복합레진 적용에 따른 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 변연 적합도의 변화

이계영 · 이광원 · 박수정*
전북대학교 치과대학 치과보존학교실, 구강생리학교실* 및 구강생체과학연구소

ABSTRACT

CHANGES OF MARGINAL ADAPTATION TO THE CAVITY FLOOR OF LIGHT-CURED GLASS IONOMER CEMENT BASE AFTER APPLICATION OF A COMPOSITE RESTORATION

Gye-Young Lee, Kwang-Won Lee, Soo-Joung Park*
Department of Conservative Dentistry and Oral Physiology, Chonbuk National University & Institute of Oral Bioscience*

The purpose of this study was to estimate the changes of marginal adaptation to the cavity floor of light-cured glass ionomer cement base after application of a composite restoration. Eighty non-carious extracted human molars were used in the present study. Circular cavities were prepared on the center of the exposed dentin surface to 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm in depth and the prepared cavities were pretreated with Dentin conditioner and filled with Fuji II LC(GC Int. Co., Japan). They randomly assigned into 3 groups according to the difference in application of a composite restoration: Group 1(control group): only glass ionomer base, Group 2: The application of a composite restoration surrounded by dentin with class I cavity over glass ionomer base after conventional dentin bonding to the exposed dentin and glass ionomer base, Group 3: The application of composite restoration not-surrounded by dentin over glass ionomer base after conventional dentin bonding to the exposed dentin and glass ionomer base.

To examine the interface between cavity floor and light-cured glass ionomer cement base, each groups were sectioned vertically through the center of restorations with diamond saw and the gap size(㎛) of interface measured by SEM. The results were analyzed by using One Way ANOVA.

The results were as follows:

1. Good adaptation between glass ionomer cement base and cavity floor was showed in specimens with 0.5mm, 1.0mm depth base of control group. But in specimens with 1.5mm, 2.0mm depth base of control group, the gap was measured about 15㎛, 40㎛ respectively.
2. Gap size in group 2 was significantly higher than that in control group($P<0.05$).
3. Gap size in group 3 was significantly higher than that in control group and group 2($P<0.05$).
4. It was possible to observe the good adaptation between glass ionomer cement base and dentin which was intermediated with 4-10㎛ hybrid layer in specimens with 0.5mm, 1.0mm depth base of control group. Cohesive fracture within cement base was observed in all specimens which had the gap between glass ionomer cement base & dentin
5. It was possible to observe the gap formation between cement base and bonding agent and between composite resin and dentin in all specimens of group 2.

Ⅰ. 서 론

결손된 치아 경조직을 수복하는 데 있어 수복의 성패를 좌우하는 여러 가지 요건중에서 수복재와 치질간의 긴밀한 접착을 통해 외부 자극으로부터 치수를 보호하고 수복후의 지각과민이나 2차 우식을 억제하는 것은 매우 중요하다. 더불어 최근에는 상실된 치아의 기능적인 회복 뿐만 아니라 환자의 심미적인 요구를 동시에 충족시키기 위한 심미성 재료의 사용이 증가되고 있다. 이에 접착 시스템의 발달과 복합레진 자체의 물리적 성질의 개선으로 전치부는 물론 구치부에서 아말감 대신 복합레진의 사용이 증가되고 있으나 와동이 깊은 경우 복합레진만으로 충전시 치수자극에 의한 민감성을 호소하는 경우가 많다. 복합레진 충전후 치수자극에 대한 요인으로 복합레진이 치수에 미치는 직접적인 독성효과[1]와 상아질에 대한 인산부식시의 치수자극[2] 및 복합레진의 중합수축[3,4]으로 야기된 치질과의 미세누출에 의한 세균침투등이 보고되고 있다. 변연누출에 영향을 주는 요인으로 중합수축이 가장 큰 영향을 미치는 데, 복합레진은 2.6-7.1%정도의 체적수축과 2.3%의 선수축률을 보이며 이는 중합에 의한 단량체의 covalent bond에 의해 수축[5]이 야기되며 광중합시 레진의 표면에서 중합이 개시되어 주로 와저부위에 간극이 발생[6,7]된다. 따라서 와동이 깊은 경우 글라스아이오노머 시멘트를 와동저부에 base로 적용한 후 복합레진을 상방에 적용하는 술식이 일반적으로 사용되고 있다.

1972년에 Wilson과 kent[8]에 의해 개발된 자가중합형 글라스아이오 시멘트는 실리케이트 시멘트의 글래스 분말과 아크릴산 중합체 액상간의 경화 반응에 기초를 두고 있다. 비교적 높은 탄성률, 낮은 온도전달계수, 잠재적 불소유리에 의한 이차우식증의 예방, 시멘트의 카르복실기와 치질간의 상호작용에 의한 치질과의 화학적 결합능력에 의한 술후 민감성 감소와 치수의 보호, 치질과 유사한 열팽창계수와 생물학적 안정성 그리고 간편한 와동형성 및 경화시의 미약한 온도 상승등의 장점[9-15]을 지녀 충전용, 합착용, 치면열구 전색용 및 이장용등으로 임상에서 널리 사용되어 왔다. 그러나 경화시간의 지연, 수분오염에 의한 수복물의 질적 저하, 탈수에 의한 crack의 형성 및 색조의 변화와 술식과정에 따른 재료의 민감성 등의 문제점[16-18] 이 지적되어 왔다. 이에 Mathis등[19]이 73W% 화학중합형 글라스아이노머 시멘트액과 13W% 광중합형 레진액을 혼합해 불소가 함유된 혼성(Hydrid)수복액을 제조하였으며, 계속된 발전으로 1992년 Croll[20]에 의해 80%의 글라스아이오너머 시멘트와 20% 광중합 레진의 혼합물로 구성되어 있는 이중중합재인 수복용 글라스아이오노머 시멘트가 소개되어 수복재와 이장재로 사용되어지고 있다. 최근에 개발된 광중합형 글라스아이오노머 시멘트는 자가중합형 시멘트의 우수한 성질을 지니면서 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 비해 충분한 조작시간과 치질이나 복합레진에 대한 결합력이 높고, 가시광선에 의한 빠른 경화시간으로 인한 수분민감성이 감소되었으며 충전 후 바로 최대강도에 도달하여 표층의 산도가 훨씬 높아져서 경화도중에 생기는 산에 의한 치수손상의 우려가 훨씬 적어졌고 물리적 특성 또한 더욱 개선되었다[21-24] .

