

Glass ionomer cement의 상아질 결합력에 관한 연구

서울대학교 치과대학 보존학교실
 NIOM, Scandinavian Institute of Dental Materials
 업정문 · Gudbrand Oilo

I. 서 론

Glass-Ionomer cement은 치경부의 결손 부위나 침식부위 제Ⅲ와동에 수복재료로서 사용되어왔고 열구의 전색제, core material, base나 이장재로 사용되고 있다. glass ionomer cement은 치질에 결합력을 갖고 있기 때문에 제Ⅴ급 와동이 치근을 포함한 경우 복합레진을 수복할때 상아질의 liner로서 추천되어 왔다^{1,3)}. 이러한 sandwich술식은 보존적 수복에서는 매우 중요한 의의를 갖는다. 왜냐하면 glass ionomer cement을 중간 결합층으로 기능을 발휘 하면서 복합레진을 상아질과 범랑질에 부착시킬수 있기 때문이다⁴⁾.

상아질에 복합레진을 충전하기 위해서 사용되는 liner는 다음과 같은 응력에 접하게 된다. 즉 복합레진이 중합할때 생기는 중합수축, 기계적부하, 온도변화에 따라 만들어 지는 응력 등을 들수 있다. 그러므로 glass ionomer cement층의 강도와 glass ionomer cement의 결합은 sandwich 수복을 성공으로 이끄는데 매우 중요한 역할을 한다.

근래 몇 제조회사들은 와동이장을 목적으로 광중합형 glass ionomer cement를 제조하여 시판하고 있다. 이러한 재료는 빛을 조사할때 급진적으로 경화하고 경화초기에 물리적 성질이 증기되는 이점을 갖고 있다⁵⁾.

그러므로 이 연구의 목적은 여러가지 glass ionomer cement과 상아질과의 인장에 관한 결합력을 측정하고 이를 liner로 사용하여 복합레진을 충전할시 그 결합력을 측정한 바 있어 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

본 실험에서 사용된 glass ionomer cement, bonding agents, 복합레진은 table 1과 같다. 각 재료의 사용은 제조업자의 지시에 따라 사용하였다.

상아질표면에서 glass ionomer cement의 인장강도를 측정하기 위해서 Kemper와 Killian⁶⁾이 고안한 실험방법을 사용하였다.

근래발치한 제3대구치를 대상으로하였고 발치후 세균의 성장을 막기 위해서 0.5% chloramine saline용액에 즉시 보관하였다. 일주일 후에 치아는 깨끗하게 세척하여 증류수에 넣어 냉장고에 보관하였다.

치아는 백악, 범랑질경계에서 절단하고 치관부위는 metal cup에 epoxy resin(Epofix resin, Struers)으로 고정하여 치관의 협면부위가 cup의 상부위로 노출되게 하였다. 치관의 협면은 1000 grit silicone carbide paper로 수주 하에 연마하여 최소 직경 4mm의 상아질이 노출되도록 하였다. 상기 방법에 의해서 만들어진

*본 연구논문은 서울대학병원 1993년도 지정연구비에 의해서 이루어진 것임.

Table 1. Materials used in the study

Product	Manufacturer	Type	Batch No.	P/L ratio
Herculite XR	Kerr/Sybron Corp	light curing composite resin	70389	
Ketac-Cem	ESPE GmbH	Glass ionomer cement	P : p296 L : p296	4.2 : 1.g/g
Scotchbond2	3MDental Product Div	Dental adhesive	p871228 Primer : 7F6p Adhesive : 7F2p Etching gel : 7cB	
Silar	3MDental Product Div	Chemically activated composite resin	P809027 913	paste/paste 1 : 1g/g
Vitrebond	3MDental Product Div	Light-curing glass-ionomer cement	P890411	1.4 : 1.g/g
XR-Bonding System	Kerr/Sybron Corp	Light-curing glass-ionomer cement and dentin enamel bonding system	8-0789 XR-ionomer, P : 911.88 XR-ionomer, L : 912.81 XR-Primer : 9-5089 XR-Bond : 9-2150	1 capsule 2drops 2drops

연마된 치아는 sharp edge가 있는 material holder를 포함한 bonding alignment block에 장착하였다(Fig 1).

