

# 지르코니아 분말 도포가 지르코니아와 장석 도재와의 결합강도에 미치는 영향

정효경\*, 곽동주

대구보건대학교 치기공과

The effect of zirconia powder applications on the shear bond strength between zirconia and Feldspar ceramic

Hyo-Kyung Jung\*, Dong-Ju Kwak

Department of Dental Technology, Daegu Health College, Daegu, Korea

(Received: Dec. 2, 2014; Revised: Dec. 12, 2014; Accepted: Dec. 15, 2014)

DOI : <http://dx.doi.org/10.14815/kjdm.2014.41.4.291>

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the zirconia slurry application on the bond strength between veneering porcelain and zirconia core by means of a shear bond test. Fifteen bilayered beam-shape specimens were prepared and divided into 3 groups according to zirconia slurry application. A shear bond strength test was used on each specimen. One-way ANOVA and the Tukey honestly significant difference test were performed to analyze the experimental data. The bond strength with a zirconia slurry had higher mean values than the bond strength without a zirconia slurry. Both of the interfaces showed mixed failure mode with thin layers of a veneer or a zirconia slurry that remained on the zirconia surfaces. Zirconia slurry application before veneering increased the bond strength between zirconia and veneer.

KEY WORDS: Zirconia-veneer, Zirconia slurry, Shear bond test, Fracture mode

## 서론

지르코니아를 하부구조로 하는 베니어 세라믹 보철물은 메탈세라믹 시스템에 비해 우수한 심미성과 생체적합성 때문에 치과에서 사용이 증가하고 있다(Denry and Kelly, 2008; Hsueh et al., 2008).

지르코니아는 1900년대에 치과계에 소개되어 코어의 소재로 사용되었고, 변태강화 때문에 다른 올세라믹과 비교하여 우수한 기계적 성질을 가지고 있지만(Christel et al., 1989; Tinschert et al., 2000), 단일 색으로 구성되기 때문에 다양한 색조를 표현할 수 있는 장석 도재를 베니어하여 사용하고 있다. 장석 도재는 심미성뿐만 아니라 정방 안정화 지르코니아와 안정적이지만(Sailer et al., 2007), 베니어된 장석 도재에 부분에 chipping 또는 delamination이 쉽게 발생하는 문제점을 갖고 있다(Filser

et al., 2001; Luthy et al., 2005). 지르코니아-장석 도재의 임상 실패율은 2년에서 5년 동안 13%~15%로 보고되고 있다(Vult von Steyern., 2005; Swain, 2009). 이러한 문제점은 지르코니아 코어와 장석 도재의 기계적 강도의 차이와(Culp and McLaren, 2010), 열팽창계수의 차이에 따른 응력분포, 지르코니아와 장석 도재와의 결합강도가 다른 재료에 비해 낮기 때문이라고 보고되고 있다(Aboushelib et al., 2005).

지르코니아-장석 도재의 결합강도를 증진시키기 위한 샌드블라스팅, 라이너, 폴리싱, 에칭 등 다양한 표면처리 방법이 개발되어 적용되고 있다. 이처럼 다양한 표면처리에 대한 연구가 진행되었지만, 지르코니아 슬러리를 이용하여 결합강도를 측정하는 연구는 전무하였기 때문에, 본 연구에서는 지르코니아 슬러리의 입자크기에 따른 표면도포가 지르코니아와 도재와의 전단결합강도 변화와 파절양상에 대해 알아보려고 한다.

\* 교신저자 : 정효경, 대구시 북구 영송로 15 대구보건대학교 치기공과 (hkjung@dhc.ac.kr)

Table 1. Materials used in this study

Material	Brand name	Manufacturer	Chemical composition
Y-TZP ceramic	Cercon HT	Degudent, GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany	ZrO <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (5%); Hf <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <2%; other oxides <1%
Feldspathic ceramic	Cercon ceram kiss	Degudent, GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany	Feldspathic porcelain
Zirconia powder	Y-TZP	TOSoH Co, Tokyo, Japan	ZrO <sub>2</sub> 99.8%

