

상아질에 대한 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 접합도

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

조영곤

Abstract

ADAPTATION OF RESIN-MODIFIED GLASS IONOMER CEMENT TO DENTIN

Young-Gon, Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the adaptation of self-cured glass ionomer cement and resin-modified glass ionomer cement and polyacid-modified resin composite, which are light-cured glass ionomer cements, to dentin surface. Twelve extracted human maxillary and mandibular molar teeth were used in this study. The entire occlusal dentin surfaces of teeth were exposed with Diamond Wheel Saw and smoothed with sand papers (300, 600, 1200grits).

They were randomly assigned into 3 groups according to glass ionomer cements used; Control group- Fuji II, Experimental group 1 - Fuji II LC, Experimental group 2 - Dyract.

According to the manufacturer's directions, three glass ionomer cements were bonded to exposed dentin surfaces of the tooth crown and cured.

Crowns and glass ionomers were trimmed after 24hrs and sectioned horizontally and vertically with diamond saw.

The interface of glass ionomer cements and dentin was examined under SEM.

The results were as follows :

1. Good adaption between glass ionomer cement and dentin on the horizontal section was showed in control and experimental group 1, but the gap of 20 μ m, which was observed distinct separation between glass ionomer cement and dentin, was showed in experimental group 2.
2. Good adaption between glass ionomer cements and dentin on the vertical section was

*이 논문은 1995년도 조선대학교 교수해외 파견 연구비지원을 받아 연구되었음

showed in control and experimental group 1, but the gap of 80-100 μ m was showed in experimental group 2.

3. Cohesive fracture within glass ionomer cements in control and experimental group 1 was showed, but no cohesive fracture was showed in experimental group 2.

I. 서 론

1972년 Wilson과 Kent¹⁾에 의해 치과에 처음으로 소개된 글라스 아이오노머 시멘트는 임상에서 수복용, 이장재 및 합착용 등 다양한 용도²⁾로 사용될 수 있는 여러 가지 장점을 가지고 있다. 이러한 장점으로는 인접치질에 불소를 침착시켜 이차 우식증을 예방하고^{3,4)}, 법랑질과 상아질에 물리-화학적으로 결합하여 미세누출을 감소시키며⁵⁾, 치수와 치은에 생체적합(biocompatibility)하고, 낮은 열팽창계수를 갖는다. 그러나 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 길고 복잡한 경화반응을 일으켜 수분오염이나 탈수에 쉽게 손상되며, 낮은 물리적 성질을 갖고 있다. 이와같은 단점을 보완하기 위하여 1989년에 Mathis와 Ferracane⁶⁾은 광선에 중합되는 소량의 레진용액과 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 용액을 혼합한 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트를 소개하였다. 이러한 시멘트는 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트에 비해 뚜렷이 개선된 초기의 기계적 성질^{7,8)}과 물에 대한 낮은 용해도를 가졌으며, 낮은 수분 민감도와 짧은 경화시간 및 연장된 작업시간을 갖게 되었다.

광중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 경화되는 과정에 따라 산-염기반응과 광중합 및 화학중합에 의해 경화되는 resin-modified glass ionomer와 글라스 아이오노머 성분을 함유하였으나 산-염기반응을 하지 않는 polyacid-modified resin composite로 분류된다⁹⁾.

광중합 글라스 아이오노머 시멘트의 치질에 대한 접착에 관한 많은 연구가 진행되었으나 경화반응이 서로 다른 시멘트간의 접합도에 대한 연구는 아직까지 부족한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 자가중합형 글라스 아이오노머

시멘트(Fuji II)를 대조군으로 사용하고 경화기전이 서로 다른 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 resin-modified glass ionomer cement (Fuji II LC)와 polyacid-modified resin composite(Dyract)를 상아질에 부착시켜 각 시멘트와 상아질 계면간에 발생하는 간격을 현미경적으로 관찰하여 상아질에 대한 시멘트의 접합도를 상호 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

상아질에 대한 글라스 아이오노머 시멘트의 접합도를 평가하기 위하여 교합면에 우식병소와 미세균열이 없는 발거된 상, 하악 대구치 12개를 실험치아로 사용하였다.

