

Zmatch CAD/CAM System을 이용한 All ceramic 제작방법

김 성 환

텐타임 CAD/CAM 연구소

I. 서 론

인체에서 치아만큼 완전한 복원을 위해 많은 재료와 용구들이 존재하는 분야도 많지 않을 것이다. 그리고 그 중 심미성과 기능성 회복작업의 편리성 때문에 많은 전문가들이 CAD/CAM all ceramic 시장에 뛰어들고 있다. 하지만 all ceramic CAD/CAM 기술이 그리 만만한 부분이 아니며 다양한 case를 접하고 제작하여야 안정된 물품을 생산할 수 있다.

Wax pattern을 이용한 수작업 방식이 주류를 이루었던 치과보철물 제작에서 CAD/CAM을 이용한 보철제작은 치과계에 서는 혁신적인 변화의 계기를 마련했다. 그 변화에서 zirconia가 부각되고 있다.

Zirconia는 1000MPa이 넘는 굴곡강도를 가지며 기존에는 금지되었던 구치부 bridge나 long span bridge에도 응용가 능하다. 그러나 높은 정도로 인해 수작업에 의한 절삭가공에 문제가 있어 일반 치과기공기술로는 zirconia를 제작할 수 없 었다. 하지만 컴퓨터를 응용하여 절삭하는 CAD/CAM all ceramic 보철제작 방법의 등장은 제작시간의 대폭단축과 치과계 의 기공환경 개선을 가능하게 했다.

Zirconia core를 제작할 경우는 zirconia block을 기계 절삭 한 후에 고온에서 소결하는 방법이 대부분이지만, 그 경우 수축이 큰 것이 문제점이다. 하지만 CAD/CAM System을 이용하면 컴퓨터가 정확히 소재의 수축률을 계산하여 확대가공 하기 때문에 적합이 우수하다.

CAD/CAM ceramic보철물 제작에 사용되어지는 Cerac, Cercon, Everest, Lava, 등 다양한 수입장비가 운용되고 있는 시점에서 장비의 국산화 및 고효율화를 추구한 Zmatch CAD/CAM system의 운용 및 제작방법에 대해 자세히 알아보고 국내의 CAD/CAM 보철제작 범위를 진단해 보고자 한다.

II. 본 론

1. Zmatch CAD/CAM System 개요

CAD/CAM 가공 보철물은 환자의 구강모형을 Scanning하여 3차원 입체 그래픽으로 재현한 후 디자인(CAD) 및 생산 (CAM)하여 일정시간동안 안정적인 온도를 제어하는 Sintering 방법까지 CAD/CAM System의 기술과 더불어 다양한 case의 적용으로 신뢰할 수 있는 임상결과가 만들어 질 것이다.

Zmatch는 Ez-scan(입력장치), Ener-mill(가공장치) Eco-therm(소결장치), Block과 Tool로 구성되어 있으며 모든 시스템은 독립적인 운용이 가능하며 프로그램은 한글 Software로 되어있다.

구분	구성	비고
입력장치	Ez-scan	
가공장치	Ener-mill	한글 CAM Software 포함
소결장치	Eco-therm	-
소재 및 공구	Block & Tool	-



Ez-scan



Ener-mill



Eco-therm



Block & Tool

1. Ez-scan

디지털 1:1 3D 작업이 가능하도록 20 μ m의 정밀도로 석고 모형을 scanning data화하고 1개의 Line Laser와 2개의 CCD Camera로 측정을 하며 Wax-up, Full cast, Wax bite 및 대합치 등의 scan으로 정확한 대합관계 설정이 가능하다. 또한 치과기공사의 hand technique을 재현한 한글CAD 프로그램은 정확히 수치화된 data에 치과기공사의 technique이 더해지게 되어 다양하고 정교한 보철물을 design 할 수 있다.



