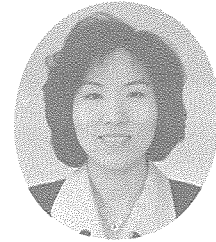


# Laser Welded Titanium Framework을 이용한 완전 무치악환자의 임플란트 보철물 제작에 관한 고찰



조 혜 원

원광대학교 치과대학 보철학교실

## 1. 서 론

합금화하지 않은 commercially pure Titanium(Cp Ti)은 표면에 형성되는 산화층( $TiO_2$ )과 구강내 연조직 및 경조직의 친화성으로 생체적합성이 뛰어나며 임플란트의 주재료를 이루고 있다<sup>1)</sup>. 이들 임플란트에 연결되는 임플란트 지대치도 금합금으로 주조할 수 있는 plastic pattern이나 금합금으로 나와 있는 몇가지를 제외하고는 주로 Cp Ti이나 Ti alloy로 만들어지고 있다<sup>2,3)</sup>.

임플란트 지대치 위에 제작되는 임플란트 상부 보철물은 부식에 대한 저항, 임플란트 지대치에 대한 accurate, passive fitness, 강도, 굴곡강도 등이 요구되고 있으며 주로 제 3, 4형 금합금이나 은-백금 합금으로 주조하게 된다.

현재 임플란트 상부 보철물에 주로 이용하고 있는 제 3형 금합금은 주조온도가 gold cylinder와 큰 차이가 없어 정확한 주조가 어렵고 구조물의 크기가 큰 경우 적합도의 불량으로 여러번 납작(soldering)해야 하는 어려움이 있다. 납작시에는 부가적인 금속의 첨가가 필요하고 미세구조상 금합금과 균일하지 못한 연결구조로 규격화에 어려움이 있으며 상대적으로 Cp Ti에 비해 비경제적이다<sup>4)</sup>.

최근 심미 보철의 영향으로 지대치와 상부구조물 사이의 연결부가 치은연하로 내려가면서 구강내의 moist environment에 따른 금 합금과 Ti 사이의 갈바니즘의 가능성과 부식저항성이 관심의 대상이 되고 있다<sup>5)</sup>.

Jemt와 Linden<sup>6)</sup>은 spark erosion과 laser welding technique을 이용해 완전 무치악 환자에서 임플란트와 같은 금속인

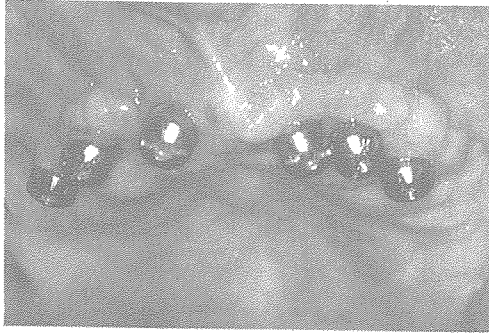


그림 1. 2차 수술 후 연조직이 완전히 회복된 후에 지대치를 선택한다.

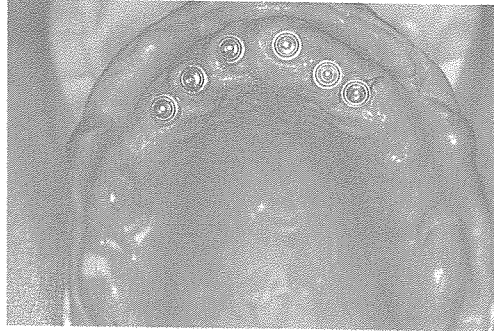


그림 2. 인상체는 인상용 코핑 하에 인상재가 끼어 있는지 확인 후 주모형을 제작한다.