Material holder를 상아질면에 약간의 압력을 가하면서 회전하여 상아질면에 경계선을 만들고 최소 한 군에 대해서 10개의 시편을 제작하였다.

Group 1 : Vitrebond in bulk

Vitrebond을 상아질의 demarcation line에 얇게 바르고 30초간 광중합 조사기 Visilux 2(3M Dental Products Div)로 조사하고 새로 연화된 Vitrebond를 직경 3mm의 투명하고 끝이 예리한 resin cup에 넣고 bonding alignment block에 고정하고 먼저 경화된 Vitrebond의 상부에 정확히 위치시키고 cup주위를 서로다른 3방향으로 각각 30초간 조사하여 총 중합시간을 90초로 하였다. 결합된 하나의 unit는 mounting block에서 조심스럽게 제거하고 cup의 후반부 cement는 30초간 조사한후 즉시 37°C에 침적시켰다.

Group 2 : Vitrebond in a thin film

Cement의 얇은 film을 만들기 위해서 양면에

접착제가 부착되어 있는 이중 tape(Tesa, BDH)에 PVC foil(Helly Hansen)를 부착시켜 그 후경이 약 0.65mm되는 것을 직경 3mm의 둥근 hole을 만들고 이를 material holder끝에 위치시켜 상아질면에 정확한 위치로 부착시켰다.(Fig 2).

Tape의 hole은 Vitrebond로 채우고 spatula로 균등히 만들고 Visilux 2로 30초간 광중합시켰다. Scotchproep dentinal primer를 경화된 cement위에 약간의 울동하에 적용하고 60초간 방치한 후 공기로 철저히 건조시키고 Scotchbond 2 light curing-dental adhesive를 primer위에 균등히 바르고 20초간 광중합시켰다. adhesive tape는 제거하고 화학중합형 복합레진인 Silar을 bonding alignment block에서 Vitrebond-Scotchbond 2 system의 top에 접촉시켰다. 경화시간 3분후에 bonded unit는 37°C 증류수에 즉시 침적시켰다.

Group 3 : XR-Ionomer in bulk

한 capsule의 XR-ionomer 분말과 2 drop의 XR-Ionomer액을 제조업자의 지시에 따라 혼합하고 상아질면의 표시된 면적에 coating하고

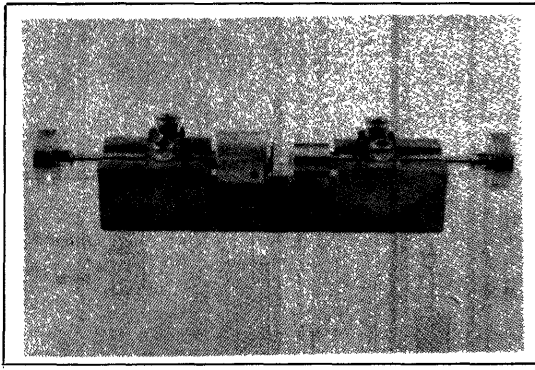


Fig 1. Bonding alignment block with tooth holder and material holder.

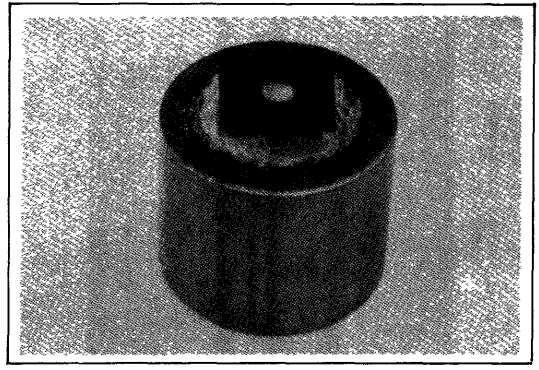


Fig 2. Mounted and planed tooth with perforated taped used as a mold for material applied in film.

30초간 Visilux 2로 광조사하였다. 연화된 또 다른 cement는 투명한 material holder에 넣고 bonding alignment block에서 먼저 중합된 cement위에 위치시키고 다음 과정은 group 1과 같이 하였다.