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에서 사용된 재료는 Table 1과 같으며, 소결 전인 지르코니아 블록(Cercon Zirconia; Dentsply Degudent GmbH)은 Dental Wings CAD(Dental Wings Open System, DWOS, Montreal, Canada)와 Yenadent D30 CAM unit(Yenadent, ZenoTec, İstanbul, Turkey)을 이용하여 12.0 mm × 12.0 mm × 12.0mm의 정사각형으로 시편을 제작하였다(Table 1, Table 2). pre-sintering 된 블록에 직경 2mm \* 높이 3mm의 실리콘 인덱스를 고정하고 지르코니아 슬러리를 도포하였다. 도포 후 지르코니아 블록은 제조사의 지시사항에 맞게 소결과정을 진행하였고, 증류수에서 초음파로 5분간 세척 후 건조하였다. 시편을 직경 2mm \* 높이 3mm의 실리콘 인덱스에 고정하고 포세린을 축성한 다음 제조사가 추천한 소성온도 조건에서 소성하였다(Figure 1, Figure 2).

Table 2. Classification of surface treatment

Group	Treatment	N
SG	0.02 μ zirconia slurry	5
LG	1 μ zirconia slurry	5
CON	No treatment	5

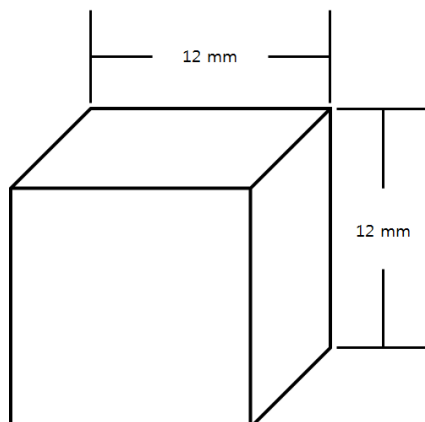


Figure 1. Square zirconia specimen

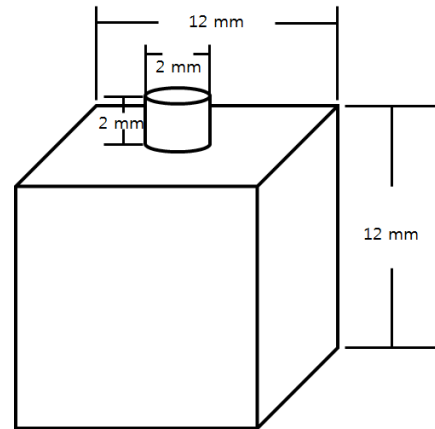


Figure 2. Feldspar ceramic to zirconia specimen

### 전단결합강도

전단결합강도는 만능시험기(3343, Instron, USA)를 이용하여 전용 지그에 시편을 고정하고 crosshead speed 1 mm/min로 하중을 가하여 지르코니아 표면에 비니어가 분리되는 순간의 하중을 측정하였고, 측정된 kgf는 면적으로 나누어 MPa로 계산하였다(Figure 3).

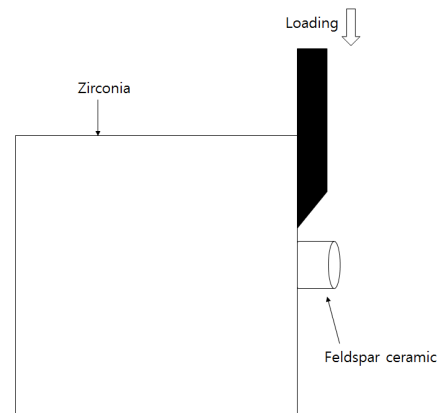


Figure 3. Universal testing machine showing shear bond strength test

### 파절양상 평가

시편의 파절양상은 cohesive fracture, adhesive fracture,

mixed fracture로 3가지로 구분하였고, 파절된 표면은 광학현미경(MM-40/2U, Nikon, Japan)을 이용하여 표면을 관찰하였다.

### 통계분석

통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS 19.0 for windows, SPSS Inc., IL, USA)을 이용하였다. 모든 실험군의 전단 결합강도를 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 통해 분석하였고, 사후검정으로 Tukey's multiple comparison test를 이용하여 95% 유의수준에서 검증하였다.

## 결 과

### 전단결합강도

표면처리하지 않은 지르코니아 세라믹 표면과 2종의 표면처리 방법으로 처리한 지르코니아 세라믹 표면에 장석 도재를 접착하여 전단결합강도를 측정된 결과, SG군은 41.62±6.79 MPa, LG군은 29.53±3.34 MPa, CON군은 11.42±3.05 MPa로 측정되었다. 측정된 전단결합강도를 일원배치 분산분석과 사후검정을 실시한 결과, SG군과 LG군은 CON군과 유의차가 나타났다(p<0.05) (Table 3, Table 4).