본 연구에 사용된 글라스 아이오노머 시멘트는 table 1에서와 같이 자가중합형인 Fuji II와 광중합형인 Fuji II LC와 Dyract를 사용하였다.

2. 실험방법

교합면에 치아우식증이 없는 상, 하악 대구치 12개를 수집하여 증류수에 보관한 후, 실험하기 직전에 치관의 표면에 부착된 이물질을 cavitron으로 깨끗이 제거하였다. 내경 2cm, 높이 4cm의 투명한 플라스틱 관에 물과 혼합한 경석고를 완전히 채운 다음 각각의 치아는 경석고에 치근부를 식립하여 치관부를 노출시켰다. 경석고가 경화된 후 각 치아의 교합면은 Diamond Wheel Saw(South Bay Technology CO., U.S. A.)를 이용하여 지면에 평행하게 삭제하여 법랑질 직하방의 상아질을 노출시킨 다음 30-40배율의 광학입체현미경(Olympus SZH 10, Japan)하에서 삭제된 치아표면이 상아질로만 이

Table 1. Three glass ionomer cements used in this study

Glass ionomer cement	Lot No.	Manufacturer
Fuji II		GC Corporation
Powder(shade 21)	9109905B	
Liquid	950302A	
Fuji II LC		GC Corporation
Powder(shade A2)	090341	
Liquid	081061	
Dyract		Dentsply Detrey
Compule(shade A2)	9611001329	
PSA prime/adhesive	9605005	

루어져 있는가를 확인하였다. 상아질 표면은 사포(300, 600, 1200 grit)를 순차적으로 사용하여 평활하게 하였다. 사용될 3종의 글라스 아이오노머 시멘트를 상아질 표면에 접착하기 위해 12개의 치아를 무작위로 4개씩 선택하여 3개의 군으로 분류하였다.

1) 대조군

상아질 표면을 air-water syringe로 깨끗이 세척, 건조하고 상아질 처리제(Dentin Conditioner : GC Corp.)를 20초간 도포한 다음 water syringe로 30초간 세척하고 air syringe로 10초간 건조하였다.

Fuji II 시멘트의 분말(shade 21)과 액은 제조회사의 지시에 따라 혼합하여 1회용 튜브(Centrix, U.S.A.)에 채워 충전용 시린지(Caulk®, U.S.A.)에 장착한 후 상아질 표면에 가로 4mm, 세로 4mm, 높이 2mm 정도의 시멘트를 축조하고, 일차 경화가 이루어지도록 5분간 기다렸다가 Fuji Varnish(GC Corp.)를 시멘트의 표면에 2회 도포하였다.

2) 실험 1군

사용된 시멘트는 광중합형인 Fuji II LC를 사용하였으며, 분말의 shade는 A2를 선택하여 사용하였고 분말과 액의 혼합은 제조회사의 지시에 따라 이루어 졌다.

상아질의 표면처리와 시멘트의 축조는 대조군과 같은 방법으로 시행하였으며 축조후 광

조사기(Visilux 2, 3M Co., U.S.A.)를 이용하여 시멘트를 교합면측과 협,설면측에서 각각 40초간 조사한 직후 시멘트의 표면에 Fuji Varnish를 2회 도포하였다.

3) 실험 2군

상아질 표면은 air-water syringe로 깨끗이 세척, 건조하고 용기에 2-3방울의 PSA prime/adhesive를 분배하여 솔을 이용해서 상아질 표면에 도포한 다음 30초간 방치하고 air syringe로 PSA prime/adhesive를 건조한 후 광조사기(Visilux 2, 3M)로 10초간 조사하였다. 곧바로 PSA prime/adhesive를 다시 도포하고 건조시킨 후 10초간 광조사하였다.

Dyract(shade No. A2)를 충전용 시린지에 장착하여 상아질 표면에 대조군과 같은 면적의 시멘트를 축조한 후 교합면측과 협,설면측에서 각각 60초간 광조사하였다.

상아질 표면에 시멘트의 축조가 완료된 각 군은 특히 대조군의 시멘트가 계속적으로 경화되도록 하기위해 실온의 증류수에 24시간동안 보관하였다.

