

펄스파형 레이저를 이용한 임플란트 표면 처리에 관한 연구

A Study on Surface Treatment of Implant using a Pulse Wave Laser

*#유영태¹, 심호관², 양윤석³, 황찬연³

¹Y. T. Yoo(ytyou@chosun.ac.kr)¹, H. J. Shin², Y. S. Yang³, C. Y. Hwang³

¹조선대학교 메카트로닉스공학과, ²조선대학교 레이저가공연구실, ³조선대학교 메카트로닉스공학과 학부생

Key words : Pluse Wave Laser, Titanium, Implant, Surface treatment

1. 서론

최근 시술되고 있는 티타늄(Titanium)을 소재로 치의공 부품들이 임상적 효율성이 과학적으로 입증됨에 따라 각 신체 부위의 기능을 회복하는 통상적 치료술에 다양한 도구로 자리 잡아가고 있다. 특히 치과용 임플란트는 치아 부분 상실시 보철로 인공치아를 만들어 치아를 완성하는데 사용된다.

이렇게 최근에 Ti 및 Ti alloys 소재가 임플란트 및 의료기구 등에 널리 사용되고 있다. 그 이유는 타 금속에 비하여 가볍고 내식성이 강하고 생체적합성이 매우 우수하기 때문이다. 그러나 티타늄 소재가 인체 안으로 들어갔을 때는 구조적으로 티타늄과 그 주변 골조직이 결합되어 계면을 이루고 있지만 두 물성치가 다르기 때문에 생체 조직(Tissue) 및 골세포(Bone cell)가 인공 임플란트에 잘 접합(Osseointegration)할 수 있도록 하는 것이 해결해야 할 부분이다. 이 때문에 임플란트의 구조적 변화와 표면의 생체적합성에 대한 연구가 계속 이루어지고 있다.

임플란트 표면 처리 방식에는 여러 가지가 있는데 대표적인 것이 임플란트의 표면에 무엇인가를 붙여서 골과의 접촉면적을 늘린 형태와 임플란트 표면에 무엇인가를 붙이는 것은 떨어져 나올 가능성이 있다하여 임플란트 표면 자체를 무엇인가로 때려서 거칠게 하거나 표면을 부식시키는 방법으로 표면적을 넓혀주는 형태가 있다. 이렇게 일반적으로 사용되고 있는 임플란트 표면 처리방식은 임플란트 주위에 염증이 야기 될 수 있기 때문에 이상적인 표면 처리방법이 되지 못한다. 이 점을 보완할 수 있는 방법으로 레이저빔 특성을 이용하여 가장 이상적인 임플란트 표면 처리방법에 대해 연구하고자 하였다. 최근 국의 문헌 및 특허동향을 살펴보면 레이저를 이용한 임플란트 표면 처리의 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 이유는 임플란트 주위 치주염치료에서 레이저가 임플란트 표면의 세척과 해독에 탁월한 효능이 있는 것으로 알려지면서 기존표면 처리 방식들의 문제점을 해결 할 수 있는 가능성을 제시해 주기 때문이다.

그러므로 본 연구에서는 기존의 임플란트 표면처리 방식을 개선하기 위함과 동시에 임플란트 고정체의 나사구조에 레이저 표면 처리를 함으로써 기존의 임플란트가 생체 조직 및 골세포와 갖는 마찰력보다 더 큰 마찰력을 갖게 하기 위해 임플란트의 마찰계수를 증가시켜 생체적합성이 뛰어난 임플란트 표면처리 방법에 대해 기초연구를 진행하고자 하였다. Q-스위칭 Nd:YAG 레이저를 이용하여 표면 처리 공정은 Step size, 듀티(Duty)를 변화시켜 레이저로 표면 처리한 후 표면형상 및 조도 특성 평가를 진행하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구에 사용된 실험재료는 Ti-6Al-4V로 화학성분은 Table 1과 같다. 본 연구에 사용한 Nd:YAG레이저는 Multi mode에서는 80W, TEMoo에서는 18W이고 파장(wavelength)은 1.06 μ m 이고

빔사이즈(Spot size)는 80 μ m 급의 펄스파형 레이저(Q-switching Nd:YAG)이다. 실험계략도는 Fig. 1에 나타냈다.

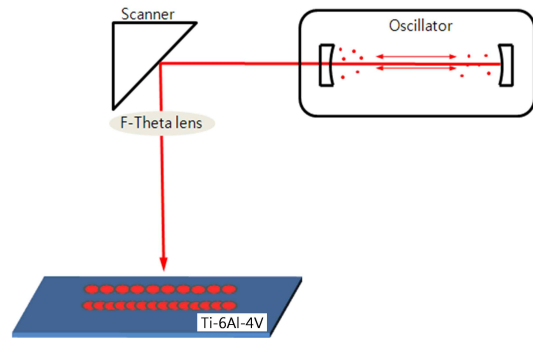


Fig. 1 Schematics diagram of experiment

레이저빔의 출력, 빔 속도, 주파수(Frequency), 듀티(Duty) 등의 조건변화에 따라 조사시간 과 에너지가 다르기 때문이라고 판단 된다. 또한 원동형태의 시험편의 경우 정확한 빔 조사위치를 제어하지 못했기 때문에 레이저빔 형태가 원형이 아닌 타원형으로 관찰되었다. 그러므로 최적의 공정 조건을 찾기 위해 스텝크기(Step size)와 듀티를 변화시켜 표면 처리하였다. 예비실험은 동종 재질의 평판에 아세톤으로 세척 후 하였다.