Ez-scan 내부

〈스캔 예시 및 시간〉

구분	싱글	3본 브리지	Full arch
스캔시간	15초	3~5분	5분
스캔 예시			
구분	Bite 스캔	대합치 스캔	Full arch
스캔시간	3~5분	5분	5분
스캔 예시			

〈Ez-scan 주요특징〉



대합치 스캔



Bite 스캔



Wax up 스캔



Full crown형성 및 교합면 Point로 교합관계 설정



Full Crown 디자인 및 Cut back 기능



추가/삭제에서 두께 사전 확인

2. Ener-mill

다양한 임상 case와 생산 경험을 바탕으로 순수 국내기술로 사용자 입장에서 개발·제작한 치기공용 시스템이다. 초기 설정에서부터 간단한 조작으로 쉽고 간편하게 사용이 가능하며 동시에 제어되는 3Axis + 1Rotation 기술 및 생산 중에 발생할 수 있는 진동을 최소화 하였으며 정전이나 user에 의한 정지등, 유사시에도 직전 진행과정을 기억하는 Absolute 제어방식으로 안정성을 높였으며 ATC(Automatic Tool Changer)적용으로 시간 단축 및 작업자의 조작에 따른 번거로움을 최소화하였다. 또한, CAM data에 의한 효과적인 Tool path를 생성하여 생산 특성에 맞는 최적의 데이터를 생성, 정확한 마진 및 교합면 형상표현이 가능하다.



Ener-mill 내부

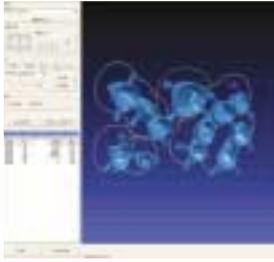


ATC(Automatic Tool Changer)

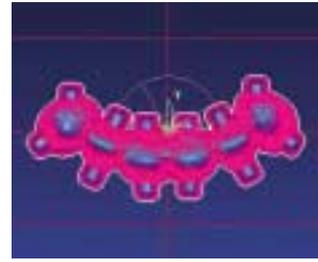


간단한 제어부

〈Ener-Mill 주요특징〉



효율적인 공간활용이 가능한 CAM작업



최적의 가공경로(Toolpath) 생성



사용자가 쉽게 조작할 수 있는 인터페이스로 구성되어 있으며 한글로 디자인되어 조작이 편리

※ Tool 및 블록을 설치 후에는 작업자가 제어하지 않으며 모든 과정은 자동으로 진행.

3. Eco-therm

소결로의 핵심인 안정적인 온도 제어 및 원터치 조작으로 사용이 가능하며 최대 70개의 소결용량을 가지고 있다.

Zirconia 소결조건에 따라 3가지 프로그램을 지원하며 직접 가열방식이 아닌 도가니를 이용한 열복사 시스템으로 균일한 수축을 유도하여 우수한 결과물을 만들어낸다.



Eco-therm



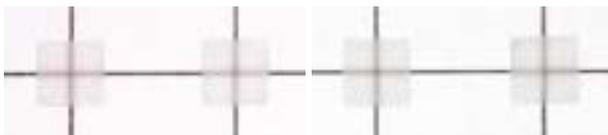
도가니 열복사 이용

4 Block & Tool

① Block

Block은 생체재료로서 유효성, 안정성 등의 품질확보를 위해 원자재 구입부터 제조, 포장, 출하에 이르는 생산공정 전반에 걸친 품질관리체계를 구축하였다.

또한, 6종류의 Shade Block(Color Mixed)으로 자연스러운 색상 구현이 가능하며 빛의 투과성이 우수하다.



