

치과 치료학에서 적용되는 접합기술 연구 ; 스테인리스강 크라운에 접합된 직접용 콤포짓트 레진과 간접용 콤포짓트 레진의 전단결합강도 비교

김 광 수^{*†} · 백 광 우^{**}

^{*}순천향대학교 공과대학 신소재공학과

^{**}아주대학교 의과대학 치과진료실

Comparison Study for the Shear Strength of the Bondings between Stainless Steel Crown/Direct Type Composite Resin and Stainless Steel Crown/Indirect Type Composite Resin

Gwangsoo Kim^{*†} and Kwangwoo Baek^{**}

^{*}Dept. of Materials Engineering, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

^{**}Dept. of Dentistry, School of Medicine, Aju University, Suwon 443-721, Korea

†Corresponding author : kgwangs@sch.ac.kr

(Received July 18, 2011 ; Revised August 13, 2011 ; Accepted August 26, 2011)

Abstract

This study was performed to compare the shear strength of the bondings between stainless steel crown/direct type composite resin and stainless steel crown/indirect type composite resin. Four groups of bonding conditions were prepared. Two groups of bonding conditions were made by the indirect type composite resin system and the other two groups were made by the direct type composite resin system. The shear strength tests were carried out using universal testing machine, Model 4465 of Instron Co.. It was indicated that the bond strength values of the indirect type composite resins were higher than those of the direct type composite resins. TE-SE group was superior to the TE-ONE in indirect type resin system. These results were thought to be the high degree of the polymerization accompanied with temperature and pressure of the resin of indirect type resin. It was also found that indirect composite resin contains less amount of porosity in resin.

Key Words : Shear strength, Stainless steel crown, Composite resin

1. 서 론

우식이 심한 치아, 기형의 치아, 그리고 외상으로 파절된 유전치의 수복은 어려운 치과 진료 기술 중 하나다. 해부학적으로 작고 좁은 치관과 상대적으로 큰 치수강, 그리고 prismless layer로 인해 법랑질(Fig. 1¹⁾)의 산-부식효과가 영구치만 못하며, 어린 환자의 행동 조절이 어렵기 때문에 유전치의 심미적 수복은 특별한 주의가 요구된다. 수복시 적용되는 소재는 유지력이 좋으면서 파절이나 마모에 저항성이 우수하여야 하고, 심미적이어야 하기 때문에 전치부의 수복은 어려운

시술이다²⁾. 최종 수복물의 결정은 보호자의 심미적 요구, 환자의 행동, 수분과 출혈 정도, 치료비용, 우식상

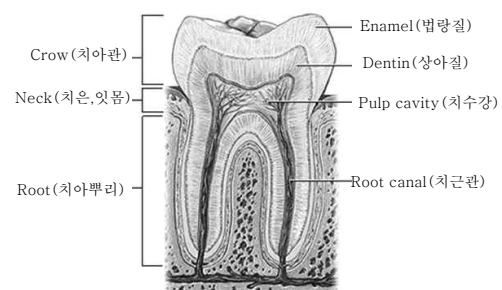


Fig. 1 Internal structure of teeth¹⁾

때, 시술자의 선호도 등을 고려하게 된다³⁾. 특히 치경부의 탈락이 광범위하게 확대된 경우, 근관치료가 필요한 경우, 우식 위험도가 높은 경우, 절단면까지 우식이 진행된 경우 등의 수복이 어려운 경우에는 전체 치관을 피개하는 수복물이 필요하기도 하기 때문에 치료는 더욱 어렵다⁴⁾.

유전치를 이상적으로 수복하기 위해서는 완전 피개 수복물이 자연치와 유사한 색조를 나타내고, 부가적인 치료 없이 정상 탈락시기까지 견고하게 유지되어야 한다. 또한 치아와 결합시켜주는 시멘트는 치수 조직에 대한 생체적합성이 우수하여야 하고, 가능하다면 외부 치기공 과정 없이 한 번의 방문으로 치료가 종결되는 것이 좋다⁵⁾.

전통적으로, 유전치를 완전 피개하는 방법에는 폴리 카보네이트 크라운(polycarbonate crown), 레진 스트립 크라운 (resin strip crown), 스테인리스강 크라운 (stainless steel crown; SSC), 개장성 스테인리스강 크라운(open-faced stainless steel crown) 등 네 가지 방법이 주로 사용되고 있다^{6,7)}. 이들 각 수복물은 장점이 있긴 하지만, 또한 실제 적용시 제한적인 문제가 제기되곤 한다.