치수보호를 위해서 신세대 상아질 접착제를 상아질에 직접 적용하는 것과 복합레진 하방에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 base로 적용하는 것 중 어느것이 더 좋은가에 대해서는 논란의 여지가 많다. 글라스아이오노머 시멘트를 base로 적용할 경우 시멘트가 상아질에 빈틈없이 접착되어 치질과 수복물사이의 미세누출을 감소시키고 상아질이나 법랑질과 유사한 열팽창 계수를 가지므로 미세누출이 있다해도 매우 적어서 복합레진 적용 후 민감성을 감소시킬 수 있다고 보고[25-27]되고 있다. 반면에, 복합레진의 중합수축으로 인하여 글라스아이오노머 시멘트를 상아질 표면에서 분리시켜 결과적으로 틈이 생기게 되어 세균이 침투하고 미세누출이 일어나게 되어 시술 후 민감성과 치수염증의 원인이 될 수 있다고 보고[28,29]되고 있다. 이에 본 실험에서는 두께에 따른 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 치질과의 적합도와 복합레진을 적용 후 시멘트와 치질과의 적합도를 주사전자현미경을 통하여 시멘트와 와동저부의 치질간의 간극을 측정함으로서 복합레진 적용 후 시멘트와 치질간의 변연적합도의 변화를 관찰한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

상아질 시편을 제작하기 위해 우식증과 교모가 심하지 않으며 발거한 후 일주일이 경과되지 않은 80개의 상, 하악 대구치를 선택하여 치아표면에 부착된 유기 잔사와 치석을 제거한 다음 실험치아로 사용하였다. 상아질 접착제는 도말층의 제거와 상아질 표면처리를 위해 32% 인산용액을 함유하는 ALL Bond 2(Bisco. Inc.,USA)를 이용하였으며 복합레진으로는 Z-100(3M Co.)을 광중합형 글라스아이오노머는 충전용인 Fuji II LC(GC International Corp., Japan)을, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트을 위한 표면처리제로는 10% phosphoric acid인 dentin conditioner(GC International Corp., Japan)를 사용하였다.

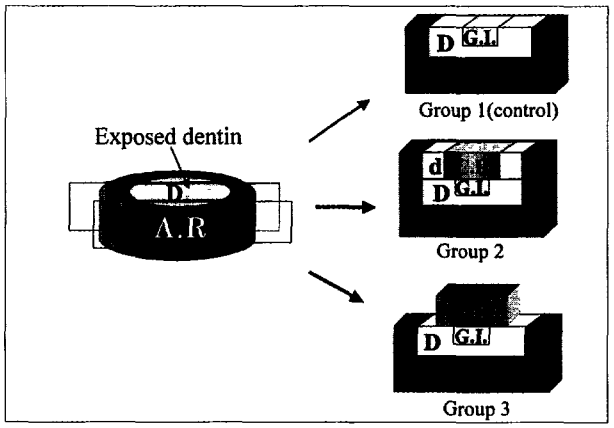
2. 실험방법

1) 시편제작

80개 치아의 교합면을 직경 2 cm, 높이 2 cm의 테플론

Table. 1. Experimental groups

Group	subgroup	filling mothod	No. of sample	filling material
1 (control)	a	0.5mm D of only glass ionomer base	5	Fuji II LC
	b	1.0mm D of only glass ionomer base	5	
	c	1.5mm D of only glass ionomer base	5	
	d	2.0mm D of only glass ionomer base	5	
2	a	0.5mm D of G.I. base & 2mm D of Class I resin	5	Fuji II LC & Z-100 resin
	b	1.0mm D of G.I. base & 2mm D of Class I resin	5	
	c	1.5mm D of G.I. base & 2mm D of Class I resin	5	
	d	2.0mm D of G.I. base & 2mm D of Class I resin	5	
3	a	0.5mm D of G.I. base & 2mm D of resin	5	Fuji II LC & Z-100 resin
	b	1.0mm D of G.I. base & 2mm D of resin	5	
	c	1.5mm D of G.I. base & 2mm D of resin	5	
	d	2.0mm D of G.I. base & 2mm D of resin	5	



· Depth of G.I.: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm, Diameter of G.I.: 3mm
· Depth of composie resin: 2mm, Diameter of composite resin: 5mm

Fig. 1. The Schematic diagram of cross-sectioned specimen(A.R: acrylic resin mold, D: dentin, G.I.: Fuji II L.C, C.R.: Z-100 resin, d: dentin with Class I Cavity for application of a composite resin): Group 1(control group): specimen of only glass ionomer base, Group 2: specimen of glass ionomer base with composite restoration surrounded by dentin, Group 3: specimen of glass ionomer base with composite restoration not-surrounded by dentin.

몰드내의 기저부에 횡으로 위치시킨 뒤 자가중합형 아크릴릭 레진을 일정 비율로 혼합하여 몰드내로 주입하였다. 상아질면을 형성하기위해 모델 트리머상에서 상아질면이 노출될 때까지 블록 기저부에 평행하게 연마하여 표층 상아질을 노출시킨 뒤 복합레진과의 결합을 위한 표면적을 확보하기위해 600, 800 grit 연마지를 사용하여 직경이 최소 6mm이상이 될 수 있도록 확대하였다. 광중합형 글라스아이오노머 시멘트을 base로 적용하기 위한 시편제작을 위해 블록 중앙부의 상아질에 drilling machine을 이용하여 직경 3mm, 깊이 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm의 와동을 형성하였다. 시멘트 상방부의 레진을 적용하기 위한 I 급 와동부는 임상과 유사한 조건을 재현하기위해 위에서 제작된 20개의 시편을 이용하여 원형 시편의 중앙부에 drilling machine을 이용하여 블록중앙부의 치질에 직경 5mm의 I 급와동을 형성한후 diamond saw을 이용하여 교합면에서 깊이 2mm정도가 되게 절단하였다. 이렇게 만든 시편들을 무작위로 선택하여 다음과 같이 분류하였다(Table. 1, Fig. 1).

