

치과보철영역에 레이저 이용을 위한 이론적 고찰

박 명 호, 배 봉 진, 이 화 식
대구보건대학 치기공과

A study of introduction for using Laser in dental prosthesis

Myoung-Ho Park, Bong-Jin Bae, hwa-Sik Lee
Dept.of Dental Technology, Daegu health College

[Abstract]

It's very important to find the most appropriate adhesion technique available, taking into consideration factors such as biocompatibility, non-corrosiveness, mechanical stability, etc. Laser welding is the best choice you can make because from a mechanical viewpoint, a laser welded surface has better particle structure than does a casted particle structure. Furthermore, it requires no additional material and the same metal alloy which is used when casting can be used. Therefore, the resulting mixture will consist of a single alloy, instead of utilizing different alloy combinations. Another benefit is the low economic cost.

The most beneficial aspects of laser welding is that it is biologically friendly, doesn't require soldering, can fuse different metal alloys together, and can weld on heat-sensitive spots(E.g. around resin or ceramic). A consistent strong pulse is possible.

This technique is capable of welding on master models and creates accurate welds. It is capable of due to its stronger, non-corrosive microscope, which allows 25times magnification during the soldering process. This is possible because of its high stability from the tiny particle structure.

◉Key word : Laser, Laser welding, Alloy, Pulse, soldering process.

교신저자	성명	박 명 호	전화	053-320-1324	E-mail	pjmjhj@mail.dhc.ac.kr
	주소	대구광역시 북구 태전동 산 7 대구보건대학 치기공과				

I. 서론

최근에 이르러 레이저란 단어를 언론 매체를 통해서나 주위로부터 많이 듣게 된다. 이것은 레이저의 사용 범위가 그 만큼 다양해지고, 넓어지면서 우리들의 생활과 서서히 밀접한 관계를 갖게 되었기 때문이다. 레이저는 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 머리 글자로 만든 단어로, 유도방출에 의한 빛의 증폭 이라는 뜻이다. 레이저는 만들어내는 매질의 종류에 따라 여러 가지의 레이저로 나누어지며, 고도로 에너지가 축적된 직진성이 양호한 빛이라고 할 수 있다. 높은 에너지를 품고 있으므로 광학렌즈를 이용하여 이 빛을 원하는 곳으로 쏘면 순간적인 에너지의 상승으로 재료가 용융된다. 돋보기를 이용 햇빛을 한 곳에 모아 검은 종이를 태우는 원리와 거의 비슷하다고 할 수 있다. 레이저는 높은 에너지를 가지고 있는 빛의 일종이다. 순간적으로 원하는 부위에 열을 집중하여 용접이 이루어지므로 재료에는 거의 열로 인한 변형이 일어나지 않는다. 재료에 가하는 열량을 정밀하게 조정할 수 있으므로 주위의 요건이 맞추어 진다면 비교적 많은 이종 금속간의 용접이 가능하며, 광학 렌즈에 의해 레이저 광을 집중하여 용접하므로 초점의 직경 범위(0.2~2.0mm)에서 용접이 가능하므로, 정밀을 요하는 치과기공용 금속에 적합 하다. 빛을 이용하므로 재료와의 접촉이 거의 없고 투명한 유리등을 투과하여 용접이 가능하므로 레이저는 치과기공 쪽으로도 사용빈도가 상당히 요구되어 치과보철물 제작에서 정밀 적합성을 위하여 금속접합이 필요 할 때 우리는 주로 용융 납착을 시행하였으며 레이저는 열원으로 금속의 구조 변형 강도의 저하 기공과정의 복잡성 연결부의 부식성 등을 개선할 수 있다. 이런 유리한 점 때문에 치과기공 금속 재료에 레이저의 사용에 대한 올바른 성질을 고찰하고자 한다(두산백과사전, 1997; 서울대학 광학연구회, 1996).

II. 본론

1. 레이저의 역사

레이저의 역사. 레이저의 동작원리는 1917년 아인슈타

인이 빛과 물질의 상호작용에 있어서 유도방출 과정이 있음을 이론적으로 보인 것이 시초이다. 그러나 그 후 20여년이 지난 1950년대 초반, 미국대학의 타운즈(Townes)가 암모니아에서 마이크로파의 유도방출이 실험적으로 가능함을 처음으로 보였다. 곧이어 가시광 영역에도 유도방출에 의한 빛의 증폭이 가능함이 타운즈와 샬로우(Schawlow)의 연구에서 밝혀졌고, 실제로 1960년 휴즈(Hughes)연구소의 마이안(Maiman)에 의해 가시광 영역인 694.3nm의 붉은색인 루비레이저광이 최초로 발진되었다. 그는 보석의 하나인 루비(ruby)를 나선형 플래쉬 램프 가운데 삽입하고 그 플래쉬 램프를 터뜨려 쏜 빛을 루비에 입사시킴으로써 레이저의 발진에 성공한 것이다. 그는 이 성공으로 1964년 노벨 물리학상을 수상하였다. 루비레이저의 발진 직후 레이저의 연구는 가히 폭발적이라 할 만큼 활발하여 1960년대에는 현재 중요하게 응용되는 대부분의 레이저가 개발되기에 이르렀다. 70년대와 80년대에는 레이저 자체의 연구 외에도 레이저의 응용연구가 많은 비중을 차지하여, 오늘날 다양한 방면에서 레이저가 필수적인 장치로 각광을 받게 되었다.(유인종 등, 1993; 유일환, 2000)