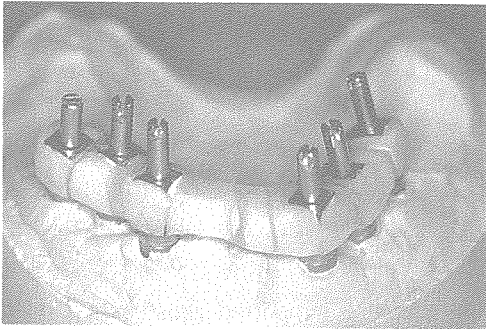


그림 3. 주모형 위에서 제작한 verification stent

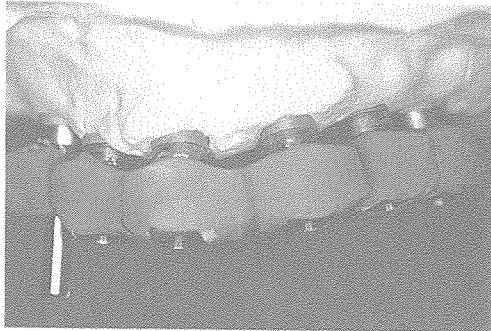


그림 4. One screw fitting test를 이용한 stent의 적합도 판정

Cp Ti으로 제작한 금속구조물의 가능성을 시사하고 있으며 그 임상적 효용성이 여러 각도에서 연구되고 있다.

Laser welding은 일정한 Energy level, duration과 frequency(예; 12-16 J, 6 msec, 10 Hz)을 지닌 pulsating laser beam을 이용해 argon atmosphere에서 두 금속면에 처음에는 앞 뒤 1 점씩 2 점에서 시작해 주위를 0.6-0.8mm의 깊이로 welding을 하는 방법으로 그 효과는 변형이 적고 접착부의 미세구조가 납착시보다 우수하며 인장강도, 0.2% Proof stress, Elon-

gation 등의 기계적 물성이 보다 우수하다는 데 있다. 단 그 중심부는 welding이 일어나지 않으며 약간간격이 적어 충분한 금속의 접촉면이 부족할 때는 이 방법을 사용할 수 없고 welding부의 두께를 조절하거나 연마해서도 안된다<sup>4)</sup>.

Cp Ti으로 만들어진 machined component사이에 개재 금속을 넣지 않고 welding하기 위해서 Ti component의 인접면을 spark erosion하여 오염이나 부식을 방지할 수 있다.