무색

유색

성분	(wt%)
(ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃)	> 99.9
(Y ₂ O ₃)	5±0.2
(Al ₂ O ₃)	≤ 0.25
물성 성질	
Vickers hardness	1,250 Hv10
Bending strength	1,000MPa
Fracture toughness	5MPa·m ^{0.5}
※ Test방식 : Single Edge Precracked Beam방식	



다양한 Block size

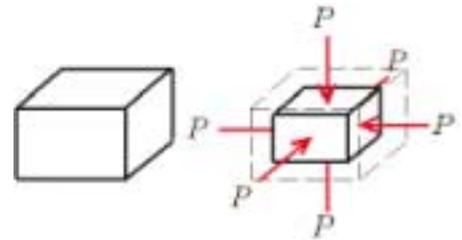


다양한 Shade 구현

※ Block 제작 공법

- CIP (Cold Isosatic Press) 공법

한방향이 아닌 360° 전방향에서 압력을 가해 제작하는 공법으로 전방향에서 압력이 가해져 입자의 조밀도가 증가되어 수축이 균일하게 일어난다. 그 결과 Block의 안정성이 증가하고 수축률이 균일하여 최종 보철물의 강도가 증가하고 적합력이 우수하다.



② Tool

Zirconia의 효율적인 절삭을 위해 다양한 실험결과에 의해 특수제작되어 자유곡면 절삭을 위한 기능적 설계로 최고의 경도를 가진 소재로 절삭력을 극대화 하였다.

4종류의 다양한 Tool을 사용하여 생산 중 기능적 역할분담을 하여 더욱 세밀한 절삭가공이 가능하다.



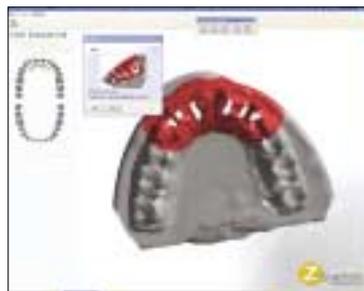
2. Zmatch System을 이용한 All ceramic 제작

1) All ceramic core 제작 CAD

〈Ez-Scan [CAD]〉



- ① 사전작업
 석고 모형 → Pin작업 및 sawing
 → Margin ditching
 ※ Margin ditching 정확도에 따라 CAD design 및 작업 효율성을 높임.



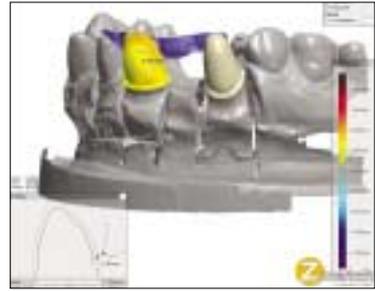
- ② Single 또는 Bridge 제작인지를 판별하여 scan Single 및 Bridge scan 방식은 동일
 ※ Wax scan은 3D spray 도포 후 scan



③ Scan data 자동으로 margin 생성 (술자 직접 세밀한 변경 가능)



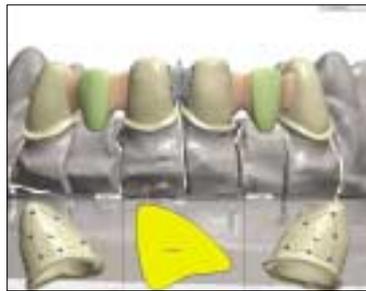
④ Cement space 설정 (Margin에서부터 균일한 적용)



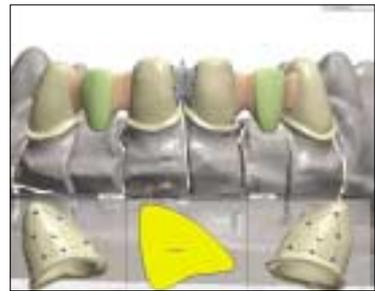
⑤ Core 두께 설정 및 표면 추가/삭제 (두께 표시, 2D 단면기능으로 대합 치와의 거리 및 디자인 확인가능)



⑥ Pontic Design



⑦ Connector Design(두께 확인)