Group 4 : XR-Ionomer in a thin film

group 2에서 기술한 것과 같이 0.65mm깊이 mold를 만들고 연화된 XR-Ionomer의 충전 방법도 group 2와 유사하다. 연화된 XR-Ionomer를 hole에 넣고 spatula로 평편히 하고 Visilux 2로 30초간 광조사하였다. XR-Primer를 XR-Ionomer위에 도포하고 공기로 건조시키고 10초간 광중합하였다. XR-Bond는 균일하고 얇게 도포하고 20초간 광조사하였다.

Adhesive tape를 제거하고 광중합형 복합레진, Herculite을 투명한 resin material holder에 넣고 bonding alignment block에서 XR-Ionomer/XR-bond 시편 상부에 장착하고 Group 1에서 기술한것과 같이 광중합시키고 37°C 증류수에 즉시 침적시켰다.

Group 5 : Ketac-Bond in bulk

Cement을 material holder에 삽입하고 bonding alignment block에 장착하고 4분간 경화시킨후에 시편을 bonding alignment block에서 제거하고 37°C 증류수에 침적시켰다.

Group 6 : Ketac-Bond in a thin film with acid etching at 3 minutes

새로 연화한 cement을 group 2, 4에서 기술한

방법으로 mold에 삽입하고 연화한지 3분 경과하여 cement표면을 30초간 acidic phosphate gel로 식각하고 증류수로 20초간 세척하고 공기로 30초간 건조시킨후 Scotchbond 2로 식각시킨 cement위를 바르고 Visilux 2로 20초간 광중합시켰다. Silar를 material holder에 채우고 bonding alignment block에서 Ketac-Bond-Scotchbond 2에 장착하였다. 복합레진이 3분간 중합한 후에 bonded unit를 block에서 제거하여 37°C의 증류수에 즉시 보관하였다.

Group 7 : Ketac-Bond in a thin film with acid etching at 5 minutes

Group 6에서 행한 과정과 동일하고 다만 cement의 식각시기는 cement 연화후 5분에 시행하였다.

인장실험(Tensile testing)

인장실험전 24시간 동안 37°C 증류수에 보관한 후 Instron testing machine(No. 1121, Instron Corp)에 부착된 measuring alignment block(Fig 3)에 장착하여 crosshead속력을 분당 1mm로 적용하여 인장에서 접촉면이 파괴되게 하였다.

현미경적 관찰(Microscopic observation)

결합된 시편이 파괴된 후에는 상아질에 파괴된 면을 금으로 coating하고 주사전자현미경(JSM84, JEOL Ltd)에서 관찰하였다.

통계학적 평가(Statistical evaluation)

결합력의 평균값과 변위는 Tukey HSD로 0.

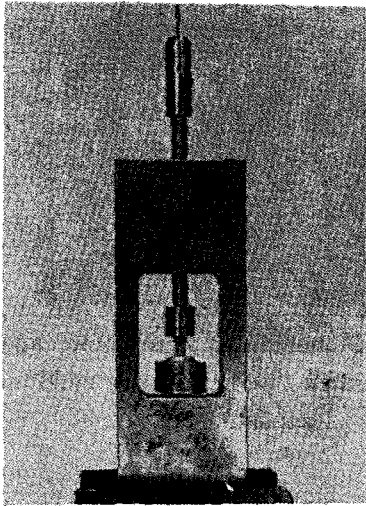


Fig 3. Measuring alignment block with specimen mounted for tensile testing.

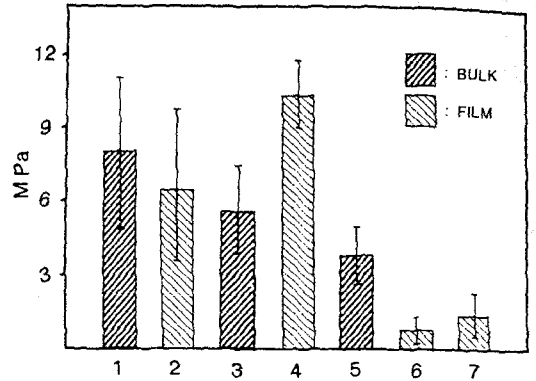


Fig 4. Tensile bond strength of glass-ionomer cements used in bulk and as a film : (1)and(2) Vitrebond ; (3)and (4) XR-Ionomer ; (5), (6), and (7) Ketac-Bond

05 significance level (SPSS/pc+, SPSS Inc)에 Kukey HSD에 의한 significance로 검사하였다.