2. 발생원리

- 원자나 분자가 들뜬 상태에서 바닥상태로 되돌아갈 때(빛의 자연방출)
- 들뜬 상태로 머무는 시간이 긴 것(크롬이온이 들어있는 인공루비)
- 물질이 들떠서 반전분포 상태에 있을 때 들뜬 물질의 양쪽에 거울 2개를 평행하게 위치시킴
- 2개 거울 사이를 반사 왕복 빛 증폭

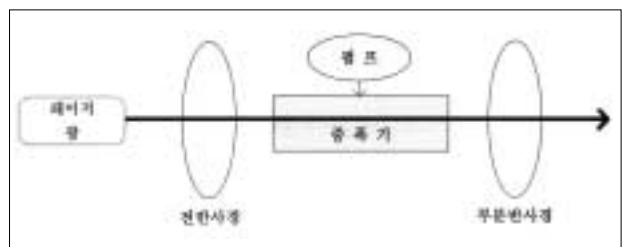


그림 1. 레이저의 발생원리

모든 빛은 원자나 분자에서 발생한다. 원자는 원자핵과 그 주위를 돌고 있는 전자로 이루어진다. 전자가 도는 궤도는 원자의 종류에 따라 여러 가지 있는데 같은 종류의 원자에서는 전자수와 전자가 도는 궤도가 일정하다. 가장 바깥궤도를 도는 전자(최외각전자)에 외부로부터 빛에너지가 주거나, 다른 전자나 원자를 충돌시켜 에너지를 주면 에너지를 받은 전자는 보다 바깥쪽 궤도로 이동한다. 이렇게 전자가 어떤 에너지를 받아서 보다 바깥쪽 궤도를 돌게 되는 상태를 '원자가 들뜬 상태' 또는 '원자는 들뜬 준위에 있다'고 한다. 들뜬상태에 있는 원자는 불안정하므로 한 번 받아들인 에너지를 빛에너지로 외부에 방출하고 다시 원래의 궤도로 돌아가서 안정한 상태를 유지하려고 한다. 원자가 안정한 상태에 있는 것을 '원자가 바닥상태에 있다'고 한다.

즉, 빛은 원자나 분자가 들뜬상태로부터 바닥상태로 되돌아갈 때나 에너지가 보다 큰 들뜬상태로부터 작은 들뜬상태로 될 때에 방출한다고 할 수 있다. 실제로 물질을 구성하는 원자는 무수하게 있다. 그 때문에 발생하는 빛은 낱알의 원자가 제각기 에너지를 받아들여 빛을 방출하므로 위상이나 파장이 서로 다른 빛의 모임으로 외부로 방출된다. 이것을 빛의 자연방출이라고 한다. 전구나 형광등, 네온사인 등이 발하는 빛은 모두 이 자연방출이다. 원자 중에는 빛에너지 등을 받아들여 들뜬 준위로 될 때 이 준위에 머무는 시간이 긴 것이 있다. 크롬이온이 들어 있는 인공루비도 이런 성질을 가진 물질이며, 이 성질은 레이저광선을 만드는 데 중요한 성질이다. 이러한 물질에 빛에너지를 조사하여 들뜨게 하면 바닥준위(또는 하위의 들뜬 준위)에 있는 원자수보다도 상위의 들뜬 준위에 있는 원자수가 더 많아진다. 이 상태를 반전분포라고 한다.

물질이 들떠서 반전분포 상태에 있을 때, 1개의 원자가 어떤 계기로 빛을 내면서 상위의 들뜬 준위로부터 하위의 들뜬 준위로 옮겨지면 다른 들뜬 원자도 자극되어 위상이 고른 같은 파장을 가진 빛을 차례차례 발생한다. 들뜬 물질의 양쪽에 깨끗이 닦은 거울 2개를 평행하게 놓으면 빛은 2개의 거울 사이를 반사하면서 몇 번씩 왕복한다. 그 동안 차례로 유도방출이 생겨 빛은 자꾸만 증폭된다. 2개의 평행한 거울은 유도방출을 일으킬 뿐만 아니라 거울 사이에 빛의 정상파를 만들고, 이 조건에 맞는 빛만을 증

폭한다. 그 때문에 발생하는 빛의 파장은 선택되어서 하나로 된다. 이 때 2개의 거울 중 1개의 거울을 대부분의 빛은 반사하지만 일부 몇 %만을 투과하도록 만들어 두면 거울 사이에서 증폭된 빛의 일부를 외부로 꺼낼 수 있다.(김덕진 등, 1999; Steen, 1983)레이저광선은 이렇게 하여 만들어진 빛이다(그림 1).

3. 레이저의 특성

단색성(monochromatic)으로서, 레이저 빛은 한 가지 파장으로 된 빛이다. 가정에서 조명등으로 쓰이는 백열전구와 비교해 보면 백열전구에서 나오는 빛은 여러 가지 색깔의 빛이 섞여 있으나, 레이저 빛에서는 한 가지 색깔만이 존재한다. 두 가지 빛을 프리즘으로 분산시켜 보면 그 차이를 알 수 있다(그림 2).