Spark erosion은 electrical impulse를 써

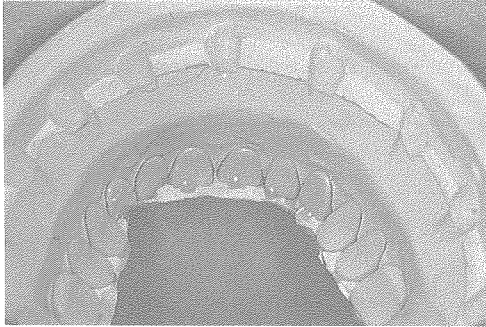


그림 5. Tooth position index

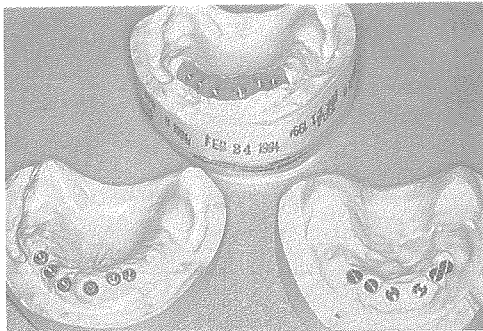


그림 6. 준비된 주모형과 연조직 모형 및 tooth position index용 모형

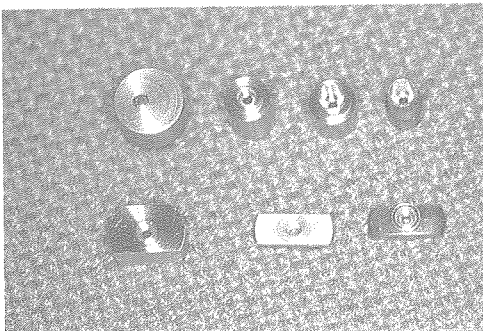


그림 7. 지대치와 수복 재료, 위치에 따라 다르게 선택가능한 precision machined bridge elements

서 단단한 표면을 machining(EDM, electro-discharge machining)하는 기술로, 컴퓨터로 조정되는 고전압의 전류를 이용해 주기적인 spark interval로 금속의 미세한 입자를 passive erosion시키는 machining technology의 한 방법이다. 이를 위해 적절한 Ti machined component를 주모형에 고정하고 이를 spark erosion control unit의 model mount에 위치시킨 다음 dielectric liquid에 담고 machining하면서 동시에 micrometal particle에 의한 세척이나 외부에서의 세척을 행한다. 이 과정은 일반적인 drilling과 달리 금속면에 열이나 압력의 발생 없이 0.01mm의 정확도로 진행되며 보철물의 완벽한 적합도를 보이게 된다<sup>7)</sup>.

현재 laser-welded Ti framework은 Bränemark사의 Procera laboratory에서 주로 연구하고 있으며 완전 무치악 환자의 fully implant-supported prosthesis로서 보다 정밀한 보철물을 간편한 방법으로 제작 가능하게 하였으며 또한 Ti crown에 소성 가능한 도체의 개발에 힘입어 금관계속가 공의치의 영역에도 이용할 수 있을 것으로 생각된다<sup>8)</sup>.

## II. 본 론

전악이나 부분 무치악 환자에 사용할 수 있는 laser welded Ti framework의 제작 과정은 납형형성이나 매몰, 주조 과정이 없으나 그외의 과정은 기존 framework와 유사하며 제작과정은 아래와 같다.

## 1. 지대치의 선택

임플란트 지대치는 연조직이 완전히 치유된 후에 선택하는 것이 좋으며 연조직의 두께나 약간 간격, 임플란트의 경사도와 위치에 따라 적당한 것을 선택한다(그림 1). 특히 환자가 high lip line인 경우 외과 수술 전에 지대치의 높이, 종류, 인공치 사이의 internal relationship을 분석해 임플란트의 위치를 결정해야 한다<sup>1-3)</sup>.

Healing abutment는 하나씩 빼내고 그 즉시 인상용 코핑이나 지대치를 연결해야 연조직이 물리거나 무너지지 않는다. 연결 후 방사선 사진으로 그 적합 여부를 판정한다. 임플란트 지대치를 연결시 제조회사가 지시한 preload로 20-32 N·cm의 torque를 가해야 임플란트의 osseointegration에 저해없이 여러가지 응력에 대한 보상효과가 가능할 것이다<sup>9)</sup>. 그 후 내원시마다 임플란트의 임상적 동요도를 검사하고 지대치가 풀리지 않았는지 다시 확인해 조여 준다.

## 2. 인상 채득과 주모형 제작

인상 채득시 적어도 24 시간 전에 만든 개인 트레이를 사용해야 하며 트레이는 각 코핑 주위에 3mm이상의 공간이 필요하다. 인상재로는 부가중합형 실리콘이나 폴리에테르 인상재가 좋으며 각 제조회사에서 추천하는 모형재를 함께 사용하는 것이 바람직하다.

인상용 코핑을 사용해 전악 인상을 채득하고 인상재 경화후 인상체를 분리하여 코핑 하부를 검사한다(그림 2). 이때 인상재가 그 사이에 끼어 있으면 재료가 흘러들어가던 것을 의미하며 재인상이 필요하다<sup>3)</sup>.

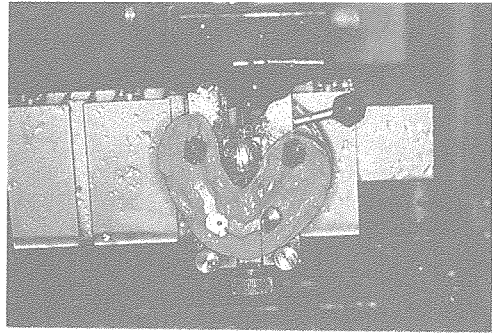


그림 8. Precision machined bridge elements의 인접면에 대한 spark erosion

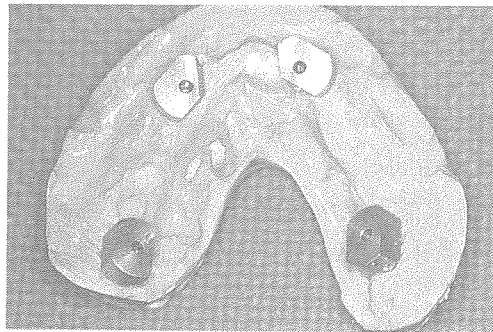


그림 9. Spark erosion에 의해 형성된 인접면으로 Ti bar를 welding할 수 있다.

