

Ceramic materials for chair side CAD/CAM 체어사이드 CAD/CAM에서 사용하는 세라믹 소재

Heechul Kim, DDS, MS / *W white dental clinic*

김희철 / 더블유화이트치과

Materials that can be use in CAD/CAM are composite, ceramic, hybrid and metal. Among the available materials, monolithic ceramic technique which is the manufacturing technique using one type of the materials is mainly used in a dental office. It is the technique where final tooth-shaped prostheses are made from the material block and used after polishing or applying heat and that does not require traditional ceramic build-up process. Although shot of esthetic quality, because manufactured within 1 hour the monolithic ceramic technique has advantages such as that treatment can be completed in one day and in one time visit, that stability of the material is high because there are low possibility of distort by not melting and phase transformation, and that it can be easily worked in the office with computer assisted devices. We classified the materials that can be used in this technique based on their generations from clinical stand point. Key words: chair side CAD/CAM, ceramic material, monolithic ceramic (*J Korean Acad Esthet Dent 2014;23(1):16-26*)

CAD/CAM에서 사용할 수 있는 소재는 composite, ceramic, hybrid 그리고 metal이 있다. 그중에 진료실 CAD/CAM에서는 주로 monolithic ceramic 테크닉을 사용하는 데, monolithic ceramic 테크닉이란 한 가지 소재로만 제작하는 방법을 말한다. 블럭상태의 소재를 최종치아형태로 깎아 폴리싱해서 사용하거나, 열을 가해서 사용하는 방법으로, 기존의 도재 축조 작업이 필요 없다. 심미성에서는 다소 부족하지만, 1시간 안에 제작이 가능하므로 1회, 1일 방문으로 치료를 완료할 수 있고, 소재의 안정성이 높으며(녹이거나 상변화를 시키지 않음에 따라 왜곡이 생기거나 강도가 약해질 가능성이 적음), 컴퓨터 조작(CAD 작업)으로 치아를 디자인하여 제작하므로 진료실에서 쉽게 작업할 수 있다는 장점이 있다. 이 테크닉에 사용할 수 있는 소재를 임상적 관점에서 세대별로 따라 분류해 보았다. 키워드: 체어사이드 CAD/CAM, 세라믹 재료, 모놀리식 세라믹 (*대한심미치과학회지 2014;23(1):16-26*)

1. CAD material의 역사

우리나라에서 처음 CAD/CAM이 소개될 당시 2007년에는 선택할 수 있는 재료가 5가지 정도에 불과했고, 그나마도 수입되는 것은 2~3가지에 불과했다. 2014년 현재는 30가지 정도의 재료가 출시되었고, preparation이나 case에 따라 자유롭게 소재를 선택할 수 있게 되었다.

CAD/CAM에서 사용할 수 있는 소재는 composite, ceramic, hybrid 그리고 metal이 있다. 그중에 진료실 CAD/CAM에서는 주로 monolithic ceramic 테크닉을 사용하는 데, monolithic ceramic 테크닉이란 한 가지 소재로만 제작하

는 방법을 말한다. 블럭상태의 소재를 최종치아형태로 깎아 폴리싱해서 사용하거나, 열을 가해서 사용하는 방법으로, 기존의 도재 축조 작업이 필요 없다. 심미성에서는 다소 부족하지만, 1시간 안에 제작이 가능하므로 1회, 1일 방문으로 치료를 완료할 수 있고, 소재의 안정성이 높으며(녹이거나 상변화를 시키지 않음에 따라 왜곡이 생기거나 강도가 약해질 가능성이 적음), 컴퓨터 조작(CAD 작업)으로 치아를 디자인하여 제작하므로 진료실에서 쉽게 작업할 수 있다는 장점이 있다. 이 테크닉에 사용할 수 있는 소재를 임상적 관점에서 세대별로 따라 분류해 보았다.

1) 1세대 접착성 ceramic

1세대는 1990년대 이전부터 사용되어 온 leucite reinforced glass ceramic(Ivoclar사 Empress CAD)와 compressed feldspartic porcelain(Vita사 Vita MKII) 소재인 접착성 ceramic이다. 2000년대 초반까지는 90%이상 이 소재만을 사용했다고 할 수 있다. 1세대 제품은 올세라믹에 관한 임상원칙을 철저히 적용했을 경우에는 15년 follow up결과에서도 좋은 결과를 보이지만, 기본적인 굴곡강도가 낮아(약 150MPa), preparation시 주의를 요하며(occlusal 2mm, marginal 1mm clearance), 접착강도가 아주 높은 resin cement(variolink, panavia 등)을 사용해야 한다 점을 주의해야 한다. 그런데, 한국인들의 치아는 크기도 작고 clinical crown도 낮기 때문에 아무래도 대구치부에 사용하기에는 적합하지 못한 점이 있었다. 그에 따라 보다 강화된 재료에 대한 개발이 요구되었다.