각 군의 치아는 Diamond Wheel Saw를 이용하여 시멘트와 상아질의 경계부에서 치근측으로 2mm 정도의 치질을 남겨두고 지면과 평행하게 절단하여 원형이 되도록한 다음 시편의 외측에 남아있는 법랑질을 다시 절단하여 사각형 형태의 시편을 제작하였다. 이처럼 제작된 시편은 편의상 수평절단면이라고 하였다. 상아

질 표면과 시멘트간의 접합도를 입체적으로 평가하기 위하여 각 군의 시편중 2개의 시편은 다시 시멘트와 상아질의 중앙부에 수직방향으로 절단하여 수직절단면을 만들었다.

각 군의 절단면은 수작업을 통해 300, 600, 1200 grit의 사포상에서 순차적으로 연마하여 평활하게 하였다.

주사전자현미경적 관찰을 위하여 각 군의 시편은 air-water syringe로 깨끗이 세척하고 건조시킨 다음 황동의 stab에 시편을 부착하여 2KV와 20 mA의 전압과 4×10^{-2} m bar/pa의 진공상태에서 1분동안 225Å의 두께로 금도금 하였다.

주사전자현미경(모델명: JSM-840, 제조회사 및 국가: JEOL Ltd., Japan)하에서 저배율과 고배율을 이용하여 각 군의 수평 및 수직절단면에서 상아질과 시멘트간의 접합도 관찰하여 polarloid 667 필름(Kodak Co., U.S.A.)으로 촬영하였다.

III. 실험성적

1. 대조군

수평절단면과 수직절단면 모두에서 상아질과 시멘트의 계면은 긴밀한 접합도를 나타냈고(Figs. 1,2,3) 상아질 계면상부의 시멘트는 비교적 큰 cohesive fracture를 보였다(Fig. 3) 시멘트의 내부에서는 탈수현상으로 인한 심한 crack을 관찰할 수 있었다(Fig. 1).

2. 실험 1군

수평절단면에서 상아질과 시멘트의 계면은 긴밀한 접합도를 이루었고(Fig. 4), 계면 상부의 시멘트사이에 1-2 μ m의 미세한 간격을 나타내는 cohesive fracture상을 나타냈다(Fig. 5). 수직절단면에서 상아질과 시멘트의 계면은 긴밀한 접합도를 이루었고, 수평절단면에서 관찰된 시멘트간의 cohesive fracture가 나타나지 않았다(Fig. 6).

3. 실험 2군

수평절단면에서 상아질과 시멘트의 계면은

20 μ m정도의 간격으로 명확히 분리되는 adhesive fracture상을 나타냈으며, 시멘트에서는 탈수로 인한 crack이 나타나지 않았다(Fig. 7). 수직절단면에서 상아질과 시멘트의 계면은 80-100 μ m정도의 간격을 관찰할 수 있었다(Fig. 8).

IV. 총괄 및 고찰

자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 우수한 성질에도 불구하고 경화시간의 단축과 작업의 용이로움 등으로 임상에서 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트가 유행처럼 많이 사용되고 있다^{10,11,12}.

자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 폴리산이 알루미늄 실리케이트 입자를 공격하는 산-염기반응에 의해 경화반응을 하게된다¹³. 글라스 입자에서 유리된 칼슘과 알루미늄 이온은 시멘트의 경화를 개시하도록 한다. 글라스 아이오노머 시멘트가 치질에 적용되면 폴리산이 치질에 있는 칼슘 이온과 화학적인 작용을 통해 복합체를 형성한다. 칼슘이온은 인이온과 함께 치질에 접한 시멘트내에 이온이 풍부한 층을 형성하므로써 치질과 결합하게 된다¹⁴.

또한 글라스 아이오노머 시멘트에 레진 성분을 첨가한 광중합 글라스 아이오노머 시멘트는 광선에 의한 중합반응과 산-염기반응에 의해 경화가 진행되어 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트에 비해 복잡한 경화과정을 겪게된다. 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 치질에 대한 결합은 폴리산과 치질간의 상호작용과 상아질면에 노출된 콜라겐 망상구조 물로의 HEMA의 침투에 기인한다¹⁵.

여러 연구보고에 의하면 일반적으로 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트보다 광중합 글라스 아이오노머 시멘트의 치질에 대한 결합력이 더 높은 것으로 보고되고 있다^{7,9,10}.

