and Simonsen, R.J. : Effect of coupling agents on bond strength, *J. Dent. Res.*, Abst#79, 1984.
17. Stangel, I., Nathanson, D., and Hsu, C.S. : Shear strength of the composite bond to etched porcelain, *J. Dent. Res.*, 66 : 1460-1465, 1987.
18. Sheth, J., Jensen, M., and Tolliver, D. : Effect of surface treatment on etched porcelain bond strength to enamel, *Dent. Mater.*, 4 : 328-337, 1988.
19. Lacy, A.M., Laluz, J., Watanabe, L.G., and Dellinges, M. : Effect of porcelain surface treatment on th bond to composite, *J. Prosthet. Dent.*, 60 : 288-291, 1988.
20. Tjan, A.H., Dunn, J.R., and Sanderson, I.R. : Microleakage patterns of porcelain and castable

- ceramic laminate veneers, *J. Prosthet. Dent.*, 61 : 276-282, 1989.
21. Nicholls, J.I. : Tensile bond of resin cements to porcelain veneers, *J. Prosthet. Dent.*, 60 : 443-447, 1988.
 22. 이종갑 : Etched porcelain laminate의 접합강도에 관한 연구, *대치협지*, 24 : 243-249, 1986.
 23. 조경, 이호용 : 도재의 부식정도에 따른 접합강도에 관한 실험적 연구, *대치보철지*, 24 : 177-187, 1986.
 24. 이준규, 계기성 : 부식된 도재와 광중합성수지와와의 접합강도에 관한 실험적 연구. *대치보철지*, 25 : 363-378, 1987.
 25. 강정민, 양규호 : 범랑질과 상아질에 대한 etched porcelain의 전단접착강도에 관한 연구, 15 : 165-176, 1990.
 26. Strang, R., McCrosson, J., Muirhead, G.M., and Richardson, S.A. : The setting of visible light cured resins beneath etched porcelain veneers, *Br. Dent. J.*, 63 : 149-151, 1987.
 27. Blackman, R., Barghi, N., and Duke, E. : Influence of ceramic thickness on the polymerization of light cured resin cement, *J. Prosthet. Dent.*, 63 : 295-300, 1990.
 28. 平井義人, 池田喜徳, 小島武彦, 石川達也 : ポーセレンラミネートベニア修復의 臨床觀察, *日齒保誌*, 32 : 393-397, 1989.
 29. Tjan, A.H.L., and Nemetz, H. : Shear bond strength of composite resins to etched castable ceramic, *Int. J. Prosthodont*, 1 : 73-79, 1988.
 30. Pratt, R.C., Burgess, J.O., Schwartz, R.S., and Smith, J.H. : Evaluation of bond strength of six porcelain systems, *J. Prosthet. Dent.*, 62 : 11-13, 1989.
 31. 今井誠 : 齒科用ポーセレンと接着性レジンの接着における被着面處理に関する研究, *齒科材料器械*, 9 : 301-313, 1990.
 32. Wunderlich, R.C., and Yaman, P. : In vitro effect of topical fluoride on dental porcelain, *J. Prosthet. Dent.*, 55 : 385-388, 1986.
 33. Sposetti, V., Shen, C., and Levin, A. : The effect of topical fluoride application on porcelain restorations, *J. Prosthet. Dent.*, 55 : 677-682, 1986.
 34. 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.
 35. Phillips, R.W. : *Science of dental materials*, 8th. ed. Philadelphia, WB Saunders, 1982, 244-245.
 36. Jochen, D.G., and Caputo, A.A. : Composite resin repair of porcelain denture teeth, *J. Prosthet. Dent.*, 28 : 673-679, 1977.
 37. Bowen, R.L. : Properties of a silica reinforced polymer for dental restorations, *J. Am. Dent. Assoc.*, 66 : 57-64, 1963.
 38. Bailey, J.H. : Porcelain to composite bond strengths using four organosilane materials, *J. Prosthet. Dent.*, 61 : 174-177, 1989.
 39. Myerson, R.L. : Effects of silane bonding of acrylic resins to porcelain on porcelain structure, *J. Am. Dent. Assoc.*, 78 : 113-119, 1969.
 40. Semmelman, J.O., and Kulp, P.R. : Silane bonding porcelain teeth to acrylic, *J. Am. Dent. Assoc.*, 76 : 69-73, 1968.
 41. Paffenbarger, G.C., Sweeney, W.T., and Bowen, R.L. : Bonding porcelain teeth to acrylic resin denture bases, *J. Am. Dent. Assoc.*, 74 : 1018-1023, 1967.
 42. Highton, R.M., Caputo, A.A., and Matyas, J. : Effectiveness of porcelain repair systems, *J. Prosthet. Dent.*, 42 : 292-294, 1979.
 43. Newburg, B., Pameijer, C.H. : Composite resins bonded to porcelain with silane solution, *J. Am. Dent. Assoc.*, 96 : 288-291, 1978.
 44. Nowlin, T.P., Barghi, N., and Norling, B.K. : Evaluation of the bonding of three porcelain repair system, *J. Prosthet. Dent.*, 46 : 516-518, 1981.
 45. Ferrando, J.P., Grasser, G.N., Tallents, R.H., and Jarvis, R.H. : Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials, *J. Prosthet. Dent.*, 50 : 44-50, 1983.
 46. Cochran, M.A., Carlson, T.J., Moore, B.K., Richmond, N.L., and Brackett, W.W. : Tensile bond strengths of five porcelain repair systems, *Oper. Dent.*, 13 : 162-167, 1988.
 47. 平雅之, 山林昌雄 : ゴルゲル法應用による齒科用セラミックス合成に関する基礎的研究, *齒科材料器械*, 9 : 15-16, 1990.
 48. 鈴木一, 平雅之, 苦狹邦男, 山林昌雄 : 屈折率調整型シリカ系ファイラーに関する基礎的研究, *齒科材料器械*, 9 : 33-35, 1990.