2) 2세대 강화된 ceramic의 등장

2세대는 1세대의 단점을 보완하기 위해서 glass ceramic matrix에 lithium disilicate(LS2) filler를 넣어 2배 이상(약 360MPa)으로 강도를 높인 Ivoclar사 e.max CAD 제품이다. e.max는 불투명한 보라색 상태에서는 강도가 낮아(약 130MPa) 밀링성이 우수하고, 섭씨 840도에서 약 25분간 crystallization과정 (0.2% 수축)을 거치면 자연치아 색으로 변하는 특성이 있다. 국내에는 2008년부터 소개되었는데, 치밀화 과정이 오래 걸리고 사용방법에 대한 정보가 부족하여 초기에는 유저들 사이에서 사용을 꺼렸던 적도 있었다. 현재는 국내 CAD/CAM 세라믹 소재시장의 절반을 차지할 정도로 많이 사용되는 제품이며, 전세계적으로는 진료실 CAD/CAM시장이 급성장하게 되는 계기가 된 제품이다. 아무래도 강도가 높아짐에 따라 최소두께도 줄일 수 있고(occlusal 1mm, marginal 0.7mm clearance), 대구치 부위에서의 사용도 실패가 적다.

3) 3세대 레진과 ceramic의 hybrid

3세대는 2011년에 시장에 등장한 3M ESPE사의 LAVA Ultimate와 Vita사 Enamic이다. 3세대 제품을 Hybrid 소재라고 부르는데, ceramic과 resin의 장점만을 취해 만든 소재이다. 중간 정도의 강도(200~250MPa)로 1세대 제품에 탄성을 높이고 취성을 줄여 성능을 개선했다. 아직 임상적 검증이 부족하긴 하지만, 뛰어난 밀링성과 대합치 마모를 거의 발생시키지 않는다는 점에서 많은 장점을 가진 재료이다. Preparation clearance가 부족하거나 milling 실패가 걱정되는 경우(수복물의 단면적이 작은 경우)에 사용하기 적합한 재료라 할 수 있다. 디자인 해 놓은 모든 것(마진부 최소두께 0.3mm)을 chipping없이 모두 밀링해내는 뛰어난 성능을 가졌으나, 전체적인 두께나 preparation clearance는 1세대 제품에 준해서 사용하는 것이 좋다. CAD/CAM용 세라믹 소재에 대한 다양성을 보여준 의미있는 소재라고 할 수 있다.

4) 4세대 FCZ 소재의 등장

4세대는 통상적으로 "통지르코니아"라고 불리는 Full Contour Zirconia(FCZ)이다. 이 재료는 사실상 10년 전부터 시장에 소개되긴 했지만, 복잡한 coloring 테크닉으로 진료실에서 사용하기엔 까다로운 점이 많았다. 또한 심미적으로도 부족한 점이 많아서 상악구치부 정도에만 제한적으로 사용되어 왔다. 그러나 2013년 봄 독일 쾰른에서 열린 국제

치과기자재 전시회(IDS)에 소개된 2개 회사의 precolored FCZ는 심미성이 매우 뛰어나 E.max와 비슷한 심미성을 얻을 수 있었다. 최근 FCZ의 경향은 precolored FCZ소재를 사용하여 milling 후 coloring은 최소한으로 하고, 섭씨 1500도 이하에서 신터링(7~8시간)하여 폴리싱만으로 마무리 하는 것이다. 다행히 FCZ는 그 동안 접착이나 강도, 대합치 마모에 대한 연구가 많아서 임상적으로 적용하기에 유리한 점이 많다.

Table 1. 올세라믹 소재의 세대별 특성

	1세대 (Glass Ceramic)	2세대 (E.max)	3세대 (Hybrid Ceramic)	4세대 (FCZ)
Flexural Strength	150	360	180~250	900
Prep Margin & Thickness	Shoulder 1mm	Shoulder 0.7	Deep Chamfer	Chamfer
Translucency	High	Good	Good	Acceptable
Characterization	OK	OK	Possible	Possible
1 Visit Restoration	Good	Possible	Good	Maybe
Recommended Cement	Adhesive	Adhesive	Adhesive	Semi-adhesive
Long Term Data	Over 10 years	Over 7 years	Not yet (About 2 years)	Over 5 years

2. 소재의 특징 및 그에 따른 사용법

1) Vita Mk2, CEREC Blocs



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

1991년부터 사용되어 가장 오랜 역사를 가지고 있는 독일 Vita사의 Vita Mk2(Fig. 1,2,3)는 일반적으로 PFM의 도재 축조에 사용하는 Feldspartic porcelain powder를 고온, 고압 압축한 것으로 현재까지도 많이 사용되고 있는 소재다. 일반적인 축조된 도재에 비해서 강도 및 내구성 그리고 내변색성이 뛰어나고, 다공성 소재보다 대합치 마모를 일으키지 않는 특성을 가진다.