· **실험 1군(대조군)** : 깊이 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm의 와동에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트로 이장한 군.
· **실험 2군** : 이미 제작된 I급 와동 시편을 깊이 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm로 광중합형 글라스아이오노머 시멘트로 이장된 시편 상방에 시멘트가 I급 와동의 중앙에 놓일 수 있도록 위치한 후 복합레진을 충전한 군
· **실험 3군** : 깊이 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm로 이장된 광중합형 글라스아이오노머 시멘트상방에 직경 5mm, 높이 2mm를 갖는 원형 캡술을 이용하여 복합레진을 충전한 군.

이장부위의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 적용은 상아질 표면처리를 위해 dentin conditioner를 20초간 적용하고 세척, 건조한 다음 제조회사의 지시대로 시멘트분말과 용액을 분배하여 20초간 혼화 한 후 성형기구를 이용하여 시멘트를 와동에 충전한 후 mylar strip을 적용하고 그 상방을 평편한 유리로 누른 상태에서 Curing Light XL 3000(3M., Germany)을 이용하여 20초간 광중합시켰다. 복합레진 적용을 위한 시멘트면과 상아질면의 표면처리는 32% etchant을 20초간 적용한 후 세척, 건조한 다음 Primer를 10초간 적용하고 건조시킨 후 bonding agent를

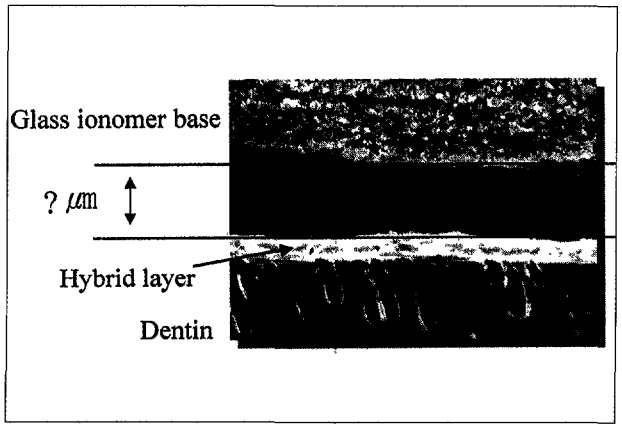


Fig. 2. Measurement of space between glass ionomer cement and dentin

적용한 후 20초간 광중합시켰으며, 복합레진을 적용한 후 40초간 광중합하였다. 모든 실험군의 시편을 제작한 후 구강내와 유사한 환경이 될 수 있도록 100%의 습도가 유지된 37℃ 항온기에 24시간 보관하였다.

2) 주사전자현미경 관찰을 의한 시편제작

주사전자현미경관찰을 위해 제작된 시편을 diamond saw을 이용하여 와동의 중심부위을 종절단하였으며 절단면을 800, 1000, 1200, 2000 grit 연마지로 연마한 후 표면의 도말층을 제거하기위해 32% 인산겔을 사용하여 10초동안 산부식하고 20초동안 수세하고 공기로 건조시킨 후 건조기에 7일간 넣어 완전 건조시켰다.

주사전자현미경관찰을 위해 시편을 Brass stub에 mounting하고 2KV와 20mA의 전압과 4×10^{-2}m bar/pa 진공상태에서 1분 동안 225Å의 두께로 금도금을 거쳐 주사전자현미경(Hitachi S-450 SEM, Japan)하에서 광중합 글라스아이오노머 시멘트와 치질간의 적합도를 관찰하여 Polaroid 667 필름(Kodak Co., U.S.A.)으로 촬영하였다.

각 시편의 시멘트와 치질간의 적합정도는 촬영된 Polaroid 사진상에서 와동저부의 시멘트와 치질경계부에 나타난 간격과 혼화층의 수치를 ㎛단위로 계측한 후(Fig. 2), One Way ANOVA를 이용하여 비교, 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 광중합형 글라스아이오노머 시멘트와 치질간의 변연간극 측정

각 시편의 시멘트와 치질간의 적합정도는 와동저부의 시멘트와 치질 경계부에 나타난 간극을 ㎛단위로 계측한 결과로 Table. 2와 Fig. 3와 같다.

1) 실험 1군(대조군)

광중합형 글라스아이오노머 시멘트 두께가 0.5mm, 1.0mm시편에서는 각각 0.41±0.39㎛, 0.49±0.50㎛로 치질과 긴밀한 접착을 하고 있었으나,(Fig. 4, 5, 6) 1.5mm, 2.0mm시편에서는 15.19±2.63㎛, 39.67±4.83㎛로 0.5mm, 1.0mm시편보다 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$) (Fig. 7, 8).

2) 실험 2 군

광중합형 글라스아이오노머 시멘트만 적용된 대조군에 비해 실험 2군이 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였으며, 시멘트 두께가 0.5mm, 1.0mm시편에서는 각각 10.92±1.41㎛, 9.10±3.09㎛로 시멘트 두께의 증가에 따른 간극의 변화가 없었으나 1.5mm, 2.0mm시편에서 각각 26.60±3.36㎛, 54.43±6.75㎛로 통계학적으로 유의하게 0.5mm, 1.0mm시편보다 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$)(Fig. 9).

3) 실험 3군

실험 3군에서 대조군과 실험 2군에 비해 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였으며, 시멘트 두께가 0.5mm, 1.0mm시편에서는 각각 13.74±2.54㎛, 14.37±3.00㎛으로 시멘트 두께의 증가에 따른 간극의 변화가 없었으나 1.5mm, 2.0mm시편에서는 각각 39.51±5.99㎛, 62.90±9.44㎛로 시멘트의 두께증가에 따라 통계학적으로 유의하게 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$)(Fig. 10, 11).

종합적으로 통계학적으로 유의하게 대조군, 실험 2군, 실험 3군 순으로 시멘트와 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였으며, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트 두께에 따른 치질과의 간극 변화를 보면 모든 군에서 0.5mm, 1.0mm시편사이에서는 별 차이를 보이지 않았으나 1.5mm, 2.0mm 시편에서는 통계학적으로 유의하게 두께가 증가될수록 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$).