III. 실험성적

각군의 시편수와 결합력의 범위는 table 2와 같고 평균값과 표준편차는 Fig 4와 같다. bulk시편의 실험값으로서 Vitrebond의 결합강도는 XR-Ionomer나 Ketac-Bond보다 통계학적으로 유의성있게 더 높았다($P < .05$). Scotch bond 2와 Silar를 함께 사용한 film으로서 Vitrebond는 bulk로 한 Vitrebond보다는 약간 낮았다. 그러나 XR-Ionomer는 XR-Bonding System과 Herculite의 겸용으로 사용한 film시편에서 결합력이 90%나 증가하였다($P < .05$). 이 군이 가장 높은 평균값($P < .05$)을 보였고 limited coefficient of coefficient of variation (21x)을 보였다. Sandwich술식과 유사한 film으로 사용된 Ketac-Bond는 bulk보다 통계적인 더 낮은 유의성($< .05$)을 보였다. Kedac-Bond를

연화한후 5분에 삭각한 것은 3분에 한것보다 그 결합력이 의미있게 높지는 않았다.

파절면의 현미경적 관찰에서는 Vitrebond의 bulk나 film모두 상아질에 cement이 소량 남아있기는 하지만 주로 adhesive failure를 보였다(fig 5). XR-Ionomer에서는 bulk인 경우는 cohesive failure를 보였지만 film에서는 상아질에 얇게 덮여있는 부분적인 cohesive failure를 보였고(Fig 9) 몇 시편에서는 cement-resin 접촉면에 가까운 cohesive fracture를 관찰할수 있었다.

Ketac-Bond는 bulk에서는 cohesive fracture를 보였고(Fig 7) film에서 cement연화후 5분에 삭각시킨 군은 주로 cohesive fracture로 상아질에 얇은 film이 남아 있었고(Fig9), 3분에 삭각시킨 시편에서는 시편의 반은 cohesive fracture를 보였고 반은 adhesive fracture를 보였다.

Table 2. Tensile bond strength(MPa) of glass-ionomer cements to dentin

Group	No	Range	Fracture pattern
1. Vitrebond in bulk	16	15.15-3.11	Adhesive
2. Vitrebond in a film	10	12.03-2.97	Adhesive
3. XR-Ionomer in bulk	10	9.41-2.97	Cohesive
4. XR-Ionomer in a film	10	14.58-6.11	Adhesive-cohesive
5. Ketac-Bond in Bulk	10	6.47-2.55	Cohesive
6. Ketac-Bond in a film(etching 3 min after start of mixing)	14	1.56-0.58	Cohesive
7. Ketac-Bond as a film(etching 5 min after start of mixing)	14	3.54-0.35	Cohesive



Fig 5. The tooth part of a specimen after fracture of Vitrebond in bulk. Mainly adhesive fracture.

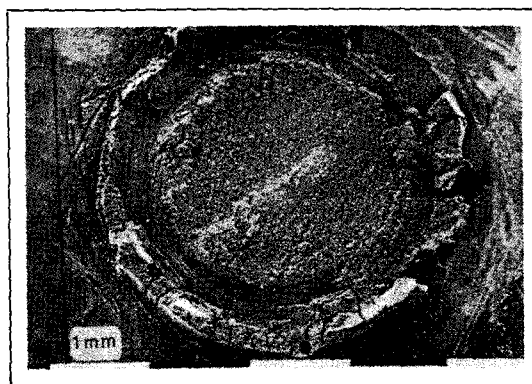


Fig 6. The tooth part of a specimen after fracture of XR-Ionomer in bulk. Cohesive fracture.



Fig 7. The tooth part of a specimen after fracture of XR-Ionomer in film. Cohesive-adhesive failure.



Fig 8. The tooth part of a specimen after fracture of Ketac-Bond in bulk. Cohesive fracture.