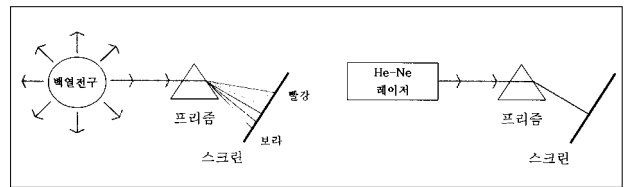


그림 2. 단색성(monochromatic)

지향성(Directional)으로 백열전구에서 나오는 빛은 전구에서 멀어지면 빛의 세기가 급격히 줄어들지만 레이저 빛은 거리가 아무리 멀더라도 빛의 세기가 거의 줄어들지 않는다. 이를 레이저 빛은 지향성이 있다고 말한다. 일상 생활에서 빛의 지향성을 갖도록 한 장치를 포물경으로 빛을 평행하게 반사시키는 플래쉬가 있는데, 어느 정도의 지향성을 가지나 레이저에 비해 떨어진다. 조그마한 He-Ne 레이저(5mW)를 달로 향하게 하고 달 표면에서 지구를 본다면 어떻게 될 것인가? 수백 kW를 쓰고 있는 지구 도시는 보이지 않고 단지 세기가 수백만분의 일 정도인 레이저 빛만 보이게 된다(그림 3).

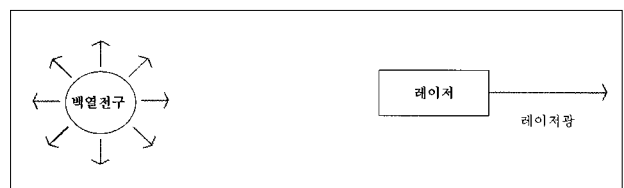


그림 3. 지향성(Directional)

간섭성(Coherent)으로 이것 또한 백열등에서 볼 수 없는 성질로, 백열등에서 나오는 빛을 선속 분할기로 나눈 다음 중첩시키면 스크린상에 간섭무늬가 생기지 않으나, 레이저 광에서는 밝고 어두운 띠 모양의 간섭무늬를 볼 수 있다. 이것은 백열등의 빛이 무질서한 반면 레이저 빛은 질서정연하기 때문에 가능한 것이다. 이런 세 가지 성질로 백열등에서 나오는 빛은 이리저리 움직이는 양상에 비유되는데 반하여, 레이저 빛은 질서정연하다. 다시 말하면 백열등에서 나오는 빛은 원자가 제각기 독자적으로 빛을 발생하는 경우이고, 레이저 빛은 이웃한 원자들이 서로 긴밀한 관계를 가지고 있어서 전체 원자가 일사분란하게 빛을 내놓는 것이라고 말할 수 있다(그림 4).

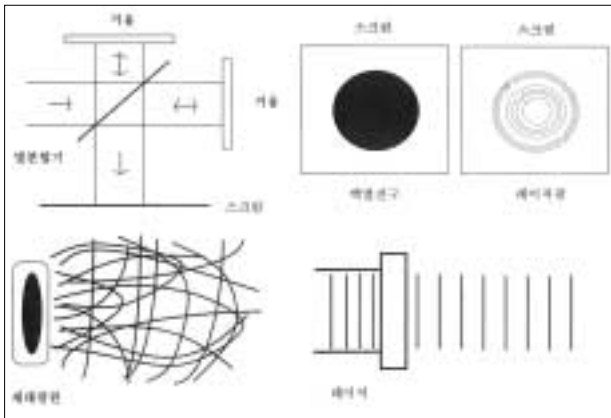


그림 4. 간섭성(Coherent)

1. 레이저광선과 빛의 차이점

레이저광선은 보통 빛에 비하여 매우 순수하며 퍼지지 않고 곧바로 진행되는 빛이다.

레이저광선은 렌즈로 집속하면 매우 작은 넓이로 집광할 수 있다.

레이저광선의 초점면상에서의 단위 면적 당 빛 에너지는 대단히 크다.

물체를 태울 때 나는 빛이나 형광등에서 나오는 빛은 고온으로 가열된 원자나 분자 하나하나에서 자유로이 발생하는 빛이며 같은 종류의 원자나 분자에서 나오는 빛이라도 무수히 다른 파장의 빛을 포함하고 있다. 보통 빛은 렌즈로 집속해도 빛의 진행 방향이 여러 가지이므로 작은 넓이로 집광할 수 없다.

보통 빛에서는 아주 작은 점에 큰 광량을 모으기 어렵

다. 물체를 태울 때 나는 빛이나 형광등에서 나오는 빛은 고온으로 가열된 원자나 분자 하나하나에서 자유로이 발생하는 빛이며 같은 종류의 원자나 분자에서 나오는 빛이라도 무수히 다른 파장을 포함하고 있다. 보통 빛은 렌즈로 집속해도 빛의 진행 방향이 여러 가지이므로 작은 넓이로 집광할 수 없다. 보통 빛에서는 아주 작은 점에 큰 광량을 모으기 어렵다(김덕진 등, 1999; Moon, 1983; Thorsten, 1989).

2. 레이저의 종류

레이저에는 들뜨게 하는 물질의 종류에 따라 고체레이저 · 기체레이저 · 액체레이저 · 반도체레이저 등이 있다.