⑧ CAD 완료

2) CAM & Sintering

<Ener-mill [CAM]>



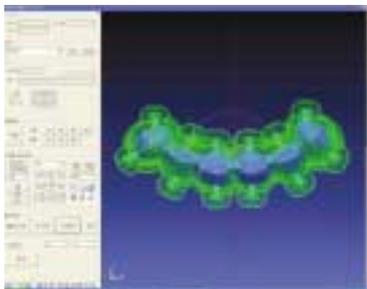
① Block 크기 선택



② Model을 이동하여 Block에 배열



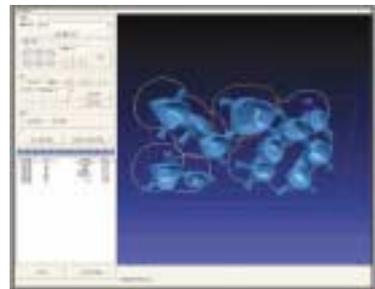
③ Core를 지지하는 Bar 생성



④ CAM data 생성



⑤ CAM data에 의해 자동으로 Tool 교환 및 생산 진행



※ 효율적인 공간활용이 가능한 Model 배치 프로그램

<Eco-therm [Sintering]>

- ① Steam cleaner로 불순물 제거 후 건조
- ② Eco-therm의 내부 소결 도가니에 core를 배치 후 설정 프로그램에 의해 일정한 온도와 시간을 준수하여 sintering
- ③ Zirconia 전용 연마기구를 사용한 적합 및 margin 작업
(너무 거칠거나, Hi-speed를 사용하면 crack 발생)
- ④ Build-Up (Zirconia 전용 도재 사용)



3) Build up

임상증례 : Zmatch CAD/CAM System을 이용한 상악 6전치 Case



상악 6전치 Case
(13-X-11-21-X-23)



Zirconia의 투광성



① Zirliner 도포
bonding, stain, opaque 처리



② Body/Cervical 축성



③ Incisial 도재의 축성



④ Translucent 도재의 축성



⑤ 1차 소성



⑥ 2차 Build up



⑦ 완성된 최종 보철물 (정면확인)



⑧ 완성된 최종 보철물 (내면)

3. Zmatch system의 다양한 활용 종류

활용사례 : Zmatch CAD/CAM System을 활용한 다양한 Case 제작



다양한 소재의 가공



Implant long span frame



절삭가공된 Cr-Co(Metal) 보철물



Wax pattern block 절삭 가공



Titan 절삭 가공



Resin block 가공

Ⅲ. 결 론

현재 국내에는 많은 CAD/CAM System들이 들어와 있지만 객관적인 비교자료가 없어 고가의 System 선택에 많은 어려움이 있다.

CAD/CAM System은 다른 여타의 치과기공용 장비와는 다르게 치과기공사의 보조 인력개념을 가진 치과기공사와 같은 능동적인 System이다. 따라서 최종 결과물로 System을 평가하기에는 뭔가 부족하다. 능동적인 System인 만큼 치과기공사의 작업영역을 얼마나 구체적으로 구현할 수 있는지 그리고 그 과정에서의 편리성과 안정성을 고려해야한다. 앞으로는 Zirconia뿐만 아니라 다양한 소재(wax, resin, titan, Cr-Co alloy)의 가공으로 그 적용범위가 확대되어 치과영역에서 CAD/CAM System 차지하는 비중이 늘어갈 것이다. 그 선택의 한편에 국내현실에 맞는 Zmatch CAD/CAM system이 치과시장의 한 부분을 차지할 것이다.

이제 치과계는 CAD/CAM System 선택에서 편리성, 안정성, 경제성 및 적용범위가 어디까지 실현되는지 꼼꼼히 진단하고 결정해야 한다. 또한 아무리 좋은 CAD/CAM System이라 하더라도 사용자의 숙련도에 보철의 결과물은 상당한 차이를 보이므로 치과기공사의 기술적인 부분의 향상에 많은 노력을 함과 동시에 CAD/CAM System 활용기술의 연마에 힘써야 할 것이다. 현 변화의 시점에 기존의 lost wax법에 의한 주조방식이 이제 IT기반의 인프라를 갖춘 국내의 CAD/CAM 기술에 의한 치과기공계의 혁신이 이루어 질 것을 조심스럽게 예견해 본다.