2. 주사전자현미경적 관찰

대조군의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트 두께가 0.5mm, 1.0mm인 시편에서는 대부분이 4-10㎛정도의 혼화층(hybrid layer)이 개재된 긴밀한 접착을 관찰할 수 있었고(Fig. 4, 5)시멘트 와동저부에서 치질과의 간극이 발생된 나머지 시편에서는 몇 개의 시편을 제외하고(Fig. 11) 대부분 간극의 형태가 치질과 시멘트의 파절이 아닌 치질

Table. 2. Comparison of gap size(㎛) between groups

Group	subgroup (Depth of G.I.)	No. of sample	Mean(㎛)	S.D.(㎛)
Group 1 (contrast)	a (0.5mm)	5	0.41	0.39
	b (1.0mm)	5	0.49	0.50
	c (1.5mm)	5	15.19	2.63
	d (2.0mm)	5	39.67	4.83
Group 2	a (0.5mm)	5	10.92	1.41
	b (1.0mm)	5	9.10	3.09
	c (1.5mm)	5	26.60	3.36
	d (2.0mm)	5	54.43	6.75
Group 3	a (0.5mm)	5	13.74	2.54
	b (1.0mm)	5	14.37	3.00
	c (1.5mm)	5	39.51	5.99
	d (2.0mm)	5	69.20	9.44

(P<0.05, One Way ANOVA)

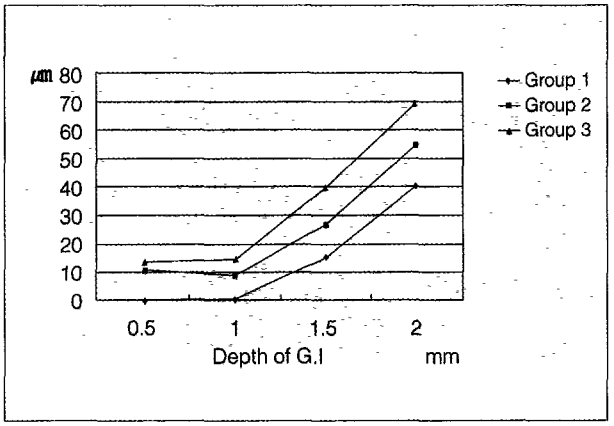


Fig. 3. Comparison of gap size(㎛) between groups

상방부 시멘트 자체의 파절, 즉 cohesive fracture에 의한 간극이 형성된 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 6, 7, 8, 9, 10), 모든 실험군에서 시멘트 측벽을 따라 와동저부까지 응집성 파절(cohesive fracture)에 의한 치질과의 간극이 형성된 것을 관찰할 수 있었으며 대부분 실험군에서 시멘트 내부에서 탈수현상으로 인한 crack을 관찰할 수 있었다.

실험 2군에서 복합레진과 광중합형 글라스아이오노머 시멘트, 치질 사이의 모든 접착면에서 간극이 형성된 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 12) 복합레진과 시멘트사이의 파절은 접착레진과 시멘트사이에서 발생하였고(Fig. 13) 복합레진과 치질사이의 간극은 접착레진자체의 파절에 의해 발생된 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 14). 실험 3군에서는 실험 2군과는 달리 복합레진과 광중합형 글라스아이오노머 시멘트사이에서 접착레진이 개재된 긴밀한 접착을 보였으나(Fig. 15), 치질과 복합레진 사이에서는 실험 2군과 같이 접착레진자체의 파절에 의한 간극을 관찰할 수 있었으며 상아세관내로 resin tag가 형성된 것을 관찰할 수 있었다.

Ⅳ. 총괄 및 고안

복합레진 충전후 민감성의 원인으로 미중합된 단량체에 의한 치수자극[1]과 상아질에 대한 산부식시 산의 직접적인 치수자극[2] 및 중합수축으로 인한 변연누출[3,4]등의 원인들이 보고되고 있다. 그러나 많은 연구에서 레진 자체의 독성에 의한 치수자극은 거의 없으며[30,31] 산부식시 상아질에 대한 산의 침투범위가 매우 미약하여 산으로 인한 직접적인 치수자극은 적다고 보고되고 있다[31,32]. 대부분의 치수자극원인을 레진의 중합수축으로 인하여 형성된 치질과의 변연누출부를 통해 열적, 기계적 자극이 가해질 경우 상아세관액의 빠른 유출에 의한 과민증과 구강내 타액이나 미생물의 치수로의 직접적인 침투에 의한 것이라고 보고[33]하고 있다. 이러한 미세누출을 감소시키기 위해서 wilson등과 mclean등[25]은 상아질을 글라스아이오노머 시멘트로 이장하고 범랑질은 복합레진으로 수복하는 "sandwitch technique"을 소개하였다. 이 방법으로 와동 충전시 복합레진을 단독으로 사용한 경우보다 변연누출을 현저히 감소시켰다고 보고[26,27]하였다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 구성성분[20]을 살펴보면 플루오르 알루미노 실리케이트(fluoraluminosilicate) 분말과 액체는 광중합을 위해 폴리아크릴릭산 그리고 수분 및 polyacid chain에 methacrylate group을 첨가시켰으나, 이 modified polyacid는 물에 대한 용해성이 낮아서 HEMA(Hydroxylethyl methacrylate)를 첨가하였다. 이 재료의 경화반응[20]은 2가지 반응으로 이루어 지는데, powder와 liquid가 혼합되어 일반적인 글라스아이오노머 시멘트의 산-염기반응이 시작되고 glass metal ion에 의하여 polycarboxylate chain의 연쇄반응이 일어나고 가시광원이 공급되었을 때 methacrylate중합반응을 통해 polymer chain의 연쇄반응이 일어나게 된다. 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 치질에 대한 결합기전[34,35]은 상아질면에 노출된 콜라겐 망상구조물로의 HEMA의 침투와 자가중합형 글라스아이오노머 시멘트의 치질과의 결합기전과 같이 폴리산이 치질의 hydroxyapatite표면에 있는 칼슘이온과 화학적인 작용을 통해 접착을 이루고 칼슘이온은 인이온과 함께 치질에 접한 시멘트내에 이온이 풍부한 층을 형성하므로서 치질과 결합하게된다. Carvalho등[36]은 상아질 표면을 산이나 primer로 처리하여 광중합형 글래스아이오노머 시멘트를 적합시켜 주사전자현미경적으로 관찰한 결과 상아질과 시멘트간에 약 3㎛정도의 혼화층(hybrid layer)이 관찰되었다고 보고하였으며 본 실험에서도 상아질과 시멘트

간에 4 - 10㎛정도의 혼화층을 관찰할 수 있었다(Fig. 4, 5). Powies등[12]은 표면처리제의 사용시 시멘트와 치질간의 결합력이 증가되었다고 보고하고, 치질과 수소결합을 할 수 있는 능력을 가진 carboxyl기를 많이 포함하고 있는 polyacrylic acid 용액이 상아질 표면을 파괴하지않고 smear layer층을 효과적으로 제거하는 동시에 치질과의 화학적 결합을 더욱 증진시킨다고 보고하였다. 본 연구에서도 글라스아이오노머 시멘트의 치질에 대한 접착력을 향상시키기 위하여 10% polyacrylic acid인 Dentin conditioner을 사용하여 치질의 표면처리를 시행하였다.