Fig 9. The tooth part of a specimen after fracture of Ketac-Bond film, etched 5 minutes after start of mixing. Cohesive fracture.

IV. 총괄 및 고안

Glass ionomer cement을 상아질과 복합레진 사이에 base로서 사용하는 술식은 변연누출이나 재차 우식과 관계된 임상적 문제를 해결해 줄 수 있는 지도 모른다. 그러나 이러한 두가지를 겸용해서 사용하는 술식은 복합레진이 중합반응으로 만들어지는 응력이나 온도에 의해서 만들어지는 부하나 또는 기계적인 부하로 와동에 만들어지는 응력에 충분히 견디어 내야만 한다.

응력의 크기와 형태는 와동의 크기, 형태에 따라 상이하하며 복합레진의 크기와 종류, 삽입한 복합레진의 경과시간, 온도의 변화와 기계적인 부하등이 관여 될 것이다.

이러한 일련의 모든 것을 생체외에서 실험하는 방법을 고안하는 것은 매우 어려울 것이다. 따라서 본 실험은 cement연화후 일정시간에 인장력에 결합강도를 관찰한 것이다. 이 실험에서 시편을 제작하여 24시간 후에 인장실험을 측정하는 것은 와동에서 복합레진을 충전한 후에 응력이 감소되거나 소실되는 시기이며 또한 재래형이나, 또는 광중합 glass ionomer cement의 강도도 이시기에 상당히 증가^{5,7,8)}한다.

Silar와 Herclite의 두종의 복합레진을 본실

험에서 사용하였다. 이두 resin사이에 물성의 차이가 본연구의 실험값에 영향을 준다고 생각지는 않는다. 왜냐하면 복합레진은 material holder의 안쪽에 고정되고 rupture는 복합레진의 인장강도 보다 훨씬 낮은 값이기 때문이며, 접착의 조화가 더 중요하다.

광중합 glass ionomer cement인 Vitrebond는 bulk에서 XR-Ionomer나 재래형 glass ionomer cement인 Ketac-Bond보다 상아질에 높은 결합력을 가졌다. XR-Ionomer는 film으로 사용했을 시 결합강도가 90%나 증가하였다. Vitrebond는 film으로 사용시 결합강도가 변화되지는 않았지만 재래형 glass ionomer cement는 현저히 감소하였다.

Vitrebond가 bulk로서 그 결합강도가 다른 두 glass ionomer cement보다 높은 주 이유는 Vitrebond가 초기 강도가 높고 경화하는 동안 수분에 예민성이 적기 때문인 것으로 생각된다. 파단면을 관찰할시 Vitrebond는 다른 두 glass ionomer cement과 차이가 있다. Vitrebond는 주로 adhesive failure를 보이나 다른 glass ionomer cement는 상아질 표면 근처에서 cohesive failure를 보인다. 이러한 결과는 전에 연구한 glass ionomer cement의 adhesion에 관한 연구와 일치한다^{8,9)}.

XR-Ionomer를 film으로 사용시 결합력이 많이 증가한 이유는 bonding resin이 cement으로 침투해 들어간 결과인지도 모른다. 중합 후에 레진의 강도가 증가되거나 상아질에 결합의 형태가 변화될런지도 모른다. film으로 사용하던 bulk로 사용하던 파절의 위치의 차이 즉 상아질에서나, 또는 cement 상아질 근처에서 파절은 강도에 변화를 가져올 수 있다. Vitrebond에서는 이러한 유사한 결과가 나타나진 않았다. Vitrebond는 레진이 많이 들어 있고 견고한 물질로 되어 있어서 다른 물질이 cement을 통해서 침투하는 것을 막을 것으로 생각된다^{10, 11)}.

Ketac-Bond는 식각과정에서 매우 약해지며 레진이 cement으로 침투해 들어가도 약해진 Cement은 충분히 보상되지도 않는다. 식각을 연화시작후 3분에 하느냐 5분에 하느냐가 결

합강도에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않지만 Sandwich술식에서 cement의 경화 시간과 식각시기가 결합강도에 중요하다는 Wexler등¹²⁾ 연구결과와 일치한다. Cement 연화후 3분에 식각된 glass ionomer cement과 adhesive간에 좋은 접착을 얻는 것은 매우 어려운 것 같다.