본 연구에서는 자가중합형과 광중합 글라스 아이오노머 시멘트중 resin-modified glass ionomer(G-I)와 polyacid-modified resin composite의 상아질에 대한 접합도를 상호비교하였다.

상아질에 대한 글라스 아이오노머 시멘트의

결합력에 관하여 선학들의 연구가 많이 진행되었는데 Garcia-Godoy¹⁶⁾는 상아질 표면을 폴리산으로 처리한 군이 처리하지 않는 군에 비해 통계학적으로 높은 전단결합강도를 나타냈다고 보고하였다. 이와같은 연구의 결과를 토대로 본 연구에서도 상아질에 대한 시멘트의 결합력을 향상시키기 위하여 Fuji II와 Fuji II LC를 사용한 대조군과 실험 1군에서는 상아질의 표면 처리를 위하여 폴리산을 사용하였다.

치질과 수복물의 접합도에 관한 평가는 색소등을 이용한 미세누출법이 흔히 이용되고 있으나 입체적인 평가가 부족하므로 본 연구에서는 주사전자현미경적인 방법을 통하여 글라스 아이오노머 시멘트와 상아질 계면간에 발생된 간격을 측정하여 시멘트와 상아질의 접합도를 평가하였으며 특히 시편제작시 수평절단면과 수직절단면을 만들어 입체적인 현미경적 관찰을 시도하려고 하였다.

본 연구에서는 수평절단면에서 상아질과 시멘트의 접합도는 대조군과 실험 1군에서 긴밀하게 나타났으나 실험 2군에서 20 μ m 정도의 간격으로 명확히 분리되는 adhesive fracture 상을 나타냈다. 또한 수직절단면에서 상아질과 시멘트의 접합도는 대조군과 실험 1군에서 긴밀하게 나타났으나 실험 2군은 80-100 μ m 정도의 간격으로 수평절단면에서 보다 큰 adhesive fracture 상을 나타냈다.

Swift¹⁷⁾은 상아질에 대한 자가중합형과 resin-modified G-I 시멘트의 전단결합강도에 관한 연구에서 resin-modified G-I가 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트보다 뚜렷이 높게 나타났다고 보고하였으며, Sidhu¹⁷⁾는 자가중합형과 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 상아질에 대한 변연층의 수축간극을 현미경적으로 평가한 결과 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 26 μ m, Fuji II LC는 8 μ m을 나타내어 광중합형이 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트보다 통계학적으로 우수한 접합도를 보였다고 하여 본 연구의 결과와 차이를 보여 주고 있다. 본 연구에서 대조군이 실험 1군과 같이 긴밀한 접합도를 보인 것은 Mount¹⁸⁾가 보고한 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트와

치질간에 이온이 풍부한 층이 형성되었기 때문으로 사료된다.

Abdalla¹⁹⁾은 5급와동에 광중합 글라스 아이오노머 시멘트를 충전한후 2년간의 임상적 연구에서 Fuji II LC와 Dyract의 변연손상율을 비교한 결과 이들간에는 통계적으로 유의한 차이가 없다고 보고하였으나 본 연구에서는 다른 군에 비하여 Dyract를 사용한 실험 2군이 가장 낮은 접합도를 보였다. 이러한 이유는 Dyract가 복합레진에 가까운 재료적인 특성으로 인하여 다른군에 비해 중합수축이 훨씬 많이 작용되었기 때문으로 사료된다. 따라서 Dyract는 자가중합형이나 resin-modified G-I 시멘트보다 중합수축에 저항할 수 있는 강한 접착강도가 필요하다고 생각된다.