글라스아이오노머 시멘트 자체의 중합수축[20,38]에 의한 치질과의 변연누출을 보면 광중합형 글라스아이오노머 시멘트는 80%의 글라스아이오노머 시멘트와 20%의 레진성분으로 구성되어 있는데 이러한 레진 성분들이 중합하는 과정에서 수축 응력이 발생되고 중합 시 수분의 상실로 체적변화가 초래되어 자가중합형 글라스아이오노머 시멘트는 3-4%체적변화를 보이고 이장용/Base용 광중합형 글라스아이오노머 시멘트는 광조사 후 3.28 - 4.78%수축을 보고하여 중합수축으로 인한 간극형성의 가능성을 제시하고 있다. 본 실험에서는 대조군의 와동저부에서 시멘트의 두께가 0.5mm, 1.0mm일 때는 치질과 긴밀한 접착을 하고 있었다(Fig. 4, 5, 6). 그러나 시멘트의 두께가 1.5mm, 2.0mm에서는 15.19±2.63, 39.67±4.83㎛로 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가되어($P<0.05$)(Fig. 7, 8), 시멘트의 두께가 1.0mm보다 큰 시편에서 시멘트의 두께가 증가될수록 치질과의 변연 간극 또한 증가된 양상을 나타내었다. Hinoura등[39]은 시멘트와 치질간의 간극은 시멘트의 filler particle이 치아면에 피막을 이룬 응집성 파절(cohesive fracture)양상을 나타낸다고 하였으며, 이는 글라스아이오노머 시멘트 자체의 응집강도가 시멘트와 치질간의 결합강도보다 약하기 때문이라고 보고하였다. 본 실험에서도 몇 개의 시편을 제외하고는(Fig. 11) 대부분의 시편에서 응집성 파절양상을 관찰할 수 있었다(Fig. 7, 8, 9, 10).

광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 표면처리에 의한 복합레진과의 결합강도에 대해 Kerby등[14]은 vitrebond를 복합레진 하방의 이장재로 사용할 때 산부식과 수세를 시행할 경우 HEMA(hydroxyethyl methacrylate)가 부분적으로 제거되고 oxygen inhibited functional methacrylate groups의 능력이 감소되어 산부식을 시행하지 않은 경우에 비해 복합레진과의 전단 결합강도가 더 낮다고 보고하였다. Suzuki등[40]은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트 표면은 산부식을 하지않아도 복합레진과의 결합을 충분히 이룰 수 있는 형태의 미세 공극이 존재하여 결합제의 침투가 용이하다고 보고하고 시멘트의 표면처리에 대한 불필요성을 언급하였다. 그러나 임상에서 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 복합레진하방의 이장재로 사용시 글라스아이오노머 시멘트의 산부식과 수세과정을 피하기 어렵기 때문에 본 실험에서는 최대한 임상과 동일한 환경을 이루기위해 복합레진과 접착될 시멘트의 표면에 연마, 산부식 및 수세과정을 시행하였다.

복합레진의 중합수축은 광조사 방향과 결합력이 강한 쪽으로 일어나게 되는 데[41] 복합레진과 법랑질간의 결합력은 16-20Mpa정도이나 상아질에서는 상아질 접착제 사용 시 13Mpa정도로 중합수축을 견딜 수 있는 이상적인 결합력으로 주장되는 17 Mpa에 못 미쳐 법랑질 쪽으로 중합수축이 발생된다고 보고되고 있다[42]. Feilzer등[43]은 복합레진 수복 후 인장수축응력이 그 재료의 접착 또는 응집강도를 훨씬 능가함을 보고하여 임상적으로는 복합레진 수복 시 상아질과의 효과적인 접착을 기대하기 위해서는 상아질 전처리제의 초기 접착강도가 중합수축을 어느 정도 대항할 수 있어야한다고 보고하였다.

wieczkowski등[44]과 Davis등[37]은 레진 수복물 하방에 글라스아이오노머 시멘트 base을 했을 때 글라스아이오노머 시멘트와 상아질사이의 화학적 결합력보다 복합레진의 중합수축력이 더 크기때문에 시멘트와 치질사이에 간극이 형성됨을 보고하였다. sneed와 Looper[45], Hinoura등[28]과 meyers등[29]의 연구에서 시멘트와 복합레진을 결합시킨 후 두 재료간의 전단결합강도 또는 인장결합강도를 측정한 실험에서 대부분의 시편들이 두 재료간의 접착계면이 아닌 치질과 인접된 부위에서 시멘트 자체의 파괴에 의한 치질과의 간극을 관찰하였는데, 이는 두 재료간의 결합력이 시멘트 자체의 응집강도에 비해 더 크기때문이라고 보고하고 시멘트 자체 강도의 중요성을 강조하였다. 본 실험에서도 광중합형 글라스아이오노머 시멘트만 적용된 대조군에 비해 시멘트 상방에 복합레진이 적용된 실험 2, 3군에서 시멘트와 치질간의 간극이 통계학적으로 유의하게 증가된 것을 관찰할 수 있었다($P<0.05$) (Fig. 9, 10, 11). 1급 와동부에 복합레진을 적용한 실험 2군에 비해 시멘트 상방에 직접 복합레진을 적용한 실험 3군에서 시멘트와 치질간의 간극이 통계학적으로 유의하게 증가된 양상을 관찰할 수 있었다($P<0.05$). 이는 실험 3군에서는 복합레진의 중합수축시 실험 2군과 같은 시멘트 상방에 1급 와동부의 상아질 측벽과 복합레진간의 접착으로 인한 외부의 힘이 작용되지 않았으며, 실험 2군과는 달리 복합레진과 시멘트와의 긴밀한 접착으로 인해 복합레진의 중합시 수축응력이 하방 시멘트의 변연누출에 더욱 영향을 주지 않았나 사료된다(Fig. 13, 15). Chan[46]은 I급 와동에서 복합레진과 광중합형 글라스아이오노머 시멘트사이의 bonding agent적용 유무에 따른 두 재료간에 접착면의 간극을 비교한 결과, bonding agent를 적용 시 간극이 약간 감소되었으나 모든 실험군에서 두 재료간의 간극이 형성되었다고 보고하였다. 본 실험에서도 실험

2군의 모든 시편에서 접착레진과 시멘트사이의 파절에 의해 형성된 복합레진과 시멘트사이의 간극을 관찰할 수 있었다(Fig. 13).