Table 3. Shear bond strength of Specimens

Experimental groups	N	M	SD	p-value
SG	5	41.62 <sup>a</sup>	6.79	
LG	5	29.53 <sup>b</sup>	3.34	.001
CON	5	11.42 <sup>c</sup>	3.05	

Table 4. One-way ANOVA results of shear bond strength data

Source	Sum of squares	df	Mean squares	F	p-value
Between group	2606.853	2	1303.427	109.794	.001
Within group	142.459	12	11.872		
Total	2749.312	14			

### 파절양상

지르코니아와 장석 도재의 파절양상을 살펴본 결과, SG군에서는 cohesive와 mixed 파절양상이 관찰되었고, LG군과 CON 군에서는 모두 mixed 파절양상이 관찰되

었다(Table 5).

Table 5. Failure modes of Specimens

Group	n	cohesive	adhesive	mixed
SG	5	1	-	4
LG	5	-	-	5
CON	5	-	-	5

## 고 찰

금속-세라믹 시스템의 결합강도는 Schwickerath crack initiation test(three point bending test)로 규격화 되어, 최소 25MPa의 접착강도가 정해지게 되었다(ISO 9693, 1999). 그러나 세라믹의 취성 때문에 금속-세라믹 시스템의 결합강도 측정방법을 적용할 수 없으므로(Albakry et al., 2003), shear bond strength test를 이용하여 결합강도를 측정하였다.

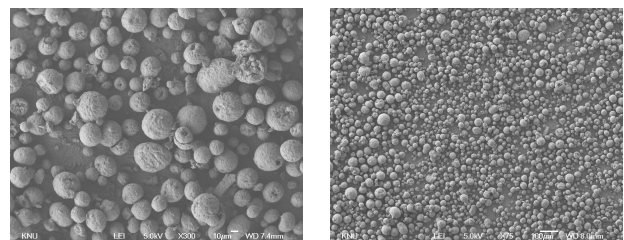


Figure 4. SEM images of SG

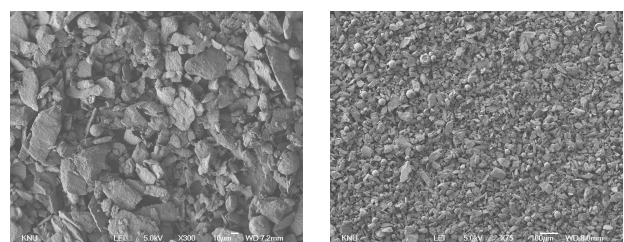


Figure 5. SEM images of LG

본 연구결과 지르코니아 슬러리를 적용한 SG군은 41.62 ±6.79 MPa, LG군은 29.53±3.34 MPa, 로 측정되었고, 대조군과 비교하여 월등하게 높은 결합강도를 보였으며, 지르코니아 슬러리 입자크기가 작을수록 결합강도가 높은 것으로 나타났다(Figure 4, Figure 5). 이는 Takshi et al(2014) 다공성의 지르코니아와 장석 도재와의 결합강도 높다는 연구와 일치하였다. 지르코니아와 장석 도재의 결합강도를 증진시키기 위해 다양한 표면처리의 연구가 진행되었고, 라이너와 샌드블라스팅에 대한 연구가 가장

주를 이루었지만, 라이너와 샌드블라스팅의 적용은 많은 이견들이 존재한다. 라이너의 적용은 결합강도를 감소시킨다는 보고가 대부분이며(Harding et al., 2012; Mosharraf et al., 2011), 몇몇 연구에서는 효과가 없거나(Fischer et al., 2008) 결합강도를 증진시킨다는 연구도 보고되고 있다(Aboushelib et al., 2005). 샌드블라스팅의 적용 또한 결합강도가 증가(Kim et al., 2011) 혹은 감소하거나(Harding et al., 2012; Aboushelib et al., 2006), 효과가 없었다고 보고되고 있다(Guess et al., 2008).

샌드블라스팅과 에칭의 표면처리 방법은 결합강도는 증진시킬 수 있지만, 세라믹에 균열을 발생시킬 수 있기 때문에 지르코니아의 파절을 유발시킬 수 있는 가능성을 가지고 있다. 반면에 본 연구에서 진행하였던 지르코니아 슬러리의 적용은 지르코니아와 화학적인 결합뿐만 아니라 균열에 대한 안전성을 가지고 있다.