지금까지 가장 많이 사용한 소재 중 하나이며, 적용범위는 전치부 크라운 및 비니어 그리고 인레이에 적합하다. 1세대 접착성 ceramic 중에서도 밀링성은 뛰어나지만, 단면이 아주 작은 인레이의 경우(단면적이 2.5mm²이하)에는 밀링 시 파절이 생기기도 한다. 1세대 접착성 ceramic은 초음파기구를 사용한 sonic condensation technique을 사용하는 것이 강도를 얻기에 가장 좋으나 (접착후에는 350MPa까지 올라감) 임상적으로 어려움이 있고, adhesive resin cement로

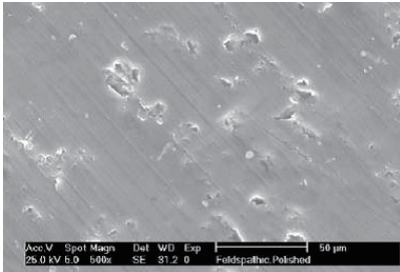
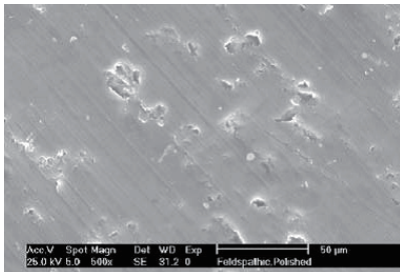
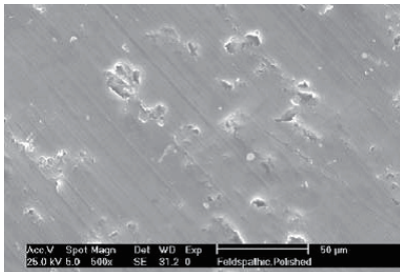
접착하였을 때도 임상적으로 양호한 예후를 보인다.

Feldspartic porcelain의 특성상 높은 투명도를 가지는데, 한가지 투명도에 13가지 색상으로 되어있으나, vita classic guide에 따른 색상은 A1, A2, A3 3가지만 제공하고, 소재 자체에 형광성이 없어서 심미성을 요하는 부위에 사용하기에 어려운 점이 있다. 최근에는 Trilux(3층 gradation block)과 Trilux forte(4층 gradation block)가 출시되어 부족한 심미성이 보완되었고, Realife(Fig. 2) 블록은, 2가지 투명도와 색상을 가진 dentin과 enamel을 재현하여 심미성이 뛰어나다. 이 소재는 출시되어서 23년이나 되었지만, 부족한 심미성을 극복하고자 하는 노력을 계속되고 있다.

Vita MK II는 형광성을 가지지 않으므로 환자에 따라 접착 후 한 단계 색상이 어두워지는 경향이 있으므로 전치부 사용 시 형광성을 가진 글레이징 및 스테인 재료를 사용하는 것이 좋다. 필자의 경우는 Empress용 글레이징 및 스테인 재료를 1세대에서 공히 사용하는데, e.max용 소재의 경우에는 온도차이에 의해서 글레이징이 충분히 되지 않으니 주의해야 한다. 또한 접착 전 표면처리를 샌드블라스팅으로 할 경우 소재에 microcrack을 유발할 수 있으므로 사용하지 않는 것이 좋으며, 15% 불산(HF) 1분 처리 후 silane 1분이 권장된다. 아래 표2는 Feldspartic porcelain의 가공법에 따른 전자현미경상의 단면Fig. 을 보여주고 있다.

Sirona사의 CEREC Blocs는 최근 국내에 출시되어는데, Vita사에 OEM제조 의뢰하여 제작된 블록으로 Vita MK II와 물성과 심미성 면에서 거의 동일한 성능을 보인다.

Table 2. Feldspartic porcelain의 가공방법에 따른 전자현미경 단면Fig.

Veneering Ceramic	Pressed Ceramic	VITABLOCS Mark II for CEREC
		
Note the porosity in the veneering porcelain which is commonly seen due to remaining air pockets or excess water remaining prior to firing.	Note similar defects commonly seen in pressed porcelain likely due to incomplete flow or pressure during pressing.	The Vitablocs are essentially free of these defects due to the reproducible, mechanical fabrication procedures that are employed at the Vita factory.

2) Empress CAD



Fig. 5.



Fig. 6.

Empress CAD(Fig. 5)는 Vita Mk2와는 다른 leucite reinforced glass ceramic으로 만들어져 있으나, 대부분의 물리적 성질과 임상적 쓰임에서는 비슷한 특성이 있다. 굴곡강도는 160MPa로 비슷하거나 약간 강하며, 밀링성은 조금 떨어지는 편이다. 하지만, 형광성을 가지고 있어서 전치부 치료에 사용할 때 유리하다. Empress 제품군은 Vita Mk2에 대해서 보다 많은 20개의 색상군과 2가지의 투명도(HT, LT)를 가지고 있어서 심미적 용도로 사용할 때 편리하다. Vita Mk2의 경우에는 실활치의 경우나 약간의 변색이 존재할 경우에도 색상을 맞추기 어려우나, Empress CAD LT의 경우에는 심하지 않은 ND3(Natural Die guide #3)정도까지의 변색치에서는 충분히 사용이 가능하다.