고체레이저는 크롬이온을 혼입시킨 인공루비나 유리 · YAG(이트륨-알루미늄 가닛) 등의 결정을 레이저광선 발생재료로 한 것이다. 특히 루비레이저는 최초로 탄생한 대표적 레이저이다. 루비레이저에서는 들뜨게 하는 광원으로 크세논램프를 사용하며 들뜨는 효율을 좋게 하기 위하여 루비막대와 크세논램프 주위에 반사경을 설치한다. 또한 루비막대 양쪽에는 2개의 거울이 평행하도록 배치되어 있다. 크세논램프는 카메라의 스트로보스코프와 같이 순간적인 방전을 하는 발광을 내며, 레이저의 발진 출력은 크세논램프를 발광시킨 순간에만 얻는다. 레이저 출력광의 에너지는 수 J(줄)인데 출력이 나오는 시간이 매우 짧으므로 단위시간당 에너지의 최대값은 수백 MW에 이르는 것도 있다. 발진출력광의 파장은 0.69 μ m로 분홍색이다.

기체레이저는 헬륨과 네온의 혼합기체나 아르곤, 크립톤, 이산화탄소, 헬륨과 질소와의 혼합기체 등이 사용된다. 이 기체들을 가는 유리관에 봉입하여 네온관과 같이 고전압을 가하여 방전시키고 그 때의 전자와 원자의 충돌에 의하여 들뜨게 하는 것이다. 대표적인 헬륨-네온레이저는 헬륨과 네온을 1mmHg 정도의 압력으로 봉입한 반지름 수 mm 정도의 가늘고 긴 유리관, 전극, 방전하기 위한 전원, 평행한 거울 등으로 구성되어 있다. 이 레이저는 루비레이저와 같이 펄스적인 발진이 아니고 연속적으로 출력을 꺼낼 수 있는 연속발진이며 출력은 큰 것이 수십 mW, 발진출력광은 파장이 0.63 μ m인 적색광이다. 다른 기체레이저도 구성은 헬륨-네온레이저와 같지만 이산화탄소 레

이저와 같이 출력이 10kW인 것도 있으며 파장도 적외선부터 자외선 영역까지이며 기체레이저의 종류는 많다.

반도체레이저는 갈륨과 비소 등의 고체 재료를 사용하는데 레이저의 발생메커니즘이 조금 다르기 때문에 고체 레이저와 구별한다. 반도체레이저는 갈륨과 비소의 p형 반도체와 n형 반도체를 접합한 반도체 p-n접합다이오드에 전류를 흘려서 들뜨게 하여 레이저를 발진시키는 것이다. 갈륨과 비소의 p-n접합다이오드에 p형으로부터 n형 방향으로, 즉 순방향으로 전류를 흐르게 하면 p형 쪽에는 양의 전하를 가진 구멍이 증가하고 n형 쪽에는 음전하를 가진 전자가 증가한다.

이때가 반도체레이저가 들뜬상태이다. 이 상태에서부터 전자가 구멍과 재결합할 때 빛에너지를 외부에 방출한다. p-n접합다이오드에 흐르는 전류를 크게 하면 구멍과 전자가 계속 증가하여 반전분포가 형성된다. 그 때문에 왕성하게 유도방출이 일어나 p형과 n형의 접합면으로부터 레이저광선이 발생한다. 반도체레이저의 특징은 대단히 소형으로 발광부의 크기가 수 mm 정도이며, 램프 등이 필요한, 간접적으로 들뜨게 하는 방식이 아니고, 직접 전류를 흘려서 들뜨게 하므로 발진 효율이 좋다.

고체레이저는 ND(YAG), 루비, 유리이며, 기체레이저는 He-Ne, Ar, Co₂, 액체레이저는 염료(dye)를 alcohol 녹임, 반도체 레이저는 GaAs, Inp, InAs 분류되며, 출력되는 빛의 파장에 따른 분류로 자외선 레이저, 가시광선 레이저, 적외선레이저 외부공급 에너지 종류에 따른 분류로는 광 펄핑 레이저, 전기 펄핑 레이저, 화학 펄핑 레이저 등으로 분류되고 있다.

3. 레이저의 응용

먼저, 레이저를 이용하면 고속으로 가열하여 가공하므로 열변형층이 좁고, 아주 단단하거나 잘 깨어지기 쉬운 재료의 가공이 쉬우며, 비접촉식이므로 공구의 마모가 없는 등의 장점이 있다. 또한, 복잡한 모양의 부품을 미세하게 가공할 수 있으며, 작업시 소음과 진동이 없고 작업환경이 깨끗하다. 레이저 빔을 물체의 표면에 조사하면, 재료 표면의 온도가 급격히 올라가 표면 근처가 용융됨과 동시에 증발됨으로써 물질이 제거되어 가공이 이루어진다. 사용되는 레이저는 재료 및 가공공정의 특성에 따라 이산

화탄소, 루비, YAG 레이저 등 각종 레이저가 사용된다.

이들 레이저는 재료의 절단, 구멍 뚫기, 용접, 열처리, 표면의 각인 등의 가공에 주로 이용되며, 점차 그 응용 범위가 확대되고 있다. 특히 다이아몬드처럼 매우 단단하거나, 열에 민감한 재료들의 가공에 적합하다.