폴리카보네이트 크라운은 심미성이 우수하지만 적용하기가 어렵고, 유지력이 낮으며 마모에 약해 요즘은 거의 사용되지 않고 있다⁸⁾. 가장 심미적인 방법은 콤포지트 레진을 이용한 레진 스트립 크라운으로, 우수한 심미성과 함께 보수가 쉽다는 장점이 있지만, 시술자의 기술에 매우 민감하다. 또한 치은 연하 우식이나 치은 출혈이 있는 경우 시행하기가 어렵고, 외상에 의해 쉽게 파절되거나 탈락할 수가 있다는 단점이 있다^{6,7)}. 반면에 스테인리스강 크라운은 우식이 심하거나 파절되어 잔존 치질이 거의 남아있지 않은 치아에서도 쉽고 빠르게 장착할 수 있으며 경제적이다^{4,9)}. 그러나 이런 장점에도 불구하고 은색의 금속 색조는 보호자나 어린 환자로 하여금 적용을 주저하게 한다⁵⁾. 따라서 Helpin 등⁹⁾은 스테인리스강의 심미성을 개선시키기 위한 여러 가지 방안에 대한 연구를 진행하였다^{5,8,9)}.

최근 들어서는 콤포지트 레진의 적용 범위가 넓어지면서 금속 표면 처리기술을 응용한 후 콤포지트 레진을 스테인리스강 크라운 표면에 피복한 비니어드(veneered) 스테인리스강 크라운이 상용화되어 심미성을 크게 개선하여 사용되고 있다¹⁰⁾.

이와 같은 상용 레진 비니어드 스테인리스강 크라운은 기존의 스테인리스강 크라운의 장점을 유지하면서 심미성도 우수하지만 여전히 순층 변연부는 시술시 레진 비니어드부의 탈락 위험 때문에 변형하여 적합을 맞

추기가 어렵다는 등의 문제점이 있다¹¹⁾.

따라서 상용 레진 비니어드 스테인리스강 크라운의 단점을 보완하기 위하여 여러 방법들에 대한 시술 노력이 필요하다. 그중에서 스테인리스강 크라운에 콤포지트 레진을 접합한 비니어드 스테인리스강 크라운에서 접합된 레진부의 탈락률이나 실패율을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 요구되고 있다. 그러한 방법으로는 스테인리스강 표면에 적용되는 기계적, 화학적 표면처리법 등이 소개되고 있다¹²⁾.

본 연구에서는 샌드블라스팅 표면 처리법을 채택하여 스테인리스강의 크라운 표면을 준비하고, 그 표면처리된 스테인리스강 크라운 표면에 콤포지트 레진을 접합하는 방법에 대하여 두 종류의 접합시스템을 적용하여 평가하였다. 샌드 블라스팅 처리된 크라운 표면에 시술 시 환아에게 직접 콤포지트 레진을 적용하여 진료하는 직접용 콤포지트 레진과 치기공소에서 샌드 블라스팅 처리된 크라운에 간접용 콤포지트 레진을 적용하여 준비된 비니어드 스테인리스강 크라운을 적용하는 경우에 대하여 접합력을 비교 평가하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 재료

Table 1과 Fig. 2는 연구에 사용된 재료 및 기구를 나타냈다. 스테인리스강 크라운은 M사의 예비성형(prefabricated)된 ESPE 크라운을 사용하였다. 여기에 심미성을 향상시키기 위하여 사용되는 콤포지트 레진으로 두 종류를 채택하여 K사의 Clearfil AP-X와 B사의 Tescera를 사용하였다. 콤포지트 레진을 스테인리스강 크라운에 접합하기 위한 결합제로는 각 콤포지트 레진 제조사가 추천하는 결합제로 K사의 Clearfil AP-X을 위해서는 K사의 Clearfil SE Bond를 채택하였고 B사의 Tescera를 위해서는 B사의 One-step과

Table 1 Types of materials for this study

Materials	Product Name & Manufacturer
Metal crown	M사 ESPE, USA
Bonding Agent	Clearfil SE bond, K사
	One-Step, Tescerafflo, B사
Composite Resin	Clearfil AP-X, K사
	Tescera, B사
UV Light Curing Unit	Optilux 500
	Dialog
Curing Unit	Tescera ATLTM