접착은 일반적으로 Multilink-N제품이 추천하며 비니어 접착 시에는 Vaiolink-N을 추천한다. Vita Mk II와 마찬가지로 접착 전 표면처리를 샌드블라스팅으로 할 경우 소재에 microcrack을 유발할 수 있으므로 사용하면 안되고, 15% 불산(HF) 1분 처리 후 silane 1분이 권장되나 필자의 경우는 silane층을 두텁게 하기 위해서 5분간 warmer위에서 건조시키면서 silane을 2~3회정도 도포하는 것을 추천한다.

Empress CAD는 높은 심미성으로 주로 전치부 심미치료에 많이 사용되고, Fig. 6에서 보는 바와 같이 심미성을 강조하기 위한 4개층의 gradation이 있어 라미네이트에서 특히 사용빈도가 높은 소재이다.

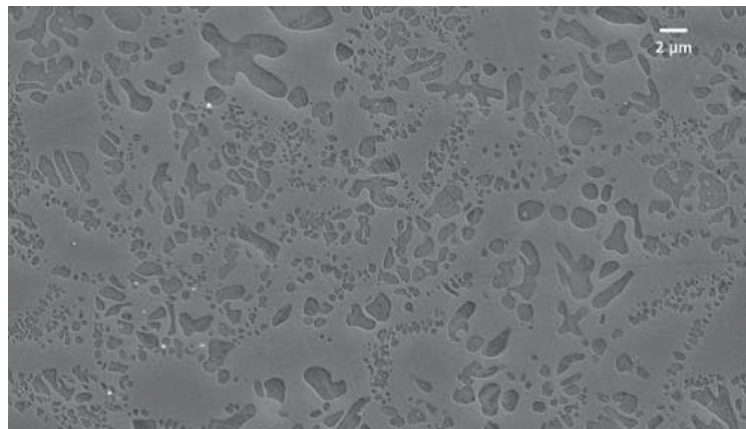


Fig. 7. IPS Empress CAD의 전자현미경 단면그림.

3) e.max



Fig. 8.



Fig. 9.

e.max가 일반명사가 될 정도로 유명해진 Ivoclar사의 Lithium Disilicate reinforced glass ceramic은 기존 1세대 glass ceramic의 강도를 획기적으로 보강하여 진료실 CAD/CAM 보급에 일조하였으며, 현재 가장 주류를 이루고 있는 소재이다. 도입 초기에는 보라색 소재가 밀링하면 치아색이 되는 것으로 착각하는 사람들이 많았다. 섭씨 840도에서 약 25분간 Crystallization(0.2%수축)을 거쳐야 치아의 색조를 나타낸다(Fig. 9). Fig. 9에서 우측이 밀링 직후, 좌측이 Crystallization 및 글레이징 후 상태이다. 대부분의 유저들은 강도가 보강된 소재에 사용분야가 넓어져서 반가워 했으나, 높은 강도와 LS2 filler가 대합치 마모를 유발하지 않는지에 대한 의견도 많았고, 그 당시 심미 소재의 대명사였던 PFZ(porcelain fused zirconia)와의 비교연구가 필요함을 지적하는 의견도 많았다. 출시 6년이 지난 시점에서 대합치 마모율이 일반 PFM보다 낮고, 파절강도 및 생존율도 높다는 연구결과가 많이 발표되었다.

e.max는 임상 사용의 범위가 가장 다양하다. 인레이부터 크라운, 라미네이트 비니어, 전치부 및 소구치부 브릿지 그리고 임플란트 어버트먼트 및 임플란트 크라운까지 제작이 가능하다. 또한 투명도에 따른 3가지(MO, LT, HT) 그리고 20가지 색상이 출시되었고, 브릿지용 큰사이즈의 블럭과 가운데 임플란트 tibase abutment와 연결을 위한 홈을 가진 e.max abutment solution 블럭도 출시되었다(Fig. 8).

e.max를 사용하는 브릿지에는 두 가지가 있는데, 순수 e.max를 사용한 전치부 및 소구치부 브릿지가 있고, 구치부에서는 지르코니아 프레임 위에 접착해서 사용하는 CAD-on 테크닉(최근, veneering solution으로 이름이 변경됨)이 있다. e.max 브릿지는 매우 심미적이긴 하지만 connector(지르코니아는 9mm², e.max는 16mm²)가 두꺼워져서 형태적으로 아쉬운 점이 있다. 구치부 브릿지는 지르코니아 프레임위에 기존의 도재를 얹거나(PFZ)나 혹은 pressing(Zir Press) 기법으로 제작했었는데, CAD 소프트웨어에서 프레임부분과 veneering 부분을 나눠서 각자 밀링 후 결합하여 사용하는 e.max CAD-on 방법이 2011년에 소개되었다. 이 방법은 최근 FCZ소재가 심미적으로 검증되기 전까지 심미적이면서도 빠른 시간(3시간) 안에 브릿지를 제작할 수 있는 방법으로 소개되어 주로 일본에서 많이 사용되고 있다. 다만, 소재 가격이 비싸다는 단점이 있다(Fig. 15 참조).