이상의 실험결과에서 복합레진의 중합수축이 하방의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 치질과의 변연 간극을 더욱 증가시킴을 알 수 있었고 이로 인한 수복물과 치질과의 변연누출은 장기적으로 수복물의 실패를 가져올 수 있을 것으로 사료된다. 또한 시멘트 자체의 중합수축과 복합레진의 중합수축을 충분이 견딜 수 있을 만큼에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트 자체의 응집강도가 개선되어져야한다고 사료된다.

V. 결 론

복합레진의 중합수축이 하방 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 치질과의 변연 적합도의 변화에 미치는 영향을 연구하기 위해 교합면에 우식병소와 미세균열이 없는 최근에 발거된 80개의 대구치를 이용하여 상아질면을 노출시킨 뒤 직경 3mm, 깊이 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm의 와동을 형성한 후 광중합형 글라스아이오노머 시멘트만을 적용한 군과 I급 와동을 시멘트 상방에 적용하여 복합레진을 적용한 군, 시멘트 상방에 복합레진을 직접 적용한 군을 각각 실험 1군(대조군), 실험 2군, 실험 3군으로 분류하였다. 각 군의 시편을 종절단한 다음 주사전자현미경을 통하여 관찰된 치질과 시멘트의 변연 간극을 Polaroid사진상에서 ㎛단위로 계측한 후 One Way ANOVA를 이용하여 분석하였으며 치질과 시멘트, 복합레진의 접착계면을 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대조군에서 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 두께의 증가에 따른 치질과의 변연적합도의 변화를 관찰한 결과 시멘트의 두께가 0.5mm, 1.0mm시편에서는 치질과 긴밀한 접착을 하고 있었으나, 1.5mm, 2.0mm시편에서는 15.19±2.63㎛, 39.67±4.83㎛로 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$).
2. 대조군에 비해 실험 2군에서 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였으며, 실험 2군에서 시멘트의 두께가 0.5mm, 1.0mm시편에서는 시멘트 두께의 증가에 따른 간극의 변화가 없었으나, 1.5mm, 2.0mm시편에서 각각 26.60±3.36㎛, 54.43±6.75㎛로 통계학적으로 유의하게 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$).
3. 실험 3군에서는 대조군과 실험 2군에 비해 통계학적으로 유의하게 시멘트와 치질과의 간극이 증가된 양상을 보였으며, 시멘트의 두께가 1.5mm, 2.0mm시편에서는 39.51±5.99㎛, 62.90±9.44㎛로 시멘트의 두께증가에 따라 통계학적으로 유의하게 간극이 증가된 양상을 보였다($P<0.05$).
4. 주사전자현미경을 통해 시멘트와 치질, 복합레진사이의 계면을 관찰한 결과 시멘트와 치질과의 긴밀한 접착을 하고 있는 시편에서는 4-10㎛의 혼화층(hybrid layer)이 개재된 접착면을 관찰하였으며, 시멘트와 치질과의 간극이 형성된 시편에서는 치질 상방부 시멘트 자체의 파절인 응집성 파절(cohesive fracture)양상을 관찰할 수 있었다.
5. 주사전자현미경상에서 실험 2군의 모든 시편에서 복합레진과 치질, 시멘트사이에 간극을 관찰할 수 있었는데, 복합레진과 시멘트사이의 간극은 접착레진과 시멘트사이의 파절에 의해 형성되었고 복합레진과 치질사이의 간극은 접착레진자체의 파절에 의해 형성된 것을 관찰할 수 있었다. 실험 3군에서는 실험 2군과 달리 복합레진과 시멘트사이에 접착레진이 개재된 긴밀한 접착을 관찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Anderdon, D.A.F., Ferracane, J.L., Zimmerman, E.R., and Kaga, M.: Cytotoxicity of variably cured light-activated dental composites. J.Dent.Res., 67:226, 1988.
2. Stanley, H.R., Going, R.E., Chauncey, H.H.: Human pulp response to acid pretreatment of dentin and to composite restoration. J.A.D.A., 91:817-825, 1975.
3. Hembree, J.H. Jr.: In vitro microleakage of a new dental adhesive system. J.Prosthet.Dent., 55:442-445, 1986.
4. Lutz, F., Krejci, I. & Oldenburg, T.R.: Elimination of polymerization stress at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. Quint.Int., 17:777-784, 1986.
5. Rees, J.S., Jacobsen, P.: The polymerization shrinkage of composite resins. Dent.Mater. 5:41-44, 1989.
6. Feilzer, AJ, De Gee, A.J. Davidson, C.L.: Curing contration of composites and glass-ionomer cements. J.Prosthet.Dent., 59:297-300, 1988.
7. Amussen, E.: Composite restorative resins. Composite versus wall to wall polymerization contration. Acta.Odont.Scand., 33:337-344, 1975.
8 Wilson, A.d. and Kent, B.E. : A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. Brit.Dent.J., 132,133-135, 1972
9. Meryon, S.D. and Smith, A.J.: A comparison of fluoride release from three glass ionomer cement and a polycarboxylate cement. Int.Endodontics, 17:16-24, 1984.
10. Swartz, M.L., Philips, R.W., and Clark, H.E.: Long term F release from glass-ionomer cements. J.Dent.Res., 63:158-160, 1984.
11. Crip, S., Pringer, M.A., Wardleworth, D., et al: Reactions in glass ionomer cements: II. An infared spectroscopic study. J.Dent.Res., 53:1414-1419, 1974.
12. Powis, D.R., Folleras, T., Merson, S.A. and Wilson, A.D.: Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. J.Dent.Res., 61(12):1416-1422, 1982.
13. Mount, G.J.: Adhesion of GIC in the Clinical enviroment. Oper.Dent., 16:141-148, 1991.