Table 2 Parameter of Q-switching Nd:YAG Laser

Power(%):100, Frequency(kHz):1, Duty:50									
Step size(μ m)									
15	20	25	30	35	40	45	50		
55	60	65	70	75	80	85	90		
Step size(μ m):10, Power(%):100, Frequency(kHz):1									
Duty									
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

3. 결과 및 고찰

레이저를 이용한 표면 처리는 특별한 파장에 의해 티타늄에 잘 흡수되지 않고, 임플란트 표면온도를 높이지 않아 임플란트 표면조사에 안정적이다. 특히 레이저빔은 특성상 마이크로 영역대의 표면구조를 제작하기에 적합하다. 본 연구에서 구현하고자 하는 것은 임플란트 표면과 인체 골(bone)의 접촉표면적을 증가시키는 것으로 임플란트 표면에 형성된 미세돌기와 구조형상이 중요한 인자로 판단하였다. 그러므로 실험에서는 Table 2과 같은 공정으로 레이저 공정변수를 변화시켜 표면형상학적인 특성을

Table 1 Chemical compositions of specimen(wt%)

Ti-6Al-4V	C	N	H	O	Fe	Al	V	Ti
	0.08	0.05	0.12	0.13	0.25	5.5~6.5	3.5~4.5	Bal.