접착은 semi-adhesive resin cement을 사용할 수 있는지에 대해서 논란이 있었으나 현재는 일반적으로 adhesive resin cement제품을 추천하고 있다. 1세대 소재와 마찬가지로 접착 전 표면처리를 샌드블라스팅으로 하는 경우 소재에 microcrack을 유발할 수 있으므로 권장하지 않고, 구성 성분 중 glass ceramic의 비중이 낮으므로 15%불산(HF)은 20초만 처리 후 silane 1분이 권장된다. 임상적인 다양성이 높은 소재이나 비교적 고가에 속하고, Crystallization 과정이 복잡하며 유의점이 있으며, 강도가 강하기 때문에 교합을 면밀하게 조정하지 않으면 술후 민감증을 유발할 수 있다. 심미성 면에서는 Empress CAD보다 더 다양하기 때문에 심미치료에 있어서 우선순위로 사용하는 소재이며, 실제 임상에서는 전치부 veneer에서 크게 강도를 요하지는 않지만, 적합이나 인접면 컨택을 확인하는 절차에서의 편의성 때문에 e.max 소재를 더 선호하는 경향도 있다.

소재의 강도면에서는 temporary setting이 가능하지만, 임시접착 후 탈락이나 움직임이 있을 수 있기 때문에 임시접착이 꼭 필요한 경우에는 사용하고 있지 않다. 최근 발표된 implant abutment solution은 앞으로 임플란트 유지관리에 필수적인 screw retained implant crown을 만드는 데 최적화되어 있어서 앞으로 임플란트 보철물을 위한 좋은 솔루션이 될 수 있을 것 같다.



Fig. 10.

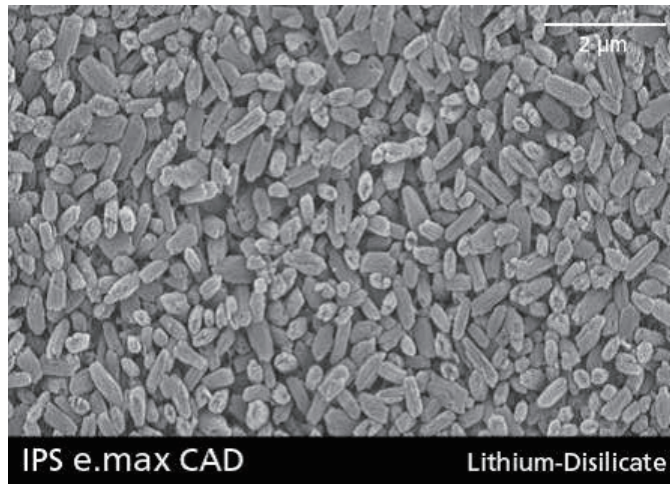


Fig. 11. IPS e.max CAD의 전자현미경 단면.

4) Lava Ultimate



Fig. 12.

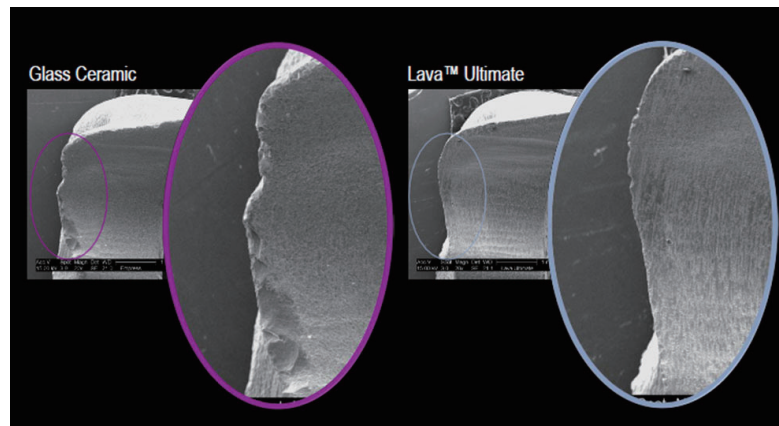


Fig. 13.

밀링성이 지르코니아보다도 뛰어난(Fig. 13) 3세대 세라믹인 3M ESPE사의 LAVA ultimate(Fig. 12)는 2011년도에 미국에서 출시되어 국내에는 2013년에 정식으로 소개되었다. 이 소재는 preparation이 부적절할 때라도 밀링이 잘 되지만, 소재의 특성상 탄성이 있어서 최소두께(교합면 1.5mm)를 지키지 않으면 탄성변형으로 인한 debonding이 생길 수 있으니 주의가 필요하다.

초기에 제대로 된 사용법이 전달되지 않아서 논란이 되었던 접착문제는 접착 전처리(샌드블라스팅)와 adhesive resin cement의 사용으로 해결되었다. 기존 세라믹 소재에서는 금기되었던 샌드블라스팅을 해야한다는 점과 불산을 사용하면 안 된다는 점 그리고 semi-adhesive resin cement로는 접착력이 부족하다는 점이 접착 시 주의점이며, 이러한 특징을 이해하고 적응증을 잘 가려서 사용할 경우 임상적으로 뛰어난 결과를 얻을 수 있다.