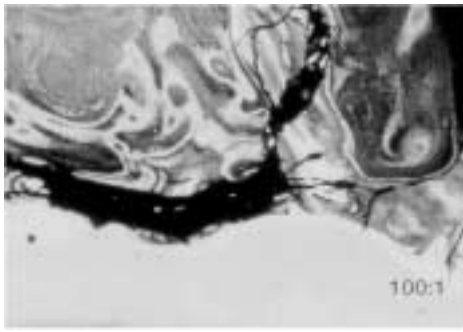
또한 최근에는 의학분야에서의 응용도 증가하고 있다. 예전에는 실명을 면할 수 없었던 눈의 망막에 생긴 종양이나 당뇨병에 의한 안저출혈도 눈 외부로부터 레이저광선을 조사함으로써 치료할 수 있게 되었다. 또 레이저를 사용하는 수술용 메스가 개발되어 위 속에 생긴 암이나 종양을 제거할 수 있다. 즉, 입으로 광섬유를 삼키게 하고 여기에 레이저광선을 통하여 암이나 종양 부분만을 태우고 잘라내는 방법이다.

그리고, 레이저광선은 전화회선 등에 사용되고 있는 마이크로파에 비하여 주파수가 수만 배에서 수십만 배나 높은 광영역에 있는 전자기파이다. 그 때문에 이것을 반송파로 쓰면 마이크로파의 수만 배, 수십만 배나 되는 음성·화상·데이터 등의 정보를 동시에 전송할 수 있다. 주파수가 약 4.7×10^{14} Hz인 헬륨-네온 레이저광선에 전화 목소리를 실어서 통신을 한다면 한 번에 10억 회선 정도가 가능하며 20억명이 동시에 통화를 할 수 있다는 계산이 나온다. 현재의 기술 수준으로는 이만큼 많은 정보 전송은 불가능하지만 전파 대신 레이저광선을 사용하는 통신이 실시되는 것은 비교적 가까운 장래의 일이라고 생각된다(김창호, 1995; 백종혁, 1999).

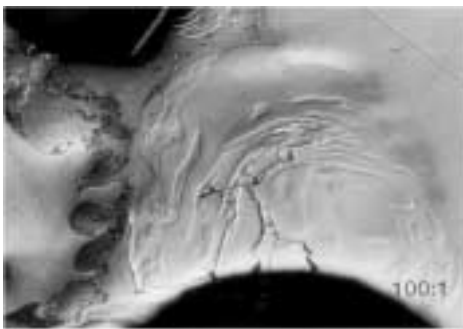
4. 치과기공에서 레이저 이용

치과기공에서 접합하는 방법으로는 soldering, glueing, 웰딩 등이 있으며, soldering의 장점으로 치과기공사들이 대부분 경험이 많으며 솔더 대상물을 녹이지 않고 kapilar effect에 의해 대상물사이공간에 흘러 들어감으로 안정적이지만, 내열성이 있는 접합용 모형이 필요하며 열에 의한 변형, 부식, 접합 후 cleaning, 첨가용 금속이 필요하고 레이저 기술에 비해 안정성이 떨어진다. 또한 separate하기가 어렵다는 것이 단점으로 대두 된다

상대적으로 새로운 기술인 glueing은 안정적이고 열을 사용함에 따른 변형은 없으며 빠르게 접합할 수 있고 separate하기가 쉬우며 금속 종류에 관계없이 적용이 가



Co-Cr alloy / titanium welded



precious alloy / titanium welded

그림 5.

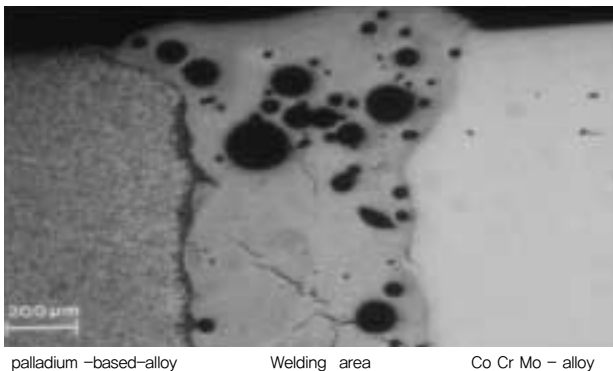


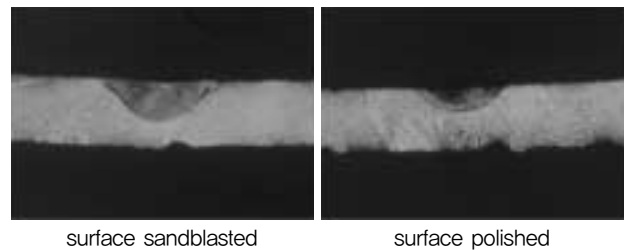
그림 6. 이종금속간의 결합형태

능하고 단점으로 space가 넓어야 하며 화학적 처리과정이 필요, 웰딩과 soldering보다 안정성이 떨어진다는(치과보철기공학사전, 1994: 국소의치기공학, 2006).

웰딩은 상대적으로 현대적인 기술이다. 열에 의한 변형이 거의 없으며 생체적합성도 우수하고 solder가 특별히 필요하지 않고 추가적인 모델이 필요 없다. 물리적인 안정성이 뛰어나고 시간이 절약되고 추가적인 cleaning과 정 불필요 하며 아주 작은 공간만 있으면 가능하다.