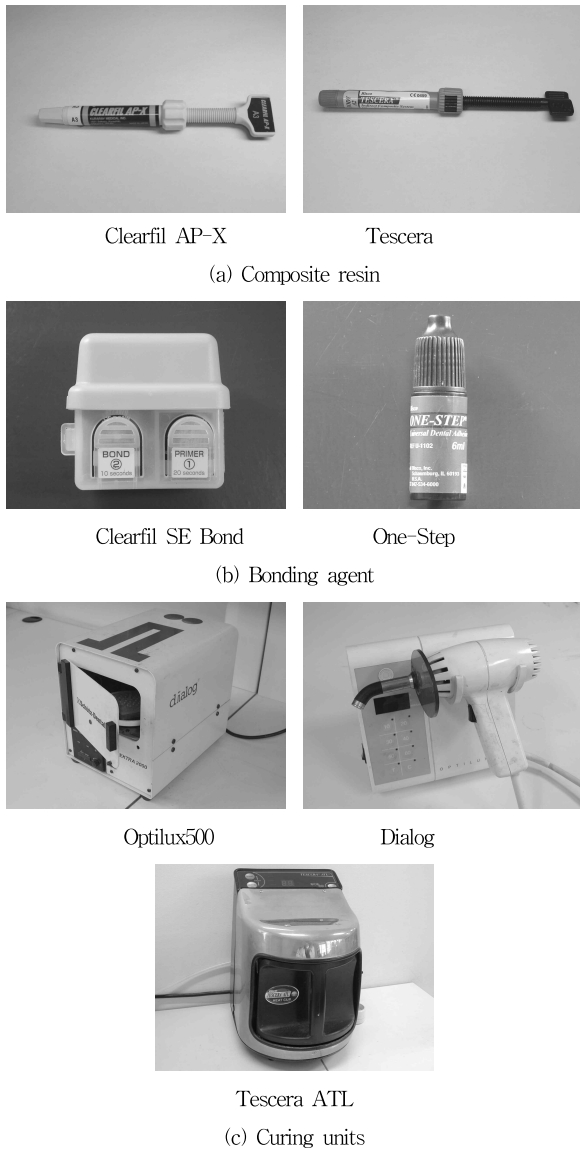


Fig. 2 Pictures of the materials and equipment used

Tesceraflo를 사용하였다. 또한 직접법과 간접법에 사용되는 결합제의 제조회사간 호환성을 알아보기 위하여 직접법 레진에 간접법 결합제와 간접법 레진에 직접법 결합제를 사용하는 실험군도 준비하였다. 이들 결합제

와 프라이머의 경화를 위하여는 UV 중합기를 사용하게 되는데, 두 종류의 결합제와 프라이머에 대하여 각기 다른 중합기로 Clearfil AP-X는 K사의 Gun type 중합기인 Optilux 500을 그리고 Tescera를 위해서는 Dialog와 가열(132℃) 가압(0.55 MPa)방식을 채택한 Tescera ATL을 이용하였다.

2.1 실험방법

2.1.1 시편제작

스테인리스강 크라운에 콤포짓트 레진을 접합하기 위한 공정은 4 그룹군으로 구성하였다. 각 그룹군에는 10개의 동일 규격, Size 6의 스텐레스 크라운을 준비하였고, 모두 40개의 크라운이 사용되었다. 각 그룹군은 기본적으로 결합제와 레진접합제의 조합을 다르게 구성하였고, 그 결합제와 레진 접합제를 경화하는데 사용된 중합기(curing unit)에 따라 구분하였다. Table 2는 언급된 4개의 그룹군에 대한 상세 내용을 나타냈다. 예로서 TE-SE 그룹은 Clearfil SE bond를 사용하여 Tescera 콤포짓트 레진을 스테인리스강 크라운 표면에 접합한 것을 의미한다. 각 그룹군에 대한 시편 제작은 크게 시편 준비작업과 접합과정으로 구분하여 진행하였다. 시편 준비 작업으로는 Fig. 3(A)에 나타난 것과 같이 스테인리스강 크라운의 측면을 가로 1.5cm, 세로 1.5cm, 높이 0.7cm인 몰드에 바닥을 향하도록 한 후 몰드에 자가중합 아크릴릭 레진을 채운 후 10분간 유지하여 아크릴릭 레진이 완전히 경화되도록 하였다. 이렇게 하여 스테인리스강 크라운의 측면이 레진 블록의 바닥면에 돌출된 시편면을 준비하였다. 준비된 각 그룹군의 시편에 대하여 크라운 표면이 돌출된 면을 입자 크기가 50 μ m인 알루미늄(Al₂O₃) 분말을 이용하여 샌드블라스팅하였다. 샌드블라스팅시 노즐은 시편에 대하여 수직으로 위치시킨 후 분말의 분사압력을 2.8 bar의 기압으로 유지하고 시편에서의 거리를 일정하게 1cm로 10초간 동일한 조건으로 샌드블라스팅 처리를 하였다.