본 연구의 수평절단면에서 대조군은 상아질 계면 상부의 시멘트간에 비교적 큰 cohesive fracture 상을 보였고, 실험 1군은 1-2 μ m 정도의 간격을 나타내는 미약한 fracture 상을 보였으나 실험 2군에서는 시멘트간에 간격이 나타나지 않았다. Akinmade²⁰⁾은 폴리머 기질과 글라스 입자간에 강한 adhesive strength를 가지고 있기 때문에 글라스 아이오노머 시멘트는 우수한 cohesive strength를 갖는다고 하였으나 본 연구에서는 자가중합형과 resin-modified G-I 시멘트와 상아질간의 결합이 시멘트 기질과 글라스 입자간의 결합보다 더 강하게 나타났다. Ngo²¹⁾은 현미경적인 관찰에서 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 치질과 긴밀한 계면을 나타냈으며 시멘트간에는 cohesive fracture를 보였다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 본 연구의 결과를 종합하여 보면 자가중합형과 resin-modified G-I 시멘트는 상아질과 긴밀한 접합도를 보이면서 시멘트간에 cohesive fracture를 보였으나 polyacid-modified resin composite는 상아질과 분리된 양상을 나타내어 자가중합형과 resin-modified G-I 시멘트에 비해 상아질에 대한 접합도가 훨씬 낮게 나타났다.

Ngo²¹⁾은 글라스 아이오노머 시멘트는 물을 함유하는 재료이기 때문에 기존의 주사전자현미경적인 방법에서는 시편에 탈수나 crack이

생기므로 저온의 high-resolution SEM방법을 이용하게되면 시멘트와 치질간의 계면을 명확히 관찰할 수 있다고 하여 이와같은 방법을 이용한 글라스 아이오노머 시멘트의 치질에 대한 접합도를 평가한다면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료되며, 아울러 자가중합이나 resin-modified G-I 시멘트는 물을 필요로 하는 재료이므로 상아질을 건조할 때 약간의 수분이 남아 있는 상태에서 접착시켜 접합도를 평가해야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

상아질에 대한 글라스 아이오노머 시멘트의 접합도를 평가하기 위하여 교합면에 우식병소와 미세균열이 없는 발거된 상, 하악 대구치 12개를 경석고에 식립하여 교합면의 상아질을 노출킨 후 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II(GC Corporation)와 광중합형 시멘트인 Fuji II LC(GC Corporation)와 Dyract(Dentsply Detry)를 상아질 표면에 축조하여 대조군, 실험 1군 및 실험 2군으로 분류하였다.

각 군의 상아질과 시멘트가 접착되는 계면부를 입체적으로 관찰하기 위하여 시편은 수평절단면과 수직절단면으로 절단하여 제작한 다음 주사전자현미경으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수평절단면에서 상아질과 시멘트의 접합도는 대조군과 실험 1군에서 긴밀하게 나타났으나 실험 2군에서 20 μ m 정도의 간격으로 명확히 분리되는 adhesive fracture상을 나타냈다.
2. 수직절단면에서 상아질과 시멘트의 접합도는 대조군과 실험 1군에서 긴밀하게 나타났으나 실험 2군은 80-100 μ m 정도의 간격으로 명확히 분리되는 adhesive fracture상을 나타냈다.
3. 수평절단면에서 계면 상부의 시멘트간에 대조군은 비교적 큰 cohesive fracture 상을 보였고, 실험 1군은 1-2 μ m 정도의 간격을 나타내는 미약한 fracture상을 보였으나 실험 2군에서는 시멘트간에 간격이 나타나지 않

았다.

참 고 문 헌

1. Wilson, A.D. and Kent, B.E. : A new translucent cement for dentistry. Brit. Dent. J., 15 : 133-135, 1972.
2. McLean, J.W. : Evolution of glass-ionomer cements : A personal view, J. Esth. Dent. 6(5) : 195-205, 1994.
3. Forsten, L. : Flouride release of glass ionomers. J. Esth. Dent., 6(5) : 216-222, 1994.
4. DeSchepper, E.J., White, R.R and von der Lehr, W. : Antibacterial effects of glass ionomers. Am J. Dent., 2 : 51-56, 1989.
5. Zyskind, D., Frenkel, A., Fuks, A. and Hirschfeld, Z. : Marginal leakage around V-shaped cavities restored with glass-ionomer cements : an in vitro study. Quint. Int., 22 : 41-45, 1991.
6. Mathis, R.S. and Ferracane, J.L. : Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. Dent. Mat., 5 : 355-358, 1989.
7. Swift, E.J., Pawlus, M.A. and Vargas, M. A : Shear bond strengths of resin-modified glass-ionomer restorative materials. Oper. Dent., 20 : 138-143, 1995.
8. Ruzs, J.E., Antonucci, J.M., Eichmiller, F. and Anderson, M.H. : Adhesive properties of modified glass-ionomer cements. Dent. Mat., 8 : 31-36, 1992.
9. Sidhu, S.K. and Watson, T.F. : Resin-modified glass ionomer materials, A status report for the american journal of dentistry. Am J. Dent., 8 : 159-67, 1995.
10. Kerby, R.E., Knobloch, L. and Thakur, A. : Strength properties of visible-light-cured resin-modified glass-ionomer cements. Oper. Dent., 22 : 79-83, 1997.
11. Mclean, J.W., Nicholson, J.W. and Wilson,