사용에 어려운 점은 많은 경험이 필수적이고 웰딩할 부위의 공간확보가 필요하며 separate하기가 쉽지 않다. 완

벽한 fitting을 얻기 위해 이론적 지식이 필요하고 모든 금속간의 웰딩이 가능한것은 아니다 특히 이종 금속간 접합시 갈바닉 현상으로 좋은 결과를 얻지 못할 경우도 있다.<그림 5, 6> 레이저 빛과 반사 관계는 <그림 7>에서 보는 것과 같이 표면을 연마하여 광택이 난 것보다 표면이 조금 더 거친면에 훨씬 유리한 것을 알 수 있으며 표면의 상태에 따라 다른 정도의 반사를 일으킨다는 것을 확인할 수 있다. 표면 상태와 웰딩 깊이와의 상관관계는 똑같은 focus 0.8mm, power 0.6kW, pulsedurance 7.5ms를 주더라도 그림에서처럼 sandblasted면이 훨씬 접합에 유리하다는 것을 알 수 있다.



parameter: focus 0,8 mm, power 0,6 kW, pulsedurance 7,5 ms

그림 7. 레이저 빛과 반사관계

<표 1> Parameter의 흡수율과 열전도성

Metall	Absorption	Wärmeleitfähigkeit W/cm C	Schmelztemperatur °C
Gold	0.03	2.97	1063
Silver	0.03	4.29	961
Platin	0.27	0.72	1769
Palladium	0.26	0.72	1552
Titan	0.40	0.17	1668
Chrom	0.40	0.67	1875
Kobalt	0.32	0.71	1495
Molybdän	0.40	1.42	2610
Nickel	0.32	0.92	1453

<표 1>는 각각의 다른 parameter의 흡수율과 열전도성을 보여준다. 각기 다른 합금에 대한 레이저의 영향을 설명하기 위해 silver와 titanium을 비교해 볼 수 있다. Silver는 나열된 금속들 중에 가장 낮은 흡수율을 가지며, 가장 높은 열전도성을 가지고 있다. Silver와 비교해서

titanium의 parameter는 완전히 다르다. 표에서 보듯이 titanium은 가장 높은 흡수율과 가장 낮은 열전도성을 가지고 있다. 그 결과로 titanium의 용융온도가 더 높지만 titanium을 웰딩하기 위해서는 silver만큼의 레이저 에너지가 필요하지는 않다. 용융온도는 레이저 에너지에 어떤 영향도 끼치지 않는다.

레이저 웰딩에 영향을 주는 요소는 equipmentspecific parameters 로는 focus, power, pulse durance 와 individual parameters 로는 slope of the object to the, laserbeam condition of the surface가 레이저 웰딩에 일반적으로 영향을 주는 요소 이다.



그림 8. 웰딩과정에서 일어나는 수축조절

가장 조절이 어려운 요소는 <그림 8>에서처럼 웰딩과정에서 일어나는 수축을 조절하는 것이다. 부분적으로 용융과 경화가 일어나기 때문에 전체 물체를 변형시키는 수축 현상이 약간 발생하게 된다.

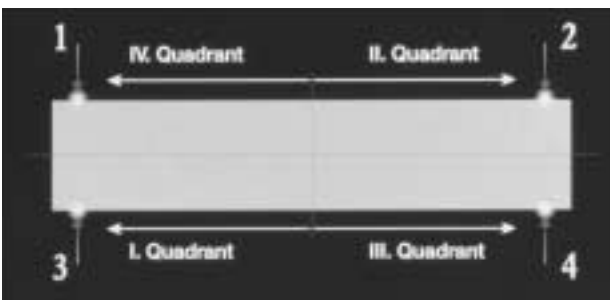
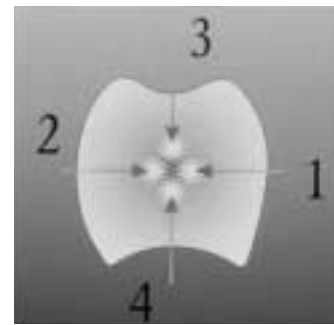
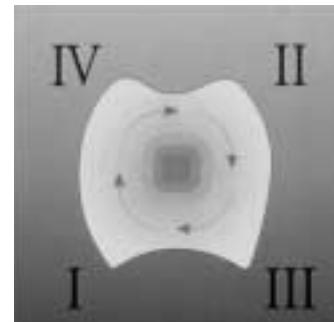


그림 9. Upper Plate의 Welding순서

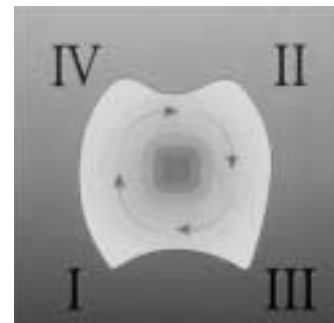
upper plate의 경우에도 <그림 9>같은 절차로 실행한다. master model상에서 우선 두 지점을 결합시키고, 모델을 제거하고 반대편 지점을 고정시킨다. 일단 고정을 한 다음, 가운데부터 가장자리까지 1/4씩 웰딩한다. 코발트크롬 합금의 경우, 탄소함유가 적은 wire를 사용해야 한다.