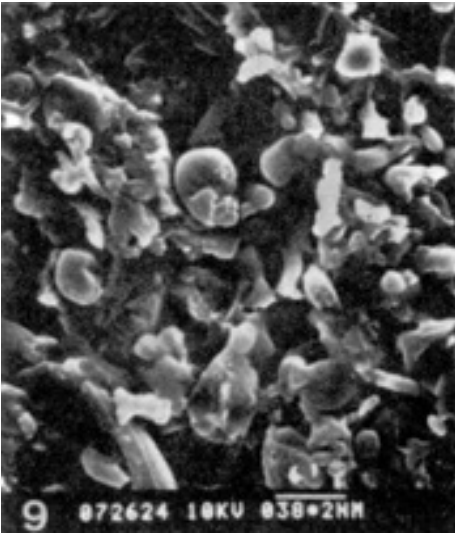
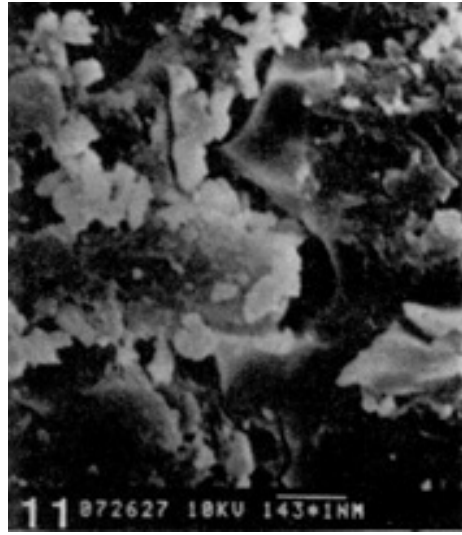
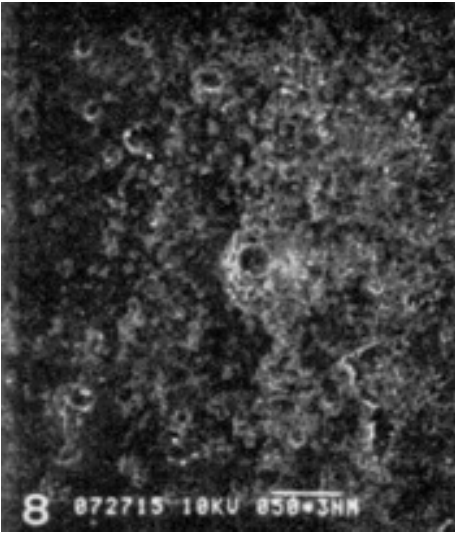
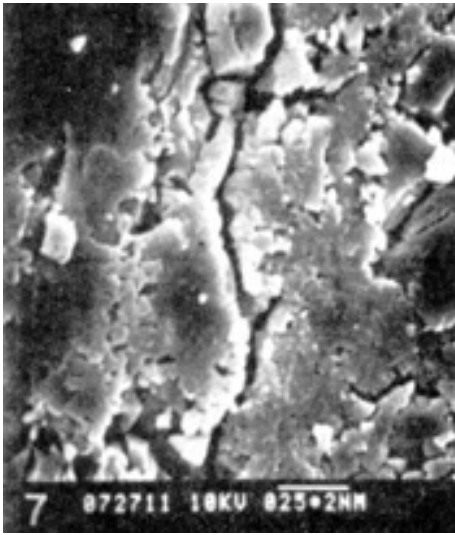
EXPLANATION FOR PHOTOGRAPHS