샌드블라스팅 처리된 시편은 에칠알코올로 세척한 후

Table 2 Experimental groups

Group	Indirect Bonding		Direct Bonding	
	TE-SE	TE-ONE	AP-SE	AP-ONE
Composite Resin	Tescera	Tescera	Clearfil AP-X	Clearfil AP-X
Bonding Agent	Clearfil SE Bond	One-Step	Clearfil SE Bond	One-Step
Curing Unit	Optilux 500	Dialog	Optilux 500	Dialog
	Tescera ATL	Tescera ATL	Optilux 500	Optilux 500
No. of Samples	10	10	10	10

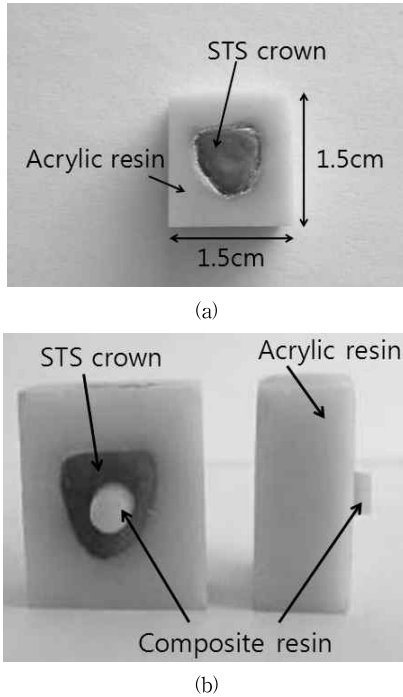


Fig. 3 Photo of the acrylic resin mold on embedded stainless steel crown. (a) Embedded stainless steel crown on acrylic resin (b) Bonded composite resin on the stainless steel crown.

자연 건조하였다. 다음으로 접합과정은 표면 처리된 크라운 표면에 두 종류의 콤포지트 레진 접합 시스템 중 하나를 사용하여 이루어졌다. 각 콤포지트 레진의 접합 과정은 제조사의 설명에 따라 시행하였으며, Fig. 3(B)에서 나타난 바와 같이 지름 3.0 mm, 두께 2.0 mm의 원통형 구조 콤포지트 레진을 크라운 표면에 균일하게 접합되도록 하였다. 이때 접합공정 조건에 따라 만들어진 그룹군의 조합은 Table 2에 나타냈다.

Table 2의 TE-SE 그룹군에서는 샌드블라스팅된 스테인리스강 크라운에 콤포지트 레진을 접합하기전, 본드와 프라이머가 두 개의 병으로 구성된, Clearfil SE(SE) 본드를 적용하였다. 먼저 프라이머를 크라운 표면에 도포하고 20초간 대기중에서 유지 건조시킨 후 그 위에 본드를 도포하고 gun type 중합기, Optilux 500로 10초간 광중합하였다. 그 다음으로 원통형 고무 몰드를 이용하여 직경 약 3mm의 Tescera(TE) 콤포지트 레진을 20초간 gun type 중합기로 광중합한 후, 그 콤포지트 레진을 Clearfil SE가 적용된 크라운에 안착한 후 Tescera ATL 중합장치에 투입하여 30분간 중합되도록 하였다. TE-ONE 그룹에서는 크라운 표면에 One-Step을 도포한 다음 Dialog 광중합기로 15 초간 광중합하였다. 그런 후에 다시 Tescera 레진을 위한 전처리제인 Tesceraflo를 도포하고 다시 Dialog 광중

합기에서 15초간 광중합하였다. 그리고 마지막으로 TE-SE군에서와 같이 원통형 고무 몰드를 이용하여 직경 약 3mm의 Tescera 콤포지트 레진을 20초간 gun type 중합기로 광중합한 후, 그 콤포지트 레진을 One-step 이 적용된 크라운에 안착시킨 후 Tescera ATL 중합장치에 투입하여 30분간 중합되도록 하였다. 직접적 레진 적용의 그룹 AP-SE에서는 Clearfil SE 본드를 적용하고자, 먼저 프라이머를 표면에 도포하고 20초간 대기중에서 자연 건조시킨 후, 그 위에 본드를 도포하고 gun type 중합기로 10초간 광중합하였다. 그런 후, 간접법의 TE-SE나 TE-ONE 그룹에서와 달리 Tescera 대신 Clearfil AP-X 콤포지트 레진을 bond 위에 놓고 20초간 gun type 중합기로 광중합시킨 후, 다시 직접 크라운 표면에 붙이고 40초간 광중합시켰다. AP-ONE 그룹에서는 One-Step을 도포한 다음 Dialog 광중합기로 15초간 광중합하였다. 그런 후에 다시 Tescera 레진을 위한 전처리제인 Tesceraflo를 도포하고 다시 Dialog 광중합기에서 15초간 광중합하였다. 그리고 마지막으로 Clearfil AP-X를 몰드에 넣고 20초간 gun type 중합기로 광중합시킨 후, 이를 크라운 표면에 붙이고 40초간 광중합시켜 준비하였다. 한편 모든 그룹군은 콤포지트 레진을 적용한 후 동일하게 37°C 증류수에 담가 24 시간 동안 유지한 후 보관하였다.