LAVA Ultimate는 밀링성이 워낙 뛰어나 소재 자체가 가진 성능을 위한 최소두께(1mm)보다 훨씬 얇은 경우에도 수복물을 밀링이 가능하다(이론적으로는 0.3mm까지 밀링이 가능). 물론 교합력이 낮은 환자나 교합 위치에 따라 관촬은 경우도 있겠지만, 그렇지 못한 경우에는 소재의 탄성변형으로 인한 탈락이나 margin부 debonding에 의한 변색이 나타나는 경우도 있다. 골드나 레진 간접수복물에 익숙하던 술자의 preparation이라면, 3~4년 뒤 위에 언급한 문제들

발생할 가능성이 있으니 주의가 필요하다. 일반적으로 주로 1 visit inlay case에 많이 사용하는데, 밀링 실패가 거의 없으며, 제작시간이 짧고 교합조정에 민감하지 않은 것이 장점이다.

대합치 마모에 대한 걱정이 있다면, 선택 시 반드시 고려해야 할 소재라고 생각되며, 다른 세라믹 소재대비 10% 이내의 대합치 마모율을 가진다. 9가지 색상과 2가지 투명도(HT, LT)를 가지는데, 같은 LT 투명도라도 e.max보다 높다. 하지만, 심미적인 영역에서 필수적인 개별화(characterization)에 어려움이 있는데, glazing이나 stain을 위한 적절한 솔루션이 없다. 아직까지 LAVA Ultimate 소재는 폴리싱으로만 마무리 해야하기 때문에 전치부에 보편적 사용에는 어려움이 있다.

5) Zirconia frame (PFZ, CAD-ON)

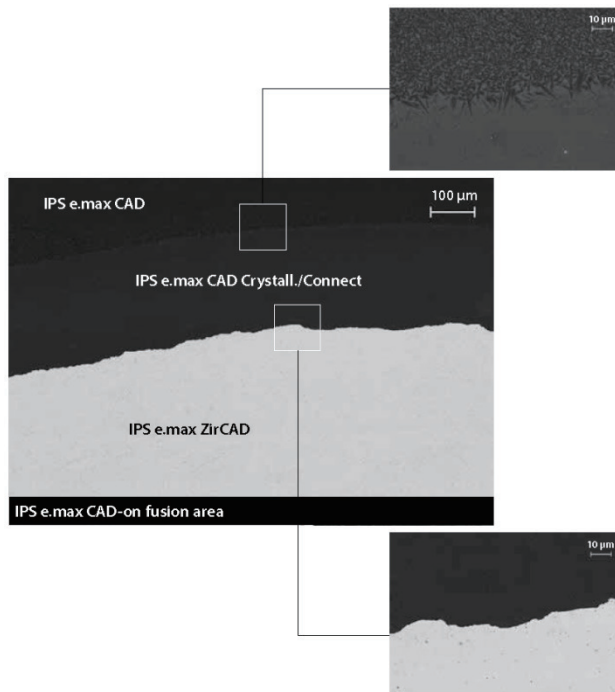


Fig. 15.

구치부 당일치료를 위한 솔루션으로 나온 것이 e.max CAD-on technique으로 모델링이 필요하지 않고 소프트웨어에서 프레임부분과 veneering 부분을 나눠서 각자 밀링 후(Fig. 12) 지지부인 지르코니아 소재는 90분간 신터링하고 마무리 후 심미부인 E.max는 connector라는 세라믹소재를 이용하여 30분간 최고온도 840도에서 구워서 결합 완성하는 시스템(Fig. 13)이다. 최근 FCZ 소재가 심미성이 좋아졌으나, 안정적인 권장 신터링 시간이 7시간이 넘기 때문에 당일제작에는 어려움이 있다. 하지만, CAD-on시스템의 경우 3시간정도의 제작시간으로 완성이 가능하기 때문에 오전에 스캔 후 오후 세팅으로 당일 치료가 가능한 제품이다. (2013년 부터는 공식 명칭이 e.max veneering solution으로 바뀌었다.)

840°C / 1544 °F 에서 IPS e.max CAD-on Fusion / Crystallization firing 후 소결된 재료는 160 MPa의 높은 결합 강도를 보이고 IPS e.max ZirCAD framework과 IPS e.max CAD Veneering structure 사이에 균일한 결합을 형성한다. 이 균일한 결합은 SEM이미지에서 두 재료의 표면에 분명하게 보인다. IPS e.max CAD Crystall./Connect의 소결 온도는 IPS e.max CAD의 결정화 온도로 조절되어 있고 따라서 융합과정과 IPS e.max CAD의 결정화는 한번의 소성으로 실행될 수 있다. (Fusion/Crystallization firing, Fig. 16).