14. Kerby, R.E. and Knobloch, L.: The relative shear bond strength of visible light curing and chemically curing glass-ionomer cement to composite resin. Quint.Int., 23:641-644, 1992.
15. Scherer, W., Lippman, N., Kaim, J., Lopresti, J.: antimicrobial Properties of VLC Liners. J.Esth.Dent., 2:31-32, 1990.
16. Lim, K.C.: The microleakage of a glass ionomer cement using two methods of moisture protection. Quint.Int., 18:835-839, 1987.
17. Mjar, I.A., Nordahl, I. and Tronstad, L.: Glass-ionomer cements and dental pulp. Endo.Dent.Trauma., 7:59-64, 1991.
18. Wilson, A.D., Crisp, S., Passon, J.M.: The hydration of a glass ionomer cement. Brit.Polymer.J. 13:66-70, 1981.
19. Mathis, R.S. and Ferracane, J.L.: Properties of glass-ionomer/resin composite hybrid material. Dent.Mater., 5:355-358, 1989.
20. Croll, T.P.: Glass ionomers and esthetic dentistry. J.A.D.A., 123:51-54, 1992.
21. Croll, T.P.: Visible light-hardened glass ionomer cement base/liner as an interim restorative material. Quint.Int., 22:137-141, 1991
22. Croll, T.P. and Killian, C.M.: Visible light-hardened glass ionomer-resin cement restorations for primary teeth: new developments. Quint.Int., 23:679-682, 1992.
23. Jordan, R.E., Suauki M. and Mclean D.F.: Light-cured glass ionomer. J.Esth.Dent., 1:59-61, 1989.
24. Jordan, R.E., Suzuki M. and Mclean D.F.: Light-cured glass ionomer. J.Esth.Dent., 59-61, 1989.
25. McLean, J.W. & Wilson, A.D.: Fissure filling with an adhesive glass ionomer cement. Brit.Dent.J., 136:269, 1974.
26. Hinoura, K., Moore, B.K. & Phillips, R.W.: The effect of surface treatment on the dentin-lining cement bond. J.Dent.Res., 65:1812, 1986.
27. Ronald, E.J., Makoto, S., Donald, F. & Mclean J. W. : light-cured glass ionomers. J.Esth.Dent., 59-61,1990.
28. Hinoura, K., Moore, B.K.& Swartx, M.L., et al: Tensile bond strength between glass ionomer cement and composite resin. J.Dent.Res., 65:344, 1986.
29. Meyers, R., Garacia-Godoy, F. and Norling, B.K.: Failure mode of a posterior composite resin bonded to a glass-ionomer cement treated with various etching times and with or without a coupling agent. Quint.Int., 21:501-506, 1990.
30. Cox, C.F., Keall, C.L., Keall H.J., Ostro, E. Bergenholtz, G.: Biocompatibility of surface-sealed dental material against exposed pulp. J.Prosthet.Dent., 57:1-6, 1987.
31. Torstenson, B.C., Nordenvall, K.J. Brannstrom, M.: Pulpal reaction and microoraganisms under Clearfil composite resin in deep cavities with acid etched dentin. Swed.Dent.J., 5:218-224, 1982.
32. Inokoshi, S., Iwaku, M., Fusayama, T.: Pulp response to a new adhesive restorative resin. J.Dent.REs., 61:1014-1019, 1982.
33. Fusayama, T.: Factors and preventation of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. Quint.Int., 2:158-164, 1987.34. Wilson, A.D., Prosser, H.J. and Powis, D.M.: Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. J.Dent.Res., 62:590-592, 1983.
35. Swift, E.J.: An update on glass ionomer cements. Quint.Int., 19:125-130, 1988.
36. Carvlaho, R.M., Yoshiyama, M., Horner, J.A. and Pashley D.H.: Bonding mechanism of Variglass to dentin. Am.J.Dent., 8(5):253-258, 1995.
37. Davis, E.L., Yu, X.Y., Joynt, R.B., Wieczkowski, G., Giordano L.: Shear strength and microleakage of light-cured glass ionomers. Am.J.Dent., 6(3):127-129, 1993.
38. Hinoura, K., Onose, H., Matsuzaki, M., Kuroda, T., Moore, B.K.: Volumetric shrinkage of light cured glass ionomer bases. J.Dent.Res., 71:632-636, 1992.
39. Hinoura, K., Moore, B. K., and Philips, R.W.: Influence of dentin surface treatments on the bond strengths of dentin lining cement. Oper.Dent. 11:147-154, 1986
40. Suzuki, M. and Jordan, R.E.: Glass ionomer-composite sandwich technique. J.A.D.A., 120:55-57, 1990.
41. Davidson, C.L. & De Gee, A.J.: Relaxation of contration stresses by flow in dental composites. J.Dent.Res., 63:146-148, 1984.
42. Cooley, R.L. & Barkmeier, W.W.: Dentinal shear bonding strength, microleakage, and contration gap of visible light-polymerized liners/bases. Quint.Int., 22:467-474, 1991.
43. Feilzer, A.J., De Gee, A.J., and Davidson, C.L.: Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. J. Dent. Res., 66:1636-1639, 1987.
44. Wieczkowski, G., Joynt, R.B., Davis, E.L., Yu, X.Y., Cleary, K.: Leakage patterns associated with glass ionomer based resin restoration. Oper.Dent., 17(1):21-25, 1992.
45. Sneed, W.D. and Looper, S.W.: Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer. Dent.Mater., 1:127-128, 1995.
46. Chan, K.C.: Microleakage between glass-ionomer cement and composite resin. J.Esthet.Dent. 4(4):114-116, 1992.