2.1.2 접합부의 평가

각 그룹군에 대하여 시편 제작 중 또는 제작 된 후에 입체현미경과 광학현미경 그리고 전자현미경을 이용하여 접합부를 관찰하였다. 접합력을 평가하기 위하여는 전단결합강도를 측정하였다. 전단시험은 Instron사의 Model 4465기종을 이용하였고 시험시 변형속도는 일정하게 1.0 mm/mim로 하였다. Fig. 4는 전단시험시 시편 스테이지와 전단방향의 개략도를 나타냈다. 시험은 콤포지트 레진이 스테인리스강 크라운에서 분리될 때의 최대 하중을 측정한 후에 그 측정된 하중 값을 파

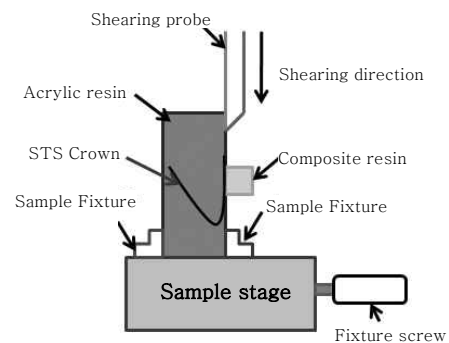


Fig. 4 Schematic drawing of the shear test

단면의 단면적으로 나누어 전단 결합강도를 정하였다. 이때 실제 전단된 파단면은 불규칙하였으나 평가 편의상 균일한 단면적을 갖는 것으로 고려하여 전단강도를 측정하였다.

전단강도시험이 완료된 시험편은 입체현미경과 전자현미경을 이용하여 파단의 위치를 관찰하였다. 크라운과 접합부의 경계에서 파단될 경우를 접착성파괴(adhesive failure), 레진 접합부내에서 파괴가 발생한 경우를 응집성파괴(cohesive failure) 및 두가지 양상이 혼합된 경우를 혼합성파괴(mixed failure)로 구분하여 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 5는 콤포짓트 레진의 접합 특성을 향상시키기 위하여 입자크기가 50 μm 인 알루미나 분말을 이용하여 스테인리스강 크라운에 샌드블라스팅을 한 후의 표면상태(A)를 관찰한 것이다. 그리고 샌딩처리를 하지 않은 크라운의 표면상태(B)도 함께 나타냈다. 사진에서 나타난 바와 같이 샌드블라스팅 처리를 한 것은 하지 않은 것에 비하여 상대적으로 표면이 매우 거칠은 것을 확인할 수 있었다. 50 μm 알루미나 입자로 샌드블라스팅한 경우 AFM(Fig. 6)을 이용하여 표면 조도를 측정한 결과 Ra(평균조도)가 7.202 μm 으로 측정되었다. 이와 같은 표면 준비 상태는 크라운과 본드 및 레진간의 결합력을 샌딩하지 않은 경우에 비하여 향상시키는 것으