- A.D. : Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quin. Int.*, 25 : 587–589, 1994.
12. Jordan, R.E, Suzuki, M. and MacLean, D. F : Light-cured glass ionomers. *J. Esth. Dent.*, 59–61, 1989.
 13. Smith, D.C. : Polyacrylic acid-based cements : Adhesion to enamel and dentin, *Oper. Dent. Supp.*, 5 : 177–183, 1992.
 14. Wesenber, G. and Hals, E. : The structure of experimental in vitro lesions around glass ionomer cement restorations in human teeth. *J. Dent. Res.*, 7 : 175–184, 1980.
 15. Wilson, A.D. : Resin-modified glass-ionomer cements. *Int. J. prosth.*, 3 : 425–429, 1990.
 16. Garcia-Godoy, F. : Dentin surface treatment and shear bond strength of a light-cured glass ionomer. *Am. J. Dent.*, 5 : 283–285, 1992.
 17. Sidhu, S.K. : Marginal contraction gap formation of light-cured glass ionomers. *Am. J. Dent.*, 7(2) : 115–118, 1994.
 18. Mount, G.J. : Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment. *Oper. Dent.* 16 : 141–148, 1991.
 19. Abdalla, A.I. and Alhadainy, H.A. : Clinical evaluation of hybrid ionomer restoratives in class V abrasion lesions : Two-year results. *Quint. Int.*, 28 : 255–258, 1997.
 20. Akinmade, A.O. and Nicholson, J.W. : Review of glass ionomer cements as adhesives. *J. Mat. Sci. Med.*, 3 : 95–101, 1993.
 21. Ngo, H., Mount, G.J. and Peters M.C.R.B. : A study of glass-ionomer cement and its interface with enamel and dentin using a low-temperature, high-resolution scanning electron microscopic technique. *Quint. Int.*, 28 : 63–69, 1997.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1 SEM view of Fuji II cements on the horizontal section($\times 250$) Good adaptaton was showed on the interface of cement and dentin. Cracks were showed on the cement surface.
- Fig. 2. SEM view of Fuji II cements on the horizontal section($\times 1,000$) Good adaptaton was showed on the interface of cements and dentin.
- Fig. 3. SEM view of Fuji II cements on the vertical section($\times 2,000$) Good adaptaton was showed on the interface of cements and dentin. Cohesive fracture was showed within cements.
- Fig. 4. SEM view of Fuji II LC cements on the horizontal section($\times 50$) Good adaptaton was showed on the interface of cements and dentin.
- Fig. 5. SEM view of Fuji II LC cements on the horizontal section($\times 3,000$) Good adaptaton was showed on the interface of cements and dentin. Cohesive fracture was showed within cements.
- Fig. 6. SEM view of Fuji II LC cements on the vertical section($\times 2000$) Good adaptaton was showed on the interface of cements and dentin. Cohesive fracture was not showed within cements.
- Fig. 7. SEM view of Dyract on the horizontal section($\times 250$) The gap of $20\mu\text{m}$ on the interface of Dyract and dentin was showed.
- Fig. 8. SEM view of Dyract on the vertical section($\times 150$) The gap of $80-100\mu\text{m}$ on the interface of Dyract and dentin was showed.