V. 결 론

2종의 광중합 glass ionomer cement(Vitrebond와 XR-Ionomer)과 재래형 glass ionomer cement(Ketac-Bond)을 대상으로 하여 상아질에 인장강도를 측정하였다. Sandwich술식에서는 이에 해당하는 복합레진과 두가지의 adhesive system(Scotchbond와 XR-Bonding System)을 사용하였다. Sandwich 술식에서 사용하는 결합력과 같은 방법으로 bulk로도 결합력을 측정하였다. Vitrebond는 다른 것보다도 bulk에서 통계학적으로 유의성 있는 결합강도를 보였다. Sandwich술식에서는 XR-Bond의 사용군은 Vitrebond와 Scotchbond군이나, Ketac-Bond와 Scotchbond군보다 통계학적으로 더 높은 유의성 있는 결합력을 보였다. 결합부위의 파절양상은 Vitrebond에서는 bulk나 film모두 주로 adhesive fracture를 보였고, XR-Ionomer의 bulk에서는 cohesive fracture를, film에서는 adhesive-cohesive fracture를 보였으며 그리고 Ketac-Bond에서는 bulk나 film 모두 cohesive fracture를 보였다.

참고문헌

1. Maldonado A, Swartz ML, Phillips RW : An in vitro study of certain properties of glass-ionomer cement. J Am Dent Assoc 1978 : 96 : 785-791.

2. Mount GJ : Clinical requirements for a successful "sandwich"-dentin to glass ionomer cement to composite resin. Aust Dent J 1989 : 34 : 259-265.
3. Suzuki M, Jordan RE : Glass-ionomer-composite sandwich technique. J Am Dent Assoc 1990 : 120 : 55-57.
4. Smith DC : Composition and characteristics of glass ionomer cements. J Am Dent Assoc 1990 : 120-22.
5. Mathis RS, Ferracane JL : Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. Dent Mater 1989 ; 5 : 355-358.
6. Kemper RN, Killian RJ : New test system for tensile bond strength testing. J Dent Res 1976 : 55 : B128(abstr No. 308).
7. Oilo G : Early erosion of dental cements. Scand J Dent Res 1984 : 92 : 539-543.
8. McCaghren RA, Retief DH, Bradley EL, et : Shear bond strength of light-cured glass-ionomer to enamel. and dentin J Dent Res 1990 : 69 : 40-45.
9. Oilo G : Bonding strength of new ionomer cements to dentin. Scand J Dent Res 1981 : 89 : 344-347.
10. Smith DC : Composition and characteristics of glass ionomer cements. J Am Dent Assoc 1990 : 120 : 20-22.
11. Albers HF : Light cured fluoride releasing liners. ADEPT Report 1990 : 1 : -4.
12. Wexler C, Beech DR : Bonding of a composite restorative material to etched glass-ionomer cement. Aust Dent J 1988 : 33 : 313-318.

BONDING STRENGTH OF GLASS-IONOMER CEMENT AND COMPOSITE RESIN COMBINATION

Chung-Moon Um*, Gudbrand Oilo**

**Professor, Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry,
Seoul National University, Seoul, Korea.*

***Professor and Head, Physical/Chemical Division, NIOM, Scandinavian
Institute of Dental Materials. Haslum, Norway.*

The tensile bond strength to dentin was measured for three glass-ionomer cement and composite resin combinations: two light-curing glass-ionomer cements (Vitrebond and XR-Ionomer) and one traditional glass-ionomer cement (Ketac-Bond), two adhesive systems (Scotchbond, and XR-Bonding System), and a corresponding composite resin.

The bond strength of this "sandwich" was also compared with that of the same cements used in bulk. Vitrebond showed a significantly higher bond strength in bulk than did the other two cements. Of the sandwiches, the XR-Ionomer and XR-Bond combination showed a bond strength significantly higher than that of the Vitrebond and Scotchbond or Ketac-bond and Scotchbond combination. The fracture of the bond was mainly adhesive for Vitrebond, cohesive for XR-Ionomer when used in bulk and adhesive-cohesive when used in a sandwich, and cohesive for Ketac-Bond.