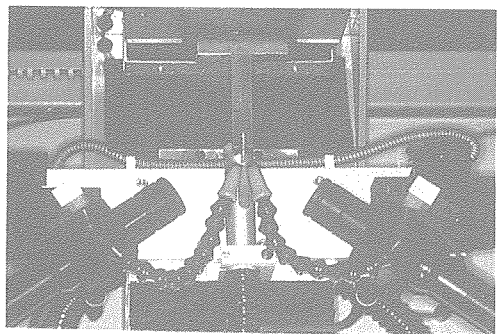


그림 10. Laser canon과 video camera로 구성된 Procera laser welding system



그림 11. Laser welded titanium framework

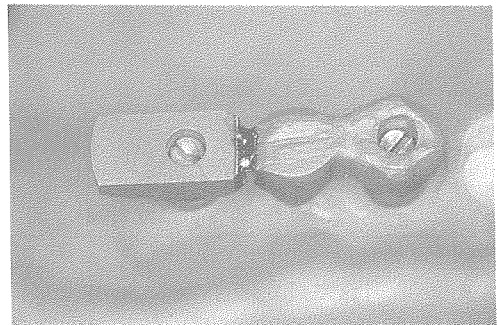


그림 12. 금판계속가공의치용으로 제작된 titanium framework

Abutment replica를 코핑에 연결해 주모형을 제작하며 EsthetiCone abutment나 Angulated abutment인 경우 치은의 외형의 재현하기 위해 연조직 모형이 부가적으로 필요하다.

주모형은 금속구조물을 제작하기 전에 그 정확도를 verify하는 것이 중요하다.

### 3. 주모형의 verification

Abutment replica에 square 코핑을 guide pin으로 고정하고 광중합 레진으로 각 코핑을 연결하며 대략 그폭은 7-10mm, 두께는 3-4mm으로 하여 stent를 제작한다. 각 코핑 사이의 연결부를 carborundum disk로 절단하고 guide pin으로 고정 한 후 광중합 레진으로 연결해 다시 중합시킨다 (그림 3).

환자의 구강내에서 이 stent가 잘 맞는 지 확인한다. 레진 stent를 지대치 위에 위치시키고 guide pin 한 개로 최후방 지대치에 연결해 손가락만으로 stent를 잡고 모든 지대치에 코핑이 잘 맞는 지 확인한다. 잘 맞으면 guide pin을 반대측 최후방

지대치에 연결하고 다시 모든 지대치에서의 적합도를 판정한다(그림 4).

만약 지대치와 적합이 안되면 carborundum disk로 stent를 절단하고 구강내에 재 위치시켜 guide pin을 고정하고 광중합 레진으로 다시 연결한 후 재인상을 채득한다. 그후 stent를 구강내에서 다시 검사한다. 완벽한 적합도를 가질 때까지 이과정을 반복해야 금속 구조물에서의 오차를 줄일 수 있다<sup>3,8)</sup>.

### 4. 납의치의 시적 및 tooth position index의 제작

총의치환자에서와 같이 안궁 기록, 교합 평면 설정, 교합고경 채득, 악간관계 기록이 필요하다. 금속 구조물 제작 전에 최종 인공치 배열에 대해 평가하고 대합치와의 교합관계도 평가하는 것이 좋다. 경우에 따라서 먼저 금속 구조물을 제작하고 그위에서 교합제와 인공치 배열을 하기도 하나 악간 간격 등 여러가지 문제의 가능성이 있어 납의치 시적 후 tooth position index를 만들어 보내는 것이 바람직하다.