사진부도설명

Fig. 4. SEM view of interface between Fuji II LC & Dentin in group 1.a,b.(×600)
(GI: fuji II LC, D: dentin, H: hybrid layer)
Fig. 5. Detail of the specimen in fig 3.(×2000)
Fig. 6. Detail of the specimen in fig 3.(×2000)
Fig. 7. SEM view of interface between Fuji II LC & Dentin in group 1.c,d.(×600)
Fig. 8. Detail of the specimen in fig 6.(×2000)
Fig. 9. SEM view of interface between Fuji II LC & Dentin in group 2.(×600)
Fig. 10. SEM view of interface between Fuji II LC & Dentin in group 3.(×600)
Fig. 11. SEM view of interface between Fuji II LC & Dentin interface in group 3.(×600)
Fig. 12. SEM view of interface between Fuji II LC, Dentin and Resin in group 2.(×300) (R: composite resin)
Fig. 13. SEM view of interface between Fuji II LC & Resin in group 2.(×1500)(B: bonding agent)
Fig. 14. SEM view of interface between Resin & Dentin in group 2.(×1500)
(H: hybrid layer, T: resin tag)
Fig. 15. SEM view of interface between Fuji II LC & Rensin interface in group 3.(×1000) (B: bonding agent)

사진부도 ①

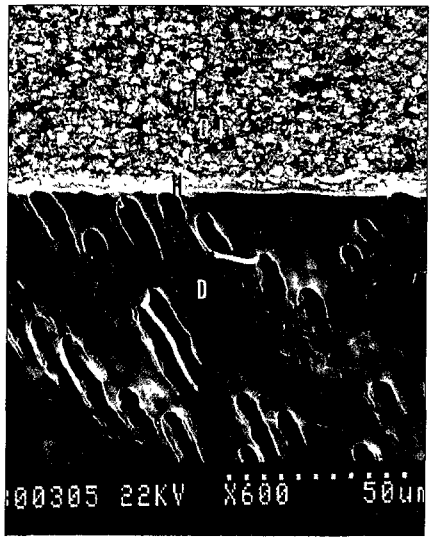


Fig. 4

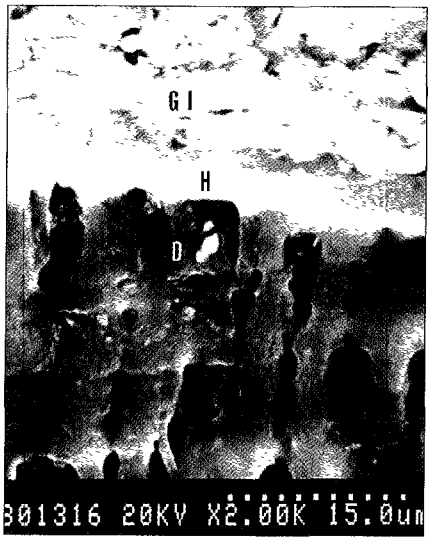


Fig. 5

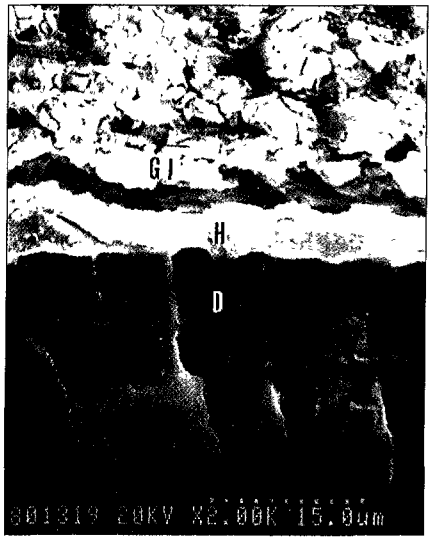


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

사진부도 ②

Fig. 10

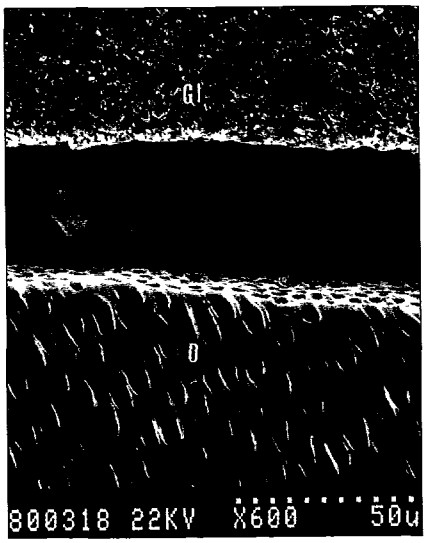


Fig. 11

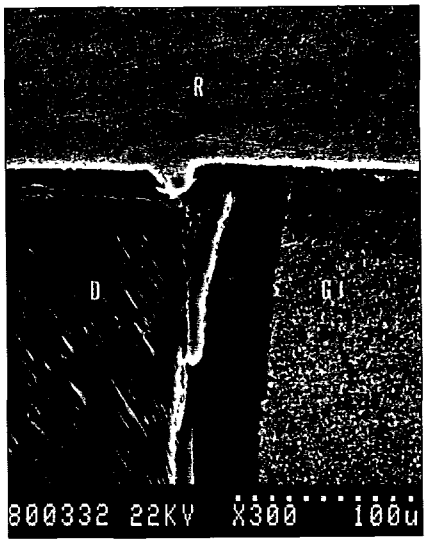


Fig. 12

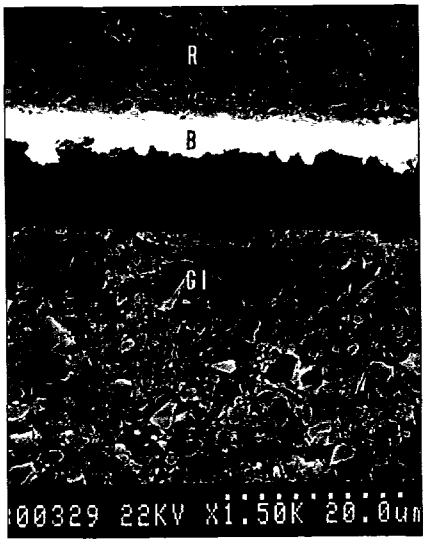


Fig. 13

Fig. 14

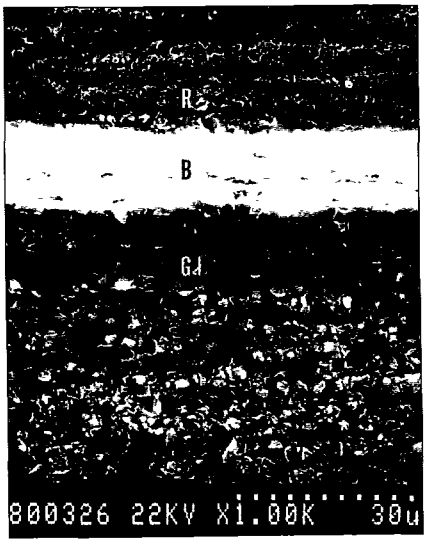


Fig. 15