1. fixation



2. Welding without additional-material



3. Welding with additional-material in several leaves

그림 10. Bridge의 Welding순서

뛰어난 접합도를 얻기 위해서는 변형을 최소화할 수 있는 일정한 웰딩 순서를 따라야 한다. 그 이유는 웰딩한 지점의 반대방향에서 일어나는 변형을 보상하기 위함이다. 파절된 브릿지의 웰딩 순서는 <그림 10>처럼 대각선 방향으로 고정시킨 다음 추가적인 wire없이 대각선 방향으로 웰딩한다.(같은 웰딩회수를 준수한다) wire를 사용해서 대각선 방향으로 웰딩하고 필요하다면 확실히 gap을 채우기 위해서 반복적으로 웰딩한다. 그리고 wire없이 대각선 방향으로 표면을 부드럽게 해준다.

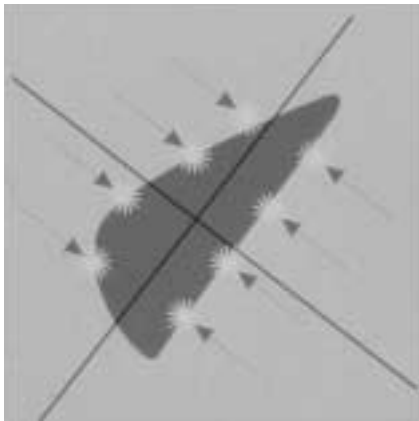


그림 11. Lingual Bar의 Welding순서

lingual bar의 웰딩순서는 <그림 11>에서보는 것처럼 이미 언급된 것과 같은 원리이다. wire의 올바른 사용법

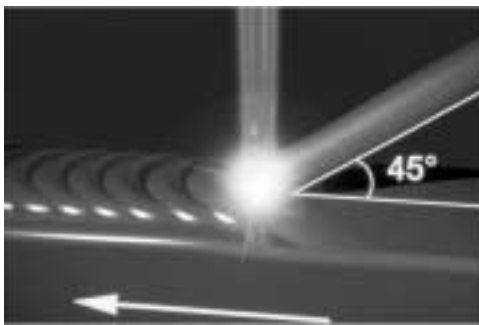


그림 12. 올바른 Wire 사용법

또한 준수해야 한다. wire와 웰딩 대상물의 각도는 <그림 12>처럼 약 45°가 적절하며 웰딩 초점을 wire에서 떨어져서 맞추어야 합니다. 즉 레이저 빔이 wire의 끝부분에 맞추어져야 한다.

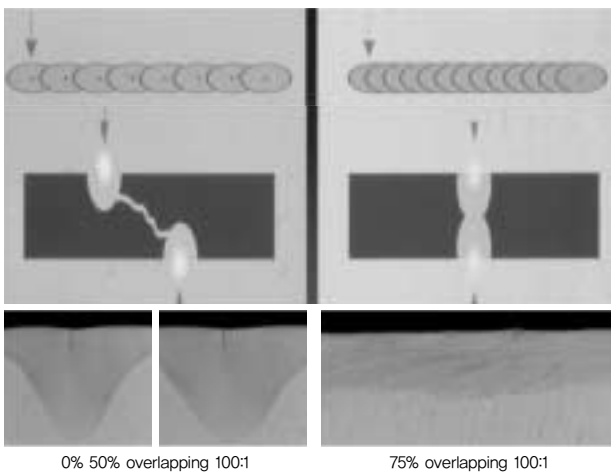


그림 13. overlapping에 따른 웰딩초점

접합도에 문제없이 대상물의 직경을 꿰뚫는 웰딩 단면을 얻기 위해서는 두 부분의 경계선 웰딩이 수직이 되어야 한다. 사선형태가 이루어진다면 좋은 웰딩이라 할 수 없다. 이러한 이유 때문에 반대편을 할 경우에도 웰딩 초점이 반대편과 동일선상에 맞추어져야 한다. 또한 초점 정중앙의 분화구 모양에서 발생하는 수축을 방지하기 위해서 웰딩 초점이 겹치도록 조절해야 합니다.<그림 13>

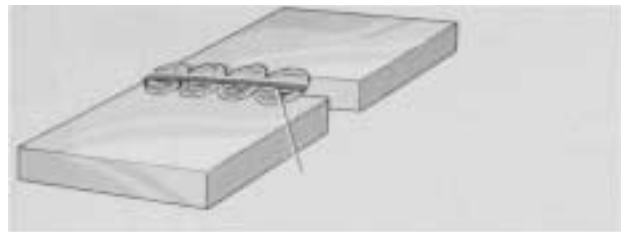


그림 14. CoCr-alloy의 crack발생

Carbon성분이 함유됨에 따라 문제 발생이 일어난다. Laser-point의 중간에 carbon이 생성됨으로써 파절의 위험성이 높아진다. 그러므로 carbon함량이 낮은 합금을 사용한다(0,25%미만) carbon함량이 매우 낮은 웰딩 wire를 사용한다.(50-300ppm미만) <그림 14>

레이저 웰딩의 적용범위는 Co Cr-framework에 외관을 연결할 경우(Combi-technic)와 telescop-crown의 friction이나 fitting을 향상시킬 수 있다. Attachment, implant구조물 등의 웰딩, 교합면과 인접부위의 contactpoint조절과 crown의 천공 등을 막을 수 있으며 Bridge의 fitting을 조절할 수 있다. Crown의 margin을 연장할 수 있으며 교정용 bracket, wire 등의 웰딩, Partial frame-work의 수리(retention/clasps/ sublingual bars/transversal frame-works), Ceramic과 resin부위의 soldering을 대체, composite-veneering material을 사용할 경우, retention을 증강시키기 위해서 웰딩이 가능하다.(Herapuls scrip ,2001; 치과임프란트산학연 연구회, 2006)