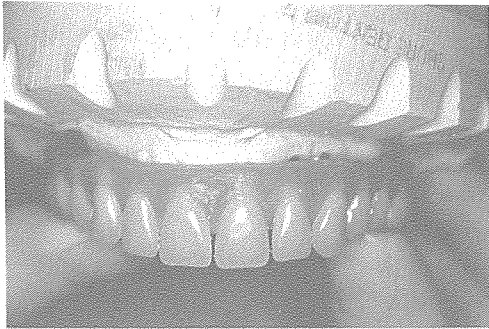


그림 13. 인공치를 연결해 완성한 보철물

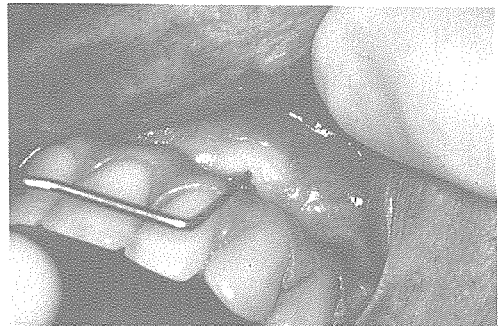


그림 14. 완성된 보철물의 구강내 시적

먼저 교합기 상에서 인공치 배열과 대합 관계를 확인한다. 임플란트 보철물이 총의 치에 대합되면 총의치와 같은 교합관계를 형성해주고 대합치가 자연치라면 cuspid-protected occlusion으로 형성한다.

총의치의 시적시에는 구강청정이 유지될 수 있는지 gold cylinder 옆의 기초상의 형태를 검사하고 환자에 의해 사용될 수 있는 구강청정 기구의 적합도에 대해서도 판정해야 한다. 또한 보철물과 연조직 사이의 공간이 큰 경우 발음상 혹은 심미성의 문제는 없는지 평가해야 한다. 문제가 있으면 이 공간을 줄여야 하는데 구강청정에 얼마나 영향을 미치는지 평가하고 구강청정에 대한 환자의 동기 유발을 도와야 한다. 최종 납의치의 시적시 환자의 동기가 필요하며 이를 이용해 tooth position index를 만든다(그림 5).

#### 5. Laser welded titanium framework의 제작: Procera-precision prosthetics

Procera laboratory에 보내기 전에 주모형, 연조직 모형, tooth position index와

대합치를 기공지시서와 함께 보내야 하며 cantilever length를 결정해주어야 한다(그림 6). 일반적인 cantilever length는 하악에서 15mm, 상악에서 10 mm 이하라고 하나 임플란트의 길이와 갯수, bone quality, 저작압, A-P spread의 길이 등에 따라 달리 설계해야 한다<sup>2,9)</sup>.

Procera laboratory에서는 지대치의 종류, 치아의 형태나 위치에 따라 적절한 Ti machined bridge element를 선택해 주모형 위에 고정하고 spark erosion으로 접합부를 형성한다<sup>8)</sup>(그림 7-9).

Procera stereo laser welding system으로 변형이 생기지 않게 welding한다(그림 10-12). Welding 후에는 보통 stereo-microscope를 이용해 주모형에서의 적합도를 판정하고 레진과의 접착력을 증진시키기 위해 silicoating을 하여 보낸다.

#### 6. Ti framework의 시적

임플란트 보철물은 자연치에 대한 보철물보다 더 완벽하고 passive한 적합도가 필요하며 적합도의 판정 방법으로 one sc-

rew fitting test를 이용할 수 있다.

먼저 금속구조물의 Ti machined bridge element와 지대치 사이의 적합도를 검사해 모든 element가 딱 맞아야 한다. 즉 수직적인 적합도 뿐 아니라 수평적인 적합도도 판정하며 필요시 여러가지 확대기구를 이용할 수 있다.