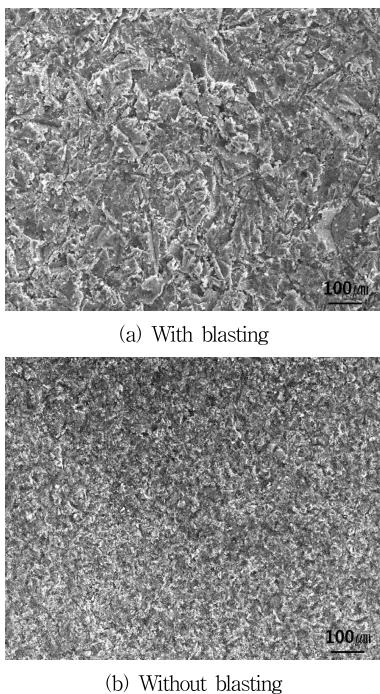


Fig. 5 SEM micrographs of the Al₂O₃ and blasted STS crown surface

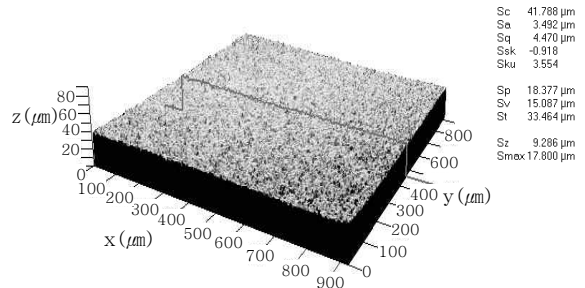


Fig. 6 AFM result for the Al₂O₃-50 μm sand blasted surface

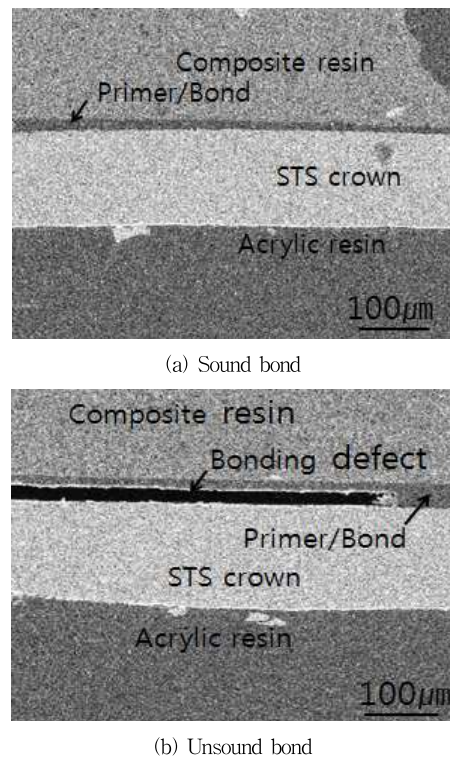
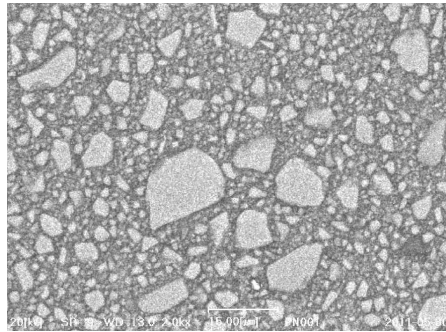


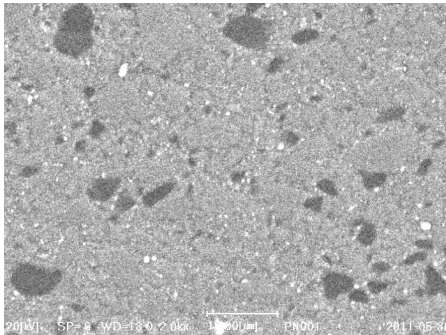
Fig. 7 SEM microstructures of the TE-SE group composite resin

로 보고 된바 있다¹³⁾.

Fig. 7은 실험 그룹중 TE-SE군에서 준비된 시험편의 접합부 단면을 주사전자현미경으로 관찰한 것이다. 접합부의 단면은 크게 두 경우로 구분 할 수 있었다. 실험군에 무관하게 크라운과 콤포짓트 레진의 접합부가 건전하게 접합된 상태(A)와 접합부에 기공 등을 포함하는 건전하지 못하게 접합된 형태(B)로 구분되었다. 불건전한 접합부는 전단시험에서 올바른 전단강도 값을 얻기 어려울 것으로 판단되어 전단시험에서 모두 배제하였다. 크라운과 콤포짓트 레진간의 불건전한 접합의 발생 원인에 대하여 조사할 필요가 있었지만 본 연구에서는 논의하지 않았다. Fig. 7에서와 같이 시험편의 단면



(a) TE-SE

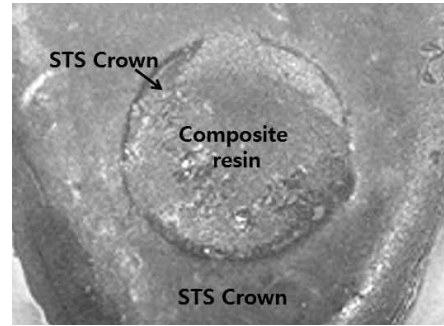


(b) AP-ONE

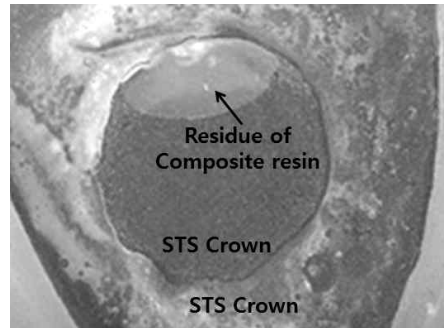
Fig. 8 SEM microstructures of the composite resin