- Photo 1. Cut surface of dentin porcelain by diamond saw(x 1000). The porcelain chips fills the porosity on the surface of porcelain.
- Photo 2. Polished surface of dentin porcelain by #600 emery paper(x 500). Smooth surface was formed and the porosities were exposed.
- Photo 3. Sandblasted surface of dentin porcelain(x 1000). A roughened surface was formed.
- Photo 4. Etched porcelain surface for 60 seconds(x 3000). Groove like surface irregularity can be observed.
- Photo 5. Lateral view of etched porcelain surface for 60 seconds(x 10000).
- Photo 6. Over etched porcelain surface for 120 seconds(x 3100). Surface irregularity was decreased.
- Photo 7. Cross-sectional view of non-silane treated surface(x 6000). Gap between porcelain(right side) and resin cement(left side) is formed.
- Photo 8. Cross-sectional view of silane treated surface(x 6000). It is impossible to confirm the gap between porcelain(right side) and resin cement(left side).
- Photo 9. Resin tag formed on the debonded resin surface(x 4000).
- Photo 10. Cracks formed on the debonded surface of porcelain(x 2000).
- Photo 11. Mechanical resin holdings in the etched surface of porcelain(x 10000)

논문사진부도 ①



논문사진부도 ②



= Abstract =

A STUDY ON THE BOND STRENGTH OF PORCELAIN LAMINATE AND COMPOSITE RESIN CEMENTS

Sung-II Kim, Ho-Nam Lim, Nam-Soo Park

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study were to confirm the effects of the thickness and kinds of porcelain, etchants, illumination time, elapsed time for the measurement, and chemical cure component to the bond strength of porcelain laminate and composite resin cement, and to compare the effects between the light cured resin and the dual cured resins. The etched porcelain surface, the sectioned surface crossing porcelain and resin after bonding, and the debonded surfaces were observed by the SEM.

One product of laminate porcelain powder, one light cured resin and two dual cured resins were selected. Each resin cements are lightened through the thin porcelain disc which was cut from cylindrical porcelain specimen by the diamond saw, and by the light through the porcelain disc they were bonded. Changes of thickness and kinds of porcelain, etchants, illumination time, and the elapsed time for the measurement were considered as variables for the bond strength. And the bond strength of porcelain and dual cured resins under the conditions of autopolymerization or the removal of chemical cure component were measured and compared.

Bond strength were measured by shear stress. The etched surface, the cross-sectioned surface, and the debonded surface of porcelain or resin were observed by SEM.

On the summary of this study, the following conclusions can be stated;

1. Bond strength of light cured resin was decreased inversely by the thickened porcelain laminate and showed the lowest value to the masking dentin porcelain among 4 kinds of porcelain powder.
2. Bond strength of autopolymerization of dual cured resin without illumination in dark chamber were from 75% to 98% to the data of dual cured resin with illumination.
3. Bond strength of dual cured resin used without chemical cured components were same to them of light cured resin.
4. Cross-sectioned surface treated by silane did not show the gap between the porcelain and resin.
5. Illumination over 80 seconds did not make the significant increase of bond strength on all kinds of resin.