III. 결 론

치과기공에서 접합하는 방법으로는 soldering, glueing,

웰딩 등이 있으며, soldering의 장점으로 치과기공사들이 대부분 경험이 많으며 솔더 대상물을 녹이지 않고 kapilar effect에 의해 대상물사이공간에 흘러 들어감으로 안정적이지만, 내열성이 있는 접합용 모형이 필요하며 열에 의한 변형, 부식, 접합 후 cleaning, 첨가용 금속이 필요하고 레이저 기술에 비해 안정성이 떨어진다. 또한 separate하기가 어렵다는 것이 단점으로 대두 된다.

상대적으로 새로운 기술인 glueing은 안정적이고 열을 사용함에 따른 변형은 없으며 빠르게 접합할 수 있고 separate하기가 쉬우며 금속 종류에 관계없이 적용이 가능하고 단점으로 space가 넓어야 하며 화학적 처리과정이 필요, 웰딩과 soldering보다 안정성이 떨어진다. 여러 접착 테크닉 중에서 주어진 상황에 가장 적당한 방법을 찾아야 한다. 그 방법을 찾는 가장 중요한 기준은 생체적 합성, 내부식성, 기계적 안정성 등이 있다. 레이저 웰딩에 대한 특별한 금기사항이 없다면 이 테크닉이 선택되어야 한다. 왜냐하면 레이저 웰딩은 웰딩된 경계면의 기계적 특성의 측면에서 구조된 입자 구조보다 뛰어나기 때문이다. 게다가 추가적인 다른 질이 첨가될 필요가 없다. 그리고 구조에 사용된 같은 합금을 사용할 수 있다.

그래서 한가지의 재료로 된 대상물을 얻을 수 있으며. 또 한 가지 매우 중요한 기준은 제성이다. 레이저 웰딩은 모재의 열변형이 거의 없이 순간적으로 원하는 부위에만 열을 집중하여 용접이 이루어지므로 모재에는 거의 열변형이 가지 않는다. 또한 이종 금속의 용접이 모재에 가하는 입열량을 정밀하게 조정할 수 있다. 그리고 미세하고 정밀한 용접이 가능하며, 광학 렌즈에 의해 레이저 광을 집중하여 용접하므로 초점의 직경 범위(0.2~2.0mm)에서 용접이 가능하다. 비접촉식 용접방식으로 모재에 손상을 주지 않고 빛을 이용하므로 모재와의 접촉이 거의 없고 투명한 유리등을 통과하여 용접이 가능하다. 가장 중요한 레이저 웰딩의 장점은 인체적합성이 뛰어나고 솔더링이 필요하지 않는다는 점이며 각각의 다른 합금들 간의 결합이 가능하며, 열에 민감한 부위에 웰딩이 가능하다(예를 들면 레진이나 세라믹 부근의 웰딩가능). 지속적으로 강한 파워를 가진 펄스가 가능하다. 마스터 모델상에서 웰딩이 가능하고 미세한 입자구조에 의한 높은 안정성, 솔더링 보다 강한 내부식성, 25배 확대경으로 정밀한 웰딩

이 가능하다. 이런 여러가지 이점들을 살펴볼때 열에 민감하고 정밀성 요구되는 치과보철 가공물에 레이저 접합 기술이 유익할 것 같다. 최근에는 레이저 부분에 부족한 것을 보완하려는 방법으로 일반적인 용접 및 열처리기술과 레이저를 접목시킨 하이브리드 금속가공법의 연구가 진행되고 있다.

참고 문헌

- 김덕진, 장대길. 고밀도에너지용접. 원청출판사, 52-245, 1999.
- 국소의치기공학연구회. 국소의치기공학. 지성출판사, 310-312, 2006.
- 김창호. Zr 신합금 피복관의 부식특성 연구. 한국원자력 연구소, 1995.
- 두산백과사전. 두산동아출판사, 1997.
- 백종혁. 원자력 발전소에서 지르코늄 합금의 부식. 한국 원자력연구소, 1999.
- 서울대학교 광학연구회. 현대광학. 교문사, 1996.
- 이병기 외. 치과보철기공학사전. 대학서림, 1994.
- 유인중, 유연석. Laser입문 청범출판사, 23-56, 1993.
- 유일환. Zr 합금의 부식기구 연구. 한국원자력 연구소, 2000.
- 치과임프란트 산학연 협력 연구회. 치과임프란트 기공과 학. 483-493, 2006.
- Thorstensen B. Laser welding of Aluminum. Industrial Laser Annual Handbook, 1989.
- Steen WM. Laser Material Processing. Springer-VERlag, 1991.
- Moon DW, Netzbower EA. Laser Beam of Aluminum Alloy 5456, Welding Journal, 62(2), 53-59, 1983.
- Port DA, Easterling DE. Phase Transformation in Materials(2nd Edition). Chapman & Hall, London.
- Herapuls scrip. Text for referring to laser welding. 2001.