지르코니아-장식 도재의 파절양상은 지르코니아 세라믹에서 파절되는 adhesive와 장식 도재에서 파절되는 cohesive의 두 가지 혼합된 파절양상을 나타내었다.

본 연구는 shear bond strength test를 이용하여 결합강도를 측정하였지만, 이 방법은 테스트 도중에 불균일한 응력의 분포가 생성될 수 있기 때문에(Gaoqi Wang et al., 2014), 후속연구에서는 fracture mechanics method를 이용하여 결합강도를 연구하는 실험이 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구에서는 지르코니아 표면에 지르코니아 슬러리 도포가 지르코니아-베니어의 결합강도를 평가하기 위해 shear bond test를 실시하고 파절양상을 조사한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전단결합강도는 SG군은  $41.62 \pm 6.79$  MPa, LG군은  $29.53 \pm 3.34$  MPa, CON군은  $11.42 \pm 3.05$  MPa 순으로 나타났다.
2. 지르코니아 슬러리의 입자크기가 작을수록 높은 결합강도를 보였다.
3. 파절양상은 대부분 mixed 파절의 형태를 보였다.

## 참고문헌

Aboushelib MN, Jager Nd, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ (2005). Microtensile bond strength of different com-

ponents of core veneered all-ceramic restorations. *Dent Mater* 21:984-991.

Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ (2006). Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dent Mater* 22:857-863.

Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN (1989). Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 23:45-61.

Culp L, McLaren EA (2010). Lithium Disilicate: The Restorative Material of Multiple Options. *Compend Contin Educ Dent* 31:716-725.

Denry I, Kelly JR (2008). State of the art of zirconia for dental applications. *Dental Materials* 24:299-307.

Filser F, Kocher P, Weibel F, Luthy H, Scharer P, Gauckler LJ (2001). Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining(DCM). *Int J Comput Dent* 4: 89-106.

Fischer J, Grohmann P, Stawarczyk B (2008). Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater J* 27:448-454.

Gaoqi Wang, Song Zhang, Cuirong Bian, Hui Kong (2014). Interface toughness of a zirconia-veneer system and the effect of a liner application. *J Prosthet Dent* 112:576-583.

Guess PC, Kulis A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR (2008). Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent Mater* 24:1556-1567.

Harding AB, Norling BK, Teixeira EC (2012). The effect of surface treatment of the interfacial surface on fatigue-related microtensile bond strength of milled zirconia to veneering porcelain. *J Prosthodont* 21: 346-352.

Hsueh CH, Thompson GA, Jadaan OM, Wereszczak AA, Becher PF (2008). Analyses of layer-thickness effects in bilayered dental ceramics subjected to thermal stresses and ring-on-ring tests. *Dental Materials* 24:9-17.

Kim HJ, Lim HP, Park YJ, Vang MS (2011). Effect of

- zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic. *J Prosthet Dent* 105: 315-322.
- Luthy H, Filser F, Loeffel O, Schumacher M, Gauckler LJ, Hammerle CH (2005). Strength and reliability of four-unit all-ceramic posterior bridges. *Dent Mater* 21:930-937.
- Mosharraf R, Rismanchian M, Savabi O, Ashtiani AH (2011). Influence of surface modification techniques on shear bond strength between different zirconia cores and veneering ceramics. *J Adv Prosthodont* 3:221-228.
- Sailer I, Feher A, Filser F, Gauckler LJ, Luthy H, Hammerle CH (2007). Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 20:383-388.
- Swain MV (2009). Unstable cracking (chipping) of veneering feldspathic ceramic on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomater* 5:1668-1677.
- Takashi NAKAMURA, Tsuyoshi SUGANO, Hirofumi USAMI, Kazumichi WAKABAYASHI, Hiroshi OHNISHI, Tohru SEKINO, Hirofumi YATANI (2014). Shear bond strength of veneering porcelain to porous zirconia. *Dental Materials Journal* 33:220-225.
- Tinschert J, Zvez D, Marx R, Anusavice KJ (2000). Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *J Dent* 28:529-535.
- Vult von Steyern P, Carlson P, Nilner K (2005). All ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon technique. A 2-year clinical study. *J Oral Rehabil* 32:180-7.