사진부도

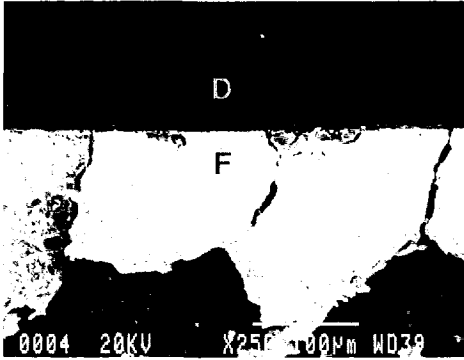


Fig. 1

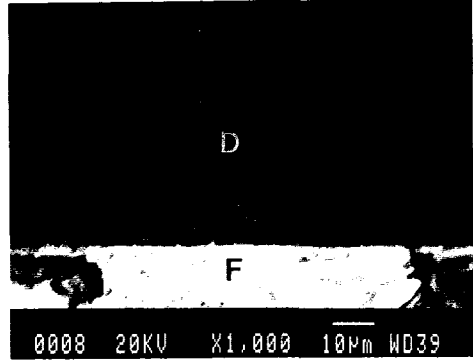


Fig. 2

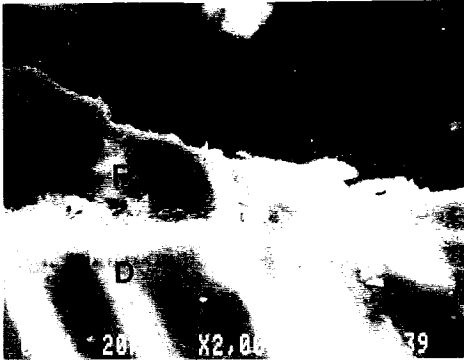


Fig. 3

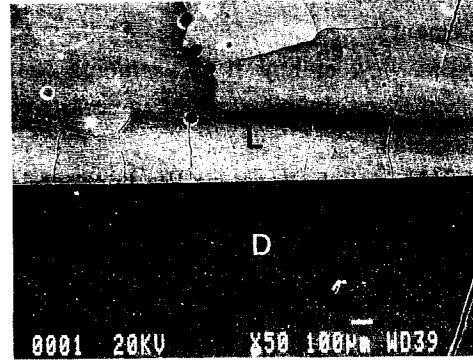


Fig. 4

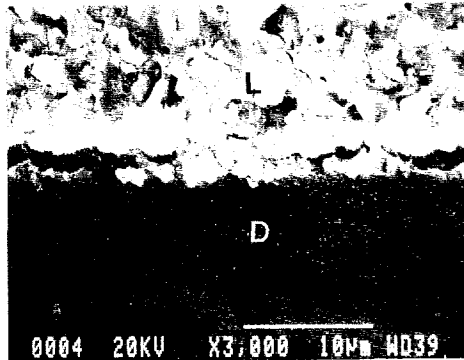


Fig. 5

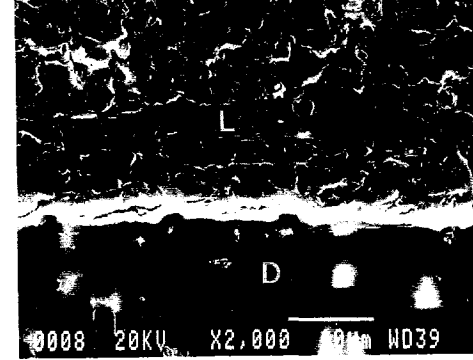


Fig. 6

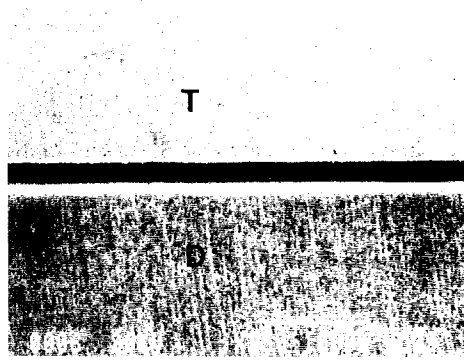


Fig. 7

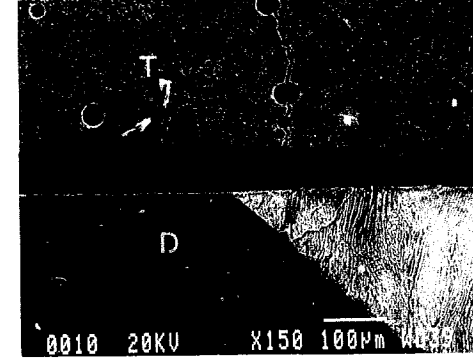


Fig. 8