을 관찰한 결과 각각 프라이머와 Tesceraflo를 적용한 경우 모두에서 크라운/(본드+프라이머), (본드+프라이머)/컴포지트 레진간의 계면을 그리고 크라운/(One-step+Tesceraflo), (One-step+Tesceraflo)/컴포지트 레진간의 경계를 구분할 수 있었지만 프라이머/본드간의 경계와 Tesceraflo/One-step간의 경계는 구분할 수 없었다. 프라이머와 본드 및 Tesceraflo와 One-step의 적용시 붓으로 거의 유사한 양을 사용하였는데 적용 후에는 그 경계를 구분 할 수 없었다. 일반적으로 최적의 접합 강도를 얻기 위한 최적 접합층의 두께가 있는 것으로 알려져 있고, 이에 대한 조사가 필요하지만 현재 연구단계에서는 이와 같이 계면층의 구분과 그 역할의 규명이 어려워 최적 접합 조건 등에 대하여 조사를 실시하지 못했다.

Fig. 8은 접합부중 컴포지트 레진부를 고배율에서 관찰한 것인데 컴포지트 레진은 기지와 강화상의 구분이



(a) Cohesive fractured mode



(b) Mixed fracture mode

Fig. 9 Fracture surface of the shear tested specimen

가능함을 확인 할 수 있었고, 강화상의 형상은 불규칙한 입자상인 것으로 확인되었다. 간접법에 의해 만들어진 TE-SE(A) 군의 컴포지트 레진 경우가 직접법에 의한 AP-ONE(B) 경우보다 상대적으로 강화상의 분포가 많은 것으로 나타났다. 간접법에서 관찰되는 다량의 강화상의 분포는 컴포지트 레진의 강도에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다. 광중합화 정도가 컴포지트 레진의 강도에 영향을 미친다는 연구결과^{14,15)}에 비추어 볼 때 이러한 현상은 직접법과 간접법에서 나타나는 중합화 방법의 차이에서 기인하는 것으로 사료된다. 일부 시편중에는 컴포지트 레진부에서 구형의 기포도 확인할 수 있었다.

Table 3은 접합부의 전단 시험을 한 결과를 나타냈다. 실험 결과 간접법에 의한 경우 직접법에 의한 경우보다 높은 전단결합강도를 나타냈으며, 가장 높은 전단결합강도는 TE-SE 군에서 그리고 가장 낮은 값은 직

Table 3 Results of the shear test for bonding

Group		Ave. Shear Strength(MPa)	Min. value	Max. Value	Standard Deviation	No. of Samples for the shear test
Indirect Bonding	TE-SE	13.48	9.80	18.22	3.15	5
	TE-ONE	10.45	6.97	15.56	3.32	6
Direct Bonding	AP-SE	11.98	8.66	15.12	2.69	6
	AP-ONE	9.44	5.28	12.55	2.70	6

접법의 AP-ONE군에서 얻어졌다. 간접법에 의한 경우에 TE-SE군의 값이 TE-ONE 보다 약 30% 정도 높은 전단결합강도를 나타냈다. 간접법에 의해 만들어진 콤포지트 레진의 전단결합강도가 높은 값을 나타내는 것은 간접법의 경우 중합시에 사용되는 가열, 가압 방식¹⁶⁾에 의해 중합도의 완성률이 높기 때문으로 사료된다.

전단시험을 수행한 시편에 대하여 그 파단면을 관찰한 결과를 Fig. 9에 나타냈다. 두 파괴 형태의 대표적인 파단면을 보여주는데 (A)는 파단 이 콤포지트 레진 결합부에서 파괴가 발생하는 응집성파괴가 발생하였다. 일부 우측 상단에는 크라운과 콤포지트 레진간의 계면이 분리된 부분도 관찰되는 경우가 있었다. (B)는 상단에 일부의 콤포지트 레진이 잔류하지만 전반적으로 파단은 콤포지트 레진과 크라운의 계면을 따라 발생하는 혼합성 파괴 형태를 보여주었다. 이러한 파괴 형태는 모든 실험군에서 관찰되었고 특정한 형태의 파괴가 특정한 실험군에 한정되어 나타나지는 않았다. 그러나 높은 전단값을 나타내는 경우에는 콤포지트 레진에서 파괴가 발생하는 접합부의 응집성파괴를 나타냈고, 반면 혼합성 또는 크라운과 콤포지트 레진 계면에서의 파괴가 발생한 경우에는 낮은 전단강도값을 나타냈다.