Laser welded Ti framework이 지대치 위에서 안정한지 검사하기 위해 최후방 지대치에 guide pin을 한개만 고정하고 모든 지대치에 여전히 잘 맞는지 finger pressure로 확인한다. 잘 맞으면 이과정을 반대쪽에서 다시 시행한다.

Framework이 완벽하게 적합되면 tooth position index의 인공치를 연결하여 보철물을 완성한다(그림 13).

Ti framework의 연마시 laser welding 부는 깊이(penetrating depth)가 0.6-0.8 mm으로 이부위를 조정하거나 연마해선 안되고 machined cylindrical surface는 protection cap으로 항상 보호해야 한다. Ti 표면은 적절한 순도를 유지하기 위해 카바이드 바나 다이아몬드를 사용하여 조절하고 rubber wheel이나 tip으로 최종 연마한다.

### 7. 보철물 장착

완성된 보철물은 구강내에서 교합관계와 연조직에 대한 cantilever부의 접촉형태와 hygiene accessibility를 검사하며 특히 high smile line인 경우 순면의 형태와 길이를 조정한다(그림 14).

환자에게 발음이나 타액분비의 증가, cheek biting 등 장착 초기에 일어나는 변화에 대해 주지시키고 구강청정법을 가르치고 연습시킨 다음 screw access hole에 cotton pellet과 임시충전재료 폐쇄한다. 수

후 내원시켜 금속 구조물을 분리해 구강 청정을 다시 검사한다. 최종 내원시에는 gutta percha와 광중합형 콤포짓트 레진으로 access hole을 막아준다.

### III. 결 론

Jemt와 Linden<sup>6)</sup>의 보고에 따르면 Pro-cera laboratory에서 시작된 새로운 laser welded titanium framework은 임상 적용시 2%의 낮은 실패율을 나타냈으며 특히 gold screw의 loosening이 거의 없다고 보고한 바 있다. 일반적으로 gold screw loosening의 원인으로는 보철물의 적합도 불량, gold cylinder의 결함, screw 자체의 manufacturing tolerance 부족, 과도한 교합력, screw의 고정 부족 등을 들 수 있다<sup>1,3,9)</sup>. Titanium framework의 경우 gold screw loosening의 문제가 일반적인 금속조 framework보다 상당히 낮았다는 것은 그만큼 적합도가 좋음을 반증하고 있다고 생각된다. 또한 gold screw는 고정할 때 torque driver나 electronic torque controller를 이용해 10 N·cm로 딱 조여야 screw도 보호하고 service life도 연장할 수 있다<sup>9)</sup>.

Titanium framework의 단점으로는 주조한 framework보다 환자에게 두꺼운 느낌을 주고 아직 장기적인 사용에 따른 피로 강도 등의 임상연구가 부족한 데 있다. 그러나 이 방법은 single crown이나 부분 무치악 환자의 수복 등 여러 경우에 사용할 수 있으며 보다 간편하면서도 정확한 술식으로서 앞으로 지속적인 연구대상이 될 수 있을 것으로 생각된다.



### 참고 문헌

1. Albrektsson T and Zarb G: The Branemark osseointegrated implant, Quintessence., Chicago, 1989.
2. Beumer J and Lewis S: The Branemark system, Ishiyaku EuroAmerica Inc., St Louis, 1989.
3. Parel M: The smiline system, Taylor Pub. Co., Dallas, 1991.
4. Sjogren G, Andersson M and Bergman M: Laser welding of titanium in dentistry, Acta Odontol Scand 46:247-253, 1988.
5. Strid K, Berendson J and Lagergren C: Unalloyed titanium; Galvanic currents related in intraoral reconstruction, Tandlakart, 83:1194, 1991.
6. Jemt T and Linden B: Fixed Implant-supported prostheses with welded Titanium frameworks, Int. J. Period & Resto Dent 12:177-183, 1992.
7. Spark erosion technology, J Oral Implantology 18: 171-176,1992.
8. Procera Fixture supported Prosthesis: Clinical manual, 1993.
9. White G: Osseointegrated dental technology, Quintessence Co., London, 1993.