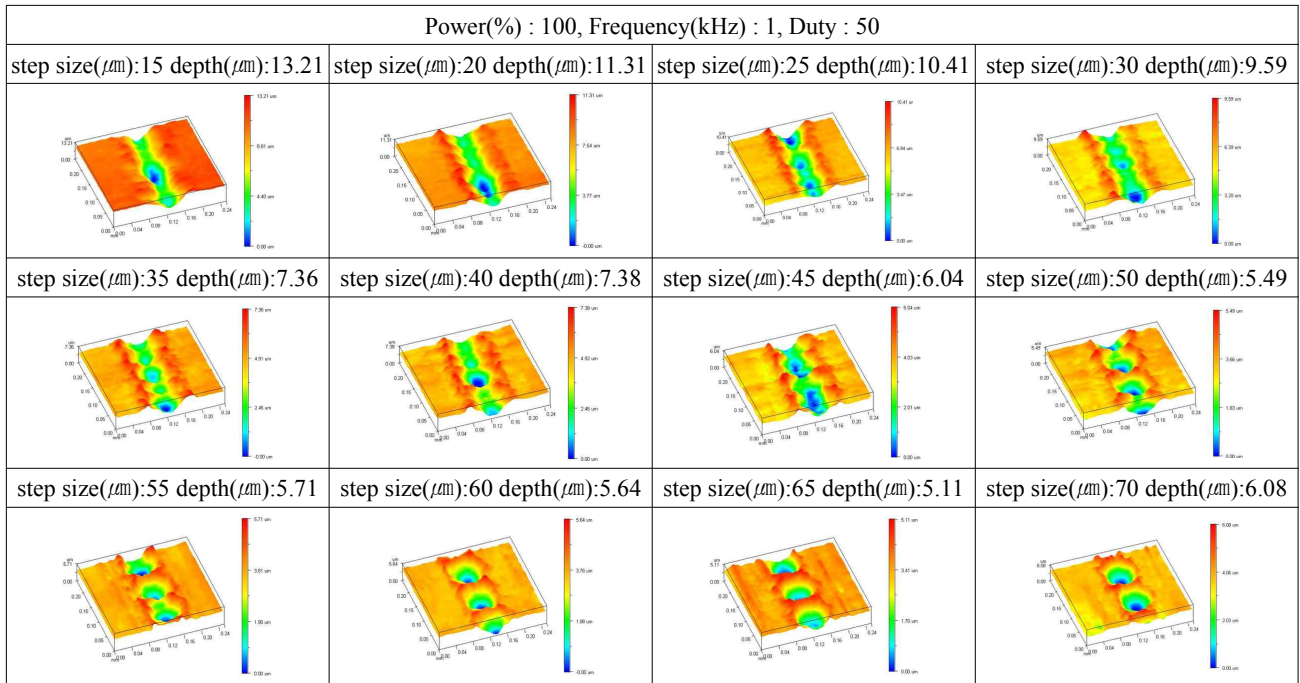


Fig. 2 Influences of scribing depth and Surface shape step sizes

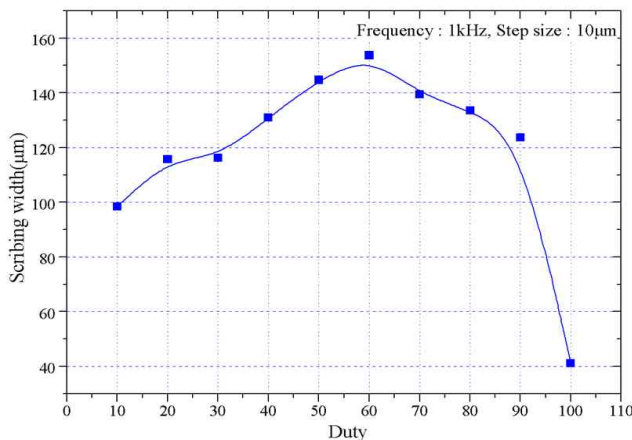


Fig. 3 Variation of scribing width according to Duty

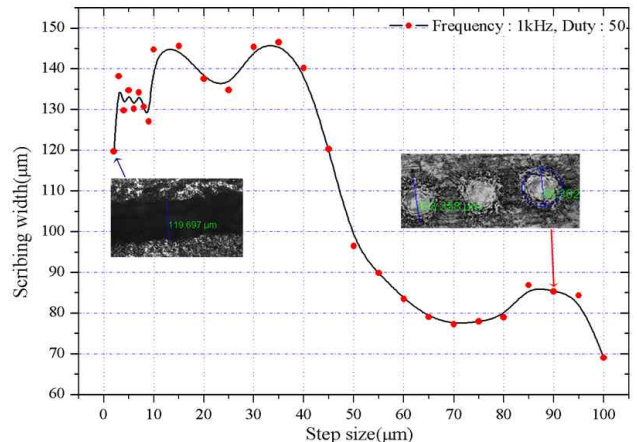


Fig. 4 Variation of scribing width according to step size

고찰하였다. 본 연구에서는 일종의 레이저 스크라이빙 방식을 적용시켰다. Fig.2 는 펄스파형 레이저 Step size 변화별 스크라이빙(scribing)깊이를 나타내고 있다. Step size는 빔과 빔사이의 거리를 의미한다. 전반적으로 Step size 15 μm 에서 40 μm 까지는 차이가 거의 없다가 45 μm 이상으로 증가하면 깊이는 작아지고 빔과 빔사이의 거리는 점점 멀어지는 것을 볼 수 있다.

Fig. 3 는 Step size, 출력과 Frequency를 고정한 후 듀티 변화에 따른 스크라이빙 폭의 변화를 나타냈다. 이때 듀티는 첨두출력과 평균출력의 비로 나타낼 수 있으며, 일정한 값까지는 듀티가 증가할수록 스크라이빙 폭이 약 150 μm 이내 까지 증가하였다. 그래프에서 볼 수 있듯이 듀티 값이 10 ~ 60까지는 스크라이빙 폭이 약 98.436 μm ~ 153.693 μm 로 증가한 후 듀티 값이 70 ~ 80으로 더 증가했을 때 스크라이빙 폭은 일정부분 감소하였다. 이와 같은 이유로 본 실험에 사용한 레이저의 발진기는 듀티값을 80이상으로 했을 경우 매우 비효율적임을 나타내고 있다.

Fig. 4 는 주파수와 듀티를 각각 1kHz, 50으로 고정하고 스텝 사이즈를 변화시켜 실험을 진행했을 때 스크라이빙 폭의 변화와 중첩된 현상을 관찰하였다. 그 결과 Step size가 50이하에서는 펄스파형이라고 할 수 없을 정도로 중첩물이 나타났다. Step size가 50이상에서는 중첩물이 관찰되지 않았고, 일정한 간격으로 반구형태의 표면가공부위가 나타났다. 이렇게 Fig. 2 와 Fig.

4에 따라 Step size작으면 폭과 깊이가 커지는 것을 알 수 있다.

4. 결론

펄스파형 Nd:YAG레이저로 평판의 티타늄에 표면 처리한 결과 빔사이즈가 크면 임플란트 골과 골사이에 들어가는 빔수가 줄어들기 때문에 듀티가 크면 비효율적이기 때문에 50 이하가 최적이다. Step size는 폭에 영향도 주었지만 중첩물과 깊이에 더 큰 영향을 준다. 중첩물 50%는 35-40 μm , 중첩물 0%는 60-70 μm 일 때 최적이다.

참고문헌

- Gaggl, A., Schultes, G., Muller, W.D. and Karcher, H., "Scanning electron microscopical analysis of laser-treated titanium implant surfaces-a comparative study," *Biomaterials*, 21, 1067-1073, 2000
- Milan Trica, Biljana Gakovic, Dimiri Batani, Tara Desai, Peter Panjan, Bojan Radak., "Surface modifications of titanium implant by a picosecond Nd:YAG laser operating at 1064 and 532 nm," *Applied Surface Science*, 253, 2551-2556, 2006