4. 결 론

표면을 샌드블라스팅 처리한 스테인리스강 크라운에 직접법과 간접법으로 접합된 두 종류의 콤포지트 레진의 결합부에 대하여 평가한 결과를 요약하면 아래와 같다.

1) 두 종류 콤포지트 레진 시스템 모두에 대하여 간접법으로 만들어진 레진의 전단 결합강도가 직접법으로 만들어진 레진보다 높은 값을 나타냈다. 간접법에서의 높은 전단강도 값은 광중합시에 사용되는 가열 및 가압 방식에 의한 중합도의 완성률이 높기 때문으로 사료된다.

2) 동일하게 간접법으로 만들어진 레진에 있어서 Clearfil SE bond를 사용한 후 Tescera 콤포지트 레진을 적용한 경우가 One-Step bond를 사용한 후 Tescera 레진을 적용한 경우보다 약 30% 정도 높은 전단강도 값을 나타냈다. 직접법으로 만들어진 레진에 있어서는 Clearfil SE Bond에 Clearfil AP-X레진을 적용한 경우가 One-Step bond에 Clearfil AP-X레진을 적용한 경우보다 높은 전단강도 값을 나타냈다.

3) 높은 전단 결합강도를 나타내는 경우에는 파괴가 콤포지트 레진부에서 발생하는 응집성(cohesive)파괴를 나타냈고, 반면에 크라운과 레진의 계면부에서 파괴가 발생한 경우에는 낮은 결합강도를 나타냈다.

후 기

본 연구의 일부분은 2010학년도 순천향대학교 교수 연구년제 지원사업에 의하여 수행되었음.

참 고 문 헌

1. A.D.A.M Consumer Website
2. K. R. Wiedenfeld, R. A. Draughn, J. B. Welford : An esthetic technique for veneering anterior stainless steel crown with composite resin, *ASDC J. Dent. Child*, 61-5~6, (1994), 321-326
3. P. V. Shah, J. Y. Lee, J. T Wright : Clinical success and parental satisfaction with anterior preveneered primary stainless steel crowns, *Pediatr Dent.*, 26 (2004), 391-395
4. W. F. Waggoner : Restoring primary anterior teeth, *Pediatr Dent.*, 24 (2002), 511-516
5. T. P. Croll : Primary incisor restoration using resin-veneered stainless steel crowns, *ASDC J Dent Child*. 65-2 (1998), 89-95
6. T. P. Croll, M. L. Helpin : Preformed resin-veneered stainless steel crowns for restoration of primary incisors, *Quintessence Int.* 27-5 (1996), 309-313
7. L. H. Baker, P. Moon, A. P. Mourino : Retention of esthetic veneers on primary stainless steel crowns, *ASDC. J Dent child*. 63-3 (1996), 185-189
8. J. K. Lee : Restoration of primary anterior teeth, Review of the literature *Pediatr Dent.* 24-5 (2002), 506-510
9. M. L. Helpin : The open-face stainless steel crown restoration in children, *ASDC J Dent Child.*, 50 (1983), 34-38
10. J. K. MacLean, C. E. Champagne : Clinical outcomes for primary anterior teeth treated with preveneered stainless steel crowns, *Pediatr Dent.*, 29-5 (2007), 377-381
11. W. F. Waggoner, H. Cohen : Failure strength of four veneered primary stainless steel crowns, *Pediatr Dent.*, 17, (1995), 36-40
12. R. Carrel, R. Tanzilli : A veneering resin for stainless steel crowns, *J Pedod.*, 14 (1989), 41-44.
13. M. Kern, V. P. Thompson : Effect of sandblasting and silica-coating procedures on pure titanium, *J Dent.*, 22 (1994), 300~6
14. E. A. Hasegawa, D. B. Boyer, D. C. Chan : hardening of dualcared cements undercomposite resin inlays, *J. Prosthet Dent.*, 66 (1991), 187-92
15. A. Piwowarczyk, H. C. Laucer, J. A. Sorensen : In vitro shear strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials : *J Prosthet Dent.*, 92 (2004), 265-73
16. R. Foster : Introducing an aqua-, thermal-, light-processed indirect composite restorative system, *Restorative Quarterly, a Supplement to the Compendium*, 5-3 (2002), 3-6