굴곡강도 900MPa를 가지는 지르코니아 프레임과 굴곡강도 360MPa를 가지는 e.max 소재를 약 150~200 μ m의 두께를 가진 160MPa의 connector로 완전 결합하여 구치부에 심미성과 강도 모두를 만족시키는 소재이다. Zirpress나 veneering technique을 활용한 수복물보다 chipping을 방지할 수 있고, 신뢰성 있는 결과를 보이고 있으나, 소재의 가격이 비싸고 zirconia color부위가 보이기 때문에 전치부에는 사용이 어렵다는 점이 단점이다. 또한 두 소재 모두 필요한 최소 두께(총 교합면 두께 2mm)를 가지기 때문에 일반적인 한국인 치아에서 사용에 어려움이 있고, 임플란트 보철물에 적당하다.



840° C / 1544 ° F에서 IPS e.max CAD-on Fusion/ Crystallization firing 후 소결된 재료는 160 MPa의 높은 강도를 보이고 IPS e. max ZirCAD framework과 IPS e.max CAD Veneering structure 사이에 균일한 결합을 형성한다. 이 균일한 결합은 SEM 이미지에서 두 재료의 표면들에 분명하게 보인다. IPS e.max CAD Crystall./Connect의 소결 온도는 IPS e.max CAD의 결정화 온도로 조절되어져 있고 따라서 융합 과정과 IPS e.max CAD의 결정화는 한번의 소성으로 실행될 수 있다(Fusion/Crystallization firing).

Fig. 16. IPS e.max CAD-on Fusion의 전자현미경 단면그림.

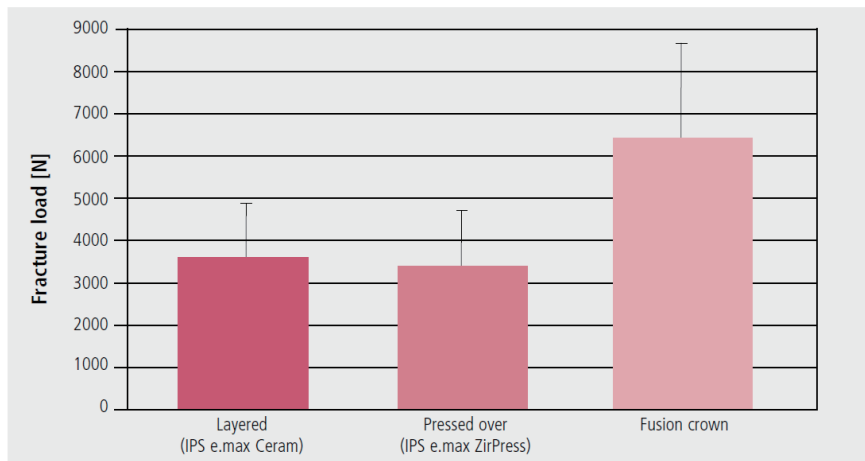


Fig. 17. Veneering 소재에 따른 지르코니아 수복물의 파절강도 측정 실험 결과

6) FCZ (Full Contour Zirconia)

FCZ는 10년 전부터 지르코잔이라는 유명한 시스템이 MAD-MAM시절부터 사용되었다. 하지만, 심미적으로 부족함과 동시에 대합치 마모에 대한 우려 때문에 보편적으로 사용되지 않다가 2010년부터 년전부터 새로운 투명지르코니아 소재들이 소개되면서부터 다시 한 번 관심을 끌고 있는 소재다. CAD/CAM용 세라믹 소재 대비 장점이라면, 밀링성 및 소재의 강도가 높아짐에 따라 preparation이 쉬우면서도 적합도에 유리한 chamfer margin을 사용할 수 있다는 점이 있고, 또한 최소두께 0.5mm로 디자인이 가능하기 때문에 구치부에서는 교합면 디자인이 편리하며, 전치부에는 치아성형시 최소의 삭제로 pulpitis를 예방할 수 있고 디자인에도 자유도를 가질 수 있다.

예를 들어 환자의 주소가 전치부 돌출이라면, 신경치료 후 일반적인 치아삭제 조건(1.5mm)에 맞추어 preparation

후 심미성이 높은 Vita Mk II나 Empress CAD등의 기본적인 소재로 보철물을 제작하는 선택을 할 수도 있고, 투명도가 높은 지르코니아(0.5mm)의 소재는 신경치료 없이 혹은 신경치료를 하더라도 잔존치질을 많이 남겨서 retention에 유리하도록 하도록 치료계획을 선택할 수도 있다. 특히 FCZ는 0.5mm의 얇은 두께로도 충분한 심미성을 낼 수 있으므로 전치부 심미보철 preparation concept의 변화를 가져올 수 있다.

아직까지 투명도나 심미성 면에서 E.max의 80%정도 수준이라고 생각하지만, 가장 빠르게 발전하고 있는 분야이기 때문에 앞으로 사용비중이 점점 높아질 것으로 사료된다.



Fig. 18. Chamfer margin과 precolored FCZ (Aidite) A3 블럭으로 제작된 견치(좌)와 소구치(우)

구치부 크라운 & 브릿지에서 사용되어온 PFZ(porcelain fused zirconia crown)는 심미적이기는 하나 도재부 chipping으로 인한 장기적 예후가 좋지 않기 때문에 앞서 언급한 CAD-on 테크닉이나 FCZ를 우선적으로 선택하는 것이 좋다. 특히 FCZ는 밀링성도 좋고 강도도 뛰어나며 chamfer margin의 강도가 좋기 때문에 임시접착이 필요한 경우 장기적으로도 사용이 가능해 일반적인 보철물과 비슷한 감각으로 사용할 수 있어서 일반적인 ceramic 소재를 다루는 것보다 위화감이 적고 러닝커브가 짧다.

올해 소개된 두개 회사의 Precolored FCZ소재는 기존의 복잡한 coloring과 stain작업 없이 이미 coloring된 블럭으로 밀링 후 신티어링, 그리고 폴리싱만으로 훌륭한 심미성을 보이기 때문에 chair side에서 사용할 수 있는 최적의 crown 용 소재라고 생각된다. 이 소재는 여러가지 접착방법이 있지만, 샌드블라스팅 후 지르코니아 프라이머로 표면처리를 하고 semi-adhesive resin cement를 사용하는 것이 좋다. (MDP등의 지르코니아 결합에 유리한 성분이 들어있는 경우에는 샌드블라스팅 후 바로 접착한다.)

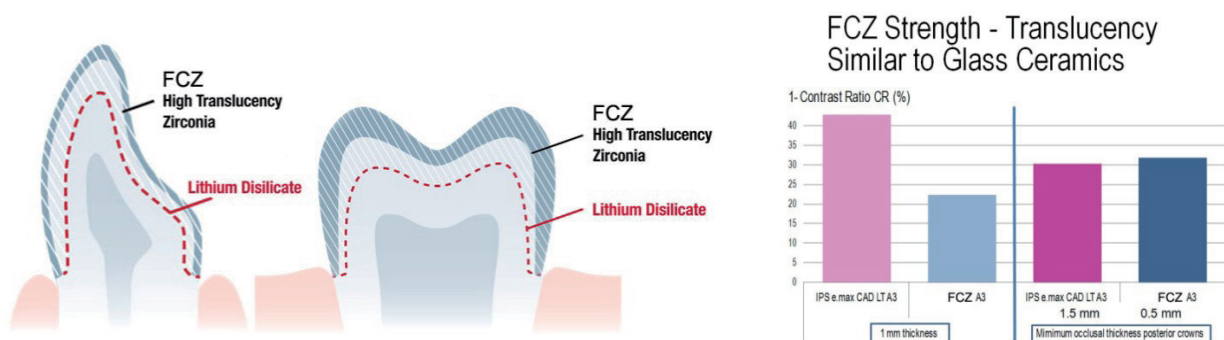
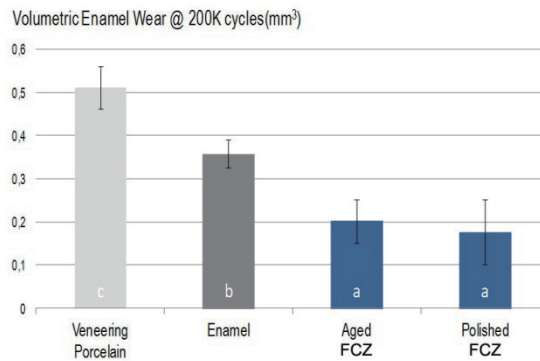


Fig. 19. FCZ는 e.max보다 강도가 3배이상 강하기 때문에 두께를 1/3로 줄일 수 있으며, FCZ 0.5mm 투명도는 e.max 1.5mm 두께의 투명도와 비슷하다.

FCZ- 2-Body Enamel Wear Test



Burgess et al, Wear of enamel opposing aged zirconia, AADR 2012, Abstract 156478

Fig. 20.

지르코니아의 대합치 마모에 대한 논문들은 많이 발표되었는데, 그 핵심은 거친상태에서 글레이징 하였을 경우 얇은 글레이징용 장식계도재는 1년 이내에 깨지고 벗겨져 노출된 거친 지르코니아가 대합치를 마모시키게 되므로, 글레이징을 하지 않고 폴리싱만 할 것을 권장한다. 전용 연마도구로 폴리싱된 지르코니아는 대합치를 마모시키지 않는 것으로 최근 연구결과에서 많이 보고하고 있다.

7) 올세라믹 소재별 표면처리 가이드라인

이상의 재료들에 대하여 표3에서는 소재별 표면처리 가이드라인을 보여주고 있다. 각각의 소재 특성에 따라 처리 방법의 차이를 확인하고 적용해야 한다.

Table 3. 올세라믹 소재별 표면처리 및 접착방법 가이드라인

	Vita Mk2	Empress CAD	E,max CAD	FCZ	Lava Ultimate
Component	P. Feldspartic Pocolain	Glass Ceramic	Litium Dicilicate	Zirconium oxide	Composite Resin with 80% nano ceramic filler
Ceramic etching	60s	60s	20s	X	X
Sand Blasting	X	X	X	O	O
Zirconia primer	X	X	X	180s	X
Silan	60s (2application 5min dry)	60s (2application 5min dry)	60s (2application 5min dry)	Δ	60